

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



**"Estudio de Pre-Factibilidad para Instalar
una Planta de Tripolifosfato de
Sodio en el Perú"**

TESIS

**PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUIMICO**

Fermín Eduardo Manrique Vargas

CALLAO - PERU

1,990

A mis padres Fermín Alejandro y Práxedes, quienes con esfuerzo y sacrificio forjaron mi carrera profesional.

A mis hermanas Pilar y Victoria, por su indesmayable apoyo.

A mi querida esposa Alina, por su constante estímulo en la culminación del presente trabajo.

EDUARDO MANRIQUE V.

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA INSTALAR
UNA PLANTA DE TRIPOLIFOSFATO DE SODIO
EN EL PERU

PAG.

I GENERALIDADES

1.1.	Antecedentes	01
1.2.	Objetivo	04
1.3.	Historia	05

II ESTUDIO DE MERCADO

2.1.	Objetivo *	09
2.2.	Metodología	10
2.3.	Producto	11
2.3.1.	Definición	11
2.3.2.	Características	13
2.3.2.1.	Características Técnicas	13
2.3.2.2.	Propiedades	14
2.3.2.3.	Usos	16
2.3.2.4.	Presentación y Comercialización del Producto.	23
2.3.3.	Situación en el Perú y en el Grupo Andino	25
2.3.4.	Productos de Competencia y Sustitutos	26
2.4.	Estudio de la Demanda en el Perú	31
2.4.1.	Importación	31
2.4.2.	Exportación	31
2.4.3.	Producción	34
2.4.4.	Demanda Interna Aparente en el Perú	34
2.4.5.	Proyecciones de la Demanda	34
2.5.	Estudio de la Demanda a Nivel Grupo Andino	36
2.5.1.	Demanda a Nivel Grupo Andino	36
2.5.2.	Proyecciones de la Demanda	45

III TAMAÑO Y LOCALIZACION

3.1.	Tamaño y Capacidad Instalada	48
3.2.	Localización	49
3.2.1.	Generalidades	49
3.2.2.	Criterio de Selección	51
3.2.2.1.	Materia Prima	53

3.2.2.2.	Combustible	54
3.2.2.3.	Energía	54
3.2.2.4.	Agua	56
3.2.2.5.	Mercado	56
3.2.2.6.	Transporte	57
3.2.2.7.	Mano de Obra y Servicios	58
3.2.2.8.	Terreno	60
3.2.2.9.	Aspecto Legal y Tributario	61
3.2.2.10.	Aspecto Social y Ecológico	64

IV INGENIERIA DE PROYECTO

4.1.	Descripción de los Procesos Existentes	66
4.2.	Tecnología	66
4.2.1.	Descripción	67
4.2.1.1.	Proceso de la Monsanto Chemical Co.	67
4.2.1.2.	Proceso de Saint Gobain	68
4.2.1.3.	Proceso de la Japan Gasoline	70
4.2.2.	Criterio para seleccionar el Proceso.	75
4.2.2.1.	Regalías, Patentes, Adecuación a las Leyes	76
4.3.	Descripción del Proceso Seleccionado	78
4.3.1.	Generalidades	78
4.3.2.	Descripción del Proceso de Producción	79
4.4.	Diagrama de Flujo	84
4.5.	Balance de Materia	84
4.6.	Balance de Energía	88
4.7.	Materias Primas e Insumos	91
4.8.	Diseño de Maquinarias y Equipos	93
4.9.	Disposición de Planta	130
4.10.	Organigrama Funcional	130
4.11.	Cronograma de Implementación del Proyecto	132

V ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

5.1.	Inversión Inicial	134
5.1.1.	Análisis de la Inversión	134
5.1.1.1.	Gastos Pre-Operativos	134
5.1.1.2.	Inversión Fija	134
5.1.1.3.	Capital de Trabajo	138
5.1.2.	Estructura del Financiamiento de la Inversión Inicial	140
5.1.2.1.	Capital Social	140
5.1.2.2.	Características de la Deuda.	141
5.2.	Costo Total del Producto	143
5.2.1.	Niveles de Operación	143
5.2.2.	Costos de Fabricación	145

	PAG.
5.2.2.1. Costos Variables	145
5.2.2.2. Costos Fijos	145
5.2.3. Gastos de Administración, Ventas y Financieros	145
5.2.4. Estructura del Costo Total	148
5.3. Punto de Equilibrio	148
5.4. Resultados Proyectados	150
5.4.1. Costo del Producto Vendido	150
5.4.2. Gastos de Comercialización	150
5.4.3. Gastos de Administración	152
5.4.4. Gastos de Financiación	152
5.5. Análisis Económico	152
5.5.1. Medidas de Rentabilidad	152
5.5.1.1. Tasa Interna de Retorno	153
5.5.1.2. Valor Actual Neto	158
5.5.1.3. Periodo de Recuperación de la inversión.	163

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones	164
6.2. Recomendaciones	165

VII APENDICE

APENDICE "A" DETERGENTES SINTETICOS DE USO DOMESTICO	166
APENDICE "B" DEGRADACION BIOLOGICA DE LOS FOSFATOS COMPLEJOS	170
APENDICE "C" CALCULO PARA DETERMINAR LA PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL DEL TPFS	177
APENDICE "D" CALCULO PARA DETERMINAR LA PROYECCION DE LA DEMANDA EN EL GRUPO ANDINO DEL TPFS	179
APENDICE "E" DIAGRAMAS	181

<u>VIII BIBLIOGRAFIA</u>	182
--------------------------	-----

C A P I T U L O I

I GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

A mediados de la década antepasada en pleno gobierno de facto, por Decreto Ley No. 207380 del 17 de setiembre de 1974, se creó el Comité Ejecutivo del Complejo de Bayóvar (CECOB)

Este comité tenía como fin primordial la coordinación y dirección de acciones necesarias para la implementación industrial de esta importante zona industrial del país. Pero el 25 de Febrero de 1975 por Decreto Ley No.21107, se derogó el Decreto Ley No. 207380, cambiando las funciones y atribuciones del CECOB.

El 18 de Marzo de 1975, por Decreto Ley No. 21221 se autoriza al Ministerio de Economía y Finanzas a efectuar una transferencia de recursos por SEISCIENTOS NOVENTIUN MILLONES TRECIENTOS CINCUENTA MIL SOLES (S/.691'350,000), del Presupuesto Bienal 1975-1976 del CECOB a los diferentes sectores, relacionados con las obras, proyectos y estudios a efectuarse en Bayóvar. Es así como se transfirieron VEINTICINCO MILLONES DE SOLES (S/. 25'000,000) al Ministerio de Industria y Turismo para la ejecución de tres estudios relacionados a Bayóvar.

De acuerdo a esta política, el 08 de Agosto de 1975 el Ministerio de Industria y Turismo, mediante la Oficina Sectorial de Planificación, convocó a Concurso Público a las empresas consultoras nacionales proyectos a realizarse en Bayóvar, adicionales a los de producción de fertilizantes.

Estos proyectos fueron en número de tres, siendo las siguientes:

PROYECTOS No. 1.- "Estudio de Pre-Factibilidad para la Producción de Soda Cáustica y Cloro de Bayóvar".

PROYECTO No. 2.- "Estudio de Pre-Factibilidad para

la Industrialización de los Derivados de los Salmuera de Bayóvar"

PROYECTOS No. 3 "Estudio de Pre-Factibilidad para la Industrialización de las Calizas de Bayóvar".

Estos tres Proyectos estuvieron íntimamente ligados, conformando el Complejo de Bayóvar; en el caso específico del tripolifosfato de Sodio, se pensó aprovechar la soda cáustica que se hubiera producido, así como el ácido fosfórico, el cual mediante un proceso de purificación servirán de materias primas para elaborar el TPFS (Tripolisfosfato de Sodio).

Fues bien, todo esto quedo a la postre como un proyecto más y es que con el cambio de gobierno en 1980, se acelera el desmontaje del modelo industrial implementado por el Gobierno Militar (sin que esto signifique solidarizarse con el mismo), profundizándose, aún más, la dependencia del Perú con los grandes Consorcios Internacionales. Es así como el sector industrial no puede permanecer ajeno a esta cruda realidad, y nuevamente se comprueba que en nuestro país el interés de las mayorías en sus aspectos

social y económico están superditados al interés político.

1.2. OBJETIVO

El fin fundamental de la presente tesis, consiste en presentar una alternativa viable para nuestro país en la elaboración del tripolisfosfato de sodio. Ya no contando con los insumos que se obtendría del Complejo de Bayóvar, llámase H_3PO_4 y NaOH sino más bien importando el H_3PO_4 y aprovechando la soda cáustica que se produce en el país, por intermedio de Paramonga o Química del Pacífico. De ésta manera se producirá un producto de alta calidad, evitando el egreso de divisas.

Además, siendo un producto que a su vez es una materia prima importante en la elaboración de detergentes (éste es su mejor mercado), se buscará de proveer de éste insumo a las fábricas nacionales de detergentes, buscando así eliminar las importaciones.

Se buscaría de proyectar nuestro mercado a nivel regional, por ejemplo Bolivia, Ecuador, Colombia, representan un mercado potencial. El caso de Venezuela es distinto, pues es de conocimiento que ha implementado un planta de TPFS hace poco en el Complejo de Morón, aunque no abastece su mercado.

Otros de los aspectos importantes es la búsqueda de la tecnología con las firmas propietarias teniendo como criterio: regalías, patentes, flexibilidad operativa, niveles de eficiencia, monto de inversión, adecuación a las leyes peruanas, y sobre todo darle un criterio profundamente nacionalista, con la finalidad de evitar que la firma seleccionada pueda convertirse en una entidad que atente con los intereses nacionales.

1.3. HISTORIA

La inversión del tripolifosfato de sodio (TPFS), fué realizada por los científicos alemanes FERDINAND BORNEMAN Y HANS HUBER un 09 de Abril de 1936. A la vez que se descubrió que tenía poderes detergentes limpiadores fué empleado posteriormente en la elaboración de detergentes.

En el año de 1939, la United States Patent Office adquirió la patente, ya con la finalidad de elaborar detergentes. Debido a su característica de secuestro de calcio y magnesio se constituye en un componente básico en toda formulación de detergentes sintéticos.

Hasta entonces los polifosfatos fueron obtenidos solamente de mezclas fundidas de metafosfato de sodio y

pirofosfato de sodio, por ejemplo el científico alemán SCHWARZ obtuvo un polisfosfato de fórmula $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ con

6 ó 8 moléculas de agua, al mezclar 100 gr. de pirofosfato tetrasódico ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) Y 50 A 55 gr. de

metafosfatos de sodio (NaPO_3 de agua fría, sometiendo

la solución a una evaporación por calentamiento hasta que se comience la cristalización.

También hay referencia de otros países europeos, como Francia que simultáneamente a los trabajos realizados por los alemanes, obtuvieron un TPFS. Los franceses trabajaron para la empresa SAINT GOBAIN CHAUNY CIREY.

Industrialmente prepararon el TPFS calcinando, a temperaturas, generalmente comprendidas entre 280°C , una mezcla íntima de ortofosfato monosódico y disódico obtenida por la mezcla de sales cristalinas o por evaporación rápida de una solución concentrada de los mismos ortofosfatos, aquella evaporación puede ser realizada por medios muy diversos, los dos procesos más utilizados industrialmente son: El descascaramiento sobre los tambores giratorios calientes al vapor y, la atomización con pulverización o estática.

La calcinación del ortofosfato es efectuado en diversos

aparatos tales como tubos giratorios, calcinadores verticales, etc.; pero con la preocupación de obtener en el producto final, el más bajo porcentaje posible de la variedad de TPFS de forma I. Se sabe, en efecto que para las aplicaciones ulteriores del TPFS, la presencia de la forma I, que se disuelve en agua mucho más difícilmente y más lentamente que la forma II, es un inconveniente para el fabricante de detergentes.

Ya sabemos que el TPFS es un componente básico en toda formulación de detergentes sintéticos, es por ello que la expansión del uso de ésta materia prima está ligada al desarrollo de los detergentes sintéticos.

Aproximadamente en 1940, apareció el primer detergente sintético en los EE.UU. "DRENE", y posteriormente "DREFT", pero tuvieron poca aceptación en el mercado, porque su acción detergente se limitaba a prendas medianamente sucias. Esto motivó la búsqueda de sustancias mayormente detergentes, y esto se encontró con el agregado del tripolifosfato de sodio.

La aparición de detergentes en el Perú data de 1950 con la aparición en el mercado del producto de nombre "MARAVILLA" elaborado por Richard O. Custer; en 1954 se elabora el producto "ACE" producido por DETERPERU. Posteriormente en 1965 Química Ventanilla S.A introduce

al mercado ZAZ y TOPAZ; en la actualidad han salido un
sin número de detergentes más por otros usos
específicos tales como hospitales, lecherías,
lavanderías, etc.

de mercado se refieren a determinadas porciones del territorio, a todo el territorio nacional o a otra región cualquiera del mundo.

El conocimiento de cómo se distribuyen los consumidores en un área geográfica dada influirá tanto en la cuantía de la demanda como en la localización de la empresa. Una buena localización de ésta puede contribuir a su vez a bajar los precios y ampliar la demanda.

Un estudio de mercado comprenderá además el análisis y las proyecciones de la demanda. En el caso específico del TPFS se cuantificó su demanda además de las proyecciones; no sólo hemos estudiado el producto en sí, sino también se observó la tendencia actual de su uso por las empresas que lo emplean como insumo, esto es las fábricas de detergentes.

2.2. METODOLOGIA

Para realizar el análisis de la demanda en el Perú y a nivel de Grupo Andino, en el periodo 1982-1988 se ha consultado diferentes fuentes tales como:

- a. Departamento de Informática de la Junta del Acuerdo de Cartagena.
- b. Revisión de pólizas de importación de la Aduana del Callao.

- c. Departamento Estadístico del Ministerio de Industria y Turismo.
- d. Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior.

Podemos afirmar que los datos obtenidos son fidedignos, ya que son procesados por sistema I.B.M en listados y posteriormente clasificados en Anuarios Estadísticos por cada país miembro del Acuerdo de Cartagena.

2.3. PRODUCTO

2.3.1. DEFINICION

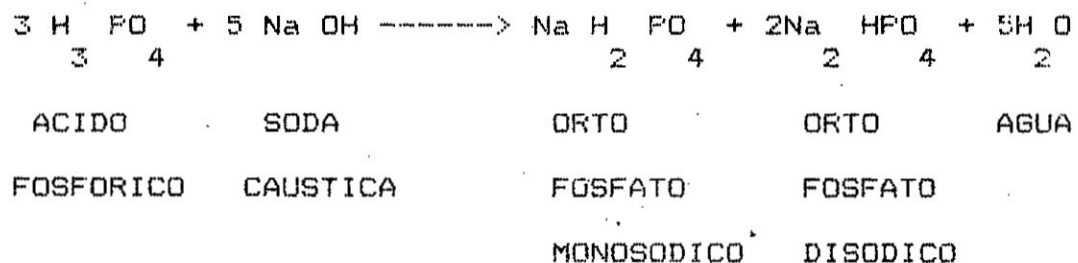
El tripolifosfato de sodio (TPFS) es un polifosfato de aspecto pulverulento y blanco, cuya fórmula es $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, además posee una forma hexahidratada y otra forma anhidra.

La sal anhidra tiene 2 formas cristalinas la forma I y la forma II, la forma I, que es la variedad de alta temperatura puede prepararse siempre a partir de la forma II, independientemente de cómo se produzca esta última. Sin embargo, la forma II no puede prepararse por tratamiento térmico de la forma I.

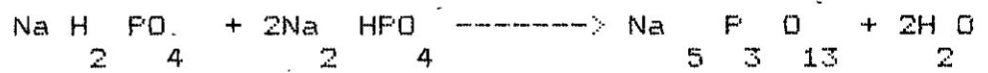
La razón exacta de la forma I a la forma II en el TPFS tiene importancia industrial, como ha hecho observar RAISTRICK, pues el material de la forma I provoca la cementación del trifosfato cuando se añade agua para disolverlo. Esto puede provocar la obstrucción de tuberías y válvulas en las instalaciones en que se manejan lechadas del TPFS.

Cuando se satura agua con TPFS anhidro (especialmente de la forma II), se encuentra una solubilidad extraordinaria que es la que necesitamos para la elaboración de detergentes. Las dos formas cristalinas anhidros de $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ corresponden a una sola especie molecular.

Para producir el TPFS se hace reaccionar H_3PO_4 con NaOH (o cenizas de soda) en una relación molar de soda a fósforo de 3 a 5, mediante la siguiente ecuación:



La solución resultante de ortofosfatos, monosódico, y disódico, es concentrada mediante evaporación hasta que se forme la sal anhidra. Luego por un proceso de calcinación (aprox. 350°- 370°C) se obtiene el TPFS anhidro, según la reacción siguiente :



ORTO	ORTO	TRIPOLIFOS-	AGUA
FOSFATO	FOSFATO	FATO DE	
MONOSODICO	DISODICO	SODIO	

2.3.2. CARACTERISTICAS

2.3.2.1. CARACTERISTICAS TECNICAS

El tripolifosfato de sodio anhidro (grado técnico) tiene las siguientes características técnicas:

- Fórmula $\text{Na}_5 \text{P}_3 \text{O}_{10}$
- Peso Molecular : 368
- Solubilidad: 13 g en 100 g de

H₂O a 25°C
2

- pH Sol. al 1% (25°C) : 9.3 - 9.8
- Pérdidas de Calcinación (500°C):

MAX. 0.4%

- Densidad Aparente:
0.8 - 1.00 - g/cc.
- Granulometría (MALLA TYLER):
+ 35 0.2%
+ 100 90%
- P₂O₅ : 57 + 0.5% en peso
- Tripolifosfato de Na : Min. .95%
- Metafosfato de Na : Max. 1%
- Ortofosfato de Na : Max. 1%
- Pirofosfato de Na : Max. 2%

IMPUREZAS:

- Hierro (Fe) : Max. 50 p.p.m
- Arsénico (As): Max. 50 p.p.m.
- H₂S : Max. 1 p.p.m.
- Parte insoluble
en Agua : Max. 0.11%

2.3.2.2. PROPIEDADES

El TPFS tiene las siguientes propiedades:

- a. Tiene la capacidad de disolver los precipitados de Ca y Mg, formando sales complejas solubles.

- b. El TPFS no es tóxico, pero puede causar irritación a la piel debido a su alcalinidad. Debe ser evitado al contacto con los ojos así como el prolongado contacto con la piel, o la respiración del polvo, en caso de contacto se debe limpiar el área con abundante cantidad de agua.
- c. Siempre presenta impurezas como las siguientes:
- Hierro (Fe) : Max. 50 p.p.m.
 - Arsénico (As) : Max. 50 p.p.m.
 - H₂S : Max. 1 p.p.m.
- d. El TPFS no es higroscópico, y tiene acción sinérgica sobre el poder detergente de todo tipo de detergente.
- e. El TPFS se presenta en 2 formas cristalinas, llamadas fase I y fase II. Siendo la diferencia primordial entre ambas fases, la mayor velocidad de solubilidad de las fase II; mientras que la forma I por su bajísima velocidad

En el caso de su empleo como ablandador de aguas, aprovechando su poder secuestrante, propiedad ésta de formar complejos solubles, por ejemplo el de combinarse con los iones de Ca y Mg, formando así complejos solubles no disociados, los cuales permanecen en solución.

Su uso como ablandador en la industria textil, es la de ablandar el tejido, consiguiendo de ésta manera un efectivo teñido y acabado.

En la industria papelera con las siguientes finalidades:

- * Ablandamiento de las aguas, para mantener en solución los iones complejos de Ca y Mg.
- * Evitar las incrustaciones en los equipos que se encuentran en contacto con agua caliente o residuos de dureza.
- * Su acción blanqueante, sobre la pulpa es rápida, disminuyendo así la cantidad de otros agentes



- * Previene cambios de color durante el proceso de sazónamiento.
- * Evita pérdidas de peso durante la maduración.
- * Produce una suavización de las fibras y dispersión de las grasas a través de toda la masa.

Cuando se elaboran salchichas, se usa en un rango de 0.1% a 0.5% en peso, evitando así el encogimiento al ser cocidas. En la elaboración de los jamones, llevan un 15% a 25% en peso, manteniendo los jugos de la carne, distribuyendo en forma uniforme las grasas.

En nuestro país, el principal uso que tiene el TPFS, es en la industria de los detergentes con un 95.20%, y otros empleos con un 4.77%. Es por ello que es

necesario hacer una explicación más detallada sobre los detergentes.

Un detergente es un producto químico, que tiene la facultad de eliminar la suciedad y las grasas. Las características básicas de los detergentes sintéticos se debe a los siguientes componentes:

- * Agentes tensoactivos
- * Agentes coadyuvantes
- * Aditivos complementarios

(VER APENDICE "A")

Hay sin embargo formulaciones, que contienen 15 ó más componentes químicos diferentes. Por lo tanto al establecerse una fórmula debe tenerse en consideración los siguientes factores:

- * Características del tejido de lavar.
- * El poder adquisitivo de la población.

* Tipo de máquina para el lavado.

En el apéndice de la presente tesis vamos a detallar más sobre los agentes tensoactivos, los agentes coadyuvantes y los aditivos complementarios.

2.3.2.4. PRESENTACION Y COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO

En el mercado nacional se comercializan dos tipos de TPFS: en polvo y en granulos. Existen especificaciones técnicas para estos dos tipos de tripolifosfatos, que vamos a detallar a continuación:

TRIPOLIFOSFATO DE SODIO EN POLVO:

% Retenido en Malla 40	0.5
% Acumulativo Retenido en Malla 100	3.0
% Acumulativo Retenido en Malla 200	14.0
% No Retenido en Malla 200	86.0
Densidad	64.3 lb/pie ³

95.20%, dejando el porcentaje restante (4.70%) para otras empresas. Bajo ese punto de vista, tenemos que considerar a otros productos de competencia o sustitutos que se puedan emplear en la industria de los detergentes, y que realizan la función de builder (mejorador del detergente), término industrial que se emplea para cualquier ingrediente que incrementa el poder detergente de un jabón o agente tensoactivo sintético.

Los mejoradores actúan como agentes de ablandamiento, agentes quelantes o secuestrantes aparte del TPFS, están el ácido nitrolotriacético (NTA), ácido etilen diamino tetra acético (EDTA) y tetra acético (EDTA) y la carboximetil celulosa.

NOTA

La presencia de compuestos de fosfato en los detergentes ha sido seriamente criticada, por contribuir a la solución del agua, algunos países tratan de restringir su uso.

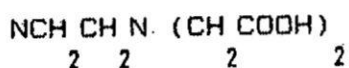
(VER APENDICE "B")

ACIDO NITRILOTRIACETICO (NTA) $N(CH_2COOH)_3$

Este ácido es un polvo blanco cristalino, cuyo punto de fusión es de 240°C, es insoluble en agua y en la mayoría de los disolventes orgánicos. Combustible poco tóxico, 70% biodegradable, estudios en animales, señalan nacimientos anormales como resultado de su ingestión.

En la formulación de los detergentes tiene una función quelante o secuestrante (builder), su utilización como tal se remonta a 1943; tiene buenas propiedades pero no puede ser tomado en cuenta debido a su alto costo comparándolo con los polifosfatos.

ACIDO ETILENDIAMINO ACETICO (EDTA) $(HOOCCH_2)_2NCH_2N(CH_2COOH)_2$



Es uno de los agentes orgánicos más importantes, para la elaboración de quelatos. Es sólido cristalino, incoloro que descompone a 240°C, poco soluble en agua, insoluble en los disolventes orgánicos comunes, lo neutralizan los hidroxidos de los metales alcalinos

polifosfatos, sobre todo el TPFS es que tiene un poder secuestrante más efectivo, que los anteriormente enumerados y su costo es relativamente más bajo es por ello que se sigue usando en las formulaciones de los detergentes, aunque muchos ecólogos manifiestan que produce la eutroficación de las aguas.

2.4. ESTUDIO DE LA DEMANDA EN EL PERU

La demanda del TPFS se ha incrementado con el transcurrir de los años, así por ejemplo en el año 1982 se emplearon 12,208 T.M y, para el año 1988 su consumo fué de 17,530 T.M (VER CUADRO No.2-1).

2.4.1. IMPORTACION

El Perú es un buen mercado para los países exportadores del TPFS, sobre todo EE.UU. y, algunos países europeos como Holanda, Alemania, Francia, Reino Unido nos venden este producto. El TPFS tiene como código de partida arancelaria el 2840.03.03; en el cuadro No. 2-2 se dan datos de 1984 a 1988.

2.4.2. EXPORTACIONES

Como se obvio, nuestro país no produce este insumo, por lo tanto no puede explotarlo,

CUADRO N^o 2 - 2

IMPORTACION DE TRIPOLIFOSFATO DE SODIO
EN EL PERU

PAIS DE ORIGEN	1984		1985		1986		1987		1988	
	T M	\$	T M	\$	T M	\$	T M	\$	T M	\$
VENEZUELA	31	21,000	645	462,000	1,417	998,000	470	482,000	235	244,000
MEXICO	----	-----	----	-----	273	138,000	1,136	592,000	2,832	1'486,000
ESTADOS UNIDOS	4,100	2'391,000	2,773	1'605,000	392	283,000	5,179	2'551,000	6,715	3'440,000
PANAMA	----	-----	3	4,000	----	-----	----	-----	----	-----
ALEMANIA FEDERAL	364	239,000	345	210,000	1,718	1'371,000	1,038	668,000	1,471	922,000
BELGICA	41	29,000	337	200,000	130	85,000	161	98,000	2,750	1'939,000
ITALIA	10	7,000	----	-----	----	-----	----	-----	1,114	785,000
HOLANDA	4,777	2'804,000	5,865	3'256,000	9,641	5'114,000	8,350	4'667,000	989	697,000
REINO UNIDO	613	339,000	5	4,000	10	6,000	10	7,000	1,424	1'005,000
JAPON	----	-----	----	-----	----	-----	5	3,000	----	-----
TOTAL :	9,936	5'830,000	9,973	5'741,000	13,581	7'995,000	16'349	9'068,000	17'530	10'518,000

FUENTE : DEPARTAMENTO DE INFORMATICA DE LA JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA

CUADRO N° 2 - 3

COMPANIAS IMPORTADORAS

DE TRIPOLIFOSFATO DE SODIO

COMPANIAS	1984 (TM)	1985 (TM)	1986 (TM)	1987 (TM)	% IMPORTACION
DETER PERU	6,585	7,187	9,580	11,627	70.183 %
INDESA	1,833	1,510	2,951	3,870	20.394 %
QUIMICA VENTANILLA	831	636	93	464	4.062 %
IND ROBERTO DEL SOLAR	38	57	26	170	0.584 %
OTRAS EMPRESAS	649	583	931	218	4.777 %
TOTAL	3,936	9,973	13,581	16,349	100.00 %

INDUSTRIA DE LOS DETERGENTES 95.2 %

OTRAS EMPRESAS 4.77 %

FUENTE: POLIZAS DE IMPORTACION DE LA ADUANA DEL CALLAO

proyecta la demanda del TPFS desde 1989 hasta el año 2,000, utilizando para ello el método cuyo factor de correlación sea el más cercano a la unidad. En este caso emplearemos el método de la línea recta (mínimos cuadrados).

Siendo la ecuación $Y = a + b x$, donde :

$$a = 9,342$$

$$b = 960$$

Luego, la ecuación obtenida es $Y = 9,342 + 960 X$

(VER APENDICE "C")

En el Cuadro Nº 2-4 se observa la proyección de la demanda del TPFS desde 1990 hasta el año 2,000.

2.5. ESTUDIO DE LA DEMANDA A NIVEL GRUPO ANDINO

2.5.1. DEMANDA A NIVEL GRUPO ANDINO

La demanda del TPFS a nivel de grupo andino, se obtuvo solicitando información a la Unidad de Informática del Acuerdo de Cartagena.

VENEZUELA

Venezuela importa el TPFS, con partida arancelaria 2840.03.03 (NABANDINA), ocupando el cuarto lugar, después del Ecuador. Hay que

CUADRO N^o 2 - 4**PROYECCION DE LA DEMANDA DEL TFFS**

AÑO	TONELADAS METRICAS
1990	17,982
1991	18,942
1992	19,902
1993	20,862
1994	21,822
1995	22,782
1996	23,742
1997	24,702
1998	25,662
1999	26,622
2000	27,582

LA CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION DE LA PLANTA PARA EL AÑO 2000
SERA DE 27.582 TM/AÑO (VER GRAFICO N^o. 2-1)

anotar que en la actualidad tiene trabajando una planta piloto en el Estado de Morón, utiliza Carbonato de Sodio como materia prima. Este país tiene una particularidad, importa y reexporta el TPFS, es decir, utiliza lo necesario y vende el excedente a los países del Grupo Andino.

Estados Unidos es su principal abastecedor, seguido de Alemania Federal, fué en el año de 1984 que importó 857 T.M. (la mayor cantidad de la serie histórica). Los países que menor cantidad le vendieron fueron Italia, Inglaterra y Holanda respectivamente esto lo podemos analizar mejor en el Cuadro Nº 2-5.

COLOMBIA

También tiene la misma partida arancelaria, la 2840.03.03, ocupa el primer lugar en importación del TPFS a nivel sub-regional. La demanda histórica del TPFS, la podemos observar en el Cuadro No. 2-6; sus principales proveedores son Venezuela y España.

Canadá, Dinamarca y Bélgica ocupan los últimos lugares de venta de este insumo.

CUADRO N^o 2 - 7

IMPORTACION DE TRIPOLIFOSFATO DE SODIO
EN ECUADOR

PAIS DE ORIGEN	1984 TM	1985 TM	1986 TM	1987 TM	1988 TM
ESTADOS UNIDOS	4,599	3,691	6,302	4,718	5,032
ALEMANIA FEDERAL	71	82	83	65	114
BELGICA	—	11	27	—	37
ESPAÑA	5	—	—	39	10
ITALIA	75	50	10	21	228
PAISES BAJOS	—	—	4	611	1,092
REINO UNIDO	—	821	—	543	300
TOTALES :	4,750	4,655	6,426	5,997	6,813

FUENTE: UNIDAD DE INFORMATICA DEL ACUERDO DE CARTAGENA

CUADRO N° 2 - 10

IMPORTACION DE TRIPOLIFOSFATO DE SODIO
A NIVEL DE GRUPO ANDINO (EXCEPTO PERU)

PAIS	1984 TM	1985 TM	1986 TM	1987 TM	1988 TM
VENEZUELA	857	525	486	678	734
COLOMBIA	13,216	13,358	14,448	13,827	15,677
ECUADOR	4,750	4,655	6,426	5,997	6,813
BOLIVIA	292	102	100	261	392
TOTAL	19,115	18,640	21,460	20,763	23,616

FUENTE: UNIDAD DE INFORMATICA DEL ACUERDO DE CARTAGENA

CUADRO N° 2 - 11

PROYECCION DE LA DEMANDA DEL TPFS
EN EL MERCADO SUB-REGIONAL

— AÑO	TONELADAS METRICAS
1990	25,172
1991	26,285
1992	27,398
1993	28,511
1994	29,624
1995	30,737
1996	31,850
1997	32,963
1998	34,076
1999	35,189

COMO PODEMOS APRECIAR, EN EL AÑO 1999 LAS NECESIDADES DE TPFS EN EL MERCADO SUB-REGIONAL A EXCEPCION DEL PERU SERA DE 35,189 T.N. (VER GRAFICO 2-2)

nexo entre el departamento de Lima y la zona sur - oriente de nuestro país (Arequipa, Tacna, Moquegua, Cuzco, Puno), contando además con un gran parque industrial y recursos energéticos aún por utilizarse.

3.2.2. CRITERIO DE SELECCION

El método empleado para la ubicación de la planta es la ponderación de factores, que comúnmente se emplea a este nivel, asignando una puntuación determinada a cada uno de los factores según el enfoque analítico del proyectista.

Estos factores externos están interrelacionados con factores internos tales como el tipo de planta, tipo de producto, técnicas de mercado que también son importantes.

Debido a que gran número de factores deben ser considerados en la localización de la planta, no es posible satisfacer todos los requerimientos, es por ello que existen otras alternativas.

Como podemos observar en el Cuadro No. 3-1, la

3.2.2.2. COMBUSTIBLE

Existen diferentes tipos de combustible (sólidos, líquidos, gaseosos) la elección de alguno de ellos es importante ya que incide en los costos de producción, tecnología empleada y, disponibilidad de acceso.

Particularmente se empleará el petróleo Bunker No. 6, empleándose éste en el caldero de generación de vapor de agua.

La refinería La Pampilla abastecería de este combustible a la zona del Lima y Callao, para zonas más alejadas de la capital, existen los vehículos de transporte de combustible.

3.2.2.3. ENERGIA

Como país sub-desarrollado la disponibilidad de energía eléctrica es un factor decisivo en la localización de la planta. A pesar de que es factible que la energía

2.2.2.4. AGUA

Es un insumo indispensable en todo proceso industrial, su aplicación está básicamente centrado para el accionar de equipos el proceso productivo en si y, su sistema de enfriamiento, también para consumo humano.

Teniendo como abastecimiento aguas de río, pozo o mar, siendo las más aconsejables las aguas de pozo porque son de buena calidad y cuentan con temperaturas bajas y uniformes.

En el Callao, se puede disponer tanto de agua de reservorios, como de pozos; en Parámonga se dispone de agua de pozos así también en Ica.

3.2.2.5. MERCADO

Como es sabido el mercado está en función directa de la demanda, los costos del producto inciden por la localización de la planta respecto al mercado consumidor, en función de

una fuente de ingresos o, generalmente son extraídos de la población local.

Las consideraciones más importantes al evaluar condiciones de vida, son los servicios educacionales, el costo de vida, facilidades recreativas y la disponibilidad de alojamiento.

3.2.2.8. TERRENO

Generalmente cuando se tiene la decisión final para la compra de un lote de terreno, siempre hay que tener en cuenta que el mismo sea lo suficientemente grande para cubrir las necesidades de la planta proyectada y las expansiones futuras.

El lote no deberá estar localizado en un área de gran densidad de población, ya que siempre existe la posibilidad de incendio y explosión en una planta química.

El precio del terreno es de una

interrelacionar con otros procesos productivos.

En los últimos tiempos, no se le ha dado la debida importancia al aspecto ecológico que suele ser modificado cuando se implementa determinado tipo de industria. Siendo el caso del TPFS, un insumo intermedio que es utilizado en la elaboración de detergentes en su mayor parte (tiene otras aplicaciones, como se ha visto anteriormente).

El uso normal que se le da a un detergente, conlleva a su eliminación conteniendo en él residuos disueltos o suspendidos, hacia los ríos o mares. Generalmente estas aguas, previo tratamiento químico, físico, y biológico son retomados y reusados, por lo cual es necesario determinar que efectos nocivos, si los hay, pueden afectar al hombre y su medio ambiente.

CAPITULO IV

IV INGENIERIA DE PROYECTO

4.1. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS EXISTENTES

En el ámbito internacional existen gran cantidad de procesos para elaborar TPFS, unos más sofisticados que otros. En el presente estudio se describirán en forma sucinta los siguientes procesos:

- a. Monsanto Chemical Co. (americana)
- b. Saint Gobain (francesa)
- c. Japan Gasoline (japonesa)

4.2. TECNOLOGIA

Las tecnologías disponibles para la fabricación del TPFS varían según la materia prima a ser utilizadas: carbonato de sodio, cenizas de soda, hidróxido de

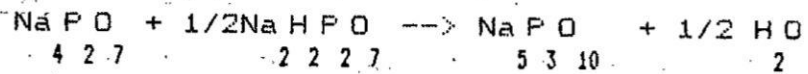
La forma I presenta el inconveniente de llegar a un producto en el cual la transformación no es completa; para evitar esto se emplean catalizadores, los cuales aumentan la velocidad de transformación de los ortofosfatos en polifosfatos a diversas temperaturas. Podemos citar como catalizadores de este tipo a la urea, el ácido nítrico, el nitrato de amonio.

Estos catalizadores tienen la ventaja de permitir aplicar temperaturas de transformación relativamente bajas y, de reducir los riesgos de formación de TPFS forma I, pero sin eliminarlos completamente.

4.2.1.3. PROCESO DE LA JAPAN GASOLINE

Como principal inconveniente de esta tecnología, es la gran variedad de impurezas que contienen el ácido, tales como Ca, Fe, Al, F y SO₄, así como impurezas orgánicas.

El Producto (semi-calcinado) es calentado con la cantidad necesaria de vapor de agua hasta completar finalmente la deshidratación, convirtiéndose en TPFS tipo II, el cristal así obtenido no produce turbidez en solución cuando es disuelto en agua.



4.2.2. CRITERIO PARA SELECCIONAR EL PROCESO

Según se ha podido apreciar, prácticamente de todas las tecnologías descritas, muchas de ellas actualmente vigentes en diversos lugares del mundo emplean las mismas materias primas.

Una de las diferencias estriba en la calidad y composición química de éstos. Así por ejemplo la Saint Gobain emplea carbonato de sodio (en polvo o gránulos) denominado proceso por "vía seca". Para hacer posible la reacción de neutralización le agrega agua.

que son materia de discusión en un contrato especial.

Por lo tanto, para la selección final del proceso tecnológico a emplearse es necesario desagregar cada uno de los componentes, obviamente basado en la máxima información que se ha podido obtener, es así como seleccionamos la tecnología de la Monsanto Chemical Co.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO SELECCIONADO

4.3.1. GENERALIDADES

Después de haber seleccionado el proceso de la Monsanto Chemical Co., para producir el TPFS, éste consta de tres etapas bien definidas, la neutralización, secado por atomización y calcinación.

Las unidades principales son dos reactores que trabajan en forma alternada, un secador rociador y un secador rotatorio.

En la parte superior interna, consta de un disco con boquillas, el cual gira a unas 3,000 r.p.m., tan alta velocidad genera que la solución de ortofosfatos forme una niebla de gotitas finas.

Estas gotitas finas entran en contacto con un flujo de aire pre-calentado a 250°F, que ingresa en forma paralela a la solución. Lo que se busca es que el producto sea secado antes de entrar en contacto con la superficie interna del secador de forma que las cámaras son necesariamente grandes. El tamaño de las partículas obtenidas para esa velocidad promedio del disco, es de 50 - 200 μ m.

La humedad promedio de ingreso al secador de la solución de ortofosfato, es de 49.5%, la cual bajará hasta 16.4%. El aire de salida del secador tiene una temperatura de 200°F, el producto así obtenido saldrá a 102°F.

Estos secadores son diseñados de tal manera que evitan la pérdida de calor al exterior. Luego de haber secado en parte los ortofosfatos, estos son recepcionados por un transportador de tornillo T-1, que trabaja a una velocidad

determinada, lo cual evita que haya acumulación a la entrada del secador rotatorio.

Calcinado (Secador Rotatorio)

El sólido semi-seco y de granulación fina obtenido del secador por atomización, ingresa al secador rotatorio S-2 que está formado por una carcasa cilíndrica giratoria, ligeramente inclinada hacia la salida del aire.

La alimentación se introduce por un extremo del cilindro a 102°F, y el producto seco se descarga por el otro a 481°F. El secado o calcinado del producto se realiza por aire precalentado a 500°F que ingresa en contracorriente y entra en contacto directo con el producto, saliendo el aire exhausto a 200°F.

La calcinación produce formación de grumos, hay que controlar la temperatura de calcinación para evitar la formación del TPFS (I), que no es recomendable en la formulación de detergentes.

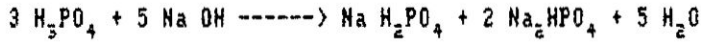
La temperatura óptima de calcinación es 481°F, el producto final sale con una humedad de

4.4. DIAGRAMA DE FLUJO

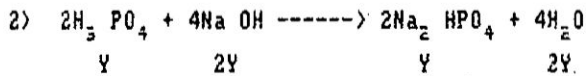
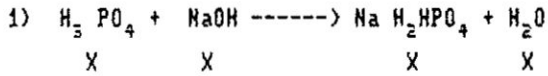
EN LA FIGURA 4-1 SE OBSERVA EL PROCESO DE PRODUCCION DEL TPFS.

4.5. BALANCE DE MATERIA

PARA REALIZAR LOS CALCULOS, SE PARTE DE LA REACCION PRINCIPAL:



Y LAS SEMI-REACCIONES SIGUIENTES:



ENTONCES:

$$X + Y = 0.75 = \text{NUMERO DE MOLES DE H}_3\text{PO}_4$$

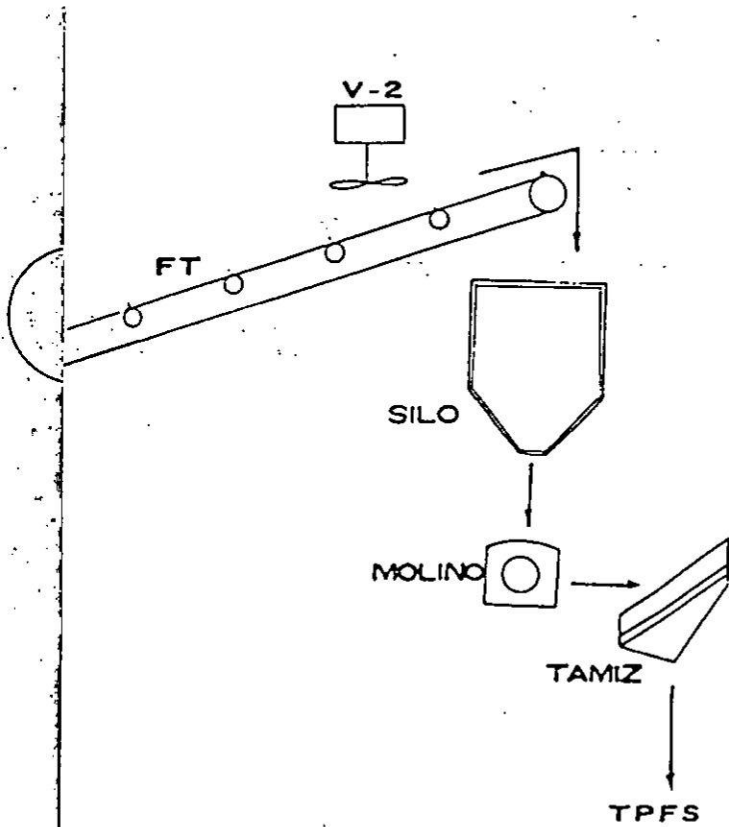
$$X + 2Y = 1.25 = \text{NUMERO DE MOLES DE NaOH}$$

SE TOMA UNA BASE DE CALCULO:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ lb H}_3\text{PO}_4 \text{ AL } 73.5\% \\ 100 \text{ lb NaOH AL } 50\% \end{array} \right\} 200 \text{ lb DE REACTIVOS}$$

BALANCE DE MATERIA EN EL REACTOR:

COMPONENTES (INGRESAN)	m (lb)	M (lb/mol)	n (mol lb)	COMPONENTES (SALEN)	n (mol lb)	M (lb/mol)	m (lb)
H ₃ PO ₄	73.5	98	0.75	NaH ₂ PO ₄	0.25	120	30.0
NaOH	50.0	40	1.25	Na ₂ HPO ₄	0.50	142	71.0
H ₂ O (SOL.)	26.5	18	1.470	H ₂ O (Rxn)	0.25	18	22.5
	50.0		2.780		1.00		
	76.5		4.250	H ₂ O (SOL.)	1.25	18	76.5
					4.250		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

ALUMNO: EDUARDO MANRIQUE VARGAS

TITULO: FLUJO PARA PRODUCIR TPFS

ESCALA: 1 : 300

LAMINA:

4-1

FECHA: DICIEMBRE -89

BALANCE DE MATERIA EN EL SPRAY - DRYER:

COMPONENTES (INGRESAN)	m (lb)	COMPONENTES (SALEN)	m (lb)
NaH ₂ PO ₄	30.0	NaH ₂ PO ₄	30.0
Na ₂ HPO ₄	71.0	Na ₂ HPO ₄	71.0
H ₂ O (TOTAL)	99.0	H ₂ O (QUEDA)	19.8
		H ₂ O (ELIMINADA)	79.2

EN EL HORNO ROTATORIO SE PRODUCE LA SIGUIENTE REACCION:



BALANCE DE MATERIA EN EL HORNO ROTATORIO:

COMPONENTES (INGRESAN)	m (lb)	M (lb/mol lb)	n (mol lb)	COMPONENTES (SALEN)	n (mol lb)	M (lb/mol lb)	m (lb)
NaH ₂ PO ₄	30.0	120	0.25	Na ₅ P ₃ O ₁₀	0.25	368	92.0
Na ₂ HPO ₄	71.0	142	0.50	H ₂ O (SOL.)	1.10	18	19.8
H ₂ O	19.8	18	1.10	H ₂ O (Rxn)	0.50	18	9.8
							28.8
				H ₂ O (ELIMINADA) : 99%			28.512

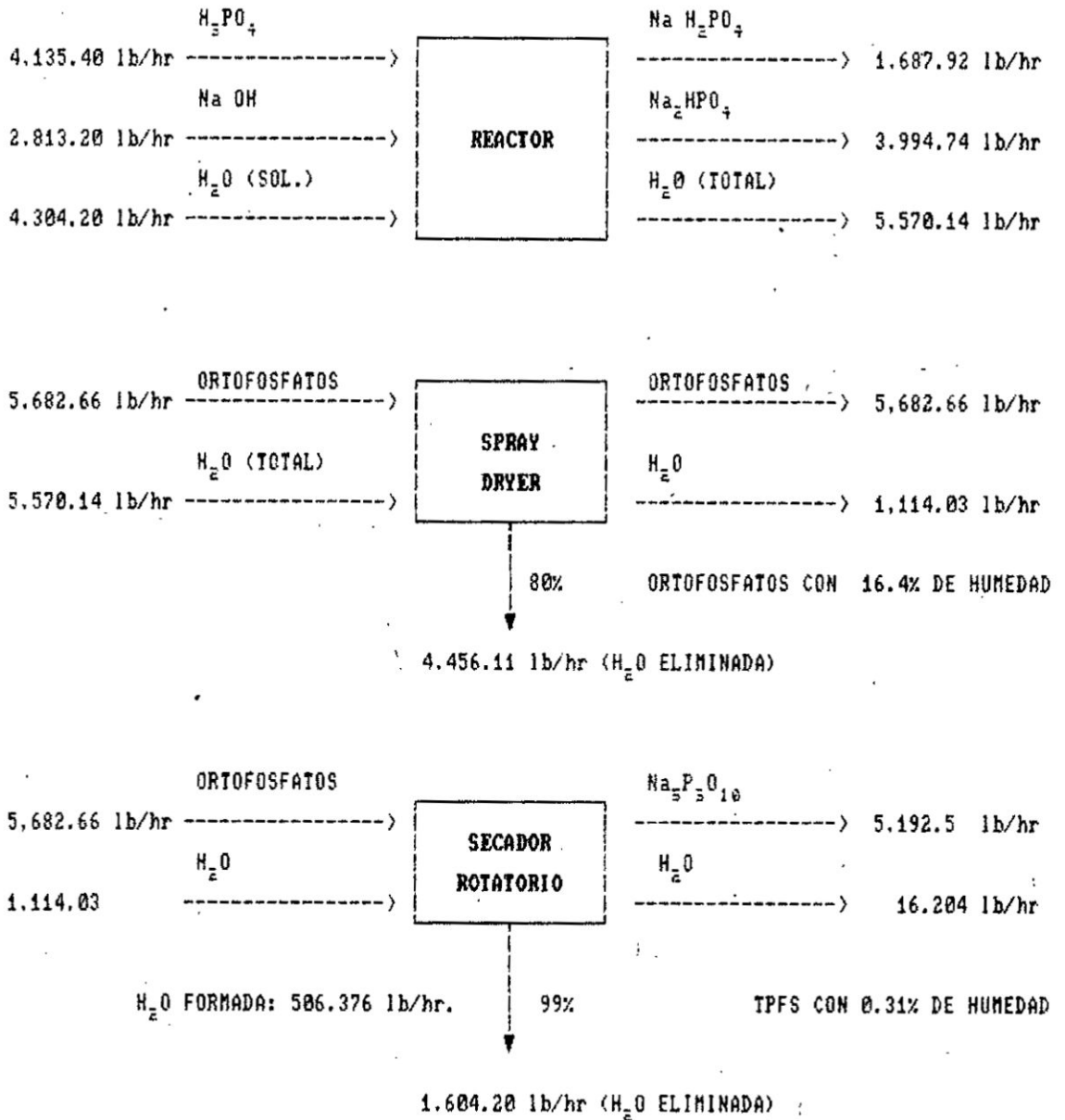
LUEGO, EL PRODUCTO FINAL NETO DE SALIDA ES 92.288 lb DE Na₅P₃O₁₀

PARA 1991 EL CONSUMO DE TPFS SERA DE 18,942 T.M./ANO

$$18.942 \frac{\text{T.M.}}{\text{ANO}} \times \frac{1.000 \text{ KG}}{1 \text{ T.M.}} \times \frac{2.204 \text{ lb}}{1 \text{ KG.}} \times \frac{1 \text{ ANO}}{365 \text{ DIAS}} \times \frac{1 \text{ DIA}}{24 \text{ HRS.}} = 5.192.5 \text{ lb/hr.}$$

LUEGO, LA BASE DE CÁLCULO ES 5.192.5 lb/hr DE TPFS.

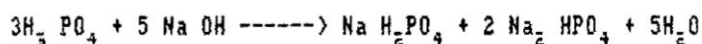
MEDIANTE EL ESQUEMA SIGUIENTE, SE GRAFICA MEJOR EL BALANCE DE MATERIA:



LA PRODUCCION DE TPFS SERA DE 5,192.5 lb/hr

4.6. BALANCE DE ENERGIA

LA REACCION QUIMICA QUE SE PRODUCE EN EL REACTOR ES EXOTERMICA. LA CUAL SE TIENE QUE ENFRIAR (O MANTENER A 77°F) CON UNA SALMUERA DE CLORURO DE CALCIO.



$$H_A = H_F - H_R$$

$$\Delta H_R = \Delta H(\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}) - \Delta H(3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NaOH})$$

$$\Delta H_F^0 \text{H}_2\text{O (l)} = -122,958 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_F^0 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{acuoso}) &= \Delta H_F^0 \text{H}_3\text{PO}_4 + \Delta H_S^0 = -551,160 - 5,760 \\ &= -556,920 \text{ BTU/mol lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_F^0 \text{NaOH}(\text{acuoso}) &= \Delta H_F^0 \text{H}_2\text{O} + \Delta H_S^0 = -183,582 - 18,900 \\ &= -202,482 \text{ BTU/mol lb} \end{aligned}$$

$$\Delta H_F^0 \text{NaH}_2\text{PO}_4 = -661,860 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\Delta H_F^0 \text{Na}_2\text{HPO}_4 = -751,320 \text{ BTU/mol lb}$$

. DATOS OBTENIDOS DEL LIBRO "PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS QUIMICOS" DE WATSON RAGATZ, P. 313.

LUEGO:

$$\Delta H_R = \left[-661,860 + 2(-751,320) + 5(-122,958) \right] - \left[3(-556,920) + 5(-202,482) \right]$$

$$\Delta H_R = -2'779,290 + 2'683,170$$

$$\Delta H_R = -96,120 \text{ BTU/mol lb}$$

ENTONCES:

$$Q = (\Delta H_R)(n \text{ NaH}_2\text{PO}_4)$$

$$Q = -96,120 \frac{\text{BTU}}{\text{mol lb}} \times \frac{1,687,92}{120} \frac{\text{mol lb}}{\text{hr}}$$

$$Q = -1'352,024 \text{ BTU/hr}$$

CANTIDAD DE SALMUERA PARA ENFRIAR:

LA SALMUERA ENTRA a $-30^{\circ}\text{C} = -22^{\circ}\text{F}$; SALE A $15^{\circ}\text{C} = 59^{\circ}\text{F}$

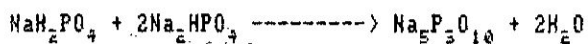
$$Q = m C_p (T_2 - T_1)$$

C_p DEL CLORURO DE CALCIO AL 30% ES $0.971 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$

(REVISTA JOURNAL CHEMISTRY DEL AÑO 1945. PAG. 37)

$$m = \frac{1'352.024 \text{ BTU/hr}}{0.971 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} [59 - (-22)]^{\circ}\text{F}} = \frac{1'352.024}{78.651} = 17.190 \text{ lb/hr}$$

LA REACCION QUE SE PRODUCE EN EL HORNO ROTATORIO ES LA SIGUIENTE:



$$\Delta H_{R250}^{\circ} = \Delta H_{25}^{\circ} + \Delta H_F - \Delta H_R$$

$$\Delta H_{25}^{\circ} = \sum n_P H_{F,P}^{\circ} - \sum n_R H_{F,R}^{\circ}$$

$$\Delta H_F = \int_{77^{\circ}\text{F}}^{481^{\circ}\text{F}} n_P C_p P dt$$

$$\Delta H_R = \int_{77^{\circ}\text{F}}^{481^{\circ}\text{F}} n_R C_p R dt$$

LUEGO:

$$\Delta H_F^{\circ} \text{ Na}_2\text{HPO}_4 = -751,320 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\Delta H_F^{\circ} \text{ NaH}_2\text{PO}_4 = -661,860 \text{ BTU/mol lb}$$

$$* \Delta H_F^{\circ} \text{ Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} = -1'838,034 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\Delta H_F^{\circ} \text{ H}_2\text{O}(g) = -104,036.22 \text{ BTU/mol lb}$$

* ESTE DATO FUE OBTENIDO DE LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL TPFS DE LA MONSANTO CHEMICAL

$$\sum nP H_{F,P}^{\circ} = -1'832.034 - 208.072.44 = -2'046.106.44 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\sum nR H_{F,R}^{\circ} = -661.860 - 1'502.640 = -2'164.500 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\Delta H_{25}^{\circ} = \boxed{(-2'046.106.44 - (-2'164.500))} = 118,393.56 \text{ BTU/mol lb}$$

ADEMAS:

$$\cdot C_F \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 32.2 \text{ BTU/mol lb}^{\circ}\text{F}$$

$$\cdot C_F \text{Na}_2\text{HPO}_4 = 36.1 \text{ BTU/mol lb}^{\circ}\text{F}$$

$$\cdot C_F \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} = 87.2 \text{ BTU/mol lb}^{\circ}\text{F}$$

$$\cdot C_F \text{H}_2\text{O} = 18 \text{ BTU/mol lb}^{\circ}\text{F}$$

TABLA DE CAPACIDADES CALORIFICAS ATOMICAS, LIBROS "CALCULOS BASICOS DE LA INGENIERIA QUIMICA", DAVID HIMMELBLAU, PAG. 281.

$$\Delta H_F = \int_{77^{\circ}\text{F}}^{481^{\circ}\text{F}} nP C_F P dt$$

$$\Delta H_F = (87.2 + 36) (404) = 49,772.8 \text{ BTU/mol lb}$$

$$\Delta H_R = \int_{77^{\circ}\text{F}}^{481^{\circ}\text{F}} nR C_F R dt$$

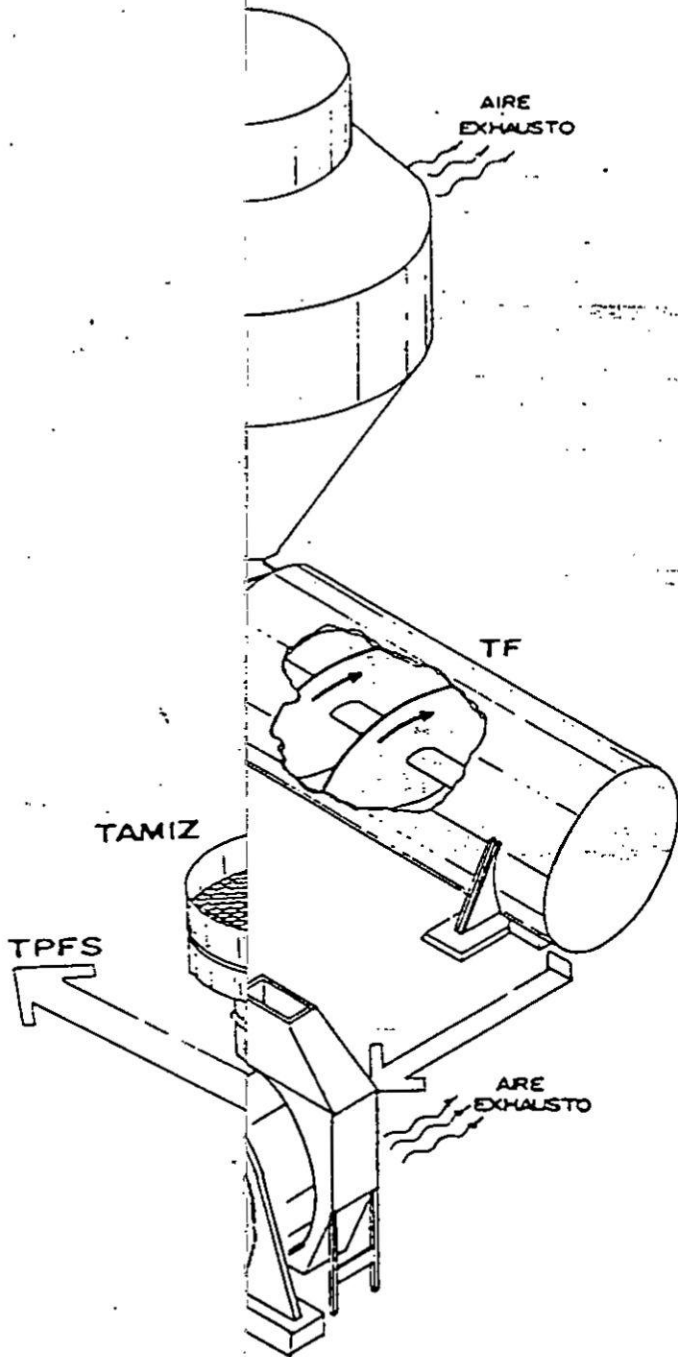
$$\Delta H_R = (32.2 + 72.2) (404) = 42,177.6 \text{ BTU/mol lb}$$

ENTONCES:

$$\Delta H_{R25}^{\circ} = (118,393.56 + 49,772.8 - 42,177.6) = 125,988.76 \text{ BTU/mol lb}$$

$$Q = 125,988.76 \frac{\text{BTU}}{\text{mol lb}} \times \frac{5.192.5}{368} \text{ mol lb} = 1'777,788.3 \text{ BTU}$$

EN UNA VISTA ASIMETRICA SE OBSERVA EL PROCESO DE TPFS (VER FIGURA 4-2)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
 FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

EDUARDO MANRIQUE VARGAS

FLUJO PARA PRODUCIR TPFS ASIMETRICO

laminas:

4-2

DICIEMBRE - 89

4.7. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Las materias primas a emplearse son:

Soda cáustica al 50%

Acido fosfórico al 73.5%

DESCRIPCION

a)	Soda cáustica que contiene 48% a 50% de NaOH	
*	Alcalinidad total (como Na O) 2	
	% en peso mínimo	38.1%
*	Contenido de hidroxido de sodio ¹	
	% en peso mínimo	48.0%
*	Carbonatos (como Na CO) 2 3	
	% en peso máximo	0.25%
*	Sulfatos (Na SO) 2 4	
	% en peso máximo	0.10%
*	Sílice (como SiO) 2	
	% en peso máximo	0.015%
*	Fierro (como F) e	
	% en peso máximo	0.001%
*	Aluminio (como Al)	
	% en peso máximo	0.004%
*	Calcio (como Ca)	
	% en peso máximo	0.001%
*	Cloruro de sodio (como NaCl)	
	% en peso máximo	0.15%

b) Acido fosfórico al 73.5% de concentración:

P ₂ O ₅	54.00% por peso
H ₃ PO ₄ equivalente	73.5% por peso
Viscosidad	10 cp (a 38°C) 3 cp (a 93°C)
Peso específico	1.58 (15/4°C)

IMPUREZAS

Sulfato (SO ₄)	0.002% por peso
Pb	0.0002% por peso
F	0.005% por peso
Fe	0.001% por peso
Al	0.001% por peso
As	0.001% por peso

Entre otras materias primas auxiliares podemos citar el petróleo diesel No.2, que se emplea como combustible para calentar el aire del secador por atomización y, del secador rotatorio.

PETROLEO DIESEL Nº 2

Densidad API	32°
Poder calorífico bruto	156,500 BTU/gal.
Poder calorífico neto	149,000 BTU/gal
Punto de inflamación	210°F

4.8. DISEÑO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

De acuerdo al balance de materia y energía se diseñan algunos principales equipos, además se da información de ciertas maquinarias complementarias.

DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SODA CAUSTICA(T-1)DATOS

Flujo másico NaOH = 5,626.40 lb/hr.

NaOH (50%) = 1.53 gr/cc = 95.5 lb/pie³

Tiempo de almacenamiento: 07 días

Temperatura ambiente: 25°C = 77°F

CALCULOS

Cálculo del flujo volumétrico:

$$\text{Flujo volumétrico} = \frac{\text{flujo másico}}{\rho} = \frac{5,626.40 \text{ lb/hr}}{95.50 \text{ lb/pie}^3} = 58.915 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

Volúmen del tanque = (flujo volumétrico) (tiempo de almacenamiento)

$$V = 58.915 \text{ pie}^3/\text{hr} \times 168 \text{ hrs.} = 9,897.75 \text{ pie}^3 = 280.27 \text{ mt}^3$$

Cálculo del diámetro del tanque:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times H \dots (1)$$

la relación H

$$\frac{H}{D} = 1.5 \dots (2)$$

reemplazando (2) en (1):

$$V = \frac{\pi}{4} \times 1.5 D^3$$

$$V = 1.178 D^3$$

$$D = 20.33 \text{ pies} = 6.20 \text{ mts.}$$

$$H = L$$

$$L = (1.5) (20.33) = 30.495 \text{ pies} = 9.30 \text{ mts.}$$

Material del tanque de soda : Fierro fundido, con
revestimiento interior de
resina epóxica

Espesor de plancha : 1/4" recomendado para esa
capacidad de almacenamiento

Tapas laterales: del tipo toriesféricos.

DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACIDO FOSFORICO

DATOS

Flujo másico HPO_4 = 5,626.40 lb/hr

$$\text{HFO (73.5\%)} = 1.575 \text{ gr/cc} = 98.30 \text{ lb/pie}^3$$

Tiempo de almacenamiento: 07 días

Temperatura ambiente : 25°C = 77°F

CALCULOS

Cálculo del flujo volumétrico:

$$\text{Flujo volumétrico} = \frac{\text{flujo másico}}{\rho} = \frac{5,626.40 \text{ lb/hr}}{98.301 \text{ lb/pie}^3} = 57.237 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

Volumen del tanque = (flujo volumétrico) (tiempo de almacenamiento)

$$V = 57.237 \text{ pie}^3/\text{hr} \times 168 \text{ hr} = 9615.82 \text{ pie}^3 = 272.29 \text{ mt}^3$$

Cálculo del diámetro del tanque:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times H \dots (1)$$

la relación H/D = 1.5 ... (2)

$$H = 1.5 D$$

reemplazando (2) en (1)

$$V = 1.178 D^3$$

$$D = 20.13 \text{ pies} = 6.14 \text{ mts.}$$

$$H = L$$

$$L = (1.5) (20.13)$$

L = 30.195 pies = 9.20 mts

Material del tanque de: Fierro fundido, revestimiento interior de resina fenólica, resistente a ácidos fuertes.

Espesor de plancha: 1/4" recomendado para esa capacidad de almacenamiento.

Tapas laterales: Forma toriesférica

DISERÑO DE LA BOMA DE H₃PO₄ (B-2):

DATOS:

- Líquido manipulado : H₃PO₄ (73.5%)
3 4
- Flujo másico : 5,626.40 lb/hr
- Temperatura : 77°F
- Densidad : 98.30 lb/pie³
- Presión de succión : 20 PSIG
- Presión de descarga : 200 PSIG
- Diámetro tubería de succión : 2"
- Diámetro tubería de descarga: 2"

Cálculo de caudal (Q) :

$$Q = m / \rho$$

$$Q = \frac{5,626.40 \text{ lb/hr}}{98.30 \text{ lb/pie}} = 57.23 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

$Q = 0.450 \text{ lt/seg} \cdot 2 \text{ lt/seg}$ (para efecto de cálculo en diagrama)

Según el manual de bombas centrífugas HIDROSTAL, el cálculo de la altura dinámica total (H) esta definida por:

$$H = (h_d + h_s) + (f_s + f_d) + \left[\frac{V^2_d}{2g} - \frac{V^2_s}{2g} \right]$$

1
2
3

1. Alturas estáticas, se deben tomar con el signo que corresponde según croquis seleccionado
2. Pérdidas por fricción
3. Carga de velocidad, se puede despreciar para alturas estáticas mayores de 50 mts. en cálculos de poca precisión.

Alturas estáticas:

$$h_d = 9 \text{ mts}$$

$$h_s = 0.70 \text{ mts.}$$

Pérdidas por fricción en la succión (f):

Diámetro tubería : 2"

Longitud tubería : 3.70 mts
 No. codos : 01 de 90° con brida
 Válvulas : 01 (de globo)

Del Diagrama NQ1, para $Q = 2$ lt/seg y $D = 2''$

$f = 2.6$ mts. (por cada 100 mts. de tubería)
_s

del mismo diagrama $\frac{V^2 s}{2g}$
 $\frac{V^2 s}{2g} = 0.040$ mts
_s

Del Diagrama NQ3, para codo regular de 90° con brida

$D = 2 = 50.8$ mm

$K = 0.35$

$h = K \times \frac{V^2}{2g}$

$h = (0.35) (0.040)$

$h = 0.014$ mts.

Del Diagrama NQ2, para válvula de globo

$h = (9) (0.040) = 0.36$ mts.

Luego: $f =$ pérdida de tubería + pérdida de codo +
_s pérdida de válvula

$f = 2.6 + 0.014 + 0.36$
_s

$f = 2.974$ mts.
_s

Pérdidas por fricción en la descarga (f.):
_d

Diámetro de tubería : 2"
 Material : acero 304
 Longitud de tubería : 25 mts.
 No. de codos : 03 de 90° con brida
 Válvulas : 01 (de globo)

$f = 2.6$ mts. (por tubería)

Pérdida por codos : (3) (0.014) = 0.042 mts.

Pérdida por válvula : 0.36 mts.

$$\frac{V^2 d}{2g} = 0.040 \text{ mts}$$

luego:

$$f = 2.6 + 0.042 + 0.36 = 3.002 \text{ mts.}$$

La altura dinámica total para la bomba de HPD será

$$H = 9 - 0.7 + 2.974 + 3.002$$

$$H = 14.276 \text{ mts.} = 15 \text{ mts.}$$

La tabla N° 4 indica lo siguiente:

Bomba HIDROSTAL : modelo 40-160 (es la más apròx.)
 HP absorbido : 1.2 HP
 HP recomendado : 1.8 HP
 NPSH : 1.2 mts.
 RPM : 1,750
 MATERIAL : Ferrosilicio (rico en Silicio)

DISEÑO DE LA BOMBA DE NaOH (B-1):

DATOS:

- Líquido manipulado : NaOH (50%)
- Flujo másico : 5,626.40 lb/hr
- Temperatura : 77°F
- Densidad : 95.5 lb/pie³
- Presión de succión : 20 PSIG
- Presión de descarga : 200 PSIG
- Diámetro de tubería de succión : 2"
- Diámetro tubería de descarga : 2"

Cálculo del caudal (Q):

$$Q = \frac{m}{\rho}$$

$$Q = \frac{5,626.40 \text{ lb/hr}}{95.5 \text{ lb/pie}^3} = 58.915 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

$$Q = 0.460 \text{ lt/seg} \approx 2 \text{ lt/seg (para efectos de cálculo en diagrama)}$$

$$H = (h_d + h_s) + (f_s + f_d) + \left[\frac{V_d^2}{2g} - \frac{V_s^2}{2g} \right]$$

Alturas estáticas:

$$h_d = 11 \text{ mts.}$$

$$h_s = 0.70 \text{ mts.}$$

Pérdidas por fricción en la succión (f):

Diámetro tubería : 2"
 Material : acero 304
 Longitud tubería : 5.7 mts.
 No. codos : 01 de 90° con brida
 Válvulas : 01 (de globo)

Para $Q = 2$ lt/seg; $D = 2$ "

Diagrama N°1, $f = 2.6$ mts. (pérdida en la tubería)

También en diagrama N° 1 $\frac{V^2 s}{2g} = 0.040$ mts

En diagrama N°3 pérdida para codo regular de 90° con brida.

$$D = 2" = 50.8 \text{ mm}$$

$$h = K \times \frac{V^2 s}{2g}$$

$$h = (0.35) (0.040) = 0.014 \text{ mts.}$$

En diagrama N°2 pérdida para válvula de globo.

$$h = (9) (0.040) = 0.36 \text{ mts.}$$

$$f = 2.6 + 0.014 + 0.36$$

$$f = 2.974 \text{ mts.}$$

Pérdidas por fricción en la descarga (f):

Diámetro de tubería : 2"
 Material : acero 304
 Longitud de tubería : 26 mts.
 No. de codos : 03 de 90° con brida
 Válvulas : 01 (de globo)

Pérdida por long. de tubería: 2.6 mts.

Pérdida por codos : (3) (0.014) = 0.042 mts.

Pérdida por Válvula (de globo): 0.36 mts.

$$\frac{V^2 d}{2g} = 0.040 \text{ mts}$$

$$f = 2.6 + 0.42 + 0.36 = 3.002 \text{ mts.}$$

Reemplazando valores:

$$H = 11 - 0.7 + 2.974 + 3.002$$

$$H = 16.276 \text{ mts.}$$

Por tabla Nº 4 de HIDROSTAL:

$$Q = 2 \text{ lt/seg y } H = 16 \text{ mts.}$$

Bomba Hidrostral : modelo 40 - 160 (es lo mas. aprox)
 HP absorbido : 1.2 HP
 HP recomendado : 1.8 HP
 NPSH (metros) : 1.2 mts.
 RPM : 1,750
 Material : fierro fundido gris

DISEÑO DE LA BOMBA DE SOLUCION DE ORTOFOSFATOS (B-3)

DATOS:

- Líquido manipulado : solución de ortofosfatos
- Flujo másico : 11,252.80 lb/hr
- Temperatura : 77°F
- Densidad : 101.4 lb/pie³ (DATO LABORATORIO)
- Viscosidad : 93.66 c. p. (DATO LABORATORIO)
- Presión de succión : 20 PSIG
- Presión de descarga : 200 PSIG
- Diámetro tubería de succión : 2"
- Diámetro tubería de descarga : 2"

Cálculo del caudal (Q):

$$Q = \frac{m}{\rho}$$

$$Q = \frac{11,252.80 \text{ lb/hr}}{101.4 \text{ lb/pie}^3} = 111.0 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

$$Q = 0.873 \text{ lt/seg} \approx 2 \text{ lt/seg}$$

Para $H = 15$ mts y $Q = 2$ lt/seg, por tabla Nº4 de HIDROSTAL

Bomba HIDROSTAL	:	modelo 40 - 160
HP absorbido	:	1.2 HP
HP recomendado	:	1.8 HP

NFSH (metros) : 1.2
 RPM : 1,750
 Material : aleación de níquel

Diseño de los Reactores (R-1) y (R-2):

Consideraciones:

1. La Rxn tiene una duración de 1 hr.
2. Es necesario diseñar 02 reactores para que trabajen alternadamente.
3. El diseño de ambos reactores serán similares en dimensiones y características.

Capacidad del Reactor

Por pruebas de laboratorio se tiene que:

$$\rho \text{ ortofosfatos} = 101.4 \text{ lb/pie}^3$$

$$\mu \text{ ortofosfatos} = 93.66 \text{ c.p.}$$

además:

$$Q_{\text{NaOH}} = 58.915 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

$$Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 57.23 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

Cálculo de caudal de Ortofosfatos:

$$Q \text{ ortofosfatos} = \frac{11,252.80 \text{ lb/hr}}{101.4 \text{ lb/pie}^3} = 110.97 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

Cálculo del volumen del reactor:

$$Q \text{ ortofosfatos} \frac{V_t}{\theta_{Rxn}} \quad \begin{array}{l} V_t = \text{volumen del tanque} \\ \theta_{Rxn} = \text{tiempo de reacción} \end{array}$$

$$V_t = Q \text{ ortofosfatos} \times \theta_{Rxn}$$

$$V_t = 110.97 \text{ pie}^3/\text{hr} \times 1 \text{ hr} = 110.97 \text{ pie}^3$$

$$V_t = (110.97) (1.1) = 122.0 \text{ pies}^3 = 3.45 \text{ mts.}$$

Cálculo del diámetro del reactor:

$$H/D = 1.5$$

$$H = 1.5 D$$

$$V_t = \frac{\pi}{4} D^2 \times H$$

$$D = (4.70) (1.1) = 5.17 \text{ pies} = 1.58 \text{ mts.}$$

$$H = (1.5) (5.17) = 7.75 \text{ pies} = 2.36 \text{ mts.}$$

Cálculo del ancho de los deflectores (Y):

$$\text{For especificaciones de diseño } \frac{Y}{D} = 0.1$$

donde D = diámetro del reactor

$$Y = (0.1) (1.58)$$

$$Y = 0.158 \text{ cm.}$$

Cálculo de la altura de los deflectores (Z):

Por especificaciones de diseño $Z = \frac{1}{2} H$

$$Z = (0.5) (2.36)$$

$$Z = 1.18 \text{ mts.}$$

Cálculo de la distancia entre el fondo del reactor y el agitador (X):

Por especificaciones de diseño $\frac{X}{D} = 0.3$

$$X = (1.58) (0.3)$$

$$X = 0.47 \text{ cm}$$

Las características de diseño de los O2 reactores son

Volumen = 3.45 mts³

Diámetro = 1.58 mts

Altura = 2.36 mts

Material = acero 316

Espesor de

la plancha = 1/8"

Tapas = toriesféricas

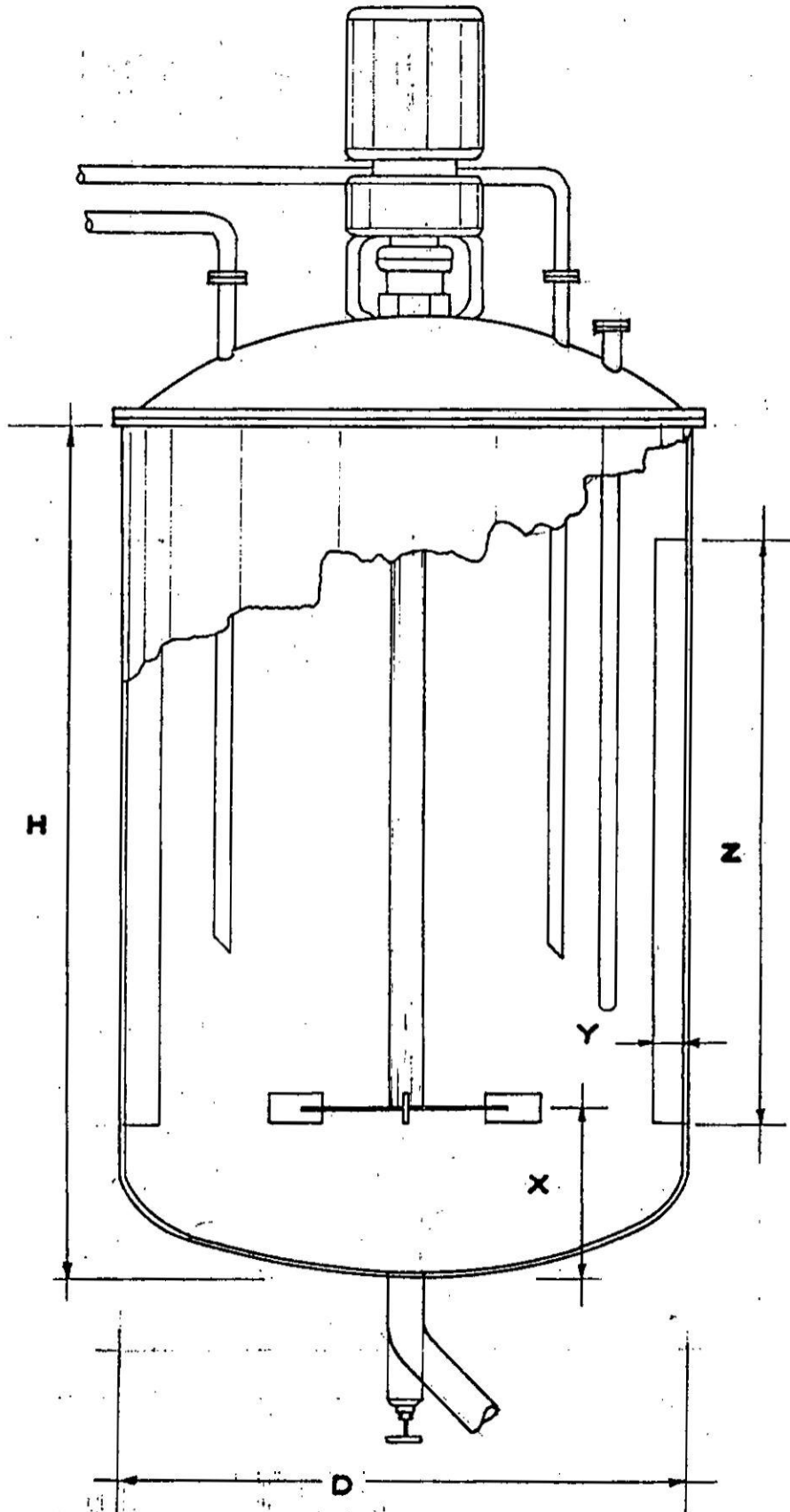
(Ver Figura 4 - 4)

Cálculo de la potencia del AGITADOR:

Se utiliza la fórmula:

LEYENDA

- X ESPACIO ENTRE FONDO DEL REACTOR Y EL AGITADOR
- Y ANCHO DEL DEFLECTOR
- Z ALTURA DEL DEFLECTOR



REACTOR ESCALA 1:20

FIGURA 4-4

$$P = N_p \cdot \rho \cdot N^3 \frac{D_a^5}{g_c} \quad \text{Manual del Ingeniero Químico, 5ª Edición, Capítulo 19, p.9}$$

donde:

P = potencia transmitida por el eje del agitador,
lbf pie/seg

N_p = $g_c \cdot \rho \cdot N^3 \frac{D_a^5}{g_c}$, número de potencia adimensional

(Diagrama N^o 5)

ρ = densidad del líquido agitado, lb/pie³

N = velocidad de rotación del agitador, rev/seg

D_a = diámetro del agitador, pies

g_c = Factor de conversión gravitacional, 32.2 lb pie/
lbf.seg²

pero para hallar el N_p (por gráfico), se tiene que
calcular primero el N_{RE}

entonces:

$$N_{RE} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu} \quad \text{Manual del Ingeniero Químico, 6ª Edición, Capítulo 19, p.10.}$$

donde:

N_{RE} = número de Reynolds del impulsor, adimensional

μ = viscosidad del líquido agitado, lb/pie seg

Hallando el N_{RE} :

$N =$ oscila entre 150 - 200 r.p.m. para turbinas

$N = 150$ r.p.m. = 2.5 r.p.s.

$Da/Wi = 5$, donde : $Da =$ diámetro del agitador

$Wi =$ altura del rodete del agitador

Se cumple para hélices tipo turbina, que se utilizan en fluidos viscosos.

Se recomienda un $Wi = 0.3$ pies = 9 cm

$Da = 1.5$ pies = 45 cm.

Cálculo de la longitud del agitador (La):

Como la altura del reactor es 2.36 mts., y el agitador está colocando a 47 cms del fondo de reactor, entonces:

$La = 2.36 - 0.47$

$La = 1.89$ mts.

Cálculo de la longitud del rodete del agitador (Li):

Por especificaciones de diseño:

$\frac{Li}{Da} = 0.25$

$Li = (45) (0.25)$

$Li = 11.3$ cm

Cálculo del diámetro del eje impulsor (Di):

Por especificaciones de diseño

$$D_1 \\ \text{---} = 0.1 \\ D_a$$

$$D_i = (45) (0.1)$$

$$D_i = 4.5 \text{ cm}$$

NOTA: TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PERTENECEN AL MANUAL DE THE EKATO GROUP, SCHOPFHEIM, FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY, 1984.

$$\rho \text{ ortofosfatos} = 101.4 \text{ lb/pie}^3$$

$$\mu \text{ ortofosfatos} = 93.66 \text{ c.p.} \times 0.000672 = 0.06291 \\ \text{lbm/pie. seg.}$$

por lo tanto:

$$N_{RE} = \frac{(1.5)^2 (2.5) (101.4)}{0.0629} = 9,067.96 = 9 \times 10^3$$

luego, por Diagrama NG 5: $N_p = 3.9$

$$\text{entonces: } P = (3.9) (101.4) (2.5) \frac{(1.5)^5}{32.2}$$

$$P = 1,454.16 \text{ lbf. pie/seg} = 2.6 \text{ HP}$$

$$P = 3 \text{ HP}$$

(VER FIGURA 4 - 3)

DISEÑO DEL EQUIPO DE REFRIGERACION

SEGUN LA TABLA 12-14 DE LA PAG. 34. VOLUMEN III DEL MANUAL PERRY - CHILTON PARA FREON-502 CON RANGOS DE TEMPERATURA DE TRABAJO DE -30°F EN LA EVAPORACION Y 100°F EN LA CONDENSACION. SE TIENEN LAS SIGUIENTES PROPIEDADES POR TONELADA DE REFRIGERACION:

* TEMPERATURA DE SOBRECALENTAMIENTO	:	65°F
* PRESION DEL EVAPORADOR	:	9.4 lb/PULG^2
* PRESION DEL CONDENSADOR	:	214.4 lb/PULG^2
* RAZON DE COMPRESION	:	9.51
* EFECTO NETO DE REFRIGERACION	:	52.06 BTU.lb
* REFRIGERANTE CIRCULADO	:	3.842 lb/min FREON - 502
* DESPLAZAMIENTO DEL COMPRESOR	:	7.997 PIE^3/min
* POTENCIA	:	2.08 HP/TONELADA DE REFRIGERACION
* TEMPERATURA DE DESCARGA	:	221.5°F

CALCULO DE LAS TONELADAS DE REFRIGERACION NECESARIAS:

$$1' 352.024 \text{ BTU/hr} \times 8.333 \times 10^{-5} = 112.7 \text{ TONELADAS DE REFRIGERACION}$$

DONDE: 8.333×10^{-5} FACTOR DE CONVERSION DE BTU/hr A TONELADAS DE REFRIGERACION

CALCULO DEL PESO DE REFRIGERANTE POR TONELADA DE CAPACIDAD:

FLUJO DE REFRIGERANTE = m

$$m = \text{lb/min. Tn}$$

$$m = 200/\text{E.R. BTU/lb}$$

DONDE: E.R. = EFECTO DEL REFRIGERANTE NETO

$$\text{E.R.} = 52.06 \text{ BTU/lb (DE TABLA)}$$

$$m = 200/52.06$$

$$m = 3.8417 \text{ lb/min. Tn DE CAPACIDAD}$$

ENTONCES:

$$3.8417 \frac{\text{lb}}{\text{min.Tn}} \times 112.7 \text{ Tn} = 433 \text{ lb/min}$$

$$m = 433 \text{ lb/min}$$

CALCULO DE LA POTENCIA DEL COMPRESOR:

EL TRABAJO REQUERIDO SE EXPRESA NORMALMENTE EN HP/Tn

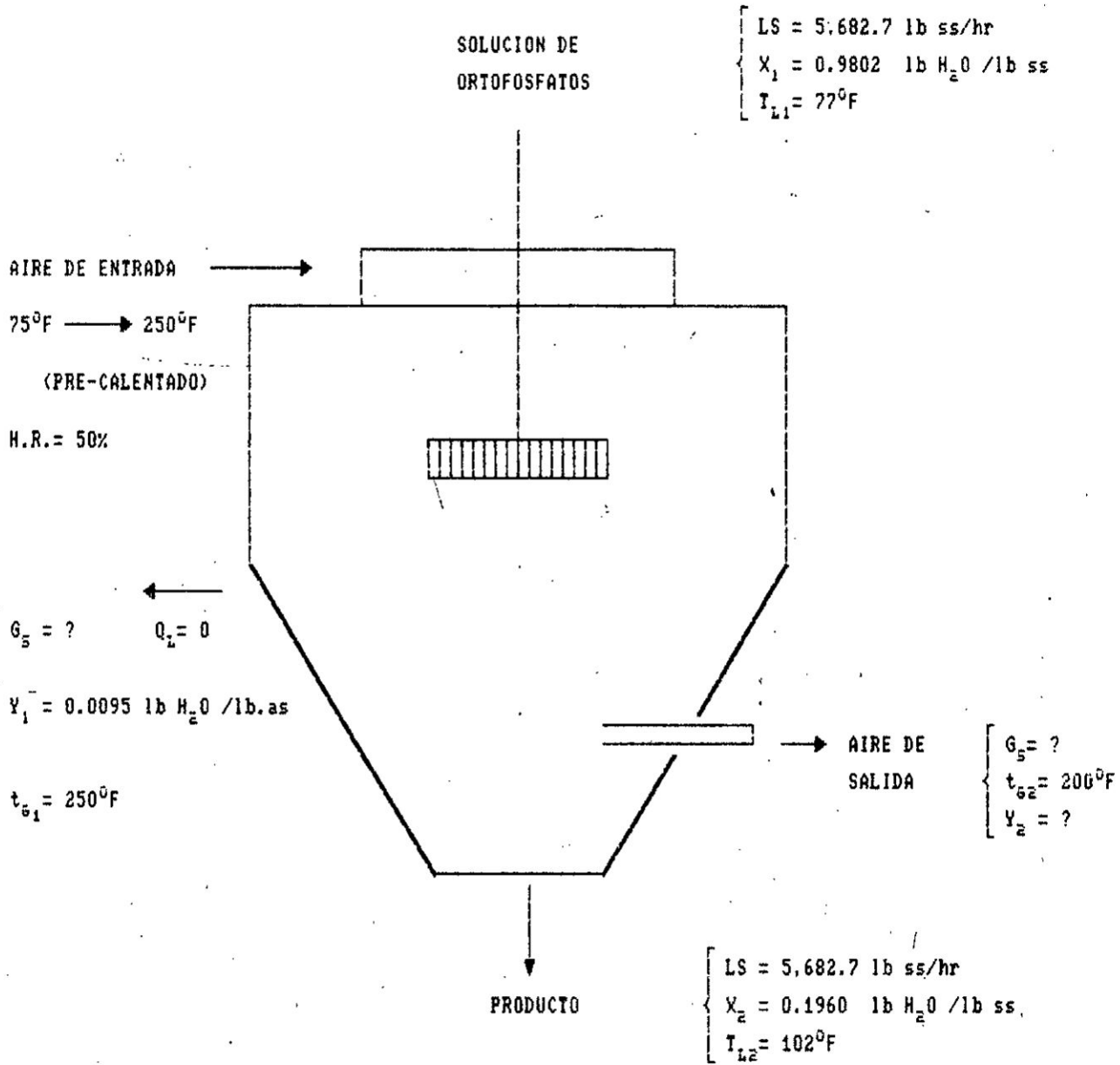
$$\text{HP/Tn} = 2.08 \text{ (DE LA TABLA)}$$

$$112.7 \text{ Tn} \times 2.08 \frac{\text{HP}}{\text{Tn}} = 235 \text{ HP}$$

PARA ESA CAPACIDAD DE REFRIGERACION SE RECOMIENDA UN COMPRESOR ALTERNATIVO. DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

MODELO	:	6DL1-2.700-TSK
MARCA	:	COPELANETIC DISCUS (AMERICANO)
TIPO	:	ALTERNATIVO
CONDENSADOR	:	TIPO REMOTO (ENFRIADO POR AIRE)
REFRIGERANTE	:	FREON - 502
COMPRESORES	:	02 DE 160 HP C/U
POTENCIA DE REFRIGERACION	:	250.000 Kcal/hr - 450.000 Kcal/hr
VOLTAJE	:	200 VOLTIOS
FRECUENCIA	:	60 HERTZ

DISEÑO DEL SECADOR SPRAY-DRYER (S-1)



BALANCE DE MATERIA. EN ESTADO ESTACIONARIO:

$$L_s \cdot X_1 + G_s \cdot Y_1 = L_s \cdot X_2 + G_s \cdot Y_2$$

CON RESPECTO AL SOLIDO

$$L_s = 1b \text{ SOLIDO SECO/hr}$$

$$X_1 = \text{HUMEDAD DEL SOLIDO A LA ENTRADA, } 1b \text{ H}_2\text{O}/1b \text{ SOLIDO SECO}$$

$$X_2 = \text{HUMEDAD DEL SOLIDO A LA SALIDA, } 1b \text{ H}_2\text{O}/1b \text{ SOLIDO SECO}$$

$$t_{L2} = \text{TEMPERATURA DE LA SOLUCION A LA ENTRADA, } ^\circ\text{F}$$

$$t_{L2} = \text{TEMPERATURA DE LA SOLUCION A LA SALIDA, } ^\circ\text{F}$$

CON RESPECTO AL AIRE:

$$G_s = 1b \text{ AIRE SECO/hr}$$

$$t_{G1} = \text{TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA, } ^\circ\text{F}$$

$$t_{G2} = \text{TEMPERATURA DEL AIRE A LA SALIDA, } ^\circ\text{F}$$

$$Y_1 = \text{HUMEDAD DEL AIRE A LA ENTRADA, } 1b \text{ H}_2\text{O}/1b \text{ AIRE SECO}$$

$$Y_2 = \text{HUMEDAD DEL AIRE A LA SALIDA, } 1b \text{ H}_2\text{O}/1b \text{ AIRE SECO}$$

REEMPLAZANDO VALORES:

$$5,682.7 (0.9802) + G_s (0.0095) = 5,682.7 (0.1960) + G_s \cdot Y_2$$

$$G_s (Y_2 - 0.0095) = 4,456.3783 \dots (1)$$

ASUMAMOS QUE EL CALOR DE ENTRADA ES IGUAL AL CALOR DE SALIDA MAS LAS PERDIDAS DE CALOR. LUEGO EL BALANCE DE ENERGIA:

$$L_s \cdot H_{L1} + G_s \cdot H_{G1} = L_s \cdot H_{L2} + G_s \cdot H_{G2} + Q_L$$

DONDE:

$$H_{L1} = \text{ENTALPIA DEL SOLIDO HUMEDO A LA ENTRADA, BTU/lb. S.S.}$$

$$H_{L2} = \text{ENTALPIA DEL SOLIDO HUMEDO A LA SALIDA, BTU/lb S.S.}$$

$$H_{G1} = \text{ENTALPIA DEL AIRE HUMEDO A LA ENTRADA, BTU/lb AIRE SECO}$$

$$H_{G2} = \text{ENTALPIA DEL AIRE HUMEDA A LA SALIDA, BTU/lb AIRE SECO}$$

$$Q_L = \text{PERDIDAS DE CALOR AL EXTERIOR}$$

PARA EL CALCULO DE LAS ENTALPIAS. SE TIENEN LAS SIGUIENTES ECUACIONES

PARA EL SOLIDO:

$$H_L = C_L (t_L - t_0) + X \cdot Ca (t_L - t_0)$$

DONDE:

C_L = CAPACIDAD CALORIFICA DEL SOLIDO SECO. BTU/lb^oF

Ca = CAPACIDAD CALORIFICA DE LA HUMEDAD LIQUIDA. BTU/lb^oF

t_L = TEMPERATURA DEL SOLIDO, ^oF

t_0 = TEMPERATURA DE REFERENCIA, ^oF

X = HUMEDAD DEL SOLIDO SECO

PARA EL AIRE:

$$H_a = [C_a + C_b Y] (t_a - t_0) + \lambda_0 \cdot Y$$

C_a = CAPACIDAD CALORIFICA DEL AIRE = 0.24 BTU/lb^oF

C_b = CAPACIDAD CALORIFICA DEL VAPOR DE AGUA = 0.45 BTU/lb^oF

Y = HUMEDAD ABSOLUTA DEL AIRE, lb AGUA/ lb AIRE SECO

t_a = TEMPERATURA DEL AIRE, ^oF

t_0 = TEMPERATURA DE REFERENCIA = 32^oF

λ_0 = CALOR LATENTE DE VAPORIZACION A $t_0 = 1,075.8$ BTU/lb

LUEGO. LA ENTALPIA DEL SOLIDO A LA ENTRADA, H_{L1} :

PRIMERO SE HALLA EL C_L .

$$C_L = C_F \text{ SOLIDO}_1 \cdot X_1 + C_F \text{ SOLIDO}_2 \cdot X_2$$

X = FRACCION PESO

$$X_1 = \frac{1.687.92}{5.682.66} = 0.297$$

$$X_2 = \frac{3.994.74}{5.682.66} = 0.703$$

LUEGO. EL CALOR DE ENTRADA DE LA SOLUCION:

$$C_p \text{ Na H}_2\text{PO}_4 = 0.268 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ Na}_2\text{HPO}_4 = 0.254 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$C_{L1} = (0.297)(0.268) + (0.703)(0.254) = 0.258 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$C_a = 1 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \quad (C_p \text{ DEL H}_2\text{O A } 77^\circ\text{F})$$

$$H_{L1} = 0.258 (77-32) + (0.9802)(1)(77-32)$$

$$H_{L1} = 55.719 \text{ BTU/lb SOLIDO SECO}$$

DE IGUAL MANERA, EL CALOR DE SALIDA DEL PRODUCTO SECO:

$$C_{L2} = 0.258 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$C_a = 1.0 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \quad (C_p \text{ DEL H}_2\text{O A } 102^\circ\text{F})$$

$$H_{L2} = (0.258)(102-32) + (0.1960)(1.0)(102-32)$$

$$H_{L2} = 31.780 \text{ BTU/lb SOLIDO SECO}$$

PARA EL AIRE A LA ENTRADA:

$$H_{G1} = [0.24 + 0.45 (0.0095)] (250-32) + (0.0095)(1,075.8)$$

$$H_{G1} = 63.472 \text{ BTU/lb AIRE SECO}$$

PARA EL AIRE A LA SALIDA

$$H_{G2} = [0.24 + 0.45 Y_2] (200-32) (1,075.8 Y_2)$$

$$H_{G2} = 40.32 + 1.151.4 Y_2$$

REEMPLAZANDO VALORES:

$$5,682.7 (55.719) + G_s (63.472) = 5,682.7 (31.780) + G_s [40.32 + 1.151.4 Y_2]$$

$$136,030.16 = (1.151.4 Y_2 - 23.152) G_s \dots (2)$$

RESOLVIENDO SIMULTANEAMENTE LAS ECUACIONES (1) Y (2):

$$G_s = 408.970 \text{ lb AIRE SECO/hr}$$

$$Y_2 = 0.020396 \text{ lb H}_2\text{O/lb AIRE SECO}$$

COMO TENEMOS LOS SIGUIENTES DATOS:

$$t_{g1} = 250^{\circ}\text{F (TEMPERATURA DE ENTRADA)}$$

$$t_{g2} = 200^{\circ}\text{F (TEMPERATURA DE SALIDA)}$$

$$\text{H}_2\text{O EVAPORADA} = 4,456.37 \text{ lb H}_2\text{O/hr}$$

Y UTILIZANDO EL GRAFICO DEL DIAGRAMA No. 6, SE TIENE:

$$D = 27.5 \text{ PIES} = 8.38 \text{ MTS}$$

$$H = 0.40 = 11 \text{ PIES} = 3.35 \text{ MTS. (LA PARTE CILINDRICA)}$$

VOLUMEN DEL SECADOR

$$V = 0.754 D^2 (H + 0.2886 D)$$

$$V = 593.96 (11 + 7.937)$$

$$V = 11,247.82 \text{ PIE}^3 = 318.5 \text{ mt}^3$$

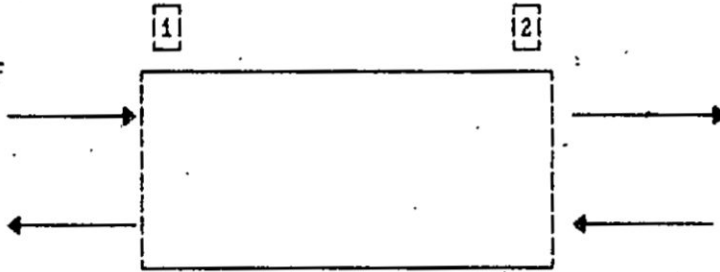
DISEÑO DEL SECADOR ROTATORIO (S-2)

$X_1 = 0.164 \text{ (B.H.)}$

$X_2 = 0.00195 \text{ (B.H.)}$

$t_{z1} = 102^\circ\text{F}$

$t_{z2} = 481^\circ\text{F}$



$G_{S1} = ?$

$G_{S2} = ?$

$y_1 = ?$

$t_{G2} = 500^\circ\text{F}$

$t_{G1} = 200^\circ\text{F}$

$\text{H.R.} = 50\%$

AIRE PRE-CALENTADO: 500°F

$Y_2 = 0.0095 \text{ (B.S.)}$

$t_w = 61^\circ\text{F}$

(PAG. 218 TREYBAL)

$y_2 = 0.0094 \text{ (B.H.)}$

SE PLANTEAN TRES ECUACIONES PARA RESOLVER LAS DIFERENTES INCOGNITAS

DE UN BALANCE GLOBAL DE MASA:

$$L_1 + G_2 = L_2 + G_1 \dots\dots (\alpha)$$

DE UN BALANCE DE HUMEDADES:

$$L_1 \cdot X_1 + G_2 \cdot y_2 = L_2 \cdot X_2 + G_1 \cdot y_1 \dots\dots (\beta)$$

DE UN BALANCE ENTALPICO:

$$L_1 \cdot \bar{H}_{L1} + G_2 \cdot \bar{H}_{G2} = L_2 \cdot \bar{H}_{L2} + G_1 \cdot \bar{H}_{G1} + Q \dots\dots (\gamma)$$

DONDE:

PARA EL SOLIDO

$$L_1 = 1b. \text{ SOLIDO HUMEDO/hr (ENTRADA)}$$

$$L_2 = 1b \text{ SOLIDO HUMEDO/hr (SALIDA)}$$

$$X_1 = 1b \text{ AGUA/1b SOLIDO HUMEDO (ENTRADA)}$$

$$X_2 = 1b. \text{ AGUA/1b SOLIDO HUMEDO (SALIDA)}$$

$$t_{s1} = \text{TEMPERATURA DEL SOLIDO, } ^\circ\text{F (ENTRADA)}$$

$$t_{s2} = \text{TEMPERATURA DEL SOLIDO, } ^\circ\text{F (SALIDA)}$$

$$H_{s1} = \text{ENTALPIA DEL SOLIDO HUMEDO, BTU/1b SOLIDO HUMEDO (ENTRADA)}$$

$$H_{s2} = \text{ENTALPIA DEL SOLIDO HUMEDO, BTU/1b SOLIDO HUMEDO (SALIDA)}$$

PARA EL AIRE

$$G = 1b \text{ AIRE HUMEDO/hr}$$

$$y_2 = 1b \text{ AGUA/1b AIRE HUMEDO (ENTRADA)}$$

$$y_1 = 1b \text{ AGUA/1b AIRE HUMEDO (SALIDA)}$$

$$t_{a2} = \text{TEMPERATURA DEL AIRE, } ^\circ\text{F (ENTRADA)}$$

$$t_{a1} = \text{TEMPERATURA DEL AIRE, } ^\circ\text{F. (SALIDA)}$$

$$H_{a2} = \text{ENTALPIA DE GAS HUMEDO, BTU/1b GAS HUMEDO (ENTRADA)}$$

$$H_{a1} = \text{ENTALPIA DEL GAS HUMEDO, BTU/1b GAS HUMEDO (SALIDA)}$$

CON LOS DATOS DE TEMPERATURA DEL AIRE Y H.R. SE HALLA LA HUMEDAD DE INGRESO DEL AIRE, POR INTERMEDIO DE LA CARTA PSICROMETRICA

$$y_2 = 0.0095 \text{ 1b AGUA/1b AIRE SECO}$$

SI SE EXPRESA EN BASE HUMEDA SE TIENE:

$$y_2 = 0.0094 \text{ 1b AGUA/1b AIRE HUMEDO}$$

DE LA MISMA MANERA. POR CARTA PSICROMETRICA

$$t_{s2} = 75^{\circ}\text{F}$$

$$Y_2 = 0.995 \text{ lb AGUA/lb AIRE SECO}$$

$$t_H = 61^{\circ}\text{F}$$

CALCULO DE LAS HUMEDADES DEL AIRE EN BASE HUMEDA

$$X_1 = \frac{1,114.03}{6,799.69} = 0.164 \text{ (B.H.)}$$

$$X_2 = \frac{10.17}{5,202.67} = 0.00195 \text{ (B.H.)}$$

CALCULO DE LAS ENTALPIAS:

$$H_2 = C_s (T_2 - T_0) + X \cdot C_a (T_2 - T_0) \text{ (ECUACION GENERAL)}$$

DONDE:

C_s = CAPACIDAD CALORIFICA DEL SOLIDO SECO, BTU/lb^oF

C_a = CAPACIDAD CALORIFICA DE LA HUMEDAD LIQUIDA, BTU/lb^oF

T_0 = TEMPERATURA REFERENCIAL, ^oF

X = lb AGUA/lb SOLIDO SECO

ENTONCES:

$$C_{L1} = (N \text{ SOL}_1)(C_P \text{ SOL}_1) + (N \text{ SOL}_2)(C_P \text{ SOL}_2)$$

DONDE:

$$N = \text{FRACCION PESO} = \frac{\text{PESO SOLUCION}}{\text{PESO TOTAL}}$$

$$C_{L1} = 0.258 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

$$C_a = 1 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \quad (C_P \text{ DEL AGUA A } 102^{\circ}\text{F}) *$$

ENTONCES:

$$H_{L1} = (0.258)(102-32) + (0.196)(1)(102-32)$$

$$H_{L1} = 31.78 \text{ BTU/lb SOLIDO SECO}$$

$$\bar{H}_{L1} = 31.78 \frac{\text{BTU}}{\text{lb SOLIDO SECO}} \times \frac{1 \text{ lb SOLIDO SECO}}{1.196 \text{ lb SOLIDO HUMEDO}}$$

$$\bar{H}_{L1} = 26.52 \text{ BTU/lb SOLIDO HUMEDO}$$

HALLANDO H_{L2} :

$$C_{L2} = 0.237 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \quad (C_P \text{ DEL } \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10})$$

$$C_a = 1.10 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F} \quad (C_P \text{ DEL AGUA A } 481^{\circ}\text{F}) *$$

$$H_{L2} = (0.237)(481-32) + (0.00195)(1.10)(481-32)$$

$$H_{L2} = 107.37 \text{ BTU/lb SOLIDO SECO}$$

$$\bar{H}_{L2} = 107.37 \frac{\text{BTU}}{\text{lb SOLIDO SECO}} \times \frac{1 \text{ lb SOLIDO SECO}}{1.0095 \text{ lb SOLIDO HUMEDO}}$$

$$H_{L2} = 107.16 \text{ BTU/lb SOLIDO HUMEDO}$$

$$H_s = C_s (T - T_0) + \gamma \lambda_0$$

DONDE:

$$C_s = \text{CALOR HUMEDO DE UN GAS HUMEDO, BTU/lb GAS SECO}^{\circ}\text{F}$$

$$\gamma = \text{lb AGUA/lb GAS SECO}$$

$$\lambda_0 = \text{CALOR LATENTE DE VAPORIZACION A } T_0, \text{ BTU/lb.}$$

ENTONCES:

$$H_{G1} = \boxed{0.24 + 0.45 y_1} (200 - 32) + 1,075.8 y_1$$

$$H_{G1} = 40.32 + 75.6 y_1 + 1,075.8 y_1$$

$$\bar{H}_{G1} = (1,151.4 y_1 + 40.32) \times \frac{1 \text{ lb AIRE SECO}}{(1+y_1) \text{ lb AIRE HUMEDO}}$$

$$H_{G2} = \boxed{0.24 + (0.45)(0.0095)} (500 - 32) + 1,075.8 (0.0095)$$

$$H_{G2} = 124.54 \text{ BTU/lb AIRE SECO}$$

$$\bar{H}_{G2} = 124.54 \frac{\text{BTU}}{\text{lb AIRE SECO}} \times \frac{1 \text{ lb AIRE SECO}}{1.0095 \text{ lb AIRE HUMEDO}}$$

$$\bar{H}_{G2} = 123.37 \text{ BTU/lb AIRE HUMEDO}$$

* NOMOGRAMA DE CALORES ESPECIFICOS DE COMPUESTOS PUROS (MANUAL PERRY, 6^{TA} EDICION)

LUEGO, COMO DATOS TENEMOS:

$$L_1 = 6,796.69 \text{ lb SOLIDO HUMEDO/hr}$$

$$L_2 = 5,202.67 \text{ lb SOLIDO HUMEDO/hr}$$

$$X_1 = 0.164 \text{ lb AGUA/lb SOLIDO HUMEDO}$$

$$X_2 = 0.00195 \text{ lb AGUA/lb SOLIDO HUMEDO}$$

$$y_2 = 0.0094 \text{ lb AGUA/lb AIRE HUMEDO}$$

$$\bar{H}_{L1} = 26.52 \text{ BTU/lb SOLIDO HUMEDO}$$

$$\bar{H}_{L2} = 107.16 \text{ BTU/lb SOLIDO HUMEDO}$$

$$\bar{H}_{G2} = 123.37 \text{ BTU/lb AIRE HUMEDO}$$

$$\bar{H}_{G1} = \frac{(1,151.4 y_1 + 40.32)}{(1 + y_1)}$$

$$Q = 1'777.708.3 \text{ BTU/hr}$$

DE (α) :

$$G_1 = 1.594.02 + G_2$$

REEMPLAZANDO (α) EN (β):

$$(6.796.69)(0.164) + 0.0094 G_2 = (5.202.67)(0.00195) + G_1 \cdot y_1$$

$$1114.66 + 0.0094 G_2 = 10.14 + 1.594.02 y_1 + G_2 \cdot y_1$$

$$G_2 = \frac{1.594.02 y_1 - 1104.52}{0.0094 - y_1}$$

DE (γ) SE TIENE:

$$(6.796.69)(26.52) + 123.37 G_2 = (5.202.67)(107.16) + G_1 \cdot \frac{(1151.4 y_1 + 40.32)}{1 + y_1} + 1'777.708.3$$

REEMPLAZANDO VALORES SE OBTIENE:

$$y_1 = 0.0202 \text{ lb AGUA/lb AIRE HUMEDO}$$

DE IGUAL MODO:

$$G_2 = 99.288.96 \text{ lb AIRE HUMEDO/hr}$$

$$G_1 = 100,882.98 \text{ lb AIRE HUMEDO/hr}$$

PARA HALLAR LA LONGITUD DEL SECADOR SE SABE QUE:

$$Z = N_{TOG} \cdot H_{TOG}$$

CALCULO DEL N_{TOG} (NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA)

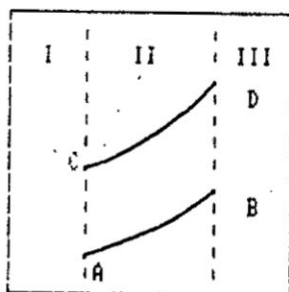
$$\text{ZONA I} = 0$$

$$\text{ZONA II} = \text{LA MAS IMPORTANTE}$$

$$\text{ZONA III} = 0$$

$$t_{\theta z} = t_{\theta D}$$

$$t_{\theta 1} = t_{\theta C}$$



$$N_{Tog} = \frac{t_{\theta D} - t_H}{t_{\theta C} - t_H} = \ln \frac{t_{\theta z} - t_H}{t_{\theta 1} - t_H}$$

$$N_{Tog} = \frac{500 - 61}{200 - 61} = 1.15$$

CALCULO DEL N_{Tog} :

$$G = \frac{G_s \left(1 + \frac{Y_1 + Y_2}{2} \right)}{A}$$

$$y_1 = 0.0202 \text{ lb AGUA/lb AIRE HUMEDO}$$

$$Y_1 = 0.0207 \text{ lb AGUA/lb AIRE SECO}$$

$$y_2 = 0.0094 \text{ lb AGUA/lb AIRE HUMEDO}$$

$$Y_2 = 0.0095 \text{ lb AGUA/lb AIRE SECO}$$

HALLANDO EL G_s PROMEDIO:

$$G_{s1} = G_1 (1 - y_1)$$

$$G_{s1} = 98.845.14 \text{ lb AIRE SECO/hr}$$

$$G_{s2} = G_2 (1 - y_2)$$

$$G_{s2} = 98.355.64 \text{ lb AIRE SECO/hr}$$

$$G_s \text{ PROMEDIO} = 98.600.39 \text{ lb AIRE SECO/hr}$$

$$\text{LUEGO, } G = 127.437.59/D^2 \dots (2)$$

SEGUN TREYBAL. PAG. 706

$$\frac{U_a \cdot D}{G^{0.16}} = 20 \quad (\text{PARA DIAMETROS ENTRE 3 Y 10 PIES})$$

ADEMAS, LA RELACION $Z/D = 4$ A 10 PIES (SON LOS SECADORES MAS EFICIENTES)

U_a = COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA CALORICA, BTU/hr PIE² °F

SI ASUMIMOS:

$$D = 9 \text{ PIES}$$

EN (8):

$$G = 127,437.59/(9)^2 = 1,573.30$$

ENTONCES:

$$U_a = \frac{(20)(1,573.30)^{0.16}}{9}$$

$$U_a = 7.215 \text{ BTU/hr PIE}^2 \text{ °F}$$

$$A = \frac{\pi}{4} (9)^2 = 63.61 \text{ PIE}^2$$

ADEMAS:

$$C_s = C_{s1} + C_{s2}/2$$

$$C_{s1} = 0.24 + 0.45 (0.0207) = 0.249 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

$$C_{s2} = 0.24 + 0.45 (0.0095) = 0.244 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

$$C_s = 0.247 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

LUEGO:

$$H_{T06} = \frac{G_s \cdot C_s}{U_a} = \frac{(98,600.39/63.61)(0.247)}{7.215}$$

$$H_{T06} = 53 \text{ PIES}$$

$$Z = (53)(1.15) = 61 \text{ PIES}$$

$$Z/D = 61/9 = 6.7 \sim 7.0 \quad (\text{CUMPLE LA RELACION } Z/D)$$

$$\therefore D = 9 \text{ PIES} = 2.74 \text{ MTS.}$$

$$Z = 61 \text{ PIES} = 18.6 \text{ MTS.}$$

DISEÑO DEL TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN (T-1):

EL TRANSPORTADOR DE TORNILLO SINFIN. TIENE LA FINALIDAD DE TRASLADAR EL TPFS DESDE EL SECADOR POR ATOMIZACION. HASTA EL SECADOR ROTATORIO.

LA POTENCIA PARA MOVER UN TORNILLO SINFIN DEPENDEN DE LAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL TRANSPORTADOR, LA LONGITUD DEL TORNILLO. LA VELOCIDAD DE TRANSPORTE.

PARA CONDICIONES NORMALES:

$$HP = \frac{C L W F}{33,000}$$

DONDE:

C = CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR, PIE³/MIN

L = LONGITUD DEL TORNILLO, PIES

W = PESO DEL MATERIAL lb/PIE³

F = FACTOR DEL MATERIAL

REEMPLAZANDO VALORES:

$$HP = \frac{(3.75) (9.8) (86.5) (9.4)}{33,000} = 0.905$$

$$HP = 1$$

SE ASUME UNA LONGITUD DEL TORNILLO DE 3 MTS. = 9.8 PIES

PARA CALCULAR C, SE ASUMIO UN DIAMETRO DE LA HELICE DEL TORNILLO DE 9 PULGADAS Y UNA VELOCIDAD DE 50 RPM, POR TABLA DE CAPACIDAD VERSUS VELOCIDAD CORRESPONDE 225 PIE³/hr

POR SER UN MATERIAL LIGERAMENTE ABRASIVO CORRESPONDE UNA DENSIDAD DE 1,200 KG/MT³, ASI MISMO EL FACTOR PARA EL TPFS ES 9.4. REEMPLAZANDO ESTOS VALORES SE OBTIENE LA POTENCIA.

DISEÑO DE LA FAJA TRANSPORTADORA (FT)

FLUJO MASICO DE TPFS = 5.192.5 + 16.204 = 5.208.70 lb/hr

$$\text{FLUJO VOLUMETRICO} = \frac{\text{FLUJO MASICO}}{\rho} = \frac{5.208.70 \text{ lb/hr}}{62.4} = 83.47 \text{ PIE}^3/\text{hr}$$

PARA UNA FLUJO VOLUMETRICO DE 80 - 90 PIE³/hr. $\rho = 60 - 70 \text{ lb/PIE}^3 \text{ LA}$

* B.F. GOODRICH Co. RECOMIENDA:

ANCHURA DE BANDA : 30" - 36"

ESPEJOR DE BANDA : 3/4"

ANGULO DE INCLINACION: 20° - 30° (LIMITE PERMISIBLE)

PARA PRODUCTO CON = 60 - 70 lb/PIE³

LONGITUD DE BANDA : 28 MTS.

MATERIAL : NEOPRENE

POLEAS : 02

LONG. DE POLEAS : 30" - 36"

DIAMETRO DE POLEAS : 7"

POLINES : 15

LONGITUD DE POLINES : 12"

DIAMETRO DE POLINES : 4"

MOTOR TRIFASICO

VOLTAJE: 220 VOLTIOS

POTENCIA : 17 HP (7 HP POR CADA T.M./hr DE PRODUCTO DESPLAZADO)

* (MANUAL DEL INGENIERO MECANICO. 10 - 61, 8° EDICION)

DISENO DEL SILO

FLUJO VOLUMETRICO = 83.47 PIE³/hr

VOLUMEN TANQUE = (FLUJO VOLUMETRICO) (TIEMPO DE ALMACENAMIENTO)

$V_T = 83.47 \text{ PIE}^3/\text{hr} \times 168 \text{ hr} = 14,023 \text{ PIE}^3 = 397 \text{ MT}^3$

$V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H$, ADEMAS $\frac{H}{D} = 1.5$

ENTONCES:

$D = 22.8 \text{ PIE} = (6.95 \text{ MTS})(1.20) = 8.34 \text{ MTS}$

$H = 34.2 \text{ PIE} = (10.42 \text{ MTS})(1.20) = 12.5 \text{ MTS}$

(20% MAS EN EL MARGEN DE DISEÑO)

MATERIAL: FIERRO FUNDIDO

ESPESOR DE PLANCHA : 1/2" (RECOMENDADO PARA ESA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO)

REVESTIMIENTO INTERIOR: RESINA FENOLICA (RESISTENTE A SUSTANCIAS LIGERAMENTE BASICOS)

PARTE SUPERIOR : PLANA

PARTE INFERIOR : TORIESFERICA

SOPORTES : 04 PATAS DE 1.60 MTS DE ALTURA

MATERIAL : FIERRO FUNDIDO MACIZO

DIAMETRO : 4"

CARACTERISTICAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIA AUXILIAR**GRUPO ELECTROGENO:**

MODELO	:	NT 855
MARCA	:	CUMMINS DIESEL (AMERICANO)
No. DE CILINDROS	:	06
DIAMETRO Y CARRERA DE CILINDRO	:	140 x 152 mm
CILINDRADA	:	14 LTS.
COMBUSTIBLE	:	DIESEL No. 2
POTENCIA DEL GENERADOR	:	150 KW
POTENCIA DEL MOTOR	:	265 KW
No. DE REVOLUCIONES	:	1800 RPM

VENTILADORES:

TIPO	:	AXIAL DE TECHO
MARCA	:	BUFFALO (AMERICANO)
MODELO	:	6K ¹ 20
CAPACIDAD	:	840 MT ³ /hr
MOTOR	:	2 HP
VOLTAJE	:	220
CANTIDAD	:	02

MOLINO DE RODILLOS

MARCA	:	NUOVA GUSEO (ITALIANA)
MODELO	:	MARTELLI RP 1000
MOTOR	:	50 H.P. (TRIFASICO)
VOLTAJE	:	220
CAPACIDAD	:	5.000 KG/hr
DIAMETRO DE RODILLOS	:	145 mm
LONGITUD DE RODILLOS	:	1.650 mm

TAMIZ VIBRATORIO

MARCA : VIBROWEST ITALIANA (MILAN)
 MODELO : MR - 48
 MOTOR : 15 HP
 No. DE REVOLUCIONES : 1.000/MINUTO
 CORRIENTE : TRIFASICA
 CONEXION : ESTRELLA-TRIANGULO
 VOLTAJE : 220 VOLTIOS
 AMPERAJE : 10.8 AMPERIOS
 FRECUENCIA : 6.0 HERTZ
 DIAMETRO DE TAMIZ : 1.80 MTS
 MALLA SUPERIOR : TYLER n0. 40
 % RETENIDO : 0.05%
 % QUE PASA : 99.95%
 MALLA INFERIOR : TYLER No. 50
 % RETENIDO : 0.01%
 % QUE PASA : 99.99%

* FLUJO MASICO CERNIDO: 1.400 - 1.750 KG/hr

* SE UTILIZAN 02 TAMICES VIBRATORIOS

SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL AIRE

MARCA : SMITH - SWENSON (AMERICANO)
 MODELO : ZJ - 1092
 POTENCIA : 45 KW
 CORRIENTE : TRIFASICA
 CONEXION : TRIANGULO
 No. DE RESISTENCIAS : 60
 MODELO DE RESISTENCIA : HELICOIDALES
 LONGITUD DE RESISTENCIAS : 1.400 mm
 DIAMETRO DE RESISTENCIAS : 5 mm
 MATERIAL : NICHROME (ALEACION DE NIQUEL Y CROMO)
 DISTRIBUCION DE RESISTENCIAS: UN BANCO DE 12 x 5
 TIEMPO QUE DEMORA EN CALENTARSE LAS RESISTENCIAS HASTA 550°C: 15 MINUTOS
 FLUJO DEL AIRE : EN FORMA PERPENDICULAR A LAS RESISTENCIAS
 SEPARACION DE RESISTENCIAS: 170 mm

(Mc MASTER - CARR SUPPLY COMPANY, CATALOG 94; EDICION 1986)

4.9. DISPOSICION DE PLANTA

La disposición de la planta estará diseñada siguiendo un flujo ordenado de producción. Esta distribución se ha hecho de tal forma, que sea lo más cómoda, económica y aprovechar al máximo los espacios necesarios para el movimiento del personal y materiales.

En su totalidad son 9,600 m² (120x80); el espacio construido representa el 82%, quedando una zona para la futura ampliación de la planta que representa el 18% (VER FIGURA Nº 4-5)

4.10. ORGANIGRAMA FUNCIONAL

La organización de la empresa es tal, que permite alcanzar los fines y objetivos trazados, está integrada por el siguiente personal:

- 01 GERENTE GENERAL
- 01 GERENTE DE PLANTA
- 01 GERENTE DE FINANZAS Y LOGISTICA
- 01 JEFE DE PLANTA (INGENIERO QUIMICO)
- 01 JEFE DE SEGURIDAD
- 04 SUPERVISORES DE PRODUCCION (INGENIEROS QUIMICOS)
- 01 CONTADOR (C.P.C.)
- 01 RELACIONADOR INDUSTRIAL
- 01 SECRETARIA DE GERENCIA GENERAL
- 01 SECRETARIA DE PLANTA
- 01 SECRETARIA DE FINANZAS Y LOGISTICA
- 01 VENDEDOR
- 01 MECANICO
- 01 AYUDANTE DE MECANICO
- 01 ELECTRICISTA
- 01 AYUDANTE DE ELECTRICISTA
- 01 ALMACENERO
- 01 AYUDANTE DE ALMACENERO
- 04 OPERARIOS EN JEFE
- 20 OPERARIOS CALIFICADOS
- 08 VIGILANTES

(VER ORGANIGRAMA)

LEYENDA

- 1 TANQUE DE NaOH
- 2 TANQUE DE H_2PO_4
- 3 REACTOR - 1
- 4 REACTOR - 2
- 5 SECADOR SPRAY DRYER
- 6 TRANSPORTADOR SINFIN
- 7 SECADOR ROTATORIO
- 8 SILO
- 9 TANQUE DE COMBUSTIBLE
- 10 SALA DE REFRIGERACION
- 11 SALA DE FUERZA
- 12 OFICINA SUPERVISORES
- 13 SERVICIOS DE OPERARIOS
- 14 TALLERES
- 15 ALMACEN DE INSUMOS SECUNDARIOS
- 16 COMEDOR DE OPERARIOS
- 17 GERENCIA GENERAL
- 18 GERENCIA DE PLANTA
- 19 GERENCIA DE FINANZAS Y LOGISTICA
- 20 JEFATURA DE SEGURIDAD
- 21 LABORATORIO
- 22 SERVICIOS HIGIENICOS
- 23 ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
- 24 COMEDOR DE PROFESIONALES
- 25 OFICINA DE RELACIONES INDUSTRIALES
- 26 GUARDANIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

ALUMNO: EDUARDO MANRIQUE VARGAS

TITULO: PLANO DE LA PLANTA DE TPPS

ESCALA: 1 : 600

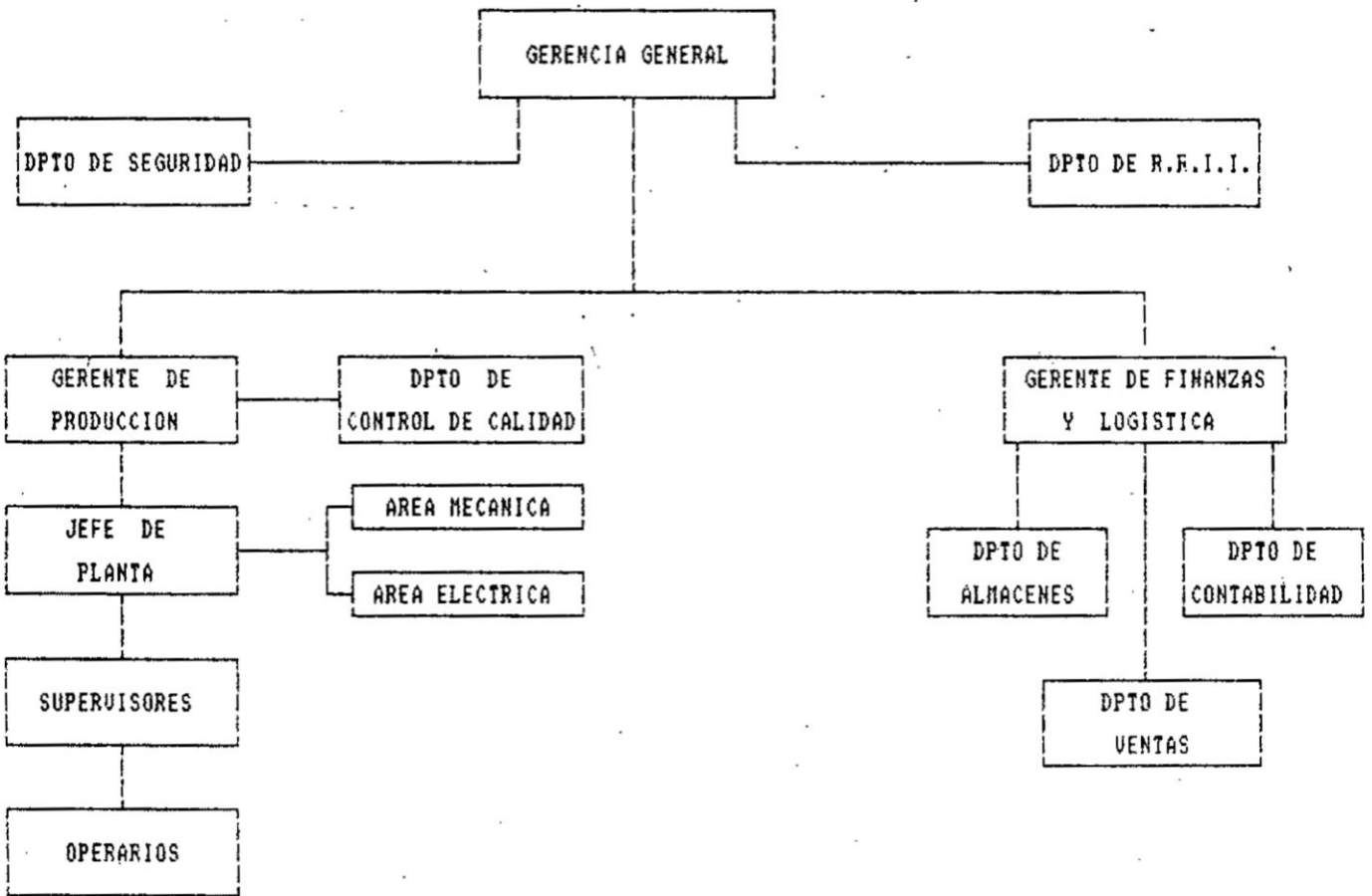
LAMINA:

FECHA: DICIEMBRE - 89

4-5

131

ORGANIGRAMA FUNCIONAL



ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

En esta parte del trabajo se estudia los requerimientos de capital y su financiación, costos e ingresos que permitan conocer si el proyecto es rentable, es decir, si responde a las expectativas del inversionista.

Para tal fin, los valores monetarios se dan al 30.12.89, empleando el sistema de proyección de estados financieros de precios constantes, tomando como año base 1989 (año 0). Asimismo, los valores registrados se dan en moneda extranjera (dólar americano - US\$), cuya tasa de cambio a la fecha del estudio es de 1/.13,000 por dólar.

La evaluación del proyecto para determinar su rentabilidad económica se efectúa sobre un horizonte de planeamiento de 10 años, considerando un costo de oportunidad del inversionista de 20%. Esta evaluación se calcula a través de los indicadores de rentabilidad: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y periodo de recuperación (pay-back).

5.1. INVERSION INICIAL

Las inversiones del proyecto vienen a ser los valores de los recursos asignados para la fabricación, creación, producción y para la adquisición de los bienes de capital con los cuales el proyecto producirá durante su vida útil, los bienes a cuya producción ésta destinado.

La inversión total del presente proyecto se desdobra en tres rubros: gastos preoperativos, inversión fija y capital de trabajo. El monto total de la inversión asciende a US\$3'945,754, de los cuales el 49.77% corresponde a la inversión fija y el restante 50.23% al capital de trabajo. El desagregado de la inversión requerida se presenta en el Cuadro Nº 5-5.

5.1.1. Análisis de la Inversión

5.1.1.1 Gastos Preoperativos

Corresponde a desembolsos por los estudios del proyecto, gastos de organización y puesta en marcha, así como los gastos por adquisición de la tecnología seleccionada.

Los estudios de preinversión a nivel de factibilidad y definitivos alcanzan un monto de US\$10,000, de acuerdo a información proporcionada por consultores especializados.

Los gastos administrativos y constitutivos ascienden a US\$2,000, que incluye manuales de organización y funciones de procedimientos, notariales, entre otros.

Know-How	\$	500,000
Estudio del Proyecto		10,000
Gastos Organización y otros		<u>2,000</u>
TOTAL	\$	512,000

5.1.1.2 Inversión Fija

Está constituido por el activo fijo de la empresa el cual no es materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto.

Esta inversión asciende a US\$963,882. Comprende los activos del proyecto que van a permitir la producción del tripolifosfato de sodio, tales como terreno, local, maquinaria y equipo,

vehículo, equipo de oficina y otros.

a. Terreno

El área de terreno ubicado en Ventanilla es la siguiente:

Area : 120 m x 80 m = 9,600 m²

Costo : US\$ 15 por m²

Total : US\$ 144,000

b. Local Industrial

El proyecto demanda un local cuya área construida es de 6,000 m², con corriente trifásica 50 Kw, cuyo valor del m² es de \$62.5. Por lo tanto, el costo total del local es de

$$6,000 \text{ m}^2 \times \$62.5/\text{m}^2 = \$375,000$$

c. Vehículo

El proyecto contará con una camioneta pick-up DATSUN de 4 toneladas, cuyo valor es de US\$25,000.

d. Maquinaria y Equipo de Procesamiento

La relación de maquinaria y equipo necesaria para la producción de TPFS es la que se indica en el Cuadro Nº 5-1. El monto total por este concepto asciende a US\$658,000.

CUADRO Nº 5 - 1

MAQUINARIA Y EQUIPO DEL PROYECTO

CANTIDAD	D E S C R I P C I O N	VALOR (US\$)
02	Tanque almacenamiento de fierro pulido para almacenar soda y ácido fosfórico	25,000
02	Reactor acero 304, totalmente equipado	36,000
01	Secador spraydryer hermético, totalmente equipado.	110,000
01	Transportador sin fin, equipado	23,000
01	Secador rotatorio y equipamiento	160,000
01	Faja transportadora de neoprene, equipada	34,000
01	Molino de rodillos de alta eficiencia	16,000
02	Tamices vibratorios	7,000
01	Silo de fierro fundido con revestimiento interno	5,000
01	Equipo refrigeración tipo centrífugo.	12,000
01	Grupo electrógeno	42,000
01	Caldero de 100 HP	19,000
03	Bomba centrífuga, material anti-corrosivo.	9,000
	Tuberías de acero y otros	100,000
TOTAL COSTO SIN IMPREVISTOS		598,000
IMPREVISTOS (10%)		60,000
TOTAL COSTO MAQUINARIA Y EQUIPO		\$ 658,000

e. Equipo de Laboratorio

Comprende material y equipo necesario para el control de calidad de reactantes y del producto final (TPFS). En el Cuadro Nº 52 se muestra este concepto, el cual asciende a US\$12,790.

CUADRO Nº 5 - 2
EQUIPO DE LABORATORIO

CANTIDAD	D E S C R I P C I O N	VALOR (US\$)
01	Estufa eléctrica, cap. 34 lts.	900
01	Balanza de análisis eléctrica, cap. 200 grs.	3,170
01	Potenciómetro eléctrico digital	1,160
01	Microscopio monocular, dos lentes N.A. 0.9 y equipo óptico.	950
01	Horno de mufla con pirómetro	800
01	Desecador de vidrio, de 250 mm.Ø	270
01	Placa de porcelana para desecador	75
01	Crisol de porcelana, de 22 ml.	5
01	Pinza para crisol de 20 cms.	8
01	Espátula acero inoxidable con mango de madera de 8 cms.	10
01	Frasco de sílica gel con indi- cador de humedad	40
01	Balanza de humedad	4,600
V	Otros	200
	Imprevistos (5%)	602
TOTAL EQUIPO DE LABORATORIO		\$ 12,790

f. Muebles y Enseres

Los requerimientos de este rubro se han establecido en relación al organigrama funcional presentado en el capítulo anterior. En el Cuadro Nº 5-3 se presenta la relación de muebles y enseres necesarios para el funcionamiento del proyecto, cuyo monto es de US\$16,130.

CUADRO Nº 5 - 3

MUEBLES Y ENSERES

CANTIDAD	D E S C R I P C I O N	VALOR (US\$)
10	Armarios de 2 puertas, 3 anaqueles graduables y 2 cajas de seguridad con cerradura. Medidas: 184 x 92 x 48 cms.	1,100
21	Escritorios 160 x 80 cms. con gavetas laterales y llave general	4,105
33	Sillas y Sillones (5 sillas Gerente y 28 sillas)	3,260
08	Muebles de madera	2,980
09	Máquinas de escribir eléctricas OLIVETTI, con borrador incorporado	3,600
03	Hervidor de agua, cap. 1.5 litros eléctrico	50
01	Reloj de Pared	15
09	Mesa de máquina, tablero enchapado de fórmica, estructura acero tubular con garruchas. Gabinete auxiliar incorporado con tablero interior, puerta y cerradura Medidas: 97 x 50 x 68 cms.	120
06	Bancas	45
05	Mesas de trabajo	85
	Imprevistos (5%)	770
TOTAL MUEBLES Y ENSERES		\$ 16,130

g. Intereses Preoperativos

Corresponde a los intereses a pagar por el préstamo durante el período de instalación (1 año), tal como se aprecia en el cronograma de implementación. El monto total de intereses asciende a un total de US\$220,962.

5.1.1.3 Capital de Trabajo.

Se entiende por capital de trabajo a aquella parte de la inversión que estará destinada a cubrir gastos en determinadas operaciones propias de la empresa. Para el presente proyecto, el capital de trabajo asciende a US\$1'981,872 tal como se aprecia en el Cuadro Nº 5-4, para un período de 30 días.

Las bases de cálculo son:

Producción : 5,200 lbs/hr de TPFS
 Soda NaOH : 2,814 lbs/hr a US\$155/TM
 Acido H₃PO₄ : 4,136 lbs/hr a US\$1,324/TM
 Bolsas : Capacidad 50 Kgs. a
 US\$ 0.23/unidad.

El nivel de caja mínimo para garantizar un desarrollo normal de las operaciones durante 30 Días, se determina con la expresión:

$$\text{Caja} = \frac{\text{M.Obra Total} + \text{Otros C.Indirectos}}{12}$$

Donde la mano de obra asciende a US\$266,112 (Cuadro 5-12) y los costos indirectos a los costos de fabricación sin remuneraciones, ni materiales directos (Cuadro 5-11): Por lo tanto, el nivel de Caja será:

$$\text{Caja} = \frac{266,112 + 196,067}{12} = 38,515$$

CUADRO Nº 5 - 4

PRESUPUESTO DE CAPITAL DE TRABAJO

CONCEPTO	MONTO (US\$)
Materiales Directos	
. Soda Cáustica 50%	142,755
. Acido fosfórico 73.5%	1,792,696
. Bolsas	7,906
Nivel Caja	38,515
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO	\$ 1,981,872

CUADRO Nº 5 - 5

INVERSION TOTAL DEL PROYECTO

INVERSION FIJA	MONTO (US\$)	%
<u>TANGIBLE</u>		
- Terreno	144,000	
- Local Industrial	375,000	
- Maquinaria - Equipo de Procesamiento	658,000	
- Equipo de Laboratorio	12,790	
- Vehículo	25,000	
- Muebles y Enseres	16,130	

	1'230,920	31.20
<u>INTANGIBLE</u>		
- Estudios del Proyecto y Preoperativos	512,000	
- Intereses Preoperativos	220,962	

	732,962	18.57
TOTAL INVERSION FIJA	1'963,882	49.77
CAPITAL DE TRABAJO	1'981,872	50.23
TOTAL INVERSION	3'945,754	100.00

5.1.2 Estructura del Financiamiento de la Inversión

El presente proyecto será financiado por dos fuentes de recursos:

	MONTO	%
- Aporte propio	2'367,452	60.00
- Préstamo COFIDE	1'578,302	40.00

TOTAL	\$ 3'945,754	100.00%

5.1.2.1 Capital social

El capital propio de la empresa provendrá de los aportes de inversionistas. Los recursos propios se orientan a cubrir parte de las inversiones en los períodos de gestación e instalación y al capital de trabajo requerido. Este monto asciende a US\$2'367,452, es decir, un 60% de la inversión total.

Observar detalladamente el cuadro N°5-6.

5.1.2.2 Características de la Deuda

El crédito COFIDE se da sobre las siguientes condiciones:

Moneda : dólar americano (US\$)
 Monto : US\$ 1'578,302
 Interés : 14% anual nominal
 Plazo : 4 de repago + 1 de gracia

ESTRUCTURA N° 5 - 6

ESTRUCTURA DE CAPITAL

CONCEPTO	DEUDA	APORTE	TOTAL
- Terreno		144,000	144,000
- Local Industrial		375,000	375,000
- Maquinaria y Equipo Proc.	658,000		658,000
- Equipo de Laboratorio		12,790	12,790
- Vehículo		25,000	25,000
- Muebles y Enseres		16,130	16,130
- Estudios del Proyecto	365,400	146,600	512,000
- Intereses Preoperativos		220,962	220,962
- Capital de Trabajo	554,902	1'426,970	1'981,872
TOTAL	1'578,302	2'367,452	3'945,754

El préstamo se otorga sobre las siguientes bases:

80% sobre el valor del local industrial	US\$ 300,000
75% sobre el valor de maquinaria y equipo	493,500

	US\$ 793,500

El resto \$ 1'084,802 serán garantizados por las propiedades de accionistas.

Durante el período de gracia, sólo se pagarán trimestralmente los intereses.

El monto correspondiente al servicio de la deuda se muestra en el Cuadro N° 5-7. El monto trimestral a pagar durante el primer año será de US\$ 55,240 y en los próximos cuatro años será de \$ 130,501.

CUADRO No. 5-7

SERVICIO DE LA DEUDA (US\$)

MONTO: \$ 1'578,302 ; INTERES : 14% ANUAL

TRIMESTRE	SALDO	AMORTIZACION	INTERES (3.5%)	TOTAL
0	1	1'578,302.0	55,240.6	55,240.6
	2	1'578,302.0	55,240.6	55,240.6
	3	1'578,302.0	55,240.6	55,240.6
	4	1'578,302.0	55,240.6	55,240.6
1	5	1'578,302.0	75,261.0	130,501.6
	6	1'503,041.0	77,895.2	130,501.6
	7	1'425,145.8	80,621.5	130,501.6
	8	1'344,524.3	83,443.2	130,501.6
2	9	1'261,081.0	86,363.8	130,501.6
	10	1'174,717.2	89,386.5	130,501.6
	11	1'085,330.7	92,515.0	130,501.6
	12	992,815.7	95,753.1	130,501.6
3	13	897,062.6	99,104.4	130,501.6
	14	797,958.2	102,573.1	130,501.6
	15	695,385.1	106,163.1	130,501.6
	16	589,222.0	109,878.8	130,501.6
4	17	479,343.2	113,724.6	130,501.6
	18	365,618.6	117,705.0	130,501.6
	19	247,913.6	121,824.6	130,501.6
	20	126,089.0	126,088.5	130,501.6

$$C = M \times \text{frc} (3.5\%, 16) = 1'578,302 \times \frac{0.035(1+0.035)^{16}}{(1+0.035)^{16}-1} = 130,501.6$$

C = CUOTA TRIMESTRAL (AMORTIZ.+INTERES)

M = MONTO PRESTADO

frc = FACTOR DE RECUPERACION DEL CAPITAL

r% = TASA DE INTERES TRIMESTRAL

n = PERIODO (TRIMESTRE)

5.2. Costo Total del Producto

Los costos y gastos del proyecto proyectados se muestran en el Cuadro N°5-8. Estos se dividen en tres grupos: costos de fabricación, gastos de administración y venta y gastos financieros.

La depreciación y amortización de activos fijos, por tratarse de asientos contables, no constituyen costo ni gastos, sin embargo se consideran en la medida que constituyen escudo fiscal para el cálculo del impuesto a las utilidades.

5.2.1 Niveles de Operación

La planta de tripolisfosfato de sodio operará a un nivel de producción de 18,942 TM/año durante todo el horizonte de operación. El programa de producción y ventas es el mostrado en el Cuadro N° 5-9.

CUADRO N° 5 - 9

PROGRAMA DE PRODUCCION

AÑO	PRODUCCION
1	18,942
2	18,942
3	18,942
4	18,942
5-10	18,942

Asimismo, el programa de compras y uso de insumos se muestra en el Cuadro N° 5-10.

CUADRO N° 5 - 10

PROGRAMA DE COMPRAS Y USO DE INSUMOS (TM)

CONCEPTO	COMPRAS
Soda Cáustica	10,131
Acido fosfórico	14,894
Bolsas (unidades)	378,092

CUADRO No. 5-8

**PROYECCION DE COSTOS Y GASTOS
DEL PROYECTO (US\$)**

<u>CONCEPTO</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6-10</u>
<u>COSTO FABRICACION</u>						
MATERIALES DIRECTOS	21' 376,922	21' 376,922	21' 376,922	21' 376,922	21' 376,922	21' 376,922
MANO OBRA DIRECTA	53,222	53,222	53,222	53,222	53,222	53,222
MANO OBRA INDIRECTA	64,680	64,680	64,680	64,680	64,680	64,680
OTROS GASTOS DE FABRICACION	196,067	196,067	196,067	196,067	196,067	196,067
TOTAL COSTO FABRICACION	21' 690,891	21' 690,891	21' 690,891	21' 690,891	21' 690,891	21' 690,891
COSTO UNITARIO FABRICACION (US\$/TM)	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145	1,145
<u>GASTOS ADMINISTRATIVOS Y VENTA</u>						
REMUNERACIONES	148,210	148,210	148,210	148,210	148,210	148,210
OTROS (UTILES OFICINA, ETC.)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS Y VENTA	151,810	151,810	151,810	151,810	151,810	151,810
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	231,534	231,534	231,534	231,534	231,534	79,942
<u>GASTOS FINANCIEROS</u>						
INTERESES	204,786	157,988	104,287	42,664		
COSTO TOTAL PRODUCTO	22' 279,021	22' 232,223	22' 178,522	22' 116,899	22' 074,235	21' 922,643

5.2.2. Costos de Fabricación

Los costos y gastos del proyecto pueden ser fijos y variables. En el Cuadro NQ5-11 se muestran estos costos, siendo los costos y gastos variables del orden de los 21.6 millones y los fijos del orden de los 679 mil dólares, operando el proyecto a máxima capacidad.

5.2.2.1 Costos Variables

Son aquellos egresos que tienen una relación directamente proporcional al volumen de producción en cada periodo. Serán nulos si no hay producción y se incrementarán en la misma proporción que se incremente la producción o viceversa. El monto total del costo variable es de \$24'599,747, siendo el rubro más fuerte los materiales directos (soda cáustica y ácido fosfórico).

5.2.2.2 Costos Fijos

Son aquellos egresos que no tienen relación directa con los niveles de producción, siendo su relación con el tiempo. La característica principal de estos casos es que para un determinado periodo de tiempo permanecen constantes y se dan sea que la empresa produzca o no. El monto total asciende a US\$679,274.

5.2.3 Gastos de Administración, Venta y Financieros

Los gastos de administración y venta corresponden básicamente a remuneraciones del personal administrativo y de ventas, útiles de oficina (papel, cinta de máquina, papel copia, borradores, etc.), entre otros.

En el Cuadro NQ 5-12 se muestra el costo de la mano de obra, siendo de US\$148,210 la remuneración del personal administrativo y de ventas (más los beneficios sociales).

Por su parte, los gastos financieros corresponden a los intereses a pagar durante el periodo que dura la financiación y que se muestran en el cuadro de servicio de la deuda.

CUADRO No. 5-11

COSTOS FIJOS VARIABLES Y TOTALES (1^o AÑO)

RUBRO DEL COSTO	CF	CU	CT
<u>COSTOS FABRICACION</u>			
- REMUNERACION PERSONAL DE PLANTA	64,680	53,222	117,902
- DEPRECIACION Y AMORTIZACION	231,534		231,534
- SEGUROS (1)	18,464		18,464
- MANTENIMIENTO Y REPUESTOS (2)		13,160	13,160
- MATERIALES DIRECTOS		21'376,922	21'376,922
- ENERGIA ELECTRICA	2,000	18,836	20,836
- SALMUERA (Ca CL ₂)		6,120	6,120
- AGUA (VAPOR)	3,000	10,259	13,259
- COMBUSTIBLE, LUBRICANTES Y GRASAS		121,228	121,228
- OTROS (GASOLINA, ARTICULOS DE LIMPIEZA)	3,000		3,000
<u>GASTOS ADMINISTRACION Y VENTAS</u>			
REMUNERACIONES	148,210		148,210
UTILES DE OFICINA	3,600		3,600
<u>GASTOS FINANCIEROS</u>			
INTERESES	204,786		204,786
TOTAL COSTOS	679,274	21'599,747	22'279,021

(1) 1.5% INVERSION FIJA TANGIBLE

(2) 2.0% MAQUINARIA Y EQUIPO DE PROCESAMIENTO

CUADRO No. 5-12

COSTO DE MANO DE OBRA (US\$)

<u>PERSONAL</u>	<u>No.</u>	<u>R.BASICA</u>	<u>B.SOC.(54%)</u>	<u>COSTO/MES</u>	<u>COSTO/ANO</u>
1. FABRICACION					
. OPERARIOS	24	120	64.8	184.8	53,222.4
. JEFE DE PLANTA	01	800	432.0	1,232.0	14,784.0
. JEFE DE SEGURIDAD	01	600	324.0	924.0	11,088.0
. SUPERVISOR PROD.	04	350	189.0	539.0	25,872.0
. MECANICO	01	200	108.0	308.0	3,696.0
. AYUD. DE MECANICO	01	150	81.0	231.0	2,772.0
. ELECTRICISTA	01	200	108.0	308.0	3,696.0
. AYUD. ELECTRICISTA	01	150	81.0	231.0	2,772.0
					\$ 117,982.4
2. ADMINISTRACION Y VENTA					
. GERENTE GENERAL	01	1,200	648	1,848	22,176
. GERENTE DE PLANTA	01	1,000	540	1,540	18,480
. GERENTE FINANZAS Y LOG.	01	1,100	594	1,694	20,328
. CONTADOR	01	950	513	1,463	17,556
. RELACIONADOR INDUSTRIAL	01	800	432	1,232	14,784
. SECRETARIAS	03	300	162	462	16,632
. VENDEDOR	01	600	324	924	11,088
. ALMACENERO	01	200	108	308	3,696
. AYUD. ALMACEN	01	150	81	231	2,772
. VIGILANTES	08	140	75.6	215.6	20,697.6
					\$ 148,289.6
TOTAL :					\$266,112

CUADRO Nº 5 - 13

GASTOS FINANCIEROS DEL PROYECTO (US\$)

AÑO	INTERESES
* 0	220,962
1	204,786
2	157,988
3	104,287
4	42,664

* Período de instalación

5.2.4. Estructura del Costo Total

Los costos y gastos del proyecto presentan la composición mostrada en el cuadro Nº5-15. Se observa que el costo de fabricación es el rubro más importante, el cual supera los 21 millones de dólares, es decir, cerca del 97.5% del costo total (incluyendo la depreciación y amortización de activos).

CUADRO Nº 5 - 15

ESTRUCTURA DEL COSTO TOTAL

CONCEPTO	1 - 2	3 - 4	5	6 - 10
C.Fabricación	21'690,891	21'690,891	21'690,891	21'690,891
G.Adm. y Venta	151,810	151,810	151,810	151,810
G. Financieros *	181,387	73,476	-----	-----
Depreciación y Amortización	231,534	231,534	231,534	79,942
TOTAL	22'255,622	22'147,711	22'074,235	21'922,643

* Promedio Bienio

El costo unitario de fabricación es de \$1,145/T.M. y el costo total unitario del producto es de \$1,176/T.M.

5.3. PUNTO DE EQUILIBRIO

Representa aquel volumen de producción en el cual los ingresos igualan exactamente el costo total, vale decir, la empresa no tiene utilidades.

CUADRO No. 5-14**DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE ACTIVOS**

CONCEPTO	V.ADQUISICION	TASA	DEPRECIACION ANUAL
LOCAL INDUSTRIAL	375,000	3%	11,250
MAQUINARIA Y PROCESAMIENTO	658,000	10%	65,800
EQUIPO LABORATORIO	12,790	10%	1,279
VEHICULO	25,000	20%	5,000
MUEBLES Y ENSERES	16,130	10%	1,613
INTANGIBLES*	732,962	20%	146,592
TOTAL			231,534

* INCLUYE INTERESES PREOPERATIVOS

$U_n = \text{VALOR RESIDUAL}$

$U_n = 70\% \text{ LOCAL} + \text{TERRENO} + \text{CAPITAL DE TRABAJO}$

$U_n = 262,500 + 144,000 + 1'981,872 = \$ 2'388,372$

La producción de equilibrio denominado también "Punto de Equilibrio Económico" o "Relación Costo-Volumen - Utilidad" está directamente relacionado con el efecto que los cambios en costos fijos y variables, volumen de ventas, precio de venta y la mezcla de ventas tienen sobre las utilidades.

Tomando como base un valor de venta de \$1,452/T.M., y considerando los costos fijos y variables ya determinados, tenemos que el P.E. del proyecto será:

$$P.E. = \frac{C.F.}{Pv - cvu}$$

Donde:

P.E. = punto de equilibrio (T.M.)

C.F. = costo fijo

cvu = costo variable unitario

Pv = valor de venta (\$/T.M.)

Reemplazando valores:

$$P.E. = \frac{679,274}{1,452 - 1,299} = 4,439.70 \text{ T.M}$$

5.4. RESULTADOS PROYECTADOS

En el cuadro Nº 5-16 se muestran los costos y gastos proyectados durante los próximos 10 años.

5.4.1. Costo del Producto

El costo unitario de fabricación del tripolisfosfato de sodio es de US\$1,145/TM, el cual permanece constante durante la vida útil del proyecto, al mantenerse invariable el nivel de producción.

5.4.2. Gastos de Comercialización

Comprende los desembolsos para poner a disposición de los clientes el producto final. Básicamente está constituido por remuneraciones de la fuerza de ventas, promoción, impresión publicitaria, útiles de oficina, entre otros.

CUADRO No. 5-16

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADO (US\$)

INGRESOS	1	2	3	4	5	6-10
VENTAS	27'503,784	27'503,784	27'503,784	27'503,784	27'503,784	27'503,784
EGRESOS						
C. FABRICACION	21'690,891	21'690,891	21'690,891	21'690,891	21'690,891	21'690,891
G. ADM. Y VENTA	151,810	151,810	151,810	151,810	151,810	151,810
DEPRECIACION Y AMORT.	231,534	231,534	231,534	231,534	231,534	79,942
G. FINANCIEROS	204,786	157,988	104,287	42,664		
TOTAL EGRESOS	22'279,021	22'232,223	22'178,522	22'116,899	22'074,235	21'922,643
RENTA NETA	5'224,763	5'271,561	5'325,262	5'386,885	5'429,549	5'581,141
DEDUCCION (25%)	1'306,191	1'317,890	1'331,316	1'346,721	1'357,387	1'395,285
ITINTEC (2%)	104,495	105,431	106,507	107,738	108,591	111,623
RENTA IMPONIBLE	3'814,077	3'848,240	3'887,439	3'932,426	3'963,571	4'074,233
IMPTO.UTILIDADES (35%)	1'334,927	1'346,884	1'360,604	1'376,349	1'387,250	1'425,982
UTILIDAD POR DISTRIBUIR	2'479,150	2'501,356	2'526,835	2'556,077	2'576,321	2'648,251

5.4.3. Gastos de Administración

Al igual que los gastos de comercialización, los desembolsos o gastos administrativos corresponde al personal indirecto de administración, tales como Gerente General, Contador, Secretarías, Gerente de Finanzas, Relacionador Industrial y Vigilantes. Los gastos de administración y venta suman US\$151,810 para los 10 años del proyecto.

5.4.4. Gastos de Financiación

Corresponde a los intereses del financiamiento de COFIDE, tal como se muestra en el cuadro de servicio de la deuda. Los intereses a pagar en los próximos cuatro años decrecen por el sistema de pago de intereses al rebatir, es decir, sobre los saldos insolutos.

5.5. ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

La evaluación económica-financiera mide el valor real que tiene el proyecto, a base de comparación de los beneficios que genera y los costos que incurre.

La evaluación económica identifica los méritos intrínsecos del proyecto, independientemente como se obtengan y paguen los recursos financieros que necesite y del modo como se distribuyen los excedentes netos que genera.

La evaluación financiera, por su parte, es aquella que a diferencia de la económica, si toma en consideración la manera como obtengan y se paguen los recursos financieros necesarios para el proyecto, así como la manera como se distribuyan los beneficios netos que éste genera.

Todo esto pues, nos permitirá saber si es viable o no el proyecto, para lo cual utilizaremos como base la técnica de flujos de efectivo, los cuales a su vez es la base para el cálculo de los indicadores económico-financieros que se emplearán: valor actual, tasa de retorno y período de recuperación de la inversión.

5.5.1. Medidas de Rentabilidad

Los indicadores económicos-financieros son aquellos que permiten la productividad y/o rentabilidad del conjunto de factores e insumos que intervienen en el proyecto. Se les conoce también como coeficientes globales o integrales de evaluación.

El análisis de rentabilidad toma como base el flujo de caja, o sea, la corriente de efectivo

que ingresa y sale; la diferencia entre ellos es el saldo neto de beneficios.

Tanto los indicadores financieros como económicos tienen en cuenta el "valor tiempo del dinero" y por lo tanto consideran la actualización del flujo neto de costos y beneficios de todo el horizonte del proyecto.

Dicha actualización se efectúa a través del "Factor Simple de Actualización" (FSA). Este factor representa el valor actual de la unidad monetaria descontado a la tasa de interés del 14% (3.5% trimestral). La fórmula matemática del FSA es:

$$FSA = \frac{1}{(1 + r)^n}$$

donde:

r = tasa de interés
n = período (años)

En el Cuadro N°5-16 y Cuadro N° 5-17 se muestran el Estado de Resultados y Flujo de Caja Mensual proyectados. Ambos cuadros arrojan saldos positivos, no presentándose problema de liquidez.

Tomando como base el estado F/G proyectado, se ha elaborado los flujos de caja económico y financieros, tal como se muestra en los Cuadros N° 5-18 y N° 5-19, siendo el flujo de caja financiero menor que el económico.

5.5.1.1 Tasa Interna de Retorno

Llamada también tasa interna de recuperación, se define como aquella tasa de descuento para la cual el VAN resulta igual a cero.

La TIR es un indicador o coeficiente integral de evaluación que permite medir directamente la rentabilidad media del proyecto. Su cálculo se realiza por tanteos, ensayando sucesivas tasas de descuento que aproximen el valor del VAN cada vez más a cero.

Su definición operacional se da a través

CUADRO No. 5-17

FLUJO DE CAJA MENSUAL CUS

	1	2	3	4	5	6
INGRESOS A CAJA						
VENTAS	2'291,982	2'291,982	2'291,982	2'291,982	2'291,982	2'291,982
EGRESOS DE CAJA						
MATERIALES DIRECTOS	1'781,410	1'781,410	1'781,410	1'781,410	1'781,410	1'781,410
MANO DE OBRA	22,176	22,176	22,176	22,176	22,176	22,176
OTROS C. INDIRECTOS	16,339	16,339	16,339	16,339	16,339	16,339
UTILES DE OFICINA	300	300	300	300	300	300
INTERESES			55,241			52,606
DEDUCCIONES						
ITINTEC						
IMPTO.UTILIDADES						
TOTAL EGRESOS CAJA	1'820,225	1'820,225	1'875,466	1'820,225	1'820,225	1'872,831
SALDO NETO CAJA	471,757	471,757	416,516	471,757	471,757	419,151
CAJA INICIAL	38,515	510,272	982,029	1'398,545	1'870,302	2'342,059
CAJA FINAL	510,272	982,029	1'398,545	1'870,302	2'342,059	2'761,210

5) 1º AÑO DE OPERACIONES

7	8	9	10	11	12
2' 291,982	2' 291,982	2' 291,982	2' 291,982	2' 291,982	2' 291,982
1' 781,410	1' 781,410	1' 781,410	1' 781,410	1' 781,410	1' 781,410
22,176	22,176	22,176	22,176	22,176	22,176
16,339	16,339	16,339	16,339	16,339	16,339
300	300	300	300	300	300
		49,880			47,058
					600,848
					104,495
					1' 334,927
1' 820,225	1' 820,225	1' 870,105	1' 820,225	1' 820,225	3' 907,553
474,757	474,757	421,877	474,757	474,757	(1' 615,571)
2' 761,210	3' 235,967	3' 710,724	4' 132,601	4' 607,358	5' 082,115
3' 235,967	3' 710,724	4' 132,601	4' 607,358	5' 082,115	3' 466,544

CUADRO No. 5-18
FLUJO DE CAJA ECONOMICO (US\$)

<u>CONCEPTO</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6-10</u>
RENTA NETA*	5'661.083	5'661.083	5'661.083	5'661.083	5'661.083	5'661.083
MENOS:						
DEDUCCIONES (11.5%)	624,398	624,398	624,398	624,398	624,398	624,398
ITINTEC (2%)	108,591	108,591	108,591	108,591	108,591	108,591
IMPTO UTILIDAD (35%)	<u>1'387,250</u>	<u>1'387,250</u>	<u>1'387,250</u>	<u>1'387,250</u>	<u>1'387,250</u>	<u>1'387,250</u>
FLUJO ECONOMICO	3'540,844	3'540,844	3'540,844	3'540,844	3'540,844	3'540,844

* NO CONTIENE DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE ACTIVOS DIFERIDOS

CUADRO No. 5-19

FLUJO DE CAJA FINANCIERO (US\$)

<u>CONCEPTO</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6-10</u>
RENTA NETA*	5'456.297	5'456.297	5'456.297	5'456.297	5'456.297	5'456.297
MENOS:						
AMORTIZACION DEL PRESTAMO						
DEDUCCIONES. (13.5%)	317.221	364.018	417.719	479.343		
ITINTEC (2%)	705.343	711.661	718.910	727.229	732.989	753.454
IMPTO UTILIDAD (35%)	<u>1'334.927</u>	<u>1'346.884</u>	<u>1'360.604</u>	<u>1'376.349</u>	<u>1'387.250</u>	<u>1'425.982</u>
FLUJO FINANCIERO	3'098,806	3'033,734	2'959,064	2'873,376	3'336,058	3'276,861

* NO CONTIENE DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE ACTIVOS DIFERIDOS

de la siguiente fórmula:

$$\sum \frac{FC - I}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Para la interpolación se aplica la fórmula siguiente:

$$TIR = K_i + (K_s - K_i) \frac{VAN_s}{VAN_s + VAN_i}$$

donde:

K_i = tasa de descuento inferior
 K_s = tasa de descuento superior
 VAN_s = valor actual neto superior
 VAN_i = valor actual neto inferior

En los Cuadros Nº 5-20 y Nº 5-21 se muestran los resultados del TIR económico y financiero, siendo de 95.03% y 129.45%, respectivamente. Por lo tanto, se concluye que este proyecto desde el punto del TIR es altamente rentable.

5.5.1.2 Valor Actual Neto

Llamado también Valor Presente Neto (VPN), es la suma algebraica de los valores actualizados de los costos y beneficios generados por el proyecto durante su horizonte de evaluación.

El VAN se representa a través de la siguiente fórmula:

$$VAN = - \sum (FC - I) \frac{1}{(1 + K)^n}$$

Donde:

FC = flujo de caja
 I = Inversión
 K = costo de oportunidad del capital
 n = período (años)

En los cuadros Nº 5-22 y Nº 5-23 se muestran los valores del VANE y VANF siendo de \$11'505,996 y \$11'084,663

CUADRO No. 5-20

TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICA

<u>ANO</u>	<u>F.E.</u>	<u>f.ACT.95%</u>	<u>UANE</u>	<u>f.ACT.96%</u>	<u>UANE</u>
0	(3' 724.792)	1.0000	(3' 724.792)	1.0000	(3' 724.792)
1	3' 540.844	0.5128	1' 815.745	0.5102	1' 806.539
2	3' 540.844	0.2630	931.242	0.2603	921.682
3	3' 540.844	0.1349	477.660	0.1328	470.224
4	3' 540.844	0.0691	244.672	0.0678	240.069
5	3' 540.844	0.0355	125.700	0.0346	122.513
6	3' 540.844	0.0182	64.443	0.0176	62.319
7	3' 540.844	0.0093	32.930	0.0090	31.868
8	3' 540.844	0.0048	16.996	0.0046	16.288
9	3' 540.844	0.0025	8.852	0.0023	8.144
10	3' 540.844	0.0013	4.603	0.0012	4.249
Un	2' 388.372	0.0013	<u>3.105</u> 1.156	0.0012	<u>2.866</u> (38.031)

$$TIRE = 95 + \frac{1.156 (96 - 95)}{1.156 + 38.031} = 95.03\%$$

CUADRO No. 5-21

TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERA

<u>ANO</u>	<u>F.F.</u>	<u>f.ACT.128%</u>	<u>VANF</u>	<u>f.ACT.130%</u>	<u>VANF</u>
0	(2' 367.452)	1.0000	(2' 367.452)	1.0000	(2' 367.452)
1	3' 098.806	0.4386	1' 359.136	0.4348	1' 347' 361
2	3' 033.734	0.1924	583.690	0.1890	573.376
3	2' 959.064	0.0844	249.745	0.0822	243.235
4	2' 873.376	0.0378	106.315	0.0357	102.580
5	3' 336.058	0.0162	54.044	0.0155	51.709
6	3' 276.861	0.0071	23.266	0.0067	21.955
7	3' 276.861	0.0031	10.158	0.0029	9.503
8	3' 276.861	0.0014	4.588	0.0013	4.260
9	3' 276.861	0.0006	1.966	0.0006	1.966
10	3' 276.861	0.0003	983	0.0002	655
Un	2' 388.372	0.0003	717	0.0002	478
			<u>27.156</u>		<u>(10.374)</u>

$$TIRF = \frac{27.156 (130 - 128)}{27.156 + 10.374} + 128 = 129.45\%$$

CUADRO No. 5-22
VALOR ACTUAL NETO ECONOMICO

<u>ANO</u>	<u>F.E.</u>	<u>f. act. 20%</u>	<u>VANE</u>
0	(3' 724.792)	1.0000	(3' 724.792)
1	3' 540.844	0.8333	2' 950.585
2	3' 540.844	0.6944	2' 458.762
3	3' 540.844	0.5787	2' 049.086
4	3' 540.844	0.4823	1' 707.749
5	3' 540.844	0.4019	1' 423.065
6 - 10	3' 540.844	2.9906 x	
		0.4019	4' 255.819
Un	2' 388.372	0.1615	<u>385.722</u>
VALOR ACTUAL NETO ECONOMICO			11' 505.996

CUADRO No. 5-23

VALOR ACTUAL NETO FINANCIERO

<u>ANO</u>	<u>F.F.</u>	<u>f.act. 20%</u>	<u>UANF</u>
0	(2'367.452)	1.0000	(2'367.452)
1	3'098.806	0.8333	2'582.235
2	3'033.734	0.6944	2'106.625
3	2'959.064	0.5787	1'712.410
4	2'873.376	0.4823	1'385.829
5	3'336.058	0.4019	1'340.762
6 - 10	3'276.861	2.9906 x	
		0.4019	3'938.532
Un	2'388.372	0.1615	385.722
			<u>11'084.663</u>
	VALOR ACTUAL NETO FINANCIERO		11'084.663

determinados a la tasa de descuento 20% (CDK). En consecuencia, desde el punto de vista del VAN, este proyecto es altamente rentable.

5.5.1.3 Período de Recuperación de la Inversión
Llamado también período de repago (P.R.), es el lapso en que la sumatoria de los valores actualizados de los beneficios iguala a la sumatoria de los costos del proyecto.

Se representa a través de la siguiente fórmula:

$$PRI = \frac{\sum_{n=0}^i I/(1+K)^n}{\frac{\sum FC/(1+K)^n}{N}}$$

donde:

$I/(1+K)^n$ = inversión actualizada
 $FC/(1+K)^n$ = flujo de caja actualizado
 N = número de datos

El período de recupero económico es de 1 año y 4 meses, y el período de recupero financiero es de 11 meses, lo cual confirma que este proyecto es rentable y de bajo riesgo de mercado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. El TPFS constituye un insumo básico para la fabricación de detergentes, debido a su acción sinérgica sobre el poder detergente de todo tipo de detergente.
2. Por lo tanto, el mercado del TPFS es fundamentalmente el de los detergentes sintéticos.
3. Debido a que es un insumo que se importa, su demanda está asegurada al venderse a un precio de \$1,452/TM, valor que representa un 12% menor que la competencia.
4. El tamaño de la planta requerido es de 18,942 TM/año trabajando 335 días por año.
5. La localización o microlocalización adecuada de la planta industrial de TPFS es la Provincia Constitucional del Callao, zona industrial de Ventanilla, por razones de mercado de las materias primas como del TPFS.
6. La tecnología seleccionada es la de Monsanto Chemical Co. cuyo proceso consta de tres etapas: neutralización, secado por atomización y calcinación.
7. Es factible el establecimiento de una planta de TPFS en Ventanilla, teniendo como insumos la soda cáustica y el ácido fosfórico. Con una inversión de US\$3'945,754, se puede obtener una rentabilidad de 95.03%, lo cual es económicamente aceptable y expectante para cualquier inversionistas.

8. El proyecto será financiado por COFIDE (40%) y un aporte de accionistas (60%).
9. De acuerdo a la estructura de costos e ingresos, el proyecto alcanza su punto de equilibrio con 4,439.7 T.M., lo cual representa el 23.4% del volumen de ventas proyectado.
10. En consecuencia, este proyecto es altamente rentable, tanto económica como financieramente. Además, representa para el país:
 - Incremento en el valor agregado, por contribuir a un aumento en sueldos y salarios, renta, etc., con el consiguiente efecto multiplicador.
 - Ahorro de divisas de US\$11.0 millones anuales.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Ampliar el presente proyecto a través de un Estudio de Mercado de otros países, a fin de evaluar la posibilidad de exportación del TPFS.
2. Analizar y decidir la probabilidad de instalar una planta de ácido fosfórico, utilizando las rocas fosfóricas de Bayóvar.
3. Efectuar análisis de sensibilidad para reducir el riesgo de la inflación y de la obsolescencia tecnológica.

APENDICE "A"

DETERGENTES SINTETICOS DE USO DOMESTICO

Los nuevos detergentes sintéticos pueden dividirse en dos clases : domésticos e industriales. En esta parte nos referimos únicamente a los domésticos ya que el 80% ó el 90% de todos los detergentes son de este tipo. Hay mucha variedad de marcas y productos químicos que se utilizan para la elaboración de estos.

Las características básicas de los detergentes se debe a los siguientes componentes:

- Agentes tensoactivos
- Agentes coadyuvantes
- Aditivos complementarios

AGENTES TENSOACTIVOS O SURFACTANTES

La porción "SURFACTANT" de un detergente sintético es un agente orgánico que disminuye la tensión superficial del agua. Una molécula típica de tensoactivos está compuesto de una larga cadena orgánica constituida por grupos carbonados, que para una comprensión simple de sus propiedades en adelante la llamaremos "cuerpo" y, de un núcleo que contiene

un grupo soluble en agua, que le llamaremos "cabeza".

El "cuerpo" tiene afinidad por las grasas y adverso al agua; éste comportamiento se llama lipófilo e hidrófobo.

La "cabeza" es afín con el agua, es decir hidrófila y adversa a las grasas, es decir lipófoba.

Las moléculas tensoactivas disueltas en agua, contribuyen a la faena de limpieza en dos importantes funciones:

- Mejoran la habilidad humectante del agua, ello permite reducir la tensión superficial del agua, con lo cual el agua puede entonces humedecer y penetrar las telas, removiendo la suciedad.
- Solubilizan y suspenden la suciedad, debido a que la molécula tensoactiva cuando está en solución, tiende a orientarse de manera que su "cuerpo" que es hidrofóbico y lipofílico entra en contacto con las grasas; su "cabeza" que contiene el grupo hidrofílico se orienta hacia el agua. De esta manera la molécula tensoactiva afloja la grasa, la solubiliza y la suspende en miscelas, facilitando así, que puedan ser eliminados luego por el enjuague.

AGENTES COADYUVANTES O VEHICULOS (BUILDERS)

Los vehículos, son la base ó la estructura de los detergentes, tanto en los jabones como en los detergentes sintéticos, son fosfatos complejos ligeramente alcalinos los cuales debido a sus propiedades de suspender suciedad ayudan a construir la formulación del producto limpiador.

El coadyuvante más usado, por su excelente rendimiento es el $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$, porque ablanda el agua y, estabiliza el pH.

El TFPS, forma compuestos solubles con las sales que imparten dureza al H_2O , lo cual previene la posibilidad de que el tensoactivo se precipite.

Contribuye a mantener cierta alcalinidad, por su propiedad de buffer deja el medio de un pH ligeramente alcalino.

Existen otros coadyuvantes de menor importancia, entre ellos podemos citar al pirofosfato de sodio; el nitroacetato de sodio (NTA).

**ADITIVOS COMPLEMENTARIOS
CARBOXIMETIL CELULOSA**

El carboximetil celulosa, es un aditivo complementario, porque previene que la suciedad a ser removida de la tela vuelva a redepositarse sobre la misma, por lo tanto el carboximetil celulosa (CMC) ayuda a mantener la mugre en suspensión minimizando la redeposición.

PERFUME

Generalmente se usa para que el detergente tenga aceptación por parte del consumidor, modificando el olor alcalino del mismo, que casi siempre no es agradable.

APENDICE "B"

DEGRADACION BIOLOGICA DE LOS FOSFATOS COMPLEJOS

ENGELBRECHT y MORGAN, llevaron a cabo estudios de la degradación de fosfatos complejos a la forma simple en las aguas superficiales.

Informaron:

"Fosfatos condensados (complejos), como el tripolifosfato de sodio (TPFS) y TSPF (tetrasodio pirofosfato), fueron sometidos a la degradación hidrológica en aguas naturales. La razón de degradación varió en diferentes aguas naturales, que tenían diferente composición química y física.

La filtración del agua definitivamente disminuye la razón de degradación. Este resultado respaldado por análisis bacteriológico, indica que la vida biológica esfuerza y afecta la razón de degradación.

De los fosfatos complejos estudiados, TPFS se degradó más rápidamente que el TSPF cuando se estudiaron en aguas naturales iguales".

Acerca de la degradación de fosfatos complejos en el tratamiento de aguas negras hay poca información, sin embargo reporta que "los polifosfatos son rápidamente convertidos en las aguas negras a formar relativamente inocuos de fosfatos".

Sin embargo, las consecuencias hechas mediante análisis que se reportan en relación con el problema de CHANUTE, KANSAS, entre 1956 y 1957 cuando un efluente de aguas negras fue reusado como una fuente de agua pura durante una sequía son de gran interés. Estas mostraron que se midió un 67% promedio en la reducción de fosfatos complejos en tratamiento de aguas negras.

VIDA ACUATICA

Acerca de la toxicidad en la vida acuática efectuada por los detergentes se ha investigado bastante, llegándose finalmente a las siguientes conclusiones, derivados a su vez de diversos estudios.

El componente "tóxico" de los detergentes sintéticos caseros es el "surfactant". Los sulfonatos de alquil benceno son ligeramente más tóxicos en aguas duras que en aguas blandas. El valor promedio del TLM (límite medio de toxicidad) para estos materiales oscila en un rango que varía desde 3.5 p.p.m. hasta 6 p.p.m. Los valores para el

sulfato dodecil benceno de sodio obtenidos en pruebas de laboratorio fueron los siguientes:

TIEMPO (hrs.)	TLM (P.P.M.)
24	4.0
48	3.5
96	3.5

En los detergentes caseros, el rango de toxicidad hallado en las pruebas fue de 15 p.p.m. a 85 p.p.m.

Los jabones y los detergentes comerciales son de toxicidad comparable en aguas blandas; sin embargo, en aguas duras los jabones tienen acerca de un 2% más de toxicidad.

Valores para 96 hrs. de TLM dieron un promedio de 6.6 p.p.m. (de 3.6 p.p.m. a 9.2 p.p.m.) en agua blanda y de 4.3 p.p.m promedio (de 3.5 p.p.m. a 5.1 p.p.m.) en el agua dura para cuatro compuestos de ABS usados frecuentemente en detergentes sintéticos de uso doméstico.

Aparentemente la toxicidad disminuyó en presencia del vehículo.

Detergentes presentes en una corriente en

concentraciones de más de 3 p.p.m., especialmente en más donde la concentración de oxígeno disuelto es reducida, constituyen un peligro real a los peces. Sin embargo, los residuos de los detergentes que permanecen en el efluente después de que el agua servida ha sido tratada biológicamente, son muchos menos tóxicos que los materiales originales.

Experimentos llevados a cabo en el laboratorio de Investigación de la Polución del Agua en Inglaterra con detergentes, mostraron que acerca del 3 p.p.m. (como agentes activos - superficiales) definitivamente ejercerían un efecto tóxico a través de los tres meses subsiguientes, pero se ha demostrado que el tratamiento de las aguas servidas reduce bastante la toxicidad de estos detergentes, y la concentración en el efluente; por supuesto, que cualquier concentración sub-lethal de otro agente venenoso, puede incrementar la toxicidad de algunas otras substancias.

APENDICE "C"

Un concepto que debemos tener bien cimentado, es el referente al de la "TEORIA DE LA CORRELACION"; y se define como el grado de relación entre las variables que se estudian para determinar en qué medida, una ecuación lineal o de otro tipo describe o explica de una forma adecuada la relación entre variables.

Si todos los valores de los variables, satisfacen exactamente una ecuación, se dice que las variables están correlacionadas perfectamente o que hay una correlación perfecta entre ellas.

Cuando se trata de dos variables solamente, se habla de correlación simple y de regresión simple. Cuando se trata de más de dos variables, se habla de correlación múltiple, para nosotros X e Y serán las variables, donde :

X = Año Respectivo de la Demanda

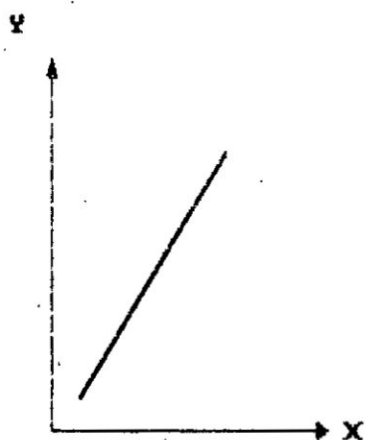
Y = Cantidad en T.M/Año

Si Y tiende a incrementar cuando se incrementa X, la correlación se dice positiva o correlación directa (FIGURA "A").

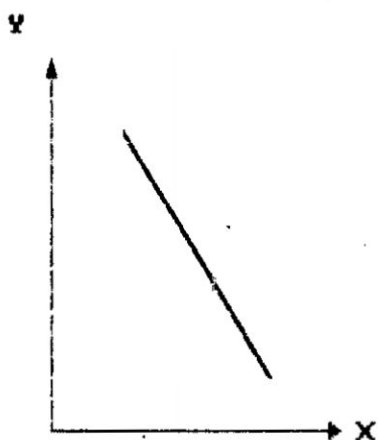
Si Y tiene a disminuir cuando se incrementa X , la correlación se dice negativa o correlación inversa (FIGURA "B").

Si todos los puntos parecen estar cerca de alguna curva, la correlación se dice no lineal, y una ecuación no lineal es la aproximada para la regresión o estimación. Es evidente que una correlación no lineal puede ser a veces positivas y a veces negativa.

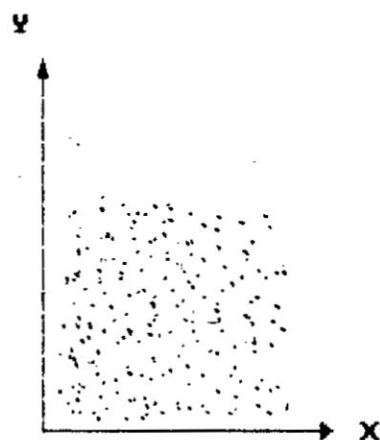
Si no hay ninguna relación entre las variables (FIGURA "C"), se dice que no hay correlación entre ellas, es decir no están correlacionadas.



(A)



(B)



(C)

Para saber si los datos históricos sobre la producción de TFFS tienen una correlación rectilínea, es decir su ecuación de tendencia es una línea recta de la forma $Y = a + bx$ donde "a" y "b" son constantes, tenemos que hallar el coeficiente de correlación (r), éste coeficiente de correlación tienen un rango de acción:

$$-1 \leq r \leq 1$$

Si "r" lo obtenemos en este rango, entonces nuestra ecuación de tendencia será una línea recta.

177
**CALCULO PARA DETRMINAR
 LA PROYECCION DE LA DEMANADA
 NACIONAL DE TPFS**

(METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS)

AÑO	X	Y	XY	X ²	Y ²
1982	1	12,208	12,208	1	149'035,264
1983	2	12,709	25,418	4	161'518,681
1984	3	9,936	29,808	9	98'724,096
1985	4	9,973	39,892	16	99'460,729
1986	5	13,581	67,905	25	184'443,561
1987	6	16,349	98,094	36	267'289,801
1988	7	17,530	122,710	49	307'300,900
$\sum X = 28 \quad \sum Y = 92,286 \quad \sum XY = 396,035 \quad \sum X^2 = 140 \quad \sum Y^2 = 1,267'773,032$					

HALLAR EL COEFICIENTE DE
 CORRELACION (r)

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{7(396,035) - (28)(92,286)}{\sqrt{[7(140) - (28)^2][7(1,267'773,032) - (92,286)^2]}}$$

$$r = \frac{2'772,245 - 2'584,008}{\sqrt{[980 - 784][8,874'411,224 - 8,516'705,796]}}$$

$$r = \frac{188,237}{\sqrt{7,011 \times 10^{10}}} = 0.7109$$

$$r = 0.7109$$

$$\text{PERO: } Y = a + bx$$

$$a = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum XY)(\sum X)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(140)(92,286) - (396,035)(28)}{7(140) - (28)^2}$$

$$a = \frac{12'920,040 - 11'088,980}{980 - 784}$$

$$a = \frac{1'831,060}{196}$$

$$a = 9,342$$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{7(396,035) - (28)(92,286)}{7(140) - (28)^2}$$

$$b = \frac{2'772,245 - 2'584,008}{980 - 784}$$

$$b = \frac{188,237}{196}$$

$$b = 960$$

$$\text{LUEGO: } Y = 9,342 + 960 X$$

CON LA ECUACION OBTENIDA SE PUEDE REALIZAR LA PROGRESION DE LA DEMANDA DEL TPFS PARA EL MERCADO NACIONAL

" " "

APENDICE D

CALCULO PARA DETERMINAR LA PROYECCION DE LA DEMANDA EN EL
GRUPO ANDINO DEL TPFS

PARA REALIZAR ESTA PROYECCION. SE TOMA COMO BASE
LOS DATOS OBTENIDOS DEL CUADRO No 2 - 10

ANO	X	Y	XY	X ²	Y ²
1984	0	19,115	0	0	365'383,225
1984	1	18,640	18,640	1	347'449,600
1984	2	21,460	42,920	4	460'531,600
1984	3	20,763	62,289	9	431'102,169
1984	4	23,616	94,464	16	557'715,456
$\Sigma X = 10$		$\Sigma Y = 103,594$	$\Sigma XY = 218,313$	$\Sigma X^2 = 30$	$\Sigma Y^2 = 2,162'182,050$

HALLAR EL COEFICIENTE DE CORRELACION "r"

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

REEMPLAZANDO VALORES

$$r = \frac{5(218,313) - (10)(103,594)}{\sqrt{[5(30) - (10)^2][5(2,162'182,050) - (103,594)^2]}}$$

$$r = \frac{1'091,565 - 1'035,940}{\sqrt{[130 - 100][1,081 \times 10^{10} - 1,073 \times 10^{10}]}}$$

$$r = \frac{55,625}{63,245,55}$$

$r = 0,8795$

ADEMAS : $Y = a + b X$ DONDE:

$$a = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum XY)(\sum X)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(30)(103,594) - (218,313)(10)}{5(30) - (10)^2}$$

$$a = \frac{3'107,820 - 2'183,130}{150 - 100}$$

$a = 18,494$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{5(218,313) - (10)(103,594)}{5(30) - (10)^2}$$

$$b = \frac{1'091,565 - 1'035,940}{150 - 100}$$

$$b = 1,113$$

$$\text{LUEGO } Y = 18,494 + 1,113 X$$

CON LA ECUACION DE LA RECTA HALLADA, PODEMOS REALIZAR LA PROYECCION DE LA DEMANDA PARA EL MERCADO SUB-REGIONAL (VER CUADRO No. 2-11)

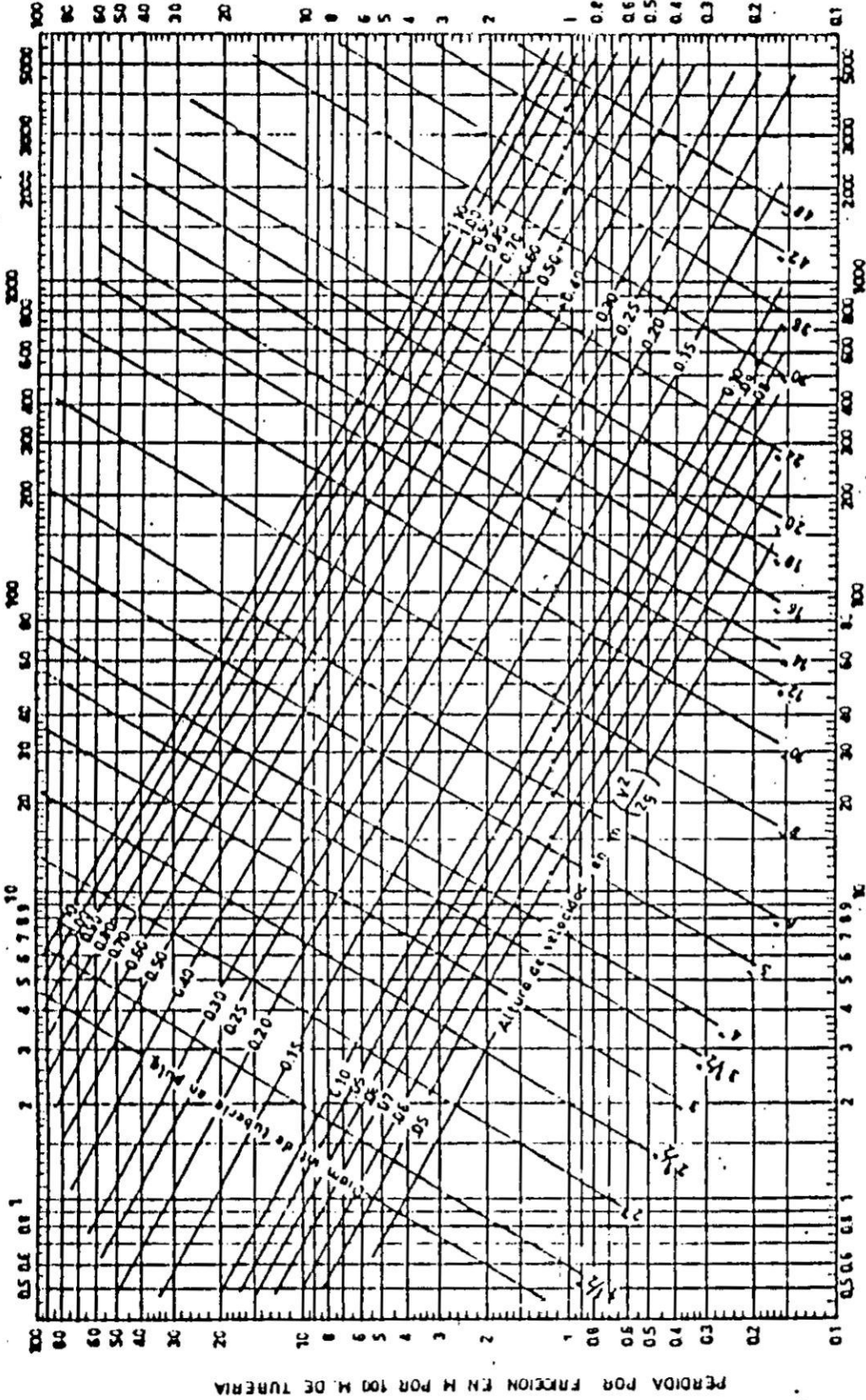
APENDICE "E"

DIAGRAMAS

PERDIDA POR FRICCIÓN EN M. POR 100 M. DE TUBERÍA

CON FACTOR DE FRICCIÓN $K=0.25$ (mm)

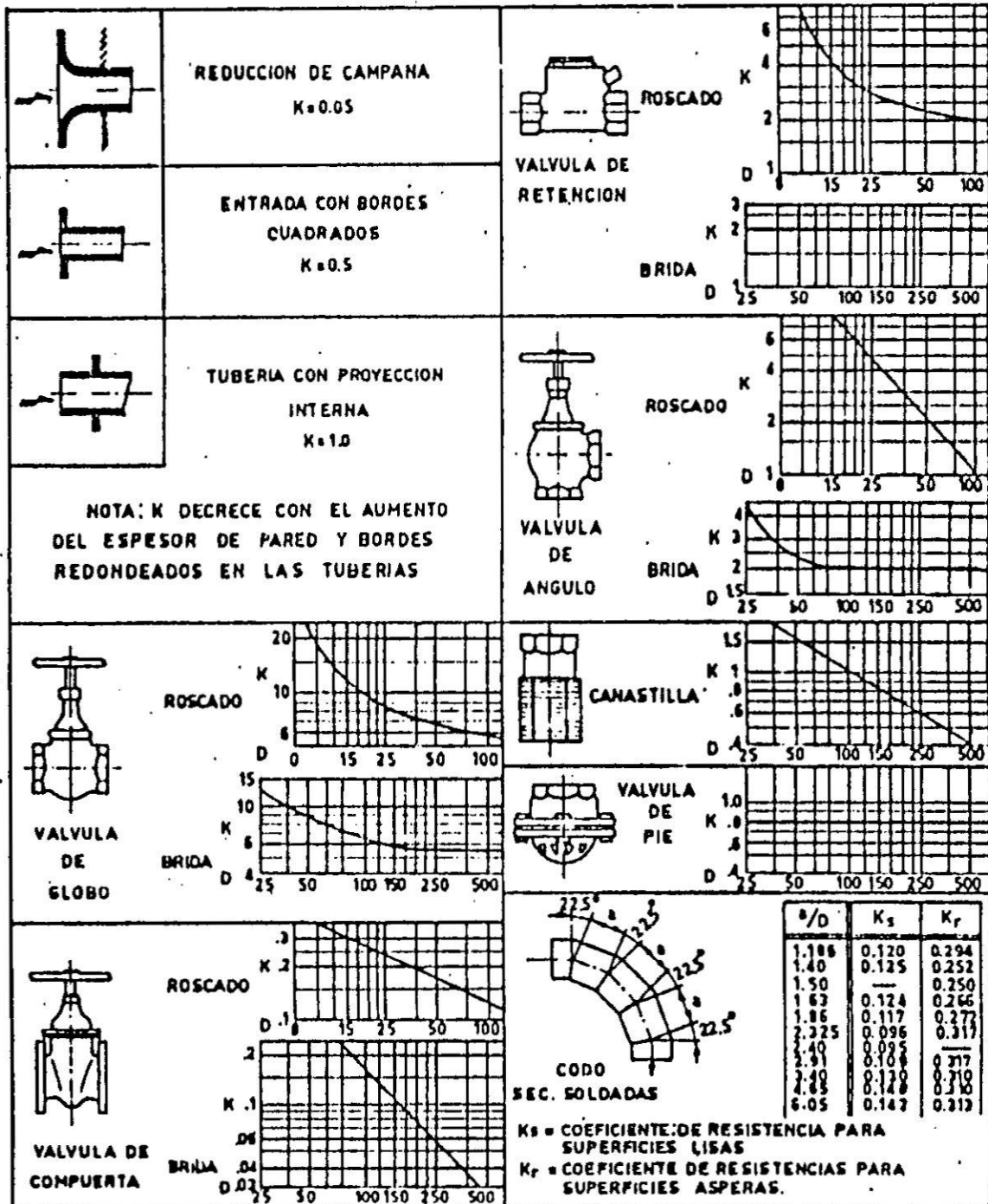
CAUDAL DE AGUA EN LITROS POR SEGUNDO



PERDIDA POR FRICCIÓN EN M. POR 100 M. DE TUBERÍA

DIAGRAMA N°1

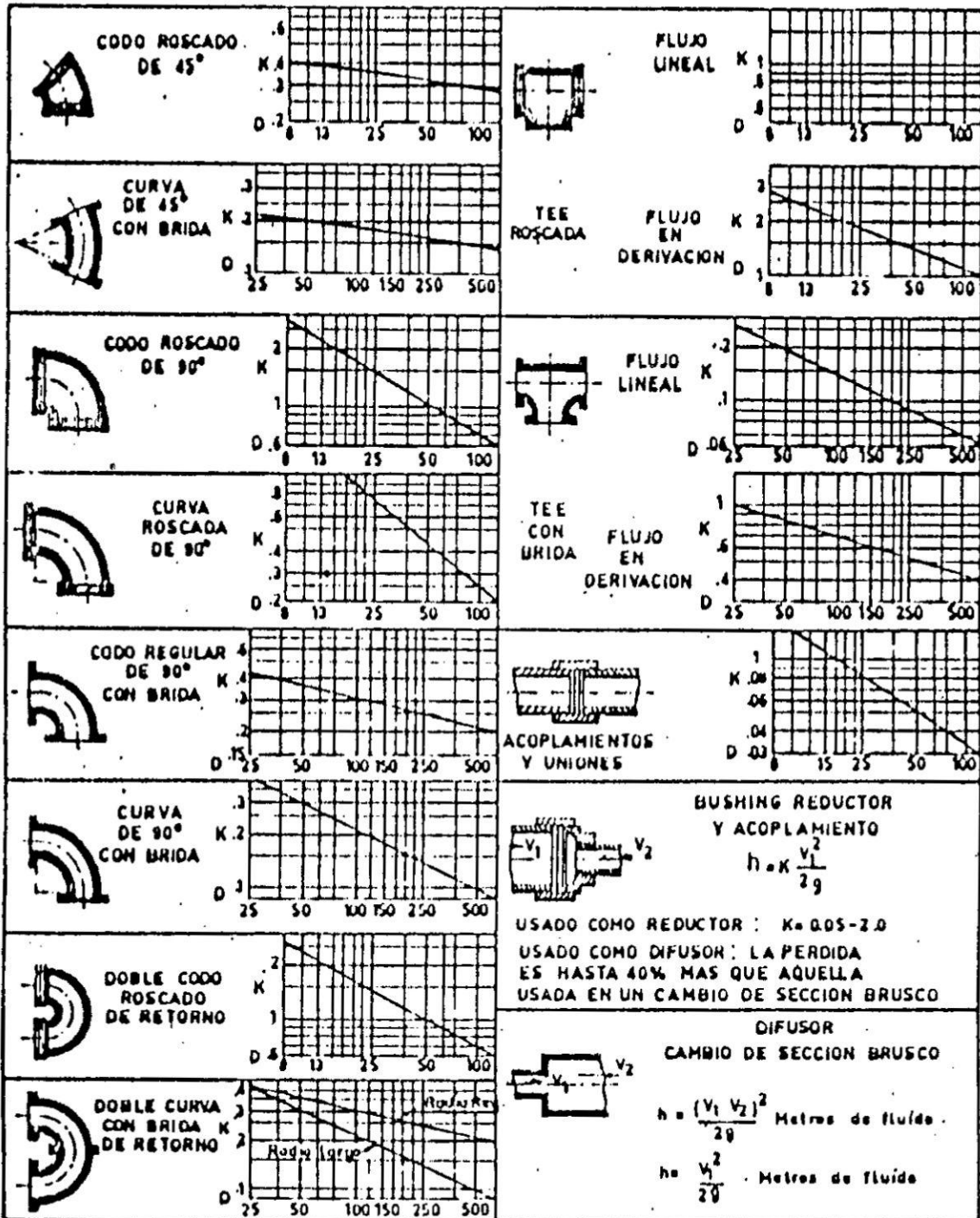
COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA VALVULAS Y UNIONES



D = mm.

$$h = K \frac{v^2}{2g} \text{ METROS DE FLUIDO}$$

COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA VALVULAS Y UNIONES



D = m.m.

$$h = K \frac{v^2}{2g} \text{ METROS DE FLUIDO}$$

Altura Dinamica Total (Metros)	CAUDAL LITROS POR SEGUNDO											
	1	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50	60
25		32 125 2.0 2.4 2.8	32 125 3.0 3.8 4.2	32 125 4.4 4.8 4.2	40 125 6.2 6.8 4.0	40 125 8.8 9.0 6.0	60 180 10.8 12 8.0	60 180 14.4 18 8.0	66 180 18.9 18 8.0	66 180 28 30 8.2	3450 RPM	
30		32 125 2.2 2.8 2.8	32 125 3.5 4.8 3.2	32 125 4.8 6.8 4.0	40 125 6.1 8 3.8	60 125 8.9 9 4.0	60 180 12.1 15 4.8	60 180 16.1 18 6.8	66 180 17.8 20 8.0	66 180 29 30 7.2		
40		32 125 3.2 4.8 2.8	32 180 5.5 6.8 3.2	40 125 8 9 2.8	40 125 8 12 3.0	60 125 11.4 18 3.4	60 180 16 18 3.8	66 180 17.8 20 4.4	66 180 21.8 24 4.8	66 180 32 36 6.8		
60		32 180L 4.8 6.8 8.0	32 180 6.8 8 3.0	40 180 7.8 12 3.0	40 180 11.8 12 3.8	60 180 14.8 22 3.0	60 180 18.8 24 3.8	66 180 21.9 30 4.4	66 180 28.7 30 4.0	66 200 38.8 40 6.0		
60	2/32 200L 2.8 3.8 4.2	2/32 200 7.1 12 2.8	40 180 7.4 12 2.8	40 180 9.8 12 2.8	40 200 15 15 4.8	60 200 17.8 24 4.0	60 200 24.2 30 4.8	66 180 27 36 4.2	66 180 32.2 40 4.4	66 200 42.8 48 3.8		
70	2/32 200L 2.8 4.8 4.2	2/32 200 6.2 8 2.8	40 200 9.2 18 3.0	40 200 12 18 3.8	40 200 17 24 4.8	60 200 20.8 30 4.0	60 200 27.2 36 4.2	66 200 36.9 40 6.0	66 200 37.3 40 3.0	66 200 48.8 60 3.8		
80	2/32 200L 3.2 4.8 4.2	2/32 200 6.3 8 3.0	40 200 11.3 18 3.0	40 200 13.8 24 3.8	40 200 19 24 4.0	60 200 23.8 36 4.0	60 200 31.1 40 4.2	66 200 39.8 48 6.0	66 200 42.7 60 3.0	66 200 64.7 70 2.8		
90	2/32 200L 3.8 6.8 4.2		40 200 12.8 24 3.2	40 200 18.8 24 3.8	40 200 21.4 30 4.0	60 200 26.9 40 4.0	60 200 38 48 4.0	66 200 42.9 70 3.0	66 200 48 70 3.0	66 200 69 80 3.2		
100			40 200 14.8 30 3.2	40 280 21.8 24 3.4	40 280 32.8 36 4.2	60 280 36.7 48 4.0	60 280 61.3 80 6.0	66 280 47.8 70 2.0	66 280 64 70 2.2	66 280 72 90 4.0		
120			40 280 22 30 2.2	40 280 26.3 36 2.8	40 280 36.4 48 4.0	60 280 43.8 60 4.0	60 280 68.2 70 4.8	66 280 68 90 2.0	66 280 86.8 100 2.2	66 280 108 126 4.1		
140			40 280 27.3 40 2.2	40 280 31.1 40 2.2	40 280 36 48 3.8	60 280 61 70 4.0	60 280 67 80 4.4	66 280 70 110 2.0	66 280 80 116 2.4	66 280 101 120 2.8		
160			40 280 29.7 48 2.2	40 280 34 46 2.2	60 280 46.4 70 4.0							

Altura Dinamica Total (Metros)	CAUDAL LITROS POR SEGUNDO															
	1	3	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	180	200	
8	32 180L 0.28 0.4 3.0	32 125 0.47 0.8 1.8	40 125 0.87 0.9 1.8	60 125 1.5 1.8 3.0	66 180 2.0 2.4 3.8											1750 RPM
8	32 180L 0.33 0.8 3.0	32 125 0.87 0.9 1.8	40 125 0.8 1.2 2.8	60 125 1.7 1.8 3.0	66 180 2.4 2.4 4.8	66 180 4.0 4.8 8.0	100 200 7.1 8 8.8	100 200 8.8 9 8.0								
10	32 180L 0.42 0.8 3.0	32 180 0.8 1.2 2.0	40 180 0.9 1.2 2.0	60 180 2.0 2.4 2.0	66 180 2.8 3.8 2.8	66 180 4.8 4.8 4.0	88 180 6.7 8 4.0	100 200 7.8 9 4.8	100 200 10.7 12 8.4							
12	32 180L 0.6 0.8 3.0	40 180 0.9 1.2 1.2	40 180 1.4 1.8 2.0	60 180 2.2 3.6 2.0	66 180 3.4 3.8 2.3	66 180 6.3 6.6 3.8	100 200 8.8 9 4.8	100 200 9 9 4.8	100 200 12.3 16 6.2	100 200 16.8 18 6.6						
15	32 180L 0.6 1.2 1.8	40 180 1.2 1.8 1.2	40 200 2.0 2.4 1.6	60 200 3.2 3.6 1.6	66 180 4.3 6.6 2.2	66 200 6.6 6.6 2.8	80 200 8.6 9 6.0	100 200 10.7 12 4.3	100 200 14 16 4.8	100 200 16 18 5.2						
20	40 280L 1.2 2.4 1.8	40 200 2.8 3.6 2.0	60 200 4.1 4.8 1.6	66 200 5.6 6 2.8	66 200 7.1 9 2.8	80 200 10.7 12 4.0	100 200 14.6 16 5.8	100 200 17.5 16 4.2	100 200 21.7 24 4.4	125 250 35 36 9.0	125					
25	40 280L 2.8 3.6 1.8	40 280 4.4 4.8 3.0	60 280 6.8 9 2.3	66 280 7.2 9 2.0	66 280 9.4 12 2.8	80 280 13.1 18 3.2	80 280 16 24 2.2	60 280 23.8 24 4.0	125 250 27 30 6.8	125 250 40 48 8.0	125 250 55 60 10	150 315 62.8 70 7.0	150 315 85 125 10	150 315 95 125 10		
30	40 280L 3.2 3.6 1.8	40 280 4.8 4.8 2.4	60 280 7.7 9 2.5	66 280 8.8 12 2.0	66 280 11.1 15 2.0	80 280 15.9 24 2.0	80 280 20.9 24 2.8	60 280 24 30 3.2	80 280 33 36 3.8	125 250 45 48 7.0	150 315 55 60 4.2	150 315 70 90 6.4	150 315 105 125 9.5	150 315 150 180 10		
35	40 280L 3.8 4.8 1.8	40 280 5.2 6.6 2.2	65 280 8 15 2.0	65 280 10.5 15 2.0	65 280 13 16 2.0	80 280 18.7 30 2.0	80 280 24 30 2.4	20 280 29.8 36 2.8	125 280 35.7 48 6.8	125 280 49 60 6.2	150 315 63 70 4.2	150 315 78 90 6.0	150 315 115 125 7.0	150 315 163 180 10		
40			65 315 10.8 18 2.0	65 315 16 18 2.0	65 315 23 24 4.0	80 280 21.3 36 1.8	80 315 32.8 36 3.0	60 315 41 48 3.6	125 280 40.2 48 3.8	125 315 68 70 4.0	150 315 70 90 4.0	150 315 85 125 5.0	150 315 142 150 6.6	150 315 172 180 10		
60			65 315 13.7 24 2.0	65 315 19.4 24 2.4	65 315 27.8 36 2.8	80 315 32.2 48 2.8	80 315 40 48 3.0	60 315 49.8 60 3.8	125 315 60 70 4.0	125 315 69 80 4.0	150 315 87 126 3.2	150 315 102 125 3.0	150 315 142 150 6.8			
60			65 136 17 20 2.0	65 315 23.5 30 2.2	60 315 31.4 40 2.8	80 315 38.7 60 2.8	80 315 48 60 2.8	60 315 58.8 70 2.8	125 315 83.8 90 3.8	125 315 81 126 3.8	150 315 106 150 3.2	150 315 121 150 3.0	150 315 164 180 4.4			
70							125 400 67 90 2.8	125 400 87.8 90 3.0	125 400 79 125 4.0	125 400 103 125 6.4	125 400 121 180 7.0					
80			MODELO HP HP MOTOR ABSORBIDO RECOMENDADO					125 400 64 125 2.8	125 400 80 125 3.0	125 400 91 125 4.0	125 400 116 150 6.0	125 400 146 180 6.4				
100							125 400 97 150 3.0	125 400 104 150 3.8	125 400 125 400 4.8	125 400 130 180 6.6	125 400					
100									125 400 116 180 3.6	125 400 146 200 4.0						

$$N_p = \frac{g_c P}{\rho N^3 D^5}$$

DIAGRAMA No 5

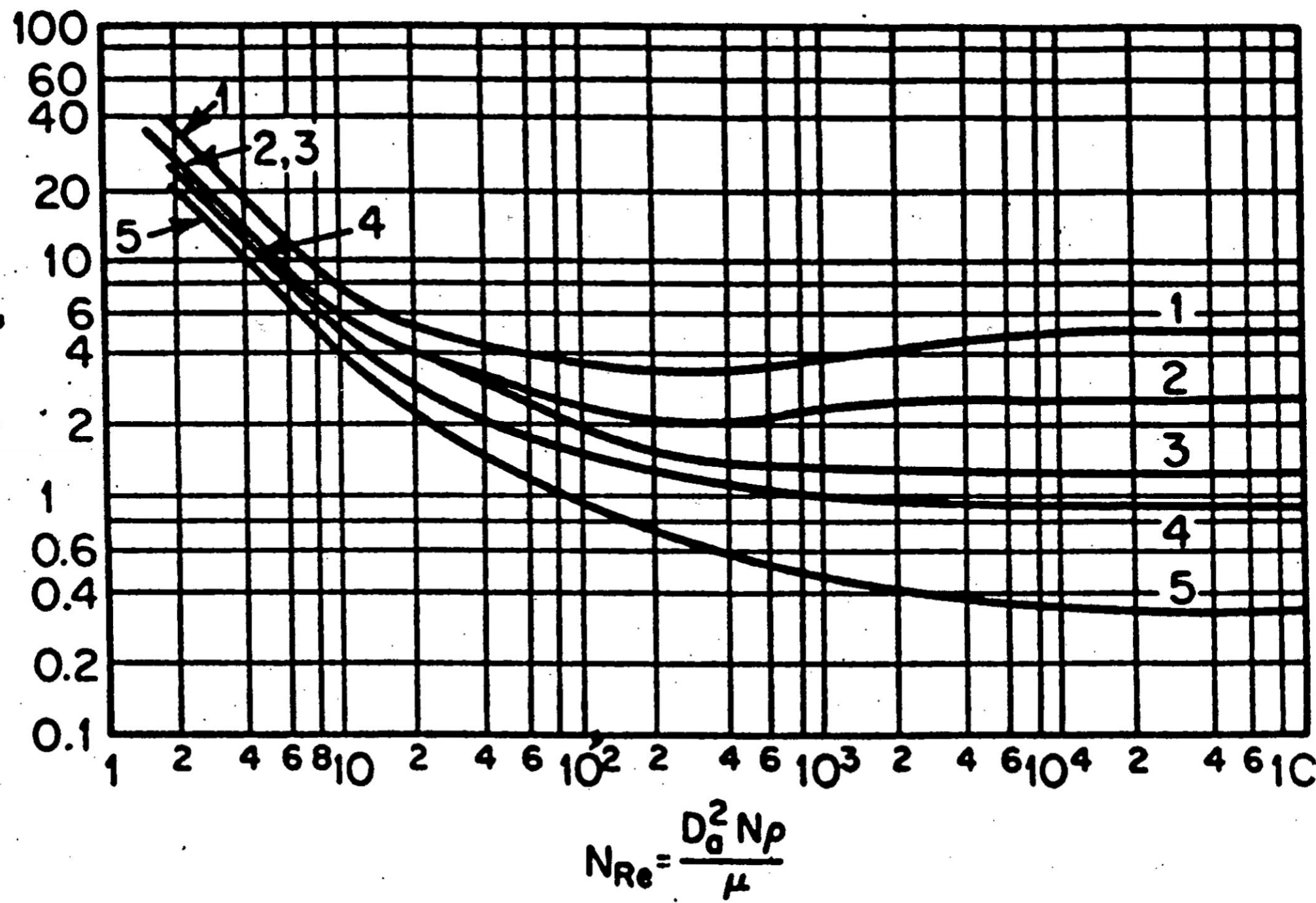
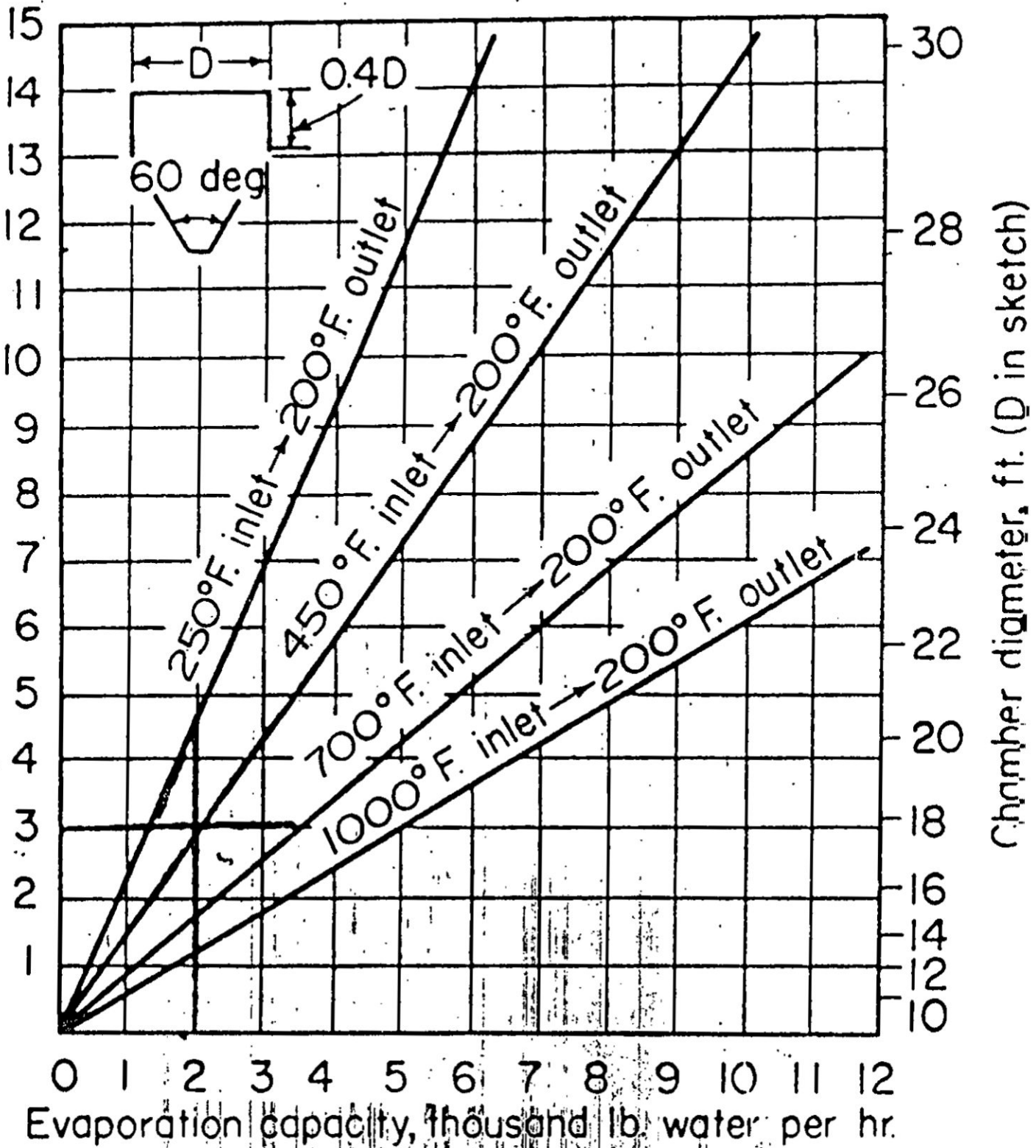


DIAGRAMA N°6



(b)

BIBLIOGRAFIA

1. BAQUERO J./LLORENTE V.
"Equipos para la Industria Química y Alimentaria", 1era Edición, Editorial Alhambra, 1985.
2. FAIRES VIRGIL
"Termodinámica, 5ta Edición, Editorial Unión Tipográfica, 1987
3. FREY R. PAUL
"Problemas de Química", 4ta Edición, Compañía Editorial Continental S.A., 1974.
4. KERN DONALD
"Procesos de Transferencia de Calor", 17ma Edición, Compañía Editorial Continental S.A., 1984.
5. LEVENSPIEL OCTAVE
"Ingeniería de las Reacciones Químicas", 5ta Edición, Editorial Reverte S.A., 1976.
6. NONHEBEL G./MOSS H.
"El Secador de Sólidos en la Industria Química", 2da Edición, Editorial Reverte S.A., 1979.
7. MAUMEISTER T./AVALLONE E.
"MARK'S STANDARD HANDBOOK FOR MECHANICAL ENGINEERS", 8ava Edición, Editorial Mc Graw-Hill, 1984.
8. MC CABE/SMITH
"Operaciones Básicas de Ingeniería Química", 6ta. Edición, Editorial Reverte S.A., 1981.
9. OCON JOAQUIN/TOJO GABRIEL
"Problemas de Ingeniería Química (Operaciones Básicas)", 3ra. Edición, Editorial Aguilar, 1976.
10. PERRY H. ROBERT/ GREEN W. DON
"Perry's Chemical Engineers' Handbook", Sixth Edition, Mc Graw-Hill, 1984.
11. PIERCE JAMES B.
"Química de la Materia", 1era Edición, Publicaciones Cultural S.A., 1973.
12. SCHWEITZER A. PHILIP
"Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, 1era Edición, Mc Gra-Hill, 1979.

13. PETERS AND TIMMERHAUS
"Plant Design and Economics for Chemical Engineers",
3era Edición, Mc Graw-Hill, 1980
14. TREYBAL E. ROBERT
"Operaciones con Transferencia de Masa, 2da Edición,
Editorial Hispano Americana S.A., 1979.
15. WATSON RAGATZ HOUGEN
"Principios de los Procesos Químicos", 7ma Edición,
Editorial Reverté S.A., 1975
16. WYLEN J. VAN
"Fundamentos de Termodinámica", 4ta Edición, Editorial
Limusa, 1973.
17. WARRING R.H.
"Selección de Bombas (Sistemas y Aplicaciones)", 1era
Edición, Editorial Labor, 1977
18. HIDROSTAL
"Principios Básicos de Hidráulica para Bombas
Centrífugas e Instalaciones", 1980.
19. THE EKATO GROUP
"Introduction to Mixing Technology", Schopfheim Federal
Republic of Germany, 1982.
20. ONU
"Manual de Proyectos de Desarrollo Económico", 1983
21. HORNE, JAMES
"Administración Financiera", 4ta Edición, Editorial
CECSA, 1985.
22. CARBONELL, JUAN
"Diseño y Evaluación de Proyectos de Inversión", 1989.
23. WELSCH, GLENN A.
Presupuestos: Planificación y Control de Utilidades.
24. MICTI
Anuarios de Comercio Exterior
25. JUNAC
Importaciones de TPFS
26. POLIZAS DE IMPORTACION DE LA ADUANA - CALLAO.