

ESTUDIO GEOLÓGICO - MINERO Y GEOECONÓMICO PRELIMINAR DE UN YACIMIENTO DE SÍLICE (CUARCITA) EN CANDARAVE

Responsable: Ing. Gualberto Tejada Bedoya

Miembro: Ing. Carlos Huisa Ccori

Miembro: Ing. Zenón Sarmiento Mejía

Miembro: Ing. Rómulo Cerdeña Vélez

RESUMEN

Se ha realizado un estudio detallado de la geología, la cubicación de reservas probadas y probables del yacimiento de sílice (cuarcita). En la industria minera un campo atractivo para aplicar las opciones reales y aprovechar las ventajas que se precisan es cuando existe una mayor incertidumbre en la valoración o tasación de yacimientos o activos mineros que está cambiando con fuerza la nueva ecuación de negocios. La incertidumbre de los resultados posibles y futuros de cada periodo de la ulterior explotación se basa en estimar un plan minero adecuado, desarrollar un plan de negocio inteligente que permita obtener una viabilidad del proyecto en plazo, costo, calidad y riesgos controlados y, además, cuantificar apropiadamente los factores críticos de éxito que afectan la generación de valor del activo minero que se está evaluando. Ante estas perspectivas es que se plantea este estudio de pre - factibilidad de explotación del yacimiento de Silica (cuarcita) en la provincia de Candarave.

ABSTRACT

A detailed study of Geology has been made, the cubing of proven and probable reserves of the Silica deposit (Quartzite). In the mining industry an attractive field to apply the real options and to take advantage of the advantages that need is when a greater uncertainty in the valuation or mining appraisal of deposits or assets exist, that this changing with force the new equation of businesses. The uncertainty of the possible and future results of every period of the later operation is based on considering a suitable mining plan, to develop a plan of intelligent business that allows to obtain a viability of the project in term, cost, controlled quality and risks, and, in addition, appropriately to quantify the critical factors of success that affect the generation of value of the mining assets that this evaluating itself. Before these perspective it is that this study of Pre considers - feasibility of operation of the deposit of Silicifies (Quartzite) in the province of Candarave.

I. UBICACIÓN

La zona de afloramiento de la cuarcita se encuentra ubicada a 220 kilómetros de la ciudad de Tacna, geológicamente en el flanco andino, es la entidad topográfica que se extiende al norte y noreste de las pampas costaneras, es un territorio escabroso y muy disectado que se desarrolla entre 2 000 y 4 000 m de altitud. El afloramiento abarca una superficie de 100 hectáreas, en el anexo de Marjani, departamento de Tacna, provincia de Candarave, distrito de Quilahuani en las siguientes coordenadas U.T.M.

8087000	370000
8086000	370000
8086000	369000
8087000	369000

Con una altitud aproximada de 2980 m.s.n.m.

II. ACCESIBILIDAD

La vía de acceso desde la ciudad de Tacna se realiza por la carretera parcialmente asfaltada Tacna -Tarata (tramo de 145 km), para continuar por la carretera afirmada Tarata-Candarave, hasta pasar por centro poblado menor Buena Vista (km 58),

luego se ingresa por una trocha carrozable hasta un tramo de aproximadamente 17 km y se arriba a Marjani. Asimismo existe otra vía de acceso desde la ciudad de Moquegua mediante la carretera binacional Ilo-Desaguadero, totalmente asfaltada, hasta inmediaciones del poblado de Huaitire (a 105 km de Moquegua), en donde existe un desvío de donde parte una carretera afirmada hasta la localidad de Candarave (tramo de 70 km) para luego proseguir hasta el centro poblado menor de Aricota, posteriormente continuar hasta el anexo de Marjani, a donde se ingresa por medio del cauce de la quebrada Cañaverál.

III. FISIOGRAFÍA

Relieve y Altitudes

Un rasgo físico interesante en la zona es la existencia de la laguna de Aricota, ubicada en las cabeceras del río Curibaya, constituyendo un nivel de base local para los ríos Callazas y Salado que descienden a lo largo de valles poco profundos, de suave pendiente y sección transversal a subrectangular, labrados en los tufos y clásticos de las formaciones Huaylillas y Capillune.

En cambio el valle del río Curibaya que nace

de Aricota está íntegramente labrado en los volcánicos Toquepala, se caracteriza por su gran profundidad, alrededor de 1000 m, fuerte gradiente y sección transversal en "V", por lo que existe una marcada diferencia morfológica entre los valles situados aguas arriba de la laguna y el valle Curibaya, diferencia que se atribuye al control litológico y al nivel de base de la laguna de Aricota.

Se aprecia entre la cadena volcánica y el flanco disectado por el sur, un rasgo fisiográfico caracterizado por la presencia de una superficie suavemente ondulada que se levanta desde los 3 600 hasta los 4000 m de altitud. Otro rasgo orográfico es la del volcán Yucamane formado durante el Terciario Superior y Cuaternario (5 508 m), conservando casi intacta su forma cónica visible desde distancias considerables.

Geomorfología

La zona de estudio geomorfológicamente se ubica al suroeste del volcán Yucamane, sobre un frente de flujos de piroclásticos (tobas) que por erosión forman mesetas disectadas por quebradas, formando laderas abruptas en la margen izquierda del río Callazas. Localmente las laderas presentan pendientes entre moderadas (30°), abruptas (verticales), a suaves en el fondo del valle donde se ubica actualmente el poblado de Marjani. Antes del sismo del 23 de junio del 2001 que afectó gran parte del sur peruano. En el Área afloran rocas sedimentarias del tipo areniscas y cuarcitas grises, violáceas, bastante fracturadas y alteradas, dispuestas en bancos medianos a gruesos. Sobre estas rocas yacen rocas volcánicas del tipo ignimbritas de color ocre rojizas, soldadas y poco soldadas, bastante fracturadas. Estas rocas se hallan parcialmente cubiertas de depósitos aluviales, residuales y coluviales.

Hidrología

Los ríos Callazos y Salado drenan la zona, sus nacientes se encuentran en la cadena volcánica, se forman por una serie de pequeños tributarios cuyas fuentes de alimentación son las lluvias estacionales, los deshielos de los nevados y los bofedales, sus cursos siguen una orientación norte-sur a lo largo de los valles angostos hasta desembocar en la laguna de Aricota.

Clima y Vegetación

El clima es templado a frío por su altitud, el periodo de lluvias se extiende de diciembre a marzo, produciendo un alto incremento del caudal del río Callazas, como producto de las fuertes lluvias que caen en la Cordillera de los Andes, siendo afectadas por desbordes

terrenos de cultivos localizados en las riberas del río Callazas, inmediaciones del poblado Marjani. El clima característico de esta zona es frío con precipitaciones sólidas, la acción del viento desde moderada a fuerte en diferentes épocas del año, las temperaturas durante las noches descienden a varios grados bajo cero. La agricultura está reducida a la explotación de los terrenos que existen a lo largo del fondo o piso de los valles, se cultivan papas, maíz, habas, ajo, cebolla, orégano, etc.

Geología Local

La litología y estructura de la zona es variada, va desde el mesozoico hasta los volcánicos recientes, así como la presencia de grandes fallas tectónicas, algunas activas. El anfiteatro de Marjani es el asiento del pueblo del mismo nombre y de pequeñas campiñas que se localizan en las partes abiertas del valle.

En la quebrada Marjani, que se encuentra a 700m al norte del pueblo de Aricota, se ha observado la presencia, muy local, de 150 m de arenisca cuarzosa de color gris blanquecino a marrón, tiene un buzamiento de 40°-25° al noreste variable y con presencia de gran plegamiento; el afloramiento en estudio está considerado como una arenisca cuarzosa que pertenece al Grupo Yura y que comprende la Formación Puente (Caloviano) seguida de la Formación Cachios de rocas principalmente lutáceas, la Formación Labra de areniscas cuarzosas, cuarcitas y lutitas, seguida de la Formación Gramadal, constituida por calizas con fauna del Jurásico-Cretácico, y la Formación Hualhuani, con cuarcitas, la que por su posición estratigráfica corresponde al Cretácico. En el caso de la zona de estudio la que aflora es la formación Labra.

Suprayaciendo a esta formación se encuentra el volcánico Huaylillas que tiene una edad de 16,8 y 14,8 M.A. del Mioceno medio y que abarca gran parte del anfiteatro que envuelve al pueblo de Marjani.

Luego se encuentra el Grupo Barroso, que concierne al volcán Yucamane que para el caso está conformado por tobas y brechas, se le asigna una edad de 7,2 a 0,7 M.A. Un rango del Mioceno superior a Pleistoceno.

Geología Económica Muestreo del Yacimiento

CODIGO DE MUESTRA	SiO ₂ %
G 1	92,4
G 2	93,4
G 3	93,4
G 4	92,3

Cálculo de Reservas

Se ha procedido a ejecutar el cálculo de reservas con un Software denominado Data Geosis 2.0, habiéndose obtenido un volumen de

5 418 689 metros cúbicos, que multiplicado por su peso específico de la cuarcita se tiene como reserva total de la zona en estudio 14 630 460 toneladas métricas.

IV. PLANEAMIENTO Y MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Diseño y Planeamiento de Minado

Definición

Los yacimientos se encuentran en la naturaleza en diferentes formas, posiciones y profundidades. Para ubicarlos y cuantificarlos existen poderosas herramientas Software, entre las más conocidas están: Gemcom, Data Mine, Linux, Whittle, etc. En nuestro caso se ha utilizado el Software denominado Data Geosis 2.0, el cual nos ayudara para determinar las reservas y la ubicación del yacimiento. Los parámetros más utilizados en estos programas son:

- Forma y posición del yacimiento.
- Valor económico del yacimiento.
- Tipo de formación geológica y calidad del terreno.
- Relación de desmonte mineral (Stripping Ratio).
- Topografía del terreno superficial.

Nivel	Sílice (SiO ₂)		Desmonte (t)	TOTAL (t)
	Mineral (t.)	Ley		
3075	-----	-----	18 475,00	18 475,00
3070	117 831,04	92,4	78 554,03	196 385,07
3065	231 234,67	93,4	154 156,45	385 391,12
3060	572 464,94	93,4	381 643,29	954 108,23
3055	2 910 160,09	92,4	1 940 106,73	4 850 266,82
3050	4 946 585,44	93,2	3 297 723,62	8 244 309,06
	8 778 276,18	92,9	5 870 659,12	14 648 935,30

Reservas Minables

Planeamiento a Mediano y Largo Plazo

Parámetros:

Inicio de explotación (desbroce)	2006
Altura de banco (explotación)	5 m.
Densidad del mineral	2,7 t/m ³ .
Densidad del desmonte	2,4 t/m ³ .
Desbroce desmonte	38 475 t.
Explotación venta a SPCC	100 t/día
Días trabajados	25 días al mes
Tonelaje de producción mineral	30 000 t/año
Tonelaje de desmonte	15 000 t/año

Método de Explotación

Explotación Tipo Canteras (Teoría):

a) Definición

Las canteras son bastante similares a las minas a cielo abierto, y el equipo empleado es el mismo. La diferencia es que los materiales extraídos suelen ser minerales industriales y materiales de construcción. En general, casi todo el material que se obtiene de la cantera se transforma

en algún producto, por lo que hay bastante menos material de desecho. A su vez, esto significa que al final de la vida útil de la cantera queda una gran excavación. No obstante, debido a los bajos precios que suelen tener los productos de la mayoría de las canteras, éstas tienen que estar situadas relativamente cerca de los mercados. Si no fuera así, los gastos de transporte podrían hacer que la cantera no fuera rentable.

Costos de Producción

Costos de Producción Mensual

Tonelaje Explotada al Mes = 3750 t.				
I. ÁREA ADMINISTRATIVA	Costo Mes \$	\$ / t.	Sub-Total \$/t	Total Costo \$ / t.
1.- Personal de Oficina				
Personal Administrativo	338,24	0,09		
Cargas Sociales	35,53	0,009		
Beneficios Sociales	89,26	0,024	0,123	
2.-Gastos Administrativos	161,76	0,043	0,043	0,166
II ÁREA DE PRODUCCIÓN				
1.- Personal Mina				
Personal Mina	1 829	0,487		
Cargas Sociales	272	0,073		
Beneficios Sociales	611,56	0,163		
Otros Varios	29,41	0,008		
Subtotal	2 741,97		0,731	0,731
2.- Gastos de Operación				
Explosivos (Anfo, Ful	661,30	0,176		
Minante, Guía)				
Kerosene y Otros	35,29	0,009		
Alquiler de Maquinaria	264,70	0,071		
Mantenimiento	29,41	0,008		
Herram.				
Botiquin	5,88	0,001		
Equipo de Trabajo	29,41	0,008		
(Cascos				
Guantes, Zapatos etc)				
Subtotal	1 025,99		0,273	
3.- Compromisos Ambiental	29,41	0,008	0,008	0,281
III ÁREA DE COMERCIALIZACIÓN				
1.- Transporte	11 911,76	3,176		
2.- Pesado	176,47	0,047		
3.- Descargas	235,29	0,063		
4.- Peajes	229,41	0,061		3,347
IV ÁREA DE ASESORIA Y TRIBUTOS				
1.- Asesor Minero	58,82	0,016		
2.- Asesor de Explosivos	23,53	0,006		
3.- Vigilancia y otros	29,41	0,008		
4.- Impuestos a la Renta	330,88	0,088		
5.- Otros no Contemplados	14,70	0,004		0,122

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN TOTAL \$ / 4,647

V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Ingresos

Se consideran ingresos a la captación de dinero por venta de la sílice durante 10 años .el precio actual del sílice es de 41 nuevos soles con una ley de 90% de SiO₂ y con una impureza menor de 3% de aluminio. Existen castigos y premios de \$/2,20 por punto hasta 87% de ley.

Para el proyecto se consideran tres alternativas de precios: pesimista \$9/ton UK, realista \$11/ton UK, optimista \$12/ ton UK.

T= tonelada = 1 000 kg.

Ton UK = tonelada larga 2 240 libras

Ton USA= tonelada corta 2 000 libras

Se proyecta una producción mensual de SiO₂ de 30 000 ton UK/año con una ley promedio de 92,9% de SiO₂.

Para costo de producción se necesitan \$17 432,77 al mes durante tres meses hasta poder vender el producto; entonces, el capital de trabajo necesario es de \$ 52 289,51. Para asuntos de evaluación redondeamos a \$ 52 500. Con estos datos ahora proyectamos las ventas para 10 años.

Precio pesimista \$9/ton UK

Según el análisis de sensibilidad del proyecto, se determinó lo siguiente:

Análisis Financiero

Realista precio a 11 \$/t el flujo de caja es 30 143,57 \$
 Pesimista precio a 9 \$/t el flujo de caja es - 20 562,41 \$
 Optimista precio a 12 \$/t el flujo de caja es 42 206,40 \$

Análisis Económico

Realista precio a 11 \$/t el flujo de caja es 44 596,60 \$
 Pesimista precio a 9 \$/t el flujo de caja es 13 263,12 \$
 Optimista precio a 12 \$/t el flujo de caja es 56 659,44 \$

Finalmente, se llega a la conclusión de que el proyecto es rentable según las condiciones planteadas para su explotación.

VI. CONCLUSIONES

1. Las rocas más antigua que afloran en la zona de estudio son las areniscas cuarzosas del Grupo Yura, de Jurásico Superior, en las proximidades del pueblo de Marjani.
2. Las reservas probadas y probables del yacimiento es mineral sílice 8 778 276,18 toneladas con una ley promedio de 92,9 % y como desmonte 5 870 659,12 toneladas.
3. El método de explotación más adecuado se ha

planteado a Tajo Abierto tipo cantera con bancos de 5 metros de altura y bermas de 2,5 m. El proceso de operación unitaria será con voladuras masivas (calambuco), carguío y transporte en camiones hacia la planta de fundición de SPCC.

4. El costo total de producción para la explotación del yacimiento asciende a 4,647 \$/t.
5. Según el análisis económico de sensibilidad se llegó a los siguientes datos:

Análisis Financiero:

- Precio realista a 11 \$/t resulta un flujo de caja 3 143,57 \$
- Precio pesimista a 09 \$/t resulta un flujo de caja 20 562,41 \$
- Precio optimista a 12 \$/t resulta un flujo de caja 42 206,40 \$

Análisis Económico:

- Precio realista a 11 \$/t resulta un flujo de caja 44 596,60 \$
- Precio pesimista a 09 \$/t resulta un flujo de caja 13 263,12 \$
- Precio optimista a 12 \$/t resulta un flujo de caja 56 659,44 \$

En conclusión general, el proyecto es rentable y optimista para su explotación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Bateman Alan M. *Yacimientos minerales de rendimiento económico.*

Cornelius S. Hurlbut. *Manual de mineralogía de Dana.* Ed. Reverte 1974.

Corrales, C. *Estratigrafía.* Editorial Rueda, Madrid 1977.

EMJ *Operating Handbook of Mineral Processing* 1974.

Frederic H. Lahee. *Geología práctica.* Ediciones Omega, 1970.

Klaws Stainmüller. *Depósitos metálicos en el Perú,* INGEMMET, 1999.

Kraus Hunt Romsdell. *Mineralogía.* McGraw-Hill.

Krumbein Y Sloss. *Estratigrafía y sedimentación.* Editorial Uthea.

AFLORAMIENTO DEL YACIMIENTO DE SILICA (CUARCITA) FOTO ORIENTACIÓN AL NW

