

Esquistos bituminosos en Escocia

(PÁRRAFOS DE UN INFORME)

LOS yacimientos de esquistos bituminosos son sumamente frecuentes en muchos países del mundo, y ellos existen en grandes cantidades en Inglaterra (Dorsetshire, Norfolk, Kent, Sussex, Oxfordshire, Berkshire, Cambridgeshire, Essex, Lincolnshire, Yorkshire y varias otras provincias); en Escocia, en Irlanda, Bulgaria, Estonia, Rusia, Francia, Alemania, Italia, Yugoslavia, España, Suecia, Suiza; en Asia (Persia, Arabia, China, Japón, Siria); en Africa (Marruecos); en Canadá (British Columbia, New Brunswick, Albertcounty, North-West territories, Nueva Escocia, Picton Co., Ontario, Quebec, Saskatchewan); en Terranova; en Estados Unidos (depósitos de Colorado y Utah, depósitos de Wyoming, Montana, Nevada, y de las orillas del río Mississippi); en Brasil, Chile, Uruguay, Argentina; en Australia (New South Wales, Kingsland); en Tasmania, en Nueva Zelanda. Sin embargo, muy pocos de estos yacimientos son explotados, y la producción en el año 1921, de estos esquistos, en toneladas, fué la siguiente:

	Tons.
Gran Bretaña	1.968,895
Australia.....	33,357
Austria.....	1,141
Estonia	93,157
Francia	46,300
Italia	4,782
Rusia.....	18,700
Estados Unidos	2,062

o sea, se observa que para hacer explotables estos esquistos es necesario que ellos se presenten en condiciones sumamente favorables.

En Escocia, la historia de la explotación de los esquistos bituminosos empieza con los descubrimientos del Señor James Young, quien primero destila ciertos tipos de carbones, llamados Boghead, y cuando éstos se agotan, en el año 1851, empieza a destilar esquistos bituminosos. Sin embargo, la historia de esta industria registra una serie de quiebras y de dificultades de todo género, y en los primeros años de competencia del petróleo, explotado intensamente en Estados Unidos, en 1867, la

industria sólo deja pérdidas y, en general, lleva una vida lánguida y en muchas ocasiones pasa por largos períodos sin dar dividendos de ningún género.

Actualmente, como ya decía, las cinco compañías escocesas de esquistos bituminosos han sido amalgamadas y están unidas con los intereses de la Anglo-Persian Oil Co. Ltd. Esta última Compañía, que, como se sabe, es sumamente poderosa y tiene sus yacimientos principalmente en Persia, ha hecho un contrato en virtud del cual le compra a la nueva compañía (Scottish Oil Ltd.) todo el aceite bruto que pueda refinar en sus usinas a toda capacidad.

Los yacimientos escoceses en actual explotación se encuentran en una sección del país que está más o menos 17 kilómetros al Este de Edimburgo, y tienen una forma bastante irregular, que queda comprendida en un rectángulo de 10 kms. de ancho y 23 de largo, y que sale desde Dalmany y Albercorn, en el First of Forth, en dirección Sur-Sur-oeste.

En esta región, los más importantes centros industriales, son: Broxburn, Uphall, East Calder, Mid Calder, West Calder y Addiewell.

La composición y el espesor de los mantos de esquistos bituminosos varían con la profundidad de estos y con las características de cada manto. Sin embargo, se observa que los mismos mantos presentan semejanza de espesor, aun cuando no siempre de composición; pues, en general, mientras más próximos están a la superficie, más ricos son en aceite y dan menos rendimiento en ázoe. Así, por ejemplo, el manto llamado Fells Shale tiene un espesor medio que varía entre 4 pies y 4 pies 8 pulgadas; el Broxburn Shale fluctúa entre 4 pies 6 pulg. y 6 pies; el Champfleury Shale 6 pies 6 pulg.; el Dunnet Shale, cuya

explotación visité en Westwood Pit, fluctúa entre 8 pies y 11 pies; el Camp Shale entre 6 pies 6 pulgadas y 9 pies, y el Pumpherton Shale entre 4 pies 3 pulg. y 8 pies.

En Broxburn, una serie de análisis da los siguientes resultados para el rendimiento de aceite bruto, en galones, por tonelada, para las siguientes profundidades: Cerca de la superficie, 31,8 galones por tonelada; a 438 pies, 30,7; a 912 pies, 25,8; a 1,077 pies, 17,3; a mayor profundidad 13,5. Sin embargo, en otros mantos, como el que yo visité, no se nota este decrecimiento, y en este manto, que tiene en su mayor parte un espesor muy uniforme de 9 pies, el rendimiento próximo a la superficie era de 21,63 galones de aceite bruto, y 39,26 libras de sulfato de amonio, y a las mayores profundidades era casi el mismo, pues alcanzaba a 21,10 galones por tonelada y a 39,25 libras de sulfato de amonio.

En la explotación de las minas se usan simultáneamente los métodos de Stoop and Room (piezas y plataformas) y de Longwall (largo frente), manifestándose una marcada preferencia para el primero y utilizándose el último sólo ocasionalmente y en mantos de gran espesor. Seguramente, esta preferencia se debe a la gran inclinación de los mantos y a la mucha facilidad con que se levanta el piso una vez que se han extraído los esquistos. La profundidad de los mantos varía mucho: por ejemplo, en la mina que yo visité, la explotación estaba entre 600 y 800 pies; pero en otras, como la Dudingston, esta explotación no pasa de 400 pies, y otras veces llega a mucho mayor profundidad.

En todo caso, la extracción de los esquistos es bastante onerosa, pues exige todo un trabajo de mina y una enmaderación prolija y robusta.

Una vez que los esquistos han sido extraídos, se les lleva a la primera destilación, para la que se usa una serie de tipos de retortas, entre las que puedo mencionar la de Youngs y Fife, Creighton, la Broxburn, Pumpherston y muchas otras.

Durante mi visita, me entretuve en oír discutir al Ingeniero Caldwell con el administrador de una planta en que había retortas del tipo Henderson. El Sr. Caldwell sostenía que el mejor tipo de retortas era el de Young, y el administrador que era el de Henderson, y discu-

rían acaloradamente. Por su parte, el constructor de retortas que conocí en Glasgow, sostenía que no había mejor retorta que la Pumpherston. En este asunto influyen muchos factores, pues con los tipos de retortas varían los rendimientos definitivos obtenidos e influyen considerablemente también el consumo de combustibles y el gasto en respuestos. Como ejemplo de la influencia de los tipos de retortas, incluyo el siguiente cuadro de experiencias efectuadas con los mismos esquistos, en épocas simultáneas.

	Retorta rectangular (Broxburn)	Retorta circular (Pumpherston)		
Rendimiento (aceite bruto por ton. de esquisto	33,08 gals.	32,50 gals.		
Rendimiento de sulfato de amonio por ton. de esquisto.....	33,48 libras	34,93 libras		
<i>Aceite bruto:</i>				
Peso específico.....	0.878	0.8775		
Temperatura de liquefacción ...	91° F.	93° F.		
Pérdida en la 1.ª destilación y tratamiento	15,56%	15,61%		
<i>Productos refinados:</i>	Por ciento	Peso esp.	Por ciento	Peso esp.
Naphta	3.55	0.751	1.77	0.751
Burning oil.....	26.02	0.802	25.10	0.801
0.835 oil.....	0.30	0.836	0.42	0.835
Gas oil	9.87	0.849	10.38	0.848
Cleaning oil.....	6.93	0.876	7.62	0.873
Lubricating oil.....	9.17	0.890	9.23	0.891
Crude Solid paraffin	13.67	Punto de fusión 116,2°F.	15.18	Pto. de fusión 115,8°F.
Residuum	2.96		3.00	
Total	72,47		72,70	

NOTA: He conservado la denominación inglesa para estos productos, pues más adelante daré, de acuerdo con esta denominación, una descripción detallada de cada uno de ellos.

En este primer tratamiento en retortas y aparatos adyacentes se obtienen 4 productos, a saber:

Líquido amoniacal, que se transforma en sulfato de amoníaco; Nafta, que después de tratada y destilada da combustibles líquidos para motores; aceite bruto o crudo; y Residuo o escoria de los esquistos, que se deposita en grandes montones, próximos a cada planta de elaborar.

En seguida viene la refinación, en la cual se buscan 3 objetos principales:

1.º Separar la mezcla de hidrocarburos que los forman, en productos que tengan el mayor valor comercial posible;

2.º Eliminar de estos productos todas sus impurezas; y

3.º Separar la cera (Wax) de los aceites líquidos en que ella está disuelta.

El primer objetivo se obtiene por calentamiento progresivo del aceite bruto, lo que hace que se vayan gasificando separadamente los distintos líquidos que en él están mezclados y que quedan separados, en consecuencia, según su punto de fusión; para obtener el segundo objetivo, se someten estos productos a una purificación, por medio de lavado con productos químicos (ácido sulfúrico, soda caústica); y el último objetivo se obtiene por enfriamiento de los aceites, por medio de aire en primer término, y, en seguida por expansión de líquidos amoniacales y el paso de los líquidos así obtenidos al través de grandes filtros y prensas hidráulicas, que retienen la cera, la que, a su vez, es sometida a descoloración por negro animal, eponita, norita y purita, tal como se usa en el refinado de azúcar y otras sustancias similares. En estos últimos años se ha usado mucho la «floridina», que es una tierra de infusorios que se encuentra en Florida (Estados Unidos).

No creo necesario entrar en mayores detalles sobre esta refinación, pues ella está ampliamente descrita en los libros a que ya me he referido. En todo caso, acompaño un esquema de todos estos procesos, los que debo decir que en Escocia se aplican, aun en pequeña escala, con utilidades aceptables, o sea, que para el caso de una instalación en Chile no constituirá un obstáculo el hecho de ser aplicable sólo en plantas de gran capacidad.

Copio a continuación la definición de los distintos productos que se obtienen en estas destilaciones, cuyas denominaciones he preferido conservar en inglés, pues observo que la terminología francesa no coincide ni con la inglesa ni con la norte-americana, ni con la alemana, y algunos libros que tratan estas materias dan una verdadera clave, la que en este caso no es útil copiar, pues me refiero sólo a la industria inglesa.

Spirit and Naphtha.—Se obtienen varios espíritus, tales como «spirit» o petróleo, para automóviles, ómnibus y vehículos comerciales en general; extractos de espíritus, para la extracción del aceite de las semillas y la grasa de los huesos; «naphthas» especialmente solventes, usadas en la manufactura de artículos de goma y materiales impermeables; 0,741 Nafta, para quemarla en las lámparas de seguridad de los mineros; 0,750 Nafta, para usarla en las lámparas de destellos (faros, señales de caminos); y Espíritus Blanco y Solvente: el primero se usa en pintura, etc., y el último para la remoción del naftaleno de los gases de carbón, y en la manufactura de encerados (linoleum). Una calidad especial de Espíritu se emplea en la lavandería para limpiar.

Lamp and Power Oil.—Diferentes clases de aceites para alumbrado (o acei-

tes para quemar) se manufacturan y se venden. «Lamp & Power Oil» se emplea para quemar en lámparas ordinarias de las casas, y también en materias de combustión interna para producir fuerza, tales como los motores de navíos y de los tractores; lámparas que queman continuamente, son muy usadas por los FF. CC. para iluminar, y se prestan especialmente para quemar sin atención de nadie por varios días; el empleo de este aceite en fines domésticos ha sido por muchos años la principal fuente de luz, y este aceite se presta muy especialmente porque da mucha luz y tiene una temperatura de ignición bastante elevada.

Gas Oils and Fuel Oil.—Estos aceites son usados como combustibles líquidos en las manufacturas de gases de aceite, y son consumidos en gran escala para enriquecer el gas de carbón y el gas de agua; y en las compañías de FF. CC. para el alumbrado de sus wagones.

El Fuel Oil se emplea en gran escala, en vez de carbón, para producir vapor en calderas terrestres y marítimas; y, durante la gran guerra, el Almirantazgo suscribió un contrato como combustible para el servicio naval, al cual se adapta admirablemente.

Cleaning Oil.—Este es un aceite muy refinado, usado por las compañías ferroviarias para limpiar sus locomotoras y máquinas; se le emplea también en la confección de grasa para las cajas graseras.

Batching Oil.—Esta calidad de aceite es especialmente adaptada para el hilado del cáñamo, y es muy empleado con este fin en Dundee y Manchester. El aceite y el agua son rociados sobre el cáñamo durante el proceso de hilado, para mantener las fibras blandas e impedir que ellas se quiebren.

Lubricating Oil.—Este aceite es usado

para la lubricación de ejes y de maquinarias, tales como máquinas de coser, bicicletas, etc., y es también muy usado para mezclarlo con otros aceites y en la manufactura de ciertas grasas especiales.

Residuum Oil.—Este aceite tiene un gran consumo en la preparación de grasas pesadas para la lubricación de ejes o de pequeños tornos empleados en las minas de carbón.

Paraffin Wax.—Hay varios grados de refinación en la paraffin wax, clasificados en los puntos de fusión entre 100 y 125° Fahrenheit; y algunas pequeñas cantidades, de punto de fusión más alto, hasta 140° Fahrenheit, son manufacturadas también; las calidades de puntos de fusión bajos se usan para quemarlos en las lámparas de mineros (salvo las lámparas de seguridad) y para hacer fósforos. También en la manufactura de lamparines nocturnos y como un aislante y material a prueba de agua. La cera de alto grado de fusión se emplea en manufactura de velas, siendo en este caso mezclada con una pequeña proporción de estearina o la parte dura de la gordura del cordero.

Sulphate of ammonia.—Este es el más valioso e importante de los fertilizantes; una gran parte fué, en los primeros tiempos, importado a las Indias orientales, para el cultivo de la caña de azúcar, y a Alemania y a otras partes en Europa, para el cultivo de las betarragas; pero los principales mercados en el momento actual son los Estados Unidos y el Japón. Tiene también un gran mercado interno.

Still Coke.—Este sólido residuo del proceso de destilación es vendido como combustible, para usarlo en hornos eléctricos, en manufacturas de aluminio, magnesio y sodio.

Durante el año 1924, los rendimientos medios de una tonelada de esquistos

bituminosos escocés fueron los siguientes:

Rendimiento de Aceite bruto y Nafta bruta: 20,285 galones.

Rendimiento de Sulfato de Amonio: 39,849 libras.

Conviene advertir que alrededor de un 14% de la cantidad teórica de aceite es consumido en calentar los hornos de

destilación o es perdido en los residuos de los esquistos bituminosos; o sea, que en esquistos que dan teóricamente (según análisis de laboratorio) 35% de aceites brutos, sólo se va a obtener un 21% de productos refinados.

Rendimiento de productos refinados en el mismo año 1924:

	Por ton. de Esquistos	Por 100 galones de aceite bruto
Motor Spirit and Naphta	2,079	10.25
Burning Oil	3,334	16.43
Gas and Fuel Oils	7,088	34.94
Lubricating Oils	1,158	5.71
Paraffin Wax 13,736 lib.	1,717	8.46
	15,376	75.79
Still Coke, 3,941 lib.		2.11
		77.90

La composición media de los esquistos bituminosos de Escocia se considera que es la siguiente, según análisis de la-

boratorio hechos en algunos de los más importantes mantos.

	Broxburn Shale			Lower Dunnet Shale	Pumpherston Shale				
	N.º 1	N.º 2	N.º 3		N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5
Aceite bruto									
Rendimiento en galones por tonelada	23.46	25.00	30.11	23.80	17.95	15.86	17.14	23.00	23.14
Peso específico	0.876	0.869	0.870	0.874	0.872	0.866	0.873	0.878	0.875
Punto de li- quefacción	87°F	92°F	93°F	90°F	87°F	85°F	87°F	83°F	85°F
Sulf. de Am- onio (25% de NH ₃) Rend. lib. p. ton...	61.59	53.02	66.01	40.33	64.78	69.35	85.51	84.24	79.55
Análisis apro- ximados	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Humedad . . .	3.51	4.16	3.41	1.96	2.55	2.80	2.46	2.12	1.40
Materias volá- tiles	22.79	17.66	22.95	20.14	20.29	18.70	18.70	23.92	20.40
Carbón fijo . . .	1.76	4.04	3.24	4.64	7.58	4.10	2.84	2.10	6.00
Cenizas	71.94	74.14	70.40	73.26	69.58	74.40	76.00	71.86	72.20
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

	Broxburn Shale			Lower Dunnet Shale	Pumpherston Shale				
	N.º 1	N.º 2	N.º 3		N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	N.º 5
Azúfre en el es- quisto	1.13	1.25	1.02	1.27	0.44	0.49	1.46	1.29	1.45
Nitrógeno en el esquisto	0.70	0.56	0.70	0.56	0.70	0.77	1.00	0.98	0.82
Sulfato de amo- nio 25% de NH ₃) Rend. en lib. por ton. para el cual el nitrógeno es equivalente . .	76.18	60.94	76.18	60.94	76.18	83.79	108.83	106.65	89.24
Porcentaje re- cuperado co- mo sulf. de amonio	80.8	87.00	86.6	66.2	85.00	82.8	78.6	79.00	89.1
Como nitrato . .	80.8	87.00	86.6	66.2	85.00	82.8	78.6	79.00	89.1

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CENIZAS DE LAS MISMAS MUESTRAS

	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Cenizas en el esquistos	71.94	74.14	70.40	73.26	69.58	74.40	76.00	71.86	72.20
<i>Composición</i>									
Sílice	47.87	49.88	53.24	49.58	42.16	51.50	52.02	49.73	53.80
Alúmina	29.80	24.96	32.14	27.98	26.76	26.94	14.69	25.63	18.84
Oxido de hierro	9.20	12.00	9.68	8.96	6.84	5.76	18.23	12.32	17.66
Cal	8.61	5.76	2.21	5.60	13.10	5.46	6.76	5.57	3.70
Magnesia	1.85	2.72	1.84	2.19	10.08	7.32	3.41	2.36	1.81
Anhidrido Sul- fúrico	2.86	3.13	1.49	3.77	1.52	1.54	3.64	3.74	2.43
Acido Clohí- drico	0.31	0.28	traza	....	traza	traza	....	traza	traza
Alcalis . . . . .	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Total	100.50	98.73	100.60	98.08	100.46	98.52	98.75	99.35	98.24

Gran parte de las entradas en la elaboración de los esquistos bituminosos la proporciona el sulfato de amoníaco, y es el perfeccionamiento en la elaboración de este producto lo que permitió a esta industria resurgir, después de su gran

crisis del año 1867, en que empezó la competencia del petróleo de Estados Unidos. Copio a continuación un cuadro en que se indica la situación de recuperación de estos productos en el año 1870 y en el año 1881.

DISTRIBUCIÓN TOTAL DEL NITRÓGENO DE LOS ESQUISTOS BITUMINOSOS EN DISTINTAS CONDICIONES DE TRATAMIENTO EN RETORTAS.

Del total de nitrógeno contenido en los esquistos es obtenido	Retortas de fierro que se empleaban en 1870	Retortas de fierro y ladrillos que se empleaban en 1881
	nit. %	nit. %
Como amoníaco en el agua de destilación, o líquido amoniacal	17.00	74.30
Como brea nitrogenada en aceite bruto	20.40	20.40
Resto en los residuos de los esquistos	62.60	4.90
Pérdida . . . . .	....	0.40
	100.00	100.00

Para obtener esta recuperación de nitrógeno, se emplean retortas de altura considerable, las cuales, alrededor de 11 pies están constituidas por tubos de forma cónica que tienen aproximadamente 2 pies de diámetro, y enseguida viene una parte de ladrillos refractarios que tiene más o menos 18 pies de longitud, 2 pies 4 pulgadas en su parte alta, y 3 pies en su parte baja (Pumpherson Type). La sección de estas retortas varía mucho, y en el tipo Pumpherson es circular; en algunos de los tipos Young, es ovoidé, y en el Henderson es cuadrangular; y es esta sección la que da lugar a mayores discusiones, aun cuando en el tratamiento se está de acuerdo: pues todas las retortas son calentadas exteriormente por ignición de los gases que se producen en la destilación de los esquistos, los que han sido previamente lavados para extraerles sus compuestos nitrogenados y la nafta que ellos arrastraban. Si estos gases son insuficientes, lo que sucede en algunos tipos de esquistos, se usa además gas de agua, producido en gasógenos del tipo Mond, u otros similares, que permitan la recuperación del amoníaco.

Es del caso anotar que, como estas minas de esquistos están inmediatas a otras de carbón, conviene emplear carbón para la producción de estos gases suplementarios. En cada grupo de retortas, que se reúnen en series de 64 a 128, hay una cañería colectora de los gases desprendidos, los que son enfriados y condensados de acuerdo con los procedimientos que explicaremos más adelante en líneas generales.

La gran altura de las retortas tiene por objeto agregar vapor de agua, el que lava los gases amoniacales e impide además una elevación excesiva de temperatura, pues ésta es mantenida en cerca de 270° Fahrenheit en su parte alta,

y 1.300° en su parte baja (temperatura del centro al interior de la retorta).

Es este agregado de vapor de agua, en forma conveniente y prolongada, el que permite la recuperación del nitrógeno en grandes cantidades. En la parte alta, en acero, de las retortas, se hace la destilación propiamente dicha de los esquistos, y es en el largo agregado en ladrillos refractarios en el que se obtiene la recuperación del nitrógeno. Fué este agregado el que, en los alrededores del año 1880, permitió a Young salvar a la industria de una crisis total y definitiva.

Los gases colectados en los tubos correspondientes de las retortas, son enfriados en tubos de fierro galvanizado expuestos al aire, y enseguida en enfriadores de agua, y los líquidos son recogidos en la parte baja de estas retortas y son llevados a estanques, donde por densidad se obtiene la separación de los líquidos amoniacales de los aceites. Además, queda una porción gaseosa que, como ya dije, es debidamente lavada antes de su vuelta a las retortas para su calefacción.

Los líquidos amoniacales son bombeados hasta lo alto de filtros, llamados de amoníaco, donde se les deja caer al través de una serie de bandejas perforadas por pequeños tubos a través de los cuales sube una corriente de vapor de agua. Con el fin de recuperar la pequeña cantidad de sales de amoníaco que no se ha volatilizado en contacto con el vapor de agua, en la parte baja del filtro, o sea en las últimas bandejas, se agrega una lechada de cal, de manera de encontrar el líquido en un punto en el cual mucho del ácido carbónico ha sido desprendido, a impedir así la formación de carbonato de cal, que hace más difícil la liberación del amoníaco. En seguida, se les pasa al «cracker» que es un cilindro vertical

de madera forrado en plomo, donde los gases pasan a través de la brea ácida obtenida en el tratamiento de los aceites crudos con ácido sulfúrico. Es en este «cracker» donde se forma el sulfato de amonio, el que es mantenido en él hasta su total saturación y en seguida es llevado a evaporadores al vacío, donde se obtiene que el sulfato de amonio se precipite en cristales, y las aguas no evaporadas son separadas por medio de aparatos centrífugos hasta obtener la desecación total de estos sulfatos, los que resultan sumamente puros, y por esta causa les fija el Ministerio de Agricultura un precio más elevado que a los otros.

Considero de interés dar también algunos valores relativos del costo de elaboración de los distintos productos, en el año 1924:

<i>Operaciones</i>	Por ciento del costo total
Extracción de minas.....	48.55
Destilación en retortas.....	25.94
Destilación fraccionada y purificación.....	13.87
Producción de sulfato de amonio	11.64
	100.00
<i>Extracción de minas</i>	
Jornales de los mineros	45.48
Gastos generales de trabajo bajo la superficie	13.45
Gastos generales de trabajo encima de la superficie...	8.30
Carbón	6.46
Todas clases de útiles	5.08
Enmaderación	5.63
Derechos.....	5.33
Depreciación y toda clase de gastos generales.....	10.27
	100.00

<i>Tratamiento en retortas</i>	
Jornales	29.91
Toda clase de útiles, incluyendo carbón, para producir gas y vapor	50.49
Depreciación y toda clase de gastos generales	19.60
	100.00

<i>Destilación fraccionada y purificación</i>	
Carbón.....	27.83
Productos químicos.....	15.84
Jornales	23.01
Útiles	6.39
Depreciación y toda clase de gastos generales, incluyendo movilización en la usina	26.93
	100.00

<i>Producción de sulfato de amonio</i>	
Jornales	10.85
Útiles	4.07
Acido sulfúrico.....	56.86
Carbón.....	21.18
Depreciación y toda clase de gastos generales	7.04
	100.00

Dispongo de los últimos balances de estas Compañías; pero, en el deseo de no alargar en extremo este informe, sólo consigno este hecho.

CONCLUSIÓN

De mis estudios sobre esquistos bituminosos y de mi visita a las minas de Escocia, deduzco:

- 1.º Que la Industria de aprovecha-

miento de los esquistos sólo puede subsistir cuando se encuentran mantos de buen espesor y de apreciable riqueza: no menos de 20 a 30 galones de aceite por tonelada de esquisto;

2.º Que en Chile también se podría aprovechar debidamente el sulfato de amonio que se lograra fabricar, pues los principales mercados de este producto están en Japón y Australia;

3.º Que antes de emprender o impulsar cualquier negocio sobre esquistos chilenos, conviene hacer reconocimientos debidamente prolijos, pues aquí en Francia y en Inglaterra se han hecho sondeos detallados y después se ha resuelto, en la gran mayoría de los casos, no explotar grandes yacimientos de esta materia que están inmediatos a los principales centros industriales europeos.