

806

806



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería



SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO

PLAN FOSFORITA

ESTADO ACTUAL DE LA PROSPECCION DE ROCAS FOSFATICAS
EN LA REPUBLICA ARGENTINA

Mayo 1975



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería



ESTADO ACTUAL DE LA PROSPECCION DE ROCAS FOSFATICAS EN LA
REPUBLICA ARGENTINA

C O N T E N I D O

	Pag.
Resumen.....	I
PARTE I - INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	
Fundamentos del Plan Fosforita.....	1
Origen del Plan Fosforita.....	3
Hallazgos Efectuados.....	5
Provincias del Neuquén y sur de Mendoza.....	5
Provincias de Salta y Jujuy.....	6
Provincia de San Juan.....	7
Antecedentes Legales.....	9
Comisión Nacional de Fertilizantes.....	9
Convenio con el INTA.....	9
Decreto Nº 20424/73.....	10
Resolución 753/73 del Ministerio de Economía.....	10
Acta de Colaboración con Y.P.F.....	10
Convenio con la Universidad Nacional de San Juan.....	10
Anteproyecto de creación del COFEMI.....	11
Áreas de Reserva.....	11
Situación actual de las Investigaciones.....	12
Programa a seguir en el Futuro.....	12
PARTE II - PROSPECCION DE ROCAS FOSFATICAS EN LA REPUBLICA ARGENTINA (Resumen preliminar)	
Introducción.....	1
Generalidades.....	2
Breves consideraciones sobre el origen de la fosforita	2
Prospección de rocas fosfáticas.....	3



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

112.-



	<u>Pag.</u>
1.- Trabajos realizados en la cuenca marina	
Mesozoica Neuquina - Sudmendocina.....	5
Provincia de Mendoza.....	7
Provincia de Neuquén.....	8
Provincia de Río Negro.....	12
Prospección en detalle en la Formación Vaca Muerta.....	13
Exploración preliminar en la Sierra de Vaca Muerta y	
Cº Punta Alta.....	14
Reseña de la geología local.....	14
Posición estratigráfica de las anomalías.....	16
Posición estructural de las manifestaciones.....	18
Area Mallín Quemado.....	19
Características físicas de los niveles anómalos....	20
Area Puesto La Porfía.....	22
Características físicas de los niveles anómalos....	22
Area Bajada del Agrio.....	23
Características físicas de los niveles anómalos....	24
Area Cerro Punta Alta.....	25
Características físicas de los niveles anómalos....	26
Características Petrográficas de los Niveles Fosfáticos....	26
Micrita fosilífera collofánica oligoterrígena.....	27
Arenisca fosilífera collofánica.....	27
Subesparita fosilífera collofánica.....	28
Consideraciones económicas.....	29
2.- Trabajos realizados en la Cuenca Marina Paleozoica	
de los Andes Orientales.....	31
Región Sierra de Zapla.....	32
Area Río Capillas.....	33
Area Mina de Hierro "9 de Octubre".....	33
Prospección de otras Areas de las Provincias de Salta	
y Jujuy.....	35
Extracción de material fosfático para el INTA.....	35
Transferencia a la D.G. Fabricaciones Militares.....	36
3.- Prospección orientativa en la Cuenca Neocretácica-	
Eoterciaria del Noroeste Argentino.....	37



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

113.-



	<u>Pag.</u>
Secciones estratigráficas realizadas.....	38
4.- Trabajos realizados en la Cuenca Marina Paleozoica de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza....	40
Posición estratigráfica y estructural de las anomalías	44
Características físicas de las anomalías.....	45
5.- Reconocimiento previo en la Costa Atlántica Patagónica.....	47

I L U S T R A C I O N E S

Fig. 1.- Plano de Ubicación de cuencas marinas.....	entre 13 y 14
Fig. 2.- Cuenca Neuquina - Sudmendocina.....	" 6 y 7
Fig. 3.- Bosquejo geológico área Sierra de Vaca Muerta.....	" 14 y 15
Fig. 4.- Bosquejo geológico área Punta Alta.....	" 25 y 26
Fig. 5.- Bosquejo geológico Sierra de Zapla.....	" 36 y 37
Fig. 6.- Cuenca del Noroeste Argentino.....	" 39 y 40
Fig. 7.- Cuenca de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza.....	" 46 y 47



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería



RESUMEN

PARTE I:

Las cifras de la FAO de 1972, muestran elocuentemente que la República Argentina, con un consumo de 3.9 kilos/hectárea de nutrientes, está muy por debajo de otros países de latinoamérica que, como en el caso del Brasil y Uruguay, superan en casi 10 veces nuestros guarismos. La aplicación de 1.000.000 de toneladas anuales de fertilizantes fosfatados en nuestro territorio lograría duplicar la producción de carne y triplicar la de cereales en pocos años. Se desprende, por lo tanto, la importancia que asume la utilización y búsqueda, en el país, de materias primas fosfáticas.

Para cubrir ese aspecto de nuestros recursos naturales, la Subsecretaría de Minería, a través del Servicio Nacional Minero Geológico, puso en marcha el Plan Fosforita, a fines del año 1969, llenando de ese modo un innegable vacío en la búsqueda de fertilizantes fosfatados en nuestro país, que es tradicionalmente agrícola-ganadero. Este Plan fue confiado al científico argentino Dr. Armando Leanza quién, con reducido equipo de técnicos, logró ubicar rocas fosfáticas en la Argentina, cuya existencia era hasta ese entonces prácticamente desconocida.

Los hallazgos efectuados hasta el momento se encuentran en cuencas de sedimentación de disímiles características y edades, en las provincias de Neuquén, Jujuy y últimamente en San Juan. Ellos permiten ser optimistas en que se hallen en el país depósitos económicamente explotables.

Los primeros descubrimientos dieron lugar a la pronta intervención de Autoridades Nacionales y Provinciales y de organismos estatales directa o indirectamente relacionados con las actividades agropecuarias, que se traducen en una serie de decretos, convenios, actas, pedidos de áreas de reserva, etc. que se mencionan en el presente informe.

Por último, se brinda una síntesis del programa de prospección a seguir en el futuro que comprende 9 cuencas marinas seleccionadas en una primera aproximación, que se enumeran: 1) Andes Orientales; 2) Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza; 3) Cuenca neuquina-sudmendocina; 4) Sierras de la Ventana; 5) Sierras de Tandil; 6) Sistema del Famatina; 7) Cuenca del Golfo de San Jorge; 8) Cuenca Austral y 9) Cordillera Fueguina y 10) Islas Guaníferas de la costa atlántica patagónica.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

- II -



De las 9 cuencas mencionadas con posibilidades potenciales de contener depósitos fosfáticos, sólo se han efectuado investigaciones parciales en 4 de ellas, y sus resultados se exponen en la segunda parte del presente informe.

PARTE II:

Se describen en esta parte, desde el punto de vista técnico, las tareas de prospección efectuadas hasta el presente por el Plan Fosforita en la República Argentina. En los casos en que se han hallado anomalías, se exponen en forma sucinta la posición estratigráfica y estructural, potencia y leyes extremas y características físicas macro y microscópica de las mismas, como así también se efectúan apreciaciones sobre los resultados obtenidos. Asimismo, se expresan breves consideraciones sobre el origen y la prospección de rocas fosfáticas marinas.

La cuenca mejor estudiada hasta el presente, y en la que coincidentemente se realizaron las primeras operaciones del Plan, es la denominada Neuquina-sudmendocina -sobre todo en el ámbito de la provincia de Neuquén. Se efectuaron 56 secciones estratigráficas en detalle que abarcan todas las Formaciones sedimentarias que integran la columna estratigráfica del referido ambiente, abarcando todo el Jurásico hasta el Cretácico medio. Las primeras anomalías fosfáticas fueron descubiertas en la parte superior de la Formación Vaca Muerta (Tithoniano-Berriasiano), efectuándose en la misma 22 itinerarios geológicos con el fin de determinar la extensión regional de las anomalías. Ellos permitieron definir 2 áreas importantes en la sierra de Vaca Muerta, al sur del río Agrio, denominadas Mallín Quemado y Bajada del Agrio, entre las que se sitúa equidistantemente el área de La Porfía. También se realizaron labores de reconocimiento en la región del Cº Punta Alta, al norte del río Agrio. Entre esta última área y Mallín Quemado quedó definida una faja de manifestaciones fosfáticas de 22 Km de extensión, de dirección dominante N-S, destacándose la zona de Bajada del Agrio como la más promisoría.

En Mallín Quemado se hallaron varios niveles anómalos entre los que se destacan 3 más importantes con potencias que varían desde 0.30 m a 0.90 m y leyes de 1,0 % a 5,5 % de P₂₀₅. De allí se extrajeron, a reque



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería

- III -



rimiento del INTA, para ensayos agrotécnicos, 100 Kg. de nódulos fosfáticos seleccionados en 3 categorías con leyes desde 4,9 % al 17,5 % de P205.

En el área de La Porfía se observaron 5 niveles con potencias desde 0.15 m a 0.30 m con leyes de 2,1 % a 5,4 % de P205.

En Bajada del Agrio se individualizaron 6 niveles, algunos de los cuales tienen casi 4.000 m de corrida con potencias extremas de 0.20 m a 4.0 m con leyes del 1,0 % al 8,1 % de P205.

Por último, en el área del cerro Punta Alta se localizaron 7 niveles con potencias de 0.10 m a 0.50 m y leyes desde 1,0 % a 3,8 % de P205.

Petrológicamente, los niveles anómalos fueron clasificados como calcarenitas fosilíferas collofánicas, con abundantes nódulos fosfáticos de variado tamaño que constituyen verdaderas fosforitas, similares a las de otra partes del mundo.

La combinación de problemas estructurales-inclinación relativamente fuerte contra la pendiente del cerro - y la baja ley de la manifestación en comparación con otros yacimientos en explotación en el mundo, hacen por el momento improbable su eventual extracción redituable, ya que la misma debería ser obligatoriamente subterránea. Sin embargo, por ser hasta el momento el único yacimiento de fosforita conocido en el país, se lo debería considerar de reserva hasta tanto se evalúen las restantes cuencas marinas del territorio argentino.

En la cuenca marina paleozoica de los Andes Orientales se efectuó exploración preliminar en la sierra de Zapla, en las áreas del río Capillas y mina de hierro "9 de Octubre". Las acumulaciones fosfáticas se encuentran alojadas en sedimentos ortocuarcíticos Ordovícicos y consisten en niveles con abundante restos del braquiópodo Língula cuya conchilla esta formada por fosfato tricálcico. En el área del río Capillas, considerada ser la más importante, se extrajeron 9 ton. de material fosfático (acuerdo S.N.M.G., F.M. e INTA) de un nivel de 2.0 m de potencia constituido por arenisca de grano fino con restos de língulas que, a su vez, aloja en su parte central un sector lenticular de hasta 0.15 m de potencia formado casi exclusivamente por língulas. Este material fué dividido en dos



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

- IV -



categorías con leyes desde el 8,0 al 11,0 % y del 12,0 % al 15,0 % de P205. Por hallarse estos descubrimientos dentro del Area de Reserva del Plan NOA-1 de la D.G. de Fabricaciones Militares, el Servicio Nacional Minero Geológico transfirió a aquella Repartición los datos científicos acerca de los hallazgos, e interiorizó a personal técnico de la misma acerca de los métodos empleados por el Plan Fosforita para continuar con la prospección iniciada.

En la cuenca Neocretácica-Eoterciaria del NO argentino se realizaron en la provincia de Salta 5 perfiles estratigráficos en detalle con especial atención a la formación Yacoraite (Calcáreo-Dolomítico) con resultados negativos, los que indujeron a suspender transitoriamente la prospección con el fin de acelerar los trabajos en otras cuencas que, de inmediato, ofrecieron mejores perspectivas.

En la cuenca marina Paleozoica de la Precordillera de San Juan, La Rioja y Mendoza se comenzó, en 1974, la prospección orientativa de rocas fosfáticas. Se efectuaron, especialmente en la provincia de San Juan, 14 itinerarios geológicos que abarcan a las sedimentitas marinas que integra la columna estratigráfica de la citada cuenca desde el Cámbrico al Carbónico. Fueron halladas anomalías fosfáticas en el ciclo Siluro-devónico. En la base de la Formación Los Espejos (Silúrico) se halló un nivel importante reconocido hasta el momento en un tramo de 15 Km, en las adyacencias de la Qda. de Talacasto. El mismo acusa potencias extremas de 0.10 m a 0.45 m con leyes desde el 3,6 % al 12,5 % de P205. Estructuralmente, se dispone también con fuerte inclinación. Se trata petrográficamente de areniscas cuarzosas con cemento de collofano, que constituyen verdaderas fosforitas. Actualmente, se prosiguen los trabajos de prospección en esta cuenca, con especial atención a la continuación del nivel de fosfatogénesis citado.

Por último, se efectuó un reconocimiento previo en la costa atlántica patagónica de las provincias de Río Negro y Chubut, estudiándose preferentemente las Formaciones sedimentarias correspondientes a ingresiones marinas marginales. Se hallaron interesantes indicaciones en concreciones, con leyes de hasta el 10,0 % de P205, cuyo origen y posición estratigráfica falta aún dilucidar.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería

- V -



La Precordillera Sanjuanina y la Cuenca Neuquina-sudmendocina constituyen unidades morfoestructurales cuyo conocimiento geológico y estratigráfico se considera entre los mejores del país. Sus primeros estudios, se remontan a mediados del siglo pasado, desde la época de Darwin, y posteriormente, fueron incrementándose apreciablemente con el correr de los años, al tiempo que se registraban en una profusa e incontable bibliografía. Sin embargo, recién en el último quinquenio, merced a la acción de un reducido equipo de técnicos del Plan Fosforita del Servicio Nacional Minero Geológico, que sin salir a especializarse en el exterior y bajo la dirección de un científico argentino de renombre mundial, se ha logrado localizar verdaderas fosforitas marinas, similares a las de otras partes del mundo actualmente en explotación, y cuya existencia era hasta ese entonces negada dogmáticamente.

Ellos son claros ejemplos del efectivo trabajo en equipo realizado y, al mismo tiempo, de la índole particular de la prospección de ciertos minerales que, como en el caso de las rocas fosfáticas, pueden pasar prácticamente inadvertidos a menos que se empleen técnicos y técnicas especializadas.

La investigación de las cuencas mencionadas se realizará con la celeridad que las circunstancias requieren, en la medida que se incrementa la dotación técnica del Plan.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería



ESTADÍSTICA DEL FOSFORO

El fosforo es uno de los elementos químicos más importantes y necesarios para la vida. Se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre, especialmente en las rocas fosfáticas. En Argentina, el fosforo se encuentra principalmente en la provincia de San Juan, donde se explota y exporta.

América del Sur, por su parte, produce 1.470.000 toneladas de fosforo al año, lo que representa el 15% de la producción mundial.

PORTE

I

En América del Sur, el fosforo se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre, especialmente en las rocas fosfáticas. En Argentina, el fosforo se encuentra principalmente en la provincia de San Juan, donde se explota y exporta.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Argentina, por su parte, produce 1.470.000 toneladas de fosforo al año, lo que representa el 15% de la producción mundial. El fosforo es uno de los elementos químicos más importantes y necesarios para la vida. Se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre, especialmente en las rocas fosfáticas.

La explotación del fosforo en Argentina se inició en 1910, cuando se descubrió y explotó la mina de San Juan. Desde entonces, la producción de fosforo en Argentina ha crecido constantemente, convirtiéndose en uno de los principales productos de exportación del país. El fosforo es utilizado principalmente en la fabricación de fertilizantes, que son necesarios para la agricultura y la ganadería.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería



FUNDAMENTOS DEL PLAN FOSFORITA

El consumo mundial de fertilizantes fosfatados, nitrogenados y potásicos alcanza en la actualidad a unos 90 millones de toneladas. Entre los consumidores más importantes de fosfatos, se encuentran los países de Europa Occidental con 5.580.000 de toneladas anuales de las cuales 1.730.000 toneladas corresponden a Francia. Los países de Europa Oriental consumen 5.457.000 toneladas correspondiéndole a Rusia 3.184.000 toneladas.

América del Norte, por su parte, consume 5.020.000 toneladas de las cuales 4.700.000 son utilizadas por Estados Unidos.

En América del Sur, el consumo de fertilizantes fosfatados está muy por debajo de las cifras precedentes, con un consumo actual anual de 685.000 toneladas, de las cuales 416.000 corresponden a Brasil, país este último que ha experimentado en los últimos años un plausible aumento en su empleo.

Argentina, con un consumo de 35.000 toneladas anuales de fertilizantes fosfatados, sigue siendo aún un utilizador sumamente discreto, máxime si se tiene en cuenta el grado relativo de desarrollo alcanzado por nuestra agricultura en algunos aspectos, especialmente en lo que hace a mecanización. Aún más en detrimento, casi la totalidad de esta cifra se emplea en cultivos intensivos tanto hortícolas como frutícolas.

La República Argentina, dotada de un maravilloso recurso natural de 60.000.000 de hectáreas como es la Pampa Húmeda, cuyo déficit en fósforo está probado, podría incrementar su producción agropecuaria en pocos años con la aplicación de fertilizantes fosfatados hasta llegar a duplicar la producción de carnes y triplicar la producción de cereales. Para ello se han realizado estudios que estiman debería utilizarse 1.000.000 de toneladas anuales, cifra que estaría acorde en proporción con los países con quienes nos podríamos comparar desde el punto de vista agropecuario, teniendo en cuenta las características de nuestros suelos, clima y superficie cultivable.



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería

112.-



Los fertilizantes fosfatados siguen siendo aún para Argentina, por lo tanto, un recurso prácticamente no utilizado. Su potencial, si bien aún no totalmente cuantificado, puede estimárselo de gran magnitud constituyendo el medio más idóneo para aumentar la producción en forma muy significativa en el lapso de unos pocos años.

El mercado mundial ofrece amplias posibilidades de aprovisionamiento en minerales fosfatados ricos, con porcentajes entre 32 y 37 % de P₂O₅. Las reservas descubiertas en el mundo son considerables, estando actualmente en el orden de 150.000 millones de toneladas aproximadamente de mineral comercial aunque, lógicamente, se trata de recursos no renovables.

Debido a la importancia de las investigaciones especializadas en búsqueda de fosfatos que muchos países han dado énfasis, se han hallado numerosos nuevos yacimientos de rendimiento económico en muchas partes del mundo, en los últimos quince años. En regiones que geológicamente parecían bien conocidas, por causa de la índole particular de la prospección de fosfatos, se han descubierto magníficos yacimientos. Baste citar, por ejemplo, el yacimiento de Bu-Craa, en el Sahara Español hace sólo diez años; el de Sechura en Perú con considerables reservas aunque leyes menos elevadas que el anterior; el de Duchess, en Australia, cuyas reservas no son menos importantes; los yacimientos de Turayf en Arabia; de Udaipur en la India y de Dakhla, en Egipto. También podemos citar los magníficos indicios descubiertos en Irán hace siete años; en Africa Occidental hace dos años y recientemente en la costa californiana de México, el pasado año.

Por otra parte, las leyes de acumulación de los fosfatos sedimentarios son cada vez mejor conocidas y los métodos de prospección son asimismo más eficaces.

Nuestro País, dotado de condiciones excepcionales para las actividades agropecuarias, también lo está desde el punto de vista geológico con condiciones potenciales favorables para el hallazgo de yacimientos fosfáticos debido a que, en el ámbito de su territorio, se desarrolla



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/3.-



nueve (9) cuencas de sedimentación marina de distintas características y edad, que pueden enumerarse a continuación: 1) Andes Orientales; 2) Sistema de Famatina; 3) Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza; 4) Sierras de la Ventana; 5) Sierras de Tandil; 6) Cuenca Neuquina sud Mendoquina; 7) Cuenca del Golfo de San Jorge; 8) Cuenca Austral y 9) Cordillera Fueguina.

Actualmente, los únicos recursos nacionales en fertilizantes fosfatados están constituidos por las Escorias Thomas de Altos Hornos Zapla con una producción de unas 8.000 toneladas anuales. La puesta en marcha de Sierra Grande suministrará un segundo recurso nacional en materia de abastecimiento de fosfato con una producción estimada en 70.000 toneladas anuales. Pero, de todos modos, dicha producción estará muy por debajo de las necesidades que, habida cuenta de un plan de expansión de nuestra agricultura y ganadería, deberá oscilar en el millón de toneladas anuales, como ya señaláramos.

Parece deseable, por lo tanto, garantizar, por medio de los recursos nacionales la totalidad, o por lo menos, una parte importante de las necesidades interiores en cuanto a fertilizantes fosfatados. Consecuentemente, será preciso orientar las investigaciones llevadas a cabo por el PLAN FOSFORITA hacia un mineral de elevado contenido o fácilmente enriquecible y que presente reservas valoradas por millones de toneladas y situadas en condiciones de explotabilidad interesantes.

ORIGEN DEL PLAN FOSFORITA

El Plan Fosforita fue una iniciativa puesta en marcha por el Servicio Nacional Minero Geológico (ex Instituto Nacional de Geología y Minería) por Disposición N° 623, de fecha 5 de diciembre de 1968 -transcripta a continuación- para llenar las necesidades y alcanzar las finalidades que expresan sus considerandos:

"Buenos Aires, 5 de diciembre de 1968. Atento a que los requerimientos que demandan las necesidades del país en lo que hace a sus recursos naturales impone estructurar planes de trabajos que



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/4.-



"impliquen la intervención de técnicos y agentes de los sectores
"del Organismo, y CONSIDERANDO: Que el incremento que tomará en
"el futuro el uso de fertilizantes, así como otras aplicaciones
"que tiene el fósforo en la industria, determinar la necesidad
"de encarar planes para su desarrollo; Que nuestro país no es pro-
"ductor del mineral de fosforita, importando prácticamente todas
"sus necesidades en fosfatos y superfosfatos; Que los elementos
"de juicio científicos y técnicos que se poseen, indican que en
"algunas áreas del territorio nacional es factible prospectar sis-
"temáticamente con buenas posibilidades para determinar formacio-
"nes fosfóricas; Por todo ello, EL DIRECTOR EJECUTIVO DEL INSTITU-
"TO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA RESUELVE: 1º) Programar den-
"tro del plan de trabajos correspondientes al ejercicio 1969 y
"eventualmente trasladarlo al año siguiente, un proyecto que se
"denominará "PLAN FOSFORITA", integrando para su cumplimentación
"un Grupo de Trabajo específico. Dicho Grupo de Trabajo estará
"constituido por un Supervisor y Organizador, quien tendrá a su
"cargo la total responsabilidad en lo que hace a la conducción
"del Plan y será a la vez Asesor directo de esta Dirección; un
"Director de ejecución, que actuará de asistente directo del Su-
"pervisor y Organizador; un Micropaleontólogo (Foraminiferólogo);
"un Sedimentólogo; dos Geólogos de campo y dos Peritos Químicos.
"2º) La precedente nominación se efectúa sin perjuicio que en su
"cesivas etapas del Plan puedan ser recabados los servicios de
"otros técnicos del Organismo, quienes serían afectados al mismo
"a requerimiento del señor Supervisor y Organizador ante esta Di-
"rección. 3º) Designase Supervisor y Organizador del Plan al Dr.
"ARMANDO F. LEANZA y Director de ejecución al Dr. EDUARDO
"HOLMBERG. 4º) El señor Supervisor y Organizador propondrá la de-
"signación de los técnicos que se nominan en el punto 1º) para
"la constitución del Grupo de Trabajo previsto. 5º) El señor Su-
"pervisor y Organizador presentará a esta Dirección, antes del
"día 10 del corriente mes, el programa de trabajos a desarrollar
"en el año 1969 en cumplimiento del Plan, así como la designación
"del personal técnico y el equipo necesario para tal finalidad.
"6º) Regístrese, comuníquese, notifíquese y archívese. DISPOSI-
"CION I.N.G.M. - DE N°623/68. Firmado Edgardo A. Menoyo - Director
"Ejecutivo - Instituto Nacional de Geología y Minería".



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

115.-



La iniciativa del Plan Fosforita estuvo hasta principios del cte. año a cargo del extinto Profesor Académico Dr. Armando F. Leanza (1) quien, con su gran experiencia sobre la geología argentina y mundial, delineó la prospección de rocas fosfáticas orientándola hacia las regiones donde existen sedimentitas representativas de antiguas cuencas marinas, eventualmente separadas del mar libre, pero no totalmente incomunicadas con él y en cuyos depósitos se encuentran calizas oolíticas, dolomitas, lutitas negras, ftanitas y evaporitas que, según la experiencia mundial, constituyen la secuencia sedimentaria típica donde se encuentran asociados los yacimientos fosfáticos.

El referido investigador concluyó, evaluando la composición estratigráfica, que en la serie sedimentaria Jurásico-Cretácico de la provincia de Neuquén y su continuación en la provincia de Mendoza existieron las condiciones paleo-ambientales apropiadas para la formación de depósitos fosfáticos, decidiéndose, en consecuencia, comenzar en ella la prospección, para seguir más adelante con la investigación en otras cuencas marinas del país.

HALLAZGOS EFECTUADOS POR EL PLAN FOSFORITA

Provincia de Neuquén y sur de Mendoza: las tareas de prospección iniciadas en 1969 en la cuenca Mesozoica Neuquina-Sudmencocina incluyen un detallado estudio de las distintas unidades formacionales que la integran desde sus bordes hasta las partes más profundas. Los estudios de detalle en base al levantamiento de numerosas secciones estratigráficas, que demandaron la extracción de alrededor de 12.000 muestras, tuvieron como finalidad, mediante estudios bio-estratigráficos, sedimentológicos, paleo y micropaleontológico, petrográficos, refracción por rayos X, análisis químicos, etc., de determinar las condiciones físico-químicas y paleoambientales que prevalecieron durante las oscilaciones del antiguo mar Pacífico Mesozoico. Estos

- (1) Ex-Profesor Universitario de las Universidades de Buenos Aires, La Plata, Córdoba y Tucumán. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias, Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Autor de más de 70 trabajos de las ciencias geológicas. Primer Premio Nacional de Ciencias. Miembro Permanente del Comité del Jurásico en Londres y de numerosas instituciones científicas. Director General de Coordinación Operativa, de la Subsecretaría de Minería de la Nación.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

116.-



estudios, realizados en el terreno por apenas tres geólogos, llevaron al hallazgo de niveles de fosfatogénesis de edad Jurásica superior- Cretácica inferior (Tithoniano-Berriasiano) en la formación Vaca Muerta.

Posteriormente, se intensificaron las labores de prospección exclusivamente en esa edad geológica, llegándose al descubrimiento de fosforitas marinas por primera vez en la República Argentina, en el área de la Sierra de Vaca Muerta -departamento Picunches- provincia del Neuquén (Ver figura 2).

La fosforita hallada consiste en areniscas fosilíferas colofánicas oligo-terrágenas, es decir, areniscas de grano fino conteniendo nódulos fosfáticos diseminados, las cuales se encuentran asociadas con lutitas negras y ftanitas.

A requerimiento del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se recolectaron en el área de la Sierra de Vaca Muerta 100 Kg. de material fosfático seleccionado, con leyes desde el 6,5 % P₂O₅ al 22,0 % P₂O₅. Los ensayos agropecuarios efectuados por dicha Repartición determinaron que el material fosfático era apto para el uso agrícola como fertilizante.

Provincia de Salta y Jujuy: Paralelamente, con las tareas señaladas más arriba, durante la época invernal, el mismo equipo de geólogos del Plan Fosforita realizó en 1970 tareas de prospección en la cuenca marina del Paleozoico inferior en la denominada provincia geológica de los Andes Orientales. Según la experiencia adquirida por el Dr. Armando F. Leanza en el estudio de las faunas ordovícicas de la Argentina, las Formaciones de esa edad albergan restos muy abundantes del braquiópodo Lingula, cuya conchilla esta constituida por fosfato tricalcico.

El Plan Fosforita halló, en el valle del río Capillas, en la Sierra de Zapla (ver figura 5) provincia de Jujuy varios niveles lumachélicos intercalados en areniscas ortocuarcíticas formados casi exclusivamente por valvas del citado braquiópodo. Uno de estos niveles tiene dos metros de espesor con leyes del 5 % P₂O₅ y en su parte central alberga un horizon



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

117.-



te de 0.20 m de potencia con una ley del 17 % de P205.

Este hallazgo tiene particular importancia si se considera que en algunos países extranjeros del área del mar Báltico y partes vecinas de Rusia son explotadas areniscas cuarcíticas con Língula similares a las de la sierra de Zapla como fuente de materia prima para fertilizantes fosfatados.

A fines de 1972, una comisión del Plan Fosforita extrajo con la colaboración de técnicos de la Dirección General de Fabricaciones Militares nueve toneladas de material fosfático de la sierra de Zapla que fuera solicitado por el INTA para las investigaciones agrotécnicas y mineralúrgicas.

En virtud de hallarse este descubrimiento en el área de reserva N° 35 del Plan NOA de Fabricaciones Militares, el Servicio Nacional Minero Geológico dió a conocer a aquella Repartición el lugar exacto en que se hallaron tales manifestaciones. Por un convenio celebrado en abril de 1973 entre el INTA y Fabricaciones Militares esta última institución se ocuparía de establecer las reservas de minerales fosfáticos en esa región.

Provincia de San Juan: en 1974, el Plan Fosforita inició la prospección de rocas fosfáticas en la cuenca marina Paleozoica de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza.

Tocó en suerte al Plan Fosforita de hallar, en la Precordillera sanjuanina, un nivel de fosforita con leyes de hasta el 12,6 % de P205 aunque de potencia reducida (ver figura 7). Actualmente se prosiguen con los trabajos de prospección, aunque en forma lenta por la falta de personal técnico, con el objeto de determinar su importancia económica.

En resumen, el Plan Fosforita ha logrado probar fehacientemente la existencia de fosforitas marinas en la República Argentina de las cuales antes de su iniciación no se tenían indicios de su existencia, por la sencilla razón de que no se las había buscado.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

118.-



Los descubrimientos de rocas fosfáticas efectuados por el Plan Fosforita en las provincias de Jujuy, Neuquén y últimamente en San Juan permiten ser optimistas en que se hallen en el país depósitos económicamente explotables.

Los hallazgos en las dos primeras provincias motivaron que a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el de Industria y Minería se obtuvo la visita, a fines de 1972, del geólogo francés M. Slansky, del Bureau de Recherches Géologiques et Minières, experto en depósitos fosfáticos mundialmente conocido con el fin de opinar y asesorar sobre la marcha del Plan Fosforita.

Según puede transcribirse de algunos párrafos de su informe (Slansky, 1972) "es notable apuntar que, en un país en el cual no se conoce ningún indicio de fosfato, las investigaciones hayan permitido localizar muy rápidamente dos formaciones geológicas sumamente diferentes, mineralizadas en un gran espesor. Esto es muy alentador y conduce de forma formal a proseguir y desarrollar las investigaciones. Destaca además los numerosos informes geológicos y los conocimientos publicados e inéditos de los geólogos del Servicio Nacional Minero Geológico que, "en el caso del Dr. Armando F. Leanza parecen inagotables y tan particularmente "valiosos".

Con el fin de acelerar la prospección de fosfatos en las cuencas de Mendoza y Neuquén y en la Cordillera Oriental de Jujuy, propone Slansky una Sección de investigaciones preliminares dentro del marco del Plan Fosforita, constituida por un supervisor y 3 adjuntos que tendrán a su cargo la orientación de 8 equipos operacionales de campo compuestos de dos geólogos y un técnico minero cada uno.

A instancias del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, a través del INTA -empeñado en ese entonces en el Plan Nacional de Fertilizantes- visitó nuestro país el Dr. Norman E. Borlaug, Premio Nobel, artífice de la llamada Revolución Verde, quien trató (Borlaug 1973) sobre el problema del aumento de producción agropecuaria por la ampliación del área de cultivo y/o el aumento mediante el mejor rendimiento por hectárea.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/9.-



Se considera que la primera solución es a largo plazo, mientras que la segunda es más expedita, siendo para ello indispensable el incremento del uso de fertilizantes. En estos momentos -expresa el Dr. Borlaug- la Argentina depende casi exclusivamente de la fertilidad original de su suelo y el mito de la inagotabilidad de la pampa continúa retardando su proceso agrícola.

Con respecto a futuras instalaciones de plantas de fertilizantes Borlaug aconseja evitar las de pequeña capacidad cuyo producto resulta de alto costo.

ANTECEDENTES LEGALES

Ha sido siempre preocupación de nuestro país la de incrementar la producción agrícola-ganadera, considerando, entre otros factores, el aumento vegetativo de la población local y mundial y al mismo tiempo situarse acorde con otros países productores de alimentos, cuyos rendimientos por hectárea están por encima del nuestro. A raíz de los hallazgos efectuados por el Plan Fosforita, mencionados sucintamente en las páginas anteriores, se originaron inquietudes que se ven reflejadas en diversos instrumentos legales, tendientes a apoyar la búsqueda y empleo de fertilizantes minerales en el país. Mencionaremos en forma breve decretos, convenios, actas e inquietudes de fecha reciente que hacen al problema tratado y en los que intervino el Plan Fosforita:

Comisión Nacional de Fertilizantes: creada por Decreto N° 281, del 15 de enero de 1973, con el objeto del estudio y estructuración de una política nacional de empleo de fertilizantes en las actividades agrícola-ganaderas. Entre sus componentes se hallaba el entonces Ministerio de Industria y Minería.

Convenio N° 36 del Ministerio de Industria y Minería y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: con fecha 11 de mayo de 1973 se celebró entre dicho Ministerio representado por el Plan Fosforita del Servicio Nacional Minero Geológico y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecua-



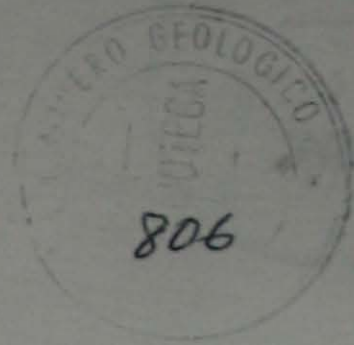
Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/10.-



ria, con el objeto de contribuir en el país a la oferta de fertilizantes preparados con materia prima de origen nacional a costo que permitan su aplicación redituable en aquellos cultivos y áreas donde la falta de algún nutriente de los vegetales es factor limitante de los rendimientos agropecuarios y/o de la calidad de sus productos. Merecerá preferente atención la prospección de yacimientos de fosforita con miras a su posible explotación. Por dicho convenio el Plan Fosforita tiene a cargo los trabajos de prospección y eventual exploración y desarrollo de depósitos de rocas fosfáticas. La financiación proviene de fondos que el Decreto N° 3519/73 asigna al INTA.

Decreto N° 20424, de fecha 21 de mayo de 1973, declara a los fosfatos calizos dentro de la primera categoría en el Código de Minería y de interés nacional a todos los efectos que hubiere lugar la prospección, exploración y explotación de fosfatos calizos.

Resolución 753/73 del Ministerio de Economía, crea un Comité para la preparación de las bases e instrumentos legales de una sociedad destinada a la producción de fertilizantes. Por una nueva resolución -N° 838/74- se incluye a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano entre los organismos que integran a dicho Comité, designándose al Director del Plan Fosforita para integrar al mismo.

Convenio N° 48, entre la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano y la Universidad Nacional de San Juan, con fecha 31 de diciembre de 1973. Entre otros objetivos contemplados en este convenio, la Universidad de San Juan efectuará ensayos mineralúrgicos preliminares sobre muestras de rocas fosfáticas obtenidas de las exploraciones que realiza el Plan Fosforita, con el objeto de adelantar en el conocimiento de los métodos de beneficio que requerirán esos minerales.

Acta de colaboración entre el Plan Fosforita y Yacimientos Petrolíferos Fiscales, con fecha 15 de marzo de 1974, permitió al Plan Fosforita la revisión de unas 10.000 muestras de "cuttings" y perfiles de las provincias de Chubut, Santa Cruz y territorio nacional de Tierra del Fuego e Islas



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/11.-



del Atlántico Sur con el fin de determinar, en laboratorio, posibles formaciones geológicas anómalas en fosfato. Además, YPF brindó la colaboración de comisiones geológicas para el estudio en el terreno, de las cuencas del Golfo de San Jorge y Austral, aprovechando la infra-estructura y apoyo que, en esa zona, posee la empresa fiscal. Las eventuales manifestaciones que pudieran hallarse serán evaluadas por cuenta del Plan Fosforita, por tratarse de un estudio minero especializado. Los posibles hallazgos de roca fosfática económicamente explotable deberán utilizarse como una de la fuente de materia prima para el Complejo de Fertilizantes que YPF está en vías de instalar próximamente.

Entre algunas de las iniciativas no concretadas puede citarse el anteproyecto de creación de la Comisión de Fertilizantes Minerales (COFEMI) integrada por representantes de Fabricaciones Militares, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y Servicio Nacional Minero Geológico, con el objeto de prospectar, evaluar e investigar las materias primas minerales aptas para la fabricación de fertilizantes y las que, en su caso, contribuyan a la elaboración de abonos partiendo de productos sintéticos, incluidos los residuos domiciliarios y/o industriales.

Entre las iniciativas privadas cabe mencionar la del Banco Cooperativo Agrario Argentino Ltda. con el fin de la participación del movimiento cooperativo agrario argentino en procura de la aplicación racional y masiva de abono fosfatado a costos adecuados.

AREAS DE RESERVAS

Con los fines de asegurarse que de existir eventuales yacimientos no surjan inconvenientes acerca de la propiedad de los mismos, se declararon diversas áreas de reserva en algunas cuencas de sedimentación marina con posibilidades potenciales de hallazgo de depósitos fosfáticos, en las provincias de La Rioja, San Juan, Mendoza y Neuquén, cubriendo el área de afloramiento de las provincias geológicas de Precordillera y Cordillera Principal.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/13.-



y su superficie respectiva (ver figura 1).

- 1.- Cuenca marina del paleozoico inferior de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. Superficie 38.980 Km². En esta cuenca se hallan los depósitos fosfáticos con Língula descubiertos por el Plan, que actualmente está prospectando Fabricaciones Militares.
- 2.- Cuenca marina del Paleozoico inferior y superior de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. Superficie 26.580 Km². Se inició la prospección en 1974 habiéndose completado el 30 % de los trabajos a realizarse. En esta cuenca se han descubierto interesantes indicios de rocas fosfáticas desde 3 % al 12.6 % de P₂O₅ conocidos en una extensión de unos 15 Km.
- 3.- Cuenca marina Mesozoica de Neuquén y Mendoza. Superficie: 130.660 Km². Se efectuó la prospección completa en la provincia de Neuquén (informe en preparación). Resta prospectar un 40 % de esa superficie en la provincia de Mendoza.
- 4.- Cuenca marina paleozoica de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Superficie: 5.500 Km². Por el momento no se efectuaron investigaciones.
- 5.- Cuenca paleozoica de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Superficie: 3.080 Km². No se efectuaron aún investigaciones.
- 6.- Cuenca marina ordovícica del Sistema de Famatina. Superficie: 26.580 Km². No se efectuaron investigaciones.
- 7.- Cuenca marina del Cretácico superior y del Terciario inferior del Golfo de San Jorge. Superficie 62.040 Km². El Plan Fosforita realizó en Laboratorio de YPF, en F. Varela, ensayos sobre muestras de "cuttings" de pozos y perfiles aprovechando el material obtenido en esa cuenca por dicha empresa estatal. Se siguió, en este caso, lo aconsejado por la técnica mundial de aprovechar los resultados geológicos de la explotación petrolera. De acuerdo a lo expresado anteriormente (ver antecedentes legales) la prospección es actualmente llevada a cabo por Y.P.F.



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería

1/14.-



- 8.- Cuenca marina del Cretácico y Terciario inferior de los Andes Australes y porción extrandina aledaña. Superficie: 36.340 Km². Corresponden los mismos considerandos del punto anterior.
- 9.- Cuenca marina del Cretácico y Terciario inferior de Tierra del Fuego. Superficie: 17.560 Km². Idem punto 7.
- 10.- Islas guaníferas de la costa atlántica patagónica. Superficie 430 Km². Desde el punto de vista técnico, se debe efectuar la complementación de la información existente sobre estos depósitos guaníferos y su posterior evaluación.

Conviene señalar que, aunque las tareas de prospección del Plan sean realizadas con los más rigurosos métodos de investigación y con la mayor celeridad, aún en el caso de que el mayor de los éxitos coronará los esfuerzos a realizar, concretando el descubrimiento de yacimientos económicamente explotables, las tareas de ubicar sus reservas, estudiar su mineralurgia, ensayar los procesos más convenientes para beneficiar el mineral -primero en la escala de laboratorio y después en planta piloto antes de pasar al dimensionamiento de la planta de tratamiento- sería un proceso que demandaría una década, en el caso más favorable.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería



PARTE

II

PROSPECCION DE ROCAS FOSFATICAS EN LA REPUBLICA ARGENTINA

(Resumen preliminar)



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería



INTRODUCCION

El contenido de este informe reviste el carácter de un resumen preliminar de las tareas de prospección de rocas fosfáticas realizadas por el Plan Fosforita en la República Argentina.

Las investigaciones que se describen en este trabajo y los resultados obtenidos, estuvieron a cargo de un reducido número de geólogos pertenecientes exclusivamente al Servicio Nacional Minero Geológico de la Subsecretaría de Minería, bajo la dirección técnico-científica del extinto profesor académico Dr. Armando F. Leanza.

Igualmente, los análisis químicos y las investigaciones petro_lógicas conexas estuvieron a cargo de los Laboratorios Químicos y la Sección Petrología de la misma Repartición.

Los ensayos agrotécnicos de algunas muestras procedentes de las provincias de Jujuy y Neuquén fueron realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Actualmente, la Universidad Nacional de San Juan lleva a cabo el estudio mineralúrgico de muestras de la provincia de Neuquén para efectuar los ensayos de tratamiento de minerales fosfáticos.

El Plan Fosforita ha efectuado tareas de prospección en las siguientes cuencas marinas de sedimentación: Mesozoica neuquina-sur mendo_cina, Paleozoica de los Andes Orientales (Sierra de Zapla), Cretácico-terciaria del NO argentino y Paleozoica de la Precordillera de San Juan, y, además, una visita preliminar realizada en la costa Atlántica Patagónica. Se ofrece en este informe, el estado actual de las investigaciones realizadas por el Plan Fosforita en los referidos ámbitos.

Con respecto a la cuenca citada en primer término, el Plan ha finalizado sus tareas de prospección en la porción correspondiente a la provincia de Neuquén y se está actualmente elaborando el informe final detallado, acompañado de abundante material gráfico.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

112.-



GENERALIDADES

El guano de las aves fué empleado por los cartagineses hace más de 200 años AC y los primitivos artesanos de la agricultura recomendaron la aplicación de materiales fosfáticos naturales para aumentar las cosechas. Los Incas del Perú y los indios norteamericanos utilizaron restos de pescado y de guano mucho antes del descubrimiento de América por los españoles. Aunque la composición de tales materiales fosfáticos les era desconocida, su función en el incremento de las cosechas era muy valuada. En el año 1769, el químico sueco Gahn descubrió que el fósforo era un constituyente esencial de los huesos.

Liebig, en 1840, descubrió que disolviendo huesos con ácido sulfúrico obtenía un fosfato soluble asimilable por las plantas. En 1857, el mismo investigador, señaló que la roca fosfática podría ser tratada en forma similar. Esto marcó el comienzo de la industria de los fertilizantes, que posteriormente alcanzó enormes dimensiones.

Esta industria usa actualmente casi exclusivamente roca fosfática de origen sedimentario conocida colectivamente con el nombre de fosforita. Otra fuente del fósforo de menor volumen la constituyen los depósitos de guano y la apatita, este último mineral de origen ígneo que raramente forma acumulaciones de importancia.

BREVES CONSIDERACIONES SOBRE EL ORIGEN DE LA FOSFORITA

Las fosforitas tienen en casi su totalidad un origen marino, pero existen también concentraciones de fosfatos ligados a procesos continentales.

En forma sintética, puede señalarse que las fosforitas marinas se han formado en cuerpos de aguas someras pero comunicadas con las aguas frías de las grandes profundidades oceánicas, en las cuales son relativamente bajos el pH y la temperatura. Tales condiciones físico-químicas determinan que en estas aguas se hallen en solución grandes cantidades de fosfatos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

113.-



La circulación oceánica, motivada por las corrientes marinas, provoca en los océanos el desplazamiento de las aguas frías polares hacia el ecuador y de las calientes hacia las altas latitudes.

En un océano idealizado, las corrientes marinas determinadas por la diferencia de temperatura de las aguas en las zonas polares y en las ecuatoriales, por la dirección predominante de los vientos y por la fuerza de Coriolis debido a la rotación terrestre, originan corrientes sub-circulares en los hemisferios septentrionales y australes delimitando áreas internas de reposo.

Cuando las aguas frías que llevan en solución fosfatos en gran cantidad, se ponen en contacto con corrientes de aguas calientes, su temperatura y pH aumentan hasta producir las condiciones necesarias para la precipitación del fosfato en forma de compuestos insolubles, como fosfato tricálcico.

Por estas circunstancias, resulta obvio que la búsqueda de fosforitas debe realizarse en el espesor de las rocas sedimentarias de origen marino, depositadas en una cuenca de sedimentación de alguna época del pasado geológico y que se hallaba emplazada en lo que hoy es tierra firme.

PROSPECCION DE ROCAS FOSFATICAS

Las facies fosforíticas se desarrollan en series marinas des pues de la deposición de estratos detríticos y de partículas coloidales. La sucesión sedimentaria ideal puede resumirse, según autores recientes de la siguiente manera:

Precipitado salinos (evaporitas)
Dolomitas
Calizas



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/4.-



Sedimentitas metagenéticas (fosforitas)

Arcilitas (depósitos coloidales)

Areniscas finas

Areniscas gruesas

Conglomerados

No todos los términos que integran esta sucesión se hallan siempre en una determinada cuenca, pero los que están presentes se encuentran en el orden expuesto, ya sea de abajo hacia arriba o viceversa.

La primera dificultad que se tropieza en la búsqueda de fosforita es su carencia de características megascópicas que permitan su reconocimiento, agravándose la situación cuando, al principio de la prospección, se ignora completamente cual de los diversos tipos de minerales fosforíticos podrían hallarse y cual sería su apariencia exterior.

Por tal circunstancia, el sistema de trabajo para tratar de localizarla quedó sujeto a una metodología de trabajo estricta a la que debieron ajustarse los trabajos de campo para que las tareas realizadas en distintas áreas, al ser efectuadas con iguales criterios, aseguraran la obtención de resultados comparables de inmediato.

El Plan Fosforita ha realizado, durante su gestión hasta el presente, la investigación preliminar y exploración previa de distintas áreas del país que se enumeran a continuación:

Cuenca marina mesozoica Neuquina-sur mendocina

Cuenca marina paleozoica de los Andes Orientales (Sa. de Zapla-Jujuy)

Cuenca del cretácico superior y terciario inferior del NO argentino.

Cuenca marina paleozoica de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/5.-



1.- TRABAJOS REALIZADOS EN LA CUENCA MARINA MESOZOICA NEUQUINA-SUDMENDOCINA.

Las operaciones del Plan Fosforita se iniciaron en la cuenca Neuquina-Sur Mendocina, vale decir, una región ocupada por el mar en dichas provincias (ver fig. 2) durante el Jurásico y Cretácico inferior. Dicho mar tenía la forma de un golfo de rumbo NO-SE, cerrado en su extremidad austral y comunicado libremente con el océano Pacífico en el extremo opuesto, ya en territorio chileno.

En el seno de este mar se depositaron sedimentos cuyo espesor máximo supera ampliamente los 10.000 m y cuya subdivisión y ubicación en el tiempo ha sido obtenida mediante el estudio de diversas faunas marinas cada una de las cuales es propia de una edad geológica. Pero la columna estratigráfica no se halla completa en parte alguna. Reconstruirla fué una tarea que exigió numerosos y pacientes estudios. Hubo que correlacionar los diversos afloramientos dispersos en tan vasta superficie para reunir afloramientos desconectados entre sí para determinar la superposición de las formaciones geológicas en orden decreciente de antigüedad.

A ello, hay que sumar el esfuerzo que significó colocar en orden los estratos diferentes desde el punto de vista litológico y que eran sincrónicos y depósitos prácticamente idénticos en su litología, pero cuyas edades eran completamente diferentes y pertenecientes a distintos ciclos de sedimentación.

El esquema general que, por cierto, tiene variantes, se produce cuando el continente, por medio de sus arterias fluviales aportan al mar gran cantidad de material detrítico. En la cercanía de la costa se sedimentan los detritos más gruesos y mar adentro el tamaño de los clastos decrecen, depositándose los más finos; más mar adentro aún, se sedimentan partículas coloidales y, por último, los que desprovistos aún de ellas, se forman como precipitados de las sustancias que se hallaban en solución en las aguas marinas.



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería

116.-



La prospección de fosforita está ligada, por las exigencias físico-químicas que requiere para originarse, a las líneas de tiempo, es decir, a un lapso más o menos breve durante el cual el cuerpo de agua adquirió las condiciones apropiadas para la fosfatogénesis.

No conociéndose en la cuenca neuquina-sur mendocina la época de fosfatogénesis, los pasos dados por el Plan tuvieron por finalidad hallar indicios de su posible existencia.

El Dr. Armando F. Leanza, con la experiencia acumulada durante más de 30 años de estudios sobre la estratigrafía y paleontología de los depósitos marinos de esta cuenca, ubicó las localidades en que se efectuaron levantamientos de secciones estratigráficas, de manera de no dejar de lado, en lo posible, ningún momento del tiempo insumido para la formación de la columna estratigráfica ideal.

Las secciones estratigráficas dispuestas afectan a veces estratos disturbados tectónicamente, por lo cual para obtener resultados con el grado necesario de exactitud buscado, se utilizaron aparatos topográficos para establecer el espesor real de los estratos con la aplicación de formulas matemáticas adecuadas.

Las muestras obtenidas en cada sección estratigráfica fueron ensayadas expeditivamente en campaña, para determinar su eventual contenido en P₂O₅, mediante el método de Shapiro que, pese a su sencillez, da resultado semicuantitativo por comparación colorimétrica.

A continuación, se enumeran las secciones estratigráficas realizadas en el ámbito de la cuenca neuquina-sur mendocina, a escala 1:2.000, exponiendo brevemente los resultados obtenidos, edades, espesores medidos y formaciones involucradas en las mismas, y cuya ubicación aproximada puede visualizarse en la figura 2.-



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

117.-



Provincia de Mendoza

- 1.- Sección Arroyo Cienaguita - Area Malargüe - Formaciones: Grupo Mendoza incompleto. Espesor 478 m. Edad: Tithono-Neocomiano. Resultados: anomalías débiles.
- 2.- Sección Arroyo de La Manga-Area Río Atuel. Formaciones: Tordillo, Vaca Muerta, Mulichinco y Huitrín. Espesor total: 873 m. Edad: Kimeridigiano a Albiano. Resultados: de 2.8 a 3 % P205 en la F. Vaca Muerta.
- 3.- Sección Malargüe - Area Malargüe. Formación: Choiyoi y areniscas con Pseudomonotis. Espesor total: 198 m. Edad: Triásico-Dogger. Resultados: negativos.
- 4.- Arroyo Poty Malal - Area Bardas Blancas. Formaciones: Remoredo, Las Lajas y Lotena. Espesor: 168 m. Edad: Nórico-Bayociano-Caloviano. Resultados: negativos.
- 5.- Bardas Blancas I - Area Río Grande. Formación: Remoredo, Lotena y La Manga. Espesor: 224 m. Edad: Nórico-Caloviano y Oxfordiano inferior. Resultados: negativos.
- 6.- Bardas Blancas II - Area Río Grande. Formación: La Manga, Grupo Mendoza y Huitrín. Espesor total: 832 m. Edad: Oxfordiano-Tithoniano Neocomiano. Resultados: anomalías débiles en Vaca Muerta.
- 7.- Paso Pehuenche - Area Río Grande. Formación: Tordillo y Vaca Muerta. Espesor total: 893 m. Edad: Kimeridigiano - Tithoniano. Resultados: negativos.
- 8.- Cerro Puchén - Area Las Vegas. Formación: Choiyoi - Los Molles - Lajas - Lotena - La Manga y Auquilco. Espesor: 490 m. Edad: Triásico a Kimeridigiano. Resultados: negativos.
- 9.- Cerro Puchén II - Area Las Vegas. Formación: Diamante y Roca. Espesor total: 789 m. Edad: Barremiano-Aptiano y Maestrichtiano - Daniano. Resultados: negativos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

118.-



- 10.- Cuesta del Chihuido - Area Malargüe. Formación: Grupo Mendoza. Espesor: 353. Edad: Tithoniano-Neocomiano. Resultados: negativos.
- 11.- Rincón de Las Mentiras I - Area Sierra de Reyes. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 428 m. Edad: Tithoniano-Berriasiano. Resultados: varios niveles con débiles anomalías.
- 12.- Rincón de Las Mentiras II - Area Sierra de Reyes. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 335 m. Edad: Tithoniano-Berriasiano. Resultados: varios niveles con anomalías débiles.
- 13.- Rincón de Las Mentiras III - Area Sierra de Reyes. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 270 m. Edad: Tithoniano-Berriasiano a Valanginiano inferior. Resultados: numerosas anomalías débiles.
- 14.- Rincón de Las Mentiras IV - Area Sierra de Reyes. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 253 m. Edad: Titho-Berriasiano a Valanginiano inferior. Resultados: varias anomalías débiles.
- 15.- Sierra de Reyes (Faldeo Occidental) - Area Sierra de Reyes. Formación: Vaca Muerta. Espesor 280 m. Edad: Tithoniano-Berriasiano. Resultados: varias anomalías débiles.
- 16.- Aguada de Campos - Area Sierra de Reyes. Formación: Las Lajas - Lotena y La Manga. Espesor total: 210 m. Edad: Bayociano-Caloviano y Oxfordiano. Resultados: negativos.

Provincia de Neuquén

- 17.- La Yesera - Area Pampa Tril. Formación: Tordillo - Vaca Muerta y Mulichinco. Espesor: 480 m. Edad: Kimeridigiano a Berriasiano. Resultado algunos niveles con débiles anomalías en la F. Vaca Muerta.
- 18.- Puerta Curaco - Area Laguna Auquilco. Formación: Tordillo-Vaca Muerta y Mulichinco. Espesor total: 548 m. Edad: Kimeridigiano a Valanginiano. Resultados: débiles anomalías en la F. Vaca Muerta.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

119.-



- 19.- Vega de La Veranada - Área Pampa Tril. Formación: Lotena - La Manga y Auquilco. Espesor Total: 140 m. Formaciones: Lotena y La Manga. Edad: Caloviano-oxfordiano. Se efectuaron 3 secciones estratigráficas y 7 labores a cielo abierto. Resultados: se registró la presencia de nódulos fosfáticos en varios niveles con leyes en P205 bajas.
- 20.- Sierra de Huantraico - Área Sa. de Huantraico. Formación: Roca. Espesor: 270 m. Edad: Maestrichtiano. Resultados: negativos.
- 21.- Balsa Huitrín I - Área Paso Huitrín. Formación Huitrín. Espesor 420 m. Edad: Barremiano. Resultados: negativos.
- 22.- Balsa Huitrín II - Área Paso Huitrín. Formación: Huitrín. Espesor 400 m. Edad: Barremiano. Resultados: negativos.
- 23.- Bajada del Palo - Área Auca Mahuida. Formación: Roca. Espesor: 180 m. Edad: Maestrichtiano. Resultados: negativos.
- 24.- Rahueco I - Área Cerro Caicayén. Formaciones: Chacay Melehue, Auquilco y Tordillo. Espesor total: 220 m. Edad: Caloviano a Kimeridigiano. Resultados: negativos.
- 25.- Rahueco II - Área Cerro Caicayén. Formaciones: Chacay Melehue, y Auquilco. Espesor total: 265 m. Edad: Caloviano a Kimeridigiano inferior. Resultados: negativos.
- 26.- Chacay Melehue I - Área Cordillera del Viento. Formación: Chacay Melehue. Edad Caloviano. Espesor: 530 m. Resultados: negativos.
- 27.- Cerro de la Parva - Área Cordillera del Viento. Formación: Vaca Muerta. Edad: Tithoniano-Berriasiano. Espesor: 432 m. Resultados: débiles anomalías.
- 28.- Pichaihue - Área Huncal. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 826 m. Edad: Tithoniano a Valanginiano inferior. Resultados: varios niveles de hasta 3,9 % de P205. Corresponde al extremo N distal de las manifestaciones fosfáticas.
- 29.- Cerro de La Ventana - Área Trahuncurá. Formación: Vaca Muerta. Espesor 330 m. Edad: Berrisiano - Valanginiano inferior. Resultados: negativos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/10.-



- 30.- Cajón de Almaza. Area Loncopué. Formación: Vaca Muerta. Espesor: 759 m. Edad: Tithoniano. Resultados: anomalías de hasta 3,8 % de P205. Borde occidental de las manifestaciones fosfáticas.
- 31.- Liu-Cullín. Area Las Lajas. Formación: Vaca Muerta. Espesor 157 m. Edad: Tithoniano. Resultados: un nivel con 2,5 % de P205.
- 32.- El Durazno. Area Norquin. Formaciones: Mulichinco y Agrio. Espesor total: 148 m. Resultados: hay un nivel en la base de la F. Agrio del 3,9 % de P205. Corresponde al 2º nivel de fosfatogénesis.
- 33.- Bajada del Agrio I - Area Bajada del Agrio. Formaciones: Mulichinco y Agrio. Espesor: 660 m. Edad: Hauteriviano. Resultados: débiles anomalías en la base de la F. Agrio.
- 34.- Bajada del Agrio II - Area Bajada del Agrio. Formaciones: Agrio, Huitrín y Candeleros. Espesor: 448 m. Edades: Hauteriviano a Campaniano. Resultados: negativos.
- 35.- Mallín Quemado - Area Sierra de Vaca Muerta. Formación Vaca Muerta. Espesor: 1.150 m. Edad: Tithoniano-Berriasiano. Resultados: varios niveles anómalos de 5,5 % de P205. Sección descubridora del primer nivel de fosfatogénesis.
- 36.- Cerro Mesa I - Area Covunco. Formación: Agrio. Espesor: 184 m. Edad: Hauteriviano. Resultados: negativos.
- 37.- Cerro Mesa II - Area Covunco. Formaciones: Mulichinco y Agrio. Espesor: 150 m. Edad: Valanginiano-Hauteriviano. Resultados: negativos.
- 38.- Cerro Negro - Area Covunco. Formación: Agrio. Espesor: 155 m. Edad: Hauteriviano. Resultados: negativos.
- 39.- Arroyo Covunco - Area Zapala. Formaciones: Las Lajas, Lotena, Tordillo y base de Vaca Muerta. Espesor: 860 m. Edades: Bayociano a Tithoniano. Resultados: negativos.
- 40.- Manzano Grande - Area Las Lajas. Formaciones: Las Lajas y Lotena. Espesor total: 515 m. Edades: Bayociano y Caloviano. Resultados: negativos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/11.-



- 41.- Mallín de los Caballos - Area Sierra de Vaca Muerta. Formaciones: Vaca Muerta y Picún Leufú. Espesor total: 818 m. Edades: Tithoniano Berriasiano. Resultados: anomalías muy débiles.
- 42.- Los Catutos - Pichi Moncol - Area Zapala. Formaciones: Vaca Muerta, Picún Leufú y Mulichinco. Espesor total: 305 m. Edades: Tithoniano-Berriasiano. Resultados: muy débiles anomalías.
- 43.- Cerro Caracoles - Area Zapala. Formación: Picún Leufú. Espesor: 93 m Edad: Tithoniano. Resultados: muy débiles anomalías.
- 44.- Picún Leufú - Area Picún Leufú (Ruta Nac. 40). Formaciones: Sierra Chacaico; Los Molles, Cura Niyeu, Las Lajas, Lotena, Vaca Muerta, Picún Leufú y Mulichinco. Espesor total: 2.650 m! Edades: Liásico a Berriasiano. Resultados: débiles anomalías en las F. Vaca Muerta y Picún Leufú, de hasta 2,1 % de P205.
- 45.- Cerro Lotena - Area Barda Negra. Formaciones: Lotena, Vaca Muerta, Picún Leufú y Mulichinco. Espesor total: 340 m. Edades: de Caloviano a Berriasiano. Resultados: anomalías de hasta 2,0 % de P205 en las formaciones Vaca Muerta y Picún Leufú.
- 46.- Carro Quebrado - Area Barda Negra. Formaciones: Los Molles y Las Lajas. Espesor: 170 m. Edades: Bayociano-Caloviano. Resultados: una muestra con anomalías débiles.
- 47.- Charahuilla - Area Ea. Charahuilla. Formaciones: Lapa, Sierra Chacaico, Los Molles, Cura Niyeu, Las Lajas, Lotena, Vaca Muerta, Picún Leufú, Mulichinco y Agrio. Espesor total: 1.900 m. Edades: Triásico a Hauteriviano. Resultados: negativos.
- 48.- Chacaico - Area Sierra Chacaico. Formaciones: Vaca Muerta y Picún Leufú. Espesor total: 500 m. Resultados: negativos.
- 49.- Carran Curá - Area Piedra del Aguila. Formaciones: Carrán Curá y Mulichinco. Espesor total: 240 m! Edades: Tithoniano a Berriasiano. Resultados: negativos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/12.-



- 50.- Piedra Pintada - Area Piedra del Aguila. Formación: Cerro El Vasco. Espesor: 300 m. Edad: Liásico. Resultados: negativos.
- 51.- Bajada Colorada - Area Bajada Colorada. Formación: Bajada Colorada. Espesor: 200 m. Edad: Campaniano. Resultados: negativos.
- 52.- Cerro Horqueta - Area Bajada Colorada. Formación. Huitrín. Espesor: 280 m. Edad: Barremiano-Aptiano. Resultados: negativos.
- 53.- Cerro El Vasco - Area Piedra Pintada. Formación: Cerro El Vasco. Espesor: 568 m. Edad: Liásico. Resultados: débiles anomalías.
- 54.- Caepe Malal-Las Máquinas - Area Chos Malal. Formaciones: Agrio. Espesor: 1162 m. Edad: Valanginiano-Hauteriviano. Resultados: anomalías de hasta 3,5 % de P205 en la base de la F. Agrio.
- 55.- Puerta Curaco - Area Puerta Curaco. Formación: Agrio. Espesor: 737 m. Edad: Hauteriviano. Resultados: débiles anomalías.

Provincia de Río Negro

- 56.- Bajo de Ortiz - Area Piedra del Aguila. Formación: Bajo de Ortiz. Espesor: 36 m. Edad: Neocomiano. Resultados: negativos.

El posterior análisis de las secciones en detalle enumeradas llevaron al conocimiento casi perfecto del comportamiento litofacial de las sedimentitas mesozoicas en lo que concierne a datos de superficie. Estas secciones, asimismo, lograron delinear la ubicación regional de las anomalías fosfáticas más fuertes en la Cuenca Neuquina. Por otra parte, se llegó al descubrimiento de dos épocas definidas de fosfatogénesis comprendidas en el lapso Tithoniano-Berriasiano y Valanginiano superior. Hauteriviano inferior, respectivamente.

Durante la primera de estas épocas, tuvo lugar la deposición de la formación Vaca Muerta y sus sincrónicas, mientras que la segunda se localiza en el tramo de contacto entre las formaciones Mulichinco y Agrio.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/13.-



Estos estudios permitieron, además, poner en evidencia los distintos cambios faciales que experimentan los estratos dando lugar a diferentes formaciones sincrónicas con relatividad al borde de la cuenca

La primera época de fosfatogénesis (Formación Vaca Muerta-Tithoniano-Berriasiano) fué objeto de un detallado estudio en la provincia de Neuquén que incluyó itinerarios de prospección y trabajos de exploración preliminar en los sectores más ricos, comprendidos entre el cerro Punta Alta y Mallín Quemado, cuyos resultados se exponen más adelante.

Con respecto a la segunda época de fosfatogénesis (Valanginia no superior-Hauteriviano) fué objeto de una prospección sistemática en la provincia de Neuquén la cual permite concluir que, en los lugares estudiados, no se acumularon depósitos económicos de fosforita. Durante su época de depositación, las anomalías más altas en P205 se registraron en los siguientes lugares, de norte a sur: Cajón de Las Máquinas con potencia de 0.40 m y ley de 3,4 % de P205; Rahueco, 0.30 m y 3,6 % de P205, Ranquillón, 0.30 m y 3,9 % de P205 y Pichaihue, 0.40 m y 3,2 % de P205. Estas anomalías aunque bajas, exhiben una persistencia regional en la región comprendida entre Cajón de Las Máquinas y Pichaihue.

Con las secciones estratigráficas mencionadas y las investigaciones en detalle, que se refieren más adelante, puede considerarse concluída la prospección de rocas fosfáticas en la provincia de Neuquén. Por el contrario, falta aún continuar con el estudio en detalle de su continuación en la provincia de Mendoza.

PROSPECCION EN DETALLE EN LA FORMACION VACA MUERTA

Durante la prospección orientativa de rocas fosfáticas la formación Vaca Muerta, de edad Tithoniano-Berriasiano a Valanginiano inferior, presentó siempre anomalías que se destacaban del resto de las formaciones estudiadas, a punto tal que en su seno se hallaron verdaderas fosforitas en el área de la sierra de Vaca Muerta.

RESTAN MAPAS



Figura 1.



REPÚBLICA ARGENTINA

REFERENCIAS

- 1) Sierra Subandina y Cordillera Oriental.
- 2) Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza.
- 3) Cuenca Neuquina Sud-mendocina.
- 4) Sierras Septentrionales de la Prov. Buenos Aires.
- 5) Sierras Australes de la Prov. de Buenos Aires.
- 6) Sistema del Famatina.
- 7) Cuenca del Golfo San Jorge.
- 8) Cuenca Austral.
- 9) Tierra del Fuego.

0 50 250km

ESCALA





Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/14.-



Estos indicios hicieron que el Plan orientara posteriormente la prospección exclusivamente a esta formación. En primer lugar, fueron realizados una serie de itinerarios geológicos expeditivos con el fin de dilucidar rápidamente las posibles áreas de mayor concentración de fosfatos.

En la sierra de Vaca Muerta se efectuaron 8 itinerarios que la afectan en su totalidad, desde Bajada del Agrio hasta Mallín de Los Caballos, comprendiendo los flancos oriental y occidental del anticlinal de Vaca Muerta: - Al norte del río Agrio, se efectuaron otros 5 itinerarios comprendiendo las áreas del cerro Punta Alta, Cerro de La Grasa y C° Miranda. En esta última región, se localizó un planchón mineralizado de aproximadamente 4.800 m², con potencia de 0.05 a 0.30 m y leyes desde 1,0 % a 4,6 % de P₂O₅.

También se realizaron itinerarios en el área del cerro Puntu do, donde se localizaron 14 niveles con debiles anomalías de fosfato y en el área de Barda del Salitral, frente a Las Lajas, en Laguna Blanca, Ranquilon, Manzano Grande, Cuchillo Curá y Laguna La Portaña, con varias anomalías de leyes bajas.

Estos itinerarios geológicos permitieron reconocer a la formación Vaca Muerta en una extensión de 110 Km de longitud a lo largo de las principales anomalías. A su vez, permitieron ubicar una zona comprendida entre Mallín Quemado y Punta Alta con las mayores posibilidades para una exploración previa; asimismo definieron al área de Bajada del Agrio como la más promisoría.

EXPLORACION PRELIMINAR EN LA SIERRA DE VACA MUERTA Y C° PUNTA ALTA

Reseña de la geología local:

La sierra de Vaca Muerta constituye parte del flanco oriental de un dilatado anticlinal de alrededor de 40 Km de longitud que se extiende desde Piedras Blancas, 13 Km al NW de Zapala, hasta las inmediaciones



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/15.-



del cerro Punta Alta. Exhibe un rumbo general NE y tendencia a hundirse en ese sentido. El ala oriental de este anticlinal está claramente expuesta y sus capas inclinan con intensidades que oscilan entre 18° y 30° hacia el este. El ala occidental, en cambio, aparece fuertemente perturbada y sus capas inclinan con valores de 50° a 80° hacia el oeste. Estos buzamientos determinan claramente un anticlinal asimétrico.

Las rocas más antiguas que afloran en el núcleo del anticlinal se encuentran en la región del cerro Manzano Grande y pertenecen a la Formación Las Lajas (Caloviano), a continuación se disponen las Formaciones: Lotena (Caloviano), La Manga (Oxfordiano), Auquilco (Yeso Principal, Oxfordiano sup- Kimeridigiano inf.) este último se hunde hacia la altura de la mina de baritina "Togon" y continúa aflorando la Formación Tordillo (Kimeridigiano) sobre la que se disponen las Formaciones Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio (Tithoniano a Hauteriviano).

Las manifestaciones fosfáticas descubiertas se encuentran en la parte superior de la Formación Vaca Muerta.

Esta formación se dispone en relación de concordancia sobre la Formación Tordillo y es cubierta de la misma manera por la Formación Mulichinco.

El espesor total de la Formación Vaca Muerta alcanza en Mallín Quemado a 1.150 m. En su parte superior, se intercalan dos lenguas distales de areniscas calcáreas, con espesores de 45 m y 94 m, que corresponden a la Formación Picún Leufú. Esta última formación experimenta una disminución de espesor hacia el norte, desapareciendo completamente en el centro de la cuenca (Huncal, Trahuncurá, Cajón de Almaza, etc.) mientras que hacia el sur aumenta paulatinamente en su espesor, acusando en su localidad tipo (intersección de ruta nacional N° 40 con el arroyo Picún Leufú) 322 m de potencia.

Por el contenido faunístico la edad de la formación Vaca Muerta que pudo ser datada con precisión, comprende al Tithoniano inferior, medio y superior y al Berriasiano inferior. Las lenguas distales de la formación Picún Leufú se sitúan en el Berriasiano inferior. Esta datación fue necesaria a los fines de ubicar en el tiempo y en el espacio el nivel de fosfatogénesis con el objeto de orientar las tareas futuras de prospección de su continuación en la provincia de Mendoza.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/16.-



Posición estratigráfica de las anomalías

Para ilustrar la posición estratigráfica de las manifestaciones fosfáticas se ofrece a continuación una sección tipo esquematizada de la Formación Vaca Muerta en el área de Mallín Quemado. Se describen los rasgos megascópicos de la sección, de arriba hacia abajo:

Formación Mulichinco: constituida por areniscas de grano mediano a grueso, forma la parte más alta de la topografía.

Formación Vaca Muerta: 27,65 m - Lutitas negras a castaño oscuras, hacia arriba verdosas.
0.35 m - Calcarenita fosfática castaño clara con superficie de alteración blanquecina, con Trigonia transitoria y P. agrioensis. Ley de 4,6 % de P205.
62.9 m - Lutitas castaño claras con niveles de limolita del mismo color intercaladas.
0.30 m - Arenisca fosilífera fosfática de grano fino, color castaño claro, con algunos restos de pelecípodos. Ley media de 3.9 % de P205.
11.05 m - Lutitas castaño oscuras a negras con abundantes intercalaciones de arcilla.
0.30 m - Limolita fosfática castaño clara. Ley media de 3.8 % de P205.
8.0 m - Lutitas y limolitas castaño oscuras interestratificadas.
0.70 m - Arenisca fosfática fosilífera de grano fino castaño claro. Ley 3.5 % de P205.
0.4 m - Coquina con Exogyra coultoni y detrito constituido por arenisca fosfática, pardo clara. Ley media del 3.0 % de P205. En estudios posteriores se lo denominó Nivel I.
45.0 m - Areniscas calcáreas de grano fino a mediano gris verdosas, con superficie de alteración de color pardo rosado, con coquinas de hasta 0.80 m de espesor constituida casi enteramente por E. coultoni. Lengua superior de la Formación Picún Leufú.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/17.-



54.0 m - Lutitas y calcilutitas gris oscuras bastante cubiertas por arena eólica.

94.0 m - Arenisca calcárea de grano fino, gris verdosa, con algunas coquinas con E. couloni y M. transatlantica. Lengua inferior de la Formación Picún Leufú.

100.0 m - Lutitas negras a verde olivas, con niveles de calizas concrecional, Thurmanniceras. Base del Berriasiano.

42.0 m - Lutitas negras con limolitas castaño oscuras y calizas arenosas de grano muy fino intercaladas. Niveles con Himalayites marcan el techo del Tithoniano.

78.0 m - Cubierto (corresponde a la cota más baja del perfil en el centro del mallín).

98.0 m - Lutitas negras con escasos bancos de caliza de color gris oscuro intercalados en la parte basal.

52.0 m - Margas castaño oscuras.

170.0 m - Lutitas negras con niveles margosos castaño oscuros intercalados.

75.0 m - Lutitas negras con niveles delgados intercalados de calizas negras y algunas concreciones calcáreas con Corongoceras.

63.0 m - Margas pardo claras alternadas con lutitas negras y bochones concrecionales calcáreos que encierran a veces restos de Ichthyosaurus. El conjunto muestra algunas débiles anomalías de hasta 2,5 % de P205.

12.0 m - Caliza arenosa gris de grano fino.

3.0 m - Calcarenita gris con impresiones de Virgatospinctes.

7.0 m - Calcarenitas y lutitas bituminosas negras con Virgatospinctes. Las lutitas negras y bituminosas son las rocas madre del petróleo en la cuenca neuquina.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

//18.-



Formación Tordillo: Esta constituida por areniscas de grano mediano a fino de color verde oliva con planos de estratificación bien marcados. Se le asigna una edad Kimeridigia y constituye el substrato sobre el cual, en esta parte de la cuenca, se apoya concordantemente la Formación Vaca Muerta. Este contacto se encuentra en la parte superior de la falda oriental del C° Mallín Quemado, de 1380 m s.n.m.

De la transcripción generalizada de esta sección se desprende que los niveles anómalos se hallan situados en los últimos 80 m de espesor de la Formación Vaca Muerta comprendidos entre la más superior de las dos lenguas de la Formación Picún Leufú y la F. Mulichinco. Esta faja anómala se extiende hacia el norte desde el área de Mallín Quemado hasta Bajada del Agrio donde desaparece por hundimiento de la estructura geológica y reaparece nuevamente al norte del río Agrio, en el anticlinal de Punta Alta.

EXPLORACION PRELIMINAR

Posición estructural de las manifestaciones

Los niveles anómalos estudiados están situados en el ala oriental del anticlinal de la sierra de Vaca Muerta, que tiene un rumbo dominante de N30E e intensidades de inclinación de 18° a 25° al E, siendo el sentido del buzamiento inverso a la pendiente topográfica del faldeo. Los valores de inclinación, por lo tanto, determinan el rápido hundimiento de las capas en una pendiente contra el cerro de 32 % a 72 %.

En todo su recorrido, los niveles anómalos están afectados saltuariamente por pequeñas fallas inversas con rechazos de 1.0 m hasta 12 m.

La faja anómala, a su vez, es cubierta por un encape de areniscas tenaces correspondientes a la Formación Mulichinco, con un espesor que oscila entre 30 m a más de 100 m en las inmediaciones de esta área, manteniendo el mismo rumbo y buzamientos algo más suaves.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/19.-



La faja anómala citada fué objeto de exploración preliminar mediante la ejecución de calicatas separadas cada 100 m o 200 m, según el detalle requerido, hasta completar un tramo de más de 11 Km comprendido entre Mallín Quemado y Bajada del Agrio. A su vez cada Km se abrieron labores de mayor extensión (labores tipo), con el fin de descubrir posibles nuevos niveles anómalos.

La exploración preliminar permitió definir dos áreas importantes, de sur a norte, denominadas Mallín Quemado y Bajada del Agrio. Entre estas dos áreas se sitúa equidistantemente el área La Porfía. A su vez se efectuaron labores de reconocimiento en el área de Punta Alta, al norte del río Agrio.

AREA MALLIN QUEMADO

Esta área se halla situada aproximadamente 50 Km al NW de Zapala, siendo accesible por caminos para automotor. El sector explorado se encuentra en el faldeo occidental del cordón más oriental, de los varios que, en conjunto, constituyen la Sierra de Vaca Muerta, enfrentando por el este al cerro Mallín Quemado.

El relieve se caracteriza por ser relativamente suave en el faldeo oriental y abrupto en el occidental, circunstancia que se hace aún más acusada en la región de Bajada del Agrio.

La exploración preliminar realizada comprendió la ejecución de cuatro labores tipo separadas entre sí por 1 Km de distancia y 17 labores más pequeñas separadas cada 200 m. Las primeras cubren la parte superior de la Formación Vaca Muerta comprendida entre el techo de la digitación de Picún Leufú y la base de la Formación Mulichinco, mientras que las segundas afectan a los niveles más promisorios. En total, se practicaron 21 calicatas cubriendo una extensión de 4.200 m, lo que demandó una remoción de alrededor de 1.171 m³, extrayéndose 272 muestras de un muestreo sistemático para su correspondiente análisis químico. Se llevó a cabo también un relevamiento expeditivo a escala 1:2500 que cubrió una superficie de 70 has. Las labores tipo permitieron constatar la existencia de varios niveles portadores de nódulos fosfáticos delimitados a grandes rasgos en dos sectores denominados inferior y superior.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/20.-



CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS BANCOS ANOMALOS

El sector inferior está integrado por tres bancos que se denominaron I, II y III, que son fácilmente individualizables en el terreno y se hallan separados entre sí por espesores variables de lutitas gris oscuras a pardas oscuras estériles (no superaron nunca el 1 % de P205)

El banco I se halla dispuesto sobre las areniscas calcáreas de grano mediano correspondientes a la Formación Picún Leufú. El contacto de este banco con las areniscas es neto y fácilmente individualizable por lo cual se lo utilizó como línea de nivelación para la correlación estratigráfica de las labores. Este banco se caracteriza por la abundante presencia de Exogyra coultoni y menor cantidad de Trigonia carinata y Megatrígona eximia, presentando el aspecto de una coquina.

El detrito que une a las valvas fósiles de los citados pelecípodos es una arenisca de grano fino de color pardo claro en la que se observan nódulos fosfáticos escasos. La potencia de este nivel varía de 0.30 m a 1.0 m y sus leyes en P205 del 1.0 % al 3.0 %.

El banco II, separado del anterior por espesores de lutitas de 4 a 9 m, no presenta una continuidad tan marcada como el anterior. Comienza como una coquina con abundante E. coultoni y menor cantidad Myophorella y Argentiniceras siendo su matriz similar a la del banco I, pero hacia arriba pasa a una calcarenita pardo verdosa. La potencia de este nivel varía entre 0.53 m y 0.90 m, siendo sus leyes en P205 del 1,3 % al 3,5 %.

El banco III, se halla separado a su vez del banco II por espesores que oscilan entre 1,6 m a 2,8 m de lutitas castaño oscuras a verde de olivas estériles. Este nivel se caracteriza por una calcarenita de color gris clara en fractura fresca y coloración parda violácea sobre la superficie de meteorización. Se observan nódulos fosfáticos grandes, de hasta 1 cm de diámetro y fósiles fosfatizados tales como Panope, Meretrix, Arca, Myophorella, etc. Tanto estos fósiles como los nódulos fosfáticos, se hallan diseminados en el banco, especialmente en su parte superior, resultando fácilmente distinguibles por su tonalidades más oscuras. La potencia de este nivel varía de 0.46 m a 0.75 m y sus leyes en P205 varía



Ministerio de Economía
Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería
1/21.-

ron entre 1.0 % a 5.7 %.

El sector superior presentó desde un principio la enorme dificultad de seguirlo en el rumbo debido al abundante detrito que lo cubre, a causa de su proximidad de las areniscas de la formación Mulichinco suprayacentes. Presenta varios niveles anómalos con potencias y leyes similares a las del sector inferior.

Por requerimiento del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), se recolectaron en la manifestación de Mallín Quemado 100 Kg de material fosfático seleccionado que se dividió en 3 categorías. Análisis posteriores efectuados por los laboratorios de la Repartición dieron los siguientes resultados: 17,5 % de P2O5 para el material de primera, 6,5 % para el de segunda y 4.9 % para el de tercera. Los ensayos agropecuarios permitieron determinar que los nódulos fosfáticos son aptos para el uso agrícola.

El análisis químico detallado de este material efectuado por el Laboratorio Químico del Servicio Nacional Minero Geológico determinó los siguientes valores:

	<u>1a.</u>	<u>2a.</u>	<u>3a.</u>
Sílice (SiO ₂)	34,2	50,4	52,0
Aluminio, en Al ₂ O ₃	12,6	11,0	13,6
Hierro, en Fe ₂ O ₃	6,8	7,2	7,2
Calcio, en CaO	19,3	13,0	12,2
Magnesio, en MgO	0,1	1,0	0,4
Flúor (F)	4,0	2,5	2,0
Perdida a 900°C	5,7	8,5	7,9
Fósforo, en P ₂ O ₅	17,5	6,5	4,9



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería
1122.-



AREA PUESTO LA PORFIA

Se halla en línea recta a 5 Km al NE del cerro Mallín Quemado, en el faldeo occidental del cerro Bajada del Agrio, frente a la mina de baritina La Porfía.

En este lugar sólo se efectuó una labor de reconocimiento a equidistancia de las manifestaciones de Mallín Quemado y Bajada del Agrio.

Esta labor tiene una longitud de 600 m que demandó la remoción de más de 400 m³, y se practicó un muestreo sobre los bancos que mostraban mayor interés. Se extrajeron en total 19 muestras.

Características físicas de los niveles anómalos

Se hallaron dos niveles ricos denominados superior e inferior. Como en el caso del área de Mallín Quemado, estos niveles se hallan por encima de las denominadas areniscas de Picún Leufú. El rumbo general es N-S con variaciones de N35° a N 5°, con buzamientos dominantes de 20° al E.

El nivel superior tiene una potencia de 0.15 m y está constituido por limolita coquinoidea, parda, con restos de E. coultoni y contienen nódulos fosfáticos pequeños. Su ley en P205 alcanza a 5.4 %.

El nivel inferior, con potencia de 0.20 m, está formado por una coquina con E. coultoni y matrix arenosa calcárea, parda, con nódulos fosfáticos pequeños. La ley es de 3.9 % de P205.

La separación entre ambos niveles es de 39 m de material estéril.

En la labor mencionada existen además otros niveles con potencia de 0.25 m a 0.50 m con valores de 2,1 a 4,3 % de P205.



Ministerio de Economía
Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería
1/23.-

En resumen los niveles hallados de arriba hacia abajo son 5, y se detallan a continuación:

<u>Potencia</u>	<u>Análisis Químico % P205</u>
0.15	5.4
0.20	3.9
0.23	2.1
0.25	4.3
0.30	2.4

AREA BAJADA DEL AGRIO

Se encuentra situada a 17 Km, por la ruta provincial que conduce a Las Lajas, del pueblo homónimo. El área explorada es conocida con el nombre de Bajada Vieja y como referencia puede utilizarse la escuela provincial N°24 frente a la cual se levanta el empinado faldeo del cerro Bajada del Agrio.

Este cordón es continuidad geológica y geográfica del que fuera explorado primitivamente en el área de Mallín Quemado, siendo su relieve mucho más abrupto.

La distribución de los afloramientos de las formaciones involucradas, así como la ubicación de la zona donde se efectuaron labores puede individualizarse en el bosquejo geológico de la fig. 3.

La exploración preliminar consistió en la ejecución de 23 labores a cielo abierto, tipo calicatas separadas cada 100 m de distancia entre sí y cada kilómetro se continuaron las mismas hasta transformarlas en labores tipo, llegando hasta las areniscas verdosas que se tomaron de base en la exploración preliminar de Mallín Quemado. Una de ellas (L 35) llegó hasta los 1000 m de longitud, con el fin de determinar la existencia de posibles niveles situados estratigráficamente por debajo de los ya conocidos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1124.-



Estas tareas comprendieron la extracción de 610 muestras sistemáticas (que demandaron una remoción de 2.500 m³.) en una longitud de 4.350 m. Se realizó un levantamiento expeditivo topográfico-geológico-económico con especial atención a la faja mineralizada que cubrió alrededor de 450 has.

Características físicas de los niveles anómalos

La faja mineralizada se halla en la parte superior de la Formación Vaca Muerta y está formada por varios niveles portadores de material fosfático separado entre sí por material estéril. Esta faja tiene un espesor que oscila entre los 20 y 30 m. Los rumbos y buzamientos dominantes son en sentido norte-sur y los valores de inclinación de 15° a 40° al E. Los rumbos y buzamientos regionales rotan a N 340°, insinuando el cierre norte del anticlinal de la sierra de Vaca Muerta.

Los niveles anómalos presentan, en líneas generales, caracteres lenticulares en lo que respecta a su contenido en P205, aunque son algo más continuos como horizontes geológicos. A fin de simplificar la descripción del área mineralizada, se enumeró a los niveles anómalos de I a VI en orden decreciente.

Litológicamente, los niveles están formados en general, por coquina con *E. coultoni* y otros pelecípodos, matrix arenosa calcárea de color pardo claro; areniscas de grano fino algo calcáreas pardas a gris pardas y margas limolíticas pardo claras a oscuras, que contienen nódulos fosfáticos en variada cantidad y tamaño, a los que se suman valvas fósiles total o parcialmente fosfatizadas.

El nivel I se extiende casi 4.000 m en forma lenticular y saltuaria. Sus potencias varían desde 0.35 m a 0.80 m, con leyes de 1.4 % a 4.2 % de P205.

El nivel II comienza en forma esporádica y hacia el sur de hace más continuo. Su potencia máxima alcanza los 3.35 m y la mínima 0.30 m, mientras que sus leyes varían desde 1.0 % al 3.6 % de P205.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería
1125.-



El nivel III, con características similares a los anteriores alcanza casi los 3.000 m de extensión con potencias de 0.25 m a 1.10 m y sus leyes varían entre 1.8 % a 6.1 % de P205.

El nivel IV se lo considera el más importante de la manifestación por su gran extensión, espesores y leyes. Se extiende por un tramo de 3.500 m con potencias desde 0.20 m a 4.0 m con leyes desde 1.0 % a 7.4 % de P205.

Los niveles V y VI con longitudes de 700 m y 500 m respectivamente se presentan con potencias de 0.30 m hasta 1.50 m con leyes desde 1.8 % hasta 8.1 % de P205.

Los niveles mencionados pierden saltuariamente su individualidad uniéndose a veces unos con otros por cambios de facies locales.

Las labores tipo ya mencionadas permitieron reconocer otros niveles más inferiores a los mencionados que portaban nódulos fosfáticos de variado tamaño con potencias de 0.05 m hasta 0.30 m y con leyes bajas. La meteorización de estos niveles dió lugar a la liberación de nódulos fosfáticos que se diseminaron en el faldeo, en partes sumados al aporte más reducido de los niveles superiores.

Por estas circunstancias este faldeo, cubierto por relleno eólico y derrubio de falda, fué prospectado mediante la realización de 6 pozos de 3 m de profundidad cada uno, utilizando pala australiana. Se efectuó el muestreo correspondiente y posteriormente las muestras fueron sometidas a ensayos de concentración granulométrica pero sus leyes nunca superaron el 5 % de P205.

AREA CERRO PUNTA ALTA

Se encuentra situada a unos 8 Km, en línea recta, al NW de la localidad de Bajada del Agrio.

La estructura geológica consiste en un anticlinal de rumbo N-S que se extiende desde el norte del río Agrio hasta el cerro Punta Alta. El flanco oriental se inclina en forma fuerte (50° a 70° hacia el E).

RESTAN MAPAS







Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/26.-



mientras que el occidental se dispone suavemente, con valores de inclinación de 10° a 12° hacia el oeste. La estructura aparece impresa en el terreno por las resistentes bardas de areniscas correspondientes a la Formación Mulichinco.

La estructura aquí descripta se halla desplazada hacia el oeste con respecto al anticlinal de Mallín Quemado-Bajada del Agrio.

En esta área se efectuó una labor de cateo de alrededor de 250 m de longitud que demandó la remoción de 160 m³.

Características físicas de los niveles anómalos

La faja mineralizada explorada se encuentra, como en los casos anteriores, en la parte superior de la Formación Vaca Muerta. Se reconocieron 7 niveles con espesores extremos de 0,10 m a 0,50 m, con ley que varían desde 1,0 % a 3,8 % de P₂O₅. En general, estos niveles están formados por limolitas pardas, calcáreas y coquinas con *E. coultoni* y restos de otros pelecípodos que contienen nódulos fosfáticos en variadas proporciones y de pequeño tamaño. Los niveles están intercalados con lutitas margosas gris y gris verdosas estériles que tienen algunos niveles de "chert" y concreciones calcáreas.

Características petrográficas de los niveles fosfáticos

Algunas de las muestras de las manifestaciones fosfáticas de Bajada del Agrio y Punta Alta fueron objeto de estudios petrológicos al microscopio mediante cortes delgados. Para dar una idea acabada de la composición mineralógica de la roca portadora de fosfato se describen dos muestras de Bajada del Agrio y una de Punta Alta, que representan el término medio de esas manifestaciones.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/27.-



MICRITA FOSILIFERA COLLOFANICA OLIGOTERRIGENA (Area Bajada del Agrio)

Roca compuesta en un 30-40 % por fragmentos de conchillas calcáreas, fragmentos de fósiles de composición collofánica, clastos y nódulos de collofano (1), y un 10 % de fragmentos terrígenos compuestos principalmente por cuarzo subanguloso, de tamaño arena fina a limo y muscovita.

El material aglutinante (60-70 %) está constituido por calcita micrítica íntimamente ligada, aparentemente, con collofano y muy escaso material arcilloso.

El collofano (10-15 % del total de los componentes clásticos) se presenta como restos orgánicos originales, también reemplazando fragmentos fósiles originariamente carbonáticos; en clastos subangulosos y de formas irregulares que contienen incluidos abundantes fragmentos, de tamaño limo-arcilla, de cuarzo y líticos (?) zeolitizados y alterados. Por último, se encuentran nódulos "puros" de collofano cuyo tamaño es sensiblemente menor que el de los clastos collofánicos. Se encuentran abundantemente fragmentos fósiles reemplazados por un agregado de cuarzo microcristalino y zeolita.

Se observa un grano de glauconita (?) alterada a material micáceo y ferruginoso.

ARENISCA FOSILIFERA COLLOFANICA (Area Bajada del Agrio)

Roca con textura clástica abierta, con grano tamaño arena fina a muy fina, subangulosos a angulosos, constituidos por cuarzo, ortoplagioclasa alterada, calcita, pastas volcánicas alteradas, en menor

(1) Collofano: nombre genérico que agrupa a una serie de minerales cuyo componente principal es el fosfato tricálcico. Se lo considera como una forma criptocristalina de la apatita, y es el constituyente esencial de las rocas fosfáticas marinas.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/28.-



proporción muscovita y como accesorios titanita, zircón y epidoto. La roca contiene abundantes restos fósiles de composición collofánica principalmente (los hay calcáreos) que conforman un 15-20 % de los componentes clásticos de la roca.

El collofano se presenta también en oolitas, nódulos, pseudo-oolitas, como fragmentos "clásticos" (estos clastos están constituidos por collofano que cementa abundantes terrígenos: cuarzo, feldespatos y líticos cloritizados).

Se encuentran escasos granos de glauconita. El material aglutinante constituye un 30-40 % del total de la roca y está constituido por cemento collofánico intimamente ligado a material carbonático, e impregnado por limonita.

Se encuentra en este cemento escasa pirita finamente diseminada.

SUBESPARITA FOSILIFERA COLLOFANICA (Area Punta Alta)

Roca constituida en un 40-50 % por calcita micrítica y subesparítica, 20-30 % restos fósiles calcáreos, 30 % de oolitas y pseudo-oolitas y en proporción subordinada (menos del 5 %) de terrígenos.

La calcita es micrítica y subesparítica, contiene material arcilloso y probablemente collofano lo cual le confiere un aspecto "sucio". En muy escasos sectores de la muestra se encuentra recristalización a esparita. Los restos fósiles calcáreos son de pelecípodos, gastrópodos, etc. se encuentran también microfósiles (foraminíferos?), presentándose algunos reemplazados en casi su totalidad o parcialmente por collofano - Algunos restos aparentemente son originariamente de composición collofánica.

Las oolitas y pseudo-oolitas (oolitas-superficiales) son de collofano, algunas presentan su núcleo compuesto por un fragmento de cuarzo.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1129.-



zo, otras por un agregado de minerales opacos de hierro, otras no presentan núcleo. Se encuentran también fragmentos de colofano (detritico ?) que contienen abundantes fragmentos terrígenos (de cuarzo principalmente). Se observan también nódulos colofánicos ya que no presentan ni núcleo ni estructura concéntrica.

Los componentes terrígenos, cuyo tamaño es del limo, son subangulosos a angulosos y están compuestos principalmente por cuarzo.

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Las manifestaciones fosfáticas descritas integran en conjunto una faja, de 22 Km de extensión, comprendida entre el C° Punta Alta y Mallín Quemado. Dentro de esta faja así delimitada se destaca el área de Bajada del Agrio como la de mayor importancia.

Se trata esta última, por lo observado en superficie, de una manifestación de gran extensión, pero cuyas leyes resultan bajas, si se comparan con los yacimientos actualmente en explotación en otras partes del mundo. El problema principal, sin embargo, se debe a la disposición estructural de las capas, las cuales exhiben buzamientos extremos de 15° a 40° contra la pendiente del cerro. A ello, se suma la gran cobertura de la Formación Mulichinco sobre la faja anómala. Por estas circunstancias una eventual explotación no podrá ser efectuada a cielo abierto, sino que deberá ser subterránea, lo que haría aumentar en demasía los costos de extracción.

La combinación de los problemas estructurales expuestos sumados a la baja ley de la manifestación, a pesar de su gran extensión, hacen por el momento improbable su explotación redituable.

No obstante, esta manifestación permitió conocer en detalle el comportamiento de los niveles fosfáticos, cuyo contexto geológico recuerda a los yacimientos de Túnez y Egipto, donde los niveles fosfatados se



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1130.-



encuentran combinados con niveles de ostras. Asimismo, se obtuvo una valiosa experiencia para el estudio de otras manifestaciones que se hallen en el futuro.

Sin embargo, se debe considerar en reserva a esta manifestación, por ser la única de fosfato sedimentario marino conocida en el país, hasta tanto aparezcan, dentro del mismo nivel de fosfatogénesis en su continuación en la provincia de Mendoza o de otros a descubrirse durante la evaluación del resto de las cuencas programadas, posibles yacimientos en condiciones de explotabilidad más favorables.

A este respecto cabe señalar algunas consideraciones del especialista mundial sobre yacimientos fosfáticos Dr. Slansky, que se transcriben a continuación:

"La constitución de un yacimiento explotable requiere el cúmulo de un conjunto de circunstancias afortunadas, motivo por el cual no existe la certidumbre de que los indicios actualmente conocidos puedan conducir directamente al descubrimiento de acumulaciones explotables. Consecuentemente, es de importancia primordial proseguir, paralelamente a los trabajos precedentes, la búsqueda de otras Formaciones mineralizadas. Diversos ejemplos recientes confirman esta idea: el magnífico yacimiento del Sahara Español ha sido descubierto a unos 100 Km de los primeros indicios. La cuenca sedimentaria costera de la Dhomey-Togo, los mejores indicios conocidos se encontraban situados en Dhomey en el momento de iniciar las investigaciones, pero el yacimiento ha sido descubierto en Togo a un centenar de kilómetros al sudoeste. El ejemplo de la India es más típico aún ya que el yacimiento recientemente puesto en explotación se encuentra situado, respectivamente, a 400 y a 800 Km de los primeros indicios estudiados, en un nivel estratigráfico diferente".



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

//31.-



2.- TRABAJOS REALIZADOS EN LA CUENCA MARINA PALEOZOICA DE LOS ANDES ORIENTALES.

Las tareas efectuadas por el Plan Fosforita en esta cuenca se iniciaron concordantemente con la cuenca anterior, durante la temporada invernal del año 1970.

La provincia geológica Andes Orientales corresponde a la continuación, en territorio argentino, de la faja andina oriental de Perú y Bolivia, extendiéndose entre los 22°05' y 25°05' de latitud sur y 64°40' y 66°10' de longitud oeste.

En esta cuenca se depositaron potentes estratos marinos paleozoicos de edad cámbrica a devónica.

Según la experiencia adquirida por el entonces Supervisor del Plan Fosforita Dr. Armando F. Leanza, algunas de las Formaciones ordovícicas de esta cuenca albergan restos muy abundantes del braquiópodo Lingula, cuya valva está constituida por fosfato tricálcico, compuesto químico principal de las fosforitas.

Estos afloramientos se encuentran a partir de la sierra de Unchimé hacia el NNO en una faja que se prolonga regionalmente hasta las proximidades de Oruro, en la República de Bolivia, donde existen depósitos fosfáticos de este tipo.

Acumulaciones similares existen en algunas partes del mundo como en el área del Báltico y partes vecinas de Rusia y en el oeste de Estados Unidos (Wyoming) donde son explotadas areniscas cuarcíticas con Lingula como fuente de materia prima de fosfatos.

Tareas efectuadas

Fueron orientadas por el Dr. Leanza, como punto de partida, en la región de la sierra de Zapla, y otras elevaciones atribuidas a las Sierras Subandinas en sentido amplio y que, en realidad, forman parte de la provincia geológica Andes Orientales (Cordillera Oriental).



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/32.-



REGION SIERRA DE ZAPLA

La sierra de Zapla consiste en un anticlinal asimétrico de rumbo NO-Se, con el flanco occidental más fuertemente inclinado que el oriental. Estratigráficamente, el núcleo de esta sierra está constituido por sedimentitas ordovícicas -Serie Cuarcítica Ordovícica- sobre las que se disponen los sedimentos del ciclo Siluro-Devónico (Formaciones Zapla, en cuya base se encuentran los horizontes ferríferos, y Mendieta). En discordancia sobre estos estratos se apoyan sedimentitas del Cretácico superior (Grupo Salta), del Terciario Subandino y del Cuaternario.

En la Serie Cuarcítica Ordovícica cuya prospección fué objeto del Plan, se distinguen, en orden decreciente de edad, las Formaciones siguientes:

Formación Labrado (Ordovícico medio). Está constituida por areniscas cuarcíticas y sedimentos pelíticos verdes, areniscas rojas y violáceas y pelitas grises alternadas. Se encuentran intercalados numerosos niveles conteniendo Lingula y también Skolithus. Esta Formación aflora en el núcleo del anticlinal y aparece bien expuesta en la quebrada del río Capillas. Espesor: 1.200 m.

Formación Centinela (Ordovícico superior). Es la más característica de la sierra de Zapla y está constituida por una potente sucesión de areniscas cuarcíticas de tonalidades grises y gris parduscas, cuya notable resistencia configura la fisonomía de las partes más elevadas de la sierra. Se encuentran también abundantes restos de Lingula y Skolithus. Espesor 300 m aproximadamente.

Las condiciones para el reconocimiento de esta Serie son muy difíciles debido a lo escarpado del relieve, la falta de vías de acceso y la vegetación selvática. Ello hace dificultoso penetrar, aún a pie, en las quebradas y arroyos, únicos lugares de posible observación, cuyos numerosos saltos y cobertura vegetal, demandan la apertura de sendas a machete y amplios rodeos para salvar el terreno.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/33.-



El Ordovícico de esta región integrado, como se señaló, por las Formaciones Labrado y Centinela, constituidas por areniscas cuarcíticas con restos de lóbulos, fue investigado en las áreas del río Capillas y de la mina "9 de Octubre" (ver figura 5).

AREA RIO CAPILLAS

Se halla situada a 26 Km, en línea recta, al NNO de la ciudad de Jujuy. En esta área el Plan Fosforita levantó una sección estratigráfica en el paraje conocido como Lajas Moradas, en el valle del río Capillas.

La sección mencionada afecta a la Serie Cuarcítica Ordovícica con un espesor de 1.385 m, abarcando a las Formaciones Labrado (1.207 m) y Centinela (178 m).

La Formación Labrado, que es la más antigua, está constituida por areniscas de grano fino de coloraciones verdes, gris verdosas y moradas. La Formación Centinela está integrada por areniscas de grano fino de colores gris claro a pardo claro. En ambas Formaciones existen abundantes restos de lóbulos y Skolithus.

Se extrajeron 60 muestras orientativas que arrojaron porcentajes que varían entre 0,2 % al 17,0 % de P205.

Ante las leyes promisorias registradas en los distintos niveles de esta sección, el Plan propuso, entre otras tareas, realizar un muestreo más detallado para determinar la importancia de estas manifestaciones. Estos trabajos fueron llevados a cabo por Fabricaciones Militares.

AREA MINA DE HIERRO " 9 DE OCTUBRE "

Se encuentra ubicada en línea recta a unos 20 Km al NE de la ciudad de San Salvador de Jujuy, en el faldeo occidental de la sierra de Zapla.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1134.-



Inmediatamente al E de la mina citada se llevaron a cabo trabajos preliminares de prospección que afectan a la parte superior de la Formación Centinela.

Debido a que en esta área la cobertura vegetal sólo permite la observación de los bancos cuarcíticos tenaces que forman resaltos en el terreno, pero generalmente de escaso contenido de llingulas, dejando cubiertas anchas zonas entre los mismos, se determinó practicar labores tipo trincheras, para tener así la oportunidad de observar estas partes al descubierto.

Para hacer factible el acceso al área estudiada fué necesaria la apertura a machete de aproximadamente 4 Km de sendas. El laboreo realizado consistió de 7 labores que requirieron efectuar una remoción de 120 m³ de cobertura.

El área abierta a la observación presenta en general niveles de areniscas finas de color blanco amarillento a blanco verdoso que alojan esporádicamente niveles con llingulas, generalmente en sus planos de estratificación.

Lo más interesante de la exploración preliminar resultó el hallazgo de un banco más blando que los circundantes, ubicado en la parte media de la Formación Centinela. Este nivel tiene espesores variables entre 0.20 m a 0.32 m con una corrida reconocida de 600 m y se caracteriza por la presencia de abundante resto de llingula en su mayoría en estado fragmentario, aglutinados por material limo-arcilloso de color pardo rojizo que le confiere al nivel un aspecto distintivo. Las leyes en P205 variaron desde 1.1. % a 5.9 %. Además del mencionado se hallaron otros niveles anómalos aunque de menor potencia y ley.

Otras observaciones fueron efectuadas dentro de la mina "9 de Octubre", en el nivel -275-. Allí se constató una faja de 8,5 m de ancho con restos de llingulas, teniendo su parte central un sector más concentrado de 0.35 m de espesor que arrojó una ley de 5.1 % de P205.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1135.-



Prospección de otras áreas de las provincias de Salta y Jujuy

La prospección de niveles con restos de llingulas no se restringió exclusivamente a las áreas de la sierra de Zapla señaladas, sino que se efectuaron observaciones en afloramientos de la Serie Cuarcítica Ordovícica en las sierras Cresta del Gallo y Centinela (Unchimé y Santa Bárbara) en la provincia de Salta, y en la Puesto Viejo (Jujuy).

En el faldeo occidental de la sierra de Zapla se extendieron las investigaciones hasta cerro Labrado y Corral de Piedra, mientras que en el faldeo oriental se estudió la posibilidad de encarar la prospección en el área del arroyo Garrapatal.

Las observaciones preliminares en las zonas citadas permitieron constatar la existencia de llingulas que, si bien poco abundantes, mostraron su extensa distribución regional.

Estas investigaciones no se prosiguieron ya que ellas, según se menciona más adelante, serán continuadas por técnicos de Fabricaciones Militares.

Extracción de material fosfático para el INTA

El Plan Fosforita con la colaboración de Fabricaciones Militares, en noviembre de 1972, extrajo 9 toneladas de mineral fosfático del área de río Capillas a requerimiento del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria para los ensayos mineralúrgicos y agrotécnicos. El mineral se extrajo de un banco de más de 2 m de potencia constituido por una arenisca de grano mediano de color claro con abundantes restos de llingulas triturados, los cuales le confieren al nivel un aspecto bandeado. En su parte central existe un horizonte lenticular con una potencia máxima de 0.15 m, el cual se halla formado casi enteramente por llingulas.

El material extraído de acuerdo con su ley, fue dividido en dos categorías: de primera, con leyes de 12,0 a 15,0 % de P₂O₅ y de segunda, con leyes de 8,0 a 11,0 % de P₂O₅.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

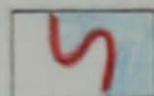
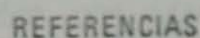
Subsecretaría de Minería

1/36.-



Transferencia a la Dirección General de Fabricaciones Militares

Debido a que la manifestación fosfática descubierta se halla dentro del área de reserva N° 35 del Plan NOA-1, dependiente de Fabricaciones Militares, el Plan Fosforita dió a conocer a aquella Repartición los hallazgos efectuados en la sierra de Zapla, para que continúe con los trabajos ya iniciados. Al mismo tiempo el Plan Fosforita interiorizó a personal técnico de Fabricaciones Militares acerca de los métodos y procedimientos empleados en la prospección de rocas fosfáticas.



Límite aproximado de la cuenca.



Sección estratigráfica n.º 5.

Escala 1:2.500.000



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1137.-



3.- PROSPECCION ORIENTATIVA EN LA CUENCA NEO-CRETACICA-EO-TERCIARIO DEL NOROESTE ARGENTINO.

Esta cuenca de sedimentación de edad neo-cretácica - eoter-ciaria se extiende en el NO argentino, dentro de la zona comprendida entre los paralelos 22° al norte y 26°30' al sur y entre los meridianos 62° y 66°30' continuándose hacia el norte en territorios de Bolivia y Perú. (ver figura 6).

Estratigráficamente, en esta cuenca se depositó un conjunto de estratos denominado Grupo Salta, que se apoya en forma discordante sobre diferentes términos del Paleozoico y en algunas partes sobre rocas Precámbricas.

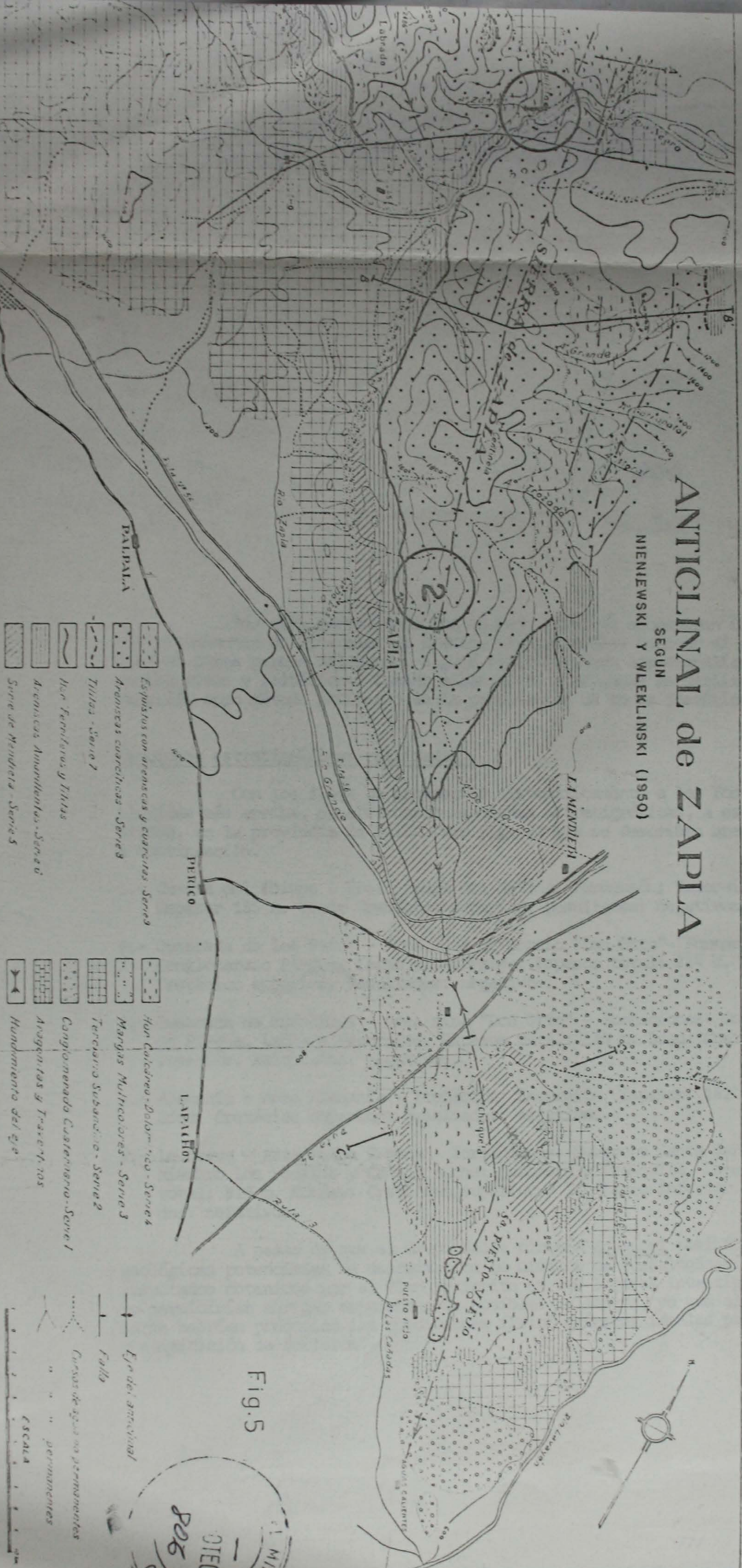
El Grupo Salta, objeto de estudio por el Plan, está integrado, de abajo hacia arriba por la Formación Pirgua y los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. El primero de ellos comprende a las Formaciones Lecho, Yacoraite y Olmedo (ex Calcáreo Dolomítico), mientras que el segundo está integrado por las Formaciones Mealla, Maiz Gordo y Lumbrena (ex Margas Multicolores).

El Plan Fosforita emprendió la prospección orientativa de rocas fosfáticas en el Grupo Salta, con especial atención a la Formación Yacoraite. Esta última se caracteriza por potentes bancos de calcáreos dolomíticos en parteoolíticos, con abundantes restos de algas fósiles (Pucalithus), a veces interestratificados con niveles lutíticos. Hacia la parte basal se hace más arenosa (F. Lecho) mientras que, lateralmente, en la parte más profunda de la cuenca sólo observable en el subsuelo pasa a lutitas negras (Formación Olmedo).

Las sedimentitas de la Formación Yacoraite caracterizan un ambiente de plataforma litoral estuárica con aguas cálidas en una cuenca de aguas pandas, que exhibía posibilidades potenciales de contener anomalías fosfáticas.

ANTICLINAL de ZAPLA

SEGUN NIENIEWSKI Y WLEKLINSKI (1950)



- | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| | Espusius con arenaceas y cuarcitas - Series 9 | | Horn Calcereous Dolomite - Series 4 |
| | Arenaceous conchoidal - Series 8 | | Margas Multicolored - Series 3 |
| | Tuffs - Series 7 | | Tertiary Sedimentary - Series 2 |
| | Horn Feruliferous y Tuffs | | Conglomerado Cretaceous - Series 1 |
| | Arenaceous Amorphous - Series 6 | | Argillites y Trachytes |
| | Serie de Mandata - Series 5 | | Falla |
| | | | Cursos de agua permanentes |
| | | | Cursos de agua efimeros |
| | | | Eje del anticlinal |
| | | | Falla |
| | | | Cursos de agua permanentes |
| | | | Cursos de agua efimeros |

ESCALA

Fig. 5

Fig. 5. — Mapa geológico de la Sierra de Zapla

- 1 Sección Río Capillas
- 2 Area de Laboreo en "Mina 9 de Octubre"



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/38.-



Por otra parte, dado que en este Grupo se encuentran importantes yacimientos de minerales de uranio, era primordial conocer si existía, como en otras partes del mundo, alguna relación entre las anomalías radioactivas y fosfáticas. Cuando ellas están vinculadas se utilizan esta relación como método indirecto en la prospección de rocas fosfáticas.

Secciones estratigráficas realizadas .

Con los fines de prospectar sistemáticamente a las Formaciones aludidas más arriba, se efectuaron secciones estratigráficas, a escala 1:2000, en la provincia de Salta (ver fig. 6) que se describen brevemente a continuación.

- 1.- Cuesta del Obispo - área Piedra del Molino. Formación: Yacoraite. Espesor 155 m. Edad: Cretácico superior. Resultados: negativos.
- 2.- Quebrada de los Patos - Area mina de uranio "Don Otto"- Formaciones: Conglomerado Pirgua, Lecho y Yacoraite. Espesor total: 214 m. Edad: Cretácico superior. Resultados: negativos.
- 3.- Quebrada de Sunchales - Area mina "Don Otto" - Formaciones: Conglomerado Pirgua, Lecho y Yacoraite. Espesor total: 185 m. Edad: Cretácico superior. Resultados: negativos.
- 4.- Alemania - Area Alemania - Formación: Yacoraite. Espesor: 182 m. Edad: Cretácico superior. Resultados: negativos.
- 5.- La cueva - Area Pampa Grande - Formaciones: Subgrupo Santa Barbara-Miembro Los Pocitos y Cañada Ancha; Lumbrena y Tranquita. Espesor total: 818 m. Edades: Cretácico superior y Terciario inferior. Resultados: negativos.

A pesar de que el Grupo Salta ofrecía a priori posibilidades geológicas potenciales de depositación de niveles de fosfatogénesis, los resultados obtenidos por el Plan Fosforita en los lugares investigados, no permitirían abrigar esperanzas de posibles hallazgos, ya que al parecer no se habrían producido las condiciones físico-químicas ideales para la precipitación de fosfatos.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1139.-



Las únicas anomalías registradas, sin ningún valor económico, consisten en pequeñas acumulaciones de restos de peces que se intercalan en los planos de estratificación de los calcáreos de la Formación Yacorai te, las cuales poseen escasos milímetros de potencia y arrojaron leves anomalías de P205, especialmente, en el área del Distrito Uranífero aleda ño a la mina "Don Otto".

Estos resultados poco promisorios indujeron el Plan Fosforita a suspender transitoriamente la prospección en esta cuenca de sedimenta- ción, con el fin de acelerar los trabajos en otras que, de inmediato, ofrecieron mejores perspectivas.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/40.-



4.- TRABAJOS REALIZADOS EN LA CUENCA MARINA PALEOZOICA DE LA PRECORDILLERA DE LA RIOJA, SAN JUAN Y MENDOZA.

La provincia geológica Precordillera se extiende desde el sur de la provincia de La Rioja, pasando por San Juan, hasta el norte de la provincia de Mendoza, en una faja de tendido meridional comprendida entre los paralelos 29° y 33° . Su ancho varía aproximadamente de 10 Km a 40 Km a ambos lados del meridiano 69° , cubriendo una superficie aproximada de 26.580 Km².

Esta cuenca de sedimentación así delimitada corresponde a un antiguo geosinclinal de edad paleozoica cuyo zócalo está constituido por rocas Precámbricas correspondientes al ambiente de Sierras Pampeanas. Sobre ese substratum hace irrupción, desde el oeste, el mar Paleozoico depositando en las facies proximales-miogeosinclinal-potentes cuerpos calcáreos conocidos como Formación San Juan y en las facies distales -eugeo-sinclinal- espesos paquetes de lutitas negras denominados Formación Yerba Loca. Esta última aloja una estrecha faja de ofiolitas del magmatismo simaico (lavas submarinas) que se extiende desde Cuesta del Viento hasta Calingasta. La Formación San Juan tiene un espesor, en algunas regiones, de hasta 3.000 m y se compone por calizas gris claras a blanquecinas asociadas frecuentemente con niveles de pedernal, que caracterizan un mar de aguas templadas a frías, cuyas condiciones perduran desde el Cámbrico inferior hasta el Llandeilliano inferior. Estas calizas son objeto de explotaciones para caleras.

A continuación, se depositan en concordancia sobre las calizas de la F. San Juan, lutitas negras con abundante fauna de Graptolites que integran las denominadas Formaciones Los Azules (San Juan), Gualcamayo (La Rioja) y Empozada (Mendoza) y sincrónicas. Esta sedimentación pelítica comprende el Llandeilliano superior y Caradociano. En la región de Guandacol (La Rioja) se depositan sobre ella potentes conglomerados (Conglomerado Las Vacas) que indican la presencia de movimientos tectónicos (Fase Guandacol) en el Ordovícico superior. El conjunto de Formaciones citadas corresponde en el esquema de evolución geosinclinal a la etapa de Vacuidad de algunos autores.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

//41.-



La sedimentación Ordovícica es interrumpida, finalmente, por los importantes movimientos Tectónicos que exponen a la erosión a la sedimentitas de esa edad, instaurándose seguidamente la ingresión del ciclo Siluro-devónico, caracterizado por un típico régimen de "flysch". Los movimientos Tectónicos están registrados por una discordancia de carácter angular leve pero de gran extensión regional entre estratos Silúricos y Ordovícicos, estos últimos eliminados progresivamente de norte a sur.

El ciclo Siluro-devónico se caracteriza por una fuerte ritmicidad en sus estratos entre los que predominan lutitas gris verdosas, ortocuarcitas y areniscas líticas en facies de aguas más cálidas y más profundas que la de la Formación San Juan. En este ciclo se distinguen en orden ascendente las Formaciones siguientes: La Chilca, de naturaleza arenosa; Los Espejos y Talacasto, de composición litológica similar, constituida mayormente por lutitas gris verdosas y areniscas y, por último, la Formación Punta Negra, integrada por ritmitas en casi su totalidad con espesores de hasta 3.000 m.

Estos sedimentos, conjuntamente con los del Ordovícico, son afectados intensamente por los movimientos tectónicos Precordilleranos, instaurándose a continuación sedimentos molásicos de facies marina y continental de edad carbónico-pérmica, constituidos por las Formaciones Volcán, de ambiente mixto y Panacán (continental) y sus sincrónicas.

Por último, sobreviene en el Triásico la sedimentación neomolásica que incluye Formaciones netamente continentales tales como Cerro Morado, Vallecito y Cauquenes (Grupo Río Huaco).

Los sedimentos Paleozoicos referidos fueron posteriormente afectados por la orogenia andina que produjo plegamientos, fallamientos e imbricaciones, configurando una estructura geológica bastante compleja si se suman a ella los efectos diastróficos de los movimientos anteriores.

Tareas efectuadas

La presencia en esta cuenca de sedimentación de la secuencia



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1142.-



típica que acompaña a la mayoría de los yacimientos fosfáticos del mundo, tales como calizas, pedernal, lutitas, etc., indujeron al entonces Director del Plan Fosforita, Dr. Armando F. Leanza, a iniciar en el año 1974 el reconocimiento previo de este ambiente mediante una serie de itinerarios geológicos que dieron lugar al descubrimiento de un nivel de fosfato génesis Paleozoico, es decir, de edad mucho más antigua que el de la cuenca Neuquina-Sudmendocina.

Los itinerarios efectuados y sus resultados, cuya ubicación puede visualizarse en la fig. 7, se enumeran a continuación:

- 1.- Las Lajitas, 12 Km al NO de Jáchal. Formaciones: Los Espejos y Talacasto. Edad: Siluro-devónico. Resultados: esporádicos niveles de 0.01 a 0.02 m de potencia con 4,6 % de P205 en la Formación Los Espejos.
- 2.- Cantera "El Refugio", área Jáchal. Formaciones: Los Espejos, Talacasto y Punta Negra. Edad: siluro-devónico. Resultados: negativos.
- 3.- Cerro El Puerte, 14 Km al SO de Jáchal. Formaciones: San Juan y Los Azules. Edad: Llanvirniano y Llandeillano. Resultados: negativos.
- 4.- Quebrada de Huaco, camino de Jáchal a Huaco. Formaciones: San Juan, Volcán Panacán, Ojo de Agua, Cauquenes, Cerro Morado y El Corral. Edades: Ordovícico-Carbónico-Pérmico-Triásico y Terciario. Resultados: negativos.
- 5.- Los Blanquitos, 9 Km al SO de Jáchal. Formaciones: Las Chilca, Los Espejos y Talacasto. Edad: siluro-devónico. Resultados: un nivel lenticular de 0.02 m con 3,5 % de P205 en la Formación Los Espejos.
- 6.- Camino de Jáchal a Rodeo. Formaciones: Los Espejos, Talacasto y Yerba Loca. Resultados: concreciones de 0.05 m de diámetro con 5,0 % de P205 en la F. Talacasto.
- 7.- Cerro La Chilca, 17 Km al O de Tucunucu. Formaciones: San Juan, Los Azules, La Chilca, Los Espejos y Talacasto. Edad: Ordovícico a Devónico. Resultados: anomalías de 0.10 m de potencia con 3,4 % de P205 en la Formación Los Espejos. En la Formación Talacasto un nivel de 0.40 m con 1,2 % de P205.



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería

1143.-



- 8.- Quebrada de Talacasto. Formaciones: San Juan, Los Espejos, Talacasto y Punta Negra. Edades: Ordovícico a Devónico. Resultados: se registraron fuertes anomalías en las Formaciones Los Espejos y Talacasto.
- 9.- Quebrada de Alaya, 16 Km al SO de Guandacol (La Rioja). Formaciones: San Juan, Gualcamayo, Las Vacas, Las Plantas y Panacan. Edades: Ordovícico-Carbónico. Resultados: negativos.
- 10.- Huerta de Huachi, 12 Km al NO de Villa Mercedes. Formación: Volcán. Edad: Carbónico. Resultados: leves anomalías en las concreciones calcáreas incluidas en la F. Volcán.
- 11.- Ruta 20, desde C° Blanco a Tambolar. Formaciones: San Juan, Tambolar, Talacasto, Punta Negra y Jejenes. Edades: Ordovícico a Carbónico. Resultados: se halló en el Silúrico, en la Formación Tambolar, dos niveles. El nivel inferior, en el contacto Ordovícico-Silúrico, tiene una potencia de 0.20 m con ley del 4,8 % de P205. El nivel superior, sobre las areniscas medias de la Formación Tambolar, consiste en concreciones de hasta 0.25 m de diámetro con leyes de hasta 4,8 % de P205.
- 12.- La Rinconada, área Sierra de Zonda. Formaciones: San Juan y Rinconada. Edad: Ordovícico-Devónico. Resultados: negativos.
- 13.- Sierra de Villicúm, faldeo occidental. Formación: San Juan. Edad: Cambro-ordovícico. Resultados: negativos.
- 14.- Cerro Pedernal, 35 Km al SO de Media Agua. Formaciones: San Juan y Jejenes. Edad: Ordovícico-Carbónico. Resultados: negativos.

A medida que se desarrollaban los itinerarios geológicos orientativos, comenzaron a vislumbrarse débiles pero persistentes anomalías en casi todas las áreas recorridas entre el río Jáchal y el río San Juan, en el ciclo Siluro-devónico inferior, lo que llevó a la intensificación de las observaciones que culminaron con el hallazgo de rocas fosfáticas marinas en el área de la quebrada de Talacasto.



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1144.-



Las anomalías fosfáticas fueron delimitadas en virtud de esos trabajos preferentemente en las Formaciones Los Espejos y Talacasto, aunque con más frecuencia y mayor intensidad en la primera. Por tal causa, el Plan Fosforita demarcó, como primera etapa, una faja de interés, comprendida entre la localidad de Jáchal y el Río San Juan, que abarca el intervalo estratigráfico entre las Formaciones San Juan y Punta Negra.

En esta faja así delimitada se realizaron 4 secciones estratigráficas, a escala 1:2000, cuyas ubicaciones pueden visualizarse en la fig. 7 y que brevemente se enumeran a continuación:

- 1.- Refugio Los Gauchos, área Qda. de Talacasto. Formaciones: Los Espejos y Talacasto. Espesor total: 761 m. Edades: Silúrico a Devónico inferior. Resultados: en la base de la F. Los Espejos, nivel I con 0,16 m de potencia y 12,5 % de P205. En la F. Talacasto nivel II, 0.30 m y 2,3 %; nivel III, 0.20 m y 3,6 % y nivel IV, 0.10 m y 5,1 % de P205.
- 2.- Quebrada de Paulette - área 8 Km norte Qda. Talacasto. Formaciones: Los Espejos y Talacasto, Espesor total: 765 m. Edades: Silúrico a Devónico inferior. Resultados: un nivel de 0.10 m y 3,6 % de P205 en la base de la F. Los Espejos.
- 3.- Quebrada de Paulette - área 7 Km sur Qda. Talacasto. Formaciones: Conglomerado Basal Silúrico, Los Espejos y Talacasto. Espesor total: 645 m. Edades: Silúrico a Devónico inferior. Resultados: un nivel de 0.45 m con ley de 7,2 % de P205 en la base de la Formación Los Espejos.
- 4.- Los Pozos - área 8 Km sur cantera El Refugio (Jáchal). Formaciones: La Chilca, Los Espejos, Talacasto y Punta Negra. Espesor total: 2.720 m. Edades: Silúrico a Devónico. Resultados: Débiles anomalías en concreciones en el miembro superior de F. Talacasto.

Posición estratigráfica y estructural de las anomalías

Las secciones mencionadas precedentemente permitieron conocer en detalle la posición estratigráfica y el comportamiento litofacial de



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/45.-



las anomalías fosfáticas descubiertas a ambos lados de la quebrada de Talacasto. Por otra parte se conoció también en detalle mediante la última sección el área aledaña a Jáchal, o sea la prolongación norte de la faja considerada de interés ya mencionada.

El nivel anómalo más importante (Nivel I) se encuentra situado en la base de la Formación Los Espejos, inmediatamente por encima del Conglomerado Basal del Silúrico ó, en ausencia de este, sobre ortocuarcitas apoyadas, a su vez, en pseudoconcordancia sobre la Formación San Juan.

Los niveles anómalos situados en la Formación Talacasto ofrecen leyes bajas y resultan, por el momento, de relativo interés.

La correlación entre las áreas de Talacasto y Jáchal permitió inferir que las anomalías tienden a decrecer apreciablemente hacia el norte. Por el momento, queda demarcada un área de interés de 15 Km de longitud en cuyo centro se encuentra la quebrada de Talacasto, con tendencia del nivel inferior a aumentar en potencia en dirección sur. Actualmente, se está llevando a cabo la prospección en el tramo restante hasta el río San Juan.

Estructuralmente, el nivel inferior posee un rumbo dominante N-S, con valores de inclinación intensos de 50° a 65° hacia el oeste. Los niveles superiores, si bien mantienen el mismo rumbo, acusan buzamientos más suaves de 11° a 35° al oeste.

Características físicas de la anomalía

El nivel anómalo inferior ha sido estudiado por el momento hasta 8 Km a ambos lados de la quebrada de Talacasto, es decir, en un tramo de aproximadamente 15 Km. Sus potencias varían entre 0.10 m a 0.45 m y sus leyes oscilan entre 3,6 % a 12,5 % de P205.

Petrográficamente, las rocas portadoras de fosfatos fueron clasificadas, mediante examen por cortes delgados, como arenitas cuarzosas con cemento de colofano, cuya descripción, la de una muestra típica, se describe a continuación:



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/46.-



Roca con textura clástica abierta predominando la fracción arena fina con buena selección, la matrix es escasa y el cemento compone hasta un 20 % de la roca. Entre los componentes monocristalinos (75 %) se distinguen cuarzo, calcedonia, dolomita, siderita, calcita, pirita y como accesorios epidoto, zircón y biotita desferrizada a los que se suman componentes líticos (10 %) como fragmentos de metacuarcitas y pasta volcánica muy silicificada. La matrix (5 %) es arcillosa y se halla íntimamente asociada al cemento, que está constituido por collofano.

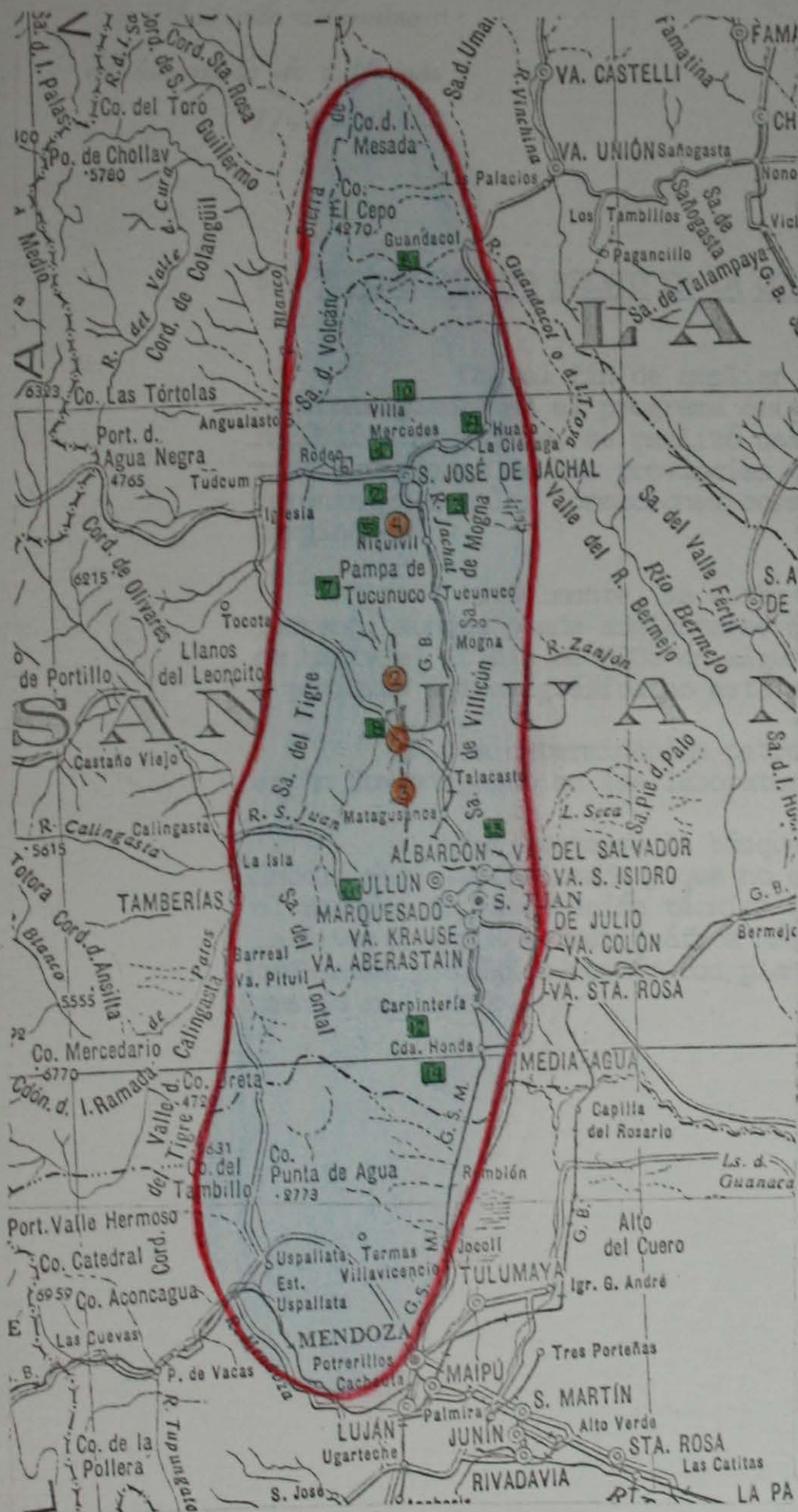
La distribución del cemento es muy irregular, encontrándose sectores de la roca en el que forma una fina capa que rodea a los clastos, y, en otros, constituye el principal componente de la roca. Se observan algunos nódulos de collofano, cuyos bordes se presentan muy difusos. Asociado al cemento collofánico se encuentra abundante hematita en agregados y venillas irregulares.

Estos hallazgos, si bien escapan a la posibilidad de efectuarle consideraciones de índole económica, en el estado actual de la prospección, revisten gran importancia por cuanto, además de ser la primera cita de verdaderas fosforitas en la Precordillera de San Juan, ayudan así a la orientación de la futura búsqueda de esas rocas en ese ámbito y su prolongación en las provincias de La Rioja y Mendoza.

Actualmente, se continúa la investigación del nivel de fosfato génesis ya mencionado, a lo largo de su corrida visible, con la finalidad de hallar eventuales depósitos económicos.

Al mismo tiempo, se prosiguen las tareas de prospección de fosfato en forma integral en la Precordillera de San Juan afectando en detalle a todas las Formaciones marinas, con especial énfasis a sus cambios faciales laterales, espesores y ambiente de deposición de los sedimentos.

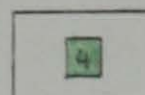
SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO
PLAN FOSFORITA
Cuenca Marina Paleozoica de la Precordillera
(Provincias de La Rioja, San Juan y Mendoza)



REFERENCIAS



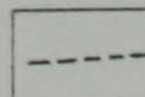
Límite aproximado de la cuenca.



Itinerario geológico n. 4.



Sección estratigráfica n. 3.



Nivel de fosfatogénesis.

Escala 1:2,500,000



Ministerio de Economía

Secretaría de Estado de Recursos Naturales

y Ambiente Humano

Subsecretaría de Minería

1/47.-



5.- RECONOCIMIENTO PREVIO EN LA COSTA ATLANTICA PATAGONICA

Con el fin de ampliar las posibilidades de áreas futuras aún no contempladas en el programa original de prospección de fosfatos en la República Argentina, se realizó una inspección en parte de la costa atlántica patagónica de las provincias de Río Negro y Chubut, examinándose preferentemente a las Formaciones correspondientes a intrusiones marinas marginales.

Actualmente, se están elaborando los datos obtenidos en el terreno, aunque puede adelantarse que se han hallado interesantes indicios de hasta el 10,0 % de P₂O₅ en algunas concreciones saltuarias cuyo origen y posición estratigráfica no está aún bien dilucidado.

La determinación petrográfica y naturaleza de la anomalía se están investigando en los laboratorios de la Repartición.

Por tratarse la búsqueda de fosfatos de una prospección de índole muy especializada y que no es conveniente derivar, en la medida que el aumento de la dotación técnica del Plan lo permita, se continuará con la investigación estratigráfica más detallada para resolver los nuevos problemas geológico-económicos planteados a la luz del reconocimiento previo realizado.



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano*

Subsecretaría de Minería



Equipo Actual del Plan Fosforita

Geólogo OTTO O. MASTANDREA

Doctor HECTOR A. LEANZA

Licenc. CARLOS A. HUGO

Técnico MANUEL LORENZO



Ministerio de Economía

*Secretaría de Estado de Recursos Naturales
y Ambiente Humano
Subsecretaría de Minería*



Colaboraron en :

Análisis Químico : Dr. Salvador FERRARO
Dr. Alfredo SANGUINETTI
Sra. Elena A. de BERON

Petrografía: Lic. Alicia S. de LEVERATTO