

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE
UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ARENA SÍLICE PARA USO
INDUSTRIAL”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

MARÍA DEL ROSARIO ZAPATA FLORES

LIMA – PERÚ
2012

DEDICATORIA

A mis padres por su eterna paciencia, apoyo y dedicación en la educación de mi hermano y mía.

A Eddy por ser una de las motivaciones en mi desarrollo profesional.

A todos los profesores que de una u otra manera hicieron que llegara este día.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Al Ingeniero EMILIO PORRAS SOSA, asesor de la tesis, por su colaboración y constante apoyo durante la ejecución de la tesis.

A MANUEL MARIN CHAVEZ, Ingeniero de COMISICE S.A.C, por su confianza y apoyo en la investigación de la tesis.

A la empresa COMISICE S.A.C y en especial el Ingeniero BRUNO ALECCHI, por la oportunidad que me dieron de realizar las pruebas experimentales para desarrollar este trabajo.

CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	ix

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Alcances y Limitaciones.....	14

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA.....	15
2.1 Definiciones generales.....	15
2.1.1 Minerales Industriales.....	15
2.2 Generalidades de la Arena Sílice.....	25
2.2.1 Aplicaciones y Usos.....	26
2.2.2 Especificaciones.....	34
2.2.3 Química Básica de la Sílice como materia prima.....	38
2.2.4 Electrónica del Silicio.....	42
2.2.5 Diferencia entre el Carbono y el Silicio.....	47
2.2.6 El Silicio en el futuro.....	48

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE MERCADO.....	50
3.1 Situación Mundial.....	50

3.2	Características del mercado.....	51
3.3	Área Geográfica del mercado.....	53
3.4	Análisis de la Demanda.....	53
3.4.1	Demanda Histórica.....	54
3.4.2	Proyección de la Demanda.....	61
3.4.3	Demanda Insatisfecha.....	64
3.5	Análisis de la Oferta.....	67
3.5.1	Análisis de la Competencia.....	67
3.5.2	Empresas Productoras y Comercializadoras.....	69
3.5.3	Factores de Oferta.....	71
3.5.4	Proyección de la Oferta.....	73
3.5.5	Oferta Estimada del Proyecto.....	74
3.6	Estrategia Comercial.....	77
3.6.1	Análisis del Producto.....	77
3.6.2	Análisis del Precio.....	80
3.6.3	Canales de Distribución.....	82

CAPÍTULO IV

	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	85
4.1	Macrolocalización.....	85
4.1.1	Posibles Ubicaciones por factores predominantes.....	85
4.1.2	Análisis de factores de Localización.....	85
4.1.3	Ranking de factores.....	90
4.1.4	Cuadro Comparativo de Macrolocalización.....	91
4.2	Microlocalización.....	92
4.2.1	Posibles Ubicaciones por factores predominantes.....	92
4.2.2	Análisis de los factores de Localización.....	93
4.2.3	Cuadro Comparativo de Microlocalización.....	96

CAPÍTULO V

TAMAÑO DE PLANTA.....	97
5.1 Análisis Introductorio.....	97
5.2 Factores que influyen en el Tamaño.....	98
5.2.1 Relación Tamaño – Mercado.....	98
5.2.2 Relación Tamaño – Tecnología.....	98
5.2.3 Relación Tamaño – Financiamiento.....	101
5.2.4 Relación Tamaño – Recursos Productivos.....	103
5.2.5 Relación Tamaño – Inversión.....	104
5.3 Selección del Tamaño de Planta.....	104
5.4 Layout de Planta.....	107
5.5 Distribución de Planta.....	109

CAPÍTULO VI

ESTUDIO TÉCNICO.....	110
6.1 Pruebas Experimentales de Materia Prima.....	110
6.1.1 Caracterización del Mineral.....	110
6.1.2 Composición Química del Mineral.....	112
6.1.3 Pruebas de Determinación de Humedad.....	112
6.1.4 Pruebas de Secado.....	113
6.1.5 Análisis Granulométrico.....	114
6.1.6 Pruebas de Arcillas.....	118
6.1.7 Gravedad Específica.....	118
6.2 Ingeniería del Proyecto.....	124
6.2.1 Parámetros del Diseño.....	124
6.2.2 Selección de Equipos y Materiales.....	125
6.2.3 Descripción del Proceso.....	126
6.2.4 Balance Termodinámico.....	132
6.2.5 Balance Metalúrgico.....	132
6.2.6 Diagrama de Flujo Balanceado.....	132

6.2.7	Control de Calidad.....	135
6.2.8	Ficha Técnica del Producto.....	136
6.2.9	Aspectos del Medio Ambiente.....	136

CAPÍTULO VII

ECONOMÍA DEL PROYECTO.....	141
7.1 Inversión.....	141
7.1.1 Inversión en Activos Fijos Tangibles.....	141
7.1.2 Inversión en Activos Fijos Intangibles.....	144
7.1.3 Inversión en Capital de Trabajo.....	144
7.1.4 Inversión Total.....	145
7.2 Financiamiento.....	146
7.2.1 Estructura del Financiamiento.....	146
7.2.2 Cuadro de Servicio de deuda.....	146
7.3 Presupuesto de Ingresos y Costos.....	147
7.3.1 Ingresos.....	147
7.3.2 Egresos.....	149
7.3.3 Gastos.....	154
7.4 Estados Financieros.....	158
7.4.1 Estados de Ganancias y Pérdidas Económico-Financiero..	158
7.4.2 Flujo de Caja Económico y Financiero.....	158
7.4.3 Indicadores del Proyecto.....	158
7.5 Análisis Económica – Financiera.....	165
7.5.1 Análisis Económico.....	165
7.5.2 Análisis Financiero.....	165
7.6 Análisis de Sensibilidad.....	168
7.6.1 Precio de Venta.....	168
7.6.2 Inversión.....	168
7.6.3 VPN vs TIR.....	168

CONCLUSIONES.....	175
RECOMENDACIONES.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	178
ANEXOS.....	180
ANEXO N° 1 CALCULOS Y RESULTADOS DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES.....	181
ANEXO N° 2 REPORTES DE CONTROL DE CALIDAD.....	193
ANEXO N° 3 TABLAS.....	198
ANEXO N° 4 CALCULO DE EQUIPOS.....	204
ANEXO N° 5 RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO.....	217
ANEXO N° 6 CURVAS DE REGRESIONES	220
ANEXO N° 7 MDS DE ARENA SÍLICE	233
ANEXO N° 8 METODO DE ANÁLISIS DE ARENA SÍLICE	241

RESUMEN

La arena sílice está compuesta primordialmente de silicio, bajo la forma de óxido de silicio, la cual es conocida como “Arena de Cuarzo”. El silicio que se obtiene de la arena sílice es una materia prima muy valiosa para la elaboración de productos industriales, por ejemplo los chips de ordenador ya que es un semiconductor. La capacidad de controlar las propiedades eléctricas del silicio y su abundancia en la naturaleza han posibilitado su desarrollo y aplicación en diferentes industrias, como en la electrónica, utilizada para la elaboración de los transistores y circuitos integrados.

En general, la arena sílice es un recurso relativamente abundante en el país, de razonables perspectivas geológicas que se explotan en volúmenes de producción de mediana y baja escala, para el estudio en mención la materia prima será originaria de Curicaca (El Rosario) provincia de Junín, donde existen abundantes yacimientos de arena sílice, sin embargo corresponden a unas cuarcitas muy descompuestas por lo que la granulometría de la arena no es adecuada para su uso directo.

La importancia de desarrollar el tema radica en la gran demanda de arena sílice por el mercado nacional que se proyecta a una demanda también a nivel internacional (Colombia) según el Ministerio de Energía y Minas, así como las pocas instalaciones adecuadas para producir fracciones granulométricas específicas destinadas a mercados industriales tan diversos como: Filtros de agua, perforaciones, fundición, vidrio, morteros, plantas Potabilizadoras, pisos de cerámica, pinturas, resinas, loza, epoxi, campos deportivos (futbol, golf, paddle, tenis, etc.), piletas de natación; donde la arena sílice es utilizada como materia prima debido a sus importantes propiedades físicas y químicas, destacándose especialmente su dureza, alto punto de fusión, piezoelectricidad,

piezoelectricidad y transparencia, por tal razón se considera que realizar un estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de producción de arena sílice para uso industrial a partir de la arena sílice extraída de las canteras, el cual tiene granulometrías diferentes que no pueden ser utilizadas directamente, es relevante, ya que este proyecto contará con estudios de mercado, técnico, financiero y económico a fin de analizar la viabilidad técnica y económica para producir arena sílice con composición óptima según las normas establecidas para cada producto en sus diferentes aplicaciones industriales, como por ejemplo la Norma AFS (American Foundrymen's Society), para Fundición.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La minería es una de las principales industrias generadoras de divisas en el Perú, representa un 51% de las exportaciones del país, el 5.8% del Producto Bruto Interno (PBI) y es la industria extractiva que aporta el porcentaje más significativo en cuanto al canon minero, recurso financiero que debe ser destinado al desarrollo de la zona de extracción. Además, en muchos casos las empresas mineras son impulsoras del desarrollo de las comunidades aledañas a sus operaciones, mediante la creación de asociaciones sin fines de lucro.

Por otro lado, el Perú es uno de los países mineros con mayor producción minera y es gracias a la exportación de estos minerales que el país ha logrado notablemente impulsar su economía sosteniblemente. De acuerdo con el Banco Mundial, Perú es el sexto país con mayor producción de minerales en el mundo.

La industria minera no metálica en el Perú representa una oportunidad de negocio sustentable y sostenible en el tiempo, ya que es el Perú un país netamente minero con una amplia trayectoria de exportación en la industria de la minería metálica, más no es conocido por exportar minerales no metálicos. Hasta el momento son pocas las compañías que vienen realizándolo; sin embargo estos minerales sí son utilizados como insumos para otros productos que son exportados.

Para esta tesis, se realizó un estudio del mineral no metálico arena sílice, que es utilizado como insumo para otros productos netamente exportables como el mármol, el vidrio, la cerámica y otros. No existen productos sustitutos de la

arena sílice satisfactoria lo cual ayudaría notablemente a posicionar este producto en el mercado exportable.

A pesar de que la industria minera en el Perú es uno de los mayores productos de exportación del país, el sector no metálico ha crecido muy lentamente porque es manejado por pequeñas y medianas empresas las cuales no disponen del capital necesario para poder posicionar sus productos en mayores escalas y a mejores precios.

El principal objetivo de este estudio es realizar un análisis exhaustivo de la arena sílice, utilizada mayormente en la industria del vidrio, fundición y el cemento, para verificar si la exportación de este producto peruano representa o no una oportunidad de negocio sustentable.

1.1 Antecedentes

A pesar de que la minería en el Perú es uno de las industrias de mayor exportación en el país, y que a su vez es una de las mayores entradas de divisas para el país, de acuerdo con la información de Promoción Peruana de Exportadores (PROMPEX), son pocas las compañías que exportan minerales no metálicos y ninguna de ellas supera el diez por ciento (10%). Sin embargo, estos minerales son utilizados como insumos para otros productos industriales que si son exportados.

La principal inconveniencia en este sector se da no por la falta de interés en la búsqueda de un desarrollo sostenible; sino por la falta de recursos, además de no contar con un modelo integral que facilite la elaboración de proyectos que se puedan llevar a cabo aprovechando de manera eficiente y efectiva los recursos que poseen, y que paralizan el crecimiento principalmente de las pequeñas empresas mineras.

1.2 Objetivos

El presente estudio tiene como objetivo principal analizar si es conveniente invertir dinero en la explotación, producción y comercialización de la arena sílice a partir de la arena sílice extraída de las canteras, el cual tiene granulometrías diferentes que no pueden ser utilizadas directamente en las industrias donde tiene aplicación, para su distribución a nivel nacional e incursionar en la posible exportación de este mineral no metálico.

El objetivo específico del proyecto, es la producción de la arena sílice obtenida del proceso de lavado, secado y clasificado, así como realizar los cálculos de ingeniería respectivos para lograr diferentes composiciones y granulometrías totalmente controladas para satisfacer las necesidades concretas de los clientes potenciales.

1.3 Justificación

El Perú tiene muchas riquezas naturales que pueden ser explotadas sosteniblemente para lograr un impulso económico del país. La minería sobretodo, a pesar de que no es la única industria rica en el país, es una industria que ha colocado al Perú en el sexto lugar en el mundo en la explotación de minerales. Perú cuenta con una gran diversidad de minerales y lo convierte en un gran potencial para desarrollar aportes económicos. Por lo tanto, podemos decir que los peruanos contamos con muchas riquezas a lo largo de nuestro territorio, sin embargo, en contraposición, tenemos diferentes regiones que son de difícil acceso debido a sus condiciones geográficas y climáticas.

1.4 Alcances y limitaciones

El alcance del presente estudio es la investigación detallada de la arena sílice para su exportación y comercialización nacional.

Una de las limitaciones más importantes es la poca información tanto escrita como oral que se encontró sobre los minerales no metálicos o industriales, lo que no permitió realizar estudios más completos.

Otra de las grandes limitaciones es que la administración y comercialización de este producto se realiza principalmente en la capital y las canteras de donde se extrae este producto están situadas fuera de Lima y en terrenos de difícil acceso, por lo cual los responsables del proyecto viajarían continuamente, lo que incrementaría el tiempo ocioso que podría ser mejor aprovechado en conseguir más y mejores clientes nacionales, del mismo modo los costos de venta y operativos aumentarían debido al traslado de la arena sílice hacia Lima.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

2.1 Definiciones Generales

2.1.1 Minerales Industriales

Los minerales industriales constituyen uno de los grandes sectores en que se suele clasificar la actividad minera, junto con los minerales metálicos, rocas ornamentales, áridos y sustancias energéticas. Son además la materia prima utilizada por multitud de industrias y la base de innumerables productos de consumo cotidiano.

Los minerales industriales pueden considerarse todas las rocas y minerales, incluidos los sintéticos tales como la mulita, periclasa, corindón, grafito, cal, etc.; predominantemente no metálicos, que por sus propiedades físicas o químicas, y no por la energía generada o por los metales extraídos, pueden ser utilizados en procesos industriales, de modo general con múltiples funciones, como materia prima, componente especial de una formulación o aditivo, directamente después de ser extraído o después de un tratamiento.

Por tanto, abarcan una serie de sustancias de características muy diferentes y de aplicaciones variadas.

Es un sector en plena expansión, ya que cada vez se van encontrando más aplicaciones para estos minerales. La amplia gama de actividades y el hecho de que se empleen en campos como el de la conservación de la energía, la protección de la salud y del medio ambiente, la alimentación, los nuevos materiales, etc., hace

pensar que su consumo seguirá aumentando de forma muy importante.

La minería de las rocas y minerales industriales es la más primitiva en la historia de la Humanidad y, además, la de mayor futuro.

Desde las hachas de sílex hasta los revestimientos cerámicos de las naves espaciales han pasado más de 400,000 años y durante todo este tiempo el hombre ha venido utilizando las rocas y minerales industriales.

Constantemente, y sin darnos cuenta, estamos rodeados de artilugios elaborados gracias a estos recursos naturales.

Por ejemplo, un edificio está construido gracias al cemento, yesos, ladrillos, rocas ornamentales, pinturas, vidrio, tuberías de plástico o fibrocemento, es decir, prácticamente el 95 % de los edificios están contruidos con minerales industriales.

Cuando escribimos estamos utilizando lapiceros cuyas minas son de grafito y sobre un papel que, posiblemente, tenga más de un 60 % de caolín y otras cargas minerales.

Incluso cuando comemos, muchas veces sin saberlo, ingerimos minerales industriales que llevan los alimentos como cargas, por ejemplo fosfatos en el foie-gras, y hasta incluso los bebemos: el yeso es utilizado desde muy antiguo para quitar acidez al vino, o la attapulgita y la sepiolita para decolorarlo; incluso la turba se utiliza en la fabricación del whisky. Pero también para endulzarnos la vida la caliza, que entra en los procesos de elaboración del azúcar, o para curarnos con medicamentos, como las sales de magnesio, para lavar la ropa el sulfato sódico de los detergentes en polvo, o para embellecernos con productos cosméticos, el talco, el sulfato sódico, las arcillas, etc.

Es decir, los minerales industriales están presentes de forma constante en nuestras vidas.

Otra circunstancia interesante que se produce en este sector es el desplazamiento que está provocando en elaborados metálicos, es decir, hace unos años las tuberías de los desagües de las casas eran de plomo o cobre, actualmente son de plástico, que lleva entre un 40 a un 80 % de cargas minerales (caolín, carbonatos, trona), los rodamientos de acero, actualmente ya se fabrican cerámicos, o las válvulas de los automóviles, que igualmente están siendo sustituidas por las cerámicas, o los aceites lubricantes que actualmente son sintéticos de grafito, otras aplicaciones más sofisticadas y nuevas son los cuarzos piezoeléctricos, los fotovoltaicos, medidores de tiempo, y todo el campo de los semiconductores que trabajan sobre cristales crecidos de forma artificial o natural.

En resumen, los minerales y las rocas industriales están desplazando lentamente a los elaborados a partir de elementos y esto es así porque los costos de producción son mucho más baratos y dan un mejor servicio.

a) PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

La gran variedad de minerales industriales que existente en el mercado hace que sus propiedades y características sean, asimismo, muy variadas.

Aunque las propiedades de los minerales industriales son intrínsecas, antes del tratamiento, en la mayoría de los casos estos minerales son utilizados aprovechando las propiedades que les aporta el citado proceso de transformación. Por ejemplo, la sepiolita, mineral que en la Tierra se presenta saturado de agua y muy blando (valor 3 en la escala de Mohs), una vez tratado adquiere una capacidad absorbente y una dureza muy elevadas.

Por lo tanto, vamos a considerar las propiedades y características de los minerales industriales según su utilización.

Entre las propiedades podemos destacar:

- Absorbentes: arcillas, caolines y diatomitas.
- Refractarias: aumentan el punto de fusión, de productos que tengan como componentes magnesita y arcillas refractarias.
- Tixotrópicas: caolines, arcillas especiales y talco.
- Soporte inerte de productos: sulfato sódico y bentonitas.
- Ópticas: sílice, wollastonita y circonio.
- Fundentes: feldespatos, boratos y litio.
- Blancura: titanio, caolines y carbonatos cálcicos.
- Dureza: cuarzo, diamantes e ilmenitas.
- Colorantes: óxidos de hierro, óxidos de titanio y cobre.
- Abrasivas: diamantes, corindón y cuarzo.
- Cerámicas: caolines, arcillas y circonio.
- Farmacéuticas: litio, magnesio, caolines y arcillas.
- Eléctricas: conductores, aislantes, cuarzo, micas, etc.
- Agrícolas y alimenticias: fosfatos, nitratos y turba.
- Mecánicas (dureza y tenacidad): diamantes y corindón.

Las Características Principales De Estos Minerales Son:

- Sólidos.
- Se pueden dar solos o asociados.
- Inertes.
- En general, necesitan tratamientos, no complicados, para su utilización.
- En general, son abundantes en la naturaleza, aunque algunos (sepiolita, zeolita, etc.) sólo se dan en condiciones muy especiales y, por lo tanto, son escasos.

Los minerales industriales no se distinguen en su utilización, por sus propiedades químicas, pues, en general son elementos inertes. Sin embargo, en ocasiones se pueden provocar reacciones

químicas, bajo determinadas condiciones, sobre materias primas que hacen variar las características iniciales de sus componentes.

Un ejemplo de ello es el mencionado anteriormente, en el que una reacción entre sal, carbonato cálcico, carbón y amoníaco da lugar a un producto, carbonato sódico; o diferentes transformaciones que se realizan en determinadas arcillas que cambian totalmente sus características y propiedades.

b) PARTICULARIDADES DE LOS MINERALES NO METÁLICOS

Los minerales no metálicos conforman la mayor parte de nuestro planeta, no tienen brillo metálico y no reflejan la luz y pueden encontrarse en tres estados a temperatura ambiente: sólido, líquido y gaseoso. Los minerales no metálicos sólidos pueden ser duros como el diamante o blandos como el azufre.

Varían mucho en su apariencia no son lustrosos y la temperatura requerida para fundirlas son más bajos que los de los metales (aunque el diamante, una forma de carbono, se funde a 3570 °C).

Muchos minerales no metálicos se encuentran en todos los seres vivos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre en cantidades importantes. Otros son oligoelementos (esto son minerales que el organismo requiere en cantidades extremadamente pequeñas - menos de 100 mg. diarios) como el flúor, el yodo, el arsénico, el magnesio, el sílice y el cromo.

Son 25 los elementos catalogados como minerales no metálicos, están situados en la tabla periódica de los elementos en el bloque p. De este bloque, excepto los metaloides y, generalmente, gases nobles, se considera que todos son no metales (remarcados en verde, amarillo o celeste), entre ellos: Hidrógeno, Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Flúor, Fósforo, Azufre, Cloro, Selenio, Bromo, Yodo y Astat.

CUADRO N° 2.1

Sustancias y campos de Aplicación de los Minerales Industriales

	Abrasivos	Absorbentes	Agricultura	Alimentación	Caucho	Cerámica	Prod.limpieza	Electrónica	Farmacia	Industria química	Material construcción	Papel	Pintura	Plástico	Metalúrgica	Refractarios	Vidrio
Arcilla																	
Arena silice																	
Sepiolita																	
Azufre																	
Baritina y prod. Deriv.																	
Bauxita y alúmina																	
Bentonita																	
Berilio(BeO)																	
Boratos																	
Caliza																	
Caolín																	
Carbonato NA																	
Circón																	
Corindón																	
Cromita y Derivados																	
Cuarzo y Silicio																	
Diamante																	
Diatomita																	
Dolomía																	
Estroncio																	
Feldespatos																	
Fluorita y ácido FH																	
Fosfatos																	
Grafito																	
Granate																	
Litio(varios produc.)																	
Magnesita																	
Manganeso																	
Mica																	
Nitratos																	
Ocres																	
Perlita																	
Piedra Pómez																	
Potasio																	
Sal común																	
Silicatos aluminicos																	
Sulfato sódico																	
Talco																	
Tierras raras																	
Titanio																	
Trípoli																	
Turba																	
Wollastonina																	
Yeso																	
Yodo(varios produc.)																	
componentes mayoritarios																	
componentes minoritarios																	
interviene en el proceso industrial																	

Elaboración propia

c) **MINERALES NO METÁLICOS PRODUCIDOS POR EL PERÚ**

Sus usos se encuentran en las más variadas industrias: alimentaria, construcción, química, cemento, minera, entre otras. Veamos los principales productos ofrecidos en general por la minería no metálica en el Perú.

- ❖ **Calizas:** Las calizas están dentro de los carbonatos de calcio. La minería de la caliza es la más voluminosa entre los productos no metálicos.
- ❖ **Sílice:** Las arenas consisten principalmente de cuarzo que es un mineral compuesto de óxido de silicio, duro con alto punto de fusión. Las arenas son la fuente principal de la sílice que es utilizada en la elaboración de los refractarios, en la industria del jabón y química, en la elaboración del vidrio, en la construcción, en las fundiciones y en la fabricación del cemento. Para algunos usos, como en las industrias de cemento, las arenas pueden contener aluminio, fierro y álcalis. La industria de la construcción, es el mayor usuario de las arenas impuras y exige sólo su clasificación previa. La granulometría y hasta la forma de los granos, influye sobre los procesos industriales y su costo. Las arenas finas se funden con mayor facilidad que las redondeadas y gruesas, por lo que son preferidas en la industria del vidrio, mientras que las redondeadas son más apropiadas para moldes.
- ❖ **Arcillas:** Las arcillas son sedimentos de cristales muy finos, son plásticas cuando son mojadas, reteniendo su forma cuando se secan. En el Perú existen todas las variedades de arcillas (bentonita, caolín y arcillas comunes). Como faltan generalmente análisis en laboratorios son clasificadas empíricamente de acuerdo a sus propiedades o por sus

características externas, lo que dificulta su beneficio y control de calidad.

❖ **La diatomita:** Es una roca formada por acumulación sedimentaria de caparzones fosilizados de plantas unicelulares con dimensiones microscópicas —las diatomeas— que la hacen permeable al líquido. Estos caparzones están formadas por sílice amorfa (ópalo) casi puro. Las diatomitas más apreciadas son aquellas con menor peso específico y alto contenido de sílice amorfo. Sus principales características son su extremada porosidad y su poco peso —al secarse—. La diatomita es muy mala conductora de la electricidad y del calor y químicamente inerte. Esta roca es capaz de absorber y retener grandes cantidades de líquido lo cual la convierte en un excelente filtrante. En líneas generales las diatomitas se utilizan mayormente como filtros, aislantes, abrasivos y carga funcional. La diatomita puede ser calcinada (con o sin fundente) a fin de producir partículas más grandes, lo que aumenta el flujo de líquido durante la filtración.

❖ **Bentonita:** La bentonita es un tipo de arcilla. En su acepción más común una arcilla es un material natural que al mezclarse con agua en cantidades adecuadas se transforma en una pasta plástica. Siendo más precisos, las arcillas son sedimentos de cristales extremadamente finos (menos de 2 mm), constituidos por filosilicatos hidratados de aluminio.

La bentonita es una arcilla especial, formada por filosilicatos de la familia de las montmorillonitas (esmeclitas), cuya red cristalina es capaz de captar iones de otros metales que el aluminio (sodio, calcio, magnesio, y, a veces, hierro). Las principales bentonitas son las sódicas, las cálcicas y las magnesianas (tierra de Fuller), cada una de ellas con características que las hacen muy interesantes para los usos

industriales. Así por ejemplo, la bentonita sódica es capaz de absorber grandes cantidades de agua, mientras que las cálcicas tratadas con ácidos y las bentonitas magnesianas, son capaces de decolorar los aceites.

Los usos más importantes de la bentonita son, los de arena de moldeo, lodos de perforación, pelletización, absorbentes, material de sellado, ingeniería civil, alimentación animal, catálisis, industria farmacéutica.

Por ejemplo la bentonita es utilizada como arena de moldeo para la fabricación de moldes para fundición. Los moldes están compuestos por arena y arcilla, lo que da cohesión y plasticidad a la mezcla. Complicación y detalles en los moldes, mientras que la sódica resiste mayores temperaturas (necesaria para la fundición de metales ferrosos).

Asimismo, la bentonita es cada vez más utilizada en la alimentación animal como ligante de alimentos pelletizados para animales —principalmente, cerdos, pavos, pollos, cabras, corderos y ganado vacuno—. Sirve como soporte de sales minerales, vitaminas, antibióticos, etc. y actúa como promotor del crecimiento y como «atrapador» de toxinas.

En la industria farmacéutica, es utilizado como excipiente, por su capacidad adsorbente, espesante, estabilizante, como agente suspensor y como modificador de la viscosidad. Se aplica en la preparación de suspensiones tópicas, geles y soluciones.

Finalmente, también es utilizada como material de sellado para el sellado en depósitos de residuos tóxicos y peligrosos como los radiactivos de baja y media actividad.

- ❖ **Baritina:** Es el sulfato de bario el principal mineral de este elemento. La principal propiedad de este producto es su alto peso específico y su alta resistencia a los ataques



químicos. Se utiliza principalmente en la preparación de lodos pesados para las perforaciones de pozos petroleros. También para la construcción de escudos contra radiaciones en los reactores atómicos; como un recubrimiento blanco protector denominado litopón y cuando es pura se puede utilizar en la industria de cristal de vidrio.

Para muchos usos la baritina debe ser pura, teniendo la de color blanco un mayor precio. La preparación de bario y elaboración de cristal de vidrio se realiza con la baritina pura. La baritina blanca se emplea también como relleno de papel de primera calidad.

❖ **Boratos y Ulexita :** Son la única fuente comercial de óxido de boro. El boro elemental se emplea principalmente en la industria metalúrgica como agente desgasificante. También se utiliza para refinar el aluminio y facilitar el tratamiento térmico del hierro maleable. Igualmente se emplea en reactores atómicos y en tecnologías de alta temperatura, así como en la construcción de misiles y tecnología de cohetes.

El bórax refinado es un ingrediente importante en ciertas variedades de detergentes, jabones, ablandadores de agua, almidones para planchado, adhesivos, preparaciones para baño, cosméticos, talcos y papel encerado. Se utiliza también en retardantes a la flama, desinfectantes de frutas y madera, herbicidas e insecticidas, así como en la manufactura de papel, cuero y plásticos.

❖ **Caolín:** El caolín en el Perú cubre aproximadamente los 2/3 del consumo nacional, lo demás es cubierto por caolín importado que es más caro.

❖ **Carbón Antracítico:** El Perú tiene considerable potencial de carbón; sin embargo se aprovecha de forma limitada. Las

exportaciones son muy pequeñas y primitivas. La producción es heterogénea.

- ❖ **Feldespatos:** Los feldespatos son usados como fundentes en la industria del vidrio y cerámica. Son ricos en álcalis y pobres en sílice.
- ❖ **Piedra y Arena:** Consisten principalmente de cuarzo que contiene óxido de silicio, duro con alto punto de fusión, transparente e incoloro.
- ❖ **Rocas Fosfóricas:** Los fosfatos se utilizan como fertilizantes. El fósforo es un elemento esencial para la vida vegetal, animal y humana.
- ❖ **Yeso:** El yeso es estable en la superficie terrestre y está íntimamente ligado a la anhidrita, que se encuentra en el interior de la tierra.

2.2 Generalidades de la Arena Sílice

Según autores diferentes, se habla de “arena o grava silícea” si el contenido de SiO_2 es más de un 85 %. Bajo el concepto de “arenas industriales” se entienden según WEISS (1984) arenas de cuarzo con un contenido de SiO_2 de >98 %. Todas estas definiciones se refieren al contenido de SiO_2 que puede determinarse relativamente simple por análisis químico. Una calificación más detallada incluiría el contenido de cuarzo, puesto que no cada materia silícea ha de presentarse en forma de cuarzo, sino también en forma de silicato, como p.ej. feldespato. El contenido de cuarzo se determina con el contador de granos bajo el microscopio o por análisis a rayos X o infrarrojo.

Las arenas silíceas también se pueden definir como rocas sedimentarias formadas por agregados naturales de fragmentos de minerales (en este caso principalmente de cuarzo) y de rocas, sin consolidar o pobremente

consolidadas. El tamaño de grano está entre 0,0625 mm y 2 mm de diámetro. Cuando los granos están sin consolidar se llaman arenas y cuando lo están, se llaman areniscas. Las arenas tienen una composición muy diversa, pero las de uso comercial contienen, principalmente, cuarzo o algunas de sus variedades mineralógicas, fragmentos de rocas silíceas y cantidades menores de feldespatos, micas, óxidos de hierro y minerales pesados (arenas negras). Son de estructura compacta, tienen un elevado punto de fusión, son químicamente inertes, son un elemento ligante y agente antideslizante y tienen propiedades de abrasión. La arena de sílice es un compuesto resultante de la combinación del silicio con el oxígeno. Es decir, está formado por un átomo de silicio y dos átomos de oxígeno, convirtiéndose en una molécula muy estable, SiO_2 . Es insoluble en agua, se encuentra en la naturaleza en forma de cuarzo: si está cristalizada se denomina Cristal de Roca.

2.2.1 Aplicaciones y Usos

Los usos industriales de la sílice derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, destacándose especialmente su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia. Es la materia prima fundamental para la fabricación del vidrio (aproximadamente el 70 % de su composición es de sílice) y de la porcelana. Sus arenas son utilizadas especialmente como lecho filtrante para depuración y potabilización de las aguas (para la retención de los flóculos de tamaños muy pequeños que no son separados por decantación), y por su dureza son utilizados para la fabricación de lejías, abrasivos industriales y arenados. Es una materia prima muy importante en la composición de las fórmulas de detergentes, pinturas, hormigones y morteros especiales, y constituyen la materia prima básica para la obtención del silicio, así mismo son la base para la fabricación de

refractarios de sílica y arenas de modelo, dado su alto punto de fusión.

A partir de las arenas sílices se pueden producir fracciones granulométricas específicas destinadas a mercados industriales tan diversos como: Filtros de agua, Perforaciones, Fundición, Vidrio, Morteros, Plantas Potabilizadoras, Arenados, Pisos de cerámica, Pinturas, Resinas, Loza, Epoxi, Campos deportivos (Fútbol, Golf, Paddle, Tenis, etc.), Piletas de natación. En la mayoría de los usos de las arenas y las gravas, es indispensable cumplir con las especificaciones de tamaño de grano, características físicas y composición química; sin embargo hay aplicaciones que hacen énfasis en la dureza y forma de las partículas. Teniendo en cuenta lo anterior algunos de los usos específicos son:

a) VIDRIOS

La producción de vidrios necesita materias primas silíceas con requisitos específicos en relación a su composición mineralógica, química y a sus propiedades físicas (tamaño de partícula).

La sílice para fabricar vidrios se obtiene normalmente a partir de arenas naturales no consolidadas o de rocas silíceas compactas (venas de cuarzo, cuarcita, arenisca, etc.)

La composición química es de primordial importancia dictando el mínimo aceptable de SiO_2 y el máximo de impurezas. La composición mineralógica influye determinando el nivel de impurezas cuando aparecen minerales minoritarios distintos a la sílice. En este caso dichos minerales pueden ser partículas y aislarse por métodos físicos o pueden ser óxidos que forman películas alrededor de los granos de cuarzo. Finalmente, el

tamaño de partículas de la sílice es condicionante del tipo de procesado que se va a utilizar en la manufactura de los diferentes tipos de vidrios. Asimismo se le exige a la materia prima una gran reactividad, y por tanto un bajo grado de fusión, que es favorecida si se trabaja con ciertos tamaños y si el grano es angular.

Los requisitos son distintos según el producto final que se pretenda obtener; vidrio plano, vidrio-cristal, vidrio coloreado, fibra de vidrio o vidrio para oftalmología. Por otra parte, las especificaciones de las materias primas están continuamente en revisión, debido a los avances tecnológicos del procesamiento. Por ejemplo, el cuadro N° 2.2 de KIRBY y LAVENDER (1987) recoge los cambios sufridos a los principales óxidos para la fabricación del vidrio plano.

CUADRO N° 2.2

	1973	1987
SiO ₂	96.8 ----- 97.8	96.9 ---- 97.7
Al ₂ O ₃	1 ----- 1.50	1.2 ---- 1.4
Fe ₂ O	0.100 --- 0.110	0.95 ---- 0.110

b) CERÁMICA

La sílice se incorpora a la cerámica fina, a veces en cantidades que tan solo representan el 40%. La incorporación de sílice sirve para lograr blancura, facilitar el secado de la pasta y proporcionar compatibilidad entre la pasta el vidrio que impida la rotura y el desconche.

Como la cantidad de sílice necesaria en la industria cerámica es pequeña, la materia prima a escoger depende de la disponibilidad local. La pureza de la materia prima sílice es

importante, para controlar en la pasta el contenido de los otros óxidos, que son añadidos separadamente a la mezcla. El tamaño de las partículas silíceas incorporadas interesa que sean uniformes (< 0.07 mm). Para asegurar la blancura de la pasta cerámica la sílice debe ser baja en hierro.

Las principales materias primas utilizadas son la arena sílice, las arenas sílices calcinadas y en algunos países el sílex calcinado. El sílex se calcina a $300-900$ C°, para modificar su estructura y hacer más fácil su molienda.

En la elaboración de ciertos tipos de cerámica fina se añade cristobalita, que incrementa la capacidad de expansión térmica.

Un determinado tipo de sílex ha adquirido una particular popularidad en los productos cerámicos británicos, porque su comportamiento térmico y su fácil conversión a cristobalita dan buena resistencia a la rotura en las pastas porosas.

El sílex utilizado es muy puro y cuando se cuece cambia de color desde negro a blanco, dando de hecho mayor blancura a la pasta cerámica que la arena sílice. Además permanece neutral en el baño de esmalte de la pieza fundida. En las manufacturas cerámicas se tiende hacia la incorporación de mezclas de cuarzo y cristobalita que tienen las mismas características de expansión térmica que el sílex o mezclas de arenas sílices solas. Para el uso en esmaltes de cerámica, la sílice en polvo se produce por trituración de cuarcita, arenisca o venas de cuarzo y se le exige unas condiciones químicas específicas.

c) LADRILLOS REFRACTARIOS

Las materias primas incorporadas en los ladrillos refractarios deben mantener el grado deseado de inalterabilidad física y química a altas temperatura, deben poseer resistencia a la abrasión, al impacto y a las variaciones bruscas de temperatura, manifestando un alto nivel de resistencia de carga.

Los requisitos químicos para el uso de la sílice en ladrillo refractarios demandan un mínimo de SiO_2 de un 97%, y preferiblemente más del 98%, Al_2O_3 menos del 1% y preferiblemente menos del 0.5%, y álcalis menos del 0.2%. Para ladrillos de gran rendimiento el contenido total de aluminio, titanio y álcalis no debe ser mayor del 0.5% (otras especificaciones combinan un contenido de alúmina y álcalis en conjunto menor del 0.7%, teniendo que ser a su vez la alúmina menor del 0.5%).

Para evitar la expansión térmica se requiere la conversión del cuarzo a cristobalita o a tridimita. Añadiendo calcedonia se acelera este proceso de conversión y por tanto se reduce la energía consumida. Alternativamente la cal y los óxidos de Fe estimulan también la conversión a cristobalita y tridimita, respectivamente.

Para asegurar una larga duración del ladrillo se necesita que el material de partida tenga una porosidad baja, de ahí que una materia prima silíceo ideal debe consistir, por ejemplo, de granos de arena de cuarzo cementados por sílice calcedónica que además de poseer una alta densidad con baja porosidad, aceleraría el proceso de conversión arriba mencionado. La

porosidad del ladrillo refractario puede ser controlada por la distribución de tamaños del mineral en bruto.

La siguiente distribución origina un ladrillo con baja porosidad; 45% de gruesos (0.5-3.35 mm), 10% de medios (0.818-0.5mm) y 45% de finos (harina < 0.18 mm)

d) **FUNDENTES**

La sílice se usa como cuarzo masivo, cuarcita, arenisca y arenas no consolidadas en la fundición de menas metálicas donde el hierro y los óxidos básicos son aglutinados como silicatos. La sílice es usada en la carga de alto horno para equilibrar la relación cal/sílice. Debido a que la sílice libre es un agente aglutinante activo de formación de escoria, su contenido debería ser lo más alto posible (más del 90%), aunque el nivel real no parece ser crítica. Cantidades pequeñas de impurezas (máx. 1.5%) tales como el hierro y alúmina pueden ser tolerados. Las materias primas se trituran con tamaños que van de 40 cm. a 2.5 cm.

En aplicaciones más especializadas, por ejemplo agentes fundentes en soldaduras, la sílice se añade como “harina” o diatomita. El tamaño de partículas condiciona el producto final. Así, por ejemplo, el tamaño de partículas para la manufactura de fundentes usados en soldaduras de arco bajo inmersión, debe ser menor de 60μ , para asegurar la distribución homogénea de todos los constituyentes. En fundentes de hilo de soldadura este tamaño debe ser todavía más pequeño. Por otra parte en estos fundentes de soldaduras las consideraciones químicas son muy complejas, debido a la interacción entre un gran número de constituyentes, Fosforo y Sulfuro no pueden ser tolerados en

ninguna formulación porque causan rotura, y el plomo, Zinc, arsénico, antimonio, boro, cadmio y vanadio son indeseables porque afectan a la fluidez de la escoria y reducen la ductibilidad del metal soldado.

e) **MOLDES DE FUNDICIÓN**

Una arena ideal para moldes de fundición debe poseer las siguientes propiedades:

- 1) Suficiente cohesividad.
- 2) Ser refractaria para resistir la alta temperatura del metal fundido.
- 3) Dureza apropiada para resistir el peso del metal.
- 4) Ser permeable, para permitir el escape de gases generados durante el enfriamiento del metal.
- 5) Poseer la textura y la composición necesarias para no reaccionar con el metal.

La arena sílice, salvo en determinados tipos de fundición (por ejemplo, acero manganésico, HAD-FIELD), cumple las propiedades anteriores. Las especificaciones para las arenas de fundición incluyen el contenido en sílice, la distribución del tamaño de partículas y la forma del grano. La composición química de la arena no es tan importante como sus propiedades físicas, sin embargo, en la fundición de hierro el contenido mínimo en sílice es de 85%, mientras que en la del acero el contenido debería ser al menos 95%.

La arena junto con el aglomerante y el tipo de procesado, inciden también en el costo, de ahí que sea importante el tamaño y la forma de grano. Una arena gruesa que tiene un área superficial baja, requiere menos aglomerantes (que es el

componente más caro) que un arena fina con mayor área superficial. En algunos casos, las arenas finas son escogidas para proporcionar buena superficie de terminado, pero, por ejemplo, cuando una fundición es acabada a máquina, la superficie es menos importante. Por otra parte los granos redondeados consumen menos aglomerantes que los granos angulosos que originan una arena superficial alta. Los granos redondos son también preferidos porque ello permite el máximo escape de gas durante la fundición. Algunas arenas sílices son naturalmente muy apropiadas para moldes porque ellas contienen suficientemente arcillas para no ser necesario el uso de aglomerantes.

f) **FRACTURACION HIDRAULICA**

En explotaciones de gas natural y crudo se bombea a alta presión un fluido con arena en suspensión para estimular la producción. La suspensión arena-fluido sirve para agrandar las aberturas y crear nuevos huecos a través de los cuales el gas o el crudo pueden moverse libremente hacia los pozos de producción. Cuando el fluido se retira la arena sílice permanece y sostiene las fractura abiertas, actuando como sustentador.

El principal requisito de una arena de “fracturación” es poseer una alta redondez. La arena además debe tener alta fuerza comprensiva, estar seca, no aglomerada, no fracturada, limpia y libre de minerales contaminantes como feldespatos, arcilla y calcita. Para asegurar esto último, las especificaciones usualmente piden solubilidad en ácido clorhídrico menor del 0.3%.

Se considera apropiado un contenido en sílice mínimo del 98%.

El tamaño de grano más común es de un 0.8-0.4 mm. Ya que generalmente se dispone de estos tamaños como un subproducto en la producción de vidrios y arenas de fundición. Sin embargo, otros tamaños comprendidos entre 3.36 y 1.0 mm, pueden ser usados.

2.2.2 Especificaciones

A continuación algunas especificaciones que debe tener la arena sílice para la utilización e implementación en la industria.

Por su composición, las características físicas – químicas del cuarzo son simples. Se presenta en forma de granos irregulares asociados a menudo con feldespatos ricos en potasio y micas. Se distingue del feldespato por la falta de clivaje y su aspecto más vítreo.

Según el uso o destino, las normas y especificaciones muestran los siguientes valores limitativos tanto en su composición, como en su contenido:

Especificaciones de la Arena sílice para su uso en la metalurgia

COMPUESTO	CONTENIDO %
SiO ₂	> 98.15
Al ₂ O ₃	< 0.15
Fe ₂ O ₃	< 0.10
CaO	< 0.10
Álcalis	< 0.20

Especificaciones de la Arena sílice para derivados químicos

COMPUESTO	CONTENIDO %
Al ₂ O ₃	< 0.20
Fe ₂ O ₃	< 0.015 – 0.003
CaO + MgO	< 0.15
K ₂ O + Na ₂ O	< 0.01

Especificaciones de la Arena sílice para su uso en la manufactura de vidrio

COMPUESTO	CONTENIDO %
Al ₂ O ₃	< 0.20
Fe ₂ O ₃	< 0.015 – 0.004 (óptico)
Fe ₂ O ₃	< 0.05 – 0.15 (común)
CaO + MgO	< 0.05
K ₂ O + Na ₂ O	< 0.01

- **Para revoques:** No interesa el porcentaje de sílice, la mica debe ser < del 2% en peso, (en muestra total). Además, el material debe ser fino (80 % de arena fina). No debe contener materia orgánica. La pérdida por lavado debe ser < 6 %.
- **Para arenado:** Se requiere arenas con alta abrasividad, deben ser cuarzosas y angulosas (a mayor angulosidad mayor abrasividad).
- **Para filtros lentos de agua** (para agua potable): El contenido de cuarzo de la arena debe ser por lo menos entre 70 y 80 %. El Te (tamaño efectivo) es igual de 0,3 a 0,4 mm, y el Cu (coeficiente de uniformidad), de 2 a 3. No deben ser friables, ni contener mica (< 1 %), ni materia orgánica.

***Especificación de la arena sílice para fabricación de vidrios
según Norma ATBIAV (Brasil)***

Componentes	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
SiO ₂ (mín.)	98.5	98.5	98.4	98.0
Al ₂ O ₃ (máx.)	0.2	0.2	0.3	0.5
Fe ₂ O ₃ (máx.)	0.02	0.015	0.03	0.15
TiO ₂ (máx.)	0.02	0.02	0.03	0.05
Cr ₂ O ₃ (máx.)	0.0002	0.0003	0.0005	0.0005
PPC (máx.)	0.1	0.2	0.2	0.3

Tipo A: Vidrios especiales (por ejemplo ópticos, oftálmicos y otros)

Tipo B: Vidrios incoloros de alta calidad (por ejemplo cristales, frascos y artículos de mesa).

Tipo C: Vidrios incoloros comunes (por ejemplo envases en general y vidrio plano)

Tipo D: Vidrios de color (por ejemplo frascos, envases en general y vidrio plano).

A continuación se presenta Cuadro N° 2.3, en la cual se muestran los usos más comunes de la arena Sílice, tales como la fabricación de vidrio, en la industria metalúrgica, en la industria cerámica, en la industria de la construcción, etc. además de otros recursos de cuarzo.

CUADRO N° 2.3

USOS DE LA ARENA SÍLICE

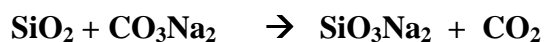
uso	Cuarzo filoniano, cristal de roca	Arena sílicea	Grava sílicea	Cuarcita pedernal, sillex	Cristobalita sintética
Fabricación de vidrio	x	x		x	
Silicio metálico	x		x		
Cuarzo oscilador	x				
Fabricación de ferrosilicio	x			x	
Medios abrasivos, limpiadores y fregadores		x			x
Arena de moldeo/fundición		x			
Industria química					
vidrio soluble		x			x
carburo de silicio		x			
Cerámica					
harina de cuarzo como portador síliceo		x			
medio empobrecedor		x			
masas par baldosas					x
Relleno/cargas(plasticos, pinturas, asfaltos)		x		x	x
Fabricación de fibras de vidrio		x			
Fabricación de esmalte		x			
Arena de chorro		x			
Arena de fraccionamiento (medio de soporte)		x			
Bloques silicocalcáreas		x			
Material filtrante, construcción de pozos		x	x		
Producción de mortero		x			
Arenad de freno		x			
Arena de lechos fluidizados en instalaciones de combustión de basura		x			
Arido para hormigón			x	x	
Grava de techo, revestimiento de techos			x		
Caucho de silicona (carga)					x
Industria refractaria					
piedras síliceas			x		
masas apisonadoras			x		
Material de construcción de carreteras(grava, grava machacada)			x		x
Pinturas marcadoras de carreteras(carga)					
Sillares			x		
Piedras forradoras de molinos			x		
Cuerpos de molienda			x		

Elaboración propia

2.2.3 Química Básica de la Sílice como materia prima

a) *Silicatos*

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. Sin embargo, por su carácter 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 $\text{SiO}_{2x}\text{H}_2$, 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.

b) 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. Las 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 hidroxilos, se polimeriza, para formar macromoléculas lineales del tipo:

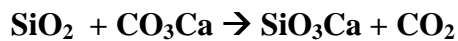
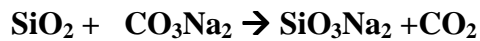
Si en lugar de dialquildiclorosilanos se utilizan mezclas de estos con alquiltriclorosilanos, se pueden obtener grandes polímeros con enlaces Si-O-Si entrecruzados. El tamaño de los polímeros y el grado de entrecruzamiento pueden regularse según las propiedades que se desee en la silicona. Las siliconas lineales son aceites muy resistentes al calor y cuya viscosidad apenas varía con la temperatura, por lo que tiene 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 reducir con una fina capa los aisladores utilizados en electrónica.

c) Vidrios

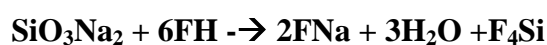
Un tipo muy importante de silicatos artificiales son los vidrios, los cuales pueden ser sólidos, amorfos o líquidos subenfriados, con una enorme viscosidad. Conservan la forma debido a las grandes fuerzas de cohesión entre sus partículas constituyentes, que son macromoleculares de forma compleja. El vidrio ordinario (de ventanas, vasos y botellas) es una mezcla de silicatos de sodio y calcio, que se obtienen 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 unas mezclas complejas 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 esta semifundido. Se fabrican muchas variedades de vidrio, según el uso al que este destinado, por adición de otros carbonatos u óxidos metálicos. Así, en los vidrios llamados duros, parte del sodio sea sustituidos 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 vidrio.

d) 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: $\text{Si}_2\text{O}_5\text{H}_2$, $\text{Si}_2\text{O}_6\text{H}_4$, $\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_6$. Ninguno de estos ácidos se conocen en forma libre, pero sí muchas sales, silicatos, que pueden considerarse como derivadas de estos ácidos. En la naturaleza existen una gran variedad de silicatos, cuya unidad fundamental es el anión tetraédrico SiO_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 $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$. Cuando esta unión, por un vértice, se repite se forman cadenas ilimitadas de tetraedros, que pueden representarse por la fórmula $(\text{SiO}_3^m)_n$ y constituyen los minerales llamados piroxenos. Estas cadenas pueden ser dobles, formando entonces los minerales llamados anfíboles, con aniones $(\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-})_n$, entre los que se encuentran el asbesto o amianto, de estructura fibrosa, por lo que es utilizado para construir tejidos resistentes al fuego.

Cuando los tetraedros se unen entre sí formando capas, se tiene silicatos de estructura laminar, con aniones $(\text{Si}_2\text{O}_5^m)_n$ 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 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 tiene dos aniones $(\text{AlSi}_3\text{O}_8)_m$, que en dicho mineral están neutralizados por cationes de potasio. A este grupo de silicatos tridimensionales pertenecen los llamados feldespatos (minerales muy abundantes que forman parte de las rocas granítica), así como las zeolitas que se utilizan para ablandar las aguas por intercambio de iones.

2.2.4 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 26% 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 99,9999999% 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 °F.

Una semilla de monocristales 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 laser 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 mas 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, aloja 2,300 transistores; el cartucho del procesador Pentium ® II a 300MHz, 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 metros), 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 la 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 una área donde se implantarán con diferentes elementos para alterar las propiedades eléctrica 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 disco”, 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 sufrir pedidos de clientes.

La cultura “tras bambalinas” de la fabricación de los chips es quizá el elemento más fascinante del proceso.

La “fab” , o fabrica de manufactura de chips, mas grande del mundo se ubica en Rio Rancho, Nuevo México, donde la producción nunca se detiene, y las salas limpias tan solo se extiende en una área equivalente a tres campos de futbol. Una atmosfera de otro mundo rodea a los técnicos, quienes pasan sus turnos de 12 horas enfundados en “trajes de conejos” GORE-TEX®; los trabajadores visten este equipo requerido sobre su propia ropa para evitar que partículas diminutas, como las células muerta de la piel, contaminen los circuitos microscópicos.

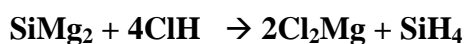
Para minimizar al máximo la presencia de partículas suspendida en el aire, los técnicos usan cascos que bombean su expiración a través de un filtro especial. Asimismo, poderosas bombas instaladas en el techo suministran continuamente aire filtrado en la “fab”, reemplazándolo a razón de ocho veces por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

Pasado el control de calidad, los chips están listos para ser enviados al mercado.

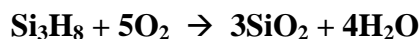
Desde el disco hasta el chip que se va al mercado, el proceso tarda hasta 45 días y se divide entre empleados de Intel en más de una docena de países de todo el mundo (relevo global de alta tecnología en el que microchips, precioso cargamento de nuestra era, son la batuta).

2.2.5 Diferencia 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:



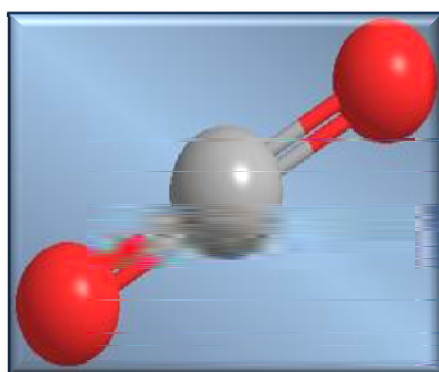
Se conocen otros hidruros de silicio o silanos análogos a los hidrocarburos saturados, pero en mucho menor extensión, siendo el compuesto conocido más alto de la serie el Si_6H_{14} . Esto se debe a que el enlace Si-Si es mucho más débil que el C-C. Tampoco existen silanos no saturados, es decir con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



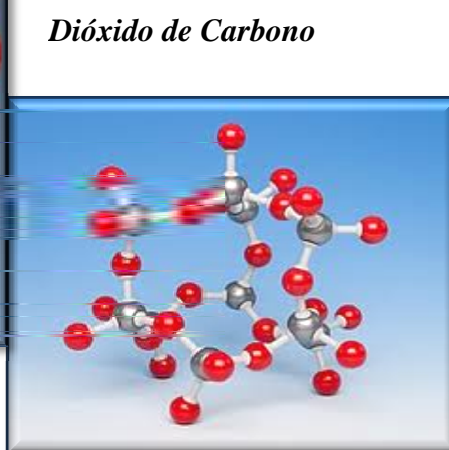
Esta reacción es análoga a la combustión de los hidrocarburos pero más violenta.

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 estructuras es análoga a la del 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 (1,700 °C) de la sílice.



Dióxido de Silicio

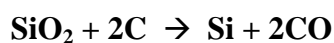


Dióxido de Carbono

Cuando la sílice fundida se solidifica no tiene 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 temperaturas.

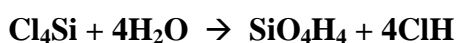
2.2.6 El Silicio en el Futuro

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre (después del oxígeno), presentándose en forma de sílice, SiO₂, como es el cuarzo y arena (impura), o de numerosos silicatos, que son los componentes principales de la mayoría de las rocas, arcilla, 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:

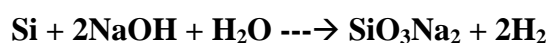


El silicio así obtenido es impuro y suele purificarse mediante tratamiento con cloro, a temperatura elevadas, con lo que se forma el tetracloruro de silicio Cl_4Si , compuesto volátil que puede purificarse por destilación y después se reduce con hidrogeno. El silicio de extrema pureza, utilizado como 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 temperatura elevadas reacciona con el hidrogeno, para formar el nitruro de silicio, con el oxigeno, 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 hidroliza 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 amoniaco, que favorece la hidrólisis, formando partículas solidas de cloruro amónico que hace 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 hidrogeno.



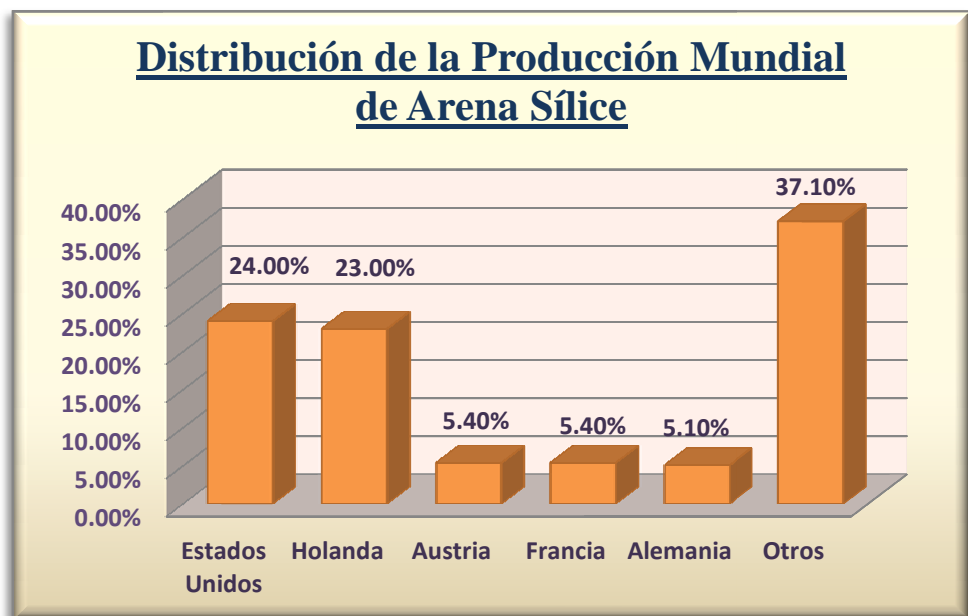
CAPÍTULO III

ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Situación a nivel mundial

La producción de arenas silíceas, en 2009 en escala mundial fue de 120, 000,000 de toneladas, la oferta está liderada por Estados Unidos (24 %), Holanda (23 %), Austria (5,4 %), Francia (5,4 %), Alemania (5,1 %) y más de 15 países que no superan el 3 % de participación cada uno. Las reservas de arena sílice, a escala mundial son suficientes para atender la demanda.

GRÁFICO N° 3.1



Fuente: US Geological Survey 2010
Elaboración propia

La República Argentina en 2008 alcanzó una producción de arenas sílice de 9,500,000 toneladas anuales, que la ubicó en el tercer lugar de los países productores (Harben, 2008), Estados Unidos es el principal consumidor de arenas sílice, en el año 2009 el consumo fue superior en 1.6 %, comparada con el año anterior; y para el 2010 el consumo doméstico en los Estados Unidos pasará de 27,5 millones a 29,5 millones de toneladas. La arena sílice es usada en la manufactura de vidrios y arena de moldeo (fundición), siendo Estados Unidos el principal país exportador, atribuible a su alta calidad y técnicas avanzadas de procedimiento.

A mediados de 2009 las estimaciones respecto a las exportaciones arrojaron un significativo incremento, alrededor del doble comparadas con las de 2008. Este importante aumento se atribuye principalmente al incremento de las compras de México en los Estados Unidos. En líneas generales las importaciones de arena silícea son generalmente de dos tipos: embarques de pequeñas cantidades de muy alta pureza o grandes embarques de grados bajos.

3.2 Características del Mercado

Los sectores de destino tradicionales de los minerales no metálicos en el Perú han sido el sector construcción y las industrias de materiales de construcción y de cerámica, y en mucho menor grado la de fertilizantes y químicos.

De allí que dentro del rubro «sector manufacturero no metálico» la estadística oficial haya reunido las industrias del cemento, vidrios y cerámica, y que la mayor parte de la extracción de minerales no metálicos destinados a la manufactura esté destinado a estas industrias.

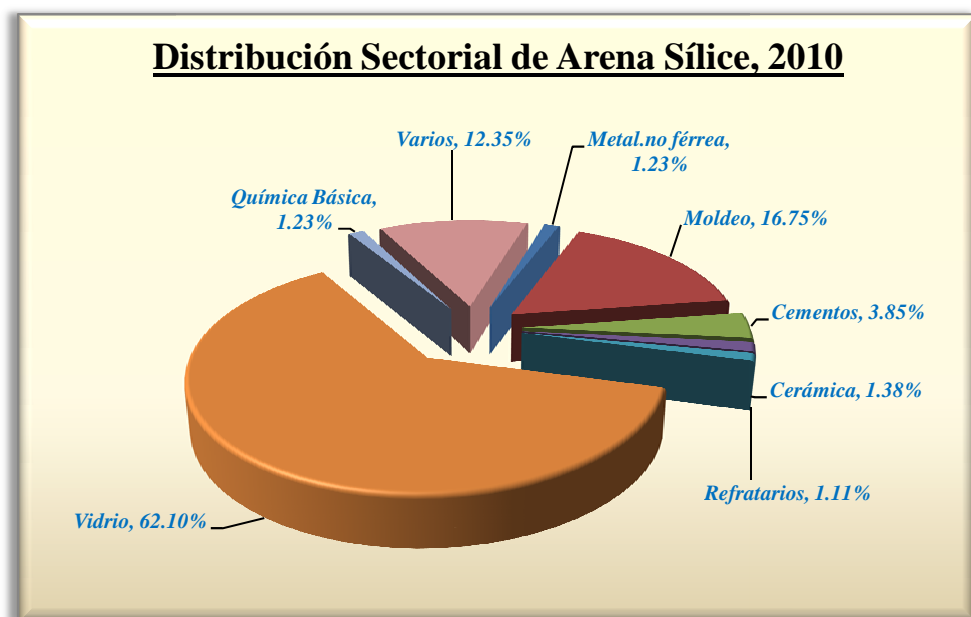
Esta manufactura de productos no metálicos, según información del BCRP, creció en 9% en el primer semestre de este año, lo que no hace sino confirmar la tendencia positiva del sector en los últimos años.

Asimismo, según Prompex, en el 2009 las exportaciones de cementos y materiales de construcción aumentaron en 33%.

Sin embargo, no obstante el éxito manifiesto del sector no metálico en el Perú, asociado a la construcción y al aumento de la demanda interna, la minería e industria no metálica, debería apostar por generar valor agregado en los productos actualmente demandados a nivel internacional para consumo industrial, apuntando en ese sentido al sector externo e invirtiendo en plantas de beneficio que agregan valor a lo extraído, como es el caso de la Arena Sílice que sirve para varios productos industriales como el cemento, vidrios, refractarios, abrasivos como el carburo de silíceo y es muy importante su pureza. De la sílice pura se elabora el silicato de sodio que es utilizado en la industria del jabón y química.

A continuación se realizó un gráfico que determina la fracción de mercado de mayor relevancia para el producto.

GRÁFICO N° 3.2



Fuente: Comercio Exterior
Elaboración propia

En este gráfico podemos observar que las características del producto que se obtendrá serán principalmente para el sector vidrio y fundición (arena de moldeo), ya que estos son los principales segmentos con participación en el mercado de la Arena Sílice, según estadísticas del 2010.

3.3 Área Geográfica del Mercado

El mercado para el propósito del presente estudio corresponde a la exportación al mercado latinoamericano, constituyéndose como mercado objetivo de acuerdo a los volúmenes exportados de Arena Sílice. Los países que tienen una alta demanda son Chile y Colombia debido a las perspectivas favorables de demanda.

3.4 Análisis de la Demanda

El análisis y proyección de la demanda será considerada como base de este estudio, ya que según la demanda existente determinaremos por medio de diferentes métodos, cuál será el nivel de demanda que tenemos que cubrir, lo cual influirá en la capacidad de producción a instalar y en el tamaño de planta e incluso en nuestro nivel de producción.

Se estudiará la demanda a nivel nacional como a nivel internacional, las tendencias proyectadas y en general todo aquello que nos pueda ayudar a conocer los volúmenes de consumo de nuestro producto en el extranjero y en el mercado nacional. Siendo nuestro principal objetivo la exportación.

3.4.1 Demanda Histórica

a) Mercado Nacional

Para determinar la demanda histórica interna, se adicionó a la producción nacional las importaciones y se descontó las exportaciones.

Como se podrá ver en el cuadro N° 3.1 a lo largo de los últimos años se ha producido un incremento constante de la demanda interna de Arena Sílice, esto debido al auge de la industria de la construcción que reúne a las industrias del cemento, vidrio y cerámica y que la mayor parte de arena sílice destinados a la manufactura están destinados a estas industrias, lo que favoreció la demanda de este producto.

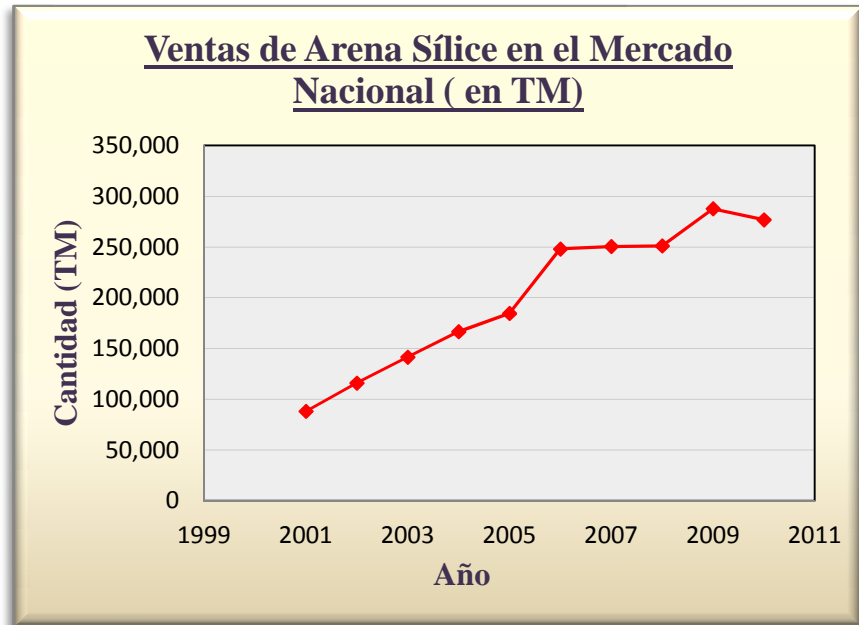
CUADRO N° 3.1

Demanda Nacional de Arena Sílice

Año	Producción (TM)	Importaciones (TM)	Exportaciones (TM)	Demanda Local (TM)
2001	93,167	100	5,218	88,049
2002	122,032	108	6,148	115,992
2003	148,055	81	6,635	141,500
2004	174,909	116	8,531	166,494
2005	195,024	79	10,671	184,433
2006	260,035	200	12,224	248,012
2007	265,130	240	14,896	250,474
2008	266,328	521	15,880	250,969
2009	299,093	1,947	13,361	287,679
2010	283,098	16,319	22,669	276,748

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2010)
Elaboración propia

GRÁFICO N° 3.3



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2010)
Elaboración propia

A partir de los datos de evolución de las ventas, que se representan en el gráfico N° 3.3, podremos determinar la proyección de la demanda interna, y calcular la demanda local insatisfecha, que es una parte del mercado objetivo de nuestro proyecto.

b) Mercado Internacional

Dentro del rubro de mercado internacional, se analizará las exportaciones de Arena sílice. También se analizarán las importaciones totales que han tenido los países top en el rubro para sí, analizar el porcentaje de demanda que cubre el mercado peruano a nivel internacional, el cual a pesar que a un nivel comparativo resulta reducido, aún así representa una oportunidad de negocio. De esta manera podremos ver la

factibilidad de entrar a competir en un mercado internacional donde nuestro país está empezando a mostrar un notable crecimiento. A continuación en los cuadros N° 3.2 y N° 3.3, se mostrarán a los mayores exportadores e importadores de Arena sílice a nivel mundial:

CUADRO N° 3.2
Países que más importaron Arena Sílice entre los años
2006-2010

País	Cantidad (TM)
USA	21,906,713
AUSTRIA	5,057,306
CANADA	1,973,716
ESPAÑA	406,254
ALEMANIA	114,538
REINO UNIDO	36,293
JAPON	24,285
Total de Importaciones	29,519,104

Fuente: United Nations Statistic Division (2010)
elaboración propia

CUADRO N° 3.3
Países que más exportaron Arena Sílice entre los años
2006-2010

País	Cantidad (TM)
USA	12,744,033
AUSTRIA	4,414,321
CANADA	4,100,631
ARGENTINA	793,247
BRASIL	279,999
JAPON	254,252
ESPAÑA	167,729
ALEMANIA	101,633
Total de exportaciones	22,855,844

Fuente: United Nations Statistic Division (2010)
Elaboración propia

Ahora se mostrará cuales de esto países son los principales compradores de productos hechos en Perú, así se reducirá el universo para poder establecer cuáles son nuestros mercados objetivos al momento de pensar en exportar.

La idea inicial es cubrir los costos de producción con la demanda del mercado nacional, una vez sucedido esto se tratará de incursionar en el mercado internacional para obtener una mayor retribución económica. Para estos tenemos que ver la relación entre estos grandes importadores y el Perú, y así poder establecer cuáles serán nuestros posibles clientes a nivel internacional.

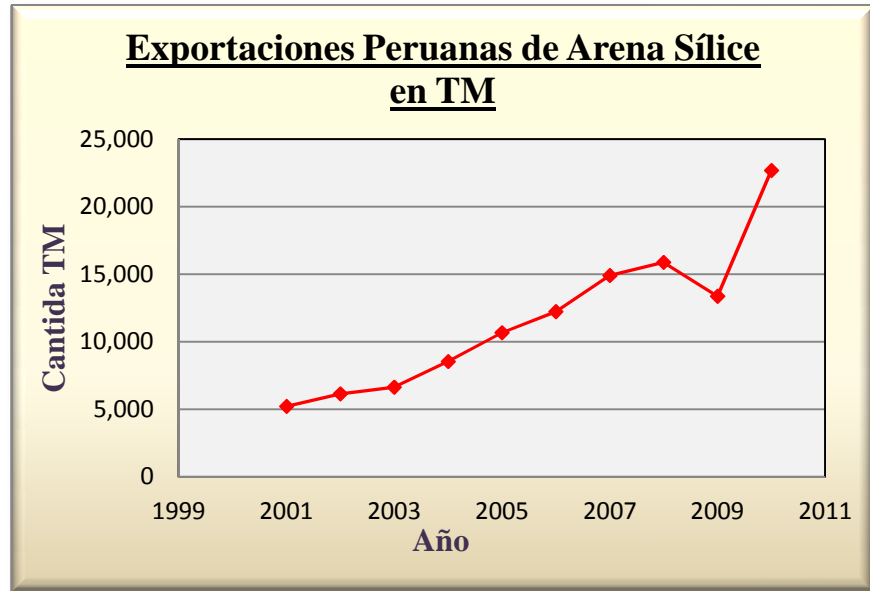
CUADRO N° 3.4

Exportaciones Peruanas de Arena Sílice

Año	Exportaciones (TM)
2001	5,218
2002	6,148
2003	6,635
2004	8,531
2005	10,671
2006	12,224
2007	14,896
2008	15,880
2009	13,361
2010	22,669

Fuente: ADUANET (2010)
Elaboración propia

GRÁFICA N° 3.4



Fuente: ADUANET (2010)
Elaboración propia

Ahora veremos cuáles son los países que más importaron desde Perú y sus características comerciales:

CUADRO 3.5

Destino de Exportaciones Peruanas de Arena Sílice
2006-2010

País	Cantidad (TM)
Colombia	39,488
Brasil	19,699
Chile	15,575
Venezuela	2,410
Bolivia	965
Otros	892
Total de Exportaciones	79,029

Fuente: United Nations Statistic Division (2010)
Elaboración propia

GRÁFICA N° 3.5



Fuente: United Nations Statistic Division (2010)
Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro N° 3.5 y el gráfico N° 3.5, Colombia es el principal destino de las exportaciones de las empresas peruanas, siendo éstas una pequeña proporción de lo que representan las importaciones totales de este país, debido más que nada a la poca competencia que existe dentro del mercado peruano, por esta razón también se puede ver este proyecto como una buena oportunidad ya que no es un mercado que está saturado de competidores sino un mercado que está empezando a convertirse en una gran industria y esto lo pueden sustentar las cifras mostradas anteriormente.

Es por estos motivos añadidos a los tratados de comercio exterior, que se tomarán como mercado objetivo, para las exportaciones a Colombia, esta decisión estará respaldada por una matriz de selección de mercado objetivo para la exportación en el cual hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Antecedentes de Exportaciones con el Perú
- Consumo del Producto
- Tamaño del Mercado
- Crecimiento del Mercado
- Facilidad de Medios de Transporte y Distribución

Para seleccionar el país al cual vamos a centrar la exportación utilizaremos una matriz de factores determinantes ponderando cada uno de los aspectos en los países analizados. Utilizaremos en la evaluación puntajes del 1 al 5, según se muestra en el cuadro N° 3.6 de acuerdo a las condiciones favorables o desfavorables en cada país.

A continuación se muestra la matriz de selección de mercado objetivo:

CUADRO N° 3.6

Matriz de Evaluación de Potenciales Destinos de Exportación

CRITERIOS EVALUADOS	Colombia	Brasil	Chile	Venezuela
Antecedentes de Exportaciones Peruanas	5	4	2	2
Consumo del producto	5	4	3	2
Tamaño del Mercado	5	5	2	2
Crecimiento del Mercado	5	3	3	3
Facilidad de medios de transporte y distribución	4	2	3	2
Puntaje Total	24	18	13	11

Elaboración propia

Bajo estos criterios es clara la superioridad del mercado Colombiano, el cual mantiene una continúa relación comercial con nuestro país.

En lo relacionado al consumo del producto, al ser Colombia un país con amplios territorios, es uno de los principales consumidores de la industria de la construcción.

El factor del crecimiento del mercado también está siendo analizado; este crecimiento se está dando de una manera proporcional en muchas partes del mundo. Países como Brasil, México, Argentina y Perú, representan hoy por hoy una clara muestra de países en los que la industria de la construcción donde la Arena Sílice es una de las materias primas más importantes para fabricar los productos que serán utilizados en esta industria ha crecido a tal punto que hoy en día representan una industria con las mismas características que cualquier otra gran industria.

El crecimiento de la industria de la construcción en el mundo se da de manera paralela al tamaño del mercado de los países mencionados, el consumo de Arena Sílice crece también ya que va directamente proporcional al nivel de crecimiento de esta industria. Como resultado de este estudio se concluyó que Colombia es el país que resulta más conveniente exportar seguido por Brasil por lo que para el presente estudio se analizará teniendo a Colombia como país objetivo para la exportación.

3.4.2 Proyección de la Demanda

Es altamente probable que la demanda de estos productos tienda a incrementarse según los análisis que a continuación se mostrarán. Para sustentar esta aseveración se utilizarán técnicas de proyección de la demanda mediante el método de Regresión Lineal Simple,

Logarítmica, Exponencial, Potencial y Polinómica, obteniendo los siguientes resultados:

En la Cuadro N° 3.7, se ha estimado la proyección de las variables que determinan la demanda interna, decidiendo por el método que nos proporcione el mayor coeficiente de correlación, el detalle de los cálculos se muestran en los anexos A4.1, A4.2 y A4.3.

CUADRO N° 3.7

Proyección de la Demanda Interna

Año	Producción (TM)	Importaciones (TM)	Exportaciones (TM)	Demanda Local (TM)
2001	93,167	100	5,218	88,049
2002	122,032	108	6,148	115,992
2003	148,055	81	6,635	141,500
2004	174,909	116	8,531	166,494
2005	195,024	79	10,671	184,433
2006	260,035	200	12,224	248,012
2007	265,130	240	14,896	250,474
2008	266,328	521	15,880	250,969
2009	299,093	1,947	13,361	287,679
2010	283,098	16,319	22,669	276,748
2011	318,329	4,238	24,131	298,436
2012	333,617	6,821	28,050	312,388
2013	348,328	10,979	32,606	326,701
2014	362,526	17,672	37,901	342,297
2015	376,264	28,445	44,057	360,652
2016	389,586	45,786	51,213	384,159
2017	402,529	73,698	59,531	416,696
2018	415,125	118,626	69,199	464,553
2019	427,403	190,944	80,438	537,909
2020	439,387	307,348	93,503	653,232

Elaboración propia

Asimismo, en el siguiente cuadro, mostramos la proyección de la demanda de tablas de Colombia a Perú:

CUADRO N° 3.8
Proyección de la Demanda de Arena Sílice
de Colombia a Perú

Año	Demanda (TM)
2001	116
2002	307
2003	227
2004	181
2005	1,415
2006	6,708
2007	9,319
2008	7,180
2009	7,163
2010	9,119
2011	10,886
2012	12,166
2013	13,460
2014	14,770
2015	16,094
2016	17,433
2017	18,786
2018	20,155
2019	21,538
2020	22,936

Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos, el mejor método de regresión fue la curva Polinómica, que mostró el mayor coeficiente de correlación según se muestra en el anexo A6.1

Se puede notar que las proyecciones de la demanda tanto interna como externa a Colombia, que es nuestro país objetivo, para los próximos años se presenta en constante aumento lo cual hace más atractivo el proyecto.

3.4.3 Demanda Insatisfecha

Cabe mencionar que la oferta actual de Arena Sílice está creciendo de la misma manera que la demanda. Sin embargo aún hay una porción del mercado que está insatisfecha la cual representa aproximadamente un 35%; esta cifra fue proporcionada por un productor, y se demostró posteriormente que era adecuada; se aplicará este mismo porcentaje de estimación de la demanda insatisfecha tanto a la demanda interna, como a la demanda de Arena Sílice a Colombia.

Existe esta demanda insatisfecha porque generalmente la calidad de la arena no cubre los estándares de calidad y expectativas de los compradores, al implementar nuevas tecnologías la calidad mejorará ampliamente pudiendo llegar a mercados que en un momento no pudieron acceder, tomando en cuenta siempre que la calidad determinará el precio de la arena sílice.

Se utilizará entonces este dato que nos servirá para ver que porción del mercado se tendrá que atender, dependiendo obviamente de los datos obtenidos de la proyección de demanda. En el siguiente cuadro, se proyecta la demanda local insatisfecha.

CUADRO N° 3.9**Proyección de la Demanda local
Insatisfecha**

Año	Demanda Local (TM)	Demanda Insatisfecha (TM)
2001	88,049	31,257
2002	115,992	41,177
2003	141,500	50,233
2004	166,494	59,105
2005	184,433	65,474
2006	248,012	88,044
2007	250,474	88,918
2008	250,969	89,094
2009	287,679	102,126
2010	276,748	98,246
2011	298,436	105,945
2012	312,388	110,898
2013	326,701	115,979
2014	342,297	121,515
2015	360,652	128,031
2016	384,159	136,376
2017	416,696	147,927
2018	464,553	164,916
2019	537,909	190,958
2020	653,232	231,897

Elaboración propia

Asimismo, calculamos la demanda insatisfecha de Colombia a Perú:

CUADRO N° 3.10

**Proyección de la Demanda
Insatisfecha Colombia**

Año	Demanda (TM)	Demanda Insatisfecha (TM)
2001	116	41
2002	307	109
2003	227	81
2004	181	64
2005	1,415	502
2006	6,708	2,381
2007	9,319	3,308
2008	7,180	2,549
2009	7,163	2,543
2010	9,119	3,237
2011	10,886	3,865
2012	12,166	4,319
2013	13,460	4,778
2014	14,770	5,243
2015	16,094	5,713
2016	17,433	6,189
2017	18,786	6,669
2018	20,155	7,155
2019	21,538	7,646
2020	22,936	8,142

Elaboración propia

3.5 Análisis de la Oferta

3.5.1 Análisis de la Competencia

En el año 2010 USA fue el país que más exportó Arena Sílice alcanzando 2, 859,398 TM, seguido de países como España y Alemania. En ambos países aparte de exportar tienen que abastecer a su amplio y exigente mercado interno.

Dadas las condiciones de la novel empresa peruana resulta muy descabellado pretender competir con estos países donde el nivel de industrialización y profesionalismo es similar al de cualquier gran empresa de cualquier otro rubro, es por esto que se tendrá que ver a los países del ámbito latinoamericano como competencia directa, siendo por ejemplo Argentina uno de los más fuertes exportadores en este sentido.

En Latinoamérica encontramos dos países que pueden competir con el Perú al momento de ver las cifras de exportaciones, Brasil y Argentina.

Según las cifras que maneja la página de estadísticas comerciales de las naciones unidas, en el año 2010, Argentina exportó Arena Sílice por un total de 205,808 TM. El segundo país es Brasil que exportó 98,436 TM en productos de este rubro.

Por su parte Argentina presentó un increíble crecimiento en las exportaciones relacionadas a estos productos, pasando de montos de exportación de 161,056 TM a 205,808 TM entre el año 2009 y el año 2010.

Argentina está adquiriendo nuevas tecnologías con la finalidad de obtener mejor calidad en sus productos por lo cual no será una sorpresa que en los próximos años sigan con el incremento en sus ventas.

A continuación mostraremos en el cuadro N° 3.11 la evolución de las exportaciones de Arena Sílice de Argentina y Brasil, en el período 2006-2010.

CUADRO N° 3.11
Evolución de las Exportaciones de Arena Sílice
de Argentina y Brasil

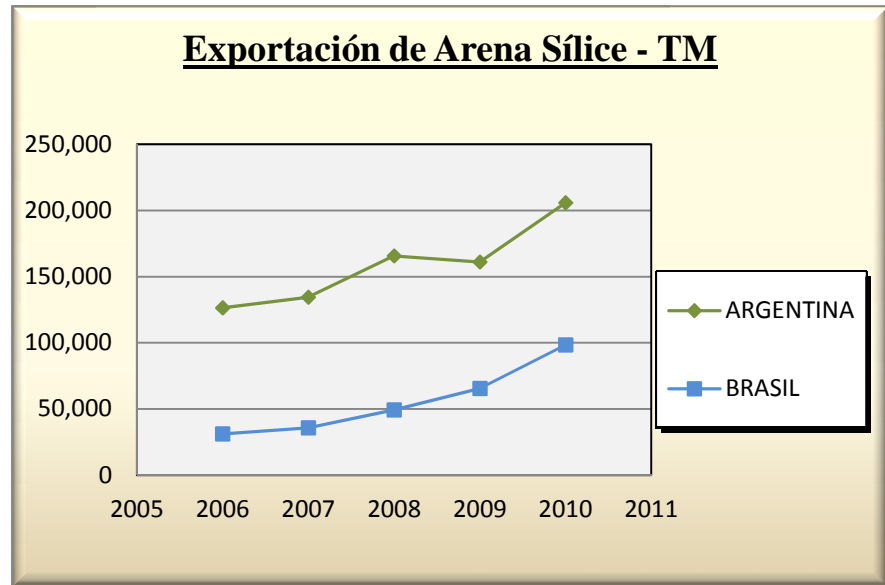
	Argentina (TM)	Brasil (TM)
2006	126,325	31,098
2007	134,440	35,695
2008	165,618	49,368
2009	161,056	65,402
2010	205,808	98,436

Fuente: United Nations Statistic Division (2010)

Elaboración propia

Analizando el gráfico N° 3.6, podemos observar que la tendencia de crecimiento de consumo de estos productos es notable lo cual nos coloca en una perspectiva muy optimista para el futuro.

GRÁFICO N° 3.6



Fuente: United Nations Statistic Division (2010)

Elaboración propia

3.5.2 Empresas Productoras y Comercializadoras

La competencia ofrece productos de igual denominación, variando en la calidad lograda al final del proceso de producción. La calidad final determinará el éxito o rechazo. La arena sílice no es un producto de consumo masivo, más bien es solo consumido por mercados especializados.

En el Perú existen tres empresas que llevan a cabo la mayor explotación, producción y comercialización de Arena sílice, estas son Sílice Industrial Comercial S.A, Compañía Minera Sierra Central y Empresa Comercializadora De Minerales No Metálicos S.C.R.L.

A continuación en el cuadro N° 3.12, se muestra la participación de estas empresas en la producción del año 2010

CUADRO N° 3.12

Participación Nacional de las Exportaciones

Empresa	Participación
Compañía Minera Sierra Central	35%
Empresa Comercializadora de Minerales no Metálicos	30%
Sílice Industrial Comercial S.A	23%
otras	12%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas
Elaboración propia

GRÁFICO N° 3.7



Fuente: Ministerio de Energía y Minas
Elaboración propia

3.5.3 Factores de Oferta

En el Perú los mayores competidores son las empresas de mayor envergadura y también los informales. En ambos casos es por el precio dado que los primeros tienen una mayor liquidez lo que permite ofrecer ventajas de crédito, y los segundos, los informales, también por el precio al no pagar los respectivos impuestos pueden cobrar menos.

Barreras para entrar - teniendo en cuenta que el análisis realizado es a nivel primario, es decir de una aproximación correcta, pero no suficiente, a continuación se citan diferentes aspectos:

- ✓ **Economías de escala:** Para el caso de la arena sílice, las principales barreras de entrada se dan en las economías de escala; para el mismo producto pero de baja calidad la demanda principal es en la industrias de cementos. Para atender estos volúmenes de venta, se debe contar con estructuras productivas que permitan lograr reducciones de costos con el incremento paulatino de la producción. Cabe señalar que las cementeras sin embargo han optado por una integración hacia atrás y cuentan actualmente con sus propias canteras de donde extraen la arena directamente o a través de empresas del grupo empresarial.

- ✓ **Diferenciación de producto:** En el caso de la arena sílice, podemos decir que de la misma arena se pueden generar distintos productos y de distinta calidad. La calidad que permita una diferenciación del producto dependerá mucho del procesamiento luego de la extracción, de la tecnología utilizada y de la sofisticación de la misma. La posibilidad de una diferenciación de producto sin embargo desaparece casi

totalmente en el caso de la arena de baja calidad destinada a las cementeras.

- ✓ **Requerimientos de capital:** Se requiere de inversión en el transporte y en tecnología de capital si se pretende una exportación de mayores volúmenes de arena sílice con una calidad adecuada y estándar.
- ✓ **Costos de cambio:** En cuanto a la posibilidad de escoger a la competencia, existe un peligro de que los clientes nacionales continúen recurriendo como alternativa a la producción informal de arena sílice. Los costos de cambio entre las empresas formales resultan bajos. Es fácil cambiar de un proveedor a otro.
- ✓ **Política gubernamental:** Dependerá de las políticas de protección al sector No Metálico Nacional. En este caso depende mucho de las formas de combatir la extracción informal y consecuentemente la competencia desleal así como del manejo de las restricciones en la venta de los explosivos.
- ✓ **Represalias esperadas:** Posibilidad de que grandes empresas consideren provechosa la inversión masiva en no metálicos e ingresar a un política de exterminio de las pequeñas y medianas empresas existentes (Shougang). Se pueden esperar represalias de mayor peligrosidad por parte de los mineros informales que aumentarán su competencia desleal.

3.5.4 Proyección de la Oferta

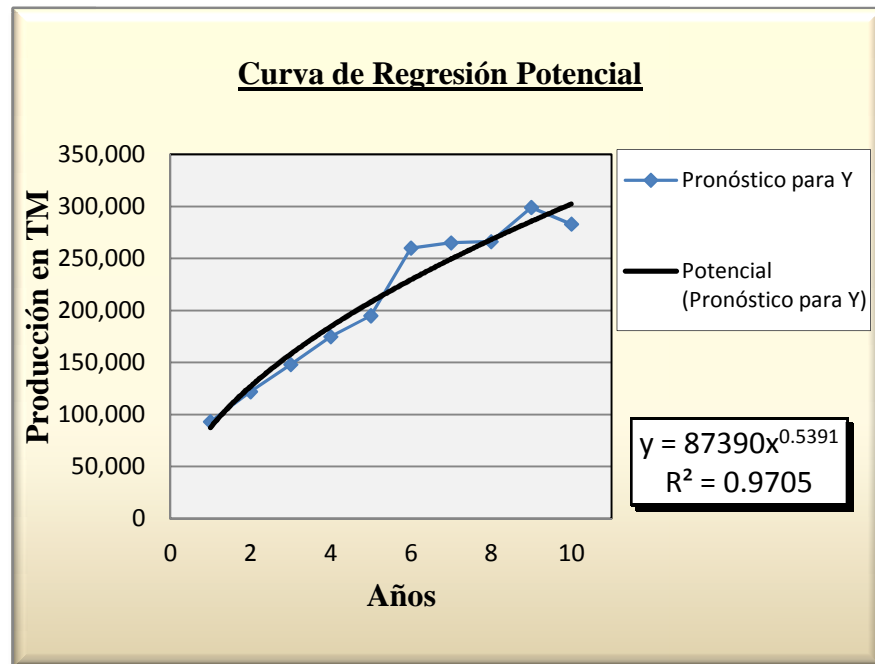
Cuando se vio la proyección de la demanda en la sección anterior, se pudo concluir que tendría un crecimiento constante y parejo. Por ello la oferta proyectada para el proyecto debe seguir esta misma tendencia. Para esto haremos una proyección de la producción de arena sílice para los próximos años mediante el método de Regresión Potencial, que mostró el mayor coeficiente de correlación (véase gráfico N° 3.8 y anexo. A.6.2.), los resultados se muestran en el cuadro N° 3.13

CUADRO N° 3.13
Proyección de la Producción
Nacional de Arena Sílice

Año	Producción (TM)
2001	93,167
2002	122,032
2003	148,055
2004	174,909
2005	195,024
2006	260,035
2007	265,130
2008	266,328
2009	299,093
2010	283,098
2011	318,329
2012	333,617
2013	348,328
2014	362,526
2015	376,264
2016	389,586
2017	402,529
2018	415,125
2019	427,403
2020	439,387

Elaboración propia

GRÁFICO N° 3.8



Elaboración propia

3.5.5 Oferta Estimada del proyecto

Como se muestra en el cuadro N° 3.14, la demanda es creciente para los próximos 10 años, vamos a considerar para fines del proyecto que cubriremos parte de la demanda insatisfecha, así determinaremos nuestra participación dentro de la oferta nacional local.

CUADRO N° 3.14**Oferta del Proyecto**

Año	Demanda Insatisfecha Local (TM)	Demanda Insatisfecha Colombia (TM)	Demanda Insatisfecha Total (TM)	Oferta Total Perú (TM)	% Oferta Peruana
2001	31,257	41	31,298	93,167	34%
2002	41,177	109	41,286	122,032	34%
2003	50,233	81	50,313	148,055	34%
2004	59,105	64	59,170	174,909	34%
2005	65,474	502	65,976	195,024	34%
2006	88,044	2,381	90,425	260,035	35%
2007	88,918	3,308	92,226	265,130	35%
2008	89,094	2,549	91,643	266,328	34%
2009	102,126	2,543	104,669	299,093	35%
2010	98,246	3,237	101,483	283,098	36%
2011	105,945	3,865	109,809	318,329	34%
2012	110,898	4,319	115,217	333,617	35%
2013	115,979	4,778	120,757	348,328	35%
2014	121,515	5,243	126,759	362,526	35%
2015	128,031	5,713	133,745	376,264	36%
2016	136,376	6,189	142,565	389,586	37%
2017	147,927	6,669	154,596	402,529	38%
2018	164,916	7,155	172,071	415,125	41%
2019	190,958	7,646	198,604	427,403	46%
2020	231,897	8,142	240,040	439,387	55%

Elaboración propia

Cabe resaltar que la capacidad de planta estará en relación directa con estos valores y por ende con la variación de la demanda. El tamaño óptimo será aquel que nos permita obtener mejores resultados económicos, ser más flexibles y que permita mejorar la respuesta a las variaciones en la cantidad demandada actualmente.

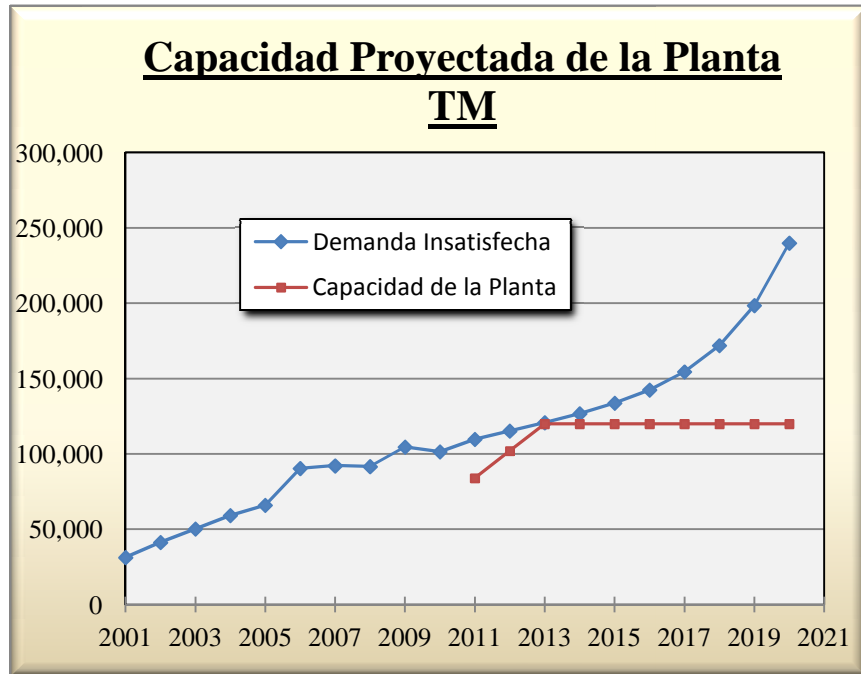
En el cuadro N° 3.15 se presenta la demanda insatisfecha proyectada con la capacidad de la planta a instalar, se proyecta tener una capacidad máxima de producción de 120,000 TM en el tercer año de instalada la planta, en los primeros dos años se estima una capacidad de 70% y 85% respectivamente.

CUADRO N° 3.15
Demanda Insatisfecha total
VS
Capacidad proyectada de la Planta a instalar

Año	Demanda Insatisfecha Total (TM)	Capacidad Proyectada de la Planta (TM)
2011	109,809	84,000
2012	115,217	102,000
2013	120,757	120,000
2014	126,759	120,000
2015	133,745	120,000
2016	142,565	120,000
2017	154,596	120,000
2018	172,071	120,000
2019	198,604	120,000
2020	240,040	120,000

Elaboración propia

GRÁFICO N ° 3.9



Elaboración propia

3.6 Estrategia Comercial

3.6.1 Análisis del Producto

a) Beneficios del Producto

La Arena Sílice sirve para varios productos industriales como el cemento, vidrios, refractarios, abrasivos como el carburo de silíceo y es muy importante su pureza. De la sílice pura se elabora el silicato de sodio que es utilizado en la industria del jabón y química. Cuando existen otros elementos cambia las características y usos industriales, así tenemos a las arenas cuarzosas puras, de las que se elaboran el vidrio blanco que tiene más valor, mientras que las que presentan contenidos de óxido de hierro, permiten sólo elaborar el vidrio de color, por ejemplo las botellas. En la industria del cemento las arenas

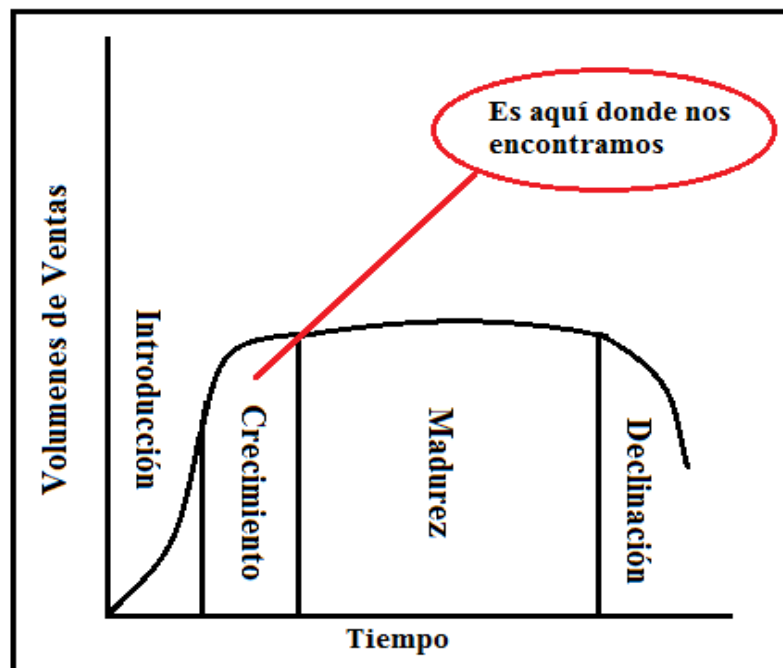
pueden contener aluminio, fierro y álcalis siempre y cuando puedan ser incorporados en el clinker. El uso en la construcción sólo exige su clasificación previa, por lo que es el mayor usuario.

La arena sílice no es un producto de consumo masivo, más bien es solo consumido por mercados especializados.

b) Ciclo de Vida del Producto

GRÁFICO N° 3.9

CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO



Elaboración propia

La Etapa del ciclo de vida en el que se encuentran la Arena Sílice en nuestro país es la etapa del crecimiento pues es una industria que ha estado durante mucho tiempo en la etapa de introducción, recién se está empezando a industrializar y a desarrollar técnicas propias a la evolución de un negocio, respecto a la ingeniería del producto, al planeamiento de

producción y al control de calidad. Nuestro mercado objetivo a nivel mundial en cambio, ya está acostumbrado a consumir el producto de grandes empresas, por lo que nuestro sello distintivo para nuestro mercado objetivo son calidad y precio que serán ventajas diferenciales que tendremos que aprovechar al máximo.

c) La marca

“Una marca es un nombre, término, signo, símbolo o diseño, o una combinación de los anteriores, cuyo propósito es identificar los bienes o servicios de un vendedor o grupo de vendedores y diferenciarlos de los de la competencia.”

Al enfrentarnos con la decisión de usar o no usar marca es necesario considerar que los distribuidores y clientes finales prefieren nombres de marca porque las marcas facilitan el manejo de los productos, protegen ciertas normas de calidad, fortalecen las preferencias de los compradores y facilitan la identificación de los proveedores. Además de esto, los clientes quieren nombres de marca para facilitar la identificación de diferencias de calidad y comprar de forma más eficiente.

Por todas estas razones, nuestro producto se comercializará bajo una marca propia. Esto requerirá una fuerte inversión a corto y a largo plazo, sobre todo en publicidad, promoción y presentación.

El logotipo elegido es el siguiente:

GRÁFICO N° 3.10
MARCA DEL PRODUCTO



d) La Calidad

Como ya lo dijimos este va a ser uno de los puntos en los que más se tiene que incidir, llegar a las especificaciones requeridos para cada producto donde la Arena Sílice es la materia prima principal será una ventaja diferencia con respecto por ejemplo a la Sílice proveniente de Argentina, donde el precio es alto y no llegan a los estándares de calidad.

3.6.2 Análisis de Precio

Se tiene que garantizar la calidad en el producto final, pero no necesariamente con altos precios. Es cierto que la arena sílice es un mineral industrial de precios relativamente altos, pero no es nuestro objetivo seguir con esa tendencia, al menos no al principio; por esto vamos a basar nuestra estrategia de precios en los costos incurridos, pues obviamente estos tienen que ser cubiertos, aparte también nos tenemos que fijar en otros factores como la competencia y el hecho de que somos una marca nueva por lo que altos precios pueden ahuyentar a los clientes potenciales. Las estrategias a seguir para definir el precio son las siguientes:

a) Precios Asociados a costos

En este punto es necesario el dominio de los procesos de ingeniería, para minimizar nuestros costos sin interferir con el objetivo de llegar a altos estándares de calidad, aparte como ya se dijo los precios no pueden ser muy altos como parte de nuestra estrategia de penetración, por esa razón tomaremos como base el precio de venta menor de nuestros competidores. Posteriormente ya podremos utilizar una estrategia de costos asociada a la competencia, siempre y cuando hayamos conseguido un buen posicionamiento en el mercado, en general

las estrategias de precios son: precios en función de los costos más un porcentaje de utilidad por producto vendido, tomar en cuenta al momento de establecer los precios un margen correspondiente al rendimiento sobre la inversión, precios en función a la competencia y precios de acuerdo a la ley de oferta y demanda.

CUADRO N° 3.15
Precios de ventas de las competencias

Empresa	US\$
Compañía Minera Sierra Central	48.5
Empresa Comercializadora de Minerales no Metálicos	49
Sílice Industrial Comercial S.A	49

b) Precio – Calidad

Esta relación se cumplirá de acuerdo a que estamos ofreciendo un producto de buena calidad, pero a un precio no muy alto dado que recién estamos ingresando en el mercado, por esto como veremos en la matriz precio – calidad del cuadro N° 3.15, podemos concluir que nos encontramos en la etapa de Penetración:

CUADRO N° 3.16
MATRIZ PRECIO - CALIDAD

P/Q	ALTA	MEDIA	BAJA
ALTA	Premium	Mee Too	Pisa y corre
MEDIA	PENETRACIÓN	Calidad Media	Sobre precio
BAJA	Súper Ganga	Ganga	Prod. Barato

Fuente: KOTLER (2003)
Elaboración propia

3.6.3 Canales de Distribución

La comercialización de la arena sílice se realizará según la siguiente secuencia:

- El producto se ofrece por teléfono y/o mail.
- Se acuerdan los precios y las formas de pago, que pueden ser contra entrega (al contado) o al crédito, con factura o letras a 30 días.
- Se emite la orden de compra.
- Se entrega el producto con su respectiva Guía de Remisión, donde se anota la conformidad o las observaciones, como devoluciones, faltantes,
- No-cumplimiento de la calidad, etc.
- La facturación se realiza de acuerdo a lo pactado anteriormente; es decir puede ser al contado o a los 30 días. Cuando la facturación es a 30 días, puede negociarse con los bancos, pagando un interés de 1.5% ó 2%.
- A veces las facturas se negocian directamente con el cliente.

El flujo del proceso de comercialización se muestra en el Gráfico N° 3.11

a) Análisis beneficio costo de los canales

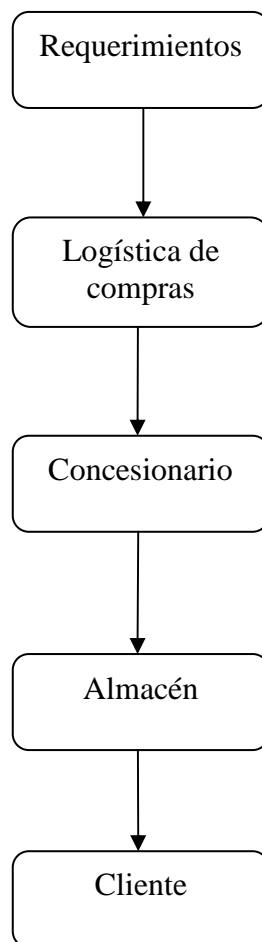
La distribución del producto final se lleva a cabo sin intermediarios

(Canal de Cero Niveles), lo que permite abaratar costos y tener un mayor control de la operación y una retroalimentación adecuada.

El flujo del proceso de comercialización se realiza a través de la siguiente secuencia:

GRÁFICO N° 3.11

FLUJO DE COMERCIALIZACIÓN



Elaboración propia

CAPÍTULO IV

LOCALIZACIÓN DE PLANTA

4.1 Macrolocalización

4.1.1 Posibles ubicaciones por factores predominantes

a) Proximidad a materias primas

Nuestra materia prima principal es la Arena Sílice. Existen yacimientos de Sílice, en ciudades como Tacna y Junín que son los puntos de más afloro donde convendría analizar la factibilidad de poner una planta de producción de Sílice, sin embargo como se desea exportar resultaría más recomendable la ciudad de Tacna por su cercanía al puerto de Ilo o en otro caso se instalaría la planta de producción de arena sílice en Lima adquiriendo la materia prima de Junín.

b) Cercanía al mercado

El mercado objetivo del proyecto es el mercado internacional más precisamente en el mercado latinoamericano por lo que el análisis de cercanía se debería centrar en la distancia existente entre la planta y los distintos puntos de salida de mercadería como aeropuertos internacionales o puertos autorizados. Así como las rutas secundarias como lo son carreteras, rutas ferroviarias y las calles de la ciudad. Para el caso de la venta interna el punto a analizar sería el afluyente de consumidores que tienen al producto como su principal materia principal, los cuales son: Fundiciones, Fábricas de vidrios, etc., es decir donde se centra el mercado de Arena Sílice en el Perú.

c) Requerimientos de infraestructura y condiciones socio-económicas

La localización elegida debe poseer condiciones adecuadas para la instalación de una planta de procesamiento de Arena Sílice, además de poseer las condiciones económico – sociales necesarias para el correcto desarrollo y crecimiento de nuestra empresa.

4.1.2 Análisis de los factores de localización

a) Proximidad a materias primas (A)

La localización de la planta debe presentar un acceso adecuado para las materia prima principal. Tomando en cuenta de que los mayores yacimientos de arena sílice se encuentran en Junín por lo que podrías pensar en este ciudad como punto central de la fabricación, pero Junín no tiene acceso directo para la exportación, por lo que pensaríamos en transportar la materia prima desde Junín a Lima que si tiene acceso al aeropuerto internacional Jorge Chávez así como al puerto del Callao lo cual resulta sumamente importante al momento de pensar en la exportación.

La segunda opción para esto sería Tacna, pues esta ciudad también cuenta con vías de acceso y yacimientos donde se pueda adquirir la materia prima.

b) Cercanía al mercado (B)

El acceso hacia los puntos de embarque se debe considerar y ponderar con un alto porcentaje porque nos facilitaría el traslado

de los productos desde la planta hacia los puertos y aeropuertos internacionales, en este aspecto y como ya se dijo, Lima posee el aeropuerto internacional Jorge Chávez y el puerto del Callao, en Tacna se encuentra el puerto de Ilo

La ventaja de las provincias con respecto a la capital es la cercanía entre sus puntos, más precisamente aeropuertos y puertos; la desventaja es que entre estas opciones el único aeropuerto internacional es el Jorge Chávez, por lo que la mercadería de salida (producto terminado), tendría que centralizarse en la ciudad de Lima.

Por otro lado para el caso del mercado nacional resulta mucho más rentable la ciudad de Lima dado que tiene la mayoría del mercado consumidor está en esta ciudad.

c) Disponibilidad de mano de obra (C)

Se analizan tanto la mano de obra calificada como la no calificada. Se toma en cuenta los centros especializados de capacitación de personal para que los empleados sean más eficientes.

En Lima es conocido que se encuentra la mayor cantidad de Universidades y centros de capacitación por lo que existen mayor cantidad de mano de obra calificada como son ingenieros de Minas, Metalúrgicos, Geólogos que son requeridos para nuestro tipo de industria.

Tacna es una de las ciudades con un sistema universitario más desarrollado después de Lima por lo que también resultan como buena opción.

En cuanto a la mano de obra no calificada se refiere, en las tres zonas existen personas para personal de obrero, limpieza, asistentes de planta, etc. Pero Lima se ve favorecida porque la población es la mayor de las tres zonas.

d) Abastecimiento energía eléctrica (D)

Para el funcionamiento de las máquinas la energía eléctrica es la fuente principal de energía. Lima se abastece de energía eléctrica por medio de la compañía Luz del Sur S.A. y Edelnor, Tacna se abastece de la Empresa de Generación Eléctrica del Sur S.A (EGESUR). Todos poseen disponibilidad de Energía Eléctrica pero Lima posee una mejor infraestructura de las centrales eléctricas.

e) Abastecimiento de agua (E)

Las tres ciudades en cuestión poseen una infraestructura desarrollada para brindar un buen servicio de agua y desagüe. En cuanto a los caudales que presentan las diferentes empresas que brindan estos servicios se dan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 4.1 Abastecedores de agua

Ciudad	Compañía	Fuente
Lima	SEDAPAL	Río Rímac
Tacna	E.P.S TACNA S.A	Río Caplina Río Uchusuma
Junín	E.P.S MANTARO	Río Mantaro

Elaboración propia

f) Servicios de transporte y fletes (F)

En este punto se tratan el estado de las carreteras y vías, el estado de los puertos y aeropuertos y las rutas de acceso a las mismas.

En cuanto a fletes se deben tener disponibilidad de transporte en condiciones aptas para el traslado del producto hacia el puerto o aeropuerto según sea el caso, el traslado de las maquinarias hacia la planta, un fácil enrutamiento y acceso de los trabajadores hacia la planta y el manipuleo del producto terminado debe ser el menor para disminuir riesgo de pérdida del mismo.

Cabe recalcar que el 50% de salida de productos hechos en todo el país se dan en la ciudad de Lima ya sea por el aeropuerto Jorge Chávez o por el puerto del Callao.

De los aspectos comentados Lima posee las mejores carreteras y administración vial y los accesos a las salidas internacionales necesarias para realizar una más fácil salida de nuestro producto al extranjero.

g) Disponibilidad de terreno y costos (G)

Tacna y Junín cuentan con mejores y más cómodos precios de venta que la Capital además de existir mayor cantidad de terrenos disponibles que en Lima y más espacios sin construir. El problema que puede tener Junín en este aspecto es que su zona andina cuenta con una gran cantidad de terrenos pero ubicados muy lejos de la ciudad por lo cual los accesos resultarían bastante difíciles.

h) Clima (H)

El clima no es un factor significativo para nuestro proceso ya que este se puede dar en climas dentro de los rangos climáticos normales como lo es en las tres ciudades.

i) Eliminación de desechos (I)

En el proceso de tamizado para la clasificación de la arena sílice se produce mucho polvo y su constante inhalación produce silicosis por lo que la eliminación de polvo es un punto para tomar en cuenta.

Para reducir la emisión de polvo al medio ambiente se coloca filtros de acuerdo al porcentaje de polvos emitidos al aire.

j) Leyes y reglamentos fiscales (J)

Existen beneficios fiscales en nuestro país para los empresarios que deseen descentralizar las inversiones fuera de la capital, lo que daría ventaja a las ciudades de Tacna y Junín sobre Lima pero es también conocido que las leyes son más transparentes en Lima y que en casos de problemas legales los poderes del estado están centralizados en la Capital por lo que los empresarios prefieren invertir en Lima.

k) Servicios de construcción y montaje (K)

Para el inicio de las operaciones de la planta se necesita el servicio de empresas externas, es decir servicios de terceros, como para la instalación de la planta y movimiento de maquinarias, servicios de mantenimiento de maquinas y

equipos, soporte técnico e informático para las labores de control y administrativas de la industria.

Todos estos servicios se encuentran en una mejor calidad y mayor cantidad en Lima por poseer mayor cantidad de empresas aunque en los departamentos del norte resulta ser de un costo menor ya que en el rubro de servicios es un rubro más económico y menos instalado y establecido en provincias.

1) Condiciones de vida (I)

Se debe de analizar desde los servicios básicos hasta los complejos. Las instalaciones de los siguientes tipos de instituciones son los que brindan un nivel a cada ciudad tales son: clínicas, hospitales, colegios, universidades, clubes, restaurantes, centros de esparcimiento, clubes, comunicaciones, departamentos, centros de esparcimiento e infraestructura habitacional.

4.1.3 Ranking de factores

Con los factores analizados se procede a la elaboración de la matriz de enfrentamiento, como se muestra en el cuadro N° 4.2:

CUADRO N° 4.2
Ranking de Factores

Fact	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total	Pond.
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	12.6%
B	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9	10.3%
C	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6	6.9%
D	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	6	6.9%
E	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	6	6.9%
F	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	11.5%
G	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	10.3%
H	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	3.4%
I	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	4	4.6%
J	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	10.3%
K	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	9.2%
L	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	6	6.9%
													87	100.0%

Elaboración propia

4.1.4 Cuadro comparativo de macro localización

CUADRO N° 4.3
Matriz de Macrolocalización

Fact	Pond.	Lima		Tacna		Junín	
		Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos
A	12.6	5	63.00	10	126.00	10	126.0
B	10.3	10	103.00	6	61.80	2	20.6
C	6.9	10	69.00	8	55.20	6	41.4
D	6.9	10	69.00	8	55.20	6	41.4
E	6.9	8	55.20	6	41.40	6	41.4
F	11.5	6	69.00	6	69.00	6	69.0
G	10.3	4	41.20	8	82.40	8	82.4
H	3.5	4	14.00	4	14.00	4	14.0
I	4.6	8	36.80	6	27.60	6	27.6
J	10.3	8	82.40	8	82.40	7	72.1
K	9.2	9	82.80	6	55.20	6	55.2
L	6.9	10	69.00	8	55.20	6	41.4
			754.40		725.40		632.5

Elaboración propia

De las calificaciones observadas en el cuadro N° 4.3 para cada ciudad, se observa que Lima es la ciudad que mejor puntaje total obtiene, resultando la mejor ubicación donde instalar la planta de producción de Arena Sílice para uso industrial.

4.2 Microlocalización

4.2.1 Posibles ubicaciones por factores predominantes

a) Proximidad a materias primas

Se tomara a Lima como la ciudad para la instalación de la planta y la materia prima será proveniente de la ciudad de Junín, por lo que consideraremos a los distritos más cercanos a la carretera central por donde hace su ingreso a Lima la materia prima.

b) Cercanía al mercado

Las vías de traslado hacia los puertos en la Ciudad de Lima son de carreteras y autopistas que deben ser evaluadas para ponderar de mejor manera al que posea mejores pistas hacia puertos que como consecuencia nos generaría menores tiempos de transporte y mejor uso de los recursos de terceros contratados.

c) Requerimientos de infraestructura y condiciones socio-económicas

La localización elegida debe poseer condiciones adecuadas para la instalación de una planta de procesamiento de Arena

Sílice con su respectivo punto de venta, de preferencia debe ser en una zona de fácil acceso ya que habrá un flujo constante de camiones tanto para la entrada (materia prima) y salida (producto terminado) además de poseer las condiciones económicas y sociales para el correcto desempeño de la empresa.

4.2.2 Análisis de los factores de localización

a) Proximidad a materias primas (A)

Los distritos más próximos a la carretera central son: Ate, San Juan de Lurigancho y El Agustino

b) Cercanía al mercado (B)

San Juan de Lurigancho posee acceso a la Av. Evitamiento que es una de las vías mejor asfaltadas y más rápidas de nuestro país, con fácil acceso hacia la ciudad del Callao a través de calles principales, como la Av. Argentina.

Ate se encuentra relativamente cerca del Callao al igual que El Agustino.

c) Disponibilidad de Mano de Obra (C)

Para el caso de trabajo de planta la disponibilidad de mano de obra con la que contaríamos en San Juan de Lurigancho sería las mismas como para Ate y El Agustino ya que son distritos cercanos. El punto fuerte de estos distritos es la mano de obra

calificada dada la cercanía de las universidades y la posibilidad de poner puestos para practicantes, profesionales, etc.

d) Abastecimiento energía eléctrica (D)

Los tres distritos cuentan con el mismo proveedor de energía eléctrica por lo que este factor no resulta ser un factor diferenciable entre nuestras tres opciones.

e) Abastecimiento de agua (E)

Se repite lo comentado en el factor anterior los tres distritos cuentan con servicios de agua potable y desagüe por lo que este punto tampoco significará una ventaja comparativa para ninguna de las tres opciones.

f) Servicios de transporte y fletes (F)

Al ser la misma localidad los costos de servicios son los mismos para todos los distritos o varían en montos no significativos.

g) Disponibilidad de terreno y costos (G)

Tanto Ate como San Juan de Lurigancho son distrito con zonas industriales, sin embargo el Agustino es más poblado y donde sería difícil encontrar terreno disponibles para la planta.

h) Clima (H)

Es un factor irrelevante para nuestro estudio porque en las 3 localidades se tiene el mismo tipo de clima al ser la misma

ciudad. Se le calificará con la misma ponderación a las 3 posibles localizaciones.

i) Eliminación de desechos (I)

Al tener Ate y San Juan de Lurigancho zonas industriales, existe mayor control de los desechos ya que estos cuentan con centros de acopio y centros de reciclaje para los desechos de la planta.

j) Leyes y reglamentos fiscales (J)

El gobierno promueve el desarrollo empresarial en cualquier distrito de la ciudad por lo que las diferencias son menores entre uno u otro distrito a escoger, no es un factor relevante en la comparación.

k) Servicios de construcción y montaje (K)

Es un factor que no marca diferencias dentro de la ciudad de Lima porque son las mismas compañías las que pueden brindar el mantenimiento y los insumos de construcción.

l) Condiciones de vida (I)

En los 3 distritos se pueden encontrar absolutamente todos los servicios básicos.

4.2.3 Cuadro comparativo de microlocalización

CUADRO N° 4.4
Matriz de Microlocalización

Fact	Pond.	San Juan de Lurigancho		Ate Vitarte		El Agustino	
		Calif.	Puntos	Calif.	Puntos	Calif.	Puntos
A	12.6	10	126.00	9	113.40	10	126
B	10.3	9	92.70	9	92.70	8	82.4
C	6.9	8	55.20	8	55.20	8	55.2
D	6.9	8	55.20	8	55.20	8	55.2
E	6.9	8	55.20	8	55.20	8	55.2
F	11.5	8	92.00	8	92.00	8	92
G	10.3	8	82.40	8	82.40	6	61.8
H	3.5	8	28.00	8	28.00	8	28
I	4.6	9	41.40	9	41.40	8	36.8
J	10.3	8	82.40	8	82.40	8	82.4
K	9.2	8	73.60	8	73.60	8	73.6
L	6.9	9	62.10	9	62.10	8	55.2
			846.20			833.60	803.8

Elaboración propia

Después de haber realizado la matriz comparativa de micro localización en el cuadro N° 4.4., podemos concluir en que el distrito de San Juan de Lurigancho es el más indicado para establecer el punto de producción y venta para nuestro producto.

CAPÍTULO V

TAMAÑO DE PLANTA

5.1 Análisis introductorio

El tamaño se define como la capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año.

El objetivo es determinar la capacidad de producción de los bienes, definidos en términos físicos en relación a la unidad de tiempo de funcionamiento normal del proyecto. En ese sentido para la determinación del tamaño intervienen factores técnicos y económicos. Los factores técnicos inciden en forma directa en el proyecto. Desde el punto de vista económico, el tamaño de planta está influenciado por economías de escala, disponibilidad de fondo o recursos financieros, monto de la inversión, etc. Considerando que la planta operará en 2 turno/día de trabajo de 12 horas, durante 300 días/año, resultan 7200 horas de trabajo efectivo. Por otro lado el tamaño de planta puede ir adecuándose a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado creciente.

Como conclusión tenemos que la capacidad de planta tiene varios factores influyentes los cuales están descritos anteriormente, donde no son los únicos ya que también tenemos que concebir que influyen factores de otro tipo como son: la oferta, la demanda, la tecnología, la disponibilidad de materia prima, los equipos, la mano de obra, etc.

5.2 Factores que influyen en el tamaño

5.2.1 Relación tamaño-mercado

Para definir el tamaño de la planta es importante tener en cuenta los requerimientos del mercado, ya que tenemos que empezar la producción con el mínimo requerido para no afectar la viabilidad del negocio; para esto, se necesita proyectar la demanda que se va a dar a lo largo del horizonte del proyecto.

CUADRO N° 5.1

Demanda Promedio Mensual

N°	Demanda Anual (TM)	Demanda Mensual Promedio (TM)
1	109,809	9,151
2	115,217	9,601
3	120,757	10,063
4	126,759	10,563
5	133,745	11,145
6	142,565	11,880
7	154,596	12,883
8	172,071	14,339
9	198,604	16,550
10	240,040	20,003

Elaboración propia

Donde la capacidad de la planta se definiría de acuerdo a la proyección de la demanda a lo largo del proyecto.

5.2.2 Relación tamaño-tecnología

Debido a la velocidad en que la tecnología va evolucionando, esta se vuelve un factor limitante dado que esta determina si es que se

puede producir o no el producto necesario para satisfacer la demanda proyectada.

Para esta relación se hace necesario considerar factores como equipos, maquinaria, tecnología, procesos y métodos para dirigir la planta, así como el capital humano para su adecuada dirección.

Para la elaboración de nuestro producto (Arena sílice industrial) se hace uso de equipos como secadores, tamices vibratorios, extractor de polvo y tanques para el almacenamiento del producto final (Arena sílice industrial) y producto fino.

El elemento esencial entre todos los equipos es la secadora que trabaja con una capacidad casi uniforme.

Otros de los equipos esenciales son los tamices (zarandas vibratoria) que nos ayudaran a tener la adecuada granulometría que nos exigen nuestros principales mercados. Sin embargo existen otras tecnologías para el clasificado, estos son básicamente por tratamiento húmedo. Entre los principales tratamientos están los hidrociclones y los hidroclasificadores, las necesidades de clasificación en el rango entre 5 y 150 micras están atendidas perfectamente por hidrociclones y los hidroclasificadores han sido diseñados para cubrir cortes entre 0.1 y 2 mm, con limitaciones pasando de 1.5 mm.

Pueden distinguirse dos tipos de hidroclasificadores: los de corriente transversal, en los cuales las partículas sedimentan con trayectoria parabólica debido a las corrientes de arrastre y gravedad , y los de corriente ascendentes, en los cuales las partículas tienen una trayectoria de decantación totalmente vertical.

Los primeros son empleados generalmente para realizar cortes gruesos y presentan una eficacia reducida en cortes finos por debajo de 1.5 mm, por lo que generalmente, se emplean en ejecución multicámara. Es decir, la clasificación se va realizando por etapas. Este tipo de aparatos tiene, sin embargo, una aplicación interesante en la obtención de arenas con distribución granulométrica muy ajustada.

Los hidroclasificadores a corriente ascendentes presentan el inconveniente de precisar una alimentación lo mas constante posible, para que la operación sea uniforme y no se presenta irregularidades en el corte, pequeñas variaciones en el tonelaje de alimentación y caudal de agua causan grandes variaciones en el punto de corte, originándose, incluso, frecuentes obstrucciones en los conductores de descarga.

Estos equipos tienen una alta tecnología, por lo que su costo de adquisición sería alto. Por otro lado por ser un tratamiento por vía humedad el consumo de agua sería abundante ya que el volumen mínimo de producción que se plantea es 7,000 TM/mes el primer año.

En conclusión se elige los tamices vibratorios como tecnología para la clasificación de la arena, ya que nos permite un proceso continuo y hace que la planta de secado y tamizado sea flexible, actitud que se entiende para aumentar la capacidad mínima de producción año a año.

5.2.3 Relación tamaño-financiamiento

El capital para la inversión y para empezar operaciones es un factor limitante, debido a que si no se dispone de suficiente dinero para llevar a cabo lo necesario para la puesta en marcha, se tendrá que replantear el proyecto en cuestión de limitar algunas cosas, como la calidad por ejemplo, ya que el factor financiero será el que limite al desarrollo y sus etapas.

La planta en su desarrollo dependerá del mercado ya que este le dará el flujo necesario para pagar sus obligaciones, de esa manera la planta podrá empezar con la capacidad de producción mínima ampliándose a medida que el capital y los recursos sean los suficientes.

Para llevar a cabo el negocio se tiene pensado solicitar un préstamo de mediano a largo plazo, la estructura de financiamiento se compondría de: 70% de préstamo bancario y un 30% de aporte propio, del monto correspondiente a la inversión en activo fijo. El préstamo bancario es importante ya que la empresa puede favorecerse debido a la reducción del impuesto a la renta como resultado del pago de sus obligaciones con el banco teniendo un escudo fiscal importante para ser aprovechado.

Tenemos diferentes tasas de interés, los cuales dependen del tipo de empresa:

CREDITOS CORPORATIVOS:

Créditos otorgados a personas jurídicas con ventas anuales mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años, de acuerdo a los estados financieros anuales auditados más recientes.

CREDITOS A GRANDES EMPRESAS:

Créditos otorgados a personas jurídicas con ventas anuales mayores a S/. 20 millones pero no mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años.

CREDITOS A MEDIANAS EMPRESAS:

Créditos otorgados a personas jurídicas que tienen un endeudamiento total en el sistema financiero (SF) superior a S/. 300 mil en los últimos seis meses y no cumplen con las características para ser clasificados como corporativos o grandes empresas.

CREDITOS A PEQUEÑAS EMPRESAS:

Créditos destinados a financiar actividades de producción, comercialización o prestación de servicios, otorgados a personas naturales o jurídicas, cuyo endeudamiento total en SF (sin incluir créditos hipotecarios para vivienda) es superior a S/. 20 mil pero no mayor a S/. 300 mil en los últimos seis meses.

CREDITOS A MICROEMPRESAS:

Créditos destinados a financiar actividades de producción, comercialización o prestación de servicios, otorgados a personas naturales o jurídicas, cuyo endeudamiento en SF (sin incluir créditos hipotecarios para vivienda) es no mayor a S/. 20 mil en los últimos seis meses.

CREDITOS DE CONSUMO: Créditos otorgados a personas naturales, con la finalidad de atender el pago de bienes, servicios o gastos no relacionados con la actividad empresarial.

CREDITOS HIPOTECARIOS PARA VIVIENDA: Créditos otorgados a personas naturales para la adquisición, construcción, refacción, remodelación, ampliación, mejoramiento y subdivisión de vivienda propia, siempre que tales créditos se otorguen amparados con hipotecas debidamente inscritas.

A continuación en el cuadro N° 5.2, tenemos algunas tasas según el tipo de empresa.

CUADRO N° 5.2

Tasas de Interés promedio de las Empresas

Tipo de Crédito	Moneda Nacional (S/.)	Moneda Extranjera (US\$)
Corporativos	5.99%	3.47%
Grandes Empresas	7.39%	5.53%
Medianas Empresas	11.40%	9.06%
Pequeñas Empresas	23.37%	15.48%
Microempresas	32.96%	19.15%
Consumo	36.51%	22.70%
Hipotecarios	9.36%	8.20%

Fuente: Superintendencia de Banca y Seguro (2011)

Elaboración propia

5.2.4 Relación tamaño-recursos productivos

Los recursos de la empresa se encuentran agrupados en 3 grandes grupos:

- Mano de Obra
- Materiales
- Servicios

Estos recursos ejercen distintos grados de restricción dependiendo de su grado de automatización y su grado de consumo, por lo que es lógico que estos factores actúen como condicionantes del tamaño de la planta.

Para determinar la relación Tamaño-recursos productivos se tomará como premisa que se partirá del nivel de producción fijado

por la demanda del producto en estudio, donde se considerará la producción para el horizonte del proyecto. De esta manera se cuantificará la cantidad de recursos necesarios y se constatará la disponibilidad de los mismos con el objetivo de determinar si es que son limitantes para el proyecto y si esto afectará o no la determinación del tamaño de la planta.

En cuanto a la mano de obra se determinará si se contará con la suficiente capacidad para la operación de la planta y si esto restringe el tamaño.

Los recursos necesarios para la puesta en marcha son ampliamente superados por la oferta según lo visto en el capítulo de mercado es por eso que podemos afirmar que los recursos no son limitantes para la viabilidad del proyecto.

5.2.5 Relación tamaño-inversión

El tamaño de la planta está fuertemente ligado al nivel de inversión, lo cual definirá la tecnología y los recursos pertinentes para el nivel de producción que se quiere alcanzar.

Hay que tener mucho cuidado al momento de dimensionar la planta ya que no se quiere sobrepasar los volúmenes productivos, y de esta manera se estaría sobre costearlo.

5.3 Selección del tamaño de planta

La determinación del tamaño de planta se realizará tomando en cuenta el área total necesaria para la realización de las operaciones. Para esto se realizará el análisis correspondiente a cada área para luego definir las dimensiones y superficie del terreno requerido. Dicha planta contará con las siguientes áreas básicas:

- Pavimentación
- Estacionamiento
- Entrada
- Almacén de productos terminados
- Almacén de materia prima
- Producción
- Área de oficinas
- Comedor y cocina
- Senderos
- Garita de seguridad
- Servicios higiénicos

Área de Producción

La producción inicia en el secado de la arena sílice y su posterior tamizado, por lo que esta área estará compuesta por sub-áreas de operaciones, que están en un rango de metrado estimado según las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento, que se detallará más adelante en cada una de estas, tenemos:

- Traslado de la arena húmeda a los secadores por medio de fajas transportadoras 70-90 m²
- Secado de la arena sílice 30-36 m²
- Tamizado 30- 36 m²
- Extracción de polvo 30- 36 m²
- Tolva de alimentación de arena sílice comercial 100- 108 m²

Área para Almacenes:

Aquí se contará con dos almacenes distintos, uno destinado para almacenar los productos terminados, mientras que el otro servirá para almacenar la materia prima:

- Almacén productos terminados 100-120 m²
- Almacén de materia prima 190-200 m²

Áreas de Oficinas

Contempla las oficinas de:

- Gerencia 20 – 30 m²
- Logística 15-20 m²
- Administración 20-25 m²
- Sala de espera 50 – 70 m²
- Oficina de producción 70 – 80 m²
- Laboratorio 70 – 80 m²

Área para Servicios Higiénicos

Aquí se especifican las áreas de servicios higiénicos para el personal de planta y otra para el personal de administración:

- Servicios higiénicos producción 30-50 m²
- Servicios higiénicos administración 20 - 30 m²

Área para Estacionamiento:

Contempla el estacionamiento de automóviles de personal y de proveedores.

- Estacionamiento 80-100 m²

Con todos estos datos se procede a calcular el área de trabajo para toda la planta:

CUADRO N° 5.3
Relación de Espacio Requerido por Área de Trabajo

Nombre del Área	Área (m ²)
Pavimentación	1000
Estacionamiento	84
Entrada	36
Balanza Industrial	130
Almacén de producto terminado	120
Almacén de materia prima	192
Producción y laboratorio	160
Maestranza	50
Vestidores	50
Área de oficinas	180
Comedor y cocina	100
Senderos	543
Garita de seguridad	25
Servicios higiénicos	130
TOTAL	2800 m²

Elaboración propia

5.4 Layout de la Planta

Para efectuar el layout de planta se procedió a definir la tabla de afinidades de las principales zonas del proceso:

CUADRO N° 5.4
Tabla de afinidades de las principales zonas

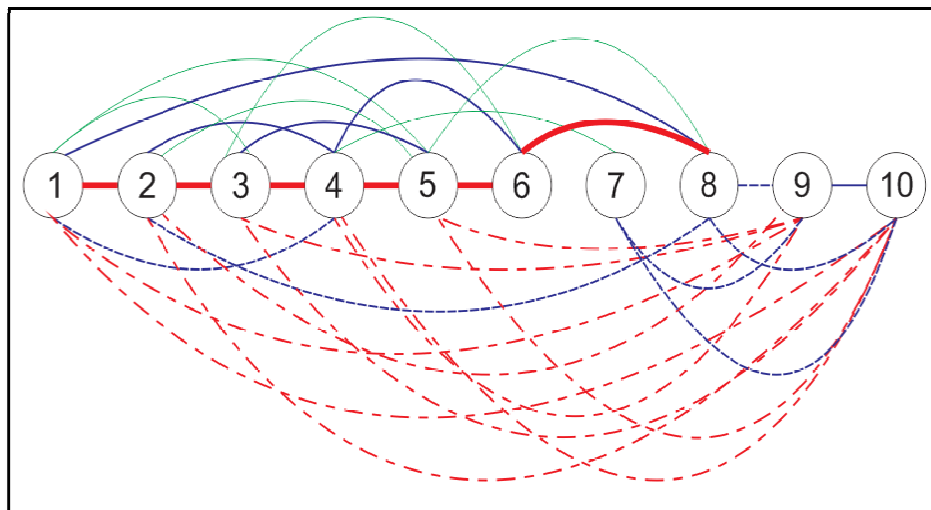
	ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recepción y depósito de arena		A	O	X	O	U	U	I	XX	XX
2	Secado			A	I	O	U	U	X	XX	XX
3	Extracción de polvo				A	I	O	U	U	XX	XX
4	Tamizado					A	I	O	U	XX	XX
5	Almacenamiento en tolvas						A	O	O	XX	XX
6	Depósito de producto terminado							U	A	U	U
7	Maestranza								U	X	X
8	Balanza Industrial									X	X
9	Oficinas										I
10	Comedor										

Elaboración propia

A continuación se muestra el diagrama de hilos confeccionado con la tabla de afinidades anteriormente presentada:

GRÁFICO N° 5.1

DIAGRAMA DE HILOS



Elaboración propia

Referencias:

❖ A	—	Absolutamente necesario
❖ I	—	Importante
❖ O	—	Ordinaria
❖ U	—	Sin importancia
❖ X	- - -	Indeseable
❖ XX	- - -	Muy indeseable

Como puntos relevantes puede observarse que:

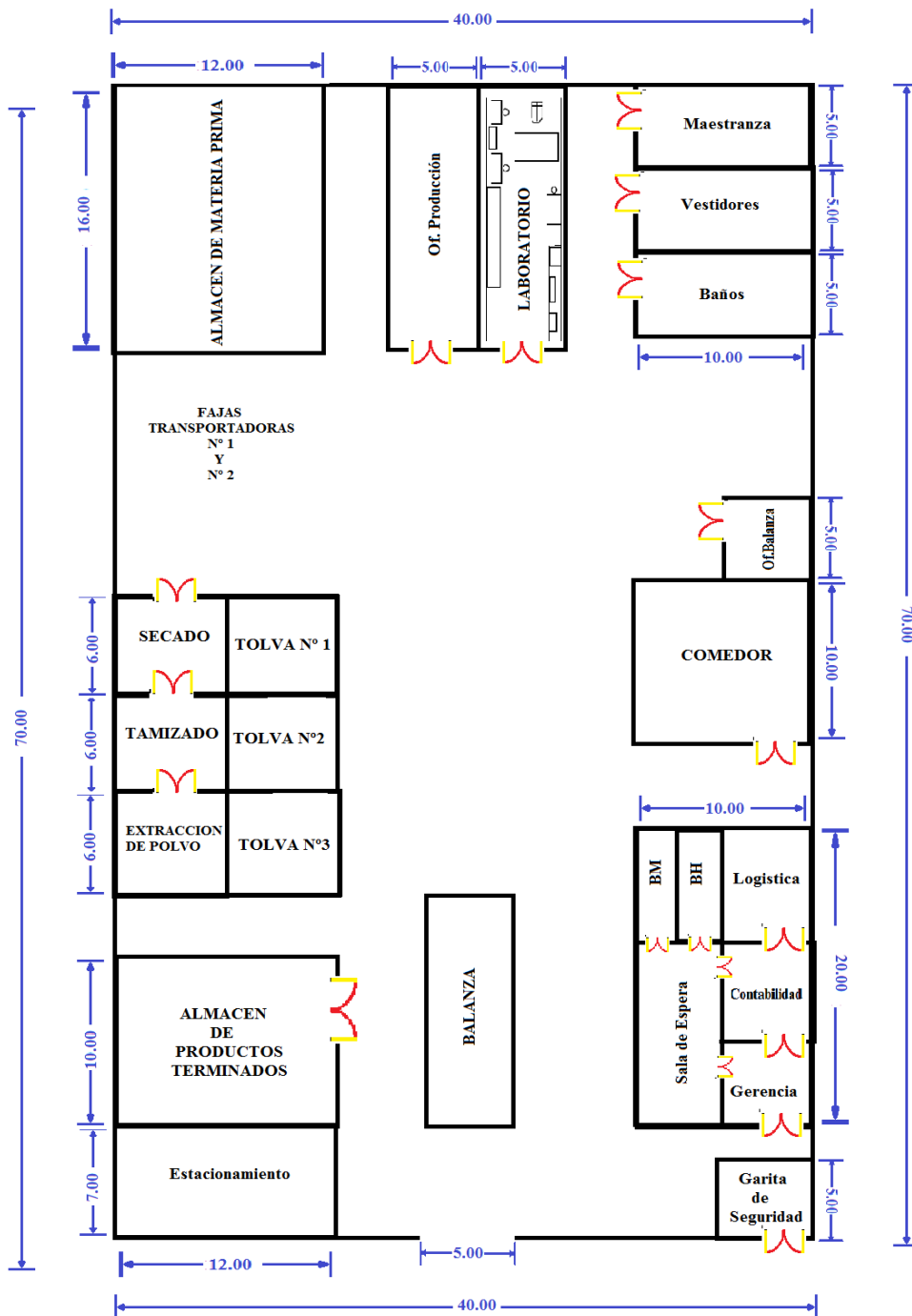
- La recepción de arena y el depósito de la misma debe estar lo más cerca posible de la zona de producción dado que el transporte de la misma es engorroso.
- Las oficinas deben estar alejadas de casi todos los procesos y/o áreas dado que en estas zonas se trabaja con arena que emite polvo como así también la secadora trabajan a altas temperaturas.

5.5 Distribución de la Planta

En el siguiente Gráfico N° 5.2 se muestra el plano de la Planta.

GRÁFICO N° 5.2

PLANO DE PLANTA



CAPÍTULO VI

ESTUDIO TÉCNICO

6.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE MATERIA PRIMA

6.1.1 Caracterización del mineral

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 1/270', formando por granos redondeados y subredondeados, donde los cuarzos están cristalizados y con impurezas de óxidos de hierro, arcilla, etc., estas rocas se caracterizan por ser ásperas al tacto, generalmente al friccionar con el dedo se desprenden granos de arena; su color es blanco amarillento.

GRÁFICO N° 6.1

Muestra de Arena Sílice sin procesar



GRÁFICO N° 6.2
Muestra de Arena Sílice sin procesar
Acercamiento # 1



GRÁFICO N° 6.3
Muestra de Arena Sílice sin procesar
Acercamiento # 2



6.1.2 Composición química del mineral

Según Informe de ensayo (Ver Anexo N° 5) la composición química de una muestra de mineral es:

CUADRO N° 6.1
Composición Química

SiO₂	98.7
Al₂O₃	0.0
Fe₂O₃	0.3
CaO	0.0
MgO	0.0
SO₃	0.0
Na₂O	0.0
K₂O	0.0
TiO₂	0.0
P₂O₃	0.0
Mn₂O₃	0.0
SrO	0.0
Perdida al fuego	0.1
Total	99.16

Fuente: Laboratorio de Control
de Calidad de la Compañía Minera
Sierra Central

6.1.3 Pruebas de determinación de la humedad

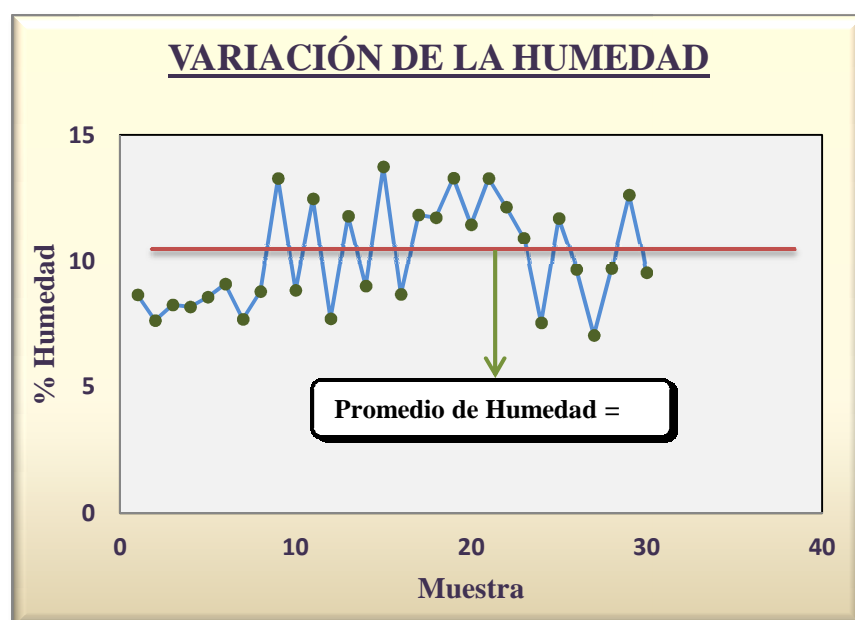
Para determinar la humedad promedio del mineral lavado se procedió a realizar muestreos representativos.

Las pruebas de determinación de la humedad se realizaron para minerales de diferentes humedades, realizándose muestreos antes

de que el mineral entre al proceso de secado, se tomaron 30 muestras.

El Cuadro N° 6.2 nos muestra los resultados de las humedades obtenidos, el promedio de estos resultados nos ayudó a seleccionar los secadores para el proceso.

GRÁFICO N° 6.4



Elaboración propia

El Gráfico N° 6.4, nos muestra la curva de variación de la humedad de las muestra tomadas.

6.1.4 Pruebas 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 antes de que el mineral entre al proceso de secado. Esta prueba se hizo conjuntamente con las pruebas de humedades.

El Cuadro N° 6.2, nos muestra los resultados de los tiempos de secado para cada muestra, el promedio de estos resultados nos ayudó a seleccionar los secadores para el proceso.

El Gráfico N° 6.3, nos muestra la curva de variación de las humedades con respecto al tiempo de secado de las muestras tomadas.

6.1.5 Análisis Granulométrico

Se realiza el análisis granulométrico para determinar la distribución de tamaños del conjunto de granos de la alimentación, se determinó también a qué modelo se ajusta mejor el análisis que nos ayuda a describir la distribución de tamaños para luego determinar el d80 (tamaño de abertura del tamiz por donde pasa el 80% del sólido que se está tamizando) y el d50 (tamaño de abertura del tamiz por donde pasa el sólido que tendría la misma posibilidad de ir a la fracción gruesa o a la fina, se denomina tamaño de corte). Estos datos nos ayudarán a dimensionar el tamiz adecuado para el proceso.

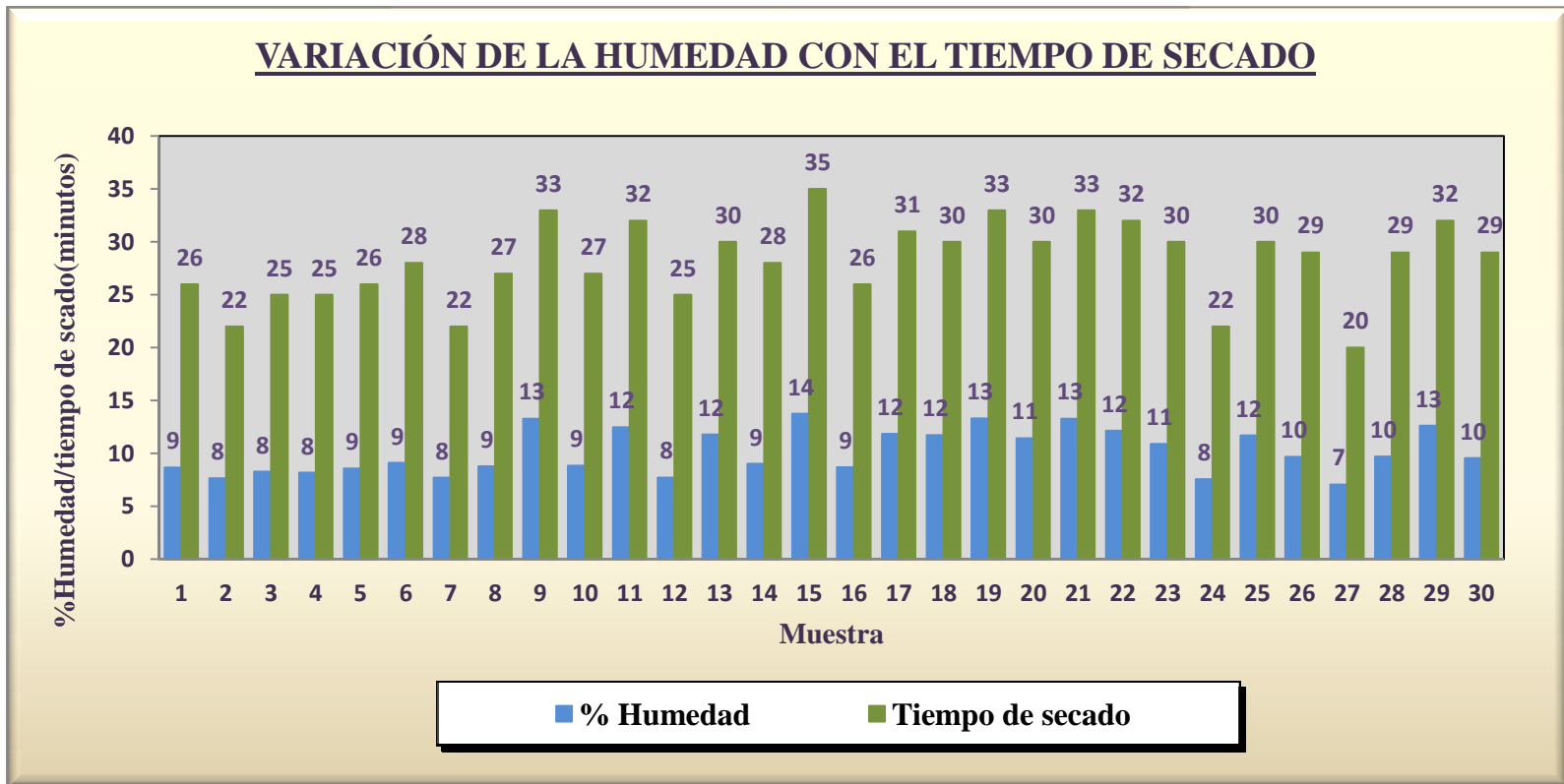
Para realizar el análisis granulométrico se utilizaron las mallas: 20, 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200, 270 series Tyler y el ciego (-270), estas mallas se escogieron de manera que el cociente entre la abertura de dos mallas consecutivas sea constante (ver cuadro N°6.4)

CUADRO N° 6.2**Pruebas de secado y determinación de humedades**

Muestra	Peso Bruto (gr)	Peso Neto (gr)	Humedad (%)	t.secado (minutos)
1	1100	1000	8.66	26
2	1000	900	7.64	22
3	1100	1000	8.26	25
4	1200	1000	8.18	25
5	1100	1000	8.57	26
6	1100	1000	9.09	28
7	1200	1000	7.69	22
8	1100	1000	8.79	27
9	1200	1000	13.28	33
10	1100	950	8.84	27
11	1000	900	12.47	32
12	1100	950	7.71	25
13	1000	900	11.78	30
14	1200	1100	9.01	28
15	1100	1000	13.74	35
16	1100	1000	8.68	26
17	1200	900	11.83	31
18	900	800	11.72	30
19	1000	900	13.29	33
20	1100	1000	11.44	30
21	1200	1050	13.28	33
22	1200	1100	12.14	32
23	1000	900	10.9	30
24	900	800	7.55	22
25	800	700	11.69	30
26	1100	1000	9.67	29
27	700	600	7.05	20
28	1100	1000	9.71	29
29	700	600	12.62	32
30	900	800	9.54	29
Promedio			10.16	28
Total	31500	27850		

Elaboración propia

GRÁFICO N° 6.3



Elaboración propia

CUADRO N° 6.4

Constante de Abertura de Mallas

Malla	Abertura (micron)	Malla	Abertura (micron)		Constante
20	850	30	600	Abertura Tamiz N° 20	1.417
				Abertura Tamiz N° 30	
30	600	40	425	Abertura Tamiz N° 30	1.412
				Abertura Tamiz N° 40	
40	425	50	300	Abertura Tamiz N° 40	1.417
				Abertura Tamiz N° 50	
50	300	70	212	Abertura Tamiz N° 50	1.415
				Abertura Tamiz N° 70	
70	212	100	150	Abertura Tamiz N° 70	1.413
				Abertura Tamiz N° 100	
100	150	140	106	Abertura Tamiz N° 100	1.415
				Abertura Tamiz N° 140	
140	106	200	75	Abertura Tamiz N° 140	1.413
				Abertura Tamiz N° 200	
200	75	270	53	Abertura Tamiz N° 200	1.415
				Abertura Tamiz N° 270	

Elaboración propia

Se deja las mallas con la alimentación en el Ro-Tap por 15 minutos para el zarandeo y luego se procede a pesar cada masa que ha retenido cada malla, se realiza el mismo procedimiento con las 30 muestras.

Se muestran los cálculos y resultados en el Anexo N° 1.

6.1.6 Pruebas de Arcillas

Las pruebas de arcilla se realizaron para determinar la cantidad de impurezas finas (polvos) contiene la arena sílice (materia prima).

El promedio de las pruebas nos ayudó a seleccionar el extractor de fino adecuado para el proceso.

Tenemos el cuadro N° 6.5, donde nos muestra los resultados de las pruebas de arcilla (ver anexo N° 1 para los cálculos de los resultados mostrados en el siguiente cuadro).

Mostramos también la gráfica N° 6.4, que nos muestra la curva de variación de los porcentajes de arcillas presentes en la arena sílice (materia prima)

6.1.7 Gravedad Específica

Para determinar la gravedad específica de la arena sílice se empleo el método del Picnómetro.

Para cada ensayo (5) se utilizó una muestra representativa seca de 50 g (m_s).

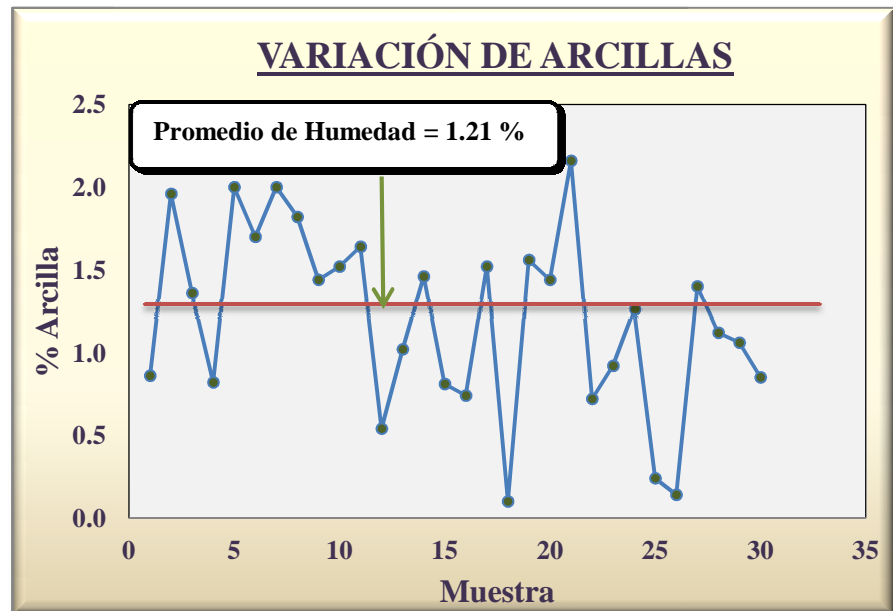
Tenemos el cuadro N° 6.6, donde nos muestra los resultados de cada prueba (ver anexo N° 1 para los cálculos de los resultados mostrados en el siguiente cuadro).

CUADRO N° 6.5
Prueba de Arcilla

Muestra	Peso Bruto (gr)	Peso Neto (gr)	% Arcillas
1	1100	50	0.86
2	1000	50	1.96
3	1100	50	1.36
4	1200	50	0.82
5	1100	50	2.00
6	1100	50	1.70
7	1200	50	2.00
8	1100	50	1.82
9	1200	50	1.44
10	1100	50	1.52
11	1000	50	1.64
12	1100	50	0.54
13	1000	50	1.02
14	1200	50	1.46
15	1100	50	0.81
16	1100	50	0.74
17	1200	50	1.52
18	900	50	0.10
19	1000	50	1.56
20	1100	50	1.44
21	1200	50	2.16
22	1200	50	0.72
23	1000	50	0.92
24	900	50	1.26
25	800	50	0.24
26	1100	50	0.14
27	700	50	1.40
28	1100	50	1.12
29	700	50	1.06
30	900	50	0.85
Promedio			1.21
Total	31500	1500	

Elaboración propia

GRÁFICA N° 6.4



Elaboración propia

CUADRO N° 6.6

Gravedad Específica

Muestra	Peso Bruto (gr)	Peso Neto (gr)	Gravedad Específica
1	1100	50	2.10
2	1000	50	2.50
3	1100	50	2.17
4	1200	50	2.25
5	1100	50	2.46
Promedio			2.30
Total	5500	250	

Elaboración propia

Gravedad Específica promedio = 2.3 gr/cc

GRÁFICO N° 6.5
AGITADOR MECÁNICO DE TAMICES



GRÁFICO N° 6.6
CIEGO DEL JUEGO DE TAMICES



GRÁFICO N° 6.7
REALIZACION DE PRUEBA PARA OBTENER LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



GRÁFICO N° 6.8
TOMA DE PESO DE MASA TOTAL (Arena, agua y picnómetro)

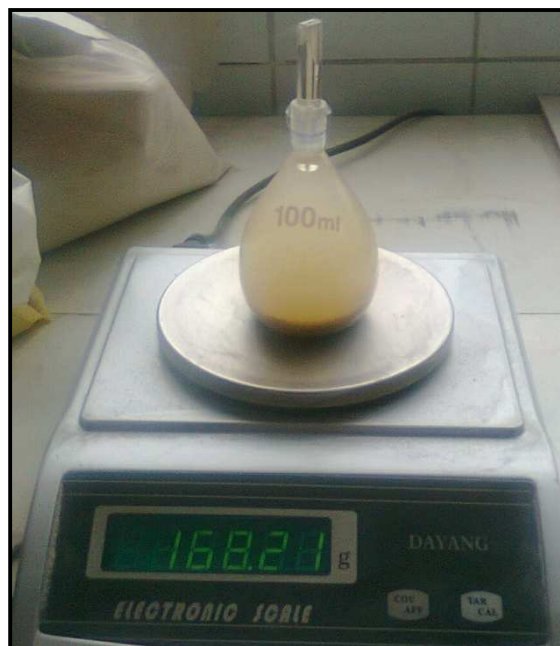


GRÁFICO N° 6.9

MUESTRAS DE ARENA LAVADA



GRÁFICO N° 6.10

MUESTREO DE ARENA LAVADA EN PLANTA



6.2 INGENIERÍA DEL PROYECTO

6.2.1 Parámetros del diseño

En el Cuadro N° 6.7, se detallan los parámetros de diseño utilizados para la selección de los equipos a operarse en la planta de producción.

CUADRO N° 6.7

PARAMETROS DE DISEÑO	
Tonelaje de mineral a tratarse	7.73 TMH/hora x secadora 11,131 TMH/mes (10,000 TMS/mes a 10.16% de humedad)
% SiO ₂	99%
% Humedad Promedio	10.16%
Gravedad Específica Promedio	2.3
% Arcilla	1.21%
Tiempo promedio de secado	28 minutos
Análisis granulométrico promedio (ver anexo N° 1)	Malla N° 20 = 0.77% Malla N° 30 = 1.02% Malla N° 40 = 8.46% Malla N° 50 = 26.81% Malla N° 70 = 36.18% Malla N° 100 = 14.95% Malla N° 140 = 5.39% Malla N° 200 = 3.39% Malla N° 270 = 2.22% Malla N° - 270 = 0.82%

Elaboración propia

6.2.2 Selección de equipos y materiales

Los equipos y maquinas a utilizarse en la planta de producción se muestran en el Cuadro N° 6.10

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

CUADRO N° 6.8

MAQUINA 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 almacenamientos N° 1, N° 2 y N° 3	3	-
TOTAL (HP)		155.80

Elaboración propia

6.2.3 Descripción del proceso

Si bien es cierto nuestro objetivo principal de este estudio es el proceso de producción del arena sílice que consiste en el secado y tamizado de la misma, existen otros dos procesos importantes, ya que mediante estos procesos tendremos a la arena sílice para su producción y posterior comercialización, por esa razón describiremos brevemente estos dos procesos para luego describir el proceso de producción que es el objetivo de esta tesis.

- **Explotación:** La explotación de este mineral se realiza en las canteras mediante las siguientes actividades:
 - ✓ **Explotación:** Las canteras son explotadas a tajo abierto, usando el método de corte por derribo, consistente en cortar tajadas verticales de 20 metros de altura de banco por medio de disparos de forma tal que el material disparado se deposite por gravedad en la plataforma de carguío inferior; el ancho de la plataforma de carguío es de 40 m. y su largo de 80 m.
 - ✓ **Limpieza:** Consiste en la eliminación del material estéril que queda durante la preparación de la arena de sílice sin lavar, esta actividad es realizada periódicamente aproximadamente dos o tres veces por año. El número de veces está en función del volumen a ser explotado durante el año.

GRÁFICO N° 6.11
Excavadora eliminando el material que cubre la arena
sílice



- ✓ **Perforación:** Actividad realizada en forma artesanal para lo que se usa barrenos, combas, agua y cuchara extractora; con el barreno, la comba golpeada sobre el barreno produce la percusión y la fuerza humana haciendo girar el barreno produce la rotación; con la cuchara extractora y el agua, se logran eliminar el material triturado con el martillo y el barreno.

- ✓ **Voladura:** Esta actividad se realiza con la finalidad de provocar derrumbes de la totalidad o de parte del talud, por lo que los taladros son realizados en el piso o partes intermedias del talud. Se observa también varios tiros soplados por la falta de un diseño de una malla de perforación, la que no es posible realizarla por la altura de aproximadamente 30 metros del talud y su verticalidad con muchas rocas sueltas. Para realizarla normalmente se utiliza: dinamita de 7"x7/8"x65%, fulminante No 6, mecha lenta y examón.

- ✓ **Acarreo del mineral:** Se transporta el mineral en volquetes de 6 a 20 TM. de capacidad para de las canteras a las canchas de almacenamiento. El carguío del mineral a los volquetes es realizado manualmente mediante lompas.

GRÁFICO N° 6.12

Transporte de la arena sílice



- **Lavado de arena**

El mineral bajado de las canteras y almacenado, es ingresado en forma controlada a unos canales de cemento por los que discurre agua de tal manera que la cantidad ingresada pueda ser arrastrada por el caudal de está. En el trayecto del canal se coloca la primera malla de clasificación (malla de $\frac{1}{4}$ de pulgada); en ésta quedan retenidos trozos de panizo, arenisca muy consolidada y otros materiales con dimensiones mayores al diámetro de la malla. Unos metros más aguas abajo de la primera malla es colocada una segunda malla de corte (malla de $\frac{1}{16}$ de pulgada) en esta malla queda retenido una arena

gruesa comprendida entre la malla < 4, 12 >, denominada granza, la que es comercializada. La arena con un diámetro menor a 1/16 de pulgada es depositada en una poza de decantación la que es agitada constantemente para no permitir que el material fino (arcilla) se precipite junto con la arena gruesa y para eliminar las impurezas de óxido de fierro.

Después de haber llenado la poza de lavado con la arena apta para la industria se procede a retirarlo con destino a unas plataformas de carguío ubicadas alrededor de las pozas de lavado, desde donde son cargadas hacia los volquetes, camión-cisterna o tráiler que son los encargados de transportar el mineral a la planta de secado y tamizado.

GRÁFICO N° 6.13

Lavado de arena sílice



GRÁFICO N° 6.14**Transporte de arena sílice a Planta de secado y tamizado**

Ahora describiremos el proceso más importante para este estudio, el cual es el proceso de producción de la arena sílice para su uso industrial.

- **Producción:** La producción de este mineral se realiza mediante las siguientes actividades:
 - ✓ **Secado de la arena de sílice:** Considerando que en las especificaciones técnicas de los compradores de arena de sílice uno de los requisitos es la entrega de arena seca, después del proceso de lavado la arena es sometida a un proceso de secado la cuál es realizada en secadoras giratorias. Esta actividad permite además de cumplir con las especificaciones técnicas, diferenciarse de los productores y comercializadores artesanales de arena de sílice, los cuales al momento de ofrecer su producto tendrán como limitación ofrecer productos húmedos que supera las especificaciones técnicas de los compradores.

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, que alimentará a la Secadora N° 1 y la faja N°2, que alimentará a la Secadora N° 2.

Cada faja alimentará material a la secadoras a razón de 7.73 TMH/hora, para completar un tratamiento por mes de 11,131 TMH (10,000 TMS a 10.16% de humedad).

✓ **Eliminación de finos:** A la salida de los secadores giratorios se ha colocado un extractor de finos con el cual se logra eliminar el material más fina (arcilla) logrando que la arena esté dentro del rango solicitado por los clientes de fundición y los productores de vidrios.

✓ **Tamizado:** El material secado se alimentará a la zaranda vibratoria N°1 (con malla N° 20), el oversize de la Zaranda Vibratoria N°1 se depositará en el tanque de almacenamiento N° 3 de material grueso (grava).

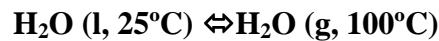
El undersize de Zaranda Vibratoria N°1, alimentará a la Zaranda vibratoria N°2 (con malla N° 70), el oversize de la Zaranda vibratoria N°2 se depositará en la faja transportadora N°3. El undersize de la Zaranda vibratoria N°2, material fino de malla N° -70 , se almacenará junto con los finos captados 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.

6.2.4 Balance termodinámico

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



$$\Delta H^\circ_{373^\circ\text{K}} = \Delta H^\circ_{298^\circ\text{K}} + \int_{298^\circ\text{K}}^{373^\circ\text{K}} \Delta C_p \, dT$$

Mediante cálculos que encontraremos en el anexo N° 2, tenemos:

$$\Delta H^\circ_{298^\circ\text{K}} = 10519.5 \text{ cal/mol}$$

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

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

$$\Delta H^\circ_{373^\circ\text{K}} = 71.614 \text{ Kcal/mol}$$

Para el mineral:

Humedad promedio : 10.16 %

Agua por TM de mineral : 101.6 Kg/Tm mineral

Moles de agua por TM mineral : 5,638.1798 moles H₂O/TM mineral

$$\text{Kg- Calorías/TM mineral} = 403,773$$

6.2.5 Balance metalúrgico

El cuadro N° 6.11 nos muestra el Balance Metalúrgico Proyectado de la planta de secado y tamizado.

6.2.6 Diagrama de flujo balanceado

El diagrama de flujo balanceado del proceso se muestra en el Gráfico N° 6.15.

CUADRO N° 6.11

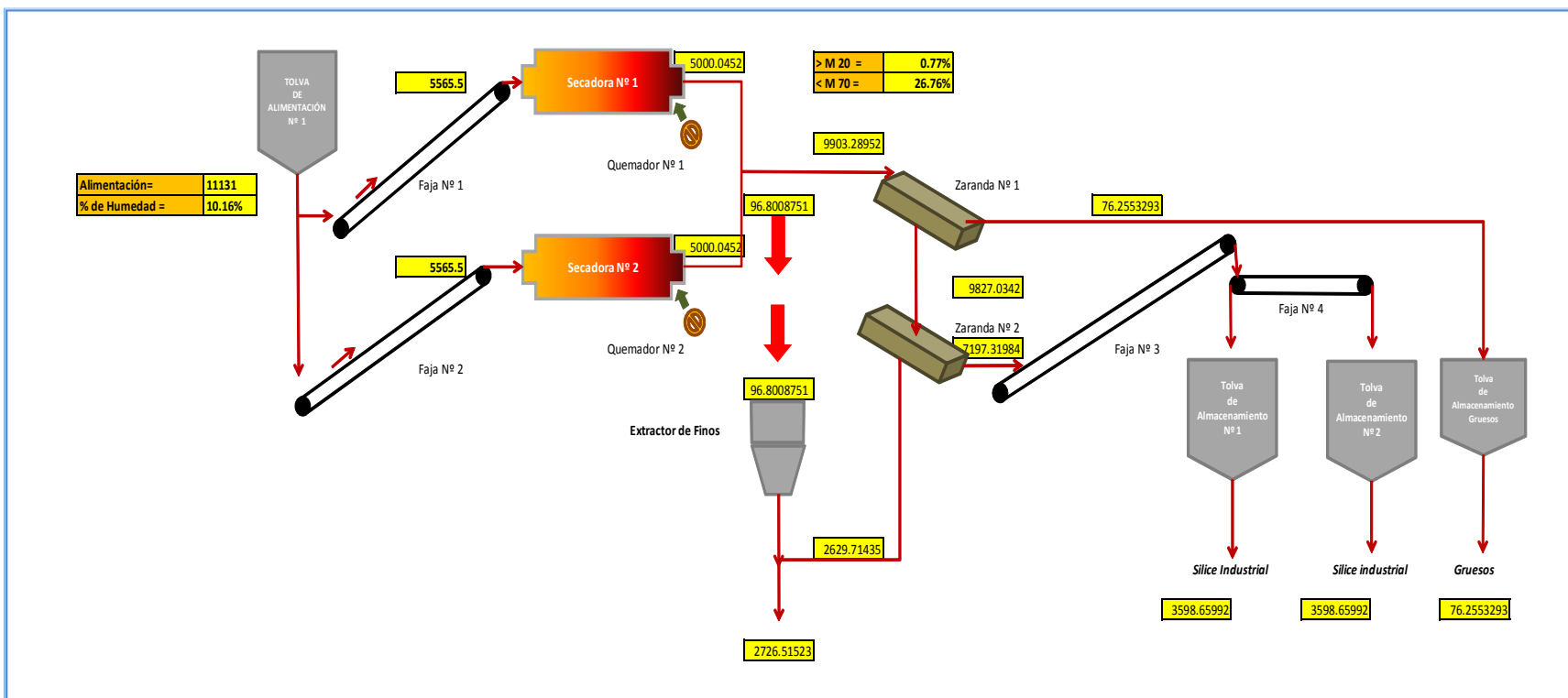
BALANCE METALURGICO

Balanza metalúrgico Proyecto de la Planta de Secado y tamizado

	Peso (TM)	Peso (%)	ley SiO₂ (%)	Finos SiO₂ (TM)	DISTRIBUCIÓN SiO₂ (%)
Cabeza seca	10000	100.00	99.00	9900.00	100.00
Material secado y tamizado	7324	73.24	99.00	7250.76	73.24
Material fino	2676	26.76	99.00	2649.24	26.76

Elaboración propia

GRÁFICO Nº 6.15
DIAGRAMA DE FLUJO BALANCEADO



Elaboración propia

6.2.7 Control de calidad

Como vimos en el Capítulo III, nuestro mayor mercado es la industria de la Fundición y la industria del Vidrio, por esa razón basaremos nuestro control de calidad de nuestro producto final en los requerimientos de estas dos industrias.

a) Industria de la Fundición

1. Forma de grano.

La forma de grano influirá en la superficie específica de los granos contenidos en un gramo de arena.

Se exige que el mayor número de los granos no tenga grietas ni resquebrajaduras.

2. Distribución granulométrica.

El tamaño y distribución en la arena sílice es una de las propiedades que más influyen en las características de un molde en fundición.

Al calcular el porcentaje de muestra retenidas en cada tamiz, se dibuja la curva acumulativa.

Para designar corrientemente la granulometría de las arenas se emplea el *índice de finura*. Este índice viene representado por la una cifra que tiene la ventaja de indicar numéricamente el predominio de la dimensión del grano más numeroso en la arena sílice. Establecido este concepto por A.F.S. (siglas en ingles de la Sociedad de Fundadores americanos), representa para la arena sílice de granos idénticos, el número de mallas

por pulgada que tiene el tamiz por el cual puede pasar justamente esta arena. Si el 100% de arena sílice pasa por una tamiz de N mallas por pulgada y queda retenida en el siguiente, su número de finura sería N.

La A.F.S. ha hallado los números de finura de las mallas hipotéticas, por los que hay que multiplicar los peso de arena que queda sobre los tamices, para que cada uno de los grupos de arena sílice que quedan sobre los tamices respectivos puedan considerarse como pertenecientes a un tamaño de arena uniforme.

Ver anexo N° 2 para el reporte de control de calidad de nuestro producto final.

6.2.8 Ficha Técnica del producto terminado

Ver anexo N° 2

6.2.9 Aspectos del Medio Ambiente

Descripción de actividades a realizar:

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

El volumen estimado del movimiento de mineral será de 10,000 TM/mes.

Durante la 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 generarán en la zona de secado estarán por debajo de los límites permisibles. El volumen estimado de suministro y consumo de agua tanto para fines industriales como para uso humano, destinado para la planta será de: $2.55 \text{ m}^3/\text{min}$ y $0.35 \text{ m}^3/\text{min}$ respectivamente.

El volumen estimado de desechos sólidos a generarse son los que provienen de la etapa de lavado. Ellos serán depositados en un área especialmente acondicionada (pozas de decantación).

El volumen estimado de gases que pudieran existir son aquellos cuyos componentes se generarán por la evaporación del agua en la etapa de secado, este volumen no es significativo.

No se produce tipos ni volúmenes de desechos tóxicos o peligrosos determinados por la autoridad competente, ya que el proceso de lavado y secado de la arena sílice no requiere el uso de reactivos químicos.

Efectos previsibles de la actividad:

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

- **En la salud humana:**

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

- ✓ **Polvos:**

Este se genera en las primeras fase del proyecto precedente del mineral, puede causar efectos en la salud, por su contenido de

sílice, podría generar la enfermedad llamada “silicosis” si no se toman ciertas acciones para la minimización del polvo en el ambiente durante el proceso de desglosado y secado del mineral.

✓ **Gases:**

Los gases que podrán generarse como resultado de la actividad, son aquellos que contienen vapor de agua en la etapa de secado. Los efectos principales que causarían en la salud son mínimos.

✓ **Accidentes:**

Los accidentes de trabajo, que pudieran ocurrir, generarían un impacto negativo directo en la salud del trabajador que se consideran en incapacidades, 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 área 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 donde se explota la sílice, no es área agrícola, está desprovista de vegetación y fauna importante, por lo que el impacto que se generaría por el desarrollo de las actividades 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 ecosistemas hídricos:**

El impacto es nulo al no presentarse cuerpos de agua en la zona del proyecto.

- **En los recursos socioeconómicos:**

La actividad de la planta de lavado. Secado y tamizado no generará impactos negativos en el recurso socio-económico, por el contrario la actividad generará empleo permanente ocupacional.

Efectos previsibles de la actividad:

- **Medidas para el control de ruidos:**

Las actividades que generarán ruido son 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 circulantes:**

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

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 esta 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.

CUADRO N° 6.12

IMPACTOS Y MEDIDAS DE CONTROL

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

Elaboración propia

CAPÍTULO VII

ECONOMÍA DEL PROYECTO

7.1 INVERSIONES

En este capítulo se detallará todas las inversiones necesarias, para poder cuantificar monetariamente lo demandado por el proyecto

7.1.1 Inversión en Activos Fijos Tangibles

En el caso de los activos fijos son dos las fuertes inversiones que se tienen que hacer, una de ellas es la secadora directa y la otra es el Local, se prefiere comprar un local ya que se piensa realizar cambios en medida en que aumente la demanda y producción de Arena sílice.

CUADRO N° 7.1
Inversión en la compra de Terreno – US\$

Concepto	Área(m ²)	Total (US\$)
Terreno	2,800	560,000

Elaboración propia

Se encontró en la zona escogida por el proyecto un terreno disponible en la zona industrial de San Juan de Luriganchu, lugar escogido en el estudio técnico.

El costo de terreno en esta zona es de 200 US\$/m²

CUADRO N° 7.2
Inversión en Obras Civiles – US\$

Concepto	Área(m ²)	Total(US\$)
Obras civiles	2,800	140,000

Elaboración propia

Se considera el costo de obras civiles el 25% del costo de terreno.

CUADRO N° 7.3

Inversión en Mobiliario y Equipos de oficina – US\$

Concepto	Costo (US\$)
Escritorios	1,499
Sillas	785
Computadoras	12,000
Impresoras	6,000
Mesa de reunión	360
Total	20,644

Elaboración propia

CUADRO N° 7.4

Inversión en Maquinaria y Equipos – US\$

Concepto	Cantidad	Costo (US\$)	Total (US\$)
Secado directa	2	25,000	50,000
Sistema de transmisión	2	4,000	8,000
Quemador	3	2,500	7,500
Horno de aire caliente	2	2,400	4,800
Cisterna	2	2,500	5,000
Extractor de polvo	1	8,000	8,000
Tolva de alimentación	1	5,800	5,800
Faja transportadora 1,2	3	8,200	24,600
Faja transportadora 3,4	3	6,500	19,500
Zarandas vibratorias	3	6,000	18,000
Equipo de laboratorio	1	25,000	25,000
Tolvas de almacenamiento	3	9,510	28,530
Total	26	105,410	204,730

Elaboración propia

CUADRO N° 7.5**Otras Inversiones – US\$**

Concepto	Costo (US\$)
MONTAJE	
Mecánico	10,000
Estructuras Metálicas	8,150
Electromecánico	20,000
Transporte y carga	2,500
PRUEBA EN VACÍO	
	2,000
Total	42,650

Elaboración propia

CUADRO N° 7.6**RESUMEN DE LA INVERSIÓN EN
ACTIVOS FIJOS – US\$**

Concepto	Costo (US\$)
Terreno	560,000
Obras Civiles	140,000
Mobiliario y Equipos de Oficina	20,644
Maquinaria y Equipo	204,730
Otros	42,650
Total	968,024

Elaboración propia

Se puede apreciar que el monto total de Inversión en Activos Fijos Tangibles asciende a US\$ 968,024

7.1.2 Inversión en Activos Fijos Intangibles

CUADRO N° 7.6

Inversión en Activos Fijos Intangibles – US\$

Concepto	Porcentaje Estimado	Costo (US\$)
Estudios preliminares		15,000
Estudios de Impacto Ambiental		5,000
Ingeniería de Detalle	4.00%	800
Supervisión del Proyecto	1.50%	300
Otros	10.00%	2,000
Total		23,100

Elaboración propia

El monto total de Inversión en Activos Fijos Intangibles asciende a US\$ 23,100.

7.1.3 Inversión en Capital de Trabajo

El capital de trabajo es el recurso destinado al funcionamiento inicial y permanente del negocio, cubriendo el desfase natural entre el flujo de ingresos y egresos.

Asumimos que el tiempo que transcurre desde la venta inicial hasta su recaudación es corto, tomamos el capital de trabajo como la suma de los gastos operativos de 1 mes. En ese sentido, los montos que se presentan a continuación, representan la doceava parte correspondiente a cada año según el rubro al que pertenezcan.

CUADRO N° 7.7**Capital de trabajo para cubrir los costos de 1 mes
– US\$**

Costos	Importe (US\$)
Costos de Producción	249,791
Gastos Administrativos	15,581
Total	265,373

Elaboración propia

El capital de trabajo necesario para el proyecto es de US\$ 265,373

7.1.4 Inversión Total

La inversión total que requiere el proyecto asciende a MUS\$ 1, 256 donde los activos tangibles es el rubro que mayor inversión requiere, pues representa el 77.04% de la inversión total. Por otro lado la inversión en activos fijos intangibles es pequeña comparada con las demás, llegando solo al 1.84% del monto total.

CUADRO N° 7.8**INVERSION TOTAL QUE DEMANDA EL
PROYECTO – MUS\$**

Concepto	Total	Porcentaje
Costo de capital fijo	991	
Inversión Fija	968	77.04%
Inversión Intangible	23	1.84%
Capital de trabajo	265	21.12%
Total	1,256	100%

Elaboración propia

7.2 FINANCIAMIENTO

7.2.1 Estructura del Financiamiento

La inversión total que requiere el proyecto asciende a MUS\$ 1, 256 monto que se dividirá entre el aporte de capital propio con una representación del 30% y la diferencia con el banco; el monto del préstamo es a un plazo de 5 años, con lo que la distribución quedaría de la siguiente manera: Aporte Propio: MUS\$ 377 y Préstamo: MUS\$ 880.

CUADRO N° 7.9
ESTRUCTURA DE LA INVERSIÓN – MUS\$

Concepto	Importe	Porcentaje
Inversión Propia	377	30%
Bancos	880	70%
Total	1,256	100%

Elaboración propia

7.2.2 Cuadro de Servicio de deuda

Como pudimos ver en el capítulo 5, los créditos bancarios son diferentes para cada tipo de empresa. Según la proyección para el proyecto, este tendrá ingresos anuales de US\$ 5, 820,000 lo que equivale aproximadamente a S/. 16, 179,600, con un tipo de cambio de S/. 2.78 el dólar.

Por lo tanto nuestro proyecto pertenece a una mediana empresa y el financiamiento tendría las siguientes características.

Financiamiento(MUS\$)	:	880
Tasa de Interés (%/Año)	:	9.06%
Plazo de amortización (anual)	:	5
Total plazo (anual)	:	5
Tasa de Inflación(%/Año)	:	3%

Pagos anuales con amortización constante

CUADRO N° 7.10**CUADRO DE SERVICIO DE DEUDA – MUS\$**

AÑO	0	1	2	3	4	5
Moneda Corriente						
DEUDA	880	704	528	352	176	0
Amortiz.		176	176	176	176	176
Intereses		80	64	48	32	16
Pago		256	240	224	208	192
Moneda Constante Año 0						
Amortiz.		171	166	161	156	152
Intereses		77	60	44	28	14
Pago		248	226	205	185	165
Amort.corrAmort.const		5	10	15	20	24

Elaboración propia

7.3 PRESUPUESTO DE INGRESOS Y COSTOS**7.3.1 Ingresos**

El presupuesto de ingresos está conformado por las ventas del producto, en el primer año de operación de la planta se ha estimado una capacidad utilizada del 70% de la capacidad máxima de producción que es de 10,000 TM/mes, en el segundo año se estimada un crecimiento de la capacidad a 85 % y en el tercer año se estima llegar a la capacidad máximo de producción.

En el cuadro N° 7.11 mostramos la curva de aprendizaje del proyecto.

CUADRO N° 7.11**CURVA DE APRENDIZAJE DEL PROYECTO****CAPACIDAD MÁXIMA (TM/mes): 10,000**

Años	PRECIO US\$/TM	CAP.UTILIZADA		INGRESO BRUTOS MUS\$ / mes
		TM / mes	%	
1	48.5	7,000	70%	340
2	48.5	8,500	85%	412
3	48.5	10,000	100%	485
4	48.5	10,000	100%	485
5	48.5	10,000	100%	485
6	48.5	10,000	100%	485
7	48.5	10,000	100%	485
8	48.5	10,000	100%	485
9	48.5	10,000	100%	485
10	48.5	10,000	100%	485

Elaboración propia

En siguiente cuadro se muestra el presupuesto de ventas proyectados en un período de 10 años, que será la vida útil del presente proyecto.

CUADRO N° 7.12**PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ANUAL**

PRODUCCIÓN Años	MAXIMA TM / año	NORMAL TM / año	INGRESOS BRUTOS	
			%	MUS\$ / año
1	120,000	84,000	70%	4,074
2	120,000	102,000	85%	4,947
3	120,000	120,000	100%	5,820
4	120,000	120,000	100%	5,820
5	120,000	120,000	100%	5,820
6	120,000	120,000	100%	5,820
7	120,000	120,000	100%	5,820
8	120,000	120,000	100%	5,820
9	120,000	120,000	100%	5,820
10	120,000	120,000	100%	5,820

Elaboración propia

7.3.2 Egresos

Los presupuestos de gastos que se presentan a continuación están expresados en dólares americanos (US\$)

a. Costo de Materia prima.

Se requiere 8,657 TM estimando un 10% de merma para la obtención de 7,791.63 TMH con 10.16 % de humedad que luego del secado será de 7,000 TMS, el cual es mi capacidad para el primer año.(CUADRO N° 7.13)

CUADRO N° 7.13

Costo de Materia Prima

M.P Requerida en la producción mensual	8,657 TM
Costo unitario MP	10 US\$/TM
Costo total mensual	86,574 US\$

Elaboración propia

b. Costo de Servicios generados por producción.

En el cuadro N° 7.14 se detalla el consumo energético de cada una de las maquinas que participan del proceso de producción, para luego determinar el consumo de energía eléctrica utilizada en producción.

CUADRO N°7.14
Costos de Energía generados por producción (US\$)

Consumo de Energía	Potencial (HP)	Potencial (Kw)	Horas	Consumo Kw-H
Secado directa	100.00	74.57	24.00	1,790
Quemador	20.00	14.91	24.00	358
Extractor de polvo	15.00	11.19	24.00	268
Faja transportadora 1	3.60	2.68	24.00	64
Faja transportadora 2	3.60	2.68	24.00	64
Faja transportadora 3	5.00	3.73	24.00	89
Faja transportadora 4	4.00	2.98	24.00	72
Zarandas vibratorias	9.60	7.16	24.00	172
Consumo diario	160.80	119.91		2,878
Consumo mensual	3,859.20	2,877.81		69,067
Tarifa promedio (US\$/Kw-h)				0
Costo mensual de energía (US\$)				11,051

Elaboración propia

Se estima un consumo total de energía destinada a producción de 69,067 Kw-H, generando un costo de electricidad destinado solo a producción de US\$ 11, 051.

El consumo de agua asociado a la producción (lavado) se calcula en 14,000 m³, cuyo costo aproximado es de US\$ 10,780. (CUADRO N° 7.15)

CUADRO N° 7.15
Costos de Agua generados por producción (US\$)

Consumo	2	m ³ /TM
Consumo mensual	14,000	m ³
Tarifa promedio (US\$/m3)	0.77	
Costo mensual de agua (US\$)	10,780	

Elaboración propia

CUADRO N° 7.16
Costos de Gas generados por producción (US\$)

Consumo	1	m ³ /TM
Consumo mensual	7,000	m ³
Tarifa promedio (US\$/m3)	0.023	
Costo mensual de Gas (US\$)	161	

El consumo de gas asociado a la producción (secado) se calcula en 7,000 m³, cuyo costo aproximado es de US\$ 161. (CUADRO N° 7.16)

c. Costo de operación del proceso de secado

Con los datos del ítem (a) tenemos el costo que genera la producción (secado y tamizado). Para la producción requerimos de 18 operarios, un Jefe de Planta, 2 Supervisores de Planta, un Jefe de Laboratorio y 2 Asistentes de Laboratorio, cuyo sueldo total mensual sería de US\$ 9,950.

En el cuadro N° 7.17 se muestra las designaciones de trabajo para cada operario, se asigna un personal como relevo para cubrir el puesto del operario que está de vacaciones.

Se estima que el mantenimiento de la planta generará un costo mensual de US\$ 1,000.

Se inicia con una producción de 7,000 TMS/mes, dado que la humedad promedio de arena sílice antes del proceso de secado es de 10.16%, se transportará a Lima (planta de secado y tamizado) 7,791.63 TMH/mes, se estima que el costo de traslado es de 14 US\$/TMH, por lo que el costo total mensual de traslado de arena lavada a Lima es de US\$ 109,083.

**CUADRO N° 7.17
MANO DE OBRA DIRECTA**

PERSONAL		Remuneración		Total (US\$)	Anual
Puestos	Cantidad	Mensual	Anual	Mensual	
Operario recepción de MP	1	300	3,600	300	3,600
Operario de transporte de MP a la secadoras	2	300	3,600	600	7,200
Operario de Tamizado	2	300	3,600	600	7,200
Operario de despacho	1	300	3,600	300	3,600
Operario de llenado de PT	1	300	3,600	300	3,600
Operario de almacén	1	300	3,600	300	3,600
Operario de relevo	1	300	3,600	300	3,600
Total/Turno	9	2,100	25,200	2,700	32,400
Total	18	4,200	50,400	5,400	64,800

Elaboración propia

**CUADRO N° 7.18
Costos de Proceso de Secado en US\$/mes**

Conceptos	Importe (US\$)
Personal de Planta	9,950
Energía	11,051
Gas	161
Mantenimiento	1,000
Transporte a Lima (arena lavada)	109,083
TOTAL (US\$ /mes)	131,245

Elaboración propia

d. Costo de operación de los procesos

Ya que tenemos el costo del Proceso de secado y tamizado (producción), ahora estimaremos el costo total del proceso de obtención de arena sílice, estos procesos son: Explotación, Lavado, Secado y los gastos legales de monitoreo y otros. Para la Explotación se estima un costo de 2.29 US\$/TM.

CUADRO N° 7.19

Costos de Procesos en US\$/mes

Conceptos	Importe (US\$)
Materia Prima	86,574
Explotación	17,843
Lavado	10,780
Secado	131,245
Gastos legales, monitoreo y otros	3,350
TOTAL (US\$ /mes)	249,791

Elaboración propia

CUADRO N° 7.20

Costos de Procesos en US\$/Año

Conceptos	Importe (US\$)
Materia Prima	1,038,884
Explotación	214,114
Lavado	129,360
Secado	1,574,935
Gastos legales, monitoreo y otros	40,205
TOTAL (US\$ /Año)	2,997,498

Elaboración propia

7.3.3 Gastos

a. Gastos Administrativos

En el cuadro N° 7.22 se muestra los sueldos.

A continuación se muestra el resumen de la planilla del mes y beneficios sociales de la empresa en el cuadro N° 7.23

Se asume que los empleados no tienen asignación familiar y que todos son domiciliados.

La AFP elegida para trabajar con la empresa fue AFP Horizonte. Los empleados están inscritos en Essalud, además cuentan con gratificación y depósito de Compensación de Tiempo de Servicio en los meses de Mayo y Noviembre. Como se puede ver los trabajadores de la empresa van a gozar de todos los derechos laborales establecidos por ley.

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los servicios básicos que genera el área administrativa.

CUADRO N° 7.21

Servicios básicos Administrativos – US\$

	Consumo Promedio Mensual	Consumo Anual
Agua	77	924
Electricidad	194	2,332
Telefono/Internet	200	2,400
Total	471	5,656

Elaboración propia

CUADRO N° 7.22

SUELDOS – US\$

PERSONAL		Remuneración		Total (US\$)	
Puestos	Cantidad	Mensual	Anual	Mensual	Anual
Jefe de Logística	1	1,000	12,000	1,000	12,000
Asistente de Logística	1	500	6,000	500	6,000
Jefe de Administración	1	1,250	15,000	1,250	15,000
Asistente de Administración	1	500	6,000	500	6,000
Jefe de Planta	1	1,250	15,000	1,250	15,000
Supervisión de Planta	2	750	9,000	1,500	18,000
Contador	1	1,500	18,000	1,500	18,000
Jefe de Laboratorio	1	900	10,800	900	10,800
Asistente de Laboratorio	2	450	5,400	900	10,800
Secretario Ejecutivo	1	500	6,000	500	6,000
Gerente General	1	2,500	30,000	2,500	30,000
Operario de producción	18	300	3,600	5,400	64,800
Operarios de Limpieza	2	350	4,200	700	8,400
TOTAL	33	11,750	141,000	18,400	220,800

Elaboración propia

CUADRO N° 7.23

Resumen Planilla del Mes y Calculo Beneficios Sociales – US\$

	ENERO (US\$)	ANUAL (US\$)
Total de Sueldos	18,400	220,800
Total de Impuesto a la Renta	5520	
Total AFP Horizonte	2355.2	
Neto a pagar	10,525	
Total Aportación a ESSALUD		23,184
Total Gratificaciones		36,800
Total CTS		19,933
Total Beneficios Sociales		79,917

Elaboración propia

b. Gastos de Ventas

Se asume que los gastos de ventas son el 10 % de los ingresos.

c. Depreciación

La depreciación no implica ninguna salida de dinero sino todo lo contrario, actúa como Escudo Tributario y su efecto real es disminuir el Impuesto a la Renta.

El método de depreciación que se utiliza es la lineal, este método es de uso común en muchos países y considera que la depreciación es constante durante los N años de operación, y la forma de cálculo es la siguiente:

Se asume que el valor de rescate proyectado es el 10% del capital fijo excluido terreno.

$$D_K = D = (V_o - V_s)/N \dots \dots \dots (7.1)$$

N= Periodo de depreciación

K = 1,2,.....N= Año de depreciación

Depreciaremos el capital fijo excluido terreno en un periodo de 10 años y amortizaremos los intangibles en 1 años.

IMPORTE EN MUS\$	PARCIAL	TOTAL	PERIODO
DEPRECIACIÓN	408		10 años
AMORTIZACION (1 años)	23	431	

CUADRO N° 7.24

DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS Y AMORTIZACIÓN DE INTANGIBLES – MUS\$

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valor de Rescate
ACTIVOS FIJOS Maquinaria y Equipos, otros	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	41
ACTIVOS NOMINALES Estudios, otros	23										
TOTAL DEPRECIACION Y AMORTIZ. DE INTANGIBLES	60	37	37	37	37	37	37	37	37	37	41
DEPRECIACION Y AMORTIZACION ACUMULADA	60	97	133	170	207	37	73	110	147	184	211

Elaboración propia

7.4 ESTADOS FINANCIEROS

7.4.1 Estado de Pérdidas y Ganancias Económico – Financiero

Una vez obtenido los ingresos y egresos del proyecto se realiza la proyección de los estados financieros para los años evaluados con el cálculo del impuesto a la renta. Se obtiene utilidad positiva que se incrementa a medida que crece el volumen de ventas.

En el cuadro N° 7.25 y N° 7.26 se muestran el Estado de Pérdidas y Ganancias Económico y Financiero respectivamente para el presente proyecto.

7.4.2 Flujo de Caja Económico – Financiero

Luego de haber concluido los ingresos y egresos del proyecto, se desarrolla el presupuesto de los flujos de fondos por año, los flujos económicos y financieros. En Los flujos de fondos están desarrollados en los cuadros N°7.27 y N° 7.28 respectivamente.

7.4.3 Indicadores del proyecto

Los indicadores del proyecto son los que se muestran en el cuadro N° 7.29 y cuadro N° 7.30 los cuales se explicarán en el subcapítulo 7.5

CUADRO N° 7.25

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADAS – EVALUACIÓN ECONÓMICA (MUS\$)

Rubros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad Utilizada	70%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TM / año	84	102	120	120	120	120	120	120,000	120,000	120,000
Ingresos	4,074	4,947	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820
Egresos										
GASTOS DE PRODUCCION	2,997	3,640	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282
UTILIDAD BRUTA	1,077	1,307	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538
Gasto de Administración	306	372	438	438	438	438	438	438	438	438
Gastos de Ventas	407	495	582	582	582	582	582	582	582	582
UTILIDAD OPERACIÓN	363	440	518	518	518	518	518	518	518	518
DEPRECIACION	60	37	37	37	37	37	37	37	37	37
RENTA NETA(antes de Impuestos)	303	404	481	481	481	481	481	481	481	481
Impuestos a la Renta	91	121	144	144	144	144	144	144	144	144
UTILIDAD NETA	212	283	337	337	337	337	337	337	337	337
Reserva Legal	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Utilidad Retenida	21	28	34	34	34	34	34	34	34	34
Dividendos	188	250	298	298	298	298	298	298	298	298
Utilidad Neta / Ingresos	5.20%	5.71%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%

Elaboración propia

CUADRO N° 7.26
ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS – EVALUACIÓN FINANCIERA – MUS\$

Rubros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad Utilizada	70%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TM / año	84	102	120	120	120	120	120	120	120	120
Ingresos	4,074	4,947	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820
Egresos										
GASTOS DE PRODUCCION	2,997	3,640	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282	4,282
UTILIDAD BRUTA	1,077	1,307	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538	1,538
Gastos de Administración	306	372	438	438	438	438	438	438	438	438
Gastos de Ventas	407	495	582	582	582	582	582	582	582	582
UTILIDAD OPERACIÓN	363	440	518	518	518	518	518	518	518	518
Gastos Financieros	80	64	48	32	16	0	0	0	0	0
DEPRECIACION	60	37	37	37	37	37	37	37	37	37
RENTA NETA(antes de Impuestos)	223	340	434	450	466	481	481	481	481	481
Impuestos a la Renta	67	102	130	135	140	144	144	144	144	144
UTILIDAD NETA	156	238	304	315	326	337	337	337	337	337
Reserva Legal	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Utilidad Retenida	16	24	30	31	33	34	34	34	34	34
Dividendos	138	211	269	279	288	298	298	298	298	298
Utilidad Neta / Ingresos	3.84%	4.81%	5.22%	5.41%	5.60%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%	5.79%

Elaboración propia

CUADRO N° 7.27
FLUJO DE CAJA PROYECTADA – EVALUACIÓN ECONÓMICA –MUS\$

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIONES											
Capital Fijo Propio	991										-41
Cap.Trabajo	265										
TOTAL INVERSION	1,256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-41
UTILIDAD NETA		212	283	337	337	337	337	337	337	337	337
DEPRECIACION		60	37	37	37	37	37	37	37	37	37
FLUJO NETO DE FONDOS	-1,256	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415
Aportes	1,256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dividendos	0	188	250	298	298	298	298	298	298	298	298
Saldo de caja	0	84	69	75	75	75	75	75	75	75	116
Caja Residual	0	84	153	229	304	380	455	531	606	682	798

Elaboración propia

CUADRO N° 7.28
FLUJO DE CAJA PROYECTADA – EVALUACIÓN FINANCIERA – MUS\$

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIONES											
Capital Fijo Propio	112										-41
Amort. Deuda		171	166	161	156	152	0	0	0	0	0
Cap.Trabajo	265										
TOTAL INVERSION	377	171	166	161	156	152	0	0	0	0	-41
UTILIDAD NETA		156	238	304	315	326	337	337	337	337	337
DEPRECIACION		60	37	37	37	37	37	37	37	37	37
FLUJO NETO DE FONDOS	-377	45	109	179	195	211	374	374	374	374	415
Aportes	377	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dividendos	0	138	211	269	279	288	298	298	298	298	298
Saldo de caja	0	-93	-102	-89	-83	-78	75	75	75	75	116
Caja Residual	0	-93	-195	-284	-367	-445	75	151	226	302	418

Elaboración propia

CUADRO N° 7.29

INDICADORES DEL PROYECTO

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNF Economico	-1,256	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415
FNF Financiero	-377	45	109	179	195	211	374	374	374	374	415
Beneficios	0	4,074	4,947	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820	5,820
Costos Economicos	1,256	3,802	4,628	5,446	5,446	5,446	5,446	5,446	5,446	5,446	5,405
Costos Financieros	377	4,029	4,838	5,641	5,625	5,609	5,446	5,446	5,446	5,446	5,405

Elaboración propia

CUADRO N° 7.30
INDICADORES

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
VPN Economico	-1,256	243	256	269	241	215	193	173	155	139	138	764
VPN Financiero	-377	41	87	129	126	122	193	173	155	139	138	924
TIR Economica												24.16%
TIR Financiera												40.73%
VPN Beneficios	0	3,649	3,968	4,182	3,745	3,354	3,004	2,691	2,410	2,159	1,933	31,096
VPN Costos Economicos	1,256	3,405	3,712	3,913	3,505	3,139	2,811	2,518	2,255	2,020	1,796	30,332
VPN Costos Financieros	377	3,608	3,881	4,053	3,620	3,233	2,811	2,518	2,255	2,020	1,796	30,172
B/C Economico												1.025
B/C Financiero												1.031
Inversiones Economicos	1,256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	1,243
Inversiones Financieros	377	153	133	116	101	87	0	0	0	0	-14	953
IVP Economico												0.62
IVP Financiero												0.97

Elaboración propia

7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO - FINANCIERA

En el estudio del análisis económico financiero se recomienda como herramientas la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN), la relación Beneficio/Costo y el Tiempo de Recuperación de la Inversión. En esta evaluación utilizaremos una tasa de descuento del 12%, según recomendación en el sector empresarial, y en concordancia con el rendimiento esperado para el año 2012 de la bolsa de valores de Lima.

7.5.1 Análisis Económico

Según los resultados obtenidos en el Cuadro N° 7.27, del análisis económico – financiero, observamos que la tasa interna de retorno es de 24.16%. Esto se debe a una creciente demanda de la Arena Sílice en los años sucesivos del proyecto. Asimismo, el tiempo de recuperación de la inversión indica que es favorable a partir de los 6 años. La relación B/C es de 1.025 y demuestra ser positiva para la evaluación del proyecto. Por el presente proyecto, los inversionistas obtendrían al tiempo presente una suma de MUS\$ 764 como resultado del cálculo del valor presente neto. Este dato demuestra la fiabilidad del proyecto.

7.5.2 Análisis Financiero

Según los resultados del Cuadro N° 7.28, se observan que los flujos financieros aumentan significativamente a partir del tercer año. La tasa interna de la inversión (TIR) es 40.73%. Otros resultados demuestran la rentabilidad del proyecto: el beneficio / costo (B/C) es de 1.031 mayor a la unidad. El valor

presente neto (VPN) a tiempos actuales resulta MUS\$ 924 para los inversionistas.

CUADRO N° 7.31

RESUMEN

	Económico	Financiero
VPN	764	924
TIR	24.16%	40.73%
B/C	1.0252	1.031
IVP	0.615	0.969

Elaboración propia

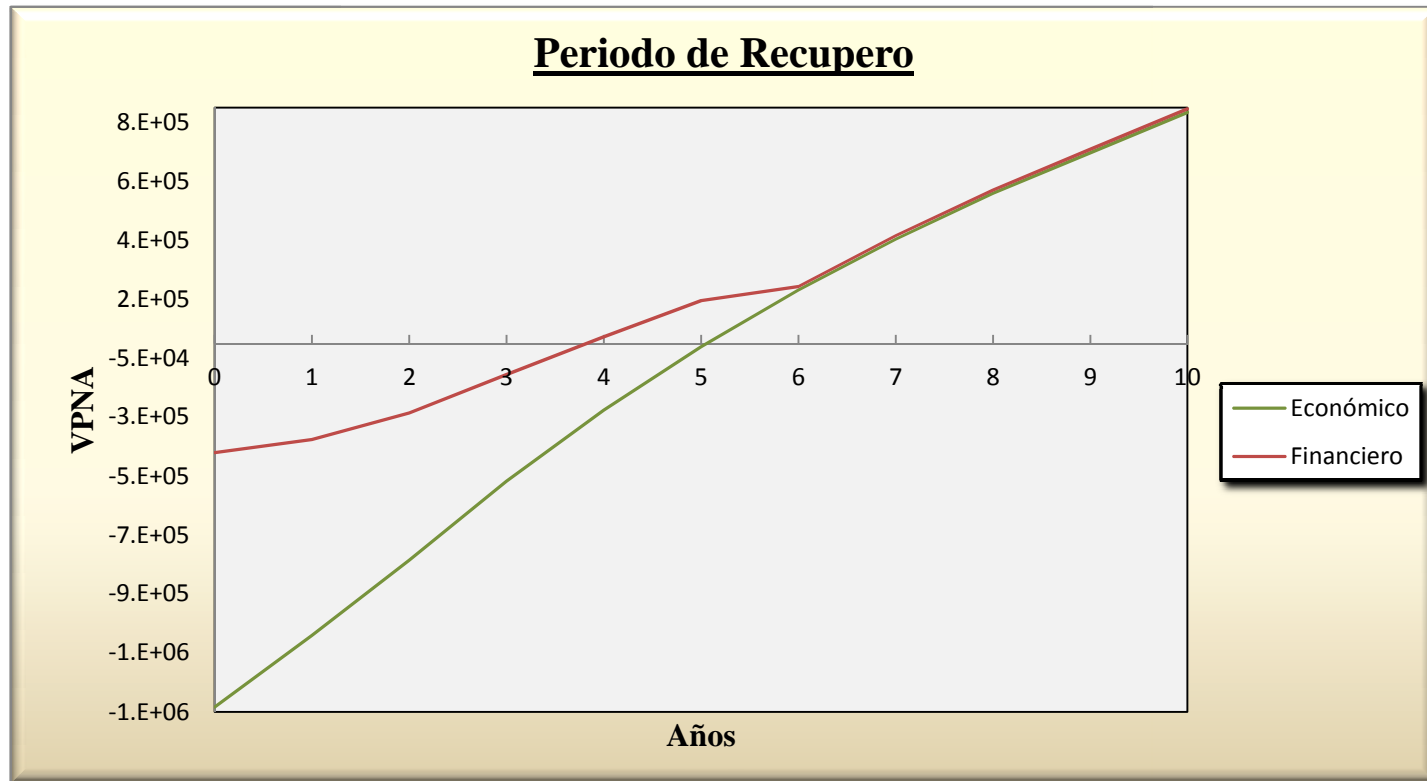
CUADRO N° 7.32

PERIODO DE RECUPERO – MUS\$

VPNA	Económico	Financiero
0	-1,256	-377
1	-1,013	-336
2	-757	-249
3	-488	-120
4	-248	5
5	-32	127
6	161	193
7	333	366
8	488	521
9	627	659
10	764	797

Elaboración propia

GRÁFICO N° 7.1



Elaboración propia

7.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Según el análisis financiero, se pudo determinar que el proyecto es rentable. También es necesario analizar los escenarios en que las variables críticas del proyecto pueden afectar la rentabilidad del mismo. Para ello realizaremos el análisis de sensibilidad por efecto del cambio del precio de venta de la arena sílice y la inversión. Del mismo modo mostraremos el VPN vs TIR.

7.6.1 Precio de Venta

Mediante el cuadro N ° 7.33 se observa que hasta una variación porcentual de -0.5% el TIR económico y el TIR financiero descienden hasta un 36.72% y 60.28% respectivamente. Además el VPN se mantiene positivos en el flujo financiero, por lo tanto el proyecto se mantiene rentable, Para concluir el análisis de sensibilidad – precio, el proyecto es rentable hasta una variación negativa del 0.5% del precio de venta del producto.

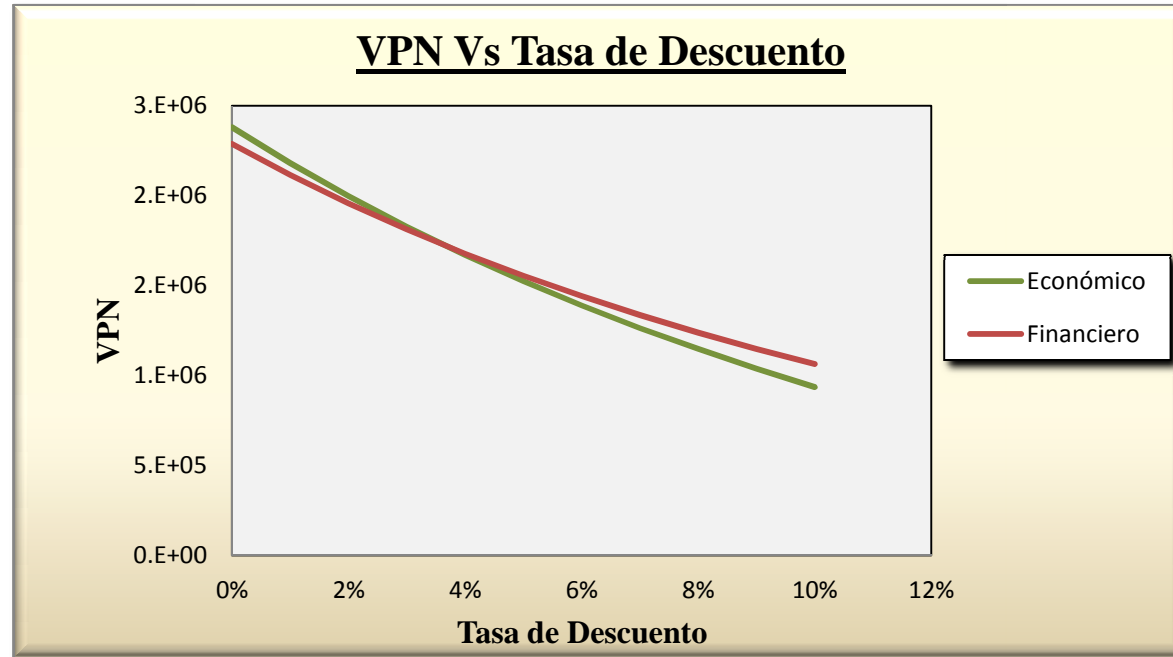
7.6.2 Inversión

Respecto a la inversión, el análisis de sensibilidad – inversión (cuadro N° 7.34) nos muestra que el proyecto es rentable hasta una variación del 15%.

7.6.3 VPN vs TIR

Respecto al gráfico N° 7.2, nos muestra que el proyecto es más rentable cuando se financia.

GRÁFICO N° 7.2



Elaboración propia

CUADRO N° 7.33

SENSIBILIDAD DEL PRECIO DE VENTA

BETA	
min	BETA max
0.95	1.25

FLUJO NETO DE FONDOS ECONÓMICOS

beta	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN	TIR
0.95	-1,256	144	164	190	190	190	190	190	190	190	231	-231	7.56%
1.00	-1,256	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	734	24.16%
1.05	-1,256	400	475	557	557	557	557	557	557	557	598	1,699	37.87%
1.10	-1,256	529	631	740	740	740	740	740	740	740	781	2,664	50.37%
1.15	-1,256	657	787	924	924	924	924	924	924	924	965	3,629	62.23%
1.20	-1,256	785	943	1,107	1,107	1,107	1,107	1,107	1,107	1,107	1,148	4,593	73.70%
1.25	-1,256	914	1,098	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290	1,331	5,558	84.92%

FLUJO NETO DE FONDOS FINANCIERO

beta	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN	TIR
0.95	-377	-83	-47	-4	12	28	190	190	190	190	231	-66	9.84%
1.00	-377	45	109	179	195	211	374	374	374	374	415	899	40.73%
1.05	-377	174	265	363	378	394	557	557	557	557	598	1,864	72.35%
1.10	-377	302	421	546	562	578	740	740	740	740	781	2,829	105.12%
1.15	-377	430	576	729	745	761	924	924	924	924	965	3,794	138.49%
1.20	-377	559	732	913	928	944	1,107	1,107	1,107	1,107	1,148	4,758	172.14%
1.25	-377	687	888	1,096	1,112	1,127	1,290	1,290	1,290	1,290	1,331	5,723	205.92%

Elaboración propia

CUADRO N° 7.34

SENSIBILIDAD DE INVERSIÓN

BETA	
min	BETA max
0.80	1.15

FLUJO NETO DE FONDOS ECONÓMICOS

beta	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN	TIR
0.80	-1,058	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	932	29.66%
0.85	-1,108	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	883	28.13%
0.90	-1,157	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	833	26.72%
0.95	-1,207	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	784	25.40%
1.00	-1,256	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	734	24.16%
1.05	-1,306	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	684	23.01%
1.10	-1,356	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	635	21.92%
1.15	-1,405	272	319	374	374	374	374	374	374	374	415	585	20.89%

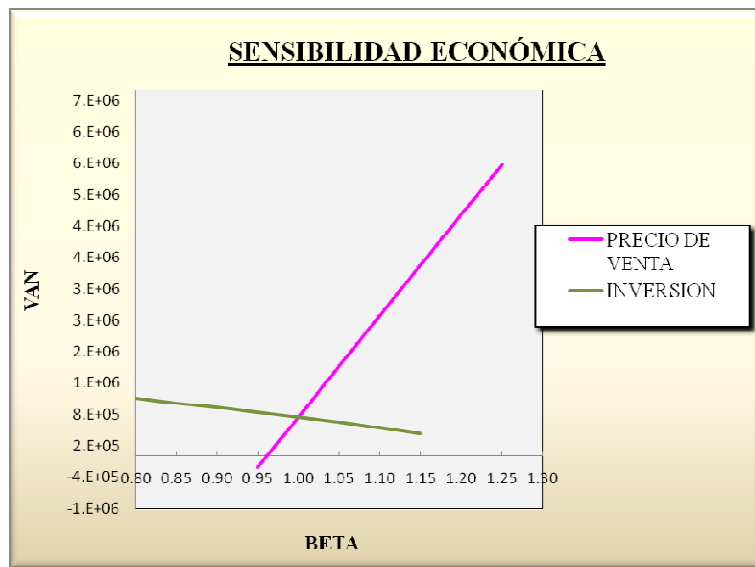
FLUJO NETO DE FONDOS FINANCIEROS

beta	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN	TIR
0.80	-355	91	151	218	231	243	374	374	374	374	415	1,064	50.15%
0.85	-360	79	140	208	222	235	374	374	374	374	415	1,023	47.61%
0.90	-366	68	130	199	213	227	374	374	374	374	415	982	45.19%
0.95	-371	57	119	189	204	219	374	374	374	374	415	940	42.90%
1.00	-377	45	109	179	195	211	374	374	374	374	415	899	40.73%
1.05	-383	34	98	170	186	203	374	374	374	374	415	858	38.66%
1.10	-388	23	88	160	177	195	374	374	374	374	415	817	36.70%
1.15	-394	11	77	150	168	186	374	374	374	374	415	775	34.84%

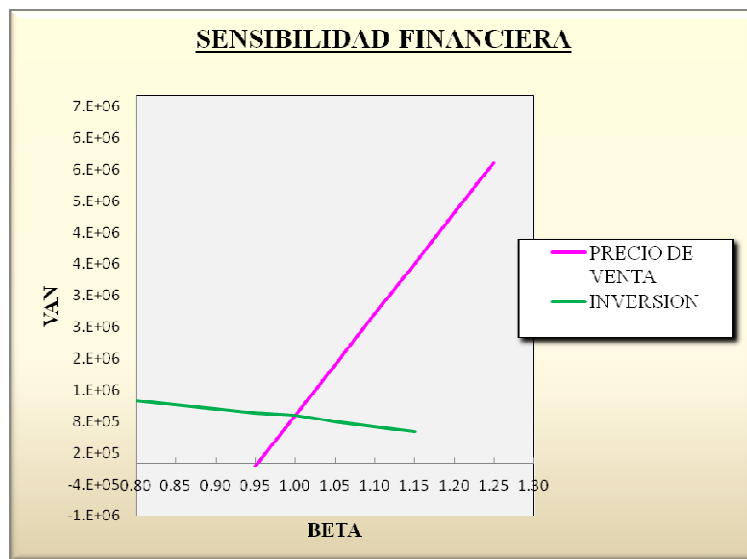
Elaboración propia

A continuación se puede observar el gráfico obtenido del análisis de sensibilidad, donde se analizaron las variaciones individuales. Podemos ver que para ambos casos resultan más sensibles los cambios que se puedan dar en el precio de venta del producto.

GRÁFICO N° 7.3
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD



Elaboración propia



Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Técnicamente el proyecto es factible en una primera instancia, dado que los resultados de las pruebas de obtención de especificaciones de granulometría y composición química, y los resultados de determinación de propiedades físicas y composición mineralógica, lo hacen viable.
- El presente proyecto es rentable para su ejecución, demostrado por el TIR económico de 24.67 % y del TIR financiero de 41.80 % con una tasa de recuperación de 6 años en la evaluación económica.
- En vista al análisis de sensibilidad, el proyecto presenta suficiente solidez como para llevarse a cabo. Con los datos obtenidos podemos concluir que el proyecto propuesto es rentable económicamente y presenta poco riesgo respecto al mercado.
- Países sudamericanos como Chile, Colombia y Brasil, se constituyen mercados potenciales para exportar nuestros productos, la demanda de Arena sílice en estos países han mostrado una tendencia creciente en los últimos años.
- Con el precio de comercialización de nuestros productos, se estima que será altamente probable una fácil inserción en el mercado.
- Se demostró que se cuenta con los elementos técnicos necesarios para la instalación y operación de la planta.
- 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.
- 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 el 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 al control de este problema.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable que las actividades de comercialización estén dirigidas por un gerente de ventas, con el propósito fundamental de hacer los estudios correspondientes para ampliar el mercado nacional e incursionar en el mercado internacional; por otro lado, esto permitiría que el gerente de producción tenga el tiempo y la dedicación necesaria para optimizar la calidad del producto.
- Realizar pruebas pilotos para determinar con mayor exactitud los rendimientos y consumos.
- Analizar los posibles puntos de inserción al mercado, de modo de aumentar los ingresos.

BIBLIOGRAFÍA

- PORTER, Michael (1998) Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia.
- KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary. Fundamentos de Marketing. México, Pearson Educación, 2003.
- MUTHER, Richard. Distribución en Planta, Editorial Hispanoamérica México, 1985.
- **PERRY, R.H., GREEN, D.W. (1999).** *Manual del ingeniero químico.* McGraw-Hill, 7ª Edición, New York.
- **ULRICH, G.D. (1986).** *Diseño y Economía de los procesos de Ingeniería Química.* Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V., México, D.F.
- CÁRDENAS TULCÁN, Luis Fernando y ROMERO ORTEGA, Daniel Eduardo (2010). “*Diseño y construcción de una máquina secadora de abono orgánico para la planta de abonos de Pronaca*”. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Mecánico, Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador.
- BEDOYA BUSTAMANTE, José David (2009). “*Estandarización y optimización del proceso de clasificación de arena en la planta de caolín de la empresa sumicol s.a, ubicada en el municipio de la unión, departamento de antioquia, colombia*”. Tesis para optar el Grado de Ingeniero de Minas y Metalurgia, Departamento de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- BASSO, Andrés Santiago y CONCI, FEDERICO Sebastián (2007). “*Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados*”. Tesis para optar el Título en Organización y Proyecto Industrial, Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

- **RIVERA SOLÓRZANO, Walter Angel (2006).** *“Estudio referente al procesamiento de arcilla, factibilidad para la recuperación de caolinita de menas de arcilla de baja ley con altos contenidos de sílice en cemento andino s.a.”*. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Metalurgista Departamento de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- **BOUSO, Juan Luis, (Mayo 1999).** *“Cálculo de la superficie de cribado”*. Eral, Equipos y Procesos S. A.
- **BOUSO, Juan Luis, (2002).** *“Equipos de Tratamiento de Arenas por vía húmeda”*. Eral, Equipos y Procesos S. A.
- **J. CURRIE, (1984).** *“Manual de Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales”*. Edición I. Editorial Limusa.
- **E. KELLY, (1990).** *“Introducción al Procesamiento de Minerales”*. Edición I. Editorial Limusa.
- **ROSARIO, Samuel, (1983).** *“Técnicas de Fundición”*. Parte I. Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- **BUSTILLO, M.A,(1989).** *“Las Rocas Silíceas como Materia Prima en la Industria Actual en el Boletín Geológico y Minero”*. Vol.100-6.
- **McCABE, Warren L, SMITH, Julian C, HARRIOTT, Peter.** *“Operaciones Unitarias en Ingeniería Química”*. Edición IV. Editorial McGraw-Hill.
- **GEANKOPLIS, Christie J. (1998).** *“Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias”*. Edición III. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

- www.aduanet.gob.pe
- Asociación de Exportadores del Perú: <http://www.adexperu.org.pe/>
- Banco Central de Reserva del Perú : www.bcrp.gob.pe
- Superintendencia de Banca y Seguros: www.sbs.gob.pe
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática: www.inei.gob.pe
- Ministerio de Energía y Minas: www.minem.gob.pe