UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO

Presentado por
Hernández Díaz, Grodoljo José

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Estraño Gutiérrez, Luís A.

Ciudad Guayana, Enero de 2008

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCION GENERL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTION
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO

Presentado por
Hernández Díaz, Grodoljo José

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
Estraño Gutiérrez, Luís A.

Ciudad Guayana, Enero de 2008

A la memoria de mi padre.

A mi madre.

A mis hermanos.

A mi esposa Lorelia y a mi hija María de Lourdes por su ternura y comprensión.

Grodoljo

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceras gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización del presente trabajo, pero de manera muy especial a los Ingenieros Julio Muñoz, Juan C. Rojas y Guzmán Lugo.

Gracias a todos.

Grodoljo.

Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

FACTIBLIDAD DEL PROYECTO SISTEMA DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO

Autor: Ing. Grodoljo J. Hernández D.
Fecha: Enero de 2008

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar la factibilidad técnico, económico-financiera del proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto" en el Área 44, de la empresa CVG-BAUXILUM (Operadora de Alúmina), ubicada en Ciudad Guayana, estado Bolívar. El estudio de factibilidad comprende la cuantificación de las pérdidas de producción para determinar los potenciales ahorros que generará el proyecto, estudio técnico, estudio económico financiero, análisis de sensibilidad y la discusión de los resultados. Este estudio se desarrolló usando la técnica de investigación aplicada evaluativa, mediante la recolección de información a través del arqueo bibliográfico y soportado mediante entrevistas al personal calificado de dicha empresa y visitas al área industrial. La metodología empleada para medir la rentabilidad del proyecto es la denominada Flujo de Caja Descontado (FCD), con el apoyo de la herramienta de cálculo Microsoft Excel. Como resultado de dicho estudio se determinó que el proyecto es técnicamente viable y rentable desde el punto de vista económico y financiero,

Descriptores: Factibilidad, sistema, proyecto, evaluación, rentabilidad, técnico, económico-financiero.

INDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
RESUMEN	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
Planteamiento del problema	01
Justificación de la investigación	05
Objetivos de la investigación	06
Objetivo general	06
Objetivo específicos	06
CAPÍTULO II	
MARCO TEORICO	07
Antecedentes teóricos	07
Antecedentes de la Organización	18
Antecedentes de la Investigación	28
CAPÍTULO III	
MARCO METODOLÓGICO	30
Diseño y tipo de investigación	30
Unidad de análisis	30
Definición de variables	31
Estrategia para recolección y análisis de información	32
Metodología aplicada	33
Factibilidad de la investigación	34
CAPÍTULO IV	
DESARROLLO	35
Descripción del proyecto	35
Cuantificación de pérdidas	36
Estudio técnico	38
Estudio económico-financiero	53
Análisis de sensibilidad	67
Discusión de resultados	72

INDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
Conclusiones	74
Recomendaciones	76
ANEXOS	77
Anexo I	78
Anexo II	84
BIBLIOGRAFÍA	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁG.
1	Filtro horizontal al vacío. (Dorr Oliver, Inc.)	09
2	Filtro vertical de discos rotatorios. (Dorr Oliver, Inc.)	10
3	Diagrama de proceso de CVG-BAUXILUM	24
4	Cronograma de la proyección	40
5	Ubicación geográfica Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM	40
6	Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM	41
7	Ubicación del proyecto Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto Área 44	42
8	Diagrama de flujo del proceso	50
9	Organigrama de operaciones y mantenimiento del Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto Área 44	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁG.
1	Parámetros de calidad de la alúmina calcinada (grado metalúrgico)	28
2	Operacionalización de la variable	32
3	Pérdidas de producción por baja productividad del licor Área 58	37
4	Pérdidas de producción A-58, por disminución del flujo de licor (LAD) al Área de Digestión.	37
5	Alúmina producida con contenido de cáustica total mayor al 0,42%	38
6	Consumo de energía eléctrica de los equipos	45
7	Equipos de producción (costos)	48
8	Volumen de ocupación	52
9	Elementos de infraestructura y estructura	54
10	Equipos de producción	56
11	Estudios y proyectos	57
12	Inversión total	59
13	Nómina	60
14	Ahorros	61
15	Costos de operación y mantenimiento	62
16	Resultados de la evaluación del proyecto al presente	65
17	Determinación del punto de equilibrio	66
18	Análisis de sensibilidad 1 (incremento de los costos de operación y mantenimiento en un 20%)	68
19	Análisis de sensibilidad 2 (incremento de la inversión inicial en un 20%)	69
20	Análisis de sensibilidad 3 (reducción de ahorros en un 20%)	70
21	Análisis de sensibilidad 4 (incremento del costo capital en un 20%)	71
22	Resumen de la evaluación económica-financiera del proyecto en los diferentes escenarios.	72

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁG.
23	Pérdidas de producción por baja productividad del licor asignadas al Área 58 (fórmulas)	79
24	Pérdidas de producción disminución LAD Área 58 (fórmulas)	80
25	Año 2003 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fórmulas)	81
26	Año 2004 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fórmulas)	82
27	Año 2005 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fórmulas)	83
28	Resumen pérdidas de producción (fórmulas)	85
29	Equipos consumo de energía eléctrica (fórmulas)	85
30	Elementos de infraestructura y estructura (fórmulas)	86
31	Equipos de producción (fórmulas)	87
32	Estudios y proyectos (fórmulas)	88
33	Inversión total (fórmulas)	89
34	Nómina (fórmulas)	90
35	Ahorros (fórmulas)	90
36	Costos de operación y mantenimiento (fórmulas)	91
37	Resultados de la evaluación económica (fórmulas)	92
38	Punto de equilibrio (fórmulas)	93
39	Análisis de sensibilidad 1 (fórmulas)	94
40	Análisis de sensibilidad 2 (fórmulas)	95
41	Análisis de sensibilidad 3 (fórmulas)	96
42	Análisis de sensibilidad 4 (fórmulas)	97
43	Resumen de la evaluación económica del proyecto (fórmulas)	98

Introducción

Para ser competitivas en un mercado cada vez más difícil, las empresas productivas están en un proceso de evaluación continua de sus medios de producción. Las empresas productoras de alúmina como parte de la cadena de valor del mercado del aluminio, no escapan a esta realidad.

Siguiendo esta premisa, las empresas promueven y ejecutan proyectos de mejoras operativas, aumento de capacidad, cambio de tecnología, reemplazo de equipos, entre otros. Sin embargo, estos proyectos requieren de su respectivo estudio de factibilidad que ayude a fundamentar la toma de decisiones para llevarlos a cabo dentro de parámetros aceptables desde el punto de vista técnico, económico y financiero.

Tal es el caso del proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto" en el Área 44 denominada Filtración de Hidrato, el cual es requerido actualmente por la empresa CVG-BAUXILUM.

Para ello, se ha desarrollado el presente trabajo a fin de evaluar su factibilidad técnico, económica-financiera estructurándolo de la siguiente manera:

Capítulo I. Planteamiento del Problema, en él se describen los síntomas, las causas y las consecuencias que conllevan a la pregunta de investigación y donde se proponen los objetivos general y específicos del presente estudio de factibilidad.

Capítulo II. Marco Teórico, en él se presentan los conceptos de filtración y tecnología aplicada, los fundamentos teóricos en los cuales se apoyará la investigación, reseña histórica de la organización, su proceso productivo y los antecedentes de la investigación.

Capítulo III. Marco Metodológico, en él se describe el tipo de investigación a realizar y se definen las variables a considerar para objeto de la investigación, así como: la estrategia para recolección de datos y análisis de información, metodología aplicada y factibilidad de la investigación.

Capítulo IV. Desarrollo, en él se presenta primeramente una breve descripción del proyecto, seguido de la cuantificación de pérdidas y de los estudios técnico y económico-financiero respectivos. Igualmente se presentan el análisis de sensibilidad y la discusión de resultados.

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones. En él se presentan como producto del análisis de los resultados y los objetivos previamente establecidos para el desarrollo de la presente investigación las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

Como complemento, se presenta un apartado para anexos que soportarán el estudio conjuntamente con las fuentes bibliográficas correspondientes.

Este estudio de factibilidad representa un importante aporte para la toma de decisiones concernientes a la valoración del proyecto, el cual proporcionara una oportunidad de mejora en el área operativa de la Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.

Capítulo I. Planteamiento del Problema

La Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM, se encarga de extraer la alúmina (óxido de aluminio) contenida en el mineral llamado bauxita, mediante un proceso químico denominado "Bayer", llamado así, en reconocimiento al científico austriaco Karl Joseph Bayer que lo desarrolló y posteriormente patentó en 1887. (Urmo, 1981).

Este proceso es continuo y está conformado por varias etapas sucesivas de transformación, las cuales según CVG-BAUXILUM (2005a) son las siguientes:

- Trituración y Molienda.
- Predesilicación.
- Digestión.
- Desarenado.
- Clasificación y Lavado de Lodo Rojo.
- Caustificación de Carbonatos.
- Filtración de Seguridad.
- Enfriamiento por Expansión.
- Precipitación.
- Clasificación de Hidrato.
- Filtración de Semilla Fina.
- Filtración de Semilla Gruesa.
- Filtración de Hidrato Producto.
- Calcinación.

En la etapa de precipitación, se controlan los parámetros de calidad de la alúmina, siendo el más importante de ellos el porcentaje de sodio total (Na_2O). El valor máximo establecido

para este parámetro es de 0.42 por ciento de sodio contenido en la suspensión de hidrato, definida esta última como una mezcla heterogénea de sólidos de alúmina contenidos en una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH), conocida como soda cáustica.

Este parámetro de porcentaje de sodio total, es la suma de la cantidad de sodio ocluido (sodio contenido intersticialmente en la red cristalina en los sólidos de alúmina) más la cantidad de sodio soluble (sodio que se encuentra depositado en la superficie de los sólidos de alúmina). El sodio ocluido no puede ser eliminado, mientras el sodio soluble puede ser retirado mediante un proceso mecánico llamado filtración y lavado, a través de una batería de cinco filtros planos, ubicados en el Área 44, denominada "Filtración de Hidrato Producto".

A raíz que la alúmina para el año 1997, no cumplía con los estándares de calidad establecidos, se formuló un proyecto que consistía en la reducción del sodio soluble en el hidrato mediante la utilización de dos filtros de disco de la etapa denominada "Filtración de Semilla Gruesa" en el Área 58, para lo cual, se cambió la filosofía original de operación del área, que consistía en mantener cuatro filtros de disco en operación y dos en reserva, por una nueva filosofía. Esta nueva filosofía consistió en operar dicha área de manera dual, es decir, mantener dos filtros en operación para extraer sodio del hidrato producto, tres para extraer sodio de la semilla gruesa y uno en reserva.

En el año 2004, se modernizó la etapa denominada "Precipitación" Área 41, permitiendo operar la planta con una concentración de sólidos de alúmina en la suspensión de hidrato de 500 gramos por litro (gpl) para mejorar la producción, siendo anteriormente esta concentración de 400 gpl.

Posteriormente, en los años 2005 y 2006, se detectaron pérdidas de producción por el orden de 7.000 toneladas métricas de alúmina por año (TM/Año), encontrándose también en el año 2006, la cantidad de 150.000 toneladas métricas (TM) de alúmina producida fuera de especificación de calidad, por tener un contenido de sodio total superior a 0.42 %.

La unidad de control de calidad de esta empresa determinó, según lo indicado por Rojas (2007) las causas que originaron las pérdidas de calidad y producción de alúmina fueron las siguientes:

- Poca flexibilidad operativa del Área 58, para cumplir con los nuevos requerimientos de semilla gruesa al operar la planta con una concentración de sólidos de 500 gpl de alúmina en la suspensión de hidrato, debido a la filosofía de operación actual de tres filtros en servicio. Esto crea inconvenientes durante el tiempo que esta fuera de servicio el cuarto filtro, ya sea por parada programada o por limpieza química, la cual se efectúa en cada filtro al cumplirse un ciclo de 24 horas de servicio, originando las pérdidas de producción antes señaladas.

- Baja eficiencia en la filtración de hidrato producto en el Área 44.

De continuarse en esta situación, la empresa enfrentaría las siguientes consecuencias:

- Imposibilidad de incrementar o sostener los niveles de producción requeridos.
- Reclamos de los principales clientes (empresas productoras de aluminio), al no garantizar los requerimientos de calidad de la alúmina, ya que el parámetro antes señalado impacta negativamente el proceso de reducción de aluminio primario.
- Incumplimiento de compromisos de entrega establecidos.

En un mercado altamente competitivo a escala mundial, como es el mercado del aluminio, las empresas productoras de alúmina (materia prima para la obtención de aluminio), deben mantener altos niveles de calidad y producción. Por tal motivo, este tipo de empresas promueven y ejecutan proyectos de aumento de capacidad, mejoras operativas, cambio de tecnología, reemplazo de equipos, entre otros, y los mismos requieren su respectivo estudio

de factibilidad que ayude a fundamentar la toma de decisiones para acometerlos de manera eficiente, efectiva y productiva garantizando la inversión.

La empresa CVG-BAUXILUM no escapa a estos requerimientos y es por ello que, en función de implantar mejoras que garanticen estos altos niveles de calidad y producción, se justifica la necesidad de ejecutar el estudio de factibilidad del proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, en el Área 44", entendiéndose el estudio de factibilidad como una herramienta que "... sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, es decir si procede su estudio, desarrollo o implementación". (Olivares, 2005).

El estudio de factibilidad se puede dividir en tres aspectos fundamentales, los cuales según Baca (2005) son los siguientes:

- Verificar que existe un mercado potencial insatisfecho y que es viable, desde el punto de vista operativo, introducir en ese mercado el producto objeto del estudio.
- Demostrar que tecnológicamente es posible producirlo, una vez que se verificó que no existe impedimento alguno en el abasto de todos los insumos necesarios para la producción.
- Demostrar que es económicamente rentable llevar cabo su realización.

En el caso de proyectos de mejoras operativas, que conducen a modificaciones de áreas, que conlleven a una reducción de los costos de producción o una mejora general que justifique un incremento del activo; se suele sustituir el estudio de mercado por un estudio de cuantificación de pérdidas. Lo anterior puede resumirse de manera formal en:

- Determinación de las pérdidas actuales, que vendría a ser la primera parte de la investigación, con la finalidad de cuantificar los potenciales ahorros que generará el proyecto.

- Estudio técnico según Sapag y Sapag (2006) tiene por objeto proveer información (equipos de fabricas, especificaciones técnicas de maquinas, disposición de planta, descripción del proyecto, etc.) para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinente a esta área.

- Estudio económico-financiero, de acuerdo a Sapag y Sapag (2006) y Baca (2005) tiene por objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan los estudios (mercado y técnico) y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación del proyecto para determinar su rentabilidad.

Tomando en consideración lo antes expuesto, se plantea la siguiente interrogante:

¿Es factible, técnica, económica y financieramente, la ejecución del Proyecto Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto?

Justificación de la Investigación

La realización de la presente investigación es motivada principalmente por la necesidad de llevar cabo el proyecto de mejoras denominado "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto" en el Área 44 de la empresa CVG-BAUXILUM (Operadora de Alúmina), con la finalidad de reducir las pérdidas de producción como consecuencia de los problemas operativos que presenta el Área 58 y mejorar la calidad de la alúmina producida.

Por otra parte, la realización del estudio de factibilidad del proyecto en referencia representa un elemento de alta importancia para determinar su viabilidad técnica y su rentabilidad desde el punto de vista económico y financiero, sirviendo de soporte para la toma de decisiones.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Realizar el estudio de factibilidad del proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto", en el Área 44 de CVG-BAUXILUM.

Objetivos Específicos

- Determinación y evaluación de las pérdidas de producción, basado en datos históricos y/o proyecciones disponibles en la unidad de control de calidad y proceso de la empresa en referencia.

- Realizar el estudio técnico tomando como base la ingeniería conceptual y básica parcial disponible en la empresa para definir ubicación, infraestructura de servicios, capacidad instalada, capacidad utilizada, volumen de ocupación, etc.

- Realizar el estudio económico-financiero, mediante el análisis y comparación de los parámetros preestablecidos tales como: tasa interna de retorno, valor presente neto y tiempo de pago de la inversión.

Capítulo II. Marco Teórico

Antecedentes Teóricos

Se presenta una breve exposición de los conceptos de filtración y tecnología aplicada al proyecto. Igualmente los fundamentos conceptuales y teóricos, en los cuales se apoyará la investigación para determinar la factibilidad del proyecto en referencia.

Filtración

Como el proyecto considerado en el planteamiento del problema (capítulo I), se refiere a la factibilidad de la instalación de un sistema de filtración de hidrato producto para mejorar la calidad de la alúmina hidrata, a continuación se presentan algunos aspectos teóricos y técnicos, sin la intención de profundizar en los mismos, para tener una visión general del proceso de filtración (definición y tipos) y la tecnología utilizada en CVG-BAUXILUM.

Según Perry (1992) "La filtración, es la separación de una mezcla de sólidos y fluidos que incluye el paso de la mayor parte del fluido a través de un medio poroso, que retiene la mayor parte de las partículas sólidas contenidas en la mezcla". (p. 19-73).

El proceso de filtración, de acuerdo a Perry (1992), se puede clasificar en varias formas:

- Por la fuerza impulsora. Se induce el flujo del filtrado por el medio filtrante mediante la carga hidrostática (gravedad), presión sobreatmosférica o vacío, aplicada corriente arriba del medio filtrante, presión subatmosférica aplicada corriente abajo del citado medio o fuerza centrifuga a través de este último.

- Por el mecanismo de filtración. Existe el de filtración de torta y el de filtración clasificadora. El primero se da cuando los sólidos quedan detenidos en la superficie de un medio filtrante y se amontonan unos sobre otros para formar una torta de creciente espesor, el segundo es cuando los sólidos quedan atrapados dentro de los poros o cuerpo del medio de filtración.
- Por la función. La meta del proceso de filtración puede ser la obtención de sólidos secos, líquido clarificado o ambas cosas.
- Por ciclo operacional. Los filtros pueden ser intermitentes (por lotes) o continuos.

Los filtros mayormente utilizados en las industrias productoras de alúmina son los filtros denominados de torta (clasificación por el mecanismo de filtración). Estos filtros son aquellos en los que se acumulan cantidades apreciables y visibles de sólidos sobre la superficie del medio filtrante y se utilizan cuando el producto deseado son sólidos (como es el caso del proyecto antes mencionado), el filtrado o ambos.

En CVG-BAUXILUM se utilizan filtros de conformación continua de torta (basados en la tecnología Dorr Oliver), los cuales son aplicados cuando la formación de la torta es veloz y se requiere mantener un flujo rápido a través de ella.

Entre los tipos de filtros utilizados para el manejo de tortas en CVG-BAUXILUM, que tienen la tecnología antes señalada son los siguientes:

- Filtros planos de disco rotatorio (horizontales) y operación por vacío, los cuales son usados en el Área 44 denominada "Filtración de Hidrato". La capacidad de este tipo de filtro es de aproximadamente 199 toneladas métricas por hora (TM/h). En la Figura 1, se muestra un filtro de características similares.
- Filtros verticales de disco rotatorio y operación por vacío, los cuales son de gran tamaño y están instalados en el Área 58 denominada "Filtración de Semilla Gruesa". La capacidad de este tipo de filtro es de aproximadamente 300 TM/h. En la Figura 2, se muestra un filtro de características similares.

Los filtros planos de acuerdo a CVG-INTERALÚMINA (1982), están compuestos básicamente por:

Una bandeja horizontal (disco), la cual está dividida en secciones triangulares (cuneiformes) y está recubierta por un medio filtrante de polipropileno. Esta bandeja, de 5,6 metros de diámetro, gira sobre su eje vertical, montada sobre una pista de esferas y es accionada por un sistema motor- reductor- cardán. La velocidad del motor es controlada por un variador de frecuencia. Posee además un sistema de vacío (tipo caja) lo cual aumenta la eficiencia de la filtración.

La bandeja también está provista de un tornillo transportador, el cual tiene como función descargar el hidrato filtrado desde ésta hacia las cintas transportadoras que lo llevarán hacia la siguiente etapa del proceso denominada "Calcinación" Área 45, donde se obtiene el producto final: alúmina grado metalúrgico.

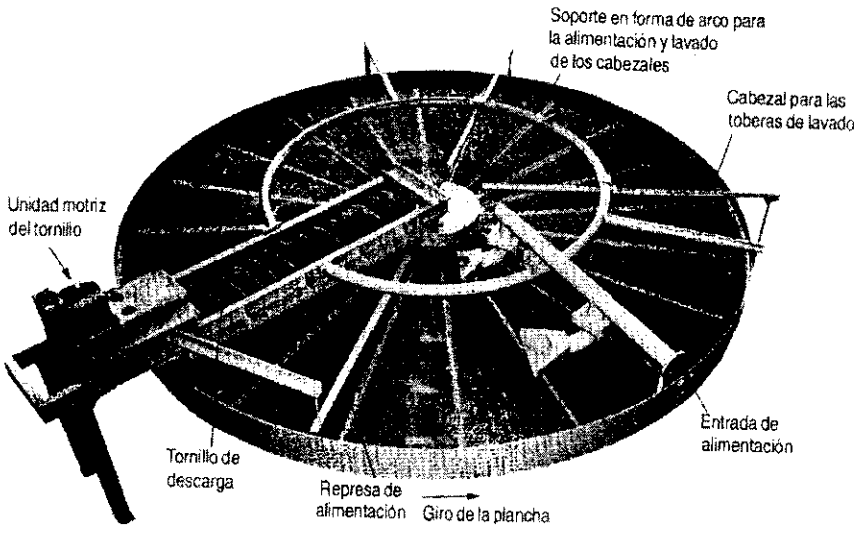

Figura 1. Filtro horizontal al vacío. (Dorr Oliver, Inc.) (tomado de Perry, 1992, p. 19-90).

Por otro lado, los filtros verticales de disco rotatorio de acuerdo a CVG-INTERALÚMINA (1994), están compuestos por:

Un recipiente horizontal el cual esta divido en tres compartimentos, cada uno con un disco de 5,6 m. de diámetro dispuesto en posición vertical. La separación de la semilla gruesa se logra mediante la rotación del disco.

Cada disco esta formado por 24 sectores, los cuales en conjunto conforman un área de filtración de 114 metros cuadrado por filtro (m^2/Filtro). Estos discos están cubiertos por un medio filtrante de propileno.

El filtro es accionado por un sistema moto-reductor, cuya velocidad es regulada por un variador de frecuencia. El filtro cuenta además con un sistema de vacío que incrementa la eficiencia de la operación de filtrado.

La semilla gruesa filtrada es descargada de los filtros a correas transportados que la trasladan hacia los tanques de semilla gruesa ubicados en la misma etapa o área donde es almacenada y enviada a la próxima etapa del proceso denominada "Precipitación" Área 41.

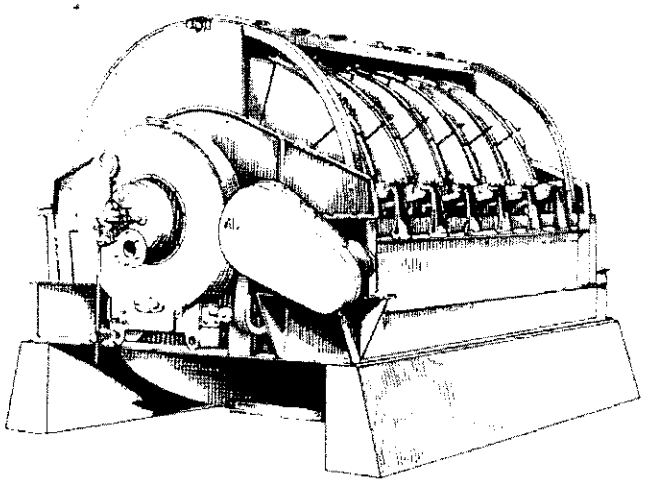

Figura 2. Filtro vertical de discos rotatorios. (Dorr Oliver, Inc.)
(fuente: Perry, 1992, p. 19-90).

Estudio de factibilidad

Antes de definir lo que es un estudio de factibilidad es importante aclarar primeramente qué se entiende por proyecto. El PMI (2004), lo define como "...un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para obtener un producto, servicio o resultado único".

Sin embargo, ese esfuerzo amerita el manejo de recursos que se pueden simplificar en un aspecto que es la inversión. De acuerdo a Blanco (2006), "El término recursos escasos es relativo pues no se refiere a si son muchos o pocos en términos valor absoluto sino a que nunca son suficientes". (p. 25).

Tomando como premisa lo expuesto y con la finalidad de definir si un proyecto es rentable es necesario conocer del mismo qué determina si el proyecto es factible, en otras palabras, que sea posible garantizar la inversión y la misma se recupere y que el proyecto genere los dividendos suficientes.

Podemos definir como estudio de factibilidad, la herramienta que sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto y con base en ello tomar la mejor decisión, es decir, si procede su estudio, desarrollo o ejecución.

Las etapas de un estudio de factibilidad son las siguientes:

- Estudio de mercado y/o cuantificación de perdidas para proyectos de mejoras operativas.
- Estudio técnico.
- Estudio económico-financiero.
    - Evaluación económica-financiera.
    - Evaluación de resultados
- Análisis de sensibilidad

Cuantificación de pérdidas

Normalmente los estudios de factibilidad de los proyectos de acuerdo a Córdoba (2006) ameritan un estudio de mercado en función de demostrar que existe una necesidad en los consumidores por el bien que se pretende fabricar y vender, es decir, proporcionar los elementos de juicio necesarios para establecer la presencia de la demanda, así como la forma para suministrar el producto a los consumidores.

Según Córdoba (2006) para poder alcanzar los objetivos del estudio de mercado se deberá enfocar a los siguientes factores:

- La demanda
- La oferta
- El precio
- Los canales de distribución (producto, precio, publicidad y propaganda)

Sin embargo, existen proyectos de mejoras operativas en plantas industriales que por sus características propias no pueden ser tratados bajo este enfoque. Ya que estas mejoras comprenden modificaciones de áreas, para lograr una combinación de operaciones que conduzcan a una reducción del costo de producción o a una mejora general que justifique un incremento del activo.

El estudio de mercado constituye el punto de partida de los estudios técnicos y económico-financieros, que para un proyecto de mejora operativa será sustituido por un estudio de cuantificación de pérdidas que se intentan evitar o reducir, lo que permitirá a su vez determinar los ahorros o ingresos (costos de oportunidad) que generaría su implantación.

Estudio técnico

Este que tiene por objeto, según Córdoba (2006) "proveer información para cualificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertenecientes a está área. Su finalidad es determinar las condiciones técnicas de ejecución del proyecto (mano de obra, materias primas, etc.), incluyendo aspectos como: tamaño, localización e ingeniería". (p. 24).

De acuerdo a Blanco (2006), el estudio técnico debe cubrir al menos los siguientes aspectos:

- Cronograma de la proyección.
- Localización del proyecto.
- Infraestructura de servicios.
- Tecnología utilizada.
- Proceso de producción.
- Desecho y pérdidas del proceso.
- Control de calidad.
- Volumen de ocupación.
- Capacidad instalada y utilizada.

El cronograma de proyección

Es un programa que indique los tiempos óptimos para la evaluación de las diferentes etapas del proyecto, siendo éstas: la ejecución (instalación o construcción) y la operación.

Localización del proyecto

Se refiere a la ubicación geográfica del proyecto. Ésta debe ser indicada con todo detalle. En la localización de un proyecto comúnmente influyen una serie de factores globales, que según Sapag y Sapag (2006) son:

- Medios y costos de transporte.
- Disponibilidad de costos y mano de obra.
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento.
- Factores ambientales.
- Cercanía del mercado.
- Costo y disponibilidad de terrenos.
- Topografía de suelos.
- Estructura impositiva y legal.
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros.
- Comunicaciones.
- Posibilidad de desprenderse de desechos.

Infraestructura de servicios

Está ligada a la ubicación o localización del proyecto, y se refiere básicamente a las facilidades que debe disponer el mismo como son: energía, disponibilidad de agua, comunicaciones, entre otras, las cuales deben ser especificadas claramente. Igualmente deben detallarse las estructuras e infraestructuras necesarias para la construcción, instalación y puesta en marcha.

Tecnología utilizada

En el caso de la tecnología se debe indicar si la misma es propia o contratada, especificando su alcance, los beneficios y ventajas que aporta al proceso y al producto. Si

la tecnología es contratada debe indicarse su costo y los fundamentos o términos de la contratación. Igualmente es importante especificar los costos de los diferentes componentes de la misma (equipos, maquinarias, etc.).

Proceso de producción

De acuerdo a Blanco (2006), "el proceso de producción es consecuencia de los resultados de los estudios técnico y de mercado, por lo que deberá coincidir con las conclusiones alcanzadas en ambos". (p. 256). El mismo debe ser representado mediante un flujograma que muestre cada uno de los pasos del proceso, lo cuál facilitara la identificación de todos los costos propios o asociados.

Desecho y pérdidas del proceso

En este caso hay dos factores que generan costos para la empresa como son: los desechos y las pérdidas propias del proceso de producción. La primera se refiere a los desperdicios nocivos (sólidos, líquidos, gaseosos o sónicos) que afectan todo el proceso y el segundo a las propias que en general son físicas y generalmente identificables. En todo caso, estos factores deben ser identificados, cuantificados y tomar las medidas necesarias para su prevención o reducción. Los costos generados por estos factores deben indicarse en este aparte.

Control de calidad

El control de calidad debe garantizar que en la producción se logren las especificaciones o normas técnicas de calidad previamente establecidas y es un proceso continuo que implica: control de materiales, control en el proceso, control de los productos terminados y control de los servicios posteriores a la venta. Por ésta razón, dependiendo del proceso y del producto, se debe especificar que tipo de control de calidad es necesario aplicar y sobre que

puntos del proceso de producción, así como el personal requerido y las inversiones en activos para llevarlo a cabo, en caso de ser necesario.

Volumen de ocupación

Se refiere al número de personas, cargos, horarios y turnos necesarios para operar. Estos deben ser organizados por cargos, categorías, sueldos, salarios establecidos en el mercado laboral y por el conocimiento, preparación, habilidades y destrezas de las personas a ser empleadas.

Capacidad instalada y utilizada

La capacidad instalada, se refiere al volumen de bienes y/o servicios que le sea posible generar a una unidad productiva con la infraestructura disponible. Mientras que la capacidad utilizada es aquella que varía de acuerdo a las necesidades del mercado.

Estudio económico-financiero

El estudio económico-financiero se divide en dos partes, según Blanco (2006) que son:

- Evaluación económico-financiera.
- Evaluación de resultados.

Evaluación económico-financiera

Está integrada por los aspectos contables, económicos y financieros que llevan al estado de resultados y abarcan el cálculo de los componentes de la inversión, la inversión total, la depreciación y la amortización, el financiamiento de terceros, la nómina, las materias primas y el estado de resultados. Comprende además la determinación del punto de equilibrio, capital de trabajo y rentabilidad de la inversión.

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, según Córdoba (2006), se refiere a los cambios de uno o más factores dentro de ciertos rangos lógicos. El objetivo es forzar al proyecto llevando a las variables a valores críticos (mediante simulación) para asegurar su rentabilidad, para lo cual se deben considerar factores tales como: tasa interna de retorno, valor presente neto y tiempo de pago que se definen a continuación:

- Tasa Interna de Retorno (TIR).

  Según Giugni, Ettedgui y González (1987) "La tasa interna de retorno de un proyecto expresa el beneficio neto anual que se obtiene en relación con la inversión pendiente por recuperar al comienzo de cada año". (p. 95).
  Esta relación beneficio neto anual vs. inversión representa el interés anual que genera la inversión y se expresa generalmente en forma porcentual.

- Valor Presente Neto (VPN).

  El Valor Presente Neto mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. De acuerdo a Sapag (1993), el VPN se define como el valor actual de los flujos menos la inversión inicial.

- Tiempo de Pago.

  El tiempo de Pago es un índice que mide el tiempo, medido en años, requeridos para que flujos monetarios netos recuperen la inversión inicial a una tasa de interés dada. Esta definición hace énfasis en determinar cuan rápido se recupera la inversión de capital considerando el valor del dinero en el tiempo.

Igualmente se deben considerar otros factores como:

- Horizonte económico.
- Volumen de ahorro y precio del producto.
- Tasa mínima de rendimiento definida.
- El flujo del proyecto, con base en criterios muy conservadores, probables y optimistas.
- El plan de implantación, donde se establecen los elementos cuantificables y no cuantificables del proyecto.

Antecedentes de la Organización

Se presenta una breve reseña de la empresa (historia, misión y visión). Igualmente se hace una descripción de su proceso productivo y del Área de Filtración de Hidrato de la planta, donde se pretende implementar el proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto".

Reseña de la Empresa

CVG-BAUXILUM, esta conformada por las operadoras de Bauxita y Alúmina, es la empresa resultante de la fusión entre CVG-BAUXIVEN (fundada en 1979) e CVG-INTERALÚMINA (fundada en 1977) en marzo de 1994. (CVG-BAUXILUM, 2005a).

La Operadora de Bauxita se encarga de la extracción del mineral bauxita de la mina y la Operadora de Alúmina lo transforma en alúmina grado metalúrgico (materia prima para la fabricación de aluminio primario).

Misión

"Impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional, satisfaciendo la demanda bauxita y alúmina, promoviendo el desarrollo endógeno, como fuerza de transformación social y económica". (CVG-BAUXILUM, 2005a).

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". (CVG-BAUXILUM, 2005a)

Proceso Productivo (General)

El proceso aplicado en CVG-BAUXILUM Operadora de Alúmina, se denomina "Bayer". Este proceso permite la refinación de la bauxita para producir alúmina de grado metalúrgico.

El proceso puede dividirse, según CVG-BAUXILUM (2005a) en tres grandes secciones:

- Manejo de Materiales.
- Lado Rojo.
- Lado Blanco.

Manejo de Materiales

Esta sección de la planta está conformada por una serie de equipos destinados al manejo de la bauxita (materia prima para la obtención de la alúmina), la soda cáustica (NaOH) y la exportación del producto final.

Cuenta además con silos de almacenamiento de bauxita con una capacidad de 1.800.000 toneladas métricas (TM) y un silo de almacenamiento de alúmina con una capacidad de 150.000 TM.

Lado Rojo

Esta sección está conformada por las unidades del proceso que permiten la reducción del tamaño de las partículas del mineral de bauxita, la extracción de la alúmina contenida en ella por medio de la digestión en soda cáustica y la separación de los minerales (considerados impurezas) que acompañan a la alúmina en la bauxita para prevenir la contaminación del producto final. A estos minerales que conforman las impurezas separadas, se les conoce como lodo rojo debido a la coloración que toma por la presencia de oxido de hierro.

Lado Blanco

Después de purificado el licor rico en alúmina, se somete a una fase de enfriamiento, que lo condiciona para la fase de precipitación, donde se obtienen los cristales de alúmina hidratada de un color blanco característico. Luego se clasifican por tamaño los cristales para obtener un corte grueso que se conoce como producto y dos cortes más finos que determinan las semillas fina y gruesa, las cuales se reciclan a la fase de precipitación.

El producto se envía a una fase de filtración y lavado, donde se separa totalmente de la soda cáustica, obteniéndose alúmina hidratada.

La conclusión del proceso ocurre en los calcinadores, constituidos por grandes hornos que eliminan el agua de la alúmina hidratada, para obtener la alúmina grado metalúrgico, producto final dispuesto para ser usado en las plantas reductoras de producción de aluminio primario.

Áreas Operativas

En CVG-BAUXILUM Operadora de Alúmina, las secciones antes señaladas definidas como Lado Rojo y Lado Blanco, a su vez se subdividen en otras denominadas áreas operativas, las cuales son:

Trituración y Molienda (Área A-32).

Tiene como función reducir el mineral de bauxita a un tamaño de partículas apropiado para la extracción de la alúmina.

Predesilicación (Área A-31).

Esta área tiene la función de controlar los niveles de sílice (SiO_2), en el licor de proceso y la alúmina. El proceso consiste en elevar la temperatura de la pulpa de bauxita (mezcla de mineral de bauxita y licor cáustico) a 100 grados centígrados (°C), manteniéndola constante durante 8 horas y a la vez sometiéndola a un proceso de agitación.

Digestión (Área A-31).

Involucra una interacción entre la suspensión de bauxita molida y la soda cáustica, produciéndose la disolución del mineral a extraer. Esto ocurre a una temperatura de 140 °C.

Desarenado (Área A-34).

Separa los desechos indisolubles (sílice) de tamaño comprendido entre 0,1 y 0,5 milímetro (mm), los cuales se producen en las etapas de disolución de la alúmina en el licor cáustico.

Clarificación y Lavado de Lodo (Área A-35).

Esta área tiene como función la separación de la mayor parte de los desechos indisolubles, comúnmente llamados lodos rojos, producto de la disolución de 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 de agua en contracorriente.

Caustificación de Carbonatos (Área A-36).

Esta área controla los niveles de contaminación del licor de proceso a través del carbonato de sodio (Na_2CO_3).

Apagado de Cal (Área A-37).

Tiene la función de apagar la cal viva y producir una lechada de hidróxido de calcio que se utiliza en la separación y lavado del lodo, en la caustificación de carbonatos y la filtración de seguridad.

Filtración de Seguridad (Área A-38).

Separa las trazas de lodo rojo en el licor madre saturado en alúmina.

Enfriamiento por Expansión (Área A-39).

En esta área se reduce la temperatura del licor madre al valor requerido para el proceso de precipitación de alúmina.

Precipitación (Área A-41).

En esta área la alúmina 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.

Clasificación de Hidrato (Área A-42).

Clasificación por tamaño de partículas del trihidróxido de aluminio, conocido como hidrato, para separar la porción del producto que se utiliza para calcinar.

Filtración de Semilla Fina (Área A-55).

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 la granulometría del hidrato.

Filtración de Semilla Gruesa (Área A-58).

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

Filtración de Hidrato (Área A-44).

Mediante un proceso de lavado y filtración se lleva a cabo la máxima reducción del sodio soluble asociado al hidrato, obteniéndose alúmina hidratada.

Calcinación (Área A-45).

En esta área se convierte la alúmina hidratada o trihidróxido de aluminio ($Al_2O_33H_2O$) en alúmina grado metalúrgico mediante un proceso de calcinación en grandes hornos.

A continuación en la Figura 3, se muestra el diagrama de proceso de la empresa CVG-BAUXILUM.

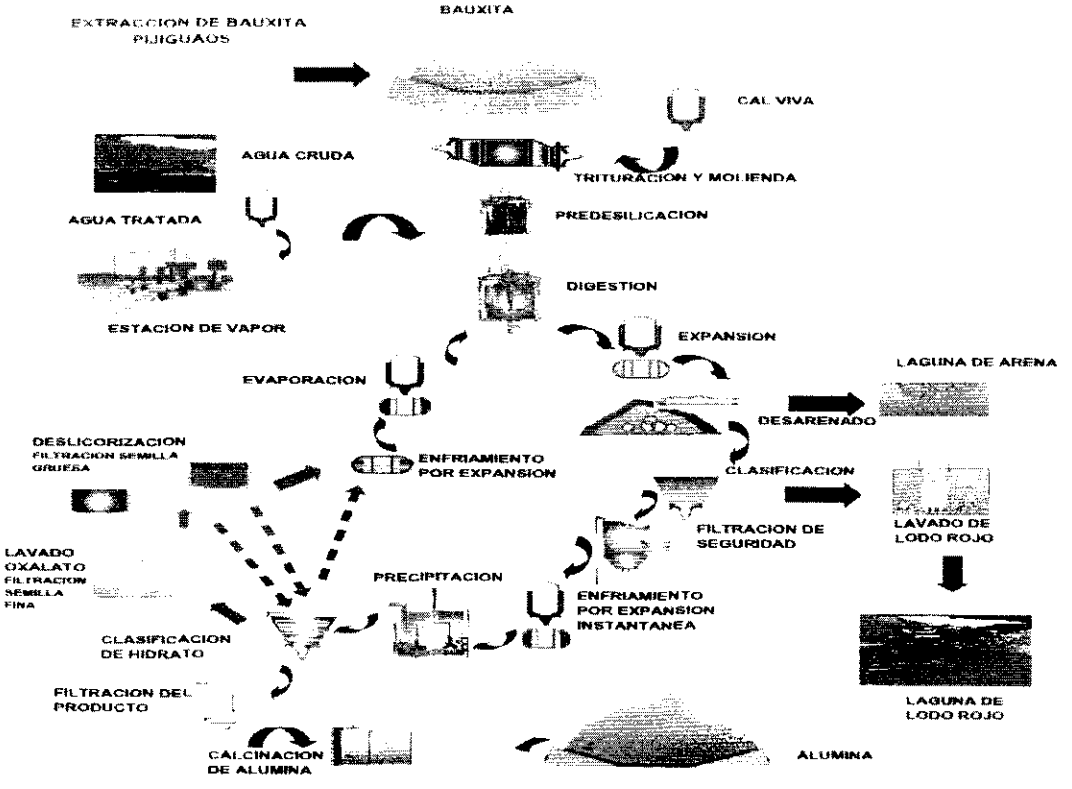

Figura 3. Diagrama de Proceso de CVG-BAUXILUM
(fuente: CVG-BAUXILUM, 2005a).

Filtración de Hidrato

El propósito del Área 44 denominada "Filtración de Hidrato" de acuerdo a CVG-INTERALÚMINA (1982), es la separación del hidrato del sodio soluble. Esto se logra mediante filtración al vacío en cinco filtros horizontales también denominados filtros planos.

Durante el proceso se debe lograr:

1. Obtener un bajo contenido de humedad en el hidrato filtrado para minimizar el calor requerido para el secado térmico del mismo.
2. Obtener un bajo contenido de sodio soluble para minimizar las pérdidas de soda cáustica.

Esta Área es conformada básicamente por cinco unidades de filtración que operan en paralelo y cada una de ellas consta de los siguientes equipos:

- Un filtro horizontal.
- Un tanque de hidrato.
- Una bomba de hidrato.
- Una correa transportadora de hidrato.
- Un recipiente recibidor de filtrado de lavado.
- Dos recipientes recibidores de filtrado de lavado
- Un taque de compensación de aire.
- Una bomba de vacío.

El Área de Filtración de Hidrato también cuenta con los siguientes equipos que son comunes para las cinco unidades de unidades de filtración:

- Una bomba de hidrato.

- Una correa reversible, transportadora de hidrato.
- Cuatro sopladores de aire.
- Dos tanques de filtrado.
- Dos tanques de filtrado de lavado.
- Cuatro bombas de filtrado.
- Cuatro bombas de filtrado de lavado.
- Cuatro bombas de agua de enfriamiento contaminada.

En resumen el área actualmente esta conformada por una cantidad de:

- Filtros planos: 05.
- Tanques de hidrato: 05
- Tanques de filtrado: 02
- Tanques de filtrado de lavado: 02
- Recipientes recibidores de filtrado: 10
- Recipientes recibidores de filtrado de lavado: 05
- Bombas de hidrato: 06
- Bombas de filtrado: 04
- Bombas de filtrado de lavado: 04
- Bombas de agua de enfriamiento contaminada: 04
- Tanques de compensación de aire: 05
- Correas de descarga de hidrato: 05
- Correas reversibles: 03
- Bombas de vacío: 05
- Sopladores de aire: 04

Por problemas de calidad en la alúmina hidratada producida con valores de sodio totales superiores al parámetro establecido de 0,42%, en esta área o etapa del proceso la unidad de control de calidad de la empresa quiere implementar el proyecto de instalación de otro

sistema de filtración de hidrato producto para garantizar: una reducción en las perdidas de producción, mejorar la calidad del producto y adecuar el Área 58 "Filtración de Semilla Gruesa" a la operación de 500 gpl de sólidos en el Área 41 "Precipitación". En la Tabla 1, se muestran los parámetros de calidad de la alúmina.

La implementación de este proyecto implica la adición de los siguientes equipos principales:

- Dos filtros verticales de disco rotatorio, que funcionaran bajo el principio antes mencionado (formación de torta y operación a vacío).
- Un tanque con agitador para resuspensión del hidrato
- Un tanque recibidor de licor de filtrado.
- Dos bombas de descarga de suspensión de hidrato producto hacia los filtros horizontales existentes en el área 44.
- Dos bombas de descarga de filtrado.
- Una bomba de vacío, la cuál será interconectada por razones de mantenimiento al sistema de vacío existente en el área 44. Este sistema esta constituido por cinco bombas.
- Un soplador, el cuál será interconectado para efectos de mantenimiento al sistema de cuatro sopladores existentes en el área 44.
- Dos cintas transportadoras.

Tabla 1. *Parámetros de Calidad de la Alúmina Calcinada (Grado metalúrgico) de CVG-BAUXILUM (fuente: CVG-BAUXILUM, 2005a)*

Características de Calidad Alúmina Calcinada Valores Típicos	
SiO_2	0.013 %
Fe_2O_3	0.008 %
TiO_2	0.003 %
V_2O_5	0.001 %
P_2O_5	0.001 %
Na_2O	0.42 %
CaO	0.030 %
PPI	0.72 %
PUREZA (AL_2O_3)	98.8 %
BET	75 m^2/g
AL_2O_3 α	2 %
<150µm	99 %
< 45µm	9 %

Antecedentes de la Investigación

A continuación se muestra una reseña de los trabajos de investigación relacionados con aspectos resaltantes de esta propuesta de investigación.

Ortega, N. (2006) llevo a cabo una investigación de tipo evaluativa, titulada "Estudio de Factibilidad Económica para la Instalación de un Equipo de Pruebas Hidrostáticas a Cilindros de Gas en la Empresa BOC GASES, Distrito Puerto Ordaz", cuyo objetivo es estudiar la factibilidad económico-financiera del proyecto, mediante el desarrollo de un estudio de mercado, estudio técnico y determinar la rentabilidad de la inversión.

Como resultado de esta investigación se determinó, que el proyecto no es rentable por las siguientes razones:

- La capacidad del equipo propuesto es muy grande para la demanda proyectada a lo largo del tiempo de la inversión.
- Los gastos de nómina y gastos de fabricación son mayores a los ingresos por ventas, generando pérdidas.

Díaz, E. (2006) realiza una investigación igualmente de tipo evaluativa, titulada "Estudio de Factibilidad del Proyecto de Modernización de las Unidades 4, 5 y 6 de la Casa de Máquinas I de la Planta Gurí", la cual tiene como objetivo evaluar desde el punto de vista de mercado, técnico y económico, los escenarios que simulan las situaciones: "Con proyecto" y "Sin proyecto".

El resultado de la misma arrojo que el proyecto es rentable, ya que mediante su ejecución se pueden generar ahorros potenciales por uso de combustible fósil empleado en la generación termoeléctrica, reducción de las pérdidas de energía y mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

Pino, W. (2006) en su investigación titulada "Realizar un Estudio de Factibilidad para la Implementación del Servicio de Centrales Privadas Automáticas (CPA) en la UCAB Extensión Guayana", que tiene como objetivo llevar a cabo un estudio de factibilidad para la instalación del servicio centrales automáticas (CPA) mediante el análisis de los costos de operación y mantenimiento (actuales), estudio estadístico de llamadas (entrantes y salientes) y la elaboración de una propuesta técnicamente viable y rentable.

Como producto de la investigación se determinó que el proyecto es técnicamente viable y rentable, debido a que el tiempo de recuperación de la inversión es menor de dos años, con ahorros significativos en tarifas mensuales y prescindiendo de operadores y/o recepcionistas.

Capítulo III. Marco Metodológico

En el presente Capítulo se describe el tipo de investigación a realizar, se definen las variables a considerar para objeto del estudio de factibilidad, así como: la estrategia para recolección de datos y análisis de información, metodología aplicada, cronograma de trabajo, factibilidad del estudio y consideraciones éticas.

Diseño y tipo de investigación

Para realizar el presente trabajo especial de grado, el cual tiene como objetivo principal determinar la factibilidad técnica económica de la instalación de un sistema de filtración de hidrato producto, se efectuará una investigación del tipo aplicada evaluativa.

La investigación aplicada consiste:

> "... *en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, pero en cualquier caso debe tener apoyo de evidencia empírica*". (García, 2007, p. 4).

Yaber y Valarino (s.f.; c.p. García, 2007) señalan que la investigación evaluativa es la "Sistemática determinación de la calidad o valor de programas, proyectos, planes, intervenciones" (p. 29).

Unidad de análisis

Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, en el Área 44 de CVG-BAUXILUM.

Definición de variables

La variable que será evaluada durante el desarrollo del presente trabajo de investigación es aquella que permita determinar la factibilidad técnica, económica-financiera del proyecto en referencia.

Las dimensiones a considerar son las siguientes:

- Cuantificación de las pérdidas
  Es la primera parte de la investigación del estudio del proyecto, la cual consta básicamente de la determinación y cuantificación de las pérdidas de producción basados en datos históricos y/o proyecciones, las cuales serán fundamentales para la determinación de los ahorros (estudio económico-financiero) que generará la implantación del proyecto.

- Estudio técnico
  Tiene por objeto proveer información (equipos de fabricas, especificaciones técnicas de maquinas, disposición de planta, descripción del proyecto, etc.) para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinente a esta área.

- Estudio económico-financiero
  Tiene por objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan los estudios (cuantificación de pérdidas y técnico) y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación del proyecto a fin de determinar su rentabilidad. Los valores a cuantificar en este estudio son: componentes de la inversión, la inversión total, la nómina, consumo de energía y costos de operación- mantenimiento.

A continuación, en la Tabla 2 se presenta la variable objeto de estudio y la forma en que será discriminada con la finalidad de lograr su operacionalización.

Tabla 2. *Operacionalización de la variable*

Estudio de Factibilidad del proyecto "Instalación de un Sistema de Filtración de Hidrato Producto".	**Cuantificación de Pérdidas**	Pérdidas de Producción
	Estudio Técnico	Localización Capacidad instalada Capacidad usada Tecnología Proceso de producción Cronograma Volumen de ocupación Control de calidad
	Estudio Económico-financiero	Ahorros Componentes de la Inversión Nómina Costos operación-mantenimiento

Estrategia para la recolección y análisis de la información

En función de las variables indicadas en la tabla 2 se implementarán las estrategias de recolección de datos siguientes:

- Arqueo bibliográfico para la cuantificación de las pérdidas, la información referente a este estudio se basará en los datos históricos de aproximadamente los últimos tres (3) años.

- Arqueo bibliográfico de la información técnica disponible en la ingeniería conceptual y en la ingeniería básica parcial del proyecto. Esta información es crucial para la

determinación de: la localización del proyecto, diseño de las instalaciones, la infraestructura de servicios, la tecnología utilizada, el proceso de producción, el control de calidad, el volumen de ocupación y la capacidad instalada y utilizada.

- Entrevistas al personal técnico, encargado del desarrollo de la ingeniería básica, igualmente con el personal de producción y de las unidades de ingeniería industrial y estimación de costos de la empresa.

- Visitas al área industrial para la verificación del posible sitio donde implantar el proyecto.

Metodología aplicada

La metodología empleada para medir la rentabilidad del proyecto será la denominada Flujo de Caja Descontado (FCD), la cual se basa en el supuesto de que el valor de una empresa proviene de su capacidad para generar excedentes de dinero en el futuro. El FCD esta determinado por la suma de flujos de caja futuros de las empresas para un período finito, descontado al costo de capital.

Es conveniente destacar que la evaluación económica se efectuará con valores presentes, por cuanto simplifica el trabajo de la estimación de los flujos y elimina la posibilidad de introducir errores inherentes a la naturaleza misma del proceso inflacionario.

Para la realización de los cálculos necesarios se utilizará como herramienta el software denominado Microsoft Excel (MSExcel) y mediante la adaptación de las hojas de cálculo desarrolladas por Blanco (2006).

Por otro lado, la definición de los valores de los indicadores de rentabilidad de referencia que serán utilizados como marco de comparación para determinar la factibilidad

económica-financiera del proyecto bajo un determinado escenario, la decisión económica deberá estar soportada por el cumplimiento de al menos dos (02) de los indicadores, lo cuáles se definen a continuación:

- Valor Presente Neto: el proyecto será rentable si el resultado obtenido de su evaluación es mayor que cero.

- Tasa Interna de Retorno: el proyecto se considerará rentable si su valor es mayor que el Costo de Capital. Donde el Costo de Capital, también conocida como tasa de costo de capital, se define "como la cantidad de dinero que hay que pagar para utilizar un capital...El Costo de Capital, ya sea por intereses o por costo de oportunidad, se suele expresar en forma porcentual anual". (Giugni, et. al., 1987, p. 39).

- Tiempo de Pago: el proyecto se considerará rentable si se recupera la inversión en un período menor o igual a siete (07) años.

Factibilidad de la investigación

El presente trabajo se desarrollará mediante el uso de herramientas de métodos cuantitativos (finanzas y estadística), evaluación y desarrollo de proyectos, así como de la experiencia adquirida en el ejercicio profesional. Sin embargo, durante la etapa de recolección de información se sabe primordial, garantizar el origen y la veracidad de ésta principalmente cuando se soliciten ofertas o precios de referencia para estimar los costos de equipos o tecnologías.

Capítulo IV. Desarrollo

En el presente Capítulo se presenta primeramente una breve descripción del proyecto, seguido de la cuantificación de pérdidas y de los estudios técnico y económico-financiero respectivos. Igualmente se presentan el análisis de sensibilidad y la discusión de resultados .resultados.

Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la instalación de un Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, en el Área de Filtración de Hidrato, denominada Área 44, situada en la Planta Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.

El proyecto estará conformado por los siguientes equipos principales:

- Dos filtros verticales de disco rotatorio (F-44-XA/XB), para la separación del hidrato del licor filtrado (fluido rico en soda cáustica).
- Dos cintas (CN-44-XA/XB), para el transporte del hidrato desde los filtros de disco hasta el tanque de resuspensión.
- Dos bombas centrifugas (P-44-YA/YB), para transferencia de suspensión de hidrato.
- Dos bombas centrifugas (P-44-XA/XB), para transferencia de filtrado.
- Un tanque de resuspensión de hidrato (T-44-XA).
- Un tanque de filtrado (T-44-YA).
- Una bomba de vacío (VP-44-XA).
- Un soplador de aire (B-44-XA).

Quedando el sistema actual de deslicorización de hidrato producto del Área 58, como respaldo en caso de contingencia operativa del nuevo sistema a instalarse en el Área 44.

Con la implantación de este proyecto se espera obtener los siguientes beneficios:

- Mejorar la calidad de la alúmina (contenido menor al 0,42 % de Na_2O).
- Disminuir las pérdidas de producción por indisponibilidad de equipos en el Área 58.
- Ahorros por recuperación de soda cáustica en el proceso de filtración de hidrato producto.

Cuantificación de Pérdidas

Con finalidad de determinar los ahorros que se obtendrían con la ejecución del proyecto denominado Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, se hace necesaria la cuantificación de las pérdidas en que actualmente se incurren durante el proceso de producción en el Área 58. Estas pérdidas se describen a continuación:

- Pérdidas de producción, asociadas a disminución del flujo denominado licor a digestión (LAD) y baja productividad del Área 58.

Estas pérdidas están relacionadas con la baja capacidad de filtración de semilla gruesa en el Área 58 y consecuentemente por una baja cantidad de carga de sólidos de la misma, lo cual induce una disminución en la cantidad de alúmina precipitada en el Área 41.

Igualmente esta baja capacidad de filtración semilla gruesa afecta el desplazamiento hidráulico de la planta, produciendo una disminución del flujo de operación denominado "licor a digestión" (LAD) en cualquier instante.

En las Tablas 3 y 4, se muestran las pérdidas anuales y su promedio. Los valores indicados en las mismas son tomados Tablas 23 y 24 del anexo I. Para detalles de fórmulas ver Tabla 28, en el anexo II.

Tabla 3. *Pérdidas de producción por baja productividad del licor Área 58.*

PÉRDIDAS DE PRODUCCION AREA 58 BAJA PRODUCTIVIDAD LICOR

PERIODO	PÉRDIDAS DE ALÚMINA (TM)
Oct 05-Sep 06	25.927
Oct 06-Sep 07	31.759
PROMEDIO	**28.843**

Tabla 4. *Pérdidas de producción del Área 58, por disminución de flujo de licor (LAD) al Área de Digestión.*

PÉRDIDAS DE PRODUCCION AREA 58 DISMINUCIÓN LAD

PERIODO	PÉRDIDAS DE ALÚMINA (TM)
2004	1.450
2005	5.220
2006	17.346
PROMEDIO	**8.005**

- Pérdidas por ajuste de flujo de LAD.

Para una producción de 2.000.000 TM/año de alúmina, de acuerdo a Rojas (2007) el flujo de operación del LAD (Licor a Digestión) es de 1.320 m^3/h, pero debido a las limitantes que provocaría esta rata de flujo sobre la operatividad del Área 58, la unidad de control de calidad y proceso ha fijado este parámetro en 1.285 m^3/h para mantener estabilidad en

dicha área. Esta diferencia de flujo, representa para un nivel de producción de 2.000.000 TM/año de alúmina, pérdidas estimadas por el orden de 54.000 TM/año.

- Cantidad de alúmina producida fuera de especificación.

La cantidad de alúmina grado metalúrgico producida fuera de los parámetros de calidad correspondiente al contenido de cáustica total (Na_2O), la cuál debe ser menor al 0,42%. La calidad de la alúmina se ve afectada cuando uno de los tanques T-58-103/104, queda fuera de servicio y al no contar con un tanque de respaldo se hace necesario alimentar suspensión de hidrato al Área 44 (Filtración de Hidrato) directamente desde el Área 42 (Clasificación de Hidrato), obviando los filtros F-58-101/102.

Las cantidades de alúmina producida fuera de las especificaciones de calidad han alcanzado valores significativos en los últimos años como se puede ver en la Tabla 5, estos valores fueron tomados de las Tablas 25, 26 y 27 del anexo I.

Tabla 5. *Alúmina producida con un contenido de cáustica total mayor al 0,42%.*

ALÚMINA CON CONTENIDO DE CÁUSTICA TOTAL MAYOR A 0,42%

PERIODO	ALÚMINA TM
2003	120.586
2004	239.669
2005	200.459
PROMEDIO	**186.905**

Estudio Técnico

Cronograma de la Proyección

El horizonte económico del proyecto Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto es de 22 años y el mismo tendrá dos fases:

- La primera fase tendrá una duración de dos años, y contemplara todo lo referente a la ingeniería, procura, construcción e instalación.

- La segunda fase tendrá una duración de 20 años y se refiere a su periodo de operación. En relación al valor de los equipos principales no se considera valor de rescate al final de la vida útil.

En el período que comprende la primera fase del proyecto se llevaran a cabo las inversiones correspondientes a:

- Durante el primer año se realizaran las inversiones correspondientes a:

  - Ingeniería.
  - Procura de equipos y materiales (Filtros, bombas, cintas transportadoras, soplador, tuberías, válvulas especiales, etc.).

- Durante el segundo año se realizaran las inversiones correspondientes a:

  - Obras civiles.
  - Obras estructurales.
  - Obras mecánicas (fabricación de tanques, recipientes e instalación de equipos).
  - Obras de electricidad.
  - Puesta en marcha.

Estas inversiones serán financiadas por el promotor del proyecto, en este caso en particular la empresa CVG-BAUXILUM.

En el periodo que comprende la segunda fase se iniciaran las labores de operación y producción, las cuales se extenderán hasta el año 22 de la proyección. En la Figura 4, se presenta el cronograma de la proyección del proyecto.

CRONOGRAMA DE LA PROYECCIÓN

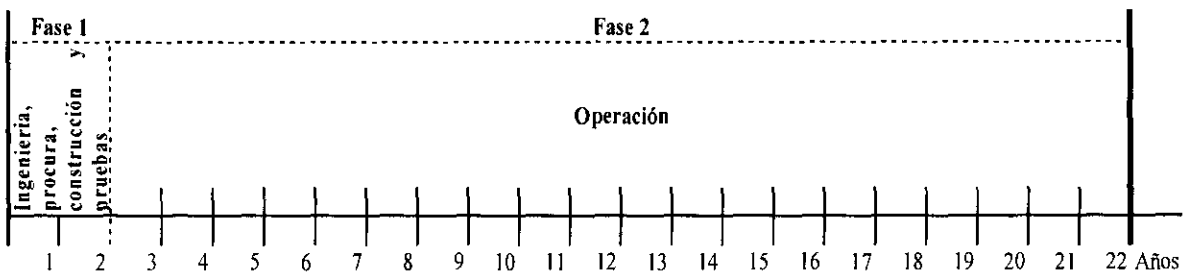

Figura 4. Cronograma de la Proyección

Localización del Proyecto

La planta Operadora de Alúmina y oficinas principales de CVG-BAUXILUM se encuentran ubicadas en la parcela 523-01-02 en la Zona Industrial Matanzas, Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar, en la ribera sur del río Orinoco, ocupando un área de aproximadamente 95 hectáreas. Ver figuras 5 y 6.

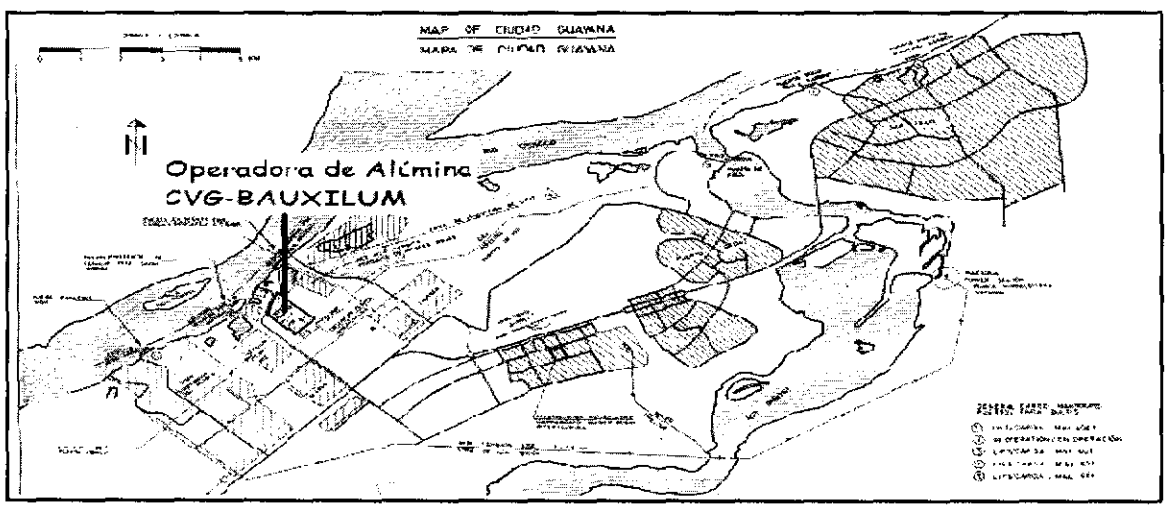

Figura 5. Ubicación geográfica de la Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM (fuente: CVG-BAUXILUM ,2007b).

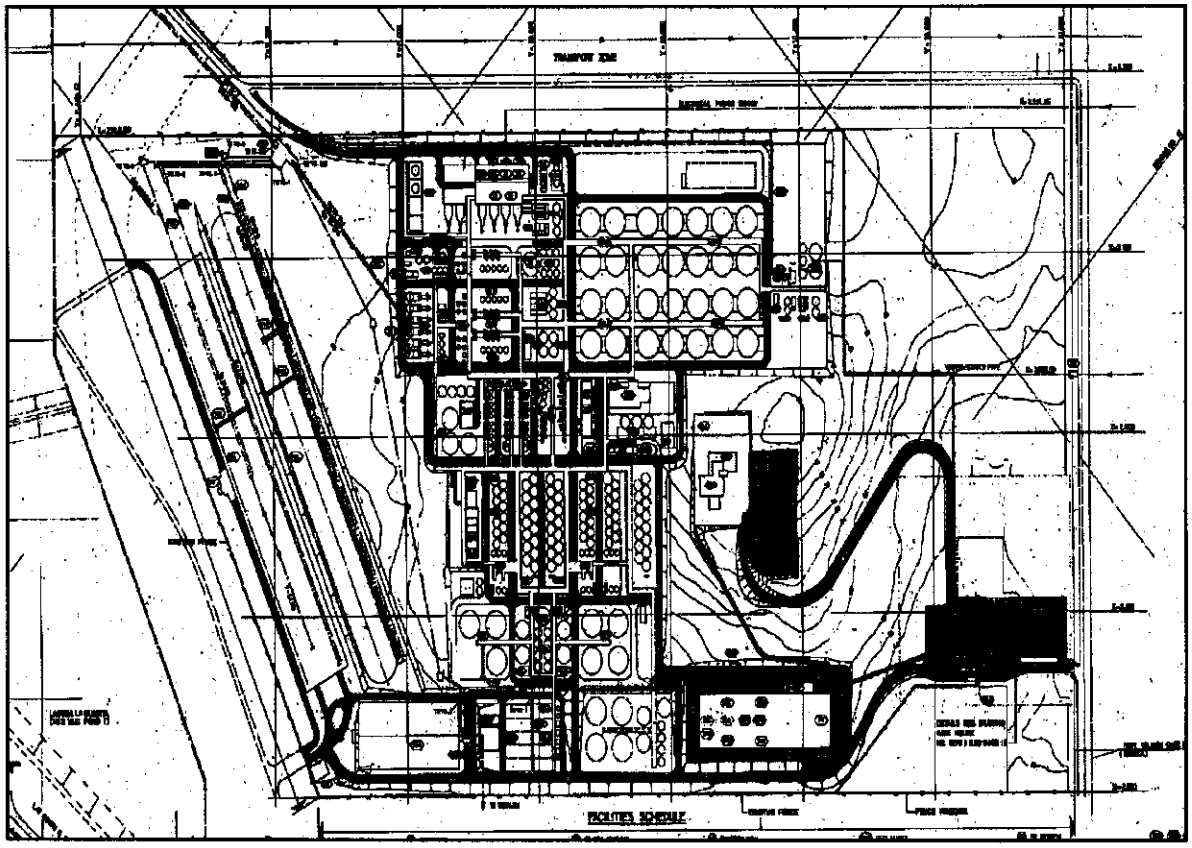

Figura 6. Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.
(fuente: CVG-BAUXILUM, 2007b).

El proyecto en cuestión estará localizado en dicha planta, ocupando un área de aproximadamente 400 metros cuadrados (m^2), específicamente en el extremo noroeste del Área 44, Filtración de Hidrato, como se muestra en la Figura 7. Esta ubicación se debe a que el producto generado por el proyecto en referencia, será enviado a los filtros planos existentes ubicados en el Área 44 y posteriormente enviado a lo hornos de calcinación (Área 45), donde se obtiene el producto final, alúmina grado metalúrgico. Igualmente esa área de la planta dispone de servicio eléctrico, aire de servicio, agua de purga para las bombas, licor filtrado y sistemas de sumideros los cuales serán utilizados en el proyecto.

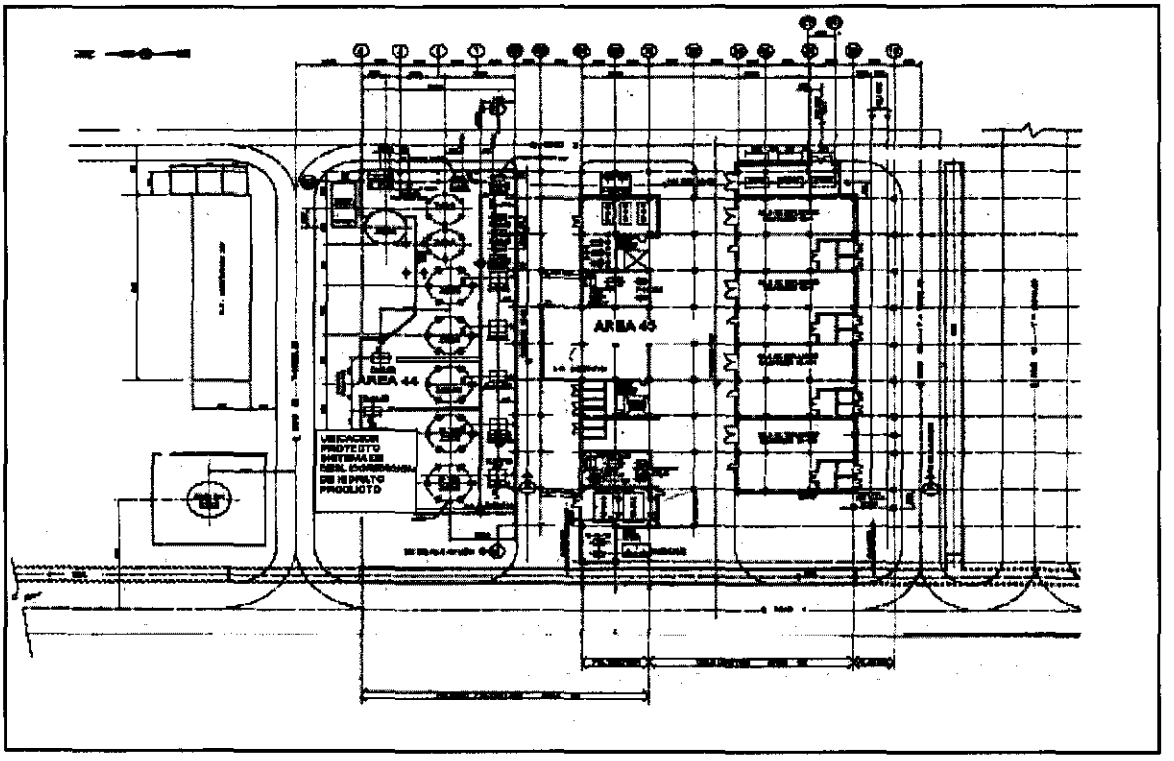

Figura 7. Ubicación del proyecto Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto Área 44 (fuente: CVG-BAUXILUM, 2007b).

Infraestructura de Servicios

Debido a que el mismo estará adyacente al área 44, cuenta con los siguientes servicios:

- Energía eléctrica (Subestación 25X).
- Agua domestica.
- Agua de purga para el sistema de bombas (suspensión de hidrato y filtrado).
- Licor de limpieza.
- Licor filtrado.
- Vapor.
- Vacío.

- Aire de servicio.
- Aire de instrumentos.
- Sumideros de rebose de la planta.

Estos servicios son parte del proceso de producción de la Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.

Elementos de Infraestructura y Estructura

Obras Civiles

Como el terreno donde operara el Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto está ubicado dentro de las instalaciones de la empresa en referencia, y por ser propietaria del mismo, se considera que no hay costo de inversión en este rubro.

Por otro lado, se requiere realizar trabajos de nivelación y excavación del terreno, para la colocación de losa de piso, fundaciones para equipos (bombas, tanques, soplador, etc.) y fundaciones para las columnas que soportaran la estructura de acero de los dos niveles superiores del edificio donde estarán ubicadas las cintas transportadoras (primer nivel) y los filtros verticales de disco (segundo nivel).

Obras Estructurales

Fabricación e instalación de la estructura de acero (vigas, columnas, arrostramientos, etc.) del edificio, que contendrá los equipos principales, éste constara de tres niveles (planta baja, primero y segundo nivel). Incluye barandas, escaleras, cerramientos del segundo nivel y el techo. El área aproximada de esta edificación será de 1200 m^2.

Obras Eléctricas

Se requiere el tendido eléctrico desde la subestación 25X en el Área 44, para la alimentación de los nuevos equipos y el alumbrado externo e interno del edificio, para lo cual se requiere: tendido de cables por bandejas, gabinetes de potencia, bandejas porta cables y arrancadores.

Equipo Auxiliar

La empresa CVG-BAUXILUM cuenta con un taller central, ubicado dentro de sus instalaciones para realizar reparaciones y mantenimiento de sus equipos, razón por la cual en el proyecto en referencia no se incluye la adquisición de equipos o herramientas para estas labores.

Mobiliario y Equipo de Oficina

El área donde se llevara a cabo el proyecto está ubicada a aproximadamente a 30 metros del edificio de oficinas del personal de mantenimiento y operación de las áreas 44 y 45. Éste cuenta con el mobiliario y equipos de oficina requeridos, por este motivo no se incluyen estos renglones en el proyecto.

Tecnología Utilizada

Las tecnologías utilizadas en este proyecto son las siguientes:

- Filtros verticales rotarios, cintas transportadoras, agitador de suspensión, bomba de vacío y soplador de aire de origen alemán.
- Bombas centrifugas de suspensión de hidrato de origen australiano.
- Válvulas de ángulo para suspensión de hidrato de origen español.

Sin embargo, estas tecnologías son marcas reconocidas mundialmente y de uso normal en las plantas de alúmina y utilizadas en la planta Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.

La vida útil de los equipos principales es de 20 años.

En el costo de suministro de los equipos antes señalados incluye el suministro de personal técnico especializado para la supervisión durante las labores de erección, prueba y puesta en marcha de los mismos.

En la Tabla 6, se detallan los equipos de producción del proyecto con su respectiva potencia y modo de operación, igualmente indica el consumo total de energía eléctrica consumida (465,68 Kwh) afectada por el factor de operación en este caso de 80%. Para detalle de fórmulas ver Tabla 29, en el anexo II.

Tabla 6. *Consumo de energía eléctrica de los equipos.*

EQUIPOS CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

N°	DESCRIPCION	POTENCIA (Kw)	NOTAS
F-44-XA	FILTRO DE DISCO	15	Operación
F-44-XB	FILTRO DE DISCO	0	Reserva
P-44-XA	BOMBA CENTRIFUGA HIDRATO	250	Operación
P-44-XB	BOMBA CENTRIFUGA HIDRATO	0	Reserva
P-44-YA	BOMBA CENTRIFUGA FILTRADO	150	Operación
P-44-YB	BOMBA CENTRIFUGA FILTRADO	0	Reserva
CN-44-XA	CINTA TRANSPORTADORA HIDRATO	30	Operación
CN-44-XA	CINTA TRANSPORTADORA HIDRATO	0	Reserva
B-44-X	SOPLADOR DE AIRE	60	Operación
VP-44-X	BOMBA DE VACIO	60	Operación
T-44-X	TANQUE RESUSPENSION HIDRATO	0	
A-44-X	AGITADOR TANQUE RESUSPENSION HIDRATO	15	Operación
T-44-Y	TANQUE DE FILTRADO	0	
	ALUMBRADO	2,1	
SUB-TOTAL		**582,1**	
FACTOR DE OPERACIÓN		80%	
TOTAL CONSUMO (Kwh)		**465,68**	

OP Parámetros
Ef Factor de operación 80%

Maquinaria y Equipo de Producción

El costo unitario de cada uno de los equipos importados y nacionales está detallado en la Tabla 7, la cual indica en su parte superior los equipos de producción importados facturados en euros (€) y su equivalente en dólares americanos (US $) y en la parte inferior los equipos de producción nacional, facturados en bolívares fuertes (Bs. F) y su equivalente en US $.

Las tasas de cambio utilizadas son las siguientes:

- 1 € equivale a 1,40 US $.
- 1 US $ equivale a 2,15 Bs. F.

Adicionalmente al costo de los equipos importados, se encuentran incluidos los costos asociados siguientes:

- Embalaje, transporte de planta a puerto europeo y embarque denominado internacionalmente como FOB, están incluidos en la oferta de los fabricantes. El término FOB (Free On Board) conocido internacionalmente, significa el costo de la mercancía en el buque libre de cualquier otro cargo.

- Flete

  Se refiere al pago del transporte marítimo desde puerto europeo (país de origen) hasta puerto venezolano, en este caso Puerto Ordaz (Muelle SIDOR). El pago de flete tiene un costo equivalente al 2 % del precio FOB en puerto europeo.

- Seguro

Se refiere al pago por concepto de seguro para el transporte marítimo desde puerto europeo (país de origen) hasta puerto venezolano, en este caso Puerto Ordaz (Muelle SIDOR). El pago por concepto de seguro tiene un costo equivalente al 0,2689% del precio FOB en puerto europeo.

- Derechos de Importación (Costo de aduana Venezuela)

Se refiere al pago por los conceptos de:

  - Impuestos de importación, el cual equivale al 15% del precio CIF. El término CIF (Cost, Insurance, Freight), el cuál equivale a la suma del costo del FOB, el flete y el seguro.
  - Tasa aduanal, la cual equivale al 1% del precio CIF.
  - Timbre fiscal, cuyo precio es de Bs. F 9,41.

- IVA

Pago por concepto de impuesto al valor agregado, el cual equivale al 9% del precio (CIF+Derechos de importación).

- Transporte terrestre a planta (CVG-BAUXILUM).

Se refiere al pago correspondiente por el transporte de los equipos desde el puerto (Muelle SIDOR), hasta la planta Operadora de alúmina de CVG-BAUXILUM. El costo estimado por el transporte de cada tipo de equipo, utilizando un transporte de gran capacidad denominado Lowboy es de aproximadamente Bs. F 5000 (actualizado al 15-01-2008), por viaje.

Por otro lado, se tiene previsto la contratación de una empresa de construcción industrial para ejecutar todas las labores correspondientes a desembalaje, instalación y puesta en marcha de los equipos y la ejecución de las obras civiles (losas de piso, drenajes, fundaciones, etc.), estructurales, mecánicas (fabricación e instalación de tanques, recipientes, tuberías, etc.) y de electricidad (tendido y conexionado de cables, instalación de arrancadores , alumbrado externo e interno, etc.) requeridas.

Tabla 7. *Equipos de producción.*

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)	Precio total (US$)
Suministro equipos importados					
Filtros de Disco	Pieza	2	224.000,00	448.000,00	627.200,00
Agitador Resus. Hidrato	Pieza	1	1.484,00	1.484,00	2.077,60
Bombas de Filtrado	Pieza	2	61.198,00	122.396,00	171.354,40
Bombas de Hidrato	Pieza	2	73.111,50	146.223,00	204.712,20
Soplador de Aire	Pieza	1	17.800,00	17.800,00	24.920,00
Bomba de Vacío	Pieza	1	20.450,00	20.450,00	28.630,00
Cintas Transportadoras	Pieza	2	12.300,00	24.600,00	34.440,00
Valvulas de suspensión	Suma global	1	113.040,00	113.040,00	158.256,00

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs.F)	Precio total (Bs.F)	Precio total(US $)
Instalación equipos importados					
Instalación Filtros	Pieza	2	115.640,00	231.280,00	107.572,09
Instación Agitador	Pieza	1	13.568,00	13.568,00	6.310,70
Inst. Bombas Filtrado	Pieza	2	8.893,00	17.786,00	8.272,56
Inst. Bombas Hidrato	Pieza	2	8.893,00	17.786,00	8.272,56
Inst. Soplador de Aire	Pieza	1	8.893,00	8.893,00	4.136,28
Inst. Bomba de Vacío	Pieza	1	35.389,00	35.389,00	16.460,00
Inst. Cinta transportadora	Pieza	2	14.618,50	29.237,00	13.598,60
Inst. Val. Suspensión	Suma global	1	34.947,00	34.947,00	16.254,42

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bs.F)	Precio total (Bs.F)	Precio total(US $)
Instalación equipos nacionales					
Sum./Fab./Inst. Tubería	Suma global	1	419.348,00	419.348,00	195.045,58
Sum./Fab./Inst. Tanques	Suma global	1	1.412.429,00	1.412.429,00	656.943,72

Proceso de producción

El proceso de producción de acuerdo a Rojas (2007) consiste en enviar suspensión de hidrato producto (SHP) desde el Área 42 (Clasificación de Hidrato), específicamente desde el tanque T-42-14, mediante la bomba P-42-14A o la P-42-14B hacia el nuevo filtro deslicorizador vertical rotatorio F-44-XA o F-44-XB. Esta suspensión tiene un flujo de 502 metros cúbicos por hora (m^3/h), con una concentración de sólidos de 750 gramos por litro (gpl) y cáustica de 146,1 gpl.

Como resultado de la operación de filtrado se generan dos (02) corrientes de flujo. La primera es de sólidos (hidrato producto), con un flujo de 376 toneladas por hora (Ton/h) a una concentración 146,1 gpl de cáustica, la cual es conducida hacia el nuevo tanque de resuspensión T-44-XA, mediante la cinta transportadora CN-44-XA o CN-44-XB. La segunda corresponde a licor filtrado con un flujo de 284 m^3/h y una concentración de cáustica de 146,1 gpl, la cual es conducida por gravedad al nuevo tanque de filtrado T-44-YA. Este licor filtrado es transferido desde este tanque mediante la bomba P-44-YA o la P-44-YB al tanque existente T-44-4, para ser reutilizado en el proceso de la planta.

El hidrato producto contenido en el tanque T-44-XA es resuspendido con la adición de 284 m^3/h de licor filtrado con una concentración de cáustica de 45 gpl, proveniente del tanque existente T-44-3. Como resultado de lo anterior, se obtiene una suspensión de hidrato producto a una nueva concentración (750 gpl de sólidos y 63 gpl de cáustica). Bajo estas condiciones y a una rata de flujo de 502 m^3/h, es transferido mediante la bomba P-44-YA o P-44-YB a los filtros planos del Área 44, donde se les realiza un proceso de filtrado, lavado y presecado. Posteriormente es transferido al Área 45 (Calcinación), para la obtención de la alúmina de grado metalúrgico con una concentración de sodio total menor o igual a 0,42%. La Figura 9, muestra el diagrama de flujo del proceso.

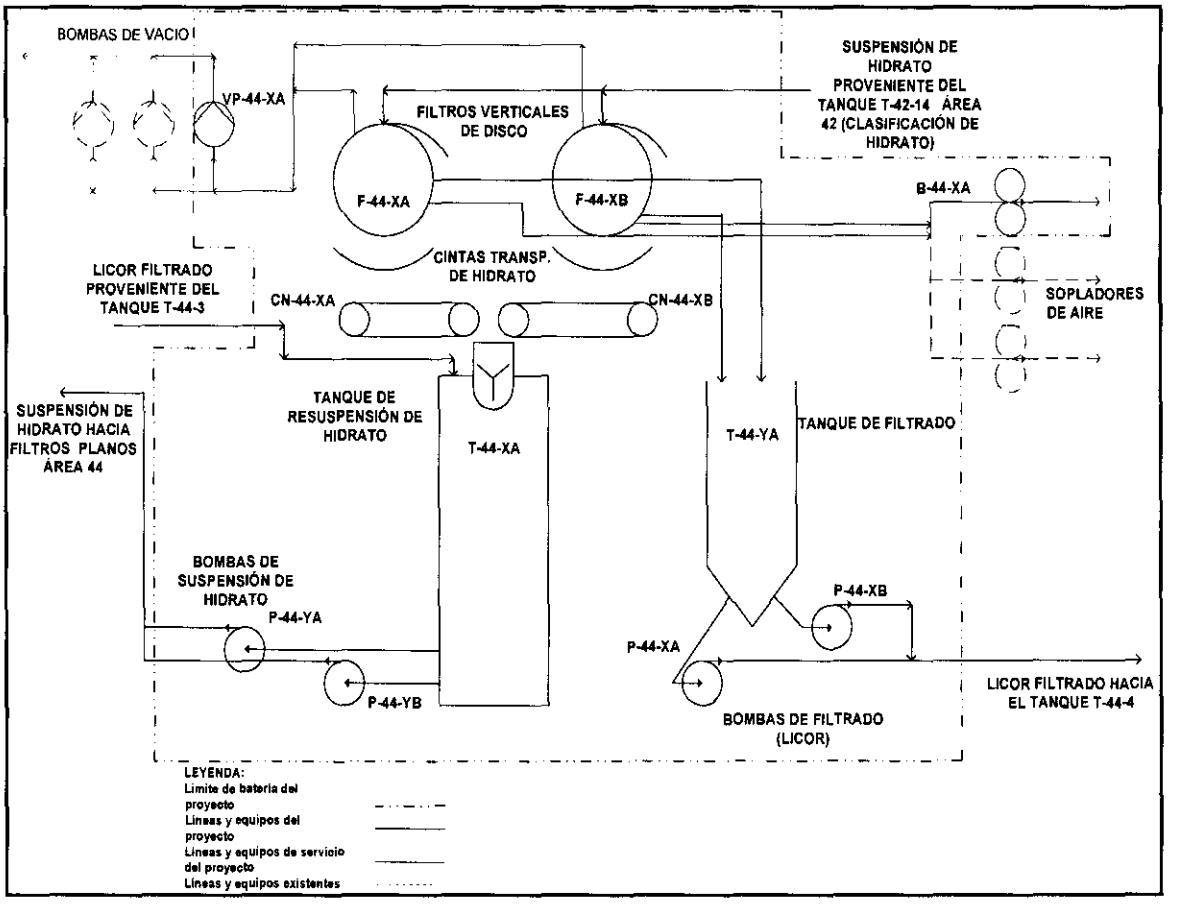

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso

Desechos y pérdidas de producción

En el proceso de producción del Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto el efluente resultante de la operación (licor filtrado) no es desechado sino que es reutilizado en otras etapas del proceso como son: la resuspensión del hidrato producto en el Área 44 y como control del perfil de cáustica en el Área 42 (Clasificación de Hidrato), mediante la utilización de la infraestructura existente en la planta.

Control de calidad

El control de calidad es aplicado a nivel de la planta a cargo de la unidad de control de calidad y proceso. Este control consiste en la toma de una muestra de la suspensión de hidrato a la entrada y otra a la salida del Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, con una frecuencia de dos (02) veces por turno de trabajo. A estas muestras se realizaran ensayos físico-químicos (concentración de cáustica y de sólidos), para determinar si esta dentro de los parámetros de calidad preestablecidos.

El proceso de control de la calidad es básicamente el mismo que se realiza en las diferentes fases del proceso en el Área 44, y por lo tanto no representa un costo adicional, en consecuencia no es incluido en los costos del proyecto.

Volumen de ocupación

Para operar este Sistema de Filtración de Hidrato Producto, se trabajará tres (03) turnos diarios de ocho (08) horas cada uno, durante treinta (30) días al mes y doce (12) meses al año. Mientras que para el mantenimiento se trabajará un (01) solo turno de ocho (08) diarias, durante treinta (30) días al mes y doce (12) meses al año.

Esto implica la contratación de personal adicional al ya existente en las áreas involucradas por el proyecto, como son 44 (Filtración de Hidrato) y 45 (Calcinación) respectivamente. Este personal adicional será contratado en el tercer año de iniciado el proyecto.

En la Tabla 8, se indica la descripción del cargo, su clasificación o nivel, el número de personas por cargo que integran la nómina y el sueldo o salario básico mensual al inicio de operaciones. Este personal es fijo.

Tabla 8. *Volumen de ocupación.*

VOLUMEN DE OCUPACIÓN

Descripción del cargo	Nivel	Número de trabajadores	Salario Básico (Bs.F/mes-trab)
Supervisor Operaciones	12	4	2.597,40
Operador Mantenedor I	4	8	1.449,96
Supervisor Mantenimiento	11	1	2.481,69
Mecanico Mantenimiento Planta I	4	1	1.449,96
Operario Especial Servicios	1	2	1.379,10
Electricista Industrial I	4	1	1.449,96

En la Figura 9, se muestra el organigrama parcial correspondiente a la Gerencias de Producción y Mantenimiento, las cuales se ven impactadas por el proyecto, específicamente la superintendencias de Lado Blanco II y mantenimiento Lado Blanco, donde estará adscrito el personal adicional de operaciones y mantenimiento respectivo, como resultado de la implantación del proyecto

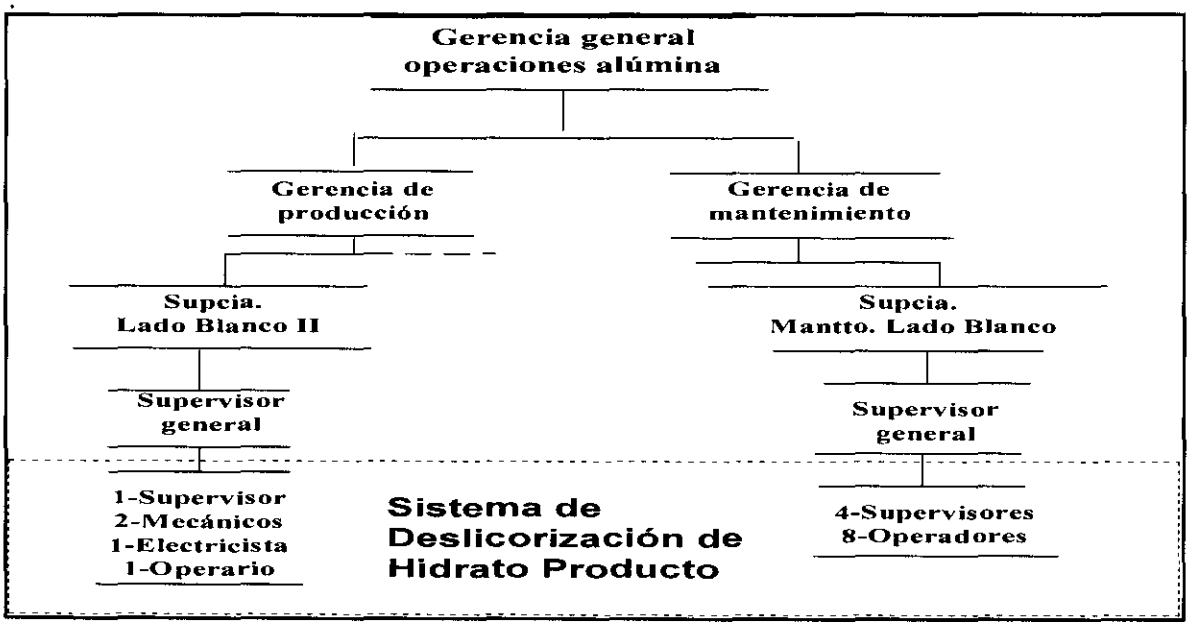

Figura 9. Organigrama de operaciones y mantenimiento del Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto Área 44.

Capacidad instalada/utilizada

Como consecuencia de los problemas que presenta el Área 58, su factor de operación en Septiembre de 2007, según CVG-BAUXILUM (2007c), es de 56 %, con la implantación de este proyecto (Sistema de Deslicorización de Hidrato en el Área 44), se espera alcanzar el factor de operación original de 91,8 %. Al operar bajo esta condición, en el proceso se estima obtener los ahorros promedio siguientes:

- 8.005 TM/año por disminución de LAD.
- 28.843 TM/año por baja productividad del licor.
- 54.000 TM/año por ajuste de producción.

Estudio Económico-financiero

Elementos de infraestructura y estructura

De acuerdo a Blanco (2006) "Los elementos de infraestructura son todos aquellos que tienen que ver con las construcciones y espacios para la instalación de un proyecto". En este caso en particular se refiere a las obras civiles que comprenden: el terreno (para los efectos de este proyecto no se considera), demolición, nivelación y excavación del terreno, losa de piso, fundaciones para equipos y, acero de refuerzo en piso y fundaciones.

Por otro lado, los elementos de estructura en este caso se refieren a la obra estructural y la obra de electricidad que comprenden: el edificio de acero (tres niveles que incluyen pasarelas, plataformas, cerramientos, barandas, techo y drenajes), pintura, tendido eléctrico, bandejas, arrancadores e iluminación (externa e interna).

En la Tabla 9, se presentan estos elementos clasificados en: obras civiles, obra estructural y obra de electricidad. No se toma en consideración los elementos de mobiliario, equipo de oficina y equipo auxiliar, ya de acuerdo a lo indicado en estudio técnico la empresa dispone

de estos elementos. Por otro parte, se asume como costo del terreno un valor de cero ya que éste es propiedad.

La tabla antes indicada, también muestra los parámetros donde se definen las unidades de medida utilizadas, cantidades, precios unitarios y precios totales, que vienen del estudio técnico, así como la tasa de cambio utilizada. Los montos están expresados en bolívares fuertes (Bs.F) y dólares americanos (US$).

En el anexo II, Tabla 30 se muestra las formulas de la tabla antes indicada.

Tabla 9. *Elementos de infraestructura y estructura.*

ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y ESTRUCTURA

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
Obras civiles					
Terreno	m^2	400	0,00	0,00	
Demolición, nivelación y excavación de terreno	m^3	41	245,00	10.045,00	
Losa de piso	m^3	41	680,00	27.880,00	
Fundaciones para equipos	m^3	9	680,00	6.120,00	
Acero de refuerzo en piso y fundaciones	Kg	438	5,00	2.190,00	
Costo de la obra civil (Bs.F)				**46.235,00**	
Costo de la obra civil ($)					**21.504,65**
Obra estructural					
Edificio de acero,tres niveles					
incluye cerramientos, techo,					
barandas, pasarelas, escaleras y					
drenajes.	Kg	407438	9,00	3.666.942,00	
Pintura	m^2	6000	50,00	300.000,00	
Costo de la obra estructural (Bs.F)				**3.966.942,00**	
Costo de la obra estructural ($)					**1.845.089,30**
Obra de electricidad					
Tendido electrico, bandejas, arrancadores					
iluminación.	Sg	1		177.157,00	
Costo de la obra de electricidad (Bs.F)				**177.157,00**	
Costo de la obra de electricidad ($)					**82.398,60**

OP Parámetros
Tec Obras civiles
Tec Obra estructural
Tec Obra de electricidad
Tec Tasa de cambio utilisada 1 US$ 2,15 Bs.F

Maquinaria y equipos de producción

En la Tabla 10, se presentan en forma detallada todos los factores de costo involucrados en la adquisición e instalación de las maquinarias o equipos de producción. Como se puede observar, en lo referente a los equipos importados se aprecia lo siguiente:

- El costo por el suministro en puerto europeo (FOB) expresados en € y US $.
- Los costos asociados correspondientes al flete marítimo y seguro de transporte requerido para su traslado a Venezuela, que sumados al FOB representa el denominado precio CIF, también expresado en US$.
- Los derechos de importación que vienen a ser la suma de los impuestos de importación, tasa aduanal y timbre fiscal, que deben ser pagados para retirar los equipos del puerto o aduana, expresados en US$.
- Además del IVA y el costo del transporte desde el puerto hasta la planta o el sitio de la construcción del proyecto, expresados en US$.

Por otra parte, también presentan los costos de instalación de los equipos importados así como los costos correspondientes a la fabricación e instalación de los equipos nacionales, expresado en Bs. F y US$. El costo total por concepto de suministro e instalación de equipos importados y nacionales es de US$ 2.653.691,58.

También muestra los parámetros donde se definen las tasas de cambio utilizadas, tarifas por concepto de flete marítimo, seguro, tasa aduanal, derechos de importación, timbre fiscal, impuesto al valor agregado (IVA) y transporte local, provenientes del estudio técnico.

Para detalle de fórmulas de la Tabla 10, ver en el anexo II la Tabla 31.

Tabla 10. *Equipos de producción.*

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

Descripción	Precio FOB Europa (€)	Precio FOB Europa ($)	Flete ($)	Seguro ($)	Precio CIF Pto Ordaz ($)	Impuesto de Import. ($)	Tasa Aduanal ($)	Timbre Fiscal ($)	Derechos de Import. ($)	IVA ($)	Transporte Planta ($)	Precio Total ($)
Filtros de Disco	448.000,00	627.200,00	12.544,00	1.686,54	641.430,54	96.214,58	6.414,31	6,72	102.635,61	66.965,95	2.325,58	813.357,68
Agitador Resus. Hidrato	1.484,00	2.077,60	41,55	5,59	2.124,74	318,71	21,25	6,72	346,68	222,43	2.325,58	5.019,43
Bombas de Filtrado	122.396,00	171.354,40	3.427,09	460,77	175.242,26	26.286,34	1.752,42	6,72	28.045,48	18.295,90	2.325,58	223.909,22
Bombas de Hidrato	146.223,00	204.712,20	4.094,24	550,47	209.356,92	31.403,54	2.093,57	6,72	33.503,83	21.857,47	2.325,58	267.043,79
Soplador de Aire	17.800,00	24.920,00	498,40	67,01	25.485,41	3.822,81	254,85	6,72	4.084,39	2.661,28	2.325,58	34.556,66
Bomba de Vacío	20.450,00	28.630,00	572,60	76,99	29.279,59	4.391,94	292,80	6,72	4.691,45	3.057,39	2.325,58	39.354,01
Cintas Transportadoras	24.600,00	34.440,00	688,80	92,61	35.221,41	5.283,21	352,21	6,72	5.642,15	3.677,72	2.325,58	46.866,86
Valvulas de suspensión	113.040,00	158.256,00	3.165,12	425,55	161.846,67	24.277,00	1.618,47	6,72	25.902,19	16.897,40	2.325,58	206.971,84
Total Sum. Eq. Importados	**893.993,00**	**1.251.590,20**	**25.031,80**	**3.365,53**	**1.279.987,53**	**191.998,13**	**12.799,88**	**53,76**	**204.851,76**	**133.635,54**	**18.604,65**	**1.637.079,48**
Instalación Filtros											231.280,00	107.572,09
Instación Agitador											13.568,00	6.310,70
Inst. Bombas Filtrado											17.786,00	8.272,56
Inst. Bombas Hidrato											17.786,00	8.272,56
Inst. Soplador de Aire											8.893,00	4.136,28
Inst. Bomba de Vacío											35.389,00	16.460,00
Inst. Cinta transportadora											29.237,00	13.598,60
Inst. Val. Suspensión											34.947,00	16.254,42
Total Instalación Equipos Importados (Bs.F)											**388.886,00**	
Total Instalación Equipos Importados ($)												**164.622,79**
Monto Total Equipos Importados ($)												**1.801.702,27**
Sum./Fab./Inst. Tuberia											419.348,00	195.045,58
Sum./Fab./Inst. Tanques											1.412.429,00	656.943,72
Total Suministro e Enstalación Equipos Nacionales (Bs.F)											1.831.777,00	
Total Suministro e Enstalación Equipos Nacionales ($)												**851.989,30**
Total Equipos ($)												**2.653.691,58**

OP	*Parámetros*		OP	*Parámetros*		OP	*Parámetros*
	Tasas de cambio utilizadas		Tec	Flete	2% costo FOB	Tec	IVA 9% de (CIF+Dere 9% de (CIF+Derechos Imp)
Tec	1 Euro	1,40 US$	Tec	Seguro	0,2689% costo FOB		
Tec	1 US$	2,15 Bs.F	Tec	Impuesto importación	15% costo CIF		
Tec	Transporte planta Lowboy	5000 Bs.F	Tec	Tasa aduanal	1% costo CIF		
			Tec	Timbre Fiscal (BsF)	9,41		

Estudios y proyectos

Se refiere a la consideración al detalle de los costos de los estudios y proyectos requeridos para la implantación del proyecto en referencia. En la Tabla 11, se presentan estos conceptos clasificados en: ingeniería del proyecto (básica y de detalle) y servicios de inspección de la construcción. El costo por ingeniería es de US$ 205.996,74, mientras por servicios de inspección es de US$ 164.797,21.

Para detalles de fórmulas ver Tabla 32, en el anexo II.

Tabla 11. *Estudios y proyectos.*

ESTUDIOS Y PROYECTOS

	Unidad	Cantidad	Costo Unitari	Costo Total	
Ingeniería del proyecto					
Ingeniería Básica	SG	1	177.158,00	177.158,00	
Ingeniería de Detalle	SG	1	265.735,00	265.735,00	
Costo de la Ingeniería del Proyecto (Bs.F)				**442.893,00**	
Costo de la Ingeniería del Proyecto ($)					**205.996,74**
Servicio de inspección de construcción					
Inspección	SG	1	354.314,00	354.314,00	
Costo Servicio de inspección construcción (Bs.F)				**354.314,00**	
Costo Servicio de inspección construcción ($)					**164.797,21**

OP Parámetros
Tec Ingeniería Básica
Tec Ingeniería de Detalle
Tec Tasa de cambio utilisada 1 US$ 2,15 Bs.F

Inversión total

De acuerdo a Blanco (2006) la inversión total esta conformada por la suma de activos fijos, otros activos y capital de trabajo.

Se consideran activos fijos para este proyecto los siguientes:

- Elementos de estructura e infraestructura (obras civiles, obra estructural y obra de electricidad).
- Suministro de equipos importados.
- Instalación de equipos importados.
- Suministro, fabricación e instalación de equipos nacionales.

Se consideran como otros activos de este proyecto la ingeniería y los servicios de inspección durante la construcción. No se considera el costo financiero del crédito, debido a que en estudio técnico se establece que todas las inversiones requeridas serán financiadas con recursos propios del promotor en este caso la empresa CVG-BAUXILUM.

En cuanto al capital de trabajo tampoco es considerado ya que por la magnitud de las operaciones de esta empresa se considera despreciable.

La Tabla 12, presenta de manera desglosada los diferentes activos que conforman la inversión total destinadas a la construcción del proyecto, denominada Fase 1 (estudio técnico). Esta fase tiene una duración de dos (02) años, según lo indicado en el cronograma de la proyección del proyecto.

Para detalle de formulas ver Tabla 33, en el anexo II.

Nómina

De acuerdo a Blanco (2006):

> "En los cuadros de nómina se determina el costo del capital humano responsable de las operaciones de producción de la empresa. Es muy importante que los sueldos base utilizados en su cálculo reflejen no solo la realidad de la oferta y la demanda del mercado laboral, sino que tomen también en cuenta el valor real del trabajo aportado por cada trabajador y el de su productividad." (p. 305).

Basado en lo anterior, en la Tabla 13 se presenta la descripción del cargo, el número de trabajadores, el salario básico, costo asociado al salario y el costo anual total por concepto de mano de obra para la operación de los equipos instalados por el proyecto en referencia. El costo asociado al salario en esta empresa es de 302% del costo total mensual.

Para detalle de fórmulas, ver Tabla 34, en el anexo II.

Tabla 12. *Inversión total*

INVERSIÓN TOTAL

(Expresado en dolares)	PRIMER AÑO			SEGUNDO AÑO			INVERSIÓN TOTAL		
	Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total	Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total	Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total
Activos Fijos									
Obras civiles	21.504,65		21.504,65			0,00	21.504,65	0,00	21.504,65
Obra estructural	1.845.089,30		1.845.089,30			0,00	1.845.089,30	0,00	1.845.089,30
Obra de eléctricidad	82.398,60		82.398,60			0,00	82.398,60	0,00	82.398,60
Suministro equipos importados	1.637.079,48		1.637.079,48			0,00	1.637.079,48	0,00	1.637.079,48
Instalación equipos importados			0,00	164.622,79		164.622,79	164.622,79	0,00	164.622,79
Suministro e instalación equipos nacionales			0,00	851.989,30		851.989,30	851.989,30	0,00	851.989,30
A **Total Activos Fijos**	**3.586.072,04**	**0,00**	**3.586.072,04**	**1.016.612,09**	**0,00**	**1.016.612,09**	**4.602.684,13**	**0,00**	**4.602.684,13**
Otros Activos									
Costo financiero del crédito			0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Ingeniería del proyecto	205.996,74		205.996,74			0,00	205.996,74	0,00	205.996,74
Servicios de inspección construcción	82.398,60		82.398,60	82.398,60		82.398,60	164.797,21	0,00	164.797,21
B **Total Otros Activos**	**288.395,35**	**0,00**	**288.395,35**	**82.398,60**	**0,00**	**82.398,60**	**370.793,95**	**0,00**	**370.793,95**
C **TOTAL ACTIVOS (A+B)**	**3.874.467,39**	**0,00**	**3.874.467,39**	**1.099.010,70**	**0,00**	**1.099.010,70**	**4.973.478,09**	**0,00**	**4.973.478,09**
D **Capital de Trabajo**			0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
E **INVERSIÓN TOTAL (C+D)**	**3.874.467,39**	**0,00**	**3.874.467,39**	**1.099.010,70**	**0,00**	**1.099.010,70**	**4.973.478,09**	**0,00**	**4.973.478,09**
F **Distribución porcentual**	100,00	0,00	77,90	100,00	0,00	22,10	100,00	0,00	100,00
Factor de incremento de inversión (para analisis de sensiblidad)			20%						
Inversión Total Incrementada (para analisis de sensiblidad)			4.649.360,87						

OP Parámetros

Tec Meses por año 12 meses

Tec Tasa de cambio utilizada

1 US $ 2,15 Bs. F

Tabla 13. *Nómina.*

NÓMINA

SEGUNDO AÑO EN ADELANTE

Costo Mensual

Descripción del Cargo	Nivel	Numero de Tabajadores	Salario Básico	Nómina	Costos Asociados al Salario	Costo Anual Total
Supervisor Operaciones	12	4	2.597,40	10.389,60	31.376,59	501.194,30
Operador Mantenedor I	4	8	1.449,96	11.599,68	35.031,03	559.568,56
Supervisor Mantenimiento	11	1	2.481,69	2.481,69	7.494,70	119.716,73
Mecanico Mantenimiento Planta I	4	1	1.449,96	1.449,96	4.378,88	69.946,07
Operario Especial Servicios	1	2	1.379,10	2.758,20	8.329,76	133.055,57
Electricista Industrial I	4	1	1.449,96	1.449,96	4.378,88	69.946,07
Totales		**17**		**30.129,09**	**90.989,85**	**1.453.427,30**
Total ($)						**676.012,70**

OP	**Parámetros**			
	Costo Asociado al Salario		302%	del costo total mensual
	Meses por año		12	meses por año
	Cargos			Rango B7:B12
	Personas por cargo			Rango D7:D12
	Salario Básico			Rango E7:E12
	Tasa de cambio utilizada	1US$	2,15	Bs.F

Ahorros

Para la determinación de los ahorros que generará la implantación del proyecto del Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto Área 44, se hace necesario determinar sus costos de oportunidad a partir del estudio de cuantificación de pérdidas de producción. Entendiéndose como costos de oportunidad aquellos que se dejan de percibir cuando al no implantar una solución o mejora.

Tomando como referencia lo anterior se consideran como costos de oportunidad para este proyecto los siguientes:

- Costo de oportunidad por baja productividad del licor Área 58.
- Costo de oportunidad por disminución de flujo de LAD.

- Costo de oportunidad por ajuste de flujo LAD.

En el caso de la alúmina con contenido de soda cáustica total mayor a 0,42%, para efecto de la determinación de los ahorros que generará el proyecto, no será considerada como costo de oportunidad debido a que en el proceso la misma puede ser conservada en los almacenes y posteriormente mezclada hasta alcanzar el parámetro de calidad requerido, aunque obviamente esto último implique un costo de posesión de inventario.

En la Tabla 14, se muestra el total de ahorros (US$ 2.180.350,88) que se obtendrían con el proyecto a partir del estimado de los costos de oportunidad. Estos últimos se obtienen de multiplicar las pérdidas (promedio anual) antes señaladas por el margen de utilidad de la empresa, el cual de acuerdo al informe de gestión de la empresa es de 24 US$/TON.

Para detalle de fórmulas, ver Tabla 35, en el anexo II.

Tabla 14. *Ahorros.*

AHORROS

Expresado en dolares americados (US $)

	Promedio (TON/año)	Margen de Utilidad ($/TON)	Total ($/año)
Costo de Oportunidad por Baja Productividad del Licor A-58	28.843	24,00	692.222,88
Costo de Oportunidad por Disminución de Flujo de LAD	8.005	24,00	192.128,00
Costo de Oportunidad por Ajuste de flujo LAD	54.000	24,00	1.296.000,00
Total Ahorros			**2.180.350,88**
Factor de Ajuste (para análisis de sensibilidad)			80%
Total de Ahorros Ajustado (para análisis de sensibilidad)			**1.744.280,70**

Factor de reducción (para análisis de sensibilidad) 20%

Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento como su nombre lo indica son los costos en que se incurren para la manutención y operación de la instalación después de su puesta en marcha.

Para el presente proyecto se consideraron como costos de operación y mantenimiento los siguientes:

- Mano de obra.
- Repuestos.
- Consumo de energía eléctrica.

En la Tabla 15, se muestran los costos por estos conceptos expresados en Bs. F y US$. También se pueden observar los parámetros considerados como: tasa de cambio utilizada, repuestos de mantenimiento equivalentes al 5% de la inversión en equipos, consumo de energía eléctrica de los equipos, el costo del Kwh (0,061 Bs. F por Kwh) y tiempo de operación. Para detalle de fórmulas, ver Tabla 36, en el anexo II.

Tabla 15. *Costos de operación y mantenimiento.*

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Expresado en Bs. F y dolares americanos

	Total Anual
Costo mano de Obra Operación y Mantenimiento	676.012,70
Costo Repuestos de Mantenimiento	81.853,97
Costo Consumo de Energía Eléctrica	115.739,89
Total Costo Operación y Mantenimiento	**873.606,56**

Factor de incremento de costo (para analisis de sensibilidad)	20%
Total Costo de Operación y Mantenimiento Incrementado	1.048.327,88

OP	**Parámetros**		
Tec	Repuestos de mantenimiento	5%	Inversión en equipos de producción
Tec	Cosumo energía electrica	582,1	Kwh
	Costo por Kwh	0,061	Bs. F por Kwh
Tec	Tiempo operación	24	horas diarias
		365	días al año
Tec	Tasa de cambio utilizada		
		1 US $	2,15 Bs.F

Evaluación Económica

Para hacer la evaluación económica del proyecto utilizando el método de Flujo de Caja Descontado, se establecieron las siguientes consideraciones:

- El valor de rescate o residual de los equipos principales es cero. Entendiéndose como valor de rescate, de acuerdo a Blank, Tarquín (2004), al valor terminal estimado de los activos al final de su vida útil.

- No se incluye la depreciación anual entre los flujos asociados al proyecto.
  Lo anterior se debe a que para los efectos del cálculo de la rentabilidad al incluir la inversión inicial y al final de su vida un valor residual, ya se esta tomando en cuenta la depreciación al hacer el análisis de los costos e ingresos asociados al proyecto. Y si en consecuencia se incluyera la depreciación anual, se estaría incurriendo en un cómputo doble de los costos por depreciación.

- El monto anual por concepto de ahorros y costos de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil, se consideran a valores actuales. Lo cual elimina la posibilidad de introducir errores inherentes a la naturaleza misma del proceso inflacionario.

- El Costo de Capital es de 12% anual establecido en CVG-BAUXILUM para los proyectos de inversión evaluados en dólares americanos (US$).

- El horizonte económico o la proyección del proyecto es a 22 años.

- El margen de utilidad empleado en la evaluación de este proyecto, es el promedio del margen de utilidad de CVG-BAUXILUM en el año 2007, el cual es de 24 US$/TON de alúmina.

El Valor Presente Neto, se define de acuerdo Córdova (2006) como la diferencia entre los ingresos y egresos (incluida como egreso la inversión) a valores actualizados o la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial.

Para el cálculo del valor presente neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} Ft\,(1+i)^{-t}$$ donde:

- Ft: Flujo de efectivos netos.
- i: Costo de Capital.
- t: Año.
- n: horizonte de la proyección.

La Tasa Interna de Retorno de un proyecto, de acuerdo a Giugni et al. (1987) expresa el beneficio neto anual que se obtiene en relación con la inversión pendiente por recuperar al comienzo de cada año. La TIR es la tasa de interés que hace que los ingresos y los costos de un proyecto sean iguales.

Para la determinación de la Tasa Interna de Interés se utiliza la siguiente fórmula:

$$VPN\,(TIR) = 0$$

$$\sum_{t=0}^{t=n} Ft\,(1+i)^{-t} = 0$$ donde:

- Ft: Flujo de efectivos netos.
- i: TIR.
- t: Año.
- n: horizonte de la proyección.

En la Tabla 16, se muestra el flujo de caja proyectado con sus respectivos índices rentabilidad. Para detalle de fórmulas utilizadas ver en el anexo II la Tabla 37.

Tabla 16. *Resultados de la evaluación económica del proyecto al presente*

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO SITEMA DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	3.874.467		0	-3.874.467
2009	1.099.011			-1.099.011
2010		873.607	2.180.351	1.306.744
2011		873.607	2.180.351	1.306.744
2012		873.607	2.180.351	1.306.744
2013		873.607	2.180.351	1.306.744
2014		873.607	2.180.351	1.306.744
2015		873.607	2.180.351	1.306.744
2016		873.607	2.180.351	1.306.744
2017		873.607	2.180.351	1.306.744
2018		873.607	2.180.351	1.306.744
2019		873.607	2.180.351	1.306.744
2020		873.607	2.180.351	1.306.744
2021		873.607	2.180.351	1.306.744
2022		873.607	2.180.351	1.306.744
2023		873.607	2.180.351	1.306.744
2024		873.607	2.180.351	1.306.744
2025		873.607	2.180.351	1.306.744
2026		873.607	2.180.351	1.306.744
2027		873.607	2.180.351	1.306.744
2028		873.607	2.180.351	1.306.744
2029		873.607	2.180.351	1.306.744

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**12%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**4.973.478**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**22%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**3.859.142**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**504.816**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,78**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**6**
PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA INVERSION (US$)	**8.926.204**

Punto de Equilibrio de la Inversión

El punto de equilibrio de la inversión cálculado en la Tabla 17, expresa el punto en el cual el proyecto generará un beneficio igual al mínimo (Costo de Capital 12% anual). Si la inversión supera el monto en cuestión, el proyecto se considera no rentable.

El punto de equilibrio en este caso se determina evaluando el Flujo de Caja Descontado, fijando la Tasa Interna de Retorno (TIR) igual al Costo de Capital através de varias iteraciones hasta alcanzar el punto donde el Valor Presente Neto (VPN) es igual a cero. El valor obtenido de la inversión correspondiente al punto de equilibrio es de US$ 8.926.204.

Para detalle de fórmulas de la Tabla 17, que se muestra a continuación, ver en el anexo II la Tabla 38.

Tabla 17. *Determinación del punto de equilibrio*

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO SISTEMA DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44 FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	6.953.742		0	-6.953.742
2009	1.972.461			-1.972.461
2010		873.607	2.180.351	1.306.744
2011		873.607	2.180.351	1.306.744
2012		873.607	2.180.351	1.306.744
2013		873.607	2.180.351	1.306.744
2014		873.607	2.180.351	1.306.744
2015		873.607	2.180.351	1.306.744
2016		873.607	2.180.351	1.306.744
2017		873.607	2.180.351	1.306.744
2018		873.607	2.180.351	1.306.744
2019		873.607	2.180.351	1.306.744
2020		873.607	2.180.351	1.306.744
2021		873.607	2.180.351	1.306.744
2022		873.607	2.180.351	1.306.744
2023		873.607	2.180.351	1.306.744
2024		873.607	2.180.351	1.306.744
2025		873.607	2.180.351	1.306.744
2026		873.607	2.180.351	1.306.744
2027		873.607	2.180.351	1.306.744
2028		873.607	2.180.351	1.306.744
2029		873.607	2.180.351	1.306.744

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**12%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**8.926.204**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**12%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**0**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**0**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,00**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**16**

Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad determina la influencia de un parámetro o variable en la medida de rendimiento económico. Consiste en introducir cambios en la variable (inversión inicial, ingresos brutos o ahorros, valor residual o de rescate, tasa mínima de rendimiento, costo de operación y mantenimiento) que se considera critica dentro de un intervalo de interés, manteniendo constante el valor del resto de las variables, con la finalidad de observar los efectos que producen tales cambios en la rentabilidad del proyecto.

Como resultado de la evaluación económica del proyecto Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto, ver la Tabla 16. Se consideró cuatro escenarios posibles a ser analizados, los cuales se presentan a continuación:

1. Incrementando los costos de operación y mantenimiento en un 20%, manteniendo fija las otras variables como: inversión, costo de capital y ahorros.

2. Incrementando la inversión inicial en un 20%, mantenido fijas las variables restantes (costo de operación y mantenimiento, costo de capital y ahorros).

3. Reduciendo los ahorros en un 20%, manteniendo fijas las variables restantes (inversión, costo de capital, costos de operación y mantenimiento).

4. Incrementando el costo de capital a un 20%, igualmente manteniendo fijas las otras variables (ahorros, inversión, costo de operación y mantenimiento)

Los escenarios anteriores se denominaran en adelante análisis de sensibilidad 1, 2, 3 y 4 respectivamente. En las Tablas 18, 19, 20 y 21 se muestran los cálculos y valores obtenidos producto de cada análisis de sensibilidad. Para detalle de fórmulas utilizadas en las tablas señalas, ver en el anexo II las Tablas 39, 40, 41 y 42.

Tabla 18. *Análisis de sensibilidad 1 (incremento de los costos de operación y mantenimiento en un 20%).*

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 1
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA
PR0YECTO DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	3.874.467		0	-3.874.467
2009	1.099.011			-1.099.011
2010		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2011		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2012		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2013		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2014		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2015		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2016		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2017		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2018		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2019		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2020		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2021		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2022		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2023		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2024		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2025		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2026		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2027		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2028		1.048.328	2.180.351	1.132.023
2029		1.048.328	2.180.351	1.132.023

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**12%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**4.973.478**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**19%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**2.693.900**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**356.242**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,54**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**7**

Tabla 19. *Análisis de sensibilidad 2 (incremento de la inversión inicial en un 20%).*

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 2
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA
PR0YECTO DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	4.649.361		0	-4.649.361
2009	1.099.011			-1.099.011
2010		873.607	2.180.351	1.306.744
2011		873.607	2.180.351	1.306.744
2012		873.607	2.180.351	1.306.744
2013		873.607	2.180.351	1.306.744
2014		873.607	2.180.351	1.306.744
2015		873.607	2.180.351	1.306.744
2016		873.607	2.180.351	1.306.744
2017		873.607	2.180.351	1.306.744
2018		873.607	2.180.351	1.306.744
2019		873.607	2.180.351	1.306.744
2020		873.607	2.180.351	1.306.744
2021		873.607	2.180.351	1.306.744
2022		873.607	2.180.351	1.306.744
2023		873.607	2.180.351	1.306.744
2024		873.607	2.180.351	1.306.744
2025		873.607	2.180.351	1.306.744
2026		873.607	2.180.351	1.306.744
2027		873.607	2.180.351	1.306.744
2028		873.607	2.180.351	1.306.744
2029		873.607	2.180.351	1.306.744

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**12%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**5.748.372**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**19%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**3.084.248**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**403.452**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,54**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**7**

Tabla 20. *Análisis de sensibilidad 3 (reducción de ahorros en un 20%).*

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 3
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA
PR0YECTO DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	3.874.467		0	-3.874.467
2009	1.099.011			-1.099.011
2010		873.607	1.744.281	870.674
2011		873.607	1.744.281	870.674
2012		873.607	1.744.281	870.674
2013		873.607	1.744.281	870.674
2014		873.607	1.744.281	870.674
2015		873.607	1.744.281	870.674
2016		873.607	1.744.281	870.674
2017		873.607	1.744.281	870.674
2018		873.607	1.744.281	870.674
2019		873.607	1.744.281	870.674
2020		873.607	1.744.281	870.674
2021		873.607	1.744.281	870.674
2022		873.607	1.744.281	870.674
2023		873.607	1.744.281	870.674
2024		873.607	1.744.281	870.674
2025		873.607	1.744.281	870.674
2026		873.607	1.744.281	870.674
2027		873.607	1.744.281	870.674
2028		873.607	1.744.281	870.674
2029		873.607	1.744.281	870.674

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**12%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**4.973.478**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**15%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**950.926**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**124.391**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,19**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**11**

Tabla 21. *Análisis de sensibilidad 4 (incremento del costo de capital en un 20%).*

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 4
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA
PR0YECTO DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	3.874.467		0	-3.874.467
2009	1.099.011			-1.099.011
2010		873.607	2.180.351	1.306.744
2011		873.607	2.180.351	1.306.744
2012		873.607	2.180.351	1.306.744
2013		873.607	2.180.351	1.306.744
2014		873.607	2.180.351	1.306.744
2015		873.607	2.180.351	1.306.744
2016		873.607	2.180.351	1.306.744
2017		873.607	2.180.351	1.306.744
2018		873.607	2.180.351	1.306.744
2019		873.607	2.180.351	1.306.744
2020		873.607	2.180.351	1.306.744
2021		873.607	2.180.351	1.306.744
2022		873.607	2.180.351	1.306.744
2023		873.607	2.180.351	1.306.744
2024		873.607	2.180.351	1.306.744
2025		873.607	2.180.351	1.306.744
2026		873.607	2.180.351	1.306.744
2027		873.607	2.180.351	1.306.744
2028		873.607	2.180.351	1.306.744
2029		873.607	2.180.351	1.306.744

INDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	**20%**
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSION (US$)	**4.973.478**
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):	**22%**
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	**512.437**
AHORRO ANUAL EQUIVALENTE (US$/AÑO)	**104.378**
EFICIENCIA DE LA INVERSION (EI):	**1,10**
TIEMPO DE PAGO (Años):	**8**

Tabla 22. *Resumen de la evaluación económica del proyecto en los diferentes escenarios.*

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO
SISTEMA DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44

INDICES DE RENTABILIDAD		SENSIBILIDAD			
		1	2	3	4
		Increm. Costos	Increm. Inversión Inicial	Reducir Ahorros	Increm. Costo de Capital
		20%	20%	20%	
COSTO DE CAPITAL	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	20,00%
MONTO DE LA INVERSIÓN (US$)	4.973.478	4.973.478	5.748.372	4.973.478	4.973.478
PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	2	2	2	2	2
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	22,01%	19,21%	19,09%	14,70%	22,01%
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	3.859.142	2.693.900	3.084.248	950.926	512.437
TIEMPO DE PAGO (años)	6	7	7	11	8
PUNTO DE EQUILIBRIO INVERSION (US$)	8.926.204				

Discusión de Resultados

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 22, denominada Resumen de la Evaluación Económica del Proyecto se tiene lo siguiente:

- En el análisis de todos los escenarios se ve disminuida la rentabilidad, aún así el proyecto bajo esos escenarios continúa siendo rentable, lo que fortalece su atractivo económico.

- Para los escenarios 3 y 4, Reducción de los Ahorros en un 20% e Incremento del Costo de Capital a un 20% anual, respectivamente, el tiempo de pago de la inversión pasa de 6 a 11 años para el primero de los escenarios y de 6 a 8 años para el segundo.

- Para los escenarios antes señalados (3 y 4) el Valor Presente Neto disminuye de US$ 3.859.142 a US$ 950.926 y de US$ 3.859.142 a US$ 512.437, respectivamente.

- Para el escenario 3 (Reducción de los Ahorros en un 20%), la Tasa Interna de Retorno disminuye de 22 a un 14,07 % anual.

Para detalle de fórmulas de la Tabla 22, ver en el anexo II la Tabla 43.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

En este Capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes al estudio de factibilidad producto del análisis de resultados y los objetivos previamente establecidos para el desarrollo del presente trabajo.

Conclusiones

Del análisis de los resultados anteriormente expuestos y arrojados por el estudio de factibilidad del proyecto denominado "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto", se concluye lo siguiente:

- Se logró estimar las pérdidas de producción definidas como objetivo específico. Por esta razón, la cuantificación de pérdidas sirvió de base para la determinación de los ahorros que generará la implantación de un proyecto operativo, debido a que por sus características propias los beneficios que aportaría no pueden ser determinados por un estudio de mercado, como el propuesto en la literatura formal (precio, demanda, canales de comercialización, publicidad, etc.).

- El proyecto en referencia resultó técnicamente factible dado que en el estudio técnico se examinaron todos los factores involucrados, especialmente el conocimiento y experiencia comprobada en el manejo de la tecnología propuesta, experiencia técnica en el desarrollo de ingeniería conceptual de procesos de alúmina, la localización del proyecto que cuenta con todos los servicios requeridos, el control de calidad y el personal operativo.

Por otro lado el proyecto se considera económica y financieramente rentable para la empresa, basado en los indicadores obtenidos (estudio económico-financiero) siguientes:

- El Valor Presente Neto del proyecto es mayor que cero, lo que significa que los ingresos generados del Flujo de Caja son suficientes para recuperar la inversión y generar un excedente de US$ 3.859.142, a un Costo de Capital del 12% anual.

- La Tasa Interna de Retorno (22% anual) es mayor al Costo de Capital (12% anual).

- La eficiencia de la inversión es mayor que uno (1), es decir que por cada dólar invertido se genera un beneficio de setenta y ocho (78) centavos de dólar.

- El tiempo de pago es de seis (06) años, menor al tiempo de pago previamente establecido de siete (07) años y por ende menor al tiempo de vida útil de los equipos principales (20 años).

- El punto de equilibrio de la inversión es de US$ 8.926.204, que es el punto donde se iguala la Tasa Interna de Retorno con el Costo de Capital.

- Para el escenario de Reducción de Ahorros en un 20%, la Tasa Interna de Retorno baja hasta un valor cercano a la del Costo de Capital. En este escenario el margen de utilidad se ve reducido y el proyecto puede ser afectado. Sin embargo, esto es poco probable que ocurra en el mediano plazo debido a los precios que mantiene el aluminio en los mercados internacionales.

Recomendaciones

- Implementar el proyecto "Sistema de Deslicorización de Hidrato Producto" en el Área 44 de la Operadora de Alúmina de CVG-BAUXILUM.

- Actualizar el estudio de factibilidad económica-financiera, en caso de que los montos ofertados durante el proceso de licitación para la ejecución del proyecto, superen el punto de equilibrio (US$ 8.926.204).

ANEXOS

ANEXO I

Tabla 23, *Pérdidas de producción por baja productividad del licor asignadas al Área 58 (fuente: CVG-BAUXILUM, 2007d)*

PERDIDAS DE PRODUCCION POR BAJA PRODUCTIVIDAD DEL LICOR ASIGNADAS AL AREA 58 (Toneladas *)

PERIODO	T INTER IV	Por A58	SOL SUP V	Por A58	T RESIDEN VII	Por A58	PERDIDAS FMC SUP	Por A58	TOTAL	TOTAL 12 meses
Oct-05	4 138	828	2.493	873	933	280	12.844	3.853	5.833	25.927
Nov-05	2.065	413	908	318	819	246	5.310	1 593	2.570	
Dic-05	2 520	504	4 135	1.447	761	228	9.000	2 700	4.880	
Ene-06	1.140	228	377	132	67	20	1.879	564	944	
Feb-06	1 013	203	308	108	429	129	2.033	610	1.049	
Mar-06	669	134	335	117	241	72	1.580	474	797	
Abr-06	2 270	454	234	82	564	169	3.609	1 083	1.788	
May-06	1.080	216	223	78	338	101	2 255	676	1.072	
Jun-06	2 980	596	1.087	380	807	242	5.875	1 763	2.981	
Jul-06	1 354	271	377	132	426	128	2.800	840	1.371	
Ago-06	408	82	31	11	133	40	636	191	323	
Sep-06	2.695	539	253	89	1.049	315	4.589	1.377	2.319	
Oct-06	2.253	451	389	136	620	186	3.973	1.192	1.965	31 759
Nov-06	3.378	676	2.681	938	1.432	430	8.781	2.634	4.678	
Dic-06	2 306	461	615	215	581	174	4.084	1.225	2.076	
Ene-07	545	109	1.805	632	32	10	2 640	792	1.542	
Feb-07	853	171	1.438	503	162	48	2.851	855	1 578	
Mar-07	123	25	1 457	510	36	11	2.132	640	1.185	
Abr-07	409	82	1.415	495	176	53	2.964	889	1.519	
May-07	690	138	6.430	2.251	141	42	10.287	3.086	5.517	
Jun-07	1 755	351	3.329	1.165	1.536	461	8.521	2.556	4.533	
Jul-07	2.025	405	2.817	986	329	99	7 011	2.103	3.593	
Ago-07	739	148	2.422	848	38	11	4.021	1.206	2 213	
Sep-07	638	128	1 037	363	224	67	2.671	801	1.359	
TOTAL	**38.048**	**7.610**	**36.597**	**12.809**	**11.874**	**3.562**	**112.348**	**33.704**	**57.685**	
PROMEDIO ANUAL										**28.843**

(*) Fuente Gerencia Control Calidad y Procesos

Tabla 24, *Pérdidas de producción disminución LAD Área 58 (fuente CVG-BAUXILUM, 2007d).*

REPORTE DE PERDIDAS DE PRODUCCION DISMINUCION LAD AREA 58 (toneladas)

Descripción	2007											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Dilución en el FSG	18	165				115						
Bajado flujo de LAD	125		1.794	207					50			
Dilución en el proceso SUP												
Dilución en el HTS												
Baja recirculación												
TOTAL AL 30-09-2007	2.474											

Descripción	2006											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Dilución en el FSG			12	155			727		97	228		
Bajado flujo de LAD	3.674	712	100	823	796	771	535	51	1.347	4.452	1.336	1 410
Dilución en el proceso SUP	63						57					
Dilución en el HTS												
Baja recirculación												
TOTAL AL 31-12-2006	17.346											

Descripción	2005											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Dilución en el FSG							9				42	36
Bajado flujo de LAD				1.598			304		125		1.534	289
Dilución en el proceso SUP											1 195	
Dilución en el HTS											74	
Baja recirculación											14	
TOTAL AL 31-12-2005	5.220											

Descripción	2004											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Indisponibilidad de filtros en el area 58												
Dilución en el FSG							59	25				
Bajado flujo de LAD		583				138		142	167	336		
Dilución en el proceso SUP												
Dilución en el HTS												
Baja recirculación												
TOTAL AL 31-12-2004	1.450											

Tabla 25, *Año 2003 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fuente: CVG-BAUXILUM, 2003).*

AÑO 2003 ALÚMINA CON CONTENIDO DE CAÚSTICA TOTAL MAYOR A 0,42%

	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
Fecha	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON
1		3186	0,38	5115	0,4	5050	0,38	4594	0,36	5688	0,36	4436	0,38	4950	0,37	5663	0,41	4730	0,41	5895	0,39	5590	0,4	4627
2	0,35	3644	0,38	5206	0,41	5749	0,38	4202	0,37	5727	0,35	4279	0,38	5229	0,37	5565	0,38	4917	0,37	4793	0,36	5438	0,4	4822
3	0,37	3088	0,37	5231	0,39	5044	0,39	4665	0,35	5909	0,38	4179	0,37	5569	0,39	6144	0,41	4893	0,36	4098	0,37	5501	0,43	4587
4	0,36	1751	0,39	4906	0,38	5333	0,38	5230	0,36	5391			0,39	5448	0,4	6370	0,42	4907	0,35	5533	0,39	5050	0,41	4070
5	0,35	3671	0,38	5059	0,38	5308	0,37	5365	0,36	5161	0,37	3037	0,37	5584	0,38	5912	0,39	4869	0,36	5779	0,39	5657	0,42	4050
6	0,36	4611	0,38	4990	0,39	5300	0,37	5615	0,38	5095	0,41	4283	0,36	5340	0,39	5588	0,41	4791	0,39	6024	0,39	5647	0,4	4185
7	0,35	4757	0,41	5126	0,4	5054	0,36	5176	0,37	4759	0,35	5124	0,37	5040	0,4	5234	0,4	4914	0,37	5209	0,44	5707	0,41	3558
8	0,37	4676	0,38	5182	0,38	5144	0,37	5105	0,36	5004	0,36	5489	0,44	5380	0,41	5472	0,4	4838	0,4	4740	0,41	5592	0,4	4450
9	0,36	5188	0,41	5280	0,37	5341	0,37	4888	0,39	5944	0,36	5200	0,4	5159	0,39	5734	0,39	4605	0,39	5657	0,41	4949	0,42	4238
10	0,39	5440	0,39	5265	0,35	5640	0,37	5217	0,38	5504	0,37	5210	0,38	5405	0,4	5738	0,39	4685	0,41	5824	0,42	6038	0,37	3797
11	0,37	5353	0,38	5297	0,37	5407	0,38	5544	0,39	5332	0,43	4096	0,38	4678	0,4	5503	0,4	4700	0,41	5433	0,38	5201	0,39	4488
12	0,37	5244	0,38	5568	0,37	4791	0,37	5524	0,39	5401	0,38	4609	0,47	4459	0,4	5393	0,44	5691	0,36	5111	0,38	5340	0,37	4237
13	0,37	4843	0,38	5094	0,4	5352	0,37	5669	0,39	4791	0,35	3579	0,45	4836	0,43	5443	0,38	5893	0,38	4855	0,4	5902	0,37	4276
14	0,39	4787	0,44	5354	0,41	5241	0,38	5527	0,37	5015	0,36	4187	0,44	5029	0,38	5443	0,37	6338	0,37	5363	0,41	5997	0,38	4789
15	0,38	4058	0,41	5184	0,37	5809	0,39	5632	0,42	4893	0,39	4711	0,47	5371	0,4	4988	0,37	6097	0,38	4717	0,39	6183	0,38	5339
16	0,37	3947	0,38	5324	0,39	6117		5625	0,38	4858	0,35	5357	0,47	5318	0,38	4496	0,38	5241	0,37	5692	0,39	6105	0,39	5020
17	0,39	4415	0,38	5371	0,38	6240	0,37	5410	0,39	4752	0,35	5945	0,4	5294	0,38	4593		434	0,4	5993	0,39	6181	0,42	5346
18	0,41	4632	0,4	5644	0,37	6234	0,37	5645	0,37	4856	0,35	5664	0,36	5507	0,4	4756	0,35	5375	0,37	6022	0,38	5961	0,42	5623
19	0,38	4609	0,38	3137	0,38	5557	0,39	5616	0,37	4745	0,37	5400	0,38	5411	0,37	4886	0,35	6106	0,37	6022	0,4	6109	0,45	5488
20	0,41	4482	0,37	5306	0,37	5385	0,38	5470	0,37	4224	0,36	5472	0,37	5925	0,4	4879	0,37	5966	0,37	5778	0,43	4946	0,41	5713
21	0,39	4565	0,43	5678	0,36	5439	0,37	5633	0,43	3231	0,36	5647	0,37	5139	0,39	4863	0,35	6394	0,37	5923	0,43	5610	0,45	6035
22	0,4	5048	0,38	5482	0,37	5577	0,38	5722	0,36	4828	0,36	5457	0,39	4829	0,4	4761	0,36	5606	0,38	5434	0,39	4514	0,41	5974
23	0,39	4972	0,38	5194	0,36	5439	0,34	5854		4901	0,38	5669	0,4	4913	0,38	4840	0,36	6156	0,39	5570	0,38	4696	0,42	5807
24	0,39	4970	0,35	4783	0,36	5458	0,36	5424	0,35	4842	0,38	4992	0,44	5815	0,4	4599	0,39	5079	0,38	5069	0,38	4525	0,42	5895
25	0,38	5845	0,38	4746	0,37	5392	0,37	4926	0,36	4928	0,38	5033	0,44	5594	0,39	4879	0,38	4407	0,37	5265	0,41	4568	0,41	5834
26	0,39	5869	0,37	5093	0,38	5478	0,37	5715	0,35	4671	0,4	5445	0,43	5562	0,39	4908	0,37	5402	0,38	5345	0,4	4638	0,43	5606
27	0,4	5780	0,4	5299	0,38	5721	0,36	5870	0,35	4594	0,39	5676	0,4	5587	0,35	4688	0,37	6146	0,38	5247	0,39	4611	0,41	6016
28	0,4	5331	0,38	5505	0,38	5518	0,36	5339	0,35	4971	0,36	5477	0,4	5416	0,36	4294	0,37	6248	0,38	5306	0,42	4693	0,41	5765
29	0,38	5468			0,4	5560	0,38	5382	0,35	4944	0,37	5616	0,41	5205	0,36	4397	0,37	5912	0,38	5594	0,42	4682	0,4	5819
30	0,39	5177			0,38	5265		5514		5016	0,39	5960	0,41	5362	0,37	4945	0,41	5937	0,4	5384	0,41	4645	0,45	5750
31	0,37	5535			0,39	4997				5081				5521	0,4	4306			0,39	5966			0,41	5852

5.354
5.678
3.231
4.096
5.380
4.459
4.836
5.029
5.371
5.318
5.815
5.594
5.562
5.443
5.691
5.707
4.946
5.610
4.587
5.488
6.035
5.606
5.750

TOTAL [redacted]

Tabla 26, *Año 2004 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fuente: CVG-BAUXILUM, 2004).*

AÑO 2004 ALÚMINA CON CONTENIDO DE CAÚSTICA TOTAL MAYOR A 0,42%

Fecha	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON
1	0,41	5634	0,42	5277	0,4	5632	0,4	4939	0,44	4887	0,4	4126	0,39	4872	0,38	4897	0,39	5106	0,43	5874	0,37	4729	0,43	6979
2	0,4	5115	0,41	4988	0,39	5956	0,4	3546	0,44	4242	0,44	4446	0,44	4686	0,39	4729	0,38	5090	0,44	6389	0,36	5594	0,4	6989
3	0,43	5280	0,4	5260	0,39	5238	0,4	5371	0,49	4713	0,47	4508	0,42	5415	0,43	4862	0,39	5054	0,43	6557	0,36	5119	0,35	6042
4	0,4	5229	0,38	5305	0,39	5066	0,4	5611	0,52	4906	0,41	4822	0,43	6054	0,39	4669	0,4	5090	0,44	5630	0,35	5523	0,35	6841
5	0,41	5288	0,36	4982	0,38	5499	0,4	5206	0,41	4676	0,4	4357	0,4	6265	0,4	4820	0,43	3671	0,42	4217	0,36	5476	0,41	6836
6	0,41	4764	0,41	4076	0,4	5651	0,4	4790	0,38	4867	0,41	4760	0,4	5623	0,38	5154	0,39	4933	0,4	3861	0,36	5672	0,38	7002
7	0,41	5807	0,48	4770	0,4	5000	0,4	4040	0,42	4824	0,4	4819	0,4	5776	0,39	5137	0,44	4250	0,39	4865	0,34	5451	0,37	5966
8	0,4	5883	0,44	5435	0,42	5447	0,43	4989	0,39	4833	0,38	4762	0,4	5684	0,38	4825	0,43	5161	0,43	4428	0,34	5847	0,37	5172
9	0,42	5829	0,42	5188	0,4	5175	0,41	4684	0,42	4841	0,4	4174	0,42	5122	0,39	5323	0,45	4800	0,41	5109	0,32	5880	0,4	6198
10	0,42	6119	0,43	5137	0,42	3846	0,42	5073	0,41	4754	0,4	4260	0,44	5374	0,38	5472	0,37	4063	0,44	5042	0,33	3680	0,37	5610
11	0,4	4994	0,37	5000	0,39	4542	0,43	5752	0,42	4766	0,42	3017	0,45	5473	0,39	5562	0,39	3602	0,42	4799	0,33	5746	0,36	5964
12	0,45	5562	0,37	4958	0,38	4468	0,44	4751	0,41	4428	0,42	4487	0,41	5035	0,39	4899	0,39	3872	0,53	4822	0,33	5721	0,36	6303
13	0,42	5732	0,37	5572	0,39	4677	0,51	4537	0,44	4692	0,39	6023	0,4	4475	0,38	3773	0,4	4584	0,57	4845	0,34	6130	0,34	6057
14	0,4	5282	0,36	5703	0,39	4807	0,56	5447	0,42	4821	0,39	6298	0,37	4934	0,38	5185	0,4	4633	0,5	4749	0,34	6815	0,36	4074
15	0,42	5146	0,36	5661	0,4	4750	0,51	4841	0,42	4711	0,4	6388	0,38	5409	0,38	5138	0,43	4233	0,49	4758	0,35	6239	0,41	6166
16	0,41	5323	0,37	5962	0,4	4651	0,49	4594	0,41	4831	0,38	6408	0,39	6141	0,38	5223	0,45	4659	0,41	4550	0,36	6997	0,36	7168
17	0,43	5546	0,37	5007	0,43	4620	0,43	4639	0,45	4785	0,39	5993	0,38	5880	0,38	5431	0,4	4924	0,39	4196	0,36	6839	0,36	6743
18	0,39	5155	0,39	5563	0,43	4420	0,45	4738	0,4	4899	0,39	5564	0,37	5654	0,37	5367	0,38	4632	0,41	5409	0,37	6863	0,37	7120
19	0,4	5280	0,4	4936	0,41	5450	0,45	4516	0,39	4828	0,39	5384	0,35	5329	0,44	5058	0,36	5119	0,42	5453	0,36	6017	0,37	6076
20	0,39	5990	0,39	5610	0,42	6043	0,41	2670	0,38	4224	0,41	6042	0,38	5248	0,38	3657	0,37	2877	0,4	5528	0,34	5232	0,38	5717
21	0,41	5839	0,38	5303	0,41	5328			0,4	5395	0,39	6089	0,38	5492	0,37	4955	0,36	4312	0,4	4610	0,38	5706	0,39	5628
22	0,38	5668	0,39	5448	0,41	5717	0,42	2573	0,39	4529	0,4	5680	0,38	5492	0,37	5077	0,37	4706	0,39	5494	0,39	5814	0,37	5567
23	0,4	5280	0,39	5487	0,41	5535	0,39	2976	0,4	4115	0,41	5382	0,38	4995	0,37	5036	0,42	4332	0,39	5215	0,37	6143	0,37	5600
24	0,41	5507	0,4	4461	0,39	5644	0,41	3996	0,4	4661	0,38	5535	0,39	5346	0,38	4911	0,38	5048	0,4	5426	0,4	6559	0,35	5627
25	0,41	4727	0,39	4460	0,39	5745	0,41	4100	0,38	4722	0,38	6137	0,4	5429	0,48	4610	0,45	5885	0,38	5457	0,41	6163	0,34	5692
26	0,41	5140	0,39	4488	0,42	5741	0,37	2653	0,39	4754	0,39	6019	0,38	5109	0,39	4893	0,43	5837	0,38	5075	0,41	5918	0,36	6552
27	0,38	4950	0,41	4621	0,41	5913	0,37	2985	0,4	4683	0,39	6207	0,38	4698	0,37	4924	0,41	6065	0,38	4653	0,39	5364	0,37	7003
28	0,39	5440	0,39	5312	0,39	5714	0,39	4232	0,39	4650	0,39	5677	0,39	5654	0,38	4752	0,44	6379	0,36	4619	0,39	4986	0,4	7226
29	0,4	5407	0,39	5696	0,42	5430	0,38	4789	0,4	4785	0,41	4778	0,4	5748	0,39	5152	0,44	6883	0,38	3744	0,38	6230	0,38	6562
30	0,39	4945			0,4	5231	0,39	4435	0,38	4735	0,43	4492	0,4	5743	0,38	4702	0,44	6235	0,37	3544	0,39	6668	0,41	4533
31	0,4	5366			0,39	4952			0,39	4639			0,39	4588	0,39	5136			0,36	2699			0,39	4193
		5280		4770		4620		5752						4686		4862		3671		5874				6979
		5562		5137		4420		4751						6054		5058		4250		6389				
		5546						4537						5374		4610		5161		6557				
								5447						5473				4800		5630				
								4841										4233		4428				
								4594										4659		5042				
								4639										5885		4822				
								4738										5837		4845				
								4516										6379		4749				
								4887										6883		4758				
								4242										6235						
								4713																
								4906																
								4692																
								4785																
								4446																
								4508																
								4492																
								4686																
								6054																
								5374																
								5473																
								4862																
								5058																
								4610																
								3671																
								4250																
								5161																
								4800																
								4233																
								4659																
								5885																
								5837																
								6379																
								6883																
								6235																
								5874																
								6389																
								6557																
								5630																
								4428																
								5042																
								4822																
								4845																
								4749																
								4758																
								6979																
TOTAL								[redacted]																

Tabla 27, *Año 2005 alúmina con contenido de cáustica total mayor a 0,42% (fuente CVG-BAUXILUM, 2005b).*

AÑO 2005 ALÚMINA CON CONTENIDO DE CAÚSTICA TOTAL MAYOR A 0,42%

Fecha	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON	%	TON
1	0,41	4759	0,36	6502	0,4	5215	0,39	6592	0,37	5731	0,33	5385	0,46	5986	0,33	4874	0,31	5350	0,35	5022	0,36	5042	0,42	5435
2	0,43	4125	0,38	6627	0,39	5602	0,39	6608	0,41	5587	0,34	5368	0,66	5150	0,33	5017	0,37	5455	0,36	5320	0,41	4906	0,51	5526
3	0,42	4144	0,38	6394	0,4	5228	0,39	6758	0,4	5678	0,35	5228	0,66	5432	0,36	4765	0,31	5129	0,34	5435	0,4	4895	0,52	5296
4	0,44	3996	0,35	6158	0,43	5406	0,37	5807	0,4	5693	0,38	6157	0,59	5680	0,42	5147	0,31	5585	0,33	5120	0,53	4308	0,49	5688
5	0,4	4139	0,35	5579	0,41	5512	0,39	4956	0,39	5944	0,38	5332	0,54	5441	0,4	4795	0,32	5795	0,32	4950	0,49	4853	0,59	5421
6	0,38	4827	0,32	5473	0,41	5564	0,38	5726	0,37	5336	0,36	5544	0,44	5759	0,37	4956	0,36	5693	0,33	4750	0,6	5245	0,56	5020
7	0,36	5180	0,33	4935	0,42	5486	0,38	5613	0,48	5917	0,37	5747	0,44	5658	0,42	4854	0,32	4904	0,34	2854	0,57	5285	0,46	4540
8	0,36	4713	0,35	5083	0,41	5425	0,4	6004	0,44	6388	0,34	5467	0,45	5361	0,47	5302	0,33	4200	0,33	4537	0,49	4010	0,46	5184
9	0,35	5364	0,35	5058	0,39	5636	0,41	5296	0,42	5977	0,34	5466	0,39	5567	0,41	5379	0,36	5613	0,33	5344	0,69	5340	0,45	5194
10	0,35	4806	0,36	5129	0,39	5374	0,39	5382	0,42	5621	0,32	5329	0,4	5567	0,38	5052	0,36	5311	0,38	5297	0,67	5525	0,38	5239
11	0,35	4780	0,35	4784	0,35	4845	0,4	5410	0,34	4784	0,32	5505	0,42	5244	0,39	5361	0,32	5550	0,35	4843	0,4	5230	0,37	4822
12	0,34	5907	0,36	5648	0,38	5037	0,42	5407	0,34	5154	0,34	5599	0,41	4823	0,37	5206	0,38	5610	0,35	5037	0,41	5575	0,44	5045
13	0,34	5821	0,35	5397	0,36	5478			0,4	5144	0,34	5442	0,32	5634	0,38	5029	0,35	5254	0,34	4946	0,42	5650	0,39	4405
14	0,34	6411	0,36	5713	0,37	5261	0,47	2480	0,41	5278	0,36	5505	0,38	5182	0,41	5589	0,34	4329	0,32	4844	0,44	5949	0,39	4809
15	0,37	6741	0,38	5420	0,36	4950	0,46	5533	0,44	6070	0,37	5122	0,35	5266	0,44	5056	0,31	5869	0,32	4969	0,52	5785	0,39	5277
16	0,35	7000	0,39	5254	0,35	2724	0,41	5434	0,4	5375	0,39	5869	0,37	4899	0,4	5255	0,34	5567	0,32	5050	0,41	5289	0,38	5548
17	0,34	6538	0,37	5085	0,35	5234	0,37	4761	0,39	5124	0,38	6025	0,35	5089	0,39	5302	0,34	5522	0,32	5293	0,41	5095	0,39	5423
18	0,38	5571	0,38	5837	0,33	5098	0,37	4965	0,37	5543	0,39	5618	0,36	4933	0,37	5124	0,33	5470	0,3	5254	0,4	5315	0,4	5287
19	0,37	5161	0,41	5660	0,34	5067	0,38	5028	0,35	3031	0,48	5550	0,38	4777	0,44	5094	0,33	4187	0,34	5360	0,43	5174	0,4	5373
20	0,41	5284	0,37	5839	0,34	5535	0,41	3711	0,37	4927	0,42	4612	0,47	4957	0,39	5745	0,35	5119	0,31	4863	0,37	5290	0,38	5359
21	0,37	5567	0,39	5613	0,36	5791	0,38	4340	0,4	5301	0,36	4524	0,42	4972	0,39	5725	0,34	5400	0,3	4785	0,43	5250	0,4	5341
22	0,31	6557	0,39	5739	0,37	5720	0,36	4298	0,38	5333	0,39	5472	0,38	5374	0,38	5384	0,32	5162	0,3	5156	0,41	4886	0,38	5136
23	0,32	5418	0,37	5786	0,39	5666	0,37	4676	0,36	5201	0,37	5865	0,37	5678	0,39	5026	0,35	5517	0,29	5279	0,38	6107	0,38	5247
24	0,31	4532	0,36	5585	0,38	6129	0,36	5225	0,36	5470	0,36	5513	0,35	5484	0,4	5241	0,4	5509	0,3	5144	0,39	5640	0,35	5471
25	0,31	5327	0,35	5888	0,41	5480	0,38	5675	0,37	5356	0,38	4141	0,36	5431	0,35	5571	0,38	5168	0,31	5373	0,37	5627	0,36	5473
26	0,35	5024	0,35	5553	0,38	5492	0,37	5196	0,31	5645	0,34	5108	0,34	5079	0,35	5448	0,35	5018	0,33	4340	0,38	5647	0,37	5607
27	0,34	4866	0,36	5549	0,37	5406	0,37	5701	0,31	5337	0,35	5253	0,34	4195	0,35	4791	0,43	5396	0,3	5278	0,36	5589	0,35	5526
28	0,34	5145	0,38	5637	0,41	5744	0,36	4883	0,33	5203	0,37	6012	0,32	4592	0,34	5058	0,37	5180	0,33	5196	0,38	5571	0,35	5751
29	0,35	5432			0,41	6082	0,37		0,33	5427	0,39	5421	0,32	4715	0,32	5756	0,39	5055	0,36	5417	0,44	5517	0,35	5543
30	0,35	5580			0,42	5602	0,37		0,32	4850	0,41	6087	0,32	5045	0,34	5064	0,35	4397	0,39	5430	0,41	5794	0,36	5618
31	0,35	5894			0,41	5485			0,32	5335			0,32	4876	0,32	4961			0,37	5500			0,35	5503
		4125		5406				2480																
		3996						5533																
								5917																
								6388																
								6070																
								5550																
								5986																
								5150																
								5432																
								5680																
								5441																
								5759																
								5658																
								5361																
								5302																
								5056																
								5094																
								5396																
								4308																
								4853																
								5245																
								5285																
								4010																
								5340																
								5525																
								5785																
								5174																
								5250																
								5517																
								5526																
								5296																
								5688																
								5421																
								5020																
								4540																
								5184																
								5194																
								5045																
TOTAL								[illegible]																

ANEXO II

Tabla 28. *Resumen de pérdidas de producción (fórmulas)*

RESUMEN DE PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN

PÉRDIDAS POR DISMINUCIÓN LICOR (LAD)

PERIODO	ALÚMINA (Al_2O_3) Tm
2006	='Pérdidas Disminución Licor LAD'!C21:N21
2005	='Pérdidas Disminución Licor LAD'!C30:N30
2004	='Pérdidas Disminución Licor LAD'!C40:N40
PROMEDIO	**=PROMEDIO(C7:C9)**

PÉRDIDAS POR BAJA PRODUCTIVIDAD LICOR A 5

PERIODO	ALÚMINA (Al_2O_3) Tm
Oct 05-Sep 06	='Pérdidas Baja Prod. Licor'!L6
Oct 06-Sep 07	='Pérdidas Baja Prod. Licor'!L18
PROMEDIO	**=PROMEDIO(C15:C16)**

PÉRDIDAS POR AJUSTE DE FLUJO DE LAD

PERIODO	ALÚMINA (Al_2O_3) Tm
PROMEDIO	**54000**

Tabla 29. *Equipos consumo de energía eléctrica (fórmulas)*

EQUIPOS CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

N°	DESCRIPCION	POTENCIA (Kw)	NOTAS
F-44-XA	FILTRO DE DISCO	15	Operación
F-44-XB	FILTRO DE DISCO	0	Reserva
P-44-XA	BOMBA CENTRIFUGA HIDRATO	250	Operación
P-44-XB	BOMBA CENTRIFUGA HIDRATO	0	Reserva
P-44-YA	BOMBA CENTRIFUGA FILTRADO	150	Operación
P-44-YB	BOMBA CENTRIFUGA FILTRADO	0	Reserva
CN-44-XA	CINTA TRANSPORTADORA HIDRATO	30	Operación
CN-44-XA	CINTA TRANSPORTADORA HIDRATO	0	Reserva
B-44-X	SOPLADOR DE AIRE	60	Operación
VP-44-X	BOMBA DE VACIO	60	Operación
T-44-X	TANQUE RESUSPENSION HIDRATO	0	
A-44-X	AGITADOR TANQUE RESUSPENSION HI	15	Operación
T-44-Y	TANQUE DE FILTRADO	0	
	ALUMBRADO	2,1	
SUB-TOTAL		**=E8+E10+E12+E14+E16+E17+E19+E2**	
FACTOR DE OPERACIÓN		=D27	
TOTAL CONSUMO (Kwh)		**=E22*E23**	

OP Parámetros

Ef Factor de ope 0,8

Tabla 30. *Elementos de infraestructura y estructura (fórmulas)*

ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y ESTRUCTURA

	Unida	Cantidad	Costo Ur	Costo Total	
Obras civiles					
Terreno	m^2	400	0	=G6*H6	
Demolición, nivelación y excavación de tc	m^3	41	245	=G7*H7	
Losa de piso	m^3	41	680	=G8*H8	
Fundaciones para equipos	m^3	9	680	=G9*H9	
Acero de refuerzo en piso y fundaciones	Kg	438	5	=G10*H10	
Costo de la obra civil (Bs.F)				**=SUMA(I6:I10)**	
Costo de la obra civil ($)					**=I11/$E$32**
Obra estructural					
Edificio de acero,tres niveles					
incluye cerramientos, techo,					
barandas, pasarelas, escaleras y					
drenajes.	Kg	407438	9	=G17*H17	
Pintura	m^2	6000	50	=G18*H18	
Costo de la obra estructural (Bs.F)				**=SUMA(I17:I18)**	
Costo de la obra estructural ($)					**=I19/$E$32**
Obra de electricidad					
Tendido electrico, bandejas, arrancadores					
iluminación.	Sg	1		177157	
Costo de la obra de electricidad (Bs.F)				**=I23**	
Costo de la obra de electricidad ($)					**=I24/$E$32**

OP Parámetros
Tec Obras civiles
Tec Obra estructural
Tec Obra de electricidad
Tec Tasa de cambio utilisada 1 US$ 2,15 Bs.F

Tabla 31. *Equipos de producción (fórmulas)*

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

Descripción	Precio FOB Europa (€)	Precio FOB Europa ($)	Flete ($)	Seguro ($)	Precio CIF Pto Ordaz ($)	Impuesto de Import. ($)	Tasa Aduanal ($)	Timbre Fiscal ($)	Derechos de Import. ($)	IVA ($)	Transporte Planta ($)	Precio Total ($)
Filtros de Disco	448000	=D5*$E$32	=0,02*E5	=0,002689*E5	=E5+F5+G5	=0,15*H5	=0,01*H5	=$I$35/$E$32	=I5+J5+K5	=0,09*(H5+L5)	=$E$34/$E$33	=H5+L5+M5+N5
Agitador Resus. Hidrato	1484	=D6*$E$32	=0,02*E6	=0,002689*E6	=E6+F6+G6	=0,15*H6	=0,01*H6	=$I$35/$E$32	=I6+J6+K6	=0,09*(H6+L6)	=$E$34/$E$33	=H6+L6+M6+N6
Bombas de Filtrado	122396	=D7*$E$32	=0,02*E7	=0,002689*E7	=E7+F7+G7	=0,15*H7	=0,01*H7	=$I$35/$E$32	=I7+J7+K7	=0,09*(H7+L7)	=$E$34/$E$33	=H7+L7+M7+N7
Bombas de Hidrato	146223	=D8*$E$32	=0,02*E8	=0,002689*E8	=E8+F8+G8	=0,15*H8	=0,01*H8	=$I$35/$E$32	=I8+J8+K8	=0,09*(H8+L8)	=$E$34/$E$33	=H8+L8+M8+N8
Soplador de Aire	17800	=D9*$E$32	=0,02*E9	=0,002689*E9	=E9+F9+G9	=0,15*H9	=0,01*H9	=$I$35/$E$32	=I9+J9+K9	=0,09*(H9+L9)	=$E$34/$E$33	=H9+L9+M9+N9
Bomba de Vacío	20450	=D10*$E$32	=0,02*E10	=0,002689*E10	=E10+F10+G10	=0,15*H10	=0,01*H10	=$I$35/$E$32	=I10+J10+K10	=0,09*(H10+L10)	=$E$34/$E$33	=H10+L10+M10+N10
Cintas Transportadoras	24600	=D11*$E$32	=0,02*E11	=0,002689*E11	=E11+F11+G11	=0,15*H11	=0,01*H11	=$I$35/$E$32	=I11+J11+K11	=0,09*(H11+L11)	=$E$34/$E$33	=H11+L11+M11+N11
Valvulas de suspensión	113040	=D12*$E$32	=0,02*E12	=0,002689*E12	=E12+F12+G12	=0,15*H12	=0,01*H12	=$I$35/$E$32	=I12+J12+K12	=0,09*(H12+L12)	=$E$34/$E$33	=H12+L12+M12+N12
Total Sum. Eq. Importados	**=SUMA(D5:D12)**	**=SUMA(E5:E12)**	**=SUMA(F5:F12)**	**=SUMA(G5:G12)**	**=SUMA(H5:H12)**	**=SUMA(I5:I12)**	**=SUMA(J5:J12)**	**=SUMA(K5:K12)**	**=SUMA(L5:L12)**	**=SUMA(M5:M12)**	**=SUMA(N5:N12)**	**=SUMA(O5:O12)**
Instalación Filtros											231280	=N14/$E$33
Instación Agitador											13568	=N15/$E$33
Inst. Bombas Filtrado											17786	=N16/$E$33
Inst. Bombas Hidrato											17786	=N17/$E$33
Inst. Soplador de Aire											8893	=N18/$E$33
Inst. Bomba de Vacío											35389	=N19/$E$33
Inst. Cinta transportadora											29237	=N20/$E$33
Inst. Val. Suspensión											34947	=N21/$E$33
Total Instalación Equipos Importados (Bs.F)											**=SUMA(N14:N21)**	
Total Instalación Equipos Importados ($)												**=SUMA(O14:O20)**
Monto Total Equipos Importados ($)												**=O13+O23**
Sum./Fab./Inst. Tubería											419348	=N25/$E$33
Sum./Fab./Inst. Tanques											1412429	=N26/$E$33
Total Sum. e Inst.Equipos Nacionales (Bs.F)											=N25+N26	
Total Sum. e Inst. Equipos Nacionales ($)												**=O25+O26**
Total Equipos ($)												**=O24+O28**

OP	*Parámetros*			OP	*Parámetros*		OP		*Parámetros*
	Tasas de cambio utilizadas			Tec	Flete	2% costo FOB	Tec	IVA	9% de (CIF+Derec 9% de (CIF+Derecl
Tec	1 Euro	1.4	US$	Tec	Seguro	0,2689% costo F			
Tec	1 US$	2,15	Bs.F	Tec	Impuesto importac	15% costo CIF			
Tec	Transporte planta Lowboy	5000	Bs.F	Tec	Tasa aduanal	1% costo CIF			
				Tec	Timbre Fiscal (Bs	9,408			

Tabla 32. *Estudios y proyectos (fórmulas)*

ESTUDIOS Y PROYECTOS

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
Ingeniería del proyecto					
Ingeniería Básica	SG	1	177158	=G7*H7	
Ingeniería de Detalle	SG	1	265735	=G8*H8	
Costo de la Ingeniería del Pr				**=I7+I8**	
Costo de la Ingeniería del Pr					**=I9/$E$21**
Servicio de inspección de con					
Inspección	SG	1	354314	=G12*H12	
Costo Servicio de inspección				**=I12**	
Costo Servicio de inspección					**=I13/$E$21**

OP Parámetros
Tec Ingeniería Básica
Tec Ingeniería de Detalle
Tec Tasa de cambio utilisada Bs.F

Tabla 33. *Inversión total (fórmulas)*

INVERSIÓN TOTAL

	(Expresado en dolares)	PRIMER AÑO			SEGUNDO AÑO			INVERSIÓN TOTAL		
		Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total	Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total	Aporte Propio	Aporte de Terceros	Aporte Total
	Activos Fijos									
	Obras civiles	='Elementos Infra y Estructura'		=D8+E8			=G8+H8	=D8+G8	=E8+H8	=F8+I8
	Obra estructural	='Elementos Infra y Estructura'		=D9+E9			=G9+H9	=D9+G9	=E9+H9	=F9+I9
	Obra de eléctricidad	='Elementos Infra y Estructura'		=D10+E10			=G10+H10	=D10+G10	=E10+H10	=F10+I10
	Suministro equipos importados	='Equipos de Producción'!O13		=D11+E11			=G11+H11	=D11+G11	=E11+H11	=F11+I11
	Instalación equipos importados			=D12+E12	='Equipos de Producción'!O23		=G12+H12	=D12+G12	=E12+H12	=F12+I12
	Suministro e instalación equipos nacion			=D13+E13	='Equipos de Producción'!O28		=G13+H13	=D13+G13	=E13+H13	=F13+I13
A	**Total Activos Fijos**	**=SUMA(D8:D13)**	**=SUMA(E8:E13)**	**=SUMA(F8:F13)**	**=SUMA(G8:G13)**	**=SUMA(H8:H13)**	**=SUMA(I8:I13)**	**=J8+J9+J10+J11+J12+J13**	**=SUMA(K8:K13)**	**=L8+L9+L10+L11+L12+L13**
	Otros Activos									
	Costo financiero del crédito			=D16+E16			=G16+H16	=D16+G16	=E16+H16	=F16+I16
	Ingeniería del proyecto	='Estudios y Proyectos'!J10		=D17+E17			=G17+H17	=D17+G17	=E17+H17	=F17+I17
	Servicios de inspección construcción	='Estudios y Proyectos'!J14/2		=D18+E18	=D18		=G18+H18	=D18+G18	=E18+H18	=F18+I18
B	**Total Otros Activos**	**=SUMA(D16:D18)**	**=SUMA(E16:E18)**	**=SUMA(F16:F18)**	**=SUMA(G16:G18)**	**=SUMA(H16:H18)**	**=SUMA(I16:I18)**	**=SUMA(J16:J18)**	**=SUMA(K16:K18)**	**=SUMA(L16:L18)**
C	**TOTAL ACTIVOS (A+B)**	**=D14+D19**	**=E14+E19**	**=F14+F19**	**=G14+G19**	**=H14+H19**	**=I14+I19**	**=J14+J19**	**=K14+K19**	**=L14+L19**
D	**Capital de Trabajo**			=D21+E21			=G21+H21	=D21+G21	=E21+H21	=F21+I21
E	**INVERSIÓN TOTAL (C+D)**	**=D20+D21**	**=E20+E21**	**=F20+F21**	**=G20+G21**	**=H20+H21**	**=I20+I21**	**=J20+J21**	**=K20+K21**	**=L20+L21**
F	**Distribución porcentual**	=(D22/F22)*100	=E22/F22*100	=F22/L22*100	=G22/I22*100	=H22/I22*100	=I22/L22*100	=J22/L22*100	=K22/L22*100	=L22/L22*100
	Factor de incremento de inversión (para a			='Resumen Evaluaci						
	Inversión Total Incrementada (para analis			=(F24+100%)*F22						
OP	**Parámetros**									
Tec	Meses por año	12	meses							
Tec	Tasa de cambio utilizada									
		1 US $ 2,15	Bs. F							

Tabla 34. *Nomina (fórmulas)*

NÓMINA

SEGUNDO AÑO EN ADELANTE

Costo Mensual

Descripción del Cargo	Nivel	Numero de Tabajadores	Salario Básico	Nómina	Costos Asociados al Salario	Costo Anual Total
Supervisor Operaciones	12	='Volumen de ocupación'!E7	='Volumen de ocupación'!F7	=D8*E8	=$D$21*F8	=$D$22*(F8+G8)
Operador Mantenedor I	4	='Volumen de ocupación'!E8	='Volumen de ocupación'!F8	=D9*E9	=$D$21*F9	=$D$22*(F9+G9)
Supervisor Mantenimiento	11	='Volumen de ocupación'!E9	='Volumen de ocupación'!F9	=D10*E10	=$D$21*F10	=$D$22*(F10+G10
Mecanico Mantenimiento Planta I	4	='Volumen de ocupación'!E10	='Volumen de ocupación'!F10	=D11*E11	=$D$21*F11	=$D$22*(F11+G11
Operario Especial Servicios	1	='Volumen de ocupación'!E11	='Volumen de ocupación'!F11	=D12*E12	=$D$21*F12	=$D$22*(F12+G12
Electricista Industrial I	4	='Volumen de ocupación'!E12	='Volumen de ocupación'!F12	=D13*E13	=$D$21*F13	=$D$22*(F13+G13
Totales		**=SUMA(D8:D13)**		**=SUMA(F8:F13)**	**=SUMA(G8:G13)**	**=SUMA(H8:H13)**
Total ($)						**=H14/$D$26**

Ol Parámetros

Costo Asociado al Salario	3,02	del costo total mensual
Meses por año	12	meses por año
Cargos		Rango B7:B12
Personas por cargo		Rango D7:D12
Salario Básico		Rango E7:E12
Tasa de cambio utilizada	1US$2,15	Bs.F

Tabla 35. *Ahorros (fórmulas)*

AHORROS

Expresado en dolares americados (

	Promedio (TON/año)	Margen de Utilidad ($/TON)	Total ($/año)
Costo de Oportunidad por Baja Productividad del Licor A-58	='Resumen Perdidas Produccio	='Margen de Utilidad'!D7	=F6*G6
Costo de Oportunidad por Disminución de Flujo de LAD	='Resumen Perdidas Produccio	='Margen de Utilidad'!$D$7	=F7*G7
Costo de Oportunidad por Ajuste de flujo LAD	='Resumen Perdidas Produccio	='Margen de Utilidad'!$D$7	=F8*G8
Total Ahorros			**=H6+H7+H8**
Factor de Ajuste (para análisis de sensibilidad)			=100%-$F$14
Total de Ahorros Ajustado (para			**=H9*H10**

Factor de reducción (para anális ='Resumen Evaluación'!G8

Tabla 36. *Costos de operación y mantenimientos (fórmulas)*

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Expresado en Bs. F y dolares americanos

	Total Anual
Costo mano de Obra Operación y Mantenimiento	=Nómina!H16
Costo Repuestos de Mantenimiento	=$D$16*'Equipos de Producci
Costo Consumo de Energía Eléctrica	='Equipos Consumo Energía'!E
Total Costo Operación y Mantenimiento	**=H6+H7+H8**

Factor de incre	='Resumen Evaluación'!E8
Total Costo de	=(H11+100%)*H9

OP	**Parámetros**			
Tec	Repuestos de mantenimi	0,05	Inversión en equip	
Tec	Cosumo energía electric	='Equipos Consumo Energía'!E	Kwh	
	Costo por Kwh	0,061	Bs. F por Kwh	
Tec	Tiempo operación	24	horas diarias	
		365	dias al año	
Tec	Tasa de cambio utilizad			
		1 US $ 2,15		Bs.F

Tabla 37. *Resultados de la evaluación económica (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER- MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	='Inversión Total'!F22		0	=+G10-F10-E10
=+D10+1	='Inversión Total'!I22			=+G11-F11-E11
=+D11+1		='Costos operac.y manten.'!H9	=Ahorros!H9	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
=+D28+1		=F28	=G28	=+G29-F29-E29
=+D29+1		=F29	=G29	=+G30-F30-E30
=+D30+1		=F30	=G30	=+G31-F31-E31
COSTO DE CAPITAL				='Resumen Evaluación'!D9
MONTO ESTIMADO DE LA				=E10+E11
TASA INTERNA DE RETOR				=TIR(H10:H31;-0,9)
VALOR PRESENTE NETO V				=VNA($H$33;H11:H31)+H10
AHORRO ANUAL EQUIVAL				=PAGO(H33;G42;-H36)
EFICIENCIA DE LA INVERS				=+H36/H34+1
TIEMPO DE PAGO (Años):				=MIN(K10:K29)
PUNTO DE EQUILIBRIO DE				='Punto de Equilibrio de la Inver'

Tabla 38. *Punto de equilibrio (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER- MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	=+A11*H33		0	=+G9-F9-E9
=+D9+1	=+A12*H33			=+G10-F10-E10
=+D10+1		='Costos operac.y manten.'!H9	=Ahorros!H9	=+G11-F11-E11
=+D11+1		=F11	=G11	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
=+D28+1		=F28	=G28	=+G29-F29-E29
=+D29+1		=F29	=G29	=+G30-F30-E30
COSTO DE CAPITAL				='Resumen Evaluación'!D9
MONTO ESTIMADO DE LA				8926203,87239868
TASA INTERNA DE RETOR				=TIR(H9:H30;-0,9)
VALOR PRESENTE NETO V				=VNA($H$32;H10:H30)+H9
AHORRO ANUAL EQUIVAL				=PAGO(H32;G40;-H35)
EFICIENCIA DE LA INVERS				=+H35/H33+1
TIEMPO DE PAGO (Años):				=MIN(K9:K28)

Tabla 39. *Análisis de sensibilidad 1 (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	='Inversión Total'!F22		0	=+G10-F10-E10
=+D10+1	='Inversión Total'!G22			=+G11-F11-E11
=+D11+1		='Costos operac.y manten.'!H1	=+Ahorros!H9	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
=+D28+1		=F28	=G28	=+G29-F29-E29
=+D29+1		=F29	=G29	=+G30-F30-E30
=+D30+1		=F30	=G30	=+G31-F31-E31
COSTO DE CAPITAL				='Resumen Evaluación'!D9
MONTO ESTIMADO DE LA				=E10+E11
TASA INTERNA DE RETOR				=TIR(H10:H31;-0,9)
VALOR PRESENTE NETO V				=VNA($H$33;H11:H31)+H1
AHORRO ANUAL EQUIVAL				=PAGO(H33;G41;-H36)
EFICIENCIA DE LA INVERS				=+H36/H34+1
TIEMPO DE PAGO (Años):				=MIN(K10:K31)

Tabla 40. *Análisis de sensibilidad 2 (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	='Inversión Total'!F25		0	=+G7-F7-E7
=+D7+1	='Inversión Total'!I22			=+G8-F8-E8
=+D8+1		='Costos operac.y manten.'!H9	=Ahorros!H9	=+G9-F9-E9
=+D9+1		=F9	=G9	=+G10-F10-E10
=+D10+1		=F10	=G10	=+G11-F11-E11
=+D11+1		=F11	=G11	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
COSTO DE CAPIT/				='Resumen Evaluación'!D9
MONTO ESTIMAD				=E7+E8
TASA INTERNA D				=TIR(H7:H28;-0,9)
VALOR PRESENTI				=VNA($H$30;H8:H28)+H7
AHORRO ANUAL I				=PAGO(H30;G38;-H33)
EFICIENCIA DE L/				=+H33/H31+1
TIEMPO DE PAGO				=MIN(K7:K26)

Tabla 41. *Análisis de sensibilidad 3 (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$)	COSTO OPER-MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	='Inversión Total'!F22		0	=+G10-F10-E10
=+D10+1	='Inversión Total'!I22			=+G11-F11-E11
=+D11+1		='Costos operac.y manten.'!H9	=Ahorros!H11	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
=+D28+1		=F28	=G28	=+G29-F29-E29
=+D29+1		=F29	=G29	=+G30-F30-E30
=+D30+1		=F30	=G30	=+G31-F31-E31
COSTO DE CAPITAL				='Resumen Evaluación'!D9
MONTO ESTIMADO DE LA				=E10+E11
TASA INTERNA DE RETOR				=TIR(H10:H31;-0,9)
VALOR PRESENTE NETO V				=VNA($H$33;H11:H31)+H10
AHORRO ANUAL EQUIVAL				=PAGO(H33;G41;-H36)
EFICIENCIA DE LA INVERS				=+H36/H34+1
TIEMPO DE PAGO (Años):				=MIN(K10:K29)

Tabla 42. *Análisis de sensibilidad 4 (fórmulas)*

RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO: NUEVO SISTEMA DE DESLICORIZACION DE HIDRATO PRODUCTO - AREA 44

AÑO	INVERSION (US$.)	COSTO OPER- MANTTO. (US$)	AHORROS (US$)	FLUJO DE EFECTIVO (US$)
2008	='Inversión Total'!F22		0	=+G10-F10-E10
=+D10+1	='Inversión Total'!I22			=+G11-F11-E11
=+D11+1		='Costos operac.y manten.'!H9	=Ahorros!H9	=+G12-F12-E12
=+D12+1		=F12	=G12	=+G13-F13-E13
=+D13+1		=F13	=G13	=+G14-F14-E14
=+D14+1		=F14	=G14	=+G15-F15-E15
=+D15+1		=F15	=G15	=+G16-F16-E16
=+D16+1		=F16	=G16	=+G17-F17-E17
=+D17+1		=F17	=G17	=+G18-F18-E18
=+D18+1		=F18	=G18	=+G19-F19-E19
=+D19+1		=F19	=G19	=+G20-F20-E20
=+D20+1		=F20	=G20	=+G21-F21-E21
=+D21+1		=F21	=G21	=+G22-F22-E22
=+D22+1		=F22	=G22	=+G23-F23-E23
=+D23+1		=F23	=G23	=+G24-F24-E24
=+D24+1		=F24	=G24	=+G25-F25-E25
=+D25+1		=F25	=G25	=+G26-F26-E26
=+D26+1		=F26	=G26	=+G27-F27-E27
=+D27+1		=F27	=G27	=+G28-F28-E28
=+D28+1		=F28	=G28	=+G29-F29-E29
=+D29+1		=F29	=G29	=+G30-F30-E30
=+D30+1		=F30	=G30	=+G31-F31-E31
COSTO DE CAPITAL				='Resumen Evaluación'!H9
MONTO ESTIMADO DE LA				=E10+E11
TASA INTERNA DE RETOR				=TIR(H10:H31;-0,9)
VALOR PRESENTE NETO V				=VNA($H$33;H11:H31)+H10
AHORRO ANUAL EQUIVAL				=PAGO(H33;G41;-H36)
EFICIENCIA DE LA INVERS				=+H36/H34+1
TIEMPO DE PAGO (Años):				=MIN(K10:K29)

Tabla 43. *Resumen de la evaluación económica del proyecto (fórmulas)*

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO
SISTEMA DE DESLICORIZACIÓN DE HIDRATO PRODUCTO ÁREA 44

ÍNDICES DE RENTABILIDAD		SENSIBILIDAD			
		1	2	3	4
		Increm. Costos	Increm. Inversión Inicial	Reducir Ahorros	Increm. Costo de Capital
		0,2	0,2	0,2	
COSTO DE CAPITAL	0,12	=D9	=D9	=D9	0,2
MONTO DE LA INVERSIÓN (US$)	='Evaluación Económica'!E10+	=+D10	='Sensibilidad 2'!E7+'Sensibilidad 2'!E	=+D10	=D10
PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	2	2	2	2	2
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	='Evaluación Económica'!H35	='Sensibilidad 1'!H35	='Sensibilidad 2'!H32	='Sensibilidad 3'!H35	='Sensiblidad 4'!H35
VALOR PRESENTE NETO VPN (US$)	='Evaluación Económica'!H36	='Sensibilidad 1'!H36	='Sensibilidad 2'!H33	='Sensibilidad 3'!H36	='Sensiblidad 4'!H36
TIEMPO DE PAGO (años)	='Evaluación Económica'!H39	='Sensibilidad 1'!H39	='Sensibilidad 2'!H36	='Sensibilidad 3'!H39	='Sensiblidad 4'!H39
PUNTO DE EQUILIBRIO INVERSION (US$)	='Punto de Equilibrio de la Inv				
Relación porcentual tasa interna versus costo ca	=+D12/D9-1	=+E12/E9-1	=+F12/F9-1	=+G12/G9-1	=+H12/H9-1

BIBLIOGRAFÍA

Baca, G. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos informáticos.* (5ta ed.). México. Mcgraw-hill.

Blanco, A. (2006). *Formulación y evaluación de proyectos.* (5ta ed.). Caracas. Texto C. A.

Blank, L., Tarquin, A. (2004). *Ingeniería económica.* (5ta ed.). México. Mcgraw-hill interamericana.

Córdoba, M. (2006). *Formulación y evaluación de proyectos.* Bogotá. Ecoe Ediciones.

CVG-BAUXILUM (2003). *Informe de pérdidas de producción.*[Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-BAUXILUM (2004). *Informe de pérdidas de producción.* [Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-BAUXILUM (2005a). *Proceso.* Recuperado en Mayo 19, 2007, de http://www.bauxilum.com/procesos.phpve.

CVG-BAUXILUM (2005b). *Informe de pérdidas de producción.*[Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-BAUXILUM (2007a). *Informe de Gestión Septiembre 2007.* [Documento no publicado]. Recuperado en Enero 28, 2007, de http://tramem.bauxilum.com.ve/Iwp/workplace/!ut/p_s.7_0_A/7_0_TB

CVG-BAUXILUM (2007b). *Planos.* [Documento digital] // Tevasin //Planos//Area 007, consultado en Enero 15, 2007.

CVG-BAUXILUM (2007c). *Informe factor operativo de las áreas.* [Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-BAUXILUM (2007d). *Informe de pérdidas de producción.* [Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-INTERALÚMINA (1982). *Manual de operaciones. Áreas 44/45 filtración y calcinación.* [Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

CVG-INTERALÚMINA (1994). *Manual de operaciones. Área 58 filtración de semilla gruesa.* [Documento no publicado]. Ciudad Guayana, Venezuela.

Díaz, E. (2006). *Estudio de factibilidad del proyecto de modernización de las unidades 4, 5 y 6 de la casa de máquinas I de la planta guri.* Trabajo de grado de especialización. [Documento digital], UCAB, Ciudad Guayana.

García, G. (2007). *Presentación. Seminario especial de grado.* UCAB

Giugni, L., Ettedgui, C. y González, I. (1987). *Bases para la evaluación económica de proyectos de inversión.* (3ra ed. Tomo 1). Valencia, Venezuela.

Olivares, J. (2005). *Unidad III estudio de factibilidad. Factibilidad.* Recuperado en Mayo 2, 2007, de http://www.sep.com.mx/pdf.

Ortega, N. (2006). *Estudio de factibilidad económica para la instalación de un equipo de pruebas hidrostáticas a cilindros de gas en la empresa bocc gases distrito puerto ordaz.* Trabajo de grado de especialización. [Documento digital], UCAB, Ciudad Guayana.

Perry (Ed). (1992). *Perry manual del ingeniero químico.* (6ta ed., Tomo 1). Colombia. Mcgraw-hill.

Pino, W. (2006). *Realizar estudio de factibilidad para la implementación del servicio de centrales privadas automáticas (cpa) en la ucab extensión guayana.* Trabajo de grado de especialización. [Documento digital]. UCAB, Ciudad Guayana.

Project Management Institute (2004). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos. Guía del PMBOK.* (3ra ed.). Pennsylvania. PMI.

Rojas, J. (2007). *Reporte de proceso "Nuevo sistema de deslicorización de hidrato producto".* [Documento no publicado]. CVG-BAUXILUM, Ciudad Guayana, Venezuela.

Santalla, Z. (2006). *Guía para la elaboración formal de reportes de investigación.* Caracas. Universidad Católica Andrés Bello.

Sapag, N. (1993). *Criterios de evaluación de proyectos.* España. Mcgraw-hill

Sapag, N. y Sapag, R. (2006). *Preparación y evaluación de proyectos.* (4ta ed.). México. Mcgraw-hill.

Urmo (Ed). (1981). *Enciclopedia del aluminio. Producción del aluminio.* (1ra ed., Vol. 1). España. Ediciones Bilbao.