



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ ANTONIO JOSÉ DE SUCRE ”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRÁCTICA PROFESIONAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA EL CONSUMO DE CAL NACIONAL O
INTERNACIONAL EN C.V.G BAUXILUM.**

CVG BAUXILUM

BR. SUAMERY SILVA

C.I. 17.883.841

PUERTO ORDAZ, ENERO DE 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ ANTONIO JOSÉ DE SUCRE ”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRÁCTICA PROFESIONAL



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA EL CONSUMO DE CAL NACIONAL O
INTERNACIONAL EN C.V.G BAUXILUM.**

CVG BAUXILUM

BR. SUAMERY SILVA

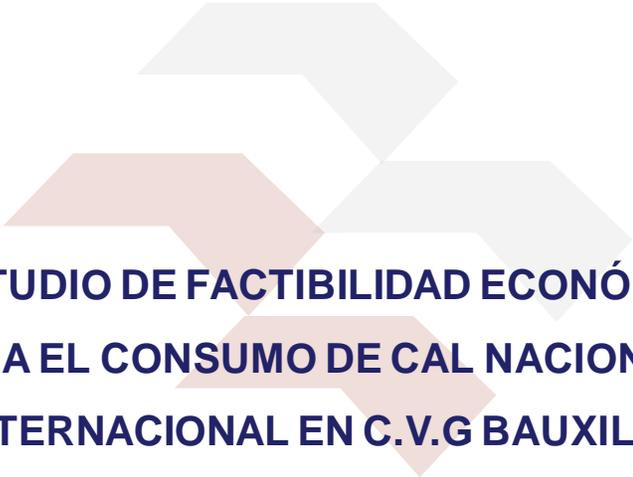
C.I. 17.883.841

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO
Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito de la aprobación de la PRÁCTICA
PROFESIONAL.

PUERTO ORDAZ, ENERO DE 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
" ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA EL CONSUMO DE CAL NACIONAL O
INTERNACIONAL EN C.V.G BAUXILUM.**

CVG BAUXILUM

SUAMERY KARINA SILVA REFUNJOL

Ing. Iván Turmero
Tutor Académico.

Ing. Oscar Venales
Tutor Industrial.

PUERTO ORDAZ, ENERO DE 2008

Suamery Karina Silva Refunjol

Estudio de Factibilidad Económica para el Consumo de Cal Nacional o Internacional en CVG BAUXILUM.

Informe de Práctica Profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial. Departamento de Entrenamiento Industrial.

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.

Tutor Industrial: Ing. Oscar Venales.

Ciudad Guayana, Enero 2008.

1. El Problema.
2. Marco Empresarial.
3. Marco Teórico.
4. Marco Metodológico.
5. Situación Actual.
6. Situación Propuesta.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA.....	x
AGRADECIMIENTOS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 IMPORTANCIA.....	7
1.5 ALCANCE.....	7
1.6 LIMITACIONES.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO EMPRESARIAL.....	9
2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	9
2.1.1 Ubicación Geográfica.....	10
2.1.2 Misión y Visión de la Empresa.....	11
2.1.2.1 Misión.....	11
2.1.2.2 Visión.....	11
2.1.3 Política de Calidad Ambiente y Seguridad de la Empresa.....	11
2.1.4 Objetivos de Calidad Ambiente y Seguridad de la Empresa C.V.G. Bauxilum.....	11
2.1.5 Objetivos de la Empresa.....	12
2.1.5.1 Objetivo General.....	12
2.1.5.2 Objetivos Específicos.....	12
2.1.6 Funciones de la Empresa.....	13
2.1.7 Estructura Organizativa.....	13
2.1.8 Gerencia de Control de Calidad y Procesos.....	16
2.1.8.1 Objetivos.....	16
2.1.8.2 Funciones.....	16
2.1.9 Departamento asignado para el trabajo de pasantía.....	19
2.1.9.1 Objetivos.....	19
2.1.9.2 Funciones.....	19
2.1.9.3 Descripción de Cargo.....	21
2.1.9.4 Propósito General.....	21
2.1.10 Superintendencia Lado Blanco I.....	22
2.1.10.1 Objetivos.....	23
2.1.10.2 Funciones.....	23

2.1.11	Proceso Productivo de C.V.G.	24
Bauxilum.....		
2.1.11.1	Manejo de materiales.....	34
2.1.11.2	Lado Rojo.....	34
CAPÍTULO III.....		
MARCO TEÓRICO.....		
3.1 BASES TEÓRICAS.....		
3.1.1	Estudio de las Visitas.....	59
3.1.1.1	Objetivos del estudio de las Visitas.....	59
3.1.2	Estudio Técnico.....	59
3.1.2.1	Objetivos del Análisis Técnico de un Proyecto.....	60
3.1.3	Estudio Económico.....	60
3.1.4	Pasos de un Estudio de Factibilidad Económica.....	61
3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.....		
3.2.1	Control de la Materia Prima e Insumos.....	68
3.2.1.1	Inventario.....	68
3.2.1.2	Objetivos de los Inventarios.....	68
CAPÍTULO IV.....		
MARCO METODOLÓGICO.....		
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....		
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....		
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....		
4.3.1	Tamaño Muestral.....	71
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....		
4.5 MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR.....		
4.6 PROCEDIMIENTO.....		
CAPÍTULO V.....		
SITUACIÓN ACTUAL.....		
5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....		
5.1.1	Descripción de la Situación Actual.....	74
CAPÍTULO VI.....		
SITUACIÓN PROPUESTA.....		
6.1 DEFINICION DE LA SITUACIÓN PROPUESTA.....		
CONCLUSIONES.....		
RECOMENDACIONES.....		
BIBLIOGRAFÍA.....		

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Croquis de CVG Bauxilum.....	10
2	Estructura Organizativa de la empresa CVG Bauxilum.....	14
3	Organigrama Estructural CVG Bauxilum.....	15
4	Organigrama Estructural de la GCCP.....	18
5	Descripción de Cargo de la Gerencia General.....	22
6	Flujograma de Proceso Producción de Bauxita.....	29
7	Flujograma de Proceso Producción de Alúmina.....	30
8	Diagrama de Flujo de las diferentes áreas.....	36
9	Diagrama de Flujo del Área 32.....	39
10	Diagrama de Flujo del Área 31.....	40
11	Diagrama de Flujo del Área 33.....	41
12	Diagrama de Flujo del Área 34.....	41
13	Diagrama de Flujo del Área 35.....	42
14	Diagrama de Flujo del Área 38.....	44
15	Diagrama de Flujo del Área 37.....	46
16	Diagrama de Flujo del Área 36.....	48
17	Diagrama de Flujo del Área 39.....	51
18	Diagrama de Flujo del Área 41.....	52
19	Diagrama de Flujo del Área 42.....	53
20	Diagrama de Flujo del Área 55.....	54
21	Diagrama de Flujo del Área 58.....	55
22	Diagrama de Flujo del Área 44.....	56
23	Diagrama de Flujo del Área 45.....	56
24	Diagrama de Flujo del Área 46.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

FIGURA		PÁGINA
1	Características de las Empresas Visitadas	77
2	Análisis Químico de muestra de Cal	78
3	Comparación de los precios de Cal de 2007	80

ÍNDICE DE ANEXOS

FIGURA		PÁGINA
1	Horno tipo Romano en funcionamiento.....	88
2	Cal Calcinada.....	88
3	Horno Vertical.....	89
4	Horno Rotatorio.....	89
5	Sistema de molienda e hidratación.....	90
6	Producto Cal en piedra producido, almacenado y transportado.....	90
7	Producto almacenado en sacos plásticos de 20 kg.....	91
8	Producto almacenado en sacos plásticos de 20 kg	91

DEDICATORIA

Con amor, cariño y de todo corazón dedico este proyecto:

A mi Dios que me dio la fuerza y la sabiduría necesaria para la realización y alcance de una de mis metas más anheladas.

A mis Padres por su apoyo incondicional, por haber inculcado en mí buenos principios e infundir un carácter de superación profesional y por contribuir de manera significativa durante mi educación, ya que ellos son pilares fundamentales en mi vida y razón de ser para mi profesión.

A mis hermanos, Eduardo y Jorge por compartir esta etapa de mi vida.

A mi familia en especial a mi tía Yelitza, por apoyarme y por estar presente en esos momentos en que la he necesitado.

A, Jorge Alfonzo por acompañarme y apoyarme en todos los momentos especiales que hemos compartido en nuestra relación.

A mi Tutor Industrial, Oscar Venales por su valiosa amistad y colaboración en la realización de este Proyecto, por ser mí guía en esta etapa de crecimiento de estudiante a profesional.

A mi Tutor Académico, Iván Turmero por sus conocimientos transmitidos y sus consejos para la realización de mi proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a:

Primeramente a Dios todo poderoso por ser mi guía y compañero, por ser la fuerza que me motiva a seguir adelante, porque sin el no hubiese podido realizar este trabajo.

A mis Padres por darme la vida y por ser apoyo durante todos los días de mi vida; porque sin ellos no estaría donde estoy, todo mi esfuerzo en este trabajo es para ustedes aunque no se puede comparar con la voluntad que han realizado durante 23 años.

A mi familia en general por apoyarme y estar siempre presente en todos los momentos buenos y malos de mi vida.

A, Jorge Alfonzo que Con su amor y comprensión me ha apoyado en todo momento.

A mi amiga Nurdy Rivero, por compartir juntas los buenos y malos momentos a lo largo de la carrera.

A Doris Cedeño, Ony Giron, Aurime Pérez, Aristides Lezama, Gisela Quintero, Antulio Salazar, compañeros que conocí en el desarrollo de la pasantía quienes me apoyaron, dieron consejos y brindaron su amistad desinteresada.

A mi tutor académico, Iván Turmero.

A mi tutor industrial, Oscar Venales

A la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO), por ser prácticamente mi hogar a lo largo de todos estos años de mi carrera y por brindarme la posibilidad de desarrollarme profesionalmente.

A la empresa CVG BAUXILUM por darme la oportunidad de realizar mi pasantía y en especial a la Superintendencia de Energía y Materiales por todo el apoyo brindado en mi adiestramiento, por permitir emprender mi camino hacia el desarrollo profesional convirtiéndola en una agradable experiencia.

A todos gracias...

Estudio de Factibilidad Económica para el Consumo de Cal Nacional o Internacional en C.V.G. Bauxilum

Autor: Suamery Silva

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero MSc.

Tutor Industrial: Ing. Oscar Venales

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio de factibilidad económica para el consumo de cal nacional o internacional en la empresa CVG Bauxilum, a fin de buscar un nuevo proveedor de cal que cumpla con las características físicas y químicas similares a la del producto Sidor, ya que esta empresa ha tenido problemas tanto operativos como ambientales en la planta; lo cual nos ha traído como consecuencia el suministro irregular de este insumo tan importante para la planta. La irregularidad en el suministro de cal por parte de Sidor a traído como consecuencia la potencial amenaza en el cierre en las operaciones de la planta de CVG Bauxilum, poniendo en riesgo el sector aluminio nacional, ya que en Venezuela no existen plantas con capacidad y calidad de cal viva requerida por la planta lo que ha hecho que dicha empresa busque otros proveedores en este caso proveedores internacionales ya que son los que cuentan con la capacidad, las especificaciones y características que necesita la empresa CVG Bauxilum.

Palabras Claves: Materias Primas e Insumos, Cal Viva, Proveedores Nacionales o Internacionales.

INTRODUCCIÓN

CVG Bauxilum es una empresa de clase mundial con responsabilidad social, cuyo proceso industrial, netamente químico se inicia mediante la extracción del mineral de la Bauxita de la Serranía de los Pijiguaos, el cual es procesado para producir alúmina de grado metalúrgico la cual a su vez, es materia prima de otras industrias. El proceso industrial de transformación de la Bauxita se denomina Proceso Bayer, el cual fue desarrollado en Austria por Karl Joseph Bayer en 1888, y el mismo consiste en la digestión de la Bauxita previamente molida, a altas temperaturas con abundante soda caustica y la aplicación de una serie de insumos como el óxido de calcio (cal), entre otros, para así obtener la alúmina.

CVG Bauxilum tiene como objetivo principal satisfacer a los principales consumidores de alúmina del país, como lo son:

Aluminio del Caroní (CVG Alcasa).

Venezolana de Aluminio (CVG Venalum).

Entre sus objetivos específicos esta posicionarse como empresa líder productora de alúmina a nivel mundial, mediante el uso eficiente de las ventajas naturales de la Región Guayana.

Para lograr estos objetivos se le asigna la responsabilidad a la Gerencia de Control de Calidad y Procesos para que esta se encargue de cumplir con los requerimientos necesarios para satisfacer la demanda de alúmina de la industria nacional, mejorar la eficiencia de los procesos operativos y administrativos, y así cumplir con los requerimientos del cliente tanto nacional como internacional. Así mismo debe constatar que los insumos que requiere

la planta para su proceso productivo, estén lleno de los parámetros de calidad establecidos. Los insumos son aquellos productos utilizados por la empresa para obtener el producto final alúmina calcinada.

El objetivo principal de este trabajo consiste en determinar entre varias muestras de cal cual de los diferentes tipos suministrados por diversas empresa nacionales y extranjeras se adecua mas al proceso utilizado en Bauxilum, también es importante mencionar el costo que generaría el cambio de proveedor de este producto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

C.V.G Bauxilum, se encarga de transformar la Bauxita en Alúmina metalúrgica a través del Proceso Bayer. Esta es una empresa dedicada a la extracción y refinamiento de Bauxita extraída de la mina ubicada en los Pijiguaos para obtener como producto final Alúmina de grado metalúrgico.

En la actualidad la empresa CVG Bauxilum se rige por los lineamientos de calidad que establece la Norma Covenin ISO 9001:2000, al aplicar en línea de producción de Alúmina Calcinada Grado Metalúrgico, que se inicia con la explotación de la Bauxita en los Pijigüaos, su transporte a la Zona Industrial Matanzas y culmina con la obtención de la Alúmina Calcinada en Grado Metalúrgico la cual obtuvo la certificación el 10/10/2007, otorgada por Fondonorma, lo que ayuda en el mejoramiento continuo de cada una de las etapas del proceso productivo de la empresa CVG Bauxilum, además de optimizar y lograr la eficacia en las normas y procedimientos operativos, administrativos y de mantenimiento de dicha empresa.

CVG BAUXIILUM, en su proceso productivo utiliza una serie de insumos que permiten controlar su proceso productivo, entre ellos se encuentra la Cal Viva la cual es producto de la calcinación de la caliza, constituida por un 85% - 100% de óxido de calcio, esta se utiliza para controlar las impurezas en el licor aunado a que sirve como co ayudante de filtración, se transporta a

través de góndolas y es descargada en el área-37, en los silos de almacenamiento a través de inyección de aire mediante compresores.

La Cal se considera un insumo esencial dentro del Proceso Bayer, desde el arranque de las operaciones de CVG Bauxilum, la empresa Sidor ha sido el único proveedor de este insumo, por haber sido garante del producto en la cantidad y especificaciones requeridas en el proceso, además de brindar la ventaja de bajo costos de transportes por la cercanía entre ambas plantas.

En los años 2005 – 2006 el suministro del insumo fue irregular, debido a problemas operativos en la planta de cal, reportados por Sidor en su oportunidad, situación que se agrava en Marzo 2007, cuando dicha empresa siderúrgica decide suspender definitivamente el envío de cal hacia CVG Bauxilum, alegando en esta oportunidad problemas ambientales. Durante el mes de Julio de 2007, CVG Bauxilum, consigue, después de varias comunicaciones donde demuestra la criticidad de la situación y se logra que la empresa Sidor reanude sus despachos hasta un total de 2000 t.

El consumo específico meta de cal por tonelada de alúmina producida en el Proceso Bayer es de 25 Kg./ t de alúmina, lo que representa un consumo anual de 50.000 toneladas; sin embargo, en el año 2005 la empresa Sidor despacho solo 39.360 toneladas, en el año 2006 solo dio 35.309 toneladas y en el año 2007 se comprometió a entregar solamente la cantidad de 25.000, sin embargo a la fecha ha entregado la cantidad 4.935 toneladas. Esta situación ha obligado a restringir el uso de cal en el proceso y a buscar nuevas alternativas de suministro.

Por otra parte Sidor no le suministra la cantidad de cal requerida por CVG Bauxilum ya que la misma utiliza la mayor parte del óxido de calcio producido para consumo interno debido al incremento en su producción de acero.

Motivado a esto Bauxilum, se ve en la necesidad de habilitar a otro proveedor de cal confiable para no verse en la necesidad de restringir o paralizar su producción.

El propósito de CVG Bauxilum es encontrar un proveedor confiable de cal en calidad y cantidad, cuya cal cumpla con los estándares establecidos por la empresa; ya sea nacional o internacional ya que hay muchas empresas de cal en el país que cumplen con la composición química requerida por CVG Bauxilum, pero no con las cantidades requeridas por la empresa.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Estudio de factibilidad económica para el consumo de cal nacional o internacional en CVG Bauxilum.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la situación actual del suministro de cal en la empresa CVG Bauxilum.
- ✓ Evaluar los procesos productivos e infraestructura de las diferentes empresas proveedoras de cal nacional, con el fin de calificarlas como potenciales proveedores de este insumo a CVG Bauxilum Matanzas. A través de distintas visitas realizadas a las plantas de cal que se encuentran en el país.
- ✓ Recopilar toda la información técnica y de costos de las opciones de solución al problema.

- ✓ Desarrollar un nuevo proveedor en la zona, que cumpla con las especificaciones requeridas por CVG Bauxilum.
- ✓ Determinar la posibilidad de utilizar otro tipo de cal de acuerdo al cumplimiento de los estándares de producción ya sea nacional o internacional.
- ✓ Realizar y proponer un análisis de los costos de las alternativas planteadas y compararlos para seleccionar el de mayor provecho.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente CVG BAUXILUM, empresa netamente industrial, quien usa en su proceso químico para la extracción de alúmina el proceso Bayer, que no es más que operaciones unitarias de la ingeniería química - industrial. El Proceso Bayer utiliza cal como insumo de proceso para control de impureza y como co ayudante de filtración. Desde el arranque de las operaciones de CVG Bauxilum, la empresa Sidor ha sido el único proveedor de este insumo, por haber sido garante del producto en la cantidad y especificaciones requeridas en el proceso, además de brindar la ventaja de bajo costos de transportes por la cercanía entre ambas plantas, pero por problemas operativos de dicha empresa a suspendido definitivamente el envío de cal hacia CVG BAUXILUM, colocando esta última en condiciones críticas, conllevándolas a importar desde Colombia y México, sin embargo por lineamiento del ejecutivo nacional de darle prioridad a la industria nacional, se realizará un estudio de factibilidad que permitirá efectuar varias visitas a diferentes empresa nacionales productora de cal con el propósito de evaluarla y considerarla como posible proveedor para CVG BAUXILUM, realizándoles con anterioridad una evaluación económica que permita compararla con el mercado internacional.

1.4 IMPORTANCIA

El óxido de calcio es una materia prima o insumo fundamental en el proceso Bayer. Sin la presencia de esta sustancia no se pudiera fabricar alúmina a partir de las bauxitas.

Este insumo es de vital importancia dentro del proceso ya que cumple varias funciones dentro del proceso Bayer, en el área de trituración y molienda (área 32) se utiliza con el objetivo fundamental de controlar el nivel de contaminantes en el licor de recirculación. La aplicación de óxido de calcio (cal viva) en el área de desarenado (área 34) y el área de lavado de lodos (área 35) actúa como agente clarificador. La adición de seguridad (área 38) actúa como ayudante de filtración, también es utilizada en el (área 36) como agente caustificador del licor caustico que se encuentra en recirculación.

1.5 ALCANCE

Este estudio se realizó específicamente en el área 37 (Lechada de Cal) de la Superintendencia de Energía y Materiales de la empresa CVG BAUXILUM, con la finalidad de evaluar los procesos productivos de las diferentes empresas nacionales para así comparar los costos de las opciones planteadas y elegir el proveedor que cumpla con las especificaciones requeridas por la empresa.

La cal esta compuesta por diferentes elementos como lo son: el óxido de calcio (CaO), dióxido de carbono (CO₂) y el óxido de aluminio (Al₂O₃), aparte de que representa características físicas como la granulometría y su reactividad.

La empresa CVG Bauxilum para el uso de la cal no estudia todos los elementos que componen a esta sino ciertos elementos específicos como lo son: el porcentaje de óxido de calcio (CaO) que debe ser mayor al 85%,

porcentaje de oxido de magnesio que debe ser menor al 2.5 % (MgO), la reactividad de esta debe ser alta, y la granulometría menor a 300 micrones.

1.6 LIMITACIONES

Durante la realización del estudio se presentaron algunos inconvenientes los cuales afectaron el desarrollo de la actividad laboral, estos fueron ocasionados por la indisponibilidad de tiempo para poder realizar las visitas previstas a dichas empresas que se encuentran dentro del país para elegir entre una de ellas el principal proveedor, así como también la poca disponibilidad de información de los supervisores, lo cual se debe al cargo que ejercen y las múltiples funciones que realizan.

CAPÍTULO II

MARCO EMPRESARIAL

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

CVG BAUXILUM es la empresa resultante de la fusión de Bauxiven (creada en 1979) e Interálumina (creada en 1977), realizada en marzo de 1994. Está conformada por la Mina de Bauxita y la Planta de Alúmina.

La primera se encarga de la explotación de los yacimientos del mineral en la zona de Los Pijiguaos, en el municipio Cedeño del estado Bolívar, y tiene una capacidad instalada de 6 millones de toneladas al año. Inició sus operaciones en 1993, enviando las primeras gabarras con mineral de bauxita, a través del río Orinoco, desde el puerto El Jobal hasta el muelle de la Operadora de Alúmina en matanza. La Planta de Alúmina tiene como objetivo transformar la bauxita, a través del proceso Bayer, en alúmina de grado metalúrgico. Su capacidad instalada es de 2 millones de toneladas al año.

La bauxita y la alúmina constituyen la principal materia prima para la obtención de aluminio primario. La venta de estos minerales se dirigen fundamentalmente al mercado nacional, básicamente para abastecer a las reductoras del grupo CVG (Alcasa y Venalum), destinándose un porcentaje de la producción al mercado internacional. La Corporación Venezolana de Guayana tiene el 99 por ciento del capital accionario de CVG Bauxilum.

Actualmente, la empresa maneja un proyecto de modernización con la participación de la empresa francesa Pechiney, que tiene como objetivo

aumentar la capacidad de producción de la planta de alúmina -a 2,2 de millones de toneladas-, reducir los costos de operación y mejorar las condiciones operativas actuales, además de resolver definitivamente la situación ambiental de los desechos de las lagunas de lodo rojo. Pechiney realizará la totalidad de la inversión de 230 millones de dólares, de los cuales 178 millones se han destinado a los proyectos de ingeniería, procura y construcción, y otros 60 millones para la inversión ambiental, mediante el uso de tecnología de deposición en seco.

2.1.1 Ubicación Geográfica

CVG. BAUXILUM se encuentra ubicada al sur oriente del país, en la Zona Industrial Matanzas, parcela 523-01-02, Avenida fuerzas Armadas, frente a la Empresa CVG. VENALUM; abarcando un área de 841.000 kilómetro cuadrados. En Puerto Ordaz - Estado Bolívar, sobre el margen del Río Orinoco a 350 kilómetros del Océano Atlántico y a 17 kilómetros de su confluencia con el Río Caroní. (Ver figura 1).



Figura N° 1. Croquis de CVG Bauxilum.
(Fuente: Elaborado por el autor)

2.1.2 Misión y Visión de la Empresa

2.1.2.1 Misión

Impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional, satisfaciendo la demanda de bauxita y alúmina, promoviendo el desarrollo endógeno, como fuerza de transformación social y económica.

2.1.2.2 Visión

Constituirnos en palanca fundamental para el desarrollo sustentable de la industria nacional, a los fines de alcanzar la soberanía productiva, con un tejido industrial consolidado y desconcentrado, con nuevas redes de asociación fundamentadas en la cogestión y la inclusión social.

2.1.3 Política de Calidad, Ambiente y Seguridad de la empresa

Fomentar el desarrollo, la participación del recurso humano y el mejoramiento continuo, en los procesos de explotación de bauxita y producción de alúmina, cumpliendo con las normas de calidad, ambiente y seguridad, para satisfacer los requerimientos y expectativas de nuestros clientes, con altos niveles de rentabilidad y competitividad.

2.1.4 Objetivos de Calidad, Ambiente y Seguridad de la Empresa

- ✓ Satisfacer los requerimientos de bauxita y alúmina de la industria nacional.

- ✓ Garantizar el desarrollo sustentable de las operaciones minimizando el impacto ambiental y mejorando la seguridad industrial.
- ✓ Mejorar la eficacia de los procesos operativos y administrativos
- ✓ Optimizar los niveles de producción
- ✓ Optimizar la gestión financiera y controlar el costo operativo
- ✓ Desarrollar capacidades técnico - productivas y socio-políticas del trabajador.
- ✓ Optimizar el uso de la tecnología de información

2.1.5 Objetivos de la Empresa

2.1.5.1 Objetivo General

Garantizar la Producción y abastecimiento de bauxita y Alúmina. Grado metalúrgico, en términos de calidad, oportunidad y costos según los requerimientos de consumo de las plantas reductoras Nacionales e Internacionales.

2.1.5.2 Objetivos Específicos

La empresa presenta ciertos objetivos específicos por área:

- ✓ **Producción:** Optimizar la producción y la eficiencia del proceso productivo en concordancia con la capacidad instalada y de acuerdo a las exigencias de los mercados internacionales con relación a la calidad, costos y oportunidades.
- ✓ **Mercadeo y Ventas:** Maximizar los ingresos de la empresa mediante la venta de productos de la industria del aluminio, cumpliendo oportunamente a los clientes con la calidad requerida y a precios competitivos.
- ✓ **Procura:** Certificar la adquisición de materia primas, equipos, insumos y servicios de calidad y oportunidad requerida a costos competitivos.

- ✓ **Tecnología:** Lograr el dominio tecnológico de los procesos productivos e impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías que incrementen la competitividad de la empresa en la industria mundial del aluminio.
- ✓ **Finanzas:** Mantener una adecuada estructura financiera que contribuya a mejorar la competitividad y el valor de la empresa.
- ✓ **Organización:** Disponer de una óptima estructura organizativa de los sistemas de soporte que faciliten el cabal cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- ✓ **Recursos Humanos:** Disponer de un recurso humano competente, identificado con la organización y con alta motivación que satisfaga la competitividad de la empresa.
- ✓ **Imagen:** Idear a CVG Bauxilum como empresa rentable y competitiva vinculada con el desarrollo Nacional y Regional.

2.1.6 Función de la Empresa

CVG Bauxilum, a través de sus dos operadoras tiene como tarea la extracción del mineral de Bauxita en los Pijiguaos y su transportación a ciudad Guayana, para ser refinada. Obteniendo alúmina metalúrgica que posteriormente es transformada en aluminio primario.

2.1.7 Estructura Organizativa

C.V.G .BAUXILUM-MATANZAS posee la siguiente Estructura Organizativa (ver figura 2 y 3):

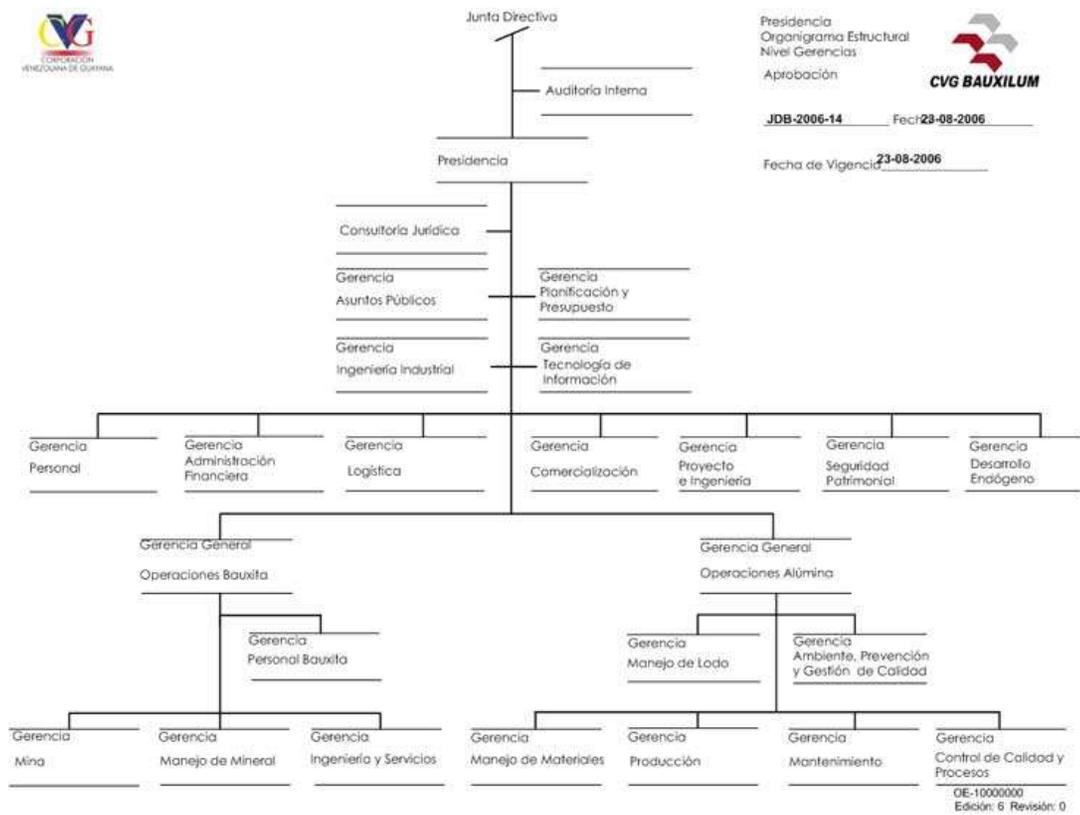


Figura N° 2. Estructura Organizativa de la Empresa C.V.G. Bauxilum.
(Fuente: Elaborado por el SDI de la Empresa C.V.G. Bauxilum).

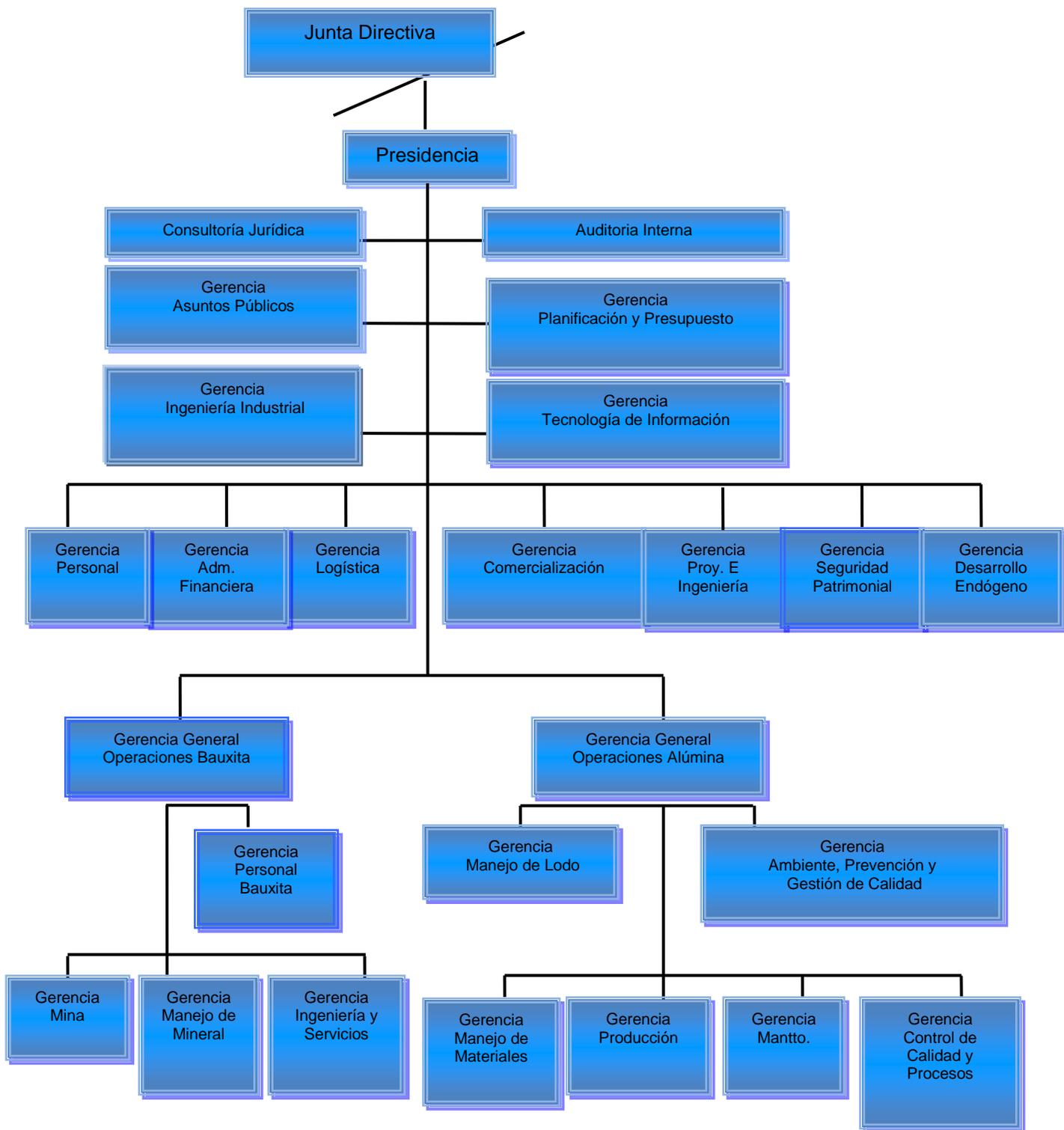


Figura Nº 3. Organigrama Estructural- C.V.G. Bauxilum.
 (Fuente: Elaborado por el autor)

2.1.8 Gerencia Control de Calidad y Procesos

La Gerencia de Control de Calidad y Procesos es una unidad de línea funcional adscrita a la Gerencia General. Su misión es proveer las condiciones técnicas para la operación, control, normalización y estabilización del proceso productivo, garantizando la certificación de calidad de la alúmina, la optimización del consumo de materias primas e insumos y alta productividad del proceso.

2.1.8.1 Objetivo

Generar condiciones tecnológicas y requisitos de la calidad para el proceso productivo, que permitan el logro de las metas de producción de la alúmina.

2.1.8.2 Funciones

- ✓ Garantizar el diseño, mantenimiento y administración del sistema de control de calidad del proceso productivo, a fin de asegurar que dicho proceso se realice bajo condiciones controladas.
- ✓ Establecer y controlar los parámetros de calidad de las materias primas, alúmina e hidrato producido, mediante la fijación de las especificaciones técnicas, estándares de producción, ensayos y análisis de laboratorio y aplicación de la ingeniería de procesos en las áreas operativas.
- ✓ Prestar asistencia técnica en materia de control de calidad, servicios de laboratorios e ingeniería de procesos, a las diferentes áreas de producción y servicios, para superar desviaciones en el proceso de la calidad del producto final.
- ✓ Desarrollar proyectos de investigación de ingeniería de procesos para la optimización o mejoras en el proceso productivo de la planta, mediante la

aplicación y adaptación de tecnologías y modificaciones asimilables a las operaciones de producción y parámetros de calidad establecidos.

- ✓ Establecer y controlar los parámetros de operación, garantizando los niveles de rendimiento del diseño del Proceso Bayer y de la tecnología existente en el área productiva de Lado Rojo y Lado Blanco.
- ✓ Generar información confiable y oportuna, para el control del proceso y certificar la calidad de insumos, materias primas y producto final.
- ✓ Coordinar pruebas de eficiencia técnica de los diversos equipos del proceso productivo (bombas, intercambiadores de calor, filtros), así como la evaluación de la calidad de la materia prima e insumos utilizada en los diferentes procesos de las áreas de la planta.
- ✓ Desarrollar implantar y mantener los sistemas automatizados de control de procesos y de supervisión de los procesos productivos de la Empresa, de acuerdo con las características técnicas y requisitos establecidos.
- ✓ Asegurar el proceso de recepción e inspección de la calidad y el control administrativo de las materias primas e insumos, y materiales utilizados en el proceso productivo de alúmina.
- ✓ Establecer el Plan de Producción Anual de Alúmina y preparar la programación de despacho de alúmina e hidrato, coordinando su ejecución con las unidades organizativas respectivas.
- ✓ Determinar y establecer la planificación anual de los requerimientos de materias primas e insumos que entran en el proceso productivo.
- ✓ Asegurar la formulación y control de presupuesto anual de materias primas e insumos, con la finalidad de asegurar la continuidad del proceso de producción de CVG BAUXILUM.
- ✓ Presentar informes de resultados de la gestión desarrollada, manteniendo seguimiento y control sobre las desviaciones detectadas.
- ✓ Establecer los planes estratégicos y los mecanismos de evaluación y control de su gestión, en coherencia con las metas y objetivos estratégicos de la empresa.

- ✓ Garantizar la implantación y cumplimiento de las metodologías de planificación y control, Normas ISO y Normas Procedimientos que se establezcan para la empresa, inherente a su área de gestión.(Ver figura 4)

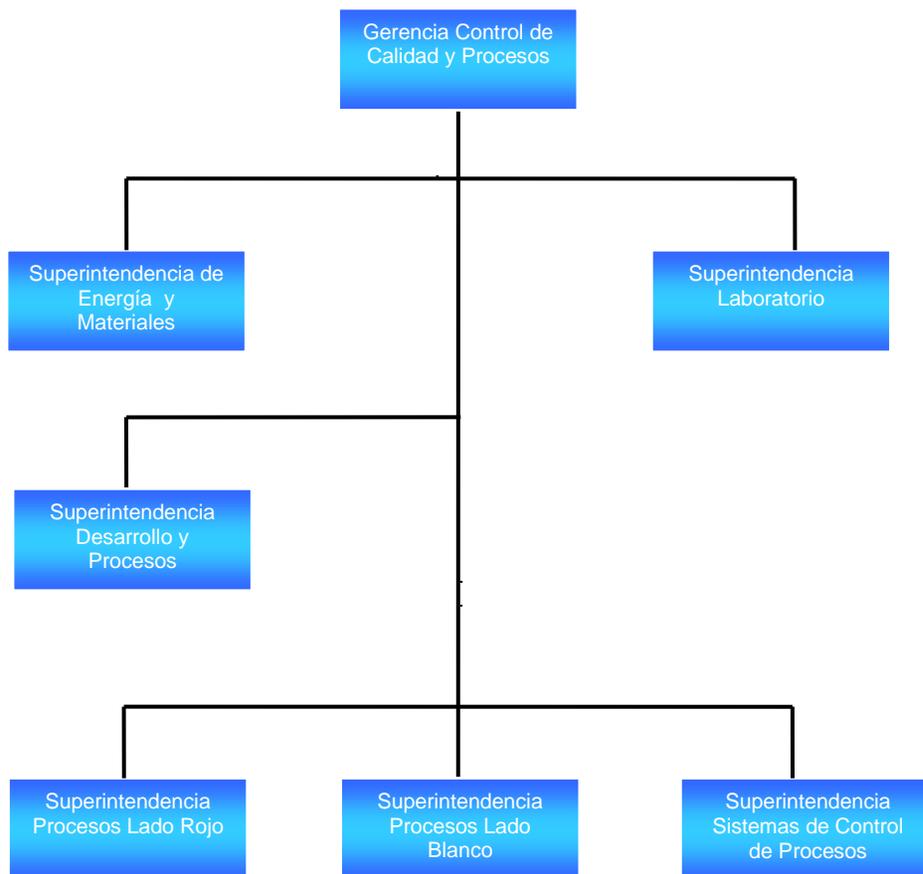


Figura N° 4. Organigrama Estructural de la Gerencia Control de Calidad y Procesos.

(Fuente: Elaborado por el autor)

2.1.9 Departamento Asignado para la Elaboración del Trabajo de Pasantía

El Departamento asignado para la elaboración del trabajo de pasantía fue la Superintendencia de Energía y Materiales.

2.1.9.1 Objetivos

Generar los planes y programas de producción de alúmina y de consumos de materias primas e insumos, asegurando el control sobre la calidad y disponibilidad, acorde a las condiciones y capacidad de producción de la Planta de Alúmina.

2.1.9.2 Funciones

- ✓ Generar programas mensuales de producción, de acuerdo con el plan anual de producción, ordenes de pedido y condiciones operativas de la planta.
- ✓ Realizar seguimiento a la ejecución de los programas de producción y despacho de alúmina calcinada, a fin de evaluar el comportamiento de la producción e inventarios y acodar con las áreas de producción y demás áreas involucradas, las acciones pertinentes.
- ✓ Establecer la planificación anual de los requerimientos de materia prima e insumos en coherencia con los planes de producción y consumo del proceso productivo.
- ✓ Formular y controlar el presupuesto anual para la adquisición de materias primas e insumos con la finalidad de asegurar la continuidad operativa de la planta de alúmina.

- ✓ Ejecutar el proceso de control de calidad en la recepción de las materias primas e insumos que entran en el proceso productivo.
- ✓ Realizar el inventario de materias primas e insumos y definir en función de los niveles de consumo y programas de producción de alúmina, la proyección de la demanda y la ejecución del plan de adquisiciones.
- ✓ Evaluar los periodos de aprovisionamiento de materias primas e insumos de acuerdo a los niveles de consumo, a fin de procurar eficiencia en su entrega y alertar sobre cualquier eventualidad que pueda afectar el cumplimiento de los planes y programas de producción de alúmina.
- ✓ Suministrar información sobre especificaciones, cantidad y calidad de los requerimientos de materias primas e insumos, en previsión de las acciones necesarias para la recepción, almacenamiento y distribución de las aras operativas.
- ✓ Mantener registros sobre los planes y programas de adquisición, suministros, niveles de materias primas reales y programadas, a los fines de efectuar ajustes por desviaciones detectadas.
- ✓ Suministrar información a la Gerencia de Comercialización, sobre la disponibilidad para la venta a los clientes en base a la producción de alúmina e hidratos.
- ✓ Identificar y evaluar conjuntamente con las Gerencias de Comercialización y Producción los factores que afecten el cumplimiento de los compromisos de venta de alúmina, su impacto en los planes y programas de producción y despacho de alúmina, proponiendo a las acciones pertinentes.

- ✓ Coordinar con la Gerencia Manejo de Materiales, estrategias de almacenamiento y alimentación de bauxita al proceso productivo de la Planta de Alúmina.
- ✓ Propiciar el desarrollo de productos de optimización y mejoras en las áreas asignadas, considerando los recursos y lineamientos establecidos por la administración de la Empresa.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de los lineamientos, políticas, normas y procedimientos que se establezcan para la Empresa, inherentes a su área de gestión.
- ✓ Garantizar la implantación y cumplimiento de las normas de gestión ISO-9001, ISO-14001, OHSAS-18001 y otras que adopte la Empresa.

2.1.9.3 Descripción de Cargo

Cargo: Superintendencia de Energía y Materiales

Unidad de Adscripción: Gerencia Control de Calidad y Procesos/
Superintendencia de Energía y Materiales

Cargo de Supervisor Inmediato: Gerente Control de Calidad y Procesos

2.1.9.4 Propósito General

- ✓ Mantener inventarios adecuados de materias primas, insumos y productos terminados que permitan garantizar el cumplimiento de los programas de producción, ventas y ejecución presupuestaria; así como, informar a las Unidades Administrativas y operaciones sobre el desempeño de la Planta (producción, consumos, inventarios, entre otros.), de acuerdo a los objetivos y lineamientos establecidos por la Gerencia Control Calidad y Procesos. .(Ver figura 5)



***Figura N° 5. Descripción de Cargo de la Gerencia General de Operaciones y Alúmina.
(Fuente: Elaborado por el autor).***

2.1.10 Superintendencia Lado Blanco I

2.1.10.1 Objetivos

Garantizar la continuidad de los procesos productivos de precipitación, clasificación de hidrato, lavado de oxalato, y filtración de semilla gruesa, para la obtención de alúmina trihidratada, de acuerdo al plan anual de producción y los parámetros de calidad, ambiente y seguridad establecidos.

2.1.10.2 Funciones

- ✓ Ejecutar el programa de producción de suspensión de alúmina trihidratada, requerida para las operaciones del Lado Blanco II, cumpliendo con los parámetros de calidad y cantidad establecidos.
- ✓ Obtener el tiempo de residencia de la suspensión requerido para facilitar el proceso de precipitación.
- ✓ Operar el sistema de los Interetapas para obtener la temperatura parámetro requerida en el proceso de aglomeración, crecimiento y precipitación.
- ✓ Suministrar suspensión de precipitación para resuspender la semilla gruesa.
- ✓ Ejecutar el proceso de clasificación de hidratos para obtener la suspensión de productos y semillas, según requerimientos.
- ✓ Suministrar licor agotado libre de sólidos al proceso de enfriamiento por expansión, para su reutilización.
- ✓ Controlar el oxalato en el proceso productivo mediante el lavado de semilla, y monitoreando las operaciones a través de la Sala de Control Local y considerando los parámetros de calidad y cantidad establecidos.
- ✓ Suministrar cargas adecuadas de semilla fina y gruesa para la obtención de sólidos requeridos para la producción de alúmina de acuerdo a los parámetros de calidad y cantidad establecidos.
- ✓ Ejecutar la deslicorización de la semilla gruesa para su dosificación al proceso de precipitación.
- ✓ Establecer y ejecutar el programa de limpieza química a equipos y líneas de transportes usando circuitos químicos, con la finalidad de recuperar la capacidad hidráulica del área.

- ✓ Participar en la planificación del mantenimiento preventivo y correctivo de la Planta de Alúmina.
- ✓ Entregar oportunamente los equipos, sistemas e instalaciones para cumplir con el programa de mantenimiento preventivo establecido.
- ✓ Verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento de los equipos, sistemas e instalaciones asignados al área e informar sobre las desviaciones detectadas.
- ✓ Propiciar el desarrollo de proyectos de optimización y mejora en su área de gestión considerando los recursos y lineamientos establecidos por la administración de la empresa.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de los lineamientos, políticas, normas y procedimientos que se establezcan para la Empresa, inherentes a su área de gestión.
- ✓ Garantizar la implantación y cumplimiento de las normas de gestión ISO-9001, ISO-14001, OHSAS 18001 y otras que adopte la Empresa.

2.1.11 Proceso de Productivo de CVG Bauxilum

El proceso productivo de CVG BAUXILUM se divide en:

- ✓ **Proceso de explotación de la Bauxita.**
- ✓ **Proceso de Producción de Alúmina Grado Metalúrgico**
- ✓ Bauxita

El proceso de extracción, almacenamiento, carga y transporte de la bauxita se desarrolla en tres áreas básicas: mina, área de homogeneización (Pie de Cerro) y área de almacenamiento y embarque (El Jobal).

En general la infraestructura para la extracción y procesamiento de la bauxita fue diseñada para una producción de 6 Millones t/año abarcando:

1. Mina.
2. Estación de trituración.

3. Cinta transportadora (soportada por 2 cables) de 4,5 Km. de longitud con una capacidad de 1.600 t/hr, y con una trayectoria descendente de 650 m de vía férrea de 52 Km.
4. Estación de manejo con una correa transportadora de 1,5 Km. y 3.600 t/hr de capacidad y un terminal con un cargador de gabarras.
5. Flota de gabarras para la transportación a través del Río Orinoco.

Mina

El proceso de producción de la bauxita se inicia con la explotación por métodos convencionales de las minas a cielo abierto (Stripping mine), después de removida y apilada la capa vegetal para su posterior reforestación. La bauxita es extraída directamente de los diferentes bloques de la mina, con el objeto de obtener la calidad requerida del mineral. Las operaciones de la mina son controladas y planificadas por intermedio del programa MINTEC "Medsystem". Secuencia de operación en la mina:

1. Remoción de la capa vegetal (<1 metro).
2. Escarificado (rasgado) para romper la capa laterítica dura.
3. Carga sin voladura con palas hidráulicas.
4. Acarreo con camiones roqueros de 45-100 toneladas.
5. Triturado del mineral estación de trituración (capacidad nominal 1.600t/h).

En la estación de molienda la bauxita es transferida a través de un transportador de placas hasta el molino, que reduce el mineral a una granulometría menor a 100 mm para su transporte y mejor manejo. Una vez que el material es triturado, es transferido al sistema de la correa transportadora de bajada la cual está soportada por 2 cables de acero (tecnología del tipo teleférico o cable) y posee una longitud de 4,2 Km.

Área de Homogeneización

Después de una trayectoria descendente en una altura de 600 m, el material es apilado en el área de homogeneización (Pie de Cerro), la cual está constituida por:

1. Cuatro (4) patios de apilado (225.000 t c/u).
2. Seis (6) correas transportadoras.
3. Dos (2) apiladores (1.600 t/h).
4. Dos (2) recuperadores (3.600 t/h).
5. Un carro de transferencia o cargador de vagones.
6. Cinco (5) locomotoras (2.400 HP) y 115 vagones (90 t carga útil, 30t por eje).

El apilador permite apilar la bauxita utilizando los métodos convencionales (Chevron; Shell Cone).

Almacenamiento y Embarque

El mineral es transferido por ferrocarril desde el área de homogeneización hasta el puerto El Jobal. Un tren de 50 vagones es automáticamente descargado con un promedio de 40 vagones / hora en un descargador de vagones rotatorio (volcadora).

El área de almacenamiento está constituida por cuatro (4) patios de apilado con una capacidad de 600.000 t (150.000 t c/u); apiladores y recuperadores; una cinta transportadora de 3.600 t/h de capacidad, 1,5 Km. de longitud; un cargador de gabarras móvil. Finalmente el mineral es transportado desde el puerto El Jobal hasta la planta de alúmina en Ciudad Guayana, en un recorrido de 650 Km. El transporte fluvial a través del río Orinoco es hecho a través de convoyes o grupos de 12, 16,

20 y 25 gabarras de 1.500 - 2.000 t cada una con 1 ó 2 empujadores. Hay 149 gabarras en operación.

Alúmina

En la actualidad la planta de alúmina tiene una capacidad máxima de 2.000.000 t/año. Allí se aplica el proceso Bayer para asegurar una buena producción y eficiencia en la extracción de una alúmina de alto grado partiendo del mineral de bauxita, el cual es del tipo trihidratada.

La planta de alúmina aplica el proceso Bayer (Proceso de digestión a baja presión y baja temperatura) a fin de asegurar una buena producción y eficiencia para la extracción de una alúmina de alto grado desde el mineral de bauxita. Este proceso esta dividido en tres grandes áreas: manejo de materiales, lado rojo y lado blanco.

Materias Primas

Bauxita, soda cáustica, cal viva, floculante, agua, gas natural, energía eléctrica y cantidades menores de materias primas misceláneas como ácido sulfúrico y ácido clorhídrico.

Lodo Rojo

El lodo rojo es el subproducto de la producción de alúmina y contiene aquellos componentes de la bauxita que no son disueltos en digestión. Este se encuentra contaminado con silicato de alúmina-sodio formado durante la predesilicación y los componentes de calcio y aluminato de sodio provenientes del arrastre del licor madre. El lodo rojo es diluido en agua y bombeado a las lagunas cuyos diques están especialmente preparados y son continuamente inspeccionados. El licor remanente en las lagunas es recolectado y retornado a planta para ser usado para fluidificar el lodo y

facilitar su transporte por las tuberías así como para el lavado del lodo. La arena proveniente del proceso de desarenado es depositado en una forma similar.

Sala de Control Central

- ✓ La instrumentación y electrónica es usada a lo largo del proceso. Sistemas de control distribuidos son usados como control primario con un sistema de computadoras como respaldo para la supervisión. Pantallas gráficas y controladores programables con interlocks son usados para el control de los motores. La operación entera es supervisada desde un área central y tres salas de control periféricas: estación de vapor, filtración de producto y Manejo de Materiales.(Ver figura 6 y 7)

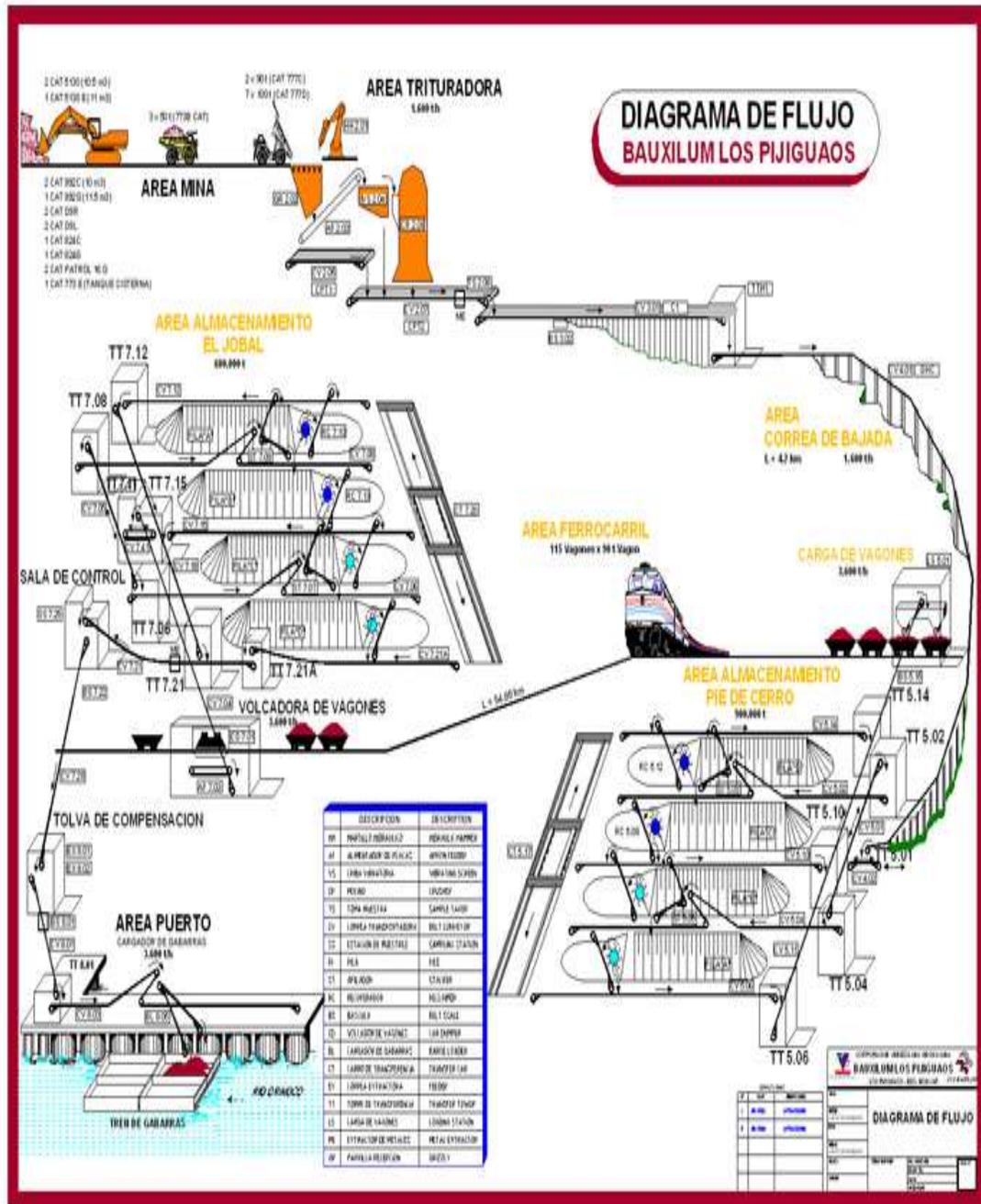


Figura N° 6. Flujograma de Proceso Producción de Bauxita.
(Fuente: Elaborado por el SDI de la Empresa C.V.G. Bauxilum).

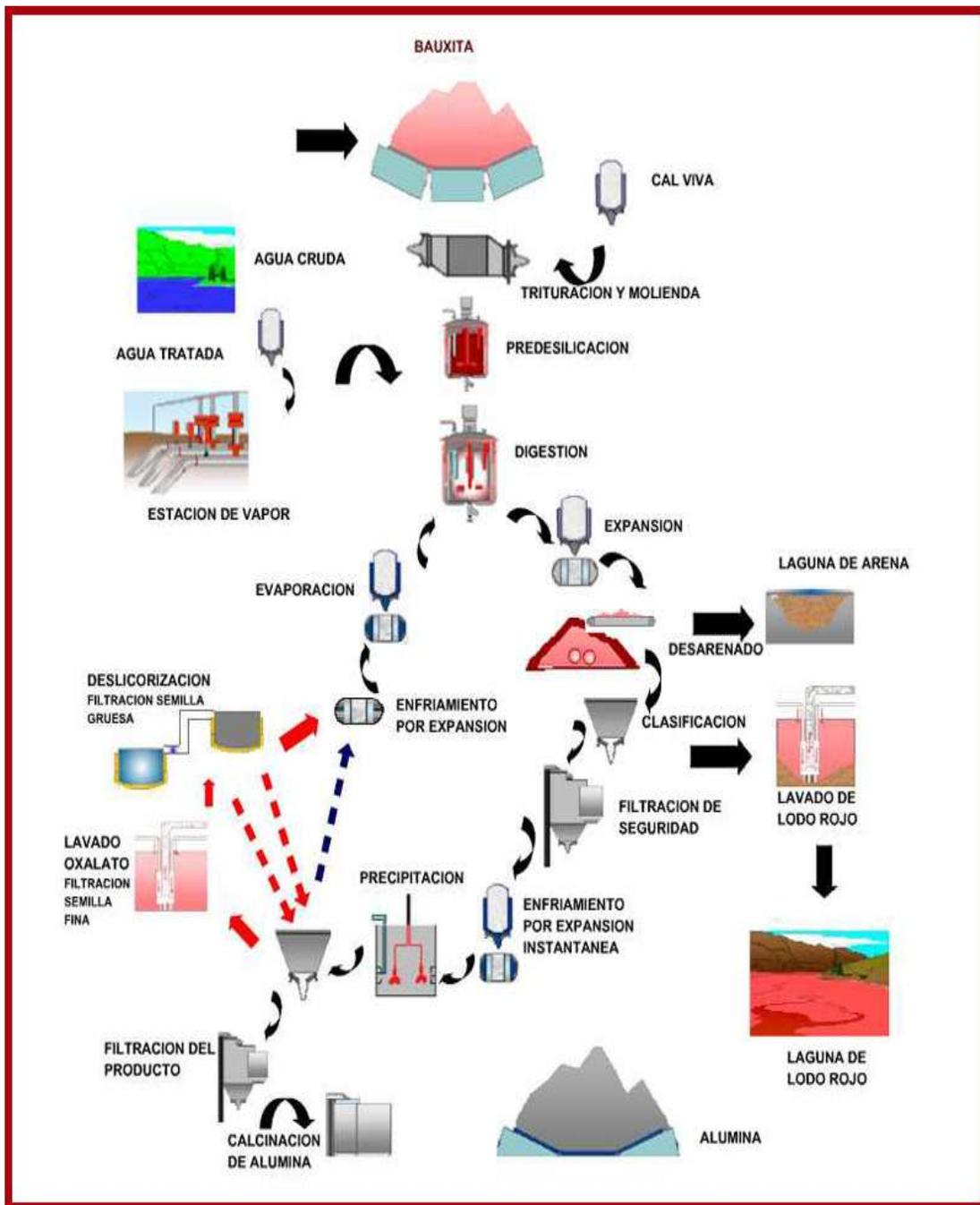


Figura N° 7. Flujograma Proceso Producción de Alúmina.
(Fuente: Elaborado por el SDI de la Empresa C.V.G. Bauxilum).

El proceso químico aplicado en la refinación del mineral de bauxita para producir alúmina de grado metalúrgico, esta basado en el proceso Bayer con la introducción de tecnologías dirigidas al aumento de la productividad.

El proceso Bayer fue desarrollado por el científico Austriaco Karl Joseph Bayer en el año 1888. dicho proceso consiste en la digestión a alta presión y temperatura de la bauxita previamente molida, utilizando hidróxido de sodio para luego retirarle las impurezas (arena y lodo), cristalizar el hidróxido de aluminio y posteriormente presecarla y calcinarla para obtener alúmina.

En la Planta CVG Bauxilum operadora de alúmina, este proceso se denomina en dos sectores denominados Manejo d Materiales, Lado Rojo y Lado Blanco, los cuales están conformados por áreas productivas y áreas de servicios.

De manera general, la planta esta constituida por las siguientes áreas:

AREA 16: Muelles, cintas transportadoras de Bauxita.

AREA 21: Patio de distribución de alta tensión.

AREA 22: Estación de transformadores principales.

AREA 25: Sistema de distribución de energía eléctrica.

AREA 31: Predesilicación

AREA 32: Trituración y Molienda

AREA 33: Digestión

AREA 34: Desarenado

AREA 35: Clarificación y Lavado

AREA 36: Caustificación de Carbonatos

AREA 37: Preparación de Lechada de cal

AREA 38: Filtración de Seguridad

AREA 39: Enfriamiento por expansión instantánea

AREA 41: Precipitación

AREA 42: Clasificación de Hidratos.

AREA 44: Filtración de productos

AREA 45: Calcinación

AREA 46: Evaporación

AREA 47: Patio de tanques de agua condensada

AREA 48: Patio de tanque de acido

AREA 49: Preparación de floculantes.

AREA 51: Sala de control central

AREA 55: Oxalatos.

AREA 58: Lavado y filtración de semilla.

AREA 61: Sistema de generación de vapor

AREA 63: Torre de enfriamiento de agua para calderas.

AREA 66: Planta de tratamiento de agua para calderas

AREA 71: Almacenamiento de Bauxita.

AREA 72: Transporte de Bauxita a los molinos.

AREA 73: Patio de Soda Cáustica Fresca

AREA 75: Manejo de desechos de lodo rojo.

AREA 77: Manejo y Almacenamiento de alúmina.

AREA 81: Sistemas de Agua Industrial.

AREA 82: Sistemas de Agua Potable.

AREA 83: Sistemas de Aguas Negras y Fluviales.

AREA 84: Sistemas de Aguas de Enfriamiento.

AREA 86: Sistemas de Aire Comprimido.

AREA 88: Sistemas de Combustibles Diesel.

AREA 91: Taller Mecánico

AREA 92: Taller de Vehículos y Equipo Móvil.

AREA 93: Laboratorio y Equipos.

AREA 95: Edificio Administrativo

AREA 98: Vigilancia.

AREA 99: Taller Electricidad e Instrumentación.

Las áreas 16, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 55, y 58 son propios del proceso de refinación de alúmina las restantes son solo áreas de control, servicios y personal.

El proceso productivo en la planta esta dividido en tres grandes áreas: manejo de materiales, lado rojo y lado blanco, las cuales se describen a continuación.

2.1.11.1 Manejo de Materiales

El área de Manejo de Materiales está conformada por los equipos que permiten el manejo de la bauxita y soda cáustica y la exportación del producto final. La planta de alúmina cuenta con unidades para el apilado y recuperación de la bauxita.

Actualmente posee una unidad con sistemas de cangilones que combina tanto el apilado como la recuperación, con una capacidad promedio de 2.400 t/h para el apilado y de 900 t/h para la recuperación. Este último sistema de manejo de material le añade suficiente capacidad de transporte y almacenamiento en el orden de 1.500.000 t para garantizar una alimentación continua de bauxita desde Los Pijigüaos. Además cuenta con dos silos adicionales de bauxita (un almacén cubierto de 220.000 t y una pila abierta de 280.000 t) y un silo de alúmina con una capacidad de 150.000 t.

2.1.11.2 Lado Rojo

El lado rojo permite la reducción del tamaño de las partículas de mineral, la extracción de la alúmina contenida en la bauxita y la separación de las impurezas que acompaña la alúmina presente en el proceso.

En el lado rojo, el proceso se realiza en dos etapas. Este comienza en el área de reducción del tamaño, compuesta por 5 trituradores y 5 molinos de

bolas. La bauxita debe ajustarse a un tamaño específico de partícula con una distribución adecuada para su tratamiento posterior (80% menor a 0,3 mm). El área de predesilicación está conformada por 4 tanques calentadores (1.700 m³ c/u) en serie y bombas de transferencia para controlar los niveles de sílice (SiO₂), en el licor del proceso y en la alúmina. El proceso de predesilicación consiste en incrementar la temperatura del lodo o pulpa de bauxita a 100°C, manteniéndola durante 8 horas, al tiempo que se agita el material.

De manera de extraer la máxima cantidad de alúmina de la bauxita, el mineral (suspensión de bauxita) y la soda cáustica (licor precalentado) tienen que ser mezclados en una proporción adecuada en los digestores, los cuales están bien dimensionados para permitir el mayor tiempo de permanencia a objeto de mejorar el proceso de predesilicación. La suspensión resultante del lodo en digestión es reducida a la presión atmosférica a través de una serie de tanques de expansión, para su posterior bombeo al área de desarenado.

En el área de desarenado, los hidrociclones en combinación con el juego de tres (3) clasificadores en espiral son usados para el desarenado de la bauxita, (las partículas sólidas en la suspensión -slurry- mayores a 0,1 mm son denominadas como "arena").

Las partículas finas remanentes de la digestión de la bauxita, conocidas como lodo rojo, deben ser separadas de la suspensión de alúmina antes de que ésta pueda ser recuperada por precipitación. Esto se consigue por la decantación en los tanques espesadores y lavadores (clasificación y lavado de lodo). Los polímeros son añadidos en las suspensiones de lodo en varios puntos para incrementar la velocidad de asentamiento.

La filtración del lodo es ahora cuando aplica. El rebose proveniente de los tanques espesadores es filtrado a presión en una batería de ocho filtros

batch, a fin de eliminar las partículas de lodo rojo que todavía permanezcan en la solución de aluminato de sodio.

Conformación de Lado Rojo

- ✓ Se divide en Lado Rojo I y Lado Rojo II. Entre las modificaciones más significativas en el proceso se pueden enumerar las siguientes áreas operativas: (Ver figura 8).

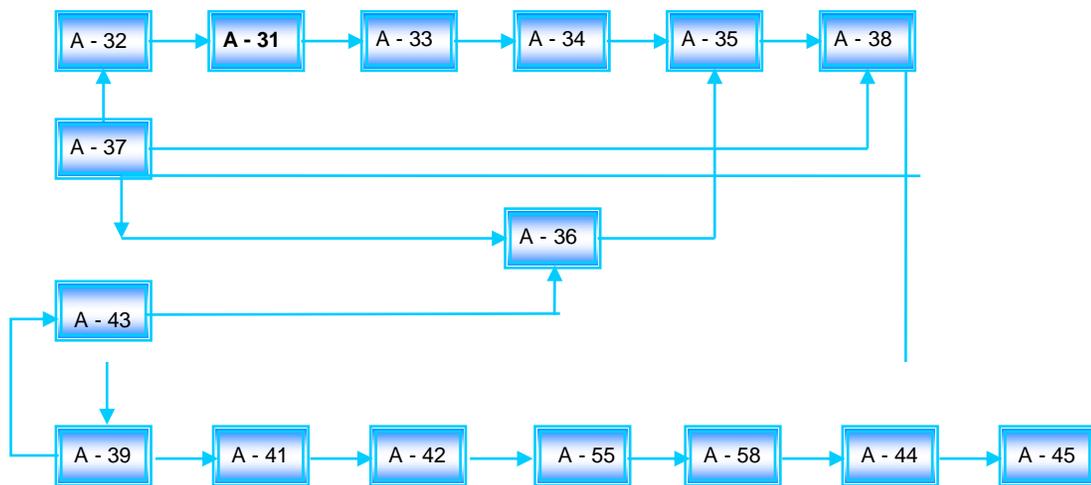


Figura N ° 8. Diagrama de Flujo de las diferentes áreas.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Trituración y Molienda (área 32)

Tiene como función reducir el mineral de bauxita a un tamaño de partículas apropiado para la extracción de alúmina y que garantice su dilución total durante la digestión.

La bauxita es transportada desde los patios de almacenamiento hasta las tolvas de bauxita y luego hacia las correas pesadoras que descargan el chuto de alimentación del triturador de placas, donde se mezclan internamente con cal e inyección de soda cáustica. En el molino se efectúa la molienda húmeda con granulometría del 80% de las partículas menores de 300 micrones y una concentración de sólidos entre 950g/l a 1050g/l la cual es bombeada hacia los tanques de relevo por medio de bombas, tanques que garantizan el suministro continuo de suspensión al área de Predesilicación.

La reducción de tamaño se realiza por dos métodos:

- ✓ Trituración y Molienda.
- ✓ Molienda.

Los términos de trituración y molienda normalmente están asociados con el significado por la naturaleza del material alimentado, por su tamaño y por la reducción que pueda alcanzarse. La trituración considera la reducción de materiales a tamaños gruesos no mayores de 10mm a 20mm. Se efectúa en maquinas llamadas trituradores, quebrantadores o chancadores.

La molienda es el proceso por el cual el material previamente triturado es reducido en partículas mas finas. En CVG Bauxilum se realiza la molienda en base húmeda por presentar una serie de ventajas sobre la base seca, entre las cuales se tiene:

- ✓ Consumo de energía del orden de 30% menos que con la molienda seca.
- ✓ Circuitos más sencillos y baratos que en vía seca, donde el transporte y la captación de polvo, o la necesidad de secar el material en varios casos complica el sistema y aumenta el costo de inversión.
- ✓ Reducción de la sobremolienda, frecuentemente en molienda seca, debido a tiempos de retención más largos, pudiendo traer problemas en el procesamiento de minerales. (Ver figura 9).

✓

Parámetros de Granulometría

✓ Granulometría

Malla	%
< 600 micrones	90
<300 micrones	80
<150micrones	65
<53micrones	50

Concentración de Sólidos 950g/l a 1050g/l

Nivel de Fosfato en el Licor Madre (LMD): <0.11%

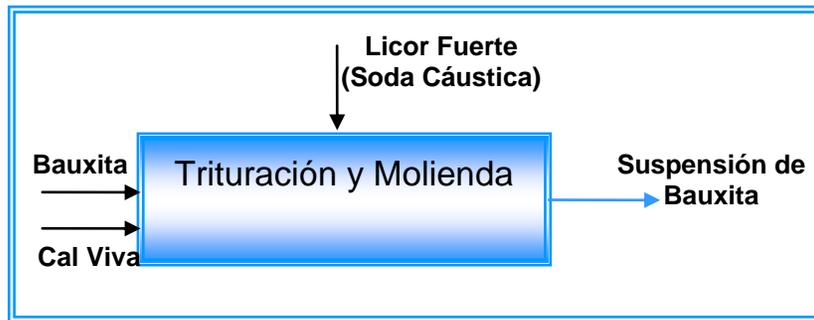


Figura N° 9. Diagrama de Flujo del área 32.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Predesilicación (área 31)

Consta de 4 tanques calentadores de 1.700 m³ y bombas destinados a controlar los niveles de sílice (SiO₂), en el licor de proceso y la alúmina. El proceso consiste en elevar la temperatura de 650 m³/h. de pulpa de bauxita a la temperatura de 100 °C, manteniéndola durante 8 horas, al tiempo que se agita el material.

Esta área tiene como propósito aportar el tiempo de resistencia necesario para que se genere la cantidad suficiente de semilla en la suspensión de bauxita antes de la etapa de la digestión, con el fin de que el proceso de precipitación de sílice en dicha etapa sea acelerado y los valores de sílice disueltos en el licor sean adecuados.

- ✓ La predesilicación se efectúa sobre la suspensión de la bauxita proveniente del área 32. Cada tanque está dotado con agitadores, canales de rebose entre tanques y bombas de recirculación para casos en que fallen los agitadores y para el vaciado de los tanques. (Ver figura 10).



Figura N° 10. Diagrama de Flujo del área 31.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Digestión (área 33)

El objeto de esta área es el disolver con soda cáustica la mayor cantidad posible de la alúmina trihidratada ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) contenida en la bauxita.

La suspensión de bauxita molida Predesilicada proveniente del área anterior se envía por medio de las bombas al área de digestión, la cual se mezcla con licor fuerte caliente, antes de entrar al primer digestor en la línea de una serie de cuatro recipientes de digestión; los cuales proporcionan un tiempo suficiente para que ocurra la reacción de disolución de la alúmina y la precipitación de la sílice reactiva.

- ✓ La digestión se lleva a cabo a una temperatura de 140 °C, produciéndose una solución acuosa de aluminato de sodio, la cual contiene ciertas impurezas tales como silicato, óxido férrico y titanio. (Ver figura 11).

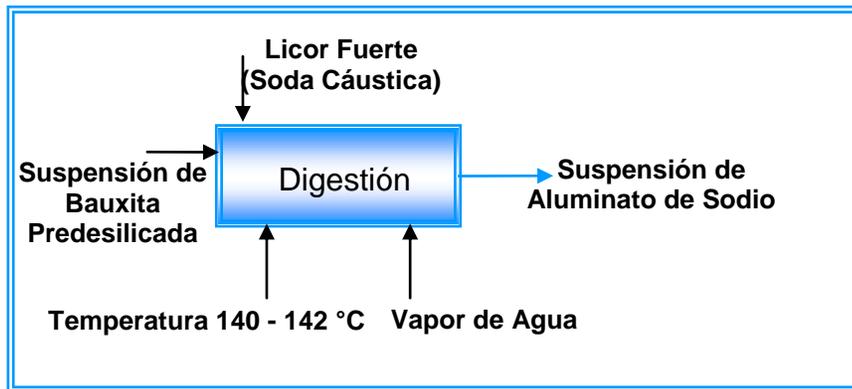


Figura N ° 11. Diagrama de Flujo del área 33.

(Fuente: Elaborado por el autor).

✓ **Desarenado**

Separa los desechos insolubles de tamaño comprendidos entre 0.1 y 0.5 mm, los cuales se producen en la etapa de disolución de la alúmina en el licor cáustico. (Ver figura 12).

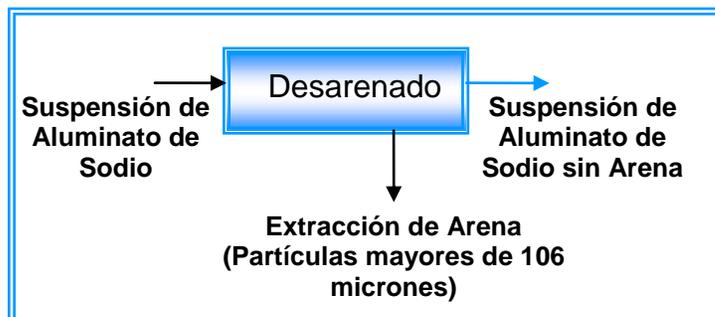


Figura N ° 12. Diagrama de Flujo del área 34.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Clarificación y Lavado de Lodo Rojo (área 35)

✓ Esta área tiene como función la separación de la mayor parte de los desechos insolubles, comúnmente llamados lodos rojos, producto de la disolución de la alúmina en el licor cáustico y la recuperación de la mayor

cantidad de soda cáustica asociada a estos desechos, empleando para ello una operación de lavado con agua en contracorriente. (Ver figura 13).

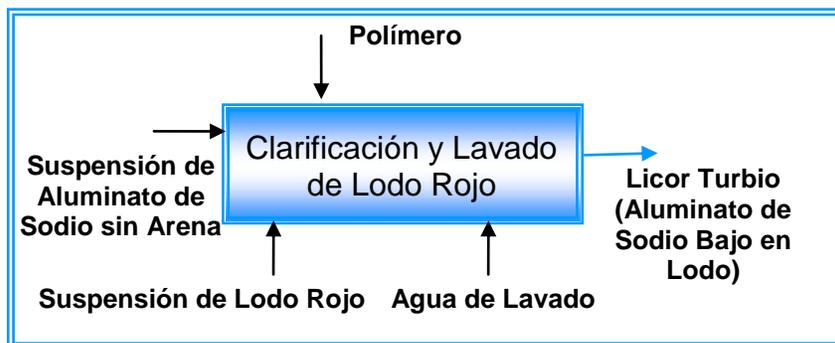


Figura N° 13. Diagrama de Flujo del área 35.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Filtración de Seguridad (área 38)

Separa las trazas de lodo rojo en el licor madre saturado en alúmina. Otra de las áreas en la que normalmente se está agregando cal en forma de lechada de cal es el área de filtración de seguridad. Allí la lechada se inyecta a la línea de licor madre que va a ser sometido a filtración de tal forma que ocurra la reacción de hidróxido de calcio con el aluminato de sodio formando el aluminato de tricálcico (TCA) el clásico ayudante de filtración del proceso Bayer.

La adición de lechada de cal en esta área es de vital importancia ya que si no hay TCA en los filtros, se tapanían inmediatamente obligando a reducir los flujos y eventualmente parar la planta.

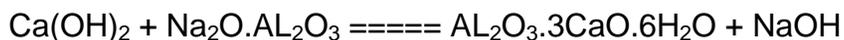
En el proceso de filtración del licor madre, se logra un filtrado de 1 miligramo por litro de sólidos primordialmente en la forma de óxido y hierro y titanio, utilizando filtros de presión denominados “filtros Kelly”. Estos filtros operan a

presiones de hasta 2.5 bar y contienen internamente bolsas filtrantes de material de polipropileno multifilamento. Para evitar que las bolsas filtrantes se tapen o obstruyan rápidamente se emplea un proceso ayudante de filtración en el que se utiliza la lechada de cal para formar TCA.

El TCA forma una torta permeable de gran porosidad que permite que las partículas al ser filtradas se estructuren de una mejor manera en la tela filtrante prolongando así el ciclo de filtración. La dosificación de cal en esta área depende del volumen de licor madre que se maneje. Usualmente se inyecta 5.5 m³/h de lechada por filtro que este en servicio. Estos consumos están alrededor de 4-5 kg/tm alúmina.

El TCA se forma de acuerdo a la reacción siguiente:

Lechada. Aluminato de Sodio ===== Aluminato Tricálcico



En esta reacción es importante controlar varios parámetros de tal forma que se obtengan un TCA de buena calidad. Entre los parámetros a controlar esta:

Temperatura de la reacción

Esta reacción se realiza en un tanque reactor en donde hay que regular la temperatura a 90 °C, la temperatura óptima de acuerdo a la solubilidad y reactividad del TCA.

Proporcionada de lechada a licor madre

Es importante mantener una relación de licor madre a lechada de 4-5 menor a 1 de tal forma que el TCA no contenga exceso de calcio que afecta luego el rendimiento de los filtros. Un exceso de calcio en el TCA crea un residuo de calcio en las telas de los filtros removibles solamente por ácido clorhídrico al

10% de concentración. Por el contrario una deficiencia de calcio tiende a crear una torta poco porosa que no ayuda el rendimiento global de la filtración.

La adición de mucho calcio puede provocar un incremento del contenido de CaO en el producto final. Es importante destacar que esta reacción es consumidora de alúmina, disminuyendo efectivamente el rendimiento global de la planta, razón por la que hay que mezclar ambos ingredientes en las proporciones debidas.

Tiempo de resistencia en el reactor

- ✓ El último parámetro de gran importancia es el tiempo de resistencia del TCA en el reactor. Este tiempo depende del licor madre de cada planta y de las especificaciones de cada lechada, (contenido de CaO, sólidos residuos o arena, etc). Un tiempo de resistencia muy corta no permitirá la formación de la reacción en todo el sentido y la actividad del producto sería limitada. Un tiempo de reacción muy largo tendería a formar un TCA sobrecocinado lo cual ocasionaría entre otras cosas: riesgo de retrogradación, incrustaciones y una torta en los filtros demasiado gruesa y de poca porosidad. (Ver figura 14).

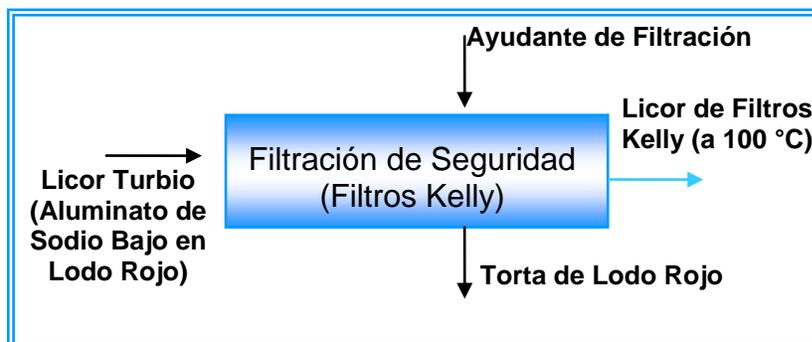


Figura N° 14. Diagrama de Flujo del área 38.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Lechada de Cal (área 37)

Las funciones que cumple esta área es la de:

- ✓ Descargar y almacenar la cal viva recibida en cisternas.
- ✓ Transportar neumáticamente cal viva al área de trituración y molienda (área 32).
- ✓ Preparar, almacenar y enviar suspensión de lechada de cal a las áreas de filtración de seguridad (área 38) y al área de caustificación de carbonatos (área 36).

La cal es enviada desde los silos de almacenadores hasta las tolvas de los apagadores y de los molinos mediante un sistema neumático de transporte alimentado desde la sala de compresores.

La suspensión de lechada de cal rebosa a un tanque de relevo adjunto al apagador de cal desde donde es bombeada a los tanques almacenadores de lechada de cal.

La cal es utilizada para el control de impurezas en el circuito de licor de planta, por otro lado la cal viva es hidratada en los apagadores con condensado de proceso caliente donde ocurre la siguiente reacción:



Es una reacción exotérmica, donde se alcanza una temperatura de 100 °C. La estructura de la cal viva cambio cuando se produce el hidróxido. La cual hidratada es en esencia hidróxido de calcio, óxido de calcio y muy poco hidróxido de magnesio. Esta cal hidratada no es fácilmente soluble, por lo que suele existir en forma de lechada de cal: una mezcla acuosa de cal en solución y cal en suspensión.

Dentro del proceso Bayer, la cal posee principalmente un efecto purificador, pues tanto la cal viva como la cal hidratada reaccionan con sales sódicas, sustituyéndose el sodio por el calcio.

- ✓ La lechada de cal debe obtenerse con una concentración neta de 150 g/l atendiendo los parámetros fijados por la Gerencia de Control de Calidad y Procesos. (Ver figura 15).

Parámetros de Operación

- ✓ Concentración de sólidos en la suspensión de lechada de cal: 150g/l.
- ✓ Densidad de operación:

Con agua fresca: 1100 Kg/m³

Con condensado de proceso: 1080 Kg/m³

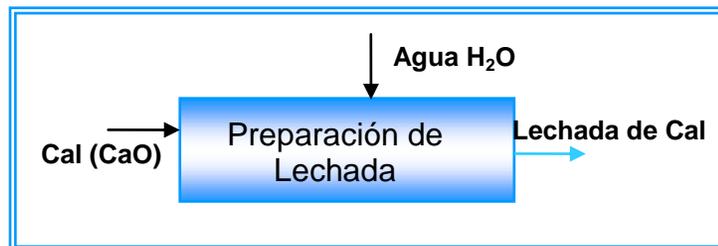


Figura N° 15. Diagrama de Flujo del área 37.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Caustificación de Carbonatos (área 36)

Controla los niveles de contaminación del licor de proceso a través del carbonato de sodio (Na₂ CO₃). Capacidad: 600 m³ de licor/hora, para la

conversión de 4 toneladas de carbonato de sodio a carbonato de calcio (CaCO_3) por hora, el cual se elimina del proceso.

También se utiliza cal en el Proceso Bayer para caustificar el licor que esta en recirculación. Uno de los problemas de licor Bayer es que el mismo se va cargando de impurezas del tipo carbonatos provenientes de la presencia del carbón.

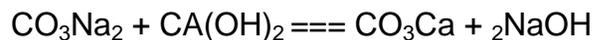
Además existe un área para caustificación de los oxalatos, normalmente se utiliza en conjunto con una planta de lavado de la semilla fina producida en el proceso Bayer.

La presencia de carbonatos y sales orgánicas de sodio producen diversos inconvenientes: unos de orden químico, como la limitación de la velocidad de precipitación, otros de orden tecnológico, como la precipitación de las sales perjudiciales en ciertos puntos del circuito.

Tal presencia de carbonatos obliga a la utilización de un área de descarbonatación o caustificación que consiste en tratar uno de los afluentes de plantas con hidróxido de calcio formando carbonato de calcio y recuperando cáustica en forma de hidróxido de sodio.

La reacción de caustificación puede resumirse así:

Carb. De Sodio puro + lechada \rightleftharpoons Carb. De Calcio + hidróxido de Sodio.



- ✓ En la planta de alúmina la caustificación debe efectuarse con frecuencia en presencia de aluminato de sodio. En este caso el sistema se vuelve mucho mas complicado, pues a la base precedente se le agregan las reacciones debidas a la formación de aluminato de calcio. (Ver figura 16).

Parámetros de Operación

- ✓ Eficiencia relativa > 95%
- ✓ Temperatura de reacción: 95 °C
- ✓ Flujo de SLC (licor cáustico Sobrenadante): según la concentración de carbonatos en el LCD (licor cáustico diluido).
- ✓ Concentración de sólidos en SLC: 150g/l.
- ✓ Concentraron de cáustica en el licor de entrada: < 40g/l.

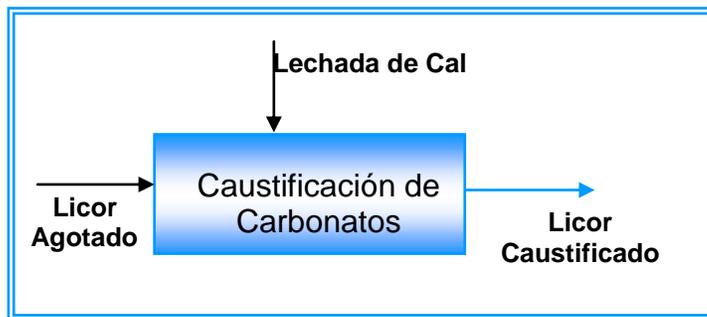


Figura N° 16. Diagrama de Flujo de área 36.
(Fuente: Elaborado por el autor).

2.1.11.3 Lado Blanco

En el lado blanco, después de haberse filtrado la suspensión de aluminato de sodio, ésta pasa a una fase de enfriamiento por expansión que la acondiciona (sobresatura) para la fase de precipitación donde se obtiene el hidrato de alúmina.

La precipitación del hidrato es promovida por la adición de semillas de hidrato, las cuales van a actuar como nucleadores y fomentadores del

crecimiento de las partículas de trihidrato de aluminio. Las semillas de hidrato de alúmina pasan por un proceso de lavado y filtrado antes de que sean retornadas a los precipitadores, lo que se traduce en un incremento neto en la productividad en el orden de 500 t/día.

Los cristales de alúmina que van precipitando a partir del licor preñado fluyen a la temperatura de 60 a 75°C a través de la primera serie de 9 precipitadores (1.650 m³), los cuales están provistos de agitación mecánica. El proceso de precipitación es una reacción lenta que requiere de un tiempo de residencia de hasta 40 horas.

Por cada etapa se tienen en el primer paso de precipitación doce precipitadores de 1.650 m³ y para el segundo paso quince precipitadores de 3.000 m³. Un tercer paso de diez precipitadores de 4.500 m³ es común para ambas etapas.

La preclasificación del hidrato se consigue en los últimos dos precipitadores de 4.500 m³. Del área de precipitación, los cristales del hidrato pasan al área de clasificación.

La clasificación es por rangos de tamaño, separándose las partículas en tres fracciones, la más gruesa se envía a filtración y calcinación, mientras que la intermedia y fina se recicla para ser empleadas como semillas. Los cristales de hidrato depositados en el fondo de los clasificadores primarios son enviados al área de filtración del producto, donde el hidrato es lavado y separado del licor cáustico agotado mediante filtración al vacío en filtros horizontales. El hidrato filtrado tiene que alcanzar un bajo contenido de humedad libre, para así minimizar el calor requerido para el secado térmico en los calcinadores. Con el lavado del trihidrato se desea minimizar el contenido de soda cáustica en el hidrato para reducir aun más las pérdidas

de dicha sustancia y evitar que el producto final esté contaminado con soda cáustica.

El hidrato filtrado es descargado por medio de un tornillo sin fin hacia la tolva de alimentación de los secadores Venturi de los calcinadores. El hidrato es calcinado con el propósito de remover la humedad y el agua químicamente ligada. Esto es hecho en un calcinador de lecho fluidizado (dos por etapa) a una temperatura máxima de 1.100 °C. El agua es removida por intercambio de calor en los ciclones entre el hidrato y los gases de desecho. El material luego entra en el horno de lecho fluidizado. Finalmente la alúmina calcinada es enfriada en ciclones con intercambio de calor en contracorriente con el aire de combustión. Un enfriador de lecho fluidizado provee el enfriamiento final. Para separar los sólidos arrastrados en los ciclones con gases de desechos e incrementar la eficiencia, se instalaron unos precipitadores electrostáticos. El ciclo de producción de la alúmina es un circuito cerrado en lo que respecta al licor cáustico el cual es manejado a diferentes niveles de concentración. Una planta de evaporación instantánea está instalada para restaurar la concentración original de la cáustica y reducir el consumo específico de vapor.

Constitución de Lado Blanco

Esta sección esta constituido por Lado Blanco I y Lado Blanco II.

Después de la purificación el licor rico en alúmina se somete a una fase de enfriamiento, que lo prepara para la fase de precipitación, donde se obtienen los cristales para obtener un corte grueso que se conoce como hidrato de alúmina y dos cortes mas finos que determinan las semillas finas y gruesas, las cuales se reciclan en la fase de precipitación. El hidrato de alúmina se envía a una fase de filtración y lavado donde se separa totalmente la soda cáustica.

La conclusión del proceso Bayer ocurre e los calcinadores, donde se obtiene la alúmina de grado metalúrgico, producto dispuesto para ser utilizado en los reductoras. He aquí las siguientes áreas:

Enfriamiento Por Expansión Instantánea (área 39)

Opera la reducción de la temperatura del licor madre al valor requerido para el proceso de precipitación de alúmina.

- ✓ El licor madre proveniente de la etapa de filtración de seguridad se enfría desde 100 °C hasta una temperatura prefijada dependiendo de las características de calidad deseada, está puede variar entre 77 y 72 °C, este enfriamiento se efectúa por medio de cinco recipientes de expansión instantánea, para pasar a la etapa siguiente de precipitación. (Ver figura 17).

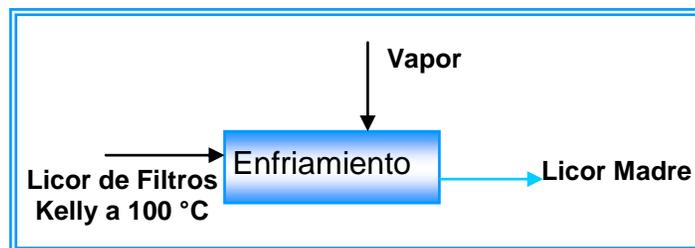


Figura N° 17. Diagrama de Flujo del área 39.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Precipitación (área 41)

En esta área la alúmina es disuelta en el licor madre y en estado de sobresaturación es inducida a cristalizar en forma de trihidróxido de aluminio sobre una semilla del mismo compuesto.

- ✓ El licor madre sobresaturado en el aluminato de sodio proveniente del área de enfriamiento por expansión instantánea fluye al primero de una serie de precipitadores al que también se le introduce suspensión de semilla fina proveniente del área 55 (control de oxalato), con el objeto de promover la aglomeración y el crecimiento de nuevos cristales. (Ver figura 18).

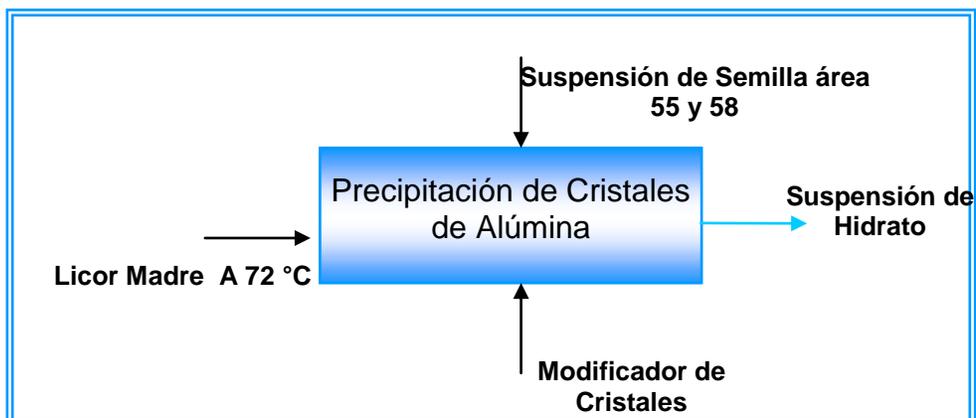


Figura N° 18. Diagrama de Flujo de área 41.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Clasificación de Hidrato (área 42)

Clasificación por tamaño de partículas del trihidróxido de aluminio, conocido como hidrato, producto que se utiliza para calcinar semilla fina y semilla gruesa.

La función del área 42 es separar los sodios de la alúmina trihidratada del licor agotado y lograr una clasificación de los sólidos en tres fracciones, a través de una batería de hidrociclones y tanques de clasificación de hidratos.

- ✓ Finalmente los tanques espesadores secundarios clasificarán la suspensión en una parte que sedimentará y se descargará por su parte inferior, llamándose semilla fina gruesa y se enviará al área 55 (control de oxalato), y el rebose que contiene la semilla fina pasará a los tanques espesadores terciarios, en los que se sedimentará y será enviado al área 39 (enfriamiento por expansión instantánea). (Ver figura 19).

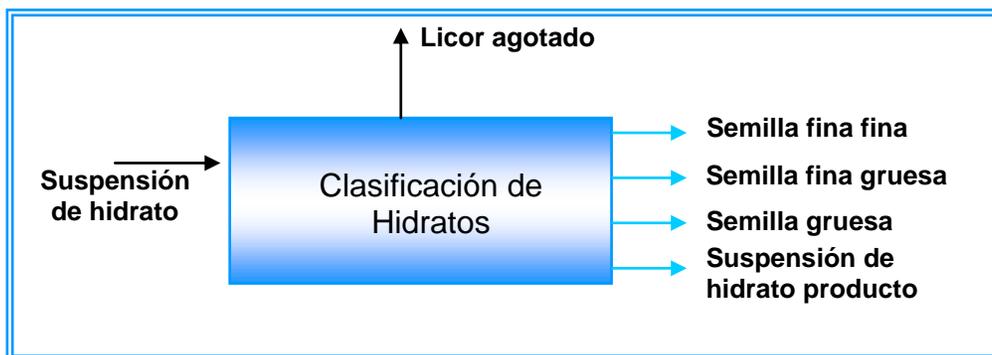


Figura N° 19. Diagrama de Flujo área 42.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Lavado de Oxalato (área 55)

El propósito del área 55 consiste en activar la semilla fina y gruesa mediante la filtración y lavado para remover el oxalato y otras impurezas orgánicas que precipitadas en la superficie impide una buena aglomeración y crecimiento de las partículas durante el proceso de precipitación.

Las funciones de esta área consisten en deslicorizar, lavar la semilla fina-fina y fina-gruesa proveniente del área de clasificación de hidratos y resuspenderlas para llegar a la precipitación.

- ✓ El objetivo es activar la semilla fina mediante la disminución de oxalatos presente sobre la superficie de los cristales que impiden el crecimiento del cristal y provocan la formación de los finos. Primeramente se filtra la semilla y luego se lava con condensado en los tanques lavadores. La torta lavada se descarga a los tanques de lavado de semilla, donde se mezclan con un volumen de licor filtrado y con agua de lavado a 30 °C aproximadamente. De aquí se envía a los filtros donde se envía un proceso de lavado con agua caliente y desaguado de la torta, la cual se envía a unos tanques donde se mezcla con licor madre (licor fuerte) proveniente del área 39 para luego ser transportados al área 41.

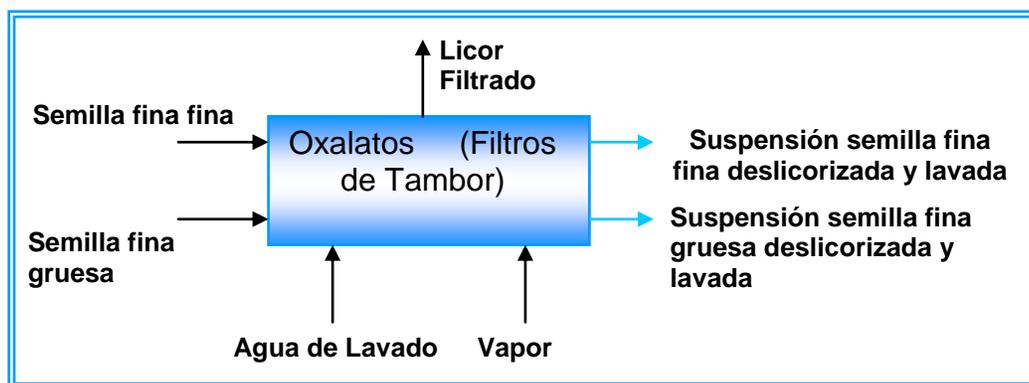


Figura N° 20. Diagrama de Flujo área 55.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Lavado y Filtración de Semilla (área 58)

Filtración De Semilla Gruesa

Filtración de la semilla gruesa con el fin de reducir al máximo el reciclaje de licor agotado, con poca capacidad para precipitar el hidrato.

La finalidad del área de filtración de semilla gruesa es deslicorizar toda la semilla gruesa provenientes de los ciclones de semilla, de los tanques primarios de semilla y tanques secundarios del área de clasificación y resuspenderla con suspensión de aglomeración, para evitarla al primer precipitador en línea de la etapa de crecimiento en el área de precipitación.

Filtración De Semilla Fina

- ✓ Filtración y lavado con agua caliente de la semilla fina a ser reciclada en el área de precipitación, a fin de eliminar el oxalato de sodio y otras impurezas precipitadas en ella y así garantizar el control de granulometría del hidrato. (Ver figura 21).

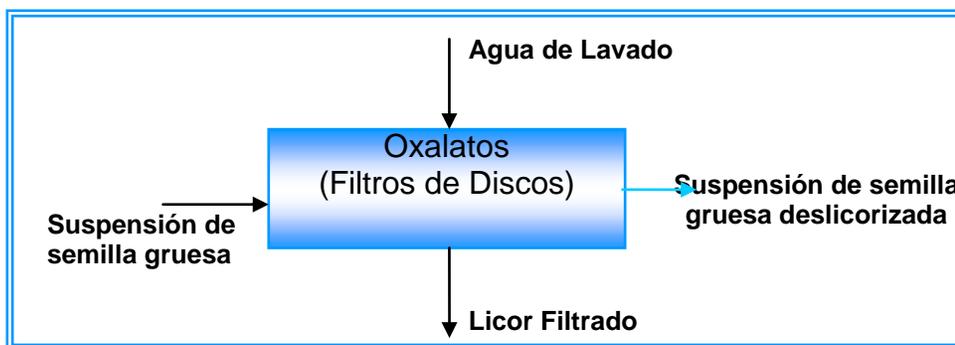


Figura N° 21 Diagrama de Flujo área 58.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Filtración De Producto (área 44)

En estas áreas se convierte el trihidróxido de aluminio ($AL_2O_3 \cdot 3H_2O$) en alúmina grado metalúrgico. (AL_2O_3), con máxima reducción de sodio soluble asociado al hidrato.

- ✓ Esta área tiene como finalidad la separación del hidrato del filtrado proveniente del área de filtración de semilla gruesa (área 58), esto se realiza por medio de filtración al vacío en filtros horizontales con el objetivo de alcanzar un bajo contenido de húmeda y soda caustica en el hidrato. (Ver figura 22).

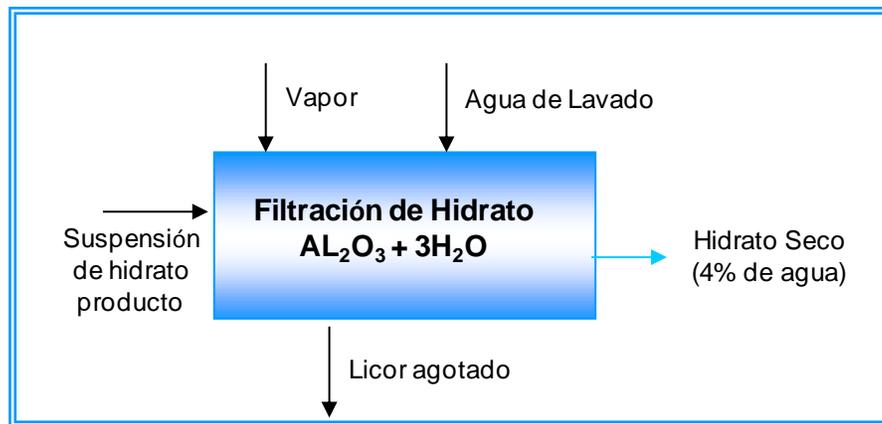


Figura N° 22. Diagrama de Flujo área 44.

(Fuente: Elaborado por el autor).

Calcinación (área 45)

- ✓ Esta es la última etapa del proceso Bayer, cuya finalidad es producir alúmina de grado metalúrgico a partir del hidrato proveniente de la filtración de producto. El hidrato se somete a secado y precalentamiento, calcinación y enfriamiento, para lo cual el área cuenta con cuatro unidades calcinadoras. (Ver figura 23).

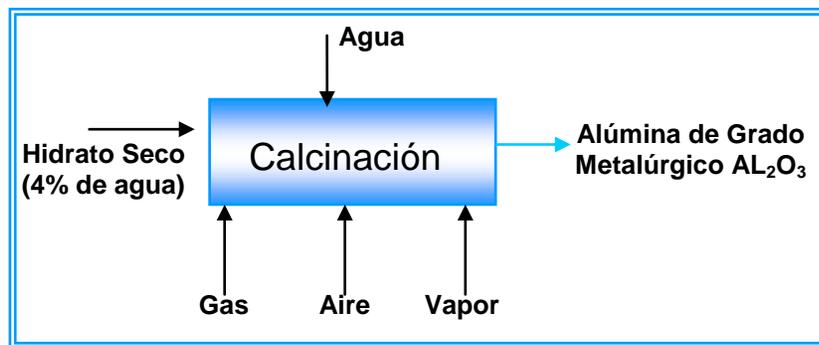


Figura N° 23. Diagrama de Flujo área 45.
(Fuente: Elaborado por el autor).

Evaporación (área 46)

- ✓ El licor agotado que sale del proceso se envía a una serie de intercambiadores de calor donde su concentración de caustica se vuelve al vapor requerido al evaporar una cantidad de agua equivalente a la que se introdujo en el circuito de los licores. (Ver figura 24).

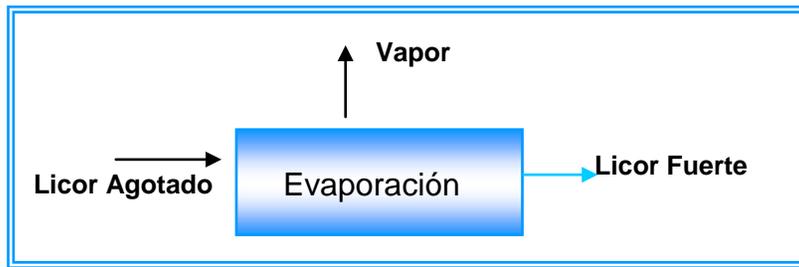


Figura N° 24. Diagrama de Flujo área 46.
(Fuente: Elaborado por el autor).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 BASES TEÓRICAS

Dadas las características del objeto de estudio, la cual involucra la evaluación de los procesos productivos de diversas compañías que se encuentran en el país, definido por la empresa como un servicio ya que sirve de soporte para la eficaz ejecución de los Procesos Medulares, este tiene como elemento común el servicio de realizar las respectivas visitas para así comparar los costos de las opciones programadas y elegir el proveedor que cumpla con las descripciones requeridas por la empresa.

La Superintendencia de Energía y Materiales unidad adscrita a la Gerencia de Control de Calidad y Procesos, es la encargada de gestionar todo lo relacionado con el seguimiento, control y recepción de insumos y materias primas utilizadas en el Proceso Bayer de la empresa CVG Bauxilum, este ultimo por medio de la programación de recepción de los mismos, el método que especifica las actividades para llevar el proceso de descarga del material o insumo están definidas dentro de la empresa.

En cuanto a conocimientos de las actividades realizadas durante las visitas a las diferentes plantas nacionales la empresa no dispone de información detallada que describa las mismas, dada a que son operaciones desarrolladas en procesos fuera de las misma, en la actualidad no se ha realizado ningún estudio o informe relacionado con la temática del estudio.

3.1.1 Estudio de las Visitas

Es el procedimiento utilizado para realizar visitas requeridas por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño cumple una tarea suministrada conforme a un método específico.

Esta actividad implica la técnica de establecer varias visitas autorizadas en dichas empresas que se encuentran en el país, para realizar una tarea establecida para tal fin, con base en la medición del contenido del trabajo del método preescrito con la debida consideración de elegir un proveedor que cumpla con las exigencias generadas por la empresa.

3.1.1.1 Objetivos del Estudio de las Visitas

- ✓ Evaluar las visitas requeridas para la ejecución de trabajos.
- ✓ Conservar los recursos y minimizar los costos.
- ✓ Desarrollar mediante las visitas un nuevo proveedor en la zona que cumpla con las descripciones establecidas por la empresa.

3.1.2 Estudio Técnico

Se encarga de brindar repuesta a la factibilidad técnica de cualquier proyecto sometido a evaluación, con el fin de definir la función de producción incluyendo la tecnología, que optimice la utilización de la materia prima y los insumos necesarios para los objetivos que tiene trazado el proyecto, además de conocer las necesidades de mano de obra, recursos, materiales y capital, tanto para la ejecución y puesta en marcha como para la operación del proyecto.

Para la puesta en marcha de este estudio deberán determinarse los requerimientos de equipos, construcciones, facilidades auxiliares, materia prima, insumos y afluentes, que permitan establecer una distribución en planta.

Técnicamente, pueden existir diversas alternativas entre la que algunos pueden preferir soluciones mas modernas, pero que pueden no ser las más económicas. Por lo tanto, todo estudio en esencia debe ser un estudio técnico - económico.

3.1.2.1 Objetivos del Análisis Técnico de un Proyecto

- ✓ Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.
- ✓ Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.
- ✓ Análisis de disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.
- ✓ Identificación descripción del proceso.
- ✓ Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

En resumen, se pretende resolver las preguntas referentes a donde, cuanto, cuando, como y con que producir lo que se desea, por o que el aspecto técnico – operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.

3.1.3 Estudio Económico

Generalmente un proyecto responde a un esquema que tiene un costo inicial y que promete retornos futuros. Muchas veces a la empresa se le presenta la posibilidad de emprender un nuevo proyecto;”es el director financiero quien tiene que decidir si ese proyecto vale la pena o no. Un estudio económico es aquel cuyo objetivo es determinar la factibilidad económica de los proyectos a manera de poder seleccionar la mejor alternativa de solución. La decisión sobre un proyecto depende esencialmente de la siguiente consideración: si el proyecto aumentara el valor de la empresa. El valor de una empresa consiste en el valor actual de los proyectos que esta emprende.

3.1.4 Pasos para un Estudio de Factibilidad Económica (Análisis Cuantitativo)

Los pasos de un estudio para determinar la factibilidad económica de un proyecto son los siguientes:

A-. Identificación de Problemas y/o Necesidades

Lo más importante de este paso es establecer claramente los objetivos que se desean alcanzar, lo cual facilitara los pasos siguientes.

B-. Establecimiento de Restricciones

Este paso busca establecer las limitaciones existentes, ya sean de orden técnico, social, económico u otras. Las restricciones suelen referirse a niveles de calidad, contaminación, beneficios, entre otros.

C-. Generación de Ideas o de Proyectos de Inversión

El logro de los objetivos, en la mayoría de los casos, se pueden alcanzar a través de diferentes maneras, es decir, existen diferentes medios o vías de solución, alternativas para lograr lo que se desea y de todas ellas, habrá que elegir la mas conveniente desde el punto d vista económico.

D-. Estimación de los Flujos Monetarios de los Proyectos

La estimación de los monetarios se refiere a la determinación por anticipado de los costos e ingresos. En esta estimación se debe dar una gran importancia a los sucesos futuros y las relaciones con los datos pasados, con el fin de utilizar de forma adecuada la información.

E-. Determinación de la Factibilidad Económica

Es un índice que permite conocer de manera anticipada, el resultado global de la operación de un proyecto, desde el punto de vista económico. Para poder emprender los proyectos, una vez que se estiman los costos de ingresos asociados a las diferentes alternativas, es necesario resumir de alguna manera el atractivo de los mismos.

F-. Toma de Decisiones

La toma de decisiones es proceso que permite seleccionar la mejor alternativa entre un conjunto de oportunidades de inversión rentable, para esto se establece el conjunto de decisiones basándose en los resultados obtenidos en la evaluación, además de contar con la concordancia de los criterios económicos previamente establecidos.

3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS EN EL PROCESO

Materia Prima

Podríamos definir como materia a todos aquellos elementos físicos susceptibles de almacenamiento o stock. Contablemente se ubicara dentro del rubro de bienes de cambio y su naturaleza podrá variar según el elemento del costo de fabricación nítidamente variable.

Para mantener una inversión en existencias debidamente equilibrada, se requiere una labor de planeación y control. Un inventario excesivo ocasiona mayores costos incluyendo perdidas debidas a deterioros, espacio de almacenamiento adicional y el costo de oportunidad de capital. La escasez de existencias produce interrupciones en la producción, excesivos costos de

preparación de maquinas y elevados costos de procesamiento de facturas de pedidos.

En CVG Bauxilum la materia prima la conforman básicamente dos productos que son Bauxita y Soda Caustica.

✓ **Bauxita**

Mineral de color rojizo, utilizado como materia prima base, en el proceso de producción de la alúmina por su alto contenido de óxidos de aluminio (50% aproximadamente), también contiene oxido de hierro, de titanio y sílice. La Bauxita es producto de la meteorización de de una variedad de rocas y sedimentos a través de millones de años. La Bauxita utilizada en planta operador de CVG Bauxilum es proveniente de las minas de los Pijiguaos, este por ser un material a granel no requiere embalaje, es almacenados en patios designados para tal fin.

Este material no requiere preservación debido a que su composición química no varia con el tiempo ni con las condiciones ambientales, afectándose solamente el contenido de humedad. El área de aplicación en la empresa es específicamente en el área 32: Área de Trituración y Molienda.

✓ **Soda Cáustica**

Es una solución de hidróxido de sodio (NaOH), alcalina que se usa para disolver el contenido de la alúmina en la bauxita, para garantizar la concentración de caustica en el circuito y para efectuar limpiezas químicas. Es un compuesto importado de los Estados Unidos especialmente desde Loussiana y New Orleans su traslado se lleva a cabo a través de buques (cap. 23000-30000 toneladas métricas en litros cerrados) y en la empresa es almacenado en tanques cerrados de 10000m³ de capacidad. Debe preservarse de contaminación y evitar su dilución.

En la empresa CVG Bauxilum las áreas específicas de aplicación son:

Áreas – 41,43,55 y 38.

Insumos

Productos adicionales que son agregados a un proceso productivo necesarios para la elaboración de un producto terminado (Alúmina Calcinada).

Entre los insumos utilizados tenemos los siguientes:

✓ **Cal Viva**

Se obtiene de la calcinación de la caliza constituida por 85% - 100% de óxido de calcio, se transporta a través de góndolas y es descargada en el área 37, en los silos de almacenamiento de la empresa a través de inyección de aire a través de compresores. Se usa en el área 32 (Filtración de Seguridad) como ayudante de filtración y en el área 36 (Caustificación de Carbonatos) para destruir los carbonatos en el licor.

✓ **Ayudante de Fluides para Bauxita**

Es un polímero puro de archí lamida color blanco opaco, se almacena en tanques acondicionados en los patios de almacenamiento indoor-outdoor.

Este insumo debe preservado del medio ambiente evitando contaminaciones de sustancias extrañas, requiere agitarse alrededor de 15 minutos cada 8 horas para garantizar su homogeneidad, este utiliza para el manejo de la bauxita en operaciones de descarga, almacenamiento y recuperación de la planta.

✓ **Ácido Clorhídrico (HCL)**

Solución ácida altamente corrosiva, el suministro se efectúa a través de camiones especiales para el transporte de esta sustancia y es transferido a tanques acondicionados para resistir soluciones ácidas. Se utiliza para disolver las incrustaciones formadas en las telas de los filtros Kelly. Es aplicada en el área 38.

✓ **Ácida Sulfúrico**

Solución ácida de alta pureza, altamente corrosiva, el suministro se efectúa a través de camiones especiales para transportar dichas sustancias y es transferido a tanques adicionales para resistir soluciones ácidas.

✓ **Polímero de Lodo (lavadores y espesadores)**

Son compuestos químicos de elevado peso molecular, formado por polimeración de monómeros iguales y distintos. Se usan esencialmente para promover la sedimentación de lodo rojo en los tanques espesadores y lavadores, utilizados en el área 35.

✓ **Tela para Filtros Kelly**

Medio filtrante (telas) de polipropileno de tipo multifilamento, resistente a soluciones alcalinas, ácidas y a temperatura menores a 100°C, con las cuales se cubren los marcos de acero de los filtros. Se utiliza en el cubrimiento de los diferentes tipos de marcos, para obtener las partículas sobrenadante de lodo en la corriente del licor turbio de rebose (LTR), procedentes de los espesadores del área 35 que de no ser detenidas producirían contaminación del producto final con hierro y calcio.

✓ **Modificador de Cristales**

Compuesto orgánico a base de éter y ácido carboxílico, de baja inflamabilidad y poco reactivo. Este producto es adicionado al proceso productivo como un ayudante de aglomeración, el cual permite a las partículas menores de 45 micrones, formar conglomerados que generan a través del circuito de precipitación una distribución de tamaño de partículas que cumplen con la granulometría necesaria para la obtención de un producto final dentro de las especificaciones definidas, utilizada en la fase de aglomeración del área 41.

✓ **Antiespumante**

Surfactante poliéster con una mezcla de hidrocarburos alifáticos, ésteres y alcoholes. Utilizado para el colapso de la espuma formada en el licor de la planta, se aplica en el área 41 en suspensión del penúltimo precipitador de 4500m³ de capacidad en línea.

✓ **Polímero de Hidrato**

Polímero orgánico de alto peso molecular, constituidas por pequeñas unidades químicas simples repetidas. Utilizado para la clarificación de licores por intermedio de floculación y sedimentación de los sólidos de hidratos de alúmina en el área 42.

En su recorrido por la empresa, la materia prima presenta varias etapas:

✓ **Compra**

El volumen ideal de compra estará determinado por el lote óptimo que será el punto donde se igualan los costos de pedidos con los de tendencia. Este punto puede encontrarse a través de diversos métodos pero el más utilizado

es el que se analiza la cantidad de pedidos mensuales y el costo de pedidos de emisión.

✓ **Recepcion**

Circuito administrativo de la empresa que implica, entre otras cosas, el control de la calidad, requiere de formularios internos como las facturas, remitos y recibos. Es fundamental considerar que la recepción de la mercadería no implica una deuda para la empresa sino hasta la recepción de la factura, de lo contrario deberá registrarse una provisión por compra de la materia prima que se cancelara cuando se registre la deuda. La materia prima ingresa al stock al precio de adquisición con todas las erogaciones necesarias para su compra y manipulación anteriores al ingreso a la empresa, siempre y cuando pueda identificarse con una partida en particular.

✓ **Almacenamiento**

Sera la acción de colocar la materia prima en su lugar físico para su control y mantenimiento de stock. Su control podrá realizarse a través de diversos métodos siendo el más aconsejable la ficha de inventario permanente con las verificaciones periódicas que permitan su control.

✓ **Entregas**

Implican el traslado de materia prima del almacén a la línea de producción para la fabricación de un producto.

✓ **Devoluciones**

Constituyen el ingreso a almacenes de la materia prima no utilizada en la línea de producción. Esta mercadería puede ingresar en el mismo estado en el que se la entrego o con alguna deficiencia de virtud de la cual deba registrarse independientemente de la materia prima en buenas condiciones.

3.2.1 Control de la Materia Prima e Insumos

3.2.1.1 Inventario

Los inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario de la empresa o para ser consumidos en producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Estos comprenden además de la materia prima, productos en proceso (insumos) y productos terminados para la venta (Alúmina Calcinada). Por lo general el inventario es el activo mayor en sus balances generales.

La empresa CVG Bauxilum tiene como función principal la compra y venta de productos, siendo esta la que le da origen a todas las otras restantes operaciones, por lo que es necesario una constante información resumida y analizada sobre sus inventarios de materia prima e insumos, así como también de su producto obtenido del proceso (Alúmina Calcinada).

3.2.1.2 Objetivo de los Inventarios

Proveer o distribuir adecuadamente los materiales necesarios a la empresa, colocándolos a disposición en el momento indicado para así evitar aumentos de costos y pérdidas de los insumos. Permitiendo satisfacer correctamente las necesidades reales de la empresa, a las cuales debe permanecer constantemente adaptado, por lo tanto la digestión de inventarios debe ser atentamente controlada y vigilada.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado en el área 37 (Lechada de Cal) de la Superintendencia de Energía y Materiales de la Empresa CVG Bauxilum se adecua a los propósitos de un diseño que es de tipo Descriptivo – Aplicado.

Según Sabino Carlos. (1986); define la investigación descriptiva como: **“Aquella que radica en describir alguna característica fundamental de fenómenos utilizando criterios que permitan poner de manifiesto su estructura y comportamiento. De esta manera se puede obtener resultados que caracterizan la situación estudiada”**. Una investigación descriptiva en el estudio de un problema planteado permite indagar o llevar a las causas que puedan ocasionar el fenómeno de desequilibrio.

Esta investigación se puede decir que es descriptiva debido a que en el proceso de evaluación permite señalar el comportamiento que tendría la cal que se desea aplicar en el proceso productivo de CVG Bauxilum.

Según Sabino Carlos. (2001); dice que la investigación aplicada es “La que persigue fines de aplicación directos e inmediatos”.

Es investigación es aplicada cuando todo el estudio que se realiza se aplicará a futuro en forma directa e inmediata Según el propósito puede

definirse como una investigación Aplicada, ya que todo el estudio que se realiza en este proyecto se realizara a futuro por la Superintendencia de Energía y Materiales, como herramienta en la decisión de cambiar el tipo de cal aplicado en su proceso productivo hasta los momentos.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Sabino Carlos. (2001); **“El tipo de información puede subdividirse en dos grandes grupos según su procedencia”**.

- ✓ Información primaria: son aquellas que se obtienen directamente a partir de la realidad misma, sin ningún proceso de elaboración previa.
- ✓ Información Secundaria: son los registros escritos que proceden también de un contacto con la practica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores.

Los datos suministrados en este estudio de investigación corresponden a la información primaria ya que los datos de interés lo recolecte en forma directa de la realidad en diferentes áreas de la empresa. Es secundaria porque hubo informes y datos suministrados por el Superintendente de Energía y Materiales e ingenieros y demás personal adscrito a la Superintendencia de Energía y Materiales. Asimismo de la información registrada en el Sistema de documentación Interna (SDI).

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la obtención de información o datos que permitan la realización del estudio de factibilidad económica para el consumo de cal nacional, la población estará definida por todas las empresas proveedoras de cal ya sea nacional e internacional tales como: KBG Industrial y Comercial, C.A., Inducal, C.A. Arcillas Lara, C.A., Maxical, C.A., Promiven, C.A., Calidrat, C.A,

Supracal, C.A., Belocal, Calider, Docalsa, Cales del Mar Caribe, Cementos Argos y la muestra estará integrada por todas las posibles empresas proveedoras de cal internacional tales como: Calider, Cales del Mar Caribe y Cementos Argos ya que son las empresas que tienen las especificaciones y capacidad requerida por CVG Bauxilum.

4.3.1 Tamaño Muestral

En este estudio de toda la población existente se determinó la muestra de las posibles empresas proveedoras de cal internacional ya que son las que cumplen con los parámetros establecidos por la empresa CVG Bauxilum.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Sabino Carlos. (2001) Ha comentado que las técnicas e instrumentos de recolección de datos son, “Todos aquellos recursos de los que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer información de ellos”.

Las técnicas que se utilizan para la recolección de datos serán por medio de entrevistas del personal autorizado y de documentación del proceso productivo.

El objeto de esta investigación es de obtener toda la información necesaria que permita fundamentar el estudio, se aplicaran técnicas de análisis y recolección de datos, en función con los objetivos definidos, para recoger dicha información se emplearan técnicas sencillas de revisión documental, iniciándose básicamente en la indagación general de textos, manuales, procedimientos, flujogramas y trabajos previos, con el objeto de extraer las ideas principales de otros autores que permitan apoyar la investigación.

En cuanto al instrumento de recolección, se utilizarán guías de entrevista que permitirán contacto directo con los trabajadores, supervisores, y demás personal que labora en la Superintendencia de Energía y Materiales de CVG Bauxilum, a fin de determinar sus impresiones e inquietudes sobre el tema de cuestión, basándose en preguntas relacionadas de manera directa con las actividades, procesos y áreas donde se aplica cal. Con la aplicación de las entrevistas se conseguirá información precisa y detallada acerca de las características y usos de la cal en planta.

4.5 MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

Recurso Humano

- ✓ Tutor Académico.
- ✓ Tutor Industrial.
- ✓ Personal que labora en la Superintendencia de Energía y Materiales.
- ✓ Ingenieros de Planificación.
- ✓ Técnicos de Procesos.

Recursos Físicos

- ✓ Computadora.
- ✓ Pen Drive.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápices y Bolígrafos.

4.6 PROCEDIMIENTO

El procedimiento a utilizar para el Estudio de Factibilidad Económica para el Consumo de Cal Nacional o Internacional en C.V.G. Bauxilum es el siguiente:

- 1-. Estudio de todas las actividades realizadas dentro del Departamento de la Superintendencia de Energía y Materiales.
- 2-. Recorrido por las instalaciones o áreas de trabajo.

- 3-. Elaboración del cronograma de actividades.
- 4-. Formulación de los objetivos General y Específicos de la Investigación.
- 5-. Revisión de fuentes bibliográficas y manuales de procesos.
- 6-. Determinación de la situación actual del suministro de cal en la empresa C.V.G. Bauxilum
- 7-. Evaluación del proceso productivo e infraestructura de los diferentes proveedores de cal nacional o internacional a fin de calificarlos como potenciales de este insumo a C.V.G. Bauxilum Matanzas.
- 8-. Levantamiento de toda la información requerida en la investigación.
- 9-. Realización de un análisis de costos de las alternativas planteadas para comparar y seleccionar el de mejor provecho.
- 10-. Realización del Estudio de Factibilidad Económica para el Consumo de Cal Nacional o Internacional en C.V.G. Bauxilum

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1.1 Descripción de la Situación Actual

C.V.G Bauxilum ha mantenido una relación comercial de 24 años con la empresa Sidor, como único proveedor de cal, pero desde 1998 se ha presentado diferentes problemas como aumentos irregulares en los precios de la cal, tomando en cuenta que el costo promedio regular representa el 3% de los costos de producción de alúmina. Es muy importante contar con la garantía de proveedores nacionales confiables, para el suministro a CVG Bauxilum de los requerimientos de cal necesarios para su proceso productivo.

Otro factor influyente son las irregularidades en el suministro de la cal, teniendo en cuenta que Sidor no suministra la cantidad requerida por CVG Bauxilum, y esta no puede mantener el inventario de seguridad de cal, poniendo en riesgo la producción de la planta.

Como insumo del Proceso Productivo, la Operadora de Alúmina, ubicada en Matanza, ha utilizado la cal suministrada por SIDOR, pero por compromisos internos de esta compañía, la empresa CVG Bauxilum, se ha visto en la

necesidad de recurrir a proveedores de cal en el país. Es por ello que es necesario asegurar el suministro de cal de CVG Bauxilum debido que a modificaciones del proceso productivo de esta, a futuro próximo anticipan doblar el consumo de cal para Caustificación de LCD (licor débil) e eliminar la Caustificación de LSN (licor sobrenadante) resultando un consumo total superior a los 193 T/día ó 70.445 T/año.

Un consumo de 70.000 T /año de cal equivale a una producción de alúmina de 2.000. 000 T/año (consumo específico) 35 Kg. de cal por tonelada de alúmina. El personal de la Gerencia General de Operaciones y la Gerencia de Proyecto e Ingeniería, realizaron visitas técnicas a empresas nacionales, productoras de cal con el objetivo de asegurar el suministro de cal a CVG Bauxilum.

Comparación de las propiedades Físicas y Químicas de los diferentes tipos de cal que se desea aplicar en el proceso con los estándares establecidos por C.V.G. Bauxilum.

Los diferentes tipos de cal que se desean aplicar en el proceso productivo de CVG Bauxilum es necesario que cumplan con los estándares establecidos por la empresa para no alterar las características físicas químicas del producto final que no es mas que la alúmina.

Para esto es necesario hacer una comparación de cada uno de los componentes de cal con los estándares establecidos por CVG Bauxilum, tomando en cuenta los datos de la ficha técnica del producto y/o los datos del análisis realizado por laboratorio. (Ver tabla 1)

Características de las Empresas Visitadas

- ✓ KBG Industrial y Comercial, C.A.
- ✓ INDUCAL, C.A.
- ✓ ARCILLAS LARA, C.A.
- ✓ MAXICAL, C.A.
- ✓ PROMIVEN, C.A.
- ✓ CALIDRAT, C.A.
- ✓ SUPRACAL, C.A.

Tabla N° 1. Características de las Empresas Visitadas.

(Fuente: Elaborado por Superintendencia de Energía y Materiales).

EMPRESA	PROCESO DE PRODUCCION	CAPACIDAD TM/MES	OFERTA TM/MES	TIPO DE CONCESIÓN	ASPECTOS AMBIENTALES
KBG Industrial y Comercial C.A.	Horno Romano (17 Hornos)	2.500	800	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Tiene limitaciones ambientales, pero esta atacando las debilidades ACEPTABLE
INDUCAL, C.A.	Horno Romano (8 Hornos)	1.500	650	Tiene Mina. En tramite permisología para explotación, pero tiene garantía de suministro de la Caliza	Poca emisión de contaminantes al ambiente ACEPTABLE
ARCILLAS LARA, C.A	Horno Romano (8 hornos)	4.000	2.500	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Poca emisión de contaminantes al ambiente. ACEPTABLE
MAXICAL, C.A.	Horno Vertical (2 hornos) y Horno Romano (10 hornos)	3.000	No ofrece	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Poca emisión de contaminantes al ambiente. ACEPTABLE

PROMIVEN, C.A.	Horno Rotatorio	1.350	500	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Poca emisión de contaminantes al ambiente. ACEPTABLE
CALIDRAT, C.A.	Horno rotatorio	1.500	No ofrece	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Poca emisión de contaminantes al ambiente. ACEPTABLE
SUPRACAL, C.A.	Horno vertical (4 hornos) Hornos Romano (20 hornos) 8 activos	4.000	No ofrece	Tiene Mina y posee los permiso de explotación	Poca emisión de contaminantes al ambiente. ACEPTABLE

A las muestras de cal provenientes de estas empresas, se le realizaron pruebas a nivel de laboratorio para verificar sus especificaciones químicas y su comportamiento en las diferentes aplicaciones. (Ver tabla 2)

Tabla Nº 2. Análisis Químico de muestra de cal.
(Fuente: Elaborado por Superintendencia de Energía y Materiales).

%						
	MUESTRA	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	SiO ₂
	CVG Bauxilum	>85	<2,5	<0,55	<0,44	<4,0
16/08/2007	KBG Industrial	96,2	0,12	0,34	0,01	0,47
29/08/2007	KBG Industrial	80,1	0,37	1,58	0,01	3,77
16/08/2007	Inducal	96,1	0,54	0,23	0,01	0,28
29/08/2007	Inducal	84,9	2,7	1,17	0,01	3,21
16/08/2007	Tecnical	72,1	0,37	0,35	0,01	1,21
29/08/2007	Tecnical	72,8	0,47	0,39	0,01	1,66
16/08/2007	Maxical	75,0	0,43	0,17	0,01	0,38
04/09/2007	Promiven	81,9	0,38	0,56	0,02	1,54

El sistema de producción de las empresas: KGB INDUSTRIAL Y COMERCIAL, C.A.; TECNICAL, C.A. e INDUCAL, C.A., usan el método artesanal para la producción de cal. Garantizan granulometría por debajo de los tres (03) mm, de igual forma poseen una infraestructura necesaria para almacenar, manejar y para transferir la cal en big bag o cisterna. Realizan esfuerzos para bajar los niveles de contaminación que conllevan el uso de este sistema. Las empresas que usan hornos verticales y rotatorios se les observo mejor control de contaminantes al ambiente.

Las empresas SUPRACAL, C.A., MAXICAL, C.A., CALIDRAT, C.A. y PROMIVEN, C.A., cuentan con la tecnología industrial, ya que poseen hornos verticales las dos primeras y rotatorios las otras dos.

Las empresas MAXICAL, C.A.; CALIDRAT, C.A. y SUPRACAL, C.A. manifestaron no tener posibilidad de ofertar su producto a corto plazo, por tener toda su producción comprometida. Plantean Acuerdos de asociaciones estratégicas de garantía de compra venta del producto o acuerdos de joint venture en inversiones, para ofrecer el producto a mediano plazo, con las especificaciones de granulometría y composición química exigidas.

En la tabla de composición química, se refleja que la empresa INDUCAL, C.A., muestra valores aceptables del contenido del oxido de calcio(>85%); y la empresa KGB INDUSTRIAL y COMERCIAL, C.A., presenta dualidad de valores que no permiten afirmar el cumplimiento de la especificación requerida para este parámetro. En referencia a los valores de CaO de las empresas PROMIVEN, C.A. y TECNICAL, C.A. están desviados del valor requerido por CVG Bauxilum.

Las empresas visitadas que utilizan el método del horno romano para la producción de cal viva, realizan esfuerzos tendientes a bajar los niveles de contaminación que conllevan el uso de este sistema. Siendo las empresas mas grandes que usan hornos verticales y rotatorios las que observó con un adecuado control de los contaminantes del ambiente.

Los proveedores nacionales estudiados anteriormente cumplen con las especificaciones físicas y químicas de calidad requerida; pero no cumplen con la capacidad de producción necesaria de CVG Bauxilum. (Ver tabla 3).

Tabla N° 3 Comparación Precio de Cal 2007.

(Fuente: Elaborado por Dpto. Comercialización de C.V.G. Bauxilum).

	SIDOR	CEMENTOS ARGOS, S.A. (Colombia)	CALCIORCA	
Toneladas Métricas		5.000	4.486	5514,22
Fecha de Embarque		39.181		
Precio FOB	130,00 (1)	80,00		
Flete + Inspección (2)		33,88		
Seguro		0,14		
CIF Matanzas		114,02		
Impuestos (5% Precio CIF)				
Tasa (1% Precio CIF)		1,14		
I.V.A. (CIF + Impuestos + Tasa) *11% (3)	14,30	12,67	16,50	
Descarga de Buque		6,70		
Transporte Terrestre	4,06	3,48		4,04651163
COSTO TOTAL ESTIMADO en Planta Bauxilum	148,36	138,01	166,50	

(1) Pendiente por revisión

(2) Incluye us\$ 0,38/t inspección de carga

(3) IVA Nacional 11% solamente.

CAPÍTULO VI

SITUACIÓN PROPUESTA

Determinar la posibilidad de utilizar otro tipo de cal de acuerdo al cumplimiento de los estándares de producción.

Para la introducción de un material o un producto en el proceso productivo de CVG Bauxilum es necesario que los productos vengan con una ficha técnica, además si es necesario la empresa hace diferentes tipos de pruebas al producto que se desea incorporar; así como lo es el caso de la cal, el cual a las muestras se le puede realizar dos tipos de pruebas diferentes como lo son las pruebas de laboratorio o las pruebas de la planta.

Según las descripciones de las fichas técnicas y de algunos análisis de laboratorio, determinaremos cual o cuales de los tipos de cal en estudio son más provechosos para aplicarse en el proceso productivo de CVG Bauxilum. Conforme a las evaluaciones y comparaciones realizadas de la cal en el objetivo anterior cabe destacar que aun cuando los diferentes tipos de cal en estudio son aparentemente similares, y estos contienen cantidades diferentes en cada uno de los elementos principales que la componen y que son las mas importantes para poder aplicarse en el proceso productivo de CVG Bauxilum, como lo es el oxido de calcio (CaO) y el oxido de magnesio (MgO). De acuerdo a los análisis realizados a los datos de las fichas técnicas y los exámenes de laboratorio y las comparaciones de las diferentes muestras de la cal suministradas por empresas de exterior, se determino lo siguiente:

- ✓ **Empresas Cales del Mar Caribe (Colombia):** las características químicas de la muestra suministrada por esta empresa son aceptables por que se hallan dentro de los estándares de establecidos por la empresa, pero con respecto a sus propiedades físicas no cumple ya que su granulometría es superior a la requerida, necesitando esta un proceso de molienda para ser empleado en el proceso productivo de CVG Bauxilum generando grandes costos.

- ✓ **Empresa Calider (México):** las características químicas de la muestra suministrada por la empresa son aceptables por que se hallen en los estándares establecidos por la empresa, cabe resaltar que esta muestra de cal presenta un nivel de oxido de magnesio cero (0) disminuyendo el ingreso de impurezas el proceso. Con respecto a su propiedad física esta cal no requiere aplicar un proceso de molienda ya que su granulometría es 100%<300 micrones requeridos en la planta para evitar obstrucciones en tuberías, así como ayuda a una mejor formación de TCA para operar en los filtros Kelly.

- ✓ **Empresa Belocal (Brasil):** las características químicas de la muestra solicitada por esta empresa son aceptables por que se hallan dentro de los estándares establecidos por la empresa, con respecto a su propiedad física es aceptable aun cuando su granulometría es un 90%<300 micrones aceptable para la introducción al proceso productivo en planta.

- ✓ **Empresa Docalsa (Santo Domingo):** las características químicas de la muestra suministrada por esta empresa son aceptables ya que se hallan dentro de los parámetros establecidos por CVG Bauxilum pero en su propiedad física su granulometría es mucho mayor de lo requerida en planta, saliéndose mucho de los estándares

determinados y requeriría ser previamente molida para poder ser introducido en el proceso productivo de la planta.

Evaluación Económica de los Cambios de Producto

El costo actual de adquisición de la cal es de 112 dólares por toneladas (precio CIF) con un costo de transporte de 6 mil bolívares por tonelada transportada desde Sidor al área 37 de CVG Bauxilum.

El costo de adquisición de la cal por parte de las empresas que cumplen con los estándares establecidos son los siguientes:

- ✓ **Empresa Calider (México):** presenta un precio de adquisición (precio CIF) de 171 dólares por tonelada adquirida, el compromiso de esta empresa sería el de transportar la cal hasta el muelle al área 37 correría por otra empresa transportista y generaría un costo adicional de 4 mil bolívares por tonelada transportada.

- ✓ **Empresa Belocal (Brasil):** presenta un precio de adquisición (precio CIF) de 241,51 dólares por tonelada, el compromiso de esta empresa es el de transportar la cal hasta el Puerto de Guanta (Puerto la Cruz). El transporte de cal desde Puerto la Cruz hasta el área 37 de CVG Bauxilum sería por otra empresa transportista y generaría un costo adicional de (precio referencial Bs = 1.659.000) Bs por toneladas transportadas.

6.1 DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

Se sugiere tomar en cuenta para estudios comerciales la adquisición de proveedores de cal internacional por medio de compañías tales como: Belocal, Calider, ya que cumple con las especificaciones de granulometría y

estándares establecidos por la empresa CVG Bauxilum mientras que las empresas Docalsa y Cales del Mar Caribe cuentan con la capacidad necesaria pero su cal requiere molienda. Lo que se quiere es evitar dependencia de Sidor y la paralización de la planta por falta del insumo.

Actualmente la empresa Cementos ARGOS S.A. (Colombia) le esta suministrando la cal que requiere CVG Bauxilum, ya que Cementos ARGOS S.A. cuenta con la capacidad, las especificaciones y los estándares establecidos por la planta CVG Bauxilum.

No obstante, la obtención de la cal importada presenta un costo mayor al contrato actual con cal nacional, generándose un costo mayor por adquisición y transporte, el cual representa un porcentaje muy alto con relación al costo de la producción de alúmina.

Es por ello que se propone adquirir la cal de la empresa Calider (México), ya que de las otras empresas de cal en estudio esta es la que presenta mejor precio en el mercado, lo cual nos generaría menor costo en cuanto a la adquisición y transporte de la cal a la empresa CVG Bauxilum.

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado en la Superintendencia de Energía y Materiales se pudo concluir lo siguiente:

1-. Ninguna de las empresas del país actualmente visitadas garantizan satisfacer el requerimiento del consumo promedio mensual de cal de CVG Bauxilum (4.500 T/mes). Los ofrecimientos de las empresas: TECNICAL, C.A., KBG INDUSTRIAL y COMERCIAL, C.A., INDUCAL, C.A. y PROMIVEN, C.A. son del orden de 2.500, 800, 650 y 500 t/mes respectivamente; lo cual quiere decir que no se cuenta con las empresas antes mencionadas ya que no poseen la capacidad necesaria para suministrar la cal a la planta CVG Bauxilum.

2-. Debido a la dependencia que tiene Bauxilum con la empresa Sidor en el suministro de cal, se corre el riesgo de paralización de la planta ya que este deja de ser un proveedor confiable por no cumplir con las cantidades requeridas de óxido de calcio que permita la optimización de la producción diaria de Bauxilum.

3-. Una vez comparadas las propiedades físicas y químicas de las muestras de cal analizadas me permite comprobar que todas cumplen con las propiedades químicas para ingresar al proceso productivo de CVG Bauxilum, pero no cumplen con la capacidad requerida por la planta.

4-. Según las comparaciones de las fichas técnicas y análisis de laboratorio, las muestras que cumplen con las características físico-químicas necesarias para ingresar al proceso productivo de CVG Bauxilum son las muestras de la empresa Cementos ARGOS S.A (Colombia), Calider (México) y Belocal (Brasil) ya que tienen un alto contenido de óxido de calcio.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas, se plantean las siguientes recomendaciones:

1-. Para garantizar la optimización del proceso de CVG Bauxilum, se sugiere adquirir la cal de la empresa Calider ya que su granulometría y su composición química son las mas idóneas para operar de forma adecuada, presentando una oferta de adquisición de 171 dólares (un 52.67% por encima de la adquisición de la cal nacional), pero siendo la mas económica en el mercado internacional.

2-. Se plantea que se haga un estudio de factibilidad de una asociación estratégica con un proveedor nacional para compartir costos y producir el producto requerido por CVG Bauxilum, para que este sea el único proveedor nacional de la planta.

3-. Se sugiere adquirir la cal de la empresa Calider (México), ya que de todas las empresas en estudio esta es la que presenta mejor precio en el mercado y cumple con todos los parámetros establecidos por la empresa, esta nos generaría menor costo en cuanto a la adquisición y transporte de la cal a la empresa CVG Bauxilum.

4-. Y, finalmente se propone un estudio de factibilidad de una asociación estratégica con un proveedor nacional para compartir costos y producir el producto requerido por CVG Bauxilum (posiblemente Calciorca).

BIBLIOGRAFÍA

1. Hodson, William. (1998). "Maynard. Manual del INGENIERO industrial". Mc Graw Hill. 4ta Edición. México.
2. Proceso Producción Alúmina (bauxilum). <Página Web en línea>. Disponible: <http://.auyantepuy-sdi.htm.com.ve/>.
3. Proceso Producción Bauxita (bauxilum). <Página Web en línea>. Disponible: <http://.auyantepuy-sdi.htm.com.ve/>.
4. Proceso Productivo (bauxilum). <Página Web en línea>. Disponible: <http://intranet.bauxilum.com.ve/>.
5. Ricardo Guevara y Delia Martínez (2005). Guía para Elaboración de Informe de Pasantía y Trabajo de Grado.
6. Rosa Narváez (2001). Estructura para la Elaboración de Trabajo de Grado.
7. Sabino, Carlos (1986 – 1987). "Técnicas de Investigación" 2da Edición. Perú. Editorial Santa Elisa.
8. Superintendencia de Lado Rojo. "Manual de Procesos de Lado Rojo". Ciudad Guayana. CVG Bauxilum.

ANEXOS



Horno Tipo Romano en funcionamiento.



Cal Calcinada



Horno Vertical



Horno Rotatorio



Sistema de Molienda e Hidratación



Producto Cal en Piedra producido, almacenado y transportado



Producto almacenado en sacos plásticos de 20 Kg



Producto almacenado en sacos de papel de 20 Kg