

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA
DE UNA PLANTA DE POLIESTIRENO COMO
MATERIAL DE APOYO PARA EL CURSO DE
INGENIERIA DE PROYECTOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
OSCAR VIDAL ARGUETA PERLA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente	Profr. José Antonio Ortiz Ramírez
Vocal	Profr. Humberto Rangel Dávalos
Secretario	Profr. Ezequiel Millán Velasco
1er suplente	Profr. Baldomero Perez Gabriel
2do suplente	Profr. Ramón Ramírez Martinell

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD DE QUIMICA

Asesor del tema



I.Q. José Antonio Ortiz Ramírez

Sustentante



Oscar Vidal Argueña Perla

DEDICATORIAS

A mi madre

Rosa Perla, por su entrega, cariño y amor incondicional que siempre me ha brindado a lo largo de mi vida.

A mi asesor

El Ing. José Antonio Ortiz Ramírez por su amistad, su apoyo incondicional y ser un ejemplo a seguir.

A mi hermana y su esposo

Patricia y Miguel por sus consejos, apoyo y paciencia.

A mi sobrina

Karina por ser la alegría de la familia.

A mi abuela Isabel y familia

Ricardo, Blanca y Mónica por su apoyo incondicional que siempre he recibido.

A Antonio Luis Reyes

Por su valiosa amistad y ayuda que siempre me ha brindado en todo momento.

A Carlos López Ortiz

Por ser un gran amigo, y por sus consejos que siempre me han ayudado.

A Susana Flores

Por su amistad y por los gratos momentos que hemos compartido.

A mis amigos

Rosario Gutiérrez, Raquel Montes, Guadalupe Bautista, Juan Carlos Vaca, Alejandra Vargas, Lidia Grada, José Luis Olivares y Verónica Salas.
Por los momentos felices que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme brindado la oportunidad de alcanzar mi meta.

A mi madre

Rosa Perla, por su apoyo moral que siempre me brindó en todos los aspectos, y haberme sacado adelante.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por ser parte de la máxima casa de estudios, y abrirme el camino hacia la vida profesional.

A la Facultad de Química

Por la formación que recibí de ella.

A mi asesor

El Ing. José Antonio Ortiz Ramírez por haberme brindado su ayuda y asesoría para la realización del presente trabajo. Sinceramente, Gracias.

A Antonio Luis Reyes

Por su ayuda en la realización del presente trabajo y por sus conocimientos de computación, para la elaboración de la hoja de cálculo.

Al Ing. Alfredo Maciel

Por su apoyo y facilidades otorgadas durante la elaboración de la hoja de cálculo.

A Susana Flores

Por su ayuda y tiempo que me brindó para la realización de esta tesis.

A Olivia Quevedo

Por su ayuda otorgada en la elaboración del presente trabajo

Agradezco la ayuda y las facilidades dadas en el Departamento de Ingeniería Química por las siguientes personas.

Cristina Zarraga y Teresa Moreno

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 DESCRIPCION DEL CASO DE ESTUDIO	2
1.1 Materias primas	2
1.2 Tipo de proceso	2
1.3 Desarrollo	3
CAPITULO 2 ALCANCE DEL CASO DE ESTUDIO	4
2.1 Descripción General de Documentos	4
2.1.2 Ingeniería Conceptual	4
2.1.3 Descripción y Diagrama de flujo de proceso	4
2.1.4 Dimensionamiento, criterios de diseño y lista de equipo	4
2.1.5 Plano de localización general	5
2.1.6 Filosofía de operación, Instrumentación y control	5
2.2 Resumen del alcance para el caso de estudio	5
2.3 Funcionamiento de la hoja de calculo "poliestireno.xls"	5
CAPITULO 3 BASES DE DISEÑO	7
3.1 Aspectos Generales	8
3.2 Aspectos Económicos	12
3.3 Servicios	13
3.4 Recipientes a presión	20
3.5 Intercambiadores de calor	21
3.6 Equipo Mecánico	24
3.7 Ingeniería Civil	26
3.8 Tubería	33
3.9 Instrumentación	35
3.10 Requerimientos eléctricos	40
3.11 Aislamiento y pintura protectora	43
3.12 Instalaciones de seguridad	45
3.13 Instalaciones de transporte	48
CAPITULO 4 INGENIERIA CONCEPTUAL	49
4.1 Descripción Conceptual del proceso	49
4.2 Agentes de suspensión	50
4.3 Catalizadores para polimerización	50
4.4 Propiedades Físicas	50
4.5 Temperatura y Velocidad de reacción	50
CAPITULO 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	57
5.1 Descripción del Proceso	58
5.2 Balance de Materia	61

CAPITULO 6 CRITERIOS DE DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y LISTA DE EQUIPO	65
6.1 Criterios de diseño	65
6.1.1 Tanque de almacenamiento de estireno D-101	65
6.1.2 Reactor R-301	65
6.1.3 Tanque mezclador de aditivos D-201	66
6.1.4 Tanque disolvente de polibutadieno D-203	66
6.1.5 Tanque de lavado D-301	66
6.1.6 Centrifuga S-401	67
6.1.7 Secador Dr-401	67
6.1.8 Filtro de aire Fi-401	67
6.1.9 Filtro de aire tipo bolsa Fi-403	67
6.1.10 Tanque de almacenamiento para alimentar al Extrusor D-510	67
6.1.11 Extrusor Ext-501	68
6.1.12 Recipiente de almacenamiento D-519	68
6.1.13 Recipiente para prueba D-620	68
6.1.14 Baño de agua D-501	68
6.1.15 Cortadora Cu-501	68
6.1.16 Silo de almacenamiento D-601	68
6.1.17 Almacén antes del empaquetador de bolsas D-611	69
6.1.18 Empacadora Bg-601	69
6.1.19 Tanque de purga D-801	69
6.1.20 Intercambiador de calor de estireno E-201	69
6.1.21 Intercambiador de calor de aire E-401	69
6.1.22 Tanque de agua caliente D-205	69
6.1.23 Tanque de agua de lavado D-305	69
6.1.24 Tanque de almacenamiento de agua desionizada D-701	70
6.1.25 Tanque de agua de emergencia D-702	70
6.1.26 Ventilador B-401	70
6.1.27 Sistema de transportación neumática	70
6.1.28 Bomba P-103	70
6.1.29 Bomba P-105	70
6.1.30 Bomba P-106	70
6.1.31 Bomba P-201	71
6.1.32 Bomba P-406 y P-407	71
6.1.33 Bomba P-409 y P-410	71
6.1.34 Bomba P-101	71
6.1.35 Bomba P-315	71
6.1.36 Bomba P-414	71
6.2 Clave de los equipos y clasificación de áreas	71
6.3 Dimensionamiento de equipo	72
6.3.1 Barcaza BD-101	72
6.3.2 Tanque de almacenamiento de estireno D-101	73

6.3.3 Reactor R-301	73
6.3.4 Agitador para reactor Ag-301	76
6.3.5 Tanque mezclador de aditivos D-201 y agitador Ag-201	76
6.3.6 Tanque disolvente de polibutadieno D-203 y Agitador Ag-203	76
6.3.7 Tanque de lavado D-301	77
6.3.8 Tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico D-401	77
6.3.9 Centrifuga S-401	78
6.3.10 Secador Dr-401	78
6.3.11 Filtro de aire antes del intercambiador de calor Fi-401	80
6.3.12 Filtro bolsa Fi-403	81
6.3.13 Extrusor Ext 501	81
6.3.14 Almacén de alimentación para el extrusor D-510	82
6.3.15 Recipiente de alimentación D-519	83
6.3.16 Tanque de almacenamiento D-620	83
6.3.17 Baño de agua D-501	83
6.3.18 Cortador Cu-501	84
6.3.19 Tanque de almacenamiento de producto en bultos D-601	84
6.3.20 Empacadora Bg-601	84
6.3.21 Montacargas Tr-601	84
6.3.22 Tanque de almacenamiento antes del empaquetado D-611	85
6.3.23 Tanque de purga D-801	85
6.4 Lista de equipo	86

CAPITULO 7 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL 89

7.1 Procedimiento para elaborar el plano de localización	90
7.2 Distancia de equipos	94

CAPITULO 8 ESQUEMA BASICO DE CONTROL Y FILOSOFIA DE OPERACION 97

8.1 Diagrama de Tubería e Instrumentación	97
8.1.1 Definición de Diagrama de Tubería e Instrumentación	98
8.1.2 Tipos de DTI'S	98
8.1.3 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares	98
8.1.4 Diagrama de Integración	98
8.1.5 DTI'S de procesos y servicios auxiliares	99
8.1.6 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Integración	100
8.1.7 Puntos a considerar durante la elaboración de DTI'S	101
8.2 Filosofía de Operación	102
8.2.1 Arranque de la planta	102
8.2.2 Operación Normal	105
8.2.3 Paro Programado y paro de emergencia	106
8.3 Consideraciones especiales	106

8.3.1 Reactor	106
8.3.2 Tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico D-401	107
8.3.3 Tanques de almacenamiento de estireno	108
8.3.4 Tanque de lavado	108
8.3.5 Secador	108

CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
---	-----

APENDICE	113
----------	-----

BIBLIOGRAFIA	132
--------------	-----

TABLAS

4E-1 Formulaciones típicas usadas para el proceso de suspensión por lote para poliestireno.	51
5E-1 Simbología empleada en el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)	57
5E-2 Claves para las áreas	58

FIGURAS

4E-1 Diagrama de bloques de balance para poliestireno para propósitos generales (P.E.P.G.)	52
4E-2 Diagrama de bloques de balance para (P.E.M.I.).	53
4E-3 Diagrama de bloques de balance para (P.E.A.I).	54

DIAGRAMAS

Esquema de proceso	56
Diagrama de Flujo de Proceso	64
Plano de Localización General	96
Esquema Básico de Control	109

INTRODUCCION

El curso de Ingeniería de proyectos, tiene como propósito fundamental, integrar los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniero químico, para la formación de un criterio interdisciplinario, todo esto mediante la realización de un proyecto industrial.

Durante su elaboración, el estudiante debe hacer contribuciones al proyecto industrial que se le asigne.

Cada proyecto debe incluir la participación de tres o cuatro estudiantes, quienes recibirán asesorías directas en forma periódica por ingenieros especializados en el área de Ingeniería de Proyectos, las actividades a realizar se podrían resumir en la integración de un paquete de Ingeniería Básica y de Detalle de un proceso industrial.

La parte de Ingeniería Básica tiene como objetivo enseñar al alumno como desarrollar los documentos que la integran, que son: alcance, bases de diseño, criterios de diseño, diagrama de flujo de proceso, descripción del proceso, balance de materia, lista de equipo y dimensionamiento, diagrama de localización general y el diagrama de tubería e instrumentación.

OBJETIVO

Desarrollar un caso de estudio de una planta de poliestireno para mostrarle al alumno las bases necesarias para desarrollar los documentos que comprenden la ingeniería básica, y proporcionarle una herramienta de calculo en excel para su aprendizaje. Esta herramienta debe tener la flexibilidad para que cada alumno del curso de Ingeniería de Proyectos desarrolle la Ingeniería Básica para una capacidad especifica y diferente a la de los demás, de tal manera que se enfrente a los problemas propios y los resuelva adecuadamente durante el desarrollo del proyecto en clase.

CAPITULO 1

DESCRIPCION DEL CASO DE ESTUDIO

DESCRIPCION DEL CASO DE ESTUDIO

Como se mencionó en la introducción, el caso de estudio consiste de una planta de producción de poliestireno con una capacidad de 150 millones de libras por año, empleando el proceso en suspensión y por lotes.

El objetivo de este ejemplo será ilustrar, a los alumnos del curso de Ingeniería de Proyectos, la elaboración de la Ingeniería de Básica de una planta para producir poliestireno en sus tres variedades: propósitos generales, medio impacto y alto impacto.

Para lograr una ilustración objetiva se elaboró un paquete integral en hoja electrónica, de todos los cálculos del balance de materia, para el dimensionamiento de equipo y para la elaboración de las hojas de datos, de tal forma que durante el curso de Ingeniería de Proyectos cada alumno pueda utilizarlo para una capacidad específica, personalizando el aprendizaje con la ejecución del caso de estudio y con el apoyo del profesor.

1.1 Materias Primas

En el proceso se utilizan como materia prima: estireno y como sustancias químicas de apoyo para la reacción de polimerización: peróxido de benzoilo, polibutadieno, fosfato tricálcico, ácido clorhídrico y agua desmineralizada.

1.2 Tipo de Proceso

El proceso de elaboración por suspensión se lleva a cabo por lotes, con el fin de ilustrar, a los alumnos del curso de Ingeniería de Proyectos, cuales son las diferencias mas importantes con respecto a un proceso continuo.

1.3 Desarrollo

A partir de los resultados de la ingeniería conceptual se establecen los balances unitarios en los equipos principales, tales como el reactor, el tanque de lavado, la centrífuga, el secador y el extrusor.

De acuerdo con las Bases de Diseño, tomando en cuenta el suministro del estireno y las sustancias químicas mencionadas anteriormente, en límites de batería, se inicia la elaboración del esquema de proceso, empleando la simbología básica que nos conduzca a la generación del Diagrama de Flujo de Proceso.

Con el esquema de proceso terminado se inicia el balance de materia a partir de las condiciones de operación del reactor y del tiempo necesario para que se lleve a cabo la reacción. Así mismo se elabora la lista preliminar de equipo y se procede a dimensionarlo.

Con esta información se genera el Diagrama de Flujo de Proceso, el cual nos muestra información acerca de la cantidad que entra a cada uno de los equipos y las condiciones de presión y temperatura.

Con base en el Diagrama de Flujo de Proceso se procede a elaborar el Diagrama preliminar de tubería e instrumentación el cual muestra los controles básicos de la planta de poliestireno.

Con estos documentos el alumno del curso de Ingeniería de proyectos generará el diagrama de localización general y el arreglo general de algunos equipos.

CAPITULO 2

ALCANCE DEL CASO DE ESTUDIO

ALCANCE DEL CASO DE ESTUDIO

El alcance del caso de estudio comprende el desarrollo de la Ingeniería Básica de la planta de poliestireno de tres diferentes tipos, con el apoyo de una hoja de cálculo como para uso de los estudiantes de Ingeniería de Proyectos, la calidad del poliestireno producido comprende tres tipos básicos que son: propósitos generales (PEPG), medio impacto (PEMI.), y alto impacto (PEAI), con una producción de 60 por ciento, 20 por ciento y 20 por ciento respectivamente.

2.1 Descripción General de Documentos

En cuanto a los documentos principales, a continuación se da una breve descripción del alcance de cada uno.

2.1.2 Ingeniería conceptual

En este documento se explican los aspectos principales de la tecnología para el proceso en suspensión, y se presenta el Diagrama de Bloques del balance de materiales para los tres tipos de poliestireno producido, que se encuentra ubicado en el archivo POLIESTIRENO.XLS

2.1.3 Descripción y Diagrama de Flujo de Proceso.

En este documento se presenta la descripción del proceso y se anexa el diagrama de flujo correspondiente, en el cual se presenta el balance para los tres tipos de poliestireno producidos. Para la elaboración del diagrama de flujo de proceso se incluye la simbología para dar la clave a los equipos y la clasificación de áreas de las diferentes secciones de la planta.

2.1.4 Dimensionamiento, criterios de diseño y lista de equipo

En esta sección se complementa la lista de equipo, elaborada en forma preliminar durante el desarrollo del diagrama de flujo de proceso. Para lograr dicha

complementación se necesita elaborar el documento conocido como Criterios de Diseño el cual contiene los aspectos técnicos para llevar a cabo el Dimensionamiento y diseño de los equipos y de la planta en general.

Con la información anterior se realiza el dimensionamiento de los equipos, incorporando los resultados en la lista de equipo mencionada.

2.1.5 Plano de localización general

En este documento se citan los criterios más importantes a seguir para ubicar los equipos de proceso de la planta. Se indica también el procedimiento más comúnmente utilizado, tomando en cuenta las distancias mínimas recomendadas por la OSHA. Finalmente se presentan algunos aspectos relevantes relacionados con el área de almacenamiento materias primas y producto terminado.

2.1.6 Filosofía de operación, Instrumentación y control

En este documento solo se da una breve descripción de como se instrumenta la planta de poliestireno y se muestra un esquema básico de control.

2.2 Resumen del alcance para el caso de estudio

El caso de estudio se llevará a cabo tomando en cuenta todos los documentos mencionados anteriormente buscando en forma interactiva la participación del alumno. Mediante la asignación de una capacidad de diseño distinta a la del ejemplo utilizado en esta tesis y empleando la hoja de calculo desarrollada como parte de este trabajo misma que se encuentra en el archivo denominado POLIESTIRENO.XLS que se encuentra en el disco anexo

2.3 Funcionamiento de la hoja de calculo "poliestireno.xls"

Se adjunta a esta tesis un disquete, que contiene un archivo elaborado en Excel para calcular el balance de materia y para realizar el dimensionamiento de los equipos más importantes que integran la planta de poliestireno.

La hoja de calculo esta estructurada de tal forma que la capacidad de diseño puede modificarse y asignarsele cualquier valor razonable, en el rango o en el intervalo de

capacidades establecidas por las plantas existentes. Una vez asignado un valor e introducido como dato, la hoja de cálculo ajusta todos los valores de flujo para cada una de las corrientes del diagrama de flujo de proceso, con excepción de la planta desmineralizadora de agua, ya que esta sección de la planta no se incluye por tratarse del área de servicios auxiliares.

El balance de materia permitirá al alumno proceder a dimensionar los equipos de la planta, los cuales son los siguientes:

- Reactores de polimerización
- Tanques de almacenamiento
- Secadores
- Centrífugas
- Intercambiadores de calor
- Sistema de transportador neumático
- Ventiladores
- Bombas

CAPITULO 3

BASES DE DISEÑO

BASES DE DISEÑO

En este capítulo se presentan las Bases de diseño para el caso de estudio con los conceptos que aplican específicamente, indicando con NA (No aplica), todos aquellos aspectos que no deben ser considerados en el proyecto. Este documento es un formato general que deberá ser llenado siempre al inicio de cada proyecto, razón por la cual se estructuró en una hoja electrónica para facilitar su elaboración.

CONTRATO No FQP-47

CLIENTE OVAPSA

LOCALIZACION DE LA PLANTA Altamira Tamaulipas

CONTENIDO

3.1 ASPECTOS GENERALES

3.2 ASPECTOS ECONÓMICOS

3.3 SERVICIOS

3.4 RECIPIENTES A PRESION

3.5 INTERCAMBIADORES DE CALOR

3.6 EQUIPO MECANICO

3.7 INGENIERIA CIVIL

3.8 TUBERIA

3.9 INSTRUMENTACION

3.10 ASPECTOS ELECTRICOS

3.11 CUBIERTAS PROTECTORAS

3.12 FACILIDADES DE SEGURIDAD

3.13 FACILIDADES DE TRANSPORTE

3.1 ASPECTOS GENERALES

A. Descripción del proyecto Producción de poliestireno de propósitos generales poliestireno de mediano impacto, poliestireno de alto impacto

Contrato No. FQP-447

1. Cliente OVAPSA

2. Nombre de la planta Planta de poliestireno

3. Localización de la Planta Altamira Tamaulipas

4. Este es un proyecto (básico, expansión, otro)
Especificar Expansión.

5. Unidades: _____

6. El sistema de mediciones será (Ingles, Métrico, Otro).
Especificar: Ingles

7. Contaminación atmosférica (para materiales y selección de cubiertas protectoras

a) Humedad extrema (clima tropical) 100%

b) Exposición marina (brisa salina) no

c) Tormentas de arena no

no

e) Exposición a polvos conductivos o corrosivos (carbono, oxido de fierro, nitratos de amonio o fosfatos, etc.)
no

f) Exposición a agentes corrosivos (ácido nítrico, o ácido sulfúrico, cloro, cáusticos, etc.)
no

3.1 ASPECTOS GENERALES

A. Descripción del proyecto Producción de poliestireno de propósitos generales poliestireno de mediano impacto, poliestireno de alto impacto

Contrato No. FQP-447

1. Cliente OVAPSA

2. Nombre de la planta Planta de poliestireno

3. Localización de la Planta Altamira Tamaulipas

4. Este es un proyecto (básico, expansión, otro)
Especificar Expansión.

5. Unidades: _____

6. El sistema de mediciones será (Ingles, Métrico, Otro).
Especificar: Ingles

7. Contaminación atmosférica (para materiales y selección de cubiertas protectoras

a) Humedad extrema (clima tropical) 100%

b) Exposición marina (brisa salina) no

c) Tormentas de arena no

no

e) Exposición a polvos conductivos o corrosivos (carbono, oxido de fierro, nitratos de amonio o fosfatos, etc.)
no

f) Exposición a agentes corrosivos (ácido nítrico, o ácido sulfúrico, cloro, cáusticos, etc.)
no

3.1 ASPECTOS GENERALES (continuación)

B. Códigos y Estándares aplicables

1. Especificar La planta deberá ser diseñada de acuerdo con los códigos indicados a continuación.

2. El diseño y la construcción será conforme a la última edición de los siguientes códigos y/o regulaciones:

	Nacional	Estado, local o extranjero
Recipientes a presión	ASME VIII	<u>Extranjero</u>
Calderas	ASME I	<u>Extranjero</u>
Edificios	ANSI	<u>Extranjero</u>
Estructuras	AISC	<u>Extranjero</u>
Eléctrica	NEC, NEMA	<u>Extranjero</u>
Sanitaria	EPA	<u>Extranjero</u>
Advertencia de aviones	FAA	<u>Extranjero</u>
Seguridad	OSHA, NFPA	<u>Extranjero</u>
Contaminación de agua	EPA	<u>Extranjero</u>
Contaminación de aire	EPA	<u>Extranjero</u>
Ruido	OSHA	<u>Extranjero</u>
Sistema contra incendio	UL, NFPA	<u>Extranjero</u>
Tubería	ASME/ANSI	<u>Extranjero</u>
Concreto	ACI	<u>Extranjero</u>
Carreteras	AI, AASHO	<u>Extranjero</u>
Materiales	ASTM, ASME	<u>Extranjero</u>
Equipo Mecánico	NEMA, API	<u>Extranjero</u>
Soldadura	ASME IX	<u>Extranjero</u>

3.1 ASPECTOS GENERALES (continuación)

B. Códigos y Estándares aplicables (continuación)

2. Códigos y regulaciones:

	Nacional	Estado, local o extranjero
Intercambiadores de calor	TEMA, ASME, API	<u>Extranjero</u>
Tanques	API	<u>Extranjero</u>
Control de Quemadores		<u> </u>
Calderas Tipo Paquete	FM,FIA	<u>NA</u>
Calentadores de proceso	API-RP	<u>NA</u>

Otro

3.2 ASPECTOS ECONOMICOS

1. Evaluaciones económicas (deberán, no deberán) se hechas NO
2. Tiempo de recuperación de la inversión _____ Operando 8300 hrs/año
3. Los impuestos (deberán, no deberán) ser incluidos en la evaluación _____
4. Costos de los servicios son

a. Vapor 150 psig _____ c/1000 #
 _____ psig _____ c/1000 #
 _____ psig _____ c/1000 #
 _____ psig _____ c/1000 #

b. Agua _____ c/1000 gals
 _____ c/1000 gals
 _____ c/1000 gals

c. Condensado _____ c/1000 gals

d. Combustible -- aceite _____ \$ Bbl

Gas _____ c/1000 scf
 Carbón _____ \$/longton
 Otro Especificar _____

e. Energía eléctrica _____ c/KWH

f. Aire _____ c/1000cf

g. Químicos _____ \$/lb

h. Costo de la hora-hombre _____ usd\$/h-h.

Comentarios: _____

3.3 SERVICIOS

A. Vapor

1. Calidad requerida del vapor

99.99 %

SERVICIO	PRESION. PSIG				MAX	DISPONIBLE
	NORMAL	MAX	MIN	CALIBRAC.* VALV. SEG.	° F	#/HR.
Alta presión						
Media Presión	150	150	150	225	Saturado	no
Baja presión						
Deaerador						

* A LA SALIDA DEL SOBRECALENTADOR

2. En área de proceso en el equipo : (excepto turbinas de vapor)

NA

SERVICIO	PRESION. PSIG				TEMPERATURA °F		
	NORMAL	MAX	MIN	DISEÑO	NORMAL	MAX	DISEÑO
Alta presión							
Media presión							
Baja presión							
Descarga limpia							
Descarga aceitosa							
Deaerador							

3.3 SERVICIOS (continuación)

3. Turbinas de vapor NA

Condiciones del vapor	NORMAL *		MAXIMO		Calibración de la Valv. de Seg. en Cabezal
	PSIG	° F	PSIG	° F	PSIG
Alta presión					
Media presión					
Baja presión					
Exhaust					

* Igual o menos que la presión establecida en la placa de la turbina.

**NEMA Std. SM-21 estados que durante condiciones anormales la presión de vapor en la entrada de la turbina pueda exceder la presión a la cual trabaja brevemente por mucho como 20 por ciento, pero sin exceder un periodo de operación de 12 horas por mes.

B. Condensado

1.El condensado (será, no será) recuperado **SI**2.Condensado desde 150 psig de vapor descargará a 10 psig a

3.Condensado desde _____ psig de vapor descargará a _____ psig a

Comentarios:

3.3 SERVICIOS (continuación)

c. Agua

DESCRIPCION	SERVICIO				
	AGUA CRUDA	AGUA DE SERVICIO	AGUA DE ENFRIAMIENTO	AGUA CONTRA INCENDIO	OTRO
Fuente de suministro	Río		Clarifloculador		
Regreso					
Presión de entrada en psig	5		60		
Presión de retorno en psig			20		
Presión de diseño del sistema, en psig			150		
Temperatura de suministro para diseño de cambiadores de calor °F			85		
Temperatura de retorno para diseño de cambiadores de calor °F			115		
Disponibilidad, GPM			ninguna		
Cabezal enterrado			no		
Tratamiento Requerido	si		si	no	
Análisis: (ppm)					
pH	7.5				
Dureza Total como CaCO ₃	80				
Calcio	56				
Magnesio Mg	24				
Sodio	55				
Hidrógeno	0				
Cationes totales	135				
Bicarbonato como HCO ₃	108				
Carbonatos	0				
Hidróxilos	0				
Sulfatos como CaCO ₃	12				
Cloruro como CaCO ₃	15				
Aniones totales	135				
Bióxido de carbono (CO ₂)					
Sílice como SiO ₂	7.4				
Color	30				
Turbidez	100				

1. Para la torre de enfriamiento usar una temperatura de bulbo húmedo de 80 °F

a. Presión de retorno de agua de enfriamiento: _____ PSIG

2. Compañía consultora del cliente para tratamiento de agua: ninguna

DESCRIPCION	SERVICIO				
	AGUA TRATADA	AGUA PARA CALDERA	AGUA DESMIN	AGUA CONTRA INCENDIO	OTRO
Fuente de suministro				Red contra ince.	
Regreso					
Presión de entrada, en psig					
Presión de retorno, en psig					
Presión de diseño del sistema, en psig					
Temperatura de retorno para suministro para diseño de cambiadores de calor °F					
Temperatura de retorno para diseño de cambiadores de calor °F					
Disponibilidad, GPM					
Cabezal enterrado					
Tratamiento requerido	si	si	si	no	
Análisis: (ppm)					
pH	7	7	7		
Dureza total como CaCO ₃		0	0		
Calcio como Ca	0	0	0		
Magnesio como Mg	0	0	0		
Bicarbonato como HCO ₃	0	0	0		
Sulfato como SO ₄	0	0	0		
Cloruro como Cl	1	1	1		
Sílice como SiO ₂	0.03	0.03	0.03		
Sólidos Totales					

3.3 SERVICIOS (continuación)

D. Aire

	SERVICIO		
	AIRE DE LA PLANTA	AIRE DE INSTRUMENTO	Otro
¿Se suministrará un nuevo sistema?			
Accionador del compresor			
El sistema presente (proporcionará,) no proporcionara aire seco)			
Presión del sistema en psig			
Capacidad, SCFM-			
Punto de rocío requerido - °F @ la presión del sistema			
¿El sistema actual suministra aire libre de aceite?			

Comentarios:

E. Gas inerte

1. Un sistema de gas inerte (es, no es) existente.
2. Un sistema de gas inerte (será, no será) suministrado.
3. Tipo de sistema: _____

4. Capacidad de sistemas: _____

Un nuevo sistema o sistema de combustibles (será, no será) suministrado.
 El tipo será (aceite, gas, carbón, otro) con una capacidad de:

3.3 SERVICIOS (continuación)

F. Combustible

1. El sistema de combustible existente (tiene, no tiene) capacidad adecuada.

El gas de refinería (se usará, no se usará), como combustible sobre las siguientes bases No aplica

Un nuevo sistema o sistema de combustibles (será, no será) suministrado.
 El tipo será (aceite, gas, carbón, otro) con una capacidad de:
Aceite para producir 125 psi de vapor

2. Aceite y características	FO	FG
Tipo de combustible	_____	
Valor de calentamiento: HHV.....	_____	
LHV.....	_____	
Gravedad específica.....	_____	
H/C Razón (por peso).....	_____	
Temperatura en quemador, Deg F	_____	
Viscosidad a _____ °F	_____	
Presión disponible en el quemador, psig	_____	
Presión de vapor de atomización psig	_____	
Presión de atomización de aire, psig	_____	
Contenido de vanadio, ppm (para combustibles líquidos)	_____	
Contenido de sodio, Por ciento en peso	_____	
Contenido de azufre, Por ciento en peso	_____	
Gas: Peso molecular	_____	
Composición. Por ciento mo.	_____	

3.3 SERVICIOS (continuación)

2. Características de aceite y gas

Disponibilidad, gpm, scfh

Caída de presión psig

COMBUSTOLEO	GAS COMBUSTIBLE
	LA REQUERIDA

3. Carbón

NA

Suministrar el análisis químico lo mas preciso y reciente, el tipo de carbón, su preparación (fluidizado, brasas), poder calorífico, contenido de ceniza, disposición, almacenamiento, tamaño, manejo, etc.)

Comentarios: _____

3.4 RECIPIENTES A PRESION _____

A. Recipientes a presión no expuestos al fuego

1. Los siguientes códigos, del estado o local (deberán, no deberán) aplicar

2. En caso de haber conflicto entre los códigos y estándares tomar las condiciones más rigurosas.

3.5 INTERCAMBIADORES DE CALOR

2. En caso de haber conflicto entre los códigos y estándares tomar las condiciones más rigurosas.

A. INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBOS Y CORAZA

1. Los intercambiadores de calor de tubos y coraza (serán, no serán) diseñados de acuerdo con:

2. Los siguientes códigos, federal, del estado o local aplicarán:
(Extranjero) TEMA (Standards of tubular Exchanger Manufactures)

3. La longitud máxima para tubo para tubulares será 20 ft.
4. La limitación en el diámetro del haz de tubos es de: 36 in.
5. La limitación en el peso del haz de tubos es de: _____ tons.
6. Los factores de obstrucción será del lado del agua Otro

7. El tamaño recomendado de pitch para tubulares será
Lado de la coraza.

Fluido limpio (factor de obstrucción < 0.001)	15/16 TRIANGULAR
Fluido sucio (factor de obstrucción > (0.001)	1 CUADRADO

Tamaño de tubos recomendados para tubulares	Fluido limpio (factor de obst < 0.005)	Fluido sucio (factor de obst > 0.005)
a) Acero --O.D	<u>3/4</u>	<u>1</u>
BWG (min) (avg)	<u>16</u>	<u>16</u>
b) Aleación--O.D.	<u>3/4</u>	<u>1</u>
BWG (min) (avg)	<u>16</u>	<u>16</u>

B. INTERCAMBIADORES DE DOBLE TUBO

1. Los intercambiadores de calor de doble tubo (serán, no serán) (serán, no serán) diseñados de acuerdo con :

2. Los siguientes códigos, federal, del estado o local aplicarán

3. La longitud máxima del tubo será 12 ft

3.5 INTERCAMBIADORES DE CALOR (continuación)

C. ENFRIADORES CON AIRE

1. Enfriadores con aire será usado en los siguientes puntos:

No aplica

2. Los siguientes códigos Federal, estatal y local aplicará:

No aplica

3. La temperatura de diseño del aire a la entrada será de NA ° Fbulbo seco

4. La temperatura mínima ambiente será de NA ° Fbulbo seco

5. Los ventiladores serán de tipo NA (Inducido y forzado)

6. La longitud de los tubos para enfriadores de aire será de NA ft

7. El tamaño de los tubos para enfriadores de aire será

a) Acero --O.D.	<u>NA</u>
BWG (min) (avg)	<u>NA</u>
b) Aleación --O.D.	<u>NA</u>
BWG (min) (avg)	<u>NA</u>

D. Calderas de Recuperación

1. Los siguientes intercambiadores de calor de proceso generarán vapor

NA

2. Estos intercambiadores serán diseñados de acuerdo al código ASME de recipientes a presión (Sección I para calderas, sección VIII para Recipientes a presión no expuestos al fuego.

Comentarios: NA

3.5 INTERCAMBIADORES DE CALOR (continuación)

E. Calentadores a fuego directo NA

1. Los siguientes códigos, federal, estatal o local aplicarán.

(aceite, gas, combinación)

3. Los pilotos de los quemadores (serán, no serán) suministrados para cada quemador.

4. La eficiencia mínima a ser considerada es _____ %

5. La altura mínima de la chimenea sobre el nivel de piso es de: _____ ft.

6. El tipo de chimenea será _____

7. Los calentadores de aire (serán , no serán) suministrados

Comentarios: _____

8. Soplador de hollín (preparaciones para futuros sopladores de hollín)

3.6 EQUIPO MECANICO

A. Bombas, Compresores Ventiladores y Turbinas

1. Bombas, compresores y turbinas (serán, no serán) especificados de acuerdo con (estándares de la compañía)

Comentarios: _____

2. Los siguientes códigos Federal, estatal, y local aplicarán:

API, Normas Oficiales Mexicanas

2. Las bombas reciprocantes accionadas por vapor (serán, no serán) aceptadas por uso limitado NA

3. Las turbinas de vapor deberán descargar : NA

5. El diseño del ventilador de aire usará

82 % humedad relativa

81 ° F temperatura de bulbo seco

B. Criterios para los accionadores y equipos de relevo

1. El accionador primario será:

a)

Equipo	Motor eléctrico	Turbina	Otro
Bombas	X		
Compresores	X		
Sopladores	X		
Ventiladores	X		

b) Excepciones será Ninguna

3.6 EQUIPO MECANICO (continuación)

B. Criterios para los accionadores y equipos de relevo

2. Los relevos para el equipo se deberán suministrar de la siguiente manera:

Equipo	Todos	Servicios Indispensables únicamente	Servicios Compartidos	3@50% Permitido	Otro
Bombas		X			
Compresores		X			
Ventiladores		X			

b) Excepciones serán NINGUNA

3. Los accionadores para el equipo de relevo serán:

a)

Equipo	Motor eléctrico	Turbina	Otro
Bombas	X		
Compresores	X		
Ventiladores	X		

b) Las excepciones serán: NINGUNA

3.7 INGENIERÍA CIVIL

A. Preparación del sitio

La preparación del sitio (será, no será) de acuerdo con: Estándares del Cliente

Comentarios: _____

B. Condiciones del suelo

1. Un estudio de mecánica de suelos (tiene, no tiene) que realizarse en el área. NO

El estudio (está, no está) disponible: SI

El cliente asesor es _____ NA

2. (Hay, No Hay) cimientos existentes u obstrucciones bajo la superficie incluyendo formaciones de roca en el área. NO

Las obstrucciones son _____ NA

Una sección (es, no es) disponible. NA

3. Diseño de los cimientos: De acuerdo con normas de la Comisión Federal de Electricidad

Otros estándares que aplican son: _____ AISC

a. El nivel de agua subterránea está a: 150 ft 6 in.

b. Carga permisible 100 psf at 30 ft.

c. Nivel freático 150 ft 6 in

d. Pilotaje (es, no es) requerido. NO

4. Tipo y tamaño para pilotes

Capacidad _____

Elevación máxima _____

Resistencia lateral _____

3.7 INGENIERIA CIVIL (continuación)**B. Condiciones de suelo (cont'n))**

5. Tipo de cimientos

- a) Equipo principal, edificios y estructuras AISC, CFE
- b) Equipo secundario, soportes de tubo
- c) Otro Estándares del contratista con aprobación del cliente

C. Escurrimientos de agua/conductos de desagüe/conductos de desagüe

- a) El pavimento (será, no será) previsto en el área de proceso. **SI**

El requerimiento es Estándares del contratista con aprobación del cliente

- b) Las vías de acceso (deben, no deben) ser pavimentada. **SI**

- c) Factores de diseño de escurrimiento --Áreas pavimentadas (FW=1,0)

Áreas pavimentadas 1.0

Áreas no pavimentadas 1.0

- d) Las calzadas serán pavimentadas de acuerdo a los siguientes estándares:

Normas Oficiales Mexicanas

Comentarios:

2. Los siguientes sistemas de drenaje serán previstos:

Alcantarillado de agua limpia SI

Drenaje de agua aceitosa NO

Drenaje sanitario SI

Drenaje químico SI

Otro

Comentarios:

3.7 INGENIERIA CIVIL (continuación)

D. instalaciones para tratamiento de agua residual.

son (completamente existentes, parcialmente existentes), serán suministradas como sigue:

Tipo de desecho	Existente	Parcialmente existente	Suministrado por el cliente	
Aceitoso	x			
Sanitario	x			
Químico	x			
Otro				

2. Los siguientes códigos (Federal, Estatal, Local, o extranjero) son aplicables

Comentarios: _____

E. Datos del clima

1. La temperatura de diseño para invierno será

44.6 ° F

2. La dirección de los vientos reinantes es

NE-SO (Verano)

NE-SO (Invierno)

de los vientos para varias zonas altas (será, no será) especificado en el Manual de Obres Civiles de la Comisión Federal de Electricidad

3.7 INGENIERIA CIVIL (continuación)

E. Datos del clima

4. La velocidad del viento a ser usada para diseño de estructuras será 100 mph para 100 ft.

0.7 in.1 in.

La precipitación pluvial en 12 horas para un periodo de 10 años es:

0.8 in

La máxima precipitación pluvial en 24 horas en un periodo de 5 años es

1.1 in.

6. El diseño para precipitación de nieve será NA psf.

7. La zona sísmica (será, no será) de acuerdo con el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad

Comentarios: _____

8. El sitio (esta , no esta) sujeto a posibles condiciones de inundación

SI

2 ft.

Comentarios: _____

F: Elevación

1. La elevación final de la planta ha sido establecido como 5 FT

por encima del nivel del mar, el cual deberá ser considerado como el punto más bajo de pavimentación

2, Para el diseño de la elevación de la planta (se considerará

el nivel 100'-0".

Comentarios: _____

3.7 INGENIERIA CIVIL (continuación)

K. Edificios

Requerido	SI	Tipo de construcción	CONCRETO
Casa de bombas		<u>Bases de concreto con anclajes</u>	
Casa de calderas	NA		
Central eléctrica		<u>Cuarto de 1 piso con techo de concreto</u>	
Caseta	NA		
Proceso		<u>Estructuras, bases de concreto para equipos</u>	
Protección especial a equipos será como sigue: _____			

2. Los siguientes códigos de construcción (Estado, Local) aplicarán:
MANUAL DE Obras Civiles de CFE

3. a) El aire acondicionado (será, no será) suministrado para la casa de control

SI

b) Otros edificios donde el aire acondicionado es requerido son:

NINGUNO

4. a) La presurización (es, no es) requerida para la subestación.

NA

b) Otros edificios donde la presurización es requerida son: _____

NA

5. Temperatura ambiente para diseño en invierno 7 ° F bulbo seco

6. Temperatura ambiente para diseño del sistema de aire acondicionado

85 ° F bulbo húmedo.

7. Temperatura de diseño en el interior del edificio

60 ° F

Comentarios: _____

3.7 INGENIERIA CIVIL (continuación)

G. Materiales de construcción

1. Materiales especiales de construcción adicionales y lugares donde son requeridos son: _____

2. Las plataformas y pasillos elevados serán de
Estructura metálica

Comentarios: _____

H. Edificios NA

Comentarios: _____

Requerido: Tipo de construcción

Administración	_____
Casa de control	_____
Cafetería	_____
Vestidores	_____
Casa de compresores	_____
Tienda	_____
Almacén	_____
Laboratorio	_____
Subestación	_____

I. Seguridad

1. Perímetro cercado (será, no será) suministrado. NA

Tipo: _____

2. Area cercada (será, no será) suministrada. NA

Tipo: _____

Areas donde el cercado es requerido: _____

3.8 TUBERIA

A. La tubería deberá ser diseñada de acuerdo con la ultima edición del Adendum del código ASME/ANSI B31.3 para tubería a presión en plantas químicas y refinerías y ASME/ANSI B31.1 para plantas de potencia

mencionados se enviarán a la fecha de contrato.

Comentarios: _____

1. Fluido de servicios Categoría D y categoría M

Se requiere ASME/ANSI B31.3 para identificar aquellos fluidos de servicios los cuales que están en la categoría D y M. categoría D y categoría M.

a) Para la categoría D. En un fluido de servicio aplica lo siguiente:

- (1) El fluido no es flamable y no tóxico
- (2) La presión de diseño no debe exceder de 150 psig.
- (3) La temperatura de diseño es desde -20 ° F a 366 ° F.

Estos servicios son los siguientes: Agua de proceso, agua de enfriamiento,

agua tratada

3.8 TUBERÍA (continuación)

b) Un fluido de servicio en el cual una simple exposición a una cantidad muy pequeña de un fluido tóxico, causado por una fuga, puede producir serios daños irreversibles al personal, por respiración o por contacto directo, aun cuando se tomen las medidas de precaución.

Esos servicios son los siguientes NA

2. Líneas de servicios cíclicas severas NA

El diseñador requiere usar ASME/ANSI B31.3 para identificar aquellas líneas sujetas a condiciones cíclicas severas. Estas condiciones existen cuando el número de ciclos exceden 7000; o cuando otras condiciones produzcan un efecto equivalente.

Esas líneas son las siguientes: _____

3.9. INSTRUMENTACION

A. La instrumentación y los sistemas de control serán proporcionados de acuerdo con Diagramas de flujo de Ingeniería. El estándar de instrumentación será:

ISA

Otro

Comentarios: _____

B. Sistema de control y tipo de instrumentación

Sistema de control basado en microprocesador. El sistema incluye

Control Distribuido sencillo localización control

Respaldo del despliegue analógico 100 %

Respaldo del control microproces. 100 %

Configuración del programa por

Cliente

Computadora de proceso como parte de sistema de control. Detalles en la sección "computadora".

Control binario como una parte del sistema de control. Detalles en la sección de "sistemas".

Tipo computadora de proceso

Parte del sistema de microprocesador

Unidad separada

Las funciones de la computadora incluye

Datalogging

Control de supervisión

Resultados gráficos

DDC

Reducción de datos

Control Binario. Detalles in "Systems" Section, Computadora suministrada por:

Contratista

Cliente

Configuración programada por:

Contratista

Cliente

Control Avanzado / Optimización por:

Cliente

Otro _____

Sistemas de control electrónico convencional

La instrumentación electrónica será una instalación de seguridad

Sistema de control neumático

- Sistema de adquisición de datos por separado
Las señales manejadas incluye

- Termopar
 Contacto cerrado

- 4-20 MA
 Otro
 Multiplexor de campo
 Cableado

- c. Cuarto de control / Panel

El cuarto de control será:

- Cuarto de control central sencillo
 Cuartos de control múltiple uno para cada área / Unidad Grupo
 Cuartos de control central con cuartos de control con satélite para áreas/unidades

3.9 INSTRUMENTACION (continuación)

C. Cuarto de control /Panel

- Opción de control distribuido para un tipo de cuarto específico:
Controladores montados en campo (clima controlado)

Comentarios: _____

El panel de control será:

- Sistema basado en microprocesadores o en consolas
de computadora

Panel de control Semi-Grafico

Panel de control No gráfico

Otro _____

La configuración del panel de control será:

Convencional

K-Estilo

Otro _____

Dispositivos auxiliares

Dispositivos de alarma serán:

Anunciadores Convencionales

CRT-Basado

Otro

D. Sistemas de control especial

 Sistema de apagado y encendido Controlador lógico programable Parte del Sistema Principal de Control.

Control de secuencia

 Controlador lógico programable Parte del Sistema Principal de Control. Mezclado Sistema basado en un microprocesador Parte del Sistema Principal de Control. Tanque aforador Tratamiento de agua Otro

E. Analizadores

Lista requerida de analizadores:

3.9 INSTRUMENTACION (continuación)

E. Analizadores

Comentarios: _____

Localización de analizadores

- Local Enclosures
 Casa Central Analizadora
 Area/Unidad analizadora

 F. Empaque de Equipo de Instrumentación
 Instrumentación Suministrada por:

- Contratista
 Fabricante

 Instrumentación Suministrada
 por el fabricante

- Suministrado a Foster Wheeler
 Standards
 Otro

Comentarios: _____

G. Válvulas de control

Tipo primario de válvula de control modulado será

- Tipo-Globo
 Tipo Mariposa
 Tipo Tapón Rotatorio
 Otro

Otros tipos serán usados como sea requerido por el proceso

Las principales tipos de válvula son:

- Tipo Mariposa
 Tipo Bola
 Tipo Tapón Rotatorio
 Tipo Globo
 Otro

Comentarios: _____

H. Requerimientos especiales de aprobación:

La aprobación de instrumentos y/o sistemas es requerido por:

_____ _____
 _____ _____

Comentarios: _____

J. Comentarios Generales

3.10 REQUERIMIENTOS ELECTRICOS

A. Suministro de energía eléctrica

Las características de la corriente serán las siguientes:

1. Por CFE: 13800 Volts 3 ph 60 Hz KVA
 2. Por generación propia NA Volts ph Hz KVA
 3. La fuente de poder será localizada a límites de batería

El tipo de interconexión entre el suministro por CFE y la recepción en la planta será: NA

4. El máximo corto circuito es NA MVA at V.

5. La capacidad máxima permisible para arranque de motores será de: MVA.

6. El factor de potencia mínimo aceptable es NA

7. Una fuente de poder de emergencia (será, no será) suministrada por.

Comentarios: NA

8. Una fuente de poder ininterrumpible (será, no será) suministrada por.

Comentarios: NA

B. Utilización de Voltajes

SERVICIO	RANGO DE POTENCIA hp DESDE	A	VOLTAGE	FASE	Hz
Motores		hasta 1	110	1	60
	1.5	150	220-240	3	60
	151	3000	4160	3	60
	3001	mayores	13600	3	60
Instrumentos					
Distribución de la eliminación					

3.10 REQUERIMIENTOS ELECTRICOS (continuación)

C. Distribución e Iluminación

1.

Servicio	Subterráneo	Externo	Entierro directo	Conduit	Tray
Potencia ISBL					
OSBL					
Iluminación ISBL					
OSBL					
Instrumento ISBL					
OSBL					
Otro					

2. La clasificación de área (será, no será) diseñada por: si y NFPA
 (API RP 500A)

Comentarios: _____

3. La localización de subestaciones y estaciones de control de motores (será, no será) seleccionado por: NO

Comentarios: _____

4. Características de la iluminación:

Tipo	Areas o localización
Incandescente	Planta
Fluorescente	
Vapor de mercurio	Oficinas
Círo	

3.10 REQUERIMIENTOS ELECTRICOS (continuación)

D. Distribución e Iluminación

5. Iluminación adicional (será, no será) suministrada. Si

Tipo	Localización
Emergencia _____	Planta y cuarto de control _____

Obstrucción de aviación _____

Otro _____

6. Iluminación externa (será, no será) suministrada Si

E. Condiciones climáticas de diseño

1. Las condiciones generales listadas en la Sección I aplicará.

2. Las máximas temperaturas ambientes son:

Motores y MCC's (normal 40 ° C)	_____	42 C
Transformadores (8 horas) (normal 30 ° C)	_____	32 C
Cableado exterior (normal 30 ° C)	_____	32 C
Cableado subterráneo (normal 20 ° C)	_____	28 C

F. Requerimientos de Misceláneos

1. Un sistema de alarma contra incendio (será, no será) suministrado.

Si

2. Un sistema de teléfono (será, no será) suministrado.

Si

3. Un sistema de comunicaciones de radio (será, no será) suministrado.

Si

Comentarios: _____

3.11 AISLAMIENTO Y PINTURA PROTECTORA

A. Aislamiento para equipo y tubería caliente.

1. Aislamiento para equipo y tubería caliente (será, no será)
de acuerdo con. Normas Oficiales Mexicanas
Comentarios: _____

2. La temperatura ambiente para servicio caliente será
_____ 104 ° F

3. La velocidad del viento para fluido caliente será _____ 100 mph.

B. Aislamiento para tubería fría y equipo.

1. La temperatura de diseño ambiente para servicio frío será
_____ NA ° F

2. La humedad relativa de diseño para servicio frío será
_____ NA % at _____ NA ° F

3. La velocidad de diseño del viento para servicio frío será _____ NA

C. Las preparaciones especiales para invierno (serán, no serán) de acuerdo
con: _____ NA
Comentarios: _____

2. La temperatura ambiente de diseño será _____ NA

D. Calentamiento externo _____ NA

1. Calentamiento externo para tubería y equipo será (vapor, vapor enchaquetado, otro).
(vapor, vapor enchaquetado, otro).

Comentarios: _____

3.11 AISLAMIENTO Y PINTURA PROTECTORA (continuación)

E. Protección del personal

1. Tubería y equipo operando a o arriba de 140 ° F será suministrado con aislamiento para protección del personal

Comentarios: _____

F. A prueba de fuego

1. Equipo y soportes contra incendio (será, no será) suministrado de acuerdo con. Estándares del cliente

Comentarios: _____

G. Pintura

1. La pintura para toda la tubería, equipo y estructura (será, no será) de acuerdo con. Estándares del cliente

Comentarios: _____

H. Aislamiento de tubería subterránea

1. Tubería de acero subterránea aislada y protegida con una cubierta protectora (será, no será) de acuerdo con. NA

Comentarios: _____

3.12 INSTALACIONES DE SEGURIDAD

A. Contra incendio

Instalaciones contra incendio (serán, no serán) suministradas de acuerdo con. NFPA

Comentarios: _____

1. Nuevas bombas de agua contra incendio (por NFPA) (serán, no serán) suministradas SI

Comentarios: _____

2. Camión contra incendio (será, no será) suministrado. NO

Comentarios: _____

3. Un sistema de espuma (será, no será) suministrada. SI

Comentarios: _____

4. Los sistemas rociadores será suministrado como sigue

Localizaciones	Tipo	Área
Edificios		
Equipo		
LPG Recipientes		
Racks de tubería		
Racks de Carga		
Otro		

Comentarios: _____

5. Las estaciones de seguridad para lavado de ojos (serán, no serán) suministradas. SI

Comentarios: _____

3.12 INSTALACIONES DE SEGURIDAD (continuación)

B. Las instalaciones para purgar (será, no será) suministrado. SI

Comentarios: _____

2. Flamas: _____

3. Las válvulas de relevo que manejan vapor de hidrocarburos ventearán directamente a la atmósfera. NO

4. Las válvulas de relevo que manejan vapor de hidrocarburos ventearán al sistema cerrado de relevo SI

5. El sistema de relevo líquido (será , no será) combinado con el sistema de relevo de vapor NO

Comentarios: _____

6. El nivel de radiación permisible a nivel de superficie será (incluida la solar, no incluida la solar). _____

Comentarios: _____

7. Los requerimientos de control de la contaminación de aire son como sigue

De acuerdo a Normas Oficiales Mexicanas

3.12 INSTALACIONES DE SEGURIDAD (continuación)

C. Luces de advertencia de portaaviones NA

1. Luces de advertencia de portaaviones será suministrada en las siguientes estructuras altas.

Nota: ver también Sección Eléctrica

3.13 INSTALACIONES DE TRANSPORTE

A. 1. Las instalaciones de la Marina requeridas son (embarcadero, otra).
Muelle y Embarcadero

Comentarios: _____

B. 1. Las instalaciones de ferrocarril (será, no será) suministrado.
Por el cliente

2. Las instalaciones requeridas son (rack de carga, otra).

Comentarios:

3. Los servicios de caminos ferroviarios a la planta son:

C. 1. Las instalaciones de camiones (serán, no serán) suministradas.
Por el cliente

2. Las instalaciones requeridas son (rack de carga, otra)

Comentarios: _____

D. 1. Las instalaciones de seguridad de transporte marítimo (será,
no será) suministrado. Por el cliente

Comentarios: _____

E. 1. Las tuberías (serán, no serán) suministradas.
Por el cliente

Comentarios: _____

CAPITULO 4

INGENIERIA
CONCEPTUAL

INGENIERIA CONCEPTUAL

La ingeniería conceptual, en este trabajo, se representa a partir de los balances unitarios realizados en los equipos mas importantes del proceso, tales como: el reactor, el tanque de lavado, la centrífuga, el secador y el extrusor principalmente. Estos balances son el resultado del trabajo experimental y de plantas piloto correspondientes.

Los diagramas de bloques del proceso se muestran en las figuras 4E-1, 4E-2 y 4E-3, el cual nos indica la secuencia de transformación de las materias primas hasta el producto terminado, para la producción de poliestireno de propósitos generales, medio impacto y alto impacto. Es importante señalar que la diferencia en el proceso para cada tipo de poliestireno se da únicamente en el reactor, tanto en lo relativo a la cantidad de poliestireno como a la cantidad de polibutadieno y al tiempo de reacción.

La información anterior se usará para obtener el balance de materiales para cada sección de la planta de poliestireno. Para tal fin se suministran los datos de capacidad y el factor de servicio ubicados en el archivo llamado "POLIESTIRENO.XLS", en la hoja de calculo llamada "DATOS DE CAPACIDAD" y con los diagramas de bloques mencionados anteriormente se obtienen las cantidades que entran a la planta de poliestireno, los resultados se presentan en la hoja de calculo de excel llamada "BALANCE POR LOTES" ubicada en el archivo previamente mencionado.

Con esta información generada se elabora el Diagrama de Flujo de Proceso, que es la base para el dimensionamiento de los equipos y para el Diagrama de Tubería e Instrumentación y el Arreglo general de equipo.

4.1 Descripción Conceptual del Proceso

El proceso consiste en la suspensión de un número de pequeñas gotas de estireno de 0.15 a 0.50 mm de diámetro en agua.

4.2 Agentes de suspensión

Hay una gran variedad de agentes para lograr la suspensión, tales como: metil celulosa, etil celulosa, ácidos poliacrílico etc. Existen otros agentes como compuestos inorgánicos de magnesio y carbonato de calcio y fosfato de calcio.

Para este proceso se usa fosfato tricálcico y para mantenerlas a un determinado tamaño se usa como agente estabilizante el dodecilbencensulfonato.

4.3 Catalizadores para polimerización

Los catalizadores que se emplean en general, para iniciar la polimerización son principalmente los peróxidos, estos catalizadores pueden ser: benzoflós, diacetilo, laurofílo, caprofílo, y peróxidos de terbutilo. Para este proceso en particular se emplea el peróxido de benzofílo.

4.4 Propiedades Físicas

Las propiedades físicas de los polímeros tales como la porosidad, densidad y peso molecular dependen de muchos factores tales como: la composición del sistema de suspensión, del tipo y cantidad de agentes estabilizantes, el grado de agitación, la relación del monómero al medio de suspensión, el tipo y calidad del catalizador, temperatura, presión y presencia de impurezas. La cantidad del catalizador depende de la reactividad del monómero y del grado de polimerización deseada.

4.5 Temperatura y Velocidad de Reacción

En la mayoría de las reacciones de polimerización la temperatura es la variable más crítica a ser controlada. El grado de polimerización es una función directa de la temperatura así como la configuración o estructura del polímero. Si la temperatura es demasiado alta, se tiene un polímero de bajo peso molecular y como consecuencia un poliestireno de baja calidad.

El rango de temperatura para la polimerización de la mayoría de los monómeros es de 120 a 180 °F, dependiendo de la reactividad y volatilidad del monómero. Para el caso de estudio, la reacción se llevará a cabo a una temperatura de 194 °F

A continuación se muestra una tabla de formulaciones típicas para el proceso de Suspensión por lote para poliestireno.

Tabla 4E-1 Formulaciones Típicas Usadas para el Proceso de Suspensión por lote para Poliestireno

	Smith	Church
Estireno	100	100
Agua	400	68
Fosfato de Calcio	0.2	
Fosfato tricálcico		0.77
Metilo celulosa	0.5	
Dodecylbenzen sulfonato		0.00256
Peróxido de Diacetilo	0.3	
Peróxido de Benzofilo		0.204
Temperatura de la reacción (°F)	194°	190-200°
Tiempo del ciclo (horas)	6.5	3-4

Nota: Concentraciones expresadas en partes de la sustancia por cada 100 partes de monómero

A continuación se muestran los diagramas de bloques mencionados previamente para obtener los diferentes tipos de poliestireno.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE PARA POLIESTIRENO PARA PROPOSITOS GENERALES (P.E.P.G.)

FIGURA 4E-1

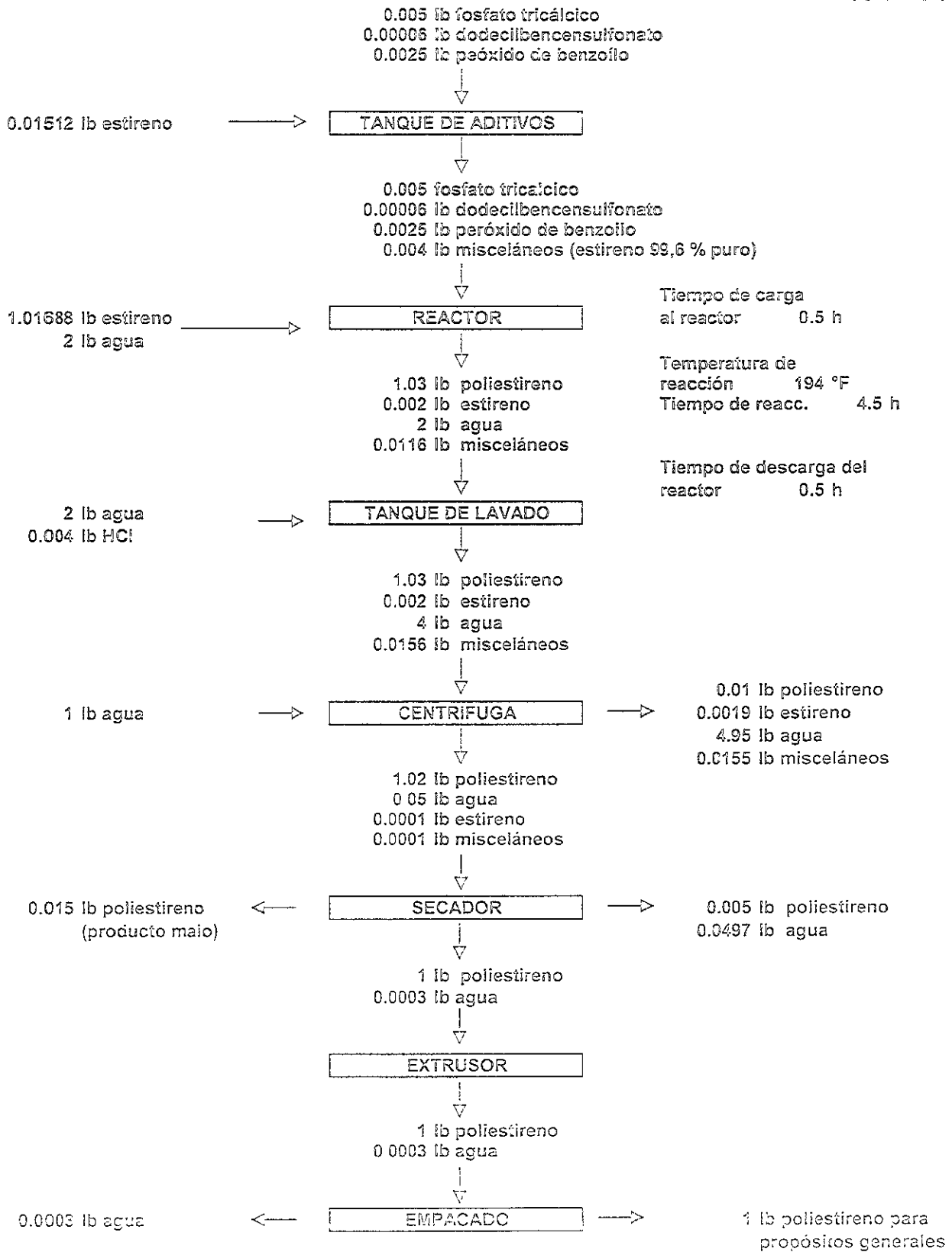
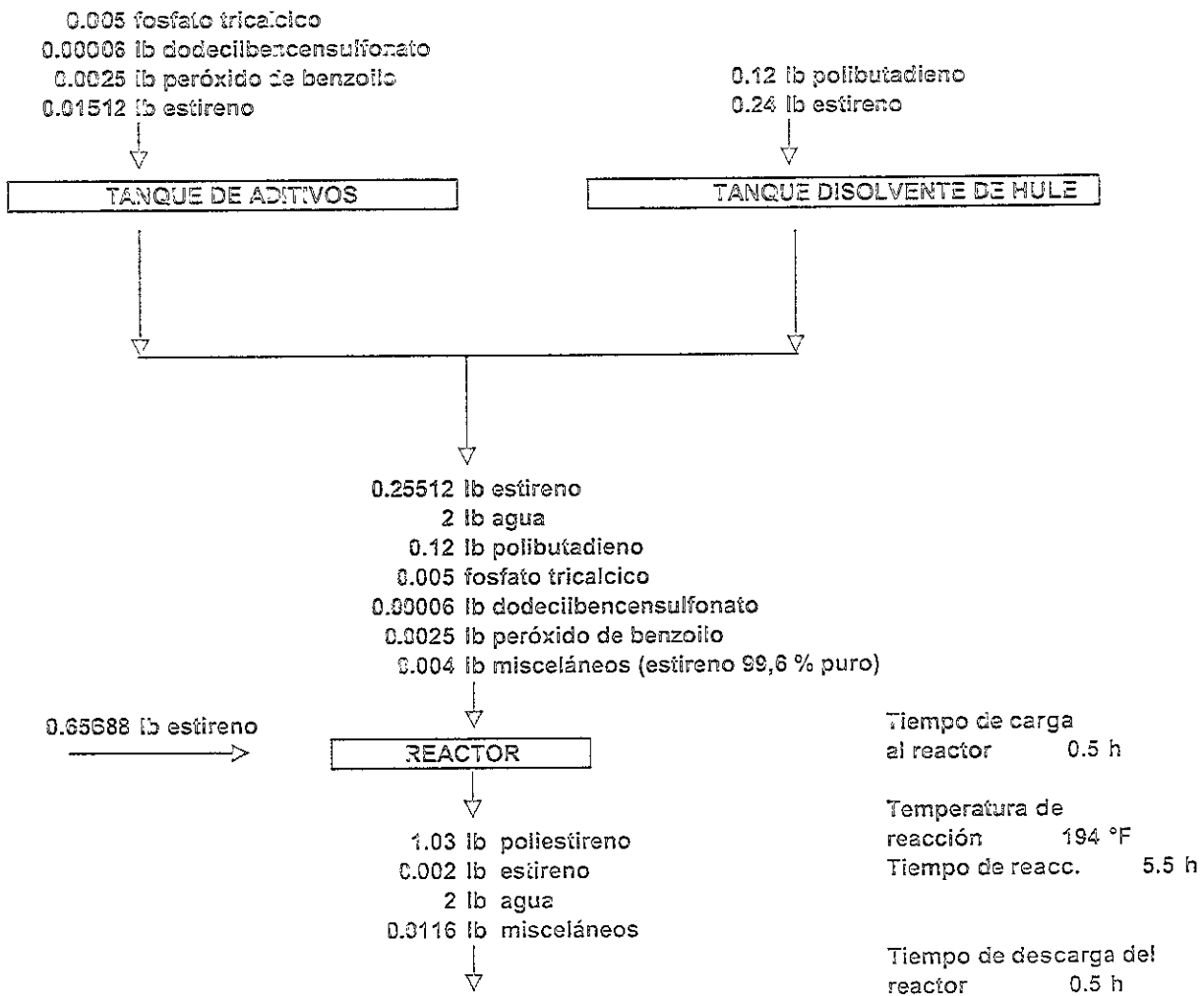


DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE PARA P.E.A.I.

FIGURA 4E-3



NOTA: LOS BALANCES UNITARIOS PARA LOS EQUIPOS SUBSECUENTES SON IGUALES AL BALANCE DE PROPOSITOS GENERALES

De los diagramas anteriores se puede observar que únicamente se modifican las proporciones de estireno y polibutadieno que se alimentan al reactor, cuando se producen poliestireno de propósitos generales, medio impacto y alto impacto. Los balances unitarios, después del reactor, son idénticos para cada uno de los tipos de poliestireno mencionados anteriormente.

También puede concluirse que hasta el reactor el proceso es por lotes y desde el tanque de lavado hasta el almacenamiento de poliestireno el proceso es continuo.

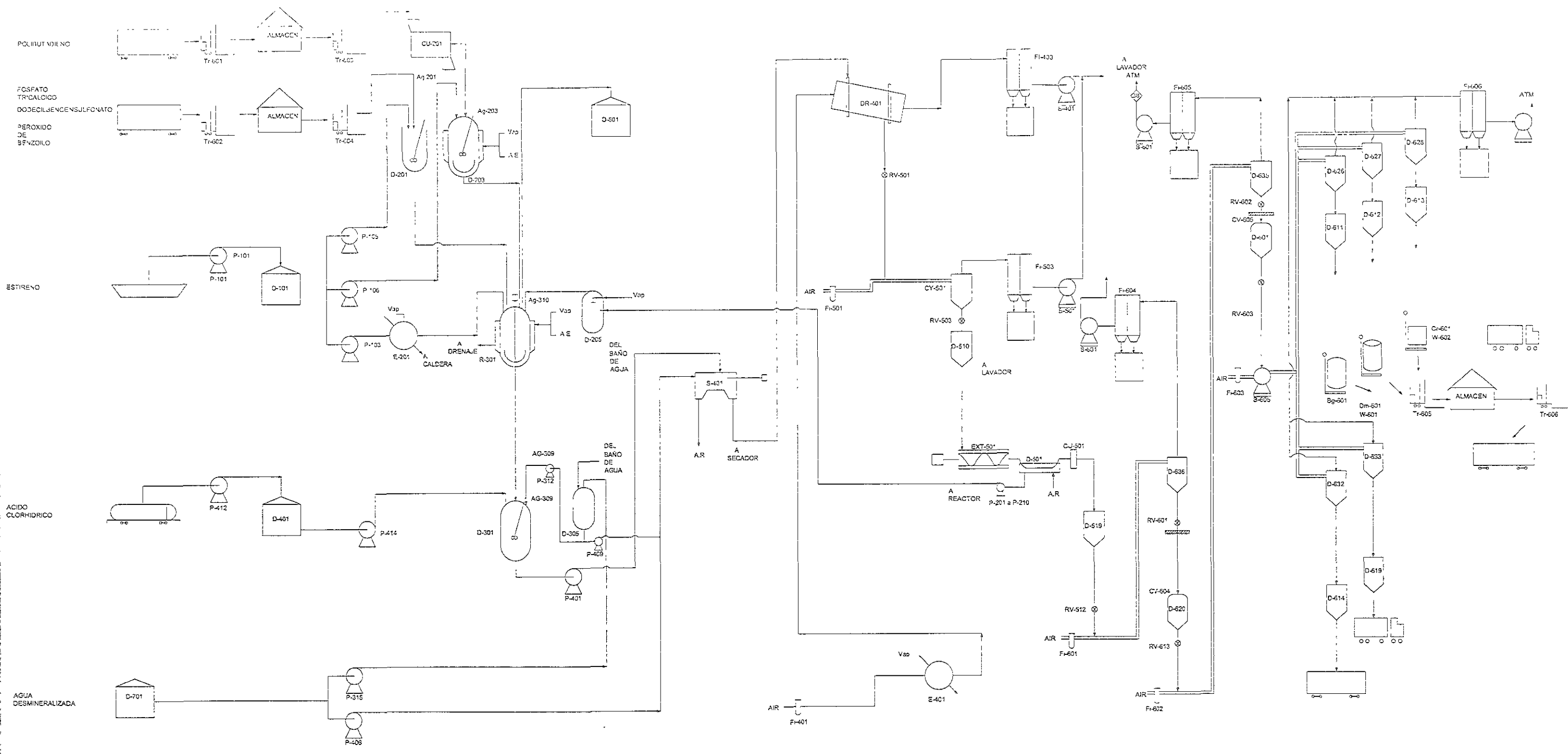
La sección del proceso por lotes incluye la preparación de los aditivos y la carga al reactor. La descarga del reactor necesita pasar por una etapa de lavado con ácido clorhídrico y posteriormente de la remoción de agua empleando una centrifuga.

Para lograr las especificaciones del extrusor, en cuanto a agua se refiere, es necesario alimentar la descarga de la centrifuga a un secador con aire.

El efluente del secador se alimenta al extrusor el cual, además de generar los "fideos" y enfriarlos con agua desionizada los alimenta a la cortadora para dar el tamaño de partícula especificada.

El producto se envía a los sistemas de empacado para su almacenamiento posterior.

A continuación se muestra el esquema del proceso para la producción de poliestireno de propósitos generales, medio impacto y alto impacto.



UNAM FQ		PLANTA DE POLIESTIRENO		UNAM FQ UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FECHA	NUMERO	ESQUEMA DE PROCESO		FACULTAD DE QUIMICA CONJUNTO E DEPTO. I.Q.	
ELABORADO	AGS-2701				
CORRECCIONES	AGS-2701				
REVISADO	AGS-2001				
		CONTRATO FQ-447		ESQUEMA No. PPS001 PAG. 56	

CAPITULO 5

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Una vez elaborada la ingeniería conceptual se procede a generar el diagrama de flujo de proceso en el que se muestran todos los equipos dentro de los límites de batería especificados en las bases de diseño. Para este caso de estudio se incluye la recepción de las materias primas hasta el empaclado final del producto. El diagrama de flujo de proceso se muestra en la parte final de este capítulo.

Con el propósito de comprender mejor la descripción del proceso, a continuación se presenta la nomenclatura usada para identificar los equipos que integran el proceso.

TABLA 5E-1 SIMBOLOGIA EMPLEADA EN EL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)

<i>Simbología del diagrama de flujo de proceso (DFP)</i>	<i>Significado de la simbología del diagrama de flujo de proceso (DFP)</i>
Ag	Agitador
ATM	Atmósfera
B	Ventilador
Bg	Empacador de bolsas
CY	Ciclón
Cr	Estación de llenado de tanques
Cu	Cortador
AE	Agua de enfriamiento
AD	Agua desionizada
D	Tanque
DR	Secador
Dm	Estación de llenado de recipientes
E	Intercambiador de calor
Ext	Extrusor
Fi	Filtro
P	Bomba
R	Reactor
RV	Válvula Rotatoria
S	Separador (centrifuga en este caso)
Vap	Vapor saturado
Tr	Montacargas
Ar	Agua de desecho
STA	Sistema de tratamiento de agua

TABLA 5E-2 CLAVES PARA LAS AREAS

100	Recepción y materias primas
200	Preparación de la alimentación
300	Reactores
400	Purificación del producto
500	Producto terminado
600	Almacenamiento y tubería
700	Servicios
800	Misceláneos

5.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso consiste en la producción de 3 tipos de poliestireno, a partir de estireno, poliestireno de propósitos generales (P.E.P.G.), poliestireno de mediano impacto (P.E.M.I), y poliestireno de alto impacto, agua desmineralizada (que funciona como el medio de suspensión), así como agentes químicos estabilizantes como el fosfato tricálcico, y dodecibencensulfonato, un catalizador en este caso peróxido de benzoilo, así como ácido clorhídrico para la neutralización de fosfatos y polibutadieno para la producción de poliestireno de mediano y alto impacto en diferentes proporciones.

El estireno es recibido en barco y es descargado al tanque de almacenamiento D-101 mediante las bombas de descarga P-101 y P-102. La salida del tanque D-101 es de tres corrientes y cada una de ellas se describe a continuación.

La primera corriente mediante la bomba de descarga P-105, transporta el estireno al tanque mezclador de aditivos D-201 desde el tanque de almacenamiento de estireno D-101, en donde se mezcla con los aditivos que son transportados desde el almacén con el montacargas Tr-604.

En el tanque D-201 el agitador Ag-201 mezcla el estireno con los aditivos (fosfato tricálcico, dodecibencensulfonato y peróxido de benzoilo), y una vez lograda una mezcla homogénea se descarga a cualquiera de los tres reactores de polimerización R-301, R-302 y R-303, dependiendo de cual de los tres tipos de polímeros se estén produciendo.

La segunda corriente de estireno es transportada por las bombas de descarga P-103 y P-104R desde el tanque de almacenamiento de estireno D-101 a cualquiera de los tres reactores de polimerización R-301, R-302 o R-303, después de pasar a través del

intercambiador de calor de estireno E-201, donde se incrementa la temperatura desde 77 °F hasta 194 °F; la transferencia de calor se realiza por medio de vapor de baja presión.

El agua que se emplea para la reacción proviene de los enfriadores con agua D-501 a D-509 y es enviada mediante las bombas P-201 a P-210 a los tanques D-205 y D-206 en donde se precalienta por contacto directo con vapor para posteriormente alimentarse a los reactores R-301, R-302 y R-303.

El agua desionizada se obtiene empleando una planta desmineralizadora, la cual no será descrita en esta sección por estar fuera de los límites de batería, sin embargo se incluye en el diagrama de servicios auxiliares.

Los tres reactores R-301, R-302 y R-303 cuentan con una chaqueta, por donde se hace circular vapor o agua de enfriamiento, para controlar la temperatura de reacción, una vez iniciada esta. Una vez terminada la reacción la carga pasa inmediatamente a los tanques de lavado D-301 D-302 y D-303, empleando para mezclar los agitadores Ag-309, Ag-310 y Ag-311 respectivamente. A estos mismos tanques se alimenta el ácido clorhídrico, mediante las bombas P-414 y P-415R desde el tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico D-401 a los tanques de lavado mencionados. También a estos tanques se alimenta agua desmineralizada mediante las bombas P-312 , P-313 y P-314R.

El ácido clorhídrico se carga al tanque de almacenamiento D-401, mediante las bomba P-412 y P-413R.

De los tanques de lavado D-301, D-302 y D-303 el poliestireno se bombea a las centrifugas S-401 y S-402 mediante las bombas P-401, P-402 y P-403R; a dicha centrifuga también se le suministra agua desionizada mediante las bombas P-406, P-407 y P-408R.

De las centrifugas S-401 y S-402 salen dos corrientes, una de ellas lleva poliestireno, estireno que no reacciona, agua y misceláneos; todo esto es mandado a un sistema de tratamiento de agua residual. La otra corriente transporta el producto principal el cual es enviado a los secadores rotatorios DR-401 y DR-402. También ingresa una corriente de aire caliente a 300 °F, después de pasar por el intercambiador de calor E-401 y E-402.

Del secador salen dos corrientes, una de aire que arrastra el agua y una pequeña porción de poliestireno, y la otra que transporta poliestireno que pasa por las válvulas rotatorias RV-501 a RV-502.

La corriente de aire que sale del secador, se alimenta a los filtros FI-403 y FI-404 y a la descarga de estos se envía al lavador de aire mediante los ventiladoras B-401, B-402 y B-403R.

La corriente de producto principal que sale del secador es transportada mediante un sistema neumático hacia los ciclones CY-501 a CY-509, para circular posteriormente, a través de las válvulas rotatorias RV-503 a RV-511, hacia los tanques D-510 a D-518, los cuales alimentan hacia los extrusores Ext-501 a Ext-509.

El aire del sistema neumático sale por la parte superior de los ciclones CY-501 a CY-509, mediante los ventiladores de tiro inducido B-501 y B-502, después de pasar por los filtros Fi-503 y Fi-504.

El poliestireno que sale de los extrusores Ext-501 a Ext-509 pasa a los enfriadores con agua D-501 a D-509, posteriormente es enviado a las cortadoras Cu-501 a Cu-509 respectivamente.

Una vez cortado el poliestireno, se envía a los tanques de almacenamiento D-519 a D-527, para enviarse posteriormente mediante el sistema de transporte neumático hacia los tanques de almacenamiento D-636 y D-637, la descarga de estos se regula con la válvula rotatoria RV-601. Para transportar el poliestireno se hace pasar una corriente de aire mediante los ventiladores B-601 y B-602 los cuales arrastrarán el producto hasta los tanques de almacenamiento para prueba D-620 a D-624 mediante el transportador de tornillo CV-604.

De los tanques de almacenamiento para prueba D-620 a D-624 sale el poliestireno pasando por la válvula rotatoria RV-613, para ser conducido por aire mediante los ventiladores de tiro inducido B-603 y B-604 a los tanques de almacenamiento D-634 y D-635, el aire que sale de estos tanques se envía al filtro Fi-605.

El poliestireno sale de los tanques de almacenamiento D-634 y D-635, pasando por las válvulas rotatorias RV-602, y por los transportadores de tornillo CV-605 y CV-606, para ser llevado a los tanques de almacenamiento del producto a granel D-601 a D-610.

De los tanques de almacenamiento D-601 a D-610, el poliestireno sale pasando por la válvula RV-603 hasta llegar al sistema neumático. El poliestireno es transportado por aire mediante los ventiladores de tiro forzado B-605 y B-606 hacia los tanques de almacenamiento D-625, D-626, D-627, D-628, D-629 y D-630.

De los tanques de almacenamiento D-625 y D-626 sale poliestireno, para ser enviado al tanque de almacenamiento D-611, para luego pasar a la unidad automática de embolsado Bg-601.

El contenido de los tanques D-627 y D-630, sale para ser enviado al tanque de almacenamiento D-612, para después mandarse a la estación de llenado de tanques receptores de producto terminado.

De los tanques de almacenamiento D-628 y D-629, sale poliestireno para enviarse al tanque de almacenamiento D-613. El contenido de este tanque se manda a la estación de llenado de cajas Cr-601.

Todo el poliestireno contenido en la unidad automática de embolsado Bg-601, en la estación de llenado de tanques Dm-601 y en la estación de llenado de cajas Cr-601, después de ser pesado en las básculas W-601 y W-602, se envía al almacén mediante el montacargas Tr-605.

Por último el poliestireno restante se envía a los tanques D-632 y D-614 para cargar los carros de ferrocarril con el producto a granel. Para cargar los camiones con el mismo producto se emplean los tanques D-633 y D-619.

5.2 Balance de Materia

El balance de materia se presenta en el archivo POLIESTIRENO.XLS el cual está integrado por las siguientes hojas de cálculo:

- 1) Datos de capacidad
 - 2) Diagrama de bloques
 - 3) Balance de proceso continuo
 - 4) Cálculo de balance de proceso continuo
 - 5) Balance por lotes
 - 6) Cálculo de balance por lotes
 - 7) Almacén de estireno
-

- 8) Cálculo del reactor R-301 (P.E.P.G.)
- 9) Cálculo del reactor R-302 (P.E.M.I.)
- 10) Cálculo del reactor R-303 (P.E.A.I.)
- 11) Agitador Ag-301 del reactor
- 12) Tanque d-201 y agitador ag-201
- 13) Tanque D-203 y agitador Ag-203
- 14) Almacén de ácido clorhídrico D-401
- 15) Datos del secador DR-401
- 16) Secador DR-401
- 17) Filtro FI-401 Y FI-403
- 18) Extrusor EXT-501
- 19) Almacén D-510 y recipiente D-519
- 20) Almacén temporal D-620
- 21) Almacén en bultos D-601
- 22) Empaquetador BG-601
- 23) Almacenamiento de bolsas D-611
- 24) Almacenamiento D-614 y tanque D-801
- 25) Intercambiador de calor E-201
- 26) Intercambiador de calor E-401
- 27) Baño de agua D-501
- 28) Agua de precalentamiento
- 29) Sistema de enfriamiento del reactor
- 30) Tanque de agua caliente D-205
- 31) Tanque de agua para lavado D-305
- 32) Almacén de agua desionizada D-701
- 33) Tanque de almacenamiento de agua D-702
- 34) Tanque de agua de enfriamiento D-703
- 35) Cálculo de la bomba P-101
- 36) Ventilador B-401
- 37) Sistema de transporte neumático
- 38) Transporte neumático (CU-501)a D-620

- 39) Transporte neumático (D-620) al tanque (D-601)
- 40) Transporte neumático del tanque D-601 al tanque D-611
- 41) Transporte neumático desde el secador DR-401 al tanque D-510
- 42) Cálculos de las bombas
- 43) Apéndice 1
- 44) DFP
- 45) Esquema Básico de Control

Cuando se inserten los datos específicos por parte del alumno, una vez revisados los resultados, el alumno deberá de hacer una copia de este archivo para comparar los resultados obtenidos al realizar el balance como si se tratara de un proceso continuo con respecto al balance partiendo de la base de que en realidad es un proceso por lotes hasta el tanque de lavado.

El balance se realiza tomando como base los consumos unitarios para los tres tipos de poliestireno fabricados y en primera instancia se realiza suponiendo que el proceso en su totalidad fuera un proceso continuo. Para fines de comparación y partiendo de la base de los tiempos requeridos en el reactor se realiza el balance de materia tomando en cuenta que en la realidad el proceso es por lotes. Con esto se busca dar una ilustración a los alumnos de cómo el reactor marca el ritmo de operación de la planta, ya que a partir de este se determinan los tiempos de carga y descarga de las materias primas hacia los tanques de mezclado correspondientes.

CAPITULO 6

CRITERIOS DE DISEÑO DIMENSIONAMIENTO Y LISTA DE EQUIPO

CRITERIOS DE DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y LISTA DE EQUIPO

6.1 Criterios de diseño

A continuación se presentan los criterios de diseño para los principales equipos que integran la planta de producción de poliestireno.

6.1.1 Tanque de almacenamiento de estireno D-101

Considerando que el barco transportador de estireno sale del puerto de embarque entre el primero y el quinto día después de recibir la orden de compra y que tarda entre 10 y 15 días de viaje, en condiciones ideales el tiempo mínimo en llegar a la planta será de 11 días. En el caso extremo de que el barco salga cinco días después de la orden de compra, tarde 15 días en el viaje y llegue a la planta en fin de semana, el tiempo de entrega será de 22 días. La diferencia entre estos dos casos es de 11 días, por lo que si consideramos que el barco transporta 1000 toneladas equivalentes a 4.5 días, la capacidad de almacenamiento necesaria sería equivalente a 11 más 4.5 días o sea un total de 16 días.

Con base en lo anterior y dejando 1 día adicional como factor de seguridad, los criterios de diseño para el tanque D-101 son los siguientes:

Capacidad de almacenamiento: 17 días

Capacidad de operación: 90 %.

Seleccionar el número de tanques para poder limpiarlos periódicamente sin afectar la producción, otro criterio para evitar contaminación del estireno es que, los tanques deberán recubrirse con resina epóxica exceptuando el fondo y los primeros dos pies de las paredes, los cuales deberán recubrirse con un silicato de zinc.

Los tanques deberán aislarse para prevenir la vaporización del estireno.

6.1.2 Reactor R-301

Capacidad de operación: 90 %

Relación longitud a diámetro: 2 a 3

Tiempo de carga y descarga: 30 minutos.

Tiempo de reacción: 4.5 hr para propósitos generales, 5 hr para medio impacto y 5.5 hr para alto impacto.

La chaqueta del reactor deberá diseñarse para remover el doble del calor liberado en condiciones normales para el caso de emergencia.

Se preferirá seleccionar equipos con las dimensiones máximas posible y con el menor número posible de los mismos.

Se deberá considerar un reactor extra a los resultados como equipo de relevo.

El material del tanque podrá ser de acero recubierto de vidrio o de acero inoxidable electropulido.

6.1.3 Tanque mezclador de aditivos D-201

Capacidad de operación: 90 %

Relación longitud a diámetro: 2 a 3

Tiempo de carga: 10 minutos.

Tiempo de descarga: 30 minutos.

Se emplearán 2 libras de estireno por cada libra de aditivos.

El material del tanque será de acero inoxidable.

6.1.4 Tanque disolvente de polibutadieno D-203

Temperatura de calentamiento: 120 °F

Relación longitud a diámetro: 2

Se emplearán 2 libras de estireno por cada libra de polibutadieno.

Tiempo de disolución de polibutadieno: 2 horas.

El tanque deberá de estar enchaquetado con vapor para calentar la solución hasta 120 °F antes de ser descargado al reactor.

6.1.5 Tanque de lavado D-301

Este tanque debe ser aislado para proteger a los empleados.

Relación longitud a diámetro: 2 a 3

La capacidad deberá de ser suficiente para recibir el contenido de un reactor y el agua de lavado necesaria. Por limitaciones de espacio el diámetro máximo de los tanques deberá ser de 11.5 ft.

6.1.6 Centrifuga S-401

El poliestireno que salga de la centrifuga deberá contener de 1 a 5 por ciento de agua.

El tamaño de partícula alimentado será de 50 a 1000 micrones de diámetro.

6.1.7 Secador Dr-401

Se podrán emplear secadores tipo rotatorio o tipo flash.

La temperatura en el secador no deberá ser superior a 185 °F.

La masa velocidad del aire deberá de ser menor o igual a 1000 lb/hr ft².

Considerar un 10 % de sobrediseño en la cantidad de agua que será removida

Usar una relación L/D de 4 a 10 para su diseño.

6.1.8 Filtro de aire Fi-401

El objetivo de este filtro será remover el polvo contenido en el aire ambiente.

Velocidad del aire: 350 ft/min máxima.

6.1.9 Filtro de aire tipo bolsa Fi-403

El objetivo de este filtro es remover los finos.

Se deberá remover el 99 % del material con tamaño de partícula superior a 0.2 micrones.

Usar 2 ft³/min por cada ft² de área de filtro.

Considerar entre un 30 y un 40 % de sobrediseño en el área del filtro.

6.1.10 Tanque de almacenamiento para alimentar al extrusor D-510

Relación longitud a diámetro: 2

Capacidad de almacenamiento para cada tanque de cada extrusor: 2 hr.

Material :aluminio

6.1.11 Extrusor Ext-501

La relación longitud a diámetro podrá ser de 20 a 1 o de 24 a 1.

Los diámetros internos podrán ser de 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 6 u 8 pulgadas.

La potencia de los extrusores deberá tener un sobrediseño del 25 %.

Para poliestireno de propósitos generales, el suministro de energía deberá ser de 0.055 hp-hr/lb. Para medio y alto impacto el suministro de energía deberá estar entre 0.09 y 0.1 hp-hr/lb.

Los accionadores del extrusor y de la cortadora deberán ser de velocidad variable.

6.1.12 Recipiente de almacenamiento D-519

Capacidad de almacenamiento: 0.5 hr.

Relación longitud a diámetro:2.

Material: aluminio.

6.1.13 Recipiente para prueba D-620

Capacidad de almacenamiento: 1 día.

Material: aluminio.

6.1.14 Baño de agua D-501

Longitud:3 a 5 ft; ancho 1.5 a 2.5 ft, profundidad: 1.5 a 2.5 ft.

Material: aluminio.

6.1.15 Cortadora Cu-501

Equipo de precisión de acero inoxidable.

El producto deberá de ser de 1/8 de pulgada.

6.1.16 Silo de almacenamiento D-601

Es construido de aluminio para prevenir la contaminación.

Capacidad de almacenamiento 25 días.

Se deberá almacenar en estos equipos el 40 % del producto total

Relación longitud a diámetro:1.5

Cada unidad deberá contar con una charola vibratoria en el fondo de la misma.

6.1.17 Almacén antes del empaquetador de bolsas D-611

Se deberá considerar una capacidad de almacenamiento para 1 hora.

Relación longitud a diámetro: 2

6.1.18 Empacadora Bg-601

Capacidad de empaquetado: 9 bolsas/min.

La operación para el llenado de bolsas deberá ser automático y para el llenado de recipientes de cartón se hará manualmente.

6.1.19 Tanque de purga D-801

Este tanque operará en caso de una falla en los reactores.

Capacidad : la carga total de un reactor

Material: acero al carbón.

6.1.20 Intercambiador de calor de estireno E-201

Es colocado verticalmente, esto es para prevenir la polimerización en la tubería o en el intercambiador de calor en caso de que una cantidad de estireno remanente quedara en el cambiador de calor.

6.1.21 Intercambiador de calor de aire E-401

El aire se calienta a 300 °F con vapor de 150 psig.

Se asume un 10 % en pérdidas de calor.

6.1.22 Tanque de agua caliente D-205

Dos tanque se diseñan para manejar suficiente agua caliente para un lote.

6.1.23 Tanque de agua de lavado D-305

Este tanque se diseña para manejar un suministro de 2 horas.

Relación longitud a diámetro:1.5

6.1.24 Tanque de almacenamiento de agua desionizada D-701

Se diseña este tanque para 1 día de almacenamiento.

Relación longitud a diámetro: 1

6.1.25 Tanque de agua de emergencia D-702

Una capacidad de almacenamiento por 4 horas es requerida para el caso de emergencia.

Suministra suficiente agua para enfriar todos los reactores en caso de una falla.

6.1.26 Ventilador B-401

Se diseña para manejar una velocidad optima de aire de 75 ft/seg y una caída de presión de 0.2 psi/100 ft de tubería. La caída de presión en el filtro de aire es de 0.1 in H₂O.

6.1.27 Sistema de transportación neumática

Para transportar el poliestireno se usa una relación de sólido a aire de 3:1. Se asume una caída de presión de 0.2 psi/100 ft para el aire sin sólidos. Cuando los sólidos están presentes la caída de presión en tubos verticales es de 2.2 veces esa cantidad. Para tubería horizontal el factor es de 1.55

6.1.28 Bomba P-103

La bomba P-103 bombea estireno del almacén de estireno D-101 al reactor R-301 en un tiempo de 21.7 min.

6.1.29 Bomba P-105

La bomba P-105 bombea estireno del tanque de almacenamiento de estireno D-101 al tanque mezclador de aditivos D-201 en un tiempo de 2.7 min.

6.1.30 Bomba P-106

La bomba P-106 bombea estireno al tanque disolvente de polibutadieno en un tiempo de 14 min.

6.1.31 Bomba P-201

La bomba P-201 suministra agua caliente del baño de agua D-501 al reactor enchaquetado en un tiempo de 3.65 horas.

6.1.32 Bomba P-406 y P-407

Las bombas P-406 y P-407 bombean agua a la centrifuga en operación normal.

6.1.33 Bomba P-409 y P-410

Las bombas P-409 y P-410 operan en caso de que por alguna razón las bombas P-406 y P-407 no operen.

6.1.34 Bomba P-101

La bomba descarga estireno de la barcaza en dos horas.

6.1.35 Bomba P-315

En caso de que la bomba P-310 no opere por alguna razón se pone en operación la bomba P-315 dando el mismo servicio que la bomba P-310.

6.1.36 Bomba P-414

La bomba P-414 bombea ácido clorhídrico del almacén D-401 al tanque de lavado D-301 en un tiempo de 10 min.

6.2 Clave de los equipos y clasificación de áreas

Para asignar la clave de los equipos, primero se clasificó toda la planta en áreas como se indica en las tablas 5E-1 y 5E-2 dadas en el capítulo 5.

6.3 Dimensionamiento de equipo

A continuación se muestra una serie de memorias de cálculo de cómo dimensionar algunos de los equipos. Con esto se pretende ilustrar solo una sección de la planta de poliestireno y las bases para que los alumnos del curso de Ingeniería de Proyectos tengan las herramientas básicas de cómo dimensionar equipos tomando en cuenta algunos criterios de diseño y ciertas reglas heurísticas.

Las libras de poliestireno producidas por año son 150,000,000 lb

Las libras de poliestireno producidas por hora son:

$$150,000,000 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ año}}{8310 \text{ hr}} = 18,050 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$$

Las propiedades del estireno son las siguientes:

densidad = 56.3 lb/ft³ @ 20°C

viscosidad = 0.763 cp @ 20°C

capacidad calorífica = 0.4039 BTU/lb/°F @ 20°C

Las propiedades de poliestireno:

densidad = 65.5 lb/ft³

capacidad calorífica = 0.32 BTU/lb°F

conductividad térmica = 0.058-0.080 BTU/hr ft °F

6.3.1 Barcaza BD-101

El muelle debe ser lo suficientemente grande para atar a una barcaza. Debe ser 10 ft más largo en cada extremo que la longitud de una barcaza normal. Una barcaza de 1000 toneladas tiene una longitud de 195 ft, así que el muelle tiene una longitud de 215 ft.

6.3.2 Tanque de almacenamiento de estireno D-101

La capacidad de almacenamiento de estireno es dada para un alcance de 17 días.

$$17 \times \frac{18,050 \text{ lb}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{\text{dia}} \left[\left(\frac{1.032 \text{ lb estireno}}{\text{lb P.E.P.G}} \times \frac{0.60 \text{ lb P.E.P.G}}{\text{lb P.E}} \right) + \left(\frac{0.982 \text{ lb estireno}}{\text{lb P.E.M.I}} \times \frac{0.20 \text{ lb P.E.M.I}}{\text{lb P.E}} \right) + \left(\frac{0.912 \text{ lb estireno}}{\text{lb P.E.A.I}} \times \frac{0.912 \text{ lb P.E.A.I}}{\text{lb P.E}} \right) \right] = 7,349,815 \text{ lb estireno}$$

El volumen de unidades de almacenamiento de estireno es

$$V = \frac{7,349,815}{(56.3 \text{ lb/ft}^3) \times 0.90} = 145,053 \text{ ft}^3 = 1,084,993 \text{ gal}$$

Esto asume que los tanques pueden llenarse a 90 por ciento de su capacidad.

Es deseable tener por lo menos tres tanques para que ellos puedan limpiarse periódicamente sin afectar la producción.

De acuerdo al Apéndice 1 se seleccionan tres tanques de 429,000 galones.

6.3.3 Reactor R-301

La polimerización de estireno es una reacción exotérmica. La cantidad de energía liberada en cualquier momento es dependiente del volumen del reactor. A menos que el calor sea removido, la temperatura subirá y la velocidad de la reacción aumentará.

El resultado será una reacción desenfrenada que no sólo puede estropear el lote sino también podría dañar el reactor.

El dimensionamiento del reactor se muestra a continuación:

El calor de polimerización es 290 BTU/lb

$$\text{El peso de estireno en el reactor} = \rho V \frac{1.032}{3.044}$$

ρ = la densidad de mezcla = 58 lb/ft³ (1/3 de la manera entre la densidad de agua y estireno).

$$V = \text{volumen de reactor} = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

Se asume que el reactor generalmente está 90 por ciento lleno y la altura es dos veces el diámetro por regla heurística ($L=2D$).

$$\text{La energía liberada por polimerización} = 58 \times \frac{\pi D^3}{2} \times \frac{1.032}{3.044} \times 290(0.90)$$

$$\text{Energía Liberada} = 8,062 D^3 \text{ BTU}$$

Si considera 1 hora para cargar y descargar al reactor y toma 0.5 horas para iniciar la reacción, la energía es liberada y removida en 4 horas (el ciclo para poliestireno de propósitos generales es 5.5 hr).

$$\text{Promedio de BTU producido por hora} = \frac{8062 D^3}{4} = 2015 D^3 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

Para la polimerización de la suspensión de poliestireno a 80°C que usando 0.5 por ciento de peróxido de benzoilo en una atmósfera inerte, la reacción toma 4.5 horas para llevarse a cabo completamente y la conversión máxima es del 20 por ciento en 0.5 horas. Aunque nuestras condiciones son diferentes, se asumirá que nuestra máxima conversión es de dos veces el promedio.

$$\text{El máximo de BTU producido por hora} = 2015 D^3 \times 2 = 4030 D^3$$

La velocidad de eliminación del calor es $Q = UA\Delta t_o$ donde:

U = el coeficiente global de transferencia de calor = $80 \text{ BTU/hr ft}^2\text{F}$

A = área de transferencia de calor

Δt_o = temperatura promedio entre enfriante y suspensión.

La temperatura de reacción se fija en 194°F

$$\Delta t_o = 194 - 90 = 104^\circ \text{F}$$

Se asume que el reactor está lleno al 90 %.

$$A \sim 0.9 \pi DL + \frac{\pi D^2}{4} = (1.8 + 0.25) \pi D^2 = 2.05 \pi D^2$$

$$A \sim 2.05 \pi D^2 = \frac{Q}{U \Delta t_o} = 4030 D^3 / (80 \times 104)$$

$$D = 13.3 \text{ ft}$$

Volumen del material en el tanque

$$0.90 \frac{\pi D^3}{2} = 3300 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volumen del tanque} = \frac{\pi D^3}{2} = 3700 \text{ ft}^3 = 27,676 \text{ gal}$$

Un reactor de 27,676 galones se especifica. Su tamaño interno es de 13.3 ft de diámetro y 26.6 ft de alto.

Su diámetro externo será por lo menos un pie más ancho debido a la chaqueta. Esto significa que el reactor no podrá ser enviado por tren, y si se desea que el reactor sea transportado por camión se harán arreglos especiales. Estas dimensiones fueron escogidas porque generalmente es más barato instalar y operar un número más pequeño de unidades grandes que un número grande de unidades pequeñas.

Las libras de estireno procesadas en el reactor por hora son:

$$\text{Libras de estireno} = \frac{3700 \text{ ft}^3 \times 58 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times 1.032 \text{ lb estireno}}{5.5 \frac{\text{hr}}{\text{ciclo}} \times 3.044 \text{ lb suspensión}} = 13245 \text{ lb/hr}$$

$$\text{Libras de estireno} = 13,245 \text{ lb/hr}$$

Número de reactores requeridos de P.E.P.G

$$\text{Número de reactores} = \frac{18050 \frac{\text{lb P.E.}}{\text{hr}} \times \frac{1.032 \text{ lb estireno}}{\text{lb P.E.}} \times \frac{0.60 \text{ lb P.E.P.G.}}{\text{lb P.E.}}}{13200 \frac{\text{lb estireno}}{\text{hr}}}$$

$$\text{Número de reactores} = 0.85 \text{ o } 1 \text{ reactor.}$$

Todos los cálculos anteriores fueron hechos usando P.E.P.G. Se asumirán que las mismas condiciones aplican para P.E.M.I y P.E.A.I excepto los tiempos de reacción puesto que son diferentes.

6.3.4 Agitador para reactor Ag-301

Se sugiere que se use un alabe o agitador de tipo ancla de velocidad de 20 a 60 rpm.

$$\text{Número de Reynolds} = \frac{D_A^2 N \rho}{\mu} = 27,000,000$$

Donde:

D_A = el diámetro de agitador = 12 ft

N = las revoluciones por seg = 0.67

ρ = la densidad = 60.3 lbm/ft³

μ = la viscosidad = 0.318 x 6.72 x 10⁻⁴ seg del lbm/ft

$$\text{Potencia} = \frac{1.70N^3D_A^5}{550}$$

$$\text{Potencia} = \frac{(1.70)(0.67)^3(12)^5}{550} = 230\text{hp}$$

6.3.5 Tanque mezclador de aditivos D-201 y agitador Ag-201

El tanque de aditivo es lo suficientemente grande para manejar todos los aditivos más una solución que tiene estireno. Las libras de dodecilsulfonato, fosfato tricálcico, peróxido de benzoilo (50 % de agua) usadas por lote son:

$$[0.005 + 0.0006 - 0.0025(2.0)] \times \frac{18,050 \times 5.5 \frac{\text{hr}}{\text{lote}}}{2 \text{ reactores}} = 500 \text{ lb}$$

Se asume que 2 lb de estireno para llevar cada lb de aditivo en el reactor.

$$\text{Volumen de tanque} = \frac{1500}{56.3 \times (0.85)} = 31.3 \text{ ft}^3 = 234 \text{ gal}$$

Se especifica un tanque de 250 galones. Un pequeño agitador de potencia menor a 1 hp será usado para mezclar los materiales. El tanque es hecho de acero inoxidable.

6.3.6 Tanque disolvente de polibutadieno D-203 Y Agitador Ag-203

El tanque para disolver polibutadieno se diseña para poliestireno de alto impacto P.E.A.I ya que este producto requiere más polibutadieno.

Las libras de polibutadieno requeridas para producir poliestireno de alto impacto

$$(P.E.A.I.) = 0.12 \times \frac{18,050}{2} \times 6.5 = 7040 \text{ lb}$$

Se requieren 2 libras de estireno por cada libra de polibutadieno para producir poliestireno de alto impacto.

$$\text{Volumen del tanque} = \frac{21120}{56.3 \times (0.85)} = 441 \text{ ft}^3 = 3300 \text{ gal}$$

$$\text{Volumen de tanque} = 3300 \text{ gal}$$

El tiempo para disolver el polibutadieno es de 2 horas.

El tanque es enchaquetado con vapor para calentar la solución a 120°F antes de que sea descargado. Un agitador pequeño de menos de 1 hp se usa par disolver el polibutadieno.

6.3.7 Tanque de lavado D-301

Los tanques se diseñan para contener los volúmenes de un reactor más el agua del lavado requerida.

$$\frac{24,800 \text{ gal} \times 5.05 \frac{\text{lb mezcla}}{\text{lb P.E}} \text{ en el tanque de lavado}}{3.044 \frac{\text{lb mezcla}}{\text{lb P.E}} \text{ en el reactor}} = 41,143 \text{ gal}$$

El volumen del tanque es = 24800 gal x 5.05-lb P.E

$$3.044\text{-lb mezcla/lb en reactor} = 41,143 \text{ gal}$$

6.3.8 Tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico D-401

El ácido clorhídrico es obtenido en la forma más barata posible. Esto es como 18 grados Baume el cual tiene 27.9 por ciento ácido clorhídrico (gravedad específica =1.14). El material es enviado en camiones de 8000-gal de un sitio que esta a menos de 200 millas.

$$\text{Cantidad de HCl requerido por día} = 18,050 \frac{\text{lb P.E}}{\text{hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} \times 0.004 \frac{\text{lb HCl}}{\text{lb P.E}} = 1,732.8 \frac{\text{lb}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa de HCl en camión} = 8,000 \text{ gal} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal}} \times 1.14 \times \frac{62.4 \text{ lb}}{\text{ft}^3} \times 0.279 = 21,226 \text{ lb}$$

Un camión deberá suministrar suficiente cantidad de HCl para que dure 12.25 días. El camión tomará menos de un día para llegar a la planta. Por consiguiente una capacidad del almacenamiento de 16,000 gal será adecuada. Si el diámetro del tanque es 11.5 ft, la altura será 23 ft.

6.3.9 Centrifuga S-401

La elección de una centrifuga fue hecha revisando los criterios de Charles M. Ambler. En una polimerización de la suspensión el tamaño promedio de la partícula esta entre 50 y 100 micrones de diámetro.

El tamaño debe obtenerse de nuevo experimentalmente.

Perry sugiere que se use una centrifuga que tenga un diámetro de 32 pulgadas, que maneje de 3 a 6 toneladas de sólidos y 250 galones de agua por minuto. Dicha centrifuga tiene un motor de 60 hp.

6.3.10 Secador Dr-401

Normalmente algunos tipos de secadores de aire son usados para remover el agua remanente. Los más populares son rotatorios y secadores de llamarada.

Un secador rotatorio se especifica. El cuidado que se tiene es que el polímero no exceda 185°F, o el calor afectará las propiedades de este. Por lo tanto este secador es seleccionado de acuerdo a la temperatura de salida del aire.

El aire entrará a 300°F. Se asume que los sólidos entran alrededor de 70°F y sale a alrededor de 175°F. Para estimar el tamaño se usan las siguientes ecuaciones.

$$V = \frac{Q_t}{U_a \Delta t_m} \quad U_a = \frac{20 G^{0.15}}{D}$$

Donde:

Q_t = energía total transferida, BTU/hr

U_a = Coeficiente volumétrico de transferencia de calor, BTU/hr ft³ °F

Δt_m = temperatura logarítmica media entre los gases calientes y material, °F

G = masa velocidad de aire, lb/(hr) ft²

D = el diámetro del secador, ft

V = volumen de secador, ft³

$$Q_t \sim 1.020 \frac{\text{lb.P.S.} \left(\frac{18050 \text{ lb}}{2 \text{ hr}} \right)}{\text{lbPd}t}$$

$$\left(0.32 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}} \right) (175^\circ\text{F} - 70^\circ\text{F}) + 0.05 \frac{\text{lbH}_2\text{O}}{\text{lbPd}t} \left(\frac{18050 \text{ lb}}{2 \text{ hr}} \right) \left(1140 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} - 38 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \right) = 810,000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$\Delta t_m \sim \frac{(300 - 70) - (185 - 175)}{\ln \frac{230}{10}} = 70^\circ\text{F}$$

La velocidad mínima del aire es fijada por el tamaño de la partícula. Una velocidad de flujo de 1000 lb/hr ft² es adecuada para partículas de 420 micrones.

$$m = Q_t / C_p \Delta t$$

Donde:

C_p = la capacidad calorífica de aire = 0.237 BTU / lb°F

Δt = diferencia entre la temperatura de entrada y de salida del secador

Q_t = Calor transferido en el secador = 810,000 BTU/hr

$$m = 806,582 / (0.37)(300 - 185) = 29,700 \text{ lb/hr}$$

Se deberá hacerse una revisión para determinar si el aire pueda contener agua, para que no se convierta en aire saturado.

$$\text{Cantidad máxima de agua que pueda estar en el aire} = 29,700 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \times 0.730 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{lb air}}$$

$$\text{Cantidad máxima de agua que pueda estar en el aire} = 21,700 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{hr}}$$

$$\text{Las libras de agua a ser removidas} = \frac{18050}{2} \times 0.0497 = 450 \frac{\text{lb H}_2\text{O}}{\text{hr}}$$

Esta cantidad de aire es adecuada. Agregar un 10 por ciento por posibles pérdidas de calor.

Flujo másico = $1.1 \times 29,700 = 32,670 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$. Si la masa velocidad es de 1000 lb/hr ft^2 , entonces,

$$\text{Área de secador} = \frac{32,700}{1000} = 32.7 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diámetro de secador} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(32.7)}{3.1416}} = 6.45 \text{ ft}$$

$$\text{Diámetro de secador} = 6.45 \text{ ft}$$

$$V = \frac{810,000 \times 6.45}{20 \times (1000)^{0.16} \times 0.70} = 1242 \text{ ft}^3$$

$$V = 1242 = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

$$L = 37.8 \text{ ft}$$

Los secadores comerciales tienen que tener diámetros de 3 a 10 ft y una relación de L/D de 4 a 10.

6.3.11 Filtro de aire antes del intercambiador de calor Fi-401

Para efectividad la velocidad del aire no puede ser muy grande. El tamaño es determinado usando velocidad de 350 ft/min .

$$\text{Flujo Volumétrico} = \frac{32,700 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}}{0.0750 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 435,000 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} = 7250 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$

$$\text{Area de superficie de filtro} = \frac{7250 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}}{350 \frac{\text{ft}}{\text{min}}} = 20.7 \text{ ft}^2$$

6.3.12 Filtro bolsa Fi-403

Para este filtro se requiere 1 ft³ de área de superficie por cada 2 ft³/min de aire.

$$\text{Area de superficie de filtro} = \frac{7250 \text{ ft}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{2 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}} \times \frac{647 \text{ }^\circ\text{F}}{530 \text{ }^\circ\text{F}} = 4430 \text{ ft}^2$$

Siempre es mejor sobrediseñar. Por consiguiente un filtro que tiene una área de la superficie de 6000 ft² se diseñará para cada tren.

6.3.13 Extrusor EXT-501

La capacidad de los extrusores es dada por las ecuaciones siguientes.

Para una extrusora que tiene una relación longitud a diámetro de 20:1

$$r = 277d - 494$$

Para un extrusor que tiene una relación longitud a diámetro de 28:1

$$r = 325d - 500$$

Donde:

r = velocidad, lb/hr,

d = el diámetro del extrusor, in.

Las relaciones longitud a diámetro más populares son 20:1 y 24:1. Los diámetros estándares son 1.5 in. , 2.5 in., 3.5 in., 4.5 in., 6 in., y 8 in. Para un extrusor de 8 pulgadas de diámetro usando una L/d de 20:1, r =1722 lb/hr. Si una L/d de 28.1 es usado, r =2300 lb/hr. Por interpolación para una L/d de 24:1, r ~ 2000 lb/hr.

Nueve extrusores de 8 pulgadas con un L'd de 24:1 se necesitarán para procesar poliestireno que abandona al secador.

La potencia requerida por el secador es

$$P = 5.3 \times 10^{-4} rC \text{ (Te-80)}$$

Donde:

P = es la potencia dada en HP

C = el calor específico malo, incluso el calor de fusión encima del rango, BTU/lb°F

r = flujo másico, lb/hr,

T_e = temperatura de fusión, °F

Para poliestireno de alto impacto, $C = 0.42$ BTU / lb °F. La temperatura a la entrada es dada abajo:

poliestireno regular	390-410 °F
medio impacto	375-390 °F
alto impacto	365-380 °F

Usando la temperatura más alta

$$P = 5.3 \times 10^{-4} \times 2000 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \times 0.40 \times (410 - 80)^\circ\text{F} = 156 \text{ hp}$$

Los extrusores deben ser equipados con un 25 % por encima de la potencia adecuada.

Por lo tanto la potencia es 195.

6.3.14 Almacén de alimentación para el extrusor D-510

Una capacidad del almacenamiento de 2 horas antes de cada extrusor se especifica.

La densidad del poliestireno es alrededor de 35.5 lb/ft³.

Si la longitud es igual a 2 veces el diámetro entonces el diámetro será de 4.5 ft y la longitud será de 9 ft.

$$\text{Volumen} = 2000 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.85} \times \frac{2 \text{ hr}}{35.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 132.56 \text{ ft}^3$$

$$L = 2D$$

$$V = \frac{\pi D^3}{2}$$

$$D^3 = \frac{2V}{\pi}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2V}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2(132.56)}{3.1416}} = 4.38$$

$$4.38 \cong 4.5$$

$$D = 4.5 \text{ ft}$$

$$L = 2D = 2(4.5) = 9 \text{ ft}$$

Si la longitud es igual al diámetro dos veces, entonces el diámetro es de 4.5 ft y la longitud es de 9 ft.

6.3.15 Recipiente de alimentación D-519

Se asume una capacidad de almacenamiento de media hora por cada recipiente. Éste es un cuarto del volumen del D-510.

El volumen es de 34.2 ft^3 , el diámetro 2.8 ft, y la altura 5.6ft

$$L = 2D$$

$$V = \frac{\pi D^3}{2} \quad D^3 = \frac{2V}{\pi} \quad D = \sqrt[3]{\frac{2V}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2(33.14)}{\pi}} \quad D = 2.76 \approx 2.8$$

$$L = 2D \quad L = 2(2.8) = 5.6\text{ft}$$

6.3.16 Tanque de almacenamiento D-620

Asuma que un día de almacenamiento es suficiente para probar.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{18050 \text{ lb}}{0.9 \text{ hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} \times \frac{1}{35.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 13,550 \text{ ft}^3$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Asuma que cada caja es de 11.5 ft de diámetro.

Altura total = 130 ft

Especifique 5 silos de 26 ft de alto hechos de aluminio.

6.3.17 Baño de agua D-501

Éstos son normalmente de 3 a 5 ft de longitud. Tendrán especificaciones de 3 a 5 ft de longitud, 2 pies de ancho, y 2 pies de profundidad.

6.3.18 Cortador Cu-501

La velocidad del producto es de 2000 lb/hr en cada extrusor. Este debe requerir un motor de 60 hp.

6.3.19 Tanque de almacenamiento de producto en bultos D-601

El alcance especifica que tendrá una capacidad de almacenamiento para 25 días. Esto estará en silos. La cantidad almacenada es 40 por ciento del total del producto. La densidad del poliestireno es alrededor de 35.5 lb/ft³.

Volumen de almacenamiento de P.E.P.G

$$= \frac{18,050 \text{ lb}}{0.90 \text{ hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} \times 25 \text{ días} \times \frac{0.4}{35.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 136,000 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volumen de almacenamiento para P.E.A.I y P.E.M.I} = \frac{(0.2)(136,000)}{0.60} = 45,300 \text{ ft}^3$$

Asumiendo que habrá dos contenedores para almacenar P.E.A.I. y P.E.M.I., ya que todas las unidades de almacenamiento deben ser del mismo tamaño.

El volumen de cada una de las 10 unidades de almacenamiento es igual a 22700 ft³.

Si L=1.5D el diámetro será de 26.8 ft.

Para prevenir la contaminación del producto, cada uno se hará de aluminio.

6.3.20 Empacadora Bg-601

$$\text{Capacidad de la empacadora} = \frac{168}{35} \times 18,050 \times 0.30 = 26,000 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$$

Esto es aproximadamente nueve bolsas por minuto, o una paleta de 40 bolsas cada 4.5 minutos.

6.3.21 Montacargas Tr-601

Un camión montacargas será usado para tomar las paletas del área de empaque al almacén. En total serán necesarias 12.

6.3.22 Tanque de almacenamiento antes del empaquetado D-611

Asuma la capacidad de almacenamiento de 1hr.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{26,000 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}}{0.85 \times 35.5 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 860 \text{ ft}^3$$

Si la longitud es dos veces el diámetro, la longitud será 17 ft.

6.3.23 Tanque de purga D-801

El mismo razonamiento aplica aquí para los tanques del lavado. Debe poder sostener una carga del reactor llena.

$$V = \frac{1}{2} \times \frac{1}{0.90} \times \frac{\left(18050 \frac{\text{P.E}}{\text{hr}} \times 5.5 \frac{\text{hr}}{\text{lote}} \times 3.044 \frac{\text{lbmezcla}}{\text{lbP.E}} \right)}{58 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}}$$

$$V = 2900 \text{ ft}^3 = 21,700 \text{ gal.}$$

Será construido de acero del carbono.

Los resultados de los cálculos de los equipos aparecen en el archivo **POLIESTIRENO.XLS**

Así de esta manera queda ilustrado de cómo se dimensionan los equipos de la planta de poliestireno tomando en cuenta ciertas reglas heurísticas para dimensionar de una manera rápida y preliminar los equipos principales que intervienen en este proceso.

La lista de equipo se da a continuación mostrando los equipos principales y los de relevo, así como otros equipos que no fueron dimensionados previamente.

6.4 Lista de equipo

A continuación se muestra la lista de equipo de la planta de poliestireno.

LISTA DE EQUIPO

<i>CLAVE DE EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD REQUERIDA</i>	<i>DESCRIPCION</i>
BD-101	1	Embarcadero de 215 ft de longitud, 20 pies de ancho
D-101 a D-103	3	Tanque de almacenamiento de estireno de 429,000 gal. D=45 ft, L=36 ft, de acero cubierto con epoxido.
D-201	1	Tanque mezclador de aditivos, de acero inoxidable 250 gal
Ag-201	1	Agitador para el D-201, acero inoxidable, < 1 hp
D-203	1	Tanque disolvente de hule, enchaquetado, hecho de acero inoxidable 3300 gal. D=6.5 ft y L=13 ft
Ag-203	1	Agitador para D-203 acero inoxidable, < 1 hp
Cu-201	1	Cortador para las balas de hule 4000 lb/hr
R-301 a R-303	3	Reactor, de acero inoxidable, enchaquetado, aislado, V=27,000 gal, D=13.3 ft, L=26.6 ft
Ag-301 a Ag-303	3	Agitador para el reactor, tipo ancla, hecho de acero inoxidable. , 40 rpm, 230 hp
D-301 a D-303	3	Tanque de lavado, hecho de acero inoxidable., aislado, V=41.000 gal, D=15 ft, L=30 ft.
Ag-309 a Ag-311	3	Agitadores para tanque de lavado, hecho de acero inoxidable, tipo hélice, 100 hp.
S-401 y S-402	2	Centrifuga de transportador helicoidal, diam. taza =32 in, motor de 60 hp
Dr-401 y Dr-402	2	Secador de acero al carbón, aislado, D=6.5 ft, L=38 ft
Fi-401 y Fi-402	2	Filtro de aire, 3600 in ² .
Fi-403 y Fi-404	2	Filtro bolsa, 6000 ft ² para procesar 8100 ft ³ /min.
D-401	1	Tanque de almacenamiento de HCl, comercial D=11 0 ft, L=22 ft, acero inoxidable.
Ext-501 a Ext -509	9	Extrusor, abertura simple de tornillo, D=8 in., L=16 ft, Material: acero inoxidable, 225 hp, aislado
Cu-501 a Cu-509	9	Cuchillo coriador de precisión, 2 ft de filo, 60 hp.
D-501 a D-509	9	Baño de agua L=5 ft. H=2 ft, A=2 ft, hecho de aluminio

D-510 a D-518	9	Almacén para la alimentación al extrusor, D=4.5 ft, L=9 ft, Material: aluminio
D-519 a D-527	9	Recipiente de almacenamiento de proceso, D=3 ft L=6 ft, material: aluminio
D-620 a D-624	5	Almacén para pruebas, D=11.5 ft, L=26 ft, hecho de aluminio
D-601 a D-610	10	Almacén del producto a granel, saltador cónico, D=27 ft, L=41 ft, material: aluminio
Bg-601	1	Empaquetador, 8 bolsas/min.
D-611	1	Almacén antes de embolsar, D=8 ft, L=16 ft, de aluminio
D-612	1	Almacén para tanques, D=8.5 ft, L=8.5 ft, de aluminio
Dm-601	1	Estación para llenar los tanques.
D-613	1	Tanque de almacenamiento para alimentar la empaquetadora de cajas, material: aluminio
Cr-601	1	Estación de llenado de cajas.
Tr-601 a Tr-612	12	Camiones montacargas, 5000 lb
W-601	1	Transportador de cilindros
W-602	1	Sensor de peso para llenado de cajas
Cv-601	1	Transportador para tanques, 30 ft longitud, 20 in. ancho
Cv-602	1	Transportador para cajas, 30 ft longitud, 40 in. ancho
D-614 a D-619	6	Almacén para bultos de embarque, D=11.5 ft, L=65 ft, aluminio
Vf-601 a Vf-633	33	Alimentador vibratorio para sólidos
EI-801	1	Elevador de 10,000 libras de capacidad para levantar 75 ft.
D-801	1	Tanque de purga 21,700 gal, de acero al carbón
P-101 & P-102	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=38, 1200 gal/min.
P-103 & P-104	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=13, 300 gal/min
P-105 & P-106	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=2.4, 50 gal/min
P-201 & P-202	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=5.4, 100 gal/min
E-201 a E-203	3	Cambiador de calor de tubos, de acero inoxidable. P=200 psig, area=287 ft ²
D-205 & D-206	2	Tanque de almacenamiento de agua caliente D=11.5 ft , L=18 ft
P-301 a P-303	3	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=110, 1900 gal/min.
P-310 & P-311	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil BHP=15, 140 gal/min.
P-312 a P-314	3	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=15, 800 gal/min
P-315 & P-316	2	Bomba centrífuga, de acero ductil.BHP=4, 140 gal/min.
D-305	1	Tanque de agua de lavado, D=11.5 ft, L=18.75 ft, V=14600 gal; de aluminio
B-401 a B-403	3	Ventilador, BHP=20

P-401 a P-405	5	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=2, 100 gal/min. Requiere de un motor de velocidad variable
P-406 a P-408	3	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=1, 20 gal/min.
P-409 a P-411	3	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=0.45, 20 gal/min.
E-401 & E-402	2	Cambiador de calor de aire, de acero al carbón. P=200 psig, area=2810 ft ²
P-412 & P-413	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=2.4, 133 gal/min.
P-414 & P-415	2	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=0.17, 4.3 gal/min.
P-501 a P-510	10	Bomba centrífuga, de acero dúctil. BHP=1.30, 22 gal/min.
Fi-501 & Fi-502	2	Filtro de aire de 400 in ²
B-501 & B-502	2	Soplador de hierro fundido, BHP=8.4
RV-501 a RV-511	11	Válvula rotatoria de 10 in, de acero inoxidable
CY-501 a CY-509	9	Separador ciclónico. capacidad 706 ft ³ /min.
Fi-503 & Fi-504	2	Filtro Bolsa, 450 ft ² , capacidad 706 ft ³ /min
Fi-604	1	Filtro Bolsa, 900 ft ² . capacidad 1375 ft ³ /min.
Fi-605	1	Filtro Bolsa, 1800 ft ² , capacidad 1800 ft ³ /min
Fi-606	1	Filtro Bolsa, 3600 ft ² . capacidad 3600 ft ³ /min.
CV-603	1	Sistema de transportación neumático. 2000 ft
B-601 & B-602	2	Ventilador, hierro BHP=15
B-603 & B-604	2	Ventilador, hierro. BHP=40
B-605 & B-606	2	Ventilador, hierro. BHP=137.75
RV-601	1	Válvula rotatoria de 12 pulgadas, de acero inoxidable
RV-602	1	Válvula rotatoria de 15 pulgadas, de acero inoxidable
D-625 a D-637	13	Tanque recibidor, de acero al carbón, D=5 ft, L=8 ft
Fi-601	1	Filtro de aire, con un área de 800 in ²
Fi-602	1	Filtro de aire, con un área de 1200 in ²
Fi-603	1	Filtro de aire, con un área de 2400 in ²
CV-604	1	Transportador de tornillo, L=70 ft, D=10 in., 18050 lb/hr, 2 hp
CV-605 & CV-606	2	Transportador de tornillo, L=60 ft, D=12 in., 36000 lb/hr, 3 hp
CV-607	1	Transportador de tornillo, L=150 ft, D=12 in., 36000 lb/hr, 6 hp
P-701 a P-703	3	Bomba centrífuga, de acero dúctil BHP=15, 1000 gal/min
D-701	1	Tanque de agua desionizada, de aluminio. D=L=38 ft
D-702	1	Tanque de agua de emergencia, de acero. D=L=40 ft
D-703	1	Tanque de agua de enfriamiento, de acero D=L=25 ft
P-801	1	Bomba centrífuga, de acero dúctil BHP=8, 80 gal/min.

NOTA: Las siguientes bombas son de relevo P-104, P-202, P-304, P-311, P-314, P-316, P-403, P-408, P-411, P-413, P-415 Y P-510.

CAPITULO 7

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

El objetivo de este capítulo es establecer los lineamientos para la preparación adecuada del plano general de localización de equipo y extender los lineamientos en la medida que sea posible para la preparación del plano general de localización (plano de integración).

1.-Antes que se pueda realizar cualquier trabajo de distribución de planta para generar el plano general de localización de equipos preliminar, es necesario contar con cierta información básica como la selección del sitio.

El sitio para la planta debe haber sido seleccionado y por lo tanto es necesario saber con que área se cuenta para llevar a cabo la distribución de la planta.

Suponiendo que el área disponible es amplia, la primera cosa que debe conocer el ingeniero de distribución es la topografía, para saber como es el terreno.

La planta se divide básicamente en dos áreas, interna y externa al proceso. El área externa consiste de las áreas de almacenamiento, zonas de carga y descarga, áreas de servicios (generación de vapor, generación de corriente eléctrica, quemadores, áreas para tratamiento de efluentes y otros servicios según se necesiten). La parte interna de la planta se limita a las unidades de proceso. Estas son las áreas de concentración más pesada de cargas y deberán ser localizadas en las áreas del mejor suelo.

Después que la topografía del terreno se ha establecido y los reportes preliminares del suelo se han estudiado, el ingeniero está listo para iniciar un plano de localización de bloques.

Cuando el terreno de la planta es plano y las condiciones del suelo son buenas, el diseñador necesita saber la cantidad y dimensionamiento de tanques, localización de carreteras, caminos, acometidas de servicio tales como corriente eléctrica y/o agua potable, así como las condiciones climatológicas (vientos dominantes, vientos reinantes, etc), ya que estos factores son muy importantes para la distribución de la planta.

Para la realización del plano de localización general de la planta se toma en cuenta lo siguiente

7.1 Procedimiento para elaborar el plano de localización

- 1.- Establecer los límites del terreno.
- 2.- Estimar el área requerida para la unidad de proceso.
- 3.- Estimar el área requerida por la unidad de servicios auxiliares.
- 4.- Estimar el área requerida por los almacenes y recipientes, que se encuentren fuera de límites de batería.
- 5.- Estimar el área requerida para los edificios administrativos, edificios de servicios a personal. etc.
- 6.-Estimar el área requerida para futuras expansiones.
- 7.-Elaborar plantillas de cartón a escala y distribuirla en el área total del terreno.

La distribución de las áreas se hace tomando en cuenta los criterios siguientes:

- Localizar las unidades de proceso donde se encuentre el suelo más resistente para no sufrir hundimientos debido al equipo pesado que se encuentre en esta área. Para tal fin se requiere contar con estudios topográficos y geológicos. Evitar en lo más posible localizar la unidad de proceso en las selecciones del terreno en la que se haya rellenado durante la nivelación del terreno.
 - Debe localizarse el área de servicios auxiliares lo más cerca posible del área de proceso, con el fin de reducir longitudes de tubería y energía para transportar los servicios auxiliares de un lugar a otro.
-

- Si el terreno tiene diferentes niveles de altura. Se recomienda localizar el área de proceso en la parte más alta y la zona de carga y descarga de productos en la parte más baja esto provoca un flujo natural de los productos hacia los tanques de almacenaje.
 - El nivel de pisos es un dato que debe indicarse en los planos generales de localización general de la planta y localización de equipos, normalmente están referenciados a un banco de nivel previamente fijado dentro de la planta. Para simplificar el uso de los niveles dentro de la planta, normalmente en un punto bajo de ésta se hace una igualación de niveles, entre el nivel de referencia de la planta con el nivel 100, que se usará de allí en adelante. El nivel de piso terminado(N.P.T) es muy importante para la localización de equipo y estructuras pesadas.
 - Una elevación de 0.0 deberá evitarse ya que esto podría conducir a requerir niveles negativos para todos los trabajos subterráneos y llevar a una confusión de niveles innecesaria.
 - Cuando se tiene un nivel mayor que el nivel base, puede significar escaleras, elevación de equipo, etc. Además el tener a los tanques de almacenamiento en las partes bajas asegurarán que en la posible fuga de ellos no se caucen inundación en el área de proceso.
 - La dirección de los vientos es un factor que se debe de tomar en cuenta cuando se tienen equipos como torres de enfriamiento , hornos, torres de ligeros etc., que despiden gases o vapores. Estos equipos deberán colocarse en dirección contraria al viento para evitar que sus gases y vapores invadan el área de proceso y edificios administrativos, esto además de ser una fuente de incomodidad para el trabajo, puede provocar circunstancias peligrosas, por ejemplo incendios, humedad indeseable, corrosión, etc.Es por lo anterior necesario, conocer la velocidad y la dirección de los vientos reinantes y dominantes.
-

Viento dominante es un término que se refiere a la intensidad y dirección del viento que predomina en el lugar en que se habita la planta.

Los vientos reinantes tienen menor intensidad que los dominantes y de menor frecuencia pero que también deben ser tomados en cuenta.

La lista de las instalaciones que deben colocarse en la dirección de los vientos corriente arriba y corriente abajo se indican en el apéndice.

En cuanto a la localización del equipo dentro del área de proceso y servicios auxiliares, a continuación se dan algunas recomendaciones:

a) Los equipos serán localizados de acuerdo a la secuencia lógica del proceso, para minimizar el consumo de tubería.

b) Las bombas colóquense cerca y abajo de su punto de succión, para evitar pérdidas por fricción y consumo de tubería de mayor diámetro.

c) Para equipos que tenga partes intercambiables como hornos y cambiadores de calor, déjense un área suficiente para mantenimiento.

d) Los enfriadores y acumuladores de producto, colóquense cerca del límite de batería, para despejar las zonas de proceso y reducir el riesgo de incendio.

e) Tanques de almacenamiento de líquido inflamable además de la distancia mínima entre equipos adyacentes requerirán de un dique de volumen equivalente del recipiente. esto es con la finalidad que en caso de ruptura del tanque, el líquido no se esparza por la planta y provoque un incendio o cualquier otro tipo de accidente.

f) Localice el edificio de control tan cerca del control de la unidad de proceso como sea posible.

g) Localizar las facilidades de carga de carros tanque y de ferrocarril a una distancia segura del área principal de la planta debido al peligro de fuego. Usualmente, existirán

carreteras de acceso y espuelas de ferrocarril que determinen ampliamente la localización de tales instalaciones.

h) Deberá proveerse el espacio conveniente para permitir el libre acceso a entradas de hombre, válvulas e instrumentos.

i) Dar espacio suficiente para el manejo de los tubos de cambiadores de calor y hornos y espacio para remover los internos de torres de enfriamiento, y a equipos que están sujetos a ser removidos o a darles servicios tales como turbinas, motores, bombas, compresores cilindros, etc.

j) Proveer de carreteras de acceso o espacios detrás de líneas de equipos principales; en cualquiera o en ambos extremos de edificios de equipo, cuarto de compresores, cuarto eléctrico; en tanques de almacenamiento y en lugares que requieren equipo móvil para manejo de materiales.

k) Si las balanzas son usadas, el sistema de camino se traza tal que los furgones al entrar o salir pasen sobre la báscula.

l) Las bombas de embarque pueden ser localizadas cerca de los tanques de almacenamiento como sea posible, pero fuera del dique.

m) La longitud de las líneas de tubería es un factor económico importante en la localización de las estaciones de carga, no solo en el costo de la tubería sino también en el costo del bombeo.

7.2 Distancia de equipos

La OSHA tiene estándares para materiales peligrosos que da la distancia mínima entre los contenedores.

Estos dependen de las características del material el tipo y el tamaño del contenedor.

Algunos principios generales para la distancia mínima entre varios equipos son dados en los apéndices

La razón principal para incluir el arreglo de equipo en el diseño preliminar de la planta es el transporte de equipo y la construcción. También es importante que la elección del sitio de la planta sea lo suficientemente grande.

Para este caso de estudio se presenta un ejemplo de cómo es un plano de localización general de la planta tomando en cuenta los es aspectos mencionados.

Algunas consideraciones generales que influyeron en el diagrama de localización general se mencionan a continuación

1. Se consideró un espacio para expansión futura con el fin de instalar un nuevo tren. En el diagrama esto se indica con líneas punteadas.
2. Los vientos dominantes en el verano vienen del Noroeste y en invierno vienen del este.
3. El tanque de purga se localiza al sur de la planta donde los vientos generalmente no transportan derrames sobre la planta.
4. Los servicios y las áreas de tratamiento de agua se localizan al Norte de la planta quedando corriente arriba de la dirección de los vientos.
5. El almacén de estireno se localiza al sur de la planta a 300 ft del río y del muelle el cual está a 300 ft del área de proceso.
6. El área de almacenamiento será localizada al Oeste corriente arriba de los vientos con respecto a la localización de la planta y el almacén de estireno. Deberá estar, al menos, a 250 ft del área de reactores.
7. El reactor y el área de preparación de la alimentación estarán al este de la planta, a 200 ft del río.

8. Las otras áreas de proceso estarán entre el área de reactores y el almacén es decir a más de 200 ft del área de reactores.
9. Se buscará alimentar la carga al reactor por gravedad, así como la carga a los tanques de lavado y la alimentación al secador
10. Deberá de haber suficiente espacio para extraer los agitadores en donde se requiera.
11. Los tanques y reactores deberán estar colocados sobre bases triangulares que describan un ángulo de 60 °.
12. Deberá haber suficiente espacio para extraer el tornillo sin fin de los extensores.
13. Cada uno de los tanques de almacenamiento de estireno deberán tener un dique capaz de contener el volumen del tanque cuando se encuentre lleno.

Con el fin de evaluar los espacios para almacenamiento de aditivos y de producto terminado a continuación se indica la capacidad correspondiente.

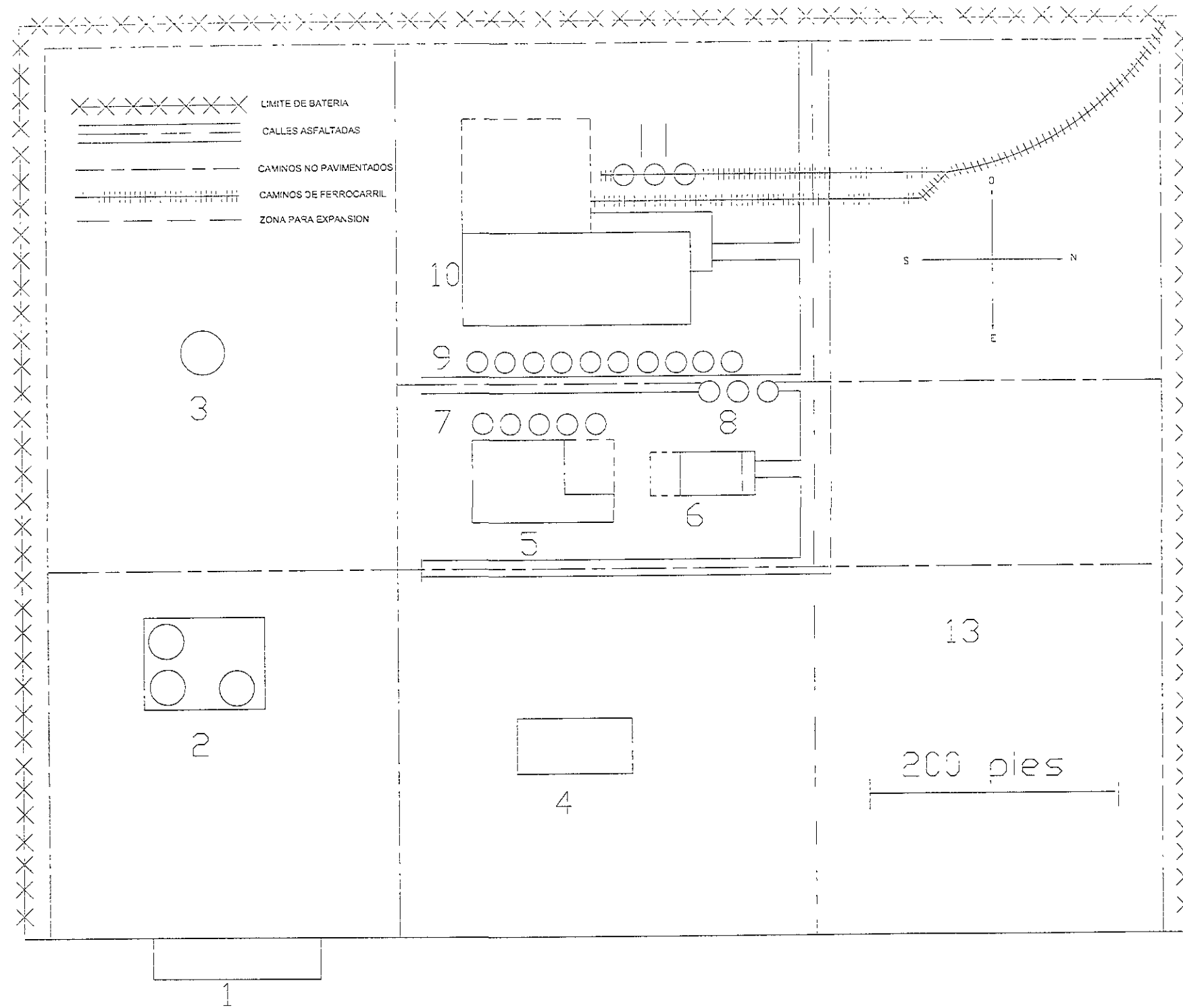
Almacén de Aditivos

Peróxido de Benzoino	32,500 lb (108 recipientes)
Fosfato Tricalcico	130,000 lb (65 plataformas conteniendo 2000 lb cada una.
Dodecilbensulfonato	1560 lb (aproximadamente 40 Contenedores de 5-galones).
Polibutadieno	884,000 lb (17,680 fardos)

Almacén de Producto

Poliestireno	7,800,000 lb en bolsas de 50 libras.
Poliestireno	3,900,000 libras en 200 recipientes
Poliestireno	3,900,000 libras en cajas de 1000 libras

Se deberá considerar un 5 % de área extra, así como espacio para una oficina y para estacionar los montacargas cuando no se utilicen.



1) El espacio fue establecido para un nuevo tren
Este aparece como líneas punteadas

2) Los vientos dominantes en el verano vienen del noroeste y en invierno vienen del este

3) El tanque de purga es localizado al sur de la planta

4) Los servicios y las áreas de tratamiento de agua son localizadas al norte de la planta donde están en contra de la dirección de los vientos.

5) El almacén y el almacén a granel serán localizados al Oeste en contra de los vientos.

7) El reactor y el área de preparación de la alimentación estarán al este de la planta a 200 pies del río.

8) Las otras áreas de proceso están entre el área del reactor y el almacén. Están a más de 200 pies del área del reactor

DESCRIPCION DE CADA AREA EN EL PLANO DE LOCALIZACION

1. Embarcadero BD-101
2. Almacén de estireno D-101
3. Tanque de purga
4. Edificio del reactor
5. Edificio de terminación.
6. Almacén para materias primas
7. Almacén temporal de estireno D-519-D-523
8. Almacenamiento para el embarque del producto a granel D-614-D-619.
9. Almacén del producto a granel D-601-D-610
10. Almacén del producto
11. Almacén para el embarque del producto en tren
12. Estacionamiento
13. Área de servicios y tratamiento de aguas.

CAPITULO 8

ESQUEMA BASICO DE CONTROL Y FILOSOFIA DE OPERACION

ESQUEMA BASICO DE CONTROL Y FILOSOFIA DE OPERACION

Tomando en cuenta que esta tesis tiene, entre uno de sus objetivos ser un cuaderno de trabajo para los alumnos del curso de Ingeniería de Proyectos, por lo que se refiere al Diagrama de Tubería e Instrumentación, a continuación se presentan los aspectos básicos para la elaboración de este documento. Con el propósito de que los alumnos puedan integrar y generar el diagrama de instrumentación de la planta, únicamente se presenta un esquema básico de Instrumentación preliminar al final de este capítulo, dejando a los alumnos la elaboración del documento formal durante el curso.

Al concluir la sección correspondiente al diagrama de Tubería e Instrumentación, se presenta a manera de ejemplo y como parte del caso de estudio la filosofía de operación que sirve como base para explicar los puntos específicos de control de los equipos más importantes del proceso.

8.1 Diagrama de Tubería e Instrumentación

En todo proceso de producción, existen numerosas variables que deben mantenerse en relación proporcional unas con otras, o en valores determinados de condiciones de operación para garantizar la calidad de productos, los rendimientos de producción y mantener la seguridad de la operación tanto para proteger la integridad de los equipos como de sus operadores.

Aunque teóricamente los procesos pueden controlarse manualmente, en la mayoría de las plantas modernas esto no es posible o deseable por una o más de las razones siguientes.

A. La velocidad de respuesta del operador humano es demasiado lenta para responder oportunamente a los cambios que se presentan en las condiciones de operación.

B. La cantidad de variables a supervisar y controlar en una planta exigiría un número excesivo de operadores, elevando demasiado los costos de producción.

- C. Con mucha frecuencia los sistemas son demasiado complejos.
- D. Es necesario mantener una supervisión absolutamente continua sobre el valor de las variables críticas, que de salirse de los límites aceptables pueden crear situaciones peligrosas o degradar la calidad del producto.

Por lo anterior es necesario el uso de instrumentos de control que permiten tener un funcionamiento automático o semiautomático del equipo de proceso, dichos instrumentos son presentados junto al equipo que van a controlar en el documento de diseño conocido como Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI).

8.1.1 Definición de diagrama de tubería e instrumentación

El diagrama de tubería e instrumentación (DTI) es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías, accesorios instrumentos que conforman a un proceso industrial.

8.1.2 Tipos de DTI'S

Son tres los tipos de DTI'S elaborados durante el diseño de proceso industrial.

Diagrama de Tubería e Instrumentación de Proceso

Es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías accesorios e instrumentos que intervienen directamente en el proceso.

8.1.3 Diagrama de Tubería e Instrumentación De Servicios auxiliares

Es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías, accesorios e instrumentos que intervienen directamente con los servicios auxiliares (agua, vapor, aire comprimido, etc.) necesarios para el funcionamiento del proceso industrial.

8.1.4 Diagrama de integración

Es la representación gráfica de los sistemas de interconexión entre los diagramas de proceso y servicios auxiliares incluye la representación de los cabezales que unen entre sí a la planta de proceso o a ésta con los servicios auxiliares.

8.1.5 DTI'S de procesos y servicios auxiliares

Información requerida

Para la elaboración del DTI, tanto de proceso como de servicios auxiliares se requiere de la siguiente información.

- a). Bases de diseño
- b). Diagrama de flujo de proceso
- c). Diagrama de servicios auxiliares
- d). Lista de equipo
- e). Hojas de datos de equipo.
- f) Filosofía de operación

Información contenida

- A). Todos los equipos que se muestran en los diagramas de flujo, incluyendo unidades de repuesto, unidades en paralelo, equipo mecánico y equipo auxiliar.
- B). Todas las tuberías que se requieren para la operación de la planta tales como: recirculaciones, venteos, derivaciones (by-pass), drenes de equipo, líneas que se requieren para el arranque de plantas, etc.
- C). Descripción de las tuberías que incluya: diámetro, servicio, número, especificación y aislamiento.
- D). Todos los accesorios requeridos como: válvulas, juntas de expansión, filtros, trampas, etc.
- E). Todos los instrumentos de medición y control.

Utilidad

La información contenida en el DTI es necesaria para el desarrollo de nuevos documentos de diseño elaborados muchos de ellos durante la ingeniería de detalle por las disciplinas siguientes:

- A). Disciplina de Proceso
 - Diseño de los sistemas básicos de control requeridos.

- Información para la elaboración de arreglo de equipo.
- Elaboración del manual de arranque, operación y mantenimiento de la planta.

B). Disciplina de Instrumentación

- Definir los sistemas de control y establecer la instrumentación detallada requerida en el proceso, así como la numeración y elaboración del índice de instrumentos.

C). Disciplina de Tuberías

- Elaboración de: índice de líneas, planos de rutas de tuberías, codificación de isométricos y colocación de instrumentos en la maqueta.

D). Disciplina Eléctrica.

- Determinación de la cantidad de equipo accionado por motor eléctrico y sistemas de control eléctrico.

8.1.6 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE INTEGRACION

Información requerida para elaborar el DTI de integración.

- A). Bases de diseño
- B). Diagrama de flujo de proceso
- C). Diagrama de balance de servicios auxiliares
- D). Diagramas de tubería e instrumentos y servicios auxiliares
- E). Plano de localización general de equipos

Información contenida

El DTI de integración deberá contener la siguiente información.

- A). Todos los equipos de proceso a los que se les suministren servicios auxiliares.
- B). Todas las tuberías de servicios auxiliares, indicando diámetro, servicio, número y especificación.
- C). La instrumentación requerida en límites de batería.
- D). Para el caso de servicios auxiliares, agua por ejemplo, se indicará la alimentación y retorno a todos los equipos que lo requiera, así como la alimentación a estaciones de servicio.

La utilidad del diagrama de tubería e instrumentación es similar a la tenida por los diagramas de tubería e instrumentación de proceso y servicios auxiliares.

8.1.7 PUNTOS A CONSIDERAR DURANTE LA ELABORACION DE DTI's

1.- En forma general, un DTI incluirá al menos una unidad del proceso o de servicios auxiliares. Una unidad es un grupo de equipos que realiza una sola función. A continuación se dan unos ejemplos de unidades de procesos.

- A) Un compresor y su filtro de succión, interenfriador, post-enfriador y su tanque post-separador.
- B) Una torre y su reboiler, condensador, tanque de reflujo, bombas de fondos y bombas de reflujo.
- C) Un reactor y bombas de reflujo.

2.- Deberá evitarse que una unidad se represente seccionada en dos o más DTI's.

3.- Los DTI's de las unidades de proceso deben arreglarse con el flujo de proceso de izquierda a derecha y deberán seguir la secuencia del flujo de proceso indicando

mediante la diferencia relativa de alturas de las posiciones de equipos entre si, sobre todo en aquellos casos donde la diferencia de elevaciones tenga algún significado crítico para el proceso. (altura de faldón de torres y recipientes por problemas de NPSH, altura de rehervidores, etc.)

4.- Deberán mostrarse en forma simplificada los interiores de los equipos como serpentines de calentamiento, platos, eliminadores de niebla etc.

5.- Se deberá indicar el sentido de flujo de la corriente por medio de una flecha pequeña sobrepuesta en la línea mostrándola en cada cambio de dirección.

6.- Las líneas que conectan a los instrumentos deben ser más delgadas que las que representan a las corrientes de proceso.

8.2 Filosofía de Operación

Para la filosofía de operación se considerarán tres aspectos básicos:

8.2.1 Arranque de la planta

8.2.2 Operación normal

8.2.3 Paro programado y paro de emergencia

En esta filosofía de operación no se hace referencia a las bombas de relevo, sin embargo en todos los casos para la operación de la planta se deberán considerar estos equipos cuando se requieran. En la lista de equipo se indican cuales son dichos equipos de relevo.

8.2.1. Arranque de la planta

Para arrancar la planta se deberán haber seguido todos los procedimientos de preparación para el arranque de cada uno de los equipos que integran el proceso y se deberán seguir los pasos descritos a continuación:

- A. Adicionar el fosfato tricálcico, el dodecibencensulfonato y el peróxido de benzofilo, al tanque D-201.
- B. Mediante las bombas P-105 y P-106 cargar el estireno necesario al tanque D-201 con la primera bomba y al tanque D-203 con la segunda.
- C. Preparar la mezcla mediante el agitador Ag-201 y una vez preparada alimentar dicha mezcla al reactor R-301 o R-302 o R-303, dependiendo de cual sea el equipo que este operando, en media hora. Simultáneamente, cuando se este produciendo poliestireno de medio y alto impacto, preparar la mezcla de polibutadieno y estireno mediante el Agitador Ag-203 y una vez preparada alimentar dicha mezcla, al reactor R-301 o R-302 o R-303, dependiendo de cual sea el equipo que este operando, en media hora.
- D. Cuando se inicie la alimentación de aditivos al reactor, simultáneamente arrancar la bomba P-103 e iniciar el suministro de vapor al cambiador de calor E-201 o E-202 o E-203, dependiendo de cual sea el equipo que este operando, para alimentar el estireno a dicho reactor también en media hora.
- E. Mediante la bomba P-501, cuando se inicie la carga de aditivos al tanque D-201, alimentar agua a los enfriadores D-501 y arrancar las bombas P-201, para alimentar agua al tanque D-205 o D-206.
- F. Iniciar la alimentación de vapor al tanque D-205 o D-206 cuando se inicie la operación de la bomba P-201.
- G. Cuando el vapor y el agua ingresen al tanque D-205 o D-206 iniciar la alimentación de la mezcla (agua caliente desionizada), al reactor mediante la bomba P-301. La carga deberá hacerse también en media hora.
- H. Una vez cargado el reactor con todas sus materias primas se cierra y se inicia la reacción. La fase de iniciación deberá durar media hora y tomando en cuenta que la reacción es exotérmica la temperatura se deberá controlar durante 4 horas a 194 °F, empleando agua de enfriamiento en la chaqueta del reactor. En caso de que la temperatura de reacción disminuya, se deberá alimentar vapor para mantenerla controlada.
- I. Monitorear la conversión, tomando muestras cada hora para corroborar que después de cuatro horas y media de iniciada la reacción se logró obtener el

poliestireno de propósitos generales, o medio impacto o alto impacto dentro de las especificaciones requeridas.

- J. Una vez concluido el paso anterior, iniciar la descarga del reactor hacia el tanque de lavado D-301 o D-302 o D-303 dependiendo de cual este operando. La descarga deberá realizarse en media hora.
- K. Simultáneamente con la descarga del reactor, iniciar la alimentación de la solución de ácido clorhídrico al tanque D-301 o D-302 o D-303, mediante la bomba P-414, lo cual también deberá llevarse a cabo en media hora. También se deberá arrancar la bomba P-315 para alimentar agua desionizada hacia el tanque D-305 y posteriormente mediante la bomba P-312 alimentar dicha agua al tanque D-301 en un lapso de media hora.

A partir del tanque D-301 o D-302 o D-303, la operación de la planta es a régimen permanente por lo que se iniciará la operación de la bomba P-401 para alimentar la descarga del tanque D-301 o D-302 o D-303 hacia la centrifuga S-401 o S-402.

Simultáneamente con el arranque de la bomba P-401 se debe de arrancar la bomba P-406 para alimentar agua desionizada hacia la centrifuga S-401 o S-402.

El agua separada en la centrifuga se enviará a la disposición de desechos y el producto principal se alimentará por gravedad al secador DR-401.

Cuando se inicie la alimentación de producto al secador DR-401 o DR-402 también se deberá de alimentar aire caliente al mismo por lo que se deberá arrancar oportunamente el ventilador B-401 o B-402 o B-403 y suministrar vapor al cambiador de calor E-401 o E-402.

Cuando se arranque el ventilador B-401 o B-402 o B-403 también se deberá arrancar el ventilador B-501 o B-502 para transportar el producto que sale del secador hacia el ciclón CY-501 o CY-502 o CY-503 o CY-504 o CY-505 o CY-506 o CY-507 o CY-508 o CY-509.

Iniciar la descarga del poliestireno de los recipientes CY-501 a CY-509 hacia el tanque D-510 , mediante la válvula rotatoria RV-503, para poder alimentar a los extrusores EXT-501, los cuales se deberán arrancar de acuerdo con el procedimiento establecido por el fabricante.

Una vez que se inicie la obtención de producto extruído se inicia la operación de la cortadora CU-501, para posteriormente enviar el producto cortado mediante el sistema de transportación neumática hacia el empaquetado y/o envasado correspondiente.

8.2.2. Operación normal

Cuando se haya realizado el arranque completo de los equipos en forma manual y la capacidad de la planta se haya estabilizado, se pasará la planta a control automático. No se debe olvidar que hasta el reactor el proceso es por lotes por lo que en esta sección de la planta varias de las etapas se realizarán manualmente.

Se instalarán alarmas de nivel e indicadores en los tanques de suministro de estireno y en los tanques de suministro de ácido clorhídrico.

En las líneas donde se encuentran localizadas las bombas P-105, P-106 y P-414 se instalarán totalizadores de flujo para garantizar el suministro en las cantidades establecidas por el proceso. La temperatura del estireno a la salida del calentador E-201 se controlará mediante la regulación del vapor alimentado a dicho equipo.

El agua necesaria en el reactor se controlará mediante totalizadores de flujo instalados a la descarga de la bomba P-301 y la temperatura de dicha corriente se controlará regulando el suministro de vapor hacia los tanques D-205 y D-206.

La temperatura en el reactor se controlará regulando el suministro de agua de enfriamiento hacia la chaqueta del mismo.

El agua necesaria en los tanques de lavado D-301 D-302 y D-303 se controlará mediante un totalizador de flujo instalado a la descarga de la bomba P-312.

La operación de la centrifuga se controlará mediante un dispositivo que mida la velocidad de la flecha entre el motor y el equipo correspondiente.

La operación del secador se controlará midiendo la temperatura de descarga del mismo y regulando el suministro de vapor a los calentadores E-401 y E-402. A su vez esta temperatura se controlará a través del motor de velocidad variable que accionan los ventiladores B-401 B-402 y B-403.

Por último la operación de los extrusores Ext-501 a Ext-509 se hará controlando la velocidad del accionador del mismo haciendo interactuar este control con la operación

de las cortadoras Cu-501 a Cu-509. La temperatura en el enfriador por contacto directo D-501 a D-509 se hará regulando el suministro de agua a la descarga de las bombas P-501 a P-510.

8.2.3. Paro programado y paro de emergencia

Para llevar a cabo el paro normal de la planta únicamente se requiere descargar los reactores hacia los tanques de lavado correspondiente, ya que por ningún motivo los reactores deberán contener producto cuando esto suceda. Se suspenderá el suministro de poliestireno hacia la centrifuga y se deberá procesar completamente la descarga de la centrifuga hasta la cortadoras Cu-501 a Cu-509.

Mediante el sistema de transportación neumática el producto se deberá enviar hacia el sistema de empaçado correspondiente. El suministro de vapor deberá suspenderse y el suministro de agua de enfriamiento deberá continuar hasta que se suspenda la descarga de producto de los extrusores Ext-501 a Ext-509.

Una vez que todo el poliestireno haya sido enviado al sistema de empaque se deberán parar todos los ventiladores.

8.3 Consideraciones Especiales

8.3.1 Reactor

La calidad del producto depende principalmente de la temperatura dentro del reactor, debido a que el polímero no debe exceder la temperatura fijada. Los controles conectados con estos parámetros, mantienen las variables a un valor que se desea. El catalizador y los agentes de suspensión se mantienen en el área de almacenamiento, y se descargan manualmente en el tanque de mezclado D-201.

Lo mismo ocurre en el caso del polibutadieno, el cual también se alimenta manualmente al tanque de mezclado D-203.

El estireno se mide automáticamente mediante los sistemas totalizadores de flujo, con el propósito de cargar a los tanques de D-201, D-203 y a los reactores, la cantidad de estireno requerida por el balance y también para evitar rebasar la capacidad equivalente

al 85 % del volumen total de estos equipos. Dicho control, se lleva a cabo mediante los controladores FQCI-103,105 y 106, que actúan sobre las válvulas FQCIV-103, 105 y 106, y sobre los motores de las bombas P-103, 105 y 106 respectivamente.

El agua se mide automáticamente mediante los sistemas totalizadores de flujo, con el propósito de cargar el reactor. Dicho control, se lleva a cabo mediante el controlador FQRC-301 que actúa sobre la válvula FQRCV-301 y sobre la bomba P-301 que suministra el agua.

Estos controles se diseñan como control FQ: un control de flujo que mide la cantidad de material total que se carga, no la velocidad a la cual se carga.

Este tipo de control se usa para proceso por lote.

La bomba P-301 se activa por un operador en el cuarto de control cuando se va a preparar otro lote.

El reactor cuenta con dos controladores, un TRC-301 y un TIC-310, cuya función es controlar la temperatura e indicar la temperatura dentro del Reactor.

En caso de que la temperatura se eleve más allá de la temperatura de polimerización, los controles TICV-310a y TICV-310b actúan sobre las válvulas para permitir el paso de agua de enfriamiento proveniente del tanque D-305.

Las materias primas que se encuentran en el tanque mezclador de aditivos D-201 y en el tanque disolvente de polibutadieno D-203 se descargan dentro del reactor, mediante el controlador FCV que actúa sobre una válvula solenoide, la cual es operada desde el cuarto de control.

Los reactivos que entran al sistema no necesitan ser purificados antes de ser usadas.

Sin embargo necesitan ser revisadas periódicamente en el laboratorio para determinar que reúnan todas las especificaciones fijadas por el alcance.

8.3.2 Tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico D-401

Este tanque cuenta con un indicador de nivel LI-401 para evitar que sobrepase la capacidad del tanque.

El ácido clorhídrico es bombeado al tanque de lavado D-301 o D-302 o D-303, dependiendo de cual este en operación, mediante la bomba P-414. El flujo es

controlado por el controlador indicador totalizador de flujo FQCI-401, que actúa sobre la válvula FQCIV-401 y sobre la bomba P-414.

8.3.3 Tanques de almacenamiento de estireno

Los tanques de almacenamiento tienen indicadores de nivel y una alarma de alto nivel y switch.

La temperatura del estireno es controlada, si la temperatura excede 86°F, el operador es avisado por una alarma y en función de esto puede tomar una decisión apropiada.

8.3.4 Tanque de lavado

Al tanque de lavado D-301 se le suministra agua desionizada proveniente del tanque D-305, mediante la bomba P-312. El controlador registrador totalizador de flujo FQRC-310 actúa sobre la válvula FQRCV-310 y sobre la bomba P-312 mediante el switch controlador registrador totalizador de flujo FQRCS-310, para evitar sobrepasar la capacidad del tanque de lavado.

Para saber el volumen del tanque de lavado se cuenta con un indicador de nivel LI-301.

8.3.5 Secador

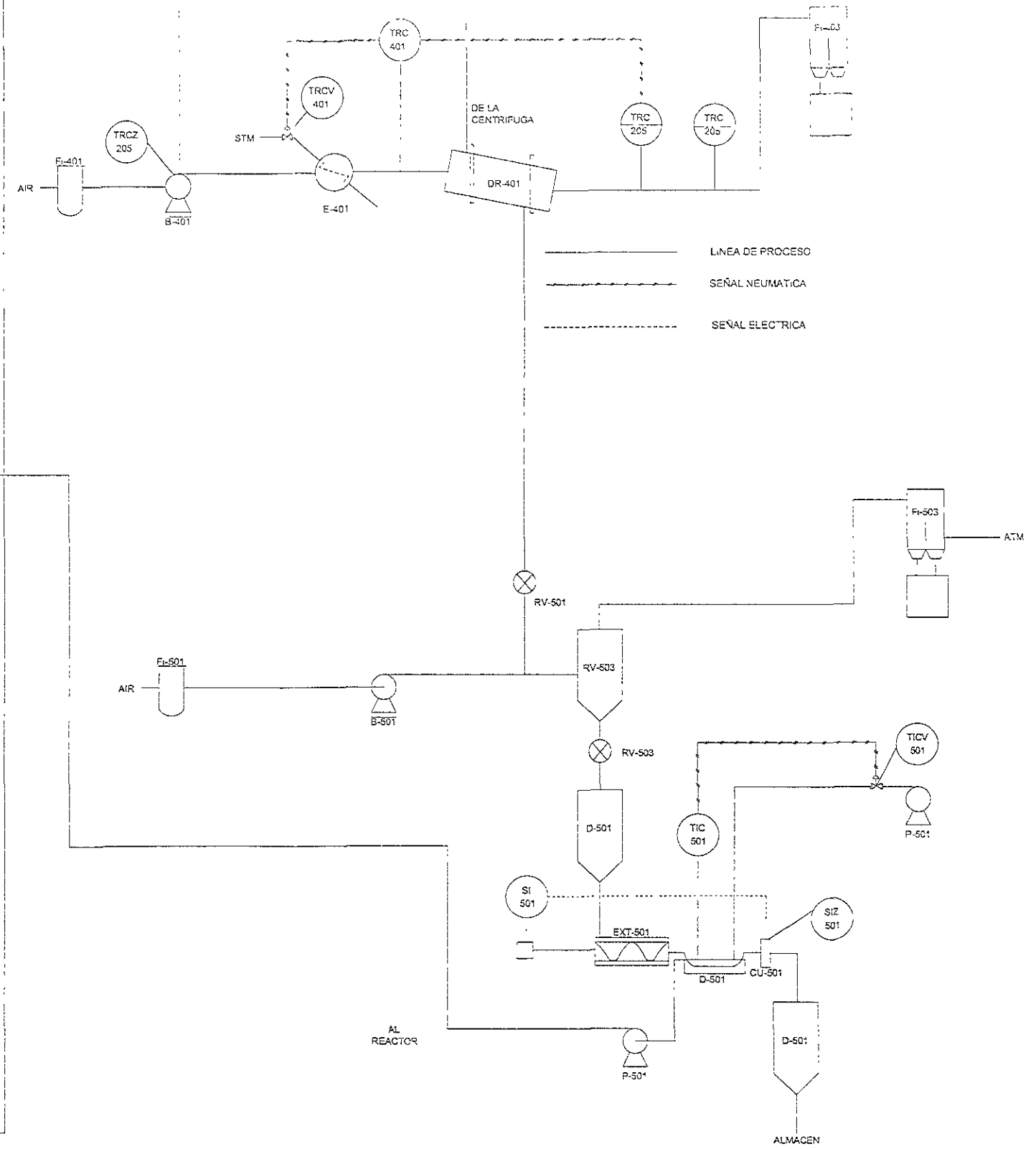
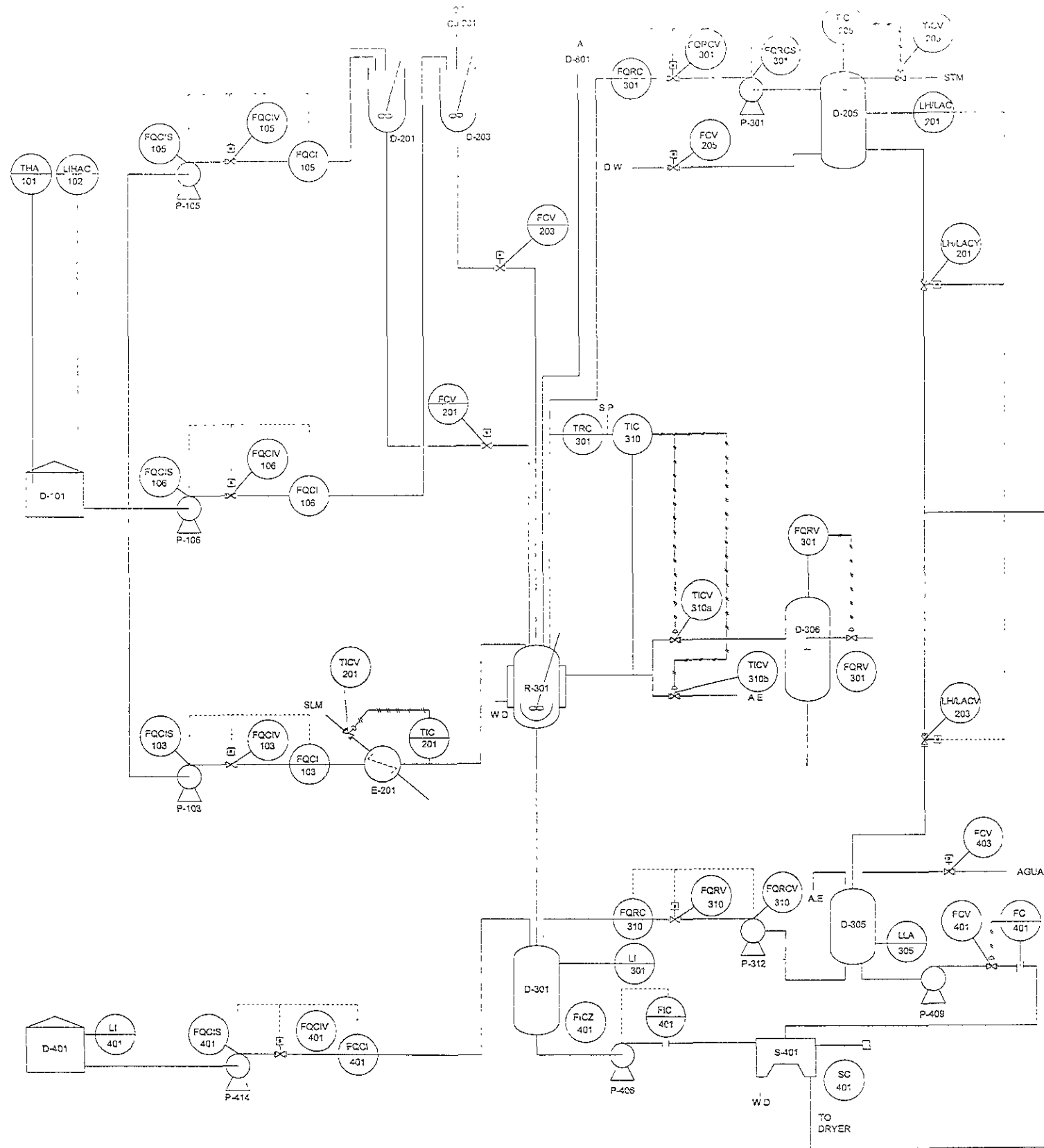
A la entrada del secador, entra aire caliente, pasado por el cambiador de calor E-401 o E-402 mediante vapor.

A la salida del cambiador de calor DR-401 o DR-402 se tiene un controlador registrador de temperatura TRC-403, el cual actúa sobre el controlador registrador de temperatura TRC-401, en caso de que la temperatura no sea la que se requiera. En este caso el controlador TRC-401 actúa sobre la válvula de control registradora de temperatura TRCV-401 para permitir o evitar el paso de vapor al cambiador de calor E-401.

La temperatura del polímero no excede de 185 ° F o el calor afecta sus propiedades.

Por lo tanto la temperatura de salida del aire se controla a 185 ° F.

La temperatura de aire que sale del intercambiador de calor se controla regulando la presión del intercambiador de calor encaquetado de aire. La presión de vapor es determinada por la temperatura de salida de la corriente de aire del secador.



UNAM FQ	PLANTA DE POLIESTIRENO	UNAM FQ UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
TECNA	ESQUEMA BASICO DE CONTROL	FACULTAD DE QUIMICA CONJUNTO E. DEPTO IQ
CONTRATO FQ-447		DIAGRAMA No. PPE007

CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Con base en el objetivo original, se logró el desarrollo de la Ingeniería Básica de una planta de poliestireno como material de apoyo para el curso de Ingeniería de proyectos.
- 2) La resolución de este caso de estudio no pretendió desarrollar por completo toda la planta pero si ilustrar la elaboración de la mayor parte de los documentos que comprende la Ingeniería Básica, empleando reglas heurísticas y criterios de diseño para tal fin. Los documentos elaborados fueron:

- Alcance
- Bases de diseño
- Descripción del proceso
- Diagrama de Flujo de Proceso
- Criterios de diseño
- Lista de equipo
- Hojas de datos de equipos de proceso
- Plano General de Localización
- Esquema básico de control

Los documentos no elaborados fueron

- Estudio de mercado
- Diagrama de servicios auxiliares
- Diagrama Unifilar
- Estudio Económico de la planta
- Planos de localización de equipos

Estos documentos se dejan al alumno del curso de Ingeniería de Proyectos, para que los elaboren con base a los documentos elaborados en esta tesis.

En el capítulo 8 no se elabora el Diagrama de Tubería e instrumentación, sino sólo un esquema básico de control, para que después el alumno desarrolle el Diagrama de Tubería e Instrumentación en su totalidad, con la asesoría del profesor del curso de Ingeniería de Proyectos.

En la sección de Apéndice se dan las hojas de datos de algunos equipos, de la planta de poliestireno, cabe mencionar que no están completamente llenas, puesto que se le deja al alumno para que las elabore en su totalidad con la asesoría del maestro.

3) El haber elaborado una serie de hojas de calculo en excel para el dimensionamiento de la planta, fue con la finalidad de que cada uno de los estudiantes desarrollen durante el curso su planta de poliestireno para una capacidad específica dada.

Las hojas de cálculo tienen la flexibilidad de modificar no solo la capacidad, sino también algunos parámetros de calculo intermedio, que son claves para analizar la sensibilidad y el impacto en el diseño de toda la planta.

4) Se elaboró en el capítulo 3 el cuestionario de las bases de diseño, para ilustrar los diferentes aspectos que se deben considerar cuando se va a diseñar una planta.

5) Las ventajas y aportaciones que tiene cada uno de los documentos elaborados en el presente trabajo se dan a continuación.

- Alcance.- Este documento tiene la ventaja de ofrecer a los alumnos del curso de Ingeniería de Proyectos, el darles a conocer la importancia el de establecer hasta donde se va a realizar el proyecto.
 - Bases de Diseño.- Este documento muestra a los alumnos, cuales son los aspectos que se deben tener en cuenta, para desarrollar la ingeniería básica, y posteriormente la Ingeniería de detalle.
 - Descripción del proceso.- Este documento es muy importante, puesto que ofrece la ventaja de aprender la manera de cómo es la secuencia de transformación de las materias primas hasta el producto terminado.
 - Diagrama de Flujo de Proceso.- Este documento tiene una gran importancia, ya que su contenido, es básico para lograr un buen dimensionamiento de los equipos y la elaboración del Diagrama de Tubería e Instrumentación.
 - Criterios de diseño. La ventaja de elaborar correctamente este documento, da como resultado, un correcto dimensionamiento de los equipos.
 - Lista de equipo. Ofrece información un poco más detallada de los equipos con algunas condiciones de proceso, dimensiones para que después se desarrollen las hojas de datos de los equipos de proceso.
-

- Hojas de Datos de equipos de proceso. Gracias a este documento se puede conocer las características de los equipos, tales como condiciones de proceso, dimensionamiento y materiales de construcción.
- Plano de Localización General.- Este documento muestra, las diferentes áreas de proceso y como están localizadas.
- Esquema Básico de Control.- Su principal ventaja que tiene es de ver, cuales son los controles que se requieren para controlar un proceso, y el de saber por que es importante controlarlas.

RECOMENDACIONES

Hasta ahora no se cuenta con suficiente material de apoyo para la elaboración del curso de Ingeniería de proyectos por lo que se recomienda la resolución de casos de estudio no sólo para la integración de la ingeniería básica sino también para la ingeniería de detalle y para la ingeniería conceptual, de diferentes plantas y aumentar así la visión en el desarrollo de la Ingeniería de proyectos de plantas de proceso, de tal manera que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química puedan desarrollar sus *habilidades de una mejor manera en el campo de la Ingeniería de Proyectos.*

También es recomendable elaborar formatos de la Facultad de Química que le permitan al alumno elaborar toda la serie de documentos de un proyecto en forma homogénea.

APENDICE 1
 TAMAÑOS TÍPICOS DE TANQUES CONSTRUIDOS POR API

DIAMETRO DEL TANQUE		CAPACIDAD APROXIMADA		ALTURA		VOLUMEN	
ft	m	gal / ft	m ³ / m	ft	m	gal	m ³
15	4.6	1,320	16.4	18	5.5	23,700	90
20	6.1	2,350	28.0	18	5.5	42,500	161
25	7.6	3,670	45.6	18	5.5	66,000	250
25	7.6	3,670	45.6	24	7.3	88,000	334
30	9.1	5,290	65.6	24	7.3	127,000	481
35	10.7	7,190	89.3	30	9.1	216,000	819
45	13.7	11,900	148	36	11.0	429,000	1,625
70	21.3	28,800	358	36	11.0	1,040,000	3,940
100	30.5	58,700	728	36	11.0	2,110,000	8,000
120	36.6	84,500	1,050	48	14.6	4,060,000	15,400
180	54.9	190,000	2,380	48	14.6	9,150,000	34,700

**APENDICE 2
REGLAS HEURISTICAS PARA RECIPIENTES**

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES

1. Para recipientes que tengan una capacidad menor a 500 gal (1.9 m3)

2. Para recipientes que tengan una capacidad arriba de los 500 galones

3. Para recipientes que tengan menos de 1000 gal (3,8 m3)

4. Para recipientes que tengan líquidos entre 1000 y 10000 gal (3.8 y 38 m3)

5. Para recipientes que almacenen líquidos superiores a los 10,000 galones (38 m³)

6. El diámetro optimo para un tanque es dado por la ecuación

CONDICIONES A LAS QUE DEBEN ESTAR

Nunca deben ser llenados más del 85 % de su capacidad

Nunca deben ser llenados más del 90 % de su capacidad

Se debe de utilizar tanques verticales

Se debe utilizar tanques horizontales los cuales deben estar colocados en cimientos de concreto

Se deben utilizar tanques verticales los cuales deben estar colocados en cimientos de concreto

$$D=0.74(V)^{1/3}$$

D= diámetro en ft (m)

V= volúmen en ft³ (m³)

APENDICE 3
CRITERIOS DE DISEÑO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR Y
CAMBIADORES DE CALOR

- 1) El área máxima en equipos de tubo y coraza para un diseño preliminar debe ser de 500 ft² dicho valor
- 2) Para prediseño usar coeficientes globales de transferencia de calor recomendados como típicos.
- 3) En cálculos aproximados se puede involucrar un factor de prediseño del 25%
- 4) No usar menos de 15 °F de acercamiento para no diseñar equipos muy grandes
- 5) Tomar el flujo a contracorriente real en un equipo de tubo y coraza como base de comparación.
- 6) El lado de los tubos es usado para el fluido más corrosivo, de alta presión, más sucio, incrustante o caliente.
- 7) El lado de la coraza es preferentemente usado para fluidos más viscosos o para condensados
- 8) Los tubos más comunes para el diseño son los ¾ " de D.O., el arreglo más usado es el triangular de 1", la longitud más común es de 16 ft.
- 9) Los intercambiadores de doble tubo son usados para servicios que manejan flujos que requieren de 100 a 200 ft² de área como máximo.
- 10) En caso de no tener datos disponibles suponer que el agua de enfriamiento esta disponible a 90 °F en un día caluroso y que regresa a la torre a 115 °F como máximo.
- 11) El mínimo acercamiento de temperaturas es de 20 °F para enfriamientos normales y de 10 °F ó menor con refrigerantes ó materiales muy limpios

12) Para enfriadores con aire se debe usar un acercamiento de 40 F basado en la entrada de temperatura alta del fluido a enfriar.

13) Asumir que el aire esta a 100 °F en días calurosos para asegurar que el área calculada sea la adecuada.

14) Asumir 20 hp de potencia por cada 1000 ft² de área para el desplazamiento del aire.

Asumir una $U=70 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ para calculos aproximados.

15) Usar 0.75" de diámetro externo en tubos para materiales limpios, 1" de diámetro externo para fluidos en general y de 1.5" de diámetro externo para fluidos muy sucios.

16) La longitud mínima de los tubos es en general de 8 ft. Las longitudes típicas varían entre 16 y 20 ft.

17) El arreglo triangular de los tubos da valores de diámetro de coraza más pequeños para un área requerida.

18) El arreglo cuadrado para los tubos es más fácil de limpiar.

19) Asumir una caída de presión de 5 psi por el lado de los tubos y coraza para una primera estimación.

20) Para condensadores en torres de destilación, de ser posible la condensación debe ser total.

21) Para el diseño de condensador de mezclas, se debe considerar los puntos de burbuja y rocío de la mezcla para estimar la diferencia a temperatura adecuada.

22) Para condensadores parciales, debe asegurarse que la cantidad de reflujo en la torre es adecuada.

APENDICE 4

INSTALACIONES QUE DEBEN SER LOCALIZADAS EN LA DIRECCION
DE LOS VIENTOS CORRIENTE ARRIBA

OFICINA DE LAS PLANTAS	SUBESTACION ELECTRICA
LABORATORIOS CENTRALES	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
TIENDAS MECANICAS Y OTRAS	TORRE DE ENFRIAMIENTO
EDIFICIO DE OFICINA	COMPRESORES DE AIRE
CAFETERIA	ESTACIONAMIENTO
ALMACEN	BOMBAS DE AGUA PRINCIPALES
HOSPITAL	DEPOSITOS QUE CONTIENEN MATERIALES
CASA DE CAMBIO	NO PELIGROSOS NO EXPLOSIVOS Y NO
ESTACION DE BOMBEROS	FLAMABLES
CASA DE CALDERAS	CALENTADORES A FUEGO DIRECTO
CASA DE GENERACION ELECTRICA	FUENTES DE TODAS LAS IGNICIONES

INSTALACIONES QUE DEBEN SER LOCALIZADAS EN DIRECCION CONTRARIA
DE LOS VIENTOS CORRIENTE ABAJO

EQUIPO QUE PUEDEN DERRAMAR MATERIALES INFLAMABLES

TANQUES DE PURGA

QUEMADORES DE FLAMA

ALBERCAS DE SEDIMENTACIÓN

APENDICE 5

ESPACIOS PARA PLANO DE LOCALIZACION PRELIMINAR

ESPACIO (ft)	Ha	Oa
PRINCIPALES CARRETERAS A LIMITES DE BATERIA (BL)	30	18
CARRETERAS SECUNDARIAS, VIAS DE ACCESO A (BL)	25	16
FERROCARRILES A (BL)	50	23
RACK PRINCIPAL DE TUBERIA (VIAS DE ACCESO POR DEBAJO)	15	16
RACK DE TUBERIA SECUNDARIO	10	12
TODAS LAS TUBERIAS POR DEBAJO	---	7
ESPACIO ENTRE:		
BASES DE BOMBAS PEQUEÑAS, <25 HP	2.5	12
BASES DE BOMBAS GRANDES, >25 HP	3	14
COMPRESORES Y EQUIPO MÁS CERCANO	10	b
RECIPIENTES VERTICALES COLINDANTES	10	---
RECIPIENTES HORIZONTALES, < 10 FT DIAMETRO	4	4
RECIPIENTES HORIZONTALES, > 10 FT DE DIAMETRO	8	---
CAMBIADORES DE CALOR HORIZONTALES	4	3
CARCAZA DE CAMBIADOR DE CALOR A FUEGO DIRECTO Y EQUIPO MÁS CERCANO	50	---
CASAS DE CONTROL Y REACTOR O ESTRUCTURAS DE EQUIPO PRINCIPAL	30	---

a H= horizontal. O= por arriba

b como se requiera para mantenimiento

DISTANCIA MÍNIMA EN PIES

		UNIDAD DE PROCESO-HH	UNIDAD DE PROCESO -L H	PATIO DE TANQUES -HH	PATIO DE TANQUES L.H	ALMACENES DE PRODUCTO -L.H	EMBARQUE Y RECEPCIÓN L.H	EMBARQUE Y RECEPCIÓN L.H	EDIFICIOS DE SERVICIOS	AREA DE CALDERA	BOMBAS CONTRA INCENDIO	CONTROLES DE EMERGENCIA	CONTROLES DE EMERGENCIA	AGUA CONTRA INCENDIO	ASPERSORES	QUEMADORES DE FLAMA	PLANTAS PILOTOS	TORRES DE ENFRIAMIENTO	HIDRANTES	CALENTADORES DE PROCESO A FUEGO DIRECTO	
UNIDAD DE PROCESO	ALTO RIESGO	B	200								250	100	50	50-100 AL CENTRO DEL OBJETIVO	PARA QUEMADORES DE CAMPO (FLARES) DE 100 PIES QUE SE ENCUENTRAN 25 PIES POR ENCIMA DE LOS EQUIPOS A SU ALREDEDOR USAR 300 PIES.	200	150				
UNIDAD DE PROCESO	BAJO RIESGO		100	50							150	50				200	100				50
AREA DE TANQUES	ALTO RIESGO	C	1	1	1 1/2						250		100					250	250		200
AREA DE TANQUES	BAJO RIESGO		2	3	1						200							200	200		200
ALMACEN DE PRODUCTO	ALTO RIESGO	D	150	4	1	3	100	50			200							200	150		100
EMBARQUE & RECEPCIÓN	BAJO RIESGO	E	200	200	150	2	100	150	50		150	100	50					200	200	50 TO 250	200
EMBARQUE & RECEPCIÓN	ALTO RIESGO		150	100	100	50	20	50			100	50						150	150		100
EDIFICIO DE SERVICIO		F	200	100	200	100	100	150	100		100							200	100		100
AREA DE CALDERA			200	150	200	150	100	200	100									200	100		100

A. Distancia entre unidades de proceso es medida desde límites de batería.
 B. Una unidad de alto riesgo tiene una clasificación de explosión bajo la clave E-4 O E-5.
 C. Los tanques de almacenamiento son clasificados bajo la clave D
 La clase "E" requiere consideración especial
 D. Los almacenes de productos de alto riesgo contienen materiales inestables, líquidos inflamables, o sólidos altamente combustibles.
 Estos requieren consideración especial.
 E. El embarque y recepción de materiales estables con bajo punto de flash abajo de 110 °F indica alto riesgo.
 F. Embarque y recepción de materiales de alto riesgo requiere consideración especial.
 G. Edificios de servicio incluye, oficinas, entrada a la planta, vestidores, laboratorios
 H. Mantenga cualquier flama alojada a 100 pies de vapores peligrosos.
 I. Cualquier desviación de estas distancias requiere de instalaciones con sistemas especiales tales como sistemas de espuma aspersores automáticos etc
 J. Aquellos casos que se encuentren en la frontera de ser instalaciones valiosas se debiera clasificar como áreas de alto riesgo.
 k. Los almacenes de almacenamiento deben tener cada uno un dique
 Los tanques de almacenamiento deben tener un dique cada uno. Si no es así, entonces se construye un solo dique con la condición de que este no exceda de 25,000 bbls. Para tanques de almacenamiento horizontal la máxima capacidad es de 400,000 galones por grupo, con una distancia de 100 pies entre grupos, u otros posibles arreglos.

DISTANCIAS RECOMENDADAS DENTRO DE UNIDADES DE PROCESOS

	REACTOR	COMP.	TANQUES	EQUIPO PARA C	CUARTOS DE CONTROL
REACTOR	6				
AREA DE COMPRESOR O CASA DE BOMBA	25				
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	100 a 200	100 a 200	7	1 diam	
EDIFICIO DE FRACCIONACION	50	30	100		
CUARTOS DE CONTROL	50 a 100	50 a 100	100	50a	10

1. Para especificar tanques verticales usar 5 diámetros
2. Para especificar un tanque vertical, usar 4 diámetros.
3. Para especificar un tanque vertical, usar 3 diámetros
4. Límite del almacén al máximo 25,000 pies cuadrados
5. Dos estaciones desables
6. Barricadas desables para barricadas peligrosas
7. Más de 100,000 galones requiere consideración especial.

***diámetro más grande

APENDICE 7 SIMBOLOS DE CONTROL Y SIGNIFICADO

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	APARATOS DE MEDICION
E	VOLTAJE
F	CANTIDAD DE FLUJO
FQ	INTEGRADOR DE FLUJO
L	NIVEL
P	PRESION
Pd	DIFERENCIAL DE PRESION
pH	-log (H ₃ O ⁺)
S	VELOCIDAD
T	TEMPERATURA
W	PESO
	FUNCIONES REPRESENTADAS
C	CONTROL
HA	ALTA ALARMA
LA	BAJA ALARMA
H/LA	ALTA Y BAJA ALARMA
I	INDICAR
R	GRABAR
HS	ALTO SWITCH
LS	BAJO SWITCH
H/LS	ALTO Y BAJO SWITCH
V	VALVULA

APENDICE 8 EJEMPLOS DE SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS

SIMBOLO	SIGNIFICADO
FI	INDICADOR DE FLUJO
LRC	CONTROLADOR DE NIVEL-REGISTRADOR
LICV	CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL PARA UNA VALVULA
LHS	SWITCH DE ALTO NIVEL
PLA	ALARMA DE BAJA PRESION
PIC	CONTROLADOR INDICADOR DE PRESION
TH/LS	SWITCH DE ALTA Y BAJA TEMPERATURA
TRC	CONTROLADOR REGISTRADOR DE TEMPERATURA
TRCV	CONTROLADOR REGISTRADOR DE TEMPERATURA PARA UNA VALVULA
TICV	CONTROLADOR INDICADOR DE TEMPERATURA PARA UNA VALVULA
THA	ALARMA DE TEMPERATURA ALTA
FQCIS	SWITCH INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO TOTAL
FQRC	CONTROLADOR REGISTRADOR DE UN INTEGRADOR DE FLUJO
FQRCS	SWITCH CONTROLADOR REGISTRADOR DE FLUJO
FQRCV	CONTROLADOR REGISTRADOR DE FLUJO PARA UNA VALVULA
FCV	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO
LLA	ALARMA DE BAJO NIVEL
FC	CONTROLADOR DE FLUJO
WR	REGISTRADOR DE PESO
SC	SWITCH CONTROLADOR

APENDICE 9

HOJA DE DATOS DE REACTOR			
CLAVE DEL REACTOR	R-301	LOCALIZACIÓN	
SERVICIO	Reactor de polimerización	NÚMERO DE EQUIPOS	1
DIMENSIONES	D= 13.3 ft	L= 26.6 ft	
CONDICIONES DE OPERACION			
CAPACIDAD 27600 gal			
CODIGO.		ASME	
PRESION DE DISEÑO	PSIG	TEMPERATURA DE DISEÑO	°F
PRESION DE OPERACION	14.7 PSIG	TEMPERATURA DE OPERACION	194 °F
CONDICIONES DEL AISLAMIENTO			
TEMPERATURA DE ENTRADA	°F	TEMPERATURA DE SALIDA	194 °F
PRESION DE ENTRADA	PSIG	PRESIÓN DE SALIDA	PSIG
ESPECIFICACION DE LOS COMPONENTES			
INSTRUMENTO	MATERIAL	COMENTARIOS	
CORAZA			
TAPAS			
SOPORTE			
PLATAFORMA			
SOLDADURA			
ESCALERA			
AGITADOR			
PINTURA			
AISLAMIENTO			
DATOS DEL MOTOR			
NUMERO DE REGISTRO:		FABRICANTE	
HP	VOLTS	HERTZ	
FASE(S)	TIPO DE CONTENEDOR	CUERPO	
PUENTE RADIAL	LUBRICANTE:	AISLANTE	
AUMENTO DE TEMPERATURA	TORCA DE INICIO		
MATERIAL DEL PUENTE INTERNO			
NOTAS			
NO REVISIÓN	FECHA ELABORACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	COMENTARIO

APENDICE 10

HOJA DE DATOS PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR					
PLANTA	Poliestireno 1		CONTRATO No	FQP-447	
LOCALIZACION	Altamira Tamaulipas		REQUISICION No		
CLAVE	E-201		HECHA POR	OVAP	
SERVICIO DE LA UNIDAD Calentar estreno mediante vapor de 150 psig para que se mande al reactor R-301					
TAMAÑO	TIPO (HORIZ/VERT)		CONECTADO EN		
SUPERFICIE POR UNIDAD (TOTAL EFECT)			FT² ENVOLVENTE POR UNIDAD		
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (TOTAL EFECT)			FT² ARRÉGLO DE LAS ENVOLVENTES		
CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD					
	LADO DE LA ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS		
FLUIDO CIRCULADO	Vapor		Estireno		
CANTIDAD TOTAL			18350 lb/h		
VAPOR					
LIQUIDO					
DENSIDAD RELATIVA					
VISCOSIDAD			0.76: cp		
PESO MOLECULAR					
CALOR ESPECIFICO			BTU/LB F	BTU/LB F	
CONDUCTIVIDAD TERMICA			BTU/HR FT F	BTU/HR FT F	
CALOR LATENTE	857 BTU/LB		BTU/LB		
TEMPERATURA DE ENTRADA			F	77 F	
TEMPERATURA DE SALIDA			F	200 F	
PRESION DE OPERACION			PSIG	PSIG	
Nº DE PASOS POR ENVOLVENTE					
VELOCIDAD			FT/SEC	FT/SEC	
CAIDA DE PRESION			PSI	PSI	
FACTOR DE ENSUCIAMIENTO (MIN.)					
CALOR INTERCAMBIADO-BTU/HR					
COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR BTU/HR-FT² F					
CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE					
PRESION DE DISEÑO					
PRESION DE PRUEBA					
TEMPERATURA DE DISEÑO					
TUBOS	No	D EXT	BWG	LONGITUD	ARRÉGLO
ENVOLVENTE			D I		
TAPA DE LA ENVOLVENTE			TAPA DE CABEZAL FLOTANTE		
CANAL			TAPA DEL CANAL		
ESPEJOS:FIJO			FLOTANTE		
MAMPARAS/SOPORTE			ESPACIAMIENTO	%CORTE	FLUJO
MAMPARA LONGITUDINAL			MAMPARA DE CHOQUE		
TIPO DE UNION ENVOLVENTE			TUBO	TUBOS A ESPEJO	
EMPAQUES ENVOLVENTE A TAPA			ENVOLV A ESPEJO	ESPEJO A CANAL	
CABEZAL FLOTANTE			CANAL A TAPA	FAJAS DE SELLO	
BOQUILLAS ENVOLVENTE ENTR			INTERCONEXION	SALIDA	
	CANAL ENTR		INTERCONEXION	SALIDA	
CORROSION PERMITIDA LADO DE LA ENVOLV			LADO DE LOS TUBOS		
CODIGOS REQUERIDOS					
PESOS ENVOLV. Y HAS DE TUBOS					
NOTAS:					
			REVISION		
			FECHA		
			ING		
			AP		

APENDICE 11

HOJA DE DATOS DE TANQUE					
CLAVE DE EQUIPO		D-201			
SERVICIO		Mezclador de aditivos y catalizador (1)		NUMERO DE EQUIPOS 1	
DIMENSIONES.		D= 3 FT	L= 6 FT		
CONDICIONES DE OPERACION					
CAPACIDAD:		234 GAL			
		CODIGO			
ESTANDAR EN EL CUAL ESTA BASADO EL DISEÑO					
PRESION DE DISEÑO		PSIG	TEMPERATURA DE DISEÑO		°F
PRESION DE OPERACION		14.7 PSIG	TEMPERATURA DE OPERACION		77 °F
SUSTANCIAS QUE PROMUEVEN LA CORROSION					
ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES					
INSTRUMENTO	MATERIAL		COMENTARIOS		
CORAZA					
TAPAS					
SOPORTE					
PLATAFORMA					
SOLDADURA					
ESCALERA					
AGITADOR					
PINTURA					
AISLAMIENTO					
MATERIALES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES					
DATOS DEL MOTOR					
NUMERO DE REGISTRO			FABRICANTE		
HP	VOLTS		HERTZ		
FASE(S).	TIPO DE CONTENEDOR		CUERTPO		
PUENTE RADIAL.	LUBRICANTE		AISLANTE:		
AUMENTO DE TEMPERATURA(°F)			TORCA DE INICIO.		
MATERIAL DEL PUENTE INTERNO					
NOTAS					
(1) Los aditivos son dodecibencensulfonato y fosfato tricalcico El catalizador es peroxido de benzoilo					
NO REVISION	FECHA ELABORA	FECHA DE REVISION	FECHA APROB.	FECHA APROB CLIENTE	COMENTARIO

HOJA DE DATOS PARA AGITADOR				Hoja 1/2
CLIENTE	<u>OVAPSA</u>	CONTRATO	<u>FQP-447</u>	
LUGAR	<u>Altamira Tamaulipas</u>	CLAVE	<u>Ag-301</u>	
SERVICIO	<u>Homogeneizar la mezcla en el reactor R-301</u>	FABRICANTE	_____	
CONDICIONES DE OPERACION				
CLASE DE OPERACION _____				
TIPO DE AGITACION _____			PERIODO DE AGITACION _____	
CICLO	<u>5.5 h</u>	LOTE	<input checked="" type="checkbox"/>	PEQUEÑO _____ FT ³ MAXIMO _____ FT ³
CONTINUO.	VEL. DE FLUJO _____	GPM _____		
MATERIAL	LIQUIDO	LIQUIDO	SOLIDOS O GASES	
	<u>Estireno</u>			
CANTIDAD				
VISCOSIDAD				
GRAVEDAD ESPECIFICA				
COMPONENTES				
SOLIDOS CARACTERISTICOS:	TAMAÑO _____	DESCRIPCION _____		
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA:	Sp.G. _____	VISCOSIDAD _____		
TENDENCIA ESPUMA	TIEMPO DE SEPARACION _____			
CONDICIONES DE OPERACION:	TEMP. NORMAL	<u>194 °F</u>		
	MAX. TEMP.	_____ °F		
DATOS DEL RECIPIENTE				
RECIPIENTE	<u>Reactor de polimerizacion</u>	CLAVE No	<u>R-301</u>	
CAPACIDAD	<u>3700</u> FT ³	PRESION DE DISEÑO	_____ PSIG	TEMPERATURA <u>194 °F</u>
MATERIAL	_____			
ESPACIO DISPONIBLE PARA MONTARLO O INSTALARLO _____				
DIMENSIONES DE LA ABERTURA MÁS GRANDE PARA HACER PASAR EL IMPULSOR _____				
Nº Y DIMENSIONES DE BAFLES REQUERIDOS _____				
DATOS DE DISEÑO MECANICO				
TIPO DE IMPULSOR	_____ Nº	TAMAÑO _____	VELOCIDAD _____	<u>60 RPM</u>
LONGITUD DE LA FLECHA	_____ IN	DIAMETRO _____	_____	
TIPO DE SELLO	_____	FLUJO DE SELLO _____	_____	
LUBRICANTE	_____	TIPO DE LUBRICANTE _____	_____	
TIPO DE COPLE	<u>MOTOR</u>	REDUCTOR _____	FLECHA _____	_____
TIPO DE CAJA	_____	_____		
ESTABILIZADOR	_____	BAFLES Nº _____	ANCHO _____	_____
MONTAJE ORIFICIO	_____	VELOCIDAD _____	CARA _____	_____
TAMAÑO DEL ORIFICIO PARA EL TAMAÑO DEL IMPULSOR _____				

DATOS DE MANEJO				Hoja 2/2	
UNIDAD	TIPO	RPM	HP	MANUFACTURA	
CORRIENTE: CARACTERÍSTICAS			V	ph	ciclos TIPO ENCL
TORQUE DE COMIENZO		Amps	LETRA NEMA CODIGO		MARCO
TIPO DE REDUCTOR DE VELOCIDAD					
NIVEL ESPERADO DE RUIDO _____ dB					
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
IMPULSOR _____					
FLECHA DEL IMPULSOR _____					
COPLE FLECHA DEL IMPULSOR _____					
ANOTACIONES					
REVISIÓN	0	1	2	3	4
FECHA	02-Mar-01	03-May-01	02-Jun-01	02-Jul-01	02-Ago-01
ELABORADA POR	OVAP	OVAP	OVAP	OVAP	OVAP
APROBADA POR	JAOR	JAOR	JAOR	JAOR	JAOR

APENDICE 13

HOJA DE DATOS DE BOMBA CENTRIFUGA				
PLANTA	Poliestireno 1		CONTRATO No	FQP-447
LOCALIZACION	Altamira Tamaulipas		REQUISICION No	
CLAVE	P-101 Y P-102		HECHA POR	
SERVICIO DE LA UNIDAD	Descargar estireno de la barcaza BD-101 al tanque de almacenamiento D-101			
CONDICIONES DE OPERACION				
TIPO DE FLUIDO	Líquido		FLUJO (GPM)	1200
TEMPERATURA (°F)	77	FLUJO DE SOBREDISEÑO	RPM	
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.902	PRESIÓN DE DESCARGA	BHP	37.5
VISCOSIDAD (cp)	0.763	PRESIÓN DE SUCCIÓN		
PRESION DE VAPOR (mmHg)	10		NPSH REQ. (FT)	12
NPSH DISPONIBLE (ft)			SOL.DIS.TOT (ppm)	
CAIDA DE PRESION (ft)	110		CABEZA (FT)	110
PRESENCIA DE SUSTANCIAS CORROSIVAS				
PRESENCIA DE GASES				
ESPECIFICACION DE LA BOMBA				
MODELO		TAMAÑO		ROTACION
NUMERO DE ETAPAS		TEMP. MAXIMA		PRES MAX (PSIA)
DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENTRADA				MATERIAL
DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SALIDA				MATERIAL
DIAMETRO COMERCIAL DEL IMPULSOR				MAXIMO
MATERIALES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES				
COMPONENTE	TIPO DE MATERIAL			
SOPORTE				
CUBIERTA				
FLECHA				
PROPELA				
ANILLO DE LA CUBIERTA				
ANILLO DEL IMPULSOR				
RECUBRIM DE LA FLECHA				
EJE RADIAL				
COPLA				
SELLO DE COPLA				
BASE DE LA BOMBA				
LUBRICACION				
TIPO DEL SELLO MECANICO				
PARTES METALICAS				
CARAS DE LOS SELLOS				
ANILLOS DE EMPAQUE				
CAJA DEL ANILLO				
ANILLO DEL INTERRUPTOR				
CAJA DE EMPAQUE				
VENTILAC DE LA CARCAZA				
DRENAJE DE LA CARCAZA				
CONECTOR DEL MANÓM				
REVISION	0	1	2	3
FECHA	02-May-01	10-Jun-01	10-Jul-01	10-Ago-01
ELABORADA POR	OVAP	OVAP	OVAP	OVAP
APROBADA POR	JAOR	JAOR	JAOR	JAOR

APENDICE 14

TRANSPORTADOR DE TORNILLO				
HOJA DE DATOS				HOJA 1 DE 2
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ALIMENTADO				
MATERIAL ALIMENTADO	Poliestireno		ABRASIVIDAD	_____
DENSIDAD	35.5 LBS CU.FT		ADHESIVIDAD	_____
TAMAÑO DE PARTICULA	_____		DUSTINESS	_____
TAMAÑO MAXIMO	_____		ACCION QUIMICA	_____
ANGULO DE REPOSO	_____		TEMPERATURA	77 F _____ F
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	_____			
CONDICIONES DE OPERACION				
CAPACIDAD: LBS/HR	NORMAL	18050	CLASIFICACION DE LA CARGA	_____
	MAX.	_____	LOCALIZAC INTERNA	<input type="checkbox"/>
			EXTERNA	<input type="checkbox"/>
RPM DE TORNILLO	_____			
MATERIALES Y CONSTRUCCION				
TROUGH: TIPO	_____		DIAM DE FLECHA	_____
	MATL	_____	GANCHOS	_____
	ESPESOR	_____	SADDESS	_____
TAPA	TIPO	_____	SELLOS PARA POLVO	_____
	MATL	_____	SOPORTES TYPE-HARD IRON	_____
	ESPESOR	_____		_____
			BRONZE	_____
			ANTI-FRICCIÓN	_____
DATOS DEL ACCIONADOR		DATOS DEL MOTOR		
	DRIVEN NO TEETH	_____	CLAVE	_____ MTD.BY _____
		_____	MFG	_____
	DRIVEN-PITCH DIA	_____	TIPO	_____ ESTATOR _____
REDUCTOR - MFGR	_____	_____	HP	2 _____ RPM
MODELO NO	_____	_____	VOLTS/FASE/CICLO	_____ _____ _____
FACTOR DE SERVICIO	_____	_____	SOPORTES	_____ LUBE _____
ENTRADA RPM	_____	_____	CARGA MAX DE CORR	_____ SF _____
SALIDA RPM	_____	_____	LR AMPS	_____
COUPLE	_____	_____	RANGO	_____
	TIPO	_____		_____
NOTAS 1) Los catos de materiales y construccion seran llenados por el fabricante				
NO REVIS	FECHA ELAB	FECHA DE REVIS	FECHA DE APROBAC	COMENTARIOS

TRANSPORTADOR DE TORNILLO
HOJA DE DATOS

HOJA 2 DE 2

MISCELLANEOS

PINTURA _____

GALVANIZADO _____

PESO TOTAL _____

TIPO & MODELO NO. _____

VENDEDOROR DWG. NO _____

No DE SERIE DEL TRANSP _____

ACABADO DE LAS PARTES INTERNAS _____

COMENTARIOS

NO REVIS	FECHA ELAB	FECHA DE REVIS	FECHA DE APROBAC	COMENTARIOS

**CENTRIFUGA
HOJA DE DATOS**

HOJA 1/2

CONDICIONES DE OPERACION

MATERIAL ALIMENTADO	Mezcla de poliestireno, agua	CAPACIDAD DE LA MEZCLA	_____	CU FT.
CARACTERISTICAS	_____	DENSIDAD DE LA MEZCLA	_____	LB/CU.FT
DENSIDAD DE LA MEZCLA	_____	HUMEDAD DE LA MEZCLA	_____	%
PORCIENTO DE SOLIDOS	_____	TAMAÑO DE PARTICULA	_____	MESH
VISCOSIDAD DE LA MEZCLA	_____	LAVADO REQUERIDO	_____	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	_____	MAT'L	_____	
VEL ALIM: RPM	NORM. 1800	VELOCIDAD	_____	GAL./LB.CAKE
	MAX 1470	PRESION DE DISEÑO	_____	PSIG
SG.SOLIDS	SG LIQUID	CAPACIDAD REQUERIDA	_____	LB/HR

DATOS MECANICOS

MFR.	_____	CONEXIONES	_____	TAMAÑO	_____	TIPO	_____
TIPO & TAMAÑO	_____	TUBERIA ALIM.	_____				
DIAMETRO DE LA CANASTA	32 pulgadas	TUBERIA DE ROCIO	_____				
TIPO PERFORADA	<input type="checkbox"/> NO PERFORADA <input type="checkbox"/>	M L DRENAJE	_____				
PROFUNDIDAD DE LA CANASTA	_____	CAKE DISH.	_____				
DIAMETRO DEL ANILLO DE CANASTA	_____	TUBO INDICADOR	_____				
ESPESOR DE LA MASA	_____	CLASE DE MIRA	_____				
RPM DE LA CANASTA	_____	VENTEO	_____				
TIPO DE ACCIONADOR	ELECTRICO <input type="checkbox"/>	PURGA	_____				
	HIDRAULICO <input type="checkbox"/>						
TIPO DE TAPA	LLENO <input type="checkbox"/>						
	MEDIO <input type="checkbox"/>						

MATERIALES

CUBIERTA	_____	TUBERIA DE ALIM	_____
FORRO	_____	TUBO ROCIADOR	_____
ANILLO DE CUBIERTA	_____	BOQUILLA DE DRENAJE	_____
REJAS	_____	BOQUILLA DE DESCARGA	_____
ANILLO DE RETENCION	_____	BOQUILLA DE VENTEO	_____
CANASTA	_____	BOQUILLA DE PURGA	_____
CONO DE ALIMENTACION	_____	VASTAGO	_____
TAPA	_____		
SOPORTES	_____		

ACCESORIOS

<input type="checkbox"/>	CONTROLES AUTOMATICOS DE CENTRIFUGADO
<input type="checkbox"/>	PANEL DE CONTROL

0	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	COMENTARIOS
1			
2			

CENTRIFUGA
HOJA DE DATOS

HOJA 2/2

DATOS DEL MOTOR

MOTOR

CLAVE _____ HECHO POR _____ SOPORTES _____ LUBRICADOR _____

MFR. _____

TIPO _____ ENVOLT _____ AMPERS _____

H.P. 60 _____ RPM _____

VOLTS/FASE/CICLO

--	--	--	--

HYDRAULICO

MFR. _____

TAMAÑO & TIPO _____

COMENTARIOS

1. ACABADOS INTERIORES DE LA CANASTA

No REV	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	COMENTARIOS

BIBLIOGRAFIA

1. Church, J.M. Suspensión polymerization. Chemical Engineering. Aug.1, 1966, p.79
2. Aerstin, F., and G. sirect. Applied Chemical Process Design. Plenum, New York, 1978.
3. Schmidt, R.G. Practical Manual of chemical plant Equipment. Chemical Publishing Co., New York, 1967, p. 11.
4. MacCary, R. R. How to select pressure vessel size. Chemical Engineering. Oct. 17, 1960, p. 187.
5. Perry, J. H. Op. cit., Sec.19, p. 92.
6. Perry, J. H. Op.cit., Sec.20, pp. 19-20.
7. Perry, J. H. Op.cit., Sec.20, p. 95.
8. Perry, J. H. Op.cit., Sec.3, p. 41.
9. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2d ed. Vol. 19. Wiley, New York, 1969, p.56.
10. Sargent, G. D. Dust collection equipment. Chemical Engineering. Jan. 27, 1969, p. 131.
11. Instrument Symbols and Identification, ISA-S5.1. Instrument Society of America, Pittsburg, 1973.
12. Landis, D.M. Process control of centrifuge operations. Chemical Engineering Progress. Jan. 1970, p.51.
13. Smith, C. L. Instrument and control system. Chemical Engineering. June 25, 1984, p.59.
14. Walas, Stanley M. Chemical process equipment: Selection and design. Elsevier, Amsterdam/New York, 1987.
15. Walas, S. M. Rules of thumb. Chemical Engineering. Mar. 16. 1987, p.75.
16. Ambler, C. M. Centrifuge separation. Chemical Engineering. Feb.15 , 1971, p.55.
17. Smith, W.M. Manufacture of Plastics Remhold New York, 1964. p.407.

-
18. Bassel William D. Preliminary Chemical Engineering Plant Design 2^a ed. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1990, p 572.
 19. Giucks, S. E. Design tips for pneumatic conveying, *Hydrocarbon Processing*, Oct. 1968, p.88.
 20. Kraus, M. N. Pneumatic conveyors. *Chemical Engineering*. Oct.13, 1969, p.59.
 21. Constance. J. D. Calculating pressure drops in pneumatic conveying lines. *Chemical Engineering*. Mar. 15, 1965, p.200.
 22. Hay, W. H. *An Introduction to transport Engineering*. Wiley, New York,1961.
 23. Mageli, O. L., and J. R. Kolcznski. *Organic peroxides*. *Industrial and Engineering Chemistry*. Mar. 1966, p.25.
 24. Anderson, E. V., R. Brown, and C. E. Belton. Styrene Crude oil to polymer. *Industrial and Engineering*. July 1960, p.550.