

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

BOLETÍN N° 15
Serie B. (Geología)

LOS YACIMIENTOS PETROLIFEROS DE LA ZONA ANDINA

(PROVINCIA DE MENDOZA Y TERRITORIO DEL NEUQUEN)

POR EL

DR. ANSELMO WINDHAUSEN

CON UN PLANO



BUENOS AIRES

TALLERES GRÁFICOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

1916

Buenos Aires, junio 22 de 1916.

A S. E. el señor Ministro de Agricultura, Dr. Horacio Calderón.

S/D.

Señor Ministro:

El interés que ofrece para la República la exploración de sus yacimientos petrolíferos me induce a solicitar de V. E. la publicación, en el más breve plazo, del presente trabajo del doctor Anselmo Windhausen, en el cual se han condensado todos los conocimientos anteriores sobre los yacimientos petrolíferos de la zona andina coordinándolos y cimentándolos con las observaciones últimas del personal técnico de esta Dirección General entre las cuales se destacan, además de las del autor y de las del doctor Groeber, las del doctor Juan Keidel.

Como ya lo he hecho notar en otra oportunidad (1) la zona andina ofrece particular interés por reunirse (en una pequeña parte de ella, es cierto) a las condiciones geológicas favorables, las condiciones económicas indispensables al desarrollo de cualquier región minera, es decir, los medios de transporte.

En esas circunstancias, esta Dirección General en cumplimiento de su misión no podía menos de contribuir en la forma práctica al mejor conocimiento de la estratigrafía de esa zona y, sobre la base de un estudio de detalle del doctor Keidel, ubicó en Plaza Huincul una máquina perforadora que actualmente ejecuta una perforación destinada a completar las investigaciones superficiales con el conocimiento en profundidad de las sucesiones de los terrenos.

Con ello, esta Dirección General espera demostrar la íntima relación que existe entre las investigaciones geológicas y la individualización de los yacimientos minerales y llamar la atención sobre la imprescindible necesidad de tomar como base de las exploraciones y explotaciones de los yacimientos de petróleo, el conocimiento detallado de las relaciones estratigráficas que por haber faltado hasta ahora, explican el fracaso absoluto de todas las tentativas hechas por el capital privado en pro de la explotación del petróleo.

Indudablemente que al fundamento científico de la exploración o explotación debe seguir un esfuerzo metódico con todos los elementos necesarios y suficientes para realizarlo; en cuyo caso es posible obtener el éxito deseado y aún a veces suplir las deficiencias de orden científico, si las hubiera.

(1) La geología y minería argentinas en 1914.

Pero tampoco de ese punto de vista ha tenido el país la satisfacción de verificar que los esfuerzos realizados se hayan apoyado sobre esas condiciones, sin embargo, elementales aún para una simple exploración, produciéndose este caso extraordinario en la historia del desarrollo de los yacimientos petrolíferos del mundo, que es el gobierno mismo quien ha debido poner de manifiesto la riqueza de una de sus zonas petrolíferas.

Cúpleme dejar constancia, no obstante, antes de terminar, que alguna experiencia se ha conquistado en esa materia y reconocer que desde principios del corriente año la acción privada ha iniciado en Comodoro Rivadavia dos tentativas bien orientadas y a las cuales es de desear, que el éxito venga a coronarlas.

Saludo a V. E. con toda consideración.

E. HERMITTE

Director General.

Buenos Aires, abril 10 de 1916.

Señor Director General:

Elevo a Vd. el trabajo del doctor Anselmo Windhausen sobre los yacimientos petrolíferos de la zona andina en la provincia de Mendoza y en el territorio del Neuquén. Aunque se trata de un estudio en gran parte compilatorio, aconsejo su publicación, en el «Boletín» de la Dirección General, dado el interés que despierta en la actualidad el objeto tratado.

Saludo a Vd. atentamente.

J. KEIDEL

LOS YACIMIENTOS PETROLIFEROS DE LA ZONA ANDINA

(Provincia de Mendoza y Territorio del Neuquén)

- SUMARIO: — I. Generalidades y reseña de los trabajos de exploración y explotación.
II. Carácter de los distintos afloramientos y rasgos generales de las relaciones geológicas.
III. Bibliografía relativa a la geología y al estudio de la zona petrolífera andina.

I

Entre las tres principales zonas petrolíferas de la República Argentina, la zona del oeste es la más conocida desde tiempos muy antiguos, extendiéndose esta zona en partes de la provincia de Mendoza y del territorio del Neuquén, bajo la forma de una faja más o menos regular, que sigue el borde oriental de la cordillera de los Andes, pasando hacia el sud a la región de las mesetas, que representan morfológica y geológicamente la transición a las formaciones de la Patagonia.

Pero mientras que el yacimiento de Comodoro Rivadavia por su excelente ubicación sobre la costa del Océano Atlántico contribuye a su explotación como así también la zona petrolífera del norte que se encuentra desde ya — o lo será en breve — en buenas condiciones respecto a su comunicación con la vida económica general del país, el desarrollo de la zona petrolífera andina se llevará a cabo por su posición con cierta lentitud. Aunque Cacheuta y algunos afloramientos de la parte central del Neuquén se hallan muy cerca de la red ferroviaria, han faltado hasta ahora en la historia de su exploración acontecimientos que hubieran podido despertar mayor interés. Además mientras no se desarrolle la red ferroviaria en la región, comprendida entre el Río Diamante y el Río Neuquén, no se podrá pensar en una explotación de los numerosos afloramientos de esta rica zona, cuyo desarrollo seguramente merece la mayor atención de los gobiernos y particulares.

El conocimiento de las condiciones geológicas de estos yacimientos ha crecido considerablemente en los últimos años, pudiéndose decir, que desde ya conocemos los rasgos generales de la geología de esta zona petrolífera, aunque naturalmente falta mucho todavía respecto del conocimiento detallado de los diferentes afloramientos — lo que es o será objeto de trabajos especiales. Desde el punto de vista geológico la zona del oeste es la más extensa de las tres zonas petrolíferas del país, pudiéndose asegurar además, que el estudio geológico comparativo abre nuevas perspectivas para la exploración y explotación de esta zona, pues hace suponer la

existencia del mineral líquido en lugares, en donde hasta ahora no se observa ningún indicio exterior.

La aplicación de la futura producción de esta zona petrolífera dependerá pues de varios proyectos ferroviarios, que se encuentran más o menos cerca de su realización, y sobre cuya influencia benéfica para el desarrollo general de esta zona no puede existir la menor duda. Entre estos proyectos menciono aquí el de la prolongación a Chile de la línea Neuquén, Las Lajas, y que pasará probablemente por el paso Pmo Hachado, después el proyecto de una gran línea longitudinal, que saldrá del Lago Nahuel Huapí, en donde empalmará con las líneas patagónicas actualmente en construcción, y que seguirá hacia el norte a lo largo de la cordillera, cruzando en Zapala o Las Lajas la actual línea del ferrocarril sud, tocando después como estaciones principales Chos Malal, Malargüé, Cañada Colorada, Agua Caliente, para juntarse después en San Rafael o en San Carlos con la red existente. En el valle del Río Atuel, cerca de los pozos de la Sociedad «El Petróleo Argentino» podría empalmar otra línea para Chile, pasando por el Paso Tinguiririca, que según el juicio de todos los que lo conocen, es un paso de excelentes condiciones en cualquier época del año. No sería difícil, que una parte de estos proyectos se realizara ya en una época no muy lejana, bien que la realización de todos estos proyectos seguramente exigiría un plazo de varios decenios. No cabe duda pues, que los primeros interesados del petróleo de esta zona, deben ser aquellas empresas, que construyen o construirán aquí sus líneas.

Para dar una pequeña reseña de nuestros actuales conocimientos geológicos y de los principales trabajos de exploración en esta zona, quiero bosquejar primero en una forma rápida el *desarrollo histórico de los trabajos e investigaciones*.

Desistiendo de examinar los ligeros apuntes sobre los hallazgos de asfalto y petróleo, que se hallan en la literatura antigua, sobre todo en las obras de RICKARD, GÜSSFELDT y CRAWFORD, se puede decir que las investigaciones geológicas en la zona petrolífera del oeste empiezan con la obra de STELZNER (1885). Este pioner de los estudios geológicos y mineralógicos en la República Argentina observó en las faldas orientales de la Sierra de Uspallata, cerca de Agua Zorra, Cacheuta y en algunos otros puntos pizarras bituminosas con *Estheria* y restos de plantas, dando a estos sedimentos, a base de las determinaciones hechas por GEINITZ, una edad rética. En estas capas de la formación rética él vió el origen del petróleo, que brota en el Cerro de Cacheuta, sea en forma de una sustancia oxidada viscosa o sea como capita delgada encima de las aguas estancadas. Al mismo tiempo STELZNER, refiriéndose a las noticias sobre hallazgos de aceite mineral en el departamento de San Rafael, hizo la deducción bastante precipitada, de que la formación rética tenía una extensión mucho mayor hacia el sud, a lo menos de dos grados más.

En el año 1886 se iniciaron en *Cacheuta* las perforaciones de la «Compañía Mendocina de Petróleo» bajo la dirección de ZUBER, quien también en el año 1890 dió la primera descripción monográfica de esta región.

Un movimiento activísimo en todas las cuestiones relacionadas

con los hallazgos en esta zona, se nota en el último decenio del siglo pasado, despues de que el doctor SALAS logró hacer el descubrimiento del yacimiento de asphaltita de las minas *Eloisa* y *Roca*, situadas en el valle del arroyo Manga, que es un afluente del Río Atuel. Esta sustancia ha sido considerada por sus primeros descubridores como carbón de piedra, siendo de notar que solo paulatinamente y con bastante lentitud se propagó el conocimiento de la verdadera naturaleza de esta sustancia. En la cercanía de este hallazgo, que con el tiempo recuperó cierta celebridad clásica, estudió al mismo tiempo ZUBER el yacimiento petrolífero del Cerro *Los Buitres* y Cerro *Alquitrán*, publicando los resultados de sus estudios en el año 1891.

Los caracteres geológicos y mineralógicos del mineral de las minas *Eloisa* y *Roca* motivaron una discusión entre HAUTHAL y BODENBENDER (1892). Este geólogo estudió no solo el combustible de las minas *Eloisa* y *Roca*, sino también el *asfalto carbonizado de la Sierra Loncoche* al oeste de Malagüé, extendiendo su viaje más al sud todavía hasta el territorio del Neuquén, a la región de Las Lajas. BONDENBENDER reconoció no solo por vez primera el verdadero carácter del yacimiento como sustancia semejante al asfalto y su forma de vetas o filones, sino que también logró hacer una serie de estudios muy importantes sobre la estructura geológica de la cordillera del Neuquén y del sud de Mendoza. De especial importancia para la cuestión, que nos ocupa, son sus observaciones sobre el bitumen en las capas del Títoniano, siendo esta la primera contribución al reconocimiento del horizonte primario petrolífero.

En el año 1895 terminaron las discusiones sobre el carácter del yacimiento de asphaltita de las minas *Eloisa* y *Roca*, aceptando HAUTHAL la clasificación de BONDENBENDER y proponiendo para esta sustancia, que pertenece en el sistema mineralógico al grupo del *Albertita*, el nombre de «*Rafaelita*» (1).

Los años 1896 hasta 1903 se destacan en el sentido del reconocimiento geológico general de la zona petrolífera andina, pues en aquella época se llevaron a cabo el viaje de SANTIAGO ROTH en los territorios del Neuquén y Río Negro y las excelentes investigaciones de BURCKHARDT en la cordillera de Mendoza meridional y del Neuquén, creando BURCKHARDT la base de nuestro conocimiento estratigráfico del Jurásico y Cretáceo de la cordillera argentina. Los trabajos de este geólogo constituyen una de las obras más brillantes del Museo de La Plata, entonces recién fundado, y aunque estos trabajos eran principalmente teóricos, sus deducciones generales tienen una importancia fundamental para la cuestión práctica que nos ocupa.

En los últimos años del siglo pasado ya se había propagado más el conocimiento de los yacimientos de petróleo y asfalto del Neuquén. En varias partes, así por ejemplo, en el arroyo Currileu-

(1) Según *Tschermack* y *Dana* el nombre de «*Rafaelita*» ha sido dado por *A. Arzumi* (*Zeitschrift f. Krystall.* Tomo 31. 1899) a un mineral del grupo de los Halógenos, que viene de Chile y que es idéntico con el *Paralaurionita*, $Pb\ Cl\ O\ H$. Compárese *Dana*, *System of Mineralogy*, Appendix I y II bajo *Paralaurionita*. Como *Hauthal* creó el nombre de *Rafaelita* en 1895, corresponde a él la prioridad de la denominación. Pero por otra parte, queda pendiente la cuestión, si conviene dar un nombre nuevo a este mineral que más bien en casi todas sus calidades parece idéntico con el *Albertita* (excepto quizás el rasgo particular de la ley de vanadio en la ceniza).

vú, en Covunco y en el Cerro Lotena, han sido pedidos ya en aquella época varios cateos. Después se debe al ingeniero ENRIQUE HERMITTE, entonces presidente de la Comisión de Estudio de Napas de Agua y Yacimientos Carboníferos, el primer estudio detenido y general de todos los yacimientos de petróleo y asfalto de la zona occidental (1904). Esta obra tiene hasta hoy día una importancia fundamental, sobre todo por sus resultados analíticos y el estudio prolijo de cada sustancia.

En los años 1905-07 salen a la luz algunos trabajos de AMEGHINO, WILCKENS y HAUPT que se ocupan de una manera general de la geología y paleontología de varias partes de esta zona. Sobre todo el trabajo de HAUPT es importante para la estratigrafía del Cerro Lotena en Neuquén, dando este trabajo la descripción paleontológica de un rico material recogido en este lugar.

Numerosos trabajos de exploración empiezan en los años 1908 y 1909 por parte de varias compañías, pero lamentablemente es necesario hacerlo constar así, ninguno de estos trabajos se basó en las exploraciones anteriores. Los trabajos en el *Cerro Lotena* (The Neuquén Oil Syndicate) como también los en *Covunco* (señor Lannon) se llevaron a cabo en esta época, sin que hubiera precedido un estudio prolijo geológico del yacimiento. En ambos casos se ligaba con esto la falta de recursos y la escasez de capitales, de manera que en el Cerro Lotena la compañía tuvo que liquidar, cuando la perforación apenas había alcanzado una profundidad de 40 metros, mientras que en Covunco, después de varios ensayos infructuosos en puntos mal ubicados, la muerte del señor Lannon puso fin a la obra.

Al mismo tiempo se había constituido la Sociedad *El Petróleo Argentino*, que con considerables capitales empezó las perforaciones en los cerros *Los Buitres* y *Alquitrán* al pie de la cordillera, a 250 kilómetros de distancia de San Rafael, precisamente en aquellos puntos, en donde según los pronósticos de ZUBER había pocas probabilidades de un buen éxito. Los resultados obtenidos hasta ahora no permiten decidir, si el criterio de ZUBER, cuando se puso a apreciar el valor de este yacimiento, ha sido guiado bien o no. Por el momento la sociedad ha suspendido los trabajos, pues el actual desarrollo económico de esta región, y la gran distancia desde la red ferroviaria, no permite pensar por el momento en la utilización de este mineral.

El año 1909 trajo también la reanudación de los trabajos en *Cacheuta* (Ferrocarril Trasandino), en donde sobre la base de la antigua «Compañía Mendocina de Petróleo» se constituyó una nueva compañía inglesa «The Argentine Western Syndicate», que en el año siguiente se transformó en la compañía «The Cacheuta Oil Syndicate», empezando con la ejecución de dos pozos en la región situada al sud de los pozos anteriores.

En el mismo año 1909 apareció la obra de LONGOBARDI «Sobre los Petróleos Argentinos», obra importante tanto por los resultados analíticos nuevos provenientes de un estudio químico prolijo de su autor como también por la recopilación de los resultados antiguos sobre esta materia. Más tarde (1911) LONGOBARDI llamó la atención sobre la ley de vanadio de los petróleos argentinos, facilitando esta observación la comparación entre el mineral líquido y los

productos de oxidación (asfaltitas), en los que KYLE observó hace mucho tiempo ya una ley considerable de vanadio.

Desde el año 1910 empiezan a ser más frecuentes las obras sobre los yacimientos de petróleo y asfalto de la zona andina. En los trabajos de STAPPENBECK (1910-1913) están mencionados varios datos no solo respecto a Cacheuta sino también sobre el petróleo de la laguna Llancañelo. El trabajo de MENA (1912) se ocupa del estudio del yacimiento del Cerro Los Buitres y hace una descripción general de las condiciones de este mineral.

El descubrimiento del yacimiento de *Rafaelita de Auca Mahuida* dió motivo al ligero estudio de este yacimiento, hecho por el autor de estas líneas (1912), estudio que ha sido ampliado por PEDRO T. VIGNAU por un prolijo análisis químico de esta interesante sustancia. A base de observaciones anteriores he podido suponer ya en este caso el origen de la materia prima en los estratos del Jurásico Superior. También KEIDEL en su «Informe Geológico sobre el yacimiento Petrolífero de Challacó» (1913) pone de relieve la probabilidad de la existencia de yacimientos petrolíferos primarios cerca del límite entre el Jurásico y el Cretáceo. En 1914 apareció mi ensayo en reunir los resultados geológicos de tres cortos viajes en los territorios del Río Negro y Neuquén, obra que se ocupa también de un estudio de los yacimientos petrolíferos del Cerro Lotena y Covunco.

En mayo o junio de 1914 se han empezado trabajos de perforación en *Challacó*, tomando como punto de partida los estudios que hizo KEIDEL en este lugar. Esta perforación siguió con buen éxito en el año 1915, pudiéndose decir que esta empresa constituye en esta zona el primer ensayo hecho a base de prolijos estudios científicos. Sería de desear que la empresa no se limite a la ejecución de esta sola perforación, pues no se debe olvidar que el futuro resultado de este sondeo, sea favorable o no, no habrá de decidir la suerte del campo de Challacó y de la zona petrolífera del Neuquén en general. El juicio definitivo sobre el valor de estos yacimientos dependerá de una serie de perforaciones, en cuya ubicación entrarán como factores de consideración todas las experiencias de perforaciones previas y de los estudios hechos en el campo.

Con tales antecedentes la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología ha empezado en el mes de marzo de 1916 la ejecución de una perforación cerca de la línea del ferrocarril del Neuquén a Las Lajas en la estación *Plaza Huincul*. Este sondeo — aún puesto el caso de que no tuviera un éxito inmediato — contribuirá seguramente a aclarar la geología del terreno con respecto a la cuestión del petróleo y marcará un nuevo paso en la exploración de la región.

II

El afloramiento petrolífero situado más al norte, en esta zona es *Cacheuta*, lugar que ha llegado a conseguir cierta celebridad por ser el primero, en que se ha llevado a cabo, desde el año

1886, una exploración sistemática del yacimiento en una época, en que apenas se conocía algo de los otros numerosos yacimientos petrolíferos del país. El Cerro de Cacheuta está situado a 35 kilómetros al S.O. de la ciudad de Mendoza, formando la terminación meridional de la Sierra de Uspallata. STAPPENBECK da la siguiente descripción de las relaciones geológicas del cerro: «La Sierra de Uspallata pasa el Río Mendoza por el Cerro de Cacheuta y en este punto acaba el paleozoico de la precordillera. El cerro con forma de media luna se halla compuesto de varias partes; su parte septentrional pertenece al macizo de granito de Cacheuta. La falda oriental de este macizo cubre desde la mina de petróleo al norte un cordón de grauvacas que ya por el lado oriental del Agua de Pizarro dobla al norte, con rumbo norte 15° oeste e inclinación 65° este. Este cordón está cruzado por diorita, que, aunque con interrupción, pasa también el Río Mendoza. En la falda sud y sudoeste descansan sobre las grauvacas, que están en contacto con el granito, formando la pared del cerro: keratófiros, pórfidos cuarcíferos, porfiritas y clorófiros, que en la mina están sobrepuestos por tobas verdosas con piedra córnea. Apófisis del granito cruzan las grauvacas y las rocas efusivas. Sobre estas rocas efusivas descansa en discordancia el Rético con sus margas arenosas claras y sus areniscas famosas por su rica flora bien conservada. Sobre esta capa fosilífera siguen pizarras margo-bituminosas con *Estheria mangaliensis*, que llevan rumbo norte 50° este y que en la mina de petróleo tienen una inclinación de 45° sudeste. Estas capas junto con las areniscas coloradas del Cretáceo de poco espesor rodean el cerro, pero son cubiertas luego por areniscas coloradas de los estratos calchaqueños, sucediendo así que en el Agua de Pizarro, habiendo también desaparecido las tobas, el Terciario se apoya inmediatamente sobre las grauvacas. La línea recta, con la que la falda occidental del macizo de granito limita con las areniscas terciarias y cretáceas, es probablemente una falla».

Esta descripción de las relaciones geológicas del Cerro de Cacheuta coincide en sus rasgos principales con los informes más antiguos y bien conocidos de STELZNER y ZUBER. En una publicación más reciente, STAPPENBECK ha dado (El Agua Subterránea, etc., bibliografía núm. 30) un nuevo croquis de esta región con la ubicación de los diferentes pozos, ocupándose especialmente de la cuestión del agua de los manantiales de esta región. Además amplía sus observaciones anteriores, diciendo, que de las nuevas perforaciones practicadas en Cacheuta resulta que el Rético descansa «sobre conglomerados colorados, en parte bastante blandos con rodados de porfirita, pertenecientes a los estratos de paganzo, que han sido encontrados en la perforación I a 300 metros, en la perforación II a los 280 metros».

La determinación de las capas de referencias como pertenecientes a la *Formación Rética* ha sido efectuada por GEINITZ, a base del material recogido por STELZNER, y ha sido publicado ya en el año 1876. Todos los autores siguientes están de acuerdo en considerar las pizarras negras con *Estheria mangaliensis* como portadores del petróleo, y con esta opinión coinciden los resultados de aquellos pozos, que han tenido una producción. ZUBER considera a estos crustaceos como la materia prima para la formación

del petróleo, y STAPPENBECK caracteriza la época del Rético en esta región de la siguiente manera: «La sierra antigua estaba, sinó de todo, casi completamente nivelada y el clima húmedo y uniforme facilitó la formación de carbón y de bosques en un litoral bajo inundado de vez en cuando y cubierto a menudo por las lavas y tobas de las diabasas olivínicas. En la tierra había lagunas estancadas, en las cuales se podían depositar pilitas (*Faulschlammgesteine*)».

KEIDEL (vea en HERMITTE, La Geología y Minería Argentina en 1914) llamó la atención a una observación de AVÉ-LALLEMANT, hecha en las minas del Paramillo de Uspallata, situada en la precordillera, algo más al norte. Allá se observa «nidios y otros rastros de petróleo en la serie de los mantos de diabasa olivínica, intercalados entre los depósitos réticos», y se puede suponer, que en ese caso se trata de un producto de destilación de los esquistos con *Estheria mangaliensis*. Quizá esta observación puede aplicarse también a la explicación del yacimiento de Cacheuta. En todo caso Cacheuta tanto por sus condiciones geológicas como también por el carácter químico del mineral líquido ocupa una posición excepcional dentro del cuadro de los petróleos argentinos.

La nueva empresa ejecutó dos pozos de alrededor de 700 metros de profundidad, de los que el primero ha tenido una pequeña producción, mientras que el segundo según STAPPENBECK tenía gas, pero no encontró petróleo. Con mucha razón, se dice (HERMITTE, La Geología, etc., en 1914, bibliografía núm. 17) que todavía no es posible, dar un juicio definitivo sobre el valor del yacimiento.

Siguiendo el estudio de los distintos afloramientos en su orden geográfico, resulta que toda la zona que se extiende al sud de Cacheuta, se distingue por *tres fenómenos de carácter general*:

1.º La frecuencia de las manifestaciones de petróleo dentro de una vasta serie de areniscas, que corresponden al Cretáceo Superior, y que en parte parece representar formaciones continentales. En la parte meridional de la región, estas areniscas están separadas de su base marina por una discordancia.

2.º El origen primario de estos hidrocarburos debe buscarse en horizontes del Kimeridge-Portlandiano, a juzgar por un perfil del Cerro Lotena en la parte central del Neuquén y por las observaciones en algunos otros puntos.

3.º La frecuencia de los yacimientos de asphaltita (Albertita, Rafaelita) que se consideran como productos de oxidación o polimerización del petróleo.

Antes de entrar en el estudio especial de las distintas manifestaciones, conviene dar una breve mirada a las *relaciones geológicas generales* de esta zona según el estado actual de nuestros conocimientos.

El antiguo Continente Gondwana, cuya existencia constituyó el acontecimiento principal en el hemisferio sud durante la época paleozóica, se dividió en dos partes al principio de la época mesozóica, formándose de uno de sus restos el Continente Brasil-Etiópico, que unía Sud América con Africa. En su borde occidental este Continente Brasil-Etiópico era flanqueado por un gran geosinclinal, de cuyo seno se lavantaron más tarde los pliegues que formaron la cordillera. Los sedimentos jurásicos y cretácicos de este geo-

sinclinal han dejado sus rastros en el suelo argentino en una gran faja, que empieza al norte, en la región del Río de Los Patos (al norte del Aconcagua) y que sigue hacia el sud hasta Tierra del Fuego, aún con muchas interrupciones causadas no solo por diferencias de las facies o intrusiones de rocas eruptivas, sino también por movimientos posteriores. La historia de este geosinclinal en la época jurásica y cretácica resulta de un cambio eterno en las oscilaciones al borde del continente sucediéndose así transgresiones y regresiones y vice versa.

Sobre la base de pórfidos y granitos de edad quizás paleozóica y triásica se observa el conglomerado de la transgresión liásica, siguiendo hacia arriba sedimentos del Liásico y Dogger, cuyos elementos faunísticos tienen mucha semejanza con los correspondientes elementos europeos. En general el desarrollo del Liásico y Dogger de la cordillera no brilla ni por una gran riqueza de la vida orgánica ni por una gran variabilidad de las relaciones estratigráficas. En toda la región esta época hacia arriba (Caloviano) está caracterizado por la formación de grandes depósitos de yeso, pasando estos a las areniscas coloradas del jurásico superior, las que en la zona del oeste (en parte en territorio chileno) están acompañadas por grandes masas de conglomerados y tobas porfiríticas. Todo eso indica un levantamiento más o menos general del geosinclinal y por consiguiente un aplanamiento en estos parajes del mar.

Una nueva transgresión empieza en la época del Kimeridge-Titoniano, manteniéndose esta tendencia al hundimiento del geosinclinal hasta la parte media de la época cretácica. El fenómeno más asombroso de esta segunda transgresión marina está constituido por una uniformidad faunística y petrográfica, que tiene poca analogía. Los pisos del Kimeridgiano y Titoniano se presentan en el Neuquén con los mismos caracteres que en la región del Aconcagua, siendo además estos pisos como también todo el Neocomiano caracterizados por una enorme abundancia de géneros, especies e individuos. De acuerdo con otras regiones del mundo, la fauna marina alcanza en esta época la culminación de su desarrollo dentro del reino subandino. Desde Texas hasta Patagonia se encuentra en la cadena de Los Andes, depósitos titonianos y neocomianos con una fauna, en que se mezclan desde el este elementos mediterráneo-europeos y desde el oeste elementos centra asiáticos.

Encima de los depósitos marinos del Neocomiano, que incluyen todavía al horizonte del Barremiano, siguen formaciones bastante espesas de areniscas, que representan al cretáceo superior. Indudablemente estas areniscas corresponden a la faz de regresión del mar hacia el Pacífico, y sea enteramente o parcialmente, su sedimentación representa a una época de condiciones continentales. Hacia los fines de esta época empezaron su acción los movimientos orogénicos, que llegaron a formar el gran plegamiento andino en el borde del continente Brasil-Etiópico. Las areniscas del cretáceo superior como también su base tomaron parte en estos movimiento y encima de sus pliegues, después afectados por una faz transitoria de denudación, se observa la primera transgresión de carácter atlántico, que está representada por los depósitos del Piso Rocanense y que corresponde probablemente a la parte más inferior del terciario.

Es esta, en grandes rasgos, la historia del geosinclinal andino del Mesozóico, y cabe considerar la suerte de sus depósitos y las alteraciones que han sufrido hasta la época actual. Al plegamiento de la primera faz orogenética a fines del cretáceo siguieron las intrusiones de rocas grano-dioríticas, que se encuentran principalmente en el eje de la cordillera, en la zona que ha sido perturbada en mayor grado. Después la actividad volcánica en el Terciario se exteriorizó por la efusión de lavas andesíticas y traquíticas, que están acompañadas por aglomerados y tobas de gran extensión. La segunda faz orogenética tenía el carácter de movimientos verticales, que llegaron a levantar de nuevo todo el cordón de la cordillera, pudiéndose observar además como consecuencia de este nuevo movimiento una reanudación de la actividad volcánica, cuyos rastros se presentan en forma de conos y tapas basálticas distribuidas en toda la región de referencia.

Pasemos a base de esta pequeña reseña geológica al examen de los distintos afloramientos, siguiendo la sucesión geográfica desde el norte hasta el sud.

El afloramiento situado más al norte es la *Mina Suárez* en el valle del río Diamante, a donde éste pasa por el centro de la Alta Cordillera, más o menos en 34°25' de latitud sud. Según las indicaciones de HAUTHAL y de GUANARDO LANGE la mina se encuentra a 170 metros sobre el nivel del río y a 2100 metros sobre el nivel del mar. En un viaje de reconocimiento geológico, llevado a cabo en diciembre de 1909 y enero de 1910 a través de esta región hasta el volcán Maipú he tenido ocasión de hacer algunas observaciones geológicas y de enterarme de las condiciones geográficas del distrito. Existe una pequeña senda desde el arroyo La Faja sobre el portezuelo del Moradito (aproximadamente 3300 metros); después, bajando al río Diamante, el camino se pone muy áspero y angosto por la invernada colorada, y toda la región está sumamente quebrada y en varios puntos los pasos son peligrosos. En la línea del arroyo Blanco termina la zona de las tobas de pórfido cuarcífero, que en la región alrededor del Nevado de Arroyo Hondo está en contacto con extensas intrusiones de granito y al poniente del Arroyo Blanco afloran los primeros estratos fosilíferos, en los que he encontrado un ejemplar de *Hoplites pseudoregalis Burckhardt* y varios bivalvos del Neocomiano. En toda la región es frecuente la apariencia de lavas basálticas. No he visitado la mina misma, pero, como veremos más adelante, la analogía con los yacimientos situados más el sud es tan evidente, que no se puede dudar, de que se trata de un yacimiento de Rafaelita, que aflora en capas alrededor del cretáceo inferior. Prácticamente la mina no tiene importancia alguna porque su situación hace completamente imposible una explotación. Pero el afloramiento es interesante desde el punto de vista teórico como indicio de la extensión de la zona petrolífera.

Al sud del río Diamante la serie de las manifestaciones de petróleo empieza con el afloramiento del *Cerro Brea* situado en el ángulo entre el Arroyo Colorado (afluente derecho) y el Río Diamante y que ha sido mencionado por primera vez por GÜSSFELDT (Reise in den Andes von Chile und Argentinien, Berlín 1888, página 181). Según él y según GUANARDO LANGE (bibliografía núme-

ro 15), se trata de una pequeña laguna de agua caliente y sulfurosa, en cuyo fondo hay una masa espesa de alquitrán (temperatura del agua 18° Celsius). Los pocos datos, que se puede desprender de la descripción de GÜSSFELDT, hacen suponer que este afloramiento está situado dentro de las areniscas del cretáceo superior.

Llegamos, siguiendo el orden geográfico, al examen de los yacimientos de asphaltita de las minas *Eloisa* y *Roca* situadas en el valle del Arroyo Manga, afluente del Río Atuel. El descubrimiento de estas minas, efectuado por el DR. SALAS en el año 1890, ha despertado en aquella época el mayor interés, por tratarse no solo en el concepto de sus primeros descubridores sino también en el de hombres de ciencia, de un yacimiento de carbón. Como ya hemos dicho, BODENBENDER fué el primero que reconoció el verdadero carácter de este mineral y su existencia en forma de vetas y filones.

A HAUTHAL, que corrigió en su segundo informe los errores del primero, debemos un estudio detallado y un levantamiento geológico de la región. De este informe resulta que estas minas están situadas en la parte superior del valle del Arroyo Manga a 3155 metros (*Eloisa* y *Roca*) 2440 metros (mina *Mitre*) respectivamente sobre el nivel del mar. La región está constituida por estratos jurásicos y cretácicos bien plegados, que tienen rumbo N. S., pero con variación al poniente, siendo la inclinación en general hacia el oriente.

Las grietas, en las que se presenta la sustancia, cruzan según HAUTHAL el terreno con mucha irregularidad, en parte verticalmente y en parte algo inclinadas, pudiéndose observar la misma irregularidad respecto del espesor de las diferentes vetas. En general, en las minas *Eloisa* y *Roca* las vetas tienen un espesor de 80 centímetros y en la mina *Mitre* de 30, pero en algunos puntos se ensanchan hasta 4 metros. HAUTHAL dice que todo hace la impresión de que una de las explosiones, que muchas veces acompañan a las erupciones volcánicas, ha influido en la estructura del terreno. Varios centros de erupciones basálticas están indicados en el mapa de referencia.

De las indicaciones de HAUTHAL sobre la estratigrafía de la región nos interesa en el presente caso lo que dice sobre el contenido de bitumen de algunas capas. Después de haber examinado las «capas pretitónicas», las que seguramente en su mayor parte deben corresponder a las facies de las areniscas y conglomerados del jurásico superior, hace mención de una caliza negra bituminosa, muy esquistosa del piso titónico, que se distingue además por una enorme riqueza de fósiles; después menciona otra vez «un calcáreo negro sin fósiles» agregando que sea «algo bituminosa» y que constituye la última capa del Neocomiano, siguiendo más arriba las capas de transición a las areniscas del cretáceo superior. Más adelante vamos a considerar la especial importancia de estas observaciones en el conjunto con los datos recogidos en las regiones más al sud.

Llegamos a la región petrolífera del *Cerro Los Buitres* y del *Cerro Alquitrán*. De los informes de ZUBER (1892) y MENA (1912) se desprende, que el elemento predominante en la constitución geológica exterior del terreno son las areniscas del Cretáceo Su-

perior, atravesadas en varios puntos por rocas andesíticas. En el mapa que acompaña el informe de MENA se nota además que en algunos puntos aflora abajo de las areniscas del Cretáceo Superior el Neocomiano en forma de calizas. Ambos autores coinciden en que las manifestaciones petrolíferas se encuentran siempre en los lugares de contacto de la roca andesítica con las areniscas.

La compañía «El Petróleo Argentino de San Rafael» ha ejecutado en los años 1908/13 importantes trabajos en este punto, pero hay que lamentar altamente, que nunca en esta larga época la compañía se ha preocupado de observaciones sistemáticas respecto de los perfiles y de la constitución geológica del terreno. Los datos que he podido conseguir (1) sobre los nueve sondeos ejecutados allá son bastante escasos. De estos resulta, que la compañía hizo los siguientes trabajos:

Perforación 1. En la parte septentrional de la quebrada seca del Alquitrán. Esta perforación ha sido profundizada paulatinamente hasta 1105 metros. Rastros de gas. Perfil desconocido.

Perforación 2. Directamente al lado NE. del cono andesítico del C°. Alquitrán, encontró petróleo en enero de 1910 en una profundidad de aproximadamente 200 metros. Producción diaria: 2 metros cúbicos.

Perforación 3. Ubicación desconocida, probablemente en la planicie de Los Buitres, quizás idéntica a la perforación en el lugar que llaman «Nuevo Bakú» que alcanzó 650 metros sin resultado.

Perforaciones 4 y 5. Al lado NE. del C° Alquitrán. Sin resultado. Aquí se hizo también un socavón.

Perforación 6. A 120 metros de distancia hacia el NO. de la perforación 2, encontró petróleo.

Perforación 7. En la altiplanicie de Los Buitres, sin resultados, dicen que había mucho gas.

Perforación 8. A 200 metros de distancia hacia el SO. de la perforación 2 y a 106 metros de distancia hacia SSO. de la perforación 2, encontró petróleo.

Perforación 9. En el puesto La Paloma, perfil y profundidad desconocidas, sin resultado, dicen que había gas.

Del presente cuadro resulta, que en total tres perforaciones lograron encontrar petróleo en cierta cantidad, que son las perforaciones 2, 6 y 8, situadas a poca distancia al NO. del centro de erupción del C°. Alquitrán. Hasta cierto grado confirman pues estas perforaciones las observaciones de ZUBER y MENA, que ya hemos mencionado, pero solamente un conocimiento completo de los perfiles de sondeo junto con un estudio geológico detallado y una observación de la producción de los pozos hechos durante largo tiempo, podría dar la base para un juicio definitivo sobre el valor del yacimiento.

En su última memoria de octubre de 1913 el Directorio de la Sociedad manifestó lo siguiente:

«La perforación a mayor hondura (núm. 1) de la que daba cuenta nuestro último informe ha debido abandonarse después de llegar a una profundidad de 1105 metros sin haber podido encon-

(1) Agradesco al Sr. Enrique Kohn el amable y desinteresado apoyo que me ha prestado en este asunto.

trar un petróleo liviano. Además, con resultado negativo se han hecho las perforaciones proyectadas dentro del programa trazado, en la región de otro cerro situado dentro de nuestras pertenencias, que tuvieron por objeto explorar la extensión de los depósitos petrolíferos».

«En cambio de los nuevos sondeos hechos en los alrededores del Cerro Alquitrán uno ha dado un resultado favorable, calculando nuestro técnico la producción diaria (?) de este pozo en 150 toneladas de aceite espeso, y otro que aún está en ejecución, promete hasta ahora, un resultado igualmente favorable. Tenemos por consiguiente hasta aquí una producción estimada por los técnicos en 270 toneladas diarias (?), cantidad suficiente para entrar a discutir la posibilidad de la forma y construcción de transporte».

Cerca de la cumbre de la Alta cordillera, a una distancia de 65 kilómetros al oeste del cerro Alquitrán se encuentra otra manifestación de petróleo, que ha sido mencionada por MENA. En la *mina Juanita del Mineral Burrero*, situado entre el río Tordillo y el río Cajón del Burro a 3400 metros sobre el nivel del mar, se observa un fenómeno indudablemente raro, que consiste en unas guías de calcosina, que están siempre acompañados por Rafaelita. Probablemente se trata aquí de un proceso de reducción de sales de cobre por medio de los hidrocarburos, que tienen su origen en las capas titónicas, cuya existencia ha sido confirmada también por MENA. Este autor llama además la atención sobre el hecho de que en la misma región al oeste del *Cerro Burrero* se encuentran rodados de cobre nativo, sin que nunca hubiera sido posible descubrir las vetas, de donde provienen. Quizás es esta una analogía con los famosos yacimientos metalíferos de Kongsberg (Noruega) y Kallmora (Suecia) o del Silver Islet a la costa NO. del Lago Superior (Canadá), en donde se observa distintos metales secundarios, cuya formación está ligada aparentemente con hidrocarburos existentes en las mismas vetas (1). En este caso la reducción de los minerales de cobre por medio de los hidrocarburos, que existían seguramente en abundancia, ha tenido lugar en varios puntos, después llevados por la denudación, de manera que hoy día los rodados de cobre nativo son los únicos testigos de tales procesos de épocas pasadas (2).

En la región de Cañada Colorada se conoce un afloramiento de Alquitrán cerca del *puerto Pircata* a unos 15 kilómetros al oeste de Cañada Colorada, y en la *Sierra de Loncoche* al SO. de Malargué se encuentran las vetas de «asfalto carbonizado» descritas por BODENBENDER (2 y 3 de la bibliografía). Del informe de BODEN-

(1) Compárese *Engler-Hoefer*. «Das Erdöl». Tomo I, página 14 y 30.

(2) Un fenómeno semejante ha sido descrito en la obra de *Lindgren, Graton y Gordon*, «The ore deposits of New Mexico, U. S. Geol. Survey», Prof. Paper 68, Washington, 1910 p. 79 y p. 145. En las areniscas de los llamados Red Beds en el distrito Nacimiento de Nueva Mexico hay yacimientos de cobre. Si bien el genesis de estos yacimientos no está perfectamente aclarado todavía, la hipótesis que tiene mayor probabilidad supone que las sales de cobre proceden de un viejo macizo precámbrico y que en los red beds han sido depositadas en forma de sulfatos en la época de su sedimentación, de manera que el cobre era originariamente distribuido en forma muy fina en toda la masa de las areniscas. Cuando el sulfato de cobre entró en contacto con aguas de la superficie y sustancias reductoras, tuvieron lugar concentraciones y reducciones formándose sulfuros de cobre como calcosina y bornita. En este caso la sustancia reductora fué carbón o madera fósil muy frecuente en estas areniscas, y el mineral de cobre ha reemplazado, sea parcialmente, o enteramente, al carbón. En la lámina 4 de aquella monografía se ve una muestra que contiene al margen un resto de malaquita, mientras que la calcosina reemplaza en forma irregular al carbón.

BENDER, que describe detenidamente los perfiles del Jurásico y Cretáceo de la región, se desprende, que el combustible sale en forma de una veta como de 20 centímetros de espesor y de algunas vetillas, cruzando en dirección oeste a este, a lo menos una parte de las vetas, casi perpendicularmente el terreno, que está constituido por capas margosas del Piso Rocanense con *Cardita morgantana* y *Turritella sylviana*. Refiriéndose a estas observaciones y a la controversia anterior BODENBENDER llegó a la siguiente conclusión:

« Todo esto y en especial el carácter de vetas, en que se encuentra el combustible, constituyen una prueba no dudosa de que el combustible no es carbón sino asfalto, o una sustancia semejante, que subiendo de abajo ha llenado las grietas y rajaduras existentes en los estratos cretáceos ».

Esta ha sido la primera interpretación de estos yacimientos, que estaba de acuerdo con los hechos reales, y lo mismo se puede decir, que BODENBENDER fué el primero que observó el origen de los hidrocarburos líquidos en ciertos estratos del Jurásico Superior. Refiriéndose a los perfiles en los Arroyos Alberjillo y Cieneguita, que son ambos afluyentes del Río Salado en la cordillera al NO. de Alamito y mencionando el descubrimiento del Piso Titónico (bibliografía núm. 2, pág. 15), él dice que el grupo inferior de estos depósitos se compone de « calizas muy bituminosas, casi completamente impregnadas de kerosene », sustancia que él encontró en estado líquido también en el hueco central de un amonites, revestido con cristales de cuarzo. Aparentemente también en el concepto de BODENBENDER es éste un fenómeno no local, sino regional, pues varias veces se repite en este trabajo, la denominación « caliza negra bituminosa » en distintas localidades.

Solamente de paso y con el fin de cumplir con el deber de enumerar todas las manifestaciones existentes, podemos mencionar aquí el pequeño afloramiento de petróleo en la parte meridional de la *Laguna Llancanelo*. Según STAPPENBECK (bibliografía núm. 31, pág. 21) se trata de una sustancia sumamente viscosa, en una región generalmente muy pantanosa y accesible solo en tiempo de sequía.

Más al sud, en la región del Río Grande y Río Barancas, existen varias manifestaciones de petróleo de las que doy aquí solo algunos pocos datos, que me han sido facilitado amablemente por mi colega, el DR. GROEBER.

En la *Sierra de Reyes*, cerca del llamado « Portezuelo del Carbón », existen vetas de rafaélita en el eje de un anticlinal, formado por estratos del Titoniano Superior o Neocomiano. En el lecho del *Río Barrancas*, como a 2 leguas al norte de la comisaría, hay afloramientos de petróleo, que aparentemente brota de fallas en una zona tectónicamente bastante perturbada. Cerca del *Cajón de los Caballos* existen vertientes de una brea viscosa dentro de estratos del piso Rocanense, que forman un anticlinal. Entre el *Portezuelo de Las Minas* y *Ralhué*, en el valle del *Arroyo Huanquimileo*, que se junta con el Potimalal, afluente del Río Grande, existen vetas de rafaélita dentro de esquistos calcáreos del Neocomiano Superior, que forman un anticlinal bastante elevado. En el valle del *Río Grande*, 8 kilómetros aguas arriba de la junta del Río Chico con el Río Grande, hay también rafaélita en forma de vetas, que se

encuentran en un ala de un anticlinal. Además según rumores, existen manifestaciones en los alrededores del volcán *Cerro Campanario*.

Los yacimientos de Rafaelita en los alrededores de *Chos Malal* (Arroyo Blanco, Las Máquinas, Co. de la Parva y Tilhué) han sido objeto de un estudio de la «Comisión de Estudio de Napas de Agua y Yacimientos Carboníferos» (bibliografía núm. 16, pág. 101 y siguientes). Más tarde en el año 1908 han sido estudiados por KEIDEL, quien hizo también un levantamiento geológico de la región, pero que no ha sido publicado todavía.

El yacimiento más importante entre estos cuatro, es indudablemente el de *Tilhué* (quebrada del Carbón), cuya sustancia tiene además calidades, que son superiores a las de los otros yacimientos. El espesor de la veta es de 2 metros, su largo de 6 a 8 metros, presentándose esta veta dentro del Neocomiano Inferior.

El interés, que ofrecen estas vetas, no consiste en su valor práctico, que apenas es muy grande, sino en su carácter como indicios de la existencia de petróleo. Aunque en muchas partes del territorio del Neuquén se puede oír hablar de grandes vetas de esta sustancia en la región del Río Colorado y también del volcán Tromén, hay una sola región, que en este sentido ha adquirido cierta celebridad en los últimos años, debido a la existencia de una veta de grandes dimensiones: la región al pie de la *Sierra Auca Mahuida*.

Antes de entrar en la consideración de este gran yacimiento sería conveniente dar una breve mirada a los caracteres generales de esta sustancia en el sentido mineralógico, geológico y tecnológico.

Los estudios de KYLE referidos por HAUTHAL (bibliografía núm. 15), los prolijos estudios de HERMITTE (bibliografía núm. 16) y finalmente el examen químico de VIGNAU (bibliografía núm. 34) comparados con la interpretación, que los autores norteamericanos han dado a los minerales semejantes de albertita, cloustonita, gilsonita y grahamita, permiten llegar a la conclusión de que la rafaélita es un producto de oxidación del petróleo y que pertenece en la clasificación de ENGLER y HOEFER (Das Erdöl, tomo II) al grupo de las asphaltitas. Tiene una dureza de 2 a 3, peso específico que varía entre 1,156 a 1,1041, color negro azulado, lustroso, es un combustible de una cantidad de cenizas insignificantes, que están constituidas casi exclusivamente por sales de vanadio, muchas sustancias volátiles (hasta 65 % según VIGNAU) y un poder calorífero de 9600 calorías término medio. La analogía del contenido de vanadio de esta sustancia y de varios petróleos argentinos (bibliografía núm. 24) es otro indicio más del origen de esta sustancia.

HERMITTE se ha ocupado de la aplicación de este mineral como combustible, llamando la atención al hecho, de que el valor de esta sustancia como combustible, consiste en gran parte en las materias volátiles y que por consiguiente en los hogares comunes de las calderas no dispuestas a quemar convenientemente tales sustancias, solo una pequeña parte llegará a dar algún efecto. «Las dificultades de la adopción de los hogares a la rafaélita, son bastante considerables, haciéndose necesaria tal vez la realización de algunos experimentos previos, que precisen las condiciones de utilización del combustible, a menos que no sea mucho más sencillo y práctico someter previamente el combustible a una destilación

que permita aprovechar por separado las materias voláticas y lanzar al mercado un combustible perfectamente adecuado al consumo habitual. Esta última operación, por su sencillez a la vez que por los resultados comerciales que sin duda alguna producirá, deberá ser estudiada a mi juicio, más que como cuestión accesoria tal vez como un problema esencial directamente ligado a la posibilidad de la explotación «(HERMITTE en el prefacio al informe sobre la «rafaelita de Auca Mahuida», bibliografía núm. 34).

En mi informe sobre la constitución geológica de los territorios del Río Negro y Neuquén (bibliografía núm. 35) he llamado la atención sobre las otras numerosas aplicaciones, que sería posible dar a esta sustancia, como ser construcción de empedrados para calles (mezclado con aceites pesados), de fundamentos, tanques, fabricación de materiales aisladores, lacres, barnices especiales, pinturas, masillas, colas, fabricación de materiales que están destinados a reemplazar el caucho y un gran número de aplicaciones en las artes gráficas. No cabe duda de que la República posee en sus numerosos yacimientos de asphaltita una gran riqueza, pero hasta ahora, ni en los laboratorios se ha estudiado la tecnología de la sustancia de una manera tal, que fuera posible formarse una idea satisfactoria que permitiera trazarse un plan para la base de una futura explotación como también de la técnica de su aplicación.

La veta de albertita, que se encuentra al pie de la *Sierra Auca Mahuida*, tiene un largo total de 7 $\frac{1}{2}$ a 8 kilómetros (en parte tapado por acarreo) y un ancho de uno a tres metros término medio. En la estructura tectónica del terreno, que está formado por areniscas abigarradas y depósitos del piso Rocanense (parte inferior), domina la formación de anticlinales y sinclinales bajos pero extensos, de manera que se forman cúpulas, cuya parte mediana muchas veces ha sido llevada por la denudación, pero en ninguna parte se observan perturbaciones tectónicas del carácter de fallas o dislocaciones.

De eso se puede deducir que las grietas, en las que se encuentran las vetas de esta sustancia, constituyen un fenómeno secundario y que tuvo lugar un desgrarramiento de los estratos en el centro de las cúpulas. Los hidrocarburos, cuya migración se llevó a cabo desde horizontes situados en la profundidad, llenaron tales grietas, formándose después, debido a la oxidación del petróleo, el actual yacimiento de asphaltita.

El hecho de que esta veta se encuentre en las cercanías del gran macizo volcánico de Auca Mahuida es análogo al fenómeno general en que esta sustancia se presenta generalmente en la zona andina. En muchos casos se puede observar que estas vetas están situadas no muy lejos de macizos volcánicos, y por eso parece probable que existe cierta relación entre los procesos postvolcánicos y el génesis de estos yacimientos.

Nos queda el examen de los tres afloramientos de la zona central del Neuquén, que son *Covunco*, *Challacó* y *Cerro Lotena*. Pasemos primero revista a los trabajos de exploración hechos en estos tres puntos.

En el *Cerro Lotena* ha trabajado durante los años 1908/10 la compañía «The Neuquén Oil Syndicate». Los trabajos consistieron en un socavón abierto, que cortaba los horizontes petrolíferos

del Jurásico Superior, de manera que se ha formado una pequeña laguna de petróleo. Este petróleo ha sido utilizado para el manejo de la máquina perforadora, que se encuentra al pie del cerro y que ha permanecido allí después de la liquidación de la compañía. El sondaje que no ha alcanzado más de 40 metros aproximadamente, hubiera encontrado el horizonte petrolífero a una profundidad no inferior de 200 metros, como se puede deducir de una proyección sencilla en el perfil estratigráfico del cerro (1). En la misma época trabajó en *Covunco* una empresa bajo la dirección del señor Lannon. Existen cuatro sondeos, o más bien dicho, ensayos de sondeos. El campo petrolífero se extiende en un valle de forma de una caldera al pie del Cerro Negro o Curru-Mahuida, siendo limitado hacia el poniente por el curso del Arroyo Covunco, que tiene agua buena y abundante. El valle no tiene desagüe hacia este arroyo, sino que está separado de él por una pequeña elevación. Los alrededores de Covunco tienen una población bastante grande y la región ofrece relativamente muchos recursos.

Todas las perforaciones efectuadas hasta ahora están situadas dentro del citado valle. La primera ha alcanzado una profundidad de 80 metros. Aquí se observa en el caño una masa espesa de petróleo, pero al lado de ésta sale un chorro de agua sulfurosa, que en los alrededores del sondeo está formando una ciénaga. No es de extrañar este lamentable resultado, tomando en cuenta que el valle no tiene desagüe y que la perforación ha sido colocada precisamente en el punto más bajo. Las otras perforaciones no han alcanzado el petróleo y todos estos trabajos han sido paralizados desde la muerte del señor Lannon, que dirigía las obras.

Los afloramientos de *Challacó* (plaza Huincul) al norte del kilómetro 81 del ferrocarril del Neuquén a Las Lajas tienen sin duda alguna la situación más favorable desde el punto de vista económico. Desde el mes de mayo o junio de 1914, en Challacó se llevan a cabo trabajos de reconocimiento por medio de sondeo, habiéndose alcanzado a principios del año 1916 la profundidad de 270 metros, aproximadamente. Este sondeo dió según comunicaciones que debo al doctor KEIDEL, rastros de gas y petróleo mezclado con algunas gotas de agua. La perforación empezó en la superficie en capas del grupo mediano de las areniscas abigarradas del Cretáceo Superior y llegó actualmente al Neocomiano Inferior, a horizontes que corresponden más o menos al Hauteriviano o Valanginiano. Los trabajos continúan (2).

Reuniendo en forma general los resultados de las publicaciones de KEIDEL (bibliografía núm. 19) y del autor de estas líneas (bibliografía núms. 34 y 37) sobre los tres afloramientos en cuestión, y además tomando en cuenta las observaciones que hizo el doctor KEIDEL en esta zona durante un corto viaje recién en el año 1915 — observaciones que amplían y corrigen en algunos puntos mis observaciones anteriores — resultan los siguientes rasgos de la geología de esta zona.

En el perfil del Cerro Lotena aparecen sobre la base de conglomerados y formaciones litorales, que corresponden al Oxfordiano

(1) Eso no debe decir que sea conveniente seguir perforando en este lugar. Una exploración razonable habría de buscar los anticlinales en la región al Este del Cerro.

(2) Compárese también Capítulo I, pág. 5.

o a la primera mitad del Jurásico Superior, depósitos del Kimeridge-Portlandiano y Titoniano, que se distinguen por una fauna sumamente rica, poniéndose estos estratos según KEIDEL con una discordancia sobre la base conglomerádica. Estos depósitos representan pues, la transgresión suprajurásica del gran geosinclinal andino, que se efectuó debido a la regresión de la costa hacia el oriente, y en particular estos estratos contienen en el Cerro Lotena horizontes petrolíferos que con mucha probabilidad se pueden considerar como horizontes primarios. Los horizontes petrolíferos tienen en el perfil del Cerro Lotena un espesor de 3 a 4 metros, y sobre ellos descansa una serie de estratos fosilíferos del Titoniano y Neocomiano de desarrollo más o menos normal que sigue aproximadamente hasta el horizonte del Barremiano. Lo mismo en la región de Covunco se observa un desarrollo normal del Neocomiano aproximadamente hasta el horizonte del Barremiano, presentándose este desarrollo en facies litoral o nerítica, pero con interposición transitoria de algunos elementos pelágicos. En Covunco no ha salido a la luz la base suprajurásica del Neocomiano y el petróleo brota de algunas fallas en el valle al pie del Cerro Negro o Curru Mahuida. Un rasgo particular en el perfil del Cerro Lotena es la apariencia de estratos que se ponen en forma transgresiva y con una discordancia muy neta sobre los depósitos suprajurásicos y neocomianos, y este hecho revela un acontecimiento muy importante en la historia del geosinclinal. Por falta de observaciones de mayor extensión yo había tomado a estos estratos transgresivos como representantes de la transgresión del piso Rocanense (Terciario Inferior) que tienen su mayor desarrollo en la región oriental del Neuquén y en el valle del Río Negro. Pero las últimas observaciones de KEIDEL han mostrado que se trata en este caso de la base de las areniscas abigarradas del Cretáceo Superior.

De estas y de algunas observaciones anteriores se puede deducir que hacia los fines de la época neocomiana (Barremiano (?)) terminó la invasión marina en esta región, se levantó el área del geosinclinal andino y tuvo lugar un plegamiento de las capas recién depositadas. El mar regresó hacia el Pacífico y surgió un área continental en estos parajes, en donde empezó su trabajo la destrucción y denudación. En muchos casos esta denudación debe haber llevado partes enteras, especialmente las partes superiores de los arcos, en las que se encontraban los estratos petrolíferos del Jurásico Superior. Naturalmente no se conoce aún el grado de denudación, que ha sufrido esta antigua superficie, y la sedimentación de las areniscas abigarradas ha tapado la antigua planicie de destrucción de una manera tal que en la zona de referencia solo en pocos casos, como en el Cerro Lotena, esta planicie salió de nuevo a la luz del día. Es este un dato que no se debe perder de vista al juzgar el valor y la importancia de los yacimientos petrolíferos de esta zona.

La riqueza de petróleo — saliendo siempre de la convicción bien fundada de que el origen orgánico del mineral líquido debe buscarse en aquellos horizontes del Jurásico Superior — depende pues no solo de la cantidad formada originariamente, sino también de un hecho secundario muy importante que se puede formular en la siguiente cuestión: hasta qué grado la denudación del Cretáceo Me-

diano ha afectado a la antigua superficie de las capas plegadas del Jurásico y Neocomiano, en las que se encontraban los horizontes originariamente petrolíferos. A estos dos factores primordiales, hay que agregar el tercer factor, que es la migración del petróleo dentro de la espesa serie de las areniscas abigarradas y que dió lugar, como en Challacó, a la formación de yacimientos secundarios.

Tomando en cuenta este último factor resulta claramente la importancia que tiene el conocimiento estratigráfico de las areniscas abigarradas para la cuestión del petróleo, pues ellas, debido a su gran porosidad, representan un medio que se presta bien para la absorción del bitumen. Todavía estamos lejos de un conocimiento detallado de la estratigrafía de este complejo, pero con carácter provisorio se puede dividirlo en tres partes que se distinguen por diferentes caracteres litológicos, no siendo posible por ahora una división a base paleontológica por la escasez o uniformidad de los restos orgánicos. Tiene pues esta división un carácter meramente convencional, pero eso no le quita nada de su importancia para los fines prácticos de la geología del petróleo.

La parte inferior, desarrollada, por ejemplo, en la planicie al sud y al este del Cerro Lotena y en la región donde el telégrafo de Las Lajas cruza por primera vez al arroyo Convunco, se distingue por la riqueza de material porfirítico y un color pardo-amarillo o verde-oliva de sus depósitos. A esta serie KEIDEL le ha dado el nombre de «Grupo de Candelero», según su desarrollo en la región del Cerro Candelero al sudeste del Cerro Lotena.

La parte mediana está formada por areniscas compactas de grano grueso y de color pardo o colorado oscuro, en las que se intercalan areniscas y margas laminosas y bancos dolomíticos. Este horizonte mediano puede observarse en forma bien desarrollada en la región de la sierra Mangrullo y de Plaza Huincul, pudiéndose por consiguiente dar a este grupo el nombre de «Grupo de Huincul».

La parte superior de las areniscas abigarradas se distingue netamente por un color rojo como el de los ladrillos, componiéndose de areniscas de grano fino, poco calcáreas. Esta parte aflora en forma bien desarrollada en la Sierra de Portezuelo (alrededor del kilómetro 140 del ferrocarril del Neuquén a Las Lajas) y en la región de Tratayén, proponiéndose pues para este grupo el nombre de «Grupo del Portezuelo». Las areniscas de este grupo pasan paulatinamente a margas y arcillas que poco a poco toman un aspecto gris y que representan la transición a los depósitos del piso Rocanense, con los que empieza una faz completamente nueva en la historia de esta zona.

El espesor total de la serie de las areniscas abigarradas no está conocido exactamente, pero KEIDEL se inclina a creer que varía entre 600 a 800 metros.

La tectónica de la región de referencia se ha revelado hasta ahora solo en sus rasgos principales, pero — prescindiendo de los movimientos intercretácicos demostrados en el perfil del Cerro Lotena — se distingue claramente los efectos de las dos últimas fases orogénicas. La parte en que se reconoce mejor este hecho, es la región de Covunco, en donde ya la morfología del terreno indica la existencia de perturbaciones tectónicas de gran intensidad por

el contraste que existe entre la elevación del cerro Negro o Curru Mahuida y el valle hondo al pie de éste con sus salitrales. En el Cerro Lotena como en Covunco el rumbo de los pliegues varía entre NE.-SO. y NNE.-SSO., y esta aberración del rumbo general andino, que a primera vista parece muy extraño, encontró su explicación por la observación de un macizo granítico en la región del Cerro Lotena—observación hecha por KEIDEL en su último viaje al Neuquén. Fácilmente la desviación de los movimientos regionales puede explicarse por la resistencia de aquella masa granítica, la que aparentemente pertenece a la antigua masa de estructura permiana, que en todo el borde del geosinclinal forma la base para el conglomerado de transgresión liásica (1).

Los plegamientos suaves que determinan el carácter tectónico de la zona preandina (en sentido geográfico) del Neuquén central y oriental, puede considerarse como las últimas ondulaciones de los movimientos orogénéticos del Terciario, los que en la cadena de la cordillera se exteriorizaron en mayor escala. Debido quizás a la existencia de una antigua masa en el subsuelo—como lo indica el granito al NE. del cerro Lotena—el rumbo de estos pliegues es bastante irregular. KEIDEL ha notado que cerca de Challacó el rumbo de los pliegues en las areniscas abigarradas es casi OE., con un poco de inclinación al SE., mientras que hacia el oriente, en la región de Auca Mahuida y del valle superior del río Negro, el rumbo vuelve al estado normal, es decir que oscila alrededor del meridiano.

Considerando en general la estructura geológica de la zona del Neuquén, no cabe duda que las mejores perspectivas para una futura explotación es la que ofrecen aquellos parajes, en donde el plegamiento llega a la formación de anchos arcos con piernas poco inclinadas y sin la presencia de las fallas que caracterizan la zona de mayor intensidad de los movimientos orogénéticos (Covunco). Tal zona tiene su centro más o menos en la región de Challacó y Plaza Huincul, y por esta razón no cabe duda que los trabajos de reconocimiento por medio de sondeos deben empezarse en estos parajes. A más de eso la línea del ferrocarril garantiza el abastecimiento con todos los recursos necesarios para tales trabajos.

Buscando afuera de esta zona puntos de partida para trabajos de explotación, quizás sería posible guiarse por los afloramientos de asphaltita, que indican la existencia de yacimientos petrolíferos en la profundidad, pues las experiencias hechas en Norte América han mostrado que en ciertos casos este método puede tener un buen éxito. Pero por otra parte en el Neuquén estos afloramientos se encuentran tan distantes de los medios de comunicación, que probablemente pasará mucho tiempo, antes de que pueda pensarse en la aplicación de tal método.

Del resumen que he dado en las presentes líneas sobre el estado de nuestros conocimientos geológicos de la zona petrolífera del oeste, resulta pues que hay un rasgo que une a todos estos afloramientos

(1) Anotación posterior: Compárense las observaciones nuevas del autor de este trabajo sobre la línea tectónica en el borde septentrional de la masa patagónica, que han sido descritas en un trabajo presentado a la primera reunión nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales en Tucumán (Noviembre de 1916) bajo el título: «Consideraciones generales sobre el límite entre Cretáceo y Terciario, con referencia especial a la edad y posición estratigráfica del Piso de San Jorge en la Argentina».

ramientos (con excepción de Cacheuta) desde el punto de vista geológico. Desde la región del Aconcagua en donde SCHILLER observó rastros de asfalto en capas neocomianas (bibliografía núms. 27 y 28) hasta el sud del territorio del Neuquén se observa los afloramientos de petróleo y sus productos de oxidación sea dentro de los depósitos del gran geosinclinal suprajurásico y neocomiano o en posición indudablemente secundaria dentro de los vastos sedimentos que descansan sobre ellos. No cabe duda de que la futura explotación habrá de llevarse a cabo en aquellos parajes, en donde, como en la parte central del territorio del Neuquén, los sedimentos del geosinclinal pasan a la zona preandina (en sentido geográfico). En cuanto a la existencia de indicaciones de petróleo, sea en forma de hidrocarburos líquidos o de asfaltitas, en otros puntos, especialmente en el cordón de la cordillera, propiamente dicha, cabe recordar el gran papel que tienen en su estructura las rocas granodioríticas, cuyas intrusiones de edad terciaria han influido en sentido desfavorable sobre los horizontes petrolíferos. La gran propagación de estas rocas como componentes de la estructura de la cordillera ha sido revelada no solo por los estudios de QUENSEL (1) sino también por los estudios practicados durante los últimos años por los geólogos de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología en toda la región situada entre el curso superior del Río Neuquén y el Río Diamante. QUENSEL ha caracterizado ya a la cordillera del norte de Patagonia como un cordón eruptivo («Eruptivkette») para distinguirlo del tipo de una cadena formada por sedimentos plegados («Faltungskette»). De todas estas observaciones se puede deducir que en la profundidad aquellas intrusiones componen una gran parte del «Stock» de la montaña.

Los sedimentos jurásicos y cretáceos fosilíferos, en parte en forma metamorfoseada, son conocidos en varios puntos de la cordillera patagónica y de la zona preandina correspondiente. Se cordillera patagónica y de la zona preandina correspondiente. Según estas indicaciones puede construirse la continuación meridional de los sedimentos del geosinclinal a través de la zona patagónica, y por otra parte no faltan indicaciones de la existencia de petróleo en esta zona (por ejemplo, Bolsón al sud del lago Nahuel Huapí, asfaltita cerca del Lago Argentino, etc.). En el territorio de los Magellanes (en terreno chileno) hay emanaciones de gases y vertientes de aceite mineral dentro de la formación cretácica (2), y en Comodoro Rivadavia parece que se trata de un yacimiento secundario, cuyo horizonte principal se encuentra dentro de las areniscas abigarradas del Cretáceo Superior. Todo eso en combinación con la semejanza de los caracteres químicos en ambas zonas, Neuquén y Patagonia, hace creer en la uniformidad del proceso originario.

(1) «Geologisch-Petrographische Studien in der Patagonischen Cordillera», Upsala 1911.

(2) Compárese *Felsch*, «Informe sobre el reconocimiento geológico de los alrededores de Punta Arenas, etc.», Santiago de Chile, 1913.

BIBLIOGRAFÍA

relativa a la geología y al estudio de la zona petrolífera andino

- 1) AMEGHINO F. — Les Formations sedimentaires du Cretacé Supérieur et du Tertiaire de Patagonie. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Serie III, Tomo VIII, 1906.
- 2) BODENBENDER G. — Sobre el terreno jurásico y cretáceo de los Andes Argentinos entre el Río Diamante y el Río Limay. Boletín Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba. Tomo XIII, Entrega 1.^a, 1892.
- 3) BODENBENDER G. — Sobre el carbón y asfalto carbonizado de la Provincia de Mendoza. Boletín Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba. Tomo XIII, 1892.
- 4) BRACKEBUSCH L. — Die Bergwerksverhältnisse der Argentinischen Republik. Zeitschr. für Berg - Hütten - und Salinenwesen im Preussischen Staate, Band XLI, 1893.
- 5) BURCKHARDT C. — Rapport preliminaire sur une expedition géologique dans la region Andine, située entre Las Lajas et Curacautín. Revista del Museo de La Plata. Tomo IX, pág. 197 y siguientes, 1899.
- 6) BURCKHARDT C. — Profils géologiques transversaux de la Cordillere Argentino-Chilienne. Anales del Museo de La Plata, Sección Geológica y Mineralógica, II, 1900.
- 7) BURCKHARDT C. — Coupe géologique de la Cordillere entre Las Lajas et Curacautín. Anales del Museo de La Plata, Sección Geológica y Mineralógica, III, 1900.
- 8) BURCKHARDT C. — Jura- und Kreideformation der Cordillere. Palaontographica, Band L, Stuttgart 1903.
- 9) DUCLOUX H. — Petróleo del Neuquén. Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo 55, 1903.
- 10) ENGLER C. — Informe sobre el petróleo de Mendoza. Buenos Aires, 1888.
- 11) GERTH H. — Stratigraphie und Bau der argentinischen Cordillere zwischen dem Río Grande und Río Diamante. Zeitschrift der Deutsch. Geolog. Gesellschaft, Band 65, 1913.
- 12) GÜSSFELDT P. — Reise in den Andes von Chile und Argentinien. Berlin 1888.
- 13) HAUPT O. — Beiträge zur Fauna des Oberen Malm und der Unteren Kreide in der argentinischen Cordillere. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beilage-Band XXIII, Stuttgart 1907.
- 14) HAUTHAL R. — Datos sobre el carbón de piedra de San Rafael. Revista del Museo de La Plata, Tomo IV, 1892.
- 15) HAUTHAL R., LANGE G. y WOLFF E. — Examen topográfico y geológico de los departamentos de San Carlos, San Rafael y Villa Beltrán (Provincia de Mendoza). Rev. del Museo de La Plata, Tomo VII, 1895.
- 16) HERMITTE E. — Carbón, Petróleo y Agua en la República Argentina. Anales del Ministerio de Agricultura. Tomo I, N.º 1. Buenos Aires, 1904.

- 17) HERMITTE E. — La Geología y Minería Argentinas en 1914. Buenos Aires, 1915. Tercer Censo Nacional.
- 18) KEIDEL H. — Über die Geologie einzelner Teile der Argentinischen Anden. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwiss. Klasse, Bd. 117, Abt. I, 1908.
- 19) KEIDEL J. — Informe Geológico sobre el Yacimiento Petrolífero de Challacó (Territorio del Neuquén). Bs. Aires, 1913.
- 20) KEIDEL H. — Über das Erdöl und seine Verbreitung in Argentinien. Zeitschr. des Deutsch. Wiss. Vereins in Buenos Aires. Tomos I y II. 1915/16.
- 21) KYLE I. — Apuntes sobre la existencia de Vanadio en el carbón de piedra de San Rafael. Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo XXXI, Buenos Aires, 1891.
- 22) LONGOBARDI E. — Algunas Investigaciones sobre los petróleos Argentinos. Buenos Aires, 1909.
- 23) LONGOBARDI E. — Manifestaciones del petróleo en la República Argentina. Volumen IV de los trabajos del Cuarto Congreso Científico, Segunda sección, Ciencias Químicas. Santiago de Chile, 1910.
- 24) LONGOBARDI E. y CAMUS N. — Existencia de Vanadio en algunos petróleos argentinos. Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo LXXII, p. 283. Bs. Aires, 1911.
- 25) MENA I. — Informe sobre el estado de la minería en los distritos mineros de los Buitres y Valle Hermoso de la Provincia de Mendoza. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Minería y Mineralogía, Tomo VII, Número 4, Buenos Aires, 1912.
- 26) ROTH S. — Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. Rev. del Museo de La Plata, Tomo IX, 1899.
- 27) SCHILLER W. — Geologische Untersuchungen bei Puente del Inca (Aconcagua). Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beil. Band XXIV. p. 716 y siguientes, Stuttgart 1907.
- 28) SCHILLER W. — La Alta Cordillera de San Juan y Mendoza, etc. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Tomo VII, N.º 5, Buenos Aires, 1912.
- 29) STAPPENBECK R. — La Precordillera de San Juan y Mendoza. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Tomo IV, N.º 3. Buenos Aires, 1910.
- 30) STAPPENBECK R. — El Agua Subterránea al pie de la Cordillera Mendocina y Sanjuanina. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Tomo VIII, N.º 5. Buenos Aires, 1913.
- 31) STAPPENBECK R. — Apuntes hidrogeológicos sobre el Sudeste de la Provincia de Mendoza. Boletín del Ministerio de Agricultura, Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Serie B, N.º 10. Buenos Aires, 1914.
- 32) STELZNER A. — Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik. I. Geologischer Teil. Cassel und Berlin, 1885.

- 33) WILCKENS O. — Die Meeresablagerungen der Kreide und Tertiärformation in Patagonien. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beil. Band XXI, Stuttgart 1905.
- 34) WINDHAUSEN A. y VIGNAU P. T. — El yacimiento de Rafaelita de Auca Mahuida, etc. Informes preliminares de la Dirección General de Minas, Geología, Tomo I, Buenos Aires, 1912.
- 35) WINDHAUSEN A. — Contribución al conocimiento geológico de los Territorios del Río Negro y Neuquén, con un estudio de la región petrolífera de la parte central del Neuquén (Cerro Lotena y Covunco). Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Tomo X, N.º 1. Buenos Aires, 1914.
- 36) WINDHAUSEN A. — Einige Ergebnisse zweier Reisen in den Territorien Río Negro und Neuquén. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilage Bd XXXVIII, Stuttgart 1914.
- 37) WINDHAUSEN A. — Geologie der Argentinischen Petroleumlagerstätten. Zeitschrift «Petroleum» Berlin 1915.
- 38) ZUBER R. — Estudio Geológico del Cerro de Cacheuta y sus contornos. Boletín Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba, Tomo X, pág. 448 y siguientes, Buenos Aires, 1890.
- 39) ZUBER R. — Informe sobre los terrenos petrolíferos del Departamento de San Rafael. Boletín Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba, Tomo XII, pág. 321 y siguientes, Buenos Aires, 1892.



2-FEB 1949