

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DI-CÁLCICO EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Palacios Tarazona, Jairo David
Pérez Colorado, Hegat José
Para Optar al Título
De Ingeniero Mecánico

Caracas, 2004.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DI-CÁLCICO EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN.

Tutor Acad.: Prof. Raffaele d'Andrea
Tutor Ind.: Ing. Miguel Machado

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Palacios Tarazona, Jairo David
Pérez Colorado, Hegat José
Para Optar al Título
De Ingeniero Mecánico

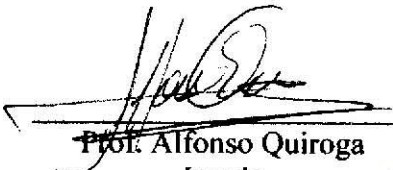
Caracas, 2004.

Caracas, Octubre de 2004

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres Palacios T, Jairo D. y Pérez C, Hegat José., titulado:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DI-CÁLCICO EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.


Prof. Alfonso Quiroga
Jurado


Prof. Jesuado Areyan
Jurado




Prof. Raffaele d'Andrea
Tutor Académico

Palacios T., Jairo D. y Pérez C., Hegat J.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DI-CÁLCICO EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN.

Tutor Acad.: Ing. Raffaele d'Andrea. Tutor Ind.: Ing. Miguel Machado. Tesis. Caracas. UCV: Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2004, 216 pag.

Planta Industrial. Fosfato di Cálcico (DCP). Estudio de Factibilidad. Análisis Económico. Ingeniería del Proyecto.

El siguiente Trabajo especial de Grado se realizó con el fin de aprovechar los recursos fosfatados, empleados en el sector agrícola como fertilizante, los cuales constituyen una fuente potencial de fósforo y calcio, capaz de satisfacer las necesidades de la agroindustria.

Se desarrolló un estudio Técnico Económico para la producción de Fosfato Di-Cálcico (DCP) en el Complejo Petroquímico Morón, constituido principalmente por el estudio del mercado, ingeniería del proyecto y la evaluación económica basada en un estimado de costos clase V.

En el estudio de mercado se analizaron los ofertantes principales, las empresas Cargill S.A. y Monómeros Colombo Venezolanos, la oferta intermedia (AFACA), un demandante intermedio (sector agroindustrial) y el demandante final, el ser humano. La demanda de DCP se proyectó en función al crecimiento demográfico de la población venezolana hasta el año 2025.

En la fase de Ingeniería del Proyecto se seleccionó la tecnología más idónea para el proceso de producción, se realizó el estudio de los equipos, materiales e insumos, se determinó una posible ubicación para la planta y se elaboró el Lay-Out de la misma. A partir de esta información se realizó el estudio de Inversión, Ingresos y Egresos de la planta, a fin de determinar el precio mínimo de venta.

La evaluación económica comprendió el estudio de los índices de rentabilidad del proyecto (Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno, Eficiencia de Inversión y Tasa de Recuperación de la Inversión) y punto de equilibrio; adicionalmente se realizó un estudio de Sensibilidad, para determinar que tan fluctuantes son los índices de Rentabilidad del proyecto.

DEDICATORIA

...Ante todo gracias mi Dios por darme mucha salud, ya que sin ella ninguna meta es posible...

Quiero dedicar el éxito de este proyecto al igual que mi carrera, a Dios y a mi madre *Carmen Colorado*, ya que a lo largo de estos años han dado luz a mi vida guiándome siempre hacia el buen camino y bajo la voluntad de Dios.

...A ti madre te doy las gracias por sembrar en mi un hombre de voluntad y mucho ímpetu para cumplir todas mis metas planteadas, gracias por creer en mi y apoyarme en todo los momentos de mi vida...en fin...Gracias por existir...

Hegat José Pérez Colorado. 

AGRADECIMIENTOS

Estaré eternamente agradecido con:

- DIOS... Tan sencillo como que sin él mi vida no tendría vida, ni esperanza.
- A Carmen Colorado por ser la persona que me trajo al mundo y sembró en mí la voluntad de cumplir mis sueños apoyándose en todo momento... Gracias Mamá.
- A mis hermanas Carolin y Kathiuska, e igualmente a mi negrito Javier Alejandro, por compartir sus vidas conmigo.
- A la licenciada María Elena Ramírez por abrirme un camino junto a Pequiven. Sin ella quizá este sueño se hubiera hecho más difícil.
- A mis tutores Miguel Machado y Raffaele d'Andrea por creer en mí, y por ser más que unos tutores, gracias a ambos por sus consejos y la buena voluntad de ayudarme.
- A todas aquellas personas, en especial al Sr. Elías Barreto, que me brindaron el apoyo y ayuda necesaria a lo largo de mi TEG.
- No por citarlos de último son los menos importantes, todo lo contrario. Quiero dar las Gracias a mis amigos por su apoyo incondicional y ayuda prestada, su incansable tolerancia y confianza hacia mi persona, pero por sobre todas las cosas gracias por permitirme entrar en sus vidas y convertirme en su amigo... A todos Uds. Joyitas mil gracias.

Hegat José Pérez Colorado. 

DEDICATORIA

Tal como las demás acciones de mi vida, este TEG esta dedicado a Dios, en primer lugar, por ayudarme en todas las cosas buenas que me han sucedido hasta ahora y las que están por venir.

Igualmente, les dedico mi TEG a mi madre, que me ha guiado a lo largo de 22 años, y al Sargento Palacios, que me cuida desde el cielo.

Jairo David Palacios. 

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a todas aquellas personas que me ayudaron durante el desarrollo de mi Trabajo Especial, especialmente a:

- Mis tutores, Ing. Raffaele d'Andrea e Ing. Miguel Machado, por su invaluable ayuda a lo largo de estos arduos meses de trabajo.
- La Lic. María Elena Ramírez. Gracias a ella he tenido la oportunidad de desenvolverme en una empresa como Pequiven.
- Mis hermanos, Carlos Palacio y Angel Palacio, por su valioso apoyo y oportunas sugerencias.
- Los Sres. Elías Barreto, Yajaira Barreto y Ana Cristina Díaz, por su generosa atención. El aporte de su conocimiento complementó mi formación como ingeniero.
- La Lic. Maryury Martínez y María Gabriela Carrasco, cuya ayuda en química fue vital para estudiar la tecnología.
- A Hegat Pérez, por su tenacidad y constancia, demostradas con creces lo largo de 5 largos años de carrera junto a el. Un compañero de tesis insustituible y gran amigo.
- A los panas de la escuela: Lobo, Pedro, José Alfredo, Luis, Andriuska, Aurimar, Marian, Tamanaco, Oswaldo, Rafael, Hans, Antonio y Daniel, por ser el mejor grupos de panas con el que uno pueda contar, dentro y fuera de la universidad. Y me disculpan todos aquellos que se me escapen de la memoria en este momento...

Gracias a todos.

Jairo David Palacios. 

INDICE

RESUMEN	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE	VI
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	XIV
INRODUCCION	XV
CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	1
1.1 Justificación del proyecto	2
1.2 Formulación del proyecto	2
1.3 Antecedentes de la investigación	2
1.4 Planteamiento del proyecto	3
1.5 Tipo de investigación	4
1.6 Objetivos	4
1.7 Limitaciones y alcances	4
CAPITULO II. ESTUDIO DEL MERCADO.	6
2.1 Descripción del producto	7
2.1.1 Origen del empleo de fosfato di-Cálcico como suplemento alimenticio	7
2.1.2 Sustitutos del fosfato di-Cálcico	8
2.1.3 Forma de obtención de los fosfatos de Calcio	8
2.2 Análisis de la oferta y la demanda	11
2.2.1 Oferta	12
2.2.2 Demanda de DCP	15
2.2.3 Análisis de la demanda	19
2.2.4 Demanda futura	28
2.3 Precios	31
2.4 Canales de Comercialización	31

CAPITULO III. INGENIERIA DEL PROYECTO.	32
3.1 Especificaciones del producto.	33
3.2 Investigaciones preliminares	35
3.2.1 Procesos comerciales	35
3.2.2 Procesos no comerciales	38
3.3 Materia prima e insumos	40
3.3.1 Materia prima	40
3.3.2 Insumos	42
3.4 Capacidad de la planta	45
3.5 Proceso de producción	46
3.5.1 Secciones del proceso de producción de DCP	46
3.5.2 Balance de masa del proceso	61
3.6 Equipos	64
3.7 Localización de la planta	71
3.7.1 Condiciones climáticas del Complejo	71
3.8 Lay-Out	74
3.8.1 Lay-Out Planta	75
3.8.2 Lay-Out Almacén	82
3.8.3 Lay-Out Ensacado	83
3.9 Programa de producción	88
3.10 Personal	88
CAPITULO IV. INVERSIONES, INGRESOS Y EGRESOS.	90
4.1 Inversiones fijas	91
4.1.1 Inversión en activos fijos tangibles	91
4.1.2 Inversión en activos fijos intangibles	96
4.2 Capital de trabajo	98
4.3 Resumen de Inversiones	98
4.4 Cronograma de ejecución	99
4.5 Cronograma de Inversión.	100
4.6 Costos de producción	101
4.6.1 Costos de Fabricación	101
4.6.2 Costos de Administración y Ventas	106
4.6.3 Costos Financieros	107
4.7 Cuadro de Costos de producción	107
4.8 Costo unitario ensacado	109
4.9 Ingresos	109

CAPITULO V. EVALUACION DE PROYECTO.	110
5.1 Proyecciones financieras.	111
5.1.1 Premisas para realizar el análisis económico	111
5.1.2 Cuadro de Flujo de caja neto	111
5.2 Punto de equilibrio.	114
5.3 Índices de Rentabilidad del Proyecto	116
5.3.1 Valor Presente Neto	116
5.3.2 Tasa Interna de Retorno	117
5.3.3 Eficiencia de la Inversión	117
5.3.4 Período de Recuperación de la Inversión	118
5.4 Análisis de Sensibilidad.	120
5.4.1 Variación en el volumen de producción	120
5.4.2 Variación en el precio de Venta	121
5.4.3 Variación en el costo unitario de producción	122
5.4.4 Variación en la Inversión inicial	123
5.4.5 Variación en el precio del Ácido Fosfórico	124
5.5 Evaluación social.	127
5.6 Impacto Ambiental	127
5.6.1 Impacto Ambiental de cada Tecnología	127
5.6.2 Control de Emisiones	129
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFIA	134
APENDICES	139
A. Descripción de la empresa.	140
A.1. Complejo Petroquímico Morón	141
B. Balance de masa.	144
B.1. Data.	144
B.2. Cálculos Realizados.	146
C. Estimación de Costos	160
C.1. Mediante Fórmulas de Escalación de Costos.	160
C.2. Mediante el Manual de Estimaciones de Costos PDVSA	163

D.	Evaluación Económica. Cálculos	166
D.1.	Flujo de Caja Neto	166
D.2.	Análisis de Sensibilidad	169
ANEXOS		174

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición de la Roca Fosfática de Minas de Riecito	9
Tabla 2.2	Importación de Fosfatos Inorgánicos desde 1994 hasta 2003	14
Tabla 2.3	Producción Alimentos Balanceados Para Animales (TM)	16
Tabla 2.4	Productores de suplementos minerales	18
Tabla 2.5	Aporte porcentual de los macronutrientes a los valores de referencia de energía	20
Tabla 2.6	Consumo per. Cápita de carnes	21
Tabla 2.7	Demanda pasada de fosfatos de calcio	23
Tabla 2.8	Peso promedio de carne en canal	24
Tabla 2.9	Fuente de los requerimientos nutricionales en Venezuela	25
Tabla 2.10	Proyección de la demanda de los fosfatos de calcio, en función del incremento de cabezas de ganado	29
Tabla 3.1	Propiedades Físicas DCP dihidratado grado alimenticio	33
Tabla 3.2	Composición química DCP grado alimenticio	34
Tabla 3.3	Especificaciones de la Piedra Caliza	40
Tabla 3.4	Especificaciones de la Sílice	40
Tabla 3.5	Especificaciones del Ácido Fosfórico	41
Tabla 3.6	Especificaciones del Gas Natural	42
Tabla 3.7	Especificaciones del Agua Potable	43
Tabla 3.8	Especificaciones del Agua Desmineralizada	43
Tabla 3.9	Especificaciones del Vapor de Agua de Baja Presión	44

Tabla 3.10	Especificaciones del Aire para Instrumentos	44
Tabla 3.11	Especificaciones del Aire de Servicio	44
Tabla 3.12	Especificaciones de la Electricidad	45
Tabla 3.13	Balance de Masa – Sección de Defluorinación	61
Tabla 3.14	Balance de Masa – Demás Secciones	62
Tabla 3.15	Condiciones Climáticas del Complejo	71
Tabla 4.1	Obras Civiles	92
Tabla 4.2	Equipos Principales – Planta	93
Tabla 4.3	Equipos Principales – Ensacado	94
Tabla 4.4	Equipos Principales – Almacén	94
Tabla 4.5	Equipos Principales – Total	95
Tabla 4.6	Procura	96
Tabla 4.7	Estudios de Ingeniería	97
Tabla 4.8	Contingencia	98
Tabla 4.9	Resumen de Inversiones	98
Tabla 4.10	Cronograma de Inversión	100
Tabla 4.11	Costos de Materia Prima	101
Tabla 4.12	Costo de Servicios Industriales	102
Tabla 4.13	Costos de labor	103
Tabla 4.14	Costos de Mantenimiento	103
Tabla 4.15	Costo por depreciación	104
Tabla 4.16	Costo por Amortización	105

Tabla 4.17	Cuadro de Costos de Producción Anual	108
Tabla 4.18	Cuadro de costos fijos y variables	108
Tabla 5.1	Flujo de Caja Neto. Tasa de descuento 12%	111
Tabla 5.2	Flujo de Caja Neto. Tas de Descuento 15%	112
Tabla 5.3	Período de Recuperación de la Inversión. Tasa de descuento 12%	117
Tabla 5.4	Período de Recuperación de la Inversión. Tasa de descuento 15%	118
Tabla 5.5	Resumen de los índices de Rentabilidad del Proyecto	118
Tabla 5.6	Sensibilidad Variando el Volumen de Producción	119
Tabla 5.7	Sensibilidad Variando el Precio de Venta	120
Tabla 5.8	Sensibilidad Variando el Costo Variable de Producción	121
Tabla 5.9	Sensibilidad Variando la Inversión Inicial	122
Tabla 5.10	Precio Ácido Fosfórico grado fertilizante USGC	124
Tabla 5.11	Sensibilidad Variando el Costo del Ácido Fosfórico	125
Tabla 5.12	Sensibilidad Variando el Precio de Venta. Ácido Importado	125
Tabla 5.13	Límite de calidad del aire	129
Tabla 5.14	Descarga a cuerpos de agua	129

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Cadena de Comercialización.	11
Figura 3.1	Sección de defluorinación del Ácido Fosfórico	48
Figura 3.2	Sección de Suministro de Piedra Caliza	49
Figura 3.3	Sección de Reacción	51
Figura 3.4	Sección de Secado	52
Figura 3.5	Sección de Clasificación	54
Figura 3.6	Sección de Enfriamiento	55
Figura 3.7	Sección de Lavado de Gases de Escape	57
Figura 3.8	Sección de Ensacado	59
Figura 3.9	Planimetría Complejo Petroquímico Morón	73
Figura 3.10	Organigrama Mano de Obra Directa Planta DCP	89
Figura 4.1	Cronograma de ejecución planta DCP	99

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1 Producción Alimentos Balanceados Para Animales	17
Gráfica 2.2 Demanda Nacional de DCP	30
Gráfica 5.1 Punto de Equilibrio. Año 2009	113
Gráfica 5.2 Punto de equilibrio. Año 2017	114
Gráfica 5.3 Análisis de Sensibilidad. Variación de costo unitario, precio de venta e inversión inicial	123

INTRODUCCIÓN

El ganado y las aves de corral, criadas para consumo humano, son alimentados durante su crianza con fórmulas elaboradas a partir de ciertos cereales tales como maíz, cebada, soya y trigo, los cuales poseen una cantidad variable de los nutrientes necesarios para su sano crecimiento y engorde. La cantidad de minerales presente en el alimento varía dependiendo de la proporción que tengan los minerales y del requerimiento vitamínico de cada tipo de ganado.

Cuando la cantidad de nutrientes en las fórmulas es insuficiente, las empresas que elaboran el alimento para animales incluyen ciertas sales en el alimento para suministrar aquellos minerales cuya cantidad sea deficiente.

Dos de estos nutrientes son el fósforo y el calcio, los cuales, a pesar de no ser elaborados por el organismo animal, poseen funciones vitales. El fósforo es un componente vital para promover crecimiento sano, huesos fuertes, mantener ciertos aspectos del metabolismo, asegurar aumento de peso y fertilidad. Cerca de 0.3-0.4% de fósforo se necesita en la formulación completa de la dieta para ganado y 0.5-0.7% para los cerdos y las aves de corral.

El equilibrio de calcio en el organismo es vital para mantener la disponibilidad de fósforo en el metabolismo, y evitar sus deficiencias.

Las empresas que elaboran alimento balanceado para animales, agrupadas en la Asociación Venezolana de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales, incluyen el fósforo y el calcio en sus fórmulas añadiendo una sal, fosfato di-Cálcico (DCP), en un porcentaje cercano al 1% en peso.

El fosfato di-Cálcico puede obtenerse de forma orgánica, acidulando huesos y restos de animales, o inorgánica, a partir de roca fosfática; aunque actualmente se considera de alto riesgo la obtención orgánica del mismo.

Industrialmente, se elabora de forma inorgánica, y, por la naturaleza del proceso; es complicado y costoso elaborar fosfato di-Cálcico puro, por lo cual, se elabora una mezcla de fosfato mono-Cálcico y fosfato di-Cálcico, manteniendo bajo el porcentaje de otros compuestos perjudiciales que puedan estar presentes. El compuesto producido se denomina entonces fosfato mono/di-Cálcico, y el grado que se incluye en el alimento balanceado se denomina grado alimenticio para diferenciarlo de los otros grados; los cuales son: grado industrial, el cual posee el porcentaje de impurezas más elevado; grado fertilizante, con un porcentaje de impurezas menor que el grado industrial pero mayor que el grado alimenticio, y grado farmacéutico, el cual posee el mínimo grado de impurezas.

En Venezuela, una empresa se dedicaba a elaborar fosfato mono/Di-Cálcico grado alimenticio, pero en el año 1999, debido a altos costos de operación y a una operación no continua, quebró y no pudo continuar funcionando. Actualmente, todo el fosfato di-Cálcico empleado en Venezuela es importado de diversos países, tales como USA (mediante la empresa Cargill), y Colombia (dentro del pacto andino, mediante la empresa Monómeros Colombo Venezolanos). Dado que el fosfato di-Cálcico es un compuesto importado, el precio del fosfato Di-Cálcico que se consume en el país depende de la cotización del dólar, incrementando el costo de las fórmulas alimenticias para los ganaderos que las compran.

Como no existen empresas dentro del país que elaboren fosfato Di-Cálcico y la materia prima esta disponible (piedra caliza y roca fosfática), podría ser viable construir una fábrica de fosfato Di-Cálcico en el país, disminuyendo su costo para las empresas que elaboran alimentos para animales, y por lo tanto disminuyendo el costo de las fórmulas alimenticias para los ganaderos, motivo por el cual se realiza el presente estudio de factibilidad.

C
A
P
I
T
U
L
O

I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Fosfato Di-Cálcico (DCP) grado alimenticio es un suplemento nutricional adquirido por las empresas que fabrican fórmulas alimenticias balanceadas para ganado y aves de corral, el cual no es fabricado en el país; por lo tanto, Pequiven desea producirlo en el Complejo Petroquímico Morón (CPM), para abastecer al mercado nacional. Para mayor información sobre el CPM, consulte el apéndice A.

Igualmente, Pequiven tiene la necesidad de ampliar el mercado de los recursos Fosfatados del CPM, con el fin de satisfacer una demanda en crecimiento, carente de fuentes alimenticias para la alimentación animal.

Se cuenta con todos los servicios necesarios, la tecnología existe y es sencilla, el proceso productivo no requiere de equipos complejos y por último, el acceso a la materia prima requerida es de gran atractivo, lo que hace suponer un bajo costo de producción y con ello una posible factibilidad del proyecto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

Estudio de factibilidad técnico-económico de una planta para la producción de Fosfato Di-Cálcico en el Complejo Petroquímico Morón.

1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El Fosfato Di-Cálcico grado alimenticio es un producto químico utilizado en las empresas que elaboran alimento para ganadería y aves de corral, para fabricar las fórmulas de alimento balanceado.

Una alternativa de muy bajo costo para fabricar el fosfato di-Cálcico es acidular los huesos de animales con ácido sulfúrico, alternativa empleada hasta hace poco en Europa, pero debido a restricciones sanitarias ésta práctica se ha eliminado, pues existen investigaciones que aseguran que es una vía de rápida propagación de la Encefalopatía Espongiforme Bovina, mejor conocida como “Mal de vacas locas”, la cual se transmite al hombre en forma del mal de Creutzfeld-Jacob.

En el mundo se han desarrollado diversas reacciones de compuestos inorgánicos que permiten obtener fosfato di-Cálcico, empleando como materia prima dos minerales: roca fosfática y una fuente de calcio (puede ser piedra caliza o cal); y

algún ácido de origen mineral (por ejemplo, ácido clorhídrico o sulfúrico). Todos éstos compuestos se pueden elaborar (en el caso de los ácidos) o extraer (en el caso de los minerales) dentro del país, eliminando la necesidad de importar algún compuesto químico.

Actualmente, como el fosfato di-Cálcico es un producto totalmente importado, su costo depende de la cotización del Dólar. Según las estadísticas del Instituto de Comercio Exterior, el precio actual del Fosfato Di-Cálcico es muy elevado y se transmite en la cadena de comercialización hasta el sector ganadero nacional, cuyo poder adquisitivo se ha deteriorado, lo cual ha limitado su consumo; originando deficiencias en las fórmulas de alimentación animal.

El Complejo Petroquímico Morón, gerenciado por Pequiven C.A., planea abastecer al mercado nacional con Fosfato Di-Cálcico grado animal para eliminar o disminuir su importación. Para tal fin se han realizado diversos intentos, entre los cuales se pueden mencionar:

- En el año 1999, cuando quebró la industria Fosfinca S.A. (única empresa que elaboraba DCP en el país, con sede en Maracaibo) debido al alto costo de producción, se estudió un acuerdo entre Pequiven y Fosfinca para que el Complejo Petroquímico Morón suministrase el ácido fosfórico grado alimenticio necesario para que Fosfinca S.A. continuase elaborando el producto. El acuerdo no se dio debido al alto costo de transporte del ácido fosfórico desde Morón hasta Maracaibo.
- En el Complejo Petroquímico Morón existe una planta con una elevada capacidad ociosa la cual elabora Roca Parcialmente Acidulada (RPA), un fertilizante granulado cuya demanda en el mercado resultó muy inferior a la estimada. Dada la gran semejanza entre los procesos para producir RPA Y DCP grado alimenticio, la gerencia del Complejo estudió la posibilidad de adaptar la planta para producir tanto RPA como DCP, según las necesidades del mercado, en este sentido se considerará esta planta como posible alternativa a ser considerada en el presente estudio.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Se desea estimar la factibilidad de instalar una planta en el Complejo Petroquímico Morón para la producción de Fosfato Dicálcico, el cual suplirá la demanda nacional de los Fosfatos de Calcio grado alimenticio

1.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo puede clasificarse como de investigación teórica aplicada a un sector industrial.

1.6. OBJETIVOS

Objetivo general:

Realizar un estudio de factibilidad de carácter técnico-económico para la instalación de una planta industrial en la cual se elabore Fosfato Di-Cálcico.

Objetivos específicos:

- i. Realizar un estudio de factibilidad, el cual incluya estudio de mercado, ingeniería de proyecto, inversiones, ingresos y egresos, evaluación económica, social y ambiental.
- ii. Comparar como posibles alternativas de inversión para el proyecto:
 - Adaptar la Planta de RPA que se encuentra actualmente en el CPM.
 - Construir una nueva planta dentro del espacio físico del complejo.

1.7. LIMITACIONES Y ALCANCES

El siguiente proyecto tiene la función de evaluar la factibilidad de instalar una planta de Fosfato Dicálcico en el CPM, por tal razón y en cumplimiento a los objetivos propuestos se plantean a continuación los siguientes puntos más relevantes:

- i. Estudio de mercado, el cual incluya el análisis tanto de la oferta como de la demanda y con ello determinar la capacidad a instalar en la planta.
- ii. Estudio de ingeniería el cual involucre el estudio de tecnología existente con el fin de seleccionar la más idónea para el proceso productivo.

- iii. Estimado de inversión, de acuerdo al estimado de costos clase V. Se entiende como clase V el tipo de estimado cuya finalidad es solicitar fondos para la ejecución de un proyecto, en el cual existe una precisión de +/- 10% en los costos y un nivel de confiabilidad indeterminado; comprende un estudio de ingeniería preconceptual y un análisis a grosso modo del proceso de producción.
- iv. Evaluación económica, con el fin de concluir sobre la factibilidad del proyecto, en la cual se incluya:
 - Punto de Equilibrio.
 - Valor Presente Neto (VPN)
 - Tasa Interna de Retorno (TIR).
 - Período de Recuperación de la Inversión.
 - Eficiencia de la Inversión.
 - Análisis de Sensibilidad
- v. Evaluación social e impacto Ambiental.

C
A
P
I
T
U
L
O

II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

El fosfato di-Cálcico (DCP) es un compuesto químico empleado como fertilizante, el cual se encuentra presente en la roca parcialmente acidulada (RPA), conjuntamente con el Fosfato mono-Cálcico y tri-Cálcico; también es empleado como suplemento alimenticio para las fórmulas de alimento balanceado para ganado y aves de corral.

El fosfato di-Cálcico se puede obtener industrialmente de forma orgánica, acidulando huesos y menudencias de otros animales, o de forma inorgánica, a partir de diversas reacciones, tales como: roca fosfática con ácido clorhídrico o ácido fosfórico con compuestos que contengan calcio, como la piedra caliza o cal.

El fosfato di-Cálcico es un compuesto insoluble en agua. Sin embargo, es soluble tanto en ácido cítrico como en una solución de citrato de Amonio al 2%. Para su aplicación, tanto como fertilizante como suplemento alimenticio, es igual de efectivo que otros fosfatos de calcio solubles en agua.

2.1.1. Origen del empleo de fosfato di-Cálcico como suplemento alimenticio.

Los alimentos naturales tales como trigo, cebada, maíz, soya y habas proporcionan una fuente de nutrientes para los animales; sin embargo, algunos de éstos alimentos son relativamente bajos en nutrientes y típicamente contienen solo entre 0,2-0,5% de fósforo. Por esta razón, los nutrientes son suplidos a menudo por varios aditivos que aumentan el índice de desarrollo del animal.

El fósforo es un componente vital de la nutrición animal, siendo necesario para promover crecimiento sano, huesos fuertes, mantener ciertos aspectos del metabolismo, y asegurar aumento de peso y fertilidad. Cerca de 0,3-0,4% de fósforo se necesita en la formulación completa de la dieta para ganado y 0,5-0,7% para los cerdos y las aves de corral, en las cuales la presencia de fósforo es importante en la formación de huevos con una cascara fuerte.

El calcio posee como función mantener el equilibrio del fósforo en el organismo, lo cual garantiza su disponibilidad (del fósforo) para los procesos vitales.

Su deficiencia ocasiona infertilidad, raquitismo, y presencia de huesos y dientes o cascarón débiles, entre otros problemas.

Como fuente de fósforo y calcio se puede incluir en las fórmulas de alimento animal uno de los siguientes compuestos:

- Fosfato mono-Cálcico: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
- Fosfato di-Cálcico: CaHPO_4
- Fosfato tri-Cálcico: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

2.1.2. Sustitutos del fosfato di-Cálcico.

Los sustitutos de los Fosfatos de Calcio como fuente de fósforo en las fórmulas de alimento para animales (entre ellos el Fosfato Di-Cálcico) son la Fitasa y la harina de pescado.

La Fitasa es la enzima responsable de la retención de fósforo en el organismo. Un aumento en la cantidad de esta enzima garantiza un incremento en el porcentaje de fósforo retenido por el organismo, garantizando la disponibilidad de fósforo para los procesos vitales que así lo requieren. Posee como inconveniente que su costo de producción es muy elevado, lo cual ha restringido su importación en el país.

La harina de pescado se elabora a partir de vísceras, cabeza y otras menudencias del pescado; este producto es empleado en Venezuela por algunas empresas encargadas de elaborar las fórmulas de alimento balanceado como fuente de fósforo: Posee como inconveniente que no es fuente de calcio.

Cuando se emplea alguno de estos sustitutos, es necesario incluir una fuente adicional de calcio en las fórmulas, tal como Carbonato de Calcio.

2.1.3. Forma de obtención de los fosfatos de calcio:

La forma de obtención de los Fosfatos de Calcio varía, dependiendo del tipo de fosfato. El fosfato Tri-Cálcico, constituye uno de los elementos principales de la roca Fosfática, por encontrarse en mayor proporción que otros elementos presentes en la misma.

A continuación se describe, en la tabla 2.1, la composición química de la roca fosfática de minas de Riecito, estado Falcón.

Tabla 2.1
Composición de la Roca Fosfática de minas de Riecito Edo. Falcón

CONSTITUYENTE	% EN PESO	CONSTITUYENTE	% EN PESO
P ₂ O ₅ (total) (*)	29,0	Al ₂ O ₃	2,89
P ₂ O ₅ (soluble en agua)	0,0	SO ₃	0,28
P ₂ O ₅ (soluble en citrato)	2,2	Na ₂ O	0,33
P ₂ O ₅ (insoluble en agua)	26,8	Fe ₂ O ₃	1,3
CaO	35,4	MnO	0,02
F	1,22	Cd	1,3 ppm
Cl	0,03	CO ₂	1,69
SiO ₂	23,3	CH ₂	0,25
K ₂ O	0,05	Humedad libre	2,09
MgO	0,11	Humedad asociada	1,65

FUENTE: INTEVEP

(*): El contenido de fosfato tri-Cálcico se presenta en el análisis químico como porcentaje de P₂O₅. La cantidad de fósforo presente en el P₂O₅ es igual a la cantidad de fósforo presente en el fosfato tri-Cálcico.

Existen dos fuentes para obtener fosfato di-Cálcico y fosfato mono-Cálcico, las cuales son:

- Origen biológico:

Una práctica muy extendida a fines del siglo pasado en Europa era acidular huesos y menudencias animales desgrasadas con ácido sulfúrico para obtener fosfato di-Cálcico. Actualmente, éste proceso se considera de alto riesgo y no se emplea, pues existen fuertes sospechas que relacionan el empleo de restos de ovejas y ganado infectado con la Encefalopatía Espongiforme Bovina o “mal de las vacas locas” con la rápida propagación que ha tenido el mal en ese continente. Hay que recordar que el

“mal de las vacas locas” se transmite al hombre como una variante del mal de Creutzfeld-Jacob.

- Origen no biológico:

Existen diversos procesos que permiten elaborar fosfato mono-Cálcico y fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática, sin embargo, en todos éstos procesos aparece como producto de las reacciones una mezcla de fosfato di-Cálcico con fosfato mono-Cálcico, razón por la cual se le denomina fosfato mono/di-Cálcico.

Dependiendo de las condiciones de la reacción, se puede producir un mayor porcentaje en peso de fosfato di-Cálcico o mono-Cálcico, por lo que se suele denominar al producto con el nombre del compuesto que esté presente en mayor porcentaje; por ejemplo, comercialmente a una mezcla de 79% en peso de fosfato mono-Cálcico y 21% en peso de fosfato di-Cálcico se le denomina fosfato mono-Cálcico.

Un serio inconveniente que plantea el empleo de roca fosfática es que, dependiendo de la mina de origen, puede existir una serie de elementos nocivos, los cuales, aunque estén en pequeñas proporciones, poseen un efecto devastador en los animales de cría y engorde. Es necesario hacer un análisis de la roca fosfática disponible para de ésta manera disminuir hasta los niveles permitidos las concentraciones de éstos elementos.

Entre los elementos que pueden estar presentes en la roca fosfática vale la pena destacar los más comunes: Flúor (contaminante muy poderoso), Aluminio, Hierro, Magnesio (metales pesados), Carbono (como carbonatos y betumen, interfiere con los procesos y ofrece un producto de menor calidad), Cadmio (tóxico), Cloro (altamente corrosivo), Radio, Uranio (radiactivos) y Estroncio (interfiere la formación del fosfato di-Cálcico).

Según el contenido de agua que contenga la molécula de fosfato di-Cálcico, podemos diferenciar la molécula de fosfato di-Cálcico dihidratado y anhidro, cuyas fórmulas se muestran a continuación:

- Fosfato di-Cálcico anhidro: CaHPO_4
- Fosfato di-Cálcico dihidratado: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

2.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.

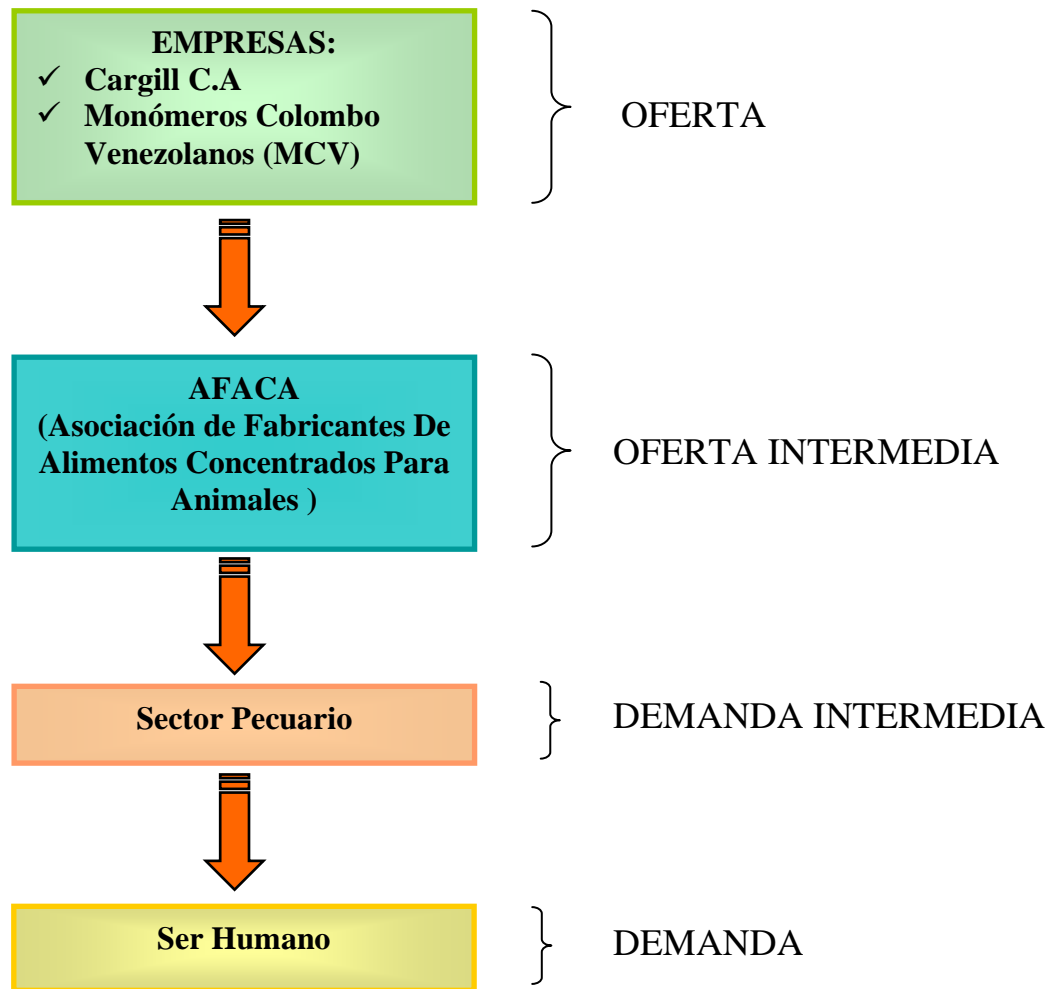


Figura 2.1
Cadena de Comercialización

En la figura 2.1 se representa en forma esquemática el mercado de DCP constituida principalmente por las empresas Cargill C.A y MCV como los ofertantes principales, luego se encuentran las empresas afiliadas a AFACA, las cuales utilizan el DCP en la elaboración de alimento balanceados para animales, constituyendo la oferta intermedia. Estos alimentos serán distribuidos y comercializados para satisfacer una demanda intermedia constituida por el sector pecuario (ganado bovino, porcino, caprino, ovino y aves) y por último se encuentra el ser humano como el demandante final.

2.2.1 Oferta.

Para determinar la capacidad de producción de una planta de fosfato mono/di-Cálcico (**DCP**) en el país, se hace necesario estudiar el consumo aparente (CA) de este producto, el cual depende de la exportación, importación y producción nacional; cuya ecuación se puede representar como:

$$CA = \textit{Producción nacional} + \textit{importación} - \textit{exportación}$$

En la actualidad los pequeños productores de fosfato de Calcio inorgánico (grado alimenticio) han desaparecido del mercado nacional, originando un déficit en la producción de nutrientes para alimentación animal y dependencia en la importación de este producto, el cual es traído principalmente por dos empresas multinacionales: Monómeros Colombo-Venezolanos (Colombia) y Cargill (EEUU). Esto a su vez ha traído como consecuencia la ausencia de exportación de productos fosfatados hacia el exterior del país.

a) Caracterización de la competencia.

- ✓ Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (MVC)

Es la primera y más grande Empresa Multinacional Andina; tiene sede en Colombia y filiales establecidas en Venezuela y otros países del pacto andino, para proveer productos químicos básicos e intermedios a la industria manufacturera y fertilizantes al sector agrícola.

La Empresa abastece en gran parte, y en forma eficiente, al sector agrícola colombiano con los compuestos fertilizantes Sulfato de Amonio y Nitrato de Potasio; de la misma forma provee Sulfato de Sodio, un producto destinado a las necesidades de la industria de detergentes en Colombia y Fosfato tri-Cálcico Defluorinado Tricalfos, para satisfacer los requerimientos de la industria de productos alimenticios concentrados y de alimentación animal.

Por otra parte, MVC suministra a diferentes industrias del país y para la exportación, una amplia gama de productos químicos industriales, tales como: Acido Sulfúrico, Oleum, Ciclohexanona, Metil-etil-cetoxima, Bórax, Acido Nítrico, Agua Amoniacal, solventes y combustibles orgánicos.

En específico, de su amplia gama de productos, MVC exporta a Venezuela solamente Fosfato tri-Cálcico, Nitrato de Potasio y Sulfato de Sodio, los dos últimos previa solicitud.

✓ Cargill C.A.

Es la empresa multinacional y abastecedor internacional de los productos y de los servicios agrícolas y de riesgo de la gerencia de alimento; Se dedica a la comercialización, fabricación y distribución de bienes y servicios agrícolas, alimentarios, financieros e industriales, proporcionando soluciones adecuadas a cada uno de sus clientes en cuestiones relacionadas con la gestión de la cadena de suministro, aplicaciones para la alimentación, salud y nutrición.

Puesto que Cargill comenzó como un elevador pequeño en Conover, Iowa del grano en 1865, él ha crecido en una compañía próspera que comercializa, procesa y distribuye productos y servicios agrícolas y otros esenciales a través del mundo.

Cargill, incorporado es un vendedor, un procesador y una distribuidor a escala internacional de productos agrícolas, de alimento, de productos financieros e industriales y de servicios con 101.000 empleados en 60 países.

b) Importación de los fosfatos de calcio inorgánicos.

A continuación se presenta en la tabla 2.2 el registro histórico de la cantidad en toneladas métricas [TM] de fosfatos de Calcio importados para el consumo nacional, entre los años desde 1994 hasta 2003.

Tabla 2.2:
Importación de fosfatos inorgánicos desde 1994 hasta 2003.

AÑO	IMPORTACION (TM)	OBSERVACIONES
1994	11.651,744	Las importaciones están representadas principalmente por Colombia y EE.UU. Para este año la producción nacional está representada por FOSFINCA
1995	16.817,764	Colombia se convierte en el principal exportador de Fosfato de Calcio. Para este año la producción nacional está representada por FOSFINCA
1996	19.879,317	EE.UU incrementa su exportación de Fosfato de Calcio convirtiéndose en conjunto con Colombia en los principales exportadores de este producto. Para este año la producción nacional está representada por FOSFINCA
1997	9.369,556	Para este año se lleva a cabo la política de cero importaciones establecida por el gobierno de Caldera, convirtiéndose FOSFINCA en el principal ente productor de DCP.
1998	10.241,992	Para este año se lleva a cabo la política de cero importaciones establecida por el gobierno de Caldera, convirtiéndose FOSFINCA en el principal ente productor de DCP.
1999	19.900,805	Se produce el cierre de FOSFINCA y por ende la apertura una política de importación.
2000	28.339,108	Aumento en las importaciones encabezada por los EE.UU como consecuencia de la AUSENCIA de producción nacional.
2001	31.202,749	Colombia incrementa su exportación de Fosfato de Calcio convirtiéndose en conjunto con los EE.UU en los principales exportadores de este producto.
2002	31.115,287	EE.UU se convierte en el principal exportador de Fosfato de calcio
2003	35.653,363	EE.UU se convierte en el principal exportador de Fosfato de calcio

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística INAE

2.2.2 Oferta Intermedia.

El conjunto de todos los compradores reales y potenciales del producto Fosfato di-Cálcico esta integrado en primer lugar por los productores de alimentos concentrados/ balanceados (ABA); estos a su vez representados por AFACA, y en segundo lugar por los fabricantes de suplementos minerales.

El tamaño del mercado esta determinado por diversas variables, tales como: consumo per capita de carne, crecimiento de la población Venezolana, etc.; el cual determinan el número de compradores potenciales existentes para una oferta en particular. En la actualidad el grupo de compradores esta integrado principalmente por 27 empresas afiliadas a la organización empresarial AFACA, la cual representan el 93% de la producción de ABA en el país. El otro 7% está conformado por productores particulares no afiliados a AFACA.

a) Empresas productoras de alimentos concentrados afiliadas a AFACA

1. AgribRANDS Purina Venezuela, C.A.
2. Orograinca.
3. Avinsa.
4. Alibalca.
5. Alconca.
6. Alfonca.
7. Alinteca.
8. Alimentos La Caridad, C.A.
9. Apaca.
10. Alimentos Protinal, C.A.
11. Alimentos Schulz, C.A.
12. Alimentos Super, C.A.
13. Avicola de Occidente, Avidoca.
14. Agropecuaria Ojo de Buey de Guatire, C.A.
15. Concentrados Colaca, C.A.
16. Convaca.
17. Concentrados El Tunal, C.A.
18. Granja el Zorrito I, C.A.
19. Industrias Fravi, C.A.
20. Inporca.
21. Probalca.
22. La Guasima.
23. Proinvisa.
24. Procria.
25. Seravian.
26. Avicola Zarate.
27. Alcongica

b) Características de AFACA.

✓ Asocia al menos dos fases de producción primaria: una de carácter vegetal y otra animal.

✓ Implica procesos industriales diversos generando insumos para la cría de animales y para el procesamiento primario y secundario de los productos finales.

✓ La línea productiva más importante es la avícola (150 millones de pollos, 10 millones de ponedoras y 5 millones de pavos), y dentro de ella la producción de carne de pollo.

Tabla 2.3
Producción Alimentos Balanceados para Animales (TM)
1994 – 2002

AÑO	BOVINO	PORCINO	AVES	OTROS*	TOTAL
1994	185.618	371.235	1.962.247	132.584	2.651.684
1995	189.330	369.135	2.428.690	112.845	3.100.000
1996	161.915	315.615	2.067.000	105.470	2.650.000
1997	173.819	338.819	2.218.964	113.224	2.844.826
1998	247.255	463.603	2.319.559	60.268	3.090.685
1999	225.046	639.101	2.382.281	81.229	3.327.727
2000	236.192	671.192	2.501.333	85.253	3.493.970
2001	253.803	721.236	2.687.834	91.609	3.754.482
2002	247.170	670.890	2.542.320	70.620	3.531.000

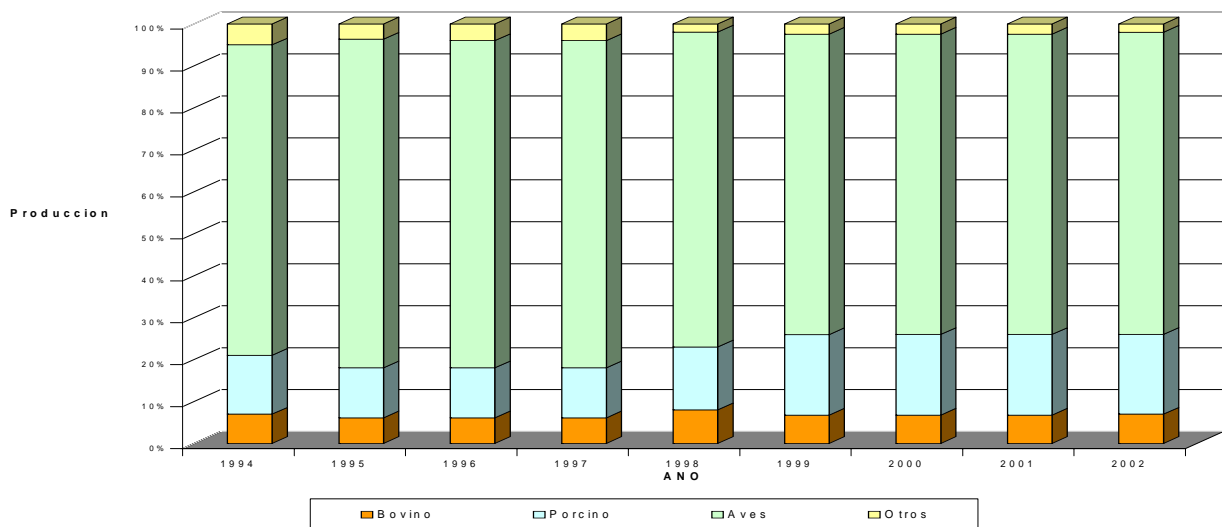
* Incluye ganado Caprino y Ovino

FUENTE: AFACA

En el gráfico 1 se representa la producción porcentual de alimentos balanceados según el tipo de animal (Bovino, Porcino, Aves y otros) desde el año de 1994 hasta el año 2002, en donde se observa claramente que la mayor producción de estos alimentos concentrados son destinados para la alimentación de las aves,

representando el 75% de la producción total de ABA. El ganado porcino ocupa el segundo lugar representando un 13% de la producción total hasta el año 1998, incrementando su consumo en los últimos años hasta llegar a un 19% de la producción total de ABA.

Gráfica 2.1
Producción porcentual de Alimentos Balanceados para Animales



FUENTE: AFACA

c) Productores de suplementos minerales.

La producción de suplementos minerales se encuentra concentradas en pocas empresas y el consumo de fosfatos de este sector es considerablemente menor que en la industria ABA.

Las empresas productoras de suplementos vitamínicos están agrupadas en su mayoría bajo un grupo o casa matriz. **Su producción es cíclica** incrementándose durante la época de verano. Casi todas las empresas que abarcan este sector elaboran premezclas minerales vitamínicas además de los suplementos y utilizan como materia prima las fuentes de calcio y fósforo, suministradas por proveedores nacionales y extranjeros y **trazas de minerales** como micro ingredientes, los cuales son en su mayoría importados en cantidades exactas a las requeridas.

Tabla 2.4
Productores de suplementos minerales

EMPRESA	PRODUCTO
Laboratorios veterinarios LAVECA	Minecom
Alimentos integrados ALINTECA	Inte-Mineral
Laboratorios Chacao	S/N
Agropecuarias de semillas AGROSSCA	Agrossmin
Nanta de Venezuela	Pradial-M
Nutriservi	Nutriservi
Moyamix	Moyamix
Purina	Varias
Nutricion tecnica NUTRITEC	Extra-Mineratec
Protinal	Protinal
Bayer de Venezuela	Pecutrin
Hoechst Roussel Vet.	Superchemia

S/N: Sin nombre comercial ya que las mezclas no son comercializadas por el laboratorio

FUENTE: Carrasco, Marcia. 1998 *Tesis Mercado Potencial de la Urea-Fosfato como sustituto en la alimentación animal.*

2.2.3. Análisis De La Demanda.

a) Antecedentes

En consideración con el siguiente principio y con la finalidad de garantizar una soberanía alimentaria, se da origen a un estudio potencial de la demanda de los Fosfatos de calcio (DCP), en el cual se pretende satisfacer el consumo necesario en materia pecuaria que requerirá la población Venezolana los próximos 20 años basado tanto en el Plan Agroalimentario 2003 como en el consumo según la hoja de balance del Instituto Nacional de Nutrición en los últimos años, aportados como data histórica.:

“ El estado promoverá la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral a fin de garantizar la seguridad alimentaria de la población; entendida como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos en el ámbito nacional... por parte del público consumidor ... ”

“ La seguridad alimentaria se alcanzará desarrollando y privilegiando la producción agropecuaria interna ”

b) Necesidades y suministros de energía.

La población venezolana ha crecido en forma pronunciada durante el período 1965-1997 y según las proyecciones de la Organización de Naciones Unidas de 1998 se espera un incremento del 64% entre 1997-2030. El crecimiento de las necesidades energéticas sigue la misma tendencia.

Según las estimaciones de la FAO, la proporción de la población total del país considerada “desnutrida” alcanzaba 15% a finales del siglo pasado con tendencia a ir aumentando para principios del año 2000. Por otra parte entre 1965 y 1998 el consumo energético por persona pasa de 2043 a 2106 Kcal./día.. Analizando estas tendencias se puede notar un incremento cerca del 3% de las necesidades energéticas totales mientras que el Suministro de Energía Alimentaria (SEA) es caracterizado por un aumento cerca del 4% producto tanto de la producción nacional como de las importaciones alimentarias, derivadas del aumento en el ingreso proveniente del

petróleo que se produjo en 1979. Sin embargo el consumo energético por persona sigue estando por debajo de lo mínimo requerido para la población Venezolana (según INN) equivalente a 2.300 Kcal./día

Al momento de analizar el consumo de la población Venezolana, la medida de “Caloría” empleada comúnmente en nutrición corresponde realmente a 1000 Calorías o 1 KCal.

c) Consumo de alimentos.

Según las encuestas tipo inventario de alimentos en el hogar, tales como la encuesta de seguimiento al consumo (ESCA) que ejecuta el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la encuesta Condiciones de Vida de FUNDACREDESA, en los últimos años se reporta una disminución en la compra de alimentos, así como algunas estrategias de sustitución de alimentos, para mejorar la eficiencia del gasto.

Según la ESCA la disponibilidad de energía en el hogar en la década pasada varió entre 1.896 y 2.120 Kcal./pers./día, menor que la recomendación de 2.300 Kcal., aún cuando no reflejan el consumo de alimentos fuera del hogar. Las proteínas aportaron cerca del 14% de las calorías y el aporte de las proteínas de origen animal se redujo de 61% a 52%. También se redujo el aporte de calorías proveniente de las grasas de 30% a 20%, aun cuando es más alta que la ingesta de 25% recomendada. El porcentaje de calorías provenientes de las proteínas, aún cuando se encuentra en el rango esperado (ver tabla 2.5) en los estratos más bajos, menos del 50% de las mismas son aportadas por alimento de origen animal.

Tabla 2.5
Aporte porcentual de los macronutrientes a los valores
De referencia de energía

Macronutrientes	Aporte %
Proteínas	11 – 14
Grasas	20 – 30
Carbohidratos	56 - 69

FUENTE: INN

d) Consumo per. cápita de carnes.

Las necesidades alimentarias en el país han aumentado como consecuencia del crecimiento demográfico de la nación. Como reflejo de la agudización de la crisis socioeconómica, en el país se mantiene un ritmo de decrecimiento en la disponibilidad de calorías.

Según las hojas de balance de alimentos de los últimos años se puede explicar la variación en el aporte de cada grupo alimenticio durante los últimos años (ver tabla 6). Analizando el consumo per cápita procedente del sector avícola se observa la tendencia hacia un mayor consumo de carnes blancas, lo mismo ocurre con el ganado porcino; mientras que el consumo procedente del sector Bovino, Ovino y Caprino se ha mantenido constante.

En la mayoría de los casos las variaciones se explican bien sea por cambios en la política de importaciones, de subsidios a rubros alimentarios específicos o bien la variación en cuanto a los hábitos alimenticios en la dieta tradicional del venezolano producto del incremento en la adquisición de dichos rubros.

Tabla 2.6
Consumo per. Cápita de carnes.

CONSUMO PER CÁPITA (Kg/año)						
AÑO	BOVINO	PORCINO	OVINO	CAPRINO	AVES	TOTAL
1989	16.1	5.5	0.1	0.4	14.3	36.4
1990	17.7	4.1	0.1	0.3	12.6	34.8
1991	15.4	4.2	0.1	0.4	15.7	35.8
1992	16.4	4.9	0.1	0.3	17.3	39
1993	17.3	4.4	0.1	0.4	18.3	40.5
1994	15	4.2	0.1	0.3	18	37.6
1996	14.1	3.6	0.1	0.2	20.6	38.6
1997	16.4	3.8	0.1	0.3	20.5	41.1
1998	16	3.7	0.1	0.3	22.4	42.5
1999	15	3.5	0.1	0.2	22.5	41.3
2000	16.2	3.6	0.1	0.3	26.3	46.5
2001	15.5	3.9	0.1	0.3	29.3	49.1
2003	16	3.8	0.1	0.3	29	49.2

FUENTE: Hoja de Balance de Alimentos

e) Demanda Histórica

La demanda nacional de los Fosfatos de Calcio grado alimenticio y específicamente el DCP depende fundamentalmente tanto del consumo de alimentos y suplementos para animales, como del régimen alimenticio de las personas.

Es necesario destacar que el suministro de Alimentos Balanceados (ABA) es de gran importancia para todas las especies animales, por tal razón, una cuantificación del consumo de Fosfatos de Calcio a partir de la producción de ABA permite determinar de forma directa una posible demanda, y por ende, analizar si los valores obtenidos son confiables al momento de calcular una proyección futura sobre la demanda de los Fosfatos de Calcio.

Basados en estos principios se puede determinar la demanda potencial de Fosfatos de calcio en el período que abarca los años 1998 a 2003. (Ver tabla 2.7)

La demanda potencial de DCP representada en la tabla 2.7, muestra un crecimiento un tanto acelerado en esta última década, el cual se debe principalmente a la tendencia hacia un mayor consumo de carnes blancas como sustitución alimenticia de las carnes rojas, obteniéndose como consecuencia un aumento en la producción de DCP debido a la gran dependencia alimentaria que presentan este compuesto en la alimentación de las aves.

Se puede observar ciertas fluctuaciones en cuanto al consumo de los Fosfatos de Calcio obtenido a partir de los ABA. Dichas variaciones son productos del inventario que realizan estas industrias, el cual varían dependiendo a la política económica prevista para cada año.

Tabla 2.7
Demanda pasada de fosfatos de calcio

AÑO	POBLACIÓN	DEM.POT DE DCP * ¹	INDUSTRIAS ABA * ²
		TM	TM
1998	23.242.435	28.347, 69	31.171, 41
1999	23.706.711	28.730, 57	33.839, 48
2000	24.169.744	33.598, 66	35.532, 28
2001	24.631.901	37.860, 34	38.181, 58
2002	25.217.476	38.760, 40	35.987,95
2003	25.670.766	39.021, 74	36.647, 34

*¹ DEM.POT DE DCP = Demanda potencial de DCP

*² Representa la demanda de DCP obtenida a partir de la producción de ABA.

FUENTE: Cálculos propios

f) Aspectos generales considerados para determinar la demanda.

Para poder analizar la data obtenida del INE en cuanto a la cantidad de importaciones tanto del DCP como de los demás fosfatos, y por otra parte estimar coherentemente una proyección futura de la demanda, basados en las necesidades de energía y consumo de alimentos pautados en el punto anterior, se utilizan las siguientes formulaciones y premisas:

- ✓ Considerando que la política de estado es privilegiar las necesidades básicas de la población, como es el caso particular de la alimentación, puede pensarse en una tendencia que tiene como objetivo lograr en el mediano plazo alcanzar un consumo energético promedio de 2.300 Kcal./pers./día
- ✓ En base al perfil nutricional de Venezuela. FAO 2000. Para un consumo de 2.300 Kcal. Se obtiene los siguientes requerimientos nutricionales. (ver tabla 7).
- ✓ Para el caso de carne bovina, cerdo, aves, cabras y ovejas:
 - Se calculó un promedio de peso de carne en canal¹ a partir de la rata histórica entre los años 1997-2001
 - A partir de ese promedio calculado, se estimaron la cantidad de canales (por rubro) que se necesitan para cubrir el consumo de la población (ver tabla 2.8)

Tabla 2.8
Peso promedio de carne en canal

Origen del alimento	Peso promedio (Kg./ canal)
Bovino	200
Porcino	50,5
Aves *	1
Ovino	15
Caprino	10


* Abarca tanto gallinas como pollos

FUENTE: Dirección de Estadísticas y Dirección General de Circuitos Pecuarios del Ministerio de Agricultura y Tierra (MAT)

1- Peso de carne en canal = representa el peso que tendrá el ganado beneficiado (sin pelaje, sangre u órganos no aptos para el consumo humano) una vez sacrificado.

Tabla 2.9
Fuente de los requerimientos nutricionales en Venezuela

	Aporte Energético (%)	Conversión (Kcal./Kg.)	Requerimientos	
			(Kcal./Pers./Día) (promedio)	(Kg./Pers./Año) (+10%)
Cereales	41	3.500	943	108
Aceites	15	8.000	345	17
Azúcar	11	3.800	253	27
Lácteos/ Huevo	10	3.100	230	30
Frutas y Hortalizas	3	500	69	55
Leguminosas	6	3.700	138	15
Raíces y Tubérculos	5	1.300	115	36
Carne	9	1.600	207	52
TOTAL	100		2.300	340



FUENTE: I.N.N

FUENTES CÁRNICAS (Kg./Pers./Año)

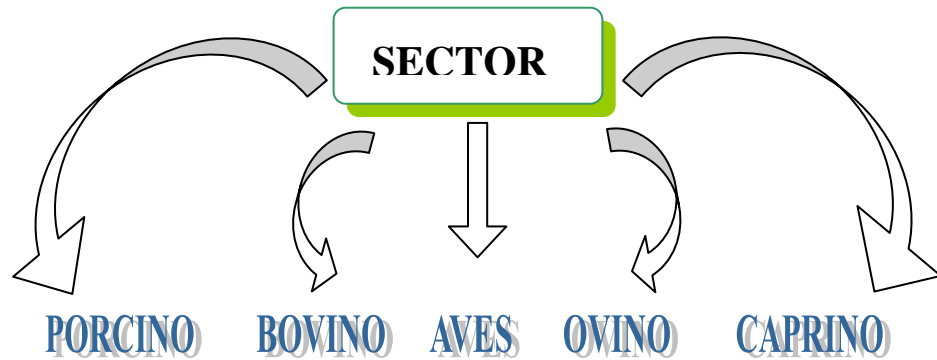
Bovino	Aves	Cerdo	Pescado	Ovino	Caprino	Total
19	25	4	3	0,25	0,75	52

- ✓ La demanda futura variará proporcionalmente en función al crecimiento demográfico de la población (cifras obtenidas según cálculos elaborados por el INE)
- ✓ Solo el 4,5 % del ganado Bovino, caprino y ovino requieren DCP como suplemento alimenticio.

Cálculo tipo para la estimación de la demanda de Fosfatos de Calcio en función del incremento de cabezas de ganado.

- ✓ Tomando como base de cálculo el año 2007 se estimará el total de DCP (TMA) a partir de la siguiente data:

POBLACIÓN: 27.479. 997



	PORCINO	BOVINO	AVES	OVINO	CAPRINO
Dispon. (Kg./año)	4	19	25	0,25	0,75
Peso prom. (Kg/canal)	50,5	200	1	15	10
% DCP	1	0,3	1,12	0,3	0,3
Cons. Alim** Diario (Kg.)	240*	10**	4*	0,4**	0,5**

* Representa el consumo alimenticio de por vida del animal.

** Consumo Alimenticio Diario (CAD).

- ✓ Para estimar las cabezas de ganado anual (CGA) para cada uno de los sectores se efectúa la siguiente operación:

$$\text{Cabezas de ganado anual} = \frac{\text{disponibilidad} \times \text{N}^\circ \text{ habitantes}}{\text{Peso promedio del animal}}$$

$$\text{CGA Bovino} = \frac{19 \times 27.479.997}{200} = 2.610.600 \text{ cabezas.}$$

$$\text{CGA Porcino} = \frac{4 \times 27.479.997}{50,5} = 2.176.633 \text{ cabezas.}$$

$$\text{CGA Ovino} = \frac{0,25 \times 27.479.997}{15} = 458.000 \text{ cabezas.}$$

$$\text{CGA Caprino} = \frac{0,75 \times 27.479.997}{10} = 2.061.000 \text{ cabezas.}$$

$$\text{CGA Aves} = \frac{25 \times 27.479.997}{1} = 686.999.925 \text{ cabezas.}$$

- ✓ Aproximadamente el 4.5 % del ganado Bovino, Ovino y Caprino requiere de DCP como suplemento alimenticio (según tesis “*Mercado Potencial de la Urea-Fosfato cristal como sustituto en la alimentación animal*”). Partiendo de esta premisa se determina la cantidad de DCP anual requerida para satisfacer las necesidades alimenticias de estos animales:

$$\text{DCP (TM/a)} = \frac{\text{CGA} \times 4,5\% \times \% \text{DCP} \times \text{CAD} \times 365}{1000}$$

$$\text{DCP Bovino} = \frac{2.610.600 \times 4,5\% \times 0,3\% \times 10 \times 365}{1000} = 1.286,37 \text{ TM/a.}$$

$$\text{DCP Ovino} = \frac{458.000 \times 4,5\% \times 0,3\% \times 0,4 \times 365}{1000} = 9,03 \text{ TM/a.}$$

$$\text{DCP Caprino} = \frac{2.061.000 \times 4,5\% \times 0,3\% \times 0,5 \times 365}{1000} = 50,78 \text{ TM/a.}$$

- ✓ Para el ganado Porcino y Aves, la cantidad de DCP anual requerida, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DCP (TM/a)} = \frac{\text{CGA} \times \% \text{DCP} \times \text{CAD}}{1000}$$

$$\text{DCP Porcino} = \frac{2.176.633 \times 1\% \times 240}{1000} = 5.223,92 \text{ TM/a.}$$

$$\text{DCP Aves} = \frac{686.999.925 \times 1,12\% \times 4}{1000} = 30.777.60 \text{ TM/a.}$$

- ✓ Finalmente la cantidad total de DCP requerida para cubrir la demanda nacional en el año 2007, es la sumatoria de los valores obtenidos de DCP en el punto anterior:

$$\text{DCP total} = \sum \text{DCP Bovino, DCP Ovino, DCP Caprino, DCP Porcino, DCP Aves.}$$

$$\text{DCP total} = 37.347,69 \text{ TM/a.}$$

NOTA: La cantidad total de DCP es función del N° de habitantes, los demás datos utilizados en este cálculo tipo se mantendrán constantes en los años siguientes.

2.2.4 Demanda futura

Bajo los aspectos generales considerados para determinar la demanda, vistos en el punto anterior, es posible proyectar el consumo nacional de los Fosfatos de Calcio necesarios para garantizar una seguridad alimentaria hasta el año 2025, cuya población será aproximadamente 34.938.434 habitantes (ver gráfica 2).

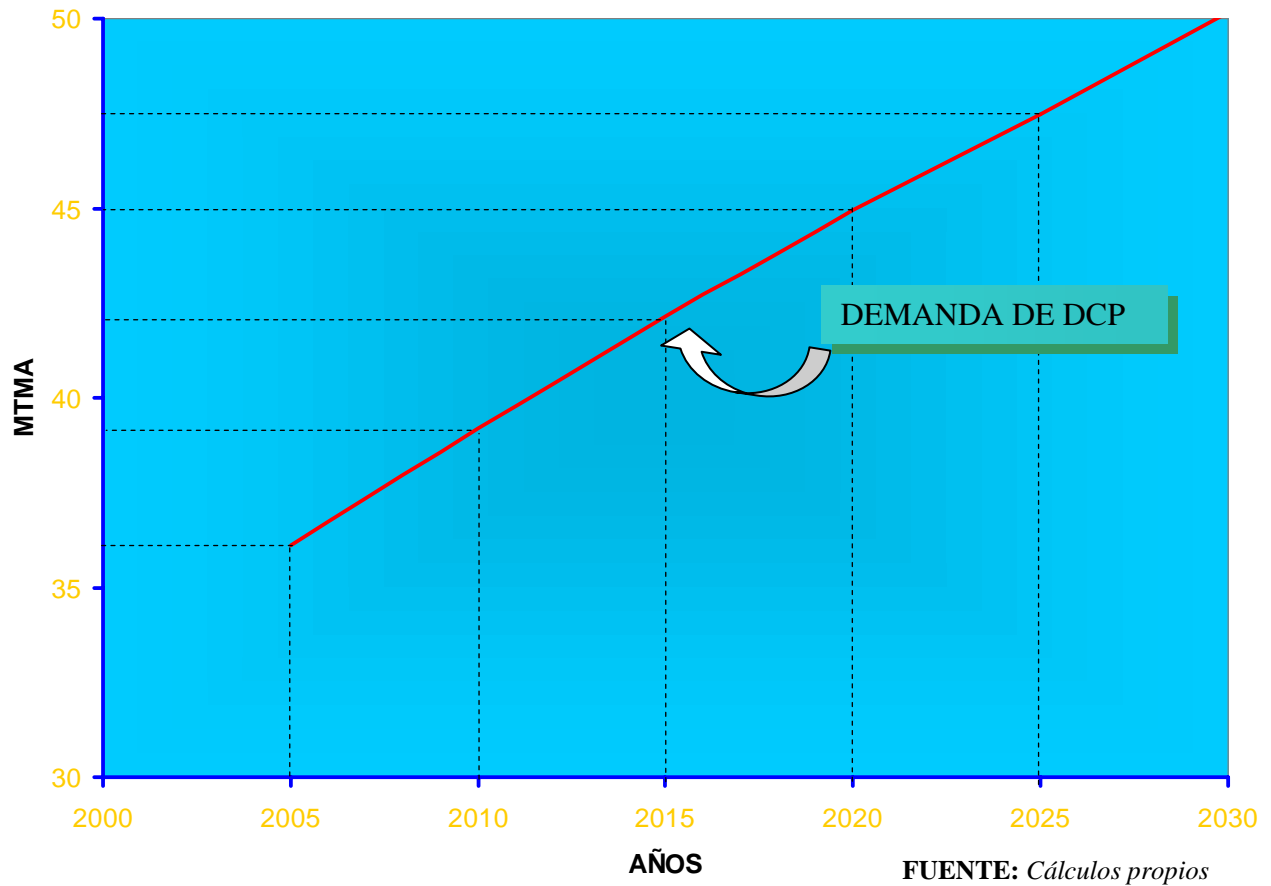
En la siguiente tabla se obtiene una estimación tanto de la cantidad en cabezas de ganado anual como de los Fosfatos de Calcio grado alimenticio en el período 2004 – 2025.

Tabla 2.10
Proyección de la demanda de fosfatos de calcio, en función del incremento de cabezas de ganado.

AÑO	POBLACION	MILES DE CABEZAS DE GANADO ANUAL					DCP TMA
		BOVINO	PORCINO	OVINO	CAPRINO	AVES	
2004	26,124,056	2,482	2,069	435	1,959	653,101	35.505
2005	26,577,423	2,525	2,105	443	1,993	664,436	36.121
2006	27,028,710	2,568	2,141	450	2,027	675,718	36.734
2007	27,479,997	2,611	2,177	458	2,061	687,000	37.348
2008	27,931,284	2,653	2,212	466	2,095	698,282	37.961
2009	28,382,571	2,696	2,248	473	2,129	709,564	38.574
2010	28,833,845	2,739	2,284	481	2,163	720,846	39.188
2011	29,270,483	2,781	2,318	488	2,195	731,762	39.781
2012	29,707,121	2,822	2,353	495	2,228	742,678	40.375
2013	30,143,759	2,864	2,388	502	2,261	753,594	40.968
2014	30,580,397	2,905	2,422	510	2,294	764,510	41.561
2015	31,017,064	2,947	2,457	517	2,326	775,427	42.155
2016	31,426,842	2,986	2,489	524	2,357	785,671	42.712
2017	31,836,620	3,024	2,522	531	2,388	795,916	43.269
2018	32,246,398	3,063	2,554	537	2,418	806,160	43.826
2019	32,656,176	3,102	2,587	544	2,449	816,404	44.383
2020	33,065,965	3,141	2,619	551	2,480	826,649	44.940
2025	34,938,434	3,319	2,767	582	2,620	873,461	47.484

FUENTE: Cálculos propios.

Gráfica 2.2
Demanda Nacional de DCP



2.3 PRECIOS.

Actualmente los Fosfatos de Calcio son totalmente importados, su comercialización está representada principalmente por las empresas Cargill C.A (EE.UU) y Monómeros Colombo Venezolano (Colombia), cubriendo con sus productos el 85% de la demanda nacional a un precio de venta entre 340 – 400 \$/TM.

2.4. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.

Una vez que el DCP cuente con una granulometría óptima, será transportado a la sección de ensacado donde se empacará en sacos de 50Kg. de capacidad para luego ser distribuido por gandolas hacia las diversas empresas que elaboran alimentos concentrados para animales.

Pequiven se responsabilizará por ensacar el producto hasta la puerta en planta, el transporte del mismo será responsabilidad del cliente.

C
A
P
I
T
U
L
O

III

INGENIERIA DEL PROYECTO

En el presente capítulo se visualiza, de acuerdo a la naturaleza del proceso de producción, la tecnología más adecuada para elaborar el DCP, la materia prima requerida y demás especificaciones de Ingeniería Básica necesarias para determinar la factibilidad técnica del proyecto.

3.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

Las especificaciones técnicas del fosfato di-Cálcico dihidratado (DCP) grado alimenticio, mezcla en peso de fosfato di-Cálcico ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y fosfato mono-Cálcico ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), se enumeran a continuación. Estas especificaciones corresponden a un grado con un contenido de fósforo (P) de 18,5% mínimo.

Tabla 3.1
Propiedades físicas DCP dihidratado grado alimenticio

Densidad aparente (Kg./m^3)	710
Tamaño	97% malla entre 100 – 200 Tyler mesh < 1% retenido en malla 10 Tyler mesh
Solubilidad	Insoluble en agua. 98% soluble en solución acuosa de ácido cítrico y citrato de Amonio
PH	6,5 – 7
Humedad	Máximo 1%. Típico 0,8%
Color	Beige o marrón
Temperatura de descomposición	80° C

FUENTE: *Quimpac S.A. y Cargill S.A.*

Tabla 3.2
Composición química DCP dihidratado grado alimenticio.

Porcentaje en peso	Típico	Mínimo	Máximo
P	18,5	18	
P ₂ O ₅	42,4	41,22	
FDC (CaHPO ₄ ·2H ₂ O)	70	65,1	
FMC (Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O)	30	27,9	
Ca	21,04	19,96	
Agua	16,79	15,93	
Humedad	1,0	0,8	1,2
Impurezas	3		7
F	0,15		0,18
Relación P : F	134 : 1	100 : 1	
S	1,17 máximo		
Fe	0,82 máximo		
Al	0,80 máximo		
Mg	0,63 máximo		
Na	0,30 máximo		
K	0,10 máximo		
Mn	0,03 máximo		
As	< 6 ppm		
Cd	< 4 ppm		
Cr	< 75 ppm		
Ni	< 18 ppm		
V	< 143 ppm		
Se	< 0,5 ppm		
Cu	< 4 ppm		
Hg	< 0,05 ppm		

FUENTE: *Intevp y Cargill S.A.*

3.2. INVESTIGACIONES PRELIMINARES

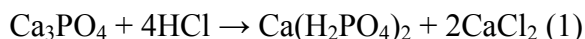
Se han diseñado diversos procesos que permiten producir fosfato di-Cálcico (DCP) grado alimenticio a partir de compuestos inorgánicos. Dependiendo del costo y disposición de la materia prima y del desarrollo tecnológico, estos procesos pueden o no ser comerciales. A continuación se describen los principales procesos para elaborar DCP:

3.2.1. Procesos comerciales:

a) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática y ácido clorhídrico.

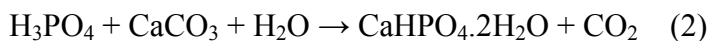
A diferencia de la mayoría de los demás procesos, mediante este proceso se obtiene fosfato di-Cálcico puro, a costo de perder alrededor del 20% del contenido de P_2O_5 presente en la materia prima.

La primera etapa consiste en digerir la roca fosfática con una solución acuosa al 36% de ácido clorhídrico con una cantidad mínima de agua, produciendo fosfato mono-Cálcico según la siguiente reacción:



A continuación se añade una pequeña cantidad de hidróxido o carbonato de calcio y salmuera, los cuales reaccionan con los compuestos fluorados presentes en la roca y forman sales, separadas por filtración de la mezcla resultante, para defluorinar el lodo formado en la digestión de la roca fosfática. En éste paso se pierde alrededor del 20% del P_2O_5 presente, pues parte del hidróxido o carbonato de calcio reacciona con el fosfato mono-Cálcico formando DCP que se pierde en la etapa de filtración.

Por último, el fosfato mono-Cálcico defluorinado se pone en contacto con carbonato o hidróxido de calcio, para producir fosfato di-Cálcico anhidro y dihidratado, según las siguientes reacciones:



b) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de ácido fosfórico con piedra caliza.

El ácido fosfórico defluorinado, o grado alimenticio, se obtiene defluorinando el ácido fosfórico grado fertilizante, mediante diversos procesos, tales como precipitación, despojo con aire, despojo con vapor y evaporación. El proceso más eficiente es el despojo con aire, en el cual se añade sílice (arena) al ácido fosfórico, luego se calienta y se introduce en un tanque con agitador, en el cual circula una corriente de aire. En el tanque ocurre la siguiente reacción:



El ácido defluorinado sale del tanque, mientras que el fluoruro de silicio (SiF_4) es arrastrado por la corriente de aire a un lavador de gases en el cual se atrapa con licor (compuesto principalmente por agua), mediante la siguiente reacción:



Por último, el licor fluorado se desecha como efluente.

El proceso consiste en mezclar una solución acuosa de ácido fosfórico (H_3PO_4) defluorinado (40-61% en peso de P_2O_5) con piedra caliza (CaCO_3) o cal (CaO) de un tamaño de partícula de 100 mesh (150 μm) a 200 mesh (75 μm) en un reactor. En el reactor ocurre una de las siguientes reacciones:



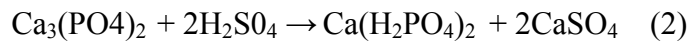
Durante la neutralización directa del ácido fosfórico con piedra caliza puede formarse fosfato mono-Cálcico, mediante la reacción del ácido libre con fosfato di-Cálcico:



Para prevenir la formación de fosfato mono-Cálcico, el pH de la mezcla debe regularse entre 5 y 6,6 y se debe mantener a una temperatura entre 22° y 100° C durante un tiempo de reacción de 15 minutos para favorecer la precipitación del fosfato di-Cálcico. Éste proceso está muy difundido en EUA.

c) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática y ácido sulfúrico.

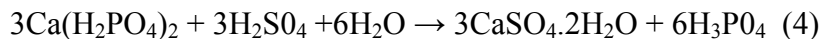
La roca fosfática posee un gran porcentaje de fosfato tri-Cálcico. Al acidular la roca fosfática con un ácido de origen mineral, como el ácido sulfúrico, se observan las siguientes reacciones químicas:



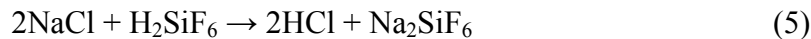
Como producto de la acidulación de roca fosfática aparecen dos compuestos: fosfato di-Cálcico (reacción 1) y fosfato mono-Cálcico (reacción 2).

Si el contenido de fosfato di-Cálcico fuese mayor al de fosfato mono-Cálcico, podría emplear este proceso directamente para producir fosfato di-Cálcico; sin embargo, en la realidad ocurre lo contrario y la reacción que prevalece es la segunda, siendo necesario modificar el proceso.

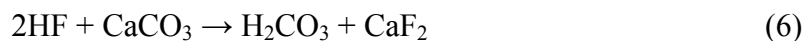
Como primera etapa se digiere la roca fosfática con ácido sulfúrico concentrado al 98% y ácido fosfórico concentrado al 55% para obtener ácido fosfórico crudo y yeso(CaSO_4), según las siguientes reacciones:



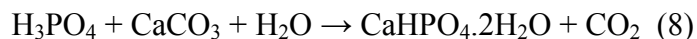
Una vez digerida la roca, es filtrada para separarla del yeso; y pasa a dos etapas de defluorinación: la primera, con salmuera, en la cual se elimina un porcentaje del flúor (aproximadamente un 20% del contenido total de flúor), presente en forma de fluosilicato de sodio (Na_2SiF_6).



La segunda etapa, con piedra caliza, produce fosfato mono-Cálcico grado fertilizante y fluoruro de calcio (CaF_2), el cual es separado con las demás impurezas presentes como subproducto.

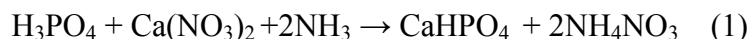


El lodo filtrado proveniente de la segunda etapa es mezclado con piedra caliza o cal para formar el fosfato mono/di-Cálcico. Las reacciones son:



d) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de ácido fosfórico y nitrato de calcio.

Éste proceso es rentable cuando el precio del ácido sulfúrico y ácido clorhídrico es muy elevado, pues precio del nitrato de calcio suele ser mayor que el precio de los ácidos de origen mineral ya mencionados. Es aplicable en procesos de producción a mediana escala, y se basa en la reacción de ácido fosfórico defluorinado con amoníaco (NH_3) y nitrato de calcio ($\text{Ca(NO}_3)_2$), según la siguiente reacción:



En este proceso se obtiene nitrato de Amonio como subproducto.

3.2.2. Procesos no comerciales:

a) Preparación de fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática, dióxido de azufre, agua y un solvente orgánico del grupo carbonilo (acetona).

En éste proceso se obtiene fosfato di-Cálcico mediante el tratamiento químico de la roca fosfática con una mezcla de dióxido de azufre (SO_2), agua y acetona. Al digerir la roca fosfática se produce un lodo, cuya fase sólida contiene un compuesto químico llamado α – hidroxisulfonato de calcio.

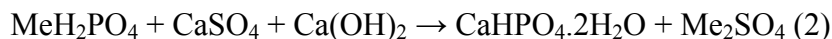
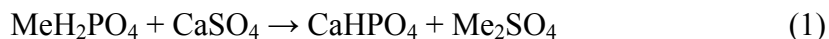
Los lodos producto de la digestión de la roca pasan a una etapa de filtración, y sometiendo la fase sólida decantada a una descomposición térmica a baja temperatura se recupera parte de la acetona y el dióxido de azufre. El líquido filtrado se somete a una destilación parcial de dióxido de azufre, en la cual precipita el fosfato di-Cálcico puro. La acetona recuperada se recircula al sistema.

b) Precipitación de fosfato di-Cálcico a partir de una mezcla de ácido fosfórico con ácido nítrico.

Este proceso consiste en precipitar fosfato di-Cálcico a partir de una mezcla de ácido fosfórico y nítrico con cal o piedra caliza, añadiendo Amoníaco para regular el pH entre 6 y 7. La precipitación ocurre en presencia de alcoholes alifáticos primarios, secundarios o terciarios constituidos por moléculas de 1 a 8 átomos de carbono; en un porcentaje entre 10 y 15% en peso. Con éste proceso se recupera cerca de un 98% del contenido de P_2O_5 presente inicialmente en la mezcla.

c) Preparación de fosfato di-Cálcico a partir de yeso.

La producción de fosfato di-Cálcico se lleva a cabo a partir de yeso ($CaSO_4$), solución de fosfato de un metal alcalino (MeH_2PO_4) 20% P_2O_5 y cal ($Ca(OH)_2$) o piedra caliza ($CaCO_3$), según las siguientes reacciones:



La mezcla se agita durante 1 – 3 horas y se mantiene a un pH de 5,5 – 6,5 a una temperatura de 40° C para favorecer la formación de fosfato di-Cálcico, según la ecuación (2), en vez de fosfato mono-Cálcico, según la ecuación (1).

3.3. MATERIA PRIMA E INSUMOS.

3.3.1. Materia prima

a) Piedra caliza.

**Tabla 3.3
Especificaciones de la Piedra Caliza.**

PIEDRA CALIZA

• Concentración (% en peso)	
Contenido de CaCO ₃	{ 99,09% 96,58% mínimo
Otros	{ 0,91% 3,42% máximo
• Densidad (Kg./m ³)	2.711
• Granulometría	100% tamaño partícula 200 mesh

FUENTE: PROMIVEN CA

b) Sílice

**Tabla 3.4
Especificaciones de la Sílice**

SÍLICE

• Composición química (% en peso)	
SiO ₂	99,9%
• Granulometría	100% tamaño partícula 200 mesh

FUENTE: SAGA

c) **Ácido fosfórico grado fertilizante.**

Tabla 3.5
Especificaciones del Acido Fosfórico

ÁCIDO FOSFÓRICO

Concentración (% en peso)

• P ₂ O ₅	52% típico
• H ₃ PO ₄	72% típico
• Sólidos en suspensión.	3% máximo
• Sólidos en solución:	6,3 % máximo
Metales (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)	4% máximo
CaO	0,8% máximo
MgO	0,5% máximo
F	1% máximo
• Agua	12,4% mínimo

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

3.3.2. Insumos.

Los insumos necesarios para el funcionamiento de la planta provienen de la sección de servicios industriales del Complejo Petroquímico Morón:

a) Gas natural.

Tabla 3.6
Especificaciones del Gas Natural

GAS NATURAL	
Presión (Kg./cm ²)	5
Temperatura (° C)	Ambiente
Poder calorífico superior (Btu/scf)	1.100
Poder calorífico superior (KJ/m ³)	40.985
Poder calorífico inferior (Btu/scf)	900
Poder calorífico inferior (KJ/m ³)	33.533
Densidad (Condiciones Standard) (Kg./m ³)	0,784
Peso Molecular (g/mol)	19,82
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GAS NATURAL	
	% MOLAR
Metano (CH ₄)	82,2
Etano (C ₂ H ₆)	8,73
Dióxido de carbono (CO ₂)	8,2
Propano (C ₃ H ₈)	0,67
Isobutano (C ₄ H ₁₀)	0,05
Butano (C ₄ H ₁₀)	0,05
Pentano (C ₅ H ₁₂)	0,01
Isopentano (C ₅ H ₁₂)	0,01
Hexano (C ₆ H ₁₄)	0,08
Azufre total	50 ppm

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

b) Agua Potable.

Tabla 3.7
Especificaciones del Agua Potable

AGUA POTABLE

Presión (Kg./cm ²)	3
Temperatura (° C)	29
PH	6,8 – 8,0
Sílice	12 ppm máximo
Conductividad (μΩ/cm.)	157
Alcalinidad total	26 ppm OH máximo
Dureza	30 ppm CaCO ₃ eq
Cloruros	23 ppm máximo
Turbidez (N.T.U.)	0,8
S.T.D.	130 ppm

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

c) Agua Desmineralizada

Tabla 3.8
Especificaciones del Agua Desmineralizada

AGUA DESMINERALIZADA

Presión (Kg./cm ²)	3
Temperatura (° C)	Ambiente
PH	8,0 – 9,0
Sílice	0,1 ppm máximo
Conductividad (μΩ/cm)	0,5
Alcalinidad total	4 ppm OH máximo
Dureza	0 ppm CaCO ₃ eq
Cloruros	2 ppm máximo
S.T.D.	5 ppm

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

d) Vapor de Agua de Baja Presión.

Tabla 3.9
Especificaciones del Vapor de Agua de Baja Presión

VAPOR DE AGUA DE BAJA PRESIÓN

Presión (Kg./cm ²)	3,5
Temperatura (° C)	130

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

e) Aire Comprimido.

Tabla 3.10
Especificaciones del Aire Para Instrumentos

AIRE PARA INSTRUMENTOS

Presión (Kg./cm ²)	6,8
Temperatura (° C)	Ambiente
Punto de rocío (° C)	-40

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

Tabla 3.11
Especificaciones del Aire de Servicio

AIRE DE SERVICIOS

Presión (Kg./cm ²)	3
Temperatura (° C)	Ambiente

FUENTE: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 2004. *Licitación planta de beneficio de roca fosfática.*

f) **Electricidad**

Tabla 3.12
Especificaciones de la Electricidad

ELECTRICIDAD

• Voltaje (V)	460
Aplicación	Motores potencia 0,5 –200 hp
Fases	3
• Voltaje (V)	4000
Aplicación	Motores potencia > 200 hp
Fases	3

FUENTES: PEQUIVEN. 1998. *Especificaciones técnicas de insumos y productos.*
PEQUIVEN. 1990. *Manual de operaciones ácido fosfórico. Volumen I y II*

3.4. CAPACIDAD DE LA PLANTA.

La planta tendrá con una capacidad de 50.000 TMA, con esto se garantizará suplir la demanda de DCP hasta el año 2030 según lo estimado en el estudio de mercado. El factor de servicio (cantidad de días al año durante el cual la planta esta trabajando en forma continua) será de 330 días al año, con 35 días anuales de mantenimiento programado.

La capacidad de 50.000 TMA equivale a 152 TMD de producción continua, o 6,3 TMH de DCP. Sin embargo, dependiendo de los equipos seleccionados, la capacidad de la planta puede variar por restricciones de tecnología.

Actualmente en el Complejo Petroquímico Morón se está llevando a cabo el proyecto de “*Adecuación en el CPM*” en donde se establece la adaptación de la planta de RPA para la producción de DAP. Por esta razón y en cumplimiento a los objetivos planteados, el presente estudio de factibilidad será bajo la modalidad de una planta totalmente nueva, descartando la posibilidad de adaptar la planta de RPA para la producción de DCP.

3.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN

Debido a la existencia de una planta de ácido fosfórico grado fertilizante en el Complejo Petroquímico Morón, y de molinos cercanos al complejo aptos para suplir la piedra caliza requerida, se considera que la producción de Fosfato di-Cálcico grado alimenticio a partir del proceso: “*Neutralización del ácido fosfórico grado fertilizante con piedra caliza*”, es el que mejor se adaptaría en cuanto a la disponibilidad de materias primas y a las facilidades técnicas.

Basándose en lo anterior se describirá a continuación las secciones del proceso de producción para la elaboración del Fosfato di-Cálcico:

3.5.1. Secciones del proceso de producción de DCP

Las secciones del proceso de producción son las siguientes:

- a) Defluorinación del ácido fosfórico grado fertilizante.
- b) Suministro de piedra caliza.
- c) Reacción.
- d) Secado.
- e) Clasificación.
- f) Enfriamiento.
- g) Exportación.
- h) Lavado de gases.
- i) Almacenaje.
- j) Ensacado.

a) Defluorinación del ácido fosfórico grado fertilizante.

El método empleado para defluorinar el ácido fosfórico es el despojo con aire, en un proceso no continuo. Existen otras alternativas menos adecuadas, las cuales son:

- Evaporación: requiere mayor inversión.
- Despojo con vapor: requiere mayor cantidad de vapor. Consume más calor.
- Precipitación: produce gran cantidad de efluente sólido.
- Despojo con aire, proceso continuo: es útil para una planta de mayor capacidad.

El proceso seleccionado para defluorinar el ácido es el siguiente:

La corriente de ácido fosfórico grado fertilizante proveniente de la planta de ácido fosfórico se bombea desde un tanque de almacenamiento por un sistema de tuberías hacia el tanque de carga **SR-1**. Una vez cargado el tanque, se interrumpe el suministro de ácido fosfórico.

La bomba **PC-1** envía una corriente de ácido fosfórico desde el tanque hacia el intercambiador de calor **F-1**, en el cual el ácido se calienta con vapor de baja presión. El condensado retorna a la sección de servicios industriales.

Luego, el ácido caliente ingresa al tanque de mezcla con ácido **SR-2**, en el cual se mezcla con sílice. La sílice se suministra al tanque a través del alimentador de tornillo sin fin **ED-1**, y se mide con una pesadora de impacto.

La principal reacción que ocurre en la sección de defluorinación es la siguiente:



Ésta reacción, endotérmica, ocurre en el tanque de mezcla con sílice. El calor requerido se obtiene del ácido fosfórico, previamente calentado con vapor.

La defluorinación ocurre en el tanque de carga **SR-1**, rociando ácido fosfórico proveniente del **SR-2** mediante aspersores en el techo del tanque, a través de una corriente de aire de barrido. El ácido defluorinado ingresa al **SR-1** y el aire arrastra el SiF_4 hacia los lavadores de gases **SC-1** y **SC-2**.

El ácido fosfórico defluorinado, tras atravesar la corriente de aire, va al tanque **SR-3**, en el cual se mezcla con licor de lavado del proceso, y se envía al reactor **SP-21** por medio de la bomba **PC-4**.

El aire proveniente del **SR-1** se lava con una corriente de licor en el **SC-1**. El licor está compuesto por agua, la cual despoja el SiF_4 mediante la siguiente reacción:



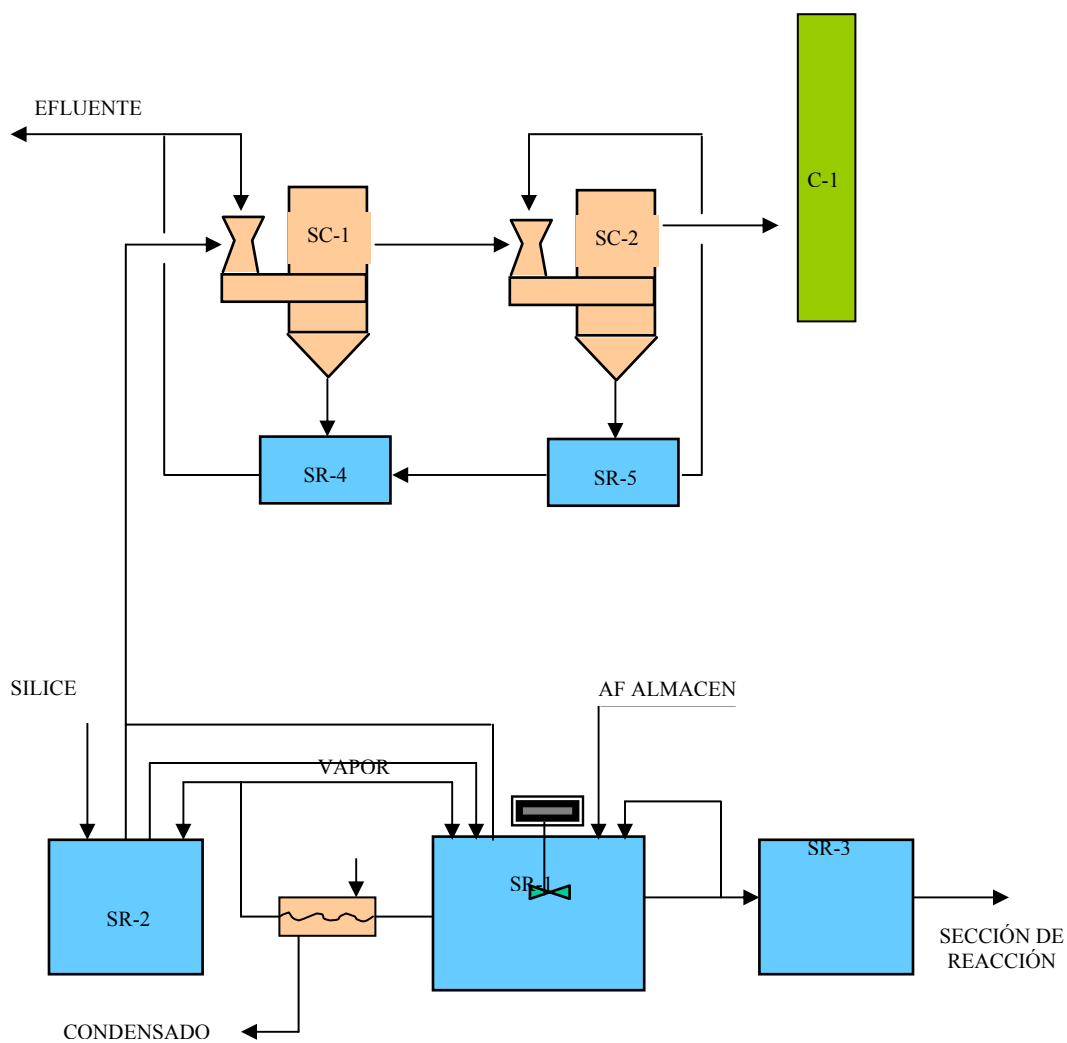
Para aumentar la eficiencia de los lavadores, el lavado del aire fluorado se realiza en dos etapas: el aire ingresa al **SC-1** y la descarga del **SC-1** atraviesa el **SC-2**.

El licor de lavado esta compuesto de agua, la cual se suministra en el tanque de sello **SR-5**, que corresponde al **SC-2**. El excedente de licor fluye del **SR-5** hacia el **SR-4**, para lavar el aire que atraviesa el **SC-1**.

El aire, previamente lavado, se descarga a la atmósfera y el licor fluorado es un efluente, el cual se desecha.

Como el proceso de defluorinación no es continuo, una vez enviado todo el ácido fosfórico grado alimenticio desde el tanque **SR-1** hacia el **SR-3**, se carga nuevamente el **SR-1** y se repite el proceso.

FIGURA 3.1
SECCION DE DEFLUORINACIÓN DEL ÁCIDO FOSFÓRICO



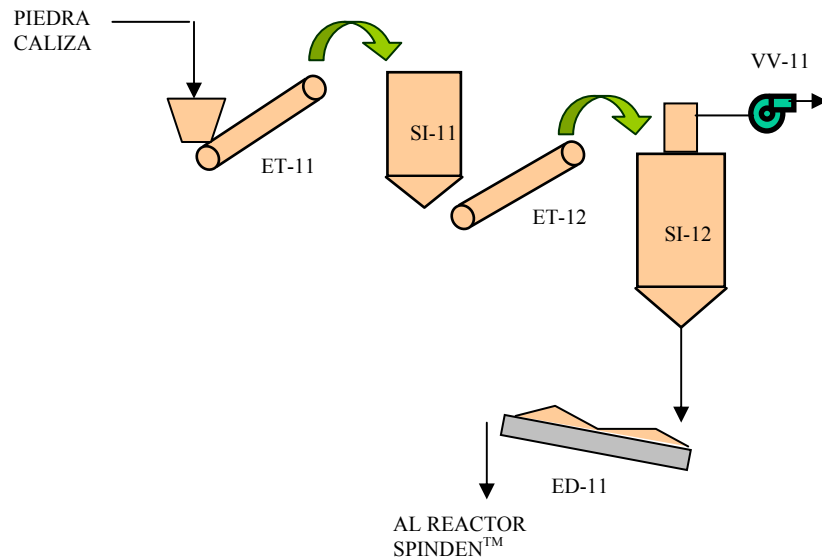
b) Suministro de piedra caliza.

Esta área incluye las funciones de recepción, almacenamiento y alimentación de la piedra caliza al reactor.

La piedra caliza es recibida a granel y depositada a la intemperie. Mediante un montacargas se alimenta la tolva de la cinta transportadora **ET-11**, tapada, la cual a su vez alimenta el silo **SI-11**, cuyo fin es almacenar la cantidad de piedra caliza correspondiente a 15 días de producción, para prevenir la parada forzada de la planta en caso de interrupción del suministro de materia prima.

La cinta transportadora **ET-12** conduce la piedra caliza desde el silo **SI-11** hasta el silo **SI-12**, con capacidad para almacenar 9 horas de materia prima, el cual alimenta el reactor SPINDENTM mediante el alimentador de tornillo sin fin **ED-11**. La piedra caliza cae por gravedad al reactor. El silo **SI-12** posee un sistema de captación de polvos, dotado de un filtro de mangas, el cual atrapa las partículas finas que se puedan escapar del silo.

FIGURA 3.2
SECCIÓN DE SUMINISTRO DE PIEDRA CALIZA



c) Reacción.

El principal equipo utilizado en esta sección es el reactor SPINDENTM, el cual es una unidad patentada por KEMWorks Inc. usada para aglomerar las materias primas sólidas con una cantidad mínima de líquido presente y una relación de reciclo baja: La relación de reciclo necesaria varía entre 2:1 y 3:1 para el fosfato di-Cálcico, en comparación con una relación de reciclo de 5:1 a 6:1 para los aglomeradores tradicionales.

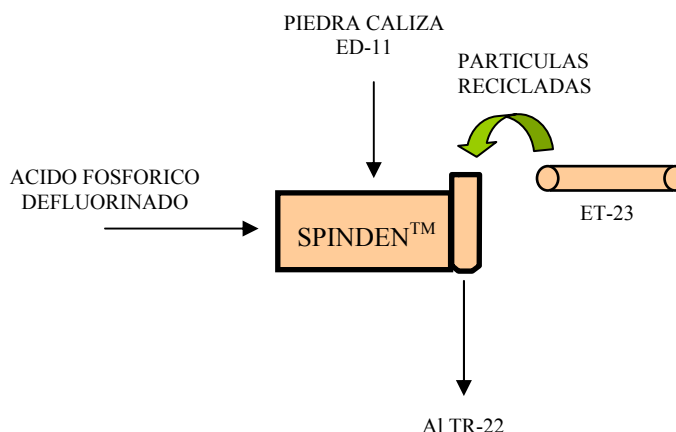
La alimentación al reactor SPINDENTM consiste en la piedra caliza pulverizada proveniente del alimentador de tornillo **ED-11**, ácido fosfórico defluorinado al 60% de H₃PO₄ proveniente del tanque **SR-3** bombeado mediante la bomba **PC-4** y una corriente de partículas de fosfato di-Cálcico recicladas, conformada por los finos, los gruesos molidos y parte del material de tamaño óptimo, proveniente de la cinta transportadora de reciclo **ET-23**. Las dos corrientes de sólidos entran a través de alimentadores de tornillo en los lados opuestos de la unidad. El ácido fosfórico entra a través de inyectores en la tapa del reactor.

La temperatura dentro del reactor se mantiene entre 80 y 100 °C debido al calor liberado por la reacción, razón por la cual no es necesario inyectar vapor durante la reacción para facilitar la formación de fosfato di-Cálcico. Si la temperatura asciende sobre los 135° C se favorece la formación de fosfato mono-Cálcico, por tal razón se hace necesario mantener la temperatura del reactor en el rango de 80 a 100 °C.

La relación entre alimentación del ácido y de piedra caliza al reactor es controlada por una pesadora de impacto. El flujo de reciclo, sin embargo, se mide pero no es controlado.

Los vapores del reactor SPINDENTM, que consisten en humo y dióxido de carbono se expulsan fuera del reactor hacia el sistema de lavado de gases; mientras que el producto del reactor, una lechada de DCP y agua, descarga por gravedad en el tambor secador rotativo **TR-22**.

FIGURA 3.3
SECCION DE REACCIÓN



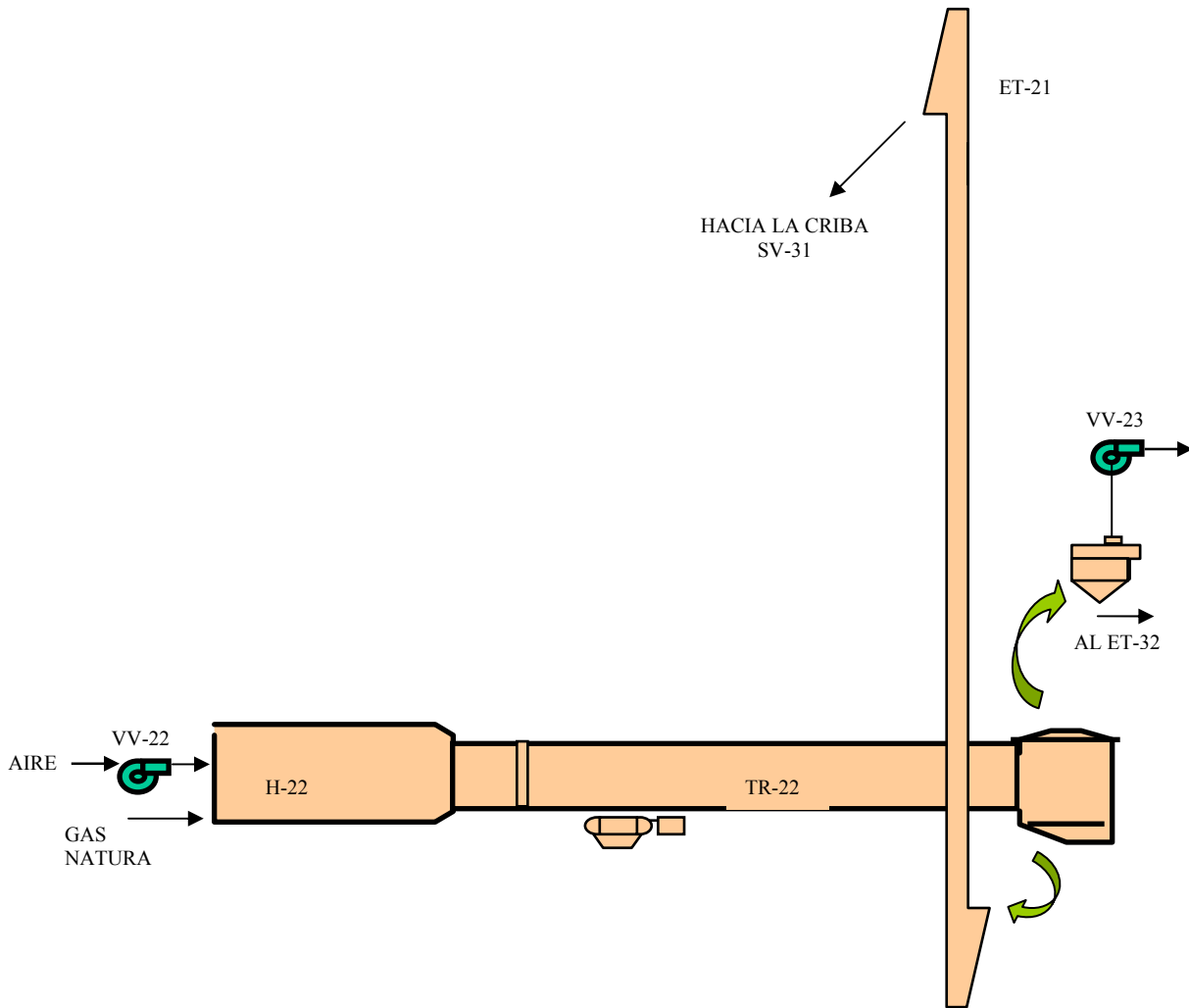
d) Secado.

En esta etapa, la lechada de fosfato di-Cálcico y agua se seca en el tambor secador rotativo **TR-22** con una corriente de aire caliente, proveniente de la combustión de gas natural con aire en el horno **H-22**. El aire de combustión es suministrado por el ventilador de tiro forzado **VV-22**, ubicado a la entrada del horno, mientras que el aire secundario es suministrado por el ventilador de tiro inducido **VV-23**, ubicado en el ducto de salida de aire del tambor. El **VV-23** posee un filtro de mangas en su succión, cuyo objetivo es captar los polvos aspirados por la corriente de aire caliente. Los polvos captados por el filtro de mangas se descargan en la tolva del elevador de cangilones **ET-32**.

La mezcla de los gases producto de la combustión con el aire secundario se produce a la salida del horno y se hace circular alrededor y a través del tambor, para evaporar el exceso de humedad presente en el fosfato di-Cálcico hasta menos de 1%. La temperatura en el secador se mantiene alrededor de 110° C, pues un incremento descompone la molécula de fosfato di-Cálcico dihidratado, y queda como producto **fosfato di-Cálcico anhidro**.

El producto del secador **TR-22** descarga en la tolva del elevador de cangilones **ET-21**, el cual transporta el fosfato di-Cálcico hacia la sección de clasificación.

FIGURA 3.4
SECCION DE SECADO



e) **Clasificación.**

En esta etapa se lleva a cabo el cribado, la molienda, el transporte de sólidos, la captación de polvos y el control de recicló.

Está conformada por dos elevadores de cangilones, una criba de doble tamiz vibrante y un molino de cadenas donde son triturados todos los granos gruesos separados de la criba.

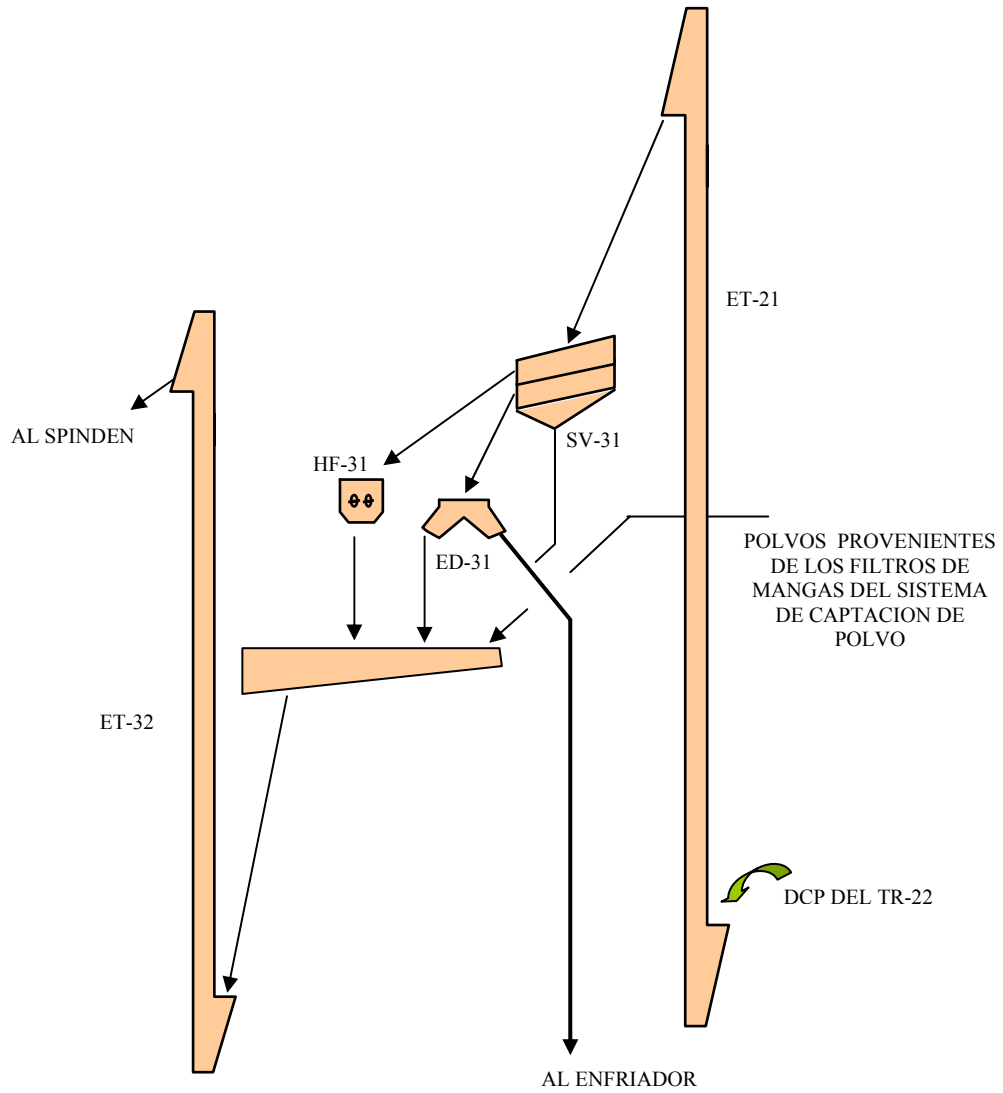
El material proveniente del secador **TR-22** descarga en la tolva de alimentación del elevador de cangilones **ET-21**, donde se transporta hasta la criba de doble tamiz vibrante **SV-31** para realizar la separación (clasificación) en tres corrientes:

- ✓ Corriente de granos finos
- ✓ Corriente de granos gruesos
- ✓ Corriente de granos óptimos

Los gruesos son separados por el primer tamiz, en la parte superior de la criba, y caen por gravedad en el molino de cadenas **HF-31**, donde son triturados y descargados en la tolva de alimentación del elevador **ET-32**. Los finos atraviesan ambos tamices y caen por la parte inferior de la criba en la tolva del **ET-32**; por último, la corriente de óptimos sale entre ambos tamices y pasa por el dosificador de roca **ED-31**, dividiéndose en dos corrientes: una que se deriva hacia la tolva del **ET-32** y la otra va hacia la sección de enfriamiento.

Los polvos captados por los filtros de mangas del sistema de captación de polvos, también caen en la tolva del **ET-32**, donde se unen al producto fino, el óptimo recirculado y el grueso proveniente de los molinos, para ir al reactor SPINDENTM.

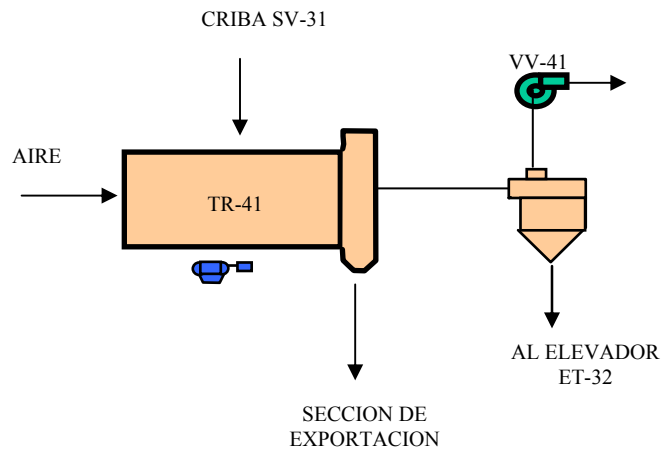
FIGURA 3.5
SECCIÓN DE CLASIFICACION



f) Enfriamiento

El material de tamaño óptimo proveniente de la criba **SV-31**, se enfría en el tambor enfriador rotativo **TR-41**; para ello se hace circular a través del tambor una corriente de aire frío suministrada por el ventilador de tiro inducido **VV-41**. En la succión del **VV-41** existe un filtro de mangas, para atrapar los polvos que puedan escapar del **TR-41**, los cuales son descargados en la tolva del elevador **ET-32**. La descarga del **TR-41** va hacia la cinta transportadora **ET-51**.

FIGURA 3.6
SECCION DE ENFRIAMIENTO



g) Exportación.

Posee un sistema de cintas transportadoras hacia la sección de almacenaje, conformado por el transportador de cinta fijo **ET-51** y el transportador de cinta móvil **ET-52**. A la salida del transportador de cinta móvil está el desviador **ED-51**, que puede dirigir la corriente hacia el área de almacenaje o hacia el área de ensacado, según se requiera.

h) Lavado de gases de escape.

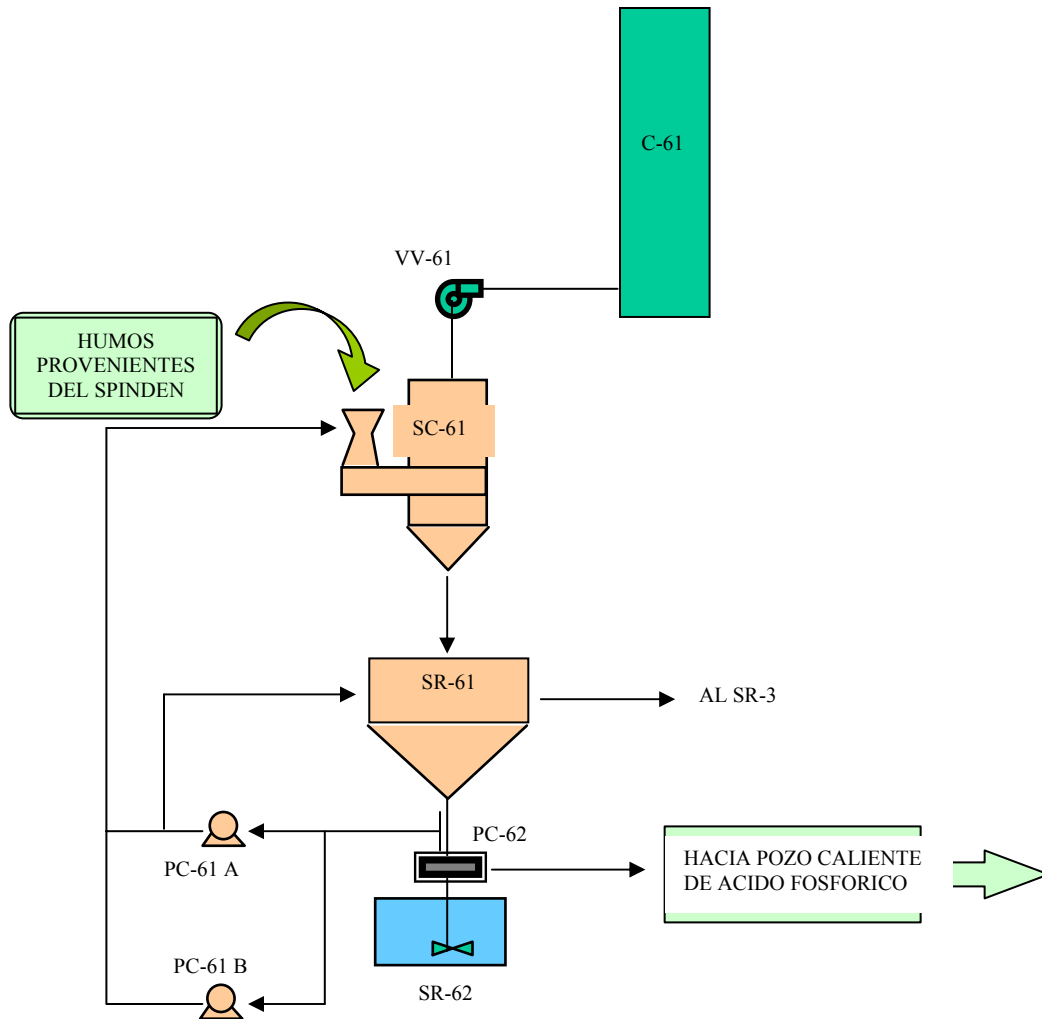
En esta sección se lleva a cabo el lavado de la corriente de gases (dióxido de carbono) y humos (partículas muy finas) provenientes del reactor. Consta de un lavador del tipo Venturi torre ciclónica **SC-61**, el tanque de recirculación de licor **SR-61**, el tanque sumidero **SR-62**, el ventilador de tiro inducido **VV-61**, la chimenea **C-61** por donde se descargan los gases generados, y un sistema de bombeo conformado por la bomba centrífuga **PC-61** y la bomba vertical **PC-62**.

Los humos generados en el reactor SPINDENTM son aspirados por el ventilador **VV-61**, atraviesan el lavador de gases **SC-61** son rociados por una corriente de licor a contracorriente y descargan a la atmósfera a través de la chimenea **C-61**.

El licor está compuesto por una solución acuosa muy diluida de polvos. (De 95% a 98,8% de agua), y está contenido en el tanque de recirculación **SR-61**. En éste tanque se adiciona el agua de reposición y se extrae cierta cantidad de licor para su mezcla con el ácido fosfórico defluorinado en el tanque **SR-3**.

El tanque **SR-61** cuenta con un rebose hacia el sumidero **SR-62**. Del sumidero se envía licor como efluente hacia el pozo caliente de la planta de ácido fosfórico, a través de la bomba vertical **PC-62**.

FIGURA 3.7
SECCION DE LAVADO DE GASES DE ESCAPE



i) Almacenaje.

El área de almacenaje es un depósito de dimensiones suficientes para almacenar la producción de 35 días (tiempo que dura la parada programada de planta anual por razones de mantenimiento). Consta de un sistema compuesto por las cintas transportadoras **ET-101**, **ET-102**, las cuales permiten transportar el producto hacia el edificio de ensacado por medio del elevador de cangilón **ET-202**.

Las cintas transportadoras son alimentadas por medio de la raspadora **ET-103**, encargada de recolectar el DCP depositado a granel en todo lo largo del almacén.

j) Sección de ensacado.

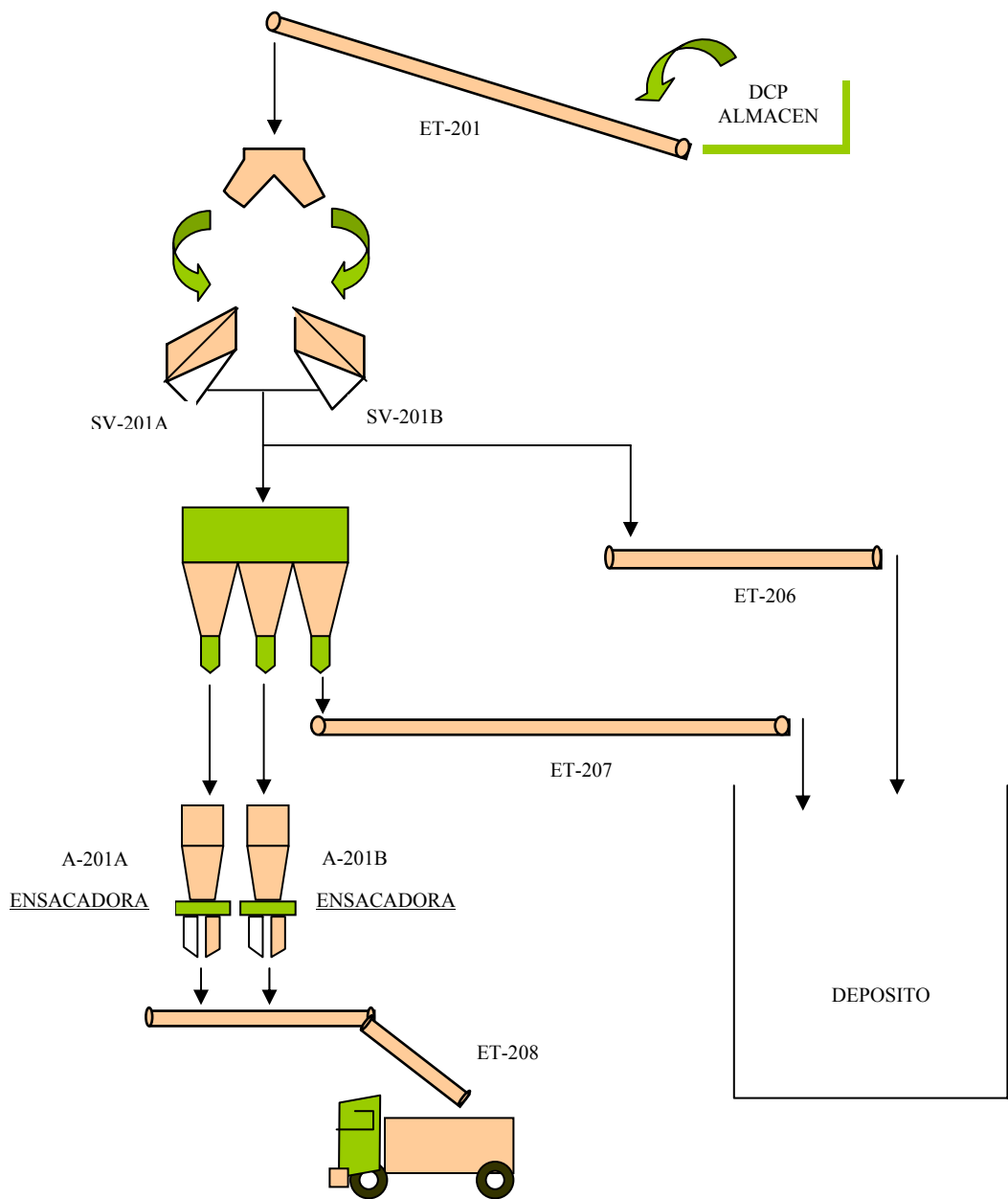
El área de ensacado contiene las máquinas necesarias para ensacar el DCP en forma automatizada, transportando el producto final hacia la zona de carga de gandolas a través del siguiente proceso:

Por medio de la cinta transportadora **ET-201**, el DCP es transportado desde el almacén, y depositado en un sistema compuesto por tres tolvas. Estas a su vez están provistas de dos cribas **SV-201 A/B**, las cuales desviarán el producto que no tengan la granulometría óptima para su comercialización.

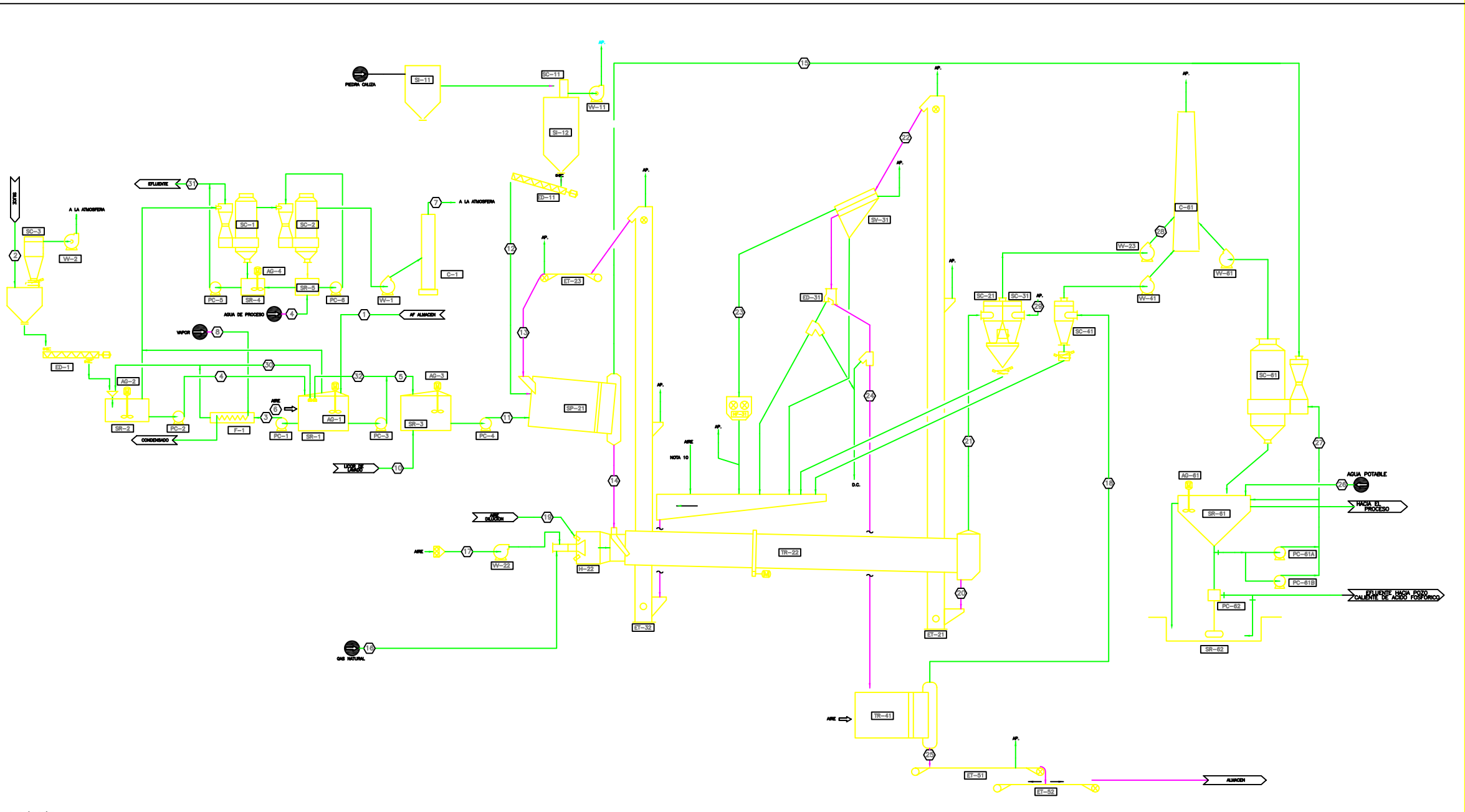
El producto óptimo cae por gravedad desde las tolvas hacia las ensacadoras, **A-201 A/B** las cuales descargan el DCP ya ensacado en las gandolas por medio de la cinta transportadora **ET-208**.

Cuando se desea realizar un muestreo del producto, o reparar algunas de las ensacadoras, el DCP es desviado y almacenado a granel en el depósito del edificio.

FIGURA 3.8
SECCION DE ENSACADO



SR-1 TANQUE DE RESERVA DE AGUA POTABLE CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	SR-3 TANQUE DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	SR-5 TANQUE DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-1 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-2 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-3 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-4 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-5 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-6 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-7 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-8 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-9 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-10 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-11 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-12 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-13 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-14 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-15 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-16 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-17 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-18 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-19 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-20 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-21 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-22 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-23 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-24 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-25 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-26 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-27 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-28 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-29 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-30 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-31 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-32 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-33 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-34 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-35 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-36 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-37 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-38 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-39 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-40 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-41 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-42 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-43 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-44 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-45 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-46 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-47 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-48 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-49 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304	PC-50 BOMBA DE AGUA DE RESERVA CON SERVIDOR CONVENCIONAL CAPACIDAD 100 m ³ MATERIAL: S.S. 304
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



VER. # - 000 F00000
00 - F000 0000

NOMBRE DE CORRIENTE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
PROCESO	kg/h	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	
CONDICION	kg/h	4.25	0.85	4.25	4.25	2.85	2.85	0.85	2.85	1.25	0.8	3.0	16.75	20.21	1.25	0.2	0.05	16.0	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21
ORIGEN	kg/h	3.44	—	3.44	3.78	3.78	240.07	240.07	—	3.44	1.22	4.25	1.25	20.21	20.21	13.000	17.250	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21	20.21

PROYECTISTA: DAVID P.	BOQA: 1-ESC	PROYECTO: XXXXXX	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. CORPORACION
REVISOR: HEGAT PEREZ	FECHA: 06/2004	NUMERO: N°XXXX	
REVISOR: M. APOLLONIO	PROYECTISTA: MIGUEL M.		

FLAMA FORTINO BOLAÑO

3.5.2. Balance de masa del proceso.


A continuación se incluyen los resultados del Balance de Masa, esto con la finalidad de determinar los flujos que pasan a través de cada línea del proceso productivo, para así determinar el pre-dimensionamiento de los equipos principales.


Los cálculos correspondientes al balance se incluyen en el apéndice B

Los resultados del balance correspondiente a la sección de defluorinación se incluyen aparte de los resultados del balance total de la planta.

Tabla 3.13
Balance de Masa – Sección de Defluorinación

SECCIÓN DE DEFLUORINACIÓN: INSUMOS Y PRODUCTOS.


	Calidad	Cantidad
Ácido fosfórico	52% P ₂ O ₅	4,72 TM/h
Sílice	Arena. Cantidad estimada para 1% F en el ácido fosfórico	0,031 TM/h
Vapor de baja presión	Saturado, presión 3,5 Kgf/cm ²	0,316 TM/h
Agua de proceso	Agua potable	24,60 m ³ /h
Electricidad	460 V	50 KW


 Salida	Calidad	Cantidad
Ácido fosfórico defluorinado	< 0,2% F	4,46 TM/h
Condensado		0,316 TM/h
Efluente del lavador de gases		24,60 m ³ /h
Descarga del lavador de gases		2.460 m ³ /h

FUENTE: Cálculos propios

Tabla 3.14
Balance de Masa – Demás Secciones.

Insumos y productos de la planta de DCP grado alimenticio:

 Entrada	Calidad	Cantidad
Piedra caliza	90% < 200 mesh (75 μm)	3,5 TM/h
Ácido fosfórico defluorinado	52% P ₂ O ₅	4,46 TM/h
Gas natural	33533 KJ/m ³	9.650 MJ/h 0,226 TM/h
Agua de proceso	Agua potable	1,12 m ³ /h
Electricidad	460 V	480 KW

 Salida	Calidad	Cantidad
DCP	18,5% P	6,313 TM/h
Descarga del lavador de gases	Aire	1.130 m ³
Descarga del filtro de mangas	Aire	65.000 m ³

FUENTE: *Cálculos propios*

3.6. EQUIPOS.

A continuación se realiza la lista de equipos principales según la sección a la cual corresponden.

Sección de defluorinación del ácido fosfórico

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
SR-1	Tanque mezcla ácido fosfórico	1	40 m ³	Para 9 horas
AG-1	Agitador SR-1	1	Paletas	Motor 40 hp
PC-1 A/B	Bomba AF al 55%	2	10 m ³ /h operación 12 m ³ /h diseño	Motor 10 hp
SR-2	Tanque de mezcla con sílice	1	6 m ³	Para 2 horas
AG-2	Agitador SR-2	1	Paletas	Motor 20 hp
SR-3	Tanque de ácido fosfórico defluorinado	1	65 m ³	Para 9 horas
AG-3	Agitador SR-3	1	Paletas	Motor 20 hp
PC-2 A/B	Bomba recirculación AF	2	5 m ³ /h operación 7 m ³ /h diseño	Motor 10 hp
PC-3 A/B	Bomba AF defluorinado	2	15 m ³ /h operación 18 m ³ /h diseño	Motor 10 hp
PC-4 A/B	Bomba AF hacia reactor	2	6 m ³ /h operación 8 m ³ /h diseño	Motor 10 hp
ET-1	Cinta transportadora	1	1 TMPH operac. 42 TMPH diseño dist c/c = 15 m	20° inclinac. Ancho 0,4 m Motor 3 hp

SC-3	Filtro de mangas	*	Depende TM/h polvos emitidos	
VV-2	Ventilador del filtro de mangas	1		
ED-1	Alimentador de tornillo	1	32 kg./h operac. 40 kg./h diseño	
F-1	Calentador AF	1	678,5 KJ/h operac.	0,316 tm/h vapor 4,75 tm/h AF
SC-1	Lavador de gases	1	5100 m ³ /h	S.S. 316L
SC-2	Lavador de gases	1	5100 m ³ /h	S.S. 316L
PC-5 A/B	Bomba de recirculación de licor	2	30 m ³ /h operac. 38 m ³ /h diseño	Motor 20 hp
PC-6 A/B	Bomba de recirculación de licor	2	30 m ³ /h operac. 38 m ³ /h diseño	Motor 20 hp
SR-4	Tanque de sello	1	18 m ³	Para 9 horas
AG-4	Agitador del SR-4	1	Paletas	Motor 40 hp
SR-5	Tanque de sello	1	18 m ³	
VV-1	Ventilador	1	2500 CFM operac. 3000 CFM diseño	Motor 10 hp 10 pulg. H ₂ O
C-1	Chimenea	1	5100 m ³ /h	

Sección de suministro piedra caliza

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
SI-11	Silo	3	174 m ³	Para 16 días
ET-11	Cinta transportadora	1	3,5 TMPH operac. 42 TMPH diseño dist c/c = 20 m	35° inclinac. Ancho 0,4 m Motor 3 hp
SI-12	Silo	1	15 m ³	Para 9 horas
ET-12	Cinta transportadora	1	3,5 TMPH operac. 42 TMPH diseño dist c/c = 40 m	35° inclinac. Ancho 0,4 m Motor 5 hp
ED-11	Alimentador tornillo	1	3,5 TM/h operación 4,5 TM/h diseño	
SC-11	Filtro de manga	*	Depende TM/h polvos emitidos	
VV-11	Ventilador del filtro de mangas			

Sección de reacción

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
SP-21	SPINDEN	1	28 TM/h operac. 40 TM/h diseño	KEMWorks ® Motor 100 hp
WE-22	Pesadora de impacto	1	5 TMPH Piedra caliza	Ramsey Tecn. Modelo d10

WE-21	Pesadora de impacto	1	24 TMPH Reciclo	Ramsey tecn. Modelo d10
ET-23	Cinta transportadora de reciclo	1	18 TMPH operac. 29 TMPH diseño dist c/c = 15 m	35° inclinac. Ancho 0,46 m Motor 3 hp

Sección de secado

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
TR-22	Tambor secador	1	25 Tm/h FDC 27 Tm/h total 5 pie diámetro 40 pie longitud	Motor 25 hp Accionamiento Rueda dentada
VV-22	Ventilador de combustión	1	3000 CFM operac. 4000 CFM diseño	15 HP
H-22	Horno	1	8.022.000 Btu/h	
ET-21	Elevador del secador	1	27 TM./h operación 30 TM./h diseño	Cont cadena simple Dist c/c < 24 m Motor 15 HP
SC-21	Filtro de manga	*	228 sacos	10 pulg. longitud
VV-23	Ventilador del secador	1	15.000 CFM oper. 17.500 CFM dis.	60 hp 17'' H2O

Sección de clasificación

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT.	DIMENSIONES	OBSERV.
SV-31	Criba de doble tamiz vibrante	1	Doble malla. 30 TM/h diseño	2 motores: 1,5 – 3 hp c/u
HF-31	Molino de cadenas	1	15 TM/h diseño	2 motores 50 hp
ED-31	Dosificador desviador	3		
SC-31	Filtro de manga	*	Depende TM/h polvos emitidos	
ET-32	Elevador de recicló	1	20 TM/h operación 22 TM/h diseño	Cont cadena simple Dist c/c < 21 m Motor 7,5 hp

Sección de enfriamiento

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
TR-41	Tambor rotatorio	1	6,5 TM/h operac. 8 TM/h diseño 4 pie ancho 12 pie longitud	Motor 15 hp accionamiento rueda dentada
VV-41	Ventilador del enfriador	1	8000 CFM oper. 10000 CFM dis.	40 hp, 15'' H2O (Filter Dust Coll)
SC-41	Filtro de manga	*	120 sacos/8' long	(Filter Dust Coll)

Sección de exportación

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
ET-51	Cinta transportadora reversible (movible)	1	6,5 TM/h operación dist c/c 8 m	Horizontal Motor 3 hp
ET-52	Cinta transportadora de producto	1	6,5 TMPH oper. 29 TMPH dis. 35°, 18 pulg ancho	dist. C/c 70 m horizontal Motor 3 hp
ED-51	Dosificador desviador	1		

Sección de lavado de gases

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT	DIMENSIONES	OBSERV.
C-61	Chimenea	1	62500 m ³ /h oper. 65000 m ³ /h diseño	Diámetro
SC-61	Lavador de humos	1	950 m ³ /h oper. 1200 m ³ /h diseño	
SR-61	Tanque de licor	1	10 m ³	
VV-61	Ventilador	1	700 CFM operac. 1000 CFM diseño	3 hp
SR-62	Tanque de efluentes	1	5 m ³	
PC-61 A/B	Bomba centrífuga	2	7 m ³ /h operación 9 m ³ /h diseño	Motor 10 hp
PC-62	Bomba vertical	1		
AG-61	Agitador del SR-61	1	Paletas	

Sección de almacenaje

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT.	DIMENSIONES	OBSERV.
ET-101	Cinta transportadora	1	Horiz. C/c 60 m	3 hp ancho 0,4 m
ET-102	Cinta transportadora	1	Horiz. C/c 5 m	1 hp ancho 0,4 m
ET-103	Raspadora	1	Brazo 20 m	

Sección de ensacado

ITEM	DESIGNACIÓN	CANT.	DIMENSIONES	OBSERV.
ET-201	Cinta transportadora	1	15 m horizontal	Motor 3 hp
A-201 A/B	Ensacadora	2	1200 sacos/h 50 Kg. c/u	Incluye cosedora, balanzas, tolva y cinta transp.
ET-205	Cinta transportadora	1	3 m horiz.	Motor 2 HP
ET-206	Cinta transp. Rechazo	1	21 m c/c 20° elev.	Motor 3 HP
SV-201	Criba vibrante	2	Doble malla. 10 TM./h diseño	2 motores: 1,5 – 3 HP c/u
ET-202	Elevador de Cangilones	1	27 TM./h operación 30 TM./h diseño	Cont cadena simple Dist c/c < 24m Motor 15 HP
ET-207	Cinta transportadora	1	25 m c/c 20° elev	Motor 3 HP
ET-208	Cinta transportadora	1	9 m c/c 20°	3 hp

Observaciones:

- ✓ Los motores deben ser totalmente cerrados enfriados por ventilador (TEFC), para ambientes industriales de mucho polvo. NEMA 4X, 3 fases, 1800 r.p.m. y 60 Hz.
- ✓ Cada equipo posee fundación de concreto.

3.7. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

La planta de DCP contará con un espacio físico de 3.200 m² aproximadamente, ubicado en el Complejo Petroquímico de Morón, Edo. Carabobo, Carretera Nacional Morón – Coro (ver figura 3-9).

3.7.1. Condiciones climáticas del Complejo:

Tabla 3.15
Condiciones Climáticas del Complejo.

HUMEDAD RELATIVA (%)	
Promedio	82
Promedio máxima diaria	94
Promedio mínima diaria	71
Máxima	100
Mínima	33
PLUVIOMETRÍA	
Promedio anual (mm)	1030
Máximo anual (mm)	1042
Máxima en un día (mm)	214,3
Máxima (mm/10 min)	28,8
Nivel freático: (m)	1,7

CONVERSIÓN: 1 mm = 1 lt/m² de superficie

PRESIÓN ATMOSFÉRICA (Kg./cm²)

Promedio	1,032	
Promedio máxima diaria	1,034	
Promedio mínima diaria	1,030	
Máxima	1,039	
Mínima	1,024	
Mínimo	19	–

CONVERSIÓN: 1 Kg./cm² = 98,1 KPa = 0,98 a.m.

VIENTOS

Dirección predominante	NE, SO
Máxima velocidad (m/s)	25
Mínima velocidad (m/s)	1

TEMPERATURA (° C)

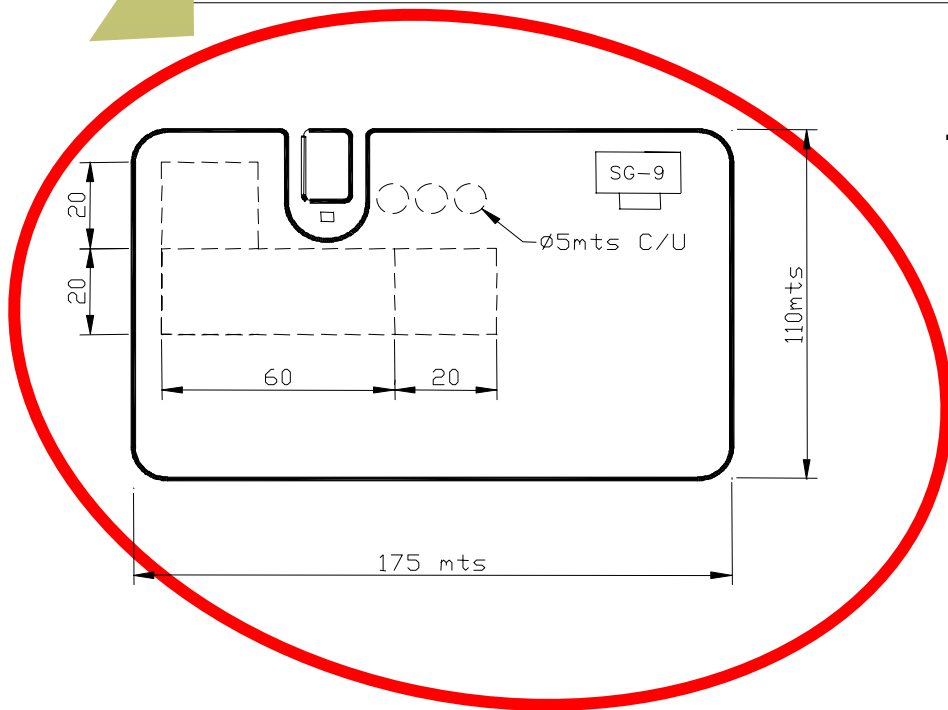
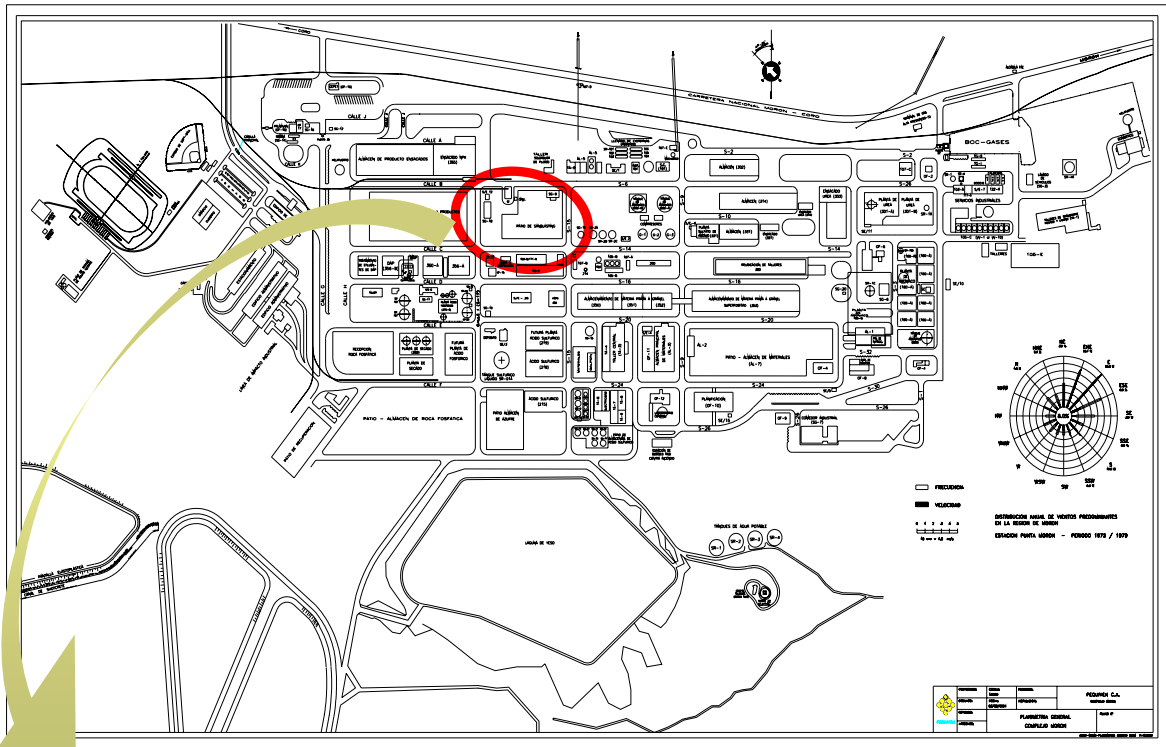
	Bulbo seco	Bulbo húmedo
Promedio máximo	31	29
Promedio mínimo	24	20
Máximo	37,7	–
Mínimo	19	–

CONDICIONES DEL SUELO

Tipo:	Arenoso
Nivel freático: (m)	1,7

FUENTE: PEQUIVEN. 1990. *Manual de operaciones ácido fosfórico. Volumen I y II*

Figura 3-9
Planimetría Complejo Petroquímico Morón



- CONSTRUCCION EXISTENTE
- - - PLANTA DCP ALMACEN Y ENSACADO

3.8. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAY-OUT)

A continuación se incluyen los dibujos correspondientes al Lay-out de la planta de DCP.

3.8.1. Planta

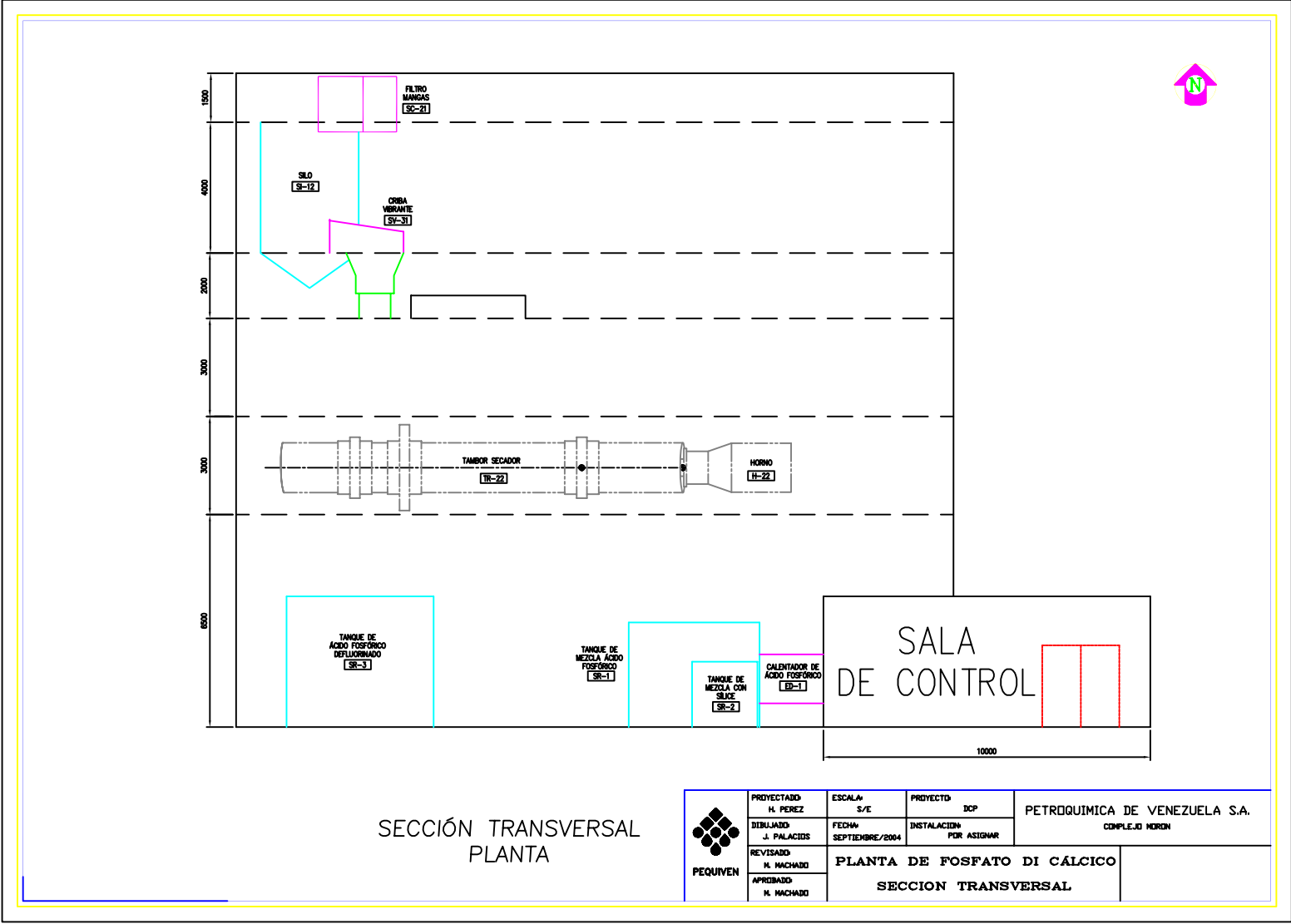
- a) Sección Transversal planta DCP
- b) Lay-Out Nivel 0 mm
- c) Lay-Out Nivel 6.500 mm
- d) Lay-Out Nivel 9.500 mm
- e) Lay-Out Nivel 12.500 mm
- f) Lay-Out Nivel 14.500 mm
- g) Lay-Out Nivel 18.500 mm

3.8.2. Almacén


- a) Lay-Out Almacén

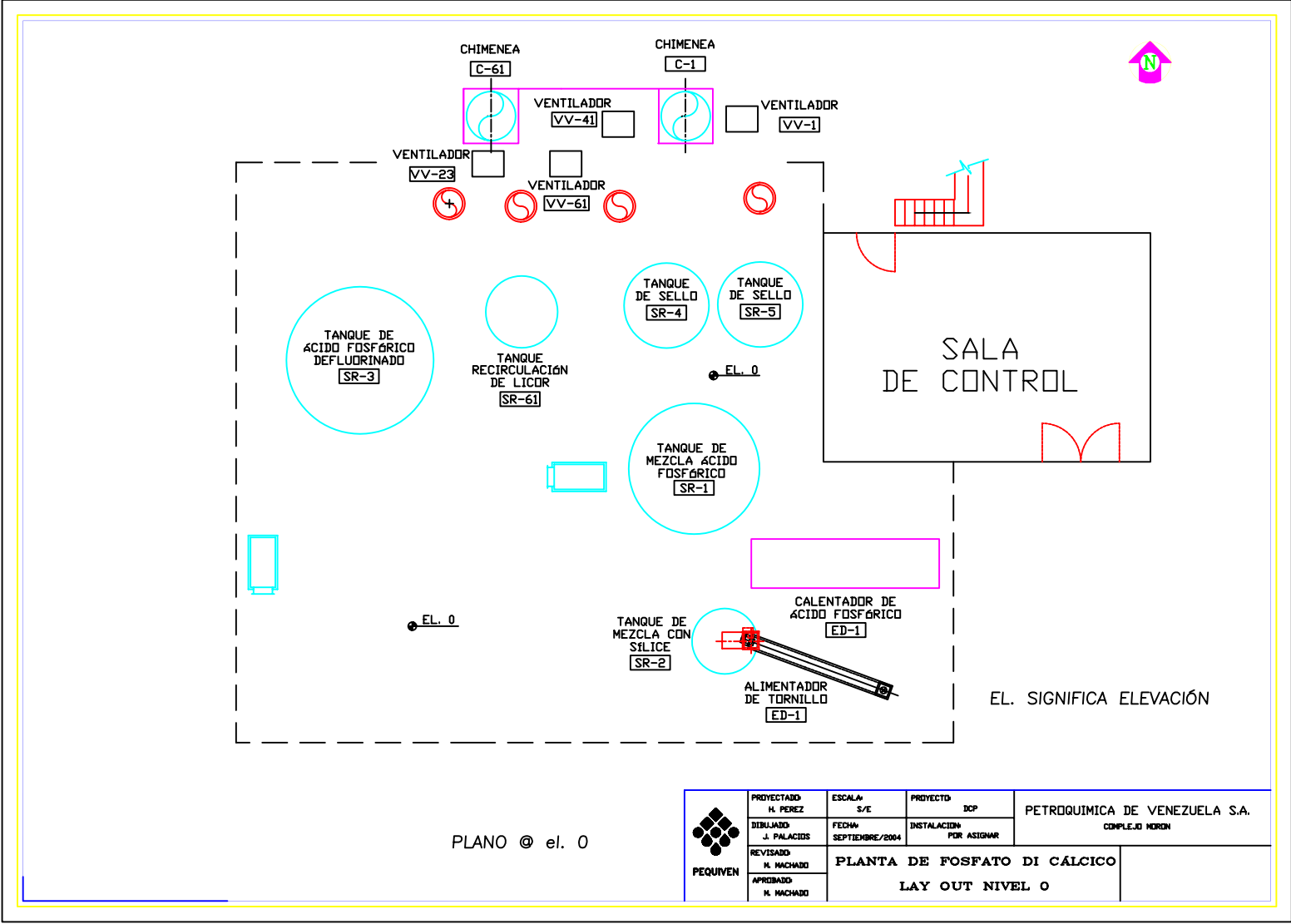
3.8.3. Ensacado

- a) Sección Transversal Ensacado
- b) Lay-Out Nivel 5.000 mm
- c) Lay-Out Nivel 10.000 mm
- d) Lay-Out Nivel 12.500 mm
- e) Lay-Out Nivel 14.000 mm




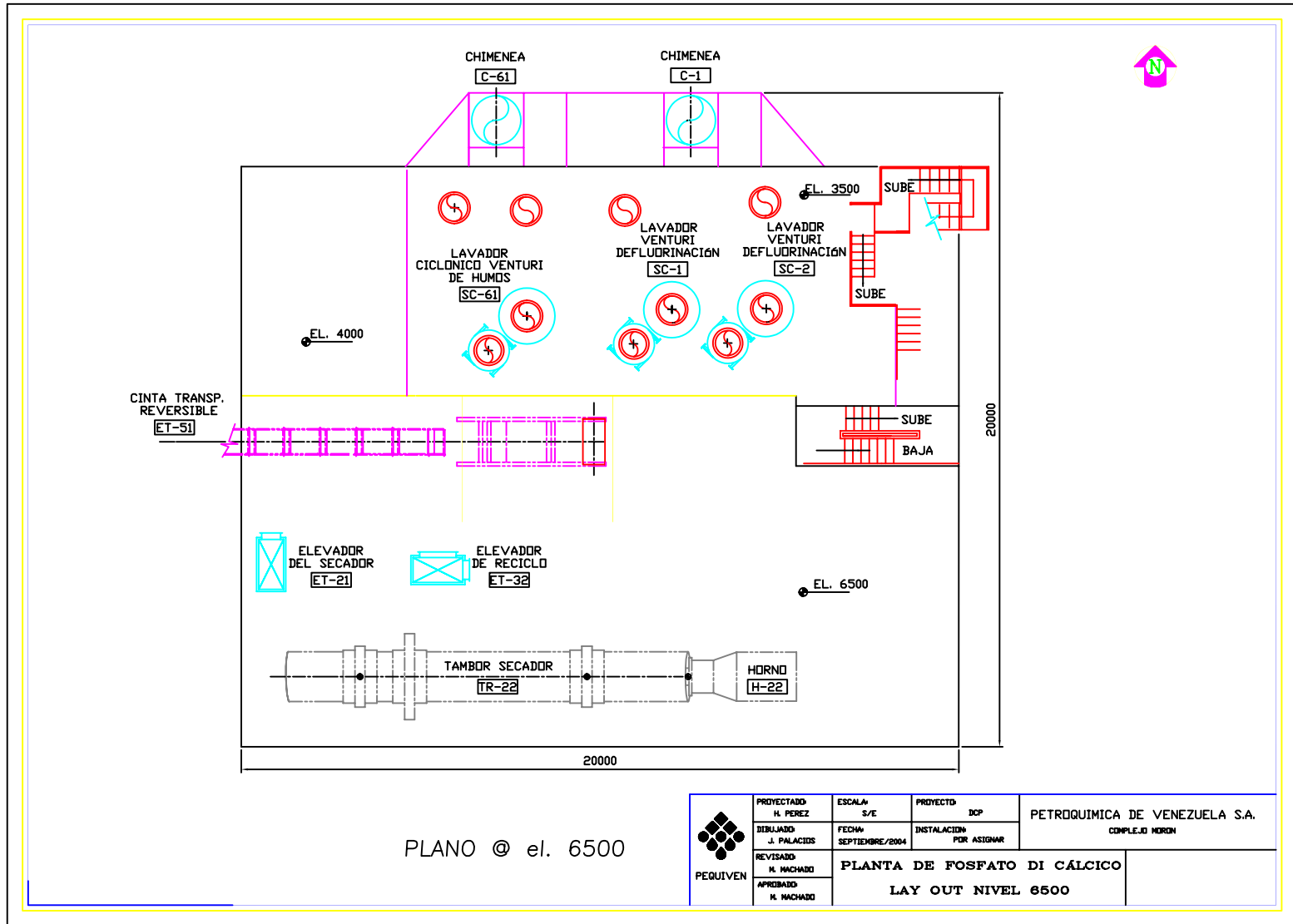
SECCIÓN TRANSVERSAL
PLANTA

 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CÁLCICO		
	APROBADO H. NACHADO	SECCION TRANSVERSAL		




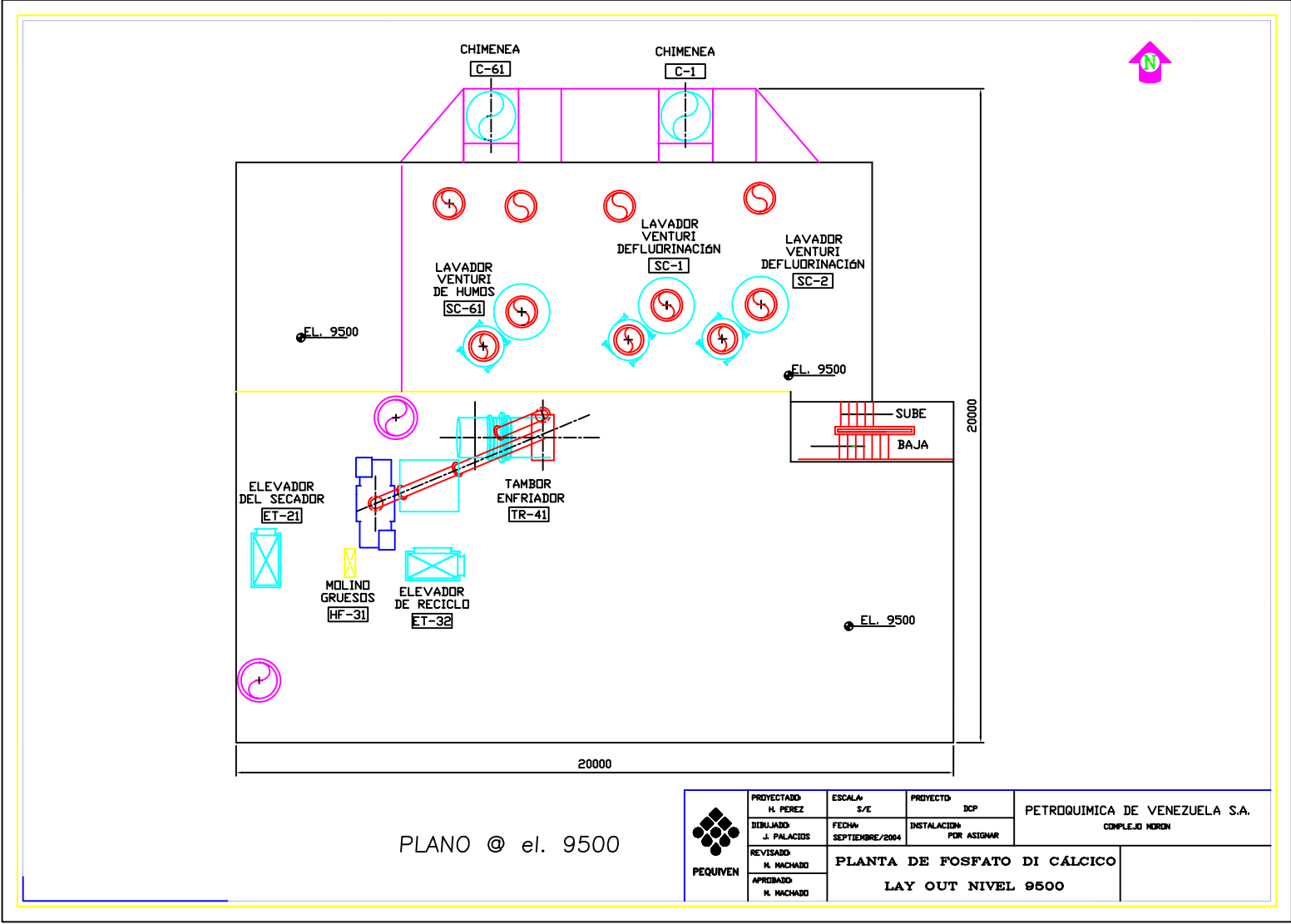
PLANO @ el. 0

 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CALCICO LAY OUT NIVEL 0		
	APROBADO H. NACHADO			




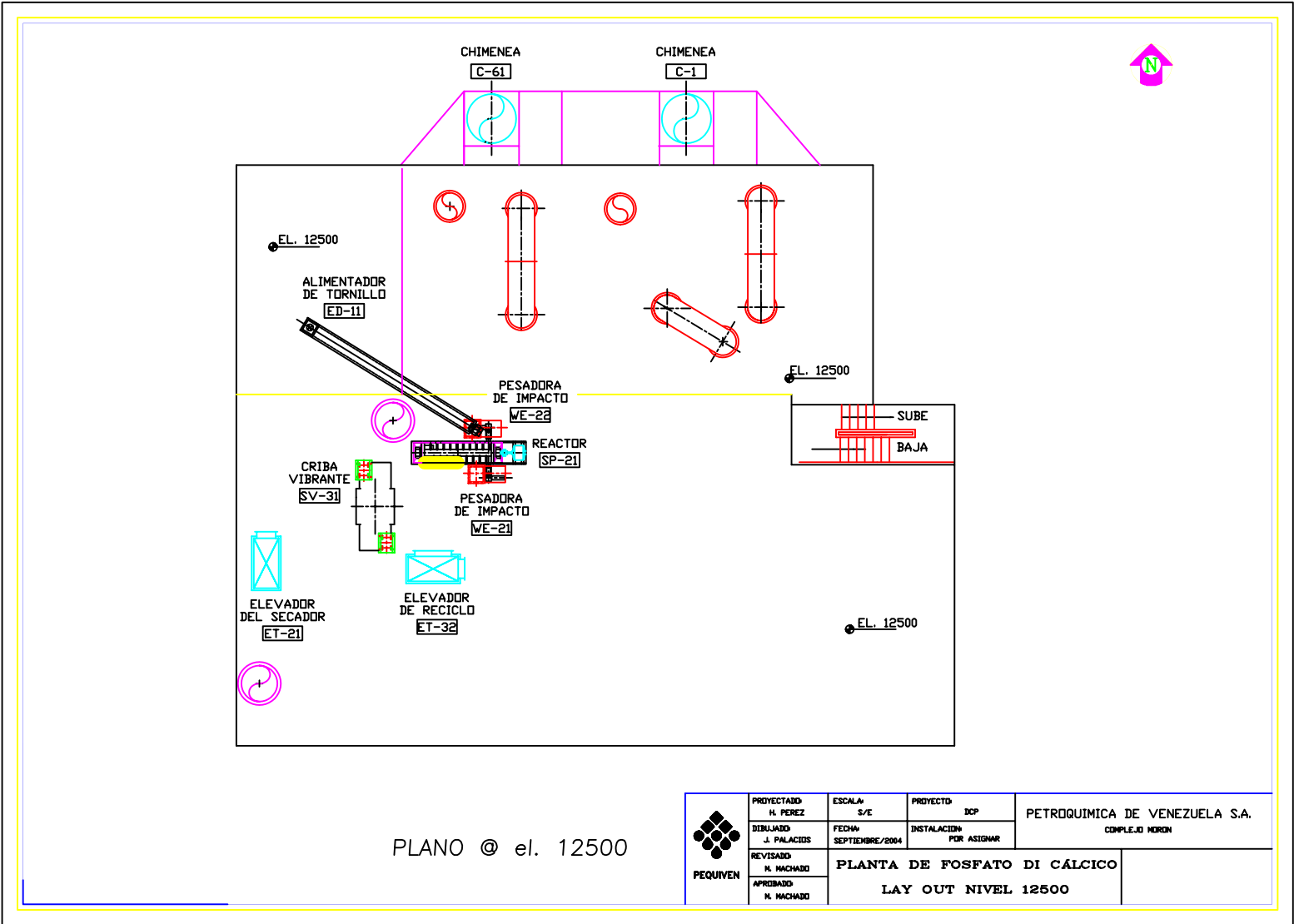
PLANO @ el. 6500

 PEQUIVEN	PROYECTADO: H. PEREZ	ESCALA: S/E	PROYECTO: DOP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO NORON
	DISEÑADO: J. PALACIOS	FECHA: SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION: POR ASIGNAR	
	REVISADO: H. MACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO: H. MACHADO	LAY OUT NIVEL 6500		




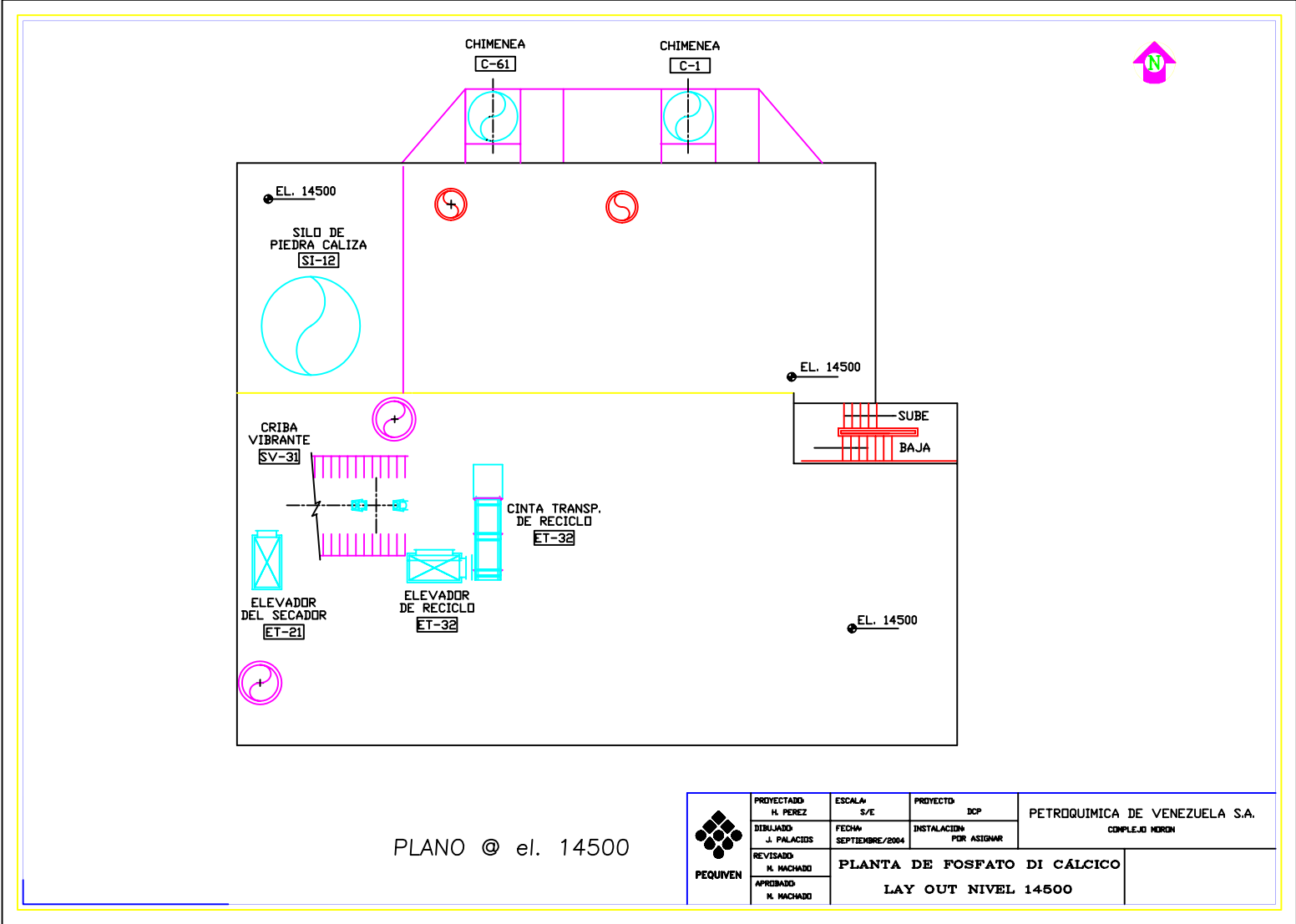
PLANO @ el. 9500

 PEQUIVEN	PROYECTADO: H. PEREZ	ESCALA: S/E	PROYECTO: JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO: J. PALACIOS	FECHA: SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION: POR ASIGNAR	
	REVISADO: H. NACHADO APROBADO: H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CÁLCICO LAY OUT NIVEL 9500		




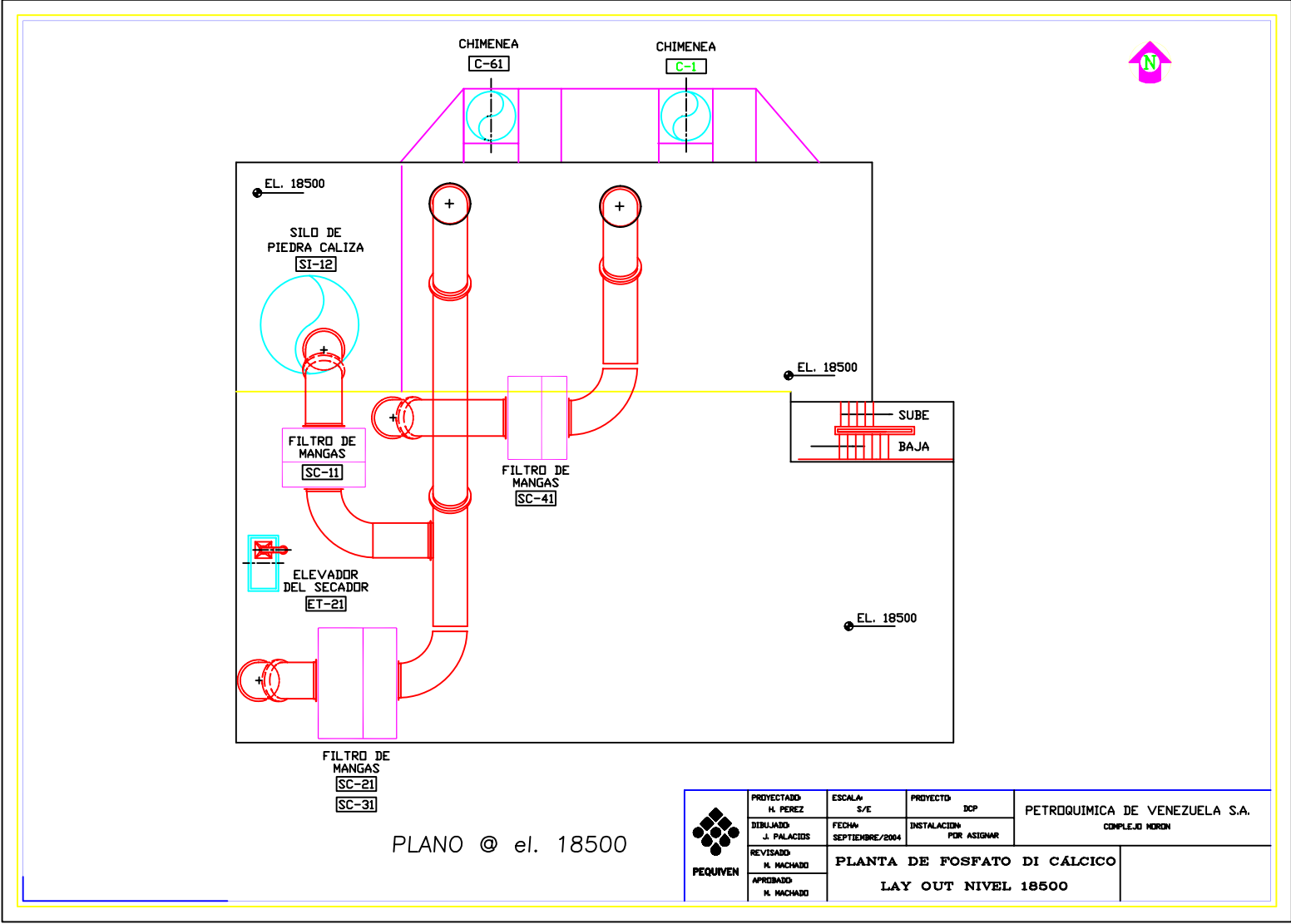
PLANO @ el. 12500

 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO DIP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO H. NACHADO	LAY OUT NIVEL 12500		




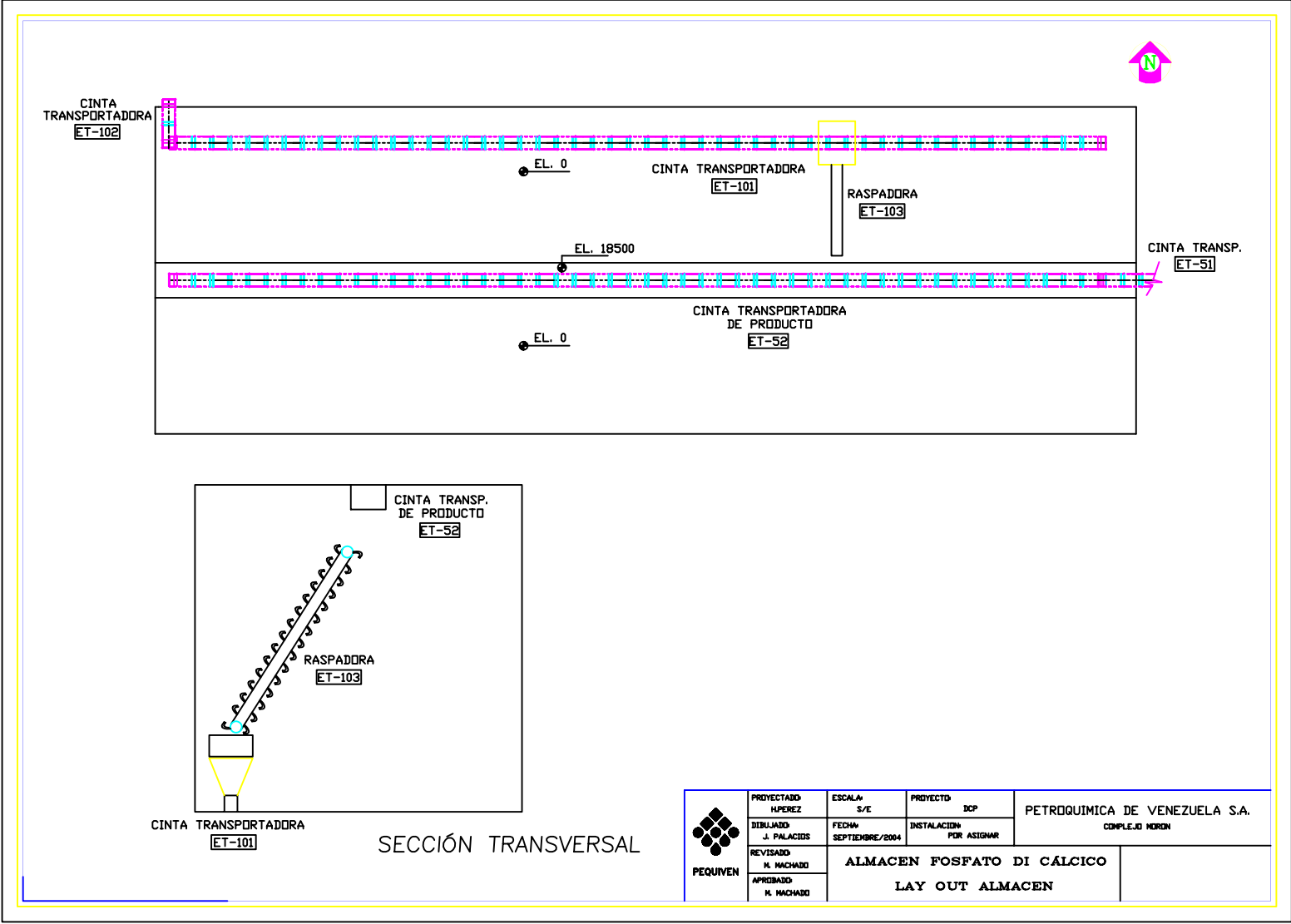
PLANO @ el. 14500


 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CÁLCICO		
	APROBADO H. NACHADO	LAY OUT NIVEL 14500		

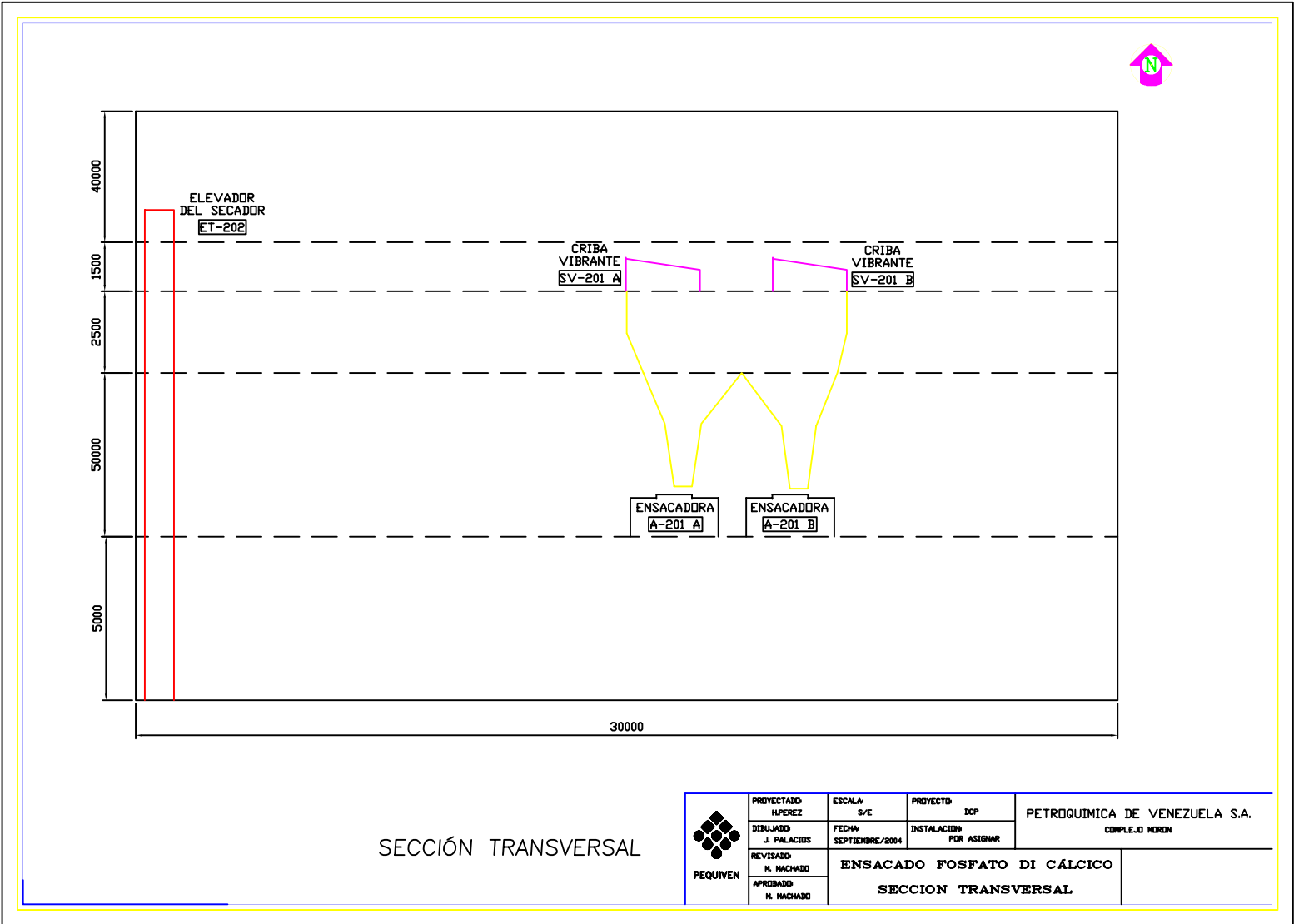


PLANO @ el. 18500


 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. NACHADO	PLANTA DE FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO H. NACHADO	LAY OUT NIVEL 18500		

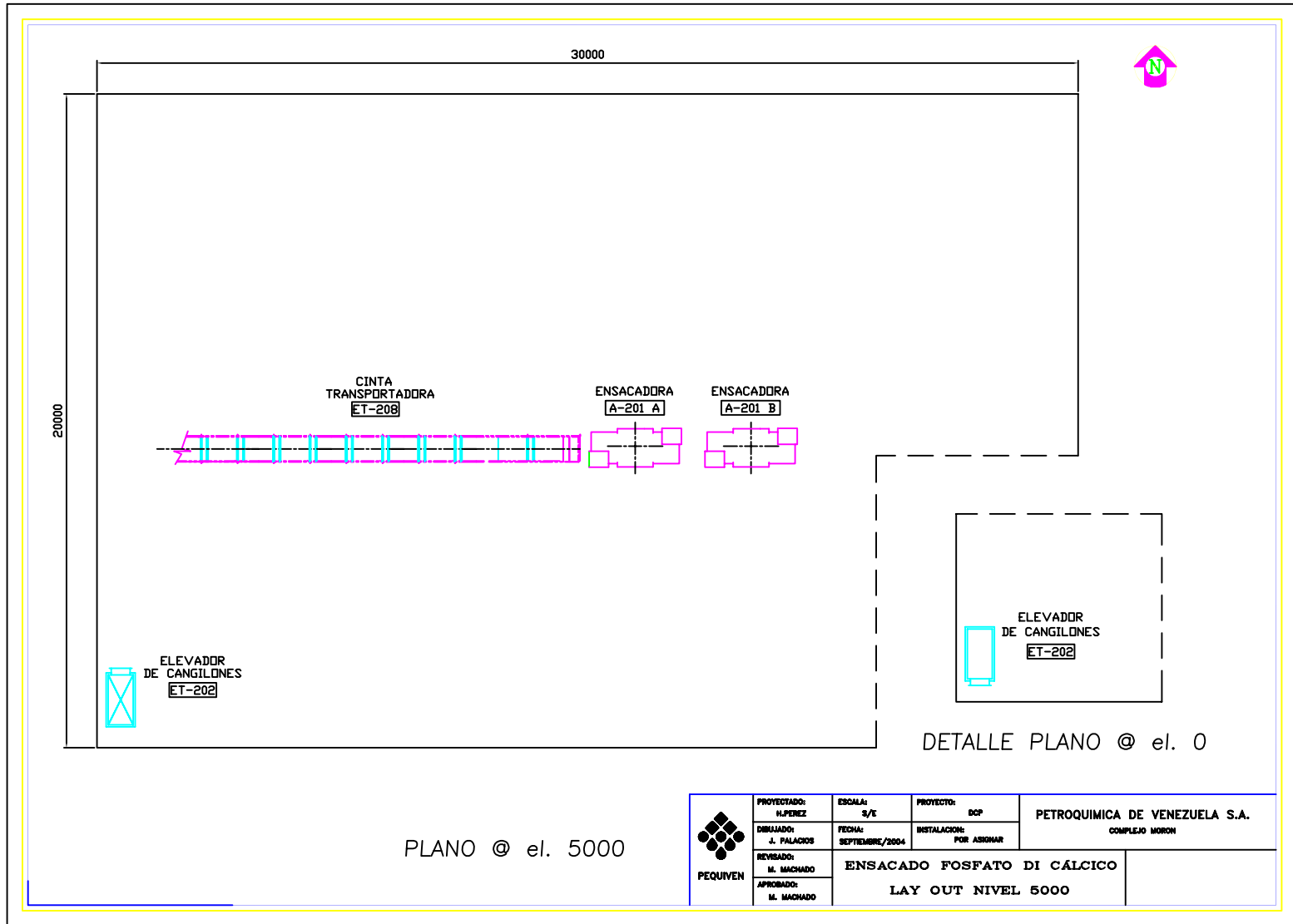



 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO ICP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. MACHADO	ALMACEN FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO H. MACHADO	LAY OUT ALMACEN		

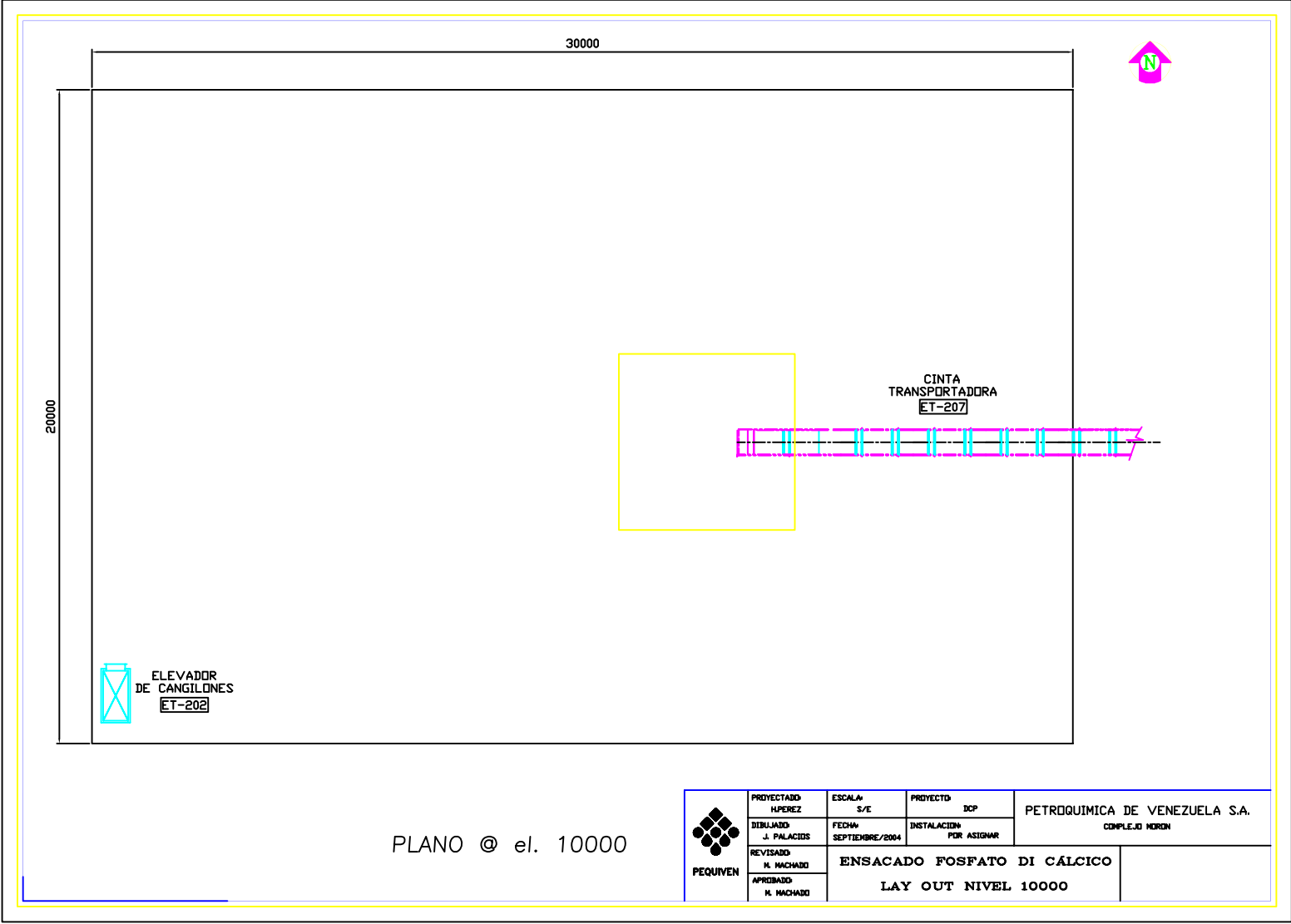


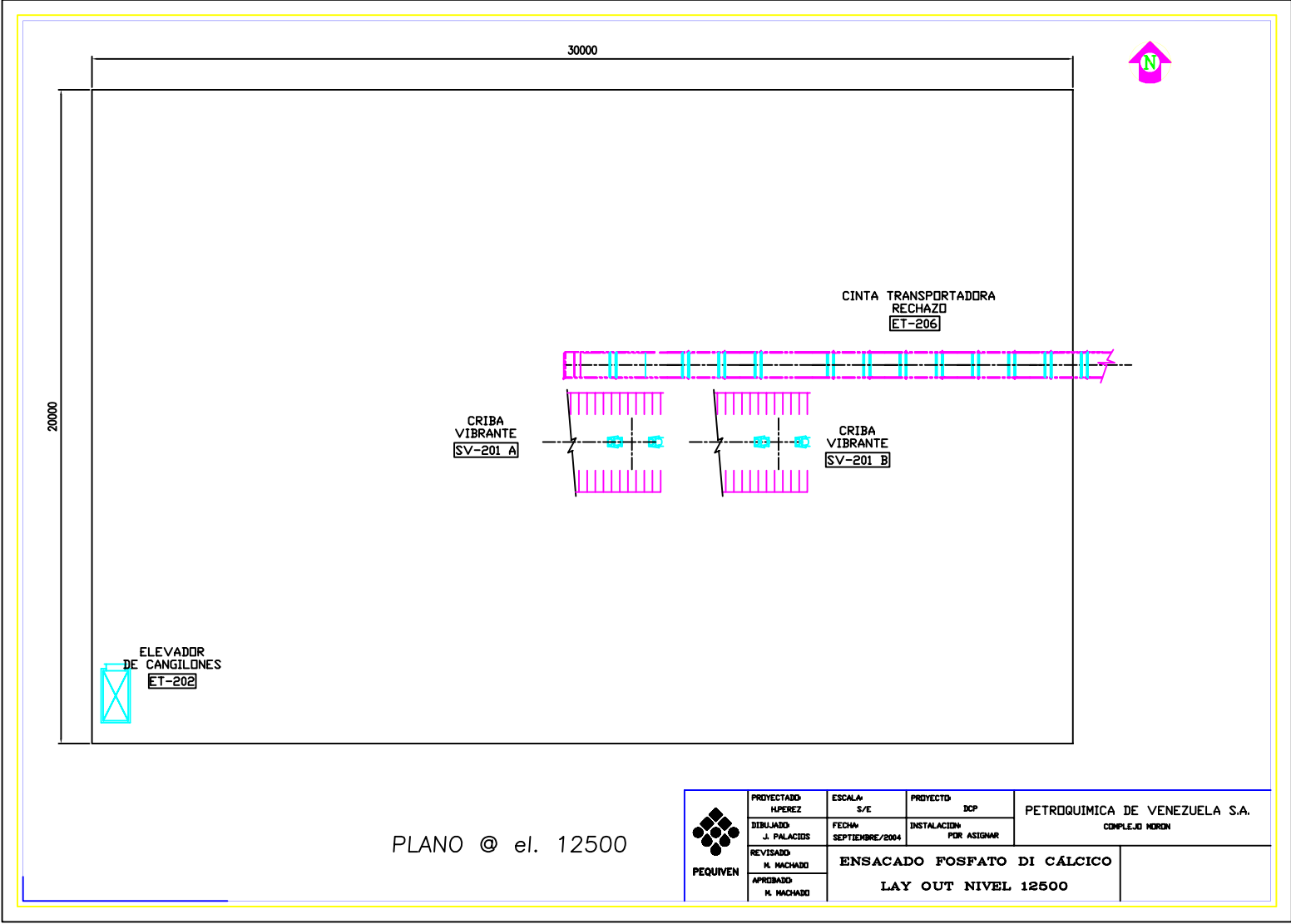
SECCIÓN TRANSVERSAL

 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. MACHADO	ENSACADO FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO H. MACHADO	SECCION TRANSVERSAL		




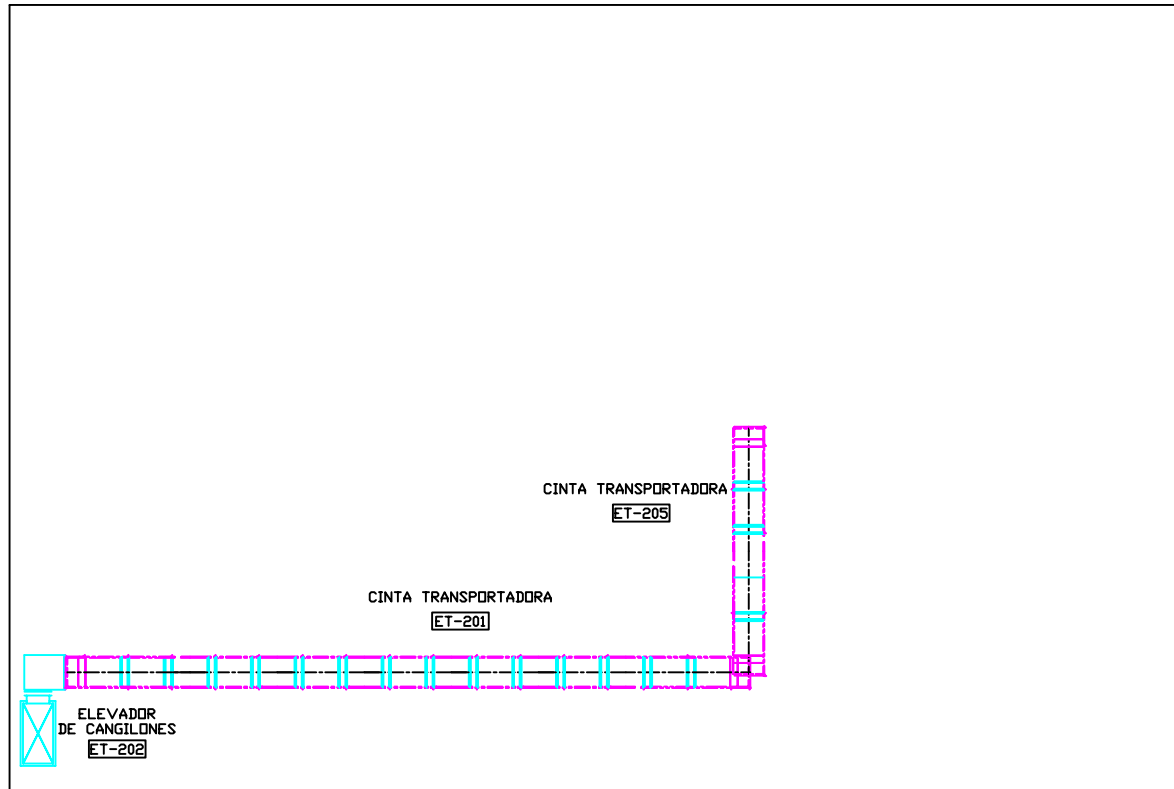
 PEQUIVEN	PROYECTADO: H. PEREZ	ESCALA: S/E	PROYECTOR: DCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO: J. PALACIOS	FECHA: SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION: POR ASIGNAR	
	REVISADO: M. MACHADO	ENSACADO FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO: M. MACHADO	LAY OUT NIVEL 5000		





PLANO @ el. 12500

 PEQUIVEN	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA: S/E	PROYECTO DIP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA: SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. MACHADO	ENSACADO FOSFATO DI CALCICO		
	APROBADO H. MACHADO	LAY OUT NIVEL 12500		



PLANO @ el. 14000

	PROYECTADO H. PEREZ	ESCALA: S/E	PROYECTO JCP	PETROQUIMICA DE VENEZUELA S.A. COMPLEJO MORON
	DISEÑADO J. PALACIOS	FECHA: SEPTIEMBRE/2004	INSTALACION POR ASIGNAR	
	REVISADO H. MACHADO	ENSACADO FOSFATO DI CALCICO		
APROBADO H. MACHADO	LAY OUT NIVEL 14000			

3.9. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.

La planta producirá 50.000 toneladas métricas anuales, con un factor de servicio de 330 días al año de producción continua, 24 horas al día, equivalentes a 152 toneladas al día, o 6,313 toneladas por hora.

La planta comenzará operaciones en el año 2007 al 70% de capacidad, equivalente a 35.000 TM/a, en el año 2008 producirá 45.000 TM/a y a partir del año 2009 producirá 50.000 TM/a. El excedente se exportará al mercado internacional.

Para satisfacer la demanda durante las paradas de planta por mantenimiento de equipos, se tendrá almacenado un volumen de DCP correspondiente a 60 días de producción.

La sección de ensacado, a diferencia de la planta, funcionará 52 semanas al año, de lunes a viernes en el horario de 7:00 a.m. a 12:00 m y de 1:00 p.m. a 4:00 p.m. Ensacará 962 TM semanales, equivalentes a 192 TM/d o 24 TM/h. Los sacos son depositados directamente en gandolas que transporten el producto a los compradores.

3.10. PERSONAL.

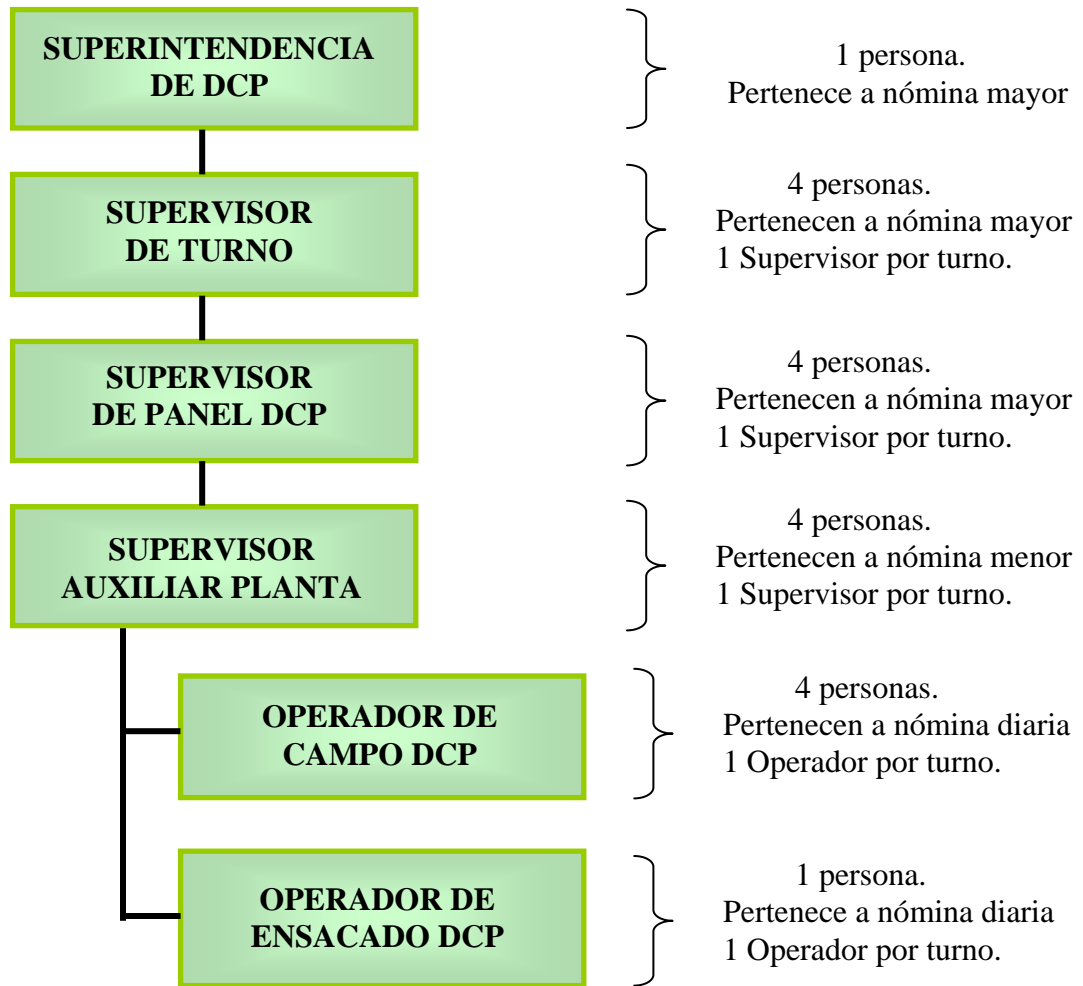
El personal directo de la planta de DCP está constituido por un superintendente, 4 supervisores de turno, 4 supervisores de panel, 4 supervisores auxiliares, 4 operadores de campo y 1 operador de ensacado.

El superintendente de DCP y el auxiliar de ensacado trabajan de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:00 m y de 1:00 p.m. a 4:00 p.m.

El resto del personal directo de la planta se distribuye en 4 turnos a la semana. Cada turno comprende 4 días de labor, de 12 horas cada uno, y 4 días de descanso. Dos turnos son diurnos, trabajan de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y dos turnos son nocturnos, laboran de 7:00 p.m. a 7:00 a.m.

A continuación se incluye el organigrama de la planta de DCP.

Figura 3.10
Organigrama Mano De Obra Directa Planta DCP



C
A
P
I
T
U
L
O

IV

INVERSIONES, INGRESOS Y EGRESOS

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y los intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Los activos tangibles están conformados por los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinarias, equipos, vehículos de transporte y otros.

Los activos intangibles representan el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesario para su funcionamiento y que incluyen: patentes de inversión, marcas, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos y de instalación o montaje y puesta en marcha entre otros.

4.1. INVERSIONES FIJAS.

Comprende los recursos financieros necesarios para la instalación y puesta en marcha de la planta. Se divide en activos fijos tangibles e intangibles. Los cálculos respectivos se encuentran en el apéndice C.

4.1.1. Inversión en activos fijos tangibles:

a) Terreno.

El costo del terreno es cero, debido a que el espacio físico requerido para la planta de DCP estará dentro del complejo.

b) Obras civiles.

Dentro de las obras civiles están:

- ✓ Construcción de edificios: Abarca la construcción tanto de la planta como el edificio de ensacado, almacén y sala de control. El costo de cada edificación se muestra en la tabla 4-1.
- ✓ Silos: Se requieren tres silos con capacidad de 174 m³ c/u con un valor total de MMBs 339
- ✓ Fundaciones: el costo para la fundación de los equipos que están dentro de los límites de la planta (ISBL) es de MMBs 998,4, obtenido por cotización de la

KEMWorks, por otra parte, para la sección de ensacado y almacén, el costo de las fundaciones representa el 45% del costo total de los equipos (criterio de *Peters and Timmerhaus*).

- ✓ Preparación del terreno: El costo de preparación del terreno, tanto para la planta como para el ensacado y almacén, representa el 10% del costo de los equipos (criterio de *Peters and Timmerhaus*).

Tabla 4.1
Obras Civiles (MMBs)

OBRAS CIVILES	PLANTA	ENSACADO	ALMACEN	SALA DE CONTROL
Construcción edificio	712,32	733,6	1.047,5	1.600
Silos	339	--	--	--
Fundaciones	998,4	833,28	251,52	--
Preparación del terreno	706,88	184,44	56,6	--

NOTA: El costo de preparación del terreno de la sala de control está incluido dentro de la construcción del edificio.

c) Equipos principales.

Dentro del costo de los equipos principales están incluidos los repuestos, el flete desde cualquier puerto (nacional o en el exterior) hasta el complejo, transporte terrestre, seguros e impuestos.

En las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 se presenta el costo de los equipos tanto de la planta como de la sección de ensacado y almacén.

El costo de los equipos que pertenecen a la sala de control está incluido dentro de la obra civil.

Se estima un 6% del costo del equipo para flete en tierra, 14% para el flete en mar y seguros y 15% de impuestos. El costo de los repuestos para los equipos importados se estima en un 10% del precio del equipo. Para los equipos nacionales, se estima un 12% del precio del equipo. (Ver tabla 4.5).

Tabla 4.2
Equipos principales – Planta

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (US\$)	PRECIO (Bs.)
Agitador	4		
Bomba Centrifuga	14		
Enfriador	1		
Calentador	1		
Tanque de Mezcla	1		
Tanque de sello	3		
Reactor	1		
Tanques	2		
Cintas transportadoras	12 m		
Molino	1		
Alimentador de tornillo	2		
Lavador	3		
Ventilador	7		
Criba	2		
Chimenea	2		
Filtro de manga	5		
Pesadora de impacto	3		
Secador	1		
Horno	1		
Elevador de Cangilón	2		
Sub Total		2.236.000 *	
Tolvas ¹	3	92.616	
Cinta transportadora ¹	138 m		416.360.131
Bomba vertical	1	5.400	
Motor ²	4	3.314	
Tanque de efluente ³	1		39.870.000
Total Equipos		2.337.330	456.230.131

* Costos obtenidos por cotización de la *KEM Works*

1 Costos estimados a partir el método de escalonamiento (ver apéndice C).

2 Costos obtenidos por cotización de la empresa *Baldor*

3 Costo estimado según el *Manual de estimación de costos clase V de PDVSA* (ver apéndice C).

NOTA: El precio de los equipos importados son representados en dólares
El precio de los equipos nacionales es representado en bolívares

Tabla 4.3
Equipos principales – Ensacado

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)	PRECIO (Bs.)
Ensacadora ³	2	123.500	
Criba ¹	2	111.260	
Motor ²	6	5.596	
Elevador de Cangilón ¹	1	174.142	
Tolva ¹	5	154.360	
Cinta Transportadora ¹	73 m	--	220.248.475
Total Equipos		568.858	220.248.475

1 Costos estimados a partir el método de escalonamiento (ver apéndice C).

2 Costos obtenidos por cotización de la empresa *Haver Boeker*

3 Costos obtenidos por cotización.

NOTA: El precio de los equipos importados son representados en dólares
El precio de los equipos nacionales es representado en bolívares

Tabla 4.4
Equipos principales – Almacén

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)	PRECIO (Bs.)
Tolva ¹	1	30.872	
Raspadora ¹	1		190.000.000
Cinta transportadora ¹	65 m		196.111.656
Motor ²	3	1.434	
Total Equipo		32.306	386.111.656

1 Costos estimados a partir el método de escalonamiento (ver apéndice C).

2 Costos obtenidos por cotización de la empresa *Baldor*

NOTA: El precio de los equipos importados son representados en dólares
 El precio de los equipos nacionales es representado en bolívares

En la tabla 4.5 se presenta el costo total de los equipos, incluyendo fletes y repuestos.

Tabla 4.5
Equipos principales - Total

EQUIPOS PRINCIPALES	PLANTA		ENSACADO		ALMACEN	
	MUS\$	MMBs	MUS\$	MMBs	MUS\$	MMBs
Equipos	2.337	456	569	220	32	386
Repuestos	234	55	57	26	3	46
Otros *	818	46	199	22	11	39
Total Equipos	3.389	557	825	269	47	471

* Incluye flete en tierra y en mar, seguros e impuestos

FUENTE: Cálculos propios

d) Procura.

Dentro de la procura se incluye:

- ✓ Equipo de instrumentación: Para la sección de ensacado y almacén, se estima un 9% del costo del equipo (criterio de *Peters and Timmerhaus.*).
- ✓ Tubería: Para la sección de ensacado y almacén, se estima un 16% del costo del equipo (criterio de *Peters and Timmerhaus.*).
- ✓ Aislamiento de equipos: Los equipos pertenecientes a la sección de ensacado y almacén no presentan ningún material aislante.
- ✓ Materiales eléctricos: Para la sección de ensacado y almacén, se estima un 10% del costo del equipo (criterio de *Peters and Timmerhaus.*).
- ✓ Los rubros que pertenecen a la sala de control están incluidos dentro del monto de la obra civil.

El costo de los rubros que están dentro del límite de la planta se obtuvo por cotización de la KEM Works.

Tabla 4.6
Procura (MMBs)

PROCURA	PLANTA	ENSACADO	ALMACEN
Equipo de instrumentación	287,04	166,72	50,49
Tubería	486,72	296,38	89,76
Aislamientos de equipos	37,44	0	0
Materiales eléctricos	798,72	185,24	56,10
Total Procura	1609,92	648,34	196,35

FUENTE: Cálculos propios

4.1.2. Inversión en activos fijos intangibles:

a) Montaje y Puesta en Marcha.

Abarca aquellos gastos preoperativos referidos a:

- ✓ Montaje Instrumentación.
- ✓ Montaje eléctrico.
- ✓ Montaje mecánico.
- ✓ Puesta en marcha.

El costo total de montaje y Puesta en Marcha que están dentro de los límites de la planta (ISBL) es obtenido por cotización de la KEM Works. Para la sección de ensacado y almacén, se estima un 39% del costo del equipo.

b) Estudios de Ingeniería.

Abarca aquellos gastos preoperativos referidos a estudios de Ingeniería Conceptual, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle e Ingeniería de Procura.

Los estudios de ingeniería para la elaboración de la planta de DCP son cotizados por la Consultora de Ingeniería KEM Works. (Ver tabla 4-7)

Para la construcción de la sección de ensacado y almacén se considera un 33% del costo del equipo. (Ver tabla 4-7)

Los costos de ingeniería asociados a la sala de control están incluidos dentro de la construcción del edificio.

Tabla 4.7
Estudios de Ingeniería (MMBs.)

INGENIERÍA	PLANTA	ENSACADO	ALMACEN
Ingeniería Básica			
Ingeniería Conceptual			
Ingeniería de Detalle			
Ingeniería de Procura			
Total Ingeniería	1.622,4	611,29	185,13

FUENTE: Cálculos propios.

c) Licencia.

Este rubro no se aplica para los edificios de Ensacado, Almacén y Sala de Control.

Costo de Licencia = US\$ 130.000 (Cotización de la KEM Works).

d) Contingencia.

Para la sección de ensacado, almacén y sala de control, se considera el 20% de los activos fijos tangibles más el estudio de Ingeniería, construcción y montaje, (ver tabla 4-8).

La contingencia estimada para la planta de DCP es cotizada por la KEM Works.

Tabla 4.8
Contingencia (MMBs.)

CONTINGENCIA	PLANTA	ENSACADO	ALMACEN	SALA DE CONTROL
Total contingencia	1.497,60	1.117,38	503,46	320

FUENTE: Cálculos propios.

4.2. CAPITAL DE TRABAJO.

Está representado por el capital adicional (distinto de los activos tangibles e intangibles) que hay que desembolsar para que empiece a funcionar la planta. El Capital de Trabajo corresponde a los tres primeros meses del costo de producción, es requerido para suplir la materia prima, servicios industriales y mano de obra directa, lo cual tiene un monto equivalente a Bs. 4.090 MM.

4.3. RESUMEN DE INVERSIONES.

Tabla 4.9
Resumen de Inversiones

RUBRO	TOTAL (MMBs)
TERRENO	--
EQUIPOS PRINCIPALES	9.477
OBRAS CIVILES	7.464
PROCURA	2.455
INGENIERÍA	2.419
LICENCIA	250
CONTINGENCIA	3.438
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	2.314
CAPITAL DE TRABAJO	4.090
INVERSIÓN	31.907

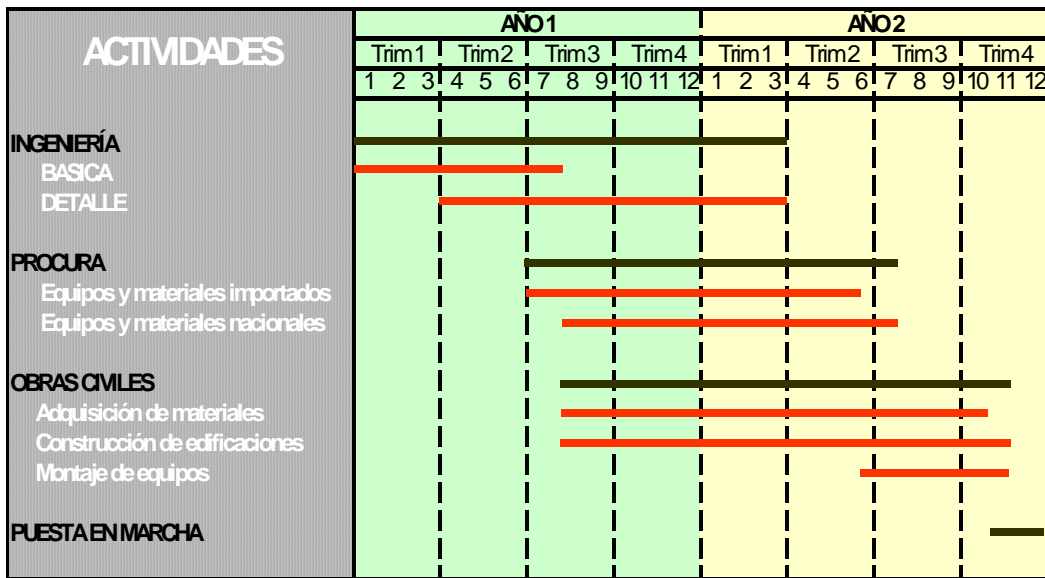
TASA DE CAMBIO: 1920 Bs./US\$

FUENTE: Cálculos propios.

4.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

A continuación se incluye el diagrama de Gantt estimado del cronograma de ejecución correspondiente a la planta de DCP, basado en el resumen de inversiones.

Figura 4.1
Cronograma de ejecución Planta DCP



FUENTE: Cálculos propios

4.5. CRONOGRAMA DE INVERSIÓN.

A continuación se presenta la siguiente tabla de inversión, obtenida a partir del cronograma de ejecución estimado para la planta de DCP:

Tabla 4.10
Cronograma de Inversión (MMBs.)

RUBRO	AÑO 1	AÑO 2	TOTAL
Terreno	--	--	--
Equipos Principales	4.405	5.072	9.477
Procura	1.141	1.314	2.455
Obras civiles	2.343	5.121	7.464
Ingeniería	1.923	496	2.419
Montaje y Puesta en Marcha	--	2.314	2.314
Licencia	--	250	250
Contingencia	--	3.355	3.438
Capital de Trabajo	--	4.090	4.090

FUENTE: *Cálculos propios*

TOTAL INVERSIÓN
MMBs 31.907

4.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Los costos de producción asociados a la planta de DCP están conformados por los siguientes elementos:

- ✓ Costos de Fabricación.
- ✓ Costos de Administración y Ventas.
- ✓ Costos Financieros.

4.6.1. Costos de Fabricación.

Los rubros asociados a los costos de fabricación son:

a) Materia prima.

Consta de todo material utilizado y que forma parte del producto terminado (DCP); estos costos incluyen fletes de compra y manejo. Está constituida por la piedra caliza, el ácido fosfórico, la sílice y los sacos, (ver tabla 4-11). Constituye un costo variable de producción.

Tabla 4.11
Costos de Materia prima.

MATERIA PRIMA	UNIDAD	COSTO (Bs./Unidad)	COSTO (MMBs./Año)
Piedra Caliza ¹	TM	180.000	4.990
Acido Fosfórico ²	TM	359.564	9.671
Sílice ³	Kg.	215	53
Sacos ²	Sacos de 50 Kg.	700	700
Total Materia Prima			15.414

FUENTE: 1 PROMIVEN C.A.
2 Pequiven – Gerencia de Ventas.
3 SAGA.

b) Servicios Industriales.

Los servicios industriales requeridos para la elaboración de DCP están constituidos por el gas natural, electricidad, vapor de agua de baja presión, agua potable y aire comprimido, (ver tabla 4-12). Constituye un costo variable de producción.

Tabla 4.12
Costos de Servicios Industriales.

SERVICIOS INDUSTRIALES	UNIDAD	COSTO (Bs./Unidad)	COSTO (MMBs./Año)
Gas Natural ¹	MMBtu	2.035	129
Electricidad ¹	MW	40.593	154
Vapor ¹	Kg.	6	24
Agua Potable ¹	m ³	110	22
Aire Comprimido ¹	m ³	18	43
Total Servicio Ind.			372

FUENTE: 1 Pequiven – Complejo Morón

c) Labor.

Esta conformada por la mano de obra directa e indirecta utilizada para transformar la materia prima en producto terminado: el superintendente de la planta, 4 supervisores de turno, 4 supervisores de panel de DCP, 4 supervisores auxiliares, 4 operadores de campo y un operador de ensacado. Las clases de costos por concepto de labor están especificadas en la tabla 4-13. Constituye un costo fijo de producción.

Tabla 4.13
Costos de labor

CLASES DE COSTOS	MONTO (Bs./Año)
CEPET Aporte 2%	
Ley Política Habitacional. Plan de vivienda	
Seguro Forzoso y S.S.O. – Aporte empresa	
Intereses sobre prestaciones sociales.	
Subsidio Comedor / Clubes	
Labor Directa Nómina Menor	
Labor Indirecta Nómina Menor.	
Beneficios Labor Directa Nómina Menor	
Aporte. Seguro Accidente	
Total Labor	574.633.562

FUENTE: Pequiven – Finanzas

d) Mantenimiento.

Representa el costo debido al mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los equipos principales e incluye solamente los repuestos necesarios, sin incluir la mano de obra calificada. Constituye un costo Mixto de producción.

Tabla 4.14
Costos de Mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs.)	
Planta	392.363.636
Almacén y Ensacado	561.636.364
Total Costo Mantenimiento	954.000.000

FUENTE: Pequiven - Finanzas

e) Seguro.

Se considera el 1% del valor total de la inversión, el cual representa un monto total de: Bs. 319.070.000. (Según “Manual para la Evaluación Económica de Propuestas de Inversión en la Industria Petroquímica”)

Constituye un costo fijo de producción

f) Depreciación.

Toda la inversión en activos fijos tangibles se deprecia. Se considera un tiempo de depreciación de 20 años para las obras civiles y 10 años para los equipos, tuberías e instrumentos relacionados con el proceso productivo (ver tabla 4-15)

El valor de salvamento es cero para los equipos, instrumentos y obras civiles depreciadas.

Constituye un costo fijo de producción.

Tabla 4.15
Costos por Depreciación

RUBRO	DEPRECIACIÓN	MONTO (MMBs./Año)
Equipos Principales	10 años	119
Obras Civiles	20 años	356
Equipos de Instrumentación	10 años	51
Tuberías	10 años	87
Aislamientos de Equipos	10 años	4
Materiales Eléctricos	10 años	104
Total Depreciación		721

FUENTE: Pequiven – Manual para la Evaluación Económica de Propuestas de Inversión

g) Amortización.

Representa el monto anual de recuperación de la inversión por concepto de licencia, ingeniería, contingencia, montaje y puesta en marcha, en el cual se considera un tiempo de recuperación de 8 años para la licencia y 3 años para las demás inversiones en activos intangibles (ver tabla 4-16).

Constituye un costo fijo de producción.

Tabla 4.16
Costos por Amortización

RUBRO	AMORTIZACIÓN	MONTO (MMBs./Año)
Licencia	8 años	31
Ingeniería	3 años	806
Contingencia	3 años	1146
Montaje y Puesta en Marcha	3 años	772
Total Amortización		2.755

FUENTE: Pequiven - Finanzas

h) Impuestos Municipales.

Se estima el 0,5% sobre el precio venta del DCP con una producción del 100%. (Información obtenida a partir de la gerencia de finanzas Pequiven). Constituye un costo fijo de producción, aunque se determina a partir del precio de venta.

El precio de venta máximo para que el DCP sea competitivo en el mercado es de 320 US\$ /TM.

Gastos por Impuestos = Bs. 154.000.000

4.6.2. Costos de Administración y Ventas.

a) Costos de Administración.

Como su nombre lo indica, representa el costo procedente de labores administrativas en la cual se incluye pago a las siguientes gerencias:

- Gerencia General.
- Recursos Humanos.
- AIT.
- Copequim.
- Asuntos Públicos.
- Jurídico
- Recursos Técnicos
- Unidad de Negocios de Fertilizantes (UNFER)
- Prevención y Control de Pérdidas (PCP)

El monto total estimado es de Bs. 864.000.000. (Pequiven - Finanzas)

Constituye un costo fijo de producción

b) Costos de Ventas.

Representa todos los costos que inciden en la venta del DCP como son los gastos de promoción y el pago a las siguientes gerencias:

- Ventas.
- Finanzas.
- Mercadeo.

El monto estimado es de Bs. 271.000.000. (Pequiven - Finanzas)

Constituye un costo fijo de producción.

c) Otros costos.

Representa todos aquellos costos concernientes a las unidades de apoyo del proceso productivo, integrado por las siguientes gerencias:

- Mantenimiento.
- Técnica.
- SHA.
- Producción.

El monto total estimado es de Bs. 696.000.000.

Constituye un costo fijo de producción.

4.6.3. Costos financieros.

Los costos financieros corresponden al pago de intereses provenientes de un préstamo realizado por una institución financiera. Como el proyecto es evaluado sin financiamiento bancario, los costos financieros son cero.

4.7. CUADRO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

El cuadro resumen de costos de producción incluye los costos de fabricación, administración, ventas y financieros. Igualmente se especifica cuales son costos fijos y cuales son costos variables.

Tabla 4.17
Cuadro de Costos de Producción Anual.

COSTOS	TIPO	TOTAL (MMBs.)
➤ COSTOS DE FABRICACIÓN		
Materia prima	VARIABLE	15.414
Servicios Industriales	VARIABLE	372
Labor	FIJO	575
Seguros	FIJO	319
Mantenimiento	FIJO	954
Depreciación	FIJO	721
Amortización	FIJO	2.754
Impuestos	FIJO	154
Total Costos de Fabricación		21.263
➤ COSTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTA		
Administración	FIJO	864
Venta	FIJO	271
Otros costos	FIJO	696
Total Costos de Administración y Venta		1.831
➤ COSTOS FINANCIEROS		
Total Costos Financieros		0
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN		23.094

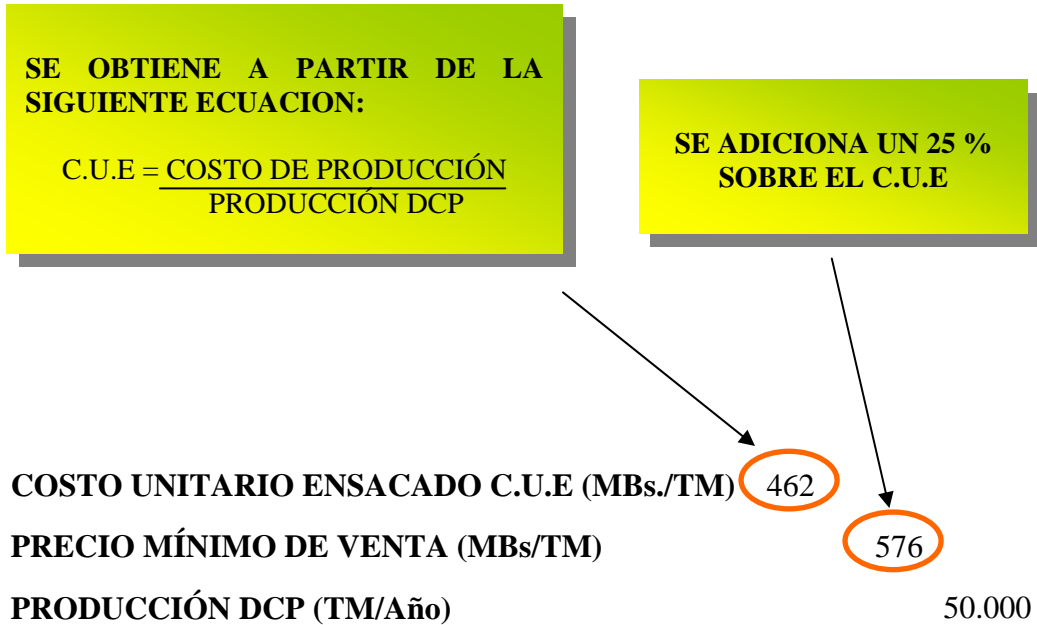
TASA DE CAMBIO: 1920 Bs./US\$

Tabla 4.18
Cuadro de costos fijos y variables

TIPO DE COSTO	MONTO (MMBs.)
➤ VARIABLE	15.786
➤ FIJO	7.308

FUENTE: Cálculos propios

4.8. COSTO UNITARIO ENSACADO (C.U.E.)



4.9. INGRESOS.

Los ingresos provienen de la venta de DCP a las industrias que elaboran alimento concentrado para animales.

Se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{INGRESO} = \text{PRECIO MÍNIMO DE VENTA} \times \text{PRODUCCIÓN (TM)}$$

El ingreso para un año donde la planta está produciendo al 100 % de su capacidad es:

$$\text{INGRESO (MMBs)} = 576.000 \text{ Bs./TM} \times 50.000 \text{ TM} = \text{Bs. } \mathbf{28.800 \text{ MM}}$$

C
A
P
I
T
U
L
O
V

EVALUACION DEL PROYECTO

5.1. PROYECCIONES FINANCIERAS

5.1.1. Premisas empleadas para realizar el análisis económico.

Para realizar el análisis económico del proyecto, se consideraron ciertas premisas básicas aparte de los datos obtenidos de los cuadros de costos e inversiones. Dichas premisas son las siguientes:

- a) Tasa de cambio oficial: Bs. 1.920/US\$
- b) ISLR: 34%
- c) Vida útil del proyecto: 20 años.
- d) Tasa de Descuento: 12% y 15%. La evaluación económica se realiza en US\$, pues la economía norteamericana es más estable y se puede predecir de modo más fiable la tasa de interés o tasa activa del mercado.
- e) La evaluación económica se proyecta en términos constantes, sin tomar en cuenta el índice inflacionario interanual; a diferencia de la evaluación en términos corrientes, la cual toma en cuenta el índice de inflación.
- f) Toda la producción se vende en el mercado nacional.
- g) Se considera que el premio al riesgo es cero, de forma que la Tasa de Descuento, la Tasa de Inflación supuesta y la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) coinciden.

5.1.2. Cuadro de Flujo de Caja Neto

A continuación se incluye el cuadro correspondiente al Flujo de Caja Neto durante los 20 años de vida útil del proyecto. El Flujo Neto Efectivo se proyecta en términos constantes y luego se descuenta empleando un factor de actualización, el cual depende de la tasa de descuento.

A partir de éste cuadro se determinan los índices de rentabilidad del proyecto. Para mayores detalles consulte el apéndice D.

Tabla 5.1
Flujo de Caja Neto. Tasa de descuento 12%.

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2026
INVERSIONES										
TOTAL INVERSIONES	-1	0	0	45.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
	-5.110.605	-11.507.328								
PRODUCCIÓN										
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)	0	0	35.000	45.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
INGRESOS POR VENTAS										
TOTAL ING. POR VENTAS (\$)			10.500.000	13.500.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
EGRESOS										
* COSTOS VARIABLES			5.755.377	7.399.770	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967
* COSTOS FIJOS			3.805.932	3.805.932	3.805.932	2.387.306	2.371.056	2.181.226	2.181.226	2.181.226
TOTAL EGRESOS			9.561.309	11.205.703	12.027.899	10.609.273	10.593.023	10.403.194	10.403.194	10.403.194
INGRESO GRAVABLE										
TOTAL INGRESOS GRAVABLE			938.691	2.294.297	2.972.101	4.390.727	4.406.977	4.596.806	4.596.806	4.596.806
-ISLR (34%)			319.155	780.061	1.010.514	1.492.847	1.498.372	1.562.914	1.562.914	1.562.914
INGRESO NETO										
TOTAL INGRESOS NETO			619.536	1.514.236	1.961.586	2.897.880	2.908.605	3.033.892	3.033.892	3.033.892
+ depreciación			375.366	375.366	375.366	375.366	375.366	185.537	185.537	185.537
+ Amortización			1.434.877	1.434.877	1.434.877	16.250	0	0	0	0
FLUJO EFECTIVO										
	-5.110.605	-11.507.328	2.429.778	3.324.478	3.771.829	3.289.496	3.283.971	3.219.429	3.219.429	3.219.429
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	1,12	1	0,89285714	0,79719388	0,71178025	0,63551808	0,36061002	0,20461981	0,11610678	0,10366677
FLUJO DE CAJA DESCONTADO	-5.723.878	-11.507.328	2.169.445	2.650.254	2.684.713	2.090.534	1.184.233	658.759	373.797	333.748
SUMA DE FLUJO DESCONTADOS			24.043.062				INVERSIÓN ACTUALIZADA			
								-17.231.206		

Tabla 5.2
Flujo de Caja Neto. Tasa de descuento 15%.

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2026
INVERSIONES	-1	0	1	2	3	4	9	14	19	20
TOTAL INVERSIONES	-5.110.605	-11.507.328								
PRODUCCIÓN										
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)	0	0	35.000	45.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
INGRESOS POR VENTAS										
TOTAL ING. POR VENTAS (\$)			10.500.000	13.500.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
EGRESOS										
* COSTOS VARIABLES			5.755.377	7.399.770	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967	8.221.967
* COSTOS FIJOS			3.805.932	3.805.932	3.805.932	2.387.306	2.371.056	2.181.226	2.181.226	2.181.226
TOTAL EGRESOS			9.561.309	11.205.703	12.027.899	10.609.273	10.593.023	10.403.194	10.403.194	10.403.194
INGRESO GRAVABLE										
TOTAL INGRESOS GRAVABLE			938.691	2.294.297	2.972.101	4.390.727	4.406.977	4.596.806	4.596.806	4.596.806
-ISLR (34%)			319.155	780.061	1.010.514	1.492.847	1.498.372	1.562.914	1.562.914	1.562.914
INGRESO NETO			619.536	1.514.236	1.961.586	2.897.880	2.908.605	3.033.892	3.033.892	3.033.892
TOTAL INGRESOS NETO			619.536	1.514.236	1.961.586	2.897.880	2.908.605	3.033.892	3.033.892	3.033.892
+ depreciación			375.366	375.366	375.366	375.366	375.366	185.537	185.537	185.537
+ Amortización			1.434.877	1.434.877	1.434.877	16.250	0	0	0	0
FLUJO EFECTIVO			-5.110.605	-11.507.328	2.429.778	3.324.478	3.771.829	3.283.971	3.219.429	3.219.429
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	1,15	1	0,86956522	0,75614367	0,65751623	0,57175325	0,28426241	0,14132866	0,07026532	0,06110028
FLUJO DE CAJA DESCONTADO	-5.877.196	-11.507.328	2.112.851	2.513.783	2.480.039	1.880.780	933.509	454.998	226.214	196.708
SUMA DE FLUJO DESCONTADOS			20.096.198			INVERSIÓN ACTUALIZADA		-17.384.524		

5.2. PUNTO DE EQUILIBRO

El punto de equilibrio indica el porcentaje de la producción para el cual los ingresos por ventas son iguales a los costos totales de producción, de forma que no existe pérdida ni ganancia durante la operación de la planta. No es un parámetro útil para medir la rentabilidad del proyecto.

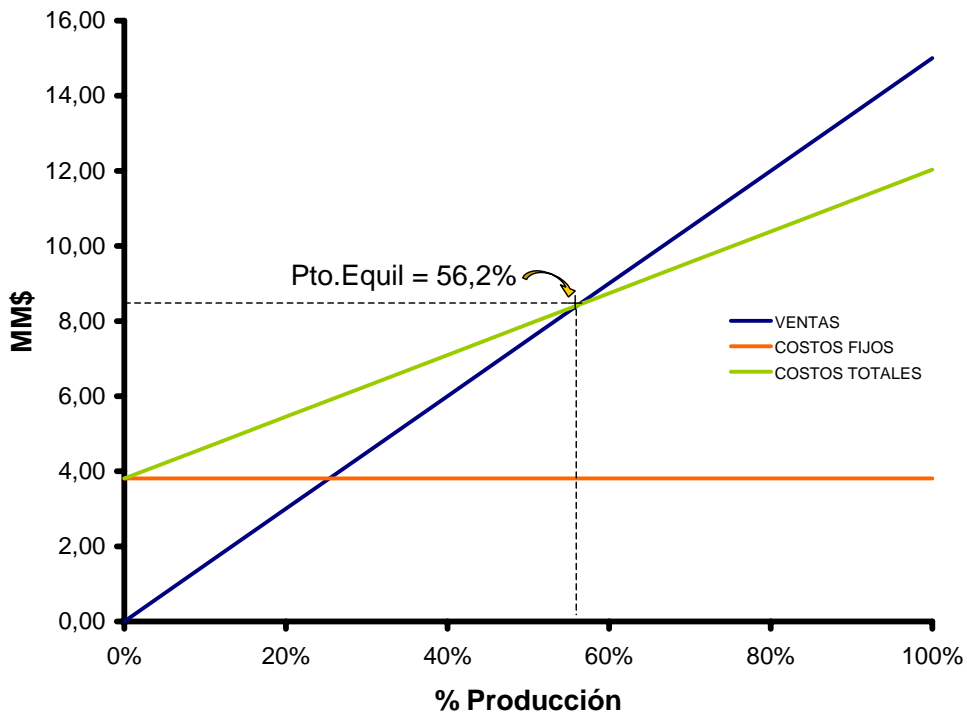
Para determinarlo se toma el tercer año de operaciones de la planta, año 2009, en el cual la producción es del 100%. Del cuadro 5-1 se conoce:

Costos fijos : CF = US\$ 3.805.932
 Costos variables : CV = US\$ 8.221.967
 Ingresos por ventas : V = US\$ 15.000.000

De forma que el punto de equilibrio es:

$$PE = \frac{CF}{V - CV} = \frac{\$3.805.932}{\$15.003.181 - \$8.221.967} = 56,2\%$$

Gráfica 5.1
Punto de Equilibrio. Año 2009.



La producción mínima para la cual no existen pérdidas durante la operación de la planta es de 28.100 TM anuales, 56,2% de la capacidad de la planta.

Como los costos por depreciación y amortización disminuyen con los años, el punto de equilibrio es menor. Para el año 2017, 11° año de operaciones de la planta, en el cual se amortizaron todas las inversiones en activos intangibles; y se depreciaron los equipos de proceso, instrumentos y demás inversiones en activos tangibles, a excepción de las obras civiles, se conoce la siguiente información:

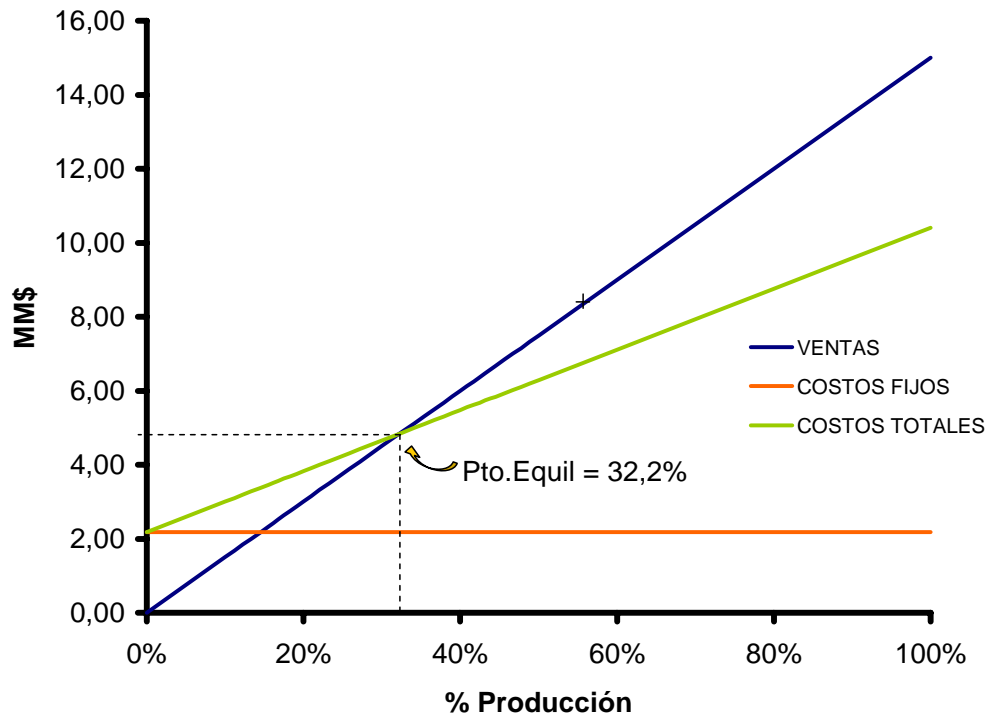
Costos fijos	:	CF	=	US\$	2.181.226
Costos variables	:	CV	=	US\$	8.221.967
Ingresos por ventas	:	V	=	US\$	15.000.000

De forma que el punto de equilibrio es:

$$PE = \frac{CF}{V - CV} = \frac{\$2.181.226}{\$15.000.000 - \$8.221.967} = 32,2\%$$

Lo cual equivale a una producción de 16100 TM anuales de DCP.

Gráfica 5.2
Punto de Equilibrio. Año 2017.



5.3. ÍNDICES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

A diferencia del Punto de Equilibrio, los índices de rentabilidad permiten conocer si el proyecto es rentable. Los índices de rentabilidad del proyecto son los siguientes:

1. Valor Presente Neto (VPN)
2. Tasa Interna de Retorno (TIR)
3. Eficiencia de la Inversión
4. Tiempo de recuperación de la inversión.

5.3.1. Valor Presente Neto.

El VPN corresponde al valor actual de los Flujos Netos Efectivos, determinado para el horizonte económico proyectado (20 años). Se calcula como la diferencia entre el Valor Presente de la Inversión y la suma de Flujos Descontados, tomando el año cero como referencia, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VPN} = \text{VP de la Inversión} - \text{Flujo Descontado} = -\sum_{-1}^0 \frac{I}{(1+i)^t} + \sum_{t=0}^{20} \frac{FE}{(1+i)^t}$$

a) Tasa de descuento 12%

Del cuadro de Flujo de Caja Neto 5-1 se conoce la siguiente información:

VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN:	US\$ 17.231.206
SUMA DE FLUJOS DESCONTADOS:	US\$ 24.043.062

$$\text{VPN} = \$24.043.062 - \$17.231.206 = \mathbf{\$ 6.811.856}$$

b) Tasa de descuento 15%

Del cuadro de Flujo de Caja Neto 5-2 se conoce la siguiente información:

VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN:	US\$ 17.384.524
SUMA DE FLUJOS DESCONTADOS:	US\$ 20.096.198

$$\text{VPN} = \$20.096.198 - \$17.384.524 = \mathbf{\$ 2.711.674}$$

En ambos casos el VPN es positivo, lo cual significa que el proyecto es rentable, comparado con una TMAR del 12% o 15%.

5.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno representa la máxima tasa de descuento que permite recuperar la inversión inicial en el horizonte económico proyectado de 20 años. Se determina igualando el VPN a cero, mediante la siguiente fórmula:

$$-\sum_{-1}^0 \frac{I}{(1+i)^t} + \sum_{t=0}^{20} \frac{FE}{(1+i)^t} = 0$$

La Inversión y el Flujo Neto Efectivo se conocen a partir del cuadro de Flujo Neto Efectivo V-1.

Resolviendo la ecuación:

$$\mathbf{TIR = 17,57 \%}$$

Como la TIR es mayor a la tasa de descuento de 15%, el proyecto es rentable, pues se recupera el dinero invertido a una tasa mayor que la Tasa Activa del Mercado.

El hecho que el VPN sea positivo asegura que la TIR de 17,57 % es mayor a la Tasa Activa Del Mercado, pues el VPN representa las ganancias actualizadas, después de recuperar la inversión inicial a una cierta Tasa de Descuento, la cual coincide con la TMAR, pues el premio al riesgo es cero.

5.3.3. Eficiencia de la inversión (e)

La eficiencia de la inversión mide la rentabilidad actual de la inversión por cada US\$ invertido, y se obtiene dividiendo el VPN del proyecto entre el Valor Presente de la Inversión:

a) Para la tasa de descuento 12%:

$$\mathbf{e = 1 + \frac{VPN}{VPI} = 1 + \frac{\$6.811.856}{\$17.231.206} = 1,40}$$

b) Para la tasa de descuento 15%:

$$e = 1 + \frac{VPN}{VPI} = 1 + \frac{\$2.711.674}{\$17.384.524} = \mathbf{1,16}$$

El proyecto resulta rentable para ambas tasas de descuento porque la eficiencia de la inversión es mayor a 1, lo cual ocurre siempre que el VPN sea positivo. La rentabilidad es mayor para la tasa del 12%, debido a que la eficiencia es mayor.

5.3.4. Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

Éste índice económico calcula el tiempo en el cual el proyecto devuelve la inversión inicial. Considerando una tasa de descuento 12%, el PRI es 10 años (ver tabla 5.3), mientras que para una tasa de descuento del 15% es 12 años (Ver tabla 5.4)

Tabla 5.3
Período de Recuperación de la Inversión Tasa de Descuento 12%.

AÑO		FLUJO DESCONTADO	SALDO A FINAL DE AÑO
-1	2005	-5.723.878	-5.723.878
0	2006	-11.507.328	-17.231.206
1	2007	2.169.445	-15.061.761
2	2008	2.650.254	-12.411.507
3	2009	2.684.713	-9.726.794
4	2010	2.090.534	-7.636.260
5	2011	1.866.548	-5.769.712
6	2012	1.666.561	-4.103.151
7	2013	1.488.001	-2.615.150
8	2014	1.328.572	-1.286.578
9	2015	1.184.233	-102.345
10	2016	1.057.351	955.006

FUENTE: Cálculos propios

Tabla 5.4
Período de recuperación de la Inversión. Tasa de descuento 15%.

AÑO	FLUJO DESCONTADO	SALDO A FINAL DE AÑO
-1	2005	-5.877.196
0	2006	-11.507.328
1	2007	2.112.851
2	2008	2.513.783
3	2009	2.480.039
4	2010	1.880.780
5	2011	1.635.461
6	2012	1.422.140
7	2013	1.236.643
8	2014	1.075.342
9	2015	933.509
10	2016	811.747
11	2017	691.994
12	2018	601.734

FUENTE: Cálculos propios

Tabla 5.5
Resumen de los índices de rentabilidad del proyecto

TIR (%)	17,57
VPN al 12% (\$)	6.811.856
VPN al 15% (\$)	2.711.674
Eficiencia de la Inversión al 12%	1,40
Eficiencia de la Inversión al 15%	1,16
PRI al 12% (años)	10
PRI al 15% (años)	12

FUENTE: Cálculos propios

5.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. RIESGO.

El análisis de sensibilidad permite determinar que tan fluctuantes son los índices de rentabilidad del proyecto, en específico la TIR y el VPN, cuando existe variación en sus variables más importantes:

- ✓ Volumen de producción.
- ✓ Precio de venta.
- ✓ Costo unitario de producción.
- ✓ Inversión inicial.
- ✓ Precio del ácido fosfórico grado fertilizante.

Para realizar el análisis de sensibilidad se comparó la Tasa Interna de Retorno con una TMAR de 12% y 15%. Igualmente, se calculó el Valor Presente Neto para Tasas de Descuento de 12% y 15%.

5.4.1. Variación en el volumen de producción.

Este estudio sirve para evaluar cuan sensible es el proyecto con disminución en el volumen de ventas.

Para realizar el estudio de sensibilidad variando el volumen de producción se tomó como premisas que los costos fijos, la inversión inicial y el precio de venta permanecen constantes.

Tabla 5.6
Sensibilidad Variando el Volumen de Producción.

Producción (TM/a)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
50.000	17,57	6.811.856	2.711.674
45.000	15,63	4.226.443	638.822
43.680	15,00	3.449.746	0
40.000	13,16	1.284.406	-1.772.291
37.820	12,00	0	-2.823.536
35.000	10,41	-1.657.631	-4.183.404

FUENTE: Cálculos propios

La producción mínima estimada para la cual el estudio sigue siendo rentable es 43.680 TM/a para una TMAR de 15% y 37.820 TM/a para una TMAR de 12%.

5.4.2. Variación en el precio de Ventas.

Este estudio sirve para determinar cuan sensible es el proyecto con variación en el precio de venta. La variación se estima en 20% de incremento o disminución.

Se tomo como premisas que el volumen de producción, inversión inicial y costo unitario permanecen constantes.

Tabla 5.7
Sensibilidad Variando el Precio de Venta

Variación (%)	Precio venta (\$/TM)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
-20	240	4,64	-7.289.441	-9.015.564
-15	255	8,47	-3.764.117	-6.083.755
-10	270	11,79	-238.793	-3.151.945
-5	285	14,78	3.286.531	-220.136
0	300	17,57	6.811.856	2.711.674
+5	315	20,19	13.862.504	5.643.483
+10	330	22,70	13.862.504	8.575.293
+15	345	25,11	17.387.828	11.507.102
+20	360	27,44	20.193.153	14.438.912

FUENTE: Cálculos propios

Para la TMAR de 15%, la evaluación económica deja de ser rentable con una disminución del precio de venta por debajo de US\$ 300/TM. Para la TMAR de 12%, el proyecto permanece rentable mientras el precio sea mayor a US\$ 285/TM.

En cambio, si el precio aumenta, el proyecto resulta más rentable mientras mayor sea el porcentaje de incremento.

5.4.3. Variación en el costo unitario de producción.

Mediante este estudio se evalúa cuan sensible es el proyecto a un incremento o disminución en el costo unitario variable de producción.

Se tomó como premisas que el precio de venta, inversión inicial y la producción permanecen constantes. Como la inversión inicial permanece constante, el costo fijo unitario también permanece constante.

Tabla 5.8
Sensibilidad Variando el Costo Variable de Producción

Variación (%)	Costo Fijo (\$/TM)	Costo Variable (\$/TM)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
-20	76,12	131,55	23,17	14.541.562	9.140.027
-15	76,12	139,77	21,82	12.609.865	7.533.395
-10	76,12	148,00	20,44	10.675.457	5.924.809
-5	76,12	156,22	19,02	8.743.579	4.318.177
0	76,12	164,44	17,57	6.811.701	2.711.546
+5	76,12	172,66	16,06	4.879.824	1.104.914
+10	76,12	180,88	14,51	2.947.946	-501.718
+15	76,12	189,11	12,88	1.013.718	-2.110.304
+20	76,12	197,33	11,18	-918.159	-3.716.935

FUENTE: Cálculos propios

Si el costo variable de producción aumenta, el proyecto es rentable hasta con un incremento del 15% para una TMAR de 12% y un incremento de solo 5% para una TMAR de 15%.

En cambio, si el costo variable de producción disminuye, la evaluación del proyecto sigue siendo rentable.

5.4.4. Variación en la inversión inicial.

Mediante este estudio se determina cuan sensible es el proyecto a una variación en la inversión inicial.

Se tomó como premisas que el precio de venta, producción y costo unitario de producción permanecen constantes. El capital de trabajo también permanece constante.

Tabla 5.9
Sensibilidad Variando La Inversión Inicial.

Variación (%)	Inversión inicial (\$)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
-30	11.632.553	24,50	11.620.540	7.579.532
-20	13.294.347	21,72	10.017.585	5.956.913
-10	14.956.141	19,46	8.414.720	4.334.293
0	16.617.934	17,57	6.811.856	2.711.674
+10	18.279.727	15,96	5.208.991	1.089.054
+15	19.110.624	15,23	4.407.559	277.744
+20	19.941.521	14,56	3.606.126	-533.565
+30	21.603.314	13,34	2.003.262	-2.156.185

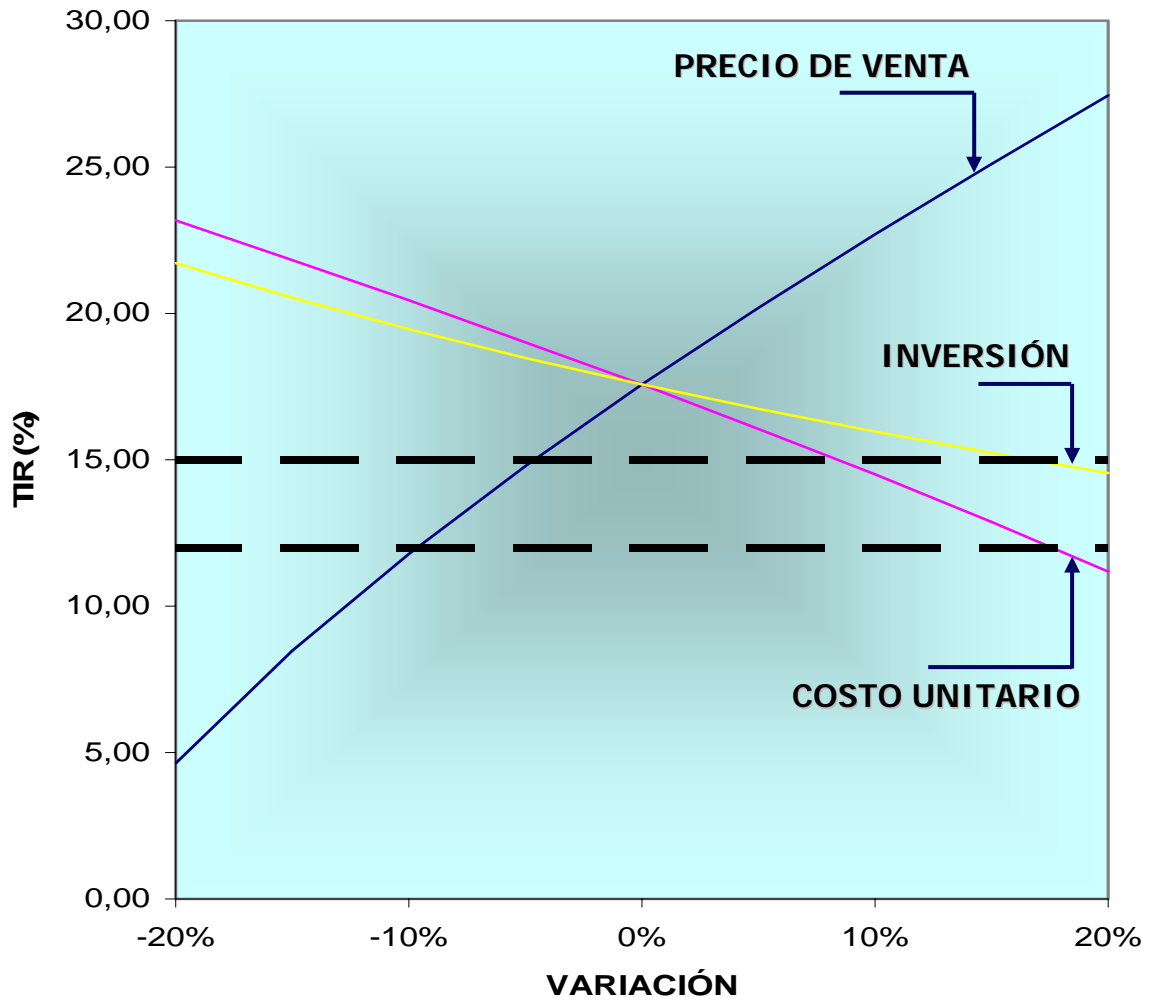
FUENTE: Cálculos propios

El proyecto sigue siendo rentable con un incremento de 30% de la inversión inicial para una TMAR de 12%; aunque para una TMAR de 15%, el proyecto es rentable con un porcentaje de incremento hasta del 15%.

En la gráfica 5-2 se puede apreciar la sensibilidad de la TIR del proyecto cuando varían el costo variable unitario, el precio de venta y la inversión inicial.

Se puede apreciar en la gráfica que de las tres variables representadas la evaluación económica es menos sensible a variaciones en la inversión, luego a variaciones en el costo unitario y por último es más sensible a variaciones en el precio de venta.

Gráfica 5.3
Análisis de Sensibilidad.
Variación de costo unitario, precio de venta e inversión inicial.



5.4.5. Variación en el precio del ácido fosfórico.

Mediante este estudio se determina si el proyecto sigue siendo rentable si se emplea ácido fosfórico grado fertilizante importado en sustitución del ácido fosfórico elaborado dentro del complejo.

Se tomó como premisas que la inversión inicial, la producción y los costos de producción fijos y variables permanecen constantes, a excepción del precio del ácido fosfórico.

El análisis se divide en dos casos:

a) El precio de venta del DCP permanece constante.

En la tabla 5.10 se muestra el Precio de Venta del Ácido Fosfórico importado, tomando como referencia la Costa Norteamericana en el Golfo de México (USGC), al cual hay que añadir US\$ 15/TM por concepto de flete hasta el Complejo. Por tratarse de un producto importado, también hay que incluir el arancel de importación, el cual incrementa el precio del Ácido.

Tabla 5.10
Precio Ácido Fosfórico grado fertilizante USGC

AÑO	Precio (US\$/TM)	Precio (US\$/TM) (incluye flete)
2004	295	300
2005	315	330
2006	325	340
2007	320	335
2008	300	315
2009	280	295
2010	255	270
Promedio	285	310

FUENTE: FERTECON Research Centre.

Realizando el estudio de Rentabilidad sin tomar en cuenta el arancel de importación del Ácido, se concluye que el proyecto no es rentable si se emplea Ácido Fosfórico Importado, mientras el precio de Venta se mantenga fijo en US\$ 300/TM. (Ver tabla 5.11).

Tabla 5.11
Sensibilidad Variando el Costo del Ácido Fosfórico

Costo ácido fosfórico (\$/TM)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
310	2,57	-9.121.037	-10.598.055
300	4,20	-7.799.578	-9.490.942
290	5,70	-6.478.119	-8.383.828
280	7,11	-5.156.659	-7.276.714
270	8,44	-3.835.200	-6.169.601

FUENTE: Cálculos propios

b) El precio de venta del DCP se incrementa.

Adicional a las premisas originales, el costo del ácido fosfórico se asume constante en US\$ 310/TM, su costo estimado promedio para los próximos años. El precio máximo al cual se puede vender el DCP en el mercado nacional es US\$ 340/TM, precio de venta de las empresas competidoras.

Tabla 5.12
Sensibilidad Variando el Precio de Venta
Ácido Importado

Precio de venta (\$/TM)	TIR (%)	VPN 12% (\$)	VPN 15% (\$)
300	2,57	-9.121.037	-10.598.055
310	5,50	-6.664.571	-8.540.037
320	8,07	-4.208.105	-6.482.019
330	10,42	-1.751.639	-4.424.001
340	12,61	696.342	-2.374.248

FUENTE: Cálculos propios

El proyecto no es rentable para una TMAR de 15% en el rango de precios en el cual el DCP es competitivo. Para una TMAR de 12%, el proyecto es rentable con un precio mínimo de venta de US\$ 340/TM, muy similar al precio de la competencia. Por lo tanto, no es conveniente emplear ácido fosfórico importado.

Al tomar en cuenta el arancel de importación el precio del ácido incrementa, de modo que la rentabilidad del proyecto es menor. Como el proyecto no es conveniente por su baja rentabilidad, no tomar en cuenta el arancel de importación no influye significativamente en los resultados.

5.5. EVALUACIÓN SOCIAL

La producción de fosfato di-Cálcico en el Complejo Petroquímico Morón destinado a suplir el mercado nacional de fosfatos de calcio grado alimenticio representa una disminución en el precio de US\$40 por tonelada. Cuando la planta se encuentre totalmente operativa el ahorro será US\$ 2MM anuales para el sector agroindustrial, lo cual debe reflejarse en un incremento en la calidad de vida de la población, quienes tendrán acceso a alimentos de origen animal a un menor costo.

5.6. IMPACTO AMBIENTAL.

Las emisiones de la planta de fosfato di-Cálcico dependen de la materia prima y de la tecnología empleada. Existen cuatro alternativas de tecnologías comerciales existentes y cada una de ellas emplea materia prima y tecnología diferente. El proceso a partir de piedra caliza y ácido fosfórico se seleccionó analizando la disponibilidad de adquirir la materia prima en el mercado nacional y la facilidad del proceso de producción.

5.6.1. Impacto ambiental de cada tecnología.

A continuación se analiza el impacto ambiental de cada proceso, resaltando la ventaja o desventaja, desde el punto de vista del impacto ambiental, de haber elegido el proceso de producción a partir piedra caliza y ácido fosfórico.

a) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática y ácido clorhídrico.

El proceso de producción se describió en la sección 3.2. La planta libera entre los efluentes sólidos cerca del 20% del contenido de P_2O_5 original de la roca, en forma de fosfato mono-Cálcico; fluosilicato de sodio, cloruro y fluoruro de calcio. También libera una corriente de gases, compuesta por dióxido de carbono, ácido carbónico y ácido clorhídrico, los cuales deben ser lavados antes de ser descargados al ambiente, pues el ácido clorhídrico es un gran contaminante.

Como los demás procesos de producción de compuestos fosfatados sólidos, esta planta genera gran cantidad de polvo. En conclusión, este proceso productivo ocasiona un gran pasivo ambiental.

b) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de roca fosfática y ácido sulfúrico.

La roca fosfática posee un elevado porcentaje de fosfato tri-Cálcico, el cual reacciona con ácido sulfúrico, se defluorina y se separa por filtración.

Al igual que en el proceso anterior, la planta libera entre los efluentes sólidos fluoruro de calcio, fluosilicato de sodio y fosfato mono-Cálcico; a los que se añade sulfato de calcio (yeso), el cual es separado DCP.

Con respecto a los gases, la planta libera una corriente de gases compuesta por dióxido de carbono, ácido carbónico y ácido clorhídrico, los cuales deben ser lavados antes de su expulsión a la atmósfera, al igual que en el proceso anterior.

Como este proceso, al igual que los demás, también libera polvos; en conclusión, genera un pasivo ambiental muy elevado.

c) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de ácido fosfórico y nitrato de calcio.

Este proceso se basa en la reacción de nitrato de calcio, el cual no se produce en cantidad suficiente en Venezuela, aunque genera menor cantidad de efluentes, pues el nitrato de Amonio se puede vender como subproducto.

d) Producción de fosfato di-Cálcico a partir de ácido fosfórico con piedra caliza.

Los efluentes liberados por la planta son sílice y ácido fluosilícico. La corriente de gases esta compuesta principalmente por aire y dióxido de carbono. A diferencia de los procesos anteriores, en éste proceso no se pierde parte del contenido de P_2O_5 original de la roca con los efluentes, no se libera ácido clorhídrico, fluoruro ni cloruro de calcio.

Al igual que con los demás procesos de producción de compuestos fosfatados, esta tecnología también genera gran cantidad de polvos.

En conclusión, la tecnología seleccionada genera menos pasivos ambientales que los otros procesos comerciales, por lo tanto, es el proceso menos contaminante de todos.

5.6.2. Control de emisiones.

La Ley Penal del Ambiente regula la cantidad de emisiones liberadas por una planta industrial, tanto en los efluentes sólidos y líquidos como en los gases descargados. Se conoce que las emisiones de la planta están conformadas por partículas suspendidas (polvo); ácido fluosilícico y sílice como efluentes sólidos en el licor de lavado; y ruido, debido a los diversos equipos de la planta.

Las partículas suspendidas son elementos contaminantes. En la tabla 5.13 están las regulaciones que establece la ley Penal del Ambiente para las emisiones máximas permitidas de partículas totales suspendidas en el aire. El método de muestreo es de gran volumen.

Tabla 5.13
Límites de calidad del aire

Contaminante	Límite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Porcentaje de excedencia	Período de medición (h)
❖ Partículas totales suspendidas	75	50%	24
	150	5%	
	200	2%	
	260	0,5%	

FUENTE: Ley Penal del Ambiente. Decreto 638.

Con el propósito de controlar la cantidad de partículas suspendidas en el aire la planta cuenta con filtros de manga instalados en los puntos de aspiración de polvo y a la descarga de los dos tambores principales. Los filtros de manga tienen una eficiencia mayor al 99% en la captación de polvos, la cual es mayor a demás equipos existentes. Para lavar los humos que arrastre el dióxido de carbono proveniente del reactor, la planta cuenta con un lavador ciclónico tipo Venturi.

La sílice no es un elemento contaminante, por lo tanto, sus emisiones no están reguladas por la Ley Penal del Ambiente.

En la tabla 5.14 se presenta el límite máximo de compuestos fluorados que puede descargarse en los cuerpos de agua. El flúor se descarga con el licor de lavado. El excedente debe filtrarse del licor de lavado y disponerse como efluente sólido.

Tabla 5.14
Descargas a cuerpos de agua

Cuerpo de agua	Parámetro químico	Límite máximo (mg/l)
Ríos, lagos o medio marino	Fluoruros	5,0

FUENTE: Ley Penal del Ambiente. Decreto 883.

El excedente de flúor se deposita en la Laguna de Yeso del complejo, relleno construido para disponer de los desechos sólidos producto de la operación de las diferentes instalaciones del complejo. Se encuentra ubicada en la zona sur del complejo.

Según el decreto 2.216, la Laguna de Yeso presenta las siguientes condiciones:

1. No esta en un área de recarga del manto acuífero.
2. El acceso es fácil.
3. No está sobre una falla geológica.
4. No está en una zona de expansión urbana.
5. No esta ubicada en una planicie inundable.
6. No esta ubicada dentro de un Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), tal como un parque nacional o reservorio de fauna.
7. Esta ubicada lejos de un aeropuerto.
8. Tiene suficientes áreas disponibles para almacenar los desechos sólidos que se proyecta libere el complejo para los próximos años.

CONCLUSIONES

Posterior al estudio Técnico – Económico para la producción de DCP, se resume a continuación los aspectos más resaltantes del estudio:

- Existe un mercado potencial de los Fosfatos de Calcio grado alimenticio, y durante los próximos 20 años se espera un crecimiento moderado del 2 –5% interanual a partir del presente año, en los recursos fosfatados destinados a suplir las necesidades alimenticias de la población animal.
- Con la capacidad a instalar de 50.000 TMA, se cubre en su totalidad la demanda nacional de los Fosfatos de Calcio grado alimenticio.
- La planta de DCP aumentará los ingresos brutos anuales del Complejo Petroquímico Morón en US\$ 15 MM adicionales; a su vez diversificará la oferta de sus productos fosfatados, sustituyendo las importaciones y estimulando el mejoramiento de la oferta nacional actual, mediante el ofrecimiento de alta calidad a bajo precio.
- La planta de DCP requiere una producción adicional de 27.000 TMA de Acido fosfórico, esto representa un incremento del 33% sobre el volumen de producción de la planta de Acido Fosfórico (ubicada en el complejo).
- El proceso más idóneo para la producción de DCP es a partir de *Acido Fosfórico con Piedra Caliza* debido a:
 - i. Se requiere la tecnología más sencilla.
 - ii. Tecnología más establecida a nivel mundial.
 - iii. Menor impacto ambiental.
 - iv. Mayor disponibilidad de materia prima nacional.
 - v. Menor costo unitario.

-
- A partir de la evaluación económica y según el estimado de costos clase V, el proyecto es rentable (respecto a una tasa de descuento de 15%):
 - i. Con una producción mayor a 43.680 TMA.
 - ii. Sin disminución en el precio de venta.
 - iii. Con un incremento del 5% sobre el costo variable de producción.
 - iv. Con un incremento no mayor del 15% sobre la inversión inicial.

 - A partir de la evaluación económica y según el estimado de costos clase V, el proyecto es rentable (respecto a una tasa de descuento de 12%):
 - i. Con una producción mayor a 37.820 TMA.
 - ii. Con una disminución del 5% sobre el precio de venta.
 - iii. Con un incremento del 15% sobre el costo variable de producción.
 - iv. Con un incremento hasta del 30% sobre la inversión inicial.

 - El proyecto deja de ser rentable si se emplea Ácido Fosfórico importado, en sustitución del Ácido Fosfórico elaborado en el complejo.

 - Con la producción de DCP en el Complejo Petroquímico Morón se estima un ahorro de US\$ 2 MM para el sector industrial, comparado con el precio de venta que ofrecen los ofertantes actuales, Lo cual trae como consecuencia un mayor acceso de la población venezolana a alimentos de origen animal

RECOMENDACIONES

Basados en los resultados obtenidos en el proyecto de la planta de DCP, y considerando los aspectos más resaltantes del mismo, a continuación se formulan las recomendaciones más importantes al respecto:

- Construir la planta de DCP en el área geográfica de Morón, bajo el esquema de inversión 100 % Pequiven o Empresa Mixta.
- Es imperativo diversificar la producción de productos fosfatados a nivel nacional, a fin de suplir las necesidades energéticas de la agroindustria; y garantizar con ello una suficiencia alimentaria en la población Venezolana.
- Continuar con la fase de conceptualización del proyecto para así garantizar mayor precisión en los estimados de costos y tiempo de implantación.
- Elaborar un estudio de Mercado Potencial del Acido fosfórico Grado Alimenticio, para incrementar la producción de los recursos fosfatados del complejo, aprovechando cierta capacidad ociosa de la planta.
- Estudiar el mercado internacional de los Fosfatos de Calcio grado Alimenticio, especialmente en aquellas naciones donde existe una gran demanda de estos recursos, entre ellas Centroamérica y Brasil; esto con el fin de exportar el excedente de la producción de DCP necesario para satisfacer la demanda nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baca Urbina, Gabriel. 1995. *Evaluación de Proyectos*. Mc Graw Hill. México. 3° edición. 339 pp.
2. Baldor. Baldor: Motors, Drives and Generators. Autor. Julio de 2004. [on line] Disponible en: <http://www.baldor.com>
3. Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU. 2004. *Medline Plus. Enciclopedia Médica: Dietas y calorías*. Autor [on line]. Mayo de 2004. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002457.htm>
4. Cargill S.A. *Product Specs*. Autor. [on line] Mayo de 2004. Disponible en: <http://www.cargill.com/products/index.htm>
5. Carrasco, M., 1998, *Mercado potencial de la Urea-Fosfato cristal como sustituto en la alimentación animal*, Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo, Valencia.
6. CIED. *Procedimiento de Ingeniería Básica*. Autor. Caracas, Venezuela. Material mimeografiado.
7. Clayton, W. E. 1991. *Fertilizer Transport Modes*. IFDC. Alabama, USA. Material mimeografiado.
8. Clayton, W. E. 1991. *Warehousing: Location, Sizing, Technical Aspects*. IFDC. Alabama, USA. Material mimeografiado.
9. Consorcio GPI DAVY Mc KEE Ing. C.A. Junio 1990. *Proyecto Ensacado y Despacho NPK/DAP. Revisión de Ingeniería Básica y Desarrollo de Ingeniería de Detalle*. Autor. C.A. USA. Vol. 1.
10. Consorcio Simaca Inelmeca Segema SIS. Octubre 1996. *Planta de Acidulación Parcial de Roca Fosfática. Oferta Técnica*. Autor. Caracas. Venezuela. Vol. 1 y 2.
11. Croom, Miles. 1995. *Filter Dust Collectors. Design and Application*. Mc Graw Hill, USA. (S.P.)
12. FEECO International. FEECO International Handbook. FEECO International Inc. 9ª edición. Wisconsin, USA.

13. FERTECON. 18 Nov 2002. *Concentrated phosphates outlook*. Autor. En FERTECON Research Centre Limited. USA.
14. Hallsworth, J. y C. Fawcett. *Animal Feeds From Phosphate Rock*. En Phosphorus & Potassium. Clearwater. 2001. USA. Pag. 12 a 14.
15. Hesketh, Howard y K. Schiffner. 1983. *Wet Scrubbers*. Ann Arbor Science. USA.
16. HITECH Solutions Inc. 1997. *Mechanical Catalog. PAPER Plant*. Autor. Lakeland, Florida, USA. Vol. 1, 2, 3 y 4.
17. IFDC. 1991. *Solutions of Problems on Estimations of Fixed Capital for Fertilizer Complexes*. IFDC: Alabama, USA. Material mimeografiado.
18. INE. 2004. *Arancel de Aduanas de Venezuela*. Autor, Caracas, Venezuela. (S.P.)
19. INN. Hoja de balance de alimentos. Autor. Caracas, Venezuela.
20. INN. 2000. *Valores de Referencia de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana*. Autor, Caracas, Venezuela. Material mimeografiado.
21. INTEVEP. 1984. *Estudio Preliminar Sobre la Producción de Fosfato di-Cálcico y Ácido Fosfórico grados alimenticio*. Autor. Los Teques. Venezuela.
22. INTEVEP. Enero 1991. *Riecito Phosphate Rock in Venezuelan Fertilizer Production*. En Phosphorus & Potassium. N° 171. Enero – Febrero 1991. Pag. 9 a 14.
23. Le, Nam D. 1991. *Estimation of Fixed Capital For Fertilizer Complex*. IFDC. Alabama, USA. Material mimeografiado.
24. Le, Nam D. 1991. *Time Value of Money and Equivalence*. IFDC. Alabama, USA. Material mimeografiado.
25. Ludwig, Ernest. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Gulf Publishing Company. Houston, Texas, USA. Vol. 1.
26. -. *Making DCP*. En Phosphorus & Potassium Magazine. Enero – Febrero 1996. Pag 36 a 44.

27. -. *Economic Indicators*. En Chemical Engineering. Ediciones: Diciembre 1990, Agosto 1994, Agosto 1995, Diciembre 1995, Julio 1997.
28. -. *Economic Indicators*. [on line]. Agosto de 2004. USA. Disponible en: <http://www.che.com>.
29. Marash, Sigal. Abril 2001. *Animal Feeds. Phosphate Supplements*. Chemical Economics Handbook. SRI International. USA. Material mimeografiado.
30. Noyes, Robert. 1967. *Phosphoric Acid by the wet Process*. Noyes Development Corporation. New Jersey. USA. (S.P.)
31. ONU para la agricultura y la alimentación. Diciembre 2000. *Perfiles Nutricionales por Países. Venezuela*. Autor. Roma. Italia. Material mimeografiado.
32. Petróleos de Venezuela PDVSA. 1995. *Manual de Estimación de Costos Clase V PDVSA MEC-300-04-01*. Autor. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: http://www.intevep.pdv.com/santp/mec/vol02/mec_300_04_01.pdf
33. Petróleos de Venezuela PDVSA. 1995. *Manual de Estimación de Costos Clase V PDVSA MEC-300-11-03*. Autor. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: http://www.intevep.pdv.com/santp/mec/vol02/mec_300_11_03.pdf
34. Petróleos de Venezuela PDVSA. 1995. *Manual de Estimación de Costos Clase V PDVSA MEC-300-11-02*. Autor. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: http://www.intevep.pdv.com/santp/mec/vol02/mec_300_11_02.pdf
35. Petróleos de Venezuela PDVSA. 1995. *Manual de Estimación de Costos Clase V PDVSA MEC-500-04-01*. Autor. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: http://www.intevep.pdv.com/santp/mec/vol02/mec_500_04_01.pdf
36. Petróleos de Venezuela PDVSA Servicios. Enero 1998. *Guías de Gerencia Para Proyectos de Inversión de Capital*. Autor. Caracas, Venezuela. Material mimeografiado.
37. PEQUIVEN. 1989. *Manual Para La Evaluación Económica de Propuestas de Inversión en la Industria Petroquímica*. Autor. Caracas, Venezuela. Material mimeografiado.

38. PEQUIVEN. Octubre 1996. *Prelicitación PAPR*. Autor. Caracas. Venezuela.
39. Perry, Robert y D. Green. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 7^a edición. Mc Graw Hill. USA.
40. Peters, M. S. y K. Timmerhaus 1980. *Plant Design and Economics Analysis of Chemical Processes*. 3^o edición. Mc Graw Hill Book Company, New York.
41. Polo, J. R. 1991. *Cost Estimates: Definitions, Types, Accuracies*. IFDC. Alabama, USA. Material mimeografiado.
42. PROMIVEN C.A. 2004. *Certificado de calidad. Carbonato de Calcio*. Autor. Aragua, Venezuela. Material mimeografiado.
43. Quimpac S.A. *CaHPO₄.2H₂O Dicalcium Phosphate*. Mayo de 2004. Disponible en: http://www.quimpac.com.pe/in_fosfato.html
44. República Bolivariana de Venezuela. Presidencia. 1995. *Ley Penal del Ambiente. Decreto 638*. Petróleos de Venezuela PDVSA. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: <http://www.intevep.pdv.com/santp/leypa/d-2217.pdf>
45. República Bolivariana de Venezuela. Presidencia. 1995. *Ley Penal del Ambiente. Decreto 638*. Petróleos de Venezuela PDVSA. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: <http://www.intevep.pdv.com/santp/leypa/d-2216.pdf>
46. República Bolivariana de Venezuela. Presidencia. 1995. *Ley Penal del Ambiente. Decreto 638*. Petróleos de Venezuela PDVSA. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: <http://www.intevep.pdv.com/santp/leypa/d-883.pdf>
47. República Bolivariana de Venezuela. Presidencia. 1995. *Ley Penal del Ambiente. Decreto 638*. Petróleos de Venezuela PDVSA. [on line] Agosto de 2004. Disponible en: <http://www.intevep.pdv.com/santp/leypa/d-638.pdf>
48. Richardson Engineering Services Inc. 1980. *Process Plant Construction Estimating Standards*. Volumen 4. Autor. USA
49. Scientific Steering Committee. 1998. *The Safety of Dicalcium Phosphate Precipitated from Ruminant Bones and Used as an Animal Feed Additive*. SSC. European Commission. Europa. Material mimeografiado.

50. Sinden, Jhon y Neil Greenwood. 1998. *Foscalcio 2700 Dicalcium Phosphate Plant*. KEMWorks Inc. [on line]. Mayo de 2004. Disponible en: <http://www.aiche-cf.org/Clearwater/1998/abstracts%2098.htm>
51. SERVIFERTIL. 2003. Especificaciones Técnicas de Insumos y Productos. PEQUIVEN, Morón. Venezuela.
52. Snyder, Chuck y M. Walters. 2002. *Animal Feed Phosphates Technology*. KEMWorks Inc. Junio de 2004. Material mimeografiado.
53. Valle-Riestra, J. Frank. 1983. *Project Evaluation In The Chemical Process Industries*. 2º Edición. Mc Graw Hill. USA.
54. VEPICA. Octubre 1996. *Planta de Acidulación Parcial de Roca Fosfática. Oferta Técnica*. Autor. Caracas, Venezuela. Vol. 1.
55. Wilfley & Sons. *Bomba Centrífuga para Ácidos y Lechadas. Especificaciones Generales*. Autor. Denver. Colorado, USA
56. Warman International Inc. 1984. *Slurry Pump. Assembly and Maintenance Instructions*. Autor. Madison, Wisconsin, USA.

**A
P
É
N
D
I
C
E
S**

**DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA
BALANCE DE MASA
ESTIMACIÓN DE COSTOS
EVALUACIÓN ECONÓMICA**

A. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

PEQUIVEN es la empresa filial de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) que produce y comercializa productos petroquímicos en el mercado nacional e internacional. Participa en todas las áreas del negocio, desde la explotación de los recursos minerales necesarios, tales como la roca fosfática, hasta la colocación en el mercado de sus productos.

Fundada en 1977, a partir del Instituto Venezolano de Petroquímica, se proyecta como una empresa consolidada en vigoroso crecimiento. Tiene como **visión** ser una organización de referencia mundial por la creación de Valor Agregado y por la calidad de sus procesos, productos y servicios. Su **misión** es manufacturar y comercializar productos químicos y petroquímicos de calidad.

El término “petroquímico” se aplica a todos los productos químicos derivados del petróleo y gas natural. Sin embargo, el gas natural posee mayor relevancia como materia prima en la industria petroquímica que el petróleo, pues su procesamiento resulta más económico, la tecnología es más sencilla y posee un menor Impacto Ambiental.

Para realizar las funciones de manufactura, administración y mercadeo, PEQUIVEN opera en 3 complejos petroquímicos. Cada uno esta orientado hacia un sector en específico de la industria química.

Tabla A-1

Complejos Petroquímicos

COMPLEJO	UBICACIÓN	SECTOR
❖ Morón	Estado Carabobo	Fertilizantes
❖ El Tablazo	Estado Zulia	Productos Industriales
❖ Jose	Estado Anzoátegui	Olefinas y Plástico

FUENTE: PEQUIVEN

Adicional a sus propias operaciones, PEQUIVEN participa en 17 empresas mixtas, asociada con otras empresas nacionales, orientada a diversificar su gama de productos petroquímicos e incentivar el desarrollo industrial Venezolano.

A.1. Complejo Petroquímico Morón. (CPM)

Esta ubicado en el Municipio Juan José Mora, Carretera Nacional Morón Coro, a 21 Km. de Puerto Cabello, Estado Carabobo. Comprende una extensión de 29 hectáreas, distribuidas en dos grupos principales de operaciones: Instalaciones destinadas a la producción de compuestos fosfatados, conformado por las plantas de Ácido Sulfúrico, Ácido Fosfórico y Fertilizantes Granulados e Instalaciones destinadas a la producción de compuestos nitrogenados, conformado por las plantas de Amoníaco, Urea, y Sulfato de Amonio.

**Tabla A-2
Instalaciones Industriales Complejo P. Morón**

INST	DESCRIPCIÓN	CAPAC (TM/d)	APLICACIÓN
215	Ácido Sulfúrico al 98%	150	Materia prima Inst. 330, 356-A, 370-A
218	Oleum. Ácido Sulfúrico al 106%	450	
370-A	Ácido Fosfórico	625	Materia prima Inst. 356-A y 390
356-A	Fertilizante Granulado N.P.K.	1000	Fertilizante
365-A	Almacenamiento y ensacado N.P.K		
390	Roca Parcialmente Acidulada	360	Fertilizante
330	Sulfato de Amonio	240	Fertilizante Materia prima N.P.K.
180-A	Amoníaco	600	Materia Prima Inst. 330, 301-A, 356-A
301-A	Urea	750	Fertilizante

FUENTE: PEQUIVEN

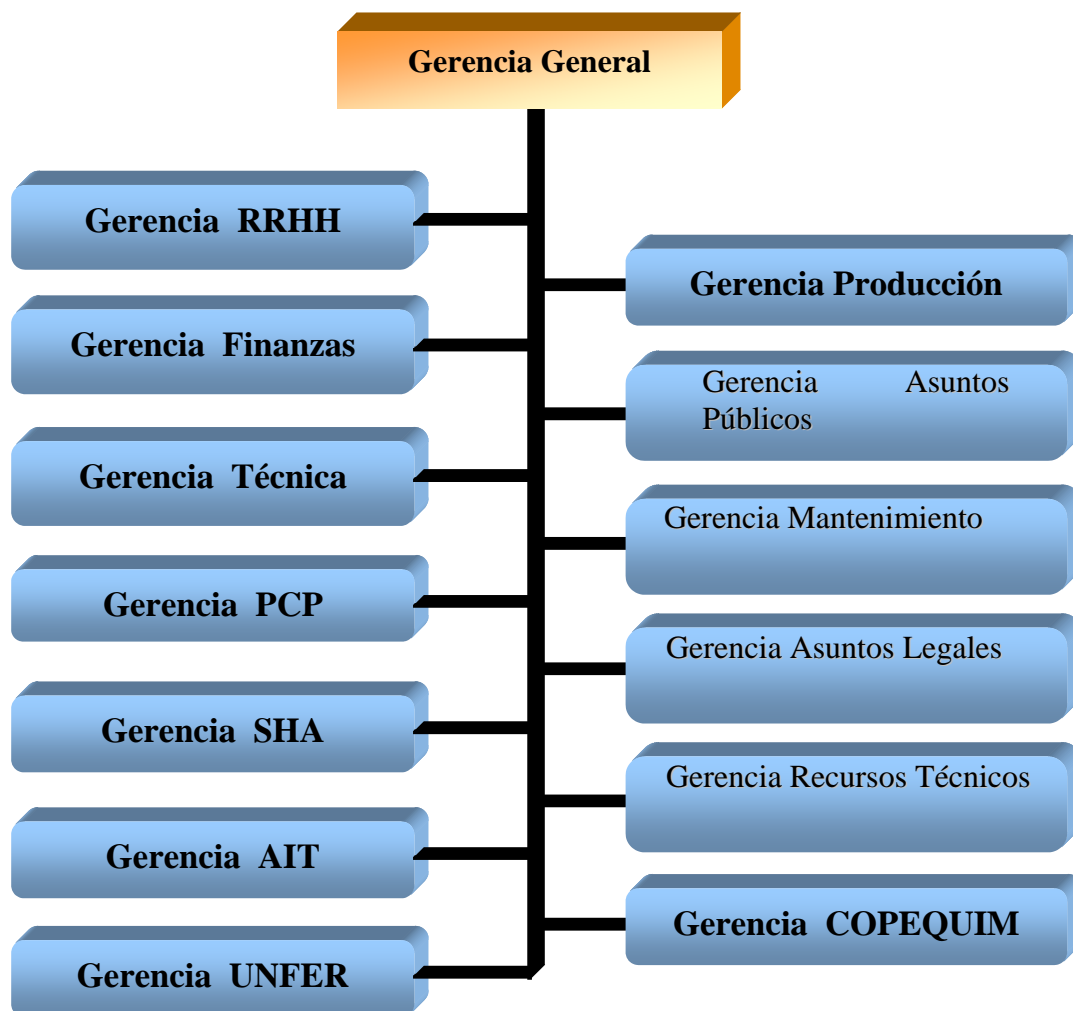
Para llevar a cabo todos sus procesos, el CPM cuenta con los Servicios Industriales básicos: una planta de compresión de aire; dos plantas de agua de

enfriamiento; dos plantas de agua desmineralizada; una planta de tratamiento de aguas residuales y una planta de generación de electricidad y vapor de proceso.

El CPM también cuenta con un Terminal marítimo en Puerto Cabello, el Terminal de Borburata, destinado a comerciar sus productos; y un molino ubicado en el Estado Falcón, Minas de Riecito, para explotar la roca fosfática de la mina de Riecito.

El esquema organizativo del Complejo Petroquímico Morón consiste en una Gerencia General y trece gerencias a su cargo estructuradas de la siguiente manera:

Figura A-1
Organigrama Complejo Petroquímico Morón.



Actualmente, la Gerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Recursos Técnicos, realiza un estudio de adecuación del Complejo Petroquímico Morón, destinado a renovar el parque tecnológico instalando plantas nuevas para reemplazar las plantas existentes, comenzando con la construcción de una nueva planta de Ácido Sulfúrico y una nueva planta de Beneficio de Roca Fosfática; y la adaptación de la planta 390 para producir un Fertilizante Fosfatado: Fosfato de Amonio.

B. BALANCE DE MASA.

B.1. Data:

- ✓ Producción de la planta: 50.000 TM/a de DCP grado alimenticio.
- ✓ Factor de servicio: 330 días de labor al año, 24 horas de producción diaria.
- ✓ Reacción:
 - Principal: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
DCP
 - Secundaria: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
MCP
- ✓ Composición de la materia prima e insumos empleados:

Ácido fosfórico

H ₃ PO ₄ (Ácido Fosfórico)	72%
F	1%
Temperatura (°C)	31

Piedra Caliza

CaCO ₃ (Carbonato de Calcio)	99,09%
MgO	0,58%
Otros	0,33%

Vapor de baja presión

P (kgf/cm ²)	3,5
Temperatura (°C)	130
Δh (KJ/Kg.) ⁽¹⁾	2149,3

(1): Fuente: Perry's Chemical Engineer Handbook

Sílice

SiO ₂	99,9%
------------------	-------

Gas Natural

C	72%
PM [Kg./Kmol]	19,82
Densidad [Kg/m ³]	0,784
Ec inferior [Btu/pie ³ st]	900

Agua potable

Temperatura (°C)	29
------------------	----

✓ Composición del producto:

DCP

P	18%
Ca	23,26%
Agua	20,93
F	0,14%
Impurezas (% en peso)	Normal 3%
	Máximo 7%
Humedad	Máximo 1%

✓ Emisiones de polvo:

Emisiones permitidas (Ley Penal del Ambiente): 150 mg/m³

Emisiones estimadas para realizar el balance: 0 mg/m³

✓ Relación de recirculación del proceso (recycle ratio):

Rango de relaciones de recirculación: entre 2:1 y 3:1

(Recomendado para una buena aglomeración del producto)

Relación de recirculación empleada: 3:1

- ✓ Composición del licor de lavado del lavador de humos del reactor SPINDEN:
 - Agua: 98,8%
 - Polvo: 1,2%
 - (Valor recomendado para una planta que produce polvos)

B.2. Cálculos realizados:

- ✓ Primero se realiza un cálculo preliminar que abarque la reacción principal, suponiendo que la materia prima no incluye agua (en el caso de H₃PO₄) o impurezas. Se supone que la producción es 100% DCP.
- ✓ Luego se realiza un despiece de las distintas secciones de la planta, en la cual se toman en cuenta las diversas impurezas de la materia prima, con el fin de determinar las distintas corrientes para dimensionar los equipos necesarios.
- ✓ Por último, tomando en cuenta el porcentaje de impurezas en el DCP, se calcula la producción real. Esto se realiza de forma iterativa y no se incluye en el cálculo tipo escrito a continuación.

CAPACIDAD DE LA PLANTA:

La capacidad de la planta es de 50.000 TM/a, con el factor de servicio de 330 días al año y 24 horas al día, la capacidad por hora es de:

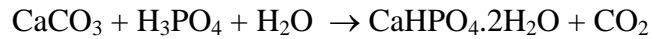
$$Capacidad = \frac{50.000}{330 \times 24} = 6,313 \text{ tm/h} \tag{1}$$

PROCESO:

Volumen de control correspondiente al proceso antes de estudiar las secciones por separado:



El flujo másico de la materia prima se calcula de acuerdo con la reacción:



Flujo másico de Carbonato de Calcio:

A partir de la reacción: $\dot{m}\text{CaCO}_3 = \frac{\dot{m}\text{Ca} \times \text{PMCaCO}_3}{\text{PMCa}}$

$$\dot{m}\text{CaCO}_3 = \frac{\% \text{Ca} \times \dot{m}\text{DCP} \times \text{PMCaCO}_3}{\text{PMCa}} = \frac{23,26\% \times 6,313 \times 100}{40} = 3,67 \text{ tm/h} \quad (2)$$

Flujo másico de Ácido Fosfórico:

A partir de la reacción: $\dot{m}\text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{\dot{m}\text{P} \times \text{PMH}_3\text{PO}_4}{\text{PMP}}$

$$\dot{m}\text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{\% \text{P} \times \dot{m}\text{DCP} \times \text{PMH}_3\text{PO}_4}{\text{PMP}} = \frac{18\% \times 6,313 \times 98}{31} = 3,597 \text{ tm/h} \quad (3)$$

Flujo másico de Dióxido de Carbono producido en el reactor:

A partir de la reacción: $\dot{m}\text{CO}_2 = \frac{\dot{m}\text{C} \times \text{PMCO}_2}{\text{PMC}}$ (4)

$$\dot{m}\text{C} = \frac{\dot{m}\text{CaCO}_3 \times \text{PMC}}{\text{PMCaCO}_3} \quad (5)$$

Sustituyendo la ecuación (5) en (4):

$$\dot{m}\text{CO}_2 = \frac{\dot{m}\text{CaCO}_3 \times \text{PMCO}_2}{\text{PMCaCO}_3} = \frac{3,67 \times 44}{100} = 1,615 \text{ tm/h} \quad (6)$$

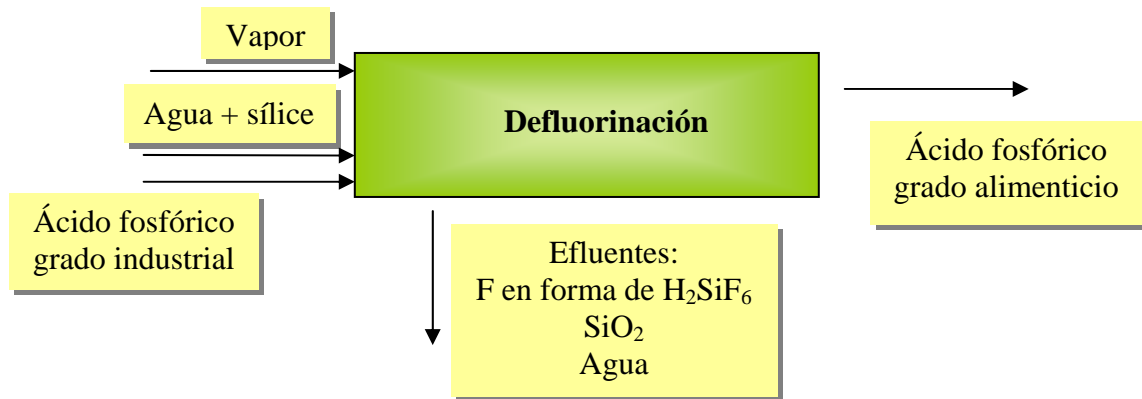
Flujo másico de Agua: Se obtiene por diferencia entre el flujo de masa de productos y reactantes:

$$\dot{m}\text{agua} = \dot{m}\text{DCP} + \dot{m}\text{CO}_2 - \dot{m}\text{CaCO}_3 - \dot{m}\text{H}_3\text{PO}_4$$

$$\dot{m}\text{agua} = 6,313 + 1,615 - 3,67 - 3,597 = 0,661 \text{ tm/h} \quad (7)$$

SECCIÓN DE DEFLUORINACIÓN DEL ÁCIDO FOSFÓRICO:

Volumen de control correspondiente a la sección de defluorinación:



Flujo másico de ácido fosfórico grado industrial que entra a la sección:

$$\dot{m} \text{ Ácido fosfórico grado industrial} = \frac{\dot{m}H_3PO_4}{\% H_3PO_4} = \frac{3,597}{72\%} = 5 \text{ tm/h} \quad (9)$$

Composición del ácido fosfórico grado industrial:

Compuestos	Porcentaje (%)	Flujo másico (TM/h)
Ácido fosfórico grado industrial:	100	5
H3PO4	72	3,597
P2O5	52	2,606
Sólidos en suspensión	3	0,15
Sólidos en solución:	5,3	0,265
Al2O3 + Fe2O3	4	0,20
MgO	0,5	0,025
CaO	0,8	0,04

Propiedades termodinámicas de los compuestos:

Compuesto	H ^o _f (Kcal./mol)	Cp (cal/mol*K)	h (KJ/Kg.)	PM (g/mol)
SiF ₄	-370	32,4		104
SiO ₂	-203	10,87+0,008712*T-241200/T ²		60
HF	-64,2	6,7+0,00084*T		20
H ₂ O			334,3	18

FUENTE: Perry's Chemical Engineers Handbook.

$$H(\text{SiF}_4) = \dot{m} \times (h^{\circ}_f + C_p \times (T_f - 298\text{K})) = (-370 + \frac{32,4 \times (100 - 25)}{1000}) \times \frac{0,056 \times 4186,8}{104}$$

$$H(\text{SiF}_4) = -832,65 \text{ KJ/h}$$

$$H(\text{H}_2\text{O}) = \dot{m} \times (h\text{H}_2\text{O}) = 0,0195 \times 1000 \times 334,3 = 6.511,9 \text{ KJ/h}$$

$$H(\text{HF}) = \dot{m} \times (h^{\circ}_f \times 1000 + \int_{298}^{373} C_p(T) \times dT) \times \frac{4,1868}{20} = -576,98 \text{ KJ/h}$$

$$H(\text{SiO}_2) = \dot{m} \times (h^{\circ}_f \times 1000 + \int_{298}^{373} C_p(T) \times dT) \times \frac{4,1868}{60} = -457,88 \text{ KJ/h}$$

De la ecuación (11):

$$\Delta H \text{ reacción} = 6.511,9 + (-832,65) - (-576,98) - (-457,88) = 6.713,7 \text{ KJ/h}$$

La cantidad de vapor requerida es:

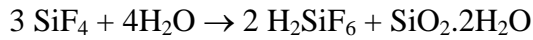
$$\dot{m}_{\text{vapor}} = \frac{Q}{\Delta h} = \frac{723.172}{2.149,3} = 0,334 \text{ tm/h} \quad (16)$$

Como el ácido suministra calor para la reacción, la temperatura del ácido fosfórico disminuye:

$$-Q = \dot{m} \times C_p \times (T_s - T_e) \rightarrow T_s = T_e - \frac{Q}{\dot{m} \times C_p} = 100 - \frac{6.713,7}{5 \times 2,1153} = 98^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

Los efluentes de la sección son el aire que circula por el tanque de despojo, el H_2SiF_6 , $SiO_2 \cdot 2H_2O$ y agua potable en el licor de lavado.

Reacción en el lavador:



Flujo másico de H_2SiF_6 producido en el lavador:

$$\dot{m}_{H_2SiF_6} = \frac{\dot{m}_{SiF_4} \times 2 \times PM_{H_2SiF_6}}{3 \times PM_{SiF_4}} = \frac{0,056 \times 2 \times 144}{3 \times 104} = 0,0519 \text{ tm/h} \quad (18)$$

Flujo másico de $SiO_2 \cdot 2H_2O$ producido en el lavador:

$$\dot{m}_{SiO_2 \cdot 2H_2O} = \frac{\dot{m}_{SiF_4} \times PM_{SiO_2 \cdot 2H_2O}}{3 \times PM_{SiF_4}} = \frac{0,056 \times 96}{3 \times 104} = 0,0172 \text{ tm/h} \quad (19)$$

La cantidad de agua potable añadida al licor de lavado es 10 m^3 por cada $0,019 \text{ tm/h}$ de F.

$$Q_{agua} = \frac{10 \times 0,0411}{0,019} = 21,6 \text{ m}^3 \quad (20)$$

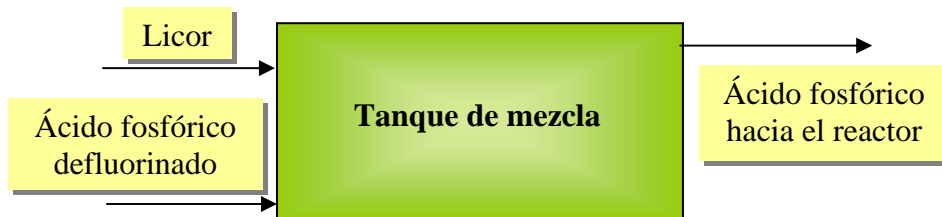
La cantidad de aire en el lavador es 1000 m^3 por cada $0,019 \text{ tm/h}$ de F.

$$Q_{agua} = \frac{1000 \times 0,0411}{0,019} = 2.160 \text{ m}^3 \quad (21)$$

Composición del ácido fosfórico grado alimenticio:

Compuestos	Porcentaje (%)	Flujo másico (TM/h)
Ácido fosfórico grado alimenticio:	100	4,972
H_3PO_4	72	3,597
P_2O_5	52	2,606
Sólidos en suspensión	3	0,15
Sólidos en solución	5,3	0,265

A la salida de la sección de defluorinación, el ácido grado alimenticio se mezcla con licor proveniente de la sección de lavado:



Licor de lavado

Flujo másico (TM/h)	1,185
Temperatura (°C)	31

Ácido Fosfórico defluorinado

Flujo másico (TM/h)	4,972
Concentración (%)	72%
Temperatura (°C)	100

Realizando un balance de energía a la mezcla de las corrientes se obtiene:

Ácido fosfórico def. hacia el reactor

Flujo másico (TM/h)	6,157
Concentración (%)	58%
Temperatura (°C)	80

SECCIÓN DE SUMINISTRO DE PIEDRA CALIZA:

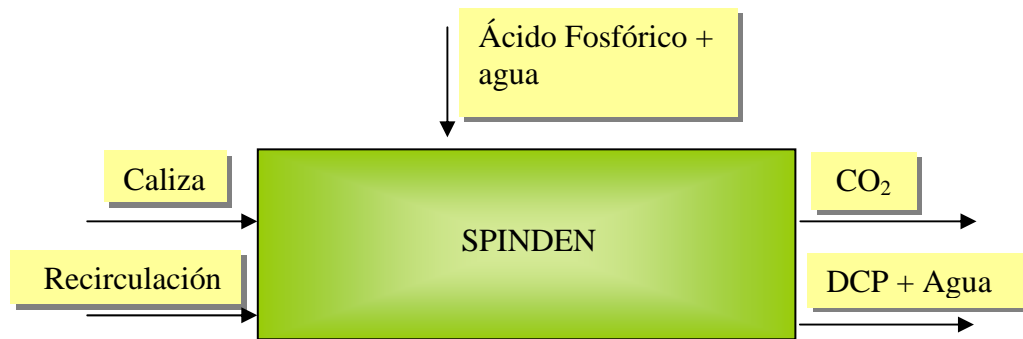


Flujo másico de piedra caliza:

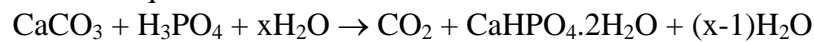
Se determina a partir de la concentración de CaCO_3 en la piedra caliza:

$$\dot{m}_{caliza} = \frac{\dot{m}_{\text{CaCO}_3}}{\% \text{CaCO}_3} = \frac{3,67}{99,09\%} = 3,70 \text{ tm/h} \quad (22)$$

SECCIÓN DE REACCIÓN:



Reacción que ocurre en el reactor:



Descripción de la materia prima que entran al reactor:

Compuestos	Temp. (°C)	Porcentaje (%)	Flujo másico (TM/h)
Piedra Caliza:	31	100	3,70
CaCO_3		99,09	3,67
Otros		0,91	0,03

Compuestos	Temp. (°C)	Porcentaje (%)	Flujo másico (TM/h)
Ácido Fosfórico defluorinado:	78	100	5,935
H ₃ PO ₄		60	3,597
Agua		34,5	2,27
Otros		5,5	0,278

Flujo másico de DCP puro formado:

$$\dot{m} = 6,313 \text{ tm/h}$$

Impurezas:

$$\dot{m} = 0,278 + 0,03 = 0,308 \text{ tm/h}$$

Flujo másico total de DCP:

$$\dot{m} = 6,313 + 0,308 = 6,621 \text{ tm/h}$$

El porcentaje de impurezas es de 4,64%

Recirculación:

$$m = 3 \times 6,621 = 19,86 \text{ tm/h}$$

Flujo másico de agua en los productos:

$$\dot{m} = 2,272 - 0,661 = 1,611 \text{ tm/h}$$

Para determinar la temperatura de salida del DCP se iguala a cero el siguiente balance de energía.

ΔH reacción =

$$H(CO_2) + H(DCP) + H(\text{agua}) - (H(CaCO_3) + H(\text{agua}) + H(H_3PO_4) + H(\text{reciclo}))$$

(23)

Propiedades termodinámicas de los compuestos:

Compuesto	H ^o _f (Kcal./mol)	C _p (cal/mol*K)	h (KJ/Kg.)	PM (g/mol)
CaCO ₃	-289,5	19,68+0,01189*T-307600/T ²		100
H ₃ PO ₄	-306,2	0,3809		98
H ₂ O a 78°C			355,3	18
DCP	-499,8	19,7+0,0119*T-307600/T ²		172
CO ₂	-94.052		3.184 a 380K 2.382 a 360K	44

FUENTE: *Perry's Chemical Engineers Handbook.*

A partir de un proceso iterativo: T salida = 92°C

Observaciones: para calcular la temperatura final se despreciaron el calor de solubilización del ácido fosfórico en agua, y las pérdidas de calor en el reactor.

SECCIÓN DE SECADO:



Propiedades termodinámicas de los compuestos:

Compuesto:	PM	ω (lbv/lbas ⁽²⁾)	T entrada (°F)	ρ (Kg/m ³)	T salida (°F)
DCP	172		198	710,5	212
Aire seco	29		800 ⁽¹⁾	1,147	230
Vapor de agua	18		800 ⁽¹⁾	0,072	230
Agua	18		198	1000	212
Aire atmosférico	29	0,0242	88	13,96	800 ⁽³⁾

(1): para efectos de cálculo, se supone que los gases producto de combustión que salen del horno del secador son aire caliente, pues el caudal de gas natural es mucho menor al de aire de combustión.

(2): lbv/lbas = libra de vapor por libra de aire seco.

(3): el aire atmosférico entra al horno y sale aire seco para el tambor secador.

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook.

La corriente de agua que se evapora en el secador es:

$$\dot{m} = (1,39 - 1\% \times 6,621) \times 2204 = 2911 \text{ lb/h} \quad (24)$$

Para estimar el caudal de aire de combustión, se necesita seleccionar el tambor secador rotativo y el horno. La cantidad de aire depende de la eficiencia del secador y la velocidad máxima de aire dentro del tambor.

Del catálogo para tambor secador FEECO, para evaporar 2911 lb/h de agua se requiere un tambor de 5' de diámetro y 35' de longitud. La velocidad máxima recomendada es 500 pie/min de aire seco. La eficiencia debe ser mayor al 50%.

El caudal de aire seco es:

$$Q = 500 \times \frac{\Pi}{4} 5^2 = 9817 \text{ pie/min} \quad (25)$$

El flujo másico de aire seco es:

$$\dot{m} = \frac{60 \times 9817}{13,96} = 42.194 \text{ lb/h} \quad (26)$$

El balance de energía en el tambor es:

$$\begin{aligned} Q_{\text{tambor}} &= H_{\text{salida DCP}} + H_{\text{salida as}} + H_{\text{salida vapor}} + H_{\text{salida agua}} - H_{\text{entrada DCP}} - H_{\text{entrada agua}} - \\ &H_{\text{entrada as}} - H_{\text{entrada vapor}} = 2.965.271 \text{ Btu/h} \end{aligned} \quad (27)$$

Y el balance de energía en el horno es:

$$Q_{\text{horno}} = H_{\text{salida as}} + H_{\text{salida vapor}} - H_{\text{entrada as}} - H_{\text{entrada vapor}} = 8.021.417 \text{ Btu/h} \quad (28)$$

Las pérdidas en el sistema se estiman en un 15% de Q_{horno} . Más el calor absorbido por el aire atmosférico para aumentar la temperatura de 88°F a 230°F .

$$Q_{\text{perdidas}} = 2.737.650 \text{ Btu/h}$$

La eficiencia del secador es:

$$\eta = \frac{Q_{\text{tambor}}}{Q_{\text{horno}} - \text{perdidas}} = 56,12\% \quad (29)$$

La cual, en efecto, es mayor a 50%.

Flujo másico de gas natural empleado:

$$\dot{m} = \frac{Q_{\text{horno}} \times \rho_{\text{gas}}}{E_{\text{c inferior}}} = \frac{8.021.417 \times 0,784}{900 \times 35,3 \times 1000} = 0,20 \text{ tm/h} \quad (30)$$

Flujo másico de CO₂ producido en el tambor:

$$\dot{m} = \frac{\dot{m}_{gas} \times \%C \times PM_{CO_2}}{PMC} = \frac{0,20 \times 72\% \times 44}{12} = 0,519 \text{ tm/h} \quad (31)$$

SECCIÓN DE ENFRIAMIENTO:



Propiedades termodinámicas de los compuestos:

Compuesto:	PM	T ent (°C)	ρ ent (Kg/m ³)	ρ sal (Kg/m ³)	T sal (°C)
DCP	172	100	710,5	710,5	40
Vapor de agua	18	31	0,712	0,68	45
Aire atmosférico	29	31	1,147	1,09	45

Fuente: Perry's Chemical Engineers Handbook.

Como el DCP es enfriado por aire, el calor que libera el DCP es igual al que absorbe el aire. Despejando el flujo másico de aire:

Balace de calor en el enfriador:

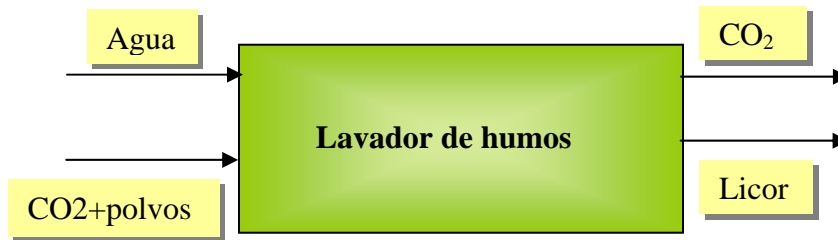
$$Q = \dot{m}_{DCP} \times (h_{sal} - h_{ent}) + \dot{m}_{aire} \times (h_{sal} - h_{ent}) = 0$$

$$\dot{m}_{aire} = \frac{\dot{m}_{DCP} \times C_p \times (T_{sal} - T_{ent})}{(C_{p_{aire}} + \varpi \times C_{p_{vapor}}) \times (T_{sal} - T_{ent})} = 13,37 \text{ tm/h} \quad (32)$$

El caudal de aire es:

$$Q = \frac{\dot{m}_{aire}}{\rho} = \frac{13,37 \times 1000}{1,147} = 12.214 \text{ m}^3/\text{h} \quad (33)$$

SECCIÓN DE LAVADO DE GASES:



La sección de defluorinación requiere $1,185 \text{ tm/h}$ de licor de lavado para mezclarlo con el ácido fosfórico defluorinado antes de entrar al reactor.

Compuesto:	Porcentaje (%)	Flujo másico (TM/h)
Licor de lavado	100	1,185
Agua	98,8	1,17
Polvos	1,2	0,015

Cantidad de agua de reposición:

$$Q = \frac{1,17 \times 1000}{1000} = 1,17 \text{ m}^3 \quad (34)$$

La sección de lavado de gases sólo lava los humos provenientes del reactor. La descarga de los equipos de captación de polvos es hacia filtros de manga.

Descarga filtros de manga de equipos principales (secador + enfriador):

$$Q = \frac{10000 + 8000}{0,588578} = 30.582 \text{ m}^3/\text{h} \quad (35)$$

La descarga de los demás filtros de manga se estima en $30.582 \text{ m}^3/\text{h}$

C. ESTIMACIÓN DE COSTOS

A continuación se estiman los costos de algunos equipos de proceso y obras civiles mediante diversos métodos: fórmulas de escalación de costos,

C.1. Mediante las “Fórmulas de escalación de costos”

Ecuaciones:

$$\text{Costo Actual} = \text{Costo original} \times \frac{\text{I.A}}{\text{I.O}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Costo de equipo A} = \text{Costo de equipo B} \times \left[\frac{\text{Cap. Equipo A}}{\text{Cap. Equipo B}} \right]^X \dots\dots\dots (2)$$

I.A = Índice evaluado en el tiempo actual (US\$).

I.O = Índice evaluado en el tiempo de obtención o compra del equipo (US\$).

X = Factor de Escalonamiento.

a) Silo de Roca Fosfática con capacidad de 174 m³ :

Para determinar el costo actual del silo de roca Fosfática se utiliza la ecuación (1) donde:

Costo Año 1997 = Bs. 26.000.000.

I.A = 396,6

I.O = 371,5

Tasa 1997 = 471,5 Bs./US\$.

Tasa 2004 = 1920 Bs./US\$.

Luego:

$$26.000.000 * \left(\frac{396,6}{371,5} \right) * \frac{1920}{471,5} = 113.000.000 \text{ Bs.}$$

Para tres silos se obtiene: 3*113.000.000 = Bs. 339.000.000.

b) Criba:

Para determinar el costo actual de la criba se utilizan simultáneamente las ecuaciones (1) y (2) donde:

Costo Año 1997 = US\$. 45.086.

I.A = 490,5

I.O = 422,5

Tasa 1997 = 471,5 Bs./US\$.

Tasa 2004 = 1920 Bs./US\$.

Capac. Criba 1 = 60 TMH

Capac. Criba 2 = 50 TMH

Factor de escalonamiento = 0,7

Luego:

$$45.086 * \left(\frac{490,5}{422,5} \right) * \left(\frac{60}{55} \right)^{0,7} = 55.630 \text{ US$}.$$

c) Elevador de Cangilones

Para determinar el costo actual del elevador de cangilón se utiliza la ecuación (1) donde:

Costo Año 1997 = US\$. 150.000

I.A = 396,6

I.O = 371,5

Tasa 1997 = 471,5 Bs./US\$.

Tasa 2004 = 1920 Bs./US\$.

Luego:

$$150.000 * \left(\frac{490,5}{422,5} \right) = 174.142 \text{ US$}.$$

d) Raspadora (Tripper):

Para determinar el costo actual la Raspadora se utiliza la ecuación (1) donde:

Costo Año 1997 = Bs. 40.000.000

I.A = 490,5

I.O = 422,5

Tasa 1997 = 471,5 Bs./US\$.

Tasa 2004 = 1920 Bs./US\$.

Luego:

$$40.000.000 * \left(\frac{490,5}{422,5} \right) * \frac{1920}{471,5} = 189.100.127 \approx 190.000.000 \text{ BS.}$$

e) Tolva:

Para determinar el costo actual la tolva se utiliza la ecuación (1) donde:

Costo Año 1997 = US\$. 25.000

I.A = 456,9

I.O = 370

Luego:

$$25.000 * \left(\frac{456,9}{370} \right) = 30.872 \text{ US$}.$$

f) Cinta Transportadora:

Para determinar el costo actual de la cinta transportadora se utiliza la ecuación (1) donde:

Costo Año 1997 = 600.000 Bs./m

I.A = 456,9

I.O = 370

Tasa 1997 = 471,5 Bs./US\$.

Tasa 2004 = 1920 Bs./US\$.

Luego:

$$600.000 * \left(\frac{456,9}{370} \right) * \frac{1920}{471,5} = 3.017.104 \text{ Bs./m}$$

Para una cinta transportadora de 73 m se tiene: Bs. 220.248.475

Para una cinta transportadora de 138 m se tiene: Bs. 416.360.131

C.2. Mediante el “Manual de estimaciones de costos clase V. PDVSA”

a) Tanque de Efluente con capacidad de 5 m³:

Se tiene la siguiente ecuación, la cual es válida para un tanque de techo fijo cónico:

$$CTI = 25,95 * (\text{capacidad})^{0,63}$$

donde: CTI = Costo total instalado del Sistema de Almacenamiento (MMBs.)

Capacidad = 0,03145 Mbarriles.

Fecha: Tercer trimestre 1995.

Tasa 1995 = 170 Bs./US\$

Tasa 2004 = 1920

I.A = 474

I.O = 393,4

Obtenemos finalmente:

$$CTI = 25,95 * (0,03145)^{0,63} = 2,93 \text{ MMBs.}$$

Este valor es actualizado al año actual mediante la ecuación (1) de las “*fórmulas de escalación de costos*”, en la cual se obtiene:

$$2.930.000 * \left(\frac{474}{393,4} \right) * \frac{1920}{170} = 39.870.000 \text{ Bs.}$$

b) Sala de Control:

Se tiene la siguiente ecuación, la cual es válida para estructuras de concreto armado, sala de control equipada con área comprendida entre 46 y 173 m² (ver anexo):

$$CT = 6,25036 * (\text{área})^{0,72}$$

donde: CT = Costo total (MMBs.)

$$\text{Área} = 70 \text{ m}^2.$$

Fecha: Tercer trimestre 1995.

Tasa 1995 = 170 Bs./US\$

Tasa 2004 = 1920

I.A = 396,6

I.O = 364,3

Obtenemos finalmente:

$$CT = 6,25036 * (70)^{0,72} = 133,16 \text{ MMBs.}$$

Este valor es actualizado al año actual mediante la ecuación (1) de las “*fórmulas de escalación de costos*”, en la cual se obtiene:

$$133.160.000 * \left(\frac{396,6}{364,3} \right) * \frac{1920}{170} = 1.600.000 \text{ Bs.}$$

c) Almacén de DCP:

Se tiene la siguiente ecuación, la cual es válida para un almacén sin equipar con área comprendida entre 465 y 29.730 m² y estructura de acero (ver anexo):

$$CTI = 0,1012 * (\text{área})^{0,95}$$

donde: CTI = Costo total instalado del Sistema de Almacenamiento (MMBs.)

$$\text{Área} = 1200 \text{ m}^2$$

Fecha: Tercer trimestre 1995.

Tasa 1995 = 170 Bs./US\$

Tasa 2004 = 1920

I.A = 396,6

$$I.O = 364,3$$

Obtenemos finalmente:

$$CTI = 0,1012 * (1.200)^{0,95} = 85,2MMBs.$$

Este valor es actualizado al año actual mediante la ecuación (1) de las “*fórmulas de escalación de costos*”, en la cual se obtiene:

$$85.200.000 * \left(\frac{396,6}{364,3} \right) * \frac{1920}{170} = 1.047.500 \text{ Bs.}$$

d) Edificio de Ensacado de DCP:

La siguiente ecuación es utilizada para determinar el costo total de un galpón de depósito equipado, cuyo monto es equivalente al Edificio de Ensacado de DCP, por tal razón se requiere de la misma ecuación (ver anexo):

$$CTI = 0,13693 * (\text{área})^{0,95}$$

Donde: CTI = Costo total instalado del Sistema de Almacenamiento (MMBs.)

$$\text{Área} = 600 \text{ m}^2.$$

Fecha: Tercer trimestre 1995.

$$\text{Tasa 1995} = 170 \text{ Bs./US\$}$$

$$\text{Tasa 2004} = 1920$$

$$I.A = 396,6$$

$$I.O = 364,3$$

Obtenemos finalmente:

$$CTI = 0,13693 * (600)^{0,95} = 59,67MMBs.$$

Este valor es actualizado al año actual mediante la ecuación (1) de las “*fórmulas de escalación de costos*”, en la cual se obtiene:

$$59.670.000 * \left(\frac{396,6}{364,3} \right) * \frac{1920}{170} = 733.600.000 \text{ Bs.}$$

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA. CÁLCULOS

D.1. Flujo de Caja Neto.

El cuadro de Flujo de Caja Neto se proyecta en términos constantes, sin inflación. A continuación se hace el cálculo tipo correspondiente a los 2 años de desembolso de inversión y los 3 primeros años de operación de la planta:

Tabla D.1
Ingreso Gravable (M\$)

	AÑO				
	-1 ¹	0	1	2	3
INVERSIÓN ²					
• ISBL + OSBL ³	-5.111	-9.377			
• Capital de trabajo		-2.130			
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
PRODUCCIÓN DCP ⁴					
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)			35.000	45.000	50.000
INGRESOS ²					
TOTAL INGRESOS (M\$)			10.500	13.500	15.000
EGRESOS ²					
• Costos variables			5.755	7.400	8.222
• Costos fijos			3.806	3.806	3.806
TOTAL EGRESOS (M\$)			9.561	11.206	12.028
INGRESO GRAVABLE ⁵					
TOTAL INGRESO GRAV. (M\$)			939	2.294	2.972

Notas al Cuadro de Ingreso Gravable:

1: La inversión se realiza en 2 años. El último año de inversión es el año de inicio de operación.

2: Se conoce a partir del capítulo IV.

3: Comprende la inversión en activos tangibles e intangibles dentro y fuera de los límites de la planta.

- 4: Se considera que el primer año se produce 70% de la capacidad, 90% el segundo año y 100% a partir del tercer año.
 5: Se obtiene mediante la diferencia entre los ingresos y los egresos.

Una vez calculado el Ingreso Gravable se calcula el Flujo de Caja Neto, mediante la siguiente tabla:

Tabla D.2
Flujo De Efectivo (M\$)

	AÑO				
	-1 ¹	0	1	2	3
INGRESO GRAVABLE					
TOTAL INGRESO GRAV. (M\$)			939	2.294	2.972
- ISRL (34%)			319	780	1.011
TOTAL INGRESO NETO ¹			620	1.514	1.962
+ Depreciación			375	375	375
+ Amortización			1.435	1.435	1.435
FLUJO EFECTIVO ²	-5.111	-11.507	2.430	3.324	3.772

Notas al cuadro de Flujo de Caja Neto:

- 1: Se obtiene restando el Impuesto Sobre La Renta (ISRL) al Ingreso Gravable.
 2: Se obtiene sumando los costos de amortización y depreciación al Ingreso Neto.

Una vez calculado el Flujo de Efectivo, el Flujo Descontado se obtiene aplicando un factor de actualización, determinado a partir de la Tasa de Descuento y el Año en curso, mediante la siguiente fórmula, en la cual “i” representa la Tasa de Descuento y “t” representa el año en curso.

$$FACT = \frac{1}{(1+i)^t}$$

En las tablas D.3 y D.4 se calcula el flujo descontado para las dos Tasas de Descuento empleadas.

Tabla D.3
Flujo de Caja Descontado (M\$)
Tasa de Descuento 12%

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
FLUJO NETO EFECTIVO	-5.111	-11.507	2.430	3.324	3.772
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	1,12	1	0,8929	0,7972	0,7118
FLUJO DESCONTADO ¹	-5.877	-11.507	2.169	2.650	2.685

Notas al cuadro de Flujo descontado:

1: Se obtiene multiplicando el Flujo Neto Efectivo por el Factor de Actualización.

FUENTE: *Cálculos propios*

Tabla D.4
Flujo de Caja Descontado (M\$)
Tasa de Descuento 15%

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
FLUJO NETO EFECTIVO	-5.111	-11.507	2.430	3.324	3.772
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	1,15	1	0,8696	0,7561	0,6575
FLUJO DESCONTADO ¹	-5.877	-11.507	2.113	2.514	2.480

Notas al cuadro de Flujo descontado:

1: Se obtiene multiplicando el Flujo Neto Efectivo por el Factor de Actualización.

FUENTE: *Cálculos propios*

D.2. Análisis de sensibilidad

A continuación se incluye un cálculo tipo de la sensibilidad estimada en los índices del proyecto para cada variable analizada.

a) Variación En El Volumen De Ventas.

En el cuadro de Flujo de Caja Neto varía la producción anual. El ingreso y el costo variable dependen de la producción, mientras que el resto de los datos permanece constante. A continuación se muestra un extracto del cuadro para dos casos. Las casillas que varían se resaltan en rojo.

Tabla D.5
Flujo de Caja Neto. Producción 50.000 TM/a

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
PRODUCCIÓN DCP					
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)			35.000	45.000	50.000
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			10.500	13.500	15.000
EGRESOS					
• Costos variables			5.755	7.400	8.222
• Costos fijos			3.806	3.806	3.806
TOTAL EGRESOS (M\$)			9.561	11.206	12.028

FUENTE: Cálculos propios

Como la producción es mayor a 45.000 TM/a no se modificó el volumen correspondiente a los dos primeros años. En cambio, cuando la producción es menor

a 45.000 TM/a, se modifican los volúmenes de producción que sean mayores, como en la tabla D-6.

Tabla D.6
Flujo de Caja Neto. Producción 40.000 TM/a

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
PRODUCCIÓN DCP					
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)			35.000	40.000	40.000
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			10.500	12.000	12.000
EGRESOS					
• Costos variables			5.755	6.578	6.578
• Costos fijos			3.806	3.806	3.806
TOTAL EGRESOS (M\$)			9.561	10.384	10.384

FUENTE: *Cálculos propios*

El cálculo se repite para cada valor de producción.

b) Variación En El Precio De Venta

En el cuadro de Flujo de Caja Neto varía solo el ingreso por ventas. A continuación se muestra un extracto del cuadro para dos casos. Las casillas que varían se resaltan en rojo. El cálculo se repite para cada valor diferente del precio de venta.

Tabla D.7
Flujo de Caja Neto. Precio US\$340/TM

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
PRODUCCIÓN DCP					
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)			35.000	40.000	40.000
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			11.900	15.300	17.000

FUENTE: *Cálculos propios*

Tabla D.8
Flujo de Caja Neto. Precio US\$270/TM

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
PRODUCCIÓN DCP					
TOTAL PRODUCCIÓN (TM)			35.000	45.000	50.000
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			9.450	12.150	13.500
EGRESOS					
TOTAL EGRESOS (M\$)			9.561	11.206	12.028

FUENTE: *Cálculos propios*

c) Variación En El Costo Unitario

En el cuadro de Flujo de Caja Neto varía solo el costo variable. A continuación se muestra un extracto del cuadro para dos casos. Las casillas que varían se resaltan en rojo. El cálculo se repite para cada costo unitario planteado.

Tabla D.9
Flujo de Caja Neto. Costo variable unitario US\$ 132/TM

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			10.500	13.500	15.000
EGRESOS					
• Costos variables			4.604	5.920	6.578
• Costos fijos			3.806	3.806	3.806
TOTAL EGRESOS (M\$)			8.410	9.726	10.383

FUENTE: *Cálculos propios*

Tabla D.10
Flujo de Caja Neto. Costo variable unitario US\$ 189/TM

	AÑO				
	-1	0	1	2	3
INVERSIÓN					
TOTAL INVERSIÓN (M\$)	-5.111	-11.507			
INGRESOS					
TOTAL INGRESOS (M\$)			10.500	13.500	15.000
EGRESOS					
• Costos variables			6.615	8.505	9.450
• Costos fijos			3.806	3.806	3.806
TOTAL EGRESOS (M\$)			10.421	12.311	13.256

FUENTE: *Cálculos propios*

d) Variación En La Inversión Inicial

En el cuadro de Flujo de Caja Neto varían la inversión inicial y los costos fijos por concepto de amortización, depreciación y seguros.

e) Variación En El Precio Del Ácido Fosfórico

En el cuadro de Flujo de Caja Neto varía solo el precio del ácido fosfórico, dentro de los costos variables.

ANEXOS

- Anexo 1** Fuente de los Requerimientos Nutricionales en Venezuela
- Anexo 2** Producción de Alimentos Balanceados para Animales. Período 1964 – 2003
- Anexo 3** Especificaciones del DCP elaborado por la competencia: Cargill S.A., Monómeros Colombo Venezolanos y Quimpac. S.A.
- Anexo 4** Especificaciones Técnicas de la Piedra Caliza
- Anexo 5** Fotografías Complejo Petroquímico Morón
- Anexo 6** Plano Ensacadora
- Anexo 7** Estimación de Inversión en Activos Tangibles. Fórmulas, Exponentes y Porcentajes.
- Anexo 8** Indicadores Económicos años 1989 a 2004.
- Anexo 9** Costo unitario Ácido Fosfórico
- Anexo 10** Costo unitario Sacos
- Anexo 11** Factores utilizados para una Estimación de Costos Clase V

ANEXO 1

**Fuente de los Requerimientos Nutricionales en
Venezuela.**

FUENTE DE LOS REQUERIMIENTOS (*) NUTRICIONALES EN VENEZUELA

	APORTE	CONVERSIÓN	REQUERIMIENTOS	
	ENERGÉTICO		(KCal/Kg)	(KCal/Pers/Día)
	(%)		(promedio)	(+10%)
CEREALES	41	3.500	943	108
ACEITES	15	8.000	345	17
AZÚCAR	11	3.800	253	27
LÁCTEOS/HUEVO	10	3.100	230	30
CARNES (**)	9	1.600	207	52
LEGUMINOSAS	6	3.700	138	15
RAICES Y TUBÉRCULOS	5	1.300	115	36
FRUTAS Y HORTALIZAS	3	500	69	55
TOTAL	100		2.300	340

(*) I.N.N.

(**) Fuentes Cárnicas (Kg/Pers/Año)

Bovino	Aves	Cerdo	Pescados	Otras	Total
19	25	4	3	1	52

ANEXO 2

**Producción de Alimentos Balanceados para
Animales. Período 1964 – 2003.**

PRODUCCIÓN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES 1964 - 2002
(T.M.)

AÑO	BOVINO	PORCINO	AVES	OTROS	TOTAL
1964	78.442	115.599	206.428	6.192	406.661
1965	78.058	115.034	205.418	6.162	404.672
1966	99.927	147.261	262.967	7.889	518.044
1967	119.774	176.509	315.195	9.455	620.933
1968	102.066	150.413	268.596	8.057	529.132
1969	122.421	174.895	306.512	9.195	613.023
1970	138.667	208.179	357.573	10.727	715.146
1971	141.899	234.377	387.914	11.637	775.827
1972	170.570	253.450	437.135	13.114	874.269
1973	222.694	268.016	505.878	15.177	1.011.765
1974	207.751	306.004	649.542	17.715	1.181.012
1975	108.030	325.811	776.263	20.301	1.230.405
1976	102.595	376.865	860.549	22.481	1.362.490
1977	103.757	410.552	953.977	24.663	1.492.949
1978	41.832	500.191	1.056.701	28.973	1.627.697
1979	46.837	557.888	1.244.194	42.700	1.891.619
1980	33.109	591.913	1.322.615	52.348	1.999.985
1981	30.037	686.349	1.485.204	52.631	2.254.221
1982	79.355	838.252	1.557.494	58.171	2.533.272
1983	92.614	875.953	1.390.756	62.683	2.422.006
1984	202.241	899.841	1.763.952	71.189	2.937.223
1985	289.434	942.947	1.775.299	38.998	3.046.678
1986	378.379	953.243	1.800.475	78.233	3.210.330
1987	416.766	937.816	1.993.962	73.177	3.421.721
1988	576.959	1.141.748	2.253.899	82.129	4.054.735
1989	246.227	753.592	1.820.214	78.257	2.898.290
1990	198.000	484.000	1.408.000	110.000	2.200.000
1991	228.000	655.500	1.852.500	114.000	2.850.000
1992	275.723	643.354	2.021.969	122.544	3.063.590
1993	259.020	546.820	1.928.260	143.900	2.878.000
1994	185.618	371.235	1.962.247	132.584	2.651.684
1995	189.330	369.135	2.428.690	112.845	3.100.000
1996	161.915	315.615	2.067.000	105.470	2.650.000
1997	173.819	338.819	2.218.964	113.224	2.844.826
1998	247.255	463.603	2.319.559	60.268	3.090.685
1999	225.046	639.101	2.382.281	81.299	3.327.727
2000	236.192	671.192	2.501.333	85.253	3.493.970
2001	253.803	721.236	2.687.834	91.609	3.754.482
2002	247.170	670.890	2.542.320	70.620	3.531.000

FUENTE: AFACA

ANEXO 3

Especificaciones del DCP elaborado por la competencia: Cargill S.A., Monómeros Colombo Venezolanos y Quimpac S.A.


[Login](#) | [Contact Us](#) | [Site Map](#)
[Home](#) | [Products & Services](#) | [Environmental Steward](#) | [Community Leader](#) | [About Us](#) | [News](#)
[Home](#) > [Products & Services](#) > [Dicalcium Phosphate](#) > [Product Specifications](#)
[Return to Products & Services](#)
[North American Sales](#)
[Contacts](#)
[Worldwide Sales Contacts](#)

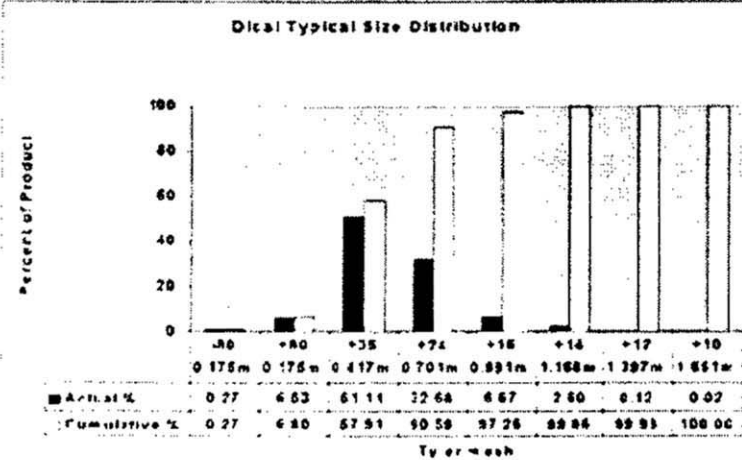
Dicalcium Phosphate Product Specifications

8813 HIGHWAY 41 SOUTH
RIVERVIEW, FLORIDA 33569
EMERGENCY TELEPHONE - CHEMTREC 1-800-424-9300

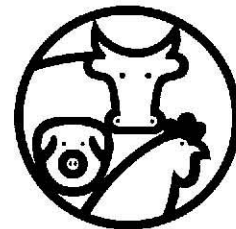
PRODUCT SPECS

Dicalcium Phosphate, CaHPO₄ · 2H₂O

Chemical Composition	Typical Production Data*	Guaranteed Analysis
Phosphorus	19.48%	18.50% minimum
Calcium	20.94%	19.00% minimum
Fluorine	0.15%	0.185% maximum
Sulfur	1.17%	
Iron	0.82%	
Aluminum	0.80%	
Magnesium	0.63%	
Sodium	0.30%	
Potassium	0.10%	
Manganese	0.03%	
Zinc	40 ppm	
Chromium	75 ppm	
Copper	4 ppm	
Molybdenum	12 ppm	
Cobalt	4 ppm	
Nickel	18 ppm	
Lead	<1 ppm	
Arsenic	6 ppm	
Cadmium	4 ppm	
Mercury	0.05 ppm	
Vanadium	143 ppm	
Selenium	<0.5 ppm	
*Typical average of last 6 months of production data		
Product Characteristics		Guaranteed Sieve Analysis
Composition:	70% dicalcium phosphate 30%	Retained on 10 Tyler Mesh: <1%

	monocalcium phosphate	<p style="text-align: center;">Dical Typical Size Distribution</p>  <table border="1" data-bbox="722 682 1416 766"> <tr> <td></td> <td>-80</td> <td>+80</td> <td>+35</td> <td>+74</td> <td>+15</td> <td>+14</td> <td>+17</td> <td>+10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.175m</td> <td>0.175m</td> <td>0.417m</td> <td>0.701m</td> <td>0.891m</td> <td>1.168m</td> <td>1.397m</td> <td>1.651m</td> </tr> <tr> <td>Actual %</td> <td>0.27</td> <td>6.63</td> <td>61.11</td> <td>22.64</td> <td>6.67</td> <td>2.80</td> <td>6.12</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>Cumulative %</td> <td>0.27</td> <td>6.80</td> <td>67.91</td> <td>90.55</td> <td>97.22</td> <td>99.86</td> <td>99.93</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="8" style="text-align: center;">Tyler mesh</td> </tr> </table> <p>Passes through 80 Tyler Mesh: <1%</p>		-80	+80	+35	+74	+15	+14	+17	+10		0.175m	0.175m	0.417m	0.701m	0.891m	1.168m	1.397m	1.651m	Actual %	0.27	6.63	61.11	22.64	6.67	2.80	6.12	0.02	Cumulative %	0.27	6.80	67.91	90.55	97.22	99.86	99.93	100.00		Tyler mesh							
	-80	+80	+35	+74	+15	+14	+17	+10																																							
	0.175m	0.175m	0.417m	0.701m	0.891m	1.168m	1.397m	1.651m																																							
Actual %	0.27	6.63	61.11	22.64	6.67	2.80	6.12	0.02																																							
Cumulative %	0.27	6.80	67.91	90.55	97.22	99.86	99.93	100.00																																							
	Tyler mesh																																														
<p>Typical Phosphorus: Fluorine ratio: 134 <i>(Industry Requirement: 100 Minimum)</i> Bulk Density: 54-58 lbs/ft³ Angle of Repose: 28° Hardness: 1.9 lb or 0.9 kg Moisture: 1% (typical 0.8%) Color: beige or tan pH: 3.2</p>																																															
Shipping Classification																																															
Dicalcium phosphate-feed grade																																															
Packaging																																															
<p>Shipments available in bag, truck, railcar, barge and ship An approved feed grade dust suppressant is applied to product on all export shipments</p>																																															
MSDS Product Information																																															
MSDS information																																															
Feed Label Information																																															
<p>For the purpose of registering products using this material, "Dicalcium Phosphate" should appear on the feed label.</p>																																															
Customer Support/Sales																																															
<p>Domestic Sales- Todd Nicklaus International Sales. - Rick Garcia</p>	<p>1-800-255-9634 1-800-237-2024</p>																																														
Revised 6/00																																															

TRICALFOS



Marca Comercial

Composición
garantizada

Fósforo.....(P) (Mín.)	18.0 %
Calcio.....(Ca) (Mín.)	31.0 %
Sodio.....(Na) (Mín.)	4.5 %
Fluor.....(F) (Máx.)	0.18 %
Arsénico.....(As) (Máx.)	5.0 ppm
Metales pesados (Máx.)	30.0 ppm

Presentación

Bulto de 50 Kg.

Fuente de fósforo, calcio y sodio biológicamente asimilable, ideal para la producción de concentrados y la preparación de sales mineralizadas para consumo animal. Recomendado para ganado de carne y leche; caballos, pollos y gallinas ponedoras; cerdos, conejos y ovejas; peces, camarones y langostinos.

Suplemento mineral con alta disponibilidad biológica y partículas que permiten excelente dispersión en el alimento.

Usos

La respuesta a las necesidades de crecimiento, producción, reproducción y economía de sus animales.

Producido
en Colombia
y garantizado por





- About Us
- Business
- International Trade
- We Purchase
- C

Chemicals

- ▣ Description
- ▣ Caustic Soda
- ▣ Solid Caustic Soda
- ▣ Liquid Chlorine
- ▣ Sodium Hypochlorite
- ▣ Hydrochloric Acid
- ▣ Dicalcium phosphate
- ▣ Ferric chloride
- ▣ Calcium chloride
- ▣ Calcium hypochlorite
- ▣ Alcohols

Salts

Paper

Services

Search(h)

Home



CaHPO₄.2H₂O DICALCIUM PHOSPHATE **CIU 3511**

[Production](#) | [Technical Specifications](#) | [Presentation and Dispatch](#) | [Properties](#) |

CONTACTS:

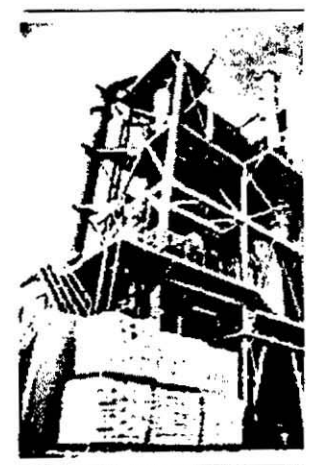
Commercial Manager
 Fernando Carranza
fcarranza@quimpac.com.pe
Telephone +51 1 614-2006

Export Manager
 Luis Eguren
leguren@quimpac.com.pe
Telephone +51 1 614-2005
Fax +51 1 614-2022
Central Fax +51 1 614-2020

Production ■

Dicalcium Phosphate dihydrate CaHPO₄.2H₂O, is produced by a wet process that cor following phases:

- a. Reaction of phosphoric rock with hydrochloric acid, main raw materials, a process from which a monocalcium phosphate liquor is obtained.
- b. Purification of the remaining solution by means of the removal of the inert matter and undesirable compounds.
- c. Production of dicalcium phosphate by means of calcium salts precipitation.
- d. Product filtration.
- e. Drying of dicalcium phosphate at moderate temperature to keep its two water molecules.



Technical Specifications ■■

Phosphorus (as P)	18.5	(%) min.
Calcium (as Ca++)	27.0	(%)
Fluorine (as F)	0.18	(%) max.
Insoluble in acid	1.0	(%) max.
Humidity	2.0	(%) max.

Presentation and dispatch ■

Presentation

Dicalcium phosphate is commercialized as PHOSBIC, a solid product with a 18.5% phosphorus concentration.

Domestic Dispatch (in Peru)

Dicalcium phosphate is sold in laminated and woven polypropylene bags, weighing 30 kg.

Export Shipping

Dicalcium phosphate is sold in laminated and woven polypropylene bags, weighing 30 kg, or in big-bags of approximately 1000 to 1200 kg.

Properties ■

Apparent density

➤ 0.710 g/ml

Characteristics

- Fine dust almost white that decomposes at 70° C.
- Its grading corresponds to a 70% less of mesh 170 (90 μ).



Reactivity

- Dicalcium phosphate is insoluble in water. Its solubility citric acid is 98% and in ammonium citrate, 98%.

pH

- Its pH is 6.5 to 7.0

Uses ■

Dicalcium phosphate is a source of phosphorus and calcium in the nutrition formulatic breeding different animal species.

- Used for poultry, cattle, pigs and all animal species.

Nutrition



ANEXO 4

Especificaciones Técnicas de la Piedra Caliza.



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Productos: Linea A Calcita

DESCRIPCION:

Es una calcita importada de altísima pureza. La suavidad en sus mezclas permite reducir al mínimo la abrasión. El mineral es sometido a un proceso de micronización y clasificación en medio seco, bajo un estricto control de calidad que permite obtener un producto final de inmejorable blancura y un excelente estándar de granulometría. Estos rasgos permiten lograr en las formulaciones un elevado índice de dispersión, haciendo del carbonato una carga funcional especialmente en plásticos, pinturas y papel. Este Carbonato calcico grado industrial no es toxico.

CARACTERISTICAS

QUIMICAS

CaCo3	99,09%
MgO	0,58%
Na2O	0,30%
H2O	0,03%

CARACTERISTICAS

FISICAS

Peso Especifico	2,64
Dureza Mhos	2,5

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS

TAMANO DE PARTICULAS			
PRODUCTO	MEDIA	Corte Max	Blancura
A - 97	2,19	9,99	96%
A - 97 Plus	1,9	7	97%

Granulometria

Metodologia Analizador de particulas Cilas 1064
 Dispersion por ultrasonido
 Lectura y medicion por rayos Laser
Laboratorio: Control de calidad Alonso Micron C.A.

Blancura
 Photovolt

PRESENTACION:

Sacos Plasticos con costura
 Peso neto 30 kg.
 Estibado en paletas de 1,500 kg.

ANEXO 5

Fotografías Complejo Petroquímico Morón.















ANEXO 6

Plano Ensacadora.

ANEXO 7

Estimación de Inversión en Activos Tangibles. Fórmulas y porcentajes.

Table 8. Peters and Timmerhaus Method for Plant Cost Estimates

Direct Costs	Solid	Solid Fluid	Fluid
1. Purchased equipment delivered, including fabricated equipment and process machinery	100	100	100
2. Purchased equipment installation	45	39	47
3. Instrumentation and controls (installed)	9	13	18
4. Piping (installed)	16	31	66
5. Electrical (installed)	10	10	11
6. Building (including services)	25	29	18
7. Yard improvements	13	10	10
8. Service facilities (installed)	40	55	70
9. Land (if purchase is required)	6	6	6
10. TOTAL DIRECT PLANT COSTS	264 (224) ^a	293 (238)	346 (276)
Indirect Costs			
11. Engineering and supervision	33	32	33
12. Construction expenses	39	34	41
13. TOTAL DIRECT AND INDIRECT COSTS	336 (296)	359 (304)	420 (350)
14. Contractor's fee (about 5% of direct and indirect plant costs)	17 (15)	18 (15)	21 (18)
15. Contingency (about 10% of direct and indirect plant costs)	34 (30)	36 (31)	42 (35)
16. TOTAL FIXED CAPITAL (INSTALLED COST)	387 (341)	413 (350)	483 (403)

a. Numbers in brackets represent the corresponding cost without service facilities (i.e., battery limits process unit only).

Source: M. S. Peters and K. D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd Ed., p. 180, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1980.

Type II

Countries with local labor having good experience in civil engineering and public works and with modern equipment in those fields (Ex: Indonesia, Philippines, and Thailand).

Type III

Countries where the labor is poorly qualified and where the equipment for civil engineering and erection is nonexistent (Ex: Africa).

The above factors apply to capital cost of new chemical process industries project within 100 miles (160 km) of a major industrial or import center or both in the designated country type.

Within a country, there may be considerable variations in costs, as, for example, due to remoteness. A. V. Bridgwater (11) suggested that the location factor increases by 10% for each 1,000 miles (1,600 km) that the new site is situated away from a major industrial or import center, over and above 100 miles (160 km) already included.

Overall Correction--The overall correction factor for capacity, time, and location is:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{C_1}{C_2}\right)^x \left(\frac{CE_1}{CE_2}\right) \left(\frac{L_1}{L_2}\right) \quad [3]$$

where

- I₁: Investment corresponding to capacity C₁, CE index¹, and location factor L₁.
- I₂: Investment corresponding to capacity C₂, CE index 2, and location factor L₂.
- x: Exponential factor, usually equal to 0.6.

Determining Cost of Utility Facilities

Electricity, steam, and cooling water are the most important utilities in a chemical fertilizer plant. Usually, it is cheaper to purchase utilities from an outside source if it is available and dependable. Since most utility companies have relatively large installations, their unit cost will normally be lower than that of a smaller self-supplied unit.

If a fertilizer plant buys utilities from an outside source, the delivered price of utilities should be used in the calculation of production cost (discussed in a separate paper).

Ammonium nitrate	0.54
Ammonium sulfate	0.50
Ammonia	0.74
Granulation unit	0.56
Nitric acid	0.56
Phosphoric acid	0.58
Sulfuric acid	0.62
Superphosphate	0.76
Urea	0.59

Cost versus capacity factors for some equipment are:

Air fins (coolers)	0.80
Agitators	0.50
Blowers	0.65
Bucket elevators	0.85
Compressor	0.75
Conveyors (belt)	0.85
Conveyors (screw)	0.82
Cooling towers	0.65
Distillation towers	0.70
Drums	0.65
Dryers	0.50
Electric motors	0.80
Ejectors (5 stages)	0.50
Evaporators	0.50
Heaters	0.80
Heat exchangers	0.60-0.95
Instruments and controls	0.00
Piping	0.70-0.90
Pumps	0.60
Refrigeration units	0.75
Screens	0.70
Tanks (carbon steel)	0.44
Tanks (stainless steel)	0.68

Here also, if no reliable figure is available, a factor of 0.6 is usually used. The estimate should be adjusted according to plant location.

Study Estimate

This type of estimate offers about 25% accuracy as compared with true cost. It is useful in enabling a manufacturing company to select from alternative investments. It is based on the knowledge of the flowsheet and major equipment. This type of estimate is normally prepared by determining the approximate cost of major equipment, using data published in journals, and

literature. However, these factors vary greatly with fluctuating inflations and other conditions. It is probably best to compare similar projects and obtain a proper location factor for the particular case in question.

Central Africa	2.0
Central America	1.0
China (imported element)	1.1
(indigenous element)	0.6
India (imported element)	1.8
(indigenous element)	0.7
Malaysia	0.8
Middle East	1.1
North Africa (imported element)	1.1
(indigenous element)	0.8
South Africa	1.2
South America (North)	-1.4
South America (South)	2.3

Process Technology

Different process vendors have different process designs for the same product. These designs generally have different costs. Careful examination needs to be performed to select the process and the vendor which will represent the best process plant from several points of view: product quality, on-stream factor, production cost, and plant cost.

Pollution Control Requirements

Pollution control costs may be a large portion of the equipment cost for processes where much dust and fumes are produced. Here again the process technology, the guaranteed recovery of nutrients, and the particular pollution regulations have to be carefully considered.

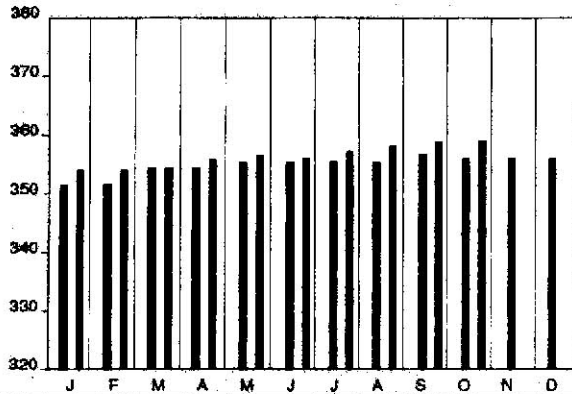
Other Factors

Other factors that will greatly affect the cost of a process plant and which have to be carefully considered are: plant capacity, interest rate, financing scheme, inflation rate, construction time, and taxes.

ANEXO 8

Indicadores Económicos Años 1989 a 2004.

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX

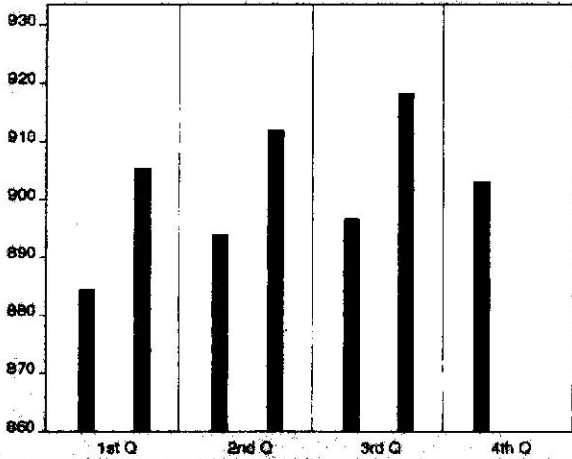


		(1957-59 = 100)		
		Oct. '90	Sept. '90	Oct. '89
		Prelim.	Final	Final
CE INDEX		359.7	360.2	357.5
Equipment		393.4	394.2	392.6
Heat exchangers & tanks		371.5	372.6	374.7
Process machinery		367.1	369.6	358.9
Pipe, valves & fittings		470.7	470.9	467.5
Process instruments		356.9	356.6	354.1
Pumps & compressors		511.3	510.3	489.2
Electrical equipment		297.3	299.9	288.3
Structural supports & misc.		351.3	346.6	367.3
Construction labor		276.5	277.3	272.9
Buildings		331.0	331.9	331.2
Engineering & supervision		355.4	355.6	348.3

Annual Index

1984 = 322.7
 1985 = 325.3
 1986 = 318.4
 1987 = 323.8
 1988 = 342.5
 1989 = 355.4

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX



		(1926 = 100)		
		3rd Q	2nd Q	3rd Q
		1990	1990	1989
M & S index		917.9	912.2	897.0
Process industries, average		935.3	932.3	916.7
Cement		922.2	926.8	911.0
Chemical		924.3	922.8	907.3
Clay products		822.9	916.1	899.0
Glass		867.6	863.8	850.0
Paint		936.2	931.6	916.0
Paper		881.8	877.3	863.4
Petroleum products		972.2	968.6	953.0
Rubber		995.3	989.6	971.5
Related industries				
Electrical power		883.1	877.3	869.2
Mining, milling		944.2	936.3	918.2
Refrigerating		1087.3	1080.0	1061.8
Steam power		920.2	916.0	901.6

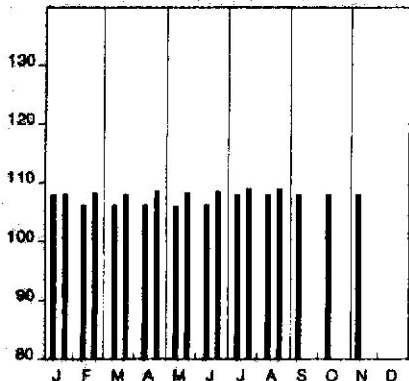
Annual Index

1984 = 780.4
 1985 = 789.6
 1986 = 797.6
 1987 = 813.6
 1988 = 852.0
 1989 = 895.1

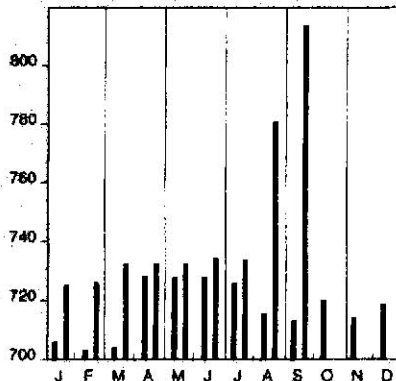
CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST	PREVIOUS	YEAR AGO
CPI output index (1987 = 100)*	Aug. '90 = 109.6 ^P	July '90 = 109.6 ^R	June '89 = 108.7 ^R
CPI value of output, billion \$†	Sept. '90 = 813.2 ^P	Aug. '90 = 783.3 ^P	July '89 = 737.3 ^R
CPI operating rate, %	Sept. '90 = 85.3 ^P	Aug. '90 = 85.4 ^R	July '89 = 85.7 ^R
Construction cost index (1913 = 100)	Nov. '90 = 4780.2	Oct. '90 = 4758.2	Sept. '89 = 4754.9
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	Oct. '90 = 118.6	Sept. '90 = 115.1	June '89 = 110.8
Index of industrial activity (1967 = 100)	Oct. 26, '90 = 179.6	Oct. 13, '90 = 179.6	Sept. 29, '89 = 181.4
Hourly earnings index, chemical & allied products (1977 = 100)‡	Oct. '90 = 111.3	Sept. '90 = 110.2	Aug. '89 = 106.7
Productivity index, chemicals & allied products (1967 = 100)**	Sept. '90 = 107.4	Aug. '90 = 107.8	July '89 = 105.9
			Sept. '89 = 102.5

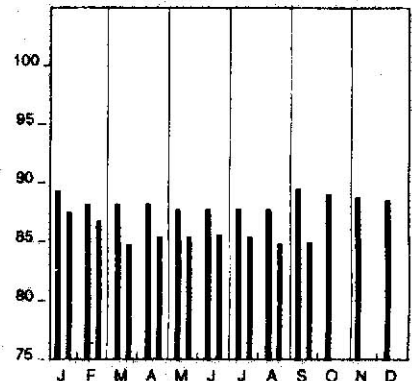
CPI OUTPUT INDEX (1977 = 100)



CPI OUTPUT VALUE (\$billions)

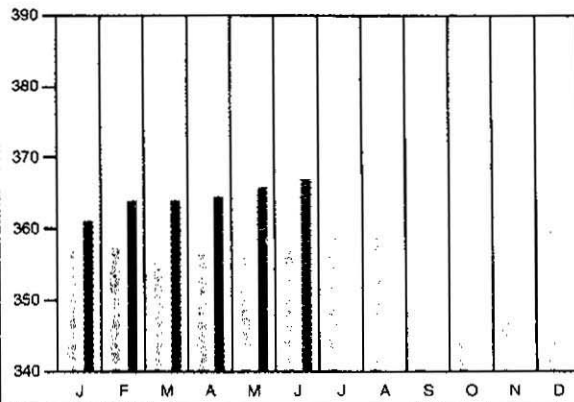


CPI OPERATING RATE (%)



*To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.356. †Revised as of Jan. 1987 — multiply values from Jan. 1982 to Jan. 1987 by 0.9586 to convert to values starting with Jan. 1987. ‡To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.9224. To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.478. P — Preliminary, R — Revised. For an explanation and additional information call: (212) 512-6931 or (212) 512-6793

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX



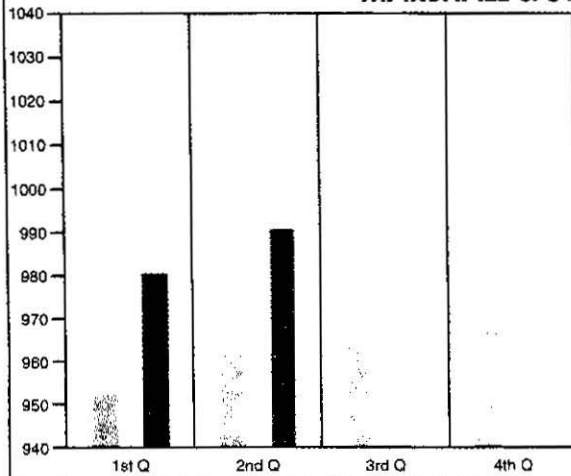
CE Index

	June '94	May '94	June '93
	Prelim	Final	Final
Equipment	366.9	365.7	359.3
Heat exchangers & tanks	405.2	403.3	394.8
Process machinery	362.6	364.0	356.2
Pipe, valves & fittings	392.1	383.0	384.8
Process instruments	496.9	490.6	470.4
Pumps & compressors	365.2	362.1	366.3
Electrical equipment	584.3	584.6	572.6
Structural supports & misc.	314.9	314.5	310.6
Construction labor	345.8	348.8	337.7
Buildings	272.2	272.6	270.0
Engineering & supervision	352.1	350.9	341.4
	351.3	351.3	352.3

Annual Index

1988 = 342.5
1989 = 355.4
1990 = 357.6
1991 = 361.3
1992 = 358.2
1993 = 359.2

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX



M & S Index

	2nd Q	1st Q	2nd Q
	1994	1994	1993
Process industries, average	990.8	980.3	966.6
Cement	996.8	987.4	976.3
Chemical	991.5	984.2	970.9
Clay products	980.8	972.4	961.6
Glass	986.0	978.1	965.5
Paint	919.3	909.7	899.7
Paper	1,000.1	990.1	978.2
Petroleum products	960.9	948.3	937.2
Rubber	1,033.5	1,023.3	1,012.6
Related industries	1,067.4	1,058.4	1,045.4
Electrical power	909.4	899.0	890.6
Mining, milling	1,026.7	1,017.4	1,003.0
Refrigerating	1,172.0	1,159.3	1,144.5
Steam Power	968.3	958.6	948.2

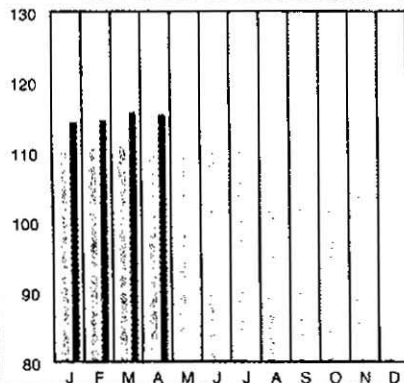
Annual Index

1988 = 852.0
1989 = 895.1
1990 = 915.1
1991 = 930.6
1992 = 943.1
1993 = 964.2

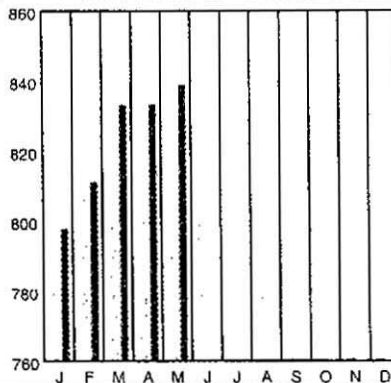
CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST	PREVIOUS	YEAR AGO
CPI output index (1987 = 100)*	Apr. '94=115.2	Mar. '94=115.6	Feb. '94=114.4
CPI value of output, billion \$†	May '94=838.8	Apr. '94=833.3	Mar. '94=833.1
CPI operating rate, %	May '94=84.5	Apr. '94=84.5	Mar. '94=83.7
Construction cost index (1967 = 100)	July '94=503.6	June '94=503.5	May '94=503.2
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	June '94=112.0	May '94=110.4	Apr. '94=110.0
Index of industrial activity (1967 = 100)	June 25, '94=196.5	June 18, '94=196.0	June 11, '94=194.7
Hourly earnings index, chemical & allied products (1977 = 100)†	June '94=112.8	May '94=112.2	Apr. '94=122.0
Productivity index, chemicals & allied products (1987 = 100)**	May '94=118.5	Apr. '94=118.8	Mar. '94=119.6
			May '93=111.9
			May '93=800.0
			May '93=83.2
			July '93=488.9
			June '93=111.3
			June '93=111.3
			June '93=111.3
			May '93=116.7

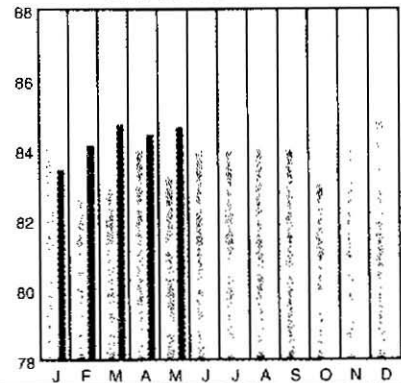
CPI OUTPUT INDEX (1977 = 100)



CPI OUTPUT VALUE (\$ Billions)

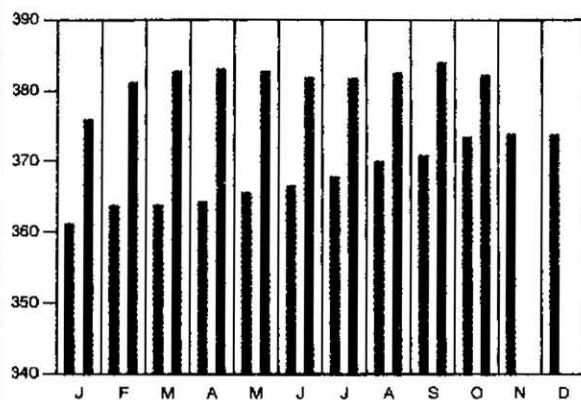


CPI OPERATING RATE (%)



*To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.356. Revised as of Jan. 1987 — multiply values from Jan. 1982 to Jan. 1987 by 0.9586 to convert to values starting with Jan. 1987. †To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.9224. **To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.478; P = Preliminary; R = Revised. For an explanation and additional information call (212) 512-6931.

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX



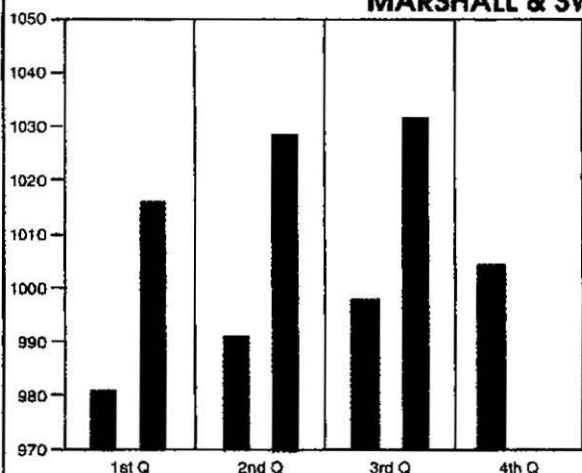
(1957-59=100)

	Oct. '95	Sept. '95	Oct. '94
CE Index	Prelim. 382.4	Final 384.1	Final 373.6
Equipment	428.0	430.5	413.5
Heat exchangers & tanks	391.2	393.4	374.7
Process machinery	412.2	411.9	398.6
Pipe, valves & fittings	517.5	525.3	507.6
Process instruments	376.0	378.0	371.1
Pumps & compressors	602.2	602.1	586.6
Electrical equipment	330.2	329.1	318.6
Structural supports & misc.	370.6	371.6	345.6
Construction labor	278.7	279.2	277.6
Buildings	364.3	365.5	359.2
Engineering & supervision	344.9	345.1	350.8

Annual Index

1989 = 355.4
 1990 = 357.6
 1991 = 361.3
 1992 = 358.2
 1993 = 359.2
 1994 = 368.1

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX



(1926=100)

	3rd Q	2nd Q	3rd Q
	1995	1995	1994
M & S Index	1,031.7	1,029.0	998.1
Process industries, average	1,042.9	1,037.7	1,005.2
Cement	1,034.6	1,030.0	997.6
Chemical	1,028.3	1,022.8	990.0
Clay products	1,028.6	1,024.3	992.7
Glass	965.3	961.3	927.4
Paint	1,048.4	1,043.8	1,009.4
Paper	995.1	993.7	966.8
Petroleum products	1,081.2	1,074.9	1,041.3
Rubber	1,116.1	1,110.4	1,076.4
Related industries			
Electrical power	967.4	962.3	922.2
Mining, milling	1,059.5	1,058.8	1,030.0
Refrigerating	1,225.0	1,219.9	1,182.4
Steam Power	1,016.9	1,011.3	977.7

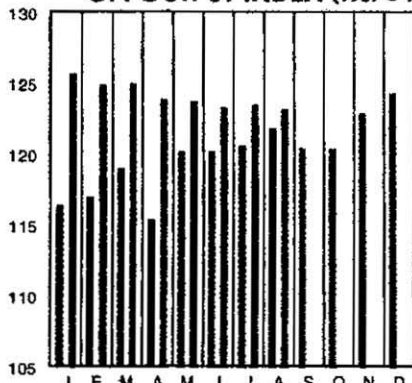
Annual Index

1989 = 895.1
 1990 = 915.1
 1991 = 930.6
 1992 = 943.1
 1993 = 964.2
 1994 = 993.4

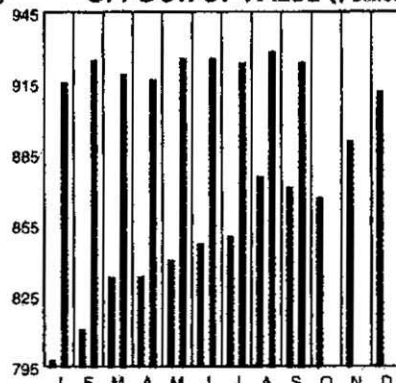
CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST	PREVIOUS	YEAR AGO
CPI output index (1987 = 100)*	Aug. '95=123.2	July '95=123.5	June '94=121.8
CPI value of output, billion \$†	Sept. '95=924.0	Aug. '95=928.6	July '94=871.0
CPI operating rate, %	Sept. '95=84.5	Aug. '95=84.7	July '94=85.7
Construction cost index (1967 = 100)	Nov. '95=513.8	Oct. '95=513.1	Sept. '94=506.3
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	Oct. '95=127.8	Sept. '95=130.9	Aug. '94=121.2
Index of industrial activity (1992 = 100)	Oct. 28, '95=123.8	Oct. 21, '95=124.1	Oct. 14, '94=119.2
Hourly earnings index, chemical & allied products (1977 = 100)‡	Oct. '95=128.1	Sept. '95=127.3	Aug. '94=123.7
Productivity index, chemicals & allied products (1987 = 100)**	Sept. '95=124.7	Aug. '95=125.1	July '94=121.3

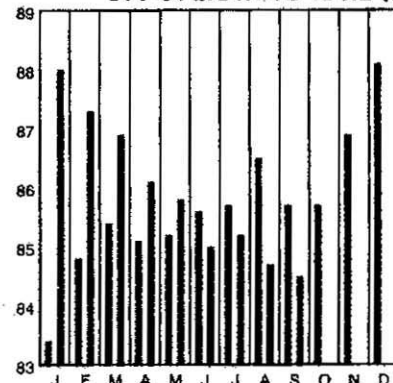
CPI OUTPUT INDEX (1987 = 100)



CPI OUTPUT VALUE (\$ Billions)



CPI OPERATING RATE (%)



*To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.356. †Revised as of Jan. 1987 -- multiply values from Jan. 1982 to Jan. 1987 by 0.9586 to convert to values starting with Jan. 1987; ‡to convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.9224. **To convert to 1977 = 100 base, multiply by 1.478. P = Preliminary; R = Revised. For an explanation and additional information call: (212) 512-6931.

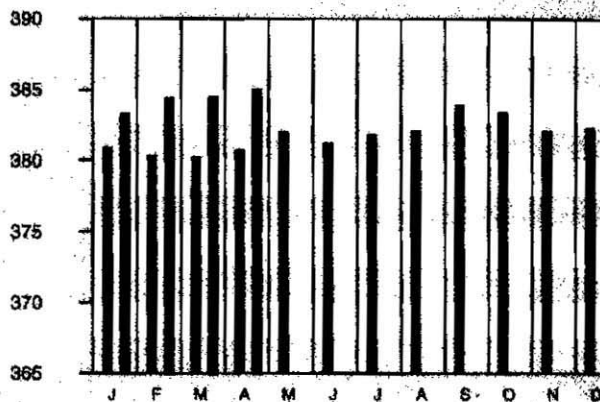
CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX

(1957-59=100)

CE INDEX	Apr. '87	Mar. '87	Apr. '86
	Proxm.	Final	Final
Equipment	385.8	384.5	388.7
Heat exchangers & tanks	481.7	451.5	427.4
Process machinery	386.4	384.5	367.4
Pipes, valves & fittings	422.5	425.4	414.0
Process instruments	529.6	529.3	510.0
Pumps & compressors	373.8	374.3	372.8
Special equipment	628.0	625.6	613.9
Structural equipment	331.2	331.0	332.6
Structural supports & misc.	370.0	370.5	383.7
Construction labor	275.9	277.4	273.8
Buildings	371.5	370.7	382.3
Engineering & supervision	342.8	342.5	344.2

Annual Index

1991 = 361.3
 1992 = 358.2
 1993 = 359.2
 1994 = 368.1
 1995 = 381.1
 1996 = 381.7



For an explanation and additional information call 212-512-6931.

VATAVUK AIR POLLUTION CONTROL COST INDEXES (VAPCCI)

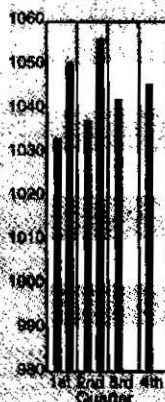
(1st Quarter 1994 = 100.0)¹

CONTROL DEVICE	1996 (Avg)	1st Q '96	2nd Q '96	3rd Q '96	4th Q '96	1st Q '97
Carbon absorbers	110.4	109.2	107.5	105.2	103.6	104.2
Collected particulates	107.1	107.7	107.0	107.1	106.0	105.5
Electrostatic precipitators	108.2	109.0	107.5	108.9	105.4	108.6
Flue gas desulfurization	102.7	104.0	104.2	104.8	104.9	105.3
Flare	107.5	104.5	104.9	105.1	105.2	105.6
Gas absorbers	108.5	108.4	108.2	107.1	107.1	105.7
Membrane pollution control	103.0	105.5	105.4	103.5	103.8	104.5
Wastewater treatment systems	105.0	104.2	104.2	104.4	104.8	105.1
Wastewater treatment systems	104.4	105.6	105.0	104.7	105.6	107.3
Wastewater treatment systems	105.9	108.0	108.0	108.3	108.3	109.1
Wastewater treatment systems	112.5	111.7	110.1	109.3	108.0	108.3

¹ Total values have been rounded to the nearest tenth.
² All first quarter 1997 values are preliminary.
³ For those items not controlled individually, each quantity value shown is the average of the Product Price Index (PPI) for the three months in question, divided by the average of the PPIs for January, February, and March 1994 (i.e., first quarter 1994).
 Note: For a detailed explanation of the development and use of the VAPCCI, see Chem. Eng., December 1995, pp. 68-95.

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX

(1926 = 100)



M & S INDEX	2nd Q 1997	1st Q 1997	2nd Q 1996
Process industries, average	1,058.5	1,058.3	1,058.7
Cement	1,055.5	1,051.6	1,052.3
Chemical	1,049.4	1,045.5	1,054.6
City products	1,059.9	1,045.5	1,057.2
Steel	983.7	978.4	987.0
Paper	1,071.6	1,055.1	1,058.4
Food	1,022.1	1,015.7	998.4
Textile products	1,118.2	1,103.3	1,089.9
Automotive	1,143.4	1,134.5	1,125.0
Selected industries			
Electrical power	925.0	924.4	925.5
Mining, milling	1,087.3	1,081.5	1,059.3
Self-generating	1,254.9	1,245.5	1,222.1
Steam power	1,032.0	1,025.6	1,019.5

Annual Index

1991 = 930.6 1994 = 993.4
 1992 = 943.1 1995 = 1,027.5
 1993 = 964.2 1996 = 1,039.2

CONSTRUCTION SPOTLIGHT

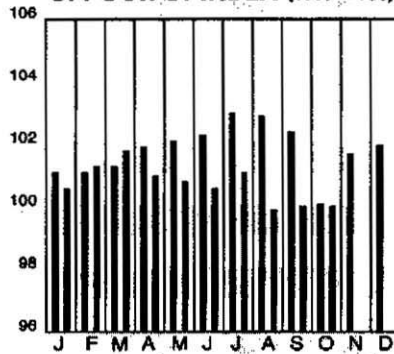
COMPANY	PROJECT	LOCATION	COST, CAPACITY	STATUS
Aspe Products Co. (Los Angeles, Calif.)	Polypropylene manufacturing plant	Conson, Calif.	\$400 million	Detailed engineering in progress, construction to begin in 12 months
BF Alachem North America (Philadelphia, Pa.)	Chemical plant	Beaumont, Tex.	\$354 million	Preliminary engineering started, owner has not determined plant location
ErtcoClean Cogen Associates (Houston, Tex.)	Cogeneration plant	Urdray, Calif.	\$110-150 million; 170 MW	Plans in preliminary stage
Carbonic Energy Corp. (Winston-Salem, N.C.)	Clean-coal production plant	Gillette, Wyo.	\$90 million	Schematic complete
Air Products & Chemicals Inc. (Allentown, Pa.)	Distillolene plant	Gelmar, La.	\$70 million	Site and piling work has started
Lyondell Petrochemical Co. (Houston, Tex.)	Chemical plant expansion	Bay City, Tex.	\$50-75 million	Site selection complete
LG&E Power (Fairfax, Va.)	Industrial power plant	Gregory, Tex.	\$50-75 million	Project in development, environmental permits applied for
Alabama Power Co. (Birmingham, Ala.)	Cogeneration facility	Lowndes County, Ala.	\$40 million	Design development plans in progress
Amgen Inc. (Thousand Oaks, Calif.)	Biotechnology manufacturing plant	Longmont, Colo.	\$25-50 million	Plans in progress
City of Fresno (Fresno, Calif.)	Power generation facility for wastewater reclamation plant	Fresno, Calif.	\$22 million	Project in design phase

This partial list of upcoming projects in the chemical process industries is from DataLine, an online-retrieval service of The McGraw-Hill Companies' F.W. Dodge division. Call 800-221-0888 for more information. The jobs selected are in the pre-planning stage, generally prior to finalization of the engineering design or selection of the general contractor.

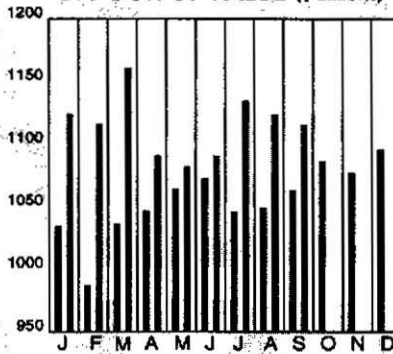
CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST		PREVIOUS		YEAR AGO	
CPI output index (1997 = 100)*	Oct. '03 = 100.0	Sep. '03 = 100.0	Aug. '03 = 99.9	Oct. '02 = 100.1	Oct. '02 = 100.1	Oct. '02 = 100.1
CPI value of output, \$ billions	Sep. '03 = 1,115.7	Aug. '03 = 1,123.4	Jul. '03 = 1,134.4	Sep. '02 = 1,062.8	Sep. '02 = 1,062.8	Sep. '02 = 1,062.8
CPI operating rate, %	Oct. '03 = 77.8	Sep. '03 = 77.5	Aug. '03 = 77.3	Oct. '02 = 77.7	Oct. '02 = 77.7	Oct. '02 = 77.7
Construction cost index (1967 = 100)	Nov. '03 = 632.5	Oct. '03 = 630.4	Sep. '03 = 627.6	Nov. '02 = 612.4	Nov. '02 = 612.4	Nov. '02 = 612.4
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	Oct. '03 = 140.8	Sep. '03 = 139.5	Aug. '03 = 141.2	Oct. '02 = 132.6	Oct. '02 = 132.6	Oct. '02 = 132.6
Index of industrial activity (1992 = 100)	Nov. 01, '03 = 205.5	Oct. 25, '03 = 204.6	Oct. 18, '03 = 203.9	Nov. 02, '02 = 190.1	Nov. 02, '02 = 190.1	Nov. 02, '02 = 190.1
Hourly earnings index, chemical & allied products (1992 = 100)	Oct. '03 = 136.4	Sep. '03 = 136.2	Aug. '03 = 135.8	Oct. '02 = 131.4	Oct. '02 = 131.4	Oct. '02 = 131.4
Productivity index, chemicals & allied products (1992 = 100)	Oct. '03 = 122.5	Sep. '03 = 122.1	Aug. '03 = 120.6	Oct. '02 = 119.0	Oct. '02 = 119.0	Oct. '02 = 119.0

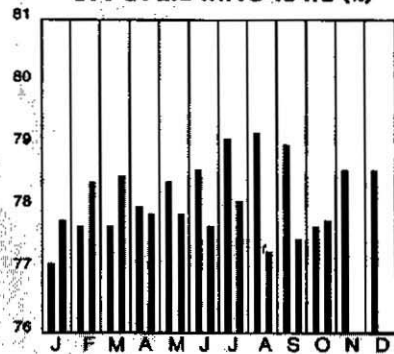
CPI OUTPUT INDEX (1997 = 100)



CPI OUTPUT VALUE (\$ Billions)



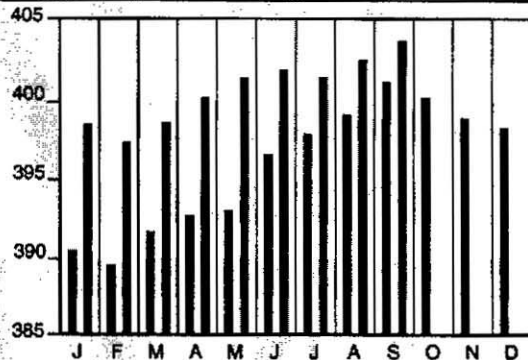
CPI OPERATING RATE (%)



*To convert to 1992, multiply by 1.1514684. To convert to 1987, multiply by 1.2495478. For an explanation and additional information, call 212-621-4612. Current business indicators provided by DRI-WEFA, Lexington, Mass.

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX

CE INDEX	Sept. '03	Aug. '03	Sept. '02	(1957-99 = 100)
	Prelim.	Final	Final	
Equipment	403.6	402.4	401.0	Annual Index 1996 = 381.7 1997 = 386.5 1998 = 389.5 1999 = 390.6 2000 = 394.1 2001 = 394.3 2002 = 395.6
Heat exchangers & tanks	445.7	444.8	444.3	
Process machinery	363.5	362.5	362.5	
Pipe, valves & fittings	452.2	450.6	450.8	
Process instruments	570.0	569.9	570.7	
Pumps & compressors	365.9	365.5	365.6	
Electrical equipment	705.7	706.5	702.1	
Structural supports & misc	341.7	341.6	340.7	
Construction labor	430.0	428.0	424.4	
Buildings	314.3	312.2	309.6	
Engineering & supervision	407.3	402.2	394.5	
	346.7	347.5	345.9	



A full explanation of this index can be found in Chem. Eng., January 2002, pp. 62-70

Look for the CE Plant Cost Index and other economic data at www.che.com/el

VATAVUK AIR POLLUTION CONTROL COST INDEXES (VAPCCI)

(1st Quarter 1994 = 100.0)

CONTROL DEVICE	3rd Q 2003 ¹	2nd Q 2003 ¹	1st Q 2003	2002 Avg.	2001 Avg.	2000 Avg.
Carbon adsorbers	113.8	113.6	109.9	106.8	105.9	108.0
Catalytic incinerators	124.1	121.0	122.1	114.5	112.9	114.3
Electrostatic precipitators	102.0	102.8	103.0	101.7	98.5	101.1
Fabric filters ²	NA	NA	NA	NA	NA ²	113.0
Flares	105.3	104.8	104.0	101.7	100.8	104.3
Gas absorbers	117.9	117.8	116.9	115.6	114.4	112.9
Mechanical collectors ²	NA	NA	NA	NA	NA ²	121.8
Refrigeration systems	108.9	108.7	108.0	106.6	106.8	106.1
Regenerative thermal oxidizers	113.4	113.7	113.3	111.9	110.7	109.0
Thermal incinerators	109.9	110.0	109.6	108.6	107.9	107.9
Wet scrubbers	120.6	119.4	117.8	113.2	111.8	113.8

1. All second quarter and third quarter 2003 indexes are preliminary.
 2. Effective second quarter 2001, the Bureau of Labor Statistics abolished the Producer Price Indexes (PPI's) for fabric filters and mechanical collectors. As the VAPCCI's for these two control devices were, essentially, their PPI's, the VAPCCI's can no longer be reported.

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX

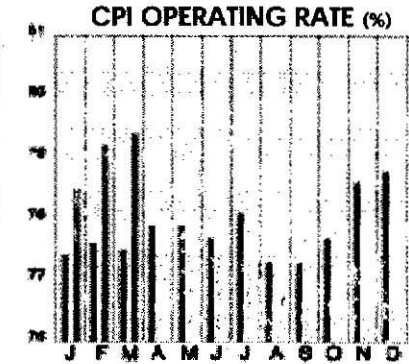
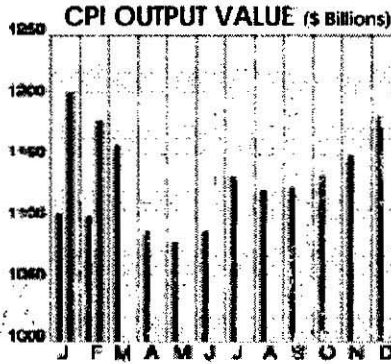
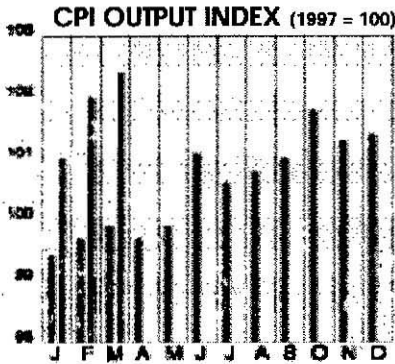
(1926 = 100)

	4th Q 2003	3rd Q 2003	4th Q 2002
M & S INDEX	1,133.2	1,124.7	1,108.1
Process industries, average	1,163.6	1,145.1	1,126.2
Cement	1,144.8	1,132.9	1,114.5
Chemicals	1,132.8	1,125.0	1,107.6
Clay products	1,141.0	1,130.9	1,112.4
Glass	1,060.6	1,051.5	1,034.4
Paint	1,158.0	1,148.8	1,129.1
Paper	1,103.1	1,092.8	1,076.4
Petroleum products	1,207.6	1,199.9	1,178.8
Rubber	1,230.1	1,220.3	1,194.8
Related industries			
Electrical power	1,018.5	1,009.1	994.0
Mining, milling	1,178.3	1,169.2	1,152.6
Refrigeration	1,362.7	1,351.7	1,328.1
Steam power	1,101.3	1,094.2	1,076.2

Annual Index	1997 = 1,056.8	2000 = 1,089.0
	1998 = 1,069.9	2001 = 1,093.9
	1999 = 1,068.3	2002 = 1,104.2

CURRENT BUSINESS INDICATORS

	LATEST	PREVIOUS	YEAR AGO
CPI output index (1997 = 100)*	Mar. '04 = 102.4	Feb. '04 = 102.0	Jan. '04 = 101.0
CPI value of output, \$ billions	Feb. '04 = 1,180.0	Jan. '04 = 1,204.2	Dec. '03 = 1,184.9
CPI operating rate, %	Mar. '04 = 79.4	Feb. '04 = 79.2	Jan. '04 = 78.5
Construction cost index (1967 = 100)	Mar. '04 = 643.8	Feb. '04 = 638.7	Jan. '04 = 635.4
Producer prices, industrial chemicals (1982 = 100)	Mar. '04 = 150.5	Feb. '04 = 151.0	Jan. '04 = 150.0
Index of industrial activity (1992 = 100)	Apr. 3, '04 = 216.4	Mar. 27, '04 = 215.2	Mar. 20, '04 = 214.6
Hourly earnings index, chemical & allied products (1992 = 100)	Mar. '04 = 137.2	Feb. '04 = 137.7	Jan. '04 = 137.4
Productivity index, chemicals & allied products (1992 = 100)	Mar. '04 = 124.5	Feb. '04 = 124.0	Jan. '04 = 123.8



*To convert to 1992, multiply by 1.1514684. To convert to 1987, multiply by 1.2495478. For an explanation and additional information, call 212-621-4612. Current business indicators provided by DRI-WEFA, Lexington, Mass.

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX

	Feb. '04	Jan '04	Feb. '03
	Prelim.	Final	Final
CE INDEX	434.2	425.2	397.2
Equipment	498.4	485.6	439.7
Heat exchangers & tanks	474.0	451.7	355.8
Process machinery	490.5	481.2	450.0
Pipe, valves & fittings	589.6	584.9	565.4
Process instruments	370.4	365.8	365.0
Pumps & compressors	715.4	715.3	699.4
Electrical equipment	344.4	343.7	341.3
Structural supports & misc	456.9	437.6	416.2
Construction labor	296.7	293.9	304.6
Buildings	396.6	390.1	394.1
Engineering & supervision	346.9	349.4	347.3

(1957-59 = 100)

Annual Index

1996 = 381.7

1997 = 386.5

1998 = 389.5

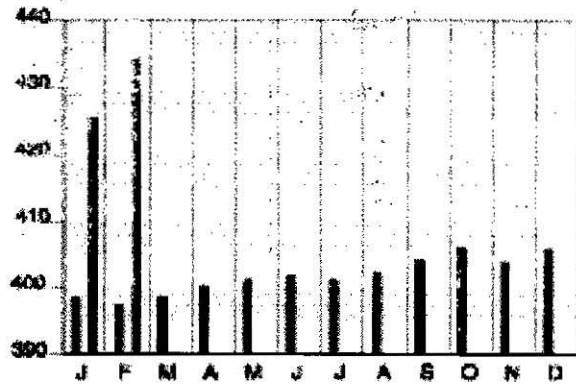
1999 = 390.6

2000 = 394.1

2001 = 394.3

2002 = 395.6

2003 = 401.7



A full explanation of this index can be found in Chem. Eng., January 2002, pp. 62-70

Look for the CE Plant Cost Index and other economic data at www.chc.com/en

VATAVUK AIR POLLUTION CONTROL COST INDEXES (VAPCCI)
(1st Quarter 1994 = 100.0)

CONTROL DEVICE	2000 Avg.	2001 Avg.	2002 Avg.	2nd Q 2003	3rd Q 2003	4th Q 2003 ¹
Carbon adsorbers	108.0	105.9	106.8	113.3	113.4	116.1
Catalytic incinerators	114.3	112.9	114.5	121.0	123.8	129.6
Electrostatic precipitators	101.1	98.5	101.7	102.8	101.6	105.6
Fabric filters ²	113.0	NA	NA	NA	NA	NA
Flares	104.3	100.8	101.7	104.9	105.4	107.1
Gas absorbers	112.9	114.4	115.6	117.8	116.9	117.4
Mechanical collectors ²	121.8	NA ²	NA	NA	NA	NA
Refrigeration systems	106.1	105.8	106.6	108.8	108.9	109.6
Regenerative thermal oxidizers	109.0	110.7	111.9	113.7	113.8	114.9
Thermal incinerators	107.9	107.9	108.6	110.0	109.8	111.0
Wet scrubbers	113.8	111.8	113.2	119.4	120.7	123.3

1. All fourth quarter 2003 indexes are preliminary
 2. Effective second quarter 2001, the Bureau of Labor Statistics abolished the Producer Price Indexes (PPI's) for fabric filters and mechanical collectors. As the VAPCCI's for these two control devices were, essentially, their PPI's, the VAPCCI's can no longer be reported

MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX
(1926 = 100)

	4th Q 2003	3rd Q 2003	4th Q* 2002
M & S INDEX	1,133.2	1,124.7	1,113.1
Process industries, average	1,153.6	1,145.1	1,132.1
Cement	1,144.8	1,132.9	1,120.6
Chemicals	1,132.8	1,125.0	1,113.8
Clay products	1,141.0	1,130.9	1,117.3
Glass	1,060.6	1,051.5	1,039.0
Paint	1,158.0	1,148.8	1,135.3
Paper	1,103.1	1,092.8	1,081.9
Petroleum products	1,207.6	1,199.9	1,184.3
Rubber	1,230.1	1,220.3	1,200.2
Related industries			
Electrical power	1,018.5	1,009.1	997.8
Mining, milling	1,178.3	1,169.2	1,156.7
Refrigeration	1,362.7	1,351.7	1,335.5
Steam power	1,101.3	1,094.2	1,081.8

Annual index

1998 = 1,061.9 2001 = 1,093.9

1999 = 1,068.3 2002 = 1,104.2

2000 = 1,089.0 2003 = 1,123.6

*In the December 2003 and January 2004 issues, these quarterly data were in error. The data have been corrected here.

ANEXO 9
Costo Unitario Ácido Fosfórico.

PRESUPUESTO REVISADO 2003 (AJUSTADO)
COSTOS UNITARIOS (Bs/TM)
 Ctos. Ppto_2003 RV-01 / Mejor Vision

PRODUCTO Bs/TM	COSTOS VAR. PURO	A NIVEL PLANTA	A NIVEL MANUFACT.	A NIVEL COMPLEJO	A NIVEL EMPRESA	COSTO EXPORT.	PRECIO DE VENTA		VENTAS (TM)		PRODUC. TM
							NAC.	EXPORT.	NAC.	EXPORT.	
AMONIACO	106.149,82	135.198,70	156.385,81	185.601,57		0	383.995	0	3.802,0	0	160.068,0
UREA GRANEL	85.238,51	115.854,10	138.324,71	152.336,23		0	142.810	0	44.766,0	0	170.608,0
UREA ENSACADA	91.669,25	127.389,57	154.888,62	167.548,23		0	166.391	0	124.234,0	0	124.234,0
SOLUCION AMONIACAL	32.074,48	49.212,47	58.846,15	72.236,88		0	178.000	0	1.800,0	0	1.799,7
SULFATO DE AMONIO	45.430,71	82.398,16	114.824,58	123.216,94		0	110.304	0	1.600,0	0	78.791,0
SULFATO DE AMONIO ENS.	50.798,09	93.866,32	132.443,78	142.508,81		0	132.289	0	24.821,0	0	24.821,0
ACIDO SULFURICO 98%	15.391,66	36.287,62	55.206,58								112.830,0
OLEUM 106% 215	0,00	0,00	0,00								0,0
ACIDO SULFURICO 98%	11.680,55	25.489,20	37.145,60								253.328,3
OLEUM 106% 218	17.522,57	31.331,22	42.987,63								8.580,7
ACIDO SULFURICO 98%	12.946,97	28.816,68	42.711,01	48.446,76		0	75.387	0	114.141,0	0	366.158,3
OLEUM 106%	17.659,71	31.331,22	42.987,63	54.484,66		0	151.110	0	10.500,0	0	8.580,7
ACIDO FOSFORICO 100%	82.259,70	232.189,33	359.564,47	359.564,47		0	0	0	0,0	0	59.193,0
F 12-24-12/3 CP A GRANEL	110.021,05	167.644,98	215.742,03	215.742,03		0	0	0	0,0	0	74.536,0
F 12-24-12/3 CP ENSACADO	118.372,83	184.885,91	242.010,04	263.054,22		0	276.593	0	62.513,0	0	62.513,0
F 12-12-17/2 SP A GRANEL	164.530,84	208.457,57	245.292,73	245.292,73		0	0	0	0,0	0	11.949,0
F 12-12-17/2 SP ENSAC.	172.882,42	225.698,50	271.560,74	293.680,44		0	290.728	0	11.252,0	0	11.252,0
F 14-14-14/11 CP A GRANEL	90.354,20	141.208,02	184.035,38	184.035,38		0	0	0	0,0	0	87.184,0
F 14-14-14/11 CP ENSAC.	98.705,98	158.448,95	210.303,40	228.254,01		0	235.932	0	87.638,0	0	87.638,0
F 10-26-26 CP A GRANEL	129.024,42	184.867,58	231.312,92	231.312,92		0	0	0	0,0	0	26.265,0
F 10-26-26 CP ENSACADA	137.376,20	202.108,51	257.580,94	280.414,76		0	300.115	0	13.982,0	0	13.982,0
DAP (16-20-00) GRANEL	49.497,66	110.566,01	161.961,22	172.917,27		21.696	0	144.000	0,0	15.200	15.200,0
DAP (16-42-00) GRANEL	138.447,39	222.786,53	293.151,31	312.428,24		21.696	240.189	256.000	3.600,0	18.000	25.680,0
DAP (16-42-00) ENSACADO	146.799,17	240.027,46	319.419,32	339.370,64		0	262.229	0	13.517,0	0	13.517,0
RPA 0-33-0 GRANEL	19.208,75	79.242,46	134.571,82	140.555,14		21.696	0	78.640	0,0	7.000	38.939,8
RPA 0-33-0 Ensacado	24.310,99	89.285,51	149.709,02	161.223,14		0	151.335	0	26.301,0	0	26.301,0
Sulfato de Calcio Ensac.	0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0	0,0	0	0,0
ROCA FOSFATICA	1.625,43	7.691,62	13.945,96	15.345,90		0	18.400	0	1.800,0	0	354.200,0
ROCA MICRONIZADA	4.802,21	13.617,59	20.874,71	20.874,71		0	0	0	0,0	0	284.358,0
N.P.K TOTAL A GRANEL	106.889,41	164.254,71	212.287,75	228.127,79		21.696	208.192	204.723	3.600	33.200	240.814,0
N.P.K TOTAL ENSACADO	115.936,24	180.272,38	235.752,04	255.479,34		0	259.284	0	188.902	0	188.902,0

COSTO VARIABLE PURO: INCLUYE SOLO EL COSTO DE LA MATERIA PRIMA Y SERVICIOS INDUSTRIALES.

COSTO A NIVEL DE PLANTA: INCLUYE EL COSTO VARIABLE PURO MAS LOS COSTOS FIJOS DIRECTOS DE LA PLANTA.

COSTO A NIVEL MANUFACTURA: INCLUYE EL COSTO A NIVEL DE PLANTA MAS LOS COSTOS INDIRECTOS DE MANUFACTURA.

COSTO DE COMPLEJO MORON: INCLUYE EL COSTO A NIVEL DE MANUFACTURA MAS LOS GASTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS.

ANEXO 10

Costo Unitario Sacos.



PEQUIVEN

MOVIMIENTO DE SACOS VACIOS
CENTRO: D600 / ALMACEN: DP00

09:27 AM

PREPARADO POR: ORLANDO PEREZ y EBELANA BAZAÑI

fecha 09/08/2004

DESCRIPCION TECNICA	DESCRIP. COMERCIAL	MEDIDAS	LINNEER	MATERIAL	SACOS	SACOS	TM FISICO	DEV	CAM
UREA 46%N AGRICOLA	PERLADA LAMINADOS	102x60	S/L	554739	154.800	154.800	7.740		242
UREA 46%N GRANULA	IMPORT LAMINADOS	98x65	S/L	562577	122.500	122.500	6.125		191
UREA 46%N PERLADA	LAMINADOS	102x60	S/L	622567			0		0
00-25 FOSFOPODER	LAMINADOS	79X60	S/L	532213	54.500	54.500	2.725		85
FOSFACTIVO	LAMINADOS	96X60	S/L	532214	56.382	56.382	2.819		88
MEJORADOR	LAMINADOS	84X60	S/L	532238	38.754	38.754	1.938		61
CLOR.POT KCL BLANC	LAMINADOS	90X60	S/L	556419	19.727	19.727	986		31
SUPERSAM	LAMINADOS	84X60	S/L	554740	292.200	292.200	14.610		457
SUPERPHOSFERTIL	LAMINADOS	79X60	S/L	568297	365.740	365.740	18.287		571
CLOR.DE POT granular	LAMINADOS	84X60	S/L	551802	427.500	427.500	21.375		668
SULF.MAGNESIO	SULPOMAGLAMINADO	84x60	S/L	566448	2.803	2.803	140		4
UREA TECNICA		102x60	104X62	372681	58.600	58.600	2.930		92
SULF.AMONIO TEC		96x60	98X62	372686	39.000	39.000	1.950		61
SULF POTASIO		84x60	86X62	372689	7.600	7.600	380		12
9-24-24/0, 4 Zn	SUPER	96x60	98X62	567631	17.963	17.963	898		28
18-46-00	FOSFACTIVO	96x60	98X62	427495	0	0	0		0
12-24-12/3(mgo)	EL LLANERO	90X60	92X62	372761	176.382	176.382	8.819		276
10-26-26/3(s)cp	EL RENDIDOR	96x60	98X62	372767	374.113	374.113	18.706		585
12-12-17/2(mg) CP	EL PRODUCTOR	90x60	92X62	372764	0	0	0		0
10-20-20 / (S) GRANUL	EL PROUCTIVO	96X60	100X60	645528	726.900	726.900	36.345		1136
10-20-20 CP	IMPORTADO	90x60	102X62	645531	52.000	52.000	2.600	687	81
14-14-14/11	EL VIGORIZADOR	90x60	92X62	372759	147.750	147.750	7.388	637	231
12-24-12 - CP	EL SABANERO	90X60	92X62	567649	71.950	71.950	3.598		112
16-42-0/3(s)Dapto		96x60	98x62	372768	176650	176650	8.833	687	276
16-16-16- CP	IMPORTADO	90X60	96X62	645533	104.500	104.500	5.225		163
GENERICO/MERA LEYENDA/ LAMINADOS		96X60	96X62	620812	177.000	177.000	8.850		277
HILO DE POLESTER 100%		KILOS		259920	0	0	0		0
HILO MULTIFILAMENTOPOLIPROPILENO 100%		KILOS		567433	0	0	0		0

372681= 71.100 SACOS, SE ENVIARON AL COMPL

SACOS, DE UREA IMPORTADA (OJO ES UREA IMPORTADA)
SACOS, DE UREA TERRITORIO NACIONAL
SACOS, DE UREA CON LECTURA DE SUPER-NITROGENO

ANEXO 11

**Factores utilizados para una Estimación de
Costos Clase V.**

ESQUEMA DE COSTOS

CASO: EMPRESA MIXTA

1. COSTOS VARIABLES

}	Materias primas		
	Aditivos		
	Catalizadores		
	Envases		
	Servicios industriales		
	}	. electricidad	. agua desmineralizada
		. vapor	. agua de enfriamiento
		. efluentes	. agua potable
		. otros	. utilización muelles

2. COSTOS FIJOS

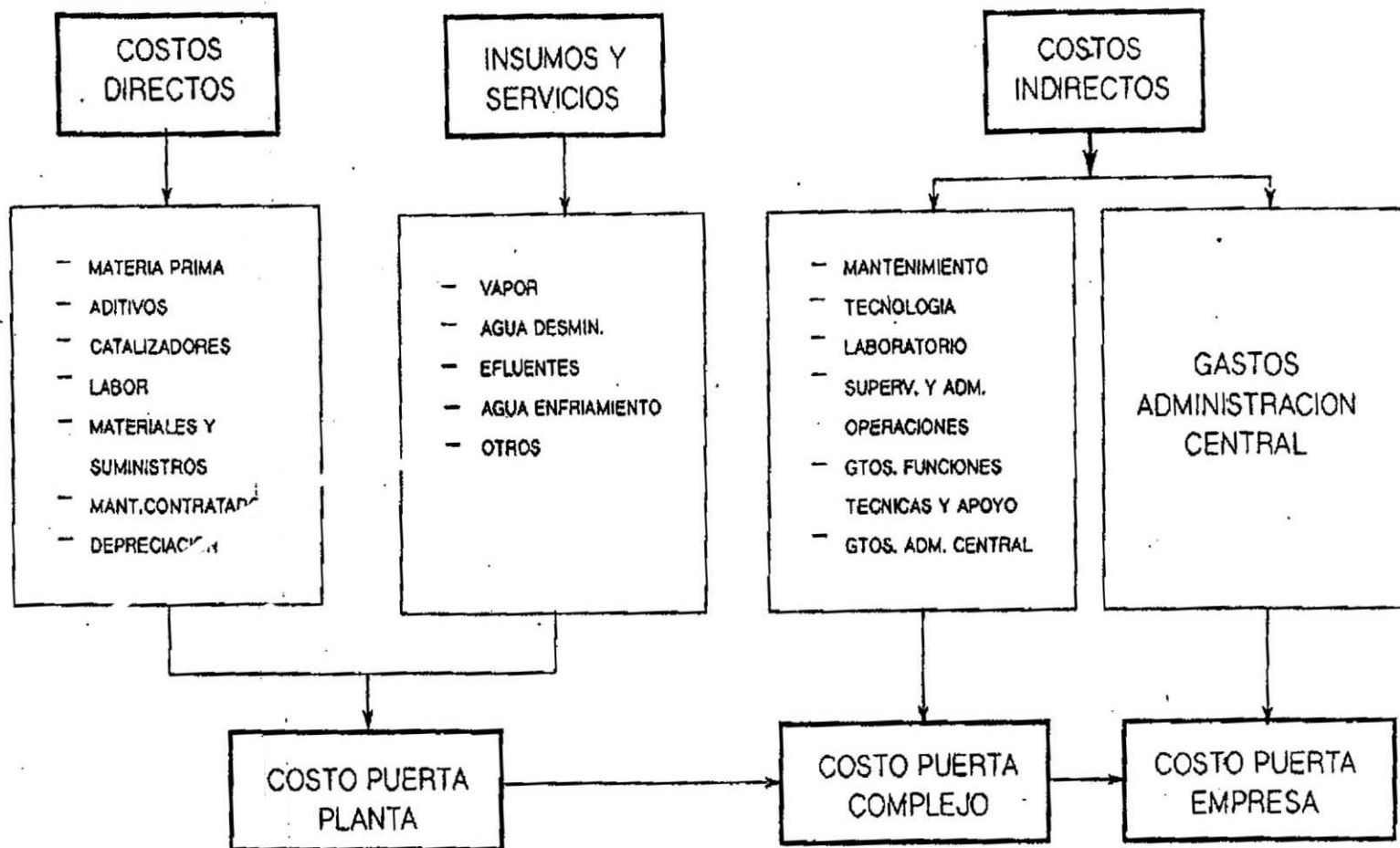
}	Labor (sueldos, salarios y beneficios)
	Mantenimiento
	Materiales y suministros
	Asistencia técnica
	Seguros
	Depreciación
	Impuesto de industria y comercio
	Gastos de administración y ventas
	Otros

3. GASTOS FINANCIEROS

}	Intereses a largo plazo
	Intereses a corto plazo
	Comisiones bancarias



PRINCIPALES COSTOS DE PRODUCCION



FACTORES USUALMENTE UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE UNA ESTIMACION CLASE V TANTO DE LA INVERSION INICIAL COMO DE LOS COSTOS DE PRODUCCION.

DATO INICIAL: ISBL + OSBL

a: Inversión:

Ingeniería	1,5% - 3%	del ISBL + OSBL		
Gastos preoperacionales	8% - 10%	"	"	"
Capital de trabajo	7% - 9%	"	"	"

b: Costos:

Mantenimiento	2% - 3%	del ISBL + OSBL		
Repuestos	1% - 2%	"	"	"
Seguros	0,5% - 1%	"	"	"
Sobrecosto directo planta	80%	de la mano de obra		
Gastos de administración	2% - 3%	de las ventas		
Licencia	1% - 2%	"	"	"
Investigación y desarrollo	1% - 2%	"	"	"
Impuestos municipales	0,5% - 1%	"	"	"