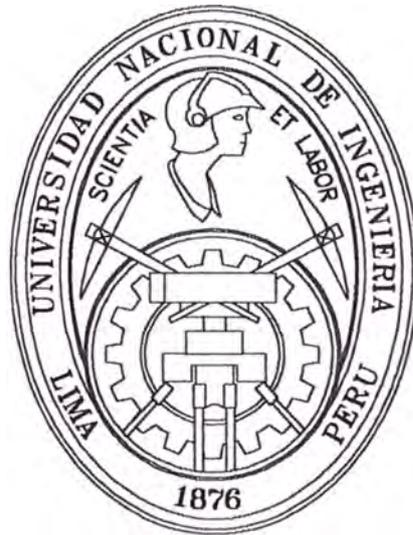


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA,
MINERA Y METALÚRGICA



**“PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLANTA DE SECADO DE SILICE ”**

INFORME DE INGENIERIA

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO METALURGISTA

PRESENTADO POR:

JOSE HUMBERTO, BUEZA PUMARICRA

Promoción 97 - I

Lima – Perú

2003

DEDICATORIA

A mi Familia, por su invaluable apoyo, en mi formación profesional.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
CAPITULO I: INTRODUCCION	07
1.1 Introducción	07
1.2 Objetivos	08
1.3 Metas	08
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES	09
2.1 Propiedad Minera	09
2.2 Ubicación y accesibilidad	09
2.3 Clima	09
2.4 Topografía	10
2.5 Explotación	10
2.6 Geología	10
2.6.1 Geología Local	10
2.6.2 Composición Mineralógica	10
2.7 Labores Mineras	11
2.8 Estimación de Volúmenes	11
2.8.1 Método empleado en el cálculo de volúmenes	11
2.9 Reservas de Minerales	12
2.10 Factores considerados en la cubicación	12
2.11 Cuadros de Resumen del cálculo de cubicación de Reservas	12
2.12 Actividad económica	19
2.13 Antecedentes	19
2.13.1 Operación Actual	19
2.13.2 Diagrama de flujo de la operación Actual	22
CAPITULO III: ASPECTOS TEORICOS	23
3.1 La sílice y sus utilidades	23
3.1.1 Siliconas	24
3.1.2 Vidrios	25
3.1.3 Acido y sales de silicio	26

	<u>PAGINA</u>	
3.2	Electrónica del silicio	27
3.3	Diferencias entre el carbono y el silicio	31
3.4	El silicio el futuro	33
CAPITULO IV:	PRUEBAS METALURGICAS	35
4.1	Caracterización del mineral	35
	4.1.1 Mineralogía	35
	4.1.2 Análisis químico	35
	4.1.3 Gravedad específica	35
4.2	Indice de Trabajo	36
4.3	Análisis Granulométrico del mineral de cabeza	36
4.4	Pruebas de Determinación de la Humedad	36
4.5	Pruebas de secado	38
CAPITULO V:	INGENIERIA DEL PROYECTO	45
5.1	Parámetros de diseño	45
5.2	Selección de equipos y materiales	45
5.3	Descripción del proceso	45
5.4	Requerimientos de Energía	48
5.5	Balance Termodinámico	48
5.6	Balance Metalúrgico	50
5.7	Diagrama de flujo Balanceado	50
5.8	Aspectos del Medio Ambiente	52
	5.8.1 Descripción de las actividades a realizar	52
	5.8.2 Efectos previsibles de la actividad	53
CAPITULO VI:	ECONOMIA DEL PROYECTO	56
6.1	Aspectos de mercado	56
	6.1.1 Area de Influencia	56
	6.1.2 Definición de los Productos	56
	6.1.3 Consumidores	56

	<u>PAGINA</u>
6.1.4 La Demanda	56
6.1.5 La Oferta	57
6.1.6 Precios	57
6.1.7 Comercialización	57
6.1.8 Tamaño	57
6.2 COSTO DE INVERSION	58
6.2.1 Inversión Fija	58
6.2.2 Inversión Intangible	58
6.2.3 Capital de Trabajo y su proyección	58
6.2.4 Estructura de la Inversión	58
6.3 COSTO DE OPERACIÓN	62
6.3.1 Costo de Personal	62
6.3.2 Costo de operación del proceso de secado	62
6.3.3 Costo de operación unitarios del proceso de secado	64
6.3.4 Costo de operación unitarios de los procesos	64
6.4 EVALUACION ECONOMICA	65
6.4.1 Préstamo de Vinsa M/E	65
6.4.2 Consolidado del plan de repago	66
6.4.3 Depreciación de Activos fijos y Amortización de cargas diferidas.	66
6.4.4 Curva de aprendizaje del proyecto	67
6.4.5 Programa de producción anual	67
6.4.6 Plan de negociación Llocllapampa – Vinsa	68
6.4.7 Estado de pérdidas y ganancias proyectadas	69
6.4.8 Balance general proyectado	69
6.4.9 Coeficientes financieros	70
6.4.10 Estado de Pérdidas y Ganancias Proyectadas	71
6.4.11 Flujo de Caja Proyectado	72

6.4.12	Estado de fuente y de uso de fondos	73
---------------	--	-----------

CAPITULO VII:	OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	74
----------------------	-------------------------------------	-----------

7.1	OBSERVACIONES	74
------------	----------------------	-----------

7.1.1	Reservas	74
--------------	-----------------	-----------

7.1.2	Pruebas Metalúrgicas	74
--------------	-----------------------------	-----------

7.1.3	Aspectos de Ingeniería	75
--------------	-------------------------------	-----------

7.1.4	Evaluación Económica	76
--------------	-----------------------------	-----------

7.2	CONCLUSIONES	78
------------	---------------------	-----------

ANEXOS		80
---------------	--	-----------

ANEXO 1:	- Diagrama de Flujo de la Operación Actual	81
-----------------	---	-----------

	- Diagrama de Flujo del Proyecto	82
--	---	-----------

	- Secadora Rotatoria 5´x 25´	83
--	-------------------------------------	-----------

ANEXO 2:	Cálculos de los Equipos de la Planta de Secado	84
-----------------	---	-----------

ANEXO 3:	PLANOS	92
-----------------	---------------	-----------

	PLANO 1: Ubicación	93
--	---------------------------	-----------

	PLANO 2: Topográfico y Geológico de Superficie	94
--	---	-----------

	PLANO 3: Secciones Geológicas	95
--	--------------------------------------	-----------

	PLANO 4: Cubicación de Reservas	96
--	--	-----------

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Introducción

El proyecto consiste en la instalación de una planta de secado de sílice en el frente de producción mina, a un costo total de **U.S.\$ 240,117.00**.

La comunidad no dispone del capital necesario para dicha inversión. Es por ello que se ve precisado a recurrir a la empresa de Vidrios nacionales S.A. "VINSA", consumidora de sílice, con el objeto de obtener un financiamiento total.

Para cubrir la devolución de dicho financiamiento, la mina se comprometerá a cumplir un "Programa de Abastecimiento" de sílice, a un precio especial de **US \$ 16.00 la TMS**, (puesta en tolva), de los cuales solo se hará efectivo el **60%** a fin de cubrir los costos operativos de la planta, y el saldo se retendrá a cuenta de la deuda.

El tiempo estimado para la devolución de dicho financiamiento se tiene un plazo de amortización de 10 trimestres y con un período de gracia de 12 trimestres (03 años), con una entrega de 3000 TMS/mes de sílice.

Para su desarrollo el presente estudio ha considerado las siguientes etapas:

- **Capítulo II** : Descripción de los aspectos generales de la mina, reservas, operación actual.
- **Capítulo III** : Revisión de los conceptos teóricos sobre la sílice y sus diversas aplicaciones en la industria.

- **Capítulo IV** : Pruebas experimentales para determinar las características mineralógicas, análisis granulométricos y pruebas de secado
- **Capítulo V** : Desarrollo de la Ingeniería del Proyecto.
- **Capítulo VI** : Economía del Proyecto: Costos de Inversión, Cálculos de los costos de operación, Evaluación Económica.
- **Capítulo VII** : Observaciones y conclusiones del estudio

1.2 Objetivos

- Mejorar la calidad de la sílice disminuyendo el contenido de humedad y obtención de la granulometría requerida por el mercado.
- Comercializar directamente la sílice con el cliente final, evitando intermediarios.
- Generación de recursos económicos y de empleo para la comunidad.
- Reducir costos de transporte.

1.3 Metas

Alcanzar, a los 03 años de operación, la máxima capacidad instalada de 10,000 TMS/mes; a la par con un incremento de la capacidad de explotación en mina.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1 Propiedad Minera

La mina es propiedad minera de la Comunidad Campesina de Llocllapampa. Inscrita en el registro Público de minería en el asiento 002, ficha 001167 del Libro de Sociedades Contractuales y otras Personas Jurídicas, con una extensión de 300 hectáreas de mineral no metálico en el cual predomina la sílice.

2.2 Ubicación y accesibilidad

La planta de secado estaría ubicada en el frente de la producción minera cuyo yacimiento se encuentra ubicado a 1 Km. al Sur Este del pueblo de Antapata, en el paraje denominado Ajocucho, distrito de Llocllapampa, provincia de Jauja, departamento de Junín, Región Andrés Bello Cáceres (3,600 msnm). El yacimiento es accesible por la siguiente ruta:

Ruta	Via	Distancia (Km)
Lima - La Oroya	Asfaltada	185
La Oroya - Pte. Llocllapampa	Asfaltada	52
Pte. Llocllapampa - Dist. Llocllapampa	Asfaltada	02
Dist. Llocllapampa - Mina Santa Rosa	Afirmada	03
TOTAL		242

2.3 Clima

El clima típico de la zona es frío y seco en los meses de invierno (Diciembre – Abril) se producen fuertes precipitaciones pluviales. En los meses de Mayo a Noviembre el clima es seco y con

abundantes horas de sol, durante las noches se producen intensas heladas.

2.4 Topografía

La topografía de la zona es ligeramente suave y fácilmente accesible, sin embargo se tiene algunos sectores de terreno escarpado de 20 a 30 metros de alto. Existen extensas zonas planas donde crece el pasto natural.

2.5 Explotación

La explotación en la actualidad se realiza con trabajos tipo cantera por el método de “Tajo Abierto” de forma bancos y aprovechando la fuerza hidráulica del agua proveniente de quebradas, para la caída y transporte de la arena de sílice, desde la cantera hasta las pozas de lavado. Se tiene una producción diaria de 240 TM y una producción mensual de 6000 TM de arena silícea.

2.6 Geología

2.6.1 Geología Local

La geología local esta representada por extenso depósito de roca sedimentaria de composición calcárea y silícea, con un rumbo de N 12° y un buzamiento de 38° NW. Estas rocas sedimentarias constituidas por calizas afloran en la parte superior y están en contacto con el depósito de sílice, constituidas por areniscas de grano fino redondeado y en la parte inferior con material sedimentario aluvial.

Su formación estaría comprendida entre el grupo Goyllarisquiza y el grupo Pucará.

2.6.2 Composición Mineralógica

El constituyente principal de este depósito de rocas sedimentarias viene a ser la Sílice (SiO₂). Es una arenisca formada

por fragmentos de roca de 1/16” a 1/256 “, formado por granos redondeados y subredondeados, donde los cuarzos están cristalizados y con impurezas de óxidos de hierro, arcilla, etc., esta roca se caracteriza por ser áspera al tacto, generalmente al friccionar con el dedo se desprende granos de arena; su color es blanco amarillento.

2.7 Labores Mineras

Las labores que se tienen en la mina son:

- Explotación actual del tajo Santa Rosa 94 – I.
- Algunas labores antiguas de cateos, calicatas y trincheras, de donde se han muestreado y dan evidencia positiva del depósito de sílice.

2.8 Estimación de Volúmenes

2.8.1 Método empleado en el cálculo de volúmenes

Delimitación del block

El muestreo sistemático realizado en intervalos de cinco metros, ha permitido la clasificación de la sílice en dos variedades comerciales de coloración y granulometría, las cuales se han delimitado, teniendo en cuenta el equipo minero a emplearse, habiendo considerado la longitud de acuerdo al cambio de tonalidad y grano.

Potencia efectiva

Viene a ser el grosor promedio del block, considerando la irregularidad topográfica producida por la erosión, por esta razón no presenta lados homogéneos.

Factor de certeza

Para los blocks probados se considera 95% y para los probable 80%, este porcentaje se asume por experiencias de laboreo en este tipo de yacimientos, debido a la irregularidad en la formación genética del depósito.

Factor de Recuperación

Para los blocks probados se considera 75% y probable 70% del volumen total, considerando que se recupera este porcentaje debido a la operación minera.

Gravedad específica

Se obtuvo 2.3 como gravedad específica, de acuerdo a pruebas de laboratorio y cálculos que se efectúan para estos yacimientos, en donde la gravedad específica varía entre 2.1 y 2.5, se considera el promedio de ellos como factor en forma conservadora.

Areas

Se calcula el área de cada block en planos a escala 1: 1000.
(Ver Anexos)

2.9 Reservas de Minerales

Según la evaluación geológica del depósito de sílice de la Mina Santa Rosa 94 – I, se estima que se lograran cubicar como Reservas Probadas 5'245,973 TM y Reservas Probables 2'216,814 TM, lo que permitirá tener 72 años de operación, para un nivel de producción de 72000 TM por año, dependiendo de los precios de la sílice en el mercado local y externo, así como el costo de producción y transporte.

2.10 Factores considerados en la cubicación

- a. Estructura geológica y Génesis del yacimiento.
- b. Calidad física de la Sílice.
- c. Características del yacimiento, estratificación y contaminación.
- d. Potencia del yacimiento.

2.11 Cuadros de Resumen del Cálculo de Cubicación de Reservas

Los cuadros de la cubicación se muestran a continuación.

CUADRO Nº II - 1

**MINA SANTA ROSA 94-I
CALCULO DE RESERVAS**

MINERAL PROBADO

BLOCKS PROBADOS	AREA (M²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M³	RECUPERACION (%)	M³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
PB -1	4,076	29	95	112,302	75	84,227	2.3	193,721
PB -2	3,762	29	95	103,643	75	77,732	2.3	178,784
PB -3	53,354	29	95	1,469,903	75	1,102,427	2.3	2,535,582
PB -4	28,503	29	95	785,258	75	588,943	2.3	1,354,569
PB -5	17,159	21	95	342,322	75	256,742	2.3	590,506
PB -6	13,312	18	95	227,635	75	170,726	2.3	392,671
TOTAL PROBADO	120,166		95	3,041,063	75	2,280,797	2.3	5,245,833

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

CUADRO Nº II - 2

**MINA SANTA ROSA 94-I
CALCULO DE RESERVAS**

MINERAL PROBABLE

BLOCKS PROBABLE	AREA (M²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M³	RECUPERACION (%)	M³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
PBB -1	19,700	26	80	409,760	70	286,832	2.3	659,714
PBB -2	13,505	26	80	280,904	70	196,633	2.3	452,255
PBB -3	32,911	26	80	684,549	70	479,184	2.3	1,102,124
TOTAL PROBABLE	66,116		80	1,375,213	70	962,649	2.3	2,214,093

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

CUADRO N° II – 3

**MINA SANTA ROSA 94-I
CALCULO DE RESERVAS
MINERAL PROSPECTIVO**

BLOCK PROSPECTIVO	AREA (M ²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M ³	RECUPERACION (%)	M ³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
PR -1	22,470	26	70	408,954	50	204,477	2.3	470,297
PR -2	50,880	26	70	926,016	50	463,008	2.3	1,064,918
PR -3	55,763	26	70	1,014,887	50	507,443	2.3	1,167,120
TOTAL PROSPECTIVO	129,113		70	2,349,857	50	1,174,928	2.3	2,702,335

PB Mineral Probado
PBB Mineral Probable
PR Mineral Prospectivo
POT.EF Potencia efectivo

CER% % Certeza
M³ Metros Cúbicos
RECUP Recuperación

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

CUADRO N° II – 4

MINA SANTA ROSA 94-I
ESTIMACION DE VOLUMEN POR TONALIDAD Y CALIDAD - BLANCO Y GRANO FINO

BLOCKS PROBADOS	AREA (M ²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M ³	RECUPERACION (%)	M ³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
PB -1	4,077	29	95	112,321	75	84,241	2.3	193,754
PB -2	3,763	29	95	103,671	75	77,753	2.3	178,832
TOTAL PROBADO	7,840		95	215,992	75	161,994	2.3	372,586
TOTAL VOLUMEN SILICE FINA								372,586

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

CUADRO N° II – 5

MINA SANTA ROSA 94-I

ESTIMACION DE VOLUMEN POR TONALIDAD Y CALIDAD - BLANCO Y GRANO GRUESO

BLOCKS PROBADOS	AREA (M ²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M ³	RECUPERACION (%)	M ³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
3	53,355	29	95	1,469,930	75	1,102,448	2.3	2,535,630
4	28,503	29	95	785,258	75	588,943	2.3	1,354,569
TOTAL PROBADO	81,858		95	2,255,188	75	1,691,391	2.3	3,890,199
TOTAL VOLUMEN SILICE GRUESA								3,890,199

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

CUADRO N° II – 6

MINA SANTA ROSA 94-I

ESTIMACION DE VOLUMEN POR TONALIDAD - CREMA CON OXIDOS

BLOCKS PROBADOS	AREA (M²)	POTENCIAS EFECTIVA (M)	CERTEZA (%)	M³	RECUPERACION (%)	M³	GRAVEDAD ESPECIFICA	TM
5	17,159	21	95	342,322	75	256,742	2.3	590,506
6	13,313	18	95	227,652	75	170,739	2.3	392,700
TOTAL PROBADO	30,472		95	569,974	75	427,481	2.3	983,206
TOTAL VOLUMEN CREMA CON OXIDOS								983,206

Fuente: Estudio de Estimación de Reservas de la Unidad Minera Santa Rosa 94-1

2.12 Actividad económica

La mina, productora de mineral no metálico, explota principalmente el óxido de silicio llamado sílice (SiO_2).

2.13 Antecedentes

La comunidad viene explotando y comercializando la sílice desde hace 30 años, la misma que ha puesto en el mercado a través de intermediarios. Durante este tiempo se ha ganado experiencia en cuanto a las distintas operaciones de almacenamiento, despacho y comercialización del producto, habiendo cumplido en las entregas al mercado, sin perjudicar el abastecimiento a las empresas consumidoras.

La comercialización a través de intermediarios, origina un incremento del precio de la sílice, lo cual es desventajoso para el cliente final; y que para el caso de la mina, reduce sus márgenes de ganancia.

Por estas razones es conveniente que la comunidad implemente un proceso posterior de secado y tamizado, y el cliente final, financie la instalación de una "Planta de Secado de Sílice".

2.13.1 Operación Actual

La explotación en la actualidad se realiza con trabajos tipo cantera por el método de tajo abierto de forma de bancos aprovechando la fuerza hidráulica del agua provenientes de quebradas para la caída y transporte de sílice desde la cantera hasta las pozas de lavado mediante un circuito de canaletas de concreto armado. Se tiene una producción diaria de 240TM y una producción mensual de 6000TM de arena silicea con una ley promedio de 95% de SiO_2 .

El carácter geológico del yacimiento permite una fácil explotación por el sistema de bancos.

El yacimiento ofrece excelentes posibilidades por la calidad de la sílice

El volumen cubicado como mineral probado de sílice con óxidos es de 18.74%.

Producción

Labor N° 1 (barreteros)

En esta labor que es el frente de explotación de la sílice se realiza la ejecución del número de taladros programados por día se hacen los disparos, desquinchando el material suelto que queda después de los disparos, esta última se realiza por seguridad para evitar accidentes del personal.

Labor N° 2 (banqueadores)

En esta labor el trabajo consiste en banquear y desmenuzar el material que posteriormente a los disparos son arrastrados por la fuerza hidráulica del agua en grandes, medianos bancos, bolones, trozos que el personal exclusivamente se dedican a desmenuzar.

PROCESO DE LAVADO

Labor N° 3 (parrilla)

En esta labor se encuentran instalados unas parrillas de vigas de metal corrugado, aquí el personal continua con la labor de banqueado de trozos de sílice que el agua arrastra hasta las parrillas metálicas, separando todo el material que vienen en trozos.

Labor N° 4 (rejillas)

La sílice continua arrastrado por la fuerza del agua a través de un canal de madera, aquí se encuentran instalados 3 rejillas de metal de 2", 1/2" y de 1/4" , aquí continua lavándose del mas grueso al mas fino mediante el manipuleo del personal.

Labor N° 5 (zarandeo)

En el canal por donde continua arrastrando el agua al material desmenuzado están instalados dos zarandas de metal de 1" y 1/8", asimismo a continuación de esta labor se encuentra instalada una malla metálica de 1/16" que clasifica al material de sílice en una granulometría óptima de acuerdo a lo requerido por el mercado.

Labor N° 6 (pozas de lavado)

La sílice después de pasar por el último proceso de tratamiento granulometrico de la malla 1/16" es conducido por el agua por un canal de cemento hasta unas pozas de gran capacidad de almacenaje donde se le da el último tratamiento de lavado para eliminar sus componentes de caolín y óxido de fierro mediante el sobado y batido del material en un promedio de tiempo de 6 horas hasta lograr la limpieza y pureza de la sílice. Después de este tiempo se cierra las compuertas del reservorio de agua a fin de que el agua de las pozas de lavado se escurran totalmente.

Labor N° 7 (manejo y control del agua)

El manejo y control de agua en todo el proceso de producción de la sílice es sumamente importante porque la fuerza hidráulica del agua juega un rol preponderante, en humedecer,

desmenuzar, arrastrar el material desde el frente al frente de explotación de la cantera hasta las pozas de lavado, su uso es útil para obtener una granulometría óptima, calidad y pureza de la sílice.

La tecnología que se utiliza en el proceso de producción de la sílice es rudimentario y artesanal, no hay presencia de tecnología moderna

Carguio y transporte interno

De las pozas de lavado con un 10% de humedad, la sílice es cargado a los volquetes de la empresa mediante un cargador frontal, estos vehículos transportan internamente hasta las canchas de carguío del ferrocarril y carros de carga, estos se encargan de transportar la sílice hacia los centros de producción industrial de la capital.

2.13.2 Diagrama de flujo de la operación Actual

El diagrama de flujo de la operación actual se muestra en el **Anexo 1**.

CAPITULO III

ASPECTOS TEORICOS

3.1 LA SÍLICE Y SUS UTILIDADES

La sílice es insoluble en agua y resistente al ataque de todos los ácidos, excepto al fluorhídrico, debido a la formación del tetrafluoruro de silicio, que es gaseoso y muy estable, por la gran fuerza de los enlaces Si-F, cuya energía de enlace, 140 kcal/mol, es la más alta de todos los enlaces simples. Sin embargo, por su carácter ácido débil, la sílice se combina, a temperaturas elevadas, con los óxidos, hidróxidos y carbonatos metálicos, para formar los correspondientes silicatos. Así, cuando se funde sílice con carbonato sódico, ocurre la reacción:



Formándose una masa viscosa que es soluble en agua, por lo que se llama vidrio soluble, que tiene múltiples aplicaciones para detergentes, para recubrir tejidos, encolar papel, conservación de huevos, etc. El vidrio soluble es en realidad una mezcla compleja de silicatos de sodio, aunque, por sencillez, lo hemos representado por SiO_3Na_2 , que sería el metasilicato sódico. Cuando estos silicatos solubles se tratan con un ácido se forma un precipitado gelatinoso de ácidos silícicos; esquemáticamente la reacción sería:



En realidad, la fórmula del precipitado es $\text{SiO}_{2x}\text{H}_2\text{O}$, pudiendo contener hasta más de 300 moléculas de agua. Este precipitado es el llamado gel de sílice y cuando se deshidrata tiene una estructura porosa, que le confiere un gran poder absorbente, por lo que se

utiliza mucho como desecante, para adsorción de vapores orgánicos y como soporte de catalizadores.

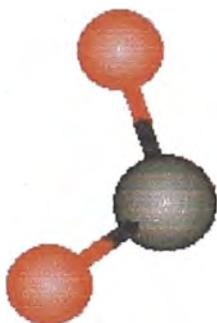
3.1.1 Siliconas

Un desarrollo relativamente reciente de la química del silicio, iniciado en el año 1945 en Estados Unidos, ha sido la preparación de polímeros organosilícicos, llamados siliconas, que poseen un armazón estructural de fuertes enlaces Si-O-Si, por lo que son compuestos muy estables, al contrario de lo que ocurría con los silanos, con débiles enlaces de Si-Si. La siliconas de cadena lineal se preparan por hidrólisis y posterior polimerización de dialquildiclorosilanos, como por ejemplo el dimetildiclorosilano $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$. Primero se forma un dialcohol, $\text{R}_2\text{Si}(\text{OH})_2$, que, por pérdida de agua, entre dos grupos hidróxilos, se polimeriza, para formar macromoléculas lineales del tipo:

Si en lugar de dialquildiclorosilanos se utilizan mezclas de estos con alquiltriclorosilanos, se pueden obtener grandes polímeros con enlaces Si-O-Si entrecruzados. El tamaño de los polímeros y el grado de entrecruzamiento pueden regularse según las propiedades que se desee en la silicona. Las siliconas lineales son aceites muy resistentes al calor y cuya viscosidad apenas varía con la temperatura, por lo que tienen una gran aplicación como lubricantes (aceites multigrado) y líquidos para frenos. Las siliconas entrecruzadas pueden vulcanizarse obteniéndose caucho de silicona, o bien resinas sólidas, que tienen numerosas aplicaciones por su resistencia al calor y a los agentes químicos, así como por sus propiedades aislantes. Otra propiedad importante de las siliconas es que repelen el agua, por lo que se utilizan mucho para fabricar tejidos o papeles impermeables, así como para recubrir con una fina capa los aisladores utilizados en electrónica.

3.1.2 Vidrios

Un tipo muy importante de silicatos artificiales son los vidrios, los cuales pueden ser sólidos, amorfos o líquidos subenfriados, con una enorme viscosidad. Conservan la forma debido a las grandes fuerzas de cohesión entre sus partículas constituyentes, que son macromoléculas de forma compleja. El vidrio ordinario (de ventanas, vasos y botellas) es una mezcla de silicatos de sodio y calcio, que se obtiene por fusión, a unos 1250°C, de arena blanca, SiO_2 , con carbonato sódico y carbonato cálcico (piedra caliza), con lo que se desprende CO_2 y se forman los correspondientes silicatos, según las ecuaciones simplificadas:



En realidad, no se forman los metasilicatos, sino una mezcla compleja de polisilicatos. El vidrio no tiene un punto de fusión definido, sino que se reblandece al calentarlo, por lo que puede soldarse y dársele la forma deseada cuando está semifundido. Se fabrican muchas variedades de vidrio, según el uso al que esté destinado, por adición de otros carbonatos u óxidos metálicos. Así, en los vidrios llamados duros, parte del sodio se ha sustituido por potasio; los vidrios ópticos contienen silicatos de plomo, y el vidrio *Pyrex*® contiene boratos y es muy resistente a los cambios bruscos de temperatura, por lo que se utiliza para fabricar aparatos de laboratorio y utensilios de cocina que pueden calentarse sin que se rompan. Pueden obtenerse también vidrios de color por adición de pequeñas cantidades de óxidos metálicos (hierro, cobalto, manganeso, cobre, etc.), a la masa fundida. El

color verdoso de los vidrios de botella se debe a las impurezas de óxido ferroso en la sílice utilizada.

Los vidrios se atacan ligeramente por las disoluciones alcalinas, en particular en caliente, pero resisten bien al ataque de los ácidos, excepto el del ácido fluorhídrico, que los disuelve con facilidad, lo mismo que a la sílice, por formarse un compuesto muy estable y volátil, F_4Si , según la ecuación simplificada:



Y otra análoga para el silicato sódico, SiO_3Na_2 . Esta reacción se utiliza para deslustrar y gravar en vidrio.

3.1.3 Ácidos y sales de silicio

Los ácidos silícicos más sencillos son el ortosilícico, SiO_4H_4 y el metasilícico, SiO_3H_2 , pudiendo formularse, además, muchos otros polisilícicos; por ejemplo, disilícicos serían: $Si_2O_5H_2$, $Si_2O_6H_4$, $Si_2O_7H_6$. Ninguno de estos ácidos se conoce en forma libre, pero sí muchas sales, silicatos, que pueden considerarse como derivadas de estos ácidos. En la naturaleza existe una gran variedad de silicatos, cuya unidad fundamental es el anión tetraédrico SiO_4^{4-} . En los llamados ortosilicatos, estos aniones existen como grupos independientes, neutralizándose su carga por iones metálicos, como ocurre, por ejemplo en la olivina, SiO_4Mg_2 . En los disilicatos, se unen dos tetraedros compartiendo un oxígeno, resultando los aniones $Si_2O_7^{6-}$. Cuando esta unión, por un vértice, se repite, se forman cadenas ilimitadas de tetraedros, que pueden representarse por la fórmula $(SiO_3^-)_n$ y constituyen los minerales llamados piroxenos. Estas cadenas pueden ser dobles, formando entonces los minerales llamados anfíboles, con aniones $(Si_4O_{11}^{6-})_n$, entre los que se encuentra el asbesto o amianto, de estructura fibrosa, por lo que es muy utilizado para construir tejidos resistentes al fuego.

Cuando los tetraedros se unen entre sí formando capas, se tienen silicatos de estructura laminar, con aniones $(\text{Si}_2\text{O}_5^-)_n$, fácilmente exfoliables, entre los que se encuentran las micas y el talco. Por último, la unión entre los tetraedros en forma tridimensional dar lugar a una estructura análoga a la de la sílice, esto es, $(\text{SiO}_2)_n$. En estos silicatos se sustituyen algunos átomos de silicio por aluminio, que adquieren así una carga negativa por cada átomo sustituido, por ejemplo, en la llamada ortoclasa, se ha sustituido un átomo de silicio de cada cuatro, con lo que se tienen dos aniones $(\text{AlSi}_3\text{O}_8^-)_n$, que en dicho mineral están neutralizados por cationes de potasio. A este grupo de silicatos tridimensionales pertenecen los llamados feldspatos (minerales muy abundantes que forman parte de las rocas graníticas), así como las zeolitas que se utilizan para ablandar las aguas por intercambio de iones.

3.2 Electrónica del silicio

Proviene de uno de los elementos más comunes en la tierra: arena. De la misma forma que el acero y el carbón fueron los elementos por excelencia para crear progreso en el pasado, el silicio hecho de arena se ha convertido en el sustento de nuestro futuro. Después de pasar por una transformación extraordinaria, este elemento simple, que se extrae de la tierra, se convierte finalmente en los discos de silicio a partir de los cuales se construyen los microchips.

En la profundidad de la tierra, el cuarzo, que se cree constituye el 28% de la corteza terrestre, se extrae en canteras y luego se envía a una de las pocas compañías especializadas en procesar este elemento hasta convertirlo en silicio purificado. Una de estas compañías es Wacker Siltronic de Alemania, donde hornos de arco eléctrico transforman el cuarzo en silicio de grado metalúrgico. En un proceso diseñado para retirar la mayor cantidad

de impurezas, el silicio se convierte en líquido, se destila y luego se vuelve a depositar en forma de vigas con grado de semiconductor las cuales, en ese momento, son 99.999999% puras. Después, estas vigas se separan mecánicamente en segmentos y se empacan en crisoles de cuarzo, donde se funden a una temperatura de 2,593 grados Fahrenheit.

Una semilla de monocristal se introduce en el silicio fundido y, conforme la semilla gira en el silicio fundido, un cristal crece. Después de unos días, el monocristal se extrae lentamente, lo que produce un lingote de silicio de 5 pies de largo el cual, dependiendo de su diámetro, tiene un precio de \$8,000 a \$16,000 dólares. Estos lingotes de silicio puro, que pesan hasta 264 libras cada uno, se rebanan con sierras de diamante para formar discos, los cuales se lavan, pulen, limpian e inspeccionan visual y mecánicamente. Después, los discos se inspeccionan con rayos láser para detectar defectos en la superficie y partículas con un espesor menor que 1/300 el espesor de un cabello humano antes de enviarse a los clientes. Cada semana, Wacker Siltronic produce alrededor de 800 lingotes, suficientes para crear más de 500,000 discos de silicio.

En Hillsboro, Oregon, arquitectos de chips están desarrollando los más novedosos diseños de circuitos en una aspiración sin final por hacer que quepa un mayor número de transistores en un chip, con lo cual se incrementa el rendimiento. El primer microprocesador de Intel, que se lanzó al mercado en 1971 para operar calculadoras japonesas, alojaba 2,300 transistores; el cartucho del procesador Pentium® II a 300 MHz, lanzado al mercado en mayo de 1997, contiene más de 20 millones de transistores. Para comprobar la ubicación de transistores en un microprocesador de múltiples capas, expertos en diseño de Intel examinan el diagrama de un chip en la pantalla de una

computadora. Un diagrama amplificado, o gráfico de matriz, muestra la complejidad de estos microcircuitos.

Después, los diseños terminados del arquitecto se transfieren a una computadora mainframe y se procesan a través de un haz de electrones que "escribe" estos diseños en una película metálica en una pieza de cristal de cuarzo, para crear una máscara. La producción de un chip es una combinación de pasos repetitivos que consisten en la aplicación de una película delgada, seguida de la fotolitografía y luego el grabado con tinta fuerte, donde la máscara tiene un papel muy similar al de un negativo. La alineación exacta de cada máscara es de vital importancia: si una máscara está desalineada más de una fracción de micrón (una millonésima de metro), el disco entero quedará inservible.

Cuando se aplica luz a través de la máscara, los diseños de los circuitos se "imprimen" en un disco. Cada chip de nuevo diseño requiere aproximadamente 20 máscaras que se colocan como cubiertas en diferentes puntos del proceso jornada que comprende varios cientos de pasos, desde el disco hasta el chip terminado. Los pasos principales son: bañar el disco con una emulsión llamada "photoresist" bajo una luz amarilla especial diseñada para impedir la exposición prematura; exponer el disco a luz ultravioleta a través de una máscara para transferir la primera capa del diseño al disco; grabar con tinta fuerte el modelo en el disco y retirar el baño de photoresist de modo que se pueda aplicar la siguiente capa de circuitos; almacenar los discos, antes de aplicarse la siguiente máscara, con referencias de alineación marcadas en sus bordes; cargar los discos, en lotes de 25 unidades, en un "bote" que los transportará a un área donde se implantarán con diferentes elementos para alterar las propiedades eléctricas particulares de cada capa. Un disco de 8 pulgadas, visto aquí bajo luz de

inspección, servirá para producir más de 200 procesadores Pentium II.

Cada chip es probado a lo largo de todo el proceso (mientras es parte de un disco y después de su separación). Durante un procedimiento conocido como "clasificación de los discos", se realiza una prueba eléctrica para eliminar chips defectuosos. Sondas en forma de agujas realizan más de 10,000 comprobaciones por segundo en el disco. Un chip que no pasa una prueba por cualquier motivo en este proceso automatizado se marca con un punto de tinta que indica que no se montará en un paquete.

Cuando se ha completado el proceso de producción del chip, los discos se cortan con una sierra de diamante para separar cada chip individual los cuales, en este punto, se pueden llamar "troqueles". Una vez que se ha separado cada troquel se colocan en una placa libre de estática para ser transportados al siguiente paso (la "unión del troquel"), donde el chip se inserta en su "paquete". El empaquetado de los chips protege los troqueles de los elementos ambientales y proporciona las conexiones eléctricas necesarias para que se comuniquen con la tarjeta de circuitos en la cual se montarán más adelante. En una planta de Intel en Penang, Malasia, después de una serie de pruebas avanzadas, un técnico inspecciona visualmente una bandeja de procesadores terminados antes de que se envíen a un almacén y se utilicen para surtir pedidos de clientes.

La cultura "tras bambalinas" de la fabricación de los chips es quizá el elemento más fascinante del proceso. La "fab", o fábrica de manufactura de chips, más grande del mundo se ubica en Rio Rancho, Nuevo México, donde la producción nunca se detiene, y las salas limpias tan sólo se extienden en una área equivalente a tres campos de fútbol. Una atmósfera de otro mundo rodea a los

técnicos, quienes pasan sus turnos de 12 horas enfundados en "trajes de conejo" GORE-TEX®; Los trabajadores visten este equipo requerido sobre su propia ropa para evitar que partículas diminutas, como las células muertas de la piel, contaminen los circuitos microscópicos.

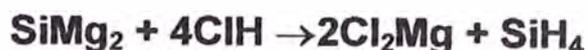
Para minimizar al máximo la presencia de partículas suspendidas en el aire, los técnicos usan cascos que bombean su expiración a través de un filtro especial, Asimismo, poderosas bombas instaladas en el techo suministran continuamente aire filtrado en la fab, reemplazándolo a razón de ocho veces por minuto.

Los técnicos toman dos periodos de descanso antes de finalizar su día de trabajo. Las cuales sirven a su vez para realizar sesiones o reuniones generales entre turnos, de modo que cuando termine un equipo comparta sus problemas y modificaciones de producción con el nuevo equipo que comienza.

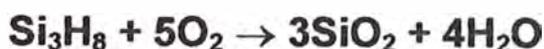
Pasado el control de calidad, los chips están listos para ser enviados al mercado. Desde el disco hasta el chip que se va al mercado, el proceso tarda hasta 45 días y se divide entre empleados de Intel en más de una docena de países de todo el mundo (relevo global de alta tecnología en el que los microchips, precioso cargamento de nuestra era, son la batuta).

3.3 Diferencias entre el carbono y el silicio

Lo mismo que el carbono, se combina a temperaturas elevadas con diversos metales, formando siliciuros, que reaccionan fácilmente con los ácidos para producir tetrahidruro de silicio o silano:

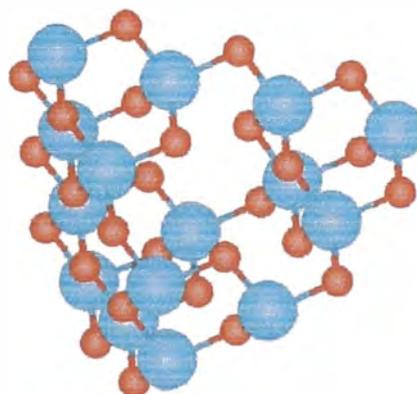


Se conocen otros hidruros de silicio o silanos, análogos a los hidrocarburos saturados, pero en mucho menor extensión, siendo el compuesto conocido más alto de la serie el Si_6H_{14} . Esto se debe a que el enlace Si-Si es mucho más débil que el C-C. Tampoco existen silanos no-saturados, es decir, con enlaces Si=Si. Todos los silanos son compuestos volátiles y que reaccionan explosivamente con el oxígeno; por ejemplo:



Esta reacción es análoga a la combustión de los hidrocarburos, pero más violenta.

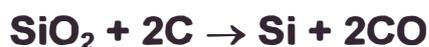
Entre el dióxido de carbono, CO_2 , y el de silicio, SiO_2 , existen notables diferencias, debidas a su tipo de enlace. Mientras que, como hemos visto, el CO_2 es un compuesto molecular gaseoso, el SiO_2 es un sólido atómico. Existen varias formas cristalinas de sílice, pero en todas las estructura es análoga a la diamante. Cada átomo de silicio está rodeado tetraédricamente por cuatro oxígenos, con los que forma fuertes enlaces covalentes, mientras que cada oxígeno se une covalentemente a dos silicios; resulta así una molécula gigante formada por tetraedros SiO_4 , siendo cada oxígeno común a dos tetraedros. Esta estructura explica la dureza y elevado punto de fusión ($1700\text{ }^\circ\text{C}$) de la sílice. Cuando la sílice fundida se solidifica no tienen tiempo de cristalizar



ordenadamente y se forma un material vidrioso, llamado vidrio de sílice o de cuarzo, que, por su pequeño coeficiente de dilatación, se utiliza mucho para la construcción de aparatos de laboratorio, resistentes a bruscos cambios de temperatura.

3.4 El silicio el futuro

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre (después del oxígeno), presentándose en forma de sílice, SiO_2 , como es el cuarzo y arena (impura), o de numerosos silicatos, que son los componentes principales de la mayoría de las rocas, arcillas, caolín, etc. El silicio puede obtenerse reduciendo la sílice con un reductor energético, como magnesio, aluminio o carbón. El procedimiento más usado es la reducción con coque en un horno eléctrico:



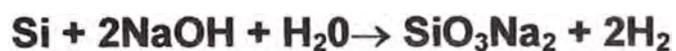
El silicio así obtenido es impuro y suele purificarse mediante tratamiento con cloro, a temperatura elevada, con lo que se forma el tetracloruro de silicio, Cl_4Si , compuesto volátil que puede purificarse por destilación y después se reduce con hidrógeno. El silicio de extremada pureza, utilizado como semiconductor en la industria electrónica, se obtiene purificándolo mediante fusión por zonas.

El silicio elemental tiene una estructura cristalina análoga a la del diamante, siendo también muy duro y de elevado punto de fusión. A temperatura ambiente es bastante inerte, pero temperaturas elevadas reacciona con el nitrógeno, para formar el nitruro de silicio, con el oxígeno, para formar SiO_2 y con los halógenos para formar los tetrahalogenuros. Estos son estables térmicamente, pero, a diferencia de los tetrahalogenuros de

carbono, se hidrolizan fácilmente en presencia de humedad; así, por ejemplo, el tetracloruro de silicio se hidroliza según la ecuación:



produciendo un humo denso de ácido silícico sólido finamente dividido. Esta propiedad se utiliza con fines militares para producir cortinas de humo, que pueden hacerse más intensas añadiendo amoníaco, que favorece la hidrólisis, formando partículas sólidas de cloruro amónico que hacen el humo más denso. El silicio no es atacado por los ácidos, pero se disuelve en caliente en las bases fuertes, con formación de silicatos (metasilicatos) y desprendimiento de hidrógeno:



CAPITULO IV

PRUEBAS EXPERIMENTALES

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL

4.1.1 Mineralogía

El constituyente principal de este depósito de rocas sedimentarias viene a ser la Sílice (SiO_2). Es una arenisca formada por fragmentos de roca de 1/16" a 1/256", formado por granos redondeados y subredondeados, donde los cuarzo están cristalizados y con impurezas de óxidos de hierro, arcilla, etc., esta roca se caracteriza por ser áspera al tacto, generalmente al friccionar con el dedo se desprende granos de arena; su color es blanco amarillento.

4.1.2 Análisis químico

En el cuadro N° IV – 1, se presentan el análisis químico del mineral.

CUADRO N° IV-1

MUESTRA	SiO_2 (%)
M -1	95.00

4.1.3 Gravedad específica

Para determinar la gravedad específica de la sílice se empleo el método del Picnometro. (Ver Anexo II –Cálculos metalúrgicos).

Gravedad específica = 2.3 gr/cc

4.2 INDICE DE TRABAJO

El índice de Trabajo fue determinado por el método de Bond.

$$\text{Indice de Trabajo} = 16.0 \text{ Kw-hr/TC}$$

4.3 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL MINERAL DE CABEZA

El cuadro N° IV –2 y gráfico N° IV – 1, nos muestran los resultados del análisis granulométricos.

4.4 PRUEBAS DE DETERMINACION DE LA HUMEDAD

Para determinar la humedad promedio del mineral lavado se procedió a realizar muestreos representativos.

Las pruebas de determinación de la humedad se realizaron para minerales de diferentes humedades, realizándose muestreos de la planta de lavado los meses de Junio y Julio del 2001.

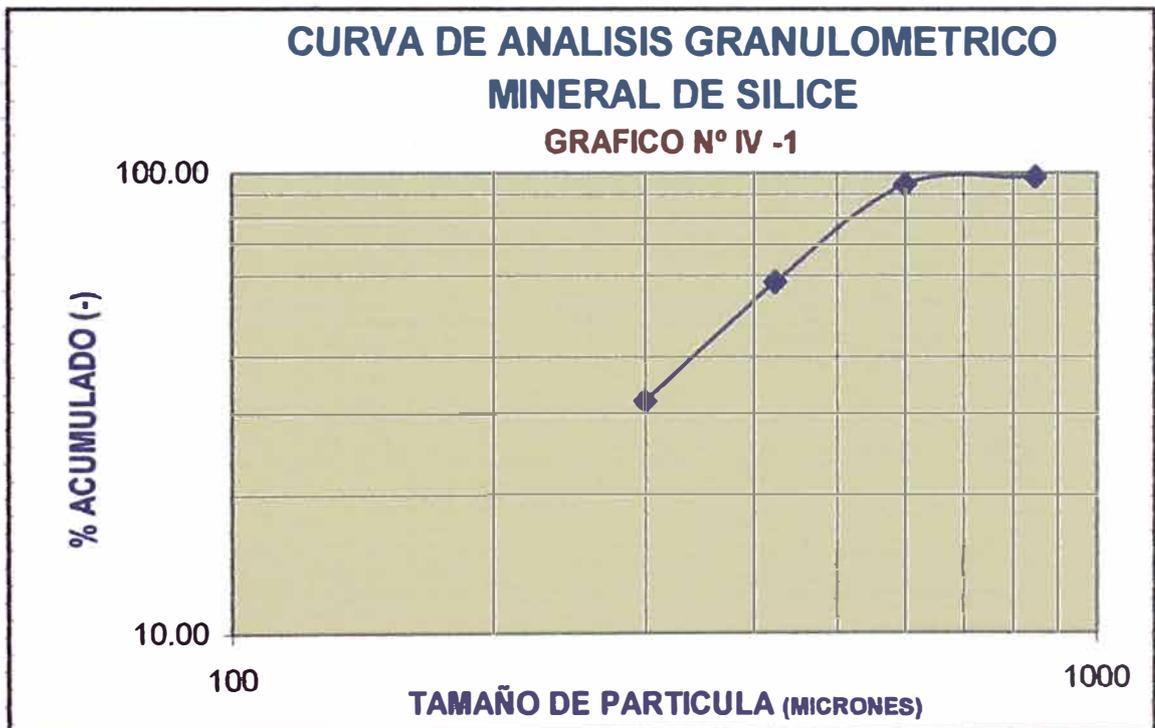
Los cuadros N° IV – 3 y N° IV - 4 nos muestran los resultados de las humedades obtenidas en los meses de Junio y Julio del 2001.

Los gráficos N° IV – 2 y N° IV –4, nos muestran las curvas de variación de las humedades en los meses de Junio y Julio del 2001.

CUADRO N° IV – 2

Análisis Granulométrico del mineral de Cabeza

MALLA	TAMAÑO DE PARTICULA (micrones)	% PESO	% Acumulado (+)	% Acumulado (-)
+ 16 M	848	2.15	2.15	97.85
+ 20 M	600	3.24	5.39	94.61
+ 40 M	424	36.60	41.99	58.01
+ 50 M	300	26.17	68.16	31.84
- 50 M		31.84	100.00	0.00
TOTAL		100.00		



4.5 PRUEBAS DE SECADO

Para determinar el tiempo de secado óptimo se realizaron muestreos representativos.

Las pruebas de secado se realizaron para minerales de diferentes humedades, realizándose muestreos de la planta de lavado los meses de Junio y Julio del 2001.

Los cuadros N° IV – 3 y N° IV - 4 nos muestran los resultados de las de las muestras secadas a diferentes tiempos de secados obtenidas en los meses de Junio y Julio del 2001.

Los gráficos N° IV – 3 y N° IV –5, nos muestran las curvas de variación de las humedades con respecto al tiempo de secado en los meses de Junio y Julio del 2001.

CUADRO N° IV - 3 .- Pruebas de secado y determinación de Humedades correspondientes al mes de Junio del 2001

Muestra	Peso Bruto(gr)	Peso Neto(gr)	% Humedad	M16 (gr)	f(x)	M20 (gr)	f(x)	M30-40 (gr)	f(x)	M50 (gr)	f(x)	M-50 (gr)	f(x)	t(secado) minutos
1	700	600	14.29	20	3.33	30	5.00	200	33.33	150	25.00	200	33.33	30
2	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	350	35.00	250	25.00	350	35.00	20
3	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	150	18.75	200	25.00	400	50.00	25
4	700	600	14.29	20	3.33	30	5.00	250	41.67	100	16.67	200	33.33	30
5	1300	1100	15.38	20	1.82	30	2.73	300	27.27	300	27.27	450	40.91	35
6	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	200	25.00	250	31.25	300	37.50	25
7	700	600	14.29	20	3.33	30	5.00	200	33.33	100	16.67	250	41.67	30
8	1000	900	10.00	20	2.22	30	3.33	400	44.44	200	22.22	250	27.78	22
9	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	400	40.00	250	25.00	300	30.00	20
10	700	600	14.29	20	3.33	30	5.00	250	41.67	200	33.33	100	16.67	30
11	1250	1100	12.00	20	1.82	30	2.73	400	36.36	300	27.27	350	31.82	27
12	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	400	50.00	200	25.00	150	18.75	25
13	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	600	60.00	200	20.00	150	15.00	20
14	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	400	50.00	200	25.00	150	18.75	25
15	1300	1200	7.69	20	1.67	30	2.50	700	58.33	300	25.00	150	12.50	15
16	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	450	45.00	300	30.00	200	20.00	20
17	700	600	14.29	20	3.33	30	5.00	300	50.00	150	25.00	100	16.67	30
18	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	500	50.00	200	20.00	250	25.00	20
19	500	400	20.00	10	2.50	20	5.00	170	42.50	100	25.00	100	25.00	40
20	1200	1100	8.33	20	1.82	30	2.73	500	45.45	350	31.82	200	18.18	16
21	1000	900	10.00	20	2.22	30	3.33	150	16.67	300	33.33	400	44.44	22
22	1350	1200	11.11	20	1.67	30	2.50	250	20.83	300	25.00	600	50.00	25
23	1200	1000	16.67	20	2.00	30	3.00	400	40.00	200	20.00	350	35.00	36
24	1500	1450	3.33	20	1.38	30	2.07	300	20.69	450	31.03	650	44.83	10
25	1200	1150	4.17	20	1.74	30	2.61	200	17.39	350	30.43	550	47.83	11
26	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	450	45.00	200	20.00	300	30.00	20
27	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	200	25.00	250	31.25	300	37.50	25
28	1300	1100	15.38	20	1.82	30	2.73	300	27.27	350	31.82	400	36.36	35
Promedio	28700	25600	10.80	550	2.15	830	3.24	9370	36.60	6700	26.17	8150	31.84	

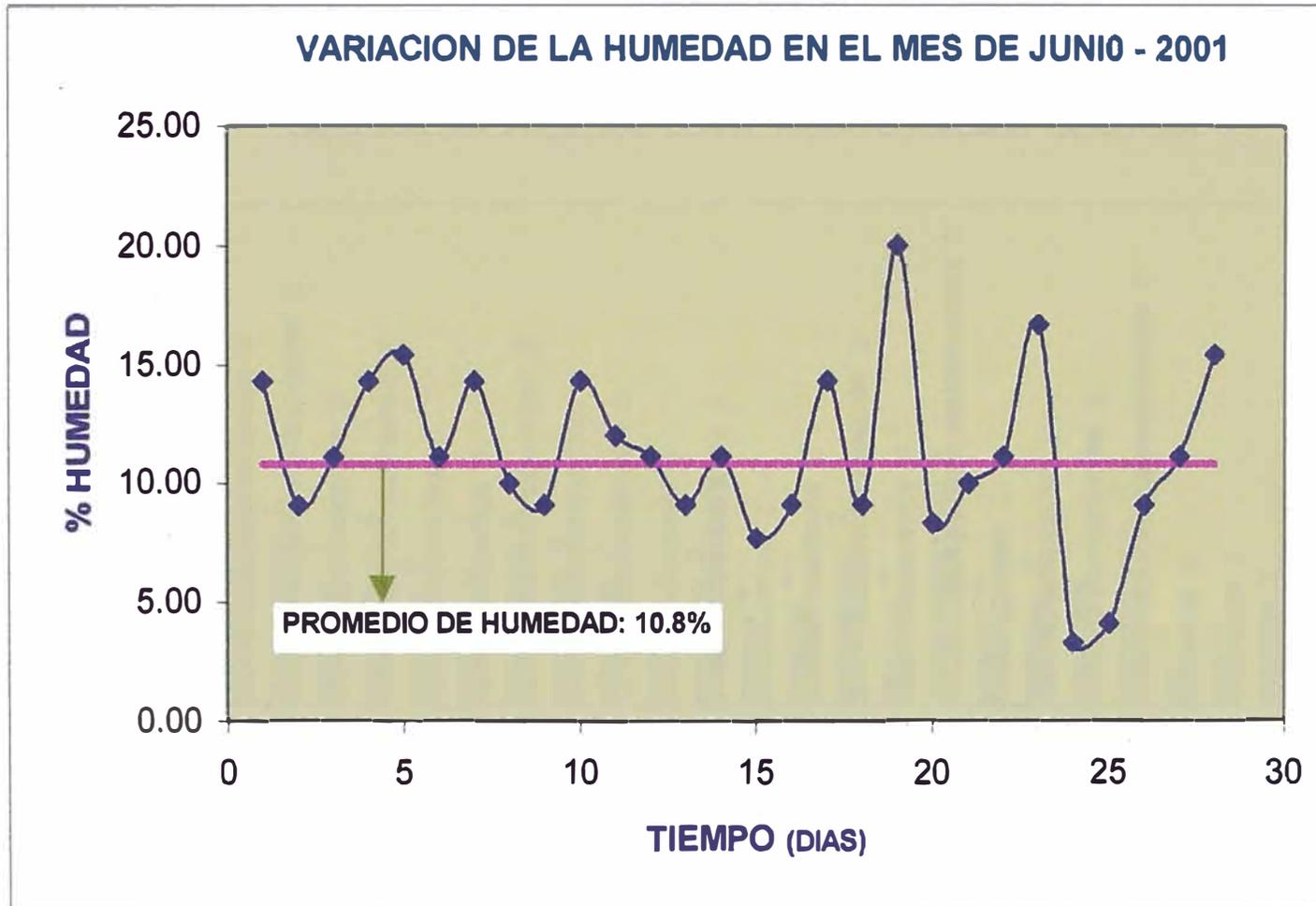
Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

CUADRO N° IV - 4 .- Pruebas de secado y determinación de Humedades correspondientes al mes de Julio del 2001

Muestra	Peso Bruto(gr)	Peso Neto(gr)	% Humedad	M16 (gr)	f(x)	M20 (gr)	f(x)	M30-40 (gr)	f(x)	M50 (gr)	f(x)	M-50 (gr)	f(x)	t(secado) minutos
1	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	100	10.00	300	30.00	550	55.00	28
2	1000	900	10.00	20	2.22	30	3.33	150	16.67	200	22.22	500	55.56	30
3	1100	1000	9.09	10	1.00	40	4.00	100	10.00	250	25.00	600	60.00	28
4	1200	1000	16.67	20	2.00	30	3.00	150	15.00	250	25.00	550	55.00	35
5	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	100	10.00	250	25.00	600	60.00	28
6	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	150	15.00	300	30.00	500	50.00	28
7	1200	1000	16.67	30	3.00	70	7.00	100	10.00	250	25.00	550	55.00	35
8	1100	1000	9.09	10	1.00	40	4.00	100	10.00	300	30.00	550	55.00	28
9	1200	1000	16.67	20	2.00	30	3.00	100	10.00	350	35.00	500	50.00	35
10	1100	950	13.64	20	2.11	30	3.16	150	15.79	350	36.84	400	42.11	32
11	1000	900	10.00	10	1.11	20	2.22	200	22.22	300	33.33	370	41.11	30
12	1100	950	13.64	20	20.00	30	3.16	150	15.79	200	21.05	550	57.89	33
13	1000	900	10.00	20	2.22	30	3.33	150	16.67	300	33.33	400	44.44	30
14	1200	1100	8.33	20	1.82	30	2.73	200	18.18	350	31.82	500	45.45	25
15	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	200	20.00	300	30.00	450	45.00	28
16	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	250	25.00	300	30.00	400	40.00	28
17	1200	900	25.00	20	2.22	30	3.33	100	11.11	350	38.89	400	44.44	45
18	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	150	18.75	250	31.25	350	43.75	31
19	1000	900	10.00	50	5.56	50	5.56	300	33.33	200	22.22	300	33.33	30
20	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	200	20.00	350	35.00	400	40.00	28
21	1200	1050	12.50	40	3.81	60	5.71	300	28.57	250	23.81	400	38.10	32
22	1200	1100	8.33	30	2.73	70	6.36	350	31.82	200	18.18	450	40.91	25
23	1000	900	10.00	20	2.22	30	3.33	100	11.11	350	38.89	400	44.44	30
24	900	800	11.11	20	2.50	30	3.75	200	25.00	250	31.25	300	37.50	31
25	800	700	12.50	20	2.86	30	4.29	150	21.43	200	28.57	300	42.86	32
26	1100	1000	9.09	20	2.00	30	3.00	150	15.00	300	30.00	500	50.00	28
Promedio	28100	24850	11.57	560	2.25	920	3.70	4350	17.51	7250	29.18	11770	47.36	

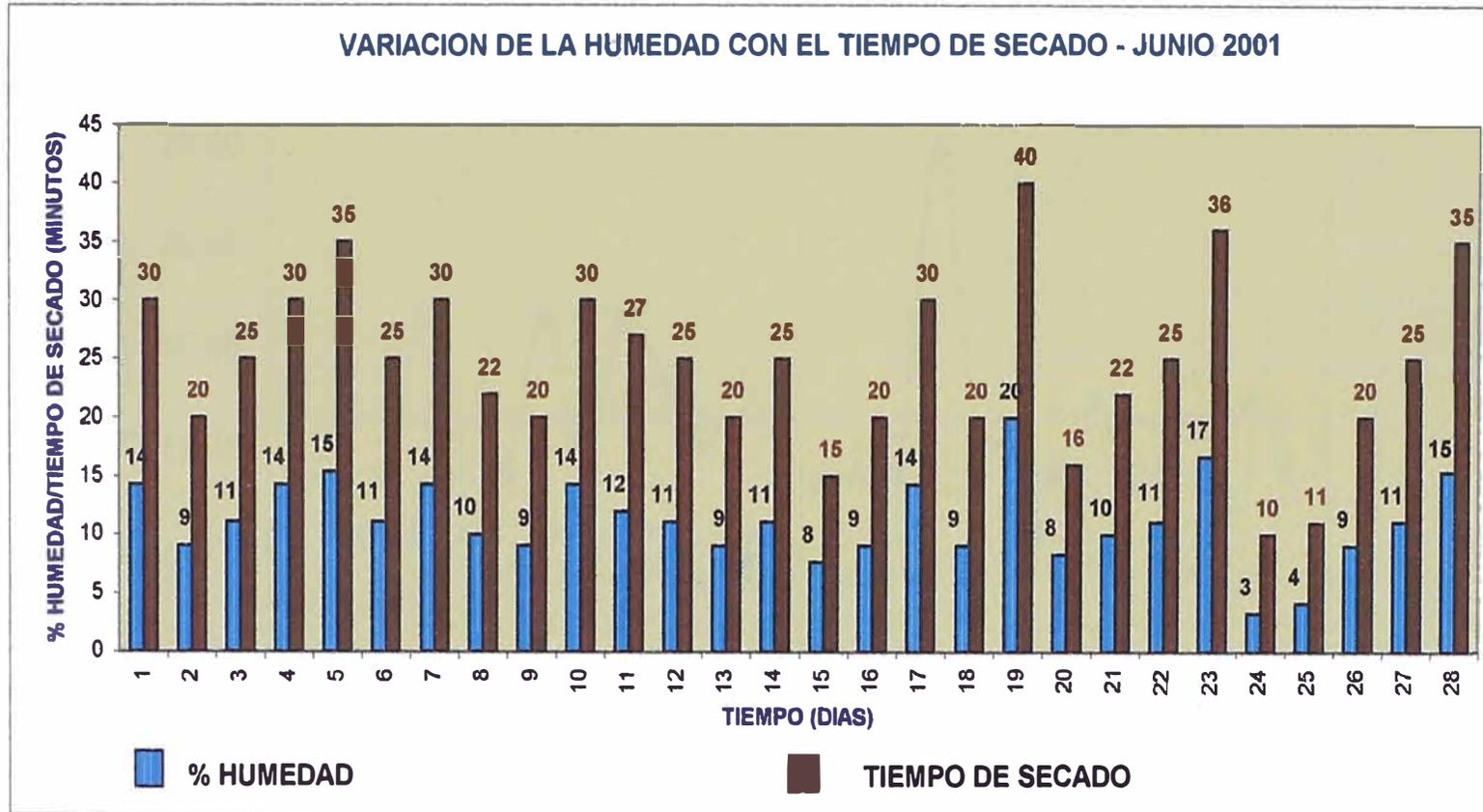
Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

GRAFICO N° IV - 2



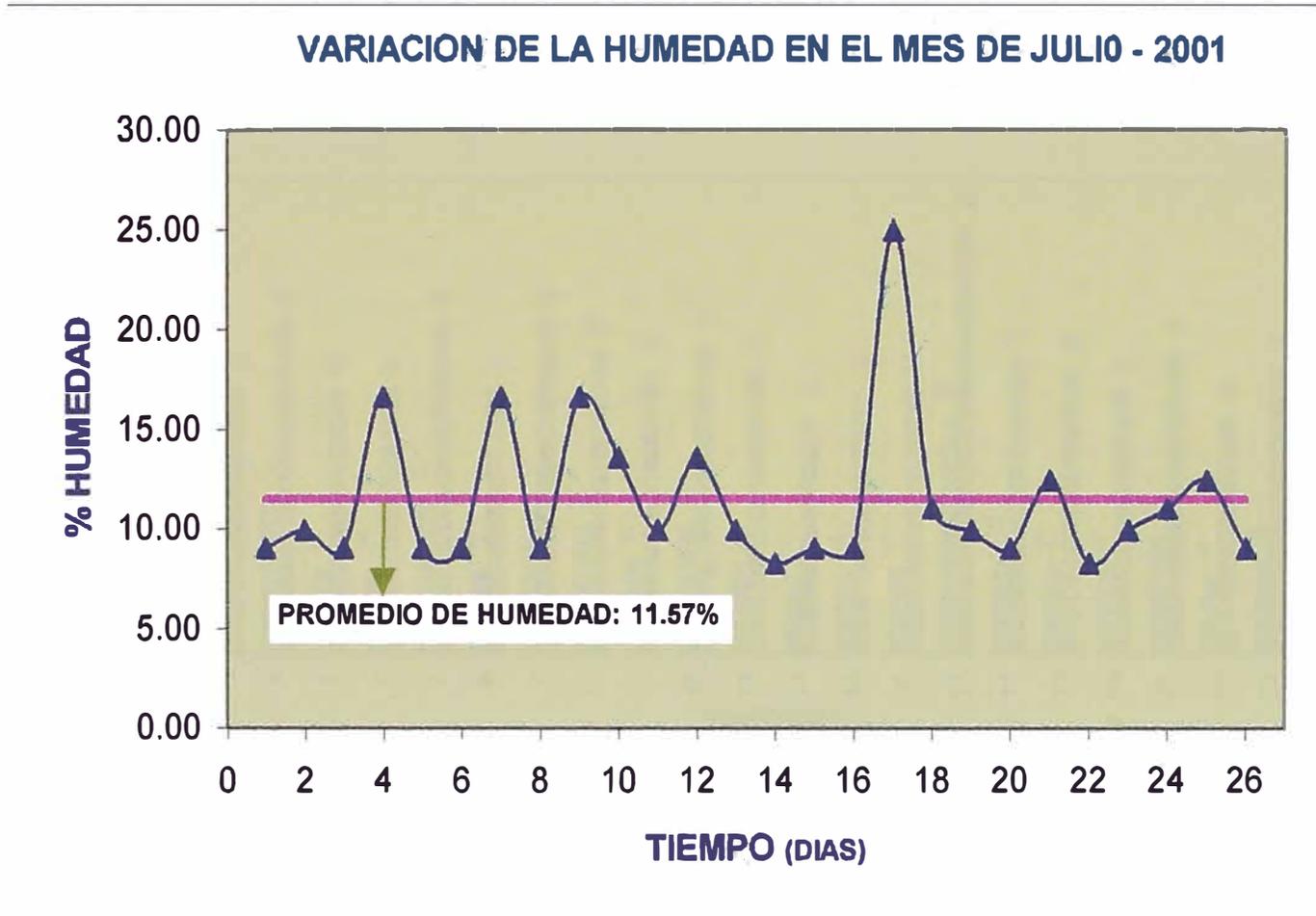
Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

GRAFICO N° IV – 3



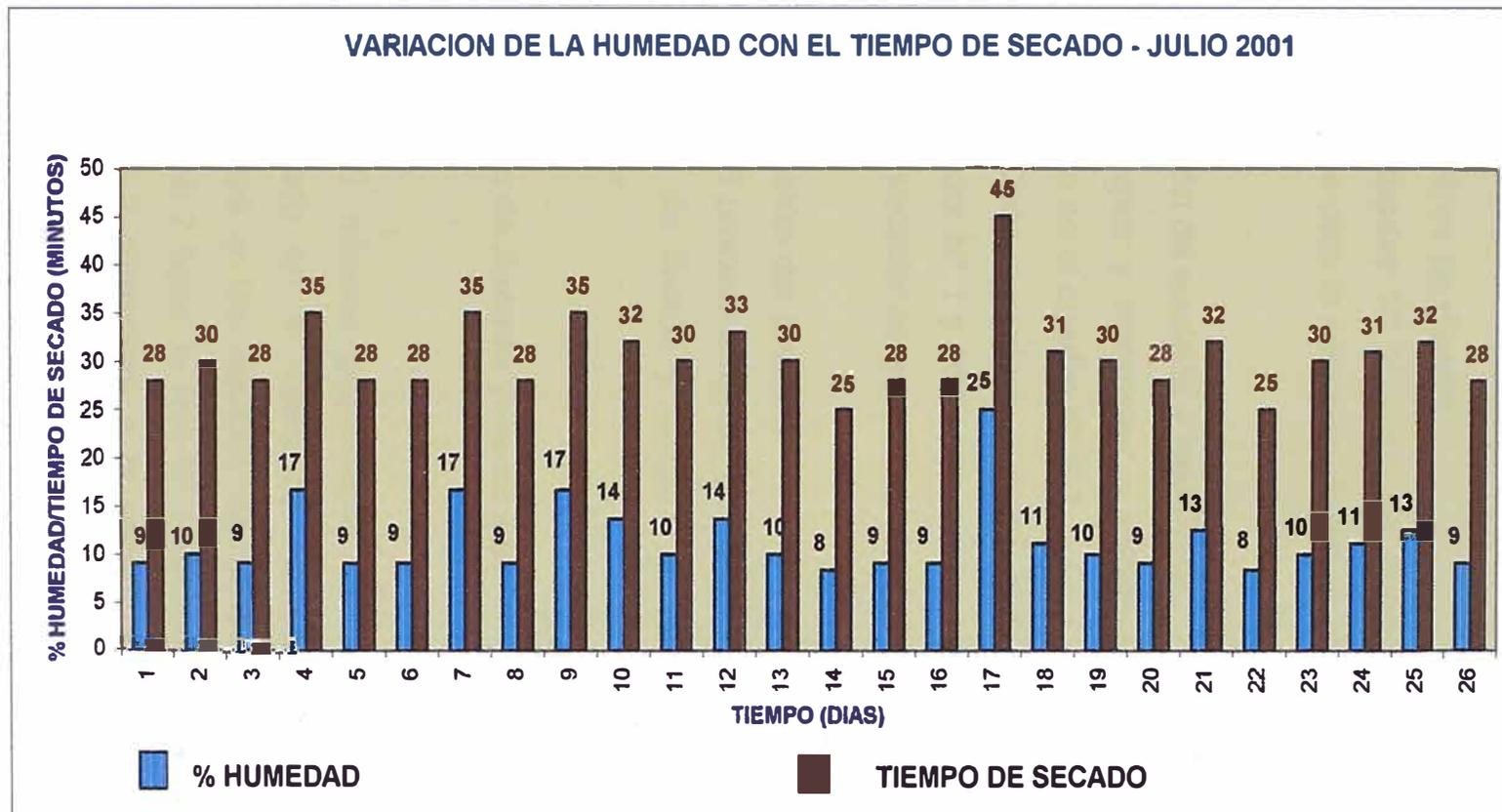
Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

GRAFICO N° IV - 4



Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

GRAFICO N° IV – 5



Fuente: Informe Laboratorio Metalúrgico - Mina Santa Rosa 94 - 4

CAPITULO V

INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1 Parámetros de diseño

En el **cuadro N° V – 1** , se detallan los parámetros de diseño utilizados para la selección de los equipos a operarse en la planta de secado.

5.2 Selección de equipos y materiales

Los equipos y materiales a utilizarse en la planta de secado se muestran en el **cuadro N° V-2**.

Cada secadora contará con el apoyo de un quemador (quemador N° 1 y N° 2), los cuales realizaran el secado cuando el cilindro secador se encuentre en movimiento.

5.3 Descripción del proceso

El proceso empieza con la explotación en mina, traslado a la sección de lavado y luego a la sección de secado y tamizado posterior.

Sección de Secado y Tamizado

Secado

El mineral proveniente de la sección de lavado será depositado en la Tolva de Alimentación N° 1, de donde se alimentará a los equipos de secado, para la alimentación se empleará 2 fajas, la faja N° 1 alimentará a la Secadora N° 1 y la Faja N° 2 alimentará a la secadora N° 2, cada faja alimentara material a las secadoras a razón de 7.803 TMH/hora, para completar un tratamiento por mes de 11236 TMH (10000 TMS a 11% de humedad).

CUADRO N° V -1

PARAMETROS DE DISEÑO	
Tonelaje de mineral a tratarse:	11,236 TMH (10,000 TMS/año a 11% de humedad).
% SiO ₂	95%
% de Humedad promedio:	11.0%
Gravedad específica promedio:	2.3
Indice de Trabajo:	16 Kw-h/t
Tiempo promedio de secado:	35 minutos
Análisis granulométrico promedio:	Malla N° 16 = 3 % Malla N° 20 = 4 % Malla N° 40 = 39 % Malla N° 50 = 27 % - Malla N° 50 = 27 %

CUADRO N° V – 2

MAQUINARIA Y EQUIPO	Cantidad	HP
Secador N° 1, 5' x 25'	1	50
Secador N° 2, 5' x 25'	1	50
Sistema de transmisión	2	-
Quemador N° 1 y N° 2	2	20
Horno de aire caliente	2	-
Cisterna de Combustible (D -2)	2	-
Extractor de polvo	1	10
Tolva de alimentación	1	-
Faja transportadora N° 1, 24" x 10 m	1	3.6
Faja transportadora N° 2, 24" x 10 m	1	3.6
Faja transportadora N° 3, 24" x 25 m	1	5.0
Faja transportadora N° 4, 24" x 15 m	1	4.0
Zarandas Vibratorias N° 1 y N° 2, 3' x 6'	2	9.6
Tolvas de almacenamiento N° 1 y N° 2	2	--
TOTAL (HP)		155.80

Tamizado

El material secado se alimentará a la Zaranda Vibratoria N° 1 (con malla N° 30), el oversize de la Zaranda Vibratoria N° 1 se depositara en la faja transportadora N° 3. El undersize de Zaranda Vibratoria N° 1, alimentará a la Zaranda Vibratoria N° 2 (con malla N° 50), el oversize de la Zaranda Vibratoria N° 2 se depositara en la faja transportadora N° 3. El undersize de Zaranda Vibratoria N° 2, material fino de -50 mallas, se almacenará, junto con los finos captados por el extractor de polvos ubicado en la parte de secado.

El material secado y tamizado depositado en la faja transportadora N° 3, será transportado hacia la faja transportadora de distribución N° 4, la cual depositara el material en las tolvas de Almacenamiento N° 1 y N° 2.

De las tolvas de almacenamiento el material será ensacado y transportado por los camiones para su comercialización.

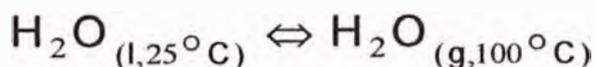
5.4 Requerimientos de Energía

La Energía requerida por la planta de secado y tamizado es de:

155.80 HP ó 116.18 Kw

5.5 Balance Termodinámico

El Balance termodinámico se realizará en base a la reacción de evaporación del agua líquida contenido en el mineral.



En primer lugar se recopiló los datos de entalpías,

	ΔH_f° (kcal/mol) (*)
H ₂ O (g)	-57.7979
H ₂ O (l)	-68.3174

(*) NBS Circular 500. U.S. G.P.Q., Washington D.C. 1952

	Cp (cal/ °K*mol) (**)
H ₂ O (g)	18.04
H ₂ O (l)	7.30 + 2.46 T

(**) G.N.Lewis y M. Randall " Thermodynamics" 2da. Edición 1961

El cálculo del calor de evaporación a 100°C (373°K) es:

$$\Delta H^{\circ}_{373^{\circ}\text{K}} = \Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}} + \int_{298^{\circ}\text{K}}^{373^{\circ}\text{K}} \Delta C_p dT \dots (1)$$

Cálculo de $\Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}}$

$$\Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}} = \Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}, \text{H}_2\text{O}(\text{g})} - \Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}, \text{H}_2\text{O}(\text{l})}$$

$$\Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}} = -57797.9 - (-68317.4)$$

$$\Delta H^{\circ}_{298^{\circ}\text{K}} = 10519.5 \text{ cal/mol} \dots (2)$$

Cálculo de ΔC_p

$$C_{p_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})}} = 7.30 + 2.46 T$$

$$C_{p_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})}} = 18.04$$

$$\Delta C_p = C_{p_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})}} - C_{p_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})}}$$

$$\Delta C_p = -10.74 + 2.46 T \dots (3)$$

Cálculo de: $\int_{298^{\circ}\text{K}}^{373^{\circ}\text{K}} \Delta C_p dT$ de (3)

$$\int_{298^{\circ}\text{K}}^{373^{\circ}\text{K}} (-10.74 + 2.46 T) dT \Rightarrow \left[-10.74 T + 1.23 T^2 \right]_{298^{\circ}\text{K}}^{373^{\circ}\text{K}}$$

$$\Rightarrow -10.74(373 - 298) + 1.23(373^2 - 298^2)$$

$$\int_{298^{\circ}\text{K}}^{373^{\circ}\text{K}} (-10.74 + 2.46 T) dT = 61094.25 \text{ cal/mol} \dots (4)$$

$$\Delta H^{\circ}_{373^{\circ}\text{K}} = 10519.5 + 61094.25 = 71613.75 \text{ cal/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{373^{\circ}\text{K}} = 71.614 \text{ kcal/mol}$$

Para el mineral

Humedad promedio	11%
Agua por TM mineral	110 kg /TM mineral
Moles de agua por TM min.:	6,105.684 moles H ₂ O/TM mineral

$$\boxed{\text{Kg- calorías /TM mineral} = 437,252}$$

5.6 Balance Metalúrgico

El **cuadro N° V – 3**, nos muestra el Balance Metalúrgico Proyectado de la planta de secado y tamizado.

5.7 Diagrama de flujo Balanceado

El diagrama de flujo del proceso se muestra en el **ANEXO 1**

CUADRO N° V - 3

BALANCE METALURGICO

Balance Metalúrgico Proyectado de la planta de Secado y Tamizado

		% Peso	ley SiO₂ (%)	Finos SiO₂ (TM)	DISTRIBUCION SiO₂ (%)
Cabeza seca	10000	100.00	95.00	9500.00	100.00
Material secado y tamizado	7300	73.00	95.00	6935.00	73.00
Material fino	2700	27.00	95.00	2565.00	27.00

Fuente : Informe Laboratorio Planta – Mina Santa Rosa 94 -4

5.8 ASPECTOS DEL MEDIO AMBIENTE

El Estudio de Impacto Ambiental, se ha preparado bajo la estructura Política, Legal y Administrativa que exige la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas; fue realizado por C y A Group S.A. en 1995, para evaluar los posibles impactos ambientales que podría ocasionar la implementación de la Planta de Lavado y Secado de sílice.

5.8.1 Descripción de las actividades a realizar

La Planta de Lavado y Secado en su proceso realizará cuatro actividades principales: Desglosado de mineral, lavado y tamizado, secado y clasificado de la sílice lavada.

Volumen estimado del movimiento del mineral: el material a mover será un volumen de 10,000 TM/ mes.

Niveles de ruido estimado durante las fases de habilitación y operación. Durante la fase de habilitación y operación de los ruidos tendrán como referencia los límites permisibles dados por la OMS. En la etapa de operación, se ha determinado que los ruidos que se generaran en la zona de secado estará por debajo de los límites permisibles.

Volumen estimado de suministro y consumo de agua tanto para fines industriales como para uso humano, destinado para la planta . Se ha estimado en fines industriales; $2.55 \text{ m}^3 / \text{min}$. y fines domésticos ; $0.35 \text{ m}^3 / \text{min}$.

Volumen estimado de desechos sólidos a generarse: los sólidos generados por la actividad son aquellos que provienen de la etapa de lavado. Ellos serán depositados en un área especialmente acondicionada (pozas de decantación).

Volumen estimado de gases a generarse: los gases a generarse, que pudieran existir son aquellos cuyas componentes se generan por la evaporación del agua en la etapa de secado este volumen no es significativo.

Tipos y volúmenes de desechos tóxicos o peligrosos determinados por la autoridad competente . El proceso de lavado y secado de sílice no requiere el uso de reactivos químicos por lo que no se producen desechos tóxicos.

5.8.2 Efectos previsibles de la actividad

En esta parte se identificarán los impactos ambientales previsibles, que se pudieran generar a causa de las actividades de la planta de óxidos Estos pueden ser positivos y negativos, directos e indirectos.

EN LA SALUD HUMANA : Los efectos que podrían producirse por esta actividad, están clasificadas en:

Ocupacionales

Estos se pueden presentar por el sistema de trabajo en la actividad Los elementos de interés que pudieran generar efectos en la salud son:

Polvo: Este se genera en las primeras fases del proyecto precedente del mineral de óxido , puede causar efectos en la salud , por su contenido de sílice , podría generar la enfermedad de silicosis si no se toman ciertas acciones para la minimización del polvo en el ambiente durante el proceso de Desglosado y Secado.

Gases: Los gases que podrían generarse como resultado de la actividad, son aquellos que contienen vapor de agua en la etapa de secado. Los efectos principales que podrían causar en la salud son mínimos

Accidentes: Los accidentes de trabajo, que pudieran ocurrir por la actividad , generan un impacto negativo directo en la salud del trabajador que se consideran en incapacitantes , triviales y fatales.

Propios de las condiciones climáticas: Los efectos en la salud por estas condiciones, se presentan en las vías bronco-respiratorias

EN LA FLORA Y FAUNA:

El área de estudio no presenta flora, sino que se trata de un paisaje tipo desértico desprovisto de cobertura vegetal, salvo zonas con escasa presentación de cactáceas por lo que las actividades del proyecto no inciden en un impacto negativo considerable. La fauna que se presenta en la zona, son animales silvestres y aves migratorias que podrían verse afectadas por la reducción del área natural de su hábitat o por accidentes.

EN LOS ECOSISTEMAS PRESENTES EN EL AREA DE LA ACTIVIDAD

La actividad puede ocasionar alteraciones en los ecosistemas terrestres y acuáticos en niveles variados de intensidad.

En los ecosistemas terrestres: El área de la actividad, no es área agrícola, está desprovista de vegetación y fauna importante, por lo que el impacto que se generaría por el desarrollo de la actividad es insignificante.

En los ecosistemas acuáticos: En el área no existen cuerpos de agua cercanos que pudieran ser perjudicados por las actividades del proyecto.

En los recursos hídricos: El impacto es nulo al no presentarse cuerpos de agua en la zona del proyecto.

EN LOS RECURSOS SOCIO-ECONOMICOS:

La actividad de la planta de óxidos, no generará impactos negativos en el recurso socio-económico, por el contrario la actividad genera empleo permanente ocupacional.

CONTROL Y MITIGACION DE LOS EFECTOS DE LA ACTIVIDAD

Medidas para el control del ruido: Las actividades que generan ruido en el proceso del Secado por lo que se recomienda el uso de protectores auditivos a los trabajadores.

Medidas para la protección de la actividad en los sistemas naturales circundantes:

En el sistema terrestre e hídrico, no hay impacto significativo como ya se mencionó anteriormente , sólo se produce una reducción del área del hábitat natura.

En el sistema aire, las áreas afectadas son aquellas localizadas en el desglosado del mineral. Una medida apropiada es la de efectuar riegos para mitigar la acción del polvo, y es el uso de mascarillas protectoras para los trabajadores de este área. Las demás emisiones gaseosas son irrelevantes. A continuación se muestra un cuadro resumido, especificando los impactos y las medidas de control para proteger los sistemas circundantes.

HABITAT	IMPACTO	MEDIDA
SISTEMA TERRESTRE	Acumulación de material grueso	Efectivas medidas de acumulación
SISTEMA AIRE	Emisión de partículas finas	Riego del mineral Uso de mascarillas

CAPITULO VI

ECONOMIA DEL PROYECTO

6.1 ASPECTOS DE MERCADO

6.1.1 AREA DE INFLUENCIA

Las empresas productoras de sílice están ubicadas en la sierra al interior del país.

El mercado para ofertar la sílice, en una primera etapa, estará concentrado en Lima y posteriormente se ampliará al interior del país, y en el largo plazo hacia mercados del exterior.

6.1.2 DEFINICION DE LOS PRODUCTOS

El producto es el óxido de sílice (SiO_2), con un mínimo de % humedad requerido. Este material es solicitado por el mercado con distintas características granulométricas, uno grueso y el otro fino.

6.1.3 CONSUMIDORES

Entre los principales consumidores están:

Material Procesado:

Grueso: Vinsa

Fino: Cementeras y otras.

Material sin procesar:

MEPSA, SIDERPERU, ACEROS AREQUIPA y fundiciones.

6.1.4 LA DEMANDA

La demanda potencial está distribuido principalmente:

Lima 80%

Provincias 20%.

6.1.5 LA OFERTA

Existen diversas empresas productoras de sílice, pero que no reúnen la calidad de sílice para la fabricación de vidrios. La sílice de Llocllapampa tiene ventajas comparativas respecto de las demás, razón por la cuál se convierte en una oferta atractiva para establecer una relación comercial con el consumidor final.

6.1.6 PRECIOS

El precio será fijado, mediante mutuo acuerdo entre el productor y el consumidor final. Tomando como referencia los precios actuales en el mercado y de tal forma que ambos se vean beneficiados económicamente.

Dicho precio, resultado de la evaluación económica financiera del proyecto, asciende a **US \$ 26.00 por TMS** (puesta en VINSAs).

6.1.7 COMERCIALIZACION

Se efectuará en forma directa con las empresas consumidoras, y en especial con VINSAs.

Para una mayor garantía del cumplimiento del programa de abastecimiento, se contará con un área de almacenamiento en la ciudad de Lima y que a su vez servirá como una oficina de comercialización.

6.1.8 TAMAÑO

Proceso de Secado:

1er año	70 % de la capacidad	7,000	TMS/ mes
2do año	85 % de la capacidad	8,500	TMS/ mes
3er año	100% de la capacidad	10,000	TMS/ mes

Se considera que la planta operará en 02 turnos de 12 horas c/u. Durante 300 días efectivos en términos anuales.

6.2 COSTO DE INVERSION

6.2.1 Inversión Fija

La inversión fija para la instalación de la planta de secado y tamizado, se muestra en el **cuadro N° VI – 1**.

6.2.2 Inversión Intangible

En el **cuadro N° VI – 2**, se muestra el resumen de la Inversión Intangible.

6.2.3 Capital de Trabajo y su proyección

El **cuadro N° VI – 3**, nos presenta el capital de trabajo y su proyección.

6.2.4 Estructura de la Inversión

El **cuadro VI –4** , nos presenta la estructura de la Inversión.

CUADRO N° VI – 1

	Cantidad	Costo (\$USA)	Importe (\$USA)	(\$USA)
MAQUINARIA Y EQUIPO:				121,220
Secadora directa	2	12,600	25,200	
Sistema de transmisión	2	4,000	8,000	
Quemador	2	2,000	4,000	
Horno de aire caliente	2	2,400	4,800	
Cisterna	2	2,500	5,000	
Captador de polvo	1	8,000	8,000	
Tolva de alimentación	1	5,800	5,800	
Faja transportadora 1	2	8,200	16,400	
Faja transportadora 2	2	6,500	13,000	
Zarandas Vibratorias	2	6,000	12,000	
Tolvas de almacenamiento	2	9,510	19,020	
MONTAJE:				40,650
Mecánico			10,000	
Estructuras Metálicas			8,150	
Electromecánico			20,000	
Transporte & carga			2,500	
PRUEBA EN VACIO:				2,000
OBRAS CIVILES:				18,520
OTROS:				18,239
	10.00%			
COSTO INVERSION FIJA (\$USA)				200,629

CUADRO N° VI – 2

Concepto		Importe (\$USA)
Estudios preliminares		500.00
Estudio de Impacto Ambiental		3,000.00
Ingeniería de Detalle	4.0%	8,025.00
Supervisión del Proyecto	1.5%	3,009.00
Otros	10%	1,453.00
COSTO INVERSION INTANGIBLE (\$USA)		15,988.00

CUADRO N° VI – 3

AÑO	0	1	2	3
Concepto	US \$ / AÑO			
ACTIVOS CORRIENTES				
Efectivo	15,000	33,500	35,000	40,000
Existencias	8,500	16,750	17,500	20,000
TOTAL	23,500	50,250	52,500	60,000
PASIVOS CORRIENTES				
Cuentas por pagar		22,485	24,285	26,085
Otros Pasivos		3,373	3,643	3,913
TOTAL		25,858	27,928	29,998
CAPITAL DE TRABAJO NETO:				
CAPITAL DE TRABAJO INCREMENTAL:	23,500	892	180	5,430

CUADRO N° VI - 4

Concepto	El Ccollapampa	VINSA	Total
Inv. Fija		200,629	200,629
Inv. Intangible	15,988		15,988
Capital de trabajo	23,500		23,500
TOTAL:	39,488	200,629	240,117
% :	16.4%	83.6%	100.0%

6.3 COSTO DE OPERACIÓN

6.3.1 Costo de Personal

CUADRO N° VI – 5

PRIMER AÑO		Remuneración		Importe US\$	
Puestos	Cantidad	Mensual	Anual	Mensual	Anual
Supervisión	2	750	9,000	1,500	18,000
Administración	1	500	6,000	1,000	12,000
Operadores	4	200	2,400	800	9,600
Servicios	2	350	4,200	700	8,400
	9			4,000	48,000

SEGUNDO AÑO					
Supervisión	2	850	10,200	1,700	20,400
Administración	1	500	6,000	1,000	12,000
Operadores	4	225	2,700	900	10,800
Servicios	2	400	4,800	800	9,600
	9			4,400	52,800

TERCER AÑO					
Supervisión	2	1,000	12,000	2,000	24,000
Administración	1	500	6,000	1,000	12,000
Operadores	4	250	3,000	1,000	12,000
Servicios	2	450	5,400	900	10,800
	9			4,900	58,800

6.3.2 Costo de operación del proceso de secado

A continuación se detalla los Costos de operación de la planta de secado y tamizado.

CUADRO N° VI – 6

COSTO DEL PROCESO DE SECADO (En US\$/mes)				
	Capacidad TMS/mes	7,000	8,500	10,000
CONCEPTOS		US \$ / mes		
Personal		4,000	4,400	4,900
Combustible		1,750	2,125	2,500
Energía		1,750	2,125	2,500
Mantenimiento		1,000	1,250	1,500
Depreciación		2,090	2,090	2,090
Almacenamiento Lima		7,500	7,500	7,500
Otros	20%	900	1,100	1,300
TOTAL (US\$/mes)		18,990	20,590	22,290

COSTO DEL PROCESO DE SECADO (En US\$/año)				
	Capacidad TMS/año	84,000	102,000	120,000
CONCEPTOS		US \$ / año		
Personal		48,000	52,800	58,800
Combustible		21,000	25,500	30,000
Energía		21,000	25,500	30,000
Mantenimiento		12,000	15,000	18,000
Depreciación		25,079	25,079	25,079
Almacenamiento Lima		90,000	90,000	90,000
Otros	15%	10,800	13,200	15,600
TOTAL (US\$/año)		227,879	247,079	267,479

6.3.3 Costo de operación unitarios del proceso de secado

Los costos unitarios de operación del proceso de secado y tamizado se muestran en el cuadro N° VI – 7.

CUADRO N° VI – 7

COSTO UNITARIO DEL SECADO (US\$/TMS)				
	Capacidad TMS/MES	7,000	8,500	10,000
CONCEPTOS		US \$ / TMS		
Personal		0.57	0.52	0.49
Combustible		0.25	0.25	0.25
Energía		0.25	0.25	0.25
Mantenimiento		0.14	0.15	0.15
Depreciación		0.30	0.25	0.21
Almacenamiento Lima		1.07	0.88	0.75
Otros	20%	0.13	0.13	0.13
TOTAL (US\$/TMS)		2.71	2.42	2.23

6.3.4 Costo de operación unitarios de los procesos

Los costos unitarios de operación del proceso de secado y tamizado se muestran en el cuadro N° VI – 8.

CUADRO N° VI – 8

COSTO UNITARIO DE LOS PROCESOS (En US\$ / TMS)				
	Capacidad TMS/mes	7,000	8,500	10,000
Operación		US \$ / TMS		
Explotación y lavado		4.29	4.29	4.29
Secado		2.71	2.42	2.23
Transporte a tolva		1.14	1.14	1.14
TOTAL (US\$/TMS)		8.14	7.85	7.66

6.4 EVALUACION ECONOMICA

6.4.1 Préstamo de Vinsa M/E

Importe (En US\$)	:	200,629
Tasa periódica (Anual)	:	13.50%
(Trimes)	:	3.22%
Período de Gracia (Trimes)	:	2
Plazo de Amortiz. (Trimes)	:	10
Total Plazo (Trimes)	:	12
Plan de Repago	:	Cuotas Decrecientes

CUADRO N° VI - 9

TRIMESTRES	PRESTAMO	INTERESES	AMORTIZ	CUOTAS	SALDO
1	200,629	6,453	-	6,453	200,629
2	200,629	6,453	-	6,453	200,629
TOTAL PARCIAL PG		12,906	-	12,906	
3	200,629	6,453	20,063	26,516	180,566
4	180,566	5,808	20,063	25,871	160,503
5	160,503	5,163	20,063	25,225	140,440
6	140,440	4,517	20,063	24,580	120,377
7	120,377	3,872	20,063	23,935	100,315
8	100,315	3,227	20,063	23,289	80,252
9	80,252	2,581	20,063	22,644	60,189
10	60,189	1,936	20,063	21,999	40,126
11	40,126	1,291	20,063	21,354	20,063
12	20,063	645	20,063	20,708	0
TOTAL PARCIAL PA		35,492	200,629	236,121	
TOTAL		48,399	200,629	249,028	

6.4.2 Consolidado del plan de repago

CUADRO N° VI – 10

AÑOS	PRESTAMO	INTERESES	AMORTIZ.	CUOTAS	SALDO
1	200,629	25,167	40,126	65,293	160,503
2	160,503	16,778	80,252	97,030	80,252
3	80,252	6,453	80,252	86,705	-
TOTAL		48,399	200,629	249,028	

6.4.3 Depreciación de Activos fijos y Amortización de cargas diferidas

CUADRO N° VI – 11

DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS Y AMORTIZ. DE CARGAS DIFERIDAS					
(En US Dólares)					
AÑOS	1	2	3	4	V. RESIDUAL
ACTIVOS FIJOS					
Maquinaria y Equipos, otros	25,079	25,079	25,079	25,079	100,315
ACTIVOS NOMINALES					
Estudios, otros	7,994	7,994			
TOTAL DEPRECIACION Y AMORTIZ. DE CARGAS DIFERIDAS	33,073	33,073	25,079	25,079	100,315
DEPRECIACION Y AMORTIZ. ACUMUL.	33,073	66,145	91,224	116,303	216,617

IMPORTE (En US \$):	PARCIAL	TOTAL	PERIODO (Años):
DEPRECIACION	200,629		8
AMORTIZACION (02 años)	15,988	216,617	

6.4.4 Curva de aprendizaje del proyecto

CUADRO N° VI – 12

CURVA DE APRENDIZAJE DEL PROYECTO				
CAPACIDAD MAXIMA (TMS / mes): 10,000				
AÑOS	PRECIO US \$ / TMS	CAP. UTILIZADA		INGR. BRUTOS
		TMS / mes	%	US \$ / mes
AÑO 01	16.00	7,000	70%	112,000
AÑO 02	16.00	8,500	85%	136,000
AÑO 03	16.00	10,000	100%	160,000

6.4.5 Programa de producción anual

CUADRO N° VI – 13

PROGRAMA DE PRODUCCION ANUAL				
PRODUCCION: AÑOS	MAXIMA TMS / AÑO	NORMAL TMS / AÑO		INGR. BRUTOS US \$ / AÑO
AÑO 01	120,000	84,000	70%	1,344,000
AÑO 02	120,000	102,000	85%	1,632,000
AÑO 03	120,000	120,000	100%	1,920,000

6.4.6 Plan de negociación Llocllapampa – Vinsa

CUADRO N° VI – 14

Precio(US \$/tm)(*)

Productos	Actual	Proyectado
Sílice seca	21,43	16,00
Flete a Lima	10,00	10,00
Total	31,43	26,00

Beneficio

Vinsa		Llocllapampa	
5,430	US \$ /TM	6,280	US \$ /TM
16,290	US \$ / mes	18,831	US \$ / mes
195,490	US \$ / año	225,978	US \$ / año

(*) Precio no incluye el IGV

Monto de Financiamiento: 200,629 US \$

Demanda de sílice: 3,000 TMS / mes

Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Util. neta (US \$/tms)	1.56	1.56	1.56	1.58	1.88	1.90	1.92	1.94	2.12	2.14	2.16	2.18
TMS Sílice (Vinsa):	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
Utilidad US\$	14,039	14,039	14,039	14,260	16,886	17,068	17,250	17,432	19,116	19,271	19,426	19,580
Deuda US\$:												
Amortización			20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063
Intereses	6,453	6,453	6,453	5,808	5,163	4,517	3,872	3,227	2,581	1,936	1,291	645
Total deuda	6,453	6,453	26,516	25,871	25,225	24,580	23,935	23,289	22,644	21,999	21,354	20,708
Venta US\$:												
Efectivo	137,547	137,547	117,484	118,129	118,775	119,420	120,065	120,711	121,356	122,001	122,646	123,292
Por deuda	6,453	6,453	26,516	25,871	25,225	24,580	23,935	23,289	22,644	21,999	21,354	20,708
Total venta	144,000											
Util - deuda (US \$)	7,586	7,586	-12,477	-11,610	-8,340	-7,512	-6,685	-5,857	-3,528	-2,728	-1,928	-1,128
Acumul	7,586	15,172	2,695	-8,916	-17,256	-24,768	-31,453	-37,310	-40,839	-43,567	-45,495	-46,623
Tms sílice (resto):	12,000	12,000	12,000	12,000	16,500	16,500	16,500	16,500	21,000	21,000	21,000	21,000
Utilidad resto (US \$)	18,719	18,719	18,719	19,014	30,957	31,291	31,625	31,959	44,603	44,965	45,326	45,688
Utilidad (US \$)	32,758	32,758	32,758	33,274	47,842	48,359	48,875	49,391	63,719	64,236	64,752	65,268
Util - deuda (US \$)	26,305	26,305	6,242	7,403	22,617	23,778	24,940	26,102	41,075	42,237	43,398	44,560
Acumul	26,305	52,609	58,851	66,254	88,871	112,649	137,589	163,691	204,766	247,003	290,401	334,961

6.4.7 Estado de pérdidas y ganancias proyectadas

A continuación se presenta en el **cuadro N° VI – 15**, el estado de pérdidas y ganancias.

CUADRO N° VI – 15

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADAS (En US \$)			
Años	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03
Capacidad Utilizada.	70%	85%	100%
TMS / año	84,000	102,000	120,000
Ingresos Brutos	1,344,000	1,632,000	1,920,000
Costo de Producción	(683,999)	(800,939)	(919,079)
Margen Bruto	660,001	831,061	1,000,921
Gastos Operativos	(403,200)	(489,600)	(576,000)
Margen Operativo	256,801	341,461	424,921
Gastos Financieros	(25,167)	(16,778)	(6,453)
Otros ing. Egres.	(67,200)	(81,600)	(96,000)
Utilidad antes de impuestos	164,434	243,083	322,468
Imp. Renta	(32,887)	(48,617)	(64,494)
Utilidad neta	131,547	194,467	257,975
Utilidad acumulada	131,547	326,014	583,988
Utilidad Neta / Ingresos	9.79%	11.92%	13.44%

6.4.8 Balance general proyectado

En el **cuadro N° VI – 16**, se presenta el Balance general proyectado.

CUADRO N° VI – 16

BALANCE GENERAL PROYECTADO (En US \$)			
AÑOS	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03
ACTIVO:			
ACTIVO CORRIENTE			
Excedente de caja	123,602	270,709	468,081
Efectivo para operaciones	33,500	35,000	40,000
Existencias	16,750	17,500	20,000
Total Activo Corriente	173,852	323,209	528,081
ACTIVO FIJO			
Activo Fijo y Nominal	216,617	216,617	216,617
(-) Depreciación y Amortización	33,073	66,145	91,224
Activo Fijo Neto	183,544	150,472	125,393
TOTAL ACTIVO	357,396	473,681	653,474
PASIVO:			
PASIVO CORRIENTE			
Cuentas por pagar	22,485	24,285	26,085
Otros pasivos	3,373	3,643	3,913
PASIVOS NO CORRIENTES			
Deuda mediano plazo	160,503	80,252	-
Total Pasivo	186,361	108,179	29,998
PATRIMONIO			
Capital	39,488	39,488	39,488
Utilidades Retenidas	131,547	326,014	583,988
Total patrimonio	171,035	365,502	623,476
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	357,396	473,681	653,474

6.4.9 Coeficientes financieros**CUADRO N° VI – 17**

COEFICIENTES FINANCIEROS			
AÑOS	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03
LIQUIDEZ			
Relación corriente	6.7	11.6	17.6
Prueba ácida	6.1	10.9	16.9
NIVEL DE ENDEUDAMIENTO			
Deuda total / Total activo	52.1%	22.8%	4.6%
Deuda M.P. / Capital	4.1	2.0	-
OPERACIÓN			
Mov. Activos fijos	7.3	10.8	15.3
Mov. Total activos	3.8	3.4	2.9
RENTABILIDAD			
Marg. Util. / Ventas	9.8%	11.9%	13.4%
Rend. Total activo	36.8%	41.1%	39.5%

6.4.10 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADAS (En US \$)

Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacidad utilizada Tms / trimestre.	70% 21,000	70% 21,000	70% 21,000	70% 21,000	85% 25,500	85% 25,500	85% 25,500	85% 25,500	100% 30,000	100% 30,000	100% 30,000	100% 30,000
Ingresos Brutos.	336,000	336,000	336,000	336,000	408,000	408,000	408,000	408,000	480,000	480,000	480,000	480,000
Costo de Producción	(171,000)	(171,000)	(171,000)	(171,000)	(200,235)	(200,235)	(200,235)	(200,235)	(229,770)	(229,770)	(229,770)	(229,770)
Margen Bruto	165,000	165,000	165,000	165,000	207,765	207,765	207,765	207,765	250,230	250,230	250,230	250,230
Gastos Operativos	(100,800)	(100,800)	(100,800)	(100,800)	(122,400)	(122,400)	(122,400)	(122,400)	(144,000)	(144,000)	(144,000)	(144,000)
Margen Operativo	64,200	64,200	64,200	64,200	85,365	85,365	85,365	85,365	106,230	106,230	106,230	106,230
Gastos Financieros	(6,453)	(6,453)	(6,453)	(5,808)	(5,163)	(4,517)	(3,872)	(3,227)	(2,581)	(1,936)	(1,291)	(645)
Otros ing. egres.	(16,800)	(16,800)	(16,800)	(16,800)	(20,400)	(20,400)	(20,400)	(20,400)	(24,000)	(24,000)	(24,000)	(24,000)
Renta neta	40,947	40,947	40,947	41,593	59,803	60,448	61,093	61,739	79,649	80,294	80,940	81,585
Imp. Renta	(8,189)	(8,189)	(8,189)	(8,319)	(11,961)	(12,090)	(12,219)	(12,348)	(15,930)	(16,059)	(16,188)	(16,317)
Utilidad neta	32,758	32,758	32,758	33,274	47,842	48,359	48,875	49,391	63,719	64,236	64,752	65,268
Utilidad acumulada	32,758	65,516	98,273	131,547	179,390	227,748	276,623	326,014	389,733	453,969	518,720	583,988
Utilidad neta / ingresos	9.75%	9.75%	9.75%	9.90%	11.73%	11.85%	11.98%	12.11%	13.27%	13.38%	13.49%	13.60%

GANANCIA IMPOSITIVA

Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intereses	6,453	6,453	6,453	5,808	5,163	4,517	3,872	3,227	2,581	1,936	1,291	645
Ganancia impositiva	1,291	1,291	1,291	1,162	1,033	903	774	645	516	387	258	129
Impuesto a la renta	8,189	8,189	8,189	8,319	11,961	12,090	12,219	12,348	15,930	16,059	16,188	16,317
Impuestos corregidos	9,480	9,480	9,480	9,480	12,993	12,993	12,993	12,993	16,446	16,446	16,446	16,446

6.4.11 Flujo de caja proyectado

FLUJO DE CAJA PROYECTADO (EN US \$)												
Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión (240,117)	(892)				(180)				(5,430)			
Ventas	336,000	336,000	336,000	336,000	408,000	408,000	408,000	408,000	480,000	480,000	480,000	480,000
Costo de producción	(171,000)	(171,000)	(171,000)	(171,000)	(200,235)	(200,235)	(200,235)	(200,235)	(229,770)	(229,770)	(229,770)	(229,770)
Gastos operativos	(100,800)	(100,800)	(100,800)	(100,800)	(122,400)	(122,400)	(122,400)	(122,400)	(144,000)	(144,000)	(144,000)	(144,000)
Otros ing. egres.	(16,800)	(16,800)	(16,800)	(16,800)	(20,400)	(20,400)	(20,400)	(20,400)	(24,000)	(24,000)	(24,000)	(24,000)
Depreciación y amortización	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	6,270	6,270	6,270	6,270
Impuestos corregidos	9,480	9,480	9,480	9,480	12,993	12,993	12,993	12,993	16,446	16,446	16,446	16,446
Recuper. Capit. trabajo												30,002
Valor residual												100,315
Flujo económico (240,117)	64,256	65,149	65,149	65,149	86,047	86,227	86,227	86,227	99,516	104,946	104,946	235,263
Ganancia impositiva	1,291	1,291	1,291	1,162	1,033	903	774	645	516	387	258	129
Prestamo vinsa 200,629												
Servicio de la deuda	(6,453)	(6,453)	(26,516)	(25,871)	(25,225)	(24,580)	(23,935)	(23,289)	(22,644)	(21,999)	(21,354)	(20,708)
Flujo financiero (39,488)	76,842	77,734	57,671	58,188	83,115	83,811	84,327	84,844	100,104	106,050	106,566	367,717

TASA DE DESCUENTO: **4.66% TRIMESTRAL**
20.00% ANUAL

VANE 580,845 US \$
VANF 864,885 US \$
TIRE 29.8%
TIRF 190.3%

VAI (240,117)
VAB 3,607,424
VAC (2,786,461)
VAN 580,845.22

RELACION:
BENEFICIO / COSTO = 1.19
BEN. NETO / INVERSION = 3.42

Costos de operación global	(271,744)	(270,851)	(270,851)	(270,851)	(321,953)	(321,773)	(321,773)	(321,773)	(321,773)	(380,484)	(375,054)	(375,054)	(244,737)
----------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

6.4.12 Estado de fuente y de uso de fondos

ESTADO DE FUENTE Y USO DE FONDOS (En US \$)													
Trimestre		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fuentes:													
Utilidad neta		32,758	32,758	32,758	33,274	47,842	48,359	48,875	49,391	63,719	64,236	64,752	65,268
Depreciación		8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	6,270	6,270	6,270	6,270
Aporte propio	39,488												
Préstamo Vinsa	200,629												
Total fuentes	240,117	41,026	41,026	41,026	41,542	56,110	56,627	57,143	57,659	69,989	70,505	71,021	71,538
Usos:													
Inv. fija y intangible	216,617												
Inv. capital de trab.	23,500	892				180				5,430			
Amortiz. préstamo				20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063
Total usos	240,117	892		20,063	20,063	20,243	20,063	20,063	20,063	25,493	20,063	20,063	20,063
Saldo de caja:													
		40,133	41,026	20,963	21,479	35,868	36,564	37,080	37,596	44,496	50,442	50,959	51,475
Saldo de caja acumul.:													
		40,133	81,159	102,122	123,602	159,469	196,033	233,113	270,709	315,205	365,648	416,606	468,081
Recursos:													
Utilidad neta		32,758	32,758	32,758	33,274	47,842	48,359	48,875	49,391	63,719	64,236	64,752	65,268
Depreciación		8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	8,268	6,270	6,270	6,270	6,270
Intereses préstamo		6,453	6,453	6,453	5,808	5,163	4,517	3,872	3,227	2,581	1,936	1,291	645
Total recursos		47,479	47,479	47,479	47,350	61,273	61,144	61,015	60,886	72,570	72,441	72,312	72,183
Deuda:													
Amortización préstamo				20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063	20,063
Intereses préstamo		6,453	6,453	6,453	5,808	5,163	4,517	3,872	3,227	2,581	1,936	1,291	645
Total deuda		6,453	6,453	26,516	25,871	25,225	24,580	23,935	23,289	22,644	21,999	21,354	20,708
Índice de cobertura		7.4	7.4	1.8	1.8	2.4	2.5	2.5	2.6	3.2	3.3	3.4	3.5

CAPITULO VII

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

7.1 OBSERVACIONES

7.1.1 RESERVAS

Las reservas de mineral con la que cuenta la Mina Santa Rosa 94 – I, se resumen en el siguiente cuadro:

RESERVAS	TMH
PROBADAS	5'245,973
PROBABLES	2'216,814
TOTAL DE RESERVAS	7'462,787 TMH

Esto permitirá tener 72 años de operación, para un nivel de producción de 72,000 TM por año, dependiendo de los precios de la sílice en el mercado local y externo, así como el costo de producción y transporte.

7.1.2 PRUEBAS METALURGICAS

MINERALOGIA

De acuerdo al estudio minerográfico desarrollado las especies de minerales comunes son las siguientes:

MINERALES
Silice (SiO ₂)
Arcillas
Limonitas

ANALISIS QUIMICO

El análisis químico del mineral en estudio, nos muestra el cuadro N° IV-1, donde el contenido de sílice promedio es de 95% SiO₂.

GRAVEDAD ESPECIFICA

El mineral posee una **Gravedad Específica en promedio de 2.30 gr/cc.**

INDICE DE TRABAJO

El Índice de trabajo (*Work Index*) determinado por el método de Bond es de: **16.0 kw-hr/TC**

HUMEDAD DEL MINERAL

La humedad promedio del mineral es de: **11.0 %**

TIEMPO DE SECADO

El tiempo de secado para el mineral lavado, depende de la humedad, de acuerdo a las pruebas realizadas se determina que este tiempo se encuentra entre 20 – 40 minutos, para el diseño del secador se empleo: **35 minutos.**

7.1.3 ASPECTOS DE INGENIERIA

La Ingeniería se ha desarrollado de tal forma que los equipos seleccionados cuenten con una capacidad sobredimensionada que permitan una ampliación de la planta sin muchas modificaciones de los principales equipos.

El diagrama de flujo nos permite en forma eficiente obtener un producto seco con una ley comercial.

El consumo de energía estimado en el proceso de secado es: **116.18 Kw.**

El balance metalúrgico nos muestra dos tipos de productos:
Material seco grueso con 95% de SiO₂ con 73% de distribución y
Material seco fino con 95% de SiO₂ con 27% de distribución.

7.1.4 EVALUACION ECONOMICA

La demanda potencial está distribuido principalmente:

Lima : 80% Provincias: 20%.

De la evaluación económica financiera del proyecto, el precio de la sílice asciende a **US \$ 26.00 por TMS** (puesta en Vinsa).

La comercialización se efectuará en forma directa con las empresas consumidoras y en especial con Vinsa.

En el siguiente cuadro se resume el Costo de Inversión Fija:

	\$ USA
MAQUINARIA Y EQUIPO	121,220
MONTAJE	40,650
PRUEBA EN VACIO	2,000
OBRAS CIVILES:	18,520
OTROS (10.00%)	18,239
COSTO INVERSION FIJA (\$USA)	200,629

El Costo de Inversión Intangible se ha estimado en:
\$ USA 15,988

El Capital de Trabajo para el inicio del proyecto es de:
\$ USA 23,500

El siguiente cuadro nos muestra el resumen de la Inversión total:

Concepto	Llucclapampa	VINSA	Total
Inv. Fija		200,629	200,629
Inv. Intangible	15,988		15,988
Capital de trabajo	23,500		23,500
TOTAL:	39,488	200,629	240,117
% :	16.4%	83.6%	100.0%

A continuación se detalla el Costo de Operación del proceso de secado a diversos tonelajes de tratamiento.

COSTO DEL PROCESO DE SECADO (En US\$/mes)				
	Capacidad TMS/mes	7,000	8,500	10,000
CONCEPTOS		US \$ / mes		
Personal		4,000	4,400	4,900
Combustible		1,750	2,125	2,500
Energía		1,750	2,125	2,500
Mantenimiento		1,000	1,250	1,500
Depreciación		2,090	2,090	2,090
Almacenamiento Lima		7,500	7,500	7,500
Otros	20%	900	1,100	1,300
TOTAL (US\$/mes)		18,990	20,590	22,290

También a continuación detallamos el Costo de Operación Unitario del proceso de secado a diversos tonelajes de tratamiento.

COSTO UNITARIO DEL SECADO (US\$/TMS)				
	Capacidad TMS/MES	7,000	8,500	10,000
CONCEPTOS		US \$ / TMS		
Personal		0.57	0.52	0.49
Combustible		0.25	0.25	0.25
Energía		0.25	0.25	0.25
Mantenimiento		0.14	0.15	0.15
Depreciación		0.30	0.25	0.21
Almacenamiento Lima		1.07	0.88	0.75
Otros	20%	0.13	0.13	0.13
TOTAL (US\$/TMS)		2.71	2.42	2.23

A la vez se detalla el Costo de Operación Unitario del proceso de Lavado y Secado a diversos tonelajes de tratamiento.

COSTO UNITARIO DE LOS PROCESOS (En US\$ / TMS)			
Capacidad TMS/mes	7,000	8,500	10,000
Operación	US \$ / TMS		
Explotación y lavado	4.29	4.29	4.29
Secado	2.71	2.42	2.23
Transporte a tolva	1.14	1.14	1.14
TOTAL (US\$/TMS)	8.14	7.85	7.66

El costo de operación se reduce cuando se incrementa el tonelaje de tratamiento.

Para el pago del préstamo del capital de Inversión de **\$USA 200,629** solicitado a Vinsa, con un interés anual del 13.5%, para un periodo de de repago de 3 años se estima un monto de total de **\$USA 249,028**.

Del Estado de pérdidas y ganancias, se lograra obtener una utilidad unitaria de **4.866 \$USA/TM**, para un tonelaje de tratamiento de **120,000 TM/año**, dando una utilidad de **\$USA 583,988/año**.

7.2 CONCLUSIONES

La aplicación del proceso de secado, tendrá un efecto positivo en la economía de la empresa, ya que se reducirá los costos por flete de producto final y a la vez no se tendrá que recurrir al servicio de otra planta para realizar este secado, lo que reduce el costo de operación.

El incremento del tonelaje de tratamiento en la planta de Lavado y Secado en forma escalada producirá una reducción de los costos de

operación, trayendo como consecuencia un incremento en las utilidades de la empresa.

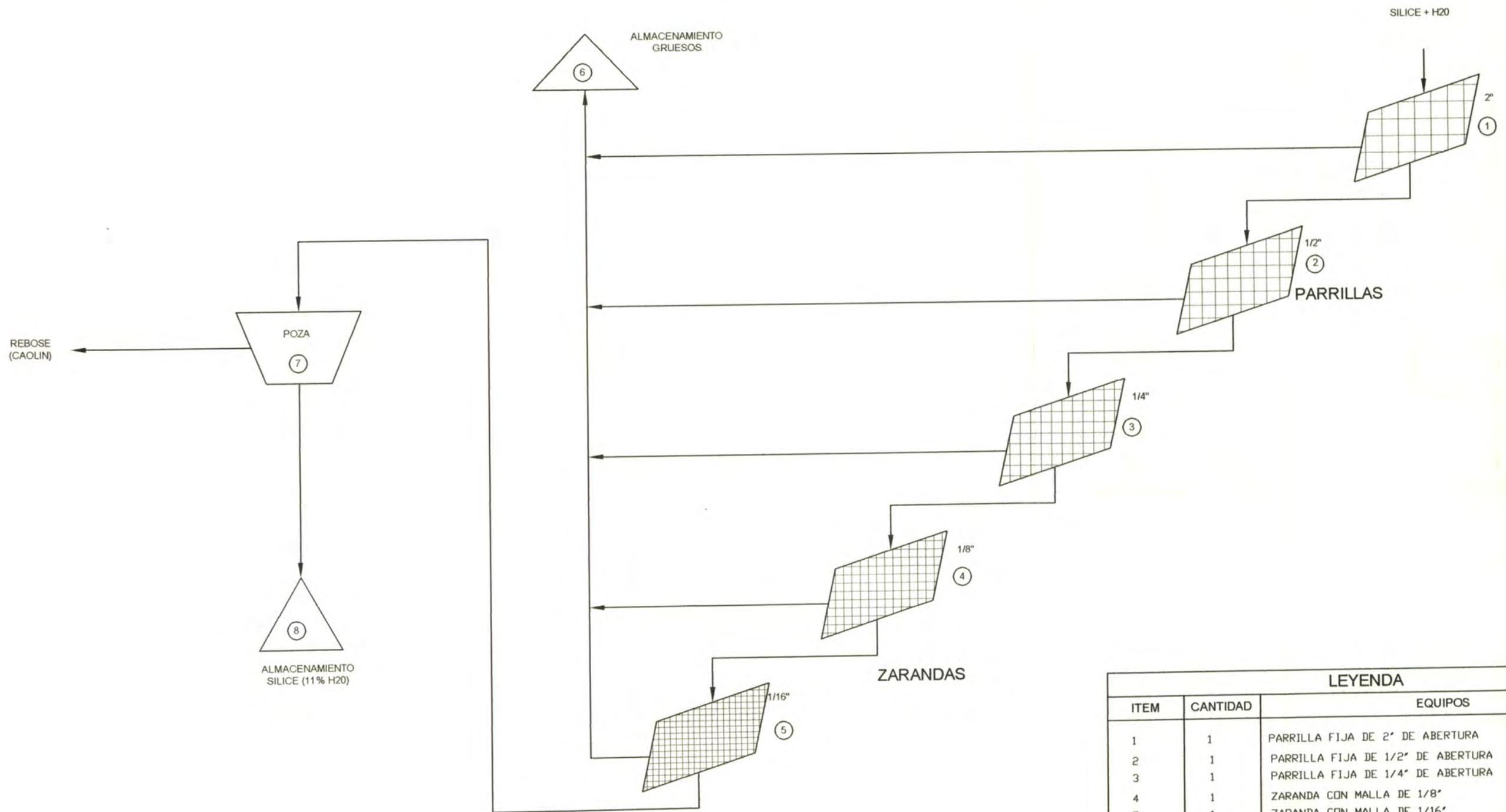
La protección del medio Ambiente es sencillo desde el punto de vista, que no se usa reactivos químicos en ninguna parte del proceso. Un control adecuado de la producción de polvos en la etapa de secado, con el uso de respiradores y extractor de polvos, ayudará a control este problema.

Para el manejo de la inversión requerida, es buena alternativa trabajar con VINSA, ya que es la entidad que comprará la sílice, con lo que se cubrirá el préstamo con interés moderados, convenientes para la empresa.

En conclusión la Instalación de la planta de Secado, tendrá un efecto positivo económicamente y técnicamente en el desarrollo de la empresa por lo que se recomienda su inmediata ejecución.

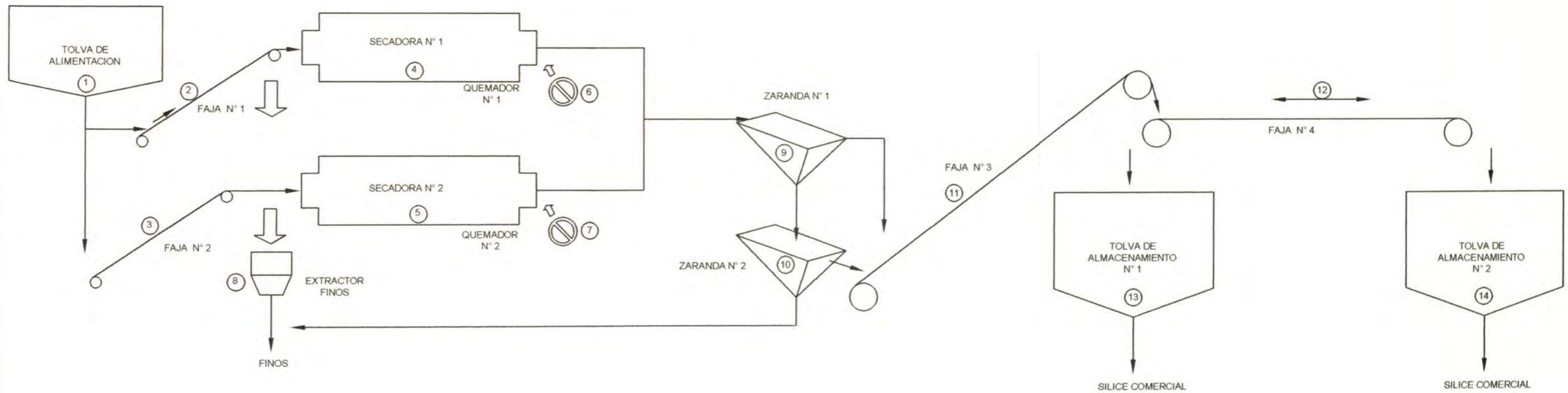
ANEXO 1

DIAGRAMAS DE FLUJO



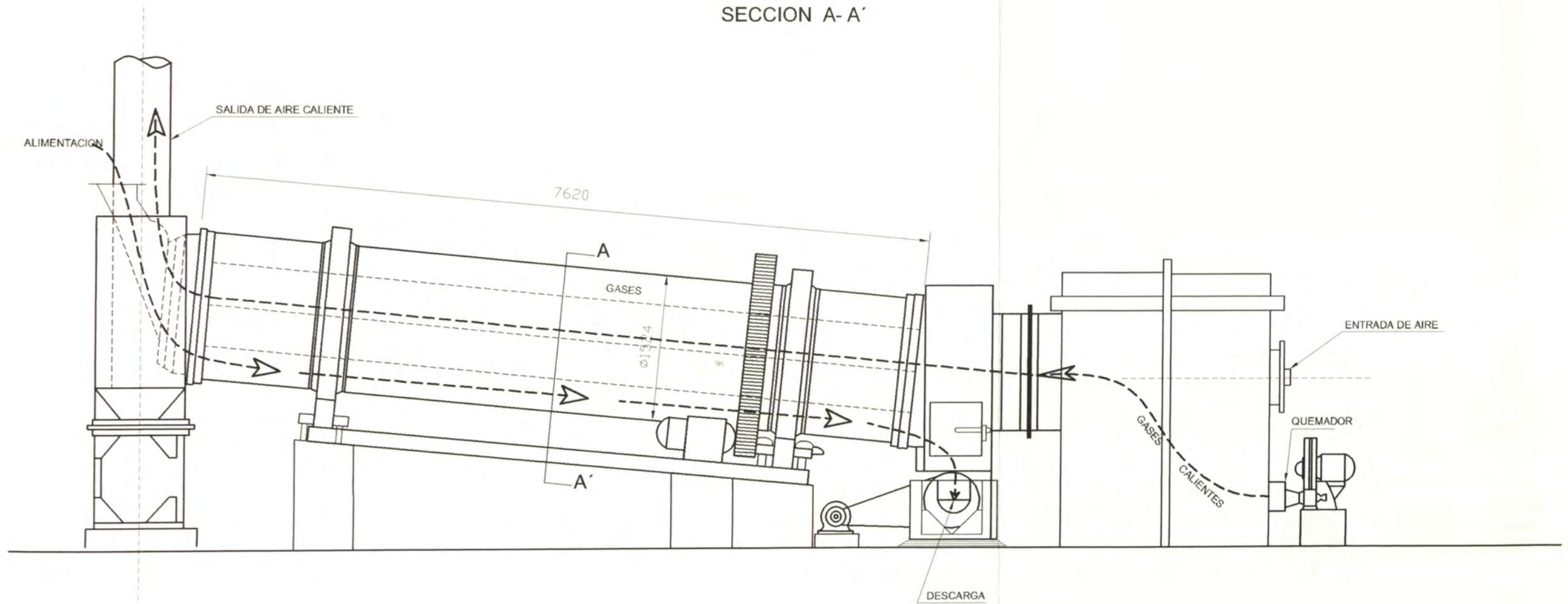
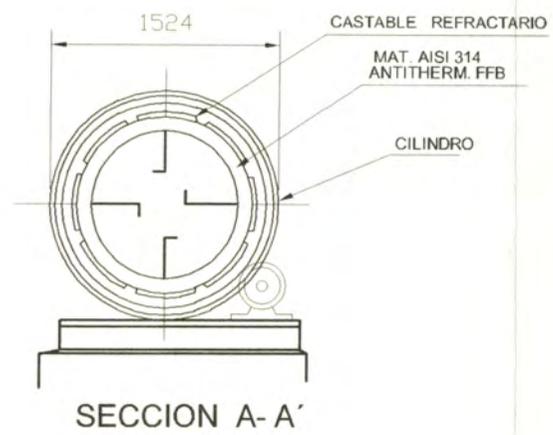
LEYENDA		
ITEM	CANTIDAD	EQUIPOS
1	1	PARRILLA FIJA DE 2' DE ABERTURA
2	1	PARRILLA FIJA DE 1/2' DE ABERTURA
3	1	PARRILLA FIJA DE 1/4' DE ABERTURA
4	1	ZARANDA CON MALLA DE 1/8"
5	1	ZARANDA CON MALLA DE 1/16"
6	1	CANCHA DE ALMACENAMIENTO DE GRUESOS
7	1	POZA DE LAVADO
8	1	CANCHA DE ALMACENAMIENTO DE SILICE

MINA SANTA ROSA		DIBUJADO POR: H. BUEZA
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACION ACTUAL		
FECHA : 2002	ESCALA : S/E	PLANO : A-1



MINA SANTA ROSA		DIBUJADO POR: H. BUEZA
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO		
PLANTA DE SECADO - 10,000 TMS/MES		PLANO : A-2
FECHA: 2002	ESCALA: S/E	

LEYENDA		
ITEM	CANTIDAD	EQUIPOS
1	1	TOLVA DE ALIMENTACION, 475.2 TMH.
2	1	FAJA TRANSPORTADORA N° 1, 24'x 10 m, 3.6 HP
3	1	FAJA TRANSPORTADORA N° 2, 24'x10 m, 3.6HP
4	1	SECADOR N° 1, 5'x15', 200 HP
5	1	SECADOR N° 2, 5'x 15', 200 HP
6	1	QUEMADOR N° 1, 50 HP
7	1	QUEMADOR N° 2, 50 HP
8	1	EXTRACTOR DE FINOS, 15 HP
9	1	ZARANDA VIBRATORIA N°1, 3'x6', MALLA N°30, 9.6 HP
10	1	ZARANDA VIBRATORIA N°2, 3'x6', MALLA N°50, 9.6 HP
11	1	FAJA TRANSPORTADORA N°3, 24'x25m, 9.0 HP.
12	1	FAJA TRANSPORTADORA N°4, 24'x15m, 6.0 HP.
13	1	TOLVA DE ALMACENAMIENTO N°1, 784 TMS.
14	1	TOLVA DE ALMACENAMIENTO N°2, 784 TMS.



ELEVACION LATERAL

MINA SANTA ROSA		DIBUJADO POR: H. BUEZA
SECADORA ROTATORIA 5' x 25'		
DIMENSION EN MILIMETROS		
FECHA:2002	ESCALA:S/E	PLANO : A-3



[Handwritten Signature]

EXDAR INFANTE MARCHÁN
 INGENIERO DE MINAS
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 65246

COMUNIDAD CAMPESINA LLOCLLAPAMPA					
DIVISION MINERIA					
U. E. A. : SANTA ROSA 2000					
EXPLOTACION SILICE					
UBICACION			PLANO		
LUGAR:	MINA STA. ROSA 04 - I		FLUJOGRAMA PLANTA DE LAVADO SILICE		
BIST.:	LLOCLLAPAMPA				
PROV.:	JALUJA				
DPTO.:	JUNIN				
LEV.:	DIBUJO	REVISADO	ESCALA	FECHA	N° LAMINA
J. Q. D.	J. Q. D.	E. I. M.	1:1000	Jun. 00	04

ANEXO 2

CALCULOS DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE SECADO

ANEXO 2

CALCULOS DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE SECADO

1. TOLVA DE ALIMENTACION

Peso específico del mineral	2.3 gr/cc
Porcentaje de humedad	11.0%
Densidad aparente	2.2 TMH/m ³
Capacidad (TMH/día)	374.5
Largo	6.0 m
Ancho	6.0 m
Altura	6.0 m
Vol (tolva) = 6.0 x 6.0 x 6.0 =	216 m ³
Capacidad de tolva = Vol (tolva) x D (aparente)=	2.2 x 216
Capacidad de tolva =	475.2 TMH

2. FAJA TRANSPORTADORA N° 1

Ancho	24"
Largo	10 m
Motor	3.6 HP
Capacidad	7.8 TMH/h

3. FAJA TRANSPORTADORA N° 2

Ancho	24"
Largo	10 m
Motor	3.6 HP
Capacidad	7.8 TMH/h

4. SELECCIÓN DEL SECADOR Nº 1

Cálculo del volumen del secador (Vs)

Tiempo de retención (tr)	:	35 min
Tonelaje de secado (Ts)	:	7.8 TMH/h
Densidad de mineral	:	2.3 TMH/m ³
Volumen de mineral (Vm)	:	3.39 m ³ /h

$$tr(\text{min}) = \frac{Vu * 60}{Vm}$$

$$Vu = \frac{tr(\text{min}) * Vm}{60} = \frac{35 * 7.8}{60} = 4.55 \text{ m}^3$$

$$Vs = 2 Vu = 2 * 4.55 = 9.10 \text{ m}^3$$

Vu = Volumen util del tanque.

Cálculo de las dimensiones del secador

Usaremos: $L = 5D$

L = Largo del secador cilíndrico

D = Diámetro del secador cilíndrico

Sabemos:

$$Vs = \pi \frac{D^2}{4} L$$

$$Vs = \pi \frac{3 * D^3}{4} = 9.10 \text{ m}^3$$

$$D^3 = \frac{9.10 * 4}{3 * 3.1416} = 3.86215 \text{ m}^3$$

$$D = 1.57 \text{ m} = \frac{1.57}{0.3048} = 5 \text{ pies}$$

$$L = 5 * 5 = 25 \text{ pies}$$

Cálculo de los HP del motor del secador

W = energía requerida = 4.78 kw-h/TMH

Tonelaje (j) = 7.8 TMH/h

HP = 1.341 * 4.78 kw-h/TMH * 7.8 TMH/h

HP = 50 HP

Las dimensiones del secador N° 1 serán de 5' x 25' con un motor de 50 HP.

5. SELECCIÓN DEL SECADOR N° 2

Las dimensiones del secador N° 2 será similar al secador N° 1, de dimensiones 5' x 25' con un motor de 50 HP.

6. QUEMADOR N° 1

Modelo : Spray
Bomba : Centrífuga
Motor : 10 HP

7. QUEMADOR N° 2

Modelo : Spray
Bomba : Centrífuga
Motor : 10 HP

8. EXTRACTOR DE POLVOS

Modelo : Campana, con mangas
Motor : 15 HP

9. ZARANDA VIBRATORIA N° 1

Para la selección de la zaranda se tiene el siguiente análisis granulométrico del mineral a alimentarse a la zaranda.

Análisis Granulométrico del mineral de Cabeza

MALLA	TAMAÑO DE PARTICULA (micrones)	% PESO	% Acumulado (+)	% Acumulado (-)
+ 16 M	848	2.15	2.15	97.85
+ 20 M	600	3.24	5.39	94.61
+ 40 M	424	36.60	41.99	58.01
+ 50 M	300	26.17	68.16	31.84
- 50 M		31.84	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Base del cálculo = 15.604 TMS/h

Método para seleccionar el tipo y tamaño de cribas vibrantes según MULAR y BHAPPU

$$A = \frac{\text{STPH de pasante de la alimentación}}{C \times \text{Densidad en masa} \times (\text{factores modificantes } F, E, S, D, O, W)}$$

Cálculo del área para la malla N° 30.

A = Area de tamizado

STPH = 15.604 TMS/h

C = 1 (para malla 30)

D = factor de Densidad aparente del mineral = 1.2

Factor de finura = 1.05

E = 0.80

S = 1.2

D = 1.0

O = 0.85

W = 1

$$A = \frac{15.604}{1.0 \times 1.2 \times 1.05 \times 0.80 \times 1.2 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0}$$

$$A = 15.18 \text{ ft}^2$$

Luego de acuerdo a los catálogos para escoger el tamaño de las cribas es necesario que el radio de longitud/ancho debe ser como mínimo 2:1 para un cribado efectivo.

Por lo tanto una zaranda de 3' x 6' cumple con los requerimientos requeridos para el proceso de tamizado con una malla N° 30, con un motor de 4.80 HP

10. ZARANDA VIBRATORIA N° 2

Base del cálculo = $0.70 \times 15.604 = 10.923$ TMS/h

Método para seleccionar el tipo y tamaño de cribas vibrantes según MULAR y BHAPPU

$$A = \frac{\text{STPH de pasante de la alimentación}}{C \times \text{Densidad en masa} \times (\text{factores modificantes } F, E, S, D, O, W)}$$

Cálculo del área para la malla N° 50.

A = Area de tamizado

STPH = 10.923 TMS/h

C = 1 (para malla 50)

D = factor de Densidad aparente del mineral = 1.2

Factor de finura = 1.05

E = 0.80

S = 1.2

D = 1.0

O = 0.85

W = 1

$$A = \frac{10.923}{1.0 \times 1.2 \times 1.05 \times 0.80 \times 1.2 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0}$$

$$A = 10.62 \text{ ft}^2$$

Luego de acuerdo a los catálogos para escoger el tamaño de las cribas es necesario que el radio de longitud/ancho debe ser como mínimo 2:1 para un cribado efectivo.

Por lo tanto una zaranda de 3' x 6', sobredimensionada cumple con los requerimientos requeridos para el proceso de tamizado con una malla N° 50, con un motor de 4.80 HP.

11. FAJA TRANSPORTADORA N° 3

Ancho	:	24"
Largo	:	25 m
Motor	:	5.0 HP
Capacidad	:	15.6 TMH/h

12. FAJA TRANSPORTADORA N° 4

Ancho	:	24"
Largo	:	15 m
Motor	:	4.0 HP
Capacidad	:	15.6 TMH/h

Debe servir para alimentar a las dos tolvas de almacenamiento, por lo que debe ser móvil para ambos sentidos.

13. TOLVA DE ALMACENAMIENTO N° 1

Peso específico del mineral	:	2.3 gr/cc
Densidad aparente	:	2.0 TMH/m ³
Capacidad (TMH/día)	:	374.5
Largo	:	6.0 m
Ancho	:	6.0 m
Altura	:	6.0 m

$$\text{Vol (tolva)} = 7.0 \times 7.0 \times 8.0 = 392 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad de tolva} = \text{Vol (tolva)} \times D \text{ (aparente)} = 2.0 \times 392$$

$$\text{Capacidad de tolva} = 784 \text{ TMS}$$

14. TOLVA DE ALMACENAMIENTO Nº 2

Peso específico del mineral : 2.3 gr/cc

Densidad aparente : 2.0 TMH/m³

Capacidad (TMH/día) : 374.5

Largo : 6.0 m

Ancho : 6.0 m

Altura : 6.0 m

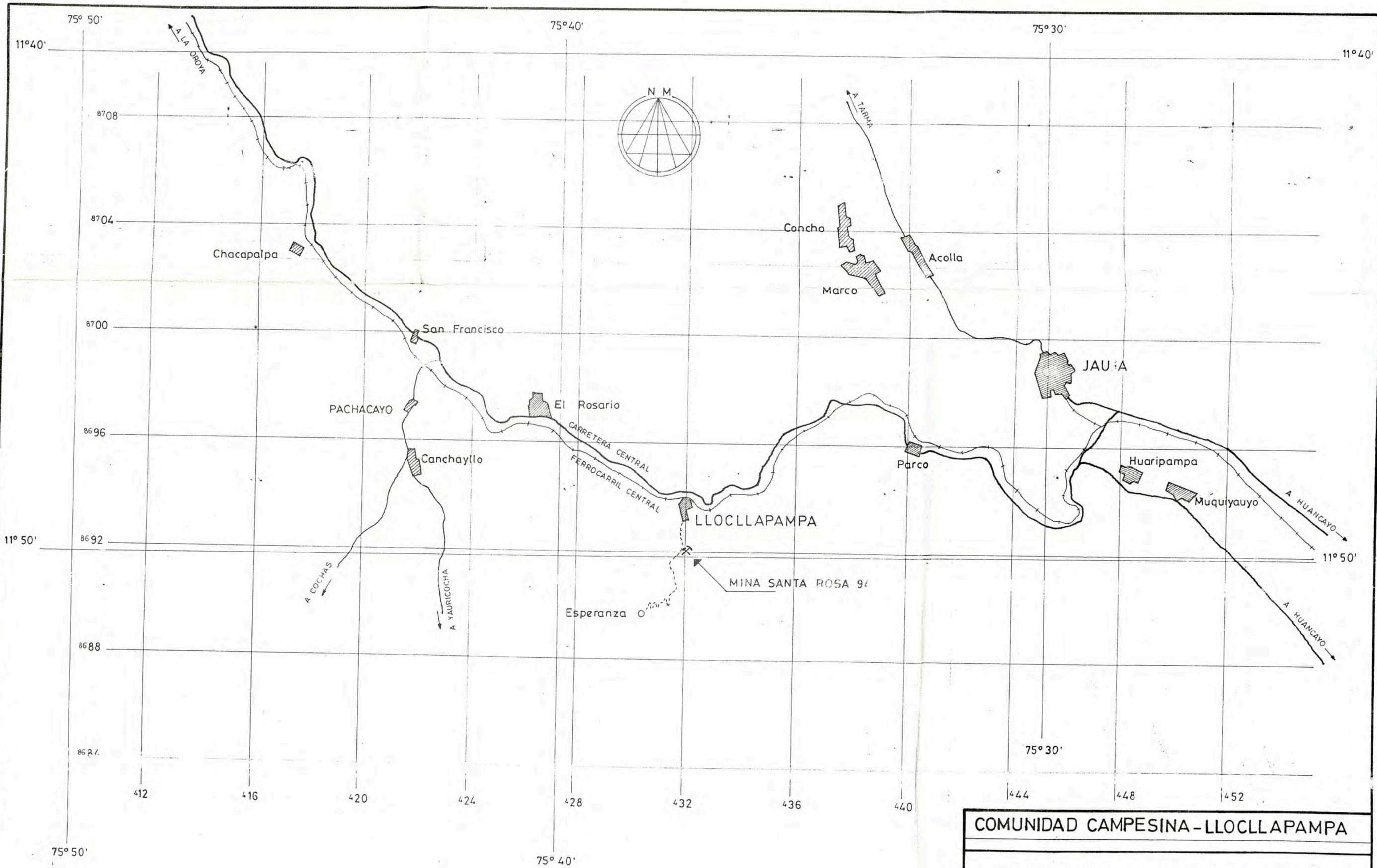
Vol (tolva) = 7.0 x 7.0 x 8.0 = 392 m³

Capacidad de tolva = Vol (tolva) x D (aparente) = 2.0 x 392

Capacidad de tolva = 784 TMS

ANEXO 3

PLANOS

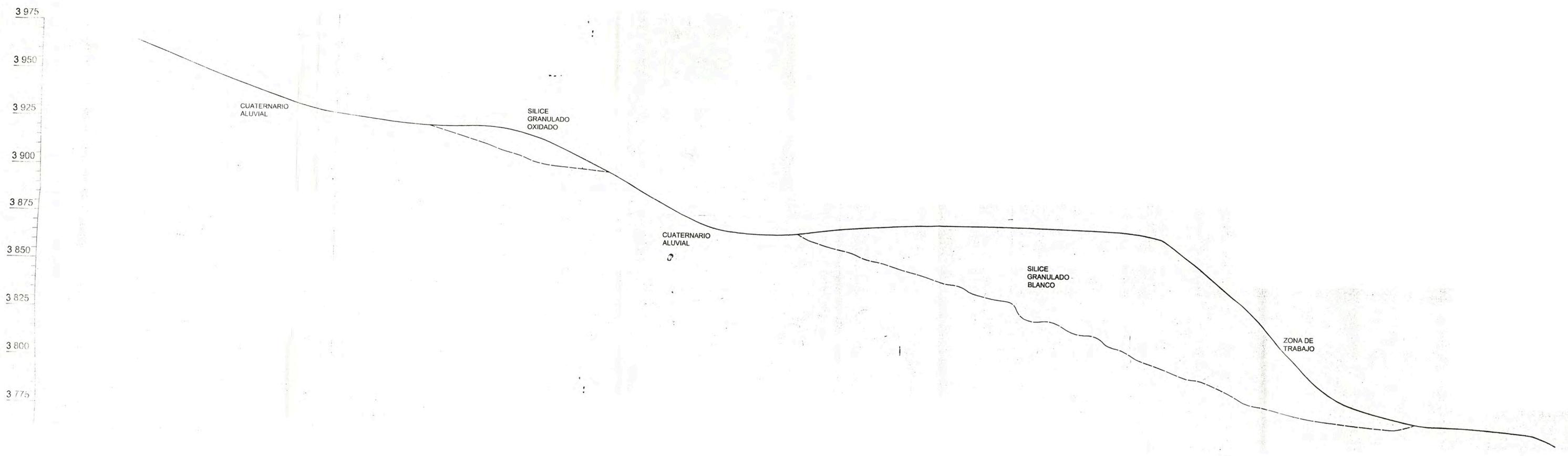


COMUNIDAD CAMPESINA - LLOCLLAPAMPA

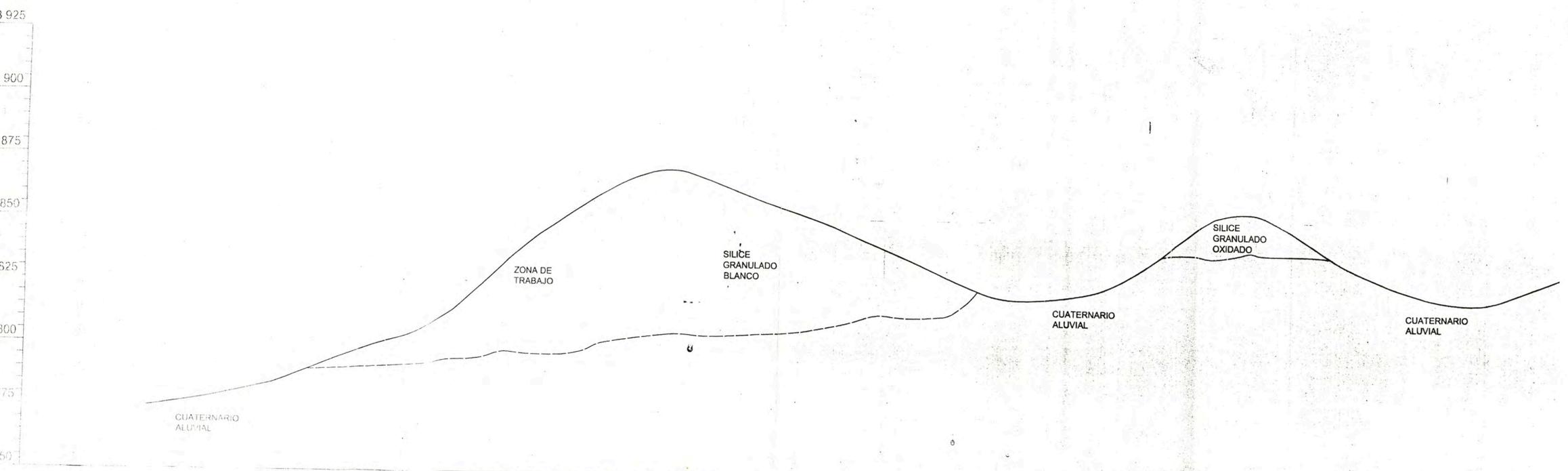
UNIDAD MINERA SANTA ROSA 94-1

UBICACION	PLANO
PROV : JAUJA DPTO : JUNIN	UBICACION

FUENTE	DIBUJO	REV.	ESCALA	FECHA	PLANO N°
CARTA NACIONAL I.G.N.	D.E.Q.C.	E.I.M.	1:100 000	Dic. 1999	01



SECCION B - B'



SECCION A - A'

COMUNIDAD CAMPESINA LLOCLLAPAMPA					
PROYECTO					
UNIDAD MINERA SANTA ROSA 94-I					
UBICACION			PLANO		
PARAJE : AJOCUCHO DIST. : LLOCLLAPAMPA PROV. : JAUJA DPTO. : JUNIN			SECCIONES A-A' B-B'		
LEV.	DIBUJO	REV.	ESCALA	FECHA	N° LAMINA
J. Q. D.	E. Q. C.	E. I. M.	1 : 1 000	Dic - 99	3

BIBLIOGRAFIA

- 1. HANDBOOK OF MINERAL DRESSING**
A.F. TAGGART – 1954
- 2. INTRODUCCION AL PROCESAMIENTO DE MINERALES**
ERROL G. KELLY – 1990
- 3. INGENIERIA METALURGICA**
ING. IVAN QUIROZ
- 4. CRIBAS VIBRANTES**
MULAR y BHAPPU
- 5. MANUAL DE EQUIPOS DE MINERIA**
DENVER
- 6. FISICO QUIMICA – TERMOQUIMICA**
GILBERT W. CASTELLAN
- 7. COSTO Y EVALUACION DE PROYECTOS**
JOSE ELISEO OCAMPO – 2002
- 8. MANUAL DEL ANALISTA FINANACIERO**
ABDIAS ESPINOZA