TITULO

SEPIOLITA

AUTORES

Miguel Peralta Sánchez[1] ,Paúl Carrión Mero[2]

[1] Egresado de Minas – I.C.T. 1998.

[2] Director de tesis, Ingeniero Geólogo, Escuela Superior Politécnica del Litoral 1993, Ingeniero de Minas, Universidad Politécnica de Madrid, 1994, Postgrado España, Doctor Ingeniero de Minas, Universidad Politécnica de Madrid, 1997, Profesor de ESPOL desde 1997.

RESUMEN

La presente tesis fue desarrollada en España, en el Yacimiento de Vicálvaro colindante con la ciudad de Madrid, con el auspicio de la Escuela de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), y bajo el convenio de intercambio con la Politécnica del Litoral (ESPOL).

El trabajo tiene como objetivo realizar la cubicación del Bloque de Explotación Victoria III, en base a los datos proporcionados por los sondeos realizados en el mismo bloque y concluir con una evaluación económica.

INTRODUCCIÓN

En septiembre de 1998, la oficina de minas de TOLSA S.A., inició la planificación a largo plazo de la zona Victoria III, ubicado en el yacimiento de Vicálvaro que está siendo explotado desde 1963. Con la autorización del Dr. José Ramón Granda (director de minas) y bajo la supervisión del Ing. Antonio Hurtado, participé en la recopilación y determinación de datos para el mencionado proyecto.

La zona de explotación Victoria III, se ubica al oeste del yacimiento en Vicalvaro, junto a la autovía M-40, y colindante con los bloques Victoria I (explotada) y Tolsadeco (en explotación).

A la oficina de minas llegan los datos de caracterización mineralógica y química de los sondeos llevados a cabo en el bloque de explotación.

1. Generalidades

La sepiolita es un mineral de arcilla perteneciente al grupo de los filosilicatos conocidos como arcillas especiales, su nombre fue utilizado por primera vez por Glocker en 1847 y se deriva del griego (jibia), cuya concha o jibión es tan ligero y poroso como este material, razón por la cual se la denominaba espuma de mar o madera de montaña (1).

Este mineral tiene una importancia comercial por sus propiedades sorcitivas y reológicas. Se presenta en la naturaleza en forma compacta terrosa o fibrosa, son blancos, amarillo, verdes, grises o rosa (Fotografía 1 y 2). La sepiolita químicamente es un silicato de magnesio hidratado y su fórmula ideal según Brauner y Prisinger es:

$$\mathbf{Si_{12}\,Mg_{8}\,O_{30}\,(OH)_{4}\,(OH_2)_{4}\,.\,8\,H_2O}$$

Su génesis corresponde al tipo de arcillas neoformadas, siendo discutido si fue por precipitación directa, o por reacciones y transformaciones entre soluciones y los materiales primarios, en un ambiente alcalino y salobre donde se acentúa la ausencia o inactividad del aluminio. En general los filosilicatos están formados por capas bidimensionales de tetraedros (Si y O) y octaedros (Al o Mg y O – OH), con la siguiente disposición :

T – O, (1 : 1) compuesto por láminas formadas por una capa tetraédrica y otra octaédrica que comparten átomos de oxígeno.

T – O – T, (2 : 1) sus partículas están formadas por una capa octaédrica central y dos capas tetraédricas con las que comparte átomos de oxígeno.

La sepiolita es un mineral tipo 2 :1 pero con la particularidad, que la capa octaédrica de magnesio es discontinua. Esto produce canales orientados en la dirección del eje longitudinal de la partícula, llamados canales zeolíticos.

2. Labores de Investigación

El análisis de los materiales del sondeo, se los realiza a intervalos regulares debido a la similitud física entre la sepiolita y otras arcillas.

La mineralogía del material se realizó mediante la Difracción de rayosX (DRX), utilizando un difractómetro Philips Pw 1730.

Una de las variables consideradas es la relación molar, (R = Si / (Mg + Al – K)), para definir la tendencia cristaloquímica de los filosilicatos (R= 1.5 “Sepiolita “, R>1.5 “dioctaédricas, R<1.5 “trioctaédricas”).

La determinación química de los elementos mayores o trazas, se los realizó mediante procedimientos estandarizados de laboratorio.

En la Tabla I, se presentan algunos de los resultados entregados al departamento, donde se especifica el sondeo, la cota inicial, la cota a la cual se tomó la muestra para el ensayo, el porcentaje en contenido de mineral y contenido químico

TABLA I. ANÁLISIS MINERALÓGICO – QUÍMICO DE ALGUNOS SONDEOS.

SONDEO 95 -35

Muestra (m)	MINERALOGIA (%)							COMPOSICION QUIMICA (%)							
	Se	Sm	IL	Q	F	C	Ot	Si O2	Mg O	Al2O3	Fe2O3	TiO2	K2O	CaO	F
680.2															
674.2		38	25	4	20	10	3	48.65	3.68	12.03	5.74	0.63	0.08	1.20	0.31
668.0		60	30	7	1	2		52.31	21.71	17.21	4.98	0.61	2.15	1.32	0.29
662.2	8	54	4	15	5	6	8	48.54	3.87	5.34	0.65	0.44	2.18	0.56	0.05
655.4	17	34	15	5	1	22	6	74.36	21.62	19.41	0.89	0.27	1.64	3.50	0.30
649.8	2	68	8		12	6	4	60.57	34.95	14.32	1.51	4.51	1.47	1.02	0.61
647.7	71	15		5	6	1	2	59.11	15.23	12.89	3.21	0.27	1.34	1.37	1.02
646.7	69	8	5	1	1		16	40.99	12.18	5.98	2.05	0.06	0.67	3.65	0.96
645.0	64	13	20	2	1			47.39	18.89	10.42	2.07	1.55	1.95	6.12	0.88
644.0	65	20	4	1			10	57.31	12.78	18.98	2.63	0.15	2.10	0.65	0.84
643.0	83		4	5	8			68.20	21.35	7.57	1.21	0.50	0.19	0.35	1.27
642.8	70	10	2	8	10			50.38	21.72	8.32	1.31	0.08	0.72	0.16	1.01

SONDEO 95 - 105

Muestra (m)	MINERALOGIA (%)							COMPOSICION QUIMICA (%)							
	Se	Sm	IL	Q	F	C	Ot	Si O2	Mg O	Al2O3	Fe2O3	TiO2	K2O	CaO	F
675.2															
673.8		35	20		22	23		45.00	10.00	12.00	4.00	0.35	2.10	15.6	0.12
668.7		60	25	8	5	2		35.40	6.20	10.40	2.91	0.45	2.16	9.20	0.41
663.5	8	60	15	14	3			65.30	8.91	9.60	1.32	0.28	2.39	1.25	0.39
659.1	86	8	2	1	2	1		56.00	16.20	5.34	1.95	1.72	0.34	1.18	1.20
658.0	82	1	2	2	1	2	10	52.41	18.62	6.90	1.82	0.43	1.67	0.41	1.31
657.0	87	5	1		1		6	56.94	21.90	2.74	0.89	0.32	0.61	0.19	1.23
656.0	84	7	3		2		4	58.30	17.26	2.52	0.86	0.13	0.51	0.20	1.15
655.0	90	2	2	3	1		2	60.50	6.37	1.27	0.39	1.67	0.23	0.32	1.40
654.6	75	10	8	2	3	1	1	52.60	21.22	3.48	1.22	0.20	0.70	0.80	0.75
653.0	1	63	1	5	10	20		68.02	1.64	12.03	1.95	0.19	4.14	0.64	0.05
650.0	1	60	10	8	2	10	9	48.50	19.50	10.80	0.75	5.62	0.81	2.30	0.56

SONDEO 95 - 77

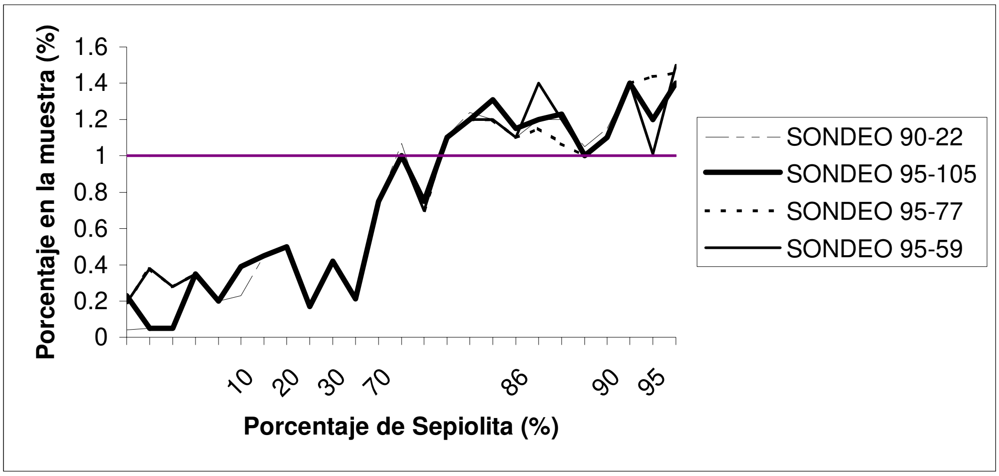
Muestra (m)	MINERALOGIA (%)							COMPOSICION QUIMICA (%)							
	Se	Sm	IL	Q	F	C	Ot	Si O2	Mg O	Al2O3	Fe2O3	TiO2	K2O	CaO	F
674.5															
670.0	1	40	32	20	5	1		53.80	10.01	10.30	0.89	0.12	0.78	1.89	0.38
665.0		58	15	15	3	3	6	55.30	18.20	2.16	1.75	0.14	1.67	6.31	0.19
660.0	5	50	8	10	8	10	9	52.80	19.71	1.58	2.31	0.09	0.29	9.25	0.35
655.5	88	5	5			2		58.15	22.56	2.19	1.32	0.89	1.10	2.04	1.34
655.0	87	5			3	5		56.18	17.30	6.84	3.80	0.10	1.05	6.02	1.07
654.0	92		1		2	5		58.00	18.50	2.25	3.05	0.12	1.22	1.55	1.44
653.0	95		1		2	2		58.11	23.18	2.24	1.50	0.01	1.10	0.42	1.58
652.0	86	5	1	2	4	2		58.80	22.14	5.32	0.87	0.08	0.70	0.19	1.15
651.0	10	60	15	10	3	2		56.20	23.14	4.27	0.65	0.01	0.19	0.08	0.45
650.0	2	50	20	15	3	10		60.10	12.04	2.78	0.36	0.01	4.84	8.16	0.65
645.0	5	42	10	40	1	2		57.21	11.02	3.64	5.80	0.31	2.50	0.64	0.28

Los materiales tienen una distribución asimétrica encontrándose la sepiolita asociada a esmectitas posiblemente de tipo magnésicas (Saponitas, Hectoritas, Montmorillonita), carbonatos y sílice, y tramos en que se presenta en forma masiva.

La variabilidad de materiales detríticos se representa en las variaciones mineralógicas tanto en los elementos mayoritarios como los minoritarios.

De los elementos químicos, el F alcanza concentraciones mayores al 1% en la red de sepiolita cuando esta presente mayoritariamente (> 80%), esto es debido a las sustituciones de grupos OH por F, que originan enlaces tipo Mg – F.

GRÁFICO 1. GRÁFICO DE RELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE SEPIOLITA Y EL CONTENIDO DE FLÚOR.



2.1. Análisia Técnico - Económico

2.1.1. CUBICACION

Con los datos entregados por laboratorio, es posible determinar la potencia de la capa mineral, según las cotas donde el porcentaje de sepiolita este sobre el 60 %, de igual manera se calcula la profundidad a la que se encuentre.

Adicionalmente se conoce el área de incidencia del sondeo. Para el cálculo de las Toneladas de mineral se utiliza la densidad aparente de

1.2 T / m3.

$$(V) = (h) * (A)$$

$$(W) = (p) * (A) * 1.2 \text{ Tm./ } m^3$$

$$(R) = (V) / (W)$$

V : Volumen de estéril

h : Profundidad

W : Peso de mineral

p : Potencia del mineral

A : Superficie (m^2)

Ra : Ratio

En la Tabla II, se presenta los datos con la cubicación de la zona Victoria III.

TABLA II

CUBICACIÓN DEL BLOQUE VICTORIA III

		COTA	MINERAL						ESTERIL		RATIO
Sondeo	AREA		Techo	Muro	SEPLT.	Acum.	POTNC.	PESO	RECT.	VOLM.	
#	(m2)	(msnm)	(msnm)	(msnm)	(%)	(%)	(m)	(T)	(m)	(m3)	(m3 / T)
90-21	21500	668.0	640.0	636.9	70	70	3.1	79980.0	28.0	602000	7.5
95-01	40000	668.5	640.2	637.1	75	73.3	3.1	148800.0	28.3	1132000	7.6
95-02	40000	690.0	661.8	658.4	68	71.1	3.4	163200.0	28.2	1128000	6.9
90-22	40000	675.0	641.4	638.4	81	73.7	3.0	144000.0	33.6	1344000	9.3
95-03	40000	674.8	642.4	638.6	78	74.8	3.8	182400.0	32.4	1296000	7.1
95-04	40000	679.5	641.2	636.2	66	72.6	5.0	240000.0	38.3	1532000	6.4
90-23	40000	680.1	640.8	636.2	78	73.6	4.6	220800.0	39.3	1572000	7.1
95-24	40000	675.6	643.5	638.7	80	74.7	4.8	230400.0	32.1	1284000	5.6
90-50	10000	678.5	641.9	639.4	86	74.9	2.5	30000.0	36.6	366000	12.2
95-30	30000	680.0	642.8	639.4	72	74.7	3.4	122400.0	37.2	1116000	9.1
95-31	40000	680.0	644.6	640.6	80	75.3	4.0	192000.0	35.4	1416000	7.4
95-32	40000	680.0	647.0	642.5	75	75.2	4.5	216000.0	33.0	1320000	6.1
95-33	40000	675.0	637.5	632.5	76	75.3	5.0	240000.0	37.5	1500000	6.3
95-34	40000	680.0	643.5	639.3	74	75.2	4.2	201600.0	36.5	1460000	7.2
95-35	40000	680.2	647.7	642.8	70	74.7	4.9	235200.0	32.5	1300000	5.5
95-50	6200	676.8	639.9	636.1	88	74.9	3.8	28272.0	36.9	228780	8.1
95-49	39875	684.5	658.9	654.6	77	75	4.3	205755.0	25.6	1020800	5.0
95-48	40000	674.2	647.6	643.1	78	75.2	4.5	216000.0	26.6	1064000	4.9
95-47	40000	675.0	642.7	637.9	76	75.3	4.8	230400.0	32.3	1292000	5.6
95-46	40000	680.0	648.0	643.5	85	75.9	4.5	216000.0	32.0	1280000	5.9
95-45	40000	680.4	654.3	650.2	81	76.2	4.1	196800.0	26.1	1044000	5.3
95-58	25000	675.0	650.7	648.2	76	76.1	2.5	75000.0	24.3	607500	8.1
95-59	40000	677.4	648.2	644.4	91	76.8	3.8	182400.0	29.2	1168000	6.4
95-60	40000	680.0	647.7	643.9	75	76.7	3.8	182400.0	32.3	1292000	7.1
95-61	40000	674.7	649.8	645.6	85	77.1	4.2	201600.0	24.9	996000	4.9
95-77	25000	674.5	655.5	652.0	90	77.4	3.5	105000.0	19.0	475000	4.5
95-78	40000	670.4	654.8	650.0	84	77.7	4.8	230400.0	15.6	624000	2.7
95-80	40000	670.0	653.7	648.4	80	77.9	5.3	254400.0	16.3	652000	2.6
95-81	38250	675.0	654.0	649.2	78	77.9	4.8	220320.0	21.0	803250	3.6
95-105	20000	675.2	659.1	654.6	84	78.0	4.5	108000.0	16.1	322000	3.0
95-104	26500	675.0	658.0	653.0	64	77.6	5.0	159000.0	17.0	450500	2.8
95-103	13000	670.0	657.8	652.8	70	77.5	5.0	78000.0	12.2	158600	2.0
95-102	1663	670.5	655.4	650.7	74	77.5	4.7	9379.3	15.1	25111.3	2.7

	TOTAL	
SUPERFICIE	1096988.0	m^2
PESO MINERAL	5545906.3	T
VOLUMEN DE ESTERILES	31871541.3	m^3
RATIO DEL BLOQUE	6.0	m^3/T
CONTENIDO DEL BLOQUE	77.5	%

2.1.2. Tiempo de vida de la Explotación

La explotación de este bloque, asumiendo una constante, se tiene 10 años de vida del bloque, explotando 554.000 T de mineral y removiendo un promedio de 3’000.000 m^3 de estériles por año.

La estimación de producción está dentro de los parámetros aceptables, considerando que la explotación del año 1997 fue de 532.000 T, y que el tratamiento máximo de la planta es de 600.000 T.

CONCLUSIONES

- El bloque de explotación Victoria III es homogéneo, con una recubierta promedio de 28 metros de estériles, constituidos de materiales diversos y con una capa de Sepiolita masiva de 4 metros de potencia, con un contenido acumulado superior al 70 %.
- El volumen de arcilla contenida en el bloque, asegura una vida de 10 años, explotando aproximadamente 554 000 Toneladas de mineral por año.
- El tonelaje que se explota con las condiciones establecidas en ratio y costos, permite manejar precios bajos.
- El proyecto puede resistir hasta una disminución del 5% de sus ingresos, o un aumento del 10 % en sus costos de operación.
- El financiamiento ajeno, permite una mayor rentabilidad que el establecido con financiamiento propio, esto se debe al efecto palanca, que proporciona valores exentos de impuestos.
- Las consideraciones económicas, giran en torno al producto de mayor comercialización, como es las camas de gatos, excluyendo a los productos especiales. Esto da una idea, de que los ingresos puedan ser mayores que los estimados en el trabajo.
- La restauración de los terrenos y su cercanía a los centros urbanos de Madrid y Vicálvaro, los alista para una mediata utilización por la comunidad.
- Las posibilidad de encontrar un yacimiento de Sepiolita en Ecuador, es debido a las condiciones de drenaje de sus cuencas de depositación, encontrándose materiales esmectíticos y caoliníticos.
- No se cuenta con un registro de ingreso de Sepiolita al país, por cuanto esta se clasifica como Tierras de Batán e ingresa junto con otros tipos de arcillas.

REFERENCIAS

1. **E. GALÁN HUERTOS.** Palygorskita y Sepiolita, (Universidad de Sevilla : Dpto. de Cristalografía y Q. Agrícola, 1989), pp. 1-12.

2. **REGUEIRO Y LOMBARDERO.** Innovaciones y Avances en el Sector de las Rocas y Minerales Industriales, (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Madrid 1997), pp 63-65.

3. **ITGE.** Manual de arranque carga y transporte en Minería a Cielo Abierto, (ITGE, Madrid, 1995), pp. 10-15, 150-153.

4. **PLÁ ORTIZ DE URBINA.** Fundamentos de Laboreo de Minas, (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Madrid, 1994), pp. 43, 112, 151.

5. **ITGE.** Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyectos Mineros de Inversión, (Madrid: ITGE, 1997), pp. 46.

6. **ALVAREZ Y SANTAREN.** Sepiolita: Propiedades y Aplicaciones – 1985, (España, Madrid : Publicación Tolsa, Febrero 1985).

7. **SEPÚLVEDA JOSÉ.** Ingeniería Económica,(McGraw – Hill, México 1992).

8. **ALLEN GRAFFHAM**. Reporte Paleontológico de la Cuenca Progreso en Ecuador con Notas Estratigráficas, (International Petroleum Company Samples in Ecuador, Boletín Informativo Año1955).

9. **DINAMI**. Estudio de Exploración del Área Minera Villingota, (Guayaquil, Agosto de 1991).