



74
95
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

EVALUACION TECNOLOGICA Y DESARROLLO
DE LA INGENIERIA BASICA PARA
LA PRODUCCION DE CLORURO DE VINILO

TESIS MANCOMUNADA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERAS QUIMICAS
P R E S E N T A N
D O L O R E S | M E Z A
ERIKA KARINA SANCHEZ NUÑEZ



MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

Jurado asignado.

Presidente:	Prof. Alejandro Anaya Durand
Vocal:	Prof. Arturo López Torres
Secretario:	Prof. José Agustín Texta Mena
1er. Suplente:	Prof. Humberto Rangel Dávalos
2do. Suplente:	Prof. Hermenegildo Sierra Martínez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, UNAM.

Firmas:

M. en I.Q. Alejandro Anaya Durand
(Asesor del tema)

Dolores Meza

Erika Karina Sánchez Núñez

(Sustentantes)

SER ESTUDIANTE

El éxito o el fracaso del porvenir está en nuestras manos, el resultado dependerá de nuestra actuación presente. Como estudiantes debemos considerar la responsabilidad que tenemos ante nosotros mismos, y debemos pensar en el significado real de lo que es ser estudiante: Son los estudiantes, jóvenes que aspiran a una preparación; son los estudiantes, quienes acuden a una escuela para adquirir todos aquellos conocimientos y técnicas necesarias para el ejercicio de una actividad profesional; son los estudiantes, personas que con el buen ánimo de hacer de una vida una ascensión constante, sacrifican un poco de su presente en aras de un porvenir mejor; son los estudiantes, por último, aquellos que persisten, que perseveran, que son capaces de sobreponerse a todos los obstáculos para alcanzar aquellos propósitos que han de lograr una vida grande. Toda vida grande, tiende siempre al logro de propósitos generosos; toda vida grande, se distingue de las otras en la magnitud de sus ideales y en los esfuerzos que pone de su parte para realizarlos; toda vida grande es aquella que pueden llevar siempre adelante las gentes de bien y de progreso.

Piensa y decide: el éxito o el fracaso está en ti.

Agradecimientos

Al Ing. Alejandro Anaya D.

Reconocemos y agradecemos profundamente el apoyo sin límite que nos brinda para la realización de este trabajo, así como en nuestra formación profesional; nos sentimos orgullosas de ello. Gracias por creer en nosotras y transmitirnos conocimientos profesionales que nos ayudarán a ejercer mejor nuestra vocación.

Al Ing. José Agustín Texta M.

Gracias por el interés y recomendaciones hechas para enriquecer esta tesis y nuestra formación como Ingenieros Químicos.

Al Ing. Arturo López Torres.

Agradecemos el tiempo destinado en esta tesis y sus valiosas observaciones.

Al Ing. Celestino Montiel M.

Por el tiempo, apoyo e interés demostrados para que culminásemos esta etapa de nuestra preparación.

A la Facultad de Química.

Por permitimos estar en sus aulas, en donde asimilamos los conocimientos necesarios para comenzar a ejercer nuestra profesión, por formarnos no solo como Ingenieros Químicos, sino como seres humanos; y por damos la oportunidad de crecer.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Por ser nuestra alma mater, por formamos un criterio universal, por hacemos capaces de enfrentar los retos y realidades a que nos enfrenta la vida moderna; y por ser la institución, la máxima institución de estudios de este país; Gracias querida UNAM.

A MÉXICO.

Por el simple orgullo de ser Mexicanas.

**Lola y
Karina**

PONCHITO:

*Gracias infinitas por todo el apoyo
que nos brindaste durante la realización de esta tesis.
Dios te guarde y multiplique sus bendiciones hacia ti.
¡Gracias por siempre!*

Lola y Karina

Ante la gran satisfacción y alegría de haber terminado mis estudios de licenciatura, dedico este trabajo:

A DIOS: *por haberme dado fortaleza, salud y oportunidad de conquistar esta meta tan anhelada.*

A MARÍA ELENA, MI MADRE: *a quien debo eterno agradecimiento por dar todo a sus hijas, por haberme dado la vida y la oportunidad de superarme; por sus sacrificios y desvelos y por su cariño y apoyo constante e incondicional que he recibido y seguiré recibiendo.*

A MAGO, MI HERMANA: *con mucho cariño por compartir conmigo todos estos años.*

A LA FAMILIA ESQUIVEL (Sra. Pola, Javier y Dulce): *con mucho cariño por sus consejos y su ayuda brindada.*

A MARIO: *con mucho cariño por su apoyo brindado a este trabajo, por creer en mi y compartir mis triunfos y fracasos, y por que este trabajo es un ejemplo de metas logradas.*

A todos aquellos AMIGOS Y COMPAÑEROS *que, en al menos un momento, me han mostrado su amistad y apoyo, compartiendo momentos inolvidables de mi vida.*

A KARINA: *por haberme permitido compartir el esfuerzo que ha hecho posible este trabajo, con el cual alcanzamos una de nuestras metas.*

A MI PADRE:

Gracias padre bueno por todo lo que sin merecer me haz dado, gracias por estar a mi lado y no apartarte nunca de mi; gracias por la vida, la salud, mi hogar, mis estudios etc., me haz dado todo para ser feliz. Gracias mi Dios y Señor Jesucristo.

A MI MAMI:

*Ser excelente es comprender que la vida no es algo que se nos da hecha sino que tenemos que producir las oportunidades para alcanzar el éxito.
Gracias mami por ayudarme a conseguir oportunidades.*

*Esta tesis mami, es tuya, es tu sueño materializado; soy yo mami dándote profundas gracias por todo lo que tu me haz dado y por lo que te haz entregado.
Eres el tesoro mas grande que tengo. Dios te bendiga y te guarde siempre.
Espero ser como tu, la mejor madre y la mejor mujer, eres admirable ¡Señora!*

A MI PAPÁ:

*Gracias, por que aún estando tan lejos, me haz brindado tu apoyo y cariño.
¡Te quiero!*

A ALFONSO:

Quisiera resumir en una palabra mi gratitud hacia ti, por tu apoyo, comprensión, amor, tiempo,; compartidos durante estos años en que Dios me ha bendecido con tu amor, y por ser un ser humano excepcional. Sencillamente ¡Te Amo!. (Hola otra vez).

A MIS HERMANOS, HERMANOS POLÍTICOS Y SOBRINOS:

Podremos tener muchas cosas en común, pero en una converge todo, y es el amor y respeto con el que siempre nos hemos tratado. Gracias por su cariño y por enseñarme, con su ejemplo, a salir adelante y por ayudarme a conquistar mis metas.

A MIS PADRINOS, ROSITA Y TOÑO:

Por todo el cariño y apoyo que me han demostrado a lo largo de mi vida, y por ser los pilares de una familia a quien aprecio mucho. Mi reconocimiento y admiración.

A MIS MAESTROS:

Mi mas sincero reconocimiento y agradecimiento a aquellos que se encargan de pulir el barro, a aquellos seres que por muy poco dan mucho y que fueron los encargados de transmitirme los conocimientos necesarios para subir día con día, desde hace 21 años, un peldaño mas. Gracias.

A MIS TÍOS Y PRIMOS:

Por todas las experiencias compartidas y por el apoyo que me han manifestado, gracias; de manera especial a mis tíos: Chuy, Toto y Darío.

A MIS AMIGOS:

Gracias a ti, con quien compartí momentos de inmensa alegría, quien supo oírme y no imponerme una ruta, quien tuvo la confianza de contarme sus problemas, quien me demostró en el momento justo el cariño que por mí sentía, quien diciéndome amiga lo dijo todo. Gracias.

A LOLA:

Sabíamos que el reto no era fácil, sin embargo; decidimos enfrentarlo juntas pues estábamos convencidas que el éxito o el fracaso estaba en nuestras manos. Gracias Lola por hacerme participe de tu sueño y por compartir esta realidad.

Erika Karina

ÍNDICE

ÍNDICE

	Página
Antecedentes	3
Introducción	4
 Capítulo I "Evaluación tecnológica"	
 1.1 Obtención del Cloruro de Vinilo	 9
1.1.1 Proceso balanceado	9
1.1.1.1 Cloración Directa	11
1.1.1.2 Oxidación de etileno	12
1.1.1.3 Pirólisis de 1,2 dicloroetano	13
1.1.2 Proceso a partir de acetileno	13
1.1.3 Proceso a partir de Nafta	15
 1.2 Análisis para obtener Cloruro de Vinilo a partir de: etileno, acetileno y nafta	 16
 1.3 Descripción de las diferentes tecnologías a partir de etileno para producir Cloruro de Vinilo	 17
1.3.1 Proceso Goodrich	18
1.3.2 Proceso Stauffer	20
1.3.3 Proceso Ethyl Corp.'s	22
1.3.4 Proceso PPG	23
1.3.5 Proceso Rhone-Poulenc	25
1.3.6 Proceso Monsanto	26
1.3.7 Proceso Toyo Soda	28
1.3.8 Proceso Mitsui Toatsu	30
1.3.9 Proceso Fluor	31

	Página
1.4 Aspectos importantes de cada tecnología	33
1.4.1 B.F. Goodrich	33
1.4.2 Stauffer	33
1.4.3 Ethyl	33
1.4.4 PPG	33
1.4.5 Rhone Poulenc	33
1.4.6 Monsanto	33
1.4.7 Toyo Soda	34
1.4.8 Mitsui Toatsu	34
1.4.9 Flúor	34
1.5 Información técnica por sección	35
1.5.1 Sección de oxidación	35
1.5.2 Sección de cloración	37
1.5.3 Sección de pirólisis	37
1.6 Evaluación de las tecnologías por sección (cuadros comparativos)	39
1.6.1 Criterios para la evaluación	39
1.6.2 Evaluación de la sección de oxidación	40
1.6.3 Evaluación de la sección de cloración directa	41
1.6.4 Evaluación de la sección de pirólisis	41

Capítulo II

"Estudio de Mercado y localización de la planta"

2.1 Generalidades	44
2.1.1 Usos del Cloruro de Vinilo	44
2.1.2 Efectos en el organismo	45
2.2 Estudio de Mercado	46
2.2.1 Impacto en el sector productivo	46
2.2.2 La industria del VCM	46
2.2.3 Panorama real de la industria del VCM/PVC	48
2.2.4 La industria de cloro-sosa en E.U.	49
2.2.5 DCE, VCM y PVC en E.U.	50
2.2.6 Industria del PVC en México	52
2.2.7 Industria del VCM en México	53
2.2.8 Estudios de factibilidad económica	54
2.2.9 Estimado de inversión	55
2.2.10 Conclusiones del estudio de mercado	56

	Página
2.3 Localización de la Planta	57
2.3.1 Factores que intervienen en la localización de una planta	57
2.3.1.1 Materias primas	57
2.3.1.2 Transporte	57
2.3.1.3 Agua para uso industrial	58
2.3.1.4 Eliminación de desechos y disminución del ruido	59
2.3.1.5 Combustible y energía	59
2.3.1.6 Mano de obra	59
2.3.1.7 Clima	60
2.3.1.8 Factores de la comunidad	60
2.3.1.9 Elección final del sitio	60
2.3.2 Localización geográfica de la planta	61
2.3.3 Aspectos Generales de la zona de Pajaritos, Ver.	61

Capítulo III

"Desarrollo de la Ingeniería Básica"

Documento A

"Bases de Diseño"

A.1 Generalidades	66
A.1.1 Función de la planta	66
A.1.2 Tipo de proceso	66
A.2 Capacidad, rendimiento y flexibilidad	67
A.2.1 Factor de servicio	67
A.2.2 Capacidad de la planta	67
A.2.3 Flexibilidad	67
A.3 Ampliaciones futuras	67
A.4 Especificaciones de las alimentaciones al proceso	67
A.5 Especificaciones de las corrientes recirculantes	68
A.6 Especificaciones de los productos	69
A.7 Condiciones de las alimentaciones en L.B.	70
A.8 Condiciones de los productos de la planta en L.B.	70
A.9 Tipo de instalaciones requeridas para almacenamiento	71
A.9.1 Alimentaciones	71
A.9.2 Productos	71

	Página
A.10 Servicios Auxiliares	71
A.10.1 Vapor	71
A.10.2 Agua de enfriamiento	72
A.10.3 Agua para servicios y usos sanitarios	73
A.10.4 Agua potable	73
A.10.5 Agua contra incendio	74
A.10.6 Aire de instrumentos	74
A.10.7 Aire de planta	74
A.10.8 Inertes	74
A.10.9 Alimentación de energía eléctrica	75
A.10.10 Alimentación de energía eléctrica de emergencia	75
A.10.11 Teléfonos	75
A.10.12 Sistema de intercomunicación y sonido	76
A.10.13 Sistema de desfogue	76
A.10.14 Refrigerante	76
A.10.15 Combustible	76
A.11 Sistema de seguridad	77
A.11.1 Sistema contra incendio	77
A.11.2 Protección al personal	77
A.12 Condiciones climatológicas	77
A.12.1 Temperatura	77
A.12.2 Precipitación pluvial	78
A.12.3 Viento	78
A.12.4 Humedad relativa	78
A.12.5 Atmósfera	78
A.13 Localización de la planta	79
A.13.1 Coordenadas geográficas	79
A.13.2 Coordenadas particulares en L.B.	79
A.13.3 Elevación de la planta sobre el nivel del mar	79
A.14 Bases de diseño eléctrico	79
A.14.1 Código de clasificación de áreas	79
A.14.2 Resistividad eléctrica del terreno	80
A.14.3 Alimentaciones a los motores	80
A.14.4 Corriente para alumbrado	80
A.14.5 Tensión para instrumentos de control	81
A.14.6 Acometida	81
A.14.7 Alumbrado de emergencia	81
A.15 Bases de diseño para tuberías	82

	Página
A.15.1 Soporte de tuberías y trincheras	82
A.15.2 Drenajes	82
A.15.3 Maquetas y dibujos	83
A.16 Bases de Diseño Civil	83
A.16.1 Regulación por viento y sismo	83
A.16.2 Nivel de piso terminado	83
A.16.3 Edificios o construcciones dentro de L.B.	83
A.16.4 Información general sobre el tipo de suelo	83
A.16.5 Clasificación de la zona de temblores	84
A.17 Bases de Diseño para Instrumentos	84
A.17.1 Tablero de control	84
A.17.2 Tipo de instrumentación	84
A.17.3 Calibración de instrumentos	85
A.18 Bases de Diseño para Equipos	85
A.18.1 Equipos de enfriamiento	85
A.18.2 Bombas	85
A.18.3 Recipientes	85
A.18.4 Cambiadores de calor	86
A.18.5 Diseño mecánico	86
A.19 Normas, Códigos y especificaciones	86
 Documento B	
"Criterios de Diseño"	
B.1 Criterios Generales de Diseño	88
B.1.1 Carga de la planta	88
B.1.2 Capacidad y flexibilidad	88
B.1.3 Criterios de sobrediseño	89
B.1.4 Alternativas de operación	89
B.1.5 Accionadores y equipos de relevo	89
B.1.6 Diseño térmico	89
B.1.7 Aprovechamiento y manejo de los servicios auxiliares	89
B.1.8 Integración con otras plantas	89
B.2 Criterios Civiles	90
B.3 Criterios de diseño de equipos	90
B.3.1 Generales	90

	Página
A.3.2 Condiciones de operación	92
A.4 Criterios Básicos del Diseño del Proceso	94
Documento C	
"Diagrama de Flujo de Proceso"	
C.1 Diagrama de flujo de proceso. Sección 100	97
C.2 Diagrama de flujo de proceso. Sección 200	98
C.3 Diagrama de flujo de proceso. Sección 300	99
Documento D	
"Balances de Materia y Energía"	
	101
Documento E	
"Lista de Equipo"	
E.1 Área 100, Oxidación	115
E.2 Área 200, Cloración directa y purificación de DCE	117
E.3 Área 300, Pirólisis y purificación de VCM	119
Documento F	
"Descripción del Proceso"	
F.1 Descripción global del proceso	123
F.2 Sección de oxidación	124
F.3 Sección de cloración directa y purificación de DCE	126
F.4 Sección de pirólisis y purificación de VCM	128
Documento G	
"Hojas de Datos"	
G.1 Sección de oxidación	132
G.2 Sección de cloración directa y purificación de DCE	160
G.3 Sección de pirólisis y purificación de VCM	195

Documento H
"Diagrama de Servicios Auxiliares"

H.1 Sección de oxícloración	254
H.2 Sección de cloración directa y purificación de DCE	249
H.3 Sección de pirólisis y purificación de VCM	251

Documento J
"Requerimientos de Servicios Auxiliares y agentes químicos"

J.1 Sección de oxícloración	254
J.2 Sección de cloración directa y purificación de DCE	261
J.3 Sección de pirólisis y purificación de VCM	265

Documento K
"Plano General de Localización de Equipos"

K.1 Plano general de localización de equipos, área 200	271 a
K.2 Criterios seguidos para la elaboración de un "plot plan"	
K.2.1 Consideraciones de seguridad	272
K.2.2 Principios básicos	272
K.2.3 Consideraciones para mantenimiento	274
K.2.4 Recomendaciones para equipos	274
K.2.5 Consideraciones para el rack de tuberías	276
K.2.6 Consideraciones para almacenamiento, estaciones de carga y generales	277

Documento L
"Diagrama de Tubería e Instrumentación"

L.1 DTI área 200	279 ab
L.2 Notas generales, leyendas y símbolos	279
L.2.1 Dibujos de referencia	279
L.2.2 Código de tuberías	280
L.2.2.1 Índice alfabético de servicios	280
L.2.2.2 Índice por servicios	280

	Página
L.2.3 Simbología de tuberías y accesorios	281
L.2.4 Simbología de válvulas y accesorios en tuberías	282
L.2.5 Simbología de instrumentos	283
L.2.5.1 Identificación de instrumentos	283
L.2.6 Elementos de medición	284
L.2.7 Notas generales	285
L.3 Relación con las demás áreas del proceso	286
L.4 Criterios de selección de materiales	286

Documento M
"Sistema de Desfogue"

M.1 Introducción y secuencias de cálculo	288
M.1.1 Introducción	288
M.1.2 Secuencia de cálculo	288
M.2 Especificación del sistema de desfogue	298
M.2.1 Relevos de presión	298
M.2.2 Quemador	299
M.2.3 Diagrama de desfogue	299 a

Documento N
"Seguridad de la planta"

N.1 Legislación sobre seguridad industrial	302
N.1 Sustento legal	303
N.2 Riesgo y siniestro en la sociedad contemporánea	303
N.2.1 Riesgo en la industria petrolera	303
N.2.2 Riesgo y economía	304
N.3 Seguridad, calidad y productividad como medio para lograr la competitividad	306
N.4 Generalidades de seguridad	307
N.5 Riesgo de incendio	312
N.6 Instalaciones contra incendio	316

	Página
N.7 Sistema de agua contra incendio	318
N.8 Clasificación de las áreas de la planta	320
Diagrama de clasificación de áreas, sección 200	321 a
N.9 Cuestionario de SEDESOL. Guía para la elaboración del estudio de riesgo, modalidad análisis de riesgo.	324
I Datos Generales	324
II Descripción general del proyecto	325
III Aspectos del medio ambiente natural y socioeconómico	328
IV Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo	331
V Riesgo ambiental	344
N.10 Técnicas y métodos de análisis de sistemas para la seguridad en proceso	352
N.11 Análisis de peligros Zurich	361

Documento P
"Efluentes de la planta"

P.1 Introducción, programa de protección ambiental	367
P.2 Generalidades	372
P.2.1 Tratamiento de aguas de proceso y desechos industriales	374
P.2.1.1 Tratamientos físicos	374
P.2.1.2 Tratamientos químicos	375
P.2.1.3 Tratamientos físicoquímicos	377
P.2.2 Reutilización de las aguas en la industria	378
P.3 Tratamiento de los efluentes de la planta	379
P.4 ADA plantas. Una opción	385

Conclusiones	389
Bibliografía	391

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Página

Introducción

Figura No. 1 "Áreas de la Ingeniería de proyectos"	5
Figura No. 2 "Cadena de producción cloro-vinilo"	7
Figura No. 3 "Exportaciones de PVC en México"	7

Capítulo I "Evaluación tecnológica"

Figura No. 4 "Proceso balanceado para la obtención de VCM"	10
Figura No. 5 "Oferta demanda de etileno en México"	16
Figura No. 6 "Proceso Goodrich para la obtención de VCM"	18
Figura No. 7 "Proceso Stauffer para la obtención de VCM"	20
Figura No. 8 "Proceso Ethyl Corp.'s para la obtención de VCM"	22
Figura No. 9 "Proceso PPG para la obtención de VCM"	23
Figura No. 10 "Proceso Rhone Poulenc para la obtención de VCM"	25
Figura No. 11 "Proceso Monsanto para la obtención de VCM"	26
Figura No. 12 "Proceso Toyo Soda para la obtención de VCM"	28
Figura No. 13 "Proceso Mitsui Toatsu para la obtención de VCM"	30
Tabla No. 1 "Tipo de tecnología para cada Licenciador"	10
Tabla No. 2 "Tecnologías para la producción de VCM a partir de etileno"	17
Tabla No. 3 "Comparación de los consumos de etileno y cloro de: Mitsui Toatsu, Fluór y Toyo Soda"	31
Tabla No. 4 "Comparación de los consumos de servicios auxiliares de: Mitsui Toatsu, Fluór y Toyo Soda"	31
Tabla No. 5 "Información técnica para la sección de oxícloración de la B.F. Goodrich"	35
Tabla No. 6 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Stauffer"	35
Tabla No. 7 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Ethyl"	35
Tabla No. 8 "Información técnica para la sección de oxícloración de la PPG"	35
Tabla No. 9 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Rhone- Poulenc"	36
Tabla No. 10 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Monsanto"	36
Tabla No. 11 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Toyo Soda"	36

	Página
Tabla No. 12 "Información técnica para la sección de oxícloración de la Mitsui Toatsu	36
Tabla No. 13 "Información técnica para la sección de cloración directa de la Stauffer	37
Tabla No. 14 "Información técnica para la sección de cloración directa de la Monsanto	37
Tabla No. 15 "Información técnica para la sección de cloración directa de la Mitsui Toatsu	37
Tabla No. 16 "Información técnica para la sección de pirólisis de la B.F. Goodrich	37
Tabla No. 17 "Información técnica para la sección de pirólisis de la Hoechst	38
Tabla No. 18 "Información técnica para la sección de pirólisis de la B.F. Ethyl	38
Tabla No. 19 "Información técnica para la sección de pirólisis de la Mitsui Toatsu	38
Tabla No. 20 "Asignación del número del Licenciador"	39
Tabla No. 21 "Escala comparativas utilizadas en la evaluación"	39
Tabla No. 22 "Evaluación de la sección de oxícloración"	40
Tabla No. 23 "Evaluación de la sección de cloración directa"	41
Tabla No. 24 "Evaluación de la sección de pirólisis"	41

Capítulo II

"Estudio de Mercado y localización de la planta"

Figura No. 15 "Comparación entre la importación, producción y consumo aparente de VCM en México"	47
Figura No. 16 "Comparación entre los precios de VCM en México y EE.UU."	48
Figura No. 17 "Destino de las exportaciones de PVC"	52
Figura No. 18 "Oportunidades de reestructuración de la industria del VCM en México"	53
Figura No. 19 "Comparación de la industria de VCM en México y EE.UU."	54
Figura No. 29 "Usos de etileno"	55
Tabla No. 25 "Comportamiento del VCM en México"	46
Tabla No. 26 "Precios del VCM en México y EE.UU."	47

Capítulo III

"Desarrollo de la Ingeniería Básica"

Documento A

"Bases de Diseño"

Figura No. 4 " Proceso balanceado para la obtención de VCM"	66
---	----

Tabla No. 28 "Capacidad de la planta"	67
Tabla No. 29 "Especificaciones de las alimentaciones al proceso"	69
Tabla No. 30 "Especificaciones de las corrientes recirculantes"	69
Tabla No. 31 "Especificación del cloruro de vinilo"	69
Tabla No. 32 "Condiciones de las alimentaciones en L.B."	70
Tabla No. 33 "Condiciones de los productos en L.B."	70
Tabla No. 34 "Condiciones del vapor"	71
Tabla No. 35 "Condiciones del condensado de baja presión"	72
Tabla No. 36 "Condiciones del agua de enfriamiento"	72
Tabla No. 37 "Análisis del agua de enfriamiento"	72
Tabla No. 38 "Condiciones del agua para sanitarios"	73
Tabla No. 39 "Condiciones del agua contra incendios"	74
Tabla No. 40 "Condiciones del aire de instrumentos"	74
Tabla No. 41 "Alimentación de energía eléctrica"	75
Tabla No. 42 "Especificaciones del combustible"	77
Tabla No. 43 "Especificaciones del gas natural"	77
Tabla No. 44 "Temperatura en Pajaritos"	78
Tabla No. 45 "Precipitación pluvial en Pajaritos"	78
Tabla No. 46 "Viento en Pajaritos"	78
Tabla No. 47 "Humedad relativa en Pajaritos"	78
Tabla No. 48 "Atmósfera en Pajaritos"	78
Tabla No. 49 "Coordenadas geográficas de la planta"	79
Tabla No. 50 "Alimentación de energía eléctrica para motores"	80
Tabla No. 51 "Características de la corriente de alumbrado"	80
Tabla No. 52 "Niveles de iluminación por áreas"	81
Tabla No. 53 "Tensión para instrumentos de control"	81
Tabla No. 54 "Clasificación de la zona de temblores"	84
Tabla No. 55 "Calibración de instrumentos"	85

Documento B

"Criterios de Diseño"

Tabla No. 28 "Capacidad de la planta"	88
Tabla No. 57 "Elección de materiales según su rango de temperatura"	92
Tabla No. 58 "Tipos de aceros inoxidables según la temperatura utilizada"	92
Tabla No. 59 "Condiciones de operación para la cloración de etileno"	92
Tabla No. 60 "Conversión para la cloración de etileno"	92
Tabla No. 61 "Selectividad para la cloración de etileno"	93
Tabla No. 62 "Condiciones para la oxiclорación de etileno"	93
Tabla No. 63 "Conversión para la oxiclорación de etileno"	93
Tabla No. 64 "Selectividad para la oxiclорación de etileno"	93
Tabla No. 65 "Condiciones de operación para la pirólisis de DCE"	93
Tabla No. 66 "Conversión para la pirólisis de DCE"	93
Tabla No. 67 "Selectividad para la pirólisis de DCE"	93

Documento F

"Descripción del Proceso"

Documento L

"Diagrama de Tubería e Instrumentación"

Figura No. 21 "Código de Tuberías"	280
Figura No. 22 "Simbología de tuberías y accesorios"	281
Figura No. 23 "Simbología de válvulas y accesorios en tuberías"	282
Figura No. 24 "Elementos de medición"	284
Figura No. 25 "Instalación típica de un válvula de seguridad"	285
Tabla No. 57 "Elección de materiales según rango de temperatura"	286
Tabla No. 58 "Tipos de aceros inoxidable según la temperatura utilizada"	286

Documento M

"Sistema de Desfogue"

Figura No. 26 "Diagrama del quemador"	290
Tabla No. 69 "Relevos de presión, causa, cantidad, orificio, válvula"	290
Tabla No. 70 "Área efectiva de relevo"	299
Tabla No. 71 "Especificación del quemador"	299

Documento N

"Seguridad de la planta"

Figura No. 26 "Triángulo del fuego"	313
Figura No. 27 "Respiraderos en los techos"	315
Figura No. 29 "Evaluación de riesgos"	362
Figura No. 30 "Proceso de evaluación de riesgos"	362
Tabla No. 73 "Requerimientos de agua y energía eléctrica"	333
Tabla No. 36 "Condiciones del agua de enfriamiento"	334
Tabla No. 38 "Condiciones del agua para sanitarios"	334
Tabla No. 39 "Condiciones del agua contra incendio"	335
Tabla No. 41 "Alimentación de energía eléctrica"	335
Tabla No. 42 "Especificaciones del combustóleo"	336
Tabla No. 43 "Especificaciones del gas natural"	336
Tabla No. 74 "Componentes riesgosos de la planta"	338
Tabla No. 75 "Fabricantes de los componentes riesgosos"	228
Tabla No. 76 "Lista de verificación"	348
Tabla No. 77 "Valores del factor material"	353
Tabla No. 78 "Factores generales de riesgo"	354
Tabla No. 79 "Factores de riesgo especiales de proceso"	355
Tabla No. 80 "Factores básicos de seguridad"	357
Tabla No. 81 "Palabras guía en seguridad industrial"	358
Tabla No. 82 "Hoja de trabajo en seguridad industrial"	359

Documento P
"Efluentes de la planta"

Figura No. 31 "Estructura organizacional para la implantación del programa de protección ambiental, efluentes"	369
Figura No. 32 "Tren de tratamiento para a.s."	380
Tabla No. 83 "Límites máximos permisibles en la descarga de aguas residuales en algún cuerpo receptor"	374
Tabla No. 84 "Valores máximos permisibles de sustancias tóxicas cuerpos de agua"	384

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

En el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de esta Facultad, se imparte la **Ingeniería de Proyectos**, una asignatura cuyos objetivos principales son:

Que el estudiante:

- Integre los conocimientos adquiridos durante la carrera,
- Trabaje en equipo,
- Busque información ,
- Se comuniquen escrita y verbalmente con diferentes niveles jerárquicos,
- Aprenda a manejar su tiempo y
- Aprenda a trabajar con presión.

Dicha materia tiene mucho peso académico debido a su importancia, por ello mismo se le dedican 12 horas semanales de clase; pero se requieren muchas horas extras de parte de los alumnos y maestros para poder cumplir con los objetivos establecidos.

En este curso se pueden reforzar habilidades y aptitudes muy necesarias para poder subsistir en el campo profesional, ya que no solo basta con conjuntar conocimientos generales.

Durante el curso se desarrollaron habilidades para integrar conocimientos, enfrentar la función a nivel profesional, resolver problemas interdisciplinarios, desarrollar la habilidad de comunicación oral y escrita; establecer objetivos asignando a cada actividad una prioridad.

Se trata de atacar las deficiencias en actitudes que normalmente se presentan en el campo de trabajo, entre ellas: iniciativa, calidad, liderazgo, responsabilidad, motivación personal, productividad, puntualidad, organización.

La estrategia para la realización del curso consiste en que los alumnos desarrollen un proyecto de la industria química, mediante el desarrollo de la Ingeniería Básica y un poco de la Ingeniería de Detalle para producir un satisfactor de interés Nacional.

Con ello *"se aplican los principios de las ciencias, la economía y las relaciones humanas, desarrollando habilidades y actitudes de trabajo, así como lo aprendido en todos lo relativo a los procesos y equipos en los cuales, la materia y la energía es tratada en beneficio de la humanidad"*.

La frase anterior es una definición de Ingeniería Química, por lo tanto sentimos que la asignatura de Ingeniería de Proyectos nos hace tener un panorama amplio del orgullo de ser y sentimos Ingenieros Químicos por primera vez.

Esta tesis es la conjunción de los esfuerzos realizados en la materia de Ingeniería de Proyectos y los propios encaminados a la complementación de este trabajo profesional.

En lo que se refiere al trabajo realizado en Ingeniería de Proyectos, queremos agradecer al Ing. Alejandro Anaya Durand, y a su grupo de Asesores; la atención, enseñanza y motivación dada a lo largo de esos 6 meses, y aún; en el desarrollo de este trabajo.

De igual manera agradeceremos a los demás integrantes de *PROYDISA* -nombre bajo el cual funcionaba nuestro equipo de proyectos- por el tiempo que convivimos juntos aprendiendo más acerca de nuestra profesión.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Básica en Ingeniería de Proyectos

Un proyecto es un propósito o idea realizable por la orientación de una acción. Desde el punto de vista industrial podría definirse como el conjunto de actividades encaminadas a la implementación o adaptación de una idea con fines comerciales, de fabricación, distribución y venta del producto o servicio.

El diseño y la construcción de una planta de procesos nunca podrán ser llevados a cabo únicamente por profesionales de solo una rama de la ingeniería. Ello debe resultar de los esfuerzos coordinados de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas en otros campos.

A este conjunto de actividades que demandan la concurrencia de diversas disciplinas técnicas y científicas, con el único fin de lograr una realización de un proyecto dentro de ciertas características previamente establecidas de tiempo, inversión y calidad, es lo que se llama **Ingeniería de Proyecto**.

La **Ingeniería de Proceso** es la disciplina que se dedica al análisis y síntesis de sistemas constituidos por materias primas que entran al sistema y productos que salen del mismo, estudiando las etapas de cambios físicos, químicos y energéticos involucrados en la transformación de las primeras en los segundos, los equipos requeridos en esta transformación y las condiciones de operación que definen los estados sucesivos que experimenta el material transformado, así como las repercusiones económicas que la transformación motiva; todo esto a través del conocimiento de las leyes que gobiernan la interrelación de las variables señaladas.

La **Ingeniería Básica** es la fase inicial de un proyecto industrial, elaborando un conjunto de documentos a partir de una tecnología. Dichos documentos comprenden fundamentalmente la Ingeniería del proceso respectivo, así como información que permita diseñar la planta segura, operable y bajo control; el 80% de un proyecto lo realiza un Ingeniero Químico.

Las áreas que comprende la ingeniería de proyectos son:

- Administración de Proyectos.
- Evaluación de Procesos.
- Desarrollo de Ingeniería Básica..
- Desarrollo de la Ingeniería de Detalle.
- Adquisición e inspección de equipo.
- Supervisión de la Construcción.
- Pruebas y Puesta en Marcha.

Se pueden ejemplificar claramente las áreas de la Ingeniería de Proyecto en la figura uno, en donde se presentan las diferentes áreas enmarcadas en lo que es la ingeniería de proyectos y la administración de los mismos.

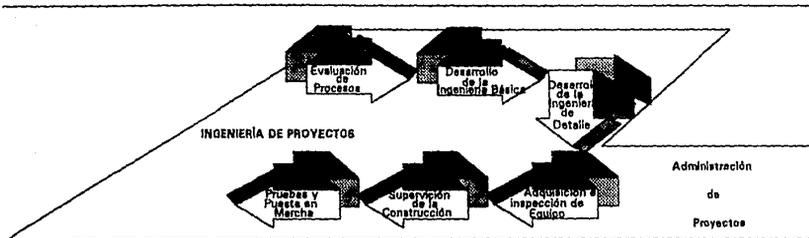


Figura No. 1 "Áreas de la Ingeniería de Proyectos"

Administración de Proyectos:

Uno de los aspectos más importantes en la Ingeniería de Proyectos es la administración de los mismos, buscando una acción coordinadora y ejecutiva que asegure la realización y la integración apropiadas de todas las funciones involucradas.

La tarea de administración de los proyectos es muy importante, ya que individualmente es un factor que puede tener influencia sobre el éxito o fracaso relativo en la conclusión de un proyecto. Esta área de servicio en la Ingeniería de proyecto tiene una acción de planeación, dirección, coordinación y control de las diferentes actividades que concurren para el diseño y construcción de una planta.

Es importante resaltar que la administración de proyectos comienza y termina junto con el proyecto.

Evaluación de Procesos:

La evaluación de procesos se realiza generalmente en dos etapas: un análisis preliminar que se basa en la información disponible en la literatura abierta y un análisis detallado con información que se consigue a través de cotizaciones formales de las compañías licenciodoras.

El análisis preliminar tiene como objetivo definir los procesos que cumplan con las especificaciones del proceso deseado y además que sean rentables. De esta forma el análisis detallado se reduce a aquéllos procesos de las características anteriores.

Desarrollo de la Ingeniería Básica:

En la mayor parte de todos los proyectos para la construcción de una planta, la Ingeniería Básica comprende dos etapas: Diseño de Proceso y Diseño de Sistemas de Instrumentación. Sin embargo, existe además otra etapa previa, pero que únicamente se presenta en toda su extensión durante el primer proyecto que se realiza y es la investigación y desarrollo.

Diseño de Proceso: La actividad inicial del Diseño de Proceso es el análisis de las Bases de Diseño, a través de ella se determina cualquier incongruencia que pudiera existir en los datos, falta de información, criterios no definidos, etc.

En seguida se procede con el análisis de alternativas de procesamiento y su selección. Para un análisis efectivo es muy deseable disponer de un simulador de procesos que permita realizar balances de materia y energía, así como dimensionamiento de equipo en forma rápida y detallada.

Como uno de los resultados obtenidos durante la etapa de selección de alternativas, normalmente se tiene el balance de materia y energía para el esquema seleccionado. Con estos elementos se genera el diagrama de flujo de proceso y se puede elaborar su documento complementario: Información para diseño de tubería e instrumentos, donde se consignan los datos adicionales requeridos para el diseño de sistemas de instrumentación, como son los flujos máximos, mínimos y ciertas propiedades físicas.

A partir del diagrama de flujo de proceso se determinan los requerimientos de servicios auxiliares. Asimismo, dentro de este inciso se consignan por lo general los requerimientos de reactivos químicos.

Por otra parte se calculan las propiedades físicas que se requieren para el dimensionamiento de equipo, procediéndose con esta actividad para así disponer de todos los elementos requeridos en la elaboración de las hojas de datos de equipos.

Las actividades involucradas en la elaboración de hojas de datos son variadas y dependen del equipo en cuestión. Sin embargo, en términos generales se definen las corrientes de entrada y salida del equipo, las condiciones de diseño, de presión y temperatura, los materiales de construcción, otras propiedades físicas requeridas para su diseño y los códigos que regirán éste.

Diseño de Sistemas e Instrumentación (Preliminar): Con la información resultante del dimensionamiento de equipo, lo cual se lleva a cabo como parte del Diseño de proceso, se inicia la elaboración del Plano de Localización. En forma paralela se inicia la elaboración de los Diagramas de Tubería e Instrumentación, teniendo como base los diagramas de flujo de proceso, los de servicios auxiliares y la información complementaria para el diseño de tubería e instrumentos.

Por otra parte el diseño de instrumentación se inicia a partir de los diagramas de tubería e instrumentación: este diseño consiste esencialmente en la elaboración de Diagramas de Instrumentación, Índice de instrumentos y las Hojas de especificaciones de los mismos.

Estos diseños, Sistemas e instrumentación se cubrirán con mayor amplitud en la parte de Ingeniería de Detalle, debido a que es ahí en donde se completa la mayor parte de la información que generan.

Panorama general de la Industria del Cloruro de Vinilo en México.

No obstante su ventaja en etano México tiene una baja posición competitiva en Cloruro de Vinilo y Policloruro de Vinilo. La industria mexicana debe llevar a cabo una importante reestructuración para aumentar su rentabilidad y competitividad a nivel mundial. Por ello se plantea la opción de la creación de una nueva planta de Cloruro de Vinilo con capacidad anual de 300,000 toneladas, que supliese las importaciones de este producto; mediante una alianza estratégica de los consumidores del mismo; básicamente productores PVC.

Las empresas mexicanas productoras de policloruro de vinilo, cuentan con plantas que trabajan con economías de escala aceptable y con equipos modernos y eficientes, en 1990 alcanzaron una capacidad instalada de 359 mil toneladas y produjeron 315 mil, de las cuales se exportó el 37 %; sin embargo, cabe señalar que son deficitarias en el monómero de Cloruro de Vinilo.

Para tener éxito en la industria del PVC se requiere tener bajos costos de producción y una posición ventajosa en uno o más de los eslabones de la cadena cloro-vinilo.

- La estructura favorable de la industria del cloro-álcali conduce a rendimientos atractivos.
- Dicloroetano, cloruro de vinilo y PVC no son atractivos por sí solos.
- Se requiere de una integración vertical para generar una posición de bajos costos que sea rentable en la cadena cloro-vinilo.

Aunque la expectativa de la demanda se presenta promisorio, la industria mexicana del PVC tiene un número de factores que resultan de una posición débil en cuanto a costos. Para mejorar la competitividad la industria debe ser reestructurada.

Pemex debe tomar las medidas necesarias para dirigir la reestructuración de la industria, reduciendo o eliminando el subsidio al precio del etileno y mejorando sus operaciones.

Pemex Petroquímica participa en la cadena del cloruro de polivinilo (PVC) produciendo etileno y monómero de Cloruro de Vinilo (VCM). Entender como se origina y se transforma comenzado con el Cloro es un factor en el desarrollo de la estrategia para el VCM.

La demanda del PVC en México ha crecido de manera lenta debido principalmente a la baja actividad en la industria de la construcción. Sin embargo, las exportaciones han crecido significativamente en un 10 % promedio anual en los últimos 5 años.

Cadena Cloro Vinilo

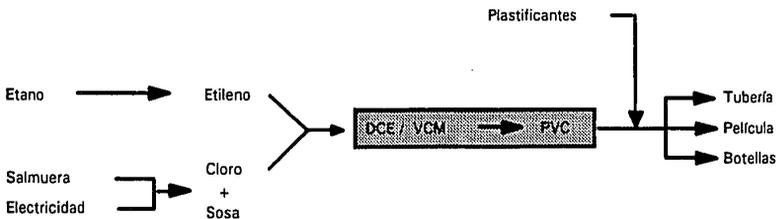


Figura No. 2 "Cadena de producción cloro-vinilo"

La industria de este producto en Estados Unidos de América, presenta una integración productiva escasa con respecto a su insumo, a diferencia de los demás países europeos y el Japón, que muestran una integración total con el dicloroetano y moderada con respecto al cloro y etileno.

Exportaciones en México de PVC (Miles de toneladas)

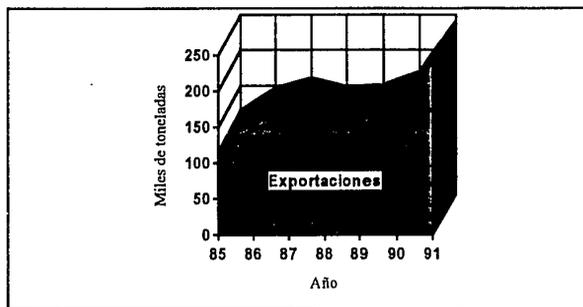


Figura No. 3 "Exportaciones de PVC en México"
Fuente: Anuario Estadístico de ANIQ y Anuario estadístico de PEMEX

Se puede observar claramente que las tendencias en las exportaciones de PVC traen consigo una marcada alza, y por consiguiente un incremento en el uso del monómero de Cloruro de Vinilo.

Ante este contexto se desenvuelve la presente tesis, con el fin de desarrollar una alternativa para la industria mexicana, y proveer de un paquete de Ingeniería Básica para la producción del principal satisfactor de la industria del PVC.

CAPÍTULO I

Evaluación Tecnológica

CAPÍTULO I

EVALUACIÓN TECNOLÓGICA.

1.1 Obtención del Cloruro de Vinilo.

El Cloruro de Vinilo se puede obtener comercialmente a partir de:

- 1.- Etileno
- 2.- Acetileno
- 3.- Nafta

En la actualidad existen diversos tipos de tecnologías para la obtención de Cloruro de Vinilo partiendo de estas tres diferentes materias primas.

La materia prima más utilizada en la actualidad debido a su disponibilidad a nivel mundial es el etileno. El Cloruro de Vinilo generalmente se produce por medio del denominado "proceso balanceado", que consiste en la integración de las secciones de: cloración directa, oxiclорación y pirólisis, con la modalidad de que en la sección de oxiclорación se puede utilizar Oxígeno puro u Oxígeno del aire. Las tecnologías que lo utilizan son:

- 1.- Dow
- 2.- Ethyl, Corp.'s
- 3.- B.F. Goodrich
- 4.- Mitsui Toatsu
- 5.- Monsanto
- 6.- PPG
- 7.- Rhone Poulenc
- 8.- Stauffer
- 9.- Tokuyama Soda
- 10.- Toyo Soda

En segundo término están los procesos a partir de acetileno:

- 1.- Hoechst
- 2.- ICI

Y por último los que parten de nafta.

Un resumen de los conceptos anteriores se pueden tener en la siguiente tabla, en la cual también se especifica si en la sección de oxícloración se emplea aire u oxígeno.

Licenciador	Tipo de Tecnología	Sección de Oxícloración
Dow	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
Ethyl, Corp.'s	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
B.F. Goodrich	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire u Oxígeno
Mitsui Toatsu	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Oxígeno
Monsanto	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire u Oxígeno
PPG	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
Rhone Poulenc	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
Stauffer	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire u Oxígeno
Tokuyama Soda	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
Toyo Soda	Proceso Balanceado a partir de Etileno	Aire
Hoechst	A partir de Acetileno	----
ICI	A partir de Acetileno	----
Dianor	A partir de nafta	----

Tabla No. 1 "Tipo de tecnología para cada licenciador"

Como puede observarse el llamado "proceso balanceado" para la obtención de Cloruro de Vinilo a partir de Etileno es el que más se ha estudiado y como consecuencia por medio de este proceso se obtiene la mayor parte del Cloruro de Vinilo producido a nivel mundial, por lo tanto se describirá este proceso de una manera muy general.

1.1.1 "Proceso Balanceado"

El "proceso balanceado" consiste en las siguientes secciones básicas:

- 1.- Cloración Directa
- 2.- Oxícloración
- 3.- Pirólisis.

El "proceso balanceado" consiste a grandes rasgos en combinar la oxícloración con la cloración directa, empleando el HCl como materia prima en la oxícloración, el cual es un subproducto de la pirólisis del dicloroetano, en donde se produce el Cloruro de Vinilo en condiciones severas de presión y temperatura.

Un diagrama simplificado y muy general del proceso nos da una idea mas clara de este y del porque se le denomina "proceso balanceado", se muestra a continuación.

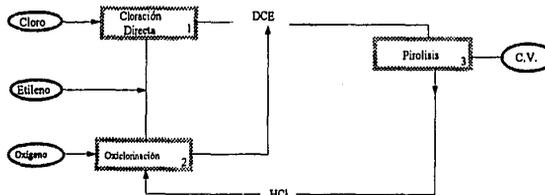
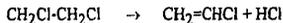
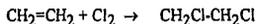


Figura No. 4 "Proceso balanceado para la obtención de VCM"

1.1.1.1 Cloración Directa.

La cloración del etileno es una reacción que se usa en numerosas plantas de Cloruro de Vinilo. Los procesos que se emplean pueden ser ambos en fase líquida o ambos en fase vapor.

Las reacciones que ocurren son las siguientes:



En la cloración en fase líquida se utiliza el producto 1,2 dicloroetano como solvente para el cloro y el etileno. Estos reactivos se disuelven burbujéandolos en el líquido. En algunas ocasiones se utiliza la agitación mecánica para promover la solubilidad. Existe un proceso en el cual el reactor opera a una presión de 4 a 5 atmósferas y a una temperatura de 50 a 70° C. La relación molar entre el cloro y el etileno que entran varía entre 0.96 y 0.98; reacciona aproximadamente el 99 % de cloro y del 95 al 98 % de etileno. Si se emplea etileno relativamente puro se obtienen solo algunos subproductos polichlorados. Algunas ocasiones se emplea etileno en exceso, y entonces el exceso es recuperado y se recicla.

Pequeñas cantidades de cloruro de hierro son ya sea añadidas o formadas al reaccionar el cloro con la superficie de metal del reactor. Estos cloruro de hierro son catalizadores para la reacción.

En la cloración en fase gaseosa se emplea un reactor en el cual los reactivos gaseosos pasan a través de una cama de agua en el fondo del reactor; a continuación los gases pasan a través de anillos raching que están empacados en la parte alta de la columna del reactor.

En el proceso de fase gaseosa, el cloro y el etileno reaccionan a una temperatura entre 90 a 130° C y a presiones aproximadas de 7 a 10 atmósferas. La reacción es altamente exotérmica, por lo que se debe mantener controlada la temperatura para evitar que los gases escapen o que ocurran reacciones explosivas.

Frecuentemente se usa como reactor un cambiador de calor de coraza y tubos, en el cual los gases pasan a través de los tubos enfriados.

Algunas de las precauciones que se emplean para mantener un buen control de la temperatura en el proceso de fase vapor son: la presencia de un gas inerte o el exceso de etileno en la corriente de alimentación al reactor; una mezcla rápida del cloro y el etileno en las corrientes en las cuales son combinables; y el uso de sólidos granulares como empaque en los tubos del reactor.

El efluente del reactor es enfriado con agua y a las presiones usadas se condensa casi todo el dicloroetano. Después es purificado por destilación. La pequeña cantidad de cloro que no reaccionó es removida primero con agua y luego con una solución cáustica. El etileno que no reaccionó es recuperado y reciclado si es que esta presente en cantidades significantes.

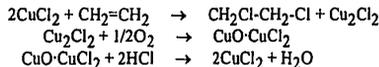
Las reacciones de cloración son rápidas con pocos subproductos. El diseño del reactor es relativamente simple especialmente para el proceso en fase líquida. El proceso en fase líquida tiene algunas ventajas en comparación con el proceso en fase gaseosa, como son: mejor control de la temperatura debido a la gran cantidad de líquido presente y el exceso de etileno o el uso de gases inertes no es necesario por razones de seguridad. En el proceso de fase líquida, el calor de reacción es usado para precalentar los reactivos y para vaporizar el 1,2 dicloroetano. El reactor opera de tal manera que los productos se vaporizan tan rápido como son producidos. Debido a que los cloruros de hierro casi no son volátiles, se pueden mantener en la fase líquida.

1.1.1.2. Oxidación del etileno.

Este proceso ha sido altamente exitoso y se han publicado varias versiones de él. En todos los casos el catalizador que se usa es cloruro de cobre que es mezclado frecuentemente con cloruro de potasio o algunos otros cloruros metálicos alcalinos.

Las reacciones básicas del proceso de oxidación ocurren en un intervalo de 250 a 350 °C.

Las reacciones son las siguientes:



A las condiciones de reacción, el cloruro de cobre es una mezcla de cloruros cuprosos y cúpricos. El cloruro de potasio se añade ya que reduce el punto de fusión de la mezcla de sales a muy bajas temperaturas, en un intervalo de 150 a 200°C dependiendo de la cantidad que se añadió. También decrece la presión de vapor del cloruro de cobre sólido.

El etileno usado en la oxidación, en general, debe ser considerado más puro que el etileno requerido en el proceso de cloración. Las especificaciones actuales para el etileno en la reacción de oxidación varían dependiendo en las condiciones específicas del proceso y del catalizador que se emplee. Una especificación para el etileno indica que el agua, las olefinas más pesadas que el etileno, y compuestos oxigenados (compuestos carbonílicos, ésteres y alcoholes) deben mantenerse en cuando menos 50 a 100 ppm. El contenido de sulfuro no debe ser mayor de 1 a 2 ppm.

Como soporte para las sales de cloro que sirven como catalizador se emplea alúmina, sílica y otros materiales sólidos porosos. Estos sólidos aparentemente complejos actúan como absorbentes para las sales que son de alguna manera volátiles. La porosidad y el tamaño de las partículas usadas es relativamente importante para el desarrollo del catalizador, pero la información concierne a estos factores es limitada. La temperatura tiene un efecto complejo en el proceso ya que afecta: la cinética de varios pasos químicos, los puntos de fusión, las viscosidades de las sales fundidas y la solubilidad o adsorción de los reactivos en la superficie.

Es muy importante el control de la temperatura de esta reacción, altamente exotérmica, ya que están involucrados dos tipos de reactores cuando se emplean catalizadores sólidos. En un tipo, el catalizador está empacado dentro de los tubos, de lo que básicamente es un cambiador de coraza y tubos que sirve como reactor. El vapor se genera en estos cambiadores de calor cuando se usa agua como medio enfriador.

Para el segundo tipo de reactor se emplea una cama fluidizada o expandida de catalizador sólido. El catalizador sólido es fluidizado por los gases reaccionantes, y esencialmente la reacción ocurre cuando los gases pasan a través de la cama fluidizada con varios segundos de tiempos de residencia.

Existe un proceso en el cual se emplea como catalizador una solución acuosa de cloruros de cobre. Se hace pasar a través de un líquido la mezcla del etileno, ácido clorhídrico y oxígeno gaseoso para mantener la temperatura alrededor de 170 a 185°C y las presiones de 16 a 20 atmósferas. El proceso tiene varias ventajas importantes:

- 1.- Es posible obtener un excelente control de la temperatura y un alto rendimiento del producto deseado.
- 2.- Se pueden emplear soluciones acuosas de ácido clorhídrico en la alimentación ya que son relativamente baratas.

- 3.- La cloración así como la oxiclорación del etileno se puede realizar simultáneamente en un solo sistema. Se pueden alimentar al reactor para producir 1,2 dicloroetano a partir de etileno, cloro o una mezcla 4:1 de ácido clorhídrico y oxígeno. Se obtiene un alto rendimiento de conversión al emplearse las reacciones de cloración y oxiclорación.

1.1.1.3. Pirólisis de 1,2 dicloroetano.

La pirólisis del 1,2 dicloroetano ha sido objeto de numerosas patentes. Algunos de los procesos incluyen la pirólisis catalítica, la pirólisis en presencia de sólidos granulares inertes y pirólisis no catalítica.

La conversión y el rendimiento del Cloruro de Vinilo para un proceso no catalítico son tan altas como aquellos de los procesos catalíticos. Debido a que el reactor de proceso no catalítico es relativamente simple, este proceso es el preferido.

El proceso consiste en bombear el dicloroetano líquido desde el tanque de almacenamiento al horno de pirólisis. Los gases exhaustivos del horno son enfriados en una columna por lo que se hace pasar una corriente de un líquido frío en la cual ocurre la condensación del producto de la pirólisis.

Se emplea un cambiador de calor para condensar el producto del horno. El líquido a la presión de 12 atmósferas se alimenta a la primera columna de destilación y se obtiene en ella ácido clorhídrico de alta pureza. El Cloruro de Vinilo es el producto de la segunda columna, la cual opera aproximadamente a 4.8 atmósferas. La tercera columna separa los subproductos de bajo punto de ebullición y la cuarta columna separa los subproductos de alto punto de ebullición y el dicloroetano, el cual es reciclado al horno de pirólisis.

Algunos procesos no catalíticos de pirólisis operan a bajas presiones de entre 5 a 10 atmósferas. Se pueden emplear granos de carbón activado que se impregnan con sales de cloro para obtener algunos efectos catalíticos, y entonces son empacados en los tubos de pirólisis de algunas unidades comerciales. En tales casos, las temperaturas de reacción pueden ser disminuidas a 250 de 350°C, a 300°C de 500°C ó 400°C, y las presiones se encuentran de 5 a 10 atmósferas. Conforme el catalizador se desactiva la temperatura se incrementa lentamente ya que se depositan carbón y alquitrán en la superficie de los tubos del horno.

1.1.2 Proceso a partir de Acetileno.

El proceso industrial para la obtención de Cloruro de Vinilo se basaba en la adición de cloruro de hidrógeno al acetileno, que en un principio se obtenía únicamente de carburo. En los años posteriores se empleó también el acetileno procedente de la petroquímica, para la obtención de Cloruro de Vinilo. El cloruro de hidrógeno procedía, en un principio aun, de las síntesis a partir de cloro e hidrógeno pero paulatinamente fue sustituido por el que resultaba como subproducto de cloraciones. La vinilación del cloruro de hidrógeno transcurre según la siguiente reacción:



Para la obtención técnica del Cloruro de Vinilo a partir del acetileno, tiene que emplearse esta materia prima muy pura. El análisis del acetileno (en base seca), usado comercialmente es el siguiente:

acetileno	98.2 wt %
etileno	0.003
ácido sulfhídrico	0.0001
Fósforos	0.0025

Fosfina	0.0302
Amoniaco	0.0052
Dióxido de carbono	0.0037

Como catalizador se usa HgCl_2 sobre carbón activado a 140-200 °C. La conversión del acetileno es del 96-97 % y la selectividad en Cloruro de Vinilo de un 98 %. El aislamiento del Cloruro de Vinilo es relativamente sencillo, puesto que como subproductos sólo se producen pequeñas cantidades de acetaldehído (de la humedad de los gases empleados) y 1,1-dicloroetano (de la adición de HCl al Cloruro de Vinilo).

El contenido de sulfuro debe mantenerse bajo ya que este podría envenenar al catalizador de cloruro de mercurio. El acetileno puede tener pequeñas cantidades de otras impurezas como los compuestos arsénicos y de silicón. Hasta hace algunos años, el acetileno se producía comercialmente a partir de la reacción de carburo de calcio y agua. Hoy en día, se producen grandes cantidades de acetileno ya sea a partir de la pirólisis de varios hidrocarburos o por procesos de oxidación parcial.

El proceso de la producción de Cloruro de Vinilo a partir de acetileno y ácido clorhídrico fue muy popular en los Estados Unidos en la década de los 50's. En algunas otras partes del mundo, en donde los costos del etileno son relativamente altos comparados con los costos del acetileno, el proceso de hidrocloración es más popular.

El acetileno puro se seca en algunas torres secadoras llenas de KOH y en otro grupo de ellas con ácido sulfúrico. También se pasa por estas torres el HCl gaseoso, para secarlo a fondo. Los dos gases secos, de los que el gas clorhídrico debe estar en exceso, se mezclan con carbón activo en el recipiente mezclador. La reacción tiene lugar en el horno de tubos, que contiene un gran número de tubos estrechos que se llenan con el contacto, un carbón activo granulado cargado con cloruro mercúrico (HgCl_2). Los tubos están bañados por un aceite que los rodea y que sirve tanto para su calefacción, como para su refrigeración.

Como la reacción entre el acetileno y el ácido clorhídrico no arranca hasta los 80 °C , para poder poner en servicio al horno, hay que empezar por calentarlo a esta temperatura con aceite caliente. En cuanto la reacción se inicia se desprende calor. Entonces se emplea el aceite como refrigerante y se regula de manera que la temperatura en los tubos de contacto sea de unos 135 °C.

Se lleva entonces el Cloruro de Vinilo bruto a una torre de lavado en la cual se elimina el exceso de clorhídrico mediante un lavado con agua. Otra torre de lavado con álcali acaba de eliminar el ácido residual. El agua incorporada al gas en estos lavados se elimina, por una parte por enfriamiento a - 13 °C en el refrigerante, y por otra, en la torre con KOH. Después de otro enfriamiento, llega el gas a la columna de destilación en la que se separa el cloruro de etilideno, formado como producto secundario. El destilado que sale por la cabeza se enfría a - 40 °C en el refrigerante, con lo que prácticamente todo el Cloruro de Vinilo se licúa y pasa al depósito, desde el cual todavía escapan los gases contenidos en el producto (acetileno e hidrógeno) a través del refrigerante energético. El producto crudo sirve en una pequeña parte como reflujo de la columna, su mayor parte pasa a otra columna en la que tiene lugar una purificación escrupulosa. El Cloruro de Vinilo se almacena en el depósito.

Resumiendo: el proceso se inicia comprimiendo el acetileno alrededor de dos atmósferas (absolutas) y es secado, se usa el ácido sulfúrico como agente extrusor. Las altas presiones no se usan, ya que el acetileno puede ser altamente explosivo. El acetileno seco se pasa a través de una cama de carbón activado para remover los catalizadores venenosos y se mezcla con ácido clorhídrico purificado en aproximadamente una relación molar de 1:1.

La mezcla gaseosa de 1.5 a 1.6 atmósferas de presión se alimenta a los reactores que pueden estar arreglados en serie, en paralelo o en ambos. Los reactores son frecuentemente cambiadores de calor de coraza y tubos con partículas catalizadoras empacadas en los tubos. Un catalizador efectivo son bolitas de carbón impregnadas con cloruro de mercurio. Un líquido que fluye a través de la coraza remueve el calor de la reacción que es aproximadamente 24.5 Kcal/gmol de Cloruro de Vinilo producido. Las temperaturas que se mantienen en la cama catalizadora son de 90 a 140 grados centígrados. Cuando se emplea un catalizador nuevo se mantienen bajas temperaturas para que la vida del catalizador sea de hasta año y medio cuando se han retirado los catalizadores venenosos de la mezcla de reactivos.

En el reactor se obtiene una conversión de aproximadamente de 98 a 99 % de cada reactivo. Los subproductos que se obtienen en trazas son: tricloroetileno, dicloroetileno y aldehídos. La corriente de productos del reactor es lavada con agua para remover la mayor cantidad de ácido clorhídrico que no reaccionó. El lavado con sosa remueve el resto del ácido clorhídrico. Después de que el agua ha sido removida, los gases se comprimen a una presión de 7 atmósferas (absolutas). Se condensa la gran mayoría de Cloruro de Vinilo, cloro e hidrocarburos. Una combinación de lavado, absorción y columnas de destilación son usadas para separar el Cloruro de Vinilo, los productos clorados y el acetileno que no reaccionó, el cual es reciclado.

Por cada 1,183 libras de ácido clorhídrico (5.37 Kg) y 877 libras de acetileno (398 Kg), se obtiene el siguiente rendimiento comercialmente: 2,000 lb de Cloruro de Vinilo (907 Kg) y 23 lb de subproductos clorados (10 Kg si se supone tricloroetileno puro)

1.1.3 Proceso a partir de Nafta

La materia prima que utiliza este proceso es cualquier hidrocarburo líquido, por ejemplo nafta la cual se precalienta y alimenta a un horno para efectuar un "cracking" y producir etileno; el gas que sale del horno y que se encuentra a 860 °C y 15 psig, se enfría para condensar los productos de aceite combustible, la corriente que sale por el domo se comprime y pasa a una torre de lavado cáustico para eliminar ácido sulfhídrico y bióxido de carbono, la corriente gaseosa que sale por el domo de la torre se alimenta a una columna de secado y posteriormente a una unidad absorbidora "desetanizadora"; del domo sale una corriente de C₂ y gas ligero, los cuales se alimentan a un reactor catalítico que opera a 95 °C y 25 psig, para eliminar huellas de acetileno. Esta corriente se alimenta a un reactor y se hace reaccionar con cloro para producir dicloroetano; el dicloroetano crudo se alimenta a una columna de destilación en la cual salen por el fondo los contaminantes de alto punto de ebullición, la corriente de dicloroetano puro se condensa, almacena y alimenta a un horno de "cracking" para producir Cloruro de Vinilo y ácido clorhídrico, las conversiones que se obtienen en el horno son del 55-60% con selectividad del 95%.

La corriente que sale del domo, que se encuentra aproximadamente a 535 °C, se enfría y alimenta a un sistema de purificación constituido por tres columnas de destilación. En la primera se elimina por el domo el ácido clorhídrico, en la segunda se elimina por el fondo el dicloroetano sin convertir, el cual se recicla al horno de "cracking", en tanto el Cloruro de Vinilo que sale por el domo se condensa y alimenta a la tercera columna para rectificar el producto.

1.2 Análisis para obtener Cloruro de Vinilo a partir de: Etileno, Acetileno y Nafta.

Este análisis tiene como fin eliminar aquellas tecnologías, que debido a las condiciones productivas de nuestro país, no sean las adecuadas; dicho de otra manera, de acuerdo con la disponibilidad de la materia prima.

Para la consecución de este objetivo es necesario analizar la producción nacional tanto de etileno, acetileno y nafta; así como de los siguientes enunciados, para con ello establecer cual de estas 3 materias primas podría resultar técnica y económicamente viable.

1.- Estamos viviendo en un mundo de constante cambio en donde las tendencias en la economía política gubernamental, son la privatización y minimización de gastos de las empresas paraestatales. Esto trae como consecuencia que la tecnología a partir de nafta quede desechada, pues como se sabe es un producto petrolífero básico de uso exclusivo de PEMEX, y de acuerdo a lo anterior queda prohibido su uso para alguna institución privada. Por otra parte en estos momentos es difícil que PEMEX invierta en un proyecto de esta naturaleza.

2.- Se debe tomar en cuenta el porcentaje a nivel mundial del uso de esas tres materias primas para la producción de este monómero; pues es un marcador importante tanto del grado de estudio del proceso, como de la viabilidad del mismo.

A nivel mundial la vía basada exclusivamente en acetileno, casi se ha abandonado (a pesar de sus menores costos de inversión y de proceso), a favor del etileno por ser materia prima más barata. En Europa Occidental había todavía funcionando en 1978 cuatro plantas de Cloruro de Vinilo a partir de acetileno, con una capacidad conjunta de unos 0.5 millones de toneladas. En los Estados Unidos sigue funcionando la única planta que existe, en Borden, con una capacidad de 136,000 toneladas al año de Cloruro de Vinilo a partir de acetileno.

El árbol genealógico del acetileno se sustituyó por el árbol genealógico de las olefinas, ya que estas son baratas, se producen en grandes cantidades, su transporte es en oleoducto, son generalmente seguras, aunque son menos reactivas que el acetileno.

Cabe notar que en el periodo de 1965 a 1974 se redujo 270 % la cantidad de acetileno utilizada para producir Cloruro de Vinilo a nivel mundial.

En México no se produce acetileno; en cambio se producen grandes cantidades de etileno; alrededor de 1,400,000 toneladas, de las cuales se exportaron 152,000 en el año de 1991. Por esta razón, las tecnologías que parten del acetileno quedan descartadas.

Para darnos una idea más clara de la disponibilidad del etileno, se muestra la siguiente gráfica:

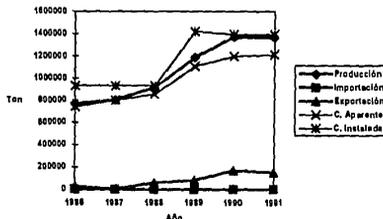


Figura No. 5 "Oferta demanda de etileno en México" Fuente Anuarios estadísticos de PEMEX y del ANIQ.

1.3 Descripción de las diferentes tecnologías a partir de etileno para producir Cloruro de Vinilo.

La siguiente tabla muestra las diferentes tecnologías para la obtención de Cloruro de Vinilo a partir de etileno mediante el proceso integrado (balanceado), señalando el número de patente y la disponibilidad de información.

Licenciador	No. patente	País	Información abierta (s/n/una parte)
B.F. Goodrich	90112,90326,90327,90331,90333,90002,90724,90006	EE.UU.	Una parte
Hoechst/BFG*	90003,90488,90398	EE.UU.-Alemania	Una parte
Stauffer/BFG*	90503	EE.UU.	Una parte
Stauffer	90337,90367,90360	EE.UU.	Una parte
Ethyl Corp.'s		EE.UU.	Una parte
Dow		EE.UU.	No
PPG	90355,90356,90410	EE.UU.	Una parte
Rhone Poulenc			No
Monsanto	90406	EE.UU.	Una parte
Toyo Soda	90370,90372	Japón	Una parte
Tokuyama Soda		Japón	No
Mitsui Toatsu	90351	Japón	Una parte
Flúor		EE.UU.	Una parte

Tabla No. 2 "Tecnologías para la producción de VCM a partir de Etileno"

Las tecnologías para las cuales no se tiene información abierta no se tomarán en cuenta.

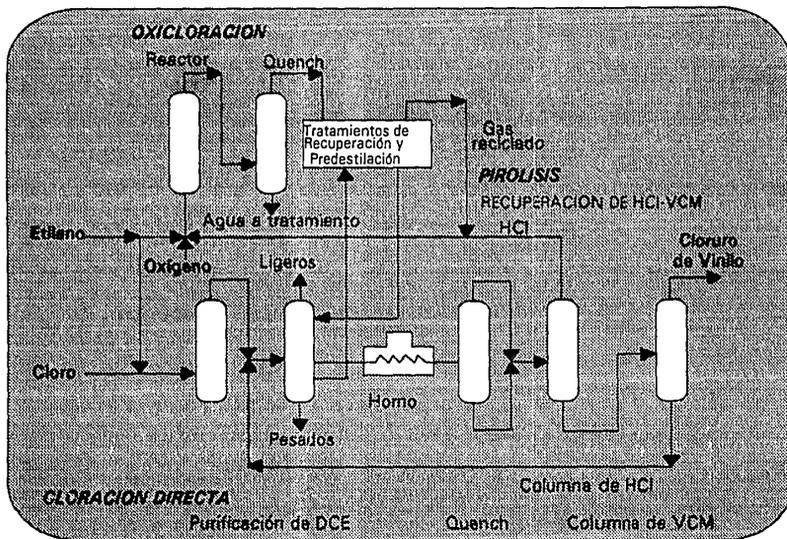
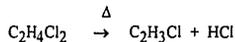


Figura No. 6 "Proceso Goodrich para la obtención de VCM"

1.3.1 Proceso Goodrich.

Es un proceso para producir el monómero de Cloruro de Vinilo y el 1,2 dicloroetano a partir de etileno, cloro y oxígeno, mediante el proceso balanceado; este proceso se tiene diseñado para trabajar con aire u oxígeno.

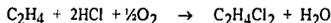
El monómero de Cloruro de Vinilo es producido por el cracking térmico del dicloroetano de acuerdo a la siguiente reacción:



La alimentación de dicloroetano para esta operación es suministrada por dos fuentes. En la primera el etileno y cloro reaccionan en proporciones estequiométricas para producir dicloroetano por adición directa de cloro, como se observa en la siguiente reacción:



En la segunda el etileno reacciona con HCl (proveniente del cracking térmico), en presencia de oxígeno para producir dicloroetano por oxihidrocloración como sigue:



La reacción de oxidación tiene lugar en un lecho fluidizado impregnado con catalizador de cloruro cúprico. El material para diseñar el reactor es acero al carbón, con el fin de evitar riesgos de corrosión, además de que las condiciones de proceso así lo requieren.

El uso de un catalizador de lecho fluidizado de alta selectividad proporciona alta conversión, lo cual evita la recirculación de la corriente al reactor de oxícloración.

Los productos de reacción son eficientemente recuperados por la condensación en la unidad de recuperación primaria, y por absorción en la segunda unidad de recuperación.

El HCl que no reaccionó es descargado junto con el agua de reacción como una dilución al 1 % . La corriente de HCl es neutralizada y desechada para tratamiento. El calor de reacción es removido por la generación de vapor.

En la unidad de cloración directa el calor de reacción es removido por medio de agua de enfriamiento. El dicloroetano crudo resultante es combinado con el dicloroetano proveniente de la unidad de oxícloración y el recirculado de la unidad de crackeo. La mezcla de dicloroetano resultante es fraccionada para remover los compuestos de alto y bajo punto de ebullición contaminantes.

El dicloroetano purificado es crackeado en un horno a elevada presión y temperatura . Los gases calientes efluentes son rápidamente enfriados y destilados para remover primero HCl y posteriormente Cloruro de Vinilo. El dicloroetano no convertido se regresa al tren de purificación para remover pequeñas cantidades de contaminantes, lo cual podría alterar el sistema.

La Badger Co. Inc brinda el diseño de Ingeniería y servicios de construcción para plantas utilizando el esquema del proceso combinado B. F. Goodrich Chemical Co.

Se utiliza en aproximadamente 31 plantas a nivel mundial.

Se usa aire como agente oxidante debido a que se ocupa un sistema de recuperación de alta eficiencia basado en una operación de absorción-desorción.

Una de las ventajas de este proceso lo constituye la reutilización de ácido clorhídrico que se obtiene como subproducto.

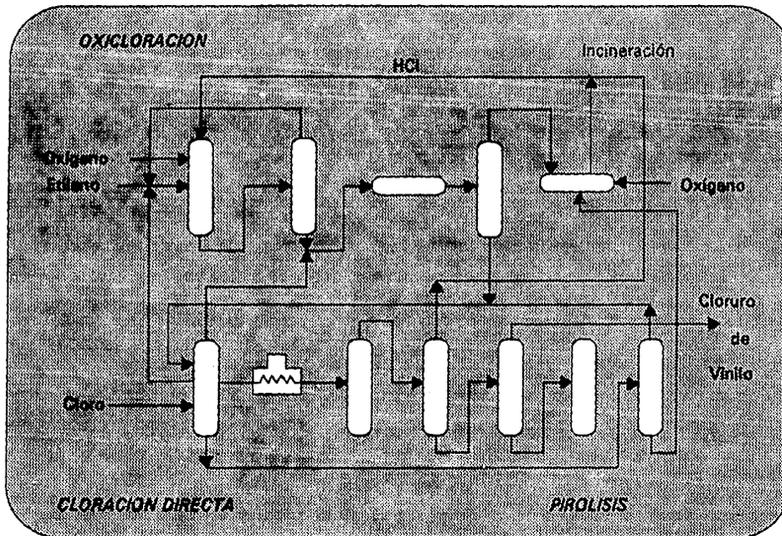


Figura No. 7 "Proceso Stauffer para la obtención de VCM"

1.3.2 Proceso Stauffer.

El proceso de cloración directa, donde el cloro y el etileno reaccionan, se lleva a cabo en fase líquida y bajo condiciones controladas para producir un producto crudo con el 99.7 % de dicloroetano. El producto del reactor es luego combinado con el dicloroetano crudo de la oxidación, a continuación se lava y se destila para remover el agua y los compuestos de alto y bajo punto de ebullición.

El dicloroetano puro es precalentado antes de entrar al horno de pirólisis, como ahorro energético. Los vapores de dicloroetano son calentados en los tubos del horno para producir una mezcla de Cloruro de Vinilo y HCl. Las condiciones son controladas, manteniendo la conversión de dicloroetano en un 50 a 55 %. A continuación se pasa al HCl y el VCM a una torre de apagado y de condensación, el dicloroetano no convertido se separa por destilación. El HCl gaseoso es enviado a la sección de oxidación. El dicloroetano que no reaccionó es reciclado a la sección de purificación.

La sección de oxidación combina el HCl reciclado con etileno puro y aire en un reactor tubular con cama catalítica fija. El etileno y aire son alimentados en exceso a lo requerido estequiométricamente para asegurar una elevada conversión de HCl. El calor de reacción es removido por generación de vapor producido en la cubierta de cada uno de los reactores. El efluente del reactor final es enfriado para condensar el dicloroetano, y los gases licuados se hacen reaccionar con cloro para recuperar etileno. La corriente del gas licuado se enfría con agua de enfriamiento y refrigeración. La concentración del etileno residual que va a la atmósfera debe ser menor de 10 ppm.

El proceso Stauffer también ofrece la alternativa de utilizar oxígeno en la sección de oxidación. Se utiliza etileno en exceso para maximizar la conversión de HCl y minimizar subproductos.

El reactor de oxidación se enfría con agua y se genera vapor de alta presión lo cual economiza energía al proceso.

El calor de reacción liberado en la cloración se utiliza para destilar el dicloroetano crudo.

Se ahorran 0.8 ton de vapor por tonelada de VCM arriba de los procesos convencionales. En adición, se ahorra el equivalente de agua de enfriamiento.

La oxiclорación se desarrolla en fase gas, generando vapor de alta presión. Utilizando oxígeno se reducen notablemente los contaminantes del gas venteado, así como una reducción significativa en el gasto de energía y costos de capital.

El proceso se opera con baja mano de obra y bajo costo de mantenimiento.

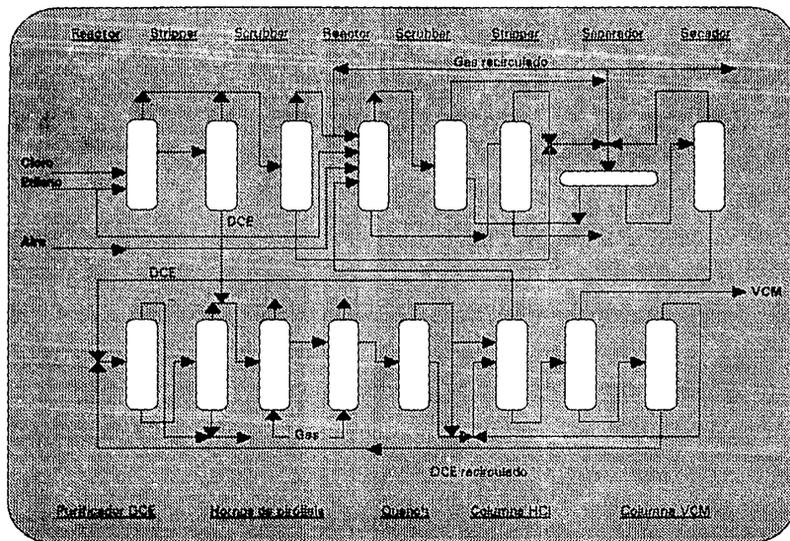


Figura No. 8 "Proceso Ethyl Corp.'s para la obtención de VCM"

1.3.3 Proceso Ethyl Corp.'s.

Cloro y etileno gaseoso son introducidos en el reactor de cloración directa para producir DCE. La alta pureza del DCE producido se explica por el buen sistema de purificación de DCE.

Aire y etileno gaseoso se introducen en el reactor de oxiclación, adicionándose también HCl para producir DCE a alta presión y temperatura en presencia de un catalizador fluidizado. Los productos de reacción son neutralizados y condensados parcialmente para recobrar el DCE crudo listo para ser purificado. Una porción del gas de venteo, que contiene principalmente nitrógeno y dióxido de carbono, se recicla al reactor.

El DCE purificado, proveniente tanto de la cloración directa como de la oxiclación, es vaporizado e introducido a un horno de pirólisis. El DCE es crackeado para producir VCM y HCl conjuntamente. Los productos de reacción son enfriados rápidamente y condensados parcialmente para recuperar el VCM que pasará al sistema de purificación.

El HCl y VCM son separados por destilación fraccionada y recobrando conjuntamente el DCE que no reaccionó. El DCE es reciclado al sistema de purificación.

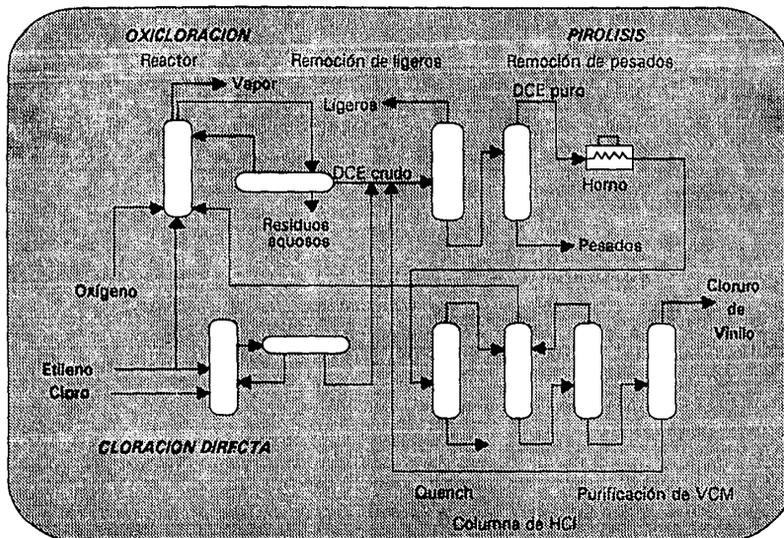


Figura No. 9 "Proceso PPG para la obtención de VCM"

1.3.4 Proceso PPG.

Es un proceso para producir el monómero de Cloruro de Vinilo a partir de etileno, oxígeno, cloro y ácido clorhídrico.

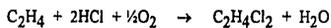
El proceso que se presenta es para una planta "balanceada-integrada" de cloruro de vinilo, en donde el monómero es el producto base y todo el HCl producido a partir del cracking del dicloroetano es reciclado a la sección de oxidación, en donde también se alimenta HCl que se trae del exterior. Bajo otras circunstancias, el proceso puede ser dispuesto para producir dicloroetano y HCl ya sea uno u otro o ambos como productos.

En el arreglo de la "balanceada-integrada", el dicloroetano es producido en las secciones de cloración directa y en la de oxidación.

En la sección de cloración directa, el cloro es combinado con etileno en fase líquida por medio de una reacción de adición para producir dicloroetano:



En la sección de oxidación, el etileno, oxígeno y HCl se hacen reaccionar en fase vapor sobre un catalizador desarrollado por la PPG para producir también dicloroetano:

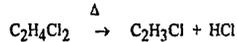


El calor de reacción es recuperado como vapor de alta presión, el cual es utilizado en otras partes del proceso.

Debido a que se utiliza oxígeno y la selección y el diseño de materiales de construcción, la sección de oxícloración debe ser operada con un elevado flujo interno y bajo presiones moderadas empleando un sistema simplificado de condensación para tener una mayor producción y operar casi libremente de corrosión.

El dicloroetano crudo, proveniente de la oxícloración y de la cloración directa, se mezcla con el dicloroetano reciclado proveniente de la sección de crackeo y de la de purificación por destilación.

El Cloruro de Vinilo es producido por crackeo térmico del dicloroetano puro a alta temperatura:



Los efluentes provenientes del crackeo pasan a una torre de apagado y la corriente gaseosa que sale del domo se condensa y se alimenta a una torre de destilación, en donde el HCl es separado y reciclado a la sección de oxícloración.

El alto grado de pureza del Cloruro de Vinilo se logra separándolo del dicloroetano que no reacciona; este es reciclado a la sección de purificación.

El proceso fue diseñado para ser automatizado, operado con baja mano de obra y alto rendimiento en producción.

La principal ventaja la constituye la operación casi libre de corrosión debido al uso de oxígeno evitándose la humedad del aire, así como el alto grado de pureza obtenido en el Cloruro de Vinilo, con bajo costo de catalizador y mantenimiento.

El catalizador que se utiliza en el reactor de oxícloración es barato, de alto rendimiento y gran selectividad.

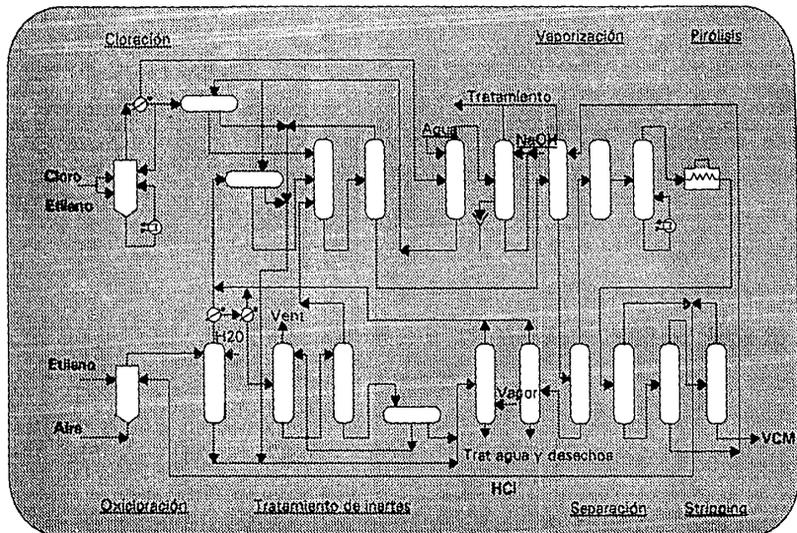


Figura No. 10 "Proceso Rhone Poulenc para la obtención de VCM"

1.3.5 Proceso Rhone-Poulenc.

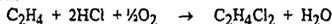
Es un proceso para producir Cloruro de Vinilo a partir de etileno, cloro, aire y ácido clorhídrico. El ácido clorhídrico anhidro puede provenir de límites de batería o bien, del producido en la pirólisis del dicloroetano.

El dicloroetano es producido de dos formas:

- Cloración directa del etileno en dicloroetano líquido de acuerdo con la siguiente reacción:



- Oxidación con el ácido clorhídrico reciclado de la unidad de pirólisis con aire y etileno de acuerdo con la siguiente ecuación:



Se tiene buena eficiencia por el sistema catalítico de lecho fluidizado.

El dicloroetano es cuidadosamente purificado y crackeado térmicamente en un horno de pirólisis de acuerdo con la siguiente ecuación:



Los productos son separados, el HCl es alimentado en el reactor de la sección de oxidación y el Cloruro de Vinilo es purificado y almacenado.

Se tiene altos rendimientos y selectividad por los catalizadores de oxidación.

El proceso es no contaminante, ya que cuenta con tratamientos de agua y de residuos. Los desechos clorados son tratados por el proceso de incineración patentado por Rhone-Poulenc.

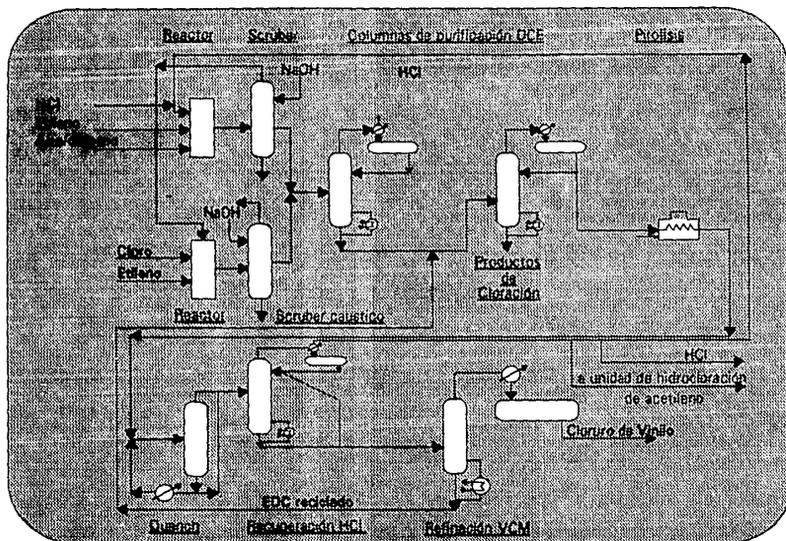


Figura No. 11 "Proceso Monsanto para la obtención de VCM"

1.3.6 Proceso Monsanto.

El proceso para la manufactura de Cloruro de Vinilo parte de etileno, cloro, aire u oxígeno. El HCl que se alimenta también puede provenir de límites de batería. Este proceso esta patentado por la Scientific Desing Co. Inc.

El diagrama que se presenta representa una planta "balanceada" de Cloruro de Vinilo, donde todo el HCl que se produce en el cracking de dicloroetano se recicla al reactor de oxiclación.

Las reacciones llevadas a cabo son:

La de cloración directa:



La de oxiclación:



y la de Cracking:



El proceso de oxiclación se lleva a cabo en fase vapor en un reactor de acero al carbón el cual es operado a presiones moderadas. En la cloración directa el etileno y el cloro se alimentan en fase gaseosa a un reactor que contiene dicloroetano líquido que proviene del reactor de oxiclación, el cual sirve como medio de

reacción y de refrigeración . El dicloroetano producido se alimenta a una torre de lavado para eliminar el cloro y el HCl.

El dicloroetano crudo es purificado por destilación y alimentado a un horno de pirólisis en donde es crackeado para producir Cloruro de Vinilo y HCl. El ácido clorhídrico anhidro es reciclado al reactor de oxícloración. El cloruro de Vinilo es refinado según las especificaciones dictadas por la industria.

El proceso tiene un acondicionamiento de la materia prima para evitar la corrosión, daños al catalizador y favorecer la reacción a la formación del dicloroetano; este acondicionamiento consiste en: el secado y acondicionamiento del aire para hacer el reactor más pequeño, la filtración del ácido clorhídrico para eliminar al máximo las partículas extrañas y el calentamiento del etileno para favorecer la reacción a dicloroetano.

El reactor de oxícloración tiene un recubrimiento en el fondo hecho de acero inoxidable para evitar la corrosión que produce el ácido clorhídrico a 100 °C.

El proceso cuenta con un equipo para separar el catalizador que se arrastra en la corriente de dicloroetano formado, lo cual evita la corrosión y pérdida del mismo; el catalizador se tamiza y se recircula al reactor de oxícloración, anteriormente no se tamizaba y se agregaba a los tubos como un polvo compacto, el cual presentaba poca área de contacto y por consiguiente bajos rendimientos sobre él.

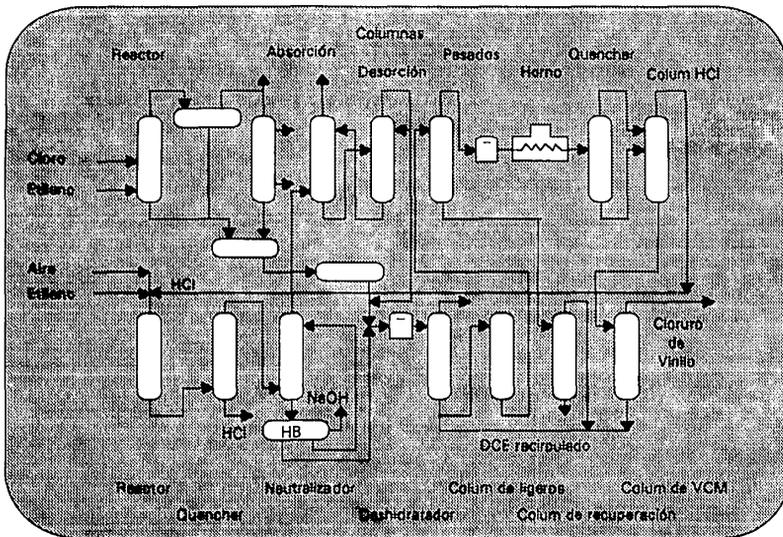


Figura No. 12 "Proceso Toyo Soda para la obtención de VCM"

1.3.7 Proceso Toyo Soda.

Esta tecnología es muy similar a la Stauffer. La principal diferencia es el uso de una torre absorbadora-despuntadora para el venteo de los gases efluentes y la deshidratación del dicloroetano crudo antes de ser purificado.

La cloración directa permite que la reacción se efectúe en fase líquida, a una presión cercana a la atmosférica lo cual constituye una ventaja ya que el reactor es pequeño y de fácil operación.

La recirculación del dicloroetano líquido sirve como medio de enfriamiento, lo cual impide que la temperatura de reacción aumente considerablemente y tienda a formar productos indeseables.

El uso de un refrigerante en el condensador del producto que sale del reactor de cloración directa minimiza la pérdida de dicloroetano y se evita por consiguiente, la contaminación ambiental y las corrosiones externas al equipo.

La reacción de oxiclación se realiza a presión moderada en un reactor tubular que se encuentra lleno con el catalizador cargado por el lado de los tubos, el catalizador tiene actividad y selectividad alta, debido a esto los gases reaccionan completamente y no es necesario un sistema de recirculación.

El calor de reacción se elimina en una operación combinada que utiliza un refrigerante líquido en un circuito cerrado y un enfriamiento indirecto a base de agua para producir vapor, esto ayuda a remover el calor de reacción.

Los productos que salen del reactor se alimentan a un "quencher" en el cual el HCl sin reaccionar se condensa y separa de la corriente gaseosa, por el domo sale el dicloroetano el cual se condensa y lava con una

solución cáustica para eliminar el HCl; el dicloroetano de la corriente líquida se decanta y se envía a la sección de purificación. Los gases incondensables que salen del neutralizador se envían a una columna de absorción para recuperar pequeñas cantidades de dicloroetano, los gases absorbidos salen por el fondo y pasan a una columna de desorción en la cual el dicloroetano sale por el domo y se condensa para ser enviado a la sección de purificación.

En la sección de purificación el dicloroetano crudo pasa por una columna de destilación para eliminar los contaminantes ligeros, la corriente que sale por el fondo se alimenta a una segunda columna de destilación para eliminar los contaminantes pesados, estos se alimentan a una columna de rectificación para recuperar fracciones de dicloroetano; en tanto la corriente gaseosa que proviene del domo de la columna de fraccionamiento de contaminantes pesados se enfría y se trata, el dicloroetano que en este paso tiene una pureza mayor del 99.9 % en peso, se alimenta a un horno de pirólisis para producir cloruro de vinilo.

El análisis de Cloruro de Vinilo obtenido tiene una pureza del 99.9 % en peso, 40 ppm de ácido clorhídrico, 2 ppm de acetileno y 5 ppm de hierro.

El proceso Toyo Soda señala que el etileno tiene que tener los siguientes niveles de impureza para lograr una óptima operación: 10 ppm de agua, 15 ppm de acetileno, 50 ppm de propano e hidrocarburos altos sin saturar y 2 ppm de azufre.

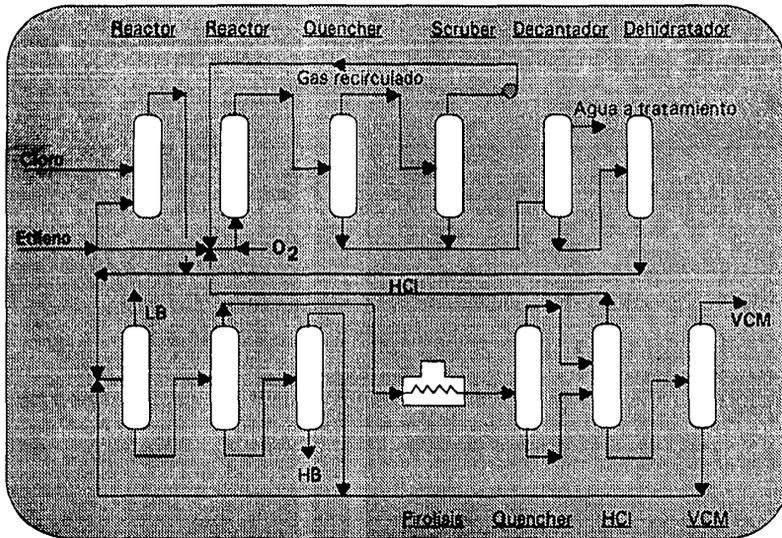


Figura No. 13 "Proceso Mitsui Toatsu para la obtención de VCM"

1.3.8 Mitsui Toatsu.

En la sección de cloración directa el etileno y el cloro son alimentados a un reactor en donde reaccionan en fase líquida, donde el dicloroetano se encuentra en ebullición:



El dicloroetano producido en esta sección sale seco libre de cloro y catalizador, debido a la tecnología Mitsui Toatsu del punto ebuliente.

En esta sección no se producen efluentes.

En la sección de oxícloración se alimenta etileno y oxígeno en exceso. Se alimenta etileno nuevo, oxígeno y HCl a un reactor catalítico de lecho fluidizado para efectuar la siguiente reacción:



La reacción se realiza a presión moderada y el calor de reacción se elimina con la recirculación de agua. La mezcla de reacción que sale del reactor se encuentra fría y se alimenta a una columna de lavado cáustico, en donde los gases incondensables se separan y recirculan al reactor de oxícloración, en tanto la corriente líquida que contiene DCE y agua se envía a un decantador en donde son fácilmente separables; el dicloroetano se seca y une con el proveniente de la sección de cloración directa. En la sección de oxícloración el etileno, oxígeno y HCl se hacen reaccionar en fase vapor sobre un catalizador desarrollado por la PPG para producir también dicloroetano; el dicloroetano se seca y une con el proveniente de la sección de cloración directa. La mezcla se alimenta a la sección de purificación que consiste de tres columnas fraccionadoras, en la primera salen por el domo las impurezas de bajo punto de ebullición, los productos del fondo se alimentan a

una segunda columna donde el dicloroetano sale por el domo y los productos de alto punto de ebullición se envían a una tercera columna para rectificar al residuo.

Esta tecnología hace un reciclado total de los gases para maximizar su utilización y reducir el nivel de contaminación del aire.

El dicloroetano puro se manda a la sección de cracking para producir Cloruro de Vinilo en condiciones de alta temperatura y presión.

Los efluentes calientes provenientes del crackeo se enfrían y alimentan a la sección de purificación donde pasan a una primera columna en donde el HCl sale por el domo y se envía al reactor de oxcloración, los productos del fondo se envían a una segunda columna fraccionadora en la cual el dicloroetano sin reaccionar sale por el fondo y se recicla a la sección de purificación, por el domo sale el Cloruro de Vinilo que se alimenta a una columna de secado.

La pureza del Cloruro de Vinilo mínima es de 99.99 % en peso.

La principal ventaja de este proceso es el bajo consumo de materia prima respecto a los procesos Flúor y Toyo Soda

Consumo	Licenciador		
	Mitsui	Flúor	Toyo
etileno	0.470	0.478	0.480
cloro	0.607	0.670	0.620

Tabla No. 3 "Comparación de los consumos de etileno y cloro de: Mitsui Toatsu, Flúor y Toyo Soda"

Este proceso resulta más barato ya que se aprovecha mejor la materia prima al obtener un producto del 99.99 % mínimo en peso de pureza.

El ahorro en el consumo de energía también es de tomarse en cuenta ya que el proceso consume una menor cantidad que los procesos Flúor y Toyo Soda. Se tienen los siguientes datos en base a una tonelada de VCM producida.

Consumo	Licenciador		
	Mitsui	Flúor	Toyo
Vapor (ton)	0.96	1.53	-----
Electricidad (KW-hr)	1.30	235	264
Combustible (Kcal)	1.15E6	1.74E6	1.2E6

Tabla No. 4 "Comparación de los consumos de servicios auxiliares de Mitsui Toatsu, Flúor y Toyo Soda"

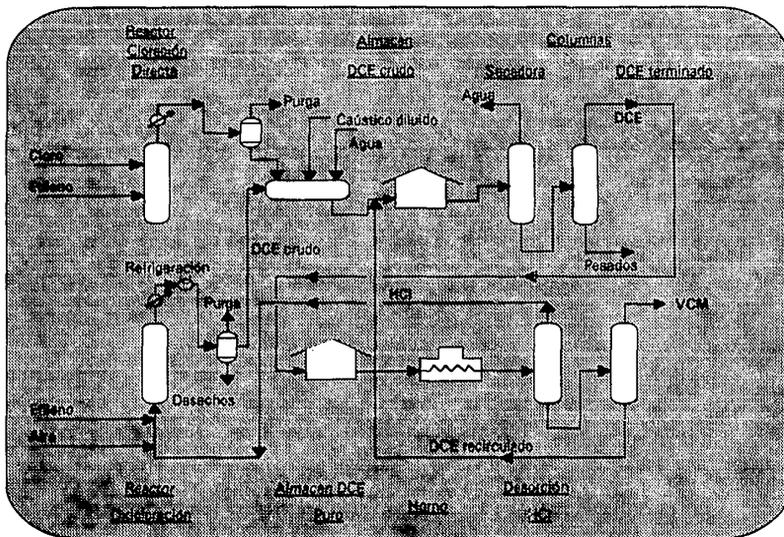


Figura No. 14 "Proceso Fíúor para la obtención de VCM"

1.3.9 Proceso Fíúor.

Este proceso utiliza un reactor convencional en la sección de cloración directa, lo cual elimina los problemas de diseño especial y por consiguiente los altos costos de equipo.

El empleo de presión y temperaturas moderadas en el reactor de oxiclорación favorecen a este proceso al compararlo con el proceso Goodrich.

Este proceso también cuenta con una sección de lavado para separar las partículas de catalizador que tienen carácter ácido para evitar los problemas de corrosión.

1.4 Aspectos importantes de cada tecnología.

Como puede observarse en todas las tecnologías anteriormente descritas, las condiciones más críticas en cuanto a temperatura y presión se encuentran en la sección de oxícloración; propiamente en el reactor, y en la de pirólisis. De tal manera que la evaluación pondrá énfasis en la sección de oxícloración.

A continuación se describen aspectos relevantes de las tecnologías de las cuales se tiene mayor información.

1.4.1 B.F. Goodrich:

- El uso de un catalizador de lecho fluidizado de alta selectividad proporciona alta conversión, lo cual evita la recirculación de la corriente reaccionante del reactor de oxícloración.
- Se usa aire como agente oxidante debido a que se emplea un sistema de recuperación de alta eficiencia, basado en una operación de absorción - desorción.
- Se ha perfeccionado la sección de purificación y recuperación de los vapores de DCE que se producen en el reactor de oxícloración, ya que originalmente se escapaba una cantidad apreciable por la purga de inertes.

1.4.2 Stauffer:

- El reactor de oxícloración se enfría por medio de agua y se genera vapor de alta presión, lo cual economiza energía al proceso.
- El proceso se opera con baja mano de obra y bajo costo de mantenimiento.
- Se utiliza un catalizador en fase vapor para promover altos rendimientos.

1.4.3 Ethyl:

- Se alimentan cloro y etileno gaseoso para aumentar la pureza de DCE.
- Se tiene un buen sistema de purificación de DCE.

1.4.4 PPG:

- Se tiene una operación casi libre de corrosión debido al uso de oxígeno, evitándose la humedad del aire.
- El catalizador que se utiliza en el reactor de oxícloración es barato, de altos rendimientos y gran selectividad.

1.4.5 Rhone Poulenc:

- Debido al sistema catalítico empleado se tiene buena eficiencia, alto rendimiento y selectividad en la oxícloración.

1.4.6 Monsanto:

- El proceso tiene un acondicionamiento de la materia prima para evitar la corrosión, daños al catalizador y favorecer la reacción a la formación de DCE; este acondicionamiento consiste en el secado y enfriamiento del aire para hacer el reactor mas pequeño, la filtración del HCl para eliminar al máximo las partículas extrañas y el calentamiento del etileno para favorecer la reacción a DCE.

- El reactor de oxícloración tiene un recubrimiento en el fondo hecho de acero inoxidable para evitar la corrosión que produce el HCl a 100 °C. Anteriormente se usaba una resina que causaba daños y taponamientos al equipo.

- El proceso cuenta con un equipo para separar al catalizador que se arrastra en la corriente de dicloroetano formado, lo cual evita la corrosión y pérdida del mismo; el catalizador se tamizaba y se agregaba a los tubos como un polvo compacto, el cual presentaba poca área de contacto y por consiguiente bajos rendimientos.

- El tanque de almacenamiento de DCE crudo tienen un cojchón de nitrógeno y un condensador para evitar pérdidas, arrastre de humedad, toxicidad al personal y corrosión al equipo exterior.

1.4.7 Toyo Soda:

- La recirculación de DCE líquido al reactor de cloración directa permite que la reacción se efectúe a una presión cercana a la atmosférica lo cual constituye una ventaja ya que el reactor es pequeño y de fácil operación.

- La recirculación de DCE líquido sirve como medio de enfriamiento, lo cual impide que la temperatura de reacción aumente considerablemente y tienda a formar productos indeseables.

- El uso de un refrigerante en el condensador del producto que sale del reactor de cloración directa minimiza la pérdida de DCE y se evita por consiguiente la contaminación ambiental y las corrosiones externas al equipo.

- Se cuenta con un catalizador desarrollado por la Toyo Soda Co. que permite conducir la reacción de cloración directa en fase líquida a una presión cercana a la atmosférica.

1.4.8 Mitsui Toatsu:

- La principal ventaja de este proceso es el consumo de materia prima respecto a los procesos Flúor y Toyo Soda, este proceso resulta más barato ya que se aprovecha mejor la materia prima, al obtener un producto del 99.9% mínimo de pureza.

- El ahorro en el consumo de energía también es de tomarse en cuenta, ya que el proceso consume una menor cantidad en comparación a los procesos Flúor y Toyo Soda.

- Presenta la separación del catalizador de la corriente de DCE, para evitar los problemas de corrosión.

- Para secar y neutralizar la corriente de VCM se hace pasar a través de una columna de lavado cáustico.

1.4.9 Flúor:

- Se tiene un reactor convencional en la sección de cloración directa lo cual elimina los problemas de diseño especial y por consiguiente los bajos costos de equipo.

- El empleo de presiones y temperaturas moderadas en el reactor de oxícloración favorece a este proceso al compararlo con el Goodrich

1.5 Información Técnica por Sección

1.5.1 Sección Oxiclación:

Núm. Patente	90071
Licenciador	B.F. Goodrich
Relación molar de reactivos $C_7H_4/HCl/O_2$	1.02-1.20/2/0.55-1.00
Presión (atm)	1.7 - 4.4
Temperatura (°C)	200-250
Catalizador	3.5-7 wt% Cu como $CuCl_2$ soportado sobre alumina
Conversión	81.6-99.91 HCl 81.7 -99.41 C_7H_4
Selectividad	-----
Rendimiento	95.8 - 100 HCl 85.9-98.4 C_7H_4
Tiempo de residencia	14-33 seg.

Tabla No. 5 "Información técnica para la sección de oxiclación de la B.F. Goodrich"

Núm. Patente	90027
Licenciador	Stauffer
Relación molar de reactivos $C_7H_4/HCl/aire$	1/2/3
Presión (atm)	2.7-6.8
Temperatura (°C)	220
Catalizador	-----
Conversión	94 C_7H_4
Selectividad	92.9

Tabla No. 6 "Información técnica para la sección de oxiclación de la Stauffer"

Núm. Patente	101465
Licenciador	Ethyl
Relación molar de reactivos $C_7H_4/HCl/aire$	0.77-1.31/2/2.5-3.94
Presión (atm)	4.4-7.6
Temperatura (°C)	250-350
Catalizador	14.5 $CuCl_2$ 0.5% metal alcalino clorado soportados en alumina con 0.5 % de catalizador desconocido
Conversión	98.4 HCl 99.6 C_7H_4
Selectividad	96.5 HCl 94.4 C_7H_4

Tabla No. 7 "Información técnica para la sección de oxiclación de la Ethyl"

Núm. Patente	90059
Licenciador	PPG
Relación molar de reactivos $C_7H_4/HCl/O_2/reciclo$	1-1.05/2/0.55/0.67-0.86
Presión (atm)	1-8
Temperatura (°C)	280-315
Catalizador	Cu con K
Conversión	74 C_7H_4 por paso
Selectividad	97 C_7H_4

Tabla No. 8 "Información técnica para la sección de oxiclación de la PPG"

Núm. Patente	90510
Licenciador	Rhone Poulenc
Relación molar de reactivos $C_2H_4/HCl/O_2$	1/2/0.62
Presión (atm)	1.18-4.93
Temperatura (°C)	220-230
Catalizador	Rhone Poulenc
Conversión	99.8 C_2H_4
Selectividad	98 C_2H_4
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 9 "Información técnica para la sección de oxioración de Rhone Poulenc"

Núm. Patente	2586
Licenciador	Monsanto
Relación molar de reactivos $C_2H_4/HCl/O_2$	1/2/10.55
Presión (atm)	1
Temperatura (°C)	180-250
Catalizador	$CuCl_2$ activado con alumina, $CoCl_2$ o $FeCl_3$ activado con alumina
Conversión	94 C_2H_4
Selectividad	99 C_2H_4
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 10 "Información técnica para la sección de oxioración de la Monsanto"

Licenciador	Toyo Soda
Relación molar de reactivos $C_2H_4/HCl/aire$	4/2/1
Presión (atm)	2-5
Temperatura (°C)	200-280
Catalizador	$CuCl_2$, $NaHSO_4$ y $ThCl_4$ con alfa alumina
Conversión	98 HCl
Selectividad	99 HCl
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 11 "Información técnica para la sección de oxioración de la Toyo Soda"

Núm. Patente	90447
Licenciador	Mitsui Toatsu
Relación molar de reactivos $C_2H_4/HCl/O_2$	0.7-5/1/0.2-1 5-15/2/0.5-0.8
Presión (atm)	1/3/20
Temperatura (°C)	450/500/550 200/310/400
Catalizador	Deacon
Conversión	75 HCl 44.7 C_2H_4 92 HCl
Selectividad	80/HCl 89.5/ C_2H_4 100/HCl
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 12 "Información técnica para la sección de oxioración de la Mitsui Toatsu"

1.5.2 Sección de Cloración:

Núm. Patente	90027
Licenciador	Stauffer
Relación molar de reactivos C_7H_4/Cl_2	1/1
Presión (atm)	-----
Temperatura (°C)	140-190
Catalizador	alúmina activada con radiación
Conversión	100 C_7H_4
Selectividad	99.7 C_7H_4

Tabla No. 13 "Información técnica para la sección de cloración de la Stauffer"

Núm. Patente	90070
Licenciador	Monsanto
Relación molar de reactivos C_7H_4/Cl_2	1-1.15/1
Presión (atm)	1-4.4
Temperatura (°C)	120 - 170
Catalizador	Silicato mineral
Conversión	99.7-100 Cl_2 98.1 C_7H_4
Selectividad	99.2-99.9 Cl_2 99.7 C_7H_4

Tabla No. 14 "Información técnica para la sección de cloración de la Monsanto"

Núm. Patente	90285
Licenciador	Mitsui Toatsu
Relación molar de reactivos C_7H_4/Cl_2	1.1-1.15/1
Presión (atm)	1.3
Temperatura (°C)	40-75
Catalizador	$FeCl_3$ 0.3% en medio de reacción
Conversión	100 Cl_2 91 C_7H_4
Selectividad	99.5 Cl_2 99.6 C_7H_4

Tabla No. 15 "Información técnica para la sección de cloración de la Mitsui Toatsu"

1.5.3 Sección de Pirólisis:

Núm. Patente	2315
Licenciador	B.F. Goodrich
Relación molar de reactivos	DCE
Presión (atm)	24-25
Temperatura (°C)	483-505-538
Catalizador	No
Conversión	71.4
Selectividad	98.5

Tabla No. 16 "Información técnica para la sección de pirólisis de la B.F. Goodrich"

Núm. Patente	90113
Licenciador	Hoechst
Relación molar de reactivos	-----
Presión (atm)	20-25-35
Temperatura (°C)	450-650
Catalizador	No
Conversión	49
Selectividad	95
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 17 "Información técnica para la sección de pirólisis de la Hoechst"

Núm. Patente	90414
Licenciador	Ethyl
Relación molar de reactivos	-----
Presión (atm)	2.7-6-7
Temperatura (°C)	440-455-469
Catalizador	no
Conversión	50 C ₂ H ₄ CL ₂
Selectividad	80.8
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 18 "Información técnica para la sección de pirólisis de la Ethyl"

Núm. Patente	90284
Licenciador	Mitsui Toatsu
Relación molar de reactivos	DCE
Presión (atm)	1-40
Temperatura (°C)	300-450-600
Catalizador	1,1 o 1,2 dibromocloroetano
Conversión	75.6 DCE
Selectividad	99.7 DCE
Rendimiento	-----
Tiempo de residencia	-----

Tabla No. 19 "Información técnica para la sección de pirólisis de la Mitsui Toatsu"

1.6 Evaluación de las Tecnologías por Sección (cuadros comparativos)

Para poder simplificar el proceso de evaluación, en el siguiente cuadro se le asignará un número a cada tecnología y solo se evaluarán aquellos procesos de los cuales se tenga la mayor información abierta. Debido a la disponibilidad de información por secciones, la evaluación se llevará a cabo de esta misma manera.

No. Licenciador	Tecnología	No. Licenciador	Tecnología
1	Goodrich	6	Rhone Poulenc
2	Hoechst	7	Monsanto
3	Stauffer	8	Toyo Soda
4	Ethyl	9	Mitsui Toatsu
5	PPG		

Tabla No. 20 "Asignación del número del licenciador"

Las tecnologías que no aparezcan en una tabla comparativa de cierta sección, es debido a que no se tiene la suficiente información para poder incluirlas en la evaluación. Como es el caso de Hoechst que solo presenta para la pirólisis del DCE.

Se dan también una serie de escalas comparativas para cada uno de los parámetros a evaluar, además de describir los criterios seguidos para esta evaluación.

Parámetro	Calificación
Presión:	0-10
Temperatura:	0-10
Fase de reacción:	0-3
Disponibilidad de materias primas:	0-5
Número de etapas en la reacción:	0-5
Catalizador:	0-1
Subproductos:	0-2
Conversión	0-100
Selectividad	0-100
Información abierta	0-10
Cantidad de equipo	0-3
Costo	0-3
Cuenta con tratamiento de desechos	0-3
Gasto por servicios auxiliares	0-3

Tabla No. 21 "Escalas comparativas utilizadas en la evaluación"

1.6.1 Criterios para la evaluación

Presión: Se favorecerá a los procesos en los cuales la presión sea la atmosférica o cercana a esta.

Temperatura: Se favorecerán procesos en los cuales la temperatura sea la ambiental o cercana a esta.

Fase de reacción: Desde el punto de vista de reacción química se favorecerá la fase gas sobre la fase líquida.

Disponibilidad de materias primas: Se favorecerán procesos en los cuales se tengan materias primas a bajo costo, de preferencia productos petroquímicos básicos cuyo valor agregado es inferior a los secundarios; y que sean de producción nacional.

Número de etapas: Se favorecerán procesos en los cuales se lleven el menor número de etapas.

Catalizador: Por falta de información se analizarán únicamente si tiene o no catalizador, calificando como cero cuando tiene catalizador, y uno cuando no lo tiene.

Subproductos: Se favorecerán reacciones en los cuales hay subproductos comerciales y/o utilizables en otros procesos.

Conversión: Se favorecerán las reacciones en las cuales se tenga mayor conversión.

Selectividad: Se favorecerán las reacciones en las cuales se tenga alta selectividad.

Información abierta: Se favorecerán las tecnologías que cuenten con la mayor cantidad de información abierta.

Cantidad de equipo: Se favorecerán los procesos que tengan menor número de equipo.

Costo: Se favorecerán los procesos que cuenten con una inversión atractiva.

Cuenta con tratamiento de desechos: Se favorecerán los procesos que cuenten con tratamientos de desechos.

Gastos por servicios auxiliares: Se favorecerán los procesos que conlleven a un ahorro por medio de el bajo consumo de servicios auxiliares.

1.6.2 Evaluación de la Sección de Oxloración:

No. Licenciador	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Concepto Comparado	Calificación								
Presión	7	---	8	4	6	6	10	7	2
Temperatura	9	---	9	5	8	9	10	9	0
Fase de reacción	2	---	3	3	3	1	3	3	2
Disponibilidad m.p.	5	---	5	5	5	5	5	5	5
Núm. etapas en la reacción	5	---	5	5	5	5	5	5	5
Catalizador	0	---	0	0	0	0	0	0	0
Subproductos	1	---	2	1	1	1	1	1	2
Conversión	90.5	---	94	99.6	74	98	94	98	84.7
Selectividad C ₂ H ₄	99.2	---	92.9	94.4	97	99.8	99	99	89.5
Información abierta	6	---	4	4	6	1	7	4	4
Cantidad de equipo	3	---	2	2	2	0	1	1	2
Costo	3	---	3	3	3	3	3	3	3
Cuenta con tratamiento de desechos	3	---	3	3	3	3	2	3	3
Gastos por servicios auxiliares	2	---	2	2	1	1	1	2	3
Resultado	236	---	233	231	214	233	241	240	202

Tabla No. 22 "Evaluación de la Sección de Oxloración"

Al observar los valores de discriminación tenemos que los procesos se encuentran muy parejos, sin embargo; Monsanto, Toyo Soda y Goodrich representan las mejores opciones en la sección de oxloración.

1.6.3 Evaluación de la Sección de Cloración Directa:

No. Licenciador	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Concepto Comparado	Calificación								
Presión	---	---	0	---	---	---	5	---	10
Temperatura	---	---	0	---	---	---	8	---	10
Fase de reacción	---	---	1	---	---	---	1	---	1
Disponibilidad m.p.	---	---	5	---	---	---	5	---	5
Núm. etapas en la reacción	---	---	5	---	---	---	4	---	4
Catalizador	---	---	0	---	---	---	0	---	0
Subproductos	---	---	1	---	---	---	1	---	1
Conversión	---	---	100	---	---	---	98.1	---	91
Selectividad C_2H_4	---	---	99.7	---	---	---	99.7	---	99.6
Información abierta	---	---	4	---	---	---	8	---	3
Cantidad de equipo	---	---	3	---	---	---	3	---	2
Costo	---	---	2	---	---	---	2	---	3
Cuenta con tratamiento de desechos	---	---	3	---	---	---	3	---	3
Gastos por servicios auxiliares	---	---	2	---	---	---	2	---	3
Resultado	---	---	226	---	---	---	270	---	236

Tabla No. 23 "Evaluación de la Sección de Cloración Directa"

Al observar los valores de discriminación tenemos que el proceso de Monsanto representa la mejor opción para la sección de oxícloración.

1.6.4 Evaluación de la sección de Pirólisis:

No. Licenciador	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Concepto Comparado	Calificación								
Presión	2	0	---	10	---	---	---	---	7
Temperatura	4	0	---	9.5	---	---	---	---	10
Fase de reacción	3	2	---	2	---	---	---	---	3
Disponibilidad m.p.	5	5	---	5	---	---	---	---	5
Núm. etapas en la reacción	2	2	---	2	---	---	---	---	2
Catalizador	1	1	---	1	---	---	---	---	0
Subproductos	3	2	---	2	---	---	---	---	2
Conversión	60	49	---	50	---	---	---	---	75.6
Selectividad C_2H_4	99	95	---	80.8	---	---	---	---	99.7
Información abierta	10	5	---	4	---	---	---	---	1
Cantidad de equipo	3	3	---	3	---	---	---	---	2
Costo	2	2	---	2	---	---	---	---	2
Cuenta con tratamiento de desechos	3	3	---	3	---	---	---	---	2
Gastos por servicios auxiliares	3	2	---	2	---	---	---	---	3
Resultado	200	171	---	176	---	---	---	---	214

Tabla No. 24 "Evaluación de la Sección de Pirólisis"

Al observar los valores de discriminación tenemos que el proceso de Mitsui Toatso representa la mejor opción para la sección de pirólisis, sin embargo no se cuenta con la información abierta requerida para llevar a cabo el diseño de la Ingeniería básica; por lo cual se escoge el de la B.F. Goodrich

Ninguna de las patentes que aparecen tienen tanto alcance para cubrir todo el proceso balanceado.

Las patentes de Goodrich y Monsanto muestran partes del proceso básicas para el desarrollo de nuestra tecnología, pero de ningún modo se intenta representar estas patentes tal cual .

Nosotros interpretamos y recolectamos información de las diferentes patentes de las diversas compañías, conjuntando todo esto para desarrollar una tecnología; esto se hizo debido a que la información no es totalmente abierta.

CAPÍTULO II

Estudio de Mercado y Localización de la Planta

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE MERCADO Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

2.1 Generalidades.

El Cloruro de Vinilo tiene la siguiente fórmula química: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$

El Cloruro de Vinilo es líquido a presión, incoloro, de olor etéreo, densidad relativa 0.9121 a 20/4 °C, con un punto de ebullición de -13.8 °C, ligeramente soluble en agua, soluble en alcohol y éter etílico. Es gas incoloro a temperatura ambiente, inflamable. Su punto de ignición es de -77°C, su temperatura de auto inflamación es de 472 °C, límite explosivo en aire, entre 4 y 22 %.

2.1.1 Usos.

Se usa principalmente para la obtención de PVC y síntesis orgánicas. Para dar una idea más clara de la importancia del Cloruro de Vinilo, se mencionan algunos de los usos del polímero.

Aislamientos.

Aislamientos eléctricos, desplazando al hule, aprovechando su mayor resistencia a la abrasión, a la humedad (lo que reduce el espesor del aislamiento), menos costo, más fácil extrusión, no inflamable, superficie con mejor pulimento, mayor resistencia a la ruptura (homogeneidad), etc.

Espumas.

La producción de espumas de vinilo se emplea en la manufactura de pisos, tapicería, ropa y accesorios diversos.

Las características son: buena resistencia al envejecimiento, hidrólisis, oxidación, solventes, aceites y productos químicos no inflamables.

Barnices y pinturas.

Dependiendo de la buena formulación, las resinas vinílicas pueden utilizarse para producir barnices y pinturas con excelente resistencia a la acción solvente del agua, álcalis, ácidos, alcoholes, aceites e hidrocarburos alifáticos, así como al intemperismo y envejecimiento. Los usos de estos barnices y pinturas se extienden hasta cubrir toda la gama de aplicación en la industria.

Fibras.

Las fibras al PVC (mono polímeros y copolímeros), tiene gran aplicación debido a su bajo costo, aunado a sus características tan favorables de no inflamables, tener alta resistencia a medios químicos, al

intemperismo, abrasión, descomposición y enmohecimiento, teniendo aplicaciones en vestuario, mantas, cortinas, cubiertas de colchas y alfombras, filtros, telas moldeables, etc.

Construcción.

La aplicación del PVC en las ramas de la construcción comprenden: fabricación de tubería, cañerías, marcos para puertas y ventanas, persianas, techos, marquesinas, tapizado de paredes, etc.

Nuevos usos del PVC.

La demanda del PVC para sustituir otros materiales para la fabricación de productos como: discos musicales, tapetes para autos, cubiertas para pisos y paredes, zapatos, juguetes, botellas, artículos de ornato, etc., es excelente.

En estudios recientes se le han encontrado ciertas propiedades semiconductoras.

2.1.2 Efectos en el organismo.

Se incluye este rubro en el estudio de mercado, pues es necesario tomar en cuenta los riesgos que se corren en el manejo del VCM.

Contacto con la piel.

El Cloruro de Vinilo es un agente cancerígeno, en contacto con la piel provoca irritación en cuyo caso se solicitará la atención médica y mientras tanto, la persona afectada utilizará las regaderas de seguridad que se encuentren distribuidas en la planta, para lavar la parte o partes del cuerpo afectadas.

En el caso de que el Cloruro de Vinilo se maneje líquido y haya contacto con la piel, se presentan zonas congeladas, en este caso, éstas deberán cubrirse con gasas esterilizadas y si hubiera inflamación, las gasas deberán estar vaselinadas.

Contacto con los ojos.

Cuando existe contacto del Cloruro de Vinilo con los ojos se provoca una irritación que puede ir de leve a severa. En este caso, se recomienda irrigar los ojos inmediatamente con agua en cantidad abundante durante 15 minutos, separándose los párpados del globo del ojo para permitir que el agua lave todas las membranas superficiales del ojo y párpados.

Inhalación.

La Inhalación del Cloruro de Vinilo tiene un efecto anestésico sobre el organismo y los síntomas característicos son: somnolencia, entorpecimiento de los reflejos, visión borrosa, sensación de entumecimiento en pies y manos y marcha tambaleante. Cuando esto suceda, la persona afectada deberá retirarse inmediatamente del área contaminada informando de la situación a su jefe inmediato.

Si la Inhalación ha sido en concentraciones altas y a consecuencia de ello se provoquiere una anestesia profunda, se deberá colocar al sujeto en posición horizontal con la cabeza un poco baja hacia un lado y sin almohada.

Si la respiración ha cesado, se aplicará respiración artificial.

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

2.2.1 Impacto en el sector productivo.

Para dar una idea de la importancia del Cloruro de Vinilo en el sector Industrial y uno de los porqué de la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad, se presentan los siguientes datos:

La demanda Nacional de Cloruro de Vinilo es de 30,500 Ton. al mes. Esperando una capacidad productora de Pemex de 581 Ton. al día, lo que arroja una producción mensual de 17,666 Ton, por lo que es necesario hacer una importación de 12,834 mensualmente, en lo que se espera para este año.

Considerando que actualmente tiene un precio de 471 Dls por Ton. y se paga el 6.5 % del precio por el flete, o sea 30.615 Dls, el manejo de las 30,500 Ton/mes involucra 15.3 millones de dólares mensuales.

2.2.2 La industria del VCM.

Petróleos Mexicanos posee una capacidad instalada de 270,000 toneladas anuales, situada en el complejo petroquímico de Pejaritos, Ver. en dos plantas. Pemex empezó operaciones en 1973 con una capacidad instalada de 70,000 toneladas anuales la cual fue ampliada en el año de 1984 a la capacidad actual.

A principios de 1991, la planta de derivados clorados III sufrió una explosión de gran consideración la cuál repercutió trayendo consigo una disminución en la producción y un incremento en la importación del Cloruro de Vinilo por parte de los consumidores para con esto cubrir el desabasto.

La diferencia entre el consumo requerido para el mercado y la producción nacional, lo importaba directamente Pemex hasta el año de 1987 en los mercados internacionales. A partir de 1987, las empresas consumidoras deben importar sus faltantes directamente en el mercado internacional.

En la siguiente tabla se puede observar la tendencia que guarda el monómero de Cloruro de Vinilo desde 1984 hasta el año 2009 (estimado).

Las importaciones que realizan los consumidores de Cloruro de Vinilo, son del orden de 135,000 toneladas en promedio por año en el período de 1984 a 1990; en los últimos 4 años las importaciones realizadas han representado el 79, 76, 63 y 39% de la producción de Petróleos Mexicanos y con un precio por arriba del precio nacional.

Miles de Toneladas

año	1981	1983	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999
Producción	57	134	108	179	194	97	212	234	253	253
Importación	85	72	180	143	123	259	154	154	157	179
C. Aparente	142	206	288	322	317	356	366	388	410	432
C Instalada	70	70	270	270	270	270	270	270	270	270

Tabla No. 25 "Comportamiento del VCM en México"
Fuente: (1981-1992) Anuarios estadísticos del ANIC y PEMEX de 1991
(1992-2009) Extrapolación con el método de mínimos cuadrados

año	2001	2003	2005	2007	2009
Producción	253	253	253	253	253
Importación	217	257	297	377	377
C. Aparente	470	510	550	590	630
C Instalada	270	270	270	270	270

Tabla No. 25 "Comportamiento del VCM en México"
Fuente: (1981-1992) Anuarios estadísticos del ANIQ y PEMEX de 1991
(1992-2009) Extrapolación con el método de mínimos cuadrados

Comparación entre: importación, producción y consumo aparente
(miles de toneladas anuales).

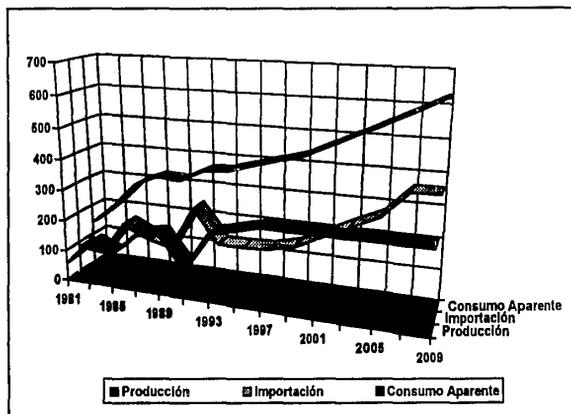


Figura No. 15 "Comparación entre la importación, producción y consumo aparente de VCM en México"

Pemex tiene una capacidad instalada de 270,000 toneladas al año, sin embargo produjo tan solo 169,521 Ton./año en el periodo que comprende los años de 1984-1990.

Se estima que para el año 2000, de acuerdo a un estudio estadístico de probabilidad basada en la técnica de mínimos cuadrados, el consumo aparente de Cloruro de Vinilo será de 442,262 Toneladas anuales, y para el año 2009 de 630 mil.

Se propone la instalación de una planta para la producción del monómero con una capacidad de 300,000 toneladas anuales, que cubrirá la demanda estimada.

En el siguiente cuadro se muestran los precios estimados del Cloruro de Vinilo hasta el año 2009, tanto en México como en los Estados Unidos.

Dólares/Tonelada

Año	1985	87	89	91	93	95	97	99	2001	2003	2005	2007	2009
México	263	425	359	371	471	487	523	595	632	285	668	704	740
EE.UU.	370	710	310	470	597	556	577	599	620	642	663	684	706

Tabla No. 26 "Precios del VCM en México y EE.UU."
Fuente: Tesis Profesional de Vilchis Borja Enrique
Facultad de Química 1991

Comparación entre los precios México Estados Unidos del Cloruro de Vinilo

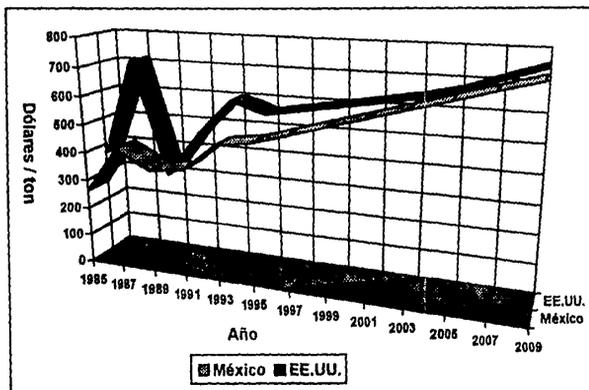


Figura No. 16 "Comparación entre los precios del VCM en México y EE.UU."

2.2.3 Panorama real de la industria del VCM/PVC.

Pemex Petroquímica participa en la cadena del cloruro de polivinilo (PVC) produciendo etileno y monómero de cloruro de vinilo (VCM). Entender como se origina y se transforma comenzando con el cloro es un factor clave para el desarrollo de la estrategia para el VCM.

Cadena Cloro Vinilo

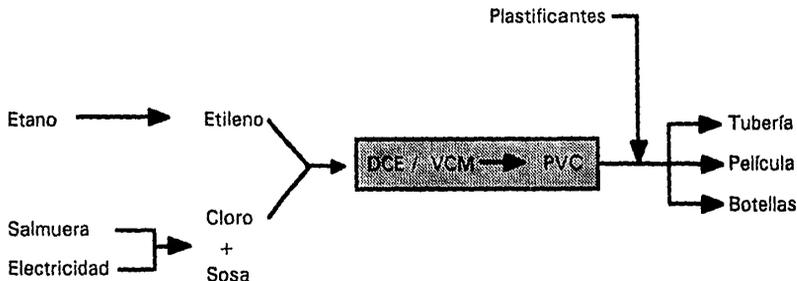


Figura No. 2

No obstante su ventaja en etano, México tiene una baja posición competitiva en VCM y PVC. La industria mexicana debe llevar a cabo una reestructuración para aumentar su rentabilidad y ser competitiva.

Pemex debería orientar el esfuerzo de reestructuración vendiendo su planta de VCM a un productor que le confiera mayor valor.

Para tener éxito en la industria del PVC se requiere tener bajos costos de producción y una posición ventajosa en uno o más de los eslabones de la cadena cloro-vinito.

2.2.4 La industria de cloro-sosa en E.U.

Los productores de cloro-sosa deberían ser capaces de generar rendimientos atractivos debido a la estructura de la industria y a la disciplina de los productores.

En este rubro, en México se deberían seguir los patrones establecidos en este tipo de industria en E.U. en donde se tiene el siguiente esquema:

ESTRUCTURA:

- La industria en los E.U. está altamente concentrada, los 4 mayores productores poseen el 72% de la capacidad.
- Los costos de producción dependen del valor relativo del cloro y la sosa.
- El cloro no es económico de transportar, su valor depende de si se tiene capacidad para producir derivados cerca de la planta.
- La curva de costos es pronunciada, con ventajas que se basan en el costo de energía eléctrica y la capacidad de cogeneración.
- La sosa es un bien de consumo generalizado en el comercio internacional, el cloro es de comercio regional.
- La demanda de sosa está creciendo más rápido que la de cloro.

CONDUCTA:

- El gran número de adquisiciones que se dio en los años ochenta condujo a un período de disciplina entre los productores.
- El precio de la sosa se establece por la curva mundial de costos.
- Los precios del cloro se fijan por los costos de recuperación del ácido clorhídrico.

DESEMPEÑO:

- Desde mediados de los años ochenta, el desempeño ha sido excelente.
- En los precios históricos del cloro y la sosa ha influido el patrón de la demanda relativa (por ejemplo la industria del papel impulsa la demanda de la sosa, mientras que las actividades de edificación y construcción impulsan la del cloro). En general, la demanda de sosa ha crecido más rápido que la del cloro.

El costo de operación de una planta de cloro-sosa se fija principalmente por la naturaleza de los contratos de compra de energía eléctrica y cogeneración. La naturaleza de los contratos de energía eléctrica utilizada en la producción de cloro-sosa proporciona un incentivo para operar con altos factores de utilización de capacidad, y así compensar los elevados costos fijos asociados por cambios en la demanda.

2.2.5 DCE, VCM y PVC en E.U.

El DCE y el VCM como negocio son marginalmente atractivos por sí solos, pero proporcionan una salida económica para el cloro, especialmente cuando los precios de la sosa son altos.

Un análisis tanto en la estructura, la conducta y el desempeño del DCE y VCM se muestra a continuación:

ESTRUCTURA:

- Tecnología disponible, se requiere conocer como manejar con seguridad el VCM.
- Curva de costos plana en el intervalo máximo de la demanda.
- Concentración media; los cuatro mayores productores (de PVC) poseen el 55% del mercado.
- Los productores de DCE/VCM integrados hacia atrás con el cloro tienen una significativa ventaja en costos.
- El 95% del DCE se consume para producir VCM. Casi la totalidad (98%) del VCM se polimeriza a resina PVC.
- La demanda de DCE/VCM impulsa la demanda de PVC, la cual, según las proyecciones, crecerá en alrededor del 5% anual.

CONDUCTA:

- El precio lo establecen los costos de efectivo del productor marginal.
- Los competidores integrados hacia atrás con el cloro, utilizan las exportaciones de DCE/VCM para mover la producción del cloro incremental.
- Con el cloro incremental en el punto de equilibrio, los productores favorecen al DCE debido a las ventajas que posee en su transporte y mercado.

DESEMPEÑO.

- Su desempeño ha sido sumamente cíclico.
- Rendimientos cercanos al costo del capital para productores no integrados y arriba del costo del capital para productores integrados hacia atrás.

En un ambiente de libre comercio, el valor de las materias primas empezará a acercarse a la paridad de Houston. Cuando el etileno se valúa a la paridad de Houston y el cloro al precio que paga actualmente PEMEX, el PVC que se produce en México no podrá competir ni en el mercado interno ni en el internacional.

Con costos del cloro y etileno a la par de los precios de EE.UU., los productores mexicanos no pueden competir con el PVC importado. En un ambiente de libre comercio, estos productores necesitarán VCM subsidiado para subsistir.

Con la puesta en marcha de una planta de Cloruro de Vinilo, por parte de los productores de PVC, se reducirían este tipo de problemas; siempre tendientes a lograr una integración vertical. Sin embargo, la integración total podría ser con la industria de cloro-sosa. (ver introducción)

Cuando la demanda de sosa es alta y hay excedentes de cloro, los productores de VCM integrados hacia atrás con el cloro, tienen una ventaja competitiva importante sobre aquellos compradores de cloro.

La estructura de la industria del PVC, su conducta y desempeño no son atractivos. Pocos competidores son capaces de ganar una ventaja suficiente participando únicamente en esta etapa.

ESTRUCTURA:

- Tecnología fácilmente disponible, costos de conversión similares.
- Concentración media; los cuatro mayores productores poseen el 65% del mercado. Son 13 productores en E.U.
- Los mayores productores de PVC están integrados verticalmente con el fin de lograr una posición con bajos costos.
- Crecimiento de la demanda mundial de aproximadamente 5% anual.
- Los sustitutos en el sector de la construcción son pobres como competidores, por ejemplo: tubería de acero, arcilla o concreto.

CONDUCTA:

- Los precios se fijan por los costos de efectivo del productor marginal.
- Ha habido ciertas mejoras en relación a los primeros años de la década de los ochentas.

DESEMPEÑO:

- El desempeño ha sido muy cíclico.
- Rendimiento por debajo del costo del capital para productores únicamente de PVC; mucho más atractivo para productores que tienen acceso a DCE, VCM o cloro a bajo costo.

El precio del PVC se fija generalmente por los costos de efectivo del producto marginal.

La demanda mundial del PVC continuará creciendo, con un patrón de consumo que permanecerá relativamente consistente. Los sectores de edificación y construcción (por ejemplo, tubos, perfiles por extrusión y láminas) continuarán siendo el principal mercado.

2.2.6 Industria del PVC en México.

La demanda de PVC en México ha crecido de manera lenta debido principalmente a la baja actividad en la industria de la construcción. Sin embargo, las exportaciones han crecido significativamente en un 10% promedio anual en los últimos 5 años. Como resultado, durante los últimos años México ha sido un exportador significativo de PVC.

En la siguiente gráficas se muestra el destino del PVC producido en México en base a 242 mil toneladas de producción.

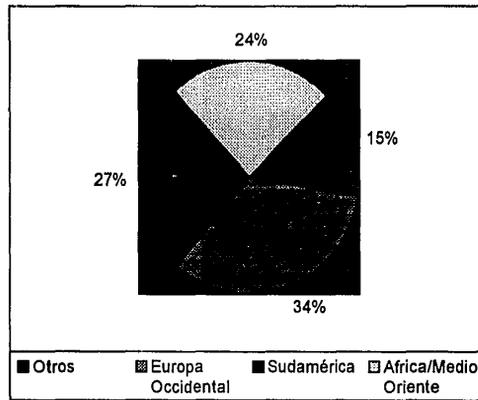


Figura No. 17 "Destino de las exportaciones de PVC"

La capacidad de producción de VCM no ha crecido al mismo ritmo que la inversión de la industria privada en PVC.

Aún sin considerar el fuerte incremento en las importaciones de VCM debido al accidente de la planta de Pajantitos en 1991, México realiza importaciones significativas de VCM. La mayor parte del VCM se abastece por la B.F. Goodrich, Occidental y Georgia Gulf.

Al aumentar el nivel de ingresos en México, el consumo de PVC debe incrementarse también.

Las importaciones de equipo para producir tubería de PVC han aumentado significativamente. No obstante el gran incremento de capacidad, México está importando grandes cantidades de tubería de PVC; lo que significa que la demanda del PVC está creciendo rápidamente.

México tiene operando siete plantas de PVC, cinco de ellas tienen una escala de producción significativamente por debajo de la mundial (120,000 tons.)

2.2.7 Industria de VCM en México.

México tiene una posición débil en cuanto al cloro como resultado del precio de desplazamiento de importación y los altos costos de producción de la industria del cloro-sosa.

Los costos de importación son un elemento significativo en la economía de la cadena de PVC en México.

Aún valuando el etileno a un precio basado en el costo del etano como combustible, las nuevas plantas de VCM y PVC en México tienen un valor presente modesto.

Pemex ha estado transfiriendo VCM a los productores de PVC a un precio menor al de mercado de aproximadamente 90 dólares por tonelada. Pemex no podrá eliminar rápidamente este subsidio sin dañar a la industria del PVC. Los productores de PVC preferirían importar VCM si debieran pagar a precio de mercado el VCM sin un subsidio.

Pemex ocupa una posición crítica en la industria y está en la mejor posición para encabezar los esfuerzos de reestructuración.

Oportunidades de reestructuración

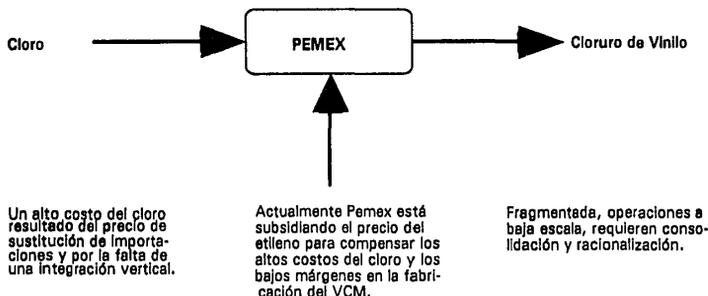


Figura No. 18 "Oportunidades de reestructuración de la Industria del VCM en México"

Debido a que Pemex actualmente es un eslabón crítico en la cadena del PVC, está en buena posición para influir en la reestructuración de la industria. Hay diversas acciones que Pemex puede realizar al adoptar su papel de promotor.

- Ser un promotor activo de la reestructuración de la industria del PVC.
 - Vender las plantas de VCM a un reestructurador potencial de la industria.
 - Promover la consolidación de los productores de PVC.
 - Alentar la construcción de una nueva planta de cloro-sosa.
 - Estimular la construcción de una nueva planta de DCE / VCM.

Estudios realizados muestran que la industria privada en México está consciente del valor potencial de integrar y reducir costos en la cadena del PVC. Actualmente si esta industria quisiera importar DCE o producir VCM podría hacerlo debido a la nueva reglamentación en materia petroquímica vigente en México.

Con base en los datos del estudio de competitividad, parece ser que las plantas de VCM tienen costos de conversión relativamente bajos.

El siguiente esquema tiene el propósito de comparar la industria Mexicana de Cloruro de Vinilo con la de E.U.

Materia prima * (dólares por ton.)	Pajaritos - VCM 2	<input type="text" value="282"/>	282	
	Pajaritos - VCM 3	<input type="text" value="284"/>	284	
E.U. = 408				<u>Comentarios</u>
Rendimientos (DCE/VCM) (ton / ton.)	Pajaritos - VCM 2	<input type="text" value="1.59"/>	1.59	
	Pajaritos - VCM 3	<input type="text" value="1.61"/>	1.61	Tecnología de BF Goodrich (1982)
E.U. = 1.66				
Energía Servicios Auxiliares) (centavos de dólar por Kg)	Pajaritos - VCM 2	<input type="text" value="2.57"/>	2.57	
	Pajaritos - VCM 3	<input type="text" value="1.90"/>	1.90	
E.U. = 3.25				
Escala (mano de obra y dirección) (centavos de dólar por Kg)	Pajaritos - VCM 2	<input type="text" value="2.40"/>	2.40	70,000 toneladas
	Pajaritos - VCM 3	<input type="text" value="1.79"/>	1.79	170,000 toneladas
E.U. = 1.89				

* Incluye cloro a precio de mercado y el costo de etileno con base en el valor del etano como combustible

Figura No. 19 "Comparación de la Industria de VCM de México y E.U."

2.2.8 Estudios de prefactibilidad económica

El "proceso balanceado" ha sido ampliamente usado en los últimos años en los Estados Unidos y en otras partes del mundo en donde el precio del etileno es bajo.

México es un productor de etileno, y en la actualidad exporta este petroquímico básico, como se puede observar en la siguiente tabla:

Miles de Toneladas

Año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Producción	645.0	643.0	670.0	767.0	804.0	916.0	1,188	1,370	1,365
Exportación	3.5	29.5	60.3	26.0	3.7	58.9	80.1	125.7	151.2

Las plantas de producción de etileno son tremendamente grandes; el costo del etileno será menor mientras más grande sea la planta, (dentro de ciertos límites).

En la actualidad aproximadamente el 12% de la producción de etileno se emplea para la fabricación de Cloruro de Vinilo, el 46% para hacer polietileno, 19% para óxido de etileno, el 8% para etilbenceno/estireno, el 3% para acetaldehído y el 12% restante para la producción de otros.

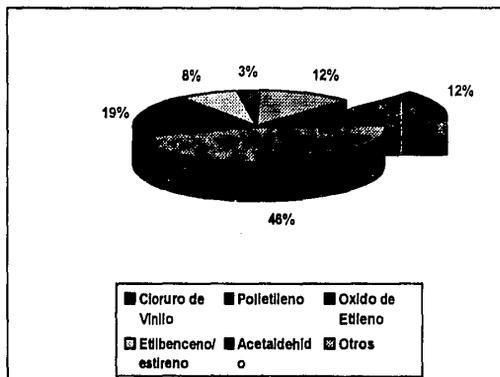


Figura No. 20 "Usos del etileno"

2.2.9 Estimado de inversión.

El estimado de inversión que se presenta es un resumen del que se realizó en Ingeniería de Proyectos.

Concepto	Dólares
Costo Total de equipo:	26,605,800.0
Costo Total de la planta	121,067,032.3
Costo tratamiento residuos	21,240,900.0
Costo Total	142,307,932.3

La capacidad instalada propuesta es: 300,000 ton/año que con el precio antes mencionado del VCM nos da 141,300,000 dólares al año de utilidad bruta por concepto de producto terminado.

El costo total de equipo se calculó tomando un precio estandar (dólares / kilogramo) tanto del acero al carbón, por una parte, como del acero inoxidable, por la otra. El costo total de la planta se obtuvo empleando el

método de Lang, que tiene un rango de validez de más menos el 20%. Dicho método consiste en multiplicar el costo total de equipo por ciertos valores, dichos valores son el resultado principalmente de la experiencia y corresponden a porcentajes del costo del equipo en diferentes rubros. El método de Lang no incluye el gasto de materias primas, catalizadores, servicios administrativos, mano de obra y tratamiento de residuos. Así mismo no incluye impuestos, seguros de la planta y de los empleados, mantenimiento, almacenamiento, laboratorio de control, sueldos, etc.

2.2.10 Conclusiones del estudio de Mercado

Los datos arrojados de un estudio de mercado nos dicen que la producción de Cloruro de Vinilo por parte de Pemex ha bajado en una cantidad considerable debido a los daños que sufrió su planta de derivados clorados.

Haciendo un estudio de las tendencias de los últimos años en cuanto a la cantidad de Cloruro de Vinilo que se esta importando podemos justificar muy bien la instalación, por parte de la asociación de productores de PVC, para cubrir junto con la producción de Pemex, con el 100 % de la materia prima que se requiere, y con ello alcanzar un grado más de competitividad a nivel mundial, tendiendo hacia una integración vertical.

En base a un estudio del consumo aparente de Cloruro de Vinilo de varios años, se obtuvieron estadísticas con las cuales podemos estimar la capacidad de la planta que será de 300,000 toneladas por año.

2.3 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

2.3.1 Factores que intervienen en la localización de una planta

En el estudio de terrenos y sitios para la localización de una planta se deben tomar en cuenta los siguientes factores: materias primas, transportes, agua industrial, eliminación de desechos, combustible y energía, mano de obra, factores legales, acceso a vías de comunicación, factores ecológicos, clima y factores de la comunidad.

2.3.1.1 Materias primas

La elección de la fuente de las materias primas, aunque no esté en el sitio de la planta, es un factor importante para su ubicación final. En muchos casos, el estudio de la situación de las materias primas puede preceder al análisis de los otros factores para la localización de la planta, puesto que para el trabajo de una planta piloto en proceso se requiere cuando menos saber cuál va a ser el abastecimiento final de materias primas. El trabajo del desarrollo de un proceso y los estudios económicos indicarán las normas mínimas para la elección de materias primas. Una vez determinadas estas normas, pueden localizarse todas las posibles fuentes de materias y proseguir con un análisis más detallado de las mismas.

Se debe determinar la potencialidad de cada fuente de materia prima a la luz de las necesidades actuales y de las estimadas para el futuro. Se debe hacer un intento para estimar la duración de la fuente de materia prima en función de las necesidades futuras. Deben localizarse y evaluarse otras fuentes en el área que pudieran sustituir a la estudiada, o servir de alternativa. Puede determinarse el costo de la materia prima entregada en el sitio de la planta, para todas aquellas fuentes que reúnan las especificaciones de calidad y cantidad que requiere el proceso.

Una regla clásica establece que si la materia prima pierde mucho peso durante el proceso para obtener el producto final, es más barato construir la planta cerca de la fuente de materia prima. Sin embargo, como todas las reglas generales tienen sus excepciones, siempre debe hacerse un análisis del costo de la materia prima entregada, para cada localización de la planta que se considere.

2.3.1.2 Transporte

Es necesario hacer un estudio de los medios de transporte con los que cuente, o se pueda contar, en el lugar en el que se pretende construir la planta; así mismo como un análisis de los gastos por fletes que se tendrían por concepto del transporte a cada uno de los consumidores. Este estudio debe hacerse para todos las alternativas de lugares en donde se pudiese construir la planta.

Dentro de los transportes más necesarios se tienen:

- **Ferrocarril:** Es importante hacer notar que los ferrocarriles, hoy por hoy continúan transportando la mayor parte de los productos industriales. Es importante situar las plantas a lo largo de las rutas más importantes de los ferrocarriles, de manera que los embarques sigan las líneas principales entre el

punto de embarque y el destino final. Donde sea posible, conviene que haya más de un ferrocarril sirviendo a una comunidad debido a que tal servicio proporciona mayor flexibilidad.

- **Transporte en camión:** La ubicación de la planta en la ruta de un transporte principal que proporciona conexiones directas a varios puntos de embarque, elimina la necesidad de hacer transbordos y reduce los costos. Al considerar el transporte en camiones en una comunidad dada deben consultarse las concesiones de cada una de las líneas que atraviesan el área para determinar si a la compañía de camiones se le permite dar servicio a esa comunidad en particular.

- **Transporte en barco:** El transporte por barco es, y probablemente siempre será, el medio de transporte más barato, de manera especial para acarreo de grandes volúmenes a grandes distancias. Es una ventaja para la planta de proceso colindar con aguas navegables, aunque las operaciones iniciales requieran embarques por agua. Muchas compañías han podido competir de manera efectiva en mercados distantes, aunque éstos están abastecidos por plantas en su área. Muchas plantas de proceso han encontrado que es ventajoso operar sus propios barcos y lanchones aunque existan compañías de transportes marítimos.

- **Otros medios de transporte:** Varía de la importancia de los servicios que ofrecen las compañías de aviación, las compañías de express, correo y las líneas de tubería, según la planta de que se trate. Debido al incremento de tráfico aéreo y a la actividad de la industria en la actualidad, es ventajoso estar convenientemente situado cerca de un aeropuerto, si no existe alguna razón especial, sólo es para comodidad del personal de la compañía que efectúa viajes de negocios. Aunque pocas plantas de proceso requieran continuos embarques aéreos, no es raro recurrir a un embarque aéreo de emergencia para el envío de refacciones para el equipo de la planta.

El express aéreo y ferroviario, así como el servicio postal son necesarios para ciertas fases de la operación de cualquier planta industrial. La disponibilidad y calidad de tales servicios en una comunidad dada debe comprobarse por completo.

En cualquier discusión de transportes para plantas de proceso no se deben pasar por alto las líneas de tubería. La industria petrolera es la que más usa las líneas de tubería para transportar las materias primas y los productos. Es ventajoso situar las plantas cerca de una línea de tubería y del mercado eventual.

2.3.1.3 Agua para uso industrial

Las industrias de proceso están clasificadas como las mayores consumidoras de agua. Ninguna planta de proceso podría operar sin agua para enfriamiento o para usarla directamente como materia prima en ciertas fases de un proceso. El abastecimiento de agua en una zona, por tanto, debe estudiarse antes de que esa zona pueda siquiera considerarse como un posible sitio.

El agua superficial de corriente, o lagos, también requiere un estudio cuidadoso, puesto que a menudo se ve afectada severamente por las variaciones en las estaciones. Las corrientes de agua dulce que descargan en el mar pueden volverse saladas durante el tiempo de bajo nivel al invadir el mar el lecho del río. Bajo estas condiciones puede ser necesario que una planta instale grandes depósitos para almacenar agua dulce durante el periodo de corriente abundante y usarla cuando la corriente se vuelva salada.

Es necesario verificar la historia del flujo del río o del nivel de lagos tanto años atrás como sea posible de modo que se pueda predecir la seguridad de un abastecimiento adecuado según los datos históricos.

Además de la cantidad adecuada de agua disponible, debe estudiarse también su calidad. Exámenes químicos y bacteriológicos de agua indicarán la extensión del tratamiento requerido y ayudarán a la determinación del costo del agua para compararlo con el de otros sitios.

2.3.1.4 Eliminación de desechos y disminución del ruido

Se debe de estudiar la eliminación de desechos y la disminución del ruido, que son factores importantes tanto en las áreas poco pobladas como en las ciudades muy populosas, que tienen leyes especiales relacionadas con estos problemas. En pocos actos se exhibe tanto la falta de principios o de criterio, como al descargar los desechos a la atmósfera o en corrientes cercanas. Además de las consideraciones éticas o morales, ni siquiera es económico. Eventualmente la comunidad se levantará indignada e impondrá leyes que pueden ser tan onerosas que una operación lucrativa sería imposible. Por lo tanto conviene estudiar la eliminación de desechos y los problemas de ruido, así como considerar los métodos y costos de un programa de control efectivo para cada región que se estudie. Este estudio es mediante las reglas y leyes establecidas por la SEDESOL en sus diferentes normas y conforme al Proyecto de Ordenación Ecológica General del País en su apartado 3.2.2.2.3 y la Ley Federal del Trabajo y los instructivos de seguridad e Higiene correspondientes.

2.3.1.5 Combustible y energía

Todas las plantas de proceso requieren vapor y energía eléctrica para su operación. La energía se compra a la CFE o se genera en algún lugar de la planta. Inclusive, si la planta de proceso genera la energía, deben hacerse arreglos con la CFE para obtener energía auxiliar en casos de emergencia. El vapor rara vez se compra ya que se genera en la planta para su uso en los procesos y como medio para impulsar bombas y compresoras.

Debe conocerse en forma detallada la cantidad de energía y vapor requeridos para la operación de la planta proyectada antes de proseguir el estudio. Debe de analizarse cuidadosamente el costo de todos los combustibles disponibles en la zona. Las líneas de tubería de gas natural están poniendo en disponibilidad gas barato en algunas partes del país.

2.3.1.6 Mano de Obra

En el costo de cualquier artículo manufacturado, el de la mano de obra representa un alto porcentaje. Aunque los precios de la mano de obra están uniformándose más y más en la mayor parte del país, los factores tales como: la destreza, las relaciones laborales y el bienestar general de la fuerza laboral, afectan materialmente su producción y su eficiencia.

Cada región que se estudie para la localización de la planta, debe investigarse para determinar la disponibilidad y la destreza del mercado laboral.

Los operarios para el mantenimiento forman una gran porción de la fuerza laboral de cualquier planta de proceso, y es necesario que la comunidad tenga disponible, cuando menos, un núcleo de tal fuerza, así como las facilidades de entrenamiento para preparar nuevos trabajadores.

Son importantes las tarifas de salarios que existen en una comunidad, pero sería un error planear como si las tarifas más bajas fueran a continuar indefinidamente.

Algo que también conviene estudiar es la historia de las inquietudes laborales en la región.

2.3.1.7 Clima

Deben reunirse datos climatológicos correspondientes a cierto número de años para cada comunidad en estudio. Deben darse atención muy particular a las condiciones climatológicas severas como huracanes, temblores e inundaciones. Estas catástrofes, que deben considerarse como probables, incrementan el costo de construcción.

Un clima extremadamente frío, a menudo, estorba la operación de una planta de proceso y requiere características especiales en su construcción para proteger al equipo contra la congelación.

Un clima en el que predomina el calor permite una construcción más barata, pero la opinión clásica es que reduce la eficiencia de la fuerza laboral.

El aire acondicionado en las regiones calientes del país no puede considerarse ya como un lujo.

2.3.1.8 Factores de la comunidad

Uno de los aspectos más importantes en la localización de una planta, a menudo se pasa por alto o se juzga muy a la ligera. Este aspecto es el efecto del carácter de los servicios, instalaciones, comodidades y atractivos que ofrece la comunidad que se estudia.

El estudio de una comunidad debe empezar con un vistazo a su desarrollo histórico. Con este estudio puede conocerse el carácter de una ciudad, incluyendo su actitud general hacia el desarrollo industrial

Un grupo de gente contenta requiere un cierto número mínimo de lugares de esparcimiento para una vida satisfactoria. Si éstos no existen, a menudo se convierte en una carga para la planta el subsidiarlos.

Los bancos deben ser dignos de confianza, contar con un personal competente y tener la capacidad suficiente para manejar las cuentas, tanto de la planta, como las de sus empleados.

Los hoteles adecuados y agradables son siempre apreciados, especialmente cuando el trabajo de los funcionarios de la planta consiste en atender visitantes distinguidos. Cuando menos uno o más hospitales completamente acreditados deben estar ubicados en la zona.

Los centros de cultura de la comunidad son importantes para el desarrollo sano, iglesias, bibliotecas, escuelas, teatros, asociaciones de concertistas y otros grupos similares, si son atractivos y dinámicos hacen mucho por una comunidad progresista.

El estudio de las tendencias de la población en una comunidad es a menudo revelador, puesto que indica su desarrollo y su carácter.

El problema de las diversiones merece especial atención.

2.3.1.9 Elección final del sitio

Después de que ha sido elegida una zona, o región, para la ubicación de la planta, el siguiente trabajo es la elección de un sitio específico. Se puede obtener, sin visitar efectivamente las zonas una cantidad considerable de datos necesarios para la información discutida antes. La elección final del sitio, sin embargo, requiere un escrutinio cuidadoso por un cuerpo de expertos. Se deben evaluar la topografía y las condiciones del suelo de cada sitio. Los costos de cimentación son mas bajos en suelos de alta capacidad de carga que en los suelos de baja. Otro aspecto conveniente es un drenaje natural bueno y si el sitio se encuentra cerca de una corriente u otra masa de agua, debe estudiarse cuidadosamente la historia de las inundaciones. Muchas veces, sitios aparentemente excelentes han sufrido inundaciones periódicas que jamás se hubieran podido conocer en una inspección del área durante condiciones normales. Además del consejo de expertos competentes en suelos y del de ingenieros civiles sobre las posibilidades del sitio, funcionarios de las plantas vecinas pueden dar buenas indicaciones concernientes a la naturaleza de las diversas localidades en la zona.

2.3.2 Localización geográfica de la planta

La planta estará ubicada en el Complejo Petroquímico Pajaritos, en Coatzacoalcos Veracruz a una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar, en la longitud 94°25'51", y en la latitud 18°5'3".

2.3.3 Aspectos Generales de la zona de Pajaritos, Ver.

El objetivo es dar a conocer algunas características por las cuales se eligió el sitio donde se instalará la planta, tanto condiciones climatológicas, como condiciones socioeconómicas, de manera muy general.

La Zona de Pajaritos se encuentra en la región Coatzacoalcos-Minatitlán, la zona industrial de Pajaritos se localiza en la ribera derecha del río Coatzacoalcos, a 5 minutos del puerto. Se llega a esta zona a través de un moderno puente.

Pajaritos se encuentra bien comunicado por carretera y vías férreas que lo unen con las ciudades de México, Mérida y Salina Cruz. Por medio del puerto de Coatzacoalcos, esta ligado con el resto del mundo.

Pajaritos se encuentra a 1 hora 20 minutos de la ciudad de México por vía aérea.

Hay energía eléctrica abundante, al igual que agua.

Existen además, instalaciones comerciales y financieras suficientes.

Existe un puerto en la laguna de Pajaritos que le da salida a los productos del Complejo Industrial.

El complejo industrial, originalmente se ubico en una superficie de 12 hectáreas y fue inaugurado en 1967 con una inversión mayor a los 5 mil millones de dólares.

La terminal marítima con la que se cuenta dentro de la laguna esta acondicionada para el atraque de barcos, que consta de una terminal para etileno, un muelle petroquímico y otros dos que se usan para embarque de crudo y combustóleo.

La terminal de etileno, originalmente, estaba formada por dos tanques para almacenar cuatro mil toneladas con etileno líquido a una temperatura de 105 °C y a 130 g/cm² de presión, de donde se envía por medio de cuatro bombas al muelle de Pajaritos, para transportarse en barcos especiales a diferentes lugares de la República Mexicana y del extranjero.

Pajaritos cuenta con una población total de 288 mil habitantes, de los cuales 127 son hombres y 161 mujeres. 79 son niños entre los 6 y los 14 años de ellos 7 mil no saben leer, 168 mil son alfabetas, siendo mayores de 15 años, y 4,000 son analfabetas.

Cerca del Complejo Industrial de Pajaritos se encuentra la Ciudad de Coatzacoalcos, uno de los mayores puertos del Estado de Veracruz que se encuentra en la región sureste de la entidad.

Por vía terrestre, una red de carreteras y vías férreas la ponen en contacto con poblaciones importantes del país, a través de carretera se comunica con: al noroeste con Veracruz, Ver. a 311 Km, al este con Villa Hermosa, Tab. a 169 Km, al sudoeste con Tuxtepec, Oax, a 212 Km y con Minalitlan, Ver., a 30 Km. Cuenta con un aeropuerto internacional en esta última ciudad. Otras carreteras son: Jalapa - Minalitlan con una extensión de 420 Km, y Jalapa Coatzacoalcos con una extensión de 443 Km.

La región se ubica en un terreno peninsular de la planicie costera del Golfo.

El clima predominante de la zona es cálido húmedo, propio del trópico. El régimen térmico es moderado, la temperatura media anual es de 25.6 °C, siendo el mes más cálido Mayo, con un promedio de 27.7°C y el mes más frío Enero, con una media de 22.2 °C. La precipitación es muy alta, las lluvias superan los 2,832 mm anuales y se concentran abundantemente en verano.

Los fenómenos meteorológicos más frecuentes son los ciclones y nortes, dándose estos en periodos largos de tiempo.

Los recursos hidrológicos son abundantes, el escurrimiento es mayor a 1,000 mm. Entre los ríos más relevantes están el Coatzacoalcos y el Uspanapa. A estos ríos se les suman los mantos acuíferos para abastecer de agua potable a la Ciudad, superando en mucho la demanda existente.

En la localidad se cuentan con los servicios telegraficos, telefónicos, telex y fax.

La zona de Coatzacoalcos cuenta con una población total de 232,314 habitantes, de los cuales 114,677 son hombres y 117,637 son mujeres.

En general para la cantidad tan importante de industrias se presentan pocos conflictos laborales.

El salario mínimo promedio de esta región es de N\$ 12.50

Cuenta con servicios médicos como: consultorios, salas quirúrgicas, salas de expulsión, etc., tanto privados como gubernamentales. En general cuenta con buenos servicios médicos.

CAPÍTULO III

Desarrollo de la Ingeniería Básica

CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA

El paquete de ingeniería básica presentado en este proyecto contiene los siguientes documentos:

A.	Bases de Diseño
B.	Criterios de Diseño
C.	Diagrama de flujo de proceso.
D	Balances de Materia y Energía
E	Lista de Equipo
F	Descripción del proceso
G	Hojas de datos
H	Diagrama de Servicios Auxiliares
J	Requerimiento de Servicios Auxiliares
K	Plano general de localización de Equipo
L	Diagrama de tubería e Instrumentación
M	Sistema de desfogue
N	Seguridad de la planta
P	Efluentes de la planta

Documento A

**Bases
de
Diseño**

DOCUMENTO A BASES DE DISEÑO

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

A.1 Generalidades

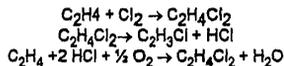
A.1.1 Función de la planta .

La función de esta planta es producir Cloruro de Vinilo, materia prima básica para la obtención del policloruro de Vinilo (PVC), a partir de etileno, cloro y oxígeno, con la formación del 1,2 Dicloroetano como intermediario mediante la pirólisis de este último formando Cloruro de Vinilo por el proceso Balanceado de oxícloración.

A.1.2 Tipo de proceso.

El proceso que se va a diseñar, como ya se dijo es el denominado "proceso balanceado", que consiste a grandes rasgos en combinar la oxícloración con la cloración directa, empleando el HCl, subproducto de la cloración directa, como materia prima en la oxícloración, y por último se pirólisa el 1,2, dicloroetano para obtener con ello al Cloruro de Vinilo.

Las reacciones químicas básicas del proceso son:



El siguiente diagrama simplificado nos da una idea mas clara de este, y del por qué se le denomina "proceso balanceado", se muestra a continuación.

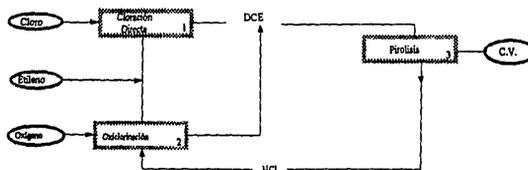


Figura No. 4 "Proceso balanceado para producir VCM"

A.2 Capacidad, Rendimiento y Flexibilidad

A.2.1 Factor de Servicio.

El factor de servicio de la planta será: 0.9 que equivale a 329 días de producción continua.
En este factor se prevé que la planta necesita mantenimiento. El proceso es continuo, trabajará las 24 horas del día, 7 días a la semana.

A.2.2 Capacidad de la planta.

La planta tendrá las siguientes capacidades de producción:

Capacidad de Diseño:	300,000 ton/año
Capacidad Normal:	300,000 ton/año
Capacidad Mínima:	180,000 ton/año

Tabla No. 28 "Capacidad de la Planta"

La capacidad mínima se considera el 60% de la capacidad normal de la planta.
La capacidad mensual será de 27,400 ton, equivalentes a 6,850 toneladas semanales, 978 toneladas diarias, con un flujo de producto por hora de 41 toneladas.

A.2.3 Flexibilidad.

Por ningún motivo deberá seguir operando la planta a falla de: electricidad, vapor, aire o agua de enfriamiento.

Se deben de prever los dispositivos necesarios que nos permitan realizar paros ordenados, con control y seguridad.

A.3 Ampliaciones futuras

No se consideran ampliaciones futuras, por lo que este punto no aplica

A.4 Especificaciones de las alimentaciones al proceso

Las alimentaciones al proceso son

1-Etileno

2-Cloro

3-Oxígeno.

No. Alimentación	Componentes	% mol
1	Etileno	99.866
	Metano	Balance
	Etano	Balance
	Acetileno	5 ppm
	Oxígeno	2 %
	CO	5 ppm
	Propileno	1 ppm
	Otras olefinas	1 ppm
	Butadieno	1 ppm
	CO ₂	5 ppm
N ₂	5 ppm	
H ₂	1 ppm	

No. Alimentación	Componentes	% mol
2	Cloro	95.7 min
	Bióxido de carbono	0.566
	Hidrógeno	0.28
	Aire	3.9
	Agua	40 ppm

No. Alimentación	Componentes	% mol
3	Oxígeno	99.93
	Hidrógeno	0.07

Tabla No. 29 "Especificaciones de las alimentaciones al proceso"

A.5 Especificaciones de las corrientes recirculantes

Se recicla tanto HCl como 1,2 dicloro etano con las siguientes especificaciones:

Recirculación	Componentes	% peso
1	Ácido Clorhídrico*	97.7
	Acetileno	0.2%
	Cloruro de Vinilo	0.1
	Agua	50 ppm máx
	Otros	10 ppm máx

* Esta recirculación proviene del horno de pirólisis.

Recirculación	Componentes	% peso
	2	1,2 dicloroetano
	Cloroformo	10 ppm
	Benceno	100
	Impurezas de bajo p.eb.	560 ppm
	Impurezas de alto p.eb.	280 ppm

Tabla No. 30 "Especificaciones de las corrientes recirculantes"

Estas especificaciones del dicloro etano son antes del cracking y las condiciones son: (por si se quiere tener como producto, condiciones en L.B.)

Presión:	4 Kg/cm ²
Temperatura:	29 °C

A.6 Especificaciones de los productos

El único producto que se obtiene es el Cloruro de Vinilo.

Los subproductos que se obtienen, a lo largo de todo el proceso, son los siguientes (bajísimas cantidades):

Cloropreno
 Cloruro de etilo
 1,1 Dicloroetano
 Tricloroetileno
 Cloroformo
 Tetracloruro de carbono
 Cloruro de metilo
 Cloruro de metileno
 Percloroetileno,
 1,1,2 tricloroetano

Cloruro de Vinilo	Componentes	ppm
		Cloruro de Vinilo
	Acetileno	0.1
	Butadieno	2.5
	Acetaldehído	0.3
	Ácido clorhídrico	50
	Agua	0.1
	Aceros	0.2
	SO ₂	100
	Cloruro de metilo	100

Tabla No. 31 "Especificación del VCM"

A.7 Condiciones de las alimentaciones en Límites de Batería (L.B.)

El Etileno proviene de las plantas de Etileno I y II de PEMEX, ubicadas en el complejo petroquímico de Pajaritos, Ver.

El oxígeno se generará fuera de L.B. en una planta de oxígeno.

El Cloro proviene de la planta de CLOROTEC, Cloro de Tehuantepec, que se encuentra localizada también, en el complejo industrial Pajaritos en Coatzacoalcos, Ver.

Alimentación	Estado Físico	Presión Kg/cm ²	Temperatura °C	Forma de recibo
Etileno	Gaseoso	18.5	35	Poliducto
Cloro	Líquido	2.26	40	Pipa
Oxígeno	Gaseoso	18.5	15	Tanque

Tabla No. 32 "Condiciones de las alimentaciones en L.B."

Al proceso el cloro debe ser alimentado como vapor.

Se deberán proteger las alimentaciones con válvulas de seguridad

A.8 Condiciones de los productos de la planta en Límites de Batería (L.B)

El destino del Cloruro de Vinilo será: la Ciudad de Altamira Tamaulipas, por una parte, y por la otra Moyotongo en Puebla en donde se almacenará, debido a que en dichas Ciudades se encuentran las plantas productoras de PVC, Altaresin y Polycyd en Altamira, y Grupo Primex y Polímeros de México en Puebla.

Producto	Estado Físico	Presión Kg/cm ²	Temperatura °C	Forma de entrega.
Cloruro de Vinilo	Líquido	2.3-5.1	38	Tubería
Cloruro de Vinilo	Líquido	2.3-5.1	38	Autotanque
Cloruro de Vinilo	Líquido	2.3-5.1	38	Carro Tanque

Tabla No. 33 "Condiciones de los productos en L.B."

Si se desea producir 1,2 dicloroetano este tendrá las siguientes condiciones en L.B.

Presión:	3.8 Kg/cm ²
Temperatura:	49 °C

A.9 Tipo de Instalaciones requeridas para almacenamiento

A.9.1 Alimentaciones.

Se trabajara con el modelo "Just in time" pero se definen posteriormente.

A.9.2 Productos.

Se almacena como líquido a presión (2.3 a 5.1 Kg/cm²) en tanques herméticos de acero al carbón y se transporta también a presión.

En el área de proceso habrá tanques de almacenamiento final, dichos tanques estarán a presión, y con las medidas de seguridad, controles etc, que se verán más adelante.

Como ya se dijo anteriormente los lugares de almacenamiento serán en: Altamira, Tamaulipas, y Moyotongo, Puebla.

El diseño de el sistema de almacenamiento, que no sea con fines de proceso, o almacenamiento final, no entra dentro de este proyecto.

A.10 Servicios Auxiliares

A.10.1 Vapor.

El vapor será generado dentro de los Límites de Batería.

Solo emplearemos vapor de baja presión, pues solo lo utilizaremos como medio de calentamiento.

El Vapor de Baja Presión empleado deberá tener las siguientes condiciones:

Presión:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura:	148 °C
Calidad:	Saturado
Disponibilidad:	La requerida.

Tabla No.34 "Condiciones del Vapor"

Retorno de Condensado.

El Condensado de Baja Presión se retorna en L.B. a las siguientes condiciones:

Presión:	2.4 Kg/cm ² man.
Temperatura:	148 °C

Tabla No.35 "Condiciones del condensado de baja presión"

A.10.2 Agua de enfriamiento.

Se promoverá en todos los casos no usar agua de enfriamiento y usar aire

Fuente de suministro primaria:	Río
Sistema de enfriamiento:	Torre
Calidad:	De torre de enfriamiento
Presión de suministro en L.B.:	3.4 Kg/cm ² man.
Temperatura de suministro en L.B.:	29 °C
Presión de retorno en L.B.:	2.4 Kg/cm ² man.
Temperatura de retorno en L.B.:	41°C
Disponibilidad:	La requerida

Tabla No.36 "Condiciones del Agua de Enfriamiento"

Análisis:

Color aparente	58,5833 Pt-Co
Conductividad específica	5515,2632 mmho/cm
Temperatura del agua	26,1739 C°
Turbiedad	17,5417 Turb. Jackson
Temperatura ambiental	27,0425 °C
Grasas y aceites	16,6638 mg/l
Nitrógeno en forma de nitrato	0,3092 mg/l
Nitrógeno en forma de nitrito	0,0752 mg/l
Oxígeno disuelto	6,1484 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno	8,5832 mg/l
Demanda química de oxígeno	96,9583 mg/l
pH	7,567
Alcalinidad Total	73,3636 mg/l
Alcalinidad a fenofaleina	0,3333 mg/l
Acidez total	4,8636 mg/l
Acidez anaranjado de metilo	0 mg/l
Dureza total (CaCO ₃)	867 mg/l
Sólidos sedimentables	0,1 ml/l
Sólidos totales	4,118,5 mg/l
Sólidos totales fijos	2,057,6 mg/l
Sólidos totales volátiles	2,552,0625 mg/l
Sólidos suspendidos totales	31 mg/l
Sólidos suspendidos fijos	18,8 mg/l
Sólidos suspendidos volátiles	12,5 mg/l
Sólidos disueltos totales	4,866,375 mg/l
Sólidos disueltos fijos	2,353,8125 mg/l

Sólidos disueltos volátiles	2,509.25 mg/l
Sustancias activas al azul de metileno	0.3597 mg/l
Orto fosfatos	0.981 mg/l
Fosfatos solubles	0.3453 mg/l
Sulfatos disolubles	123.6111 mg/l
Cloruros	1,701.1818 mg/l
Dureza de calcio	208.3737 mg/l
Coliformes totales	3.8218 E5 (NMP/100 ml)
Coliformes totales (miles)	939 (NMP/100 ml)
Coliformes fecales	3.4907 E4 (NMP/100 ml)
Coliformes fecales (miles)	150 (NMP/100 ml)

Tabla No.37 "Análisis del Agua de Enfriamiento"

Índice de Langelier

$$I = \text{pH} - \text{pH}_s$$

$$\text{pH}_s = 7.32$$

$$I = 7.567 - 7.32$$

$$I = 0.247$$

$$I < 0 \text{ pH}_s > \text{pH} \text{ corroe}$$

$$I > 0 \text{ pH} > \text{pH}_s \text{ forma depósitos}$$

Según el índice de Langelier, para el agua empleada el $\text{pH} > \text{pH}_s$ por lo tanto el agua formará depósitos.

A.10.3 Agua para Servicios y Usos Sanitarios.

Se requiere de agua filtrada y floculada, libre de materia orgánica. Esto tanto por cuestiones higiénicas, tanto por cuestiones de limpieza para evitar sarros en los W.C.

Presión de Suministro:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura de suministro:	Ambiente
Disponibilidad:	La requerida

Tabla No.38 "Condiciones del Agua para sanitarios"

A.10.4 Agua Potable.

El agua potable se suministrará en garrafones, se cuenta con agua potable en la región.

A.10.5 Agua Contra Incendio.

El agua contra incendio se suministrará en todos los hidrantes con las siguientes características:

Temperatura:	Ambiente
Presión:	10 Kg/cm ² man.

Tabla No.39 "Condiciones del Agua contra incendio"

Se debe contar con una fuente secundaria de agua, únicamente de contraincendio, que nos permita un combate continuo mínimo de 2 horas. Dicha fuente se tendrá que reponer en un tiempo no mayor a 5 horas.

A.10.6 Aire de Instrumentos.

El aire de instrumentos se generará dentro de L.B.

Presión:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura:	38
Máxima:	-10 °C
Normal:	-20 °C
Mínima:	-32 °C
Impurezas(aceites, fierro, etc.):	Ninguna
Capacidad extra requerida:	Ninguna

Tabla No.40 "Condiciones del aire de Instrumentos"

A.10.7 Aire de Planta.

El aire de planta será utilizado para la limpieza del área de proceso, así como para limpiar algunas áreas de instrumentos.

El aire de proceso deberá tener las siguientes condiciones:

Presión:	7 Kg/cm ² man.
Temperatura:	38 °C

Tabla No.41 "Condiciones del aire de planta"

A.10.8 Inertes.

No aplica.

A.10.9 Alimentación de Energía Eléctrica.

Fuente de suministro:	CFE			
Tensión, volts:	4160	480	220	127
Número de fases	3	3	3	1
Frecuencia:	60 ciclos			
Factor de Potencia mín.:	0.85			
Acometida:	Subterránea			

Tabla No.41 "Alimentación de energía eléctrica"

Se deberá contar con una subestación eléctrica. Diseñada por Otros, que deberá reducir la tensión de entrada a la tensión de distribución de la planta. Este sistema se origina en el interruptor desconector de entrada y termina en el lado primario del transformador de la subestación. La subestación principal debe ser de tipo compacto.

Todos los componentes deberán coordinarse para tener los siguientes aspectos:

- a) capacidad interruptiva
- b) niveles de aislamiento.

El diseño, instalación y pruebas del equipo y material eléctrico se harán de acuerdo a los requerimientos aplicables de las últimas ediciones de los siguientes códigos: CFE, PEMEX, NEC, CCONNTE.

A.10.10 Alimentación de Energía Eléctrica de Emergencia.

En caso de falla de energía eléctrica se deberá contar con sistemas de fuerza ininterrumpida para lograr un paro ordenado, bajo control y seguro de la planta.

Las cargas de emergencia normalmente serán alimentadas por un interruptor de transferencia conectado al sistema normal y de emergencia.

La carga será alimentada por el sistema normal y en caso de falla de energía eléctrica deberá transmitir la carga al sistema de emergencia.

Las lámparas deberán estar conectadas al sistema de emergencia en los lugares más importantes de las áreas de proceso. Solamente deberá suministrarse el alumbrado suficiente para permitir el tránsito seguro del personal.

La instalación para las luminarias de emergencia deberá ser independiente del sistema normal y alimentadas por tableros y si se requieren transformadores estarán conectados al sistema emergente. Las luces de salida y obstrucción deberán ser conectadas al sistema emergente.

A.10.11 Teléfonos.

Se deberá diseñar un sistema de telefonía que nos permita tener bien comunicados la Planta y el Exterior.

El sistema interno de telefonía en áreas peligrosas, deberá hacerse con los lineamientos indicados en las especificaciones para estas áreas.

Dicho sistema será instalado por otros.

A.10.12 Sistema de Intercomunicación y Sonido.

Consistirá a grandes rasgos de un sistema de intercomunicación telefónica y un sistema de sonido. Los aparatos de sonido se colocaran en áreas peligrosas a prueba de explosiones, en exteriores a prueba de agua, y en los demás casos normal.

Este sistema, también será diseñado por otros.

A.10.13 Sistema de Desfogue.

El contratista toma la responsabilidad del diseño de los sistemas de desfogue hasta límites de batería, de acuerdo con la contrapresión establecida para esta planta.

A.10.14 Refrigerante.

Las especificaciones del refrigerante a usar se darán posteriormente.

Se utiliza Glicol al 20%, con un nivel de -7°C.

A.10.15 Combustible.

Debido a la decreciente producción de gas natural en país, y a que no nos encontramos en una ciudad con la restricción de usar gas; se utilizará combustóleo ecológico como combustible; el gas natural se utilizará como una alternativa en caso de falta de combustóleo, y se traerá del gasoducto de Ciudad Pemex.

Nombre:	Combustóleo ecológico
Estado físico:	Líquido
Fuente de suministro:	Pemex
Análisis Químico:	
Azufre	3.5 % máx
Carbón	8 máx 7 mín
Metales	200 ppm
Poder calorífico bajo:	9,361 kcal/Kg
Presión en L.B.	5 Kg/cm ² man.

Temperatura en L.B.	85 °C
Disponibilidad:	La requerida
Gravedad específica	1 máx- 0.99 mín

Tabla No.42 "Especificaciones del combustible"

Nombre:	Gas natural
Estado físico:	Gaseoso
Fuente de suministro:	Gaseoducto Ciudad Pemex
Poder calorífico bajo:	8,800
Presión en L.B.	2.5 a 19 Kg/cm ²
Disponibilidad:	La requerida
Gravedad específica	0.5738
Peso específico	16.6

Tabla No.43 "Especificaciones del gas natural"

A.11 Sistema de Seguridad

A.11.1 Sistema Contra Incendio.

Se tomarán como base las especificaciones del código NFPA y las normas Mexicanas, para definir las áreas de riesgo y contraincendio de la planta.

A.11.2 Protección al Personal.

Se tomarán como base las especificaciones referentes a este punto de la NFPA.

No se deberán pasar por alto las siguientes instalaciones: regaderas emergentes, y lava ojos. Se deberá obligar al personal a utilizar el equipo personal de seguridad: casco, botas con casquillo, lentes de seguridad, etc.

Se sugiere tener letreros en las instalaciones que motiven al personal a protegerse.

A.12 Condiciones Climatológicas

A.12.1 Temperatura.

Se dice que la zona es Cálida, Muy Cálida.

Máxima extrema:	32.7°C
Mínima extrema:	20.4°C
Máxima Promedio:	26.09 °C
Mínima Promedio:	23.33 °C
De bulbo húmedo promedio:	23.54 °C

Tabla No.44 "Temperaturas en Pajaritos"

A.12.2 Precipitación Pluvial.

Máxima en 24 horas:	182.4 mm
Máxima de 1 hora:	7.6 mm
Promedio anual:	2.832 mm
Precipitación total:	194.04 mm
Días con lluvia apreciable:	15

Tabla No.45 "Precipitación pluvial en Pajaritos"

A.12.3 Viento.

Dirección de los vientos reinantes:	Noroeste, Noreste
Dirección de los vientos dominantes:	Norte, Noroeste
Presión media del aire:	245 Kg/cm ²
Máxima medición registrada:	284 Km/s

Tabla No.46 "Viento en Pajaritos"

A.12.4 Humedad Relativa.

Máxima:	87 %
Normal:	80 %
Mínima:	76 %

Tabla No.47 "Humedad relativa en Pajaritos"

A.12.5 Atmósfera.

Presión atmosférica:	757.7 mmHg
Atmósfera Corrosiva:	Sí, mar e industrias
Contaminantes:	humedad, desechos

Tabla No.48 "Atmósfera en Pajaritos"

A.13 Localización de la Planta

La planta estará ubicada en el Complejo Petroquímico Pajaritos, en Coatzacoalcos Veracruz

A.13.1 Coordenadas Geográficas.

Altitud:	10 metros.
Longitud:	94°25'51"
Latitud:	18°5'3"

Tabla No.49 "Coordenadas geográficas de la planta"

A.13.2 Coordenadas Particulares en Límites de Batería.

Las coordenadas geográficas coinciden con las particulares en L.B.

A.13.3 Elevación de la Planta Sobre el Nivel del Mar.

La planta se encontrará 10 metros sobre el nivel del Mar.

A.14 Bases de Diseño Eléctrico

Se diseñará, con la aplicación de las mejores técnicas, para llevar energía eléctrica a equipos, alumbrado y comunicaciones, mediante diseños económicos.

Se deberán especificar los equipos eléctricos, elaborar el diagrama unifilar, elaborar planos de clasificación de áreas, elaborar planos de distribución de fuerza, así como planos de alumbrado, planos de tierras y apartarayos, planos de comunicaciones y sonido, diagramas de control eléctrico, diseños de centros de control de motores y subestaciones, listas de materiales eléctricos.

Diseñado por otros.

A.14.1 Código de Clasificación de áreas.

Se emplearán los códigos NEMA, NEQ, PEMEX, NFPA, para la clasificación de áreas.

A.14.2 Resistividad Eléctrica del Terreno.

Se deben de tener los estudios de mecánica de Suelos. La resistividad tendrá que estar de acuerdo con dicho estudio.

A.14.3 Alimentaciones a los motores.

La alimentación a los motores deberá de tener las siguientes características:

Potencia (HP)	Volts	Fases	Ciclos
< de ¼ uso general	127	1	60
< de ¼ proceso	480	3	60
De 1 a 150	480	3	60
De 200 a 2,000	4160	3	60

Tabla No.50 "Alimentación de energía eléctrica para motores"

Para motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos críticos, incluyendo motores para servicio de lubricación y bombas auxiliares de aceite: 460 volts , 3 fases, 60

Para motores de potencia fraccionaria que funcionen en procesos no críticos ó en equipos que no pertenezcan al proceso: 460 volts, 3 fases y 60 Hz.

Para motores secundarios de transformado para alumbrado de emergencia, receptáculos monofásicos y motores: 220 volts, 3 fases y 4 hilos.

A.14.4 Corriente para Alumbrado.

La corriente de alumbrado tendrá las siguientes características:

Volts	127
Fases	1

Tabla No.51 "Características de la corriente de alumbrado"

Las luminarias deben ser del siguiente tipo:

Exterior:	480 ó 277 volts
Proceso y oficinas:	220 ó 127 volts
Instrumentos:	120 volts
Control:	120 volts

La caída de control permisible a plena cara para un circuito de potencia, calefacción, alumbrado o combinación de estos desde la alimentación hasta la salida más lejana no debe ser mayor al 3 %.

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área.

Niveles de iluminación	Nivel luminoso
Área	Luxes
Cuarto de control e instrumentos	100-500
Cuarto de control eléctrico	200
Carga y descarga de pipas	20
Edificios de sistema contra incendio	100
Áreas del proceso:	100-400
Iluminación general	10
Plataformas de carga y báscula	100
Acabado o refinación	300
Compresores y bombas exteriores	150
Pasillos y plataformas	60
Equipos	100
Escaleras	60
Área de Servicios	50-150

Tabla No.52 "Niveles de iluminación por áreas"

A.14.5 Tensión para Instrumentos de Control.

La tensión para Instrumentos de control será la siguiente:

Volts	127
Fases	1

Tabla No.53 "Tensión para instrumentos de control"

A.14.6 Acometida.

La acometida dentro de los Límites de Batería, para esta corriente será subterránea.

A.14.7 Alumbrado de Emergencia.

Debemos contar con un sistema independiente para alumbrar aquellas zonas en las que lo requiera el proceso.

Las cargas de emergencia normalmente serán alimentados por un interruptor de transferencia conectado al sistema normal de emergencia.

La carga será alimentada por el sistema normal y en caso de falla de energía eléctrica deberá transmitirse la carga al sistema de emergencia.

Las lámparas conectadas al sistema de emergencia serán en los lugares más importantes de las áreas de proceso. Solamente deberá suministrarse el alumbrado suficiente para permitir el tránsito seguro del personal.

La instalación para las luminarias de emergencia deberá ser independiente del sistema normal y alimentadas por tableros, y si se requieren transformadores estarán conectados al sistema de emergencia. Las luces de salida y obstrucción deberán ser conectados al sistema de emergencia.

A.15 Bases de Diseño para Tuberías

Se deberán aplicar para el diseño de tuberías las normas ANSI y API.

Se darán los diseños de tuberías funcionales de acuerdo a las necesidades del proceso, de operación y mantenimiento.

El diseño de tuberías se realizara tomando como base los diagramas de tuberías e instrumentación, así como el plano de localización general; así mismo de información de las especialidades, dibujos de fabricantes, etc.

Se deberán elaborar diseños de tuberías de proceso y servicios que llenen los requisitos de seguridad, montaje, operación, mantenimiento y economía. Se deberán elaborar planos de tuberías con vista en planta y a diferentes elevaciones. Así mismo se deberán elaborar: diseños de tuberías subterráneos, drenajes y tubería de contra incendio, isométricos, localización de boquillas en recipientes, localización de plataformas y escaleras y lista de materiales.

A.15.1 Soporte de tubería y trincheras.

No se permite el uso de trincheras para manejar tuberías, solo en caso necesario, y se usan trinchera para desagües, enterradas o aéreas.

Los soportes podrán ser metálicos o de concreto, dependiendo el caso.

A.15.2 Drenajes.

El cliente indicará el destino de los drenajes. El sistema será diseñado por Otros.

En las áreas de proceso serán construidos de concreto y con los algunas variantes: drenaje pluvial, drenaje para ácidos, drenaje sanitario, etc.

El diámetro máximo para los tubos del drenaje será de 101 mm en los ramales y 152 mm en los cabezales (4 y 6 in)

Se deberán de hacer los análisis respectivos de esfuerzos de las tuberías limitando los mismos a los valores permitidos por los códigos y ajustando las reacciones a los valores que resultan aceptables por los equipos que interconectan.

Se deben analizar los esfuerzos producidos en los sistemas de tuberías por esfuerzos de temperatura, presión y peso propio, así como diseñar juntas de expansión, curvas de expansión, resortes y en general todos los soportes de tuberías. Elaborar dibujos de detalle y localización de soportes de tuberías. Seleccionar resortes y juntas de expansión, evaluarlos técnicamente y especificar para su adquisición los más convenientes.

A15.3 Maquetas y Dibujos.

No se tienen previstos.

A.16 Bases de Diseño Civil

Se harán todos los trabajos de diseño civil de concreto y acero con la máxima calidad.

Se elaborarán: cálculos y diseño de cimentaciones de equipo de la planta, cuartos de control y los que se requieran en el proyecto, soportería de equipo o tubería metálica o de concreto, plataformas de perforación, drenajes, parte aguas, registros, ductos y pavimentos, estudios para la elaboración de la mecánica de suelos, dibujos en detalle, especificaciones, listas de materiales y recomendaciones de construcción de todos los elementos civiles.

A.16.1 Regulaciones por viento y sismo.

Se acepta el manual de obras civiles de CFE, complementándose con las especificaciones propias de nuestra compañía.

Para efectos sísmicos el terreno se clasificará como firme (CFE)

A.16.2 Nivel de piso terminado.

El nivel de elevación del piso terminado será de 100.

A.16.3 Edificios o Construcciones dentro de L.B.

Se contará solo con los edificios necesarios para el funcionamiento, control y seguridad de la planta.

A.16.4 Información General Sobre el Tipo de Suelo.

Para efectos sísmicos el terreno, según el código de la CFE, se clasifica como firme.

Como criterio general, el estudio de mecánica de suelos debe cumplir con los requerimientos establecidos en la norma NDC'1402.

Los servicios e información que deberá proporcionar el especialista en mecánica de suelos son:

- a) Asesorar al contratista durante todo el proyecto en todos los aspectos relacionados con el sistema de cimentaciones.
- b) Presentar el reporte del estudio de suelos del lugar.

Los tipos de suelo, para este fin se han agrupado en 8 clases A-1 a A-8, que van del granular predominante hasta los limos y arcillas sedimentadas de grano fino, la clase A-8, se refiere a suelos contaminados de materia orgánica, por lo que, es enteramente inadecuado para ser usado como material de relleno.

A.16.5 Clasificación de Zona de Temblores.

La planta se encuentra dentro del cinturón circunpacifico, lo que nos indica que sí hay probabilidad sísmica, sin embargo, según el código de la CFE se considera el suelo como estable.

Área sísmica	No. 3
Intensidad de Diseño Sísmica:	0.18
Zona:	Estable
Magnitud de los sismos:	7 a 7.5 °
Factor sísmico para diseño de estructuras	0.18

Tabla No.54 "Clasificación de la Zona de Temblores"

A.17 Bases de Diseño para Instrumentos

Se diseñarán los sistemas de control de la planta, y se especificarán instrumentos asegurando la calidad del trabajo, para su adquisición.

Se deberán elaborar los diagramas de instalación de la planta, diseñar los tableros de control, elaborar listas de materiales e instrumentos.

A.17.1 Tablero de Control.

El diseño del tablero de control se hará por Otros.

A.17.2 Tipo de Instrumentación.

Se empleará, en lo posible instrumentación electrónica para procesamiento de datos.

Se empleará un sistema de control distribuido.

A.17.3 Calibración de Instrumentos

La calibración de Instrumentos será en las siguientes unidades:

Presión:	Kg/cm ²
Temperatura:	°C
Flujos:	
Gases	m ³ /hr standard
Líquidos	lpm

Tabla No.55 "Calibración de Instrumentos"

A.16 Bases de Diseño para Equipo

A.18.1 Equipo de Enfriamiento.

Se promoverá el uso de aire como medio de enfriamiento, hasta donde sea posible; para fomentar el ahorro en el consumo de Agua. En donde no sea posible, se complementará con agua de enfriamiento.

A.18.2 Bombas.

1) Tipo de Accionadores: Motores Eléctricos totalmente cerrados con ventilación (TCCV), salvo el caso en que se requiera turbina. Se contará con bombas de relevo.

2) Sobrediseño: 10%

A.18.3 Recipientes.

La presión de diseño será del 10%, o 2 Kg/cm² man. arriba de la presión máxima de operación, la que resulte mayor.

Se deberán diseñar los recipientes atmosféricos según el código API.

El diseño de recipientes será: recipientes atmosféricos, a presión, torres a presión, de vacío y atmosféricas, soportes internos de torres, diseño de reactores, adquisición de equipos.

El diseño mecánico se basará en códigos internacionales como ASME en sus diferentes secciones y el API en sus diferentes normas.

A.18.4 Cambiadores de Calor.

Se diseñaran de acuerdo al código TEMA.

Se diseñarán los cambiadores de calor necesarios que se requieran en el proyecto.

Los cambiadores se diseñarán termodinámica y termohidráulicamente.

Se deben elaborar dibujos en detalle, dimensionales, especificaciones y lista de materiales de estos equipos para su adquisición.

A.18.5 Diseño mecánico.

Se deben elaborar las especificaciones técnicas para la adquisición de equipos mecánicos rotatorios y del análisis técnico económico de las ofertas de los proveedores.

Los equipos aquí considerados aunque son diseñados y garantizados por el fabricante, deben cumplir las especificaciones que se basan en normas y códigos internacionales como API, NEMA, ASME, ANSI, etc.

Se deben especificar para su adquisición equipos mecánicos como: compresores, bombas, sopladores, torres de enfriamiento y grúas.

A.19 Normas, códigos y especificaciones

Tipo de Equipo o Actividad	Norma Código o Especificación
Recipientes a presión	ASME
Tuberías y accesorios	ANSI
Electricidad	NEMA, NEC
Ruido	SEDESOL, EPA, PEMEX
Seguridad	API, ASME, NFPA
Instrumentación	ISA
Cambiadores de calor	TEMA, ASME, ANSI
Bombas y compresores	API
Desechos	Normas técnicas de SEDESOL
Materiales	ASTM
Construcción	CFE

Tabla No.56 "Normas, códigos y especificaciones"

Documento B

**Criterios
de
Diseño**

DOCUMENTO B

CRITERIOS DE DISEÑO

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

B.1 Criterios Generales de Diseño

El objetivo de esta planta es producir 300,000 toneladas al año del monómero de Cloruro de Vinilo con el "proceso balanceado".

La planta de Cloruro de Vinilo se diseñará con los siguientes principios básicos:

- Conservación y recuperación de Energía.
- Máxima Seguridad.
- Flexibilidad Operacional.
- Mantenimiento preventivo y predictivo.
- Impacto ambiental bajo
- Recirculación de subproductos.
- Aseguramiento de calidad.

B.1.1 Carga de la Planta.

La planta estará diseñada para producir eficientemente una cantidad de 300,000 toneladas al año de Cloruro de Vinilo con las especificaciones citadas en las bases de diseño.

B.1.2 Capacidad y Flexibilidad.

La capacidad de la planta se seleccionó de acuerdo a la demanda del producto, mostrándose a continuación:

Capacidad de Diseño:	300,000 ton/año
Capacidad Normal	300,000 ton/año
Capacidad Mínima	180,000 ton/año

Tabla No. 28 "Capacidad de la planta"

B.1.3 Criterios de Sobrediseño.

Para satisfacer los requerimientos de capacidad se utilizarán márgenes de seguridad estandar de ingeniería para dimensionar equipos, líneas y accesorios de acuerdo a la certidumbre de las correlaciones disponibles para la predicción de su comportamiento.

Se respetarán las ecuaciones de tal modo que se obtenga un modelo lógico.

B.1.4 Alternativas de Operación.

El diseño del reactor de cloración directa de etileno será diseñado de tal forma que se pueda manejar cloro líquido y cloro gaseoso. Prefiriéndose siempre el primero Se podrá utilizar gas natural en el horno de pirólisis en vez de combustóleo.

B.1.5 Accionadores y Equipos de Relevo.

Cada servicio tendrá una bomba y su relevo correspondiente, que puede ser una turbina de vapor. El accionador principal será un motor eléctrico.

B.1.6 Diseño Térmico.

Se cubrirán los requerimientos de energía de la planta, primeramente, con los arreglos necesarios en los equipos de intercambio de calor que nos aseguren el mínimo consumo de energía externa, esto se hará mediante el aprovechamiento de la energía del reactor donde se lleva a cabo la oxícloración (para generar vapor), y del reactor donde se lleva a cabo la pirólisis.

Se tratará de utilizar los fondos de las torres para calentar las corrientes frías del proceso que lo requieran.

Se promoverá el máximo aprovechamiento de las corrientes del proceso.

B.1.7 Aprovechamiento y manejo de servicios auxiliares.

El vapor del reactor de oxícloración y del horno de pirólisis será empleado como vapor de calentamiento.

Se maximizará la utilización de aire como medio de enfriamiento.

Se minimizará la utilización de agua como medio de enfriamiento.

Se utilizará aquel refrigerante, que no produzca efectos antilecológicos

B.1.8 Integración con otras Plantas.

Tenemos tres integraciones con las plantas que nos surten nuestras materias primas:
Etileno. La integración es con PEMEX mediante tuberías.
Cloro. La integración es con CLOROTEC.
Oxígeno. PEMEX

A las condiciones dadas no se requerirá tratamiento preliminar, solo un precalentamiento de etileno. Se promoverá, en lo posible, trabajar con modelos Justo a tiempo (Just-in-Time)

B.2 Criterios Civiles.

Cualquier elemento estructural debe diseñarse para soportar las siguientes combinaciones de carga:

CM + CV
CM + CV + CA
CM + CV + CE
CM + CE

CM: carga muerta

CV: carga viva

CA: carga accidental como viento, sismo, nieve o granizo.

CE: cargas específicas como carga de montaje, condiciones de prueba, presión hidrostática, carga móvil, carga dinámica, térmica y de presión.

Se usará en cada caso aquella o aquellas combinaciones que produzcan los esfuerzos mayores.

B.3 Criterios de Diseño de Equipos

B.3.1 Generales

NOTA: Los equipos con sus características ya definidas, como tipo de reactor, etc. se darán posteriormente en la lista de equipo y hojas de datos.

Los cambiadores de calor serán diseñados conforme a los estándares del TEMA. La longitud preferencial será de 4,877 mm (16 ft) ó 6,096 mm (20ft). El máximo diámetro será de 991 mm (39 in). Los rehervidores son excepción de la regla, el diámetro de los tubos preferencial será de 19 mm (3/4 in) ó 25.4 mm (1 in) arregiados en pitch triangular.

Los separadores que se instalen deben estar conectados de tal forma que puedan trabajar individualmente, de acuerdo a los requerimientos de separación en la planta.

En el diseño de los equipos se tomarán en cuenta las variaciones de flujo que se pudieran tener, con el fin de obtener una adecuada flexibilidad operacional.

Se utilizará el catálogo de cuentas de equipo y materiales, con el fin de tener estándares internacionales.

A continuación se dan criterios básicos de ingeniería, en cuanto a equipos para respetarlos tales como:

Tiempos de residencia por servicio: tanques de balances (3-20 min), tanques de reflujo (3-15 min), tanques separadores líquido-líquido (3-15 min)

Velocidades de asentamiento: como criterio se toma que el valor no exceda los 25.4 cm/min, el cual es lo suficientemente conservador para evitar diseños deficientes.

Al calcular el tiempo de separación líquido-líquido se debe verificar que sea menor al tiempo de residencia de la otra fase.

Velocidad del vapor: para sistemas inestables con variaciones en la carga del líquido, en tamaño de partícula y en las propiedades físicas de los fluidos, es un criterio emplear como velocidad de diseño el 80 % de la velocidad máxima del vapor y calcular con ella el área de separación de líquido arrastrado. En el caso de recipientes verticales se recomienda que la velocidad del vapor sea mayor al 30 % de la máxima para evitar que las gotas pequeñas de líquido sean llevadas por el vapor sin que choquen con la malla, y menor de 110 % ya que no podrían caer debido a la alta velocidad del vapor y volverían a mezclarse en la parte superior de la malla separadora. Los fabricantes de mallas separadoras mencionan que si se respeta el criterio anterior pueden obtenerse eficiencias de separación arriba del 99 %.

Áreas para la separación del vapor: se recomienda para separadores horizontales y que sea, como mínimo, un área equivalente al 20 % del diámetro del recipiente (610 mm) de altura desde la parte más alta del recipiente hasta el nivel máximo de líquido

Altura de separación de un líquido: es criterio general especificar 1 pie (305 mm) como mínimo para la altura de separación de cada fase ya que para la mayoría de los sistemas líquido-líquido la altura de la banda de dispersión no rebasa éste valor.

La relación L/D para el dimensionamiento generalmente esta entre 3-5.

La relación L/D óptima se efectúa con base en el costo mínimo del recipiente.

Niveles de líquido: se recomienda proporcionar 6 pulg (152mm) desde el fondo del recipiente hasta el nivel mínimo o una vez el diámetro de la boquilla de salida del líquido más 4 pulg (102 mm) para permitir el buen funcionamiento del rompedor de vórtice, el que sea mayor. La diferencia del nivel máximo y mínimo determinará la altura efectiva del controlador de nivel y no debe ser menor de 14 pulg (356 mm) para permitir su conexión. Como criterio general se considera el nivel normal al 60 % entre el nivel máximo y el nivel mínimo del líquido.

Diámetro: en la práctica la forma de los recipientes utilizados en la industria de proceso es cilíndrica, pues es una construcción mucho más simple, económica y mejor adaptada a la función del recipiente.

Condición de diseño: se establece a partir de la presión máxima a la cual podría operar el recipiente.

Boquillas de venteo y drenaje: el diámetro de la boquilla se especifica al menos dos diámetros nominales menor al de la tubería a la que será conectada para permitir el flujo por simple hidráulica, recordando que el diámetro mínimo de una boquilla bridada es de 1 1/2.

La presión de diseño no debe ser menor que la máxima diferencia de operación que pueda ocurrir entre el exterior e interior del recipiente. Para recipientes que operen bajo presión externa de 1 Kg/cm² o menos, debe diseñarse para una presión externa máxima permisible de 1 Kg/cm² (157 lb) o 25 % más de la máxima presión externa posible, el que sea mayor.

Los recipientes o partes de recipientes que están sujetos a fenómenos de corrosión, abrasión mecánica o erosión deben protegerse para dar la vida útil requerida para el servicio. Se especifica 1/8 pulg para aceros al

carbón y 1/32 a 1/16 pulg para aleaciones como espesor adicional por corrosión; (3, 1 y 2 mm, respectivamente)

Para la elección de materiales, dependiendo del rango de temperaturas se utilizará la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Material
+ 413	Cr - Mo
16 a 413	Acero al carbón
-40 a 15.5	Acero al carbón, acero al níquel
-45.5 a -67.7	Acero al níquel (2 1/2 Ni)
-67.7 a -101.1	Acero al níquel (3 1/2 Ni)
-101.1 a -160	Acero al níquel (9 Ni)
-160 a 218.4	Acero inoxidable (18 Cr 8 Ni)

Tabla No. 57 "Elección de los materiales según rango de temperatura"

Para aceros inoxidables la resistencia de oxidación de estos en presencia de aire se da a continuación:

Temperatura Máxima (°C)	Tipo de acero inoxidable Recomendable
649	416
699	403,405,410,414
799	430 F
849	430,431
899	302,303,304,316,317,321,347 348, 17'14 Cu-Mo
999	302 B,308,442
1099	309,310,314,329,446

Tabla No. 58 "Tipos de aceros inoxidables según la temperatura utilizada"

B.3.2 Condiciones de operación.

1) Las condiciones de operación para la Cloración de Etileno son:

Temperatura de reacción:	52 °C
Presión:	2.5-3 Kg/cm ²
Relación de reactivos:	C ₂ H ₄ :Cl ₂ (1.05:1.0)

Tabla No. 59 "Condiciones de operación para la cloración de etileno"

2) La conversión para la cloración de etileno deberá ser:

Basado en:	%
HCl	-----
C ₂ H ₄	98.1
Cl ₂	100

Tabla No. 60 "Conversión para la cloración de etileno"

3) La selectividad para la cloración de etileno deberá ser:

Basado en:	%
C_2H_4	99.7
Cl_2	99.1

Tabla No. 61 "Selectividad para la cloración de etileno"

4) Las condiciones de operación para la oxícloración de etileno son:

Temperatura de reacción:	225-235 °C
Presión:	5-9 Kg/cm ²

Tabla No. 62 "Condiciones de operación para la oxícloración de etileno"

5) La conversión para la oxícloración de etileno deberá ser:

Basado en:	%
HCl	98.9
C_2H_4	94.1

Tabla No. 63 "Conversión para la oxícloración de etileno"

6) La selectividad para la oxícloración de etileno deberá ser:

Basado en:	%
C_2H_4	99.0
HCl	99.0

Tabla No. 64 "Selectividad para la oxícloración de etileno"

7) Las condiciones de operación para la pirólisis del dicloroetano son:

Temperatura de reacción:	430-530 °C
Presión:	27 Kg/cm ²

Tabla No. 65 "Condiciones de operación para la pirólisis de dicloroetano"

8) La conversión en la pirólisis de dicloroetano, deberá ser:

Basado en:	%
$C_2H_4Cl_2$	60

Tabla No. 66 "Conversión para la pirólisis de dicloroetano"

9) La selectividad en la pirólisis de dicloroetano, deberá ser:

Basado en:	%
$C_2H_4Cl_2$	99.0

Tabla No. 67 "Selectividad para la pirólisis de dicloroetano"

B.4 Criterios Básicos del Diseño del Proceso

El 1,2 dicloroetano debe ser alimentado al horno con la siguiente calidad: limpio, seco, libre de sólidos, a alta presión, con bombas de flujo constante.

La relación de alimentación del 1,2 dicloroetano al horno será controlada con controladores de flujo.

Es extremadamente importante que la alimentación del 1,2 dicloroetano al horno se encuentre seca, con un contenido máximo de agua de 10 ppm para prevenir la corrosión resultante de la combinación del HCl con el agua del proceso.

Se igualarán las condiciones del 1,2 dicloroetano a la salida de los dos reactores.

El etileno de la carga de L.B. debe ser precalentado para ser mezclado antes de ser alimentado.

Se deberán neutralizar las corrientes de agua de apagado y recircularlas.

Los vapores ácidos se deberán enfriar por medio de un refrigerante y recircularse a la columna catalizadora.

Se recomienda lavar el Cloruro de Vinilo con sosa para dejarlo libre de ácido clorhídrico, con las especificaciones deseadas.

Deberá controlarse la temperatura de reacción en la cloración directa alrededor de los 52 °C, pues a mas baja temperatura se obtiene una conversión baja, y a mayores temperaturas aumenta la formación de subproductos

El cloruro férrico, utilizado como catalizador, se produce en el mismo proceso por la corrosión ligera de las paredes de acero al carbón del reactor. Para asegurar la concentración adecuada, se deberá añadir una pequeña cantidad de oxígeno, este oxígeno puede ser agregado directamente, o del que proviene del gas de venteo del reactor de oxcloración.

Se utilizará oxígeno en vez de aire por los siguientes factores:

- a) Disminuye el tamaño de nuestros equipos , al no arrastrar inertes.
- b) Reduce el impacto ambiental.
- c) Aumenta la conversión.
- d) Aumenta la vida del catalizador.

Nota: En un estudio económico, comparando las ventajas y desventajas de usar oxígeno , dado por Peter Reich de la Stauffer (Hydrocarbon Processing, Marzo 1976 pag 81-89), se llega a la conclusión de que las ventajas son mayores que las desventajas. La ventaja total de operación en 1976 era de 2.2 millones de dólares al año, contra 1.3 millones de dólares al año del costo del oxígeno y otros.

Se dice que se gastan 4 dólares por tonelada de Cloruro de Vinilo producida, por concepto de oxígeno.

En un balance general es practicamente igual, economicmente, pero las ventajas ecológicas y productivas siguen estando presentes.

Documento C

**Diagrama de
Flujo
de Proceso**

CAPITULO III - C

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

**PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.**

Los diagramas de flujo de proceso (DFP) que se presentan a continuación, son los correspondientes a las tres secciones en las que se clasifica el proceso.

C.1 Área 100. Sección de oxícloración

C.2 Área 200. Sección de cloración directa y purificación de DCE

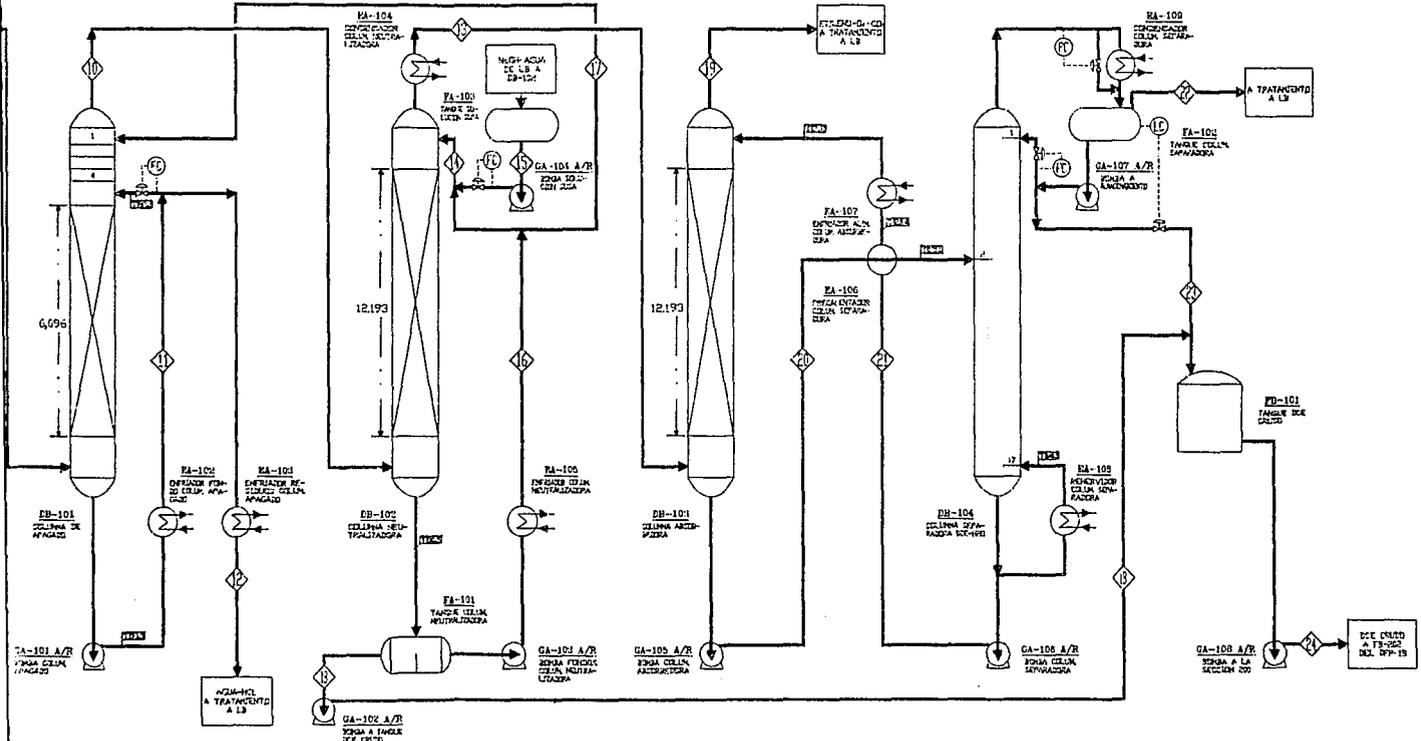
C.3 Área 300. Sección de pirólisis y purificación de VCM

Para una mejor visibilidad se presentan tanto el balance de materia y energía como la lista de equipo, en otros documentos, sin quitarlos de su lugar en el DFP, pues deben aparecer en él.

26					26							
627					627							
835					835							
615					615						1760	
78					78						5.6	
704					704						130	
											537	
95					83	83			83			
304					294	294			270			
224					169	1177			1177			
1177					1177				1177	527		
1415.64	1574		54.34	3724	206.219	83.0	1452.41	320	1364.32	23415.22		
19					13				6.3	24.9		
24.9	12		85	84.9	24.9				24.9	29.9		
	12											
	12											
	25		83									
	6.3											
	1759.41	6.3	6128.5	4392.5	53.92					53.92		
272.27	129.55	12.74	6252.1	4431.45	28227.04	1248.59	1569.74	88.1	677	1473.6	26650.62	2900
632.7	1001.2	1262.45	1000.0	1002.06	1254.02	392	1222.24	1256.77	52.4	1249.59	1253.87	134
72	304	24.9	43	43.9	30.4	32.0	122	120	3.0	46.1	42.0	45.0
224	224	224	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	39	43	3.0	3.0	7.0
397	173	6.1	6.2	4.4	22.5		129	49	114	71.5		
66.6	29.7	8.7	19.52	73.4	76.15		21.3	1.8	1.4	12.9	39.13	
					592.34							2330.92

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
DB-101	COLUMNA DE APAGADO	DI 3353 mm 12192 mm T-T
DB-102	COLUMNA NEUTRALIZADORA	DI 2621 mm 9144 mm T-T
DB-103	COLUMNA ABSORBEDORA	DI 2438 mm 12192 mm T-T
DB-104	COLUMNA SEPARADORA DCE-H D	DI 1050 mm 10500 mm T-T
DC-101	REACTOR DE OXIDACION	DI 2696 mm 7620 mm T-T
AE-101	ENFRIADOR REACTOR DE CLORACION	6346.614 Kcal/hr
EA-102	ENFRIADOR FONDO COLUMNA APAGADO	63759 Kcal/hr
EA-103	ENFRIADOR RESIDUO COLUMNA APAGADO	182644 Kcal/hr
EA-104	CONDENSADOR COLUMNA NEUTRALIZADORA	230600 Kcal/hr
EA-105	ENFRIADOR COLUMNA NEUTRALIZADORA	199352 Kcal/hr
EA-106	PRECALENTADOR COLUMNA SECADORA	847176 Kcal/hr
EA-107	ENFRIADOR ALIM. COLUMNA ABSORBEDORA	282102 Kcal/hr
EA-108	RESERVOIRIO COLUMNA SEPARADORA	125925 Kcal/hr
EA-109	CONDENSADOR COLUMNA SEPARADORA	327660 Kcal/hr
FA-101	TANQUE COLUMNA NEUTRALIZADORA	DI 1829 mm 4420 mm T-T
FA-102	TANQUE COLUMNA SEPARADORA	DI 914 mm 2438 mm T-T
FA-103	TANQUE SOLUCION SODA	DI 918 mm 2748 mm T-T
FB-101	TANQUE DCE CRUDO	DI 3810 mm 19313 mm T-T
GA-101	BOMBA A/R	DEBIDA COLUMNA APAGADO
GA-102	BOMBA A/R	BOMBA A TANQUE DCE CRUDO
GA-103	BOMBA A/R	BOMBA FONDO COLUMNA NEUTRALIZADORA
GA-104	BOMBA A/R	BOMBA SOLUCION SODA
GA-105	BOMBA A/R	BOMBA A COLUMNA ABSORBEDORA
GA-106	BOMBA A/R	BOMBA COLUMNA SEPARADORA
GA-107	BOMBA A/R	BOMBA A ALMACENAMIENTO
GA-108	BOMBA A/R	BOMBA A LA SECCION 200



	0	APROBADO PARA DISEÑO		✓	✓	22-X-93
	1	APROBADO PARA DISEÑO		✓	✓	25-X-93
REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA	PLANTA DE CLORURO DE VINILO	
		DOLORES MEZA	E.K.R.S.N.		PARANTEVER	

NOTA: INCLUIR EN EL MATERIAL ENTREGADO O PRESENTABLE CEE ANEXOS EN EL CUADRO INFORMATIVO CONFORME DE LA PLANILLA EN SUMA Y EN 100% ESTE CONVENIO A QUE EL USUARIO ANTES DE CUALQUIER FORMA DE INCUMPLIMIENTO Y NO DEBERA ESTAR EN EL MATERIAL ENTREGADO DE LA PLANTA DE CLORURO DE VINILO ENTREGADO POR LA FACULTAD DE QUIMICA.

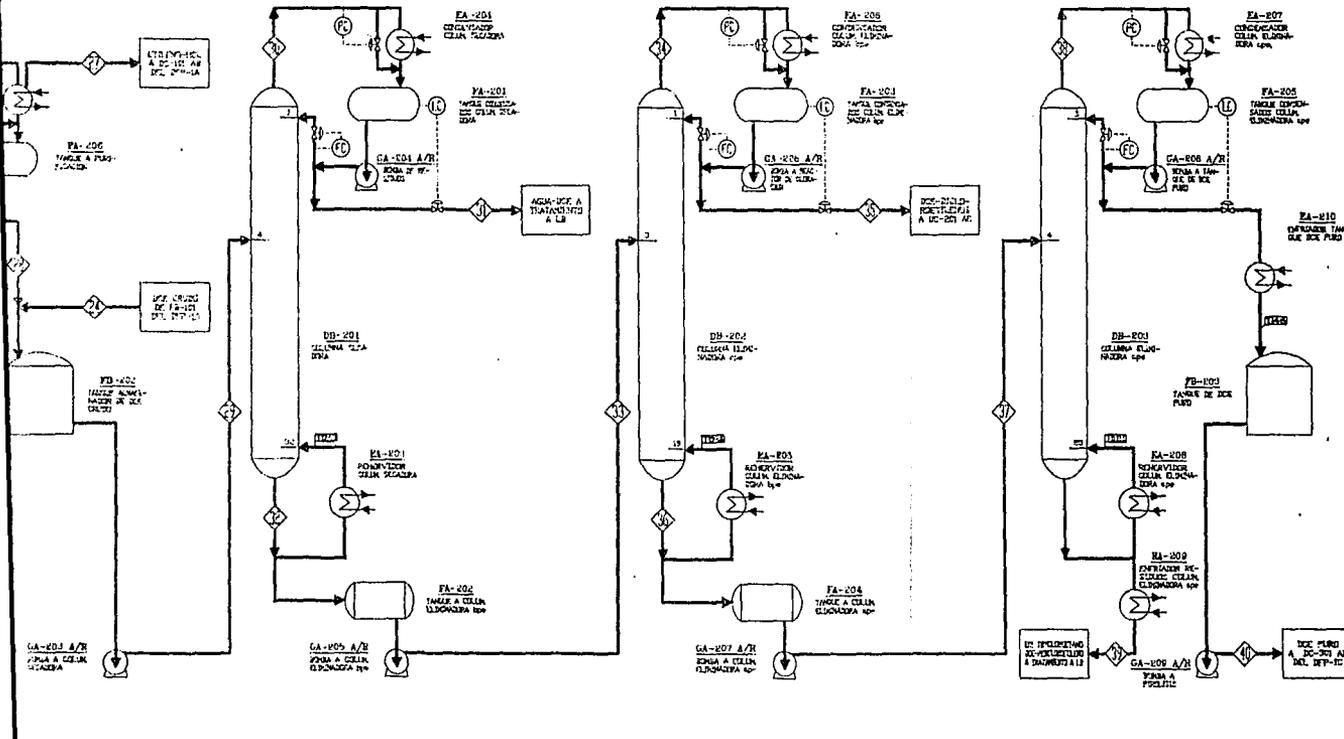
PLANTA DE CLORURO DE VINILO	
PARANTEVER	MEXICO

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px; margin-right: 5px;">A</div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 5px;">EXISTENTE</div> </div>		FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL		
			DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO SECCION DE CLORURO DE VINILO PLANTA DE CLORURO DE VINILO	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="font-size: small;">AUT.:</td><td style="font-size: small;">FECHA:</td></tr> </table>		AUT.:	FECHA:	SECCION 103 DIB No: DFP-1A REV 1
AUT.:	FECHA:			

LISTA DE EQUIPO

④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
						1729
						523
		564	635	541		
6736	927					3611
451	232	113	626	113	132	5424
2622	26527	164179	106856	1523579	1333	107267
		354	294	394	294	2613
		113	365	113	342	123
		145	127		127	445
		423	672		672	
		852	1672		1672	
8427	3626	1163124	1066134	1153127	8426	1021849
115609	15609	175717	125339	13604	9219	12544
7106	6306	834	634	634	634	4306
119	250	216	216	216	216	130
631	127	926	626	626	626	270
571	144	15319	13133	13729	1341	13712
						5194

CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
DB-201	COLM. SECADORA	DI 4923 mm 18750 mm T-T
DB-202	COLM. ELIMINADORA bpe	DI 4267 mm 12620 mm T-T
DB-203	COLM. ELIMINADORA ope	DI 4420 mm 15550 mm T-T
DC-201 AC	REACTOR DE CLORACION	DI 4267 mm 22860 mm T-T
EA-201	PRECALENTADOR DE CLORO	365.224 Kcal/hr
EA-202	ENFRIADOR PRODUCTOS DE CLORACION	765.230 Kcal/hr
EA-203	RESERVIVOR COLM. SECADORA	4.940.641 Kcal/hr
EA-204	CONDENSADOR COLM. SECADORA	6.203 Kcal/hr
EA-205	RESERVIVOR COLM. ELIMINADORA bpe	217.582 Kcal/hr
EA-206	CONDENSADOR COLM. ELIMINADORA ope	202.324 Kcal/hr
EA-207	CONDENSADOR COLM. ELIMINADORA ope	951.042 Kcal/hr
EA-208	RESERVIVOR COLM. ELIMINADORA ope	7.325 Kcal/hr
EA-209	ENFRIADOR RESID. COLM. ELEM. ope	202.324 Kcal/hr
CA-210	ENFRIADOR TANQUE DCE PURD	508.899 Kcal/hr
FA-201	TANQUE CONDENSADOS COLM. SECADORA	DI 1067 mm 2133 mm T-T
FA-202	TANQUE A COLM. ELIMINADORA bpe	DI 2137 mm 6401 mm T-T
FA-203	TANQUE A COLM. ELIMINADORA ope	DI 2134 mm 6401 mm T-T
FA-204	TANQUE CONDENSADOS COLM. ELEM. ope	DI 2134 mm 6401 mm T-T
FA-205	TANQUE DE PROD. PRECAL. DE CLORACION	DI 3048 mm 10388 mm T-T
FB-201 AF	TANQUE ALMACENADOR DE CLORO	DI 3048 mm 10388 mm T-T
FB-202	TANQUE ALMACENADOR DE DCE CRUDO	DI 4724 mm 32209 mm T-T
FB-203	TANQUE ALMACENADOR DE DCE PURD	DI 2438 mm 12192 mm T-T
GA-201 A/R	BOMBA ALIMENTADORA DE CLORO	AP 4.62 Kg/cm ² 123 LPH
GA-202 A/R	BOMBA A TANQUE DCE CRUDO	AP 5.92 Kg/cm ² 965.47 LPH
GA-203 A/R	BOMBA A COLM. SECADORA	AP 5.60 Kg/cm ² 1.359.6 LPH
GA-204 A/R	BOMBA DE RESIDUOS	AP 2.80 Kg/cm ² 354 LPH
GA-205 A/R	BOMBA A COLM. ELIMINADORA bpe	AP 3.20 Kg/cm ² 1.356.30 LPH
GA-206 A/R	BOMBA A REACTOR DE CLORACION	AP 4.62 Kg/cm ² 5196 LPH
GA-207 A/R	BOMBA A COLM. ELIMINADORA ope	AP 2.62 Kg/cm ² 1.531.38 LPH
GA-208 A/R	BOMBA A TANQUE DCE PURD	AP 2.60 Kg/cm ² 1.537.69 LPH
GA-209 A/R	BOMBA A PURILLIS	AP 5.90 Kg/cm ² 1.537.12 LPH



0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	23-06-23
1	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	15-07-23
REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERY E.R.S.N.	FECHA

ESTE PLANO, INCLUSIVE EL METRICO, PRODUJO Y ENTREGUE CON LOS DATOS EN EL CEMENTO INFORMATIVO CONFORME A LA FACULTAD DE QUIMICA Y QUIMICA INDUSTRIAL A QUE SE LE ENTREGA, ADEMAS DE LOS DATOS DE PROYECTO Y NO DEBE ENTRA EN EL METRICO. METRICO DE EL DISEÑO PROYECTO DE LA FACULTAD DE QUIMICA INDUSTRIAL PARA LA PLANTA DE CLORURO DE VINILO.

PLANTA DE CLORURO DE VINILO
PARATOLUCA, MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
SECCION DE CLORACION DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE
PLANTA DE CLORURO DE VINILO SECCION 005

APROBADO POR: [Firma]

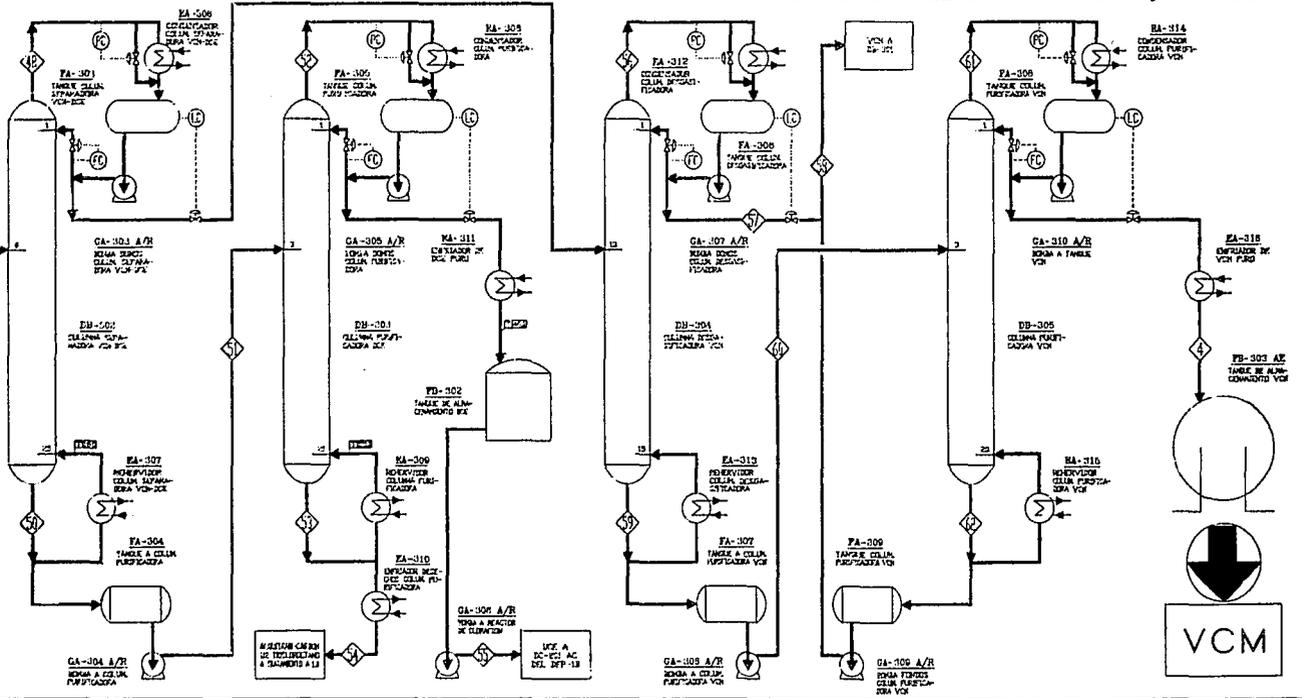
REVISADO POR: [Firma]

FECHA: 08-07-23

LISTA DE EQUIPO

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

CLAVE	SERVICIO	CAPACERISTICAS	
DB-301	COLUM. LUMINADORA HCL	Ø1 3590 mm	11920 mm T-T
DB-302	COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	Ø1 2740 mm	15540 mm T-T
DB-303	COLUM. PURIFICADORA DCE	Ø1 2438 mm	13720 mm T-T
DB-304	COLUM. DESGASIFICADORA VCM	Ø1 1567 mm	10050 mm T-T
DB-305	COLUM. PURIFICADORA VCM	Ø1 1820 mm	13270 mm T-T
DC-301 AB	MOMA DE PURILLISIS	16632.000 Kcal/hr	
EA-301 AB	RECOLECTOR TAMBOR DE PURILLISIS	3631.355 m ³ /hr	
EA-302 AB	HAMBUR TAMBOR DE PURILLISIS	3.717.691 m ³ /hr	
EA-303 AB	SEGUNDO TAMBOR DE PURILLISIS	5397.498 Kcal/hr	
CA-304	CONDENSADOR COLUM. LUMINADORA HCL	205627 Kcal/hr	
CA-305	RECOLECTOR COLUM. LUMINADORA HCL	159.966 Kcal/hr	
CA-306	CONDENSADOR COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	236.628 Kcal/hr	
CA-307	RECOLECTOR COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	333.950 Kcal/hr	
CA-308	CONDENSADOR COLUM. PURIFICADORA DCE	378134 Kcal/hr	
CA-309	RECOLECTOR COLUM. PURIFICADORA DCE	190.641 Kcal/hr	
EA-310	ENRIADOR DE GASEOS COLUM. PURIF. DCE	6.941 Kcal/hr	
EA-311	ENRIADOR DE DCE PURO	202.213 Kcal/hr	
EA-312	CONDENSADOR COLUM. DESGASIFICADORA	169.970 Kcal/hr	
EA-313	RECOLECTOR COLUM. DESGASIFICADORA	235.873 Kcal/hr	
EA-314	CONDENSADOR COLUM. PURIF. VCM	152.271 Kcal/hr	
EA-315	RECOLECTOR COLUM. PURIFICADORA VCM	353.237 Kcal/hr	
FA-316	ENRIADOR DE VCM PURO	169.103 Kcal/hr	
FA-301	TAMBORE COLUM. LUMINADORA	Ø1 987 mm	2.960 mm T-T
FA-302	TAMBORE COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	Ø1 914 mm	2.896 mm T-T
FA-303	TAMBORE COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	Ø1 1829 mm	5.791 mm T-T
FA-304	TAMBORE COLUM. PURIFICADORA	Ø1 1829 mm	5.791 mm T-T
FA-305	TAMBORE COLUM. PURIFICADORA	Ø1 1829 mm	5.791 mm T-T
FA-306	TAMBORE COLUM. DESGASIFICADORA	Ø1 914 mm	2.896 mm T-T
FA-307	TAMBORE COLUM. PURIFICADORA VCM	Ø1 1829 mm	5.791 mm T-T
FA-308	TAMBORE COLUM. PURIFICADORA VCM	Ø1 1829 mm	5.792 mm T-T
FA-309	TAMBORE COLUM. LUMINADORA HCL	Ø1 914 mm	2.896 mm T-T
FB-301	TAMBORE DE ALMACENAMIENTO HCL	Ø1 3062 mm	53797 mm T-T
FB-302	TAMBORE DE ALMACENAMIENTO DCE	Ø1 4420 mm	24689 mm T-T
FB-303 AE	TAMBORE DE ALMACENAMIENTO DCE	Ø1 3363 mm	21488 mm T-T
GA-301 A/R	EDMERA A TAMBORE HCL	ØP 324 Kg/cm ²	355.669 LPM
GA-302 A/R	EDMERA A COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	ØP 504 Kg/cm ²	335.656 LPM
GA-303 A/R	EDMERA LARGA COLUM. SEPARADORA VCM-DCE	ØP 9.5 Kg/cm ²	1.308.115 LPM
GA-311 A/R	EDMERA A COLUM. PURIFICADORA	ØP 420 Kg/cm ²	543.46 LPM
GA-305 A/R	EDMERA EDMIS COLUM. PURIFICADORA	ØP 173 Kg/cm ²	615.18 LPM
GA-306 A/R	EDMERA A REACTOR DE CLORACION	ØP 4.6 Kg/cm ²	524.94 LPM
GA-307 A/R	EDMERA EDMIS COLUM. DESGASIFICADORA	ØP 5.6 Kg/cm ²	41.66 LPM
GA-308 A/R	EDMERA A COLUM. PURIFICADORA VCM	ØP 5.59 Kg/cm ²	7619 LPM
GA-309 A/R	EDMERA EDMIS COLUM. PURIFICADORA VCM	ØP 17 Kg/cm ²	66.39 LPM
GA-310 A/R	EDMERA A TAMBORE VCM	ØP 7.6 Kg/cm ²	797.5 LPM



REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA
0	APROBADO PARA DISEÑO		✓	22-05-93
1	APROBADO PARA DISEÑO		✓	25-06-93

PLANTA DE CLORURO DE VINILO

MANUFACTUREV.

MED/CD

FACULTAD DE QUIMICA

TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

SECCION DE PURILLISIS DE DCE Y PURIFICACION DE VCM

PLANTA DE CLORURO DE VINILO

SECCION 303

Documento D

**Balances de
Materia
y Energía**

DOCUMENTO D

BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

	1	2	3	4	5
Hidrógeno		5,411.71			5.32
Oxígeno					
COx					
Acetileno					15.46
Etileno	18,072.24				
Metano	10.80				
Etano	37.76				
HCl					21,872.99
Cloro			22,961.03		
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo				37,883.47	
Butadieno				0.15	0.14
Cloruro de Etilo					
Benceno					
Dicloroetileno					
Cloropreno					
1,2 Dicloroetano					
Tricloroetileno					
1,1,2 Tricloroetano					
Percloroetileno					
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-Carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	18,120.80	5,411.71	22,961.03	37,883.62	21,893.91
ρ Kg/m ³	1.26	1.43	1,260.00	910.51	1,197.86
T °C	35.00	15.00	40.00	10.00	35.00
P Kg/cm ²	2.30	18.50	2.30	5.80	2.30
m ³ /hr			18.22	41.61	18.28
LPM			303.71	693.45	304.63
M ³ ND	246,541.49	151,376.50			

	6	7	8	9	10
Hidrógeno				2.45	2.45
Oxígeno				462.10	462.10
COx				85.85	85.85
Acetileno					
Etileno	8,789.99	9,282.25	8,966.59	619.56	619.56
Metano	5.24	5.56	10.64	7.85	7.85
Etano	18.39	19.37	37.52	23.06	23.06
HCl			58.87	36.14	6.38
Cloro					
Cloruro de Metilo				9.81	9.81
Cloruro de Vinilo				30.41	30.41
Butadieno					
Cloruro de Etilo				12.26	12.26
Benceno					
Dicloroetileno				58.87	58.87
Cloropreno					
1,2 Dicloroetano				29,519.64	29,519.64
Tricloroetileno				26.49	26.49
1,1,2 Tricloroetano				53.47	53.47
Percloroetileno				11.77	11.77
Comp. Clorados				14.67	10.30
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-Carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua				5,404.84	4,425.71
Kg/hr (tot)	8,813.62	9,307.18	9,073.62	36,379.24	35,365.98
p Kg/m ³	1.26	1.26	1.27	1,168.39	1,168.39
T °C	35.00	35.00	41.00	221.00	93.30
P Kg/cm ²	2.30	2.30	2.30	2.4	2.31
m ³ /hr				31.14	30.27
LPM				518.94	504.48
M ³ ND	119,913.20	126,628.30	104,554.87		

	11	12	13	14	15
Hidrógeno			2.45		
Oxígeno			462.10		
COx			85.85		
Acetileno					
Etileno			619.56		
Metano			7.85		
Etano			23.06		
HCl	34.22	29.76			
Cloro					
Cloruro de Metilo			9.81		
Cloruro de Vinilo			30.41		
Butadieno					
Cloruro de Etilo			12.26		
Benceno					
Dicloroetileno			11.77		
Cloropreno					
1,2 Dicloroetano	45.13	39.24	1,419.64	15.70	
Tricloroetileno			0.98		
1,1,2 Tricloroetano	0.56	0.49	26.49	0.20	
Percloroetileno	0.56	0.49		0.20	
Comp. Clorados	16.87	14.67		4.12	
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-Carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio	7.34	6.38		2.55	
Hidróxido de Sodio				6.38	6.38
Agua	6,165.93	5,361.68		1,759.40	6.38
Kg/hr (tot)	6,270.61	5,452.71	2,712.23	1,788.55	12.76
ρ Kg/m ³	1,001.68	1,001.68	683.27	1,001.12	1,262.45
T °C	82.20	46.00	7.20	30.00	24.00
P Kg/cm ²	2.30	2.30	2.24	2.30	2.20
m ³ /hr	6.26	5.44	3.97	1.79	0.01
LPM	104.33	90.72	66.16	29.78	0.17
M ³ ND					

	16	17	18	19	20
Hidrógeno				2.45	
Oxígeno				462.10	
COx				85.85	
Acetileno					
Etileno				619.56	
Metano				7.85	
Etano				23.08	
HCl					
Cloro					
Cloruro de Metilo				0.98	8.93
Cloruro de Vinilo				2.94	27.47
Butadieno					
Cloruro de Etilo				0.49	11.77
Benceno					
Dicloroetileno			47.11		11.77
Cloropreno					
1,2 Dicloroetano	54.94	39.24	28,060.76	35.32	1,482.43
Tricloroetileno			25.51		0.98
1,1,2 Tricloroetano	0.69	0.49	26.49		26.49
Percloroetileno	0.69	0.49	11.28		
Comp. Clorados	14.42	10.30			
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-Carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio	8.93	6.38			
Hidróxido de Sodio					
Agua	6,135.57	4,382.55	55.92		
Kg/hr (tot)	6,215.24	4,439.45	28,227.08	1,240.60	1,569.74
ρ Kg/m ³	1,000.06	1,000.06	1,254.02	39.27	1,228.06
T °C	40.00	40.00	90.50	32.00	12.60
P Kg/cm ²	2.30	2.30	2.24	2.10	2.40
m ³ /hr	6.21	4.44	22.51		1.28
LPM	103.58	73.99	375.15		21.30
M ³ ND				592.34	

	21	22	23	24	25
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl					
Cloro					
Cloruro de Metilo		8.83			
Cloruro de Vinilo		27.47			103.51
Butadieno					
Cloruro de Etilo		11.77			
Benceno					65.24
Dicloroetileno			11.77	58.87	89.28
Cloropreno					58.86
1,2 Dicloroetano	98.11		1,384.32	29,445.08	40,166.47
Tricloroetileno			0.98	26.49	29.43
1,1,2 Tricloroetano			26.49	52.98	5.39
Percloroetileno				11.28	0.49
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-Carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua				55.92	
Kg/hr (tot)	98.11	48.07	1,423.58	29,650.62	40,518.67
ρ Kg/m ³	1,256.77	521.44	1,249.95	1,253.83	1,250.85
T °C	120.00	30.00	46.11	48.00	54.00
P Kg/cm ²	3.00	0.57	3.80	3.80	3.50
m ³ /hr	0.08	0.09	1.14	23.65	32.40
LPM	1.30	1.54	18.98	394.13	539.97
MPND					

	26	27	28	29	30
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno	176.60	176.60			
Metano	5.40	5.40			
Etano	19.13	19.13			
HCl	58.87	58.87			
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo					
Butadieno					
Cloruro de Etilo					
Benceno	49.05		49.05	49.05	
Dicloroetileno				58.87	
Cloropreno	4.90		4.90	4.90	
1,2 Dicloroetano	71,692.47		71,692.47	101,137.55	7.34
Tricloroetileno	2.94		2.94	29.43	
1,1,2 Tricloroetano	307.08		307.08	360.06	
Percloroetileno	140.79		140.79	152.07	
Comp. Clorados					
Pentacloroetano	40.72		40.72	40.72	
Comp. Alto P.E.	143.73		143.73	143.73	
Alquitrán-carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua	145.20		145.20	201.12	231.29
Kg/hr (tot)	72,786.88	260.00	72,526.88	102,177.50	238.63
ρ Kg/m ³	1,247.54	1.34	1,252.01	1,252.54	1,007.80
T °C	60.00	46.00	46.00	47.00	76.60
P Kg/cm ²	2.38	2.30	3.80	3.80	1.1
m ³ /hr	58.34		57.93	81.58	0.24
LPM	972.41		965.47	1,359.60	3.95
M ³ ND		2,530.82			

	31	32	33	34	35
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl					
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo					
Butadieno					
Cloruro de Etilo					
Benceno		58.41	49.05		
Dicloroetileno		67.70	58.87	67.70	58.87
Cloropreno		5.63	4.90	4.51	3.92
1,2 Dicloroetano	6.38	116,300.8	101,131.17	282.08	245.27
Tricloroetileno		33.84	29.43		
1,1,2 Tricloroetano		414.07	360.06		
Percloroetileno		174.88	152.07		
Comp. Clorados					
Pentacloroetano		46.83	40.72		
Comp. Alto P.E.		165.29	143.73		
Alquitrán-carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua	201.12				
Kg/hr (tot)	207.50	117,265.5	101,970.00	354.27	308.08
ρ Kg/m ³	1,007.80	1,253.04	1,253.04	1,156.00	1,156.00
T °C	50.00	80.00	80.00	71.00	63.00
P Kg/cm ²	2.00	1.80	2.40	1.10	3.50
m ³ /hr	0.21	93.58	81.38	0.31	0.27
LPM	3.43	1,559.75	1,356.30	5.11	4.44
M ³ ND					

	36	37	38	39	40
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl					
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo					
Butadieno					
Cloruro de Etilo					
Benceno	56.41	49.05	56.41		49.05
Dicloroetileno					
Cloropreno	1.13	0.98	1.13		0.98
1,2 Dicloroetano	116,018.79	100,885.90	115,835.79	159.13	100,726.77
Tricloroetileno	33.84	29.43	33.84		29.43
1,1,2 Tricloroetano	414.07	360.06	14.10	347.80	12.26
Percloroetileno	174.88	152.07		152.07	
Comp. Clorados					
Pentacloroetano	46.83	40.72		40.72	
Comp. Alto P.E.	165.29	143.73		143.73	
Alquitrán-carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	116,911.24	101,661.94	115,941.27	843.45	100,818.49
ρ Kg/m ³	1,253.79	1,253.80	1,256.66	912.18	1,256.66
T °C	80.00	85.00	85.00	38.00	46.00
P Kg/cm ²	2.00	2.30	1.20	2.20	3.80
m ³ /hr	93.25	81.08	92.26	0.92	80.23
LPM	1,554.10	1,351.38	1,537.69	15.41	1,337.12
M ³ ND					

	41	42	43	44	45
Hidrógeno		5.40	5.40	5.40	6.21
Oxígeno					
COx					
Acetileno		15.70	15.70	15.70	18.06
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl		22,206.08	22,228.15	22,206.08	25,536.99
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo		37,986.98	43,684.69		
Butadieno		0.29	0.43	0.14	0.16
Cloruro de Etilo					
Benceno	49.05	65.24	65.24		
Dicloroetileno		30.90	30.90		
Cloropreno	0.98	54.94	54.94		
1,2 Dicloroetano	100,726.77	39,960.94	39,960.94		
Tricloroetileno	29.43	29.43	29.43		
1,1,2 Tricloroetano	12.26	148.15	148.15		
Percloroetileno		56.41	56.11		
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.		107.92	107.92		
Alquitrán-carbón		150.11	150.11		
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	100,818.49	100,818.49	106,538.41	22,227.32	25,561.42
p Kg/m³	1,256.66	847.58	1,097.33	1,197.86	1,197.86
T °C	204.40	499.00	46.00	35.00	10.00
P Kg/cm²	25.85	26.70	6.50	2.30	12.00
m³/hr	80.23	118.95	97.09	18.56	21.34
LPM	1,337.12	1,982.48	1,618.15	309.26	355.65
M³ND					

	46	47	48	49	50
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl	25.38	22.07	25.38	22.07	
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo	50,237.39	43,684.69	50,118.36	43,581.18	119.04
Butadieno	0.33	0.29	0.33	0.29	
Cloruro de Etilo					
Benceno	75.03	65.24			75.02
Dicloroetileno	35.53	30.80			35.53
Cloropreno	63.18	54.94			63.18
1,2 Dicloroetano	45,955.08	39,960.94			45,955.08
Tricloroetileno	33.84	29.43			33.84
1,1,2 Tricloroetano	170.37	148.15			170.37
Percloroetileno	64.87	56.41			64.87
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.	124.11	107.92			124.11
Alquitrán-carbón	172.63	150.11			172.63
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	96,957.74	84,311.09	50,144.07	43,603.54	46,813.67
p Kg/m ³	1,074.18	1,074.18	910.66	910.66	1,248.41
T °C	76.60	76.60	46.00	32.00	130.00
P Kg/cm ²	5.80	7.20	5.00	6.80	5.00
m ³ /hr	90.26	78.49	55.06	47.88	37.50
LPM	1,504.37	1,308.15	917.72	798.02	624.98
M ³ ND					

	51	52	53	54	55
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl					
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo	103.51	119.04			103.51
Butadieno					
Cloruro de Etilo					
Benceno	65.24	75.02			65.24
Dicloroetileno	30.90	34.97	0.56	0.49	30.41
Cloropreno	54.94	63.18			54.94
1,2 Dicloroetano	39,960.94	45,909.38	45.70	39.74	39,921.20
Tricloroetileno	29.43	33.84			29.43
1,1,2 Tricloroetano	148.15	6.19	164.17	142.76	5.39
Percloroetileno	58.41	0.56	64.31	55.92	0.49
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.	107.92		124.11	107.94	
Alquitrán-carbón	150.11		172.63	150.11	
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	40,707.55	46,242.18	571.48	496.94	40,210.61
p Kg/m ³	1,248.41	1,252.80	878.92	878.92	1,252.80
T °C	130.00	110.00	115.00	50.00	48.00
P Kg/cm ²	3.17	1.00	2.30	2.30	3.50
m ² /hr	32.61	36.91	0.65	0.57	32.10
LPM	543.46	615.18	10.84	9.42	534.94
M ³ ND					

	56	57	58	59	60
Hidrógeno					
Oxígeno					
COx					
Acetileno					
Etileno					
Metano					
Etano					
HCl	25.38	22.07	22.07		
Cloro					
Cloruro de Metilo					
Cloruro de Vinilo	2,256.51	1,962.18	5,697.71	47,861.85	41,619.00
Butadieno			0.14	0.33	0.29
Cloruro de Etilo					
Benceno					
Dicloroetileno					
Cloropreno					
1,2 Dicloroetano					
Tricloroetileno					
1,1,2 Tricloroetano					
Percloroetileno					
Comp. Clorados					
Pentacloroetano					
Comp. Alto P.E.					
Alquitrán-carbón					
Cloruro Férrico					
Cloruro de Sodio					
Hidróxido de Sodio					
Agua					
Kg/hr (tot)	2,281.89	1,984.25	5,719.92	47,862.18	41,619.29
ρ Kg/m ³	912.72	912.72	911.61	910.51	910.51
T °C	46.00	38.00	46.00	46.00	46.00
P Kg/cm ²	3.20	4.00	4.00	3.20	4.20
m ³ /hr	2.50	2.17	6.27	52.57	45.71
LPM	41.66	36.23	104.56	876.11	761.83
MPND					

	61	62
Hidrógeno		
Oxígeno		
COx		
Acetileno		
Etileno		
Metano		
Etano		
HCl		
Cloro		
Cloruro de Metilo		
Cloruro de Vinilo	43,565.99	3,735.53
Butadieno	0.17	0.14
Cloruro de Etilo		
Benceno		4
Dicloroetileno		
Cloropreno		
1,2 Dicloroetano		
Tricloroetileno		
1,1,2 Tricloroetano		
Percloroetileno		
Comp. Clorados		
Pentacloroetano		
Comp. Alto P. E.		
Alquitrán-Carbón		
Cloruro Férrico		
Cloruro de Sodio		
Hidróxido de Sodio		
Agua		
Kg/hr (tot)	43,566.16	3,735.67
ρ Kg/m ³	910.51	910.50
T °C	46.00	90.00
P Kg/cm ²	4.80	4.80
m ³ /hr	47.85	4.10
LPM	797.47	68.38
M ³ ND		

Documento E

Lista de Equipo

DOCUMENTO E

LISTA DE EQUIPO

E.1 Área 100

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
DB-101	Columna de apagado	DI 3,353 mm 12,192 mm T-T
DB-102	Columna neutralizadora	DI 2,621 mm 9,144 mm T-T
DB-103	Columna absorbedora	DI 2,438 12,192 mm T-T
DB-104	Columna separadora DCE-H ₂ O	DI 1,000 mm 11,000 mm T-T
DC-101 AB	Reactor de oxícloración	DI 2,896 mm 7,620 mm T-T
EA-101	Enfriador del reactor de oxícloración	3,460,614 kcal/hr
EA-102	Enfriador fondo colm. apagado	63,759 kcal/hr
EA-103	Enfriador residuos colm. apagado	182,644 kcal/hr
EA-104	Condensador colm. neutralizadora	250,000 kcal/hr
EA-105	Enfriador colm. neutralizadora	199,352 kcal/hr
EA-106	Pre calentador colm. separadora	847,176 kcal/hr
EA-107	Enfriador alim. colm. absorbedora	282,102 kcal/hr
EA-108	Rehervidor colm. separadora	125,905 kcal/hr
EA-109	Condensador colm. separadora	327,600 kcal/hr
FA-101	Tanque colm. neutralizadora	DI 1,829 mm 4,420 mm T-T
FA-102	Tanque colm. separadora	DI 914 mm 2,438 mm T-T

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
FA-103	Tanque solución sosa	DI 916 mm 2,748 mm T-T
FB-101	Tanque DCE crudo	DI 3,810 mm 19,813 mm T-T
GA-101 A/R	Bomba colm. apagado	ΔP 5.9 Kg/cm ² l/min 104.33
GA-102 A/R	Bomba a tanque DCE crudo	ΔP 6.0 Kg/cm ² l/min 375.15
GA-103 A/R	Bomba fondos colm. neutralizadora	ΔP 7 Kg/cm ² l/min 103.58
GA-104 A/R	Bomba solución sosa	ΔP 2.9 Kg/cm ² l/min 0.17
GA-105 A/R	Bomba a colm. absorbadora	ΔP 3.17 Kg/cm ² l/min 21.30
GA-106 A/R	Bomba colm. separadora	ΔP 4 Kg/cm ² l/min 1.30
GA-107 A/R	Bomba a almacenamiento	ΔP 5.02 Kg/cm ² l/min 21.827
GA-108 A/R	Bomba a la sección 200	ΔP 5.02 Kg/cm ² l/min 394.13

E.2 Área 200

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
DB-201	Colm. Secadora	DI 4,000 mm 18,750 mm T-T
DB-202	Colm. eliminadora bpe	DI 4,267 mm 12,820 mm T-T
DB-203	Colm. eliminadora ape	DI 4,420 mm 15,500 mm T-T
DC 201 AC	Reactor de cloración	DI 4,267 mm 22,860 mm T-T
EA-201	Precalentador de cloro	365,224 kcal/hr
EA-202	Enfriador productos de cloración	325,230 kcal/hr
EA-203	Rehervidor colm.secadora	4,840,641 kcal/hr
EA-204	Condensador colm. secadora	6,203 kcal/hr
EA-205	Rehervidor colm. eliminadora bpe	217,582 Kcal/hr
EA-206	Condensador colm. eliminadora bpe	202,324 Kcal/hr
EA-207	Condensador colm. eliminadora ape	951,167 kcal/hr
EA-208	Rehervidor colm. eliminadora ape	7,325 kcal/hr
EA-209	Enfriador residuos colm.eliminadora ape	202,324 kcal/hr
EA-210	Enfriador tanque DCE puro	508,899 kcal/hr
FA-201	Tanque condensados colm.secadora	DI 1,067 mm 2,133 mm T-T
FA-202	Tanque a colm. eliminadora bpe	DI 2,137 mm 6,401 mm T-T
FA-203	Tanque condensados colm eliminadora bpe	DI 1,067 mm 2,133 mm T-T
FA-204	Tanque a colm. eliminadora ape	DI 2,134 mm 6,401 mm T-T
FA-205	Tanque condensados colm. eliminadora ape	DI 2,134 mm 6,401 mm T-T

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
FA-206	Tanque de productos del precalentador de cloración	DI 3,048 mm 10,388 mm T-T
FB-201 AF	Tanque almacenador de Cloro	DI 3,048 mm 10,388 mm T-T
FB-202	Tanque almacenador de DCE crudo	DI 4,724 mm 32,309 mm T-T
FB-203	Tanque almacenador de DCE puro	DI 2,438 mm 12,192 mm T-T
GA 201 A/R	Bomba alimentadora de cloro	ΔP 4.62 Kg/cm ² l/min 123.0
GA-202 A/R	Bomba a tanque DCE crudo	ΔP 5.02 Kg/cm ² l/min 965.47
GA 203 A/R	Bomba a colm. secadora	ΔP 5.00 Kg/cm ² l/min 1,359.6
GA-204 A/R	Bomba de residuos	ΔP 2.8 Kg/cm ² l/min 3,9445
GA-205 A/R	Bomba a colm. eliminadora bpe	ΔP 3.2 Kg/cm ² l/min 1,356.30
GA-206 A/R	Bomba a reactor de cloración	ΔP 4.62 Kg/cm ² l/min 5.106
GA-207 A/R	Bomba colm. eliminadora ape	ΔP 2.62 Kg/cm ² l/min 1,351.38
GA-208 A/R	Bomba a tanque DCE puro	ΔP 2 Kg/cm ² l/min 1,537.69
GA-209 A/R	Bomba a pirólisis	ΔP 5 Kg/cm ² l/min 1,337.12

E.3 Área 300

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
DB-301	Colm. eliminadora HCl	DI 3,350 mm 11,920 mm T-T
DB-302	Colm. separadora VCM-DCE	DI 2,740 mm 15,540 mm T-T
DB-303	Colm. purificadora DCE	DI 2,438 mm 13,720 mm T-T
DB-304	Colm. desgasificadora VCM	DI 1,067 mm 10,060 mm T-T
DB-305	Colm. purificadora VCM	DI 1,820 mm 13,270 mm T-T
DC-301 AB	Horno de Pirólisis	16,632,000 kcal/hr
EA-301 AB	Precaentador del horno de pirólisis	3,601,358 kcal/hr
EA-302 AB	Primer tren de condensación	3,717,691 kcal/hr
EA-303 AB	Segundo tren de condensación	5,287,498 kcal/hr
EA-304	Condensador colm. eliminadora HCl	205,627 kcal/hr
EA-305	Rehervidor colm eliminadora HCl	158,066 kcal/hr
EA-306	Condensador colm. separadora VCM-DCE	266,022 kcal/hr
EA-307	Rehervidor colm. separadora VCM-DCE	593,990 kcal/hr
EA-308	Condensador colm. purificadora DCE	378,134 kcal/hr
EA-309	Rehervidor colm. purificadora DCE	190,641 kcal/hr
EA-310	Enfriador desechos colm. purificadora DCE	8,941 kcal/hr
EA-311	Enfriador de DCE puro	202,213 kcal/hr
EA-312	Condensador colm. degasificadora	169,970 kcal/hr
EA-313	Rehervidor colm. degasificadora	235,873 kcal/hr
EA-314	Condensador colm. purificadora VCM	139,271 kcal/hr
EA-315	Rehervidor colm. purificadora VCM	393,237 Kcal/hr
EA-316	Enfriador de VCM puro	169,103 kcal/hr

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
FA-301	Tanque colm. eliminadora	DI 987 mm 2,960 mm T-T
FA-302	Tanque a colm separadora VCM-DCE	DI 914 mm 2,896 mm T-T
FA-303	Tanque de la colm separadora VCM-DCE	DI 1,829 mm 5,791 mm T-T
FA-304	Tanque a colm. purificadora	DI 1,829 mm 5,791 mm T-T
FA-305	Tanque de colm purificadora	DI 1,829 mm 5,791 mm T-T
FA-306	Tanque colm. desgasificadora	DI 914 mm 2,896 mm T-T
FA-307	Tanque a colm. purificadora VCM	DI 1,829 mm 5,791 mm T-T
FA-308	Tanque de la colm. purificadora VCM	DI 1,829 mm 5,792 mm T-T
FA-309	Tanque a colm. eliminadora HCl	DI 914 mm 2,286 mm T-T
FB-301	Tanque de almacenamiento HCl	DI 3,962 mm 53,797 mm T-T
FB-302	Tanque de almacenamiento DCE	DI 4,420 mm 24,689 mm T-T
FB-303 AE	Tanque de almacenamiento VCM	DI 3,363 mm 21,488 mm T-T
GA-301 A/R	Bomba a tanque HCl	ΔP 3.04 Kg/cm ² l/min 355.65
GA-302 A/R	Bomba a colm. separadora VCM-DCE	ΔP 3.04 Kg/cm ² l/min 355.65
GA-303 A/R	Bomba domos colm. separadora VCM-DCE	ΔP 9.5 Kg/cm ² l/min 1,308.15
GA-304 A/R	Bomba a colm. purificadora	ΔP 4.20 Kg/cm ² l/min 543.46
GA-305 A/R	Bomba domos colm. purificadora	ΔP 1.75 Kg/cm ² l/min 615.18
GA-306 A/R	Bomba a reactor de cloración	ΔP 4.6 Kg/cm ² l/min 534.94

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
GA-307 A/R	Bomba domos colm. desgasificadora	ΔP 5.6 Kg/cm ² l/min 41.66
GA-308 A/R	Bomba a colm. purificadora VCM	ΔP 5.59 Kg/cm ² l/min 761.83
GA-309 A/R	Bomba fondos colm. purificadora VCM	ΔP 7.00 Kg/cm ² l/min 68.38
GA-310 A/R	Bomba a tanque VCM	ΔP 7.6 Kg/cm ² l/min 797.47

Documento F

**Descripción
del
Proceso**

DOCUMENTO F

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

F.1 Descripción global del proceso

La función de esta planta es producir 300,000 toneladas de Cloruro de Vinilo, materia prima básica para la obtención del policloruro de vinilo (PVC), por medio del "proceso balanceado", a partir de etileno, cloro y oxígeno con la formación del 1,2 Dicloroetano como intermediario y ácido clorhídrico como subproducto.

El "proceso balanceado" o "proceso integrado" consiste a grandes rasgos en combinar la oxiclорación con la cloración directa empleando el HCl, subproducto de la pirólisis del dicloroetano, en donde se produce el Cloruro de Vinilo en condiciones severas de presión y temperatura.

Un diagrama simplificado y general del proceso, nos da una idea mas clara de este, y se da a continuación.

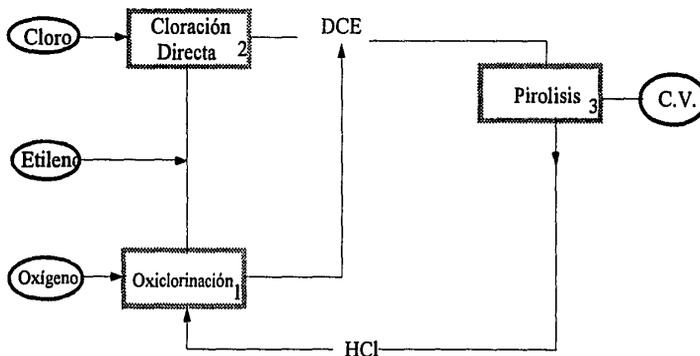


Figura No. 4 "Proceso balanceado para obtener VCM"

De acuerdo a las normas operativas de las plantas industriales para la producción de VCM, es necesario alimentar aproximadamente 3 toneladas de DCE a un horno de pirólisis para obtener una de VCM. Así pues resulta claro que deben buscarse y perfeccionarse métodos de producción de DCE que permitan manejar grandes volúmenes de reactivos y productos fácilmente.

F.2 Sección de Oxidación (área 100)

La función primordial de la sección de oxidación es producir 1,2 dicloroetano, mediante la reacción de etileno con ácido clorhídrico y oxígeno. El proceso de oxidación (área 100) aporta cerca del 50% de la cantidad de DCE que se destina a la producción de VCM.

La oxidación es un proceso industrial para la obtención de dicloroetano y requiere de alimentaciones de: etileno, ácido clorhídrico y oxígeno, las cuales se reciben, por una parte, de la planta de Etileno de Pemex, el HCl de la sección de pirólisis de DCE y purificación de VCM y el oxígeno proveniente fuera de L.B.

El ácido, etileno y oxígeno, reaccionan conforme los gases pasan a través de una cama catalítica fluidizada para formar DCE y agua.

Los gases que abandonan el reactor pasan por la columna de apagado, donde el ácido remanente se lava con agua recirculada. La acumulación neta de agua en el fondo de la columna de apagado se drena y se envía a límites de batería para su posterior tratamiento.

La fase orgánica se bombea hacia una columna neutralizadora, en la que tiene efecto un lavado cáustico. El DCE puro es separado en el tanque de la misma columna y pasa al tanque de DCE crudo, el dicloroetano que no tiene las especificaciones correspondientes es tratado en una columna absorbidora.

En la columna absorbidora el DCE se absorbe en una corriente descendente de solvente. Los gases del domo del absorbedor se descargan hacia un sistema de desfogue y de ahí a la atmósfera. La mezcla DCE-solvente, del fondo de la columna absorbidora se envía a un agotador, columna separadora de DCE-H₂O, donde el DCE se recupera por destilación en el domo y se retorna al decantador de DCE, y el solvente limpio se recupera por los fondos de la columna separadora DCE-H₂O para regresar al domo de la columna absorbidora.

El DCE crudo proveniente de la columna separadora de DCE-H₂O es mezclado con el que proviene de la columna neutralizadora y almacenado en el tanque de DCE crudo para pasar, posteriormente, a la sección de purificación de DCE (FB 202).

De una forma sencilla podemos dividir la unidad de oxidación en secciones, las cuales se describen a continuación:

- Alimentación de etileno: los vapores de etileno se introducen a la unidad de oxidación a 2.3 Kg/cm² m. Dentro de la unidad se precalienta en un intercambiador de calor con vapor de 3.5 Kg/cm². La temperatura de salida se regula automáticamente a 221°C mediante un controlador de temperatura. La presión de alimentación del etileno al reactor DC-101 AB se mantiene en 2.3 Kg/cm²; y se introduce al reactor a través de unos distribuidores internos.
- Alimentación de ácido clorhídrico: como ya se menciona anteriormente, el ácido se recibe de la unidad de pirólisis de DCE y purificación de VCM (área 300), del domo de la columna de eliminadora de HCl, a presión, y se controla para alimentarlo al reactor (a través del mismo distribuidor que el etileno), a una presión de 2.3 Kg/cm² y a una temperatura de 35°C.
- Alimentación de oxígeno: el oxígeno proviene de una planta de oxígeno, fuera de Límites de Batería a una presión de 18.50 Kg/cm². El oxígeno se inyecta por el fondo del reactor a aproximadamente a 15 grados centígrados.

El Reactor de Oxidación DC-101 (dos unidades); es un recipiente cilíndrico vertical de acero al carbón que contiene un catalizador fluidizado. Esta equipado con distribuidores de alimentación, un enfriador y ciclones. El oxígeno se introduce por el fondo del reactor a través de un plato perforado y con copas de distribución. La mezcla de etileno y ácido se introduce al reactor mediante una tubería de distribución de tal forma que choca directamente con las copas de oxígeno, asegurando un buen mezclado de los gases reaccionantes justo al inicio de la cama catalítica (no antes porque se daría lugar a la formación de mezclas explosivas).

Las alimentaciones combinadas fluyen hacia arriba a través del reactor y en presencia del catalizador fluidizado, reaccionan para producir DCE. Las reacciones de cloración y oxidación son fuertemente exotérmicas, liberando grandes cantidades de calor que deberá removerse con el fin de prevenir temperaturas excesivamente altas en el reactor. Con este fin dentro del reactor se encuentran localizados tubos verticales de enfriamiento. Los tubos están dispuestos en varios pasos paralelos con 12 tubos en cada paso. Por dentro de los tubos circula gran cantidad de condensado para remover el calor necesario.

Ciclones: la mezcla de gases abandona la fase densa del lecho fluidizado y fluye hacia un juego de 3 etapas ciclónicas donde se remueve el catalizador arrastrado. Debido a que la carga de catalizador arrastrado es mayor al principio, el ciclón primario es el más largo de los tres y opera a la velocidad más baja, que permite un grado relativamente alto de remoción de sólidos sin una excesiva atracción. Las 3 etapas ciclónicas incluyendo los interpasos y el vórtice colector de la primera etapa tienen un recubrimiento de cemento refractario con el fin de minimizar la erosión. Los gases calientes que abandonan el ciclón terciario se encuentran prácticamente libres de catalizador. La pequeña cantidad de catalizador remanente en los gases efluentes del reactor son partículas extremadamente finas, de forma irregular y que exhiben mal comportamiento fluidodinámico.

Columna de apagado DB-101; los gases calientes que abandonan el reactor se introducen por el fondo de la columna a 230 grados centígrados aproximadamente.

Columna neutralizadora DB-102: la sección inferior de la columna se encuentra empacada con anillos de porcelana. En esta sección los gases calientes se lavan a contracorriente con agua ácida que fluye de la parte alta de la columna. Los gases calientes se enfrían por evaporación de una pequeña cantidad de agua de lavado. Los gases que salen de la sección empacada de la Columna fluyen hacia la parte superior donde las trazas de HCl se remueven de los gases mediante agua, que se alimenta al plato del domo. La corriente de fondos de la columna se envía, a control de nivel; a la unidad de tratamiento de efluentes

F.3 Sección de Cloración Directa y Purificación de DCE (área 200)

La función de la sección de Cloración Directa y purificación de dicloroetano, es producir, nuevamente 1,2 dicloroetano, mediante la reacción química del etileno con el cloro, así mismo de poner, al 1,2 dicloroetano dentro de las especificaciones para poder ser pirrolisado y obtener así el Cloruro de Vinilo. Es importante que el intermedio (1,2 dicloroetano); este limpio, seco y libre de sólidos.

El etileno, proveniente de L.B. se alimenta al reactor de Cloración Directa DC-201, a una presión de 2.3 Kg/cm² y a una temperatura de 85°C, para asegurar la alimentación en fase gaseosa.

El cloro proveniente de L.B. se precalienta y alimenta al reactor a 2.2 Kg/cm² y a una temperatura de 85°C, para asegurar la alimentación en fase gaseosa.

El reactor de la cloración directa es un reactor de burbujeo al cual se le alimentan cloro y etileno, y está lleno de dicloroetano, que le sirve como catalizador y soporte a la vez, este reactor emplea como catalizador cloruro férrico, y necesita para su buen funcionamiento la inyección de pequeñas cantidades de oxígeno, que impide la corrosión del acero al carbón con el cual está construido el reactor.

La reacción tiene lugar en el Reactor de cloración directa DC-201 AC, en donde se alimenta por una parte Cloro proveniente del Tanque almacenador de cloro FA-201 AF, y por la otra, etileno con un flujo de 14,917 Kg/hr. Tanto el cloro como el etileno se alimentan a el reactor DC-201 AC a una temperatura de 85°C y una presión de 2.3 Kg/cm² para asegurar que la alimentación este en fase gaseosa.

El reactor DC-201 AC tiene por la parte inferior una alimentación de dicloroetano, que sirve para inundar el reactor, alimentada por medio de la Bomba de condensados de la columna de eliminación de compuestos de bajo punto de ebullición GA-201 A/R, la corriente principal tiene una temperatura de 60°C y 2.3 Kg/cm² de presión, condiciones a las cuales opera el reactor; y es llevada al Enfriador de productos de la cloración directa EA-201, saliendo con una temperatura de 46°C y separándose en dos corrientes, una que va hacia el reactor DC-101 AB y otra, rica en dicloroetano, que entra al Calentador de la alimentación de la columna de desgasificación de etileno EA-202. La corriente se pasa a una Columna desgasificadora de etileno DB-201 a una temperatura de 71°C; por los domos sales los gases inertes, metano, etano y restos de etileno; a una temperatura de 46°C y presión atmosférica, pasando previamente por el Enfriador de domo de desgasificación de etileno EA-203 para posteriormente recircularse tanto a la misma columna como a la alimentación principal de etileno hacia el reactor DC-201 AC. Una parte de los fondos, se recirculan a la columna, pasando por el Calentador del fondo de la columna de desgasificación de etileno EA-204, y otra parte se transporta por medio de la Bomba de fondos de la columna desgasificadora de etileno GA-202, al Tanque de almacenamiento de dicloroetano puro FB-201, previo paso por el Enfriador del tanque de almacenamiento de dicloroetano crudo EA-205 que lo baja la temperatura de 46°C, y posteriormente es llevado para ser bombeado hacia la sección de purificación de dicloroetano por medio de la Bomba alimentadora a la sección de purificación de dicloroetano GA-203

Esta sección tiene como objetivo principal purificar el dicloroetano proveniente de las secciones de cloración directa y oxiclорación, para alimentarlo a la sección de pirólisis limpio, seco y libre de sólidos.

Las corrientes de 1,2 dicloroetano que provienen de las secciones de oxiclорación y cloración directa, pasa a la Columna Secadora de dicloroetano DB-201 por medio de la Bomba de alimentación de la columna de secado GA-208 A/R. Por los domos salen los residuos a 77°C y presión atmosférica y son introducidos al Condensador de la columna de secado EA-201, posteriormente se hacen pasar a un Tanque de condensados de la columna separadora FA-201 separando tanto para recirculación hacia la columna, como para enviarse a tratamiento de residuos por medio de la Bomba de residuos GA-205 A/R.

La corriente principal sale del fondo de la columna DB-201 recirculándose una parte por el Rehervidor de la columna secadora EA-202, ingresando a la columna a 94°C; y la otra parte va hacia el Tanque de almacenamiento de la alimentación a la columna eliminadora de compuestos de bajo punto de ebullición FA-202 y son enviados posterior a esto a la Columna eliminadora de compuestos de bajo punto de ebullición DB-202 por medio de la Bomba de alimentación a la columna de eliminación de compuestos de bajo punto de ebullición GA-202 A/R.

El producto de domos de la columna DB-202, sale a 71°C y presión atmosférica para ingresar al condensador de la Columna eliminadora de compuestos de bajo punto de ebullición EA-203, la corriente entra a el Tanque de condensados de la columna eliminadora de compuestos de bajo punto de ebullición FA-203, y una parte se recircula hacia la columna DB-202 y la otra hacia el reactor DC-201 AC.

La corriente principal sale de los fondos de la columna DB-202, una parte de esta corriente, se recircula a la columna mediante el Rehervidor de la columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición EA-204 a una temperatura de 94°C; la otra parte se dirige hacia el Tanque de almacenamiento de la alimentación a la columna eliminadora de compuestos de bajo punto de ebullición EA-20, y ser enviado a la Columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición DB-203 AB por medio de la Bomba de alimentación a la columna de eliminación de compuestos de alto punto de ebullición GA-202 A/R.

Los fondos de la columna DB-203 AB son recirculados por el Rehervidor de la columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición EA-206 AB, así mismo otra parte se dispone a tratamiento pasando antes, por el Enfriador de residuo de la columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición EA-207. El producto principal sale por el domo de la columna DB-203 a una temperatura de 85°C y presión atmosférica, para posterior acceso

al Condensador de la columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición EA-205 AB y separación de corrientes en el Tanque de condensados de la columna eliminadora de compuestos de alto punto de ebullición FA-205 AB, de las cuales una corriente circula hacia la columna y otra se envía por medio de la Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento de dicloroetano puro GA-204 A/R pasando también por el Enfriador de la alimentación al tanque de almacenamiento de dicloroetano puro EA-208 y saliendo de esta a una temperatura de 46°C hacia el Tanque de almacenamiento de dicloroetano puro FB-201, después de este tanque se envía mediante la Bomba de alimentación a la sección de pirólisis GA-203 A/R, precisamente a la sección de pirólisis

F.4 Sección de Pirólisis y Purificación de VCM (área 300)

El objetivo de esta sección es producir Cloruro de Vinilo por medio de la descomposición térmica del 1,2 dicloroetano, así como purificar el cloruro de vinilo así obtenido.

El dicloroetano es suministrado limpio, libre de sólidos, y es alimentado al horno a una alta presión, 25 Kg/cm² y a temperatura de 205°C, con bombas de flujo constante. La relación de alimentación al horno es controlada con controladores de flujo. Es extremadamente importante que la alimentación se encuentre seca, con un contenido máximo de 10 ppm máximos de agua, con el objeto de prevenir la corrosión resultante de la combinación del ácido clorhídrico con el agua en el proceso.

El dicloroetano puro se hace pasar por el Calentador de la alimentación al horno de pirólisis EA-301, para entrar al Horno de pirólisis DC-301 AB, a una temperatura de 205°C y 25 Kg/cm² de presión en donde por la alta presión y temperatura se transforma en Cloruro de Vinilo.

La corriente principal sale a un costado del horno por la parte superior a una temperatura de 500°C y entra a un Primer tren de condensadores de productos del Horno de pirólisis EA-302 AB saliendo de este tren con una temperatura de 222°C y entrando a un Segundo tren de condensadores de productos del Horno de pirólisis

EA-303 AB, saliendo de estos a una temperatura de 36°C e introduciéndose junto con la corriente diecinueve, proveniente de la Columna desgasificadora de Cloruro de Vinilo DB-301. Por el domo se obtiene el ácido clorhídrico a una temperatura de -25°C y 12.95 Kg/cm² man., para llegar al Condensador de la columna eliminadora de ácido clorhídrico EA-304, separándose esta corriente por medio de el Tanque de condensados de la columna eliminadora de ácido clorhídrico FA-301, en una recirculación hacia la columna DB-301, y otra hacia la Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico GA-301 A/R, la cual nos lleva el ácido clorhídrico al Tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico FB-301, de este tanque se abastece la alimentación de ácido clorhídrico hacia el reactor de la sección de oxcloración DC-101 AB.

La corriente principal de la columna DB-301 se encuentra en los fondos y se recircula por medio del Rehervidor de fondo de la columna de eliminación de ácido clorhídrico EA-305 una parte, la otra continúa hacia el Tanque de alimentación a la columna separadora de cloruro de vinilo-dicloroetano FA-302 para introducirse a la Columna separadora de Cloruro de Vinilo-Dicloroetano DB-302

Los fondos se recirculan por medio de un Rehervidor de la columna separadora de cloruro de vinilo-dicloroetano EA-307 a una temperatura de 160°C y otra se sigue hacia el Tanque de alimentación a la Columna de purificación de dicloroetano FA-304, la corriente se envía a la Columna de purificación de dicloroetano DB-303, por medio de la Bomba de alimentación a la columna purificadora de dicloroetano GA-302. Los fondos que salen de la columna DB-303 se hacen recircular por medio del Rehervidor de la columna de purificación de dicloroetano EA-309, otra parte se dirige hacia el tratamiento de la corriente, antes se hace pasar por el Enfriador de desechos de la columna de purificación de dicloroetano EA-310.

Del domo de la columna DB-303 sale una corriente a 85°C y presión atmosférica entrando al Condensador de la columna purificadora de dicloroetano EA-308 y separándose las corrientes en el Tanque de condensados de la columna purificadora de dicloroetano FA-305 en una recirculación a la columna DB-303 y otra a un Tanque de almacenamiento de dicloroetano FB-302, pasando antes por una Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento de dicloroetano GA-308 y un Enfriador de producto de la columna de purificación de dicloroetano EA-311, saliendo a una temperatura de 46°C, el dicloroetano dispuesto se utiliza para la alimentación directa al reactor DC-201 AC por medio de la Bomba de alimentación al reactor de cloración GA-303.

La corriente principal sale del domo de la columna DB-302 a una temperatura de 46°C y 5.7 Kg/cm² pasando por el Condensador de la columna Separadora de Cloruro de Vinilo-Dicloroetano EA-306, separando las corrientes por medio del Tanque de condensados de la columna separadora de Cloruro de Vinilo-Dicloroetano FA-303, una a recirculación de la columna DB-302 y la otra parte de la corriente es enviada hacia la Columna desgasificadora de Cloruro de Vinilo DB-304 por medio de la Bomba de alimentación de la columna desgasificadora de cloruro de vinilo GA-307.

Por los domos de la columna DB-304 sale la corriente a 46°C y 8.8 Kg/cm² manométricos de presión, entrando la corriente al Condensador de la columna desgasificadora de cloruro de vinilo EA-312 y separándose la corriente por medio de el Tanque de condensados de la columna desgasificadora de cloruro de vinilo FA-306 en una recirculación hacia la columna DB-304 y la otra se dirige hacia DB-301.

La corriente rica en cloruro de vinilo se encuentra en los fondos de la columna DB-304, y se recirculan hacia dicha columna por medio del Rehervidor de la columna desgasificadora de cloruro de vinilo EA-313, y la otra parte se dirige al Tanque de alimentación de la Columna de purificación final de cloruro de vinilo FA-307, enviándose a la Columna de purificación final DB-305 por medio de la Bomba de alimentación de la columna de purificación final de Cloruro de Vinilo GA-304.

Los fondos de la columna DB-305, se recirculan por medio del Rehervidor de la columna de purificación final de cloruro de vinilo EA-318, la otra parte se dirige hacia el Tanque de almacenamiento de residuos de la columna de purificación final de Cloruro de Vinilo FA-309, para ser enviada finalmente hacia la columna DB-401 por medio de la Bomba de fondos de la columna de purificación final de cloruro de vinilo GA-305

La corriente principal sale por el domo de la columna DB-308 a una temperatura de 46°C y 5.7 Kg/cm², pasando por el Condensador de la columna de purificación final de cloruro de vinilo EA-314, separando las corrientes por medio del Tanque de condensado de la columna de purificación final de cloruro de vinilo FA-308, llenándose parte de la corriente a recirculación de la columna DB-305, y la otra será enviada por medio de la Bomba de alimentación al tanque de almacenamiento de cloruro de vinilo GA-306 pasando por el Enfriador de cloruro de vinilo puro EA-316 a una temperatura de 10°C para ser almacenado en el Tanque principal de almacenamiento de Cloruro de Vinilo FB-303 AE, para ser transportado posteriormente a los Centros de almacenamiento General de Cloruro de Vinilo

Documento G

Hojas de Datos

DOCUMENTO G HOJAS DE DATOS

**PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.**

Las hojas de datos que se presentan a continuación, son las correspondientes a las tres secciones en las que se clasifica el proceso.

G.1 Área 100. Sección de oxiclорación

G.2 Área 200. Sección de cloración directa y purificación de DCE

G.3 Área 300. Sección de pirólisis y purificación de VCM

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio 1993				
CLAVE	DB - 101	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Columna de Apagado	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

**COLUMNAS EMPACADAS
HOJA DE DATOS**

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	3,353
ALTURA TOTAL (mm)	12,192
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	93.3
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	2.61
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	107.19
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	2.61
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO(S/N):	No
UNIDADES DE CONTACTO (S/N):	No
REQUIERE EMPAQUE (S/N):	SI

PLATOS

No.	Tipo	No. pasos	Espaciamento (mm)
4	válvula	1	1,524

EMPAQUES

Anillos Rashing de 254 mm de diámetro nominal

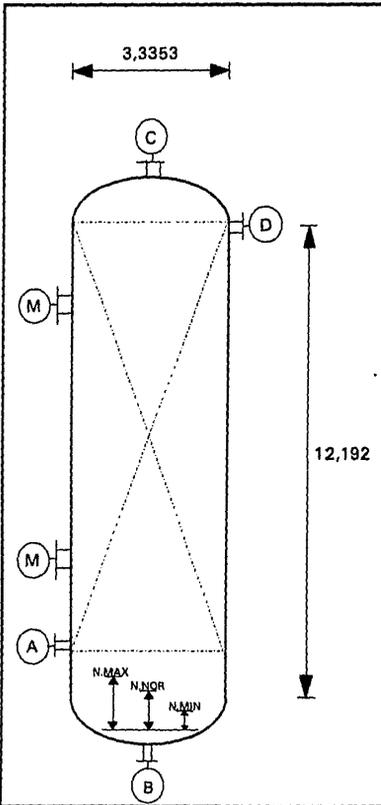
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51	Entrada de líquido
B	1	51	Salida de líquido
C	1	76	Salida de gas
D	1	38	Entrada de gas
M	2	457	Registro de hombre

NOTAS

1.- Acero al carbón

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DB - 102	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Columna neutralizadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

COLUMNAS EMPACADAS
HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	2,621
ALTURA TOTAL (mm):	9,144
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	7.2
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	2.24
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	8.28
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	5.57
MATERIAL DEL CASCARÓN:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO(S/N):	No
UNIDADES DE CONTACTO (S/N):	Si
REQUIERE EMPAQUE (S/N):	Si

PLATOS

No.	Tipo	No. pasos	Espaciamento
*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****

EMPAQUES

Anillos Rashing de 254 mm de diámetro nominal	
---	--

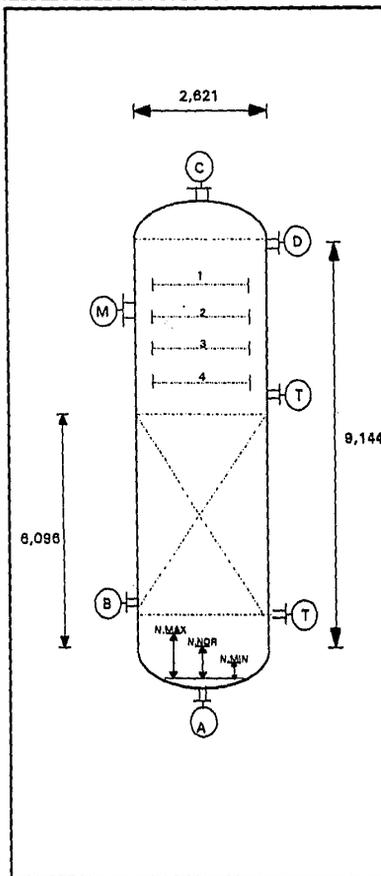
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51	Entrada de líquido
B	1	51	Salida de líquido
C	1	76	Salida de gas
D	1	38	Entrada de gas
M	2	457	Registro de hombre
T	2	51	Control de temp

NOTAS

1.- Una sola unidad
2.- Acero al carbón

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DB - 103	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Columna absorbedora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

COLUMNAS EMPACADAS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	2,438
ALTURA TOTAL (mm):	12,192
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	12.80
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm²):	2.10
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	14.72
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm²):	5.1
MATERIAL DEL CASCARÓN:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO(S/N):	No
UNIDADES DE CONTACTO (S/N):	No
REQUIERE EMPAQUE (S/N):	Si

PLATOS

No.	Tipo	No. pasos	Espaciamiento

EMPAQUES

Anillos Rashing de 254 mm de diámetro nominal

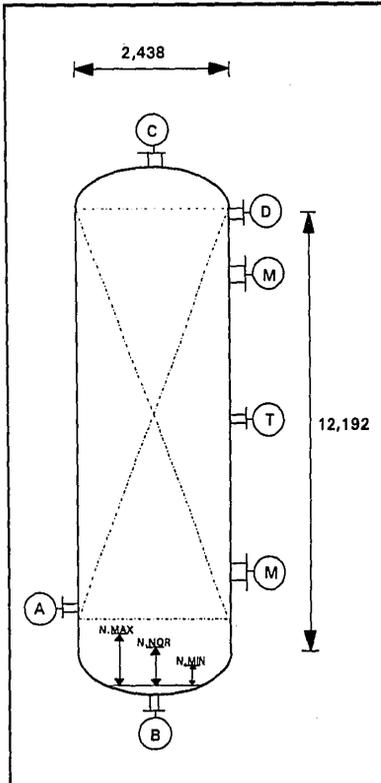
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51	Entrada de líquido
B	1	51	Salida de líquido
C	1	76	Salida de gas
D	1	38	Entrada de gas
M	2	457	Registro de hombre
T	1	51	Control de temp.

NOTAS

1) AC = acero al carbón

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993
CLAVE	DB - 104	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Separadora DCE-H20	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	1,000
ALTURA TOTAL (mm):	11,000
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	46
INFERIOR	120
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	1.5
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	52.9
INFERIOR	138
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	2.0
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	1	450 mm
2	Perforado	1	450 mm
17	Perforado	1	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

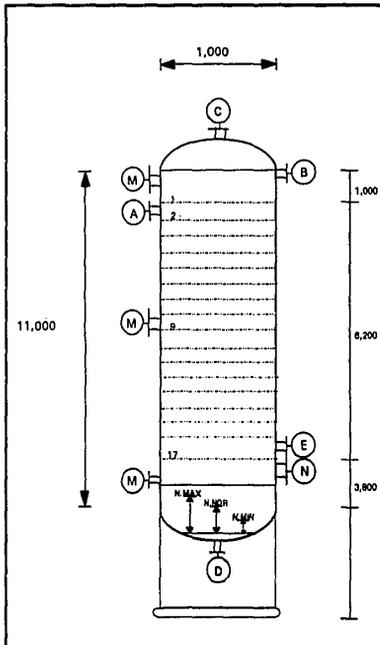
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehevridor
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

- 1) Una sola unidad
- 2) No de platos 17
- 3) Plato de alimentación: 2

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	17		
Platos críticos de la sección	1, 2, 9, 17		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	1.2267	1.2567
	Flujo Kg/hr	1,080.6	
	m ³ /h a P,T	0.88	
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	605	112.82
	LPM a P,T		1.3
	Viscosidad CP	0.27	0.28
	Tensión superficial d/cm	21.0362	35.0678
	Temperatura °C	97.44	120
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	1.32	1.37
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
	Tipo de Plato	Perforado	Perforado
	Diámetro (mm)	1,000	1,000
	Espaciamento entre Platos (mm)	450	450
	Número de pasos	1	1
	Área activa (m ²)	0.3121	0.3121
	Área de bajantes (m ²)	0.0390	0.0390
	Tipo de unidades de contacto	Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
	Factor de espuma	0.95	0.95
	% de inundación max/nor/min	75	75
	Caída de presión por plato mmHg	6.65	6.9

NOTAS DE LOS PLATOS

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	DC-101 AB	Hecho por:	EKSN	Aprobado por			
SERVICIO	Reactor de Oxidación	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

REACTOR DE OXICLORACIÓN

HOJA DE DATOS

TIPO DE REACTOR	Lecho Catalítico Fluidizado
TIEMPO DE RESIDENCIA	2.4 min
CONVERSIÓN	94.1 %

DATOS DE DISEÑO

		SHELL	TUBOS
PRESIÓN DE OPERACIÓN	Kg/cm ²	2.40	2.4
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	221.1	100-221.11
PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ²	3.10	4.23
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	343.00	343.00
TOLERANCIA A LA CORROSIÓN		0.60	0.30

CONEXIONES

BRIDA STANDARD	Conforme a la ASA		
APRECIACIÓN DE PRESIÓN	SHELL	20.40	TUBOS 10.20
REVESTIMIENTO TÍPICO	RF		
MARCA	TAMAÑO		SERVICIO
A	365.6 mm		Salida del gas effluente
B	203.2 mm		Entrada de gas
C (-1)	152.4 mm		Alimentación de catalizador
D	203.2 mm		Retorno de catalizador
E	152.4 mm		Salida de vapor
F (1-4)	50.8 mm		Entrada BFW
M (1-2)	609.6 mm		Manholes
N (1-4)	50.8 mm		Entrada de Vapor
L (1-2)	50.8 mm		Control de nivel
G (3-5)	38.1 mm		Control nivel catalizador
G (1-4)	25.4 mm		Vidrio de caución (mirilla)
J (1-3)	50.8 mm		Purga
H	152.4 mm		Espacio de Choque
P	25.4 mm		Medidor de presión
T (1-3)	76.2 mm		Medidor de temperatura
T (-3)	38.1 mm		Medidor de temperatura
R (1-2)	508.0 mm		Disco de ruptura

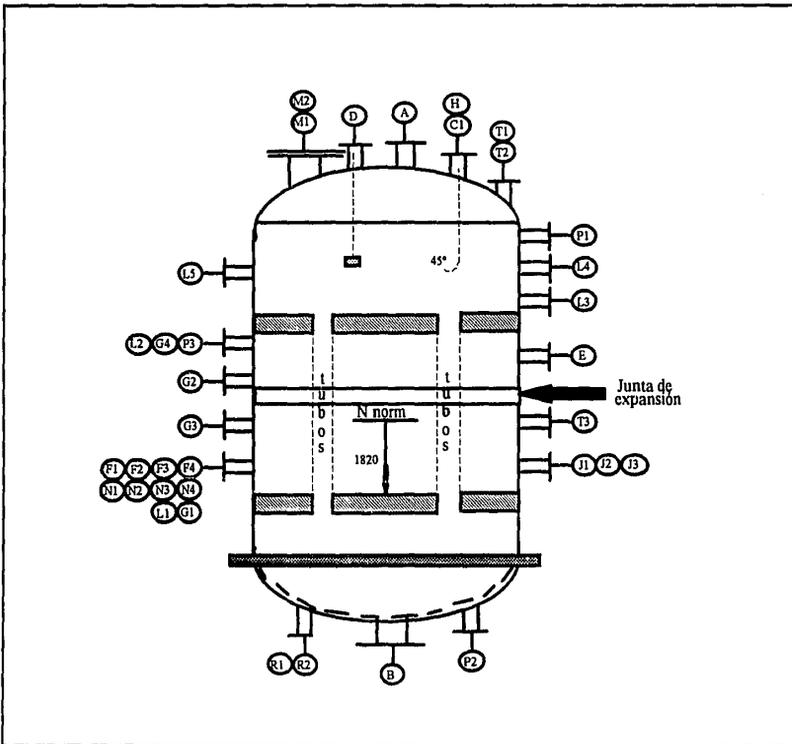
MATERIAL

Acero al carbón
Aleación 200 y 201
Número ASTM 161 - 163
VDM-Nickel 200

DETALLES ESPECIALES

TIPO DE REACTOR	Lecho catalítico fluidizado
POSICIÓN	Vertical
TIPO DE SOPORTE	Lugs (asa o saliente)
AISLAMIENTO	Si se requiere, tipo HC
TIPO CATALIZADOR	Cloruro de cobre soportado en gama alumina
DENSIDAD DEL CATALIZADOR	900 kilogramos por metro cúbico
DP A TRAVÉS DEL LECHO	0.92 kilogramos por centímetro cuadrado

DIBUJO



NOTAS

- 1) DOS UNIDADES IGUALES
- 2) CONTROLAR CARGA ÁCIDO/ETILENO EN 1.92 MOLAR
- 3) NO SE REQUIERE DISEÑO A VACÍO

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993
CLAVE	EA - 101	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Enfría. reac. oxícloración	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	9.5
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

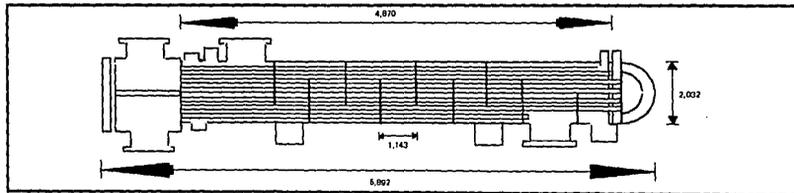
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Vapor		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	104,370		288,000	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.0016	0.0016	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.267	0.267	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.461	0.461	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.151	0.0151	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	210	139	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	3.5	3.5	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.124	Perm: 0.07	Calc: 0.017
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	3,460,614		MTD (Corr C): 136.27	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	48	SUCIO	47.6

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	4.025		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	210		50	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	114.3 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 162	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		99.06	25	4.87	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 99.006	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			567

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 102	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Enfría, fond. col apagado	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	3.25
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

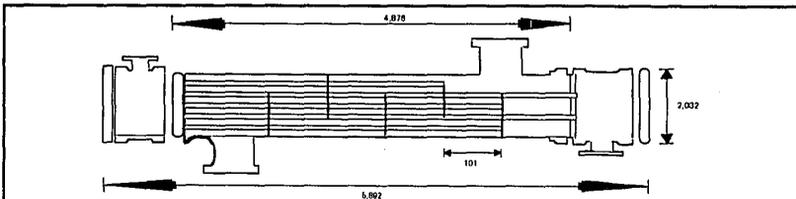
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Agua de proceso		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	6,270.61		5,306	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.0021	1.0021	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.5715	0.5715	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.98	0.98	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.38873	0.3873	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	93	82	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAIDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.46	Perm: 0.7	Calc: 0.05
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0001		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	63,759		MTD (Corr C):	52.27
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	477.1	SUCIO	370.9

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.6		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	95		50	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	10.16 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 27	D.E. (m)	0.254	BWG:	LONG. (m) ARREGLO 4.87 Δ 3.17
ENVOLVENTE	Di. (m) 0.2032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			143

DIBUJO



NOTAS

Acolaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 103	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Enfría. residuos col apag	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	19.98
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

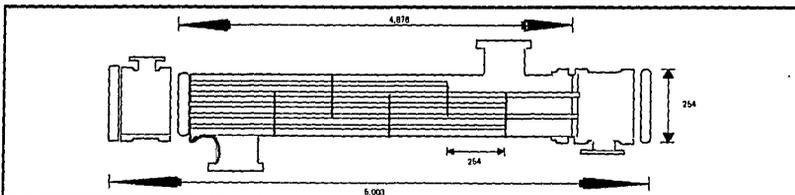
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Agua		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	5,452.71		11,400	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.001	1.001	0.999	0.999
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.5573	0.5573	0.5438	0.5438
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.983	0.983	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.38	0.38	0.7121	0.7121
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	82.20	46	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.011	Perm: 0.7	Calc: 0.08
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	182,844		MTD (Corr C):	24.88
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	470	SUCIO	366.7

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	90		55	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	24.4 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 73	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.87	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.254	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			575

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 104	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Cond Colm neutralizadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	12
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

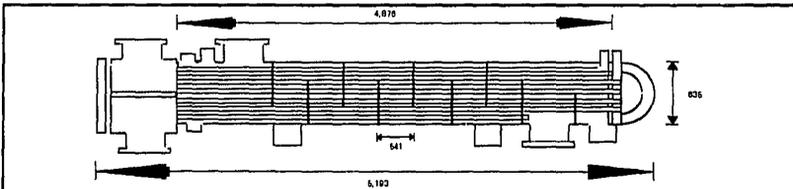
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		Dicloroetano-etileno		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	2,712.23		3,200	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.7752	0.7752	0.999	0.999
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.1238	0.1238	0.5095	0.5095
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.521	0.521	0.996	0.996
VISCOSIDAD	CP	0.807	0.087	1.3153	0.3152
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	21.15	7.2	0	5
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.24	2.24	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.16	Perm: 0.7	Calc: 0.045
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0001		0.0003	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	250,000		MTD (Corr C): 7.232	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO 248		SUCIO 222.5	

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.57		2.3	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	25		10	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	54.1 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 232	D.E. (mm)	0.01905	BWG:	16
				LONG. (m)	4.27
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.6350	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)		2,800	2.54 Δ

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 105	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Enfria. colm neutralizadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	16.82
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

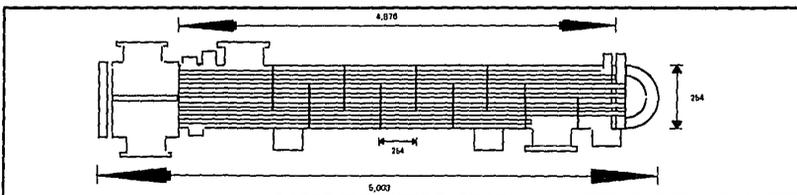
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		Agua		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	6,215.24		3,447	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.00	1.00	0.9819	0.9819
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.5415	0.5415	0.5735	0.5735
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.999	0.999	1.007	1.007
VISCOSIDAD	CP	0.75	0.75	.04247	0.4247
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	90.5	40	25	46
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.5	2.5	2.3	2.3
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.43	Perm: 0.7	Calc: 0.07
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	199,352		MTD (Corr C): 27,055	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	590.7	SUCIO	436.1

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		.264	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	50		95	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	25.4 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 66	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.1905	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.254	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 516			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 106	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Preca. colm separación	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	65
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

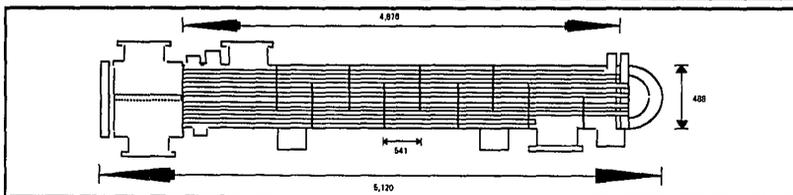
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		1,2 dicloroetano		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	1,569.72		1,460	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.7873	0.7873	0.0016	0.0016
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ^{°c}	0.1235	0.1235	0.0267	0.0237
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.465	0.465	0.461	0.461
VISCOSIDAD	CP	0.907	0.907	0.0151	0.0151
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	12.80	12.80	140	38
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.4	2.4	1.27	1.27
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.001	Perm: 0.7	Calc: 0.16
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0004	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	847,176		MTD (Corr C):	.39,33
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	457.6	SUCIO	334.9

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		1.46	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	60		100	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	54.1 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 162	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.254	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.4889	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 1,623			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 107	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Enfria. alim Colm absorbe	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	7
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

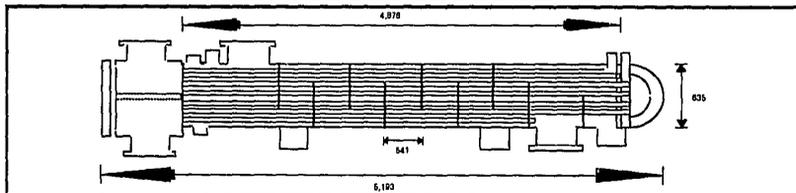
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		1,2 Dicloroetano		Etilenglicol	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	98.11		66	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.25	1.25		
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² °C	0.1237	0.1237		
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.488	0.488		
VISCOSIDAD	CP	0.28	0.28		
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	29	7.2	5	15
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.017	Perm: 0.7	Calc: 0.039
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0001		0.0003	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	282,102		MTD (Corr C): 16.611	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² °C	LIMPIO	252.1	SUCIO	219

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	210		50	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	54.10 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 162	D.E. (mm)	0.1905	BWG:	16
				LONG. (m)	4.27
ENVOLVENTE	Di. (mm) 0.6350	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 2,229			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

FALTA PAGINA

No. 146 a la 147

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FA - 101	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Tanque Col neutralizadora	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

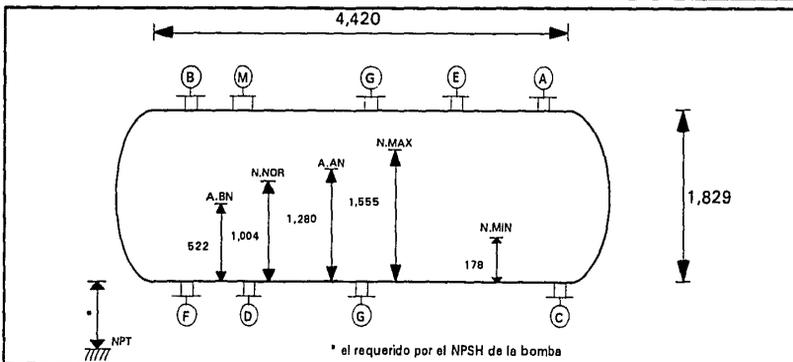
GENERALES

No. DE UNIDADES	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	375.15		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (*c):	90.5	TEMP. DE DISEÑO (*c):	104.07		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	2.24	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	2.57		
LONGITUD T-T (mm):	4,420	DIÁMETRO (mm):	1,829		
CAPACIDAD TOTAL (lit):	11,612	NIVEL NORMAL (mm):	1,004		
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	178		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,280	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	522		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)	3	TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio		1993		
CLAVE	FA - 102	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Tanque col separadora	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

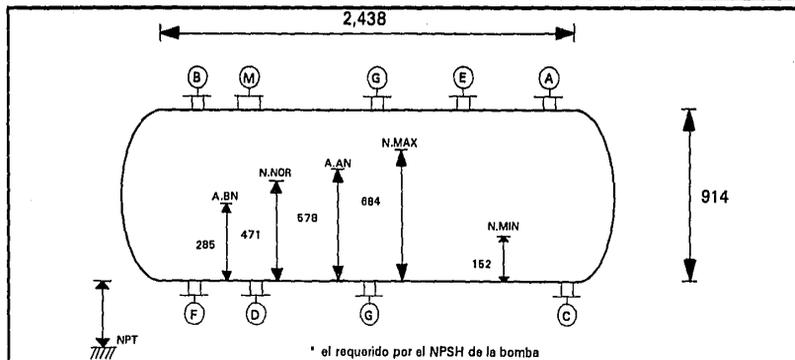
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	22,627		
DENSIDAD g/cm ³ :	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	46	TEMP. DE DISEÑO (°c):	52.9		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	0.3	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	2,438	DIÁMETRO (mm):	914		
CAPACIDAD TOTAL (lt):	1,599	NIVEL NORMAL (mm)	471		
NIVEL MÁXIMO (mm):	884	NIVEL MÍNIMO (mm):	152		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	578	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	285		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
ASLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	78 mm	Alimentación
C	1	78 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993
CLAVE	FA - 103	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Tanque solución sosa	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISENO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

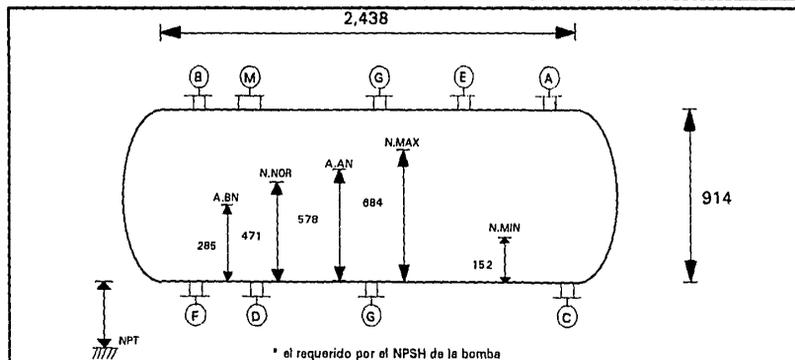
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:		FLUJO (lpm)	
DENSIDAD (g/cm ³):		PRESIÓN ATMOSFÉRICA (Kg/cm ²):	
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):		TEMP. DE DISEÑO (°c):	
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):		PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	
LONGITUD T-T (mm):		DIÁMETRO (mm):	
CAPACIDAD TOTAL (lt):		NIVEL NORMAL (mm)	
NIVEL MÁXIMO (mm):		NIVEL MÍNIMO (mm):	
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):		ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3 CABEZAS: 3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FB - 101	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Tanque DCE crudo	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

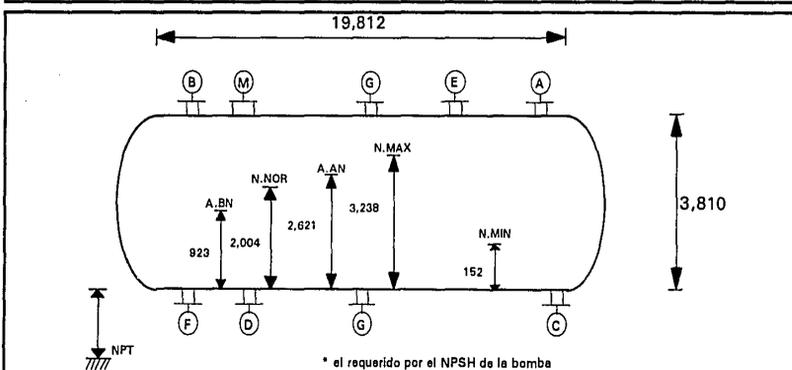
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	394.13
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	48	TEMP. DE DISEÑO (°c):	55.2
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	4.37
LONGITUD T-T (mm):	19,812	DIÁMETRO (mm):	3,810
CAPACIDAD TOTAL (lt):	225,874	NIVEL NORMAL (mm)	2,004
NIVEL MÁXIMO (mm):	3,238	NIVEL MÍNIMO (mm):	152
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	2,621	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	923
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARÓN:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARÓN:	3
		CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECURBIAMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	GA-101 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba Colm apagado	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		Agua, 1,2 dicloroetano y HCl
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Si, ligeramente
COMPUESTOS CORROSIVOS		HCl
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	6.26
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	1,001.68
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	82.2
		0.38
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1001.68
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.4
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	100.168
LPM	LPM	104.33
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	5.0
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	95
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.64
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5.9
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	19.5
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	2

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993
CLAVE	GA-102 A/R	Hecho por:	D.M. Aprobado por	
SERVICIO	Bomba a tanque DCE crud	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE- Agua
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	no corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	22.51
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	1,254.02
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	90.5
		0.44
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.24
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,254.02
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,254.02
LPM	LPM	22.51
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	5.2
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	105
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.57
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	6
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	8.5
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	1

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-103 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERVICIO	B fondos Colm neutraliza	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		Agua - Dicloroetano
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	6.21
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	90.5
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.75
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1000.06
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.9
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1000.06
LPM	LPM	103.58
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	6.1
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	105
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.64
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	7
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	19.5
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	2

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-104 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba solución sosa	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		Sosa - Agua
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		NaOH
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	0.01
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	24
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	50.5
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.6
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,262.45
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,262.45
LPM	LPM	0.17
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.53
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	30
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	1.9
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	2.9
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-105 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERVICIO	B a Colm absorbadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1,2 Dicloroetano - Cloruro de Vinilo
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Ligeramente corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	1.28
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	12.8
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.9
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,228.06
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.4
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,228.06
LPM	LPM	21.30
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.76
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	15
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.3
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	3.17
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	8.5
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	1

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-106 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba Colm separadora	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1,2 dicloroetano
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	no corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	0.08
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	120
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.28
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.77
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.77
LPM	LPM	1.30
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	3.5
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	138
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.64
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	4
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	
POTENCIA HIDRAULICA	HP	

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-107 A/R	Hecho por:	D.M. Aprobado por	
SERVICIO	Bomba a almacenamiento	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		
CLASE DE FLUIDO		1,2 DCE, 1,1,2 TCE, dicloroetileno
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	
COMPUESTOS CORROSIVOS		no corrosivo
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	1,311
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	1,249.95
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	46.11
		0.62
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/cm ³	1,249.95
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,249.95
LPM	LPM	21.827
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.37
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	53
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.3
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5.02
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	8.53
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	1

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-108 A/R	Hecho por:	D-M-	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba a la sección 200	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1,2 DCE-Dicloroetileno, agua TCE
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	no corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m³/hr	23.65
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	48
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.62
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	2.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	1,253.83
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	3.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	1,253.83
LPM	LPM	394.13
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm²	4.37
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	55.2
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm²	3.3
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm²	5.02
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	30.4
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	7.5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	DB - 201	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Columna Secadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	4,000
ALTURA TOTAL (mm):	18,150
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	76
INFERIOR	93
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	1.033
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	88
INFERIOR	106
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	1.2
MATERIAL DEL CASCARÓN:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamento
1	Perforado	2	450 mm
2	Perforado	2	450 mm
32	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

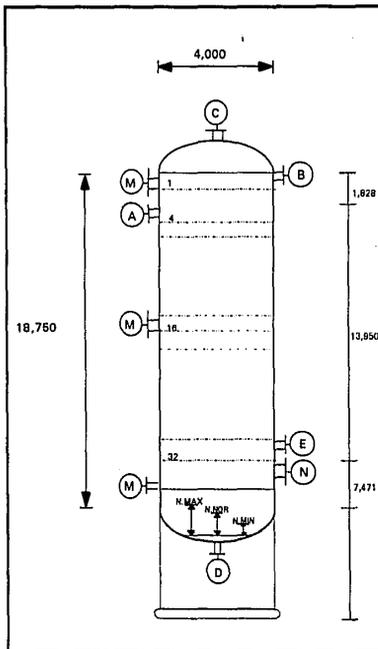
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehevivador
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

1) Una sola unidad
2) No de platos 32
3) Plato de alimentación: 4

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	32		
Platos críticos de la sección	4,32		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	1.0078	1.253
	Flujo Kg/hr	190.904	26.971.065
	m ³ /h a P.T	0.192	21.5234
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	47.726	107.884.26
	LPM a P.T	3.16	1.434.97
	Viscosidad CP	0.6189	0.6092
	Tensión superficial d/cm	22.266	34.790
	Temperatura °C	87.98	92.12
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg		9.0109	9.0702
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		4,000	4,000
Espaciamiento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		2	2
Área activa (m ²)		10.3174	10.3174
Área de bajantes (m ²)		1.2897	1.2897
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/hor/mín		1751	1751
Caída de presión por plato mmHg		8.81	8.81

NOTAS DE LOS PLATOS

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	DB - 202	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Colm. eliminadora bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	4,267
ALTURA TOTAL (mm):	12,820
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR 80	INFERIOR 93.3
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm²):	1.25
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR 92.0	INFERIOR 107.3
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm²):	1.43
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	2	450 mm
3	Perforado	2	450 mm
19	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehevridor
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

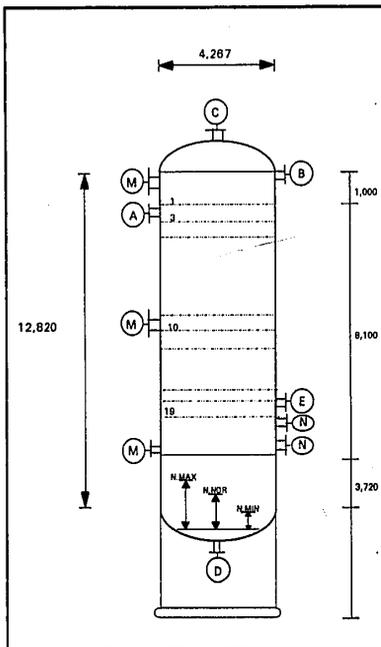
NOTAS

1) Una sola unidad

2) No de platos 19

3) Plato de alimentación: 3

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	19		
Platos críticos de la sección	3.19		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	1.156	1.2537
	Flujo Kg/hr	283.416	23,382.248
	m ³ /h a P.T	0.248	18.65
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	70.854	83,528.992
	LPM a P.T	1.022	1,243.28
	Viscosidad CP	0.5136	0.5027
	Tensión superficial d/cm	21.74	35.70
	Temperatura °C	90.2	94.8
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	1.22	1.27
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		4,267	4,267
Espaciamento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		2	2
Área activa (m ²)		11.573	11.573
Área de bajantes (m ²)		1.4466	1.4466
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mín		75	75
Caída de presión por plato mmHg		7.78	8.37

NOTAS DE LOS PLATOS

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DB - 203	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Colm. eliminadora ape	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISÑO

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	4,420
ALTURA TOTAL (mm):	15,500
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	85
INFERIOR	120
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	1.2
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	98.0
INFERIOR	139
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	1.4
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamento
1	Perforado	2	450 mm
4	Perforado	2	450 mm
25	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

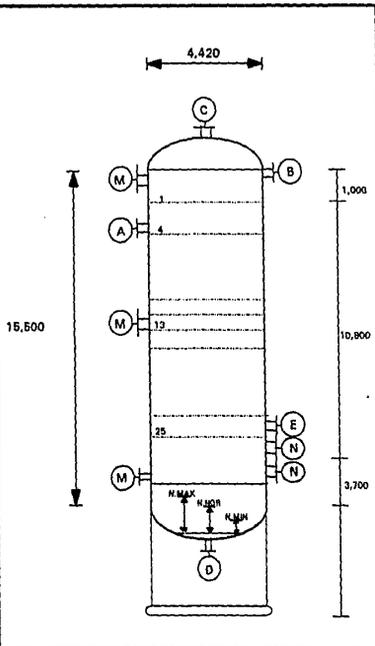
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Díámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehevador
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

- 1) Una sola unidad
- 2) No de platos 25
- 3) Plato de alimentación: 4

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	25		
Platos críticos de la sección	4,25		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	1.2566	0.91218
	Flujo Kg/hr	92,753.016	193.9935
	m ³ /h a P,T	73.808	0.184
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	23,188.254	775.974
	LPM a P,T	307.538	12.328
	Viscosidad CP	0.4210	0.3907
	Tensión superficial d/cm	22.30	52.31
	Temperatura °C	87.6	99.8
PRESIÓN Kg/cm ² man.	87.6	99.8	
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		4,420	4,420
Espaciamiento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		2	2
Área activa (m ²)		12.236	12.236
Área de bajantes (m ²)		1.5357	1.5357
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mín		75	75
Caída de presión por plato mmHg		8.259	9.157

NOTAS DE LOS PLATOS

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio		1993		
CLAVE	DC-201 AC	Hecho por:	EKSN	Aprobado por			
SERVICIO	Reactor de Cloración	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

REACTOR DE CLORACIÓN DIRECTA

HOJA DE DATOS

TIPO DE REACTOR	De burbujead		
TIEMPO DE RESIDENCIA	3.2 min	CONVERSION	98.1

DATOS DE DISEÑO

PRESIÓN DE OPERACIÓN	Kg/cm ²	3.5
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	52-60
PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ²	12.5
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	100.0
TOLERANCIA A LA CORROSIÓN		0.6

CONEXIONES

BRIDA STANDARD	Conforme a la ASA	
APRECIACIÓN DE PRESIÓN	10.00 Kg/cm ²	
REVESTIMIENTO TÍPICO	R.F	
MARCA	TAMAÑO	SERVICIO
A	50.80 mm	Entrada de vapor
B	350.0 mm	Válvula de relevo
C	50.80 mm	Disco de ruptura
D	152.40 mm	Retorno de circulación
E	50.80 mm	Purga
F	152.40 mm	Salida de Vapor
G	76.20 mm	Rociadores
H	304.80 mm	Descarga
J	365.60 mm	Salida de líquido
K (1-2)	25.40 mm	Vidrio de caución
L	38.10 mm	Nivel de alarma
M	60.96 mm	Manway
N	50.80 mm	Conector de carga
Q	76.20 mm	Temperatura de alarma
T (1-4)	76.20 mm	Indicador de temperatura
W	152.40 mm	Alimentación de catalizador

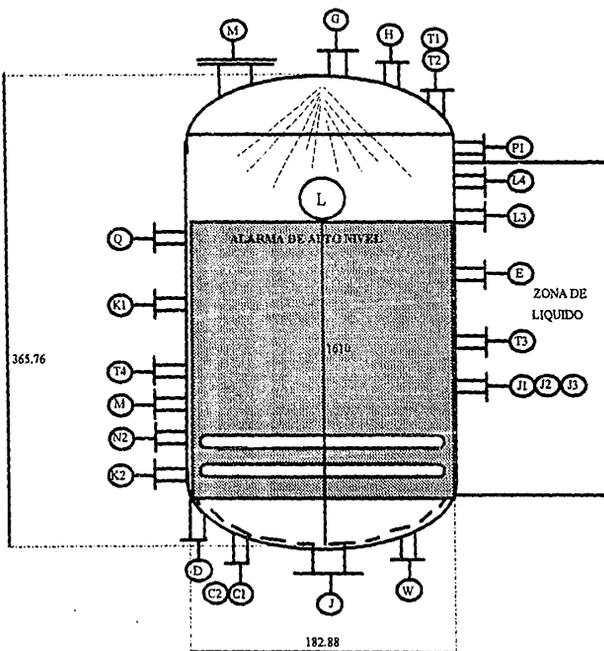
MATERIAL

Acero al carbón	
Aleación 400	
Número ASTM 163 - 165	
Nombre VDM	Nicorross 400

DETALLES ESPECIALES

TIPO DE REACTOR	Burbujeo
POSICIÓN	Vertical
TIPO DE SOPORTE	Faldón (skirt)
AISLAMIENTO	No se requiere
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO DE PROCESO	1.21
PUNTO DE CONGELACIÓN DEL LÍQUIDO DE PROCESO	-35°C
SE REQUIERE DISEÑO A VACÍO	No se requiere

DIBUJO



NOTAS

- 1) TRES UNIDADES IGUALES
- 2) CATALIZADOR UTILIZADO CLORURO DE FIERRO

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 201	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Precaentador de cloro	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	83.6
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

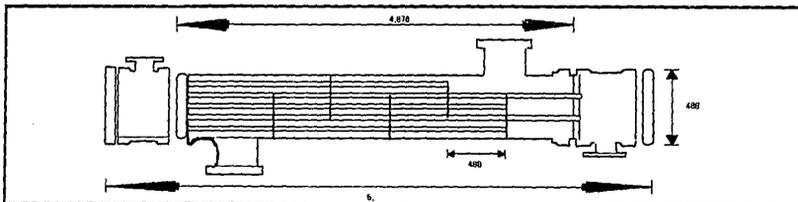
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO		Cloro		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	22,961.03		40,362	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.26	1.26	0.92	0.92
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² °C	0.123	0.123	0.601	0.601
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.242	0.242	1.017	1.017
VISCOSIDAD	CP	0.13	0.13	0.209	0.209
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	40	85	138.13	90
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.5	3.0
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.065	Perm: 0.7	Calc: 0.095
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	365,224		MTD (Corr C):	72.55
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	824.2	SUCIO	762.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		4.025	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	50		158.8	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	10.16 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 48	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.191	16	4.27	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.4889	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			933

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 202	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Enfría. productos cloración	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	45
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

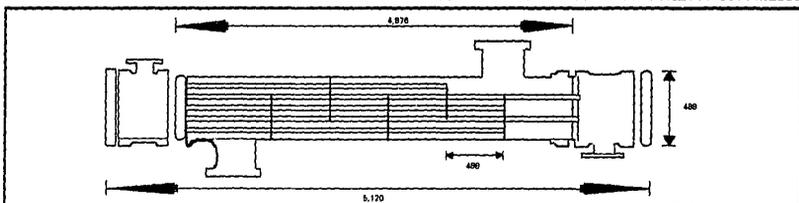
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		1,2 DCE, TCE, agua		Agua de enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	72,786.88		110,000	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LÍQUIDO					
GRAVEDAD ESPECÍFICA		1.247	1.247	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.1488	0.1488	0.5415	0.5415
CALOR ESPECÍFICO	Kcal/Kg°C	0.374	0.374	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.62	0.62	0.7408	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	60	46.11	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.38	2.38	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.65	Perm: 0.7	Calc: 0.055
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m°C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	325,230		MTD (Corr C):	36.41
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m°C	LIMPIO	625	SUCIO	423.2

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.74		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	0.0004		0.0001	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	48.89	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 300	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0192	16	4.27	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.4869	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			1.100

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio 1993				
CLAVE	EA - 203	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Reher colm secadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	427.97
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

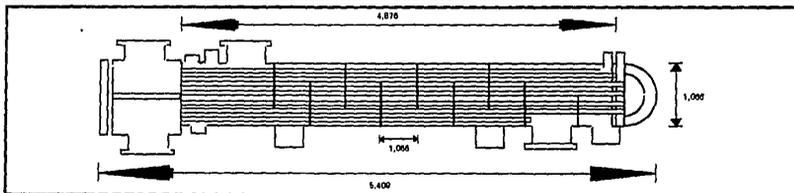
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO		Vapor		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	17,589.825		9,498	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.25304	1.25304	0.9269	0.9269
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.148	0.1483	0.6012	0.6012
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.372	0.382	1.027	1.027
VISCOSIDAD	CP	0.455	0.3857	0.2091	0.2091
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	80	98.226	138.32	138.32
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.8	1.8	3.5	3.5
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.003	Perm: 0.7	Calc: 0.037
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	2,721,800		MTD (Corr C): 48.811	
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	262.9	SUCIO	232.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.07		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	92		159.2	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	108.68 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 1,466	D.E. (mm)	BWG: 16	LONG. (m)	ARREGLO 2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 1,066	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 8,797			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio		1993		
CLAVE	EA - 204	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Con. colm. secadora	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	9.5
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

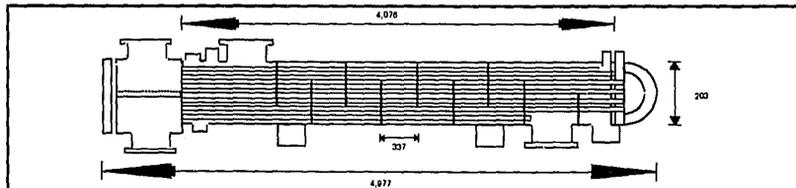
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		Agua, 1,2 dicloroetano		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	238.63		516	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.0078	1.0078	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.5648	0.5648	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	1	1	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.605	0.605	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	76	50	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.1	1.1	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.001	Perm: 0.7	Calc: 0.001
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	6.203		MTD (Corr C):	22.5
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	38.2	SUCIO	37.6

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	1.5		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	87.4		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	114.3 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 40	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.1905	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.2032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 249			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 205	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Reher. colm elimina bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m²):	9.5
TIPO:	Kettle	POSICIÓN:	Vertical
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

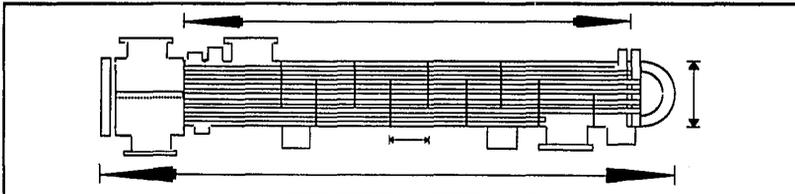
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		DCE-112 percloroetileno		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	17,536.686		426	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.2537	1.2537	0.9269	0.9269
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m°C	0.148	0.1445	0.6012	0.6012
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.369	0.369	1.017	1.017
VISCOSIDAD	CP	0.406	0.394	0.2091	0.2091
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	80	110	138.32	138.31
PRESIÓN	Kg/cm²	2	2	3.5	3.5
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm²	Perm: 0.07	Calc: 0.002	Perm: 0.7	Calc: 0.058
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m²C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	217,582		MTD (Corr C): 40.277	
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m²C	LIMPIO	476.9	SUCIO	476.9

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm² man	2.3		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	126		160	
MAMPARAS	-----	Espaclam.	20.32 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 40	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0,01905	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) .02032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			380

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 206	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Cond. colm. eliminadora bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	5.72
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

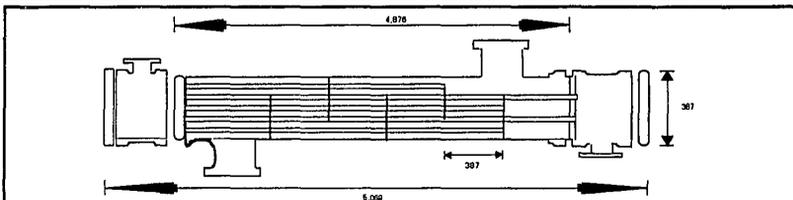
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO		DCE-Dicloroetileno-cloropreno		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	354.27		623	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.156	1.156	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.138	0.138	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.237	0.356	0.7406	0.7406
VISCOSIDAD	CP	0.52	0.52	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	71	63	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.1	1.1	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAIDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.403	Perm: 0.7	Calc: 0.45
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	202,324		MTD (Corr C):	32.44
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	102.34	SUCIO	92.36

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	1.3		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	81.6		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	38.70 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 183	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191		4.27	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.3878	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			380

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 207	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Cond. colm.	eliminadora ape	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	50
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

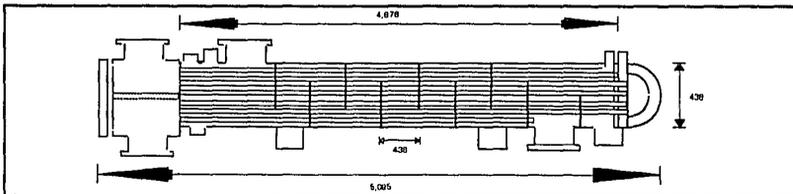
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	115,941.27		79,158	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.25666	1.25666	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ^{°c}	0.1488	0.1488	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg ^{°C}	0.374	0.374	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.4894	0.4894	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	85	60	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.2	1.2	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.095	Calc: 0.095	Perm: 0.7	Calc: 0.063
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	951,167		MTD (Corr C): 533.2	
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	48	SUCIO	47.6

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	1.38		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	98		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	43.81 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 288	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	Di. (mm) 0.4381	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 1,233			

DIBUJO



NOTAS

Acolaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio		1993		
CLAVE	EA - 208	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Rehr. colm eliminadora ape	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMANO (m ²):	44.33
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

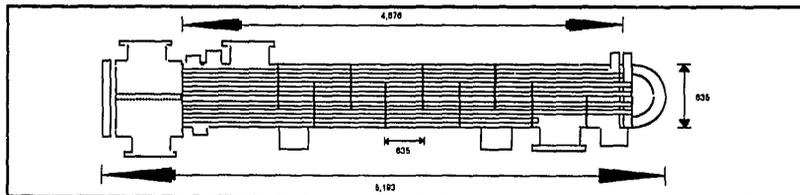
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		TCE-DCE-Percloroetileno		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	253.035		240	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.9121	0.9121	0.92	0.92
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² c			0.601	0.601
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C			1.017	1.017
VISCOSIDAD	CP			0.209	0.209
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	93	121	138.32	138.31
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.2	2.2	3.5	3.5
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.078	Perm: 0.7	Calc: 0.001
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	7.325		MTD (Coef C): 28.38	
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO 19.9		SUCIO 19.9	

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.5		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	139.15		159	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	63.5 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 486	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.6356	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	EA - 209	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Enfri. residuos col elimina ape	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO			

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m²):	13.29
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

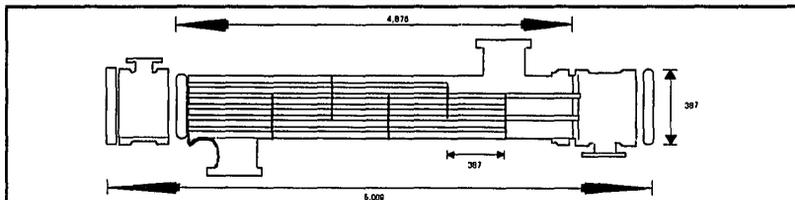
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	590.415		7.034	
		112 TCE-DCE-Percloroetileno		Agua de Enfriamiento	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.9121	0.9121	0.996	0.996
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.102	0.102	0.545	0.545
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.345	0.345	1.001	1.001
VISCOSIDAD	CP	0.402	0.402	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	93	38	29	41
PRESIÓN	Kg/cm²	2.2	2.2	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm²	Perm: 0.07	Calc: 0.66	Perm: 0.7	Calc: 0.04
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m²C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	202,324		MTD (Corr C):	32.44
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m²C	LIMPIO	91.5	SUCIO	73.4

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm² man	2.5		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	107		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	38.76 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 27	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	Δ 3.17
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.3870	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)		410	

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio 1993				
CLAVE	EA - 210	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Enfriador tanque DCE puro	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	93.37
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

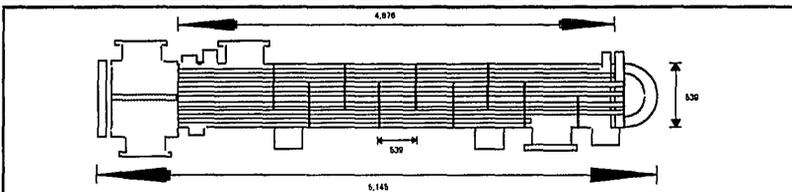
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Dicloroetano		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	100,818.49		42,351	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.2566	1.2566	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.1506	0.1506	0.999	0.999
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.361	0.361	0.5415	0.5415
VISCOSIDAD	CP	0.6105	0.6105	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	60	46	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.2	1.2	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.057	Perm: 0.7	Calc: 0.014
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	508,899		MTD (Corr C): 16.333	
COEF. DE TRANSF.	Kcal/hr-m°C	LIMPIO	445.2	SUCIO	328.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.5		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	69		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	114.3 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 346	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.191	16	4.87	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.5397	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 2,151			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	FA 201	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque condn. colm secadora	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

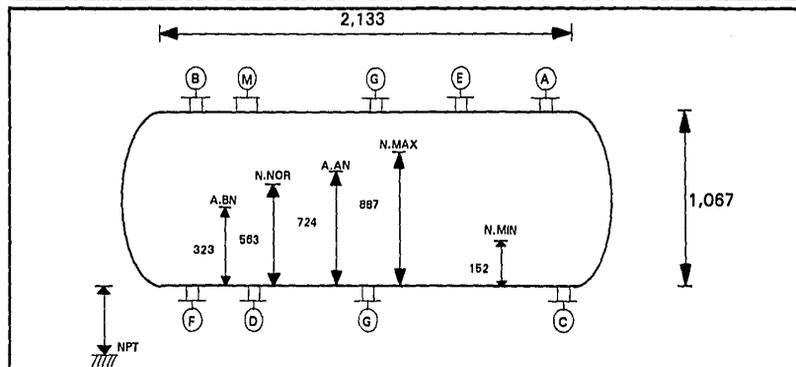
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	3.9500
DENSIDAD (g/cm ³):	1.00	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	50	TEMP. DE DISEÑO (°c):	57.5
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1.1	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10
LONGITUD T-T (mm):	2,133	DIÁMETRO (mm):	1,067
CAPACIDAD TOTAL (lit):	1,907.25	NIVEL NORMAL (mm)	563
NIVEL MÁXIMO (mm):	837	NIVEL MÍNIMO (mm):	152
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	724	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	323
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3
		CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pejaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FA - 202	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque a col eliminadora bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

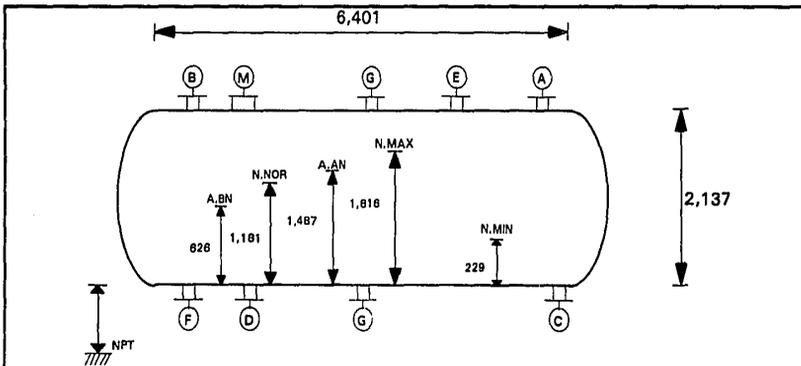
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Agua-dicloroetano	FLUJO (lpm)	1,356.33
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	50	TEMP. DE DISEÑO (°c):	58
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1.1	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10
LONGITUD T-T (mm):	6,401	DIÁMETRO (mm):	2,137
CAPACIDAD TOTAL (lt):	22,958.67	NIVEL NORMAL (mm)	1,181
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,816	NIVEL MÍNIMO (mm):	229
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,499	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	626
PÁRO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3 CABEZAS:
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 203	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tanque cond. col elimin. bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

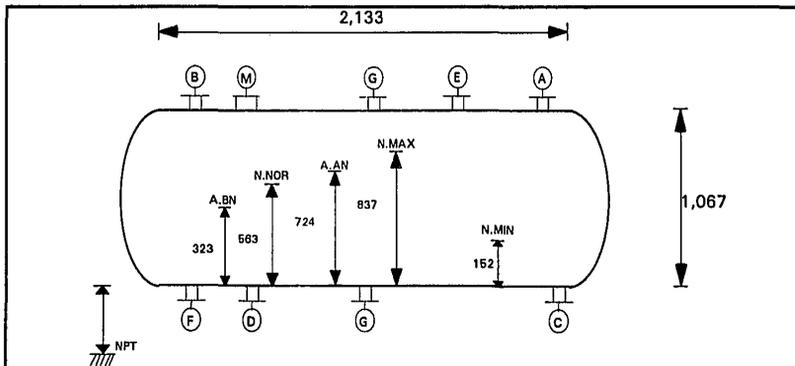
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO	Líquido Dicloroetano-dicloroetileno	FLUJO (lpm)	5.11
DENSIDAD (g/cm ³):	1.156	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°C):	63	TEMP. DE DISEÑO (°C):	72.5
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1.1	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10
LONGITUD T-T (mm):	2,133	DIÁMETRO (mm):	1,067
CAPACIDAD TOTAL (lt):	1,907.26	NIVEL NORMAL (mm)	563
NIVEL MÁXIMO (mm):	837	NIVEL MÍNIMO (mm):	152
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	724	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	323
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3
		CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 204	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tanque a col eliminadora ape	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

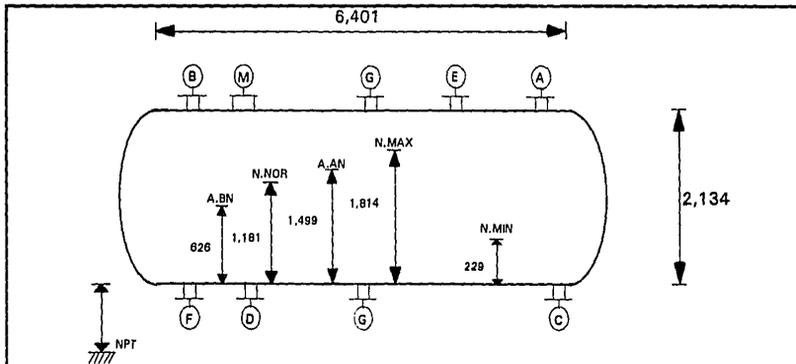
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	1,351.38
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	85	TEMP. DE DISEÑO (°c):	98
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	2	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10
LONGITUD T-T (mm):	6,401	DIÁMETRO (mm):	2,134
CAPACIDAD TOTAL (lt):	12,894.25	NIVEL NORMAL (mm):	1,181
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,814	NIVEL MÍNIMO (mm):	229
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,499	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	626
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3
ISLAMIENTO:	No se requiere	CABEZAS:	3
		RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 205	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tanque cond. col elimina ape	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

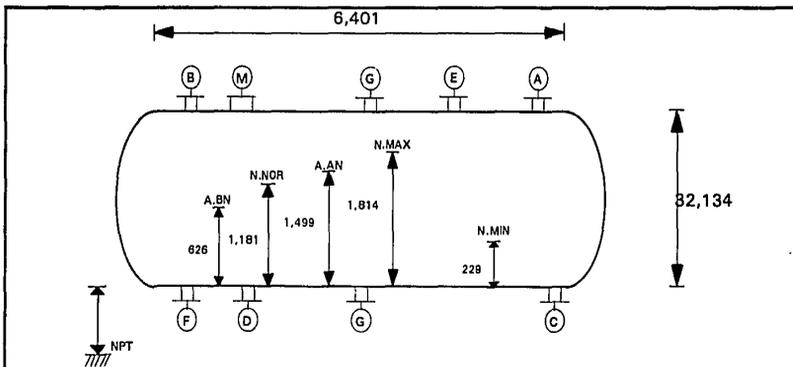
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano Benceno	FLUJO (lpm)	1,537.69
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	46	TEMP. DE DISEÑO (°c):	53
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1.2	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10
LONGITUD T-T (mm):	6,401	DIÁMETRO (mm):	2,134
CAPACIDAD TOTAL (lt):	22,894.25	NIVEL NORMAL (mm)	1,181
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,814	NIVEL MÍNIMO (mm):	229
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,499	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	628
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3
		CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FB - 201 AF	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Tanque DCE crudo	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

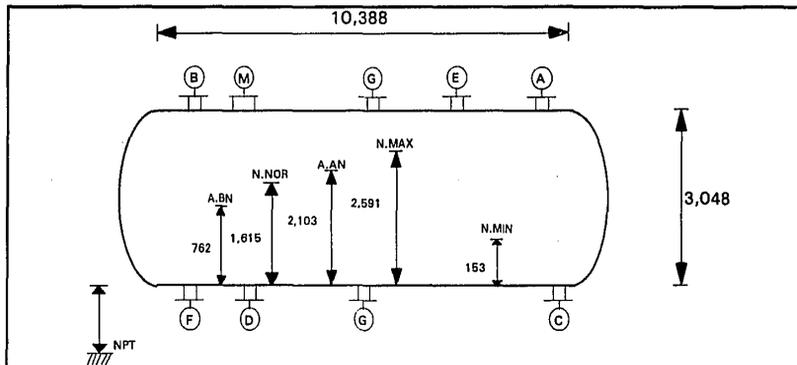
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Cloro	FLUJO (lpm)	303.710		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.26	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	40	TEMP. DE DISEÑO (°c):	46		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	2.3	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	10,388	DIÁMETRO (mm):	3,048		
CAPACIDAD TOTAL (lt):	75,797	NIVEL NORMAL (mm):	1,615		
NIVEL MÁXIMO (mm):	2,591	NIVEL MÍNIMO (mm):	153		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	2,103	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	762		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FB - 202	Hecho por:	Aprobado por				
SER.	Tanque almacenador DCE crudo	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

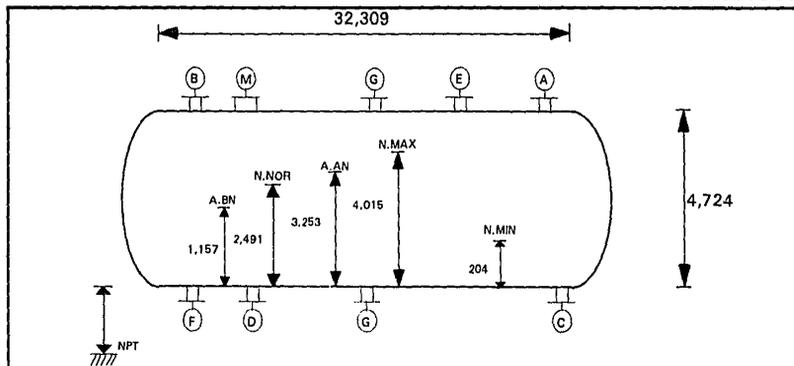
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Dicloroetano -111TCE - Agua	FLUJO (lpm)	1,359.63		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.25	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	47	TEMP. DE DISEÑO (°c):	54		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	32,309	DIÁMETRO (mm):	4,724		
CAPACIDAD TOTAL (lit):	566,282.54	NIVEL NORMAL (mm)	2,491		
NIVEL MÁXIMO (mm):	4,015	NIVEL MÍNIMO (mm):	264		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	3,253	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	1,157		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FB - 203	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.Tanque almacenador DCE puro	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO			

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

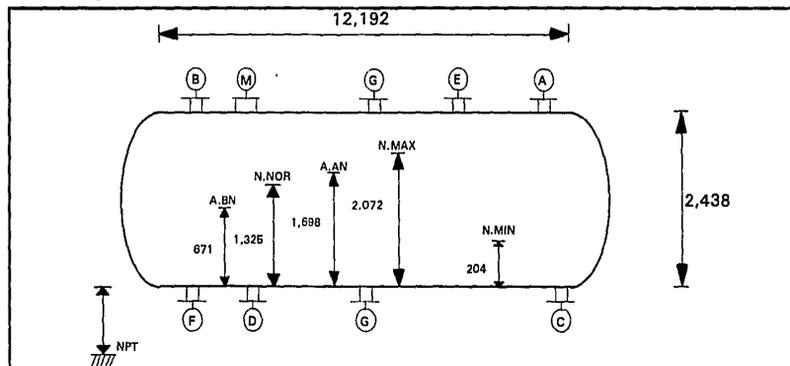
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	1,337.12		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.256	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	46	TEMP. DE DISEÑO (°c):	53		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.84		
LONGITUD T-T (mm):	12,192	DIÁMETRO (mm):	2,438		
CAPACIDAD TOTAL (lt):	58,915.72	NIVEL NORMAL (mm):	1,325		
NIVEL MÁXIMO (mm):	2,072	NIVEL MÍNIMO (mm):	204		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,698	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	671		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-201 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV.	Bomba alimentadora de cloro	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		Cloro
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No/	Ligeramente
COMPUESTOS CORROSIVOS		Cloro
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	18.22
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	40
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.32
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,260
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.04
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,260
LPM	LPM	303.71
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	3.5
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	46
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.65
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	4.62
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	14.9
NPSH DISPONIBLE	(m)	15.84
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	3

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-202 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERV.	Bomba a tanque DCE crudo	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-TCE-Agua
CLASE DE FLUIDO		"
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	57.93
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	46
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.62
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.02
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.02
LPM	LPM	965.47
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.37
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	53
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.5
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5.02
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	10.972
NPSH DISPONIBLE	(m)	17.98
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-203 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERVICIO	Bomba colm secadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-TCE-Agua
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	81.58
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	47
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.62
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.54
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.54
LPM	LPM	1,359.60
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.37
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	54
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.3
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	3.048
NPSH DISPONIBLE	(m)	30.48
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	15

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-204 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba de residuos	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO			

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		Agua-DCE
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m³/hr	0.2415
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	50
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.605
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	1.51
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	1,007.8
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	1,007.8
LPM	LPM	3,9445
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm²	2.3
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	58
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm²	1.7
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm²	2.8
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	4
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	1

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-205 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV.	Bomba a col eliminadora bpe	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-TCE-Percloroetileno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	81.38
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	80
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.45
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,253.04
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.4
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,253.04
LPM	LPM	
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.76
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	92
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	1.8
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	3.2
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	3.962
NPSH DISPONIBLE	(m)	64
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	30

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-206 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV.	Bomba a reactor de cloración	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-Dicloroetileno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	0.3015
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	63
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.52
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.64
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,156
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,156
LPM	LPM	5.0108
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.02
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	72.5
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.04
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	4.62
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	4.4
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	1

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-207 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERVICIO	Bomba colm apagado	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-TCE-Percloroetileno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	81.08
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	85
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.406
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,253.8
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.98
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,253.8
LPM	LPM	1,351.38
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.28
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	98
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	1.72
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	2.62
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	62
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	30

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	GA-208 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba tanque DCE puro	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		DCE-TCE-Benceno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	92.26
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	65
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.52
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.6
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.6
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.6
LPM	LPM	1,537.69
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.8
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	76
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	1.4
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	28
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	20

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	GA-209 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERVICIO	Bomba a pirólisis	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1.2 DCE
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	80.23
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	48.1
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.6105
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.66
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,256.66
LPM	LPM	1,337.12
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.37
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	53
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.3
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	70
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	30

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	DB - 301	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Colm. eliminadora HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	3,350
ALTURA TOTAL (mm):	11,920
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	35
INFERIOR	94
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	7
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	40.3
INFERIOR	108
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	8.1
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARON (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	2	450 mm
16	Perforado	2	450 mm
18	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

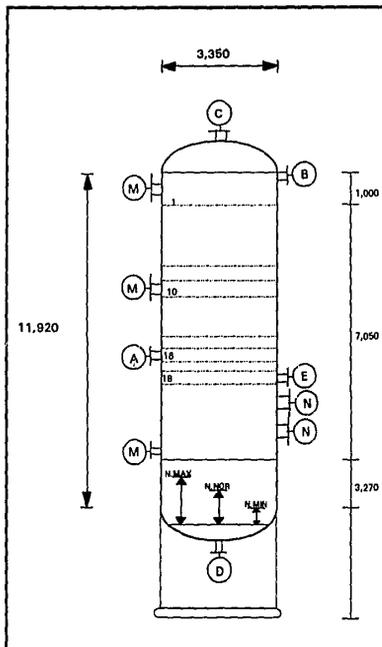
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehervidor
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

- 1) Una sola unidad
- 2) No de platos 18
- 3) Plato de alimentación: 16

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	18		
Platos críticos de la sección	16,18		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	0.02743	0.03777
	Flujo Kg/hr	70,058.3	160,330
	m ³ /h a P.T	46,289.91	59,661.78
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	67,427.8	270,448
	LPM a P.T		
	Viscosidad CP	0.1493	0.1729
	Tensión superficial d/cm	10.721	90.528
	Temperatura °C	35	108
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	35	108
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg			
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
	Tipo de Plato	Perforado	Perforado
	Diámetro (mm)	3,350	3,350
	Espaciamiento entre Platos (mm)	450	450
	Número de pasos	2	2
	Área activa (m ²)	6.247	6.247
	Área de bajantes (m ²)	1.077	1.077
	Tipo de unidades de contacto	Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
	Factor de espuma	0.95	0.95
	% de inundación max/nor/min	38.72	75
	Caída de presión por plato mmHg	3.78	5.42
NOTAS DE LOS PLATOS			

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DB - 302	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Colm. separadora VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	2,740
ALTURA TOTAL (mm):	15,540
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	41.3
INFERIO R	149.5
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	5.8
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	47.0
INFERIOR	160
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	6.5
MATERIAL DEL CASCARON	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS: Acero al Carbón	
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	2	450 mm
6	Perforado	2	450 mm
25	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

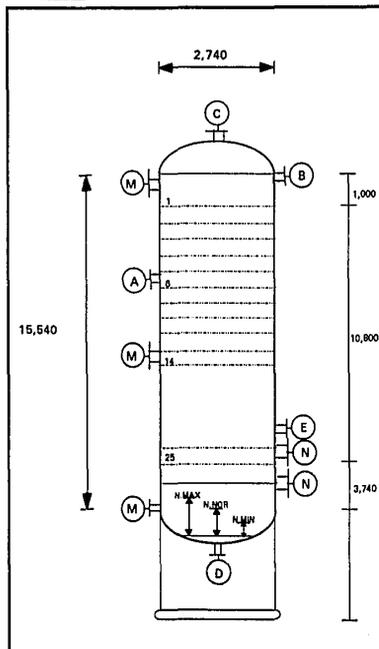
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehervidor
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

1) Una sola unidad
2) No de platos 25
3) Plato de alimentación: 14

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	25		
Platos críticos de la sección	14,25		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	0.01516	0.01731
	Flujo Kg/hr	73,202.35	114,503.3
	m ³ /h a P.T	28,151.87	27,834.27
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	30,063.87	158,058.4
	LPM a P.T	192,540	849,044.5
	Viscosidad CP	0.2395	0.3847
	Tensión superficial d/cm	12.09	14.36
	Temperatura °C	41.3	149.5
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	41.3	149.5
	5.81	5.92	
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg			
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		2,740	2,740
Espaciamiento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		2	2
Área activa (m ²)		4.2549	4.2549
Área de bajantes (m ²)		0.5051	0.5051
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mín		50.42	75
Caída de presión por plato mmHg		3.86	6.56

NOTAS DE LOS PLATOS

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1983
CLAVE	DB - 303	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Colm. purificadora DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	2,438
ALTURA TOTAL (mm):	13,720
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	84.7
INFERIOR	95
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	1.033
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	90.0
INFERIOR	100
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	1.5
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	2	450 mm
3	Perforado	2	450 mm
21	Perforado	2	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

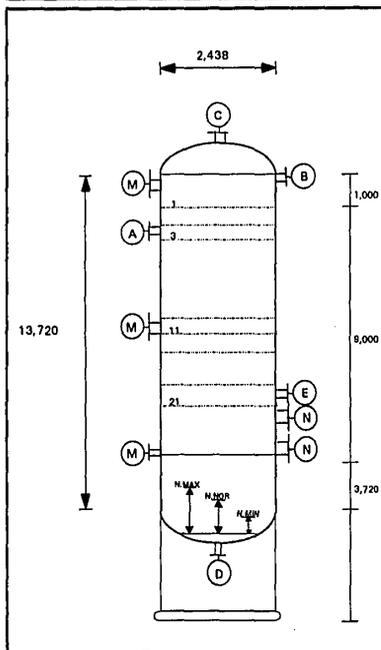
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehevador
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

1) Una sola unidad
2) No de platos 21
3) Plato de alimentación: 3

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	21		
Platos críticos de la sección	3,21		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	0.00345	0.003854
	Flujo Kg/hr	33,530.32	35,534.51
	m ³ /h a P,T	8,161.52	7,834.9
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	43,769.40	87,845.57
	LPM a P,T		
	Viscosidad CP	0.5244	0.5021
	Tensión superficial d/cm	22.50	47.01
	Temperatura °C	24.7	95
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	84.7	95
	1.033	1.2	
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg			
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		2,438	2,438
Espaciamento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		2	2
Área activa (m ²)		5.077	5.077
Área de bajantes (m ²)		0.6347	0.6347
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mín		75	75
Caída de presión por plato mmHg		7.75	7.87
NOTAS DE LOS PLATOS			

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DB - 304	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Columna degasificadora VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

**TORRES DE PLATOS
HOJA DE DATOS**

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	1,067
ALTURA TOTAL (mm):	10,060
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	53
INFERIOR	55
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm²):	7
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	58
INFERIOR	62
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm²):	8
MATERIAL DEL CASCARÓN:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	1	450 mm
13	Perforado	1	450 mm
15	Perforado	1	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

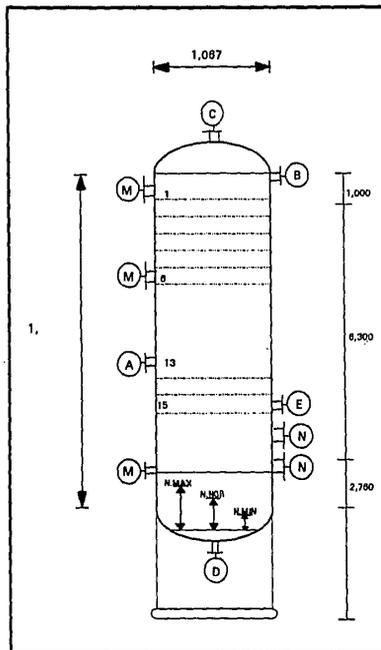
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehedridor
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

1) Una sola unidad
2) No de platos 15
3) Plato de alimentación: 13

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	19		
Platos críticos de la sección	13,15		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	0.0205	0.02104
	Flujo Kg/hr	3,136.742	3,232.463
	m ³ /h a P.T	1,220.0	1,242.51
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	6,821.517	50,056.57
	LPM a P.T		
	Viscosidad CP	0.236	0.225
	Tensión superficial d/cm	10.44	10.43
	Temperatura °C	53	55
	PRESIÓN Kg/cm ² man.	6.95	7.0
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg			
CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		1,067	1,067
Espaciamento entre Platos (mm)		450	450
Número de pasos		1	1
Área activa (m ²)		0.6004	0.6004
Área de bajantes (m ²)		0.1865	0.1865
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mín		34.21	75
Caída de presión por plato mmHg		3.33	4.93
NOTAS DE LOS PLATOS			

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1983
CLAVE	DB - 305	Hecho por:	Aprobado por	
SERVICIO	Columna purificadora VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

TORRES DE PLATOS HOJA DE DATOS

GENERALES

DIÁMETRO (mm):	1,820
ALTURA TOTAL (mm):	13,270
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C):	
SUPERIOR	48.5
INFERIOR	50
PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²):	7
TEMPERATURA DE DISEÑO (°C):	
SUPERIOR	50
INFERIOR	55
PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ²):	8
MATERIAL DEL CASCARON:	Acero al Carbón
CORROSIÓN PERM. CASCARÓN (mm):	3
AISLAMIENTO (S/N)	No
MATERIAL DE LOS PLATOS:	Acero al Carbón
EMPAQUE:	No

PLATOS

No.	Tipo	No. de pasos	Espaciamiento
1	Perforado	1	450 mm
3	Perforado	1	450 mm
20	Perforado	1	450 mm

EMPAQUES

No utiliza empaques

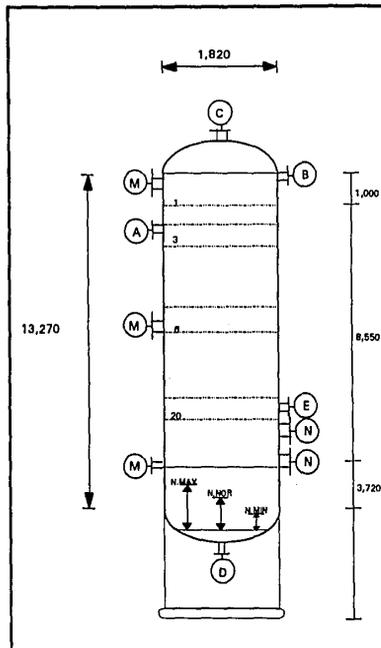
BOQUILLAS

No.	No. Req.	Diámetro Nominal	Servicio
A	1	51.0 mm	Alimentación
B	1	51.0 mm	Reflujo
C	1	152.4 mm	Salida de vapor
D	1	51.0 mm	Salida de líquido
D	1	152.4 mm	Vapor rehedivior
M	3	457.2 mm	Registro hombre
N	2	51.0 mm	Control de Nivel

NOTAS

1) Una sola unidad
2) No de platos 20
3) Plato de alimentación: 3

DIBUJO



DETALLE DE LOS PLATOS

SECCIÓN	I	II	III
No. de platos de la sección	20		
Platos críticos de la sección	3,20		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		DOMO	FONDO
VAPOR	Densidad g/cm ³	0.0181	0.0182
	Flujo Kg/hr	47,241.92	47,233.94
	m ³ /h a P.T	18,159.26	18,156.19
LIQUIDO	Flujo Kg/hr	9,179.291	50,994.64
	LPM a P.T		
	Viscosidad CP	0.2319	0.2319
	Tensión superficial d/cm	11.19	11.15
	Temperatura °C	48.5	50
PRESIÓN Kg/cm ² man.		7.0	7.1
CRITERIOS DE DISEÑO			
Caída de presión Max. por plato mmHg			
CARACTERÍSTICAS DE LOS PLATOS		DOMO	FONDO
Tipo de Plato		Perforado	Perforado
Diámetro (mm)		1,820	1,820
Espaciamiento entre Platos (n:m)		450	450
Número de pisos		1	1
Área activa (m ²)		1,9940	1,9940
Área de bajantes (m ²)		0.2877	0.2877
Tipo de unidades de contacto		Segmentada	Segmentada
DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA			
Factor de espuma		0.95	0.95
% de inundación max/nor/mln		62.23	75
Caída de presión por plato mmHg		4.25	5.25
NOTAS DE LOS PLATOS			

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 2
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	DC-301 ACB	Hecho por: EKSJN	Aprobado por	
SERVICIO	Homo de Pirólisis	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

HORNO DE PIRÓLISIS

HOJA DE DATOS

		ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO			
FLUJO TOTAL ALIMENTADO	Kg/hr		
VAPOR			78,591.31
LIQUIDO		100,818.49	22,227.18
LIQUIDO			
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.256	0.8475
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr m °C	0.400	0.400
CALOR ESPECIFICO	kcal/kg °C	0.296	0.289
VISCOSIDAD	CP	0.7	0.5
PESO MOLECULAR	g/mol	99.00	62.5
VAPOR			
CALOR LATENTE	Kcal/Kg		
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr m °C	0.0185	0.0185
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg °C	0.232	0.232
VISCOSIDAD	CP	0.013	0.027
DENSIDAD	Kg/cm ³	8.21	7.85
PESO MOLECULAR	g/mol	99.00	66.00
GENERALES			
TEMPERATURA	°C	204.40	499.00
PRESIÓN DE OPERACIÓN	Kg/cm ²	25.80	26.7
TEMP. FLUIDO EN CONVECCIÓN	°C	72	
TEMP. FLUIDO EN RADIACIÓN	°C	98	
TEMP. GASES EN RADIACIÓN	°C	650	
TEMP. GASES EN CHIMENEA	°C	120	45
FACTOR ENSUCIAMIENTO	hr m C/Kcal		
CAIDA DE PRESION	Kg/cm ²	PERMISIBLE 3.16	CALCULADA 3.06
CALOR ABSORBIDO	Kcal/hr	RAD. 2,450 CONV. 250	TOTAL 2700 M

DISEÑO TERMICO

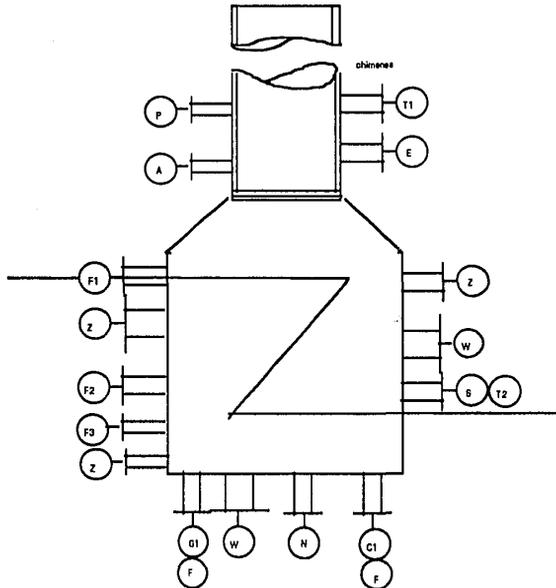
TIPO DE CALENTADOR	-----	NO. UNIDADES: 2	NO. PASOS: 2
VELOCIDAD	m/seg	EFICIENCIA CALCULADA: (X) 60%	
		TIEMPO RESIDENCIA 2 A 30 S	
FLUX EN RADIACION	Kcal/hr m ²	PROMEDIO: 83,160	MAXIMO 90,000
FLUX EN CONVECCIÓN	Kcal/hr m ²	PROMEDIO: 55,540	MAXIMO 70,000
COEF. TRANSF. CONVECCION	Kcal/hr m ²	LIMPIO: 3.092	SUCIO 8.790
AREA EFECTIVA RADIACION.	m ²	CONV. EXT.: 300	CONV. LISA 200
TEMP. MAX. DE PARED	°C	700	
TIPO DE COMBUSTIBLE	-----	LHV	9,361 KCAL/M3
PRESION COMBUSTIBLE	Kcal/hr	5	EXCESO DE AIRE 5-25%

MATERIAL

acero inoxidable 316 tipo austenítico

forma recocida, laminado en frío.

DIBUJO



NOTAS

- (1) Nivel de corrosión de 0,3 mm
- (2) Conexiones y boquillas se muestran en el dibujo
- (3) Aproximadamente 37,988.675 Kg/hr de VCM

BOQUILLAS

P	Indicador de presión	Z	Mirillas
W	Entrada de aire	T2	Controlador de temperatura
S	Salida de producto	E	Salida de vapor
M	Mantenimiento hombre	A	Analizador de gases
C1	Entrada combustible líquido	F(1-2)	Controlador de flujo de entrada
T(1-2)	Indicador de temperatura	GI	Entrada de combustible gas
N	Entrada de vapor		

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 301 AB	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Precalentador homo pirólisis	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	2	TAMAÑO (m ²):	127.88
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	2	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	Serie- Paralelo

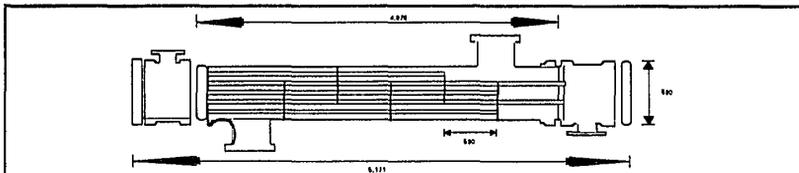
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		DCE		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	100,818.49		836.3	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.256	1.256		0.836
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² °C	0.151	0.1407		0.583
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.421	0.421		1.064
VISCOSIDAD	CP	0.641	0.249		0.125
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal/hrC		66	430	
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-C		0.0174	0.563	
CALOR ESPECÍFICO	Kcal/jg-C		0.247	1.064	
DENSIDAD	Kg/m ³		0.15	0.17	
VISCOSIDAD	CP		0.35	0.01	
TEMPERATURA	°C	46.1	204.4	222.932	222.932
PRESIÓN	Kg/cm ²	25.8	25.8	25	25
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.22	Perm: 0.7	Calc: 0.24
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	3,601,358		MTD (Corr C):	54.33
COEF. DE TRANSFERENCIA.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	577.7	SUCIO	517.9

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	28.67		28.7	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	235		256.3	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	50.05 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 436	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.87	Δ 3.17
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.5905	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 2,797			

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993
CLAVE	EA - 302 AB	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Primer tren de condensación	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	2	TAMANO (m ²):	85.31
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	2	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	Paralelo

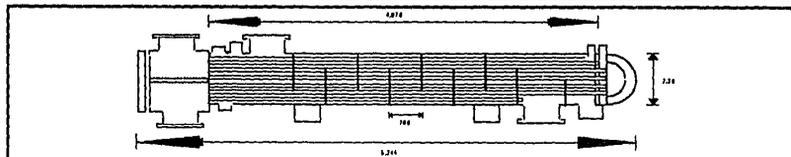
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		VCM-DCE-HCl		Agua de proceso	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	100,818.49		146,631	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA				0.9325	0.9325
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ^{°C}			0.6009	0.6009
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg ^{°C}			1.012	1.012
VISCOSIDAD	CP			0.2185	0.2185
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-C	0.272			
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.263			
VISCOSIDAD	CP	0.0224			
DENSIDAD	Kg/m ³	0.304			
TEMPERATURA	°C	498.8	221	120	145
PRESIÓN	Kg/cm ²	26.7	26.7	4.5	4.5
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.063	Perm: 0.7	Calc: 0.021
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	3,717,691		MTD (Corr C): 195.66	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	232.6	SUCIO	222.5

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	30.7	5.1
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	573.	166.7
MAMPARAS	-----	Espaciam. 73.66 cm	% corte 25 Flujo
TUBOS	No: 668	D.E. (mm) 0.0191	BWG: 16 LONG. (m) 4.27
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.7368	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 5.017	

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 203 AB	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Segundo tren de condensación	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	2	TAMAÑO (m ²):	98.79
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	2	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	Paralelo

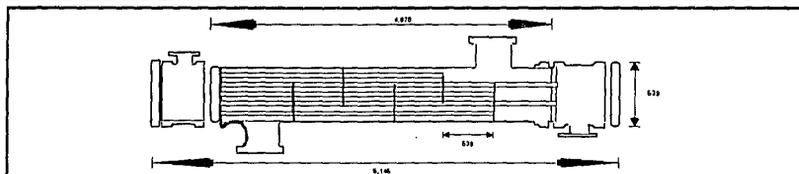
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		DCE-HCI-VCM		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	100,818.49		440,037	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDC					
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.956	0.9976	
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c		0.139	0.5415	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C		0.139	0.999	
VISCOSIDAD	CP		0.19	0.74	
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C	135	135		
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.0212	0.144		
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.249			
VISCOSIDAD	CP	0.19			
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0386			
TEMPERATURA		221.11	46	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	26.7	26.7	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.665	Perm: 0.7	Calc: 0.109
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m°C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	5,278,498		MTD (Corr C):	102.55
COEF. DE TRANSFERENCIA.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO:	893.0	SUCIO	521.2

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	30.7		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	254		47	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	53.97 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 381	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.5397	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 2,539			

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 304	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Cond. colm. eliminadora	HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	91.07
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

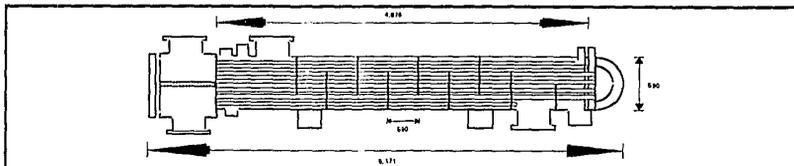
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO		HCl (vapor)		Agua de enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	25,561.42		17,088	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA				0.961	0.961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C			0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C			1.001	1.001
VISCOSIDAD	CP			0.7406	0.7406
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.0132	0.0132		
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.19	0.19		
VISCOSIDAD	CP	0.132	0.0132		
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0214	0.214		
TEMPERATURA	°C				
PRESIÓN	Kg/cm ²	12	12	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.062	Perm: 0.7	Calc: 0.006
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	205,627		MTD (Corr C): 26.44	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	91.5	SUCIO	85.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	13.8		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	40		47.1	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	59.05 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 416	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.3048	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	Di. (mm) 0.5905	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 2,453			

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	EA - 305	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Reher. colm eliminadora HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	3.81
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

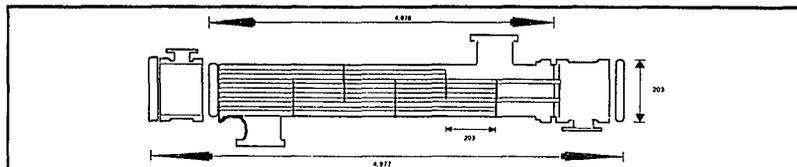
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		DCE-VCM		Vapor	
FLUIDO CIRCULADO					
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	14,543.86		310	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.074	1.074		0.92
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² °C	0.1307	0.1307		0.601
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.381	0.381		1.017
VISCOSIDAD	CP	0.172	0.17		0.209
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C			509	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C			0.0239	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C			0.457	
VISCOSIDAD	CP			0.13	
DENSIDAD	Kg/m ³			0.0018	
TEMPERATURA	°C	76.66	93.33	130	118
PRESIÓN	Kg/cm ²	12	12	3.5	3.5
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.46	Perm: 0.7	Calc: 0.03
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	158,088		MTD (Corr C):	52.88
COEF. DE TRANSFERENCIA.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	1.277	SUCIO	779.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	14		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	107		150	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	20.32 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 42	D.E. (m)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	Δ 2.54
ENVOLVENTE	Di. (m) 0.2032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 146			

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	EA - 306	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Cond.,	separadora VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMANO (m ²):	35.0
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

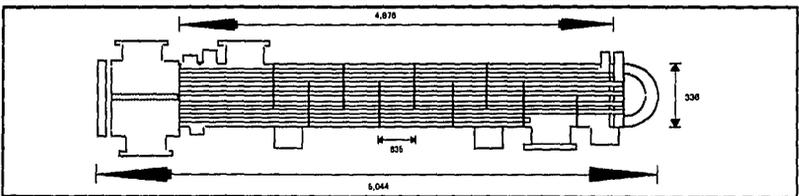
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Cloruro de Vinilo		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO CIRCULADO					
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	50,144.07		13,328	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.9022	0.9022	0.9997	0.9997
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.1186	0.1186	0.5164	0.5164
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.354	0.354	0.996	0.996
VISCOSIDAD	CP	0.1528	0.1528	1.157	1.157
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	46	29	5	75
PRESIÓN	Kg/cm ²	5	5	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.07	Perm: 0.7	Calc: 0.015
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	228,022		MTD (Corr C): 19,660	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	417.1	SUCIO	385

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	5.75		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	53		28	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	63.50 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 128	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.3365	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			941

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 307	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Reher. separadora VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	50
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

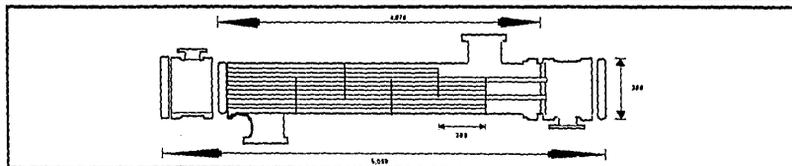
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		DCE		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	7,022		1,218	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.248	1.248		0.9
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m ² c	0.1439	0.1439		0.597
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.372	0.372		1.027
VISCOSIDAD	CP	0.319	0.319		0.175
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C			487	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C			0.0266	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C			0.46	
VISCOSIDAD	CP			0.014	
DENSIDAD	Kg/m ³			0.0033	
TEMPERATURA	°C	80	130	164.26	164.26
PRESIÓN	Kg/cm ²	5	5	7	7
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.01	Perm: 0.7	Calc: 0.004
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0004	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	593,9990		MTD (Corr C): 27.277	
COEF. DE TRANSFERENCIA.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	554.9	SUCIO	434.4

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	5.75	8.05
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	149.5	188.5
MAMPARAS	-----	Espaciam. 38.80 cm	% corte 25 Flujo
TUBOS	No: 183	D.E. (m) 0.0191	BWG: 16 LONG. (m) 4.27 ARREGLO Δ 2.54
ENVOLVENTE	Di. (m) 0.3873	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 1,235	

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio	1993	
CLAVE	EA - 308	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Cond. colm. purificadora	DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	9.5
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

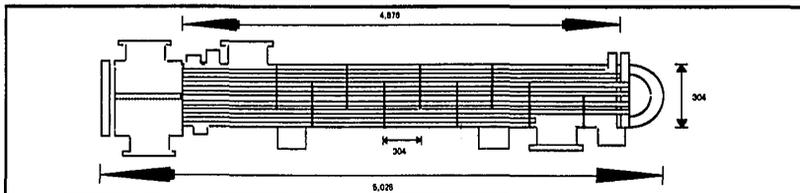
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		DCE		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	46,242.18		31,469	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.252	1.252	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.1488	0.1488	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.374	0.374	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.4894	0.4894	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	110	60	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.033	1.033	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.069	Perm: 0.7	Calc: 0.052
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	378,134		MTD (Cor C): 35.666	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	620.9	SUCIO	423.8

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	126.5		47.15	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	30.480 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 102	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.3048	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 645			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 309	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Reh. colm.	purificadora DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	15
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

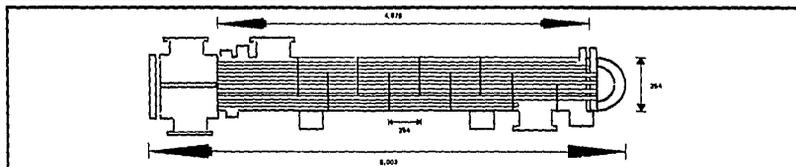
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envoltante		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO		Comp. ape-TCE		Vapor	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	94.54		374	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.878	0.878	0.926	
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c	0.146	0.1435	0.601	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.399	0.399	1.017	
VISCOSIDAD	CP	0.403	0.309	0.209	
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C		71	509	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C		0.0116	0.601	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C		0.22	1.017	
VISCOSIDAD	CP		0.012	0.013	
DENSIDAD	Kg/m ³		0.007	0.001	
TEMPERATURA	°C	93.33	121	138.32	138.31
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.5	3.5
No. DE PASOS		1		2	
CAIDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.031	Perm: 0.7	Calc: 0.022
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0003	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	190,841		MTD (Corr C): 26.055	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	639.9	SUCIO	484.8

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	134		159	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	25.4 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 66	D.E. (mm)	0.0191	BWG:	25
				LONG. (m)	4.27
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.2546	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)		486	

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 310	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Enfriador desechosdora DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	10.87
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

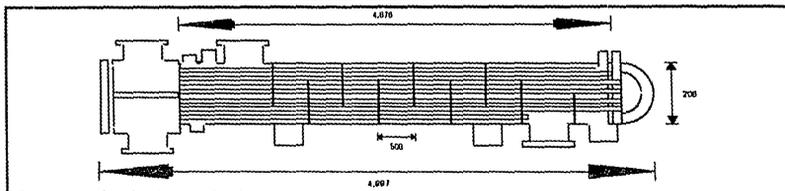
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
		Agua de Enfriamiento			
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.878	0.878	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m ² c	0.1491	0.1491	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.379	0.379	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.503	0.503	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	115	50	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.3	2.3	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.015	Perm: 0.7	Calc: 0.028
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	8,941		MTD (Corr C): 27.833	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	29.7	SUCIO	29.2

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2.64		3.91	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	132		47	
MAMPARAS		Espaciam.	5.080 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 40	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.2032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 632			

DIBUJO



NOTAS

Acotaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 311	Hecho por:	Aprobado por				
SERVICIO	Enfriador DCE puro.	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	32.82
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

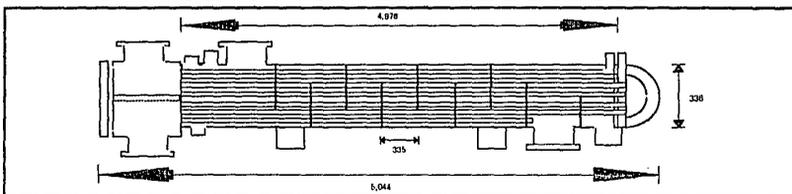
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		DCE		Agua de enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	40,210		16,828	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.19	1.19	0.9961	0.9961
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C	0.1506	0.1506	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C	0.361	0.361	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP	0.595	0.595	0.7406	0.7406
VAPOR					
TEMPERATURA	°C	60	46.11	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.033	1.033	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.057	Perm: 0.7	Calc: 0.014
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	202,213		MTD (Corr C): 16.33	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	465.8	SUCIO	377.8

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	2		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	70		50	
MAMPARAS	-----	Espaciám.	33.52 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 128	D.E. (mm)	0.0191	BWG:	16
		LONG. (m)	4.27	ARREGLO	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.3365	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 885			

DIBUJO



NOTAS

Acolaciones en mm

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 312	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Cond. colum degasificadora	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	19.98
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

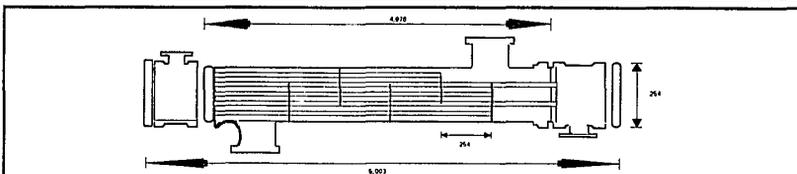
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
FLUIDO CIRCULADO				Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr				
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.868	0.9976	0.9942
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C		0.118	0.5415	0.5415
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C		0.367	0.999	0.999
VISCOSIDAD	CP		0.128	0.74	0.74
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C	69			
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.13			
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.231			
VISCOSIDAD	CP	0.013			
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0165			
TEMPERATURA	°C	83.33	46.11	29	41
PRESIÓN	Kg/cm ²	7.8	7.8	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		1	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.034	Perm: 0.7	Calc: 0.01
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	169,970		MTD (Corr C):	21.33
COEF. DE TRANSFERENCIA.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	496.4	SUCIO	397.6

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	8		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	90		50	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	25.40 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 73	D.E. (m)	0.0191	BWG:	16
		LONG. (m)	4.27	ARREGLO	Δ 2.54
ENVOLVENTE	DI. (m) 0.254	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)			577

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	EA - 313	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Reher. colm degasificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	4.27
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

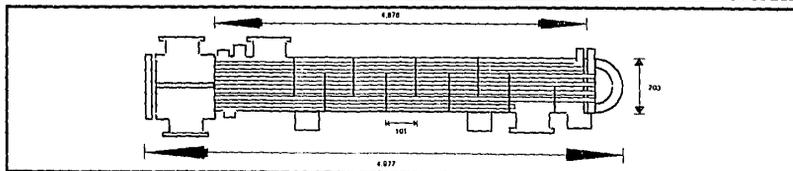
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		Vapor		VCM	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	462		6,242.89	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.9289	0.86	0.86
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C		0.6012	0.118	0.118
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C		1.017	0.375	0.375
VISCOSIDAD	CP		0.209	0.124	0.124
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C	509			
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.6012			
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	1.017			
VISCOSIDAD	CP	0.0137			
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0018			
TEMPERATURA	°C	138.32	138.31	60	62.862
PRESIÓN	Kg/cm ²	3.5	3.5	9	9
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.07	Calc: 0.078	Perm: 0.7	Calc: 0.204
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0001		0.0004	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	253.873		MTD (Corr C): 75.611	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	1,119.4	SUCIO	717.7

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	4		10	
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	150		180	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	10.16 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 28	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.2032	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 0.2032	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 207			

DIBUJO



LANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	EA - 314	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Cond. colm.	purificadora VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	54.30
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

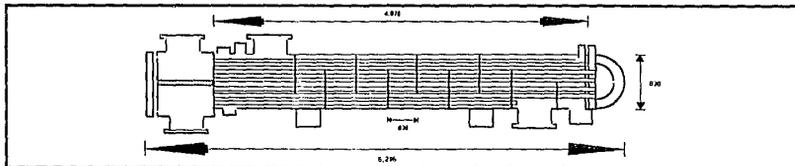
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

FLUIDO CIRCULADO	Unidades	Lado del envoltente		Lado de los tubos	
		VCM		Agua de Enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	12,803.66		4,648	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA				0.9997	0.9997
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°C			0.5164	0.5164
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C			0.997	0.997
VISCOSIDAD	CP			1.157	1.157
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.0098	0.0098		
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.211	0.211		
VISCOSIDAD	CP	0.0113	0.0113		
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0063	0.0063		
TEMPERATURA	°C	46.11	29	10	20
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.7	2.7	3.4	3.4
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.13	Perm: 0.7	Calc: 0.01
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² /Kcal	0.0001		0.0004	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	139,271		MTD (Corr C): 21	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	42	SUCIO	40.6

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	3		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	50		30	
MAMPARAS	-----	Espaciam.	83.82 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 812	D.E. (mm)	BWG:	LONG. (m)	ARREGLO
		0.0191	16	4.27	2.54 Δ
ENVOLVENTE	Di. (mm) 0.8382	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg) 3,722			

DIBUJO



FALTA PAGINA

No. 221

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	EA - 316	Hecho por:	Aprobado por:	
SERVICIO	Enfría. de VCM puro.	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

CAMBIADOR DE CALOR HOJA DE DATOS

GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	TAMAÑO (m ²):	103.11
TIPO:	Coraza y tubos	POSICIÓN:	Horizontal
No. ENVOLVENTE POR UNIDAD:	1	ARREGLO DE ENVOLVENTE:	

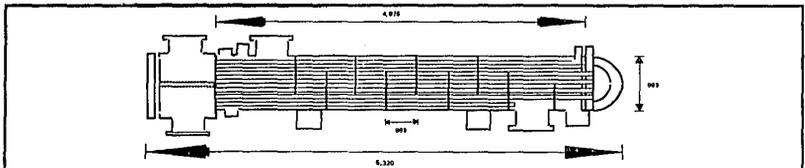
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD

	Unidades	Lado del envolvente		Lado de los tubos	
FLUIDO CIRCULADO		VCM		Agua de enfriamiento	
FLUIDO TOTAL	Kg/hr	18,605.5		28,678.5	
LIQUIDO					
GRAVEDAD ESPECIFICA				0.9989	0.9989
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Kcal/hr-m-°c			0.5251	0.5251
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg°C			0.998	0.998
VISCOSIDAD	CP			0.9897	0.9897
VAPOR					
CALOR LATENTE	Kcal / Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.96	0.96		
CALOR ESPECIFICO	Kcal/kg-C	0.21	0.21		
VISCOSIDAD	CP	0.0113	0.0113		
DENSIDAD	Kg/m ³	0.0056	0.0056		
TEMPERATURA	°C	46.11	46.11		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2.37	2.37		
No. DE PASOS		1		2	
CAÍDA DE PRESIÓN	Kg/cm ²	Perm: 0.7	Calc: 0.129	Perm: 0.7	Calc: 0.021
FAC. DE ENSUCIAMIENTO	Hr-m ² C/Kcal	0.0004		0.0001	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	169,103		MTD (Corr C): 10,722	
COEF. DE TRANS.	Kcal/hr-m ² C	LIMPIO	81.3	SUCIO	76.3

CONSTRUCCIÓN POR ENVOLVENTE

PRESIÓN DE DISEÑO	Kg/cm ² man	4		4	
TEMPERATURA DE DISEÑO	° C	50		50	
MAMPARAS	-----	Espaciám.	88.90 cm	% corte 25	Flujo
TUBOS	No: 942	D.E. (mm)	0.8890	BWG:	16
		LONG. (m)	4.27	ARREGLO	2.54 Δ
ENVOLVENTE	DI. (mm) 99,006	PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg)		4,528	

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 301	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tanque columna eliminadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

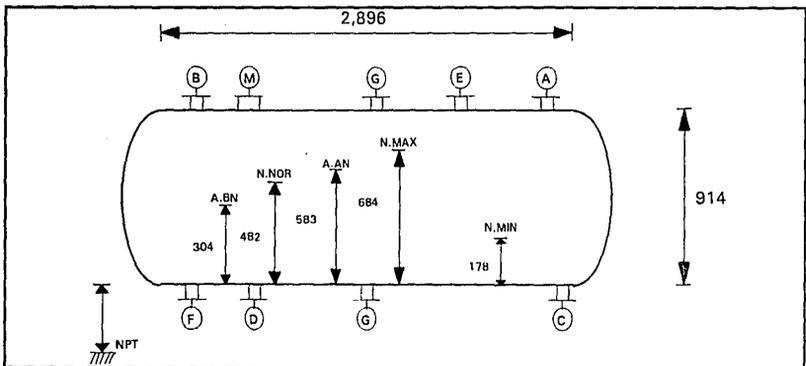
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido ácido Clorhídrico	FLUJO (lpm)	120,855.65
DENSIDAD (g/cm ³):	1.197	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	35	TEMP. DE DISEÑO (°c):	40
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	5.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	6.7
LONGITUD T-T (mm):	2,896	DIÁMETRO (mm):	914
CAPACIDAD TOTAL (lit):	1,900.12	NIVEL NORMAL (mm)	482
NIVEL MÁXIMO (mm):	684	NIVEL MÍNIMO (mm):	178
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	583	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	304
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3 CABEZAS: 3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drane
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 302	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tan a separadora VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

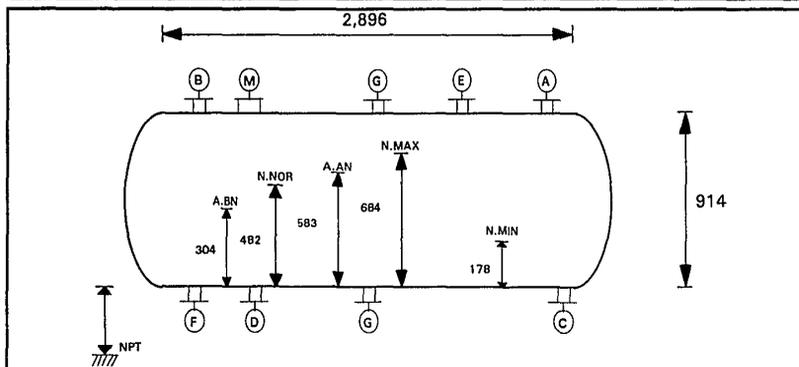
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Cloruro de Vinilo	FLUJO (lpm)	122,898
DENSIDAD (g/cm ³):	1,074	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	76.6	TEMP. DE DISEÑO (°c):	89
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	7.2	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	8.28
LONGITUD T-T (mm):	2,896	DIÁMETRO (mm):	914
CAPACIDAD TOTAL (lt):	1,900.12	NIVEL NORMAL (mm)	482
NIVEL MÁXIMO (mm):	682	NIVEL MÍNIMO (mm):	178
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	583	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	304
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:	
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA	
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3
ISLAMIENTO:	No se requiere	CABEZAS:	3
		RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 303	Hecho por:	Aprobado por	
SERV. Tan de la colm sep. VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

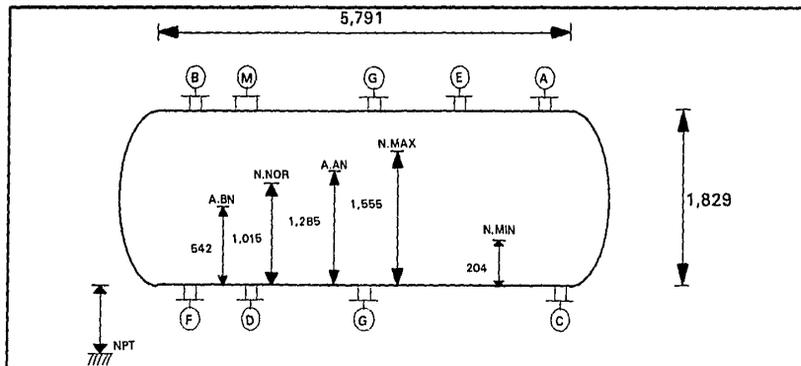
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Cloruro de Vinilo	FLUJO (lpm):	834,116		
DENSIDAD (g/cm ³):	0.91	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	35	TEMP. DE DISEÑO (°c):	40		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.0	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	3.45		
LONGITUD T-T (mm):	5,791	DIÁMETRO (mm):	1,829		
CAPACIDAD TOTAL (lit):	15,214.96	NIVEL NORMAL (mm):	1,285		
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	152		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	2,621	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	204		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FB - 304	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tanque a colm. purificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

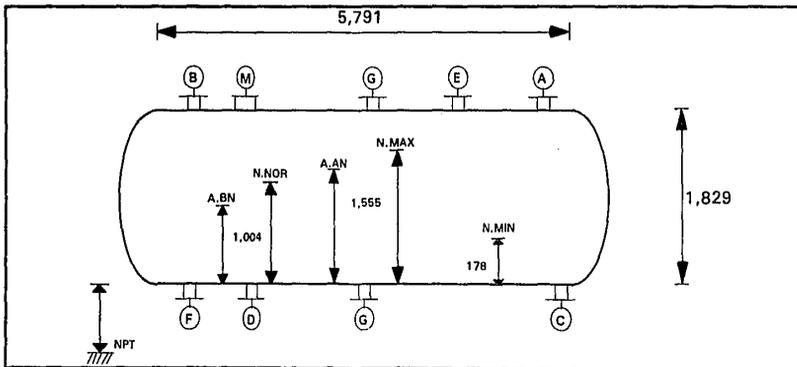
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido DCE-112TCE	FLUJO (lpm):	592,869		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.248	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	130	TEMP. DE DISEÑO (°c):	150		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	2.4	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	5,791	DIÁMETRO (mm):	1,829		
CAPACIDAD TOTAL (lt):	15,214.96	NIVEL NORMAL (mm):	1,004		
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	178		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):		ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):			
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3		
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">AISLAMIENTO:</td> <td style="width: 50%;">No se requiere</td> </tr> </table>	AISLAMIENTO:	No se requiere		CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere				
		RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	78 mm	Alimentación
C	1	78 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FA - 305	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque de colm purificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

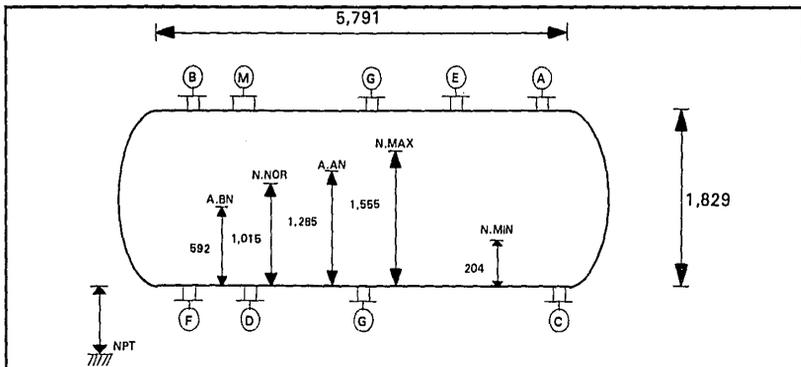
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano-VCM	FLUJO (lpm)	497,543		
DENSIDAD (g/cm ³):	1,252	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1,033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	95	TEMP. DE DISEÑO (°c):	110		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1,003	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5,10		
LONGITUD T-T (mm):	5,791	DIÁMETRO (mm):	1,829		
CAPACIDAD TOTAL (lt):	15,160	NIVEL NORMAL (mm)	1,015		
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	204		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,285	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	542		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPOSOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FB - 308	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque colm. degasificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO				

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

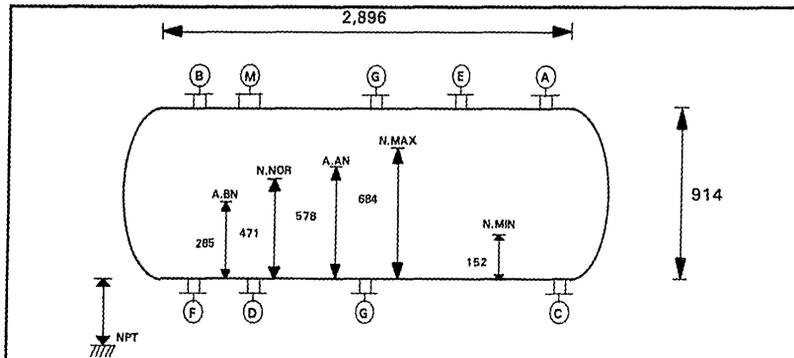
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Cloruro de Vinilo-HCl	FLUJO (lpm)	29,839		
DENSIDAD (g/cm ³):	0.912	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°C):	46	TEMP. DE DISEÑO (°C):	53		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	6.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	7.80		
LONGITUD T-T (mm):	2,896	DIÁMETRO (mm):	914		
CAPACIDAD TOTAL (l):	1,895	NIVEL NORMAL (mm):	471		
NIVEL MÁXIMO (mm):	684	NIVEL MÍNIMO (mm):	152		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	578	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	285		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPOSOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Palmitos Veracruz		FECHA	2 Junio		1993	
CLAVE	FA - 307	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque a colm purif. VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

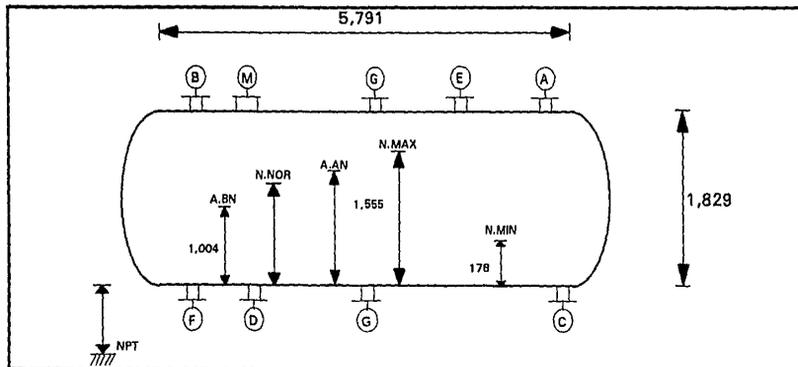
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Cloruro de Vinilo	FLUJO (lpm)	635,136		
DENSIDAD (g/cm ³):	.91	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	46	TEMP. DE DISEÑO (°c):	53		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.2	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	4.00		
LONGITUD T-T (mm):	5,791	DIÁMETRO (mm):	1,819		
CAPACIDAD TOTAL (lit):	15,160	NIVEL NORMAL (mm):	1,004		
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	178		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):		ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):			
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 308	Hecho por:	Aprobado por:	
SERV.Tan de la colm purifi. VCM		EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

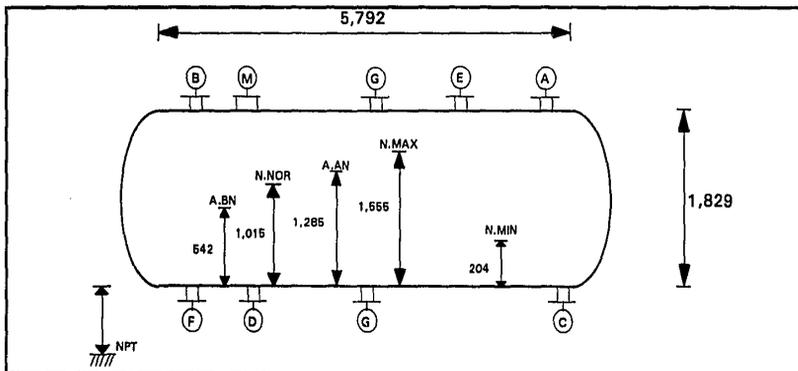
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal	
TIPO DE FLUIDO:	Líquido	VCM	FLUJO (lpm)	703,000
DENSIDAD (g/cm ³):	0.91	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033	
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	46	TEMP. DE DISEÑO (°c):	53	
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	5.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	7.84	
LONGITUD T-T (mm):	5,792	DIÁMETRO (mm):	1,829	
CAPACIDAD TOTAL (ft):	15,160	NIVEL NORMAL (mm)	1,015	
NIVEL MÁXIMO (mm):	1,555	NIVEL MÍNIMO (mm):	204	
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	1,285	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	542	
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón	
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:		
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA		
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	
		CABEZAS:	3	
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere	

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FA - 309	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tan a colm eliminadora HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISÑO

RECIPIENTES
HOJA DE DATOS

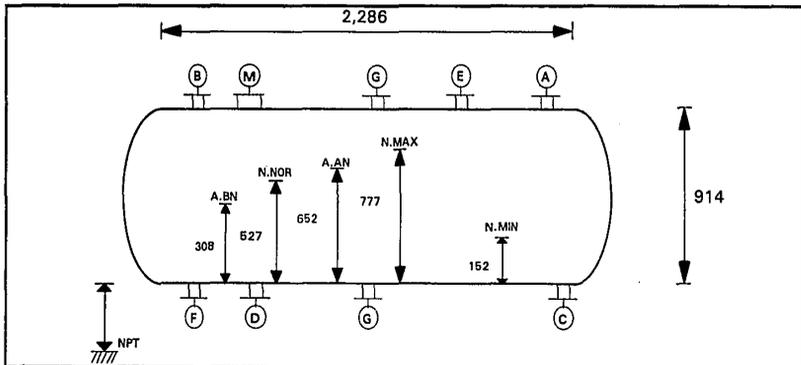
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal	
TIPO DE FLUIDO:	Líquido	HCl	FLUJO (lpm)	394.13
DENSIDAD (g/cm ³):	0.91	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033	
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	90	TEMP. DE DISEÑO (°c):	103	
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	5.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	7.84	
LONGITUD T-T (mm):	2,286	DIÁMETRO (mm):	914	
CAPACIDAD TOTAL (lit):	1,499.88	NIVEL NORMAL (mm)	527	
NIVEL MÁXIMO (mm):	777	NIVEL MÍNIMO (mm):	152	
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	625	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	308	
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón	
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:		
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA		
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	
		CABEZAS:	3	
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere	

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Ventee
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FB - 301	Hecho por:	Aprobado por				
SERV.	Tanque almacenamiento HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO		

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

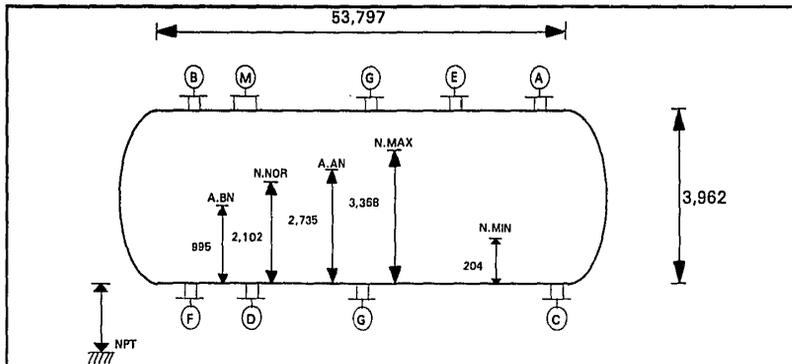
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido HCl	FLUJO (lpm)			
DENSIDAD (g/cm ³):	1.197	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°C):	35	TEMP. DE DISEÑO (°C):	40.3		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	3.0	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	53,797	DIÁMETRO (mm):	3,962		
CAPACIDAD TOTAL (lit):	683,250	NIVEL NORMAL (mm):	21024		
NIVEL MÁXIMO (mm):	3,368	NIVEL MÍNIMO (mm):	204		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	27351	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	995		
PARO (mm):		MAT. DEL CARCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	78 mm	Alimentación
C	1	78 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	FB - 302	Hecho por:	Aprobado por				
SERV. Tanq de almacenamiento DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO				

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

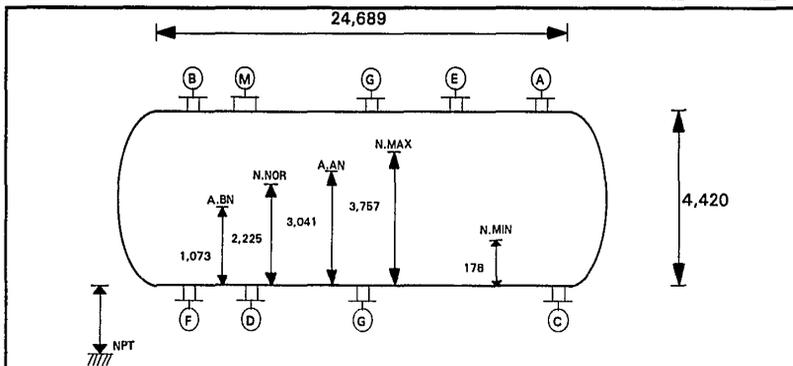
GENERALES

No. DE UNIDADES:	1	POSICIÓN:	Horizontal		
TIPO DE FLUIDO:	Líquido Dicloroetano	FLUJO (lpm)	683,9793		
DENSIDAD (g/cm ³):	1.252	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033		
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	48	TEMP. DE DISEÑO (°c):	56		
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	1.5	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	5.10		
LONGITUD T-T (mm):	24,689	DIÁMETRO (mm):	4,420		
CAPACIDAD TOTAL (lb):	378,824	NIVEL NORMAL (mm)	2,325		
NIVEL MÁXIMO (mm):	3,757	NIVEL MÍNIMO (mm):	178		
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	3,041	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	1,073		
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón		
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:			
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA			
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	CABEZAS:	3
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere		

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	FB - 303 AE	Hecho por:	Aprobado por	
SERV.	Tan de almacenamiento VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

RECIPIENTES HOJA DE DATOS

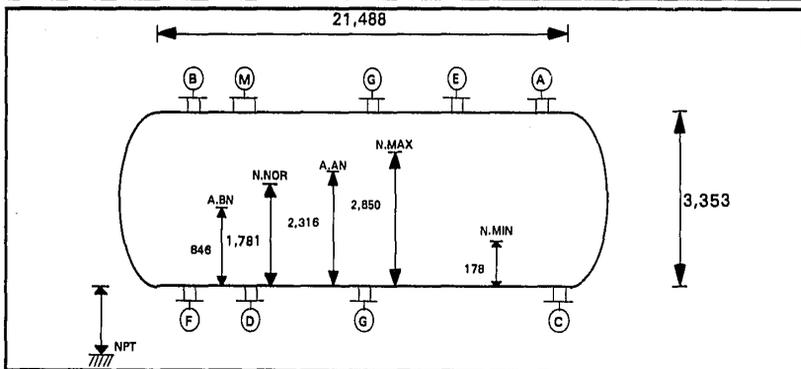
GENERALES

No. DE UNIDADES:	5	POSICIÓN:	Horizontal	
TIPO DE FLUIDO:	Líquido	VCM	FLUJO (lpm)	1,542,333
DENSIDAD (g/cm ³):	0.91	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kg/cm ² :	1.033	
TEMP. DE OPERACIÓN (°c):	10	TEMP. DE DISEÑO (°c):	36.5	
PRES. OPERACIÓN (Kg/cm ² man):	5.8	PRESIÓN DE DISEÑO (Kg/cm ² man):	7.70	
LONGITUD T-T (mm):	21,488	DIÁMETRO (mm):	33630	
CAPACIDAD TOTAL (lt):	190,871	NIVEL NORMAL (mm)	1,781	
NIVEL MÁXIMO (mm):	2,850	NIVEL MÍNIMO (mm):	178	
ALARMA DE ALTO NIVEL (mm):	2,316	ALARMA DE BAJO NIVEL (mm):	923	
PARO (mm):		MAT. DEL CASCARON:	Acero al carbón	
MAT. DE LAS CABEZAS:	Acero al carbón	MALLA SEPARADORA:		
ESPESOR MALLA SEPARADORA (mm)		TIPO DE MALLA		
Corrosión permisible (mm)		CASCARON:	3	
		CABEZAS:	3	
AISLAMIENTO:	No se requiere	RECUBRIMIENTO INTERNO:	No se requiere	

BOQUILLAS

No.	Cantidad.	Diámetro Nominal	Servicio
M	1	457 mm	Registro de hombre
A	1	25 mm	Venteo
B	1	76 mm	Alimentación
C	1	76 mm	Salida de líquido
D	1	51 mm	Drene
E	1	38 mm	Válvula de seguridad
F	1	51 mm	Conexión servicio
G	2	51 mm	Instrumentos de nivel

DIBUJO



PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-301 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV	Bomba a tanque HCl	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		HCl-Acetileno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		HCl-VCM
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	21.34
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	35
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	1.5
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.7
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,197.86
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,197.86
LPM	LPM	355.65
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	2
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	40.2
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	3.04
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	25
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	0.5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz			FECHA	2 Junio 1993		
CLAVE	GA-302 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SER B.	a colm separadora VCM-DCE	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	SI
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	78.49
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	76.6
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.42
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	5.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,074.18
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	7.2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,074.18
LPM	LPM	1,308.15
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	8.28
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	88
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	6.26
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	9.5
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	83.4
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	0.5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-303 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SÉR. B. colm separadora	VCM-DCE	EDICIÓN	APROBADA PARA DISEÑO	

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM-HCI
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Ligeramente
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM-HCI
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m³/hr	55.06
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	32
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.17
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	910.66
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	6.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	910.66
LPM	LPM	917.72
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm²	7.8
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	36.8
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm²	5.4
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm²	8.8
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	53
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	10

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-304 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV	Bomba a colm purificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1,2DCE-1,2TCE-VCM
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(SI/No)	No
COMPUESTOS CORROSIVOS		-----
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	32.61
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	130
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.42
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.4
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,248.41
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.17
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,248.41
LPM	LPM	543.46
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	3.6
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	150
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	2.76
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	4.2
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	28.95
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	7.5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-305 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV. B. domos colm purificadora	EDICIÓN	APROBADA PARA		DISEÑO

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		1,2DCE-VCM-Cloropreno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Corrosivo
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	36.91
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	85
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	
CONDICIONES EN LA SUCCION DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCION	Kg/m ³	1,252.8
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	1.32
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCION	Kg/m ³	1,252.8
LPM	LPM	615.18
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	1.53
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	98
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCION	Kg/cm ²	1.2
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	1.75
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	19.2
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-308 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV	Bomba a reactor de cloración	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEO		1,2DCE-VCM-Benceno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	ligeramente
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	32.10
TEMPERATURA DE BOMBEO	° C	48
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	0.57
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	2.6
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.8
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.5
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	1,252.8
LPM	LPM	534.94
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.02
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	55.2
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.04
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	4.6
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	33
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-307 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
SERV B.	domos colm desgasificadora	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM-HCI
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	Si
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM-HCI
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m³/hr	2.50
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	38
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	3.2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	0.13
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm² man	4.23
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m³	912.72
LPM	LPM	41.66
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm²	4.8
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	44
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm²	3.68
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm²	5.6
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	31.4
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	2

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO	001	HOJA	1	DE	1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz	FECHA	2 Junio	1993			
CLAVE	GA-308 A/R	Hecho por:	D.M.	Aprobado por			
S. Bomba a colm	purificadora VCM	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO		

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM-HCl-Butadieno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	SI
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM-HCl
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	45.71
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	46
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	3.2
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.51
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.23
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.51
LPM	LPM	761.83
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	4.8
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	53
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	3.68
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	5.59
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	12.8
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	5

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrífuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Pajaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-309 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SBomba fondos col purificadora VCM	EDICIÓN		APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS
HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM-HCl-Butadieno
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	SI
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM-HCl
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	4.10
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	90
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.3
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.5
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	5.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.5
LPM	LPM	68.38
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	6.6
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	103.5
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	5
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	7
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	29
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	3

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

PLANTA	Cloruro de Vinilo	CONTRATO 001	HOJA 1	DE 1
LOCALIZACIÓN	Palmaritos Veracruz		FECHA	2 Junio 1993
CLAVE	GA-310 A/R	Hecho por: D.M.	Aprobado por	
SERV.	Bomba a tanque VCM	EDICIÓN	APROBADA PARA	DISEÑO

BOMBAS HOJA DE DATOS

NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA

	Unidades	
FLUIDO BOMBEADO		VCM
CLASE DE FLUIDO		
CORROSIVO O NO CORROSIVO	(Si/No)	SI
COMPUESTOS CORROSIVOS		VCM
SÓLIDOS (CUALQUIERA)		-----
GASTO BOMBEADO a 15 °C y 1 atm	m ³ /hr	47.85
TEMPERATURA DE BOMBEADO	° C	28
VISCOSIDAD (a T de bombeado)	CP	
CONDICIONES EN LA SUCCIÓN DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	4.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.5
CONDICIONES EN LA DESCARGA DE LA BOMBA		
PRESIÓN	Kg/cm ² man	5.8
DENSIDAD A T DE BOMBEO Y P DE SUCCIÓN	Kg/m ³	910.5
LPM	LPM	797.47
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN	Kg/cm ²	6.6
TEMPERATURA MÁXIMA	° C	32.2
PRESIÓN MÁXIMA DE SUCCIÓN	Kg/cm ²	5.5
ΔP MÁXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm ²	7.6
DIFERENCIA DE CABEZA	(m)	
NPSH DISPONIBLE	(m)	25.9
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	10

NECESIDADES ESPECIALES DE LA BOMBA

TIPO RECOMENDADO DE BOMBA	Centrifuga
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO	
REGULAR	Eléctrico
DE RESERVA	Turbina

NOTAS

1) Una unidad con su relevo

Documento H

Diagrama de Servicios Auxiliares

DOCUMENTO H
DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES

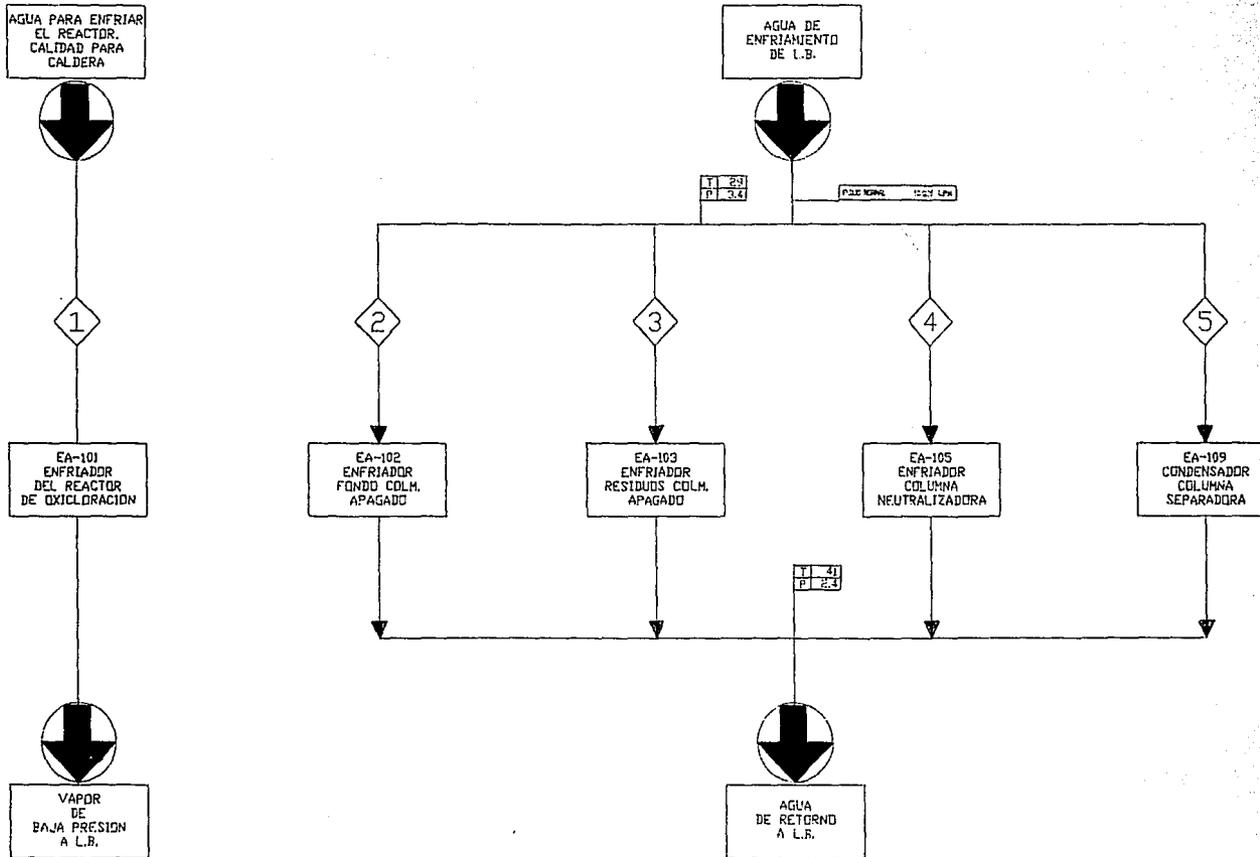
PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

H.1 Área 100. Sección de oxícloración

**H.2 Área 200. Sección de cloración directa y
purificación de DCE**

**H.3 Área 300. Sección de pirólisis y purificación
de VCM**

CORRIENTE	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
FLUJO NORMAL Kg/hr	578,280.0	5,340.0	11,460.0	4,440.0	2,040.0	420.0	4,440.0
FLUJO LPM	9,638.0	89.0	191.0	74.0	34.0	7.0	74.0
PRESION Kg/cm ² man	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5
TEMPERATURA °C	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0



SA-122V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECC. OXICLORACION	SA-300A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECCION DE PIROLISIS Y PURIFICACION	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	23-0-91
SA-200A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. CLORACION		DE DCE	1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	15-05-91
SA-200V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECC. CLORACION	SA-300V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE PIROLISIS Y PURIFICACION					
	DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE		DE DCE					
DIBUJOS DE REFERENCIA				REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV R.K.S.N.	FECHA

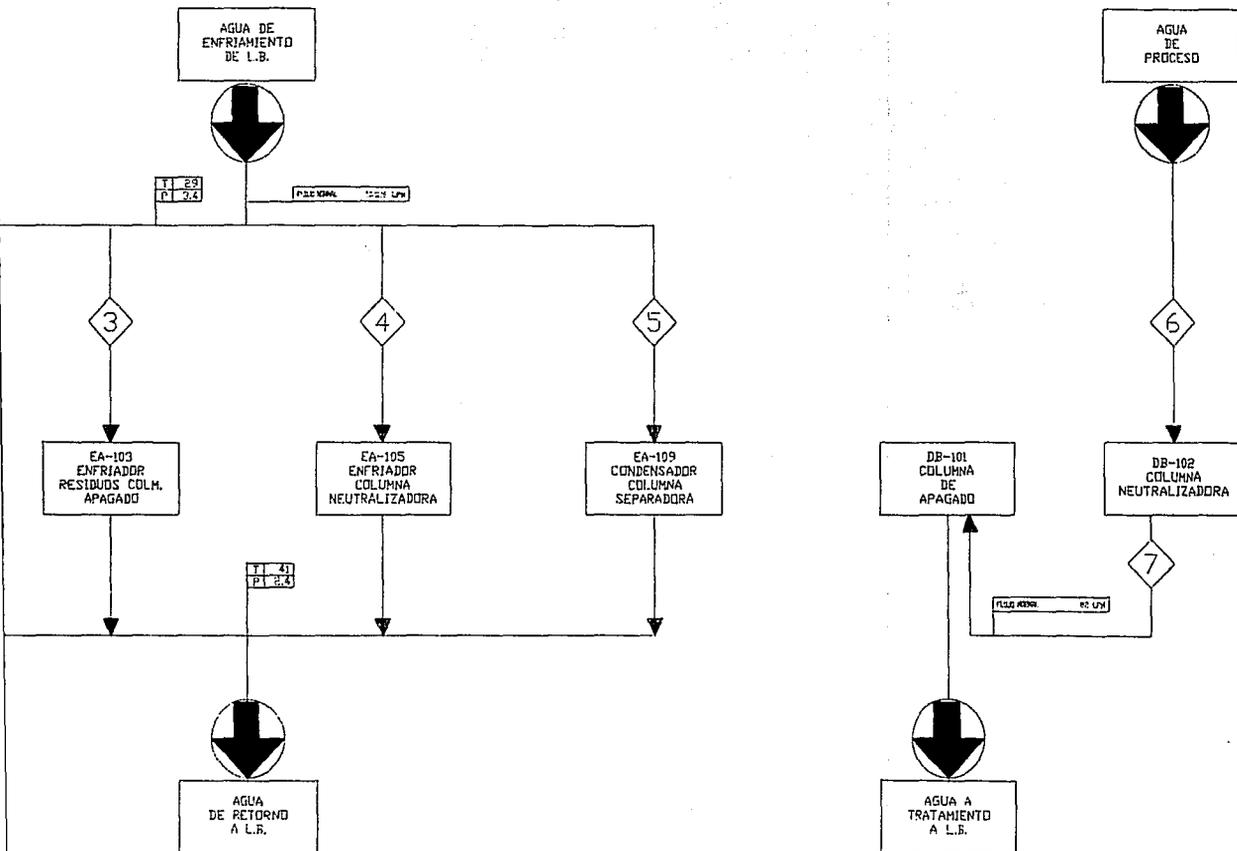
ESTE DISEÑO FUE REVISADO
Y APROBADO EN EL DISEÑO
DE LA SECCION DE DISEÑO Y
DE LA SECCION DE OPERACIONES Y
MANTENIMIENTO EN EL DIA
INDICADO POR LA FIRMADA

PLANTA D
PARACETOL V.F.A.

	5	6	7
0	2,040.0	420.0	4,440.0
0	34.0	7.0	74.0
4	3.4	3.5	3.5
0	29.0	29.0	29.0

NOTAS

- 1.- Presion en Kg/cm² man, temperatura en °C
- 2.- El valor reportado es el cercano normal, el maximo es un 35 % del normal.



CEN	0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	12-27-92
CEN	1	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	15-05-92
REV		DESCRIPCION	DIBUJO	OPERA	FECHA
			DOLORES MEZA	F.K.S.N.	FECHA

ESTE DISEÑO FUE ELABORADO POR EL INGENIERO QUIMICO PATRICIO DE LA ROSA EN EL DISEÑO DE PROYECTO Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PROCESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PROCESO Y RESERVA DE AGUA DE PROCESO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PROCESO.



MENSAJE Y FLECHA

FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL

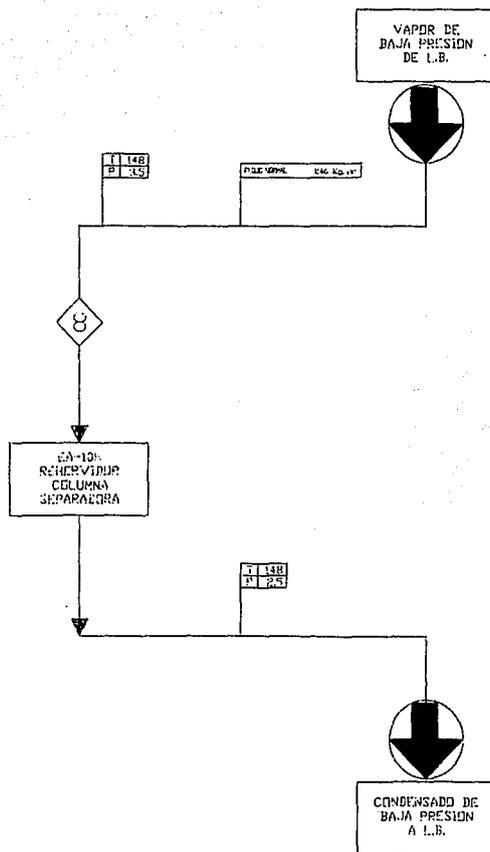
DIAGRAMA DE BALANCE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES
SECCION DE DIXLORACION
SISTEMA 102

PLANTA DE CLORURO DE VINILO
PARATEPEC, MEXICO

DIB. No. 56-100A

NO. 1

CORRIENTE	
FLUJO NORMAL Kg/hr	246.0
FLUJO LPM	---
PREISION Kg/cm ² man	3.5
TEMPERATURA °C	148.0

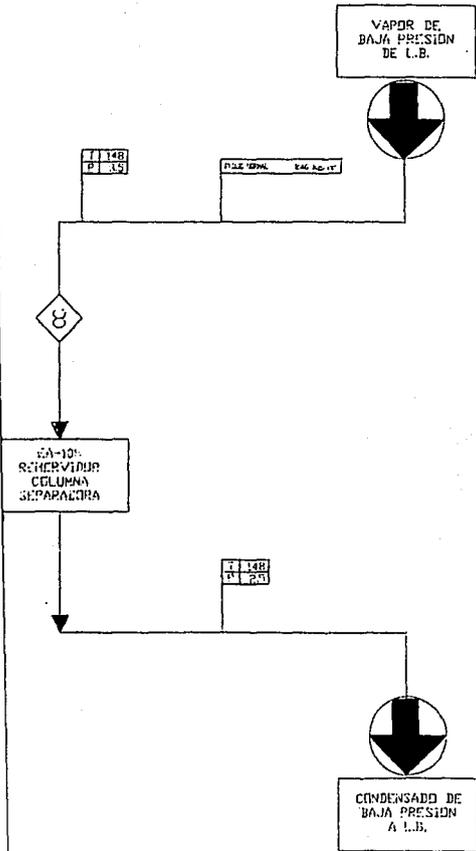


SA-320A	DIAG. E. S. A. TABERA SECC. OXIDACION	SA-320A	DIAG. E. S. A. CARGA SECCION DE PURIFICACION	0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	22-08-62
SA-320B	DIAG. E. S. A. CARGA SECC. CLORACION		DE DCE	1	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	15-08-62
SA-320V	DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE	SA-320V	DIAG. E. S. A. CARGA SECCION DE PURIFICACION					
SA-320V	DIAG. E. S. A. CARGA SECC. CLORACION		DE DCE					
DIBUJOS DE REFERENCIA				REV	DESCRIPCION	DIBUJADO	SUPERV.	FECHA
						DOLORIS MEZA	E.K.S.N.	1962

PRO. 304
 ANEXO
 DE DISEÑO
 N. 1000
 DE 1962
 ELEVACION

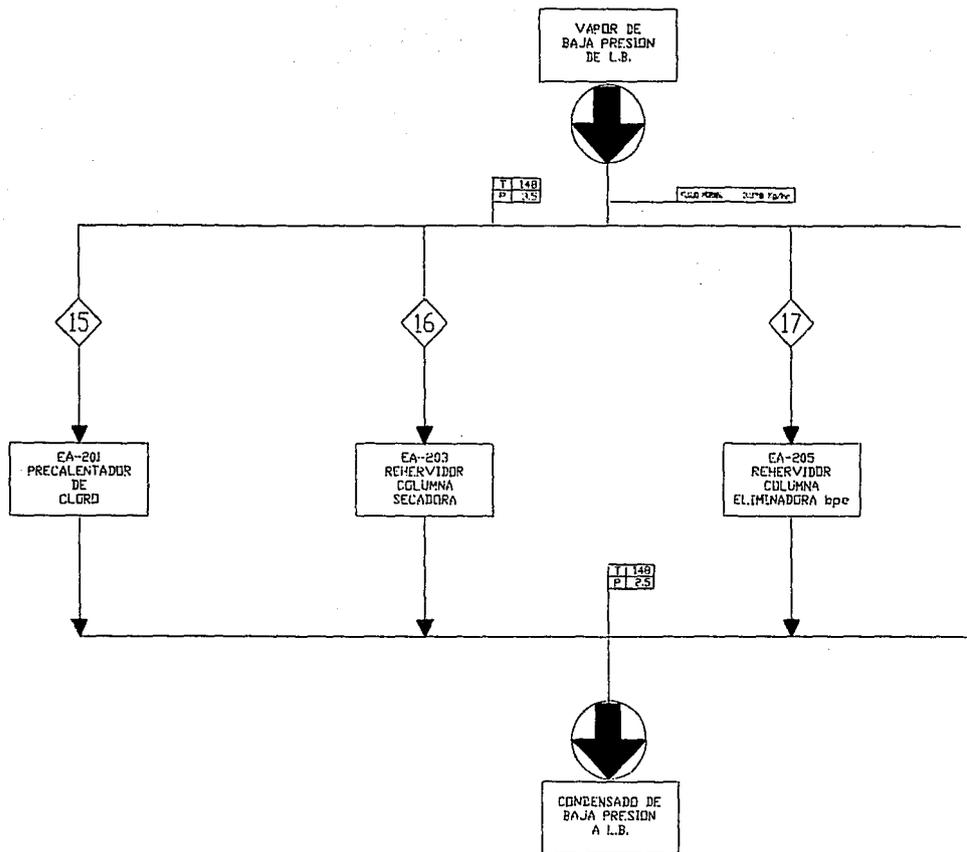
MUTAS

- 1.- Presion en Kg/cm² hasta temperatura en °C
- 2.- El valor reportado es el consumo normal, el pocho es un 35 % del normal.



APROBADO PARA DISEÑO	V	V	22-V-4	POR FAVOR, NO OLVIDE DE MARCAR, PONIENDO EL NOMBRE DE SU INSTITUCION, EL NOMBRE DEL AUTOR Y EL TITULO DE LA TESIS EN LA PORTADA DE LA TESIS. LA TESIS DEBE DE SER ENTREGADA EN UN PLAZO DE 15 DIAS DESPUES DE LA ENTREGA DE LA TESIS. LA TESIS DEBE DE SER ENTREGADA EN UN PLAZO DE 15 DIAS DESPUES DE LA ENTREGA DE LA TESIS. LA TESIS DEBE DE SER ENTREGADA EN UN PLAZO DE 15 DIAS DESPUES DE LA ENTREGA DE LA TESIS.		FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL
APROBADO PARA DISEÑO	V	V	15-V-5			
DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA	PLANTA DE CLORURO DE VINILO PARACETAMOL	15-V-5	DIB No. 5A-100V AY 1

CORRIENTE	15	16	17	18
FLUJO NORMAL Kg/hr	2,723.0	20.0	203.0	432.0
FLUJO LPM	----	----	----	----
PRESION Kg/cm ² man	3.5	3.5	3.5	3.5
TEMPERATURA °C	148.0	148.0	148.0	148.0



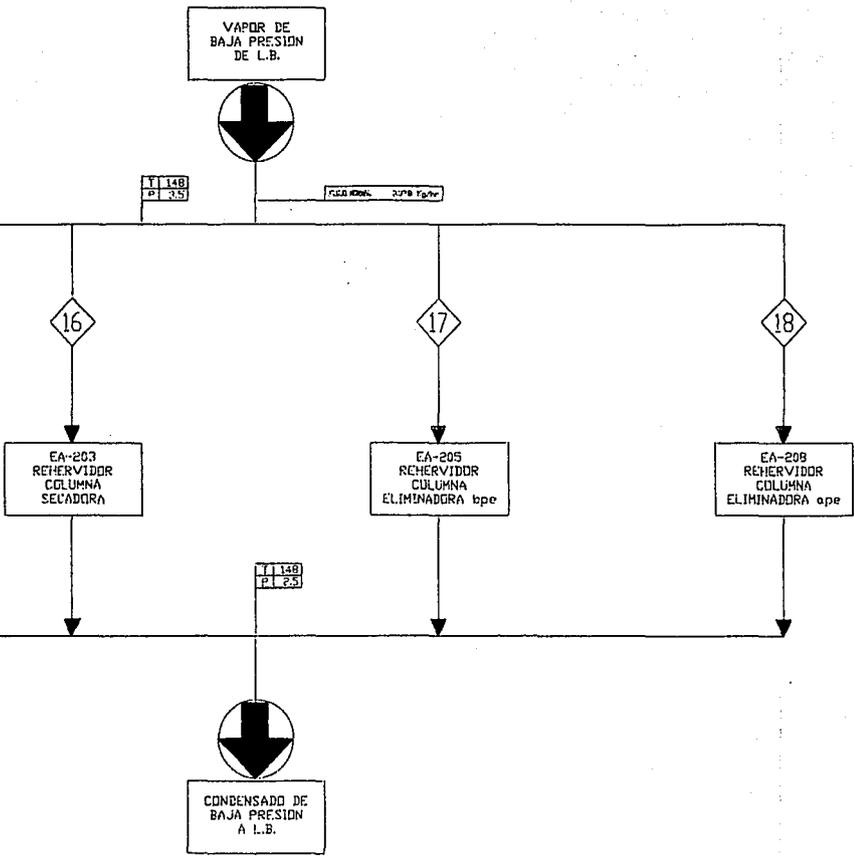
SA-100A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. OXIDACION	SA-300A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECCION DE PURIFICACION	0	APROBADO PARA DISENO	✓	✓	35-12-92
SA-100V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECC. OXIDACION		DE DCE	1	APROBADO PARA DISENO	✓	✓	15-05-93
SA-200A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. CLORACION	SA-300V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE PURIFICACION					
	DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE		DE DCE					
DIBUJOS DE REFERENCIA				REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA
						DOLORES MEZA	E.K.S.N.	

ESTE DISEÑO, REVISADO
 Y APROBADO EN EL CENTRO
 DE DISEÑO Y DISEÑO DE
 LA EMPRESA, CON EL FIN
 DE SER USADO EN LA
 EJECUCION DE LA OBRA.

PLANTA DE
 PALMISTOZUELA

NOTAS

- 1.- Presion en Kg/cm² man, temperatura en °C
- 2.- El valor reportado es el consueto normal, el maximo es un 35 % del normal.



CACION	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-2-22
CACION	1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	15-V-22
REV		DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV E.K.S.N.	FECHA

PLANTA DE CLORURO DE VINILO

PARA MITEREX MEXICO

ESTADO DE GUANAJUATO

PROYECTO 1000

FECHA

FACULTAD DE QUIMICA

TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE BALANCE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

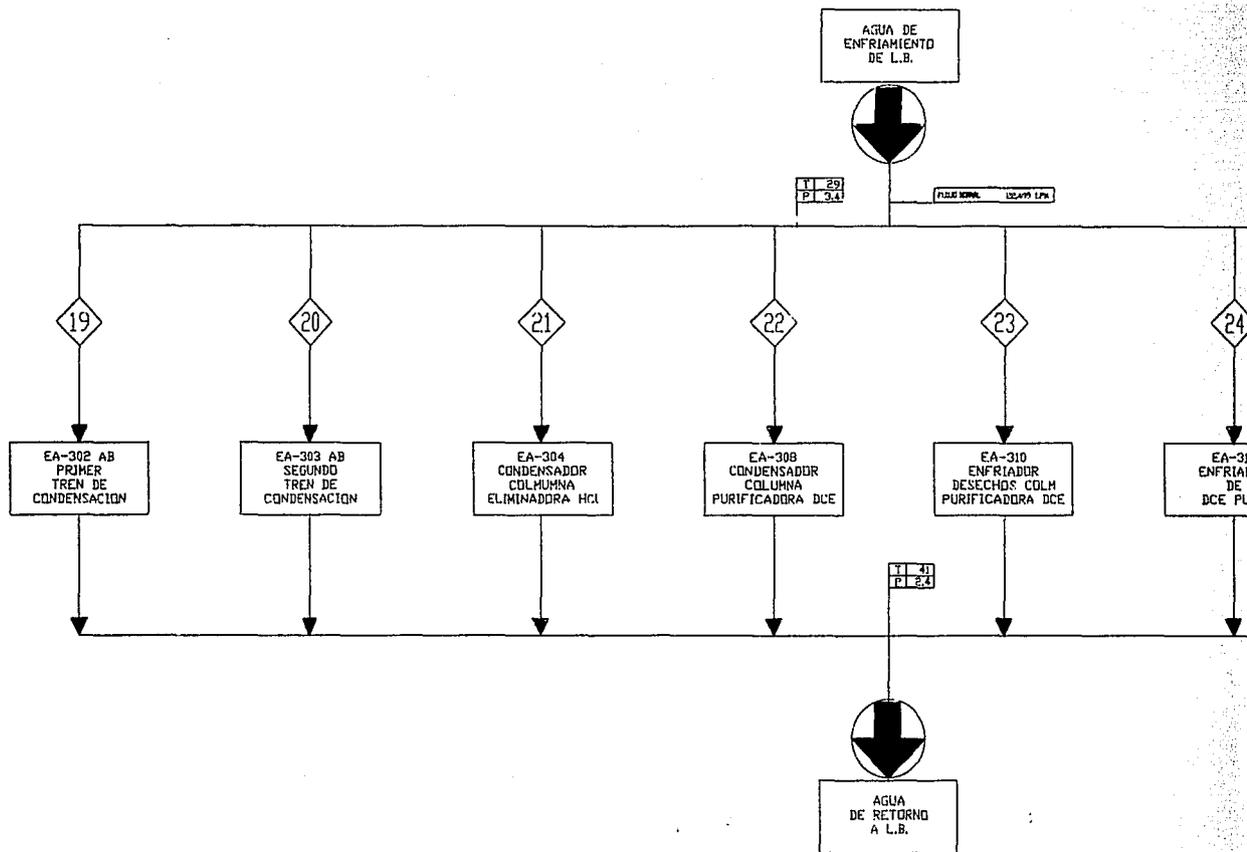
SECCION DE CLORACION PURIFICA Y PURIFICACION DE BCC

SECCION 100

DIB No. SA-200V

REV 1

CORRIENTE	19	20	21	22	23	24	25	26
FLUJO NORMAL Kg/hr	314,460.0	885,180.0	17,160.0	31,560.0	720.0	16,860.0	14,220.0	56,580.0
FLUJO LPM	5,421.0	14,753.0	286.0	525.0	12.0	281.0	237.0	943.0
PRESION Kg/cm ² man	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
TEMPERATURA °C	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0



SA-100A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. OXICLORACION	SA-200V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE CLORACION DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-11-83
SA-100V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECC. OXICLORACION	SA-300V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE PURIFICACION Y PURIFICACION DE DCE	1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-11-87
SA-200A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. CLORACION DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE	SA-300V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE PURIFICACION Y PURIFICACION DE DCE					
DIBUJOS DE REFERENCIA				REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MIZBA	SUPERV R.K.S.N.	FECHA
								PLANTA DE PAJWETTEL-192

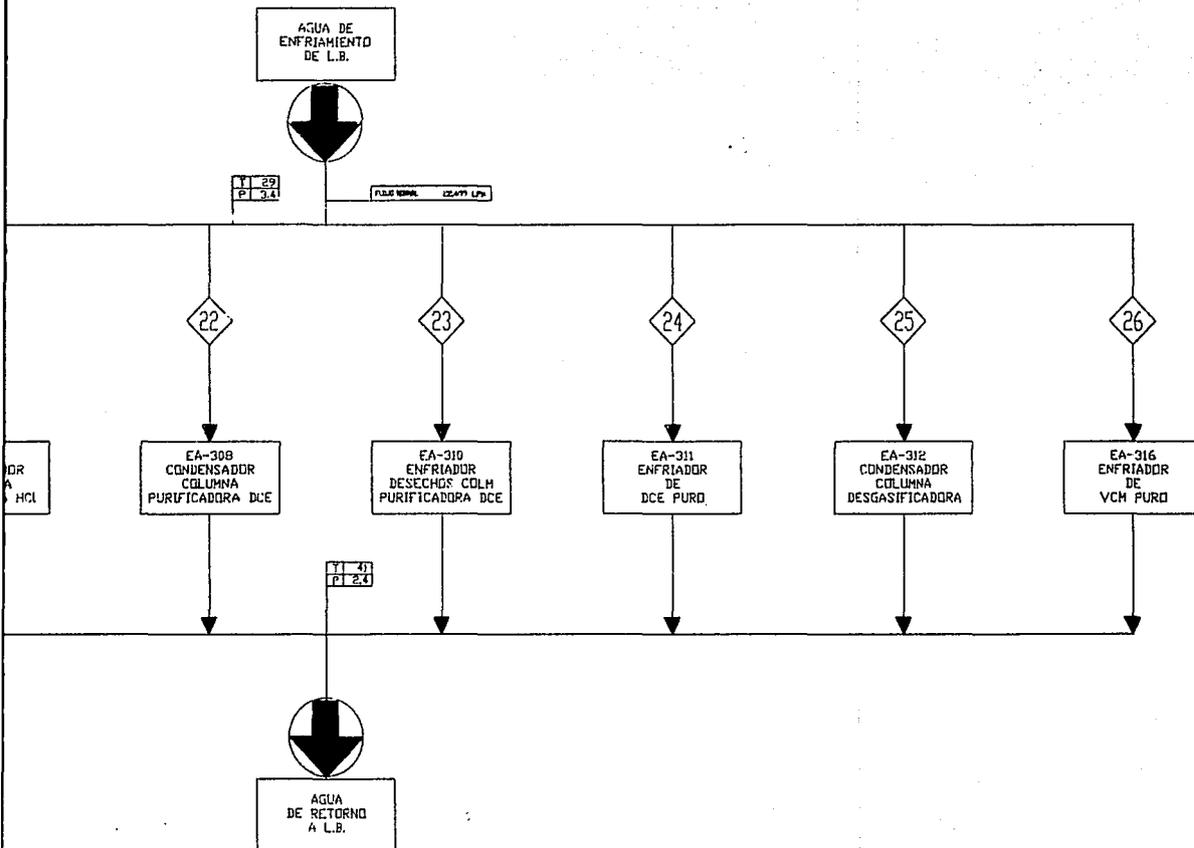
ESTE DIBUJO, INCLUIDO
JUNTO EN SU COPIA
DE DISEÑO Y SU USO
NO ESPERA TOTAL O PAR
CIAL CANCELAR UN LEY
LORDMARE POR LA PAZ

21	24	25	26
720.0	16,860.0	14,220.0	56,580.0
12.0	281.0	237.0	943.0
3.4	3.4	3.4	3.4
29.0	29.0	29.0	29.0

NOTAS

1- Presión en Kg/cm² a temperatura en °C

2- El valor reportado es el consumo normal, el máximo es un 35 % del normal.



0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	25-V-97
1	APROBADO PARA TISENO	v	v	25-V-97
REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERY	FECHA
		DOLORES MEZA	R.K.S.N.	

REV. TÉCNICO, REALIZANDO EL DISEÑO, ENTENDIENDO Y ENTENDIENDO LOS ANTES EN EL DISEÑO INGENIERO QUÍMICO DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y ES UNO QUE ENTENDIENDO A LOS DISEÑOS ANTES NO TENDRÁ TOTAL O PARCIALMENTE Y NO ENTENDIENDO EN EL DISEÑO ENTENDIENDO EN EL DISEÑO ENTENDIENDO QUE EL DISEÑO ENTENDIENDO POR LA FACULTAD DE QUÍMICA.



FACULTAD DE QUÍMICA TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE BALANCE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES
SECCION DE PURIFICACION Y PURIFICACION DE VCM
SECCION 300

PLANTA DE CLORURO DE VINILO
PARMETREX/VE

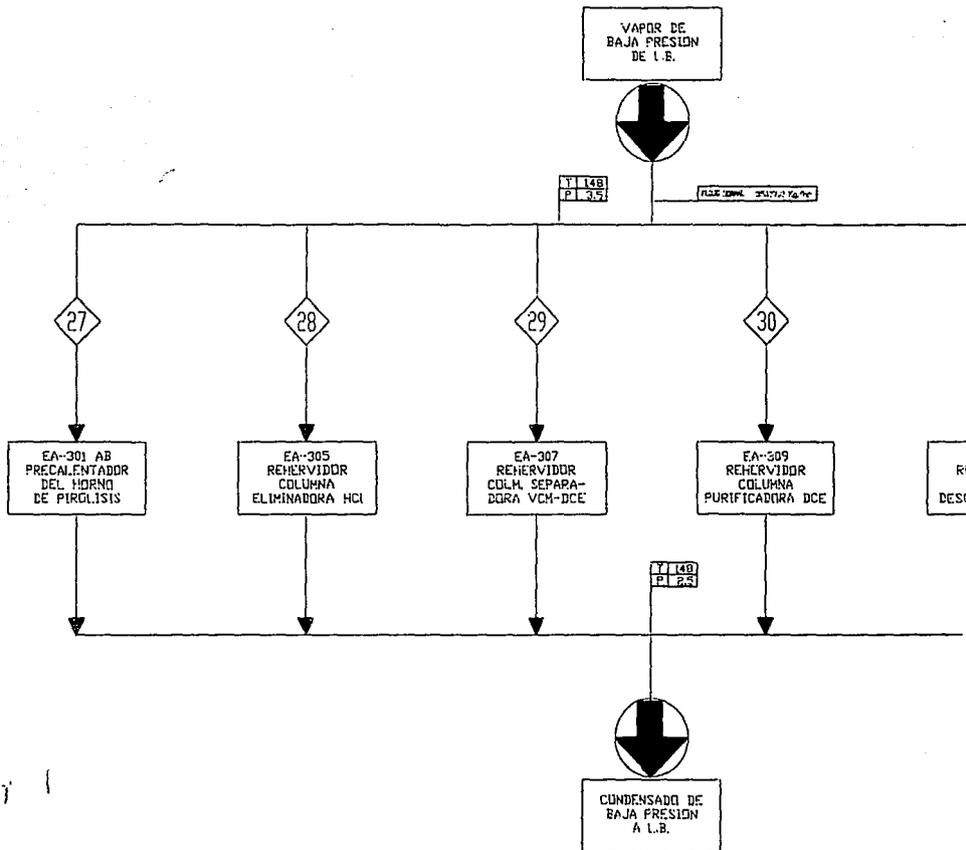
MESES / FECHA

REV. 01 DE 1997

DIB. No. SA-300A

REV. 1

CORRIENTE	27	28	29	30	31	32
FLUJO NORMAL Kg/hr	32,310.0	310.0	1,217.0	56.0	992.0	285.0
FLUJO LPH	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PRESION Kg/Cm ² man	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
TEMPERATURA °C	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0



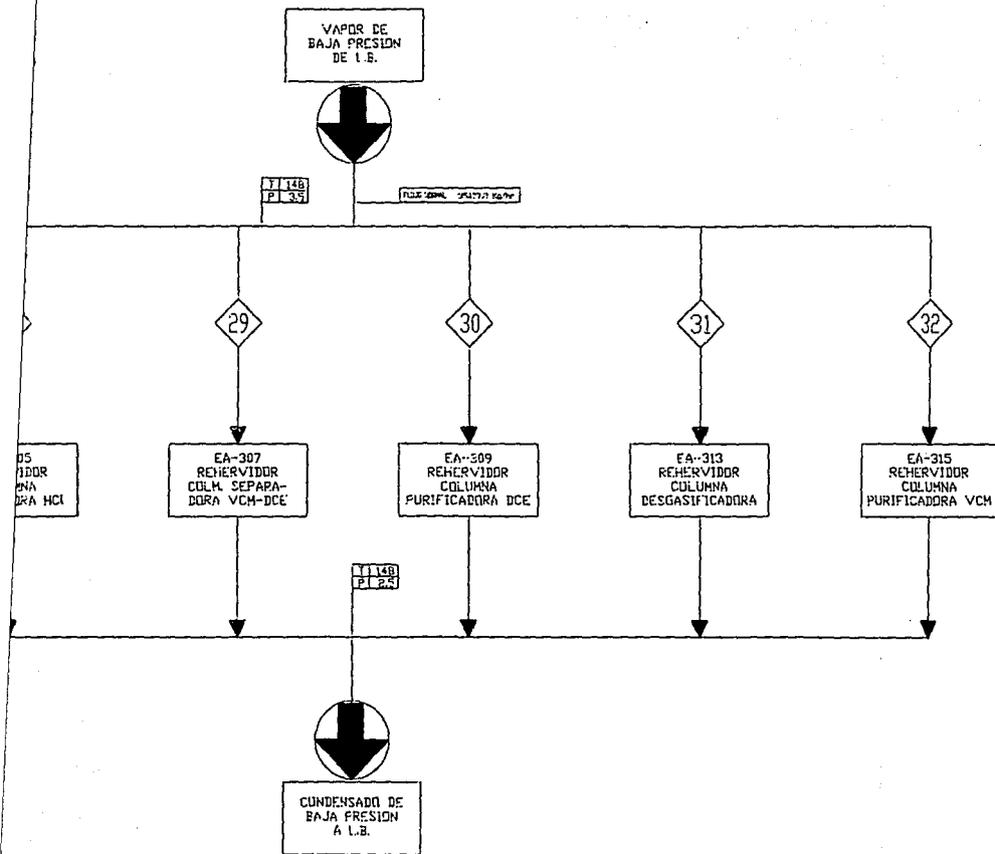
SA-100A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. DICHLORACION	SA-EDDV	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECCION DE CLORACION DIRECTA	0	APROBADO PAPA DISEÑO	✓	✓	25-11-51
SA-100V	DIAG. B. S. A. (VAPOR) SECC. DICHLORACION		Y PURIFICACION DE DCE	1	APROBADO PAPA DISEÑO	✓	✓	25-11-51
SA-200A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECC. CLORACION	SA-300A	DIAG. B. S. A. (AGUA) SECCION DE PIROLISIS Y PURIFICACION					
	DIRECTA Y PURIFICACION DE DCE		DE DCE					
DIBUJOS DE REFERENCIA				REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV. R.K.S.N.	FECHA

PAPA DISEÑO
 ANGELO E.
 INGENIERO
 EN QUÍMICA
 DEL INSTITUTO
 TECNOLÓGICO
 DE VALPARAISO

31	32
992.0	285.0
---	---
3.5	3.5
148.0	148.0

NOTAS

- 1.- Presión en Kg/cm² a la temperatura en °C.
- 2.- El valor reportado es el consumo normal, el máximo es un 35 % del normal.



FECHA	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-05-82
FECHA	1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-05-82
REV		DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA
			DOLORES MEZA	R.K.S.N.	

ESTE DISEÑO, INCLUIDO EL MATERIAL PATENTEADO, ES PROPIEDAD DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. ESTE DISEÑO ESTA DESTINADO A SER UTILIZADO AL SERVICIO DE PURIFICACION Y SE DESLIEGA DE LA RESPONSABILIDAD DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA POR LA PRECISION DEL DISEÑO.

PLANTA DE CLORURO DE VIVILO
MANEJO DE VAPOR



FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE BALANCE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES
SECCION DE PURIFICACION Y PURIFICACION DE VCH

FECHA: 25-05-82

REV: 1

DIB. No. 51-0007

REV. 1

Documento J

Requerimiento de Servicios Auxiliares y Agentes Químicos

DOCUMENTO J REQUERIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES Y AGENTES QUÍMICOS

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

A continuación se dan las listas de los requerimientos de Servicios Auxiliares, así como de agentes químicos utilizados en este proceso.

Para mayor comodidad se presentan los resultados por áreas.

Los servicios auxiliares que se utilizan son:

- Agua de enfriamiento
- Vapor de calentamiento
- Agua de proceso
- Energía eléctrica
- Combustible
- Refrigerante

Los agentes químicos utilizados son:

- Catalizadores
- Sosa

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: AGUA DE ENFRIAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.4 Kg/cm² Temperatura 29°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.4 Kg/cm² Temperatura 41°C en L.B.CONSUMO

CLAVE	EQUIPO	NORMAL		MÁXIMO	
		LPM	GPM	LPM	GPM
EA-101	Enfriador del reactor de oxidación	9,638	2,547	13,252	3,501
EA-102	Enfriador fondo colm apagado	89	24	122	32
EA-103	Enfriador residuos colm. apagado	191	50	263	69
EA-105	Enfriador colm neutralizadora	74	19	102	27
EA-109	Condensador colm separadora	34	9	47	12
	TOTAL	10,026	2,649	13,786	3,641

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: VAPOR DE CALENTAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.CONSUMO

CLAVE	EQUIPO	NORMAL		MÁXIMO	
		Kg/hr	Lb/hr	Kg/hr	Lb/hr
EA-106	Colm separadora	20,833	45,929	28,645	63,151
EA-108	Rehervidor colm separadora	246	542	338	855
	TOTAL	21,079	46,471	28,983	64,006

Nota: el vapor es producido dentro de L.B, en el reactor de oxícloración DC-101 AB

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

REQUISITOS DE ENERGÍA
ELÉCTRICA PARA EQUIPO
DE PROCESO

PLANTA Cloruro de Vinilo
LOCALIZACIÓN Pajaritos, Veracruz
No. CONTRATO 001

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>FASES</u>	<u>POTENCIA (KW)</u>	
				<u>OPERACIÓN</u>	<u>INSTALADOS</u>
GA-101 A/R	Bomba colm. apagado	480	3	3.32	7.83
GA-102 A/R	Bomba a tanque DCE crudo	480	3	4.93	12.31
GA-103 A/R	Bomba fondos colm neutralizadora	480	3	29.35	63.78
GA-104 A/R	Bomba solución sosa	480	3	14.59	35.06
GA-105 A/R	Bomba a colm absorbedora	480	3	4.72	11.19
GA-106 A/R	Bomba colm separadora	480	3	3.57	8.58
GA-108 A/R	Bomba a la sección 200	480	3	3.09	7.08
TOTAL:				63.26	145.83

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Clonro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: AGUA DE PROCESOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 2.3 Kg/cm² Temperatura 29°C en L.B.

CONSUMO

CLAVE	EQUIPO	NORMAL		MÁXIMO	
		LPM	GPM	LPM	GPM
DB-101	Columna de apagado	74	19	102	27
DB-102	Columna neutralizadora	7	2	10	3
TOTAL:		82	21	112	30

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

PLANTA Cloruro de Vinilo

SERVICIOS AUXILIARES

LOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: REFRIGERANTECONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.4 Kg/cm² Temperatura -7°C en L.B.
el refrigerante utilizado es glicol al 20%

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO	
			MÁXIMO
EA-104	Condensador colm neutralizadora	59	15
EA-107	Enfriador alim. colm absorbedora	471	124
	TOTAL:	530	139

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: CATALIZADOR

CONDICIONES DE SUMINISTRO: Se utiliza como catalizador para el reactor de oxidación cloruro de cobre soportado en alumina de 48-150 mesh las pérdidas del catalizador por día de operación son del 0.1 %, la densidad en el lecho fluidizado es de 0.561 y del lecho estático de 1.049 Kg/m³

CONSUMO

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>MÁXIMO</u>	
		<u>Kg/hr</u>	<u>Lb/hr</u>
DC-101 A/B	Reactor de Oxidación	765	1,687
TOTAL:		765	1,687

Nota: El catalizador empleado se regenera, por lo que no es un gasto propiamente dicho; aproximadamente en 3 años se debe renovar el catalizador (2 ton)

<u>Revisión No.</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Fecha:</u>	9 Junio 1993			
<u>Hecho por:</u>	E.K.S.N.			
<u>Aprobado por:</u>				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: AGENTES QUÍMICOS (NaOH)CONDICIONES DE SUMINISTRO: Se utiliza sosa cáustica proveniente de cloro de Tehuantepec (planta vecina), que se diluirá para hacer una solución al 20%CONSUMO

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>MÁXIMO</u>	
		<u>Kg/hr</u>	<u>Lb/hr</u>
DB-102	Columna neutralizadora	7	15.5
	TOTAL:	7	15.5

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: AGUA DE ENFRIAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.4 Kg/cm² Temperatura 29°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.4 Kg/cm² Temperatura 41°C en L.B.CONSUMO

CLAVE	EQUIPO	NORMAL		MÁXIMO	
		LPM	GPM	LPM	GPM
EA-202	Enfriador productos de cloración	527	139	725	191
EA-204	Condensador colm secadora	11	3	15	4
EA-206	Condensador colm eliminadora bpe	5	1	7	1
EA-207	Condensador colm eliminadora ape	1,324	350	1,820	481
EA-209	Enfriador residuos colm eliminadora ape	118	31	162	43
EA-210	Enfriador tanque DCE puro	708	187	973	257
	TOTAL:	<u>2,696</u>	<u>711</u>	<u>3,702</u>	<u>977</u>

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

PLANTA Cloruro de Sodio

SERVICIOS AUXILIARES

LOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: VAPOR DE CALENTAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.CONSUMO

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>NORMAL</u>		<u>MÁXIMO</u>	
		<u>Kg/hr</u>	<u>Lb/hr</u>	<u>Kg/hr</u>	<u>Lb/hr</u>
EA-201	Pre calentador cloro	2,723	6,003	3,744	8,254
EA-203	Rehervidor colm. secadora	20	44	28	60
EA-205	Rehervidor colm eliminadora bpe	203	448	279	616
EA-208	Rehervidor colm eliminadora ape	432	452	594	622
	TOTAL:	3,378	6,947	4,645	9,552

<u>Revisión No.</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Fecha:</u>	9 Junio 1993			
<u>Hecho por:</u>	E.K.S.N.			
<u>Aprobado por:</u>				

REQUISITOS DE ENERGÍA
ELÉCTRICA PARA EQUIPO
DE PROCESO

PLANTA Clonro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001POTENCIA (KW)

CLAVE	EQUIPO	VOLTAJE	FASES	OPERACIÓN	INSTALADOS
GA-201 A/R	Bomba alimentadora de cloro	480	3	9.43	20.88
GA-202 A/R	Bomba a tanque de DCE crudo	480	3	8.00	17.90
GA-203 A/R	Bomba a colm secadora	480	3	29.61	69.75
GA-207 A/R	Bomba colm eliminadora ape	480	3	11.19	24.62
GA-204 A/R	Bomba de residuos	480	3	1.05	3.85
GA-209 A/R	Bomba a pirólisis	480	3	562.2	1,466.92
GA-205 A/R	Bomba a colm eliminadora bpe	480	3	8.37	17.904
GA-207 A/R	Bomba colm eliminadora ape	480	3	11.19	24.62
GA-208 A/R	Bomba a tanque de DCE puro	480	3	84.105	69.34
TOTAL				715.92	1,792.94

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001**SERVICIO: CATALIZADOR**

CONDICIONES DE SUMINISTRO: Se utiliza como catalizador para el reactor de cloración directa, cloruro férrico FeCl₃, que va mezclado con cicloroetano que le sirve como medio de soporte.

CONSUMO

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>MÁXIMO</u>	
		<u>Kg/hr</u>	<u>Lb/hr</u>
DC-201 AC	Reactor de Cloración Directa	30	66
TOTAL:		<u>30</u>	<u>66</u>

NOTA: El catalizador se renueva cada 4 años totalmente; y se está regenerando continuamente

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

PLANTA Cloruro de Vinilo

SERVICIOS AUXILIARES

LOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO AGUA DE ENFRIAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.4 Kg/cm². Temperatura 29°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.4 Kg/cm². Temperatura 41°C en L.B.CONSUMO

CLAVE	EQUIPO	NORMAL		MÁXIMO	
		LPM	GPM	LPM	GPM
EA-302 AB	Primer tren de condensación	5,241	1,384	7,206	1,903
EA-303 AB	Segundo tren de condensación	14,753	3,897	20,285	5,359
EA-304	Condensador colm eliminadora HCl	286	75	393	104
EA-308	Condensador colm purificadora DCE	526	139	723	191
EA-310	Enfriador desechos colm purificadora DCE	12	3	16	4
EA-311	Enfriador DCE puro	281	74	386	102
EA-312	Condensador colm desgasificadora VCM	237	63	326	86
EA-316	Enfriador VCM puro	943	249	1,297	342
	TOTAL	22,279	5,884	30,632	8,091

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: VAPOR DE CALENTAMIENTOCONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.CONDICIONES DE RETORNO: Presión: 2.5 Kg/cm² Temperatura 148°C en L.B.

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO			
		NORMAL		MÁXIMO	
		Kg/hr	Lb/hr	Kg/hr	Lb/hr
EA-301 AB	Pre calentador del horno pirólisis	32,310	71,231	44,426	97,942
EA-305	Rehervidor colm eliminadora HCl	310	683	426	939
EA-309	Rehervidor colm purificadora DCE	56	123	77	170
EA-315	Rehervidor colm purificadora VCM	285	628	392	864
EA-307	Rehervidor colm separadora VCM-DCE	1,217	2,683	1,673	3,689
EA-313	Rehervidor colm degasificadora	9,992	2,187	1,364	3,007
	TOTAL:	35,170	77,535	48,295	106,611

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993	15 Junio 1993		
Hecho por:	E.K.S.N.	E.K.S.N.		
Aprobado por:				

**REQUISITOS DE ENERGÍA
ELÉCTRICA PARA EQUIPO
DE PROCESO**

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001

<u>CLAVE</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>VOLTAJE</u>	<u>FASES</u>	<u>POTENCIA (KW)</u>	
				<u>OPERACIÓN</u>	<u>INSTALADOS</u>
GA-301 A/R	Bomba a tanque HCl	480	3	38.17	90.64
GA-302 A/R	Bomba a colm separadora VCM-DCE	480	3	26.11	52.60
GA-303 A/R	Bomba domos colm separadora VCM-DCE	480	3	21.60	47.74
GA-304 A/R	Bomba a colm purificadora	480	3	41.39	83.55
GA-306 A/R	Bomba a reactor de cloración	480	3	14.18	35.43
GA-309 A/R	Bomba fondos colm purificadora VCM	480	3	14.58	32.08
GA-310 A/R	Bomba a tanque VCM	480	3	5.08	12.31
GA-305 A/R	Bomba domos colm purificadora	480	3	11.30	26.85
TOTAL:				206.36	457.66

<u>Revisión No.</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Fecha:</u>	9 Junio 1993			
<u>Hecho por:</u>	E.K.S.N.			
<u>Aprobado por:</u>				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Cloruro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: COMBUSTIBLECONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 5.0 Kg/cm² Temperatura 85°C en L.B.
el combustible utilizado será : combustóleo ecológico. LVH 9,316 Kcal/Kg

CONSUMO

CLAVE EQUIPOMÁXIMO

LPM

GPM

DC-301 AB

Horno de
pirólisis

2,252

595

TOTAL:

2,250

595

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA Clonuro de ViniloLOCALIZACIÓN Pajaritos, VeracruzNo. CONTRATO 001SERVICIO: REFRIGERANTE

CONDICIONES DE SUMINISTRO: Presión: 3.4 Kg/cm² Temperatura -7°C en L.B.
el refrigerante utilizado es glicol al 20%

CONSUMOCLAVE EQUIPOMÁXIMO

LPM

GPM

EA-306	Condensador colm separadora VCM-DCE	277	73
EA-314	Condensador colm purificadora VCM	290	77
	TOTAL:	567	150

Revisión No.	0	1	2	3
Fecha:	9 Junio 1993			
Hecho por:	E.K.S.N.			
Aprobado por:				

Documento K

**Plano General
de Localización
de equipo**

DOCUMENTO K

PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

K.1 Plano general de localización de equipos, área 200

En la siguiente página se puede apreciar el plano general de localización de equipos (Plot plan) del área 200, denominada sección de cloración directa y purificación de DCE.

K.2 Criterios seguidos para la elaboración de un "Plot Plan"

El PLOT PLAN o PLG, "Plano General de Localización de Equipo", presentado en esta ocasión; es únicamente del área 200 de la Planta de Cloruro de Vinilo, por lo tanto es un plano de proceso unitario.

Los criterios que se siguieron para su elaboración se encuentran descritos a continuación.

En el plano se representan todos y cada uno de los equipos de la unidad de proceso antes mencionada, se trató de hacer lo más accesible y estético para contribuir a la seguridad, satisfacción y buenas relaciones humanas de los empleados. Se establecieron las relaciones de equipo tanto vertical como horizontal, se determinaron los sistemas de acceso, rutas de escape para emergencia, abastecimiento y manejo de materiales; se investigaron los métodos de operación, mantenimiento y construcción; y se previó la distribución de espacio para el cuarto de control.

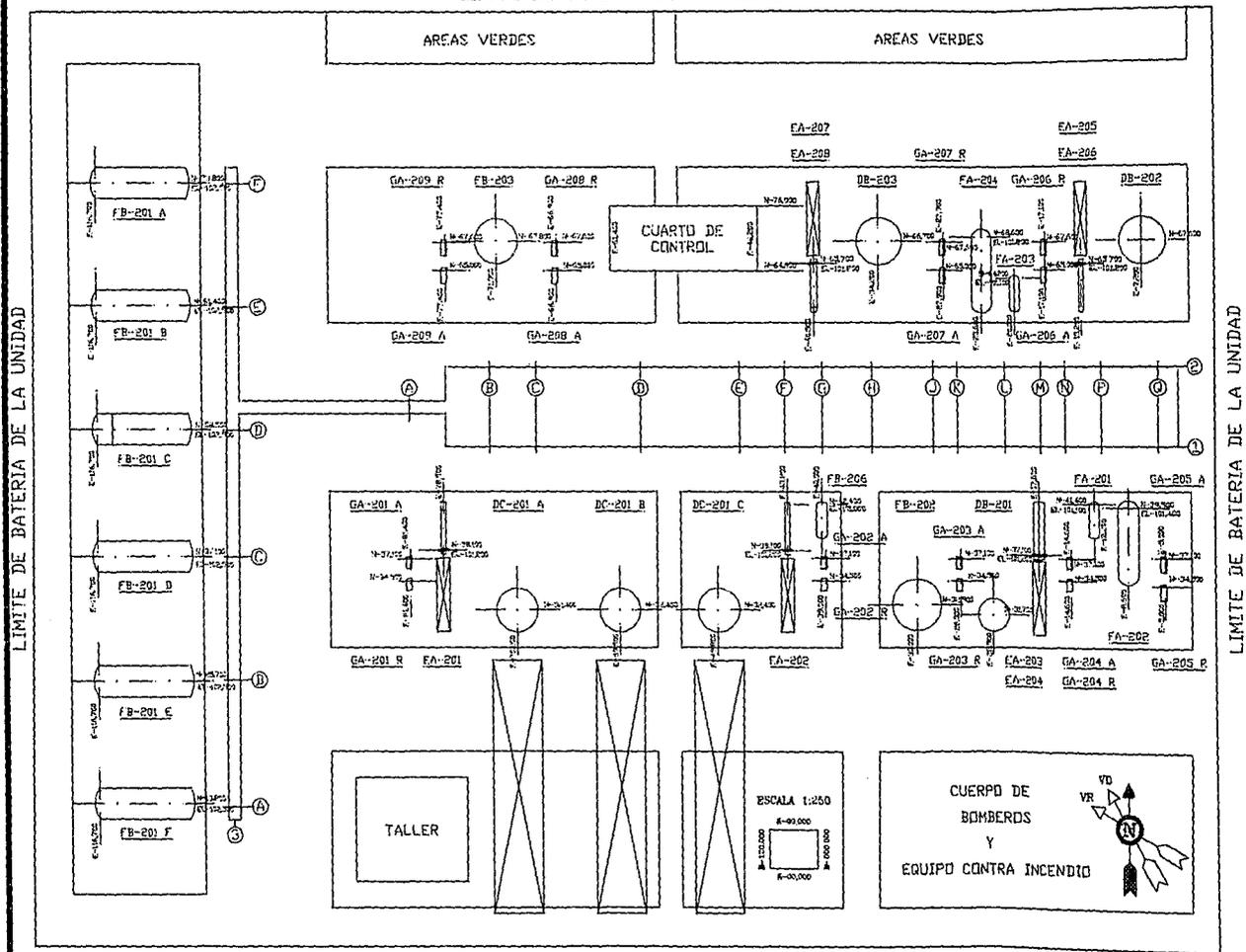
El plano incluye todo el equipo de proceso involucrado: racks de tuberías, cuarto de control, caminos, accesos, coordenadas de equipo, recipientes verticales, recipientes horizontales, bombas, compresores, torres, reactores, condensadores, etc.

Los criterios que se emplearon para subdividir el plot plan fueron:

- Escala y alcance de la operación.
- Limitaciones existentes del lugar.
- Consideraciones de Seguridad.
- Supervisión de operación.
- Suministro de servicios.
- Requerimientos de manejo de materiales,
- Conveniencia de mantenimiento.
- Economía de la construcción.

DB-201 COLUMNA SECADORA	DB-203 COLUMNA ELIMINADORA DE ope.	EA-201 PRECALENTADOR DE CLORED	EA-203 RESERVADOR COLUMNA SECADORA	EA-205 PRECALENTADOR COLUMNA ELIMINADORA DE tpe.	EA-207 CONDENSADOR COLUMNA ELIMINADORA DE ope.	EA-209 ENFRIADOR RESIDUOS CUM. ELIMINADORA DE ope.	FA-201 TANQUE CONDENSADOS COLUMNA SECADORA	FA-203 TANQUE CONDENSADOS ELIMINADORA tpe.	FA-205 TANQUE CONDENSADOS ELIMINADORA ope.
DB-202 COLUMNA ELIMINADORA DE tpe.	DC-201 AC REACTOR DE CLORACION	EA-202 ENFRIADOR PRODUCTOS DE CLORACION	EA-204 CONDENSADOR COLUMNA SECADORA	EA-206 CONDENSADOR COLUMNA ELIMINADORA DE tpe.	EA-208 RESERVADOR COLUMNA ELIMINADORA DE ope.	EA-210 ENFRIADOR TANQUE DE PURC.	FA-202 TANQUE A COLUMNA ELIMINADORA DE tpe	FA-204 TANQUE A ELIMINADORA ope.	FA-206 TANQUE A PURIFICACION

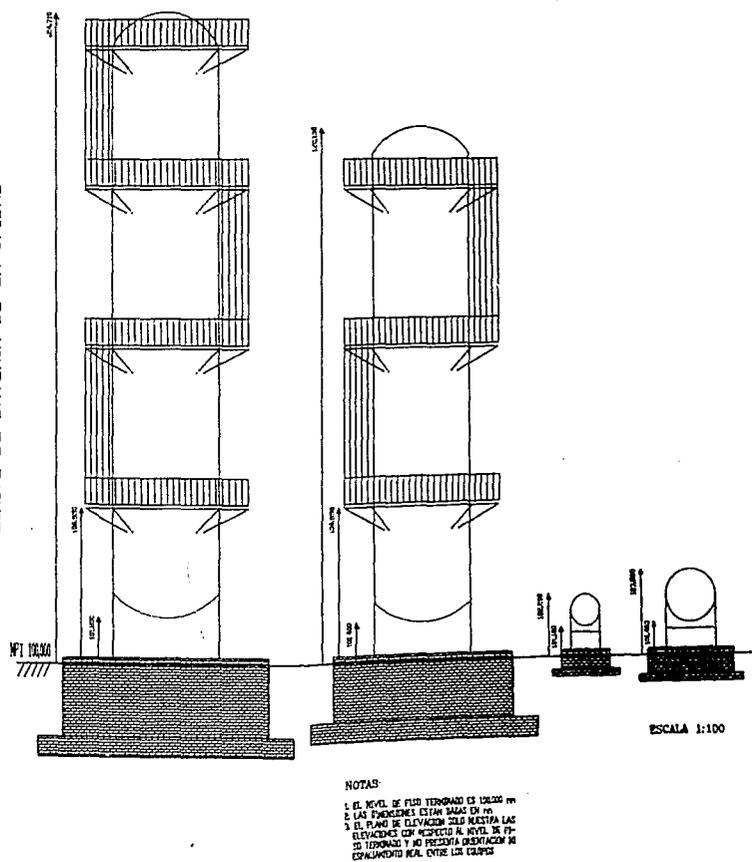
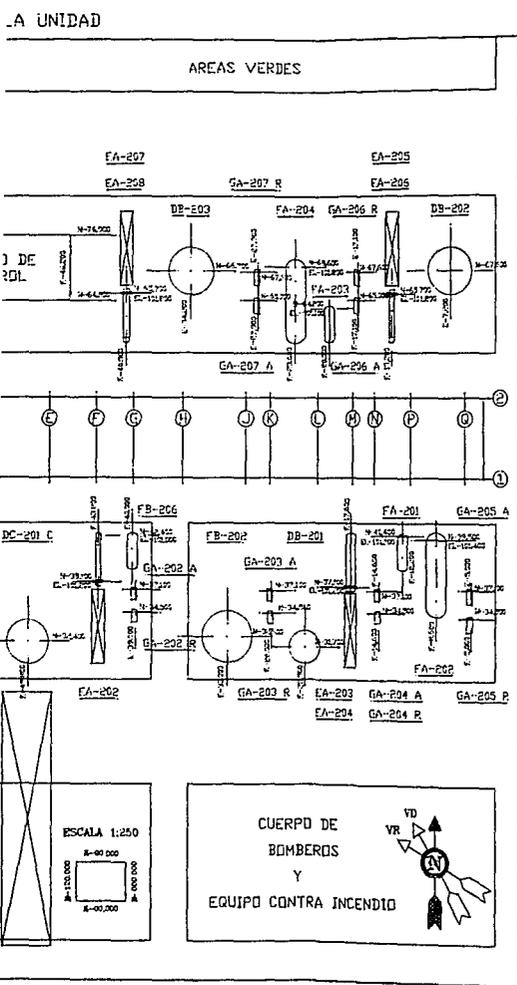
LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD



LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

		0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	25-R-93
				v	v	25-R-93
DIBUJOS DE REFERENCIA	REV		DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV R. E. R. M.	FECHA

-207 DE COLUMNA RA DE aqe	EA-209 ENFRIADOR RESIDUOS CILIN. ELIMINADORA DE aqa.	FA-201 TANQUE CONDENSADOS COLUMNA SECADORA	FA-203 TANQUE CONDENSADOS ELIMINADORA tpe.	FA-205 TANQUE CONDENSADOS ELIMINADORA aqa.	FB-201 AF TANQUE ALMACENADOR DE CLORU.	FB-203 TANQUE DCE PURO	GA-202 A/R BOMBA A TANQUE DCE CRUDO	GA-204 A/R BOMBA DE RESIDUOS	GA-206 A/R BOMBA A REACTOR DE CLORACION	GA-208 A/R BOMBA A TANQUE DE DCE PURO
-208 DE COLUMNA RA DE aqa.	EA-210 ENFRIADOR TANQUE DCE PURO	FA-202 TANQUE A COLUMNA ELIMINADORA DE tpe	FA-204 TANQUE A ELIMINAD- RA aqa.	FA-206 TANQUE A PURIFICA- CION	FB-202 TANQUE ALMACENADOR DE DCE CRUDO	GA-201 A/R BOMBA ALIMENTADORA DE CLORU	GA-203 A/R BOMBA A COLUMNA SECADORA	GA-205 A/R BOMBA A COLUMNA ELIMINADORA DE tpe	GA-207 A/R BOMBA A COLUMNA ELIMINADORA DE aqa	GA-209 A/R BOMBA A FROCLISTES



LA UNIDAD

0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-11-83
		✓	✓	25-11-83
REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERY R. R. N.	FECHA

PLANTA DE CLORURO DE VINILO PALMIRETOS

FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO SECCION DE CLORACION SOBETA Y PURIFICACION DE SOX AREA 200

REV 1

Para poder desarrollar el Plano General de Localización de Equipo se tomó en cuenta la información siguiente:

- Localización del sitio para la planta.
- Mapa geográfico y topográfico.
- Localización de caminos y carreteras de acceso al lugar.
- Datos climatológicos.
- Vientos dominantes y reinantes.
- Condiciones del suelo.
- Información básica del contrato.
- Especificaciones y estándares del trabajo.
- Requerimientos del cliente.
- Diagramas de flujo de proceso.
- Dimensiones preliminares de equipo.
- Equipo y subestaciones eléctricas.
- Localización de acometidas de servicios incluyendo corriente eléctrica.
- Información de plantas similares.

Los documentos de Ingeniería consultados son:

- Estudios técnicos y económicos.
- Bases de Diseño.
- Criterios de Diseño.
- Diagrama de flujo de proceso e información complementaria.
- Diagrama de servicios auxiliares.
- Requerimiento de servicios auxiliares.
- Diagrama de tubería e instrumentación.

K.2.1 Consideraciones de Seguridad

Consideramos que una buena distribución de los equipos contribuye a la reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los operadores, elevación de la moral y la satisfacción de aprender, incremento de la capacidad, disminución de los retrasos en la operación, ahorro del área ocupada, funcionalidad de acuerdo a la operación del proceso, facilitación para mantenimiento de equipo.

K.2.2 Principios básicos

Los principios básicos para la distribución de la planta fueron:

- 1.- Integración Total.
- 2.- Mínima distancia.
- 3.- Recorrido o flujo de materiales.
- 4.- Espacio cúbico.
- 5.- Seguridad y satisfacción.
- 6.- Flexibilidad.

Se establecieron los límites de batería del terreno y de la unidad, se definieron las unidades de proceso y el área requerida, se estimaron las áreas de diques para almacenamiento, se localizó el tratamiento de efluentes, las unidades de proceso en el mejor suelo y la generación de servicios cerca de las unidades de proceso.

Se trató de minimizar la distancia que los materiales tienen que recorrer a/o del almacén o durante su procesamiento, separando el área de descarga de materia prima del área de carga de producto acabado y se localizaron las áreas de carga y descarga en las orillas del área cerca del punto de entrada.

Las tuberías se colocaron de tal manera que corran paralelas a los caminos en el mismo modo que los servicios se distribuyen.

Las bombas se colocaron en lugares donde no puedan ser afectadas por el fuego o inundaciones.

Las áreas de almacenamiento en forma integral se localizaron cerca del ferrocarril y suministros de agua.

Se checaron las chimeneas altas que pudiesen constituir un peligro aéreo y por lo tanto requerir luces indicadoras.

La dirección de los vientos dominantes se consideró de manera tal que los equipos que produzcan efluentes gaseosos o ruido no estén viento arriba de propiedades habitacionales ni de peligro alguno de reacción. No se permitirá que los efluentes líquidos salgan de la planta a propiedades adyacentes.

En cuanto a consideraciones económicas se sigue la regla de dedo de que "una distribución tan compacta como sea posible con todo el equipo a nivel de piso, es el primer objetivo, consistente con accesos y requerimientos de seguridad".

Donde se manejan materiales tóxicos o peligrosos, la distribución puede ser complicada por la necesidad de aislar las secciones de la planta. Los equipos que se consideran como posible fuente de peligro se agruparon y localizaron separadamente de otras áreas de la planta. Estos equipos fueron: tanques de almacenamiento de cloro, hornos y tanques de almacenamiento.

El equipo que maneja ácidos u otros materiales tóxicos, y que pudieran causar daño o peligro para el personal por su derrame, se localizaron por grupos. Se previó espacio para diques.

Se respetaron los NPSH requeridos para la succión de las bombas.

El cuarto de control se localizó en una área segura y estratégica.

Se consideró de una manera especial el espacio para la localización del equipo que necesite reemplazamiento de internos, catalizador, o limpieza frecuente de internos.

Se consideraron los accesos adecuados disponibles para levantamiento de partes grandes de equipo o columnas bastante altas.

Se trató de tener una distribución de planta con equipos en línea, que además de ser estética es también económica.

Se trató que los equipos formarán un arreglo simétrico y limpio, consistente con un recorrido mínimo de tuberías y permitiendo accesos adecuados para mantenimiento. Torres y recipientes verticales grandes de dimensiones similares, se alinearon en línea con una línea de centros común; pero los de diámetros diferentes, se alinearon con una cara común.

K.2.3 Consideraciones para mantenimiento

Se dejó espacio libre para manejar una grúa de 25 toneladas.

Se dejó espacio libre para mover de su posición y manipular las cabezas flotantes de los intercambiadores.

Se checó el espacio libre entre cambiadores que están frente a frente, para poder limpiar los tubos.

Se proporcionó espacio adecuado detrás de todos los recipientes con platos o empacados para un área de drenado.

Se proporcionó un acceso hasta las tuberías para un camión pick up y para las pequeñas estructuras en A.

Se previó de un acceso a los calentadores a fuego directo para limpiar los tubos, así como los de los intercambiadores y reactores.

El espaciamiento dimensional del Reactor de catalizador sólido de lecho fluidizado determinó la localización relativa entre las estructuras y los reactores, plataformas o accesos al piso. Además el espaciamiento dimensional dependió de:

- a) Acceso a puntos de operación, inspección y mantenimiento.
- b) Equipo localizado alrededor del reactor tales como condensadores tanques, colectores, calentadores, bombas y cabezales.
- c) Las dimensiones y profundidad de la cimentación de concreto y espaciamiento para los tubos
- d) Requerimientos de espacio para remoción de los internos del reactor, engranes y accionador
- e) Requerimientos de espacio para la remoción de los ciclones del reactor

K.2.4 Recomendaciones para equipos

Los recipientes de almacenamiento intermedio se localizaron adyacentes a las unidades de proceso. Los tanques de almacenamiento para químicos y productos se localizaron remotamente de la unidad de proceso.

Se siguió la regla general de que el equipo con fuego deberá ser localizado por lo menos 15 m alejado de equipo de proceso peligroso o de equipo que pudiera ser una fuente de salpicadura o fuga de gas.

Los equipos de proceso, como reactores, fraccionadoras y columnas de destilación que se encuentran conectadas a la salida de los hornos, se localizan tan cerca como sea posible, de manera que las líneas de transferencia sean lo más cortas y sencillas posible.

Los hornos por economía y seguridad se localizaron en la parte periférica y viento arriba de las unidades de proceso de manera que los vapores de hidrocarburos que se emitan o escapen sean arrastrados lejos de la flama de los hornos.

Los hornos se localizaron viento arriba, de tal manera que los gases flamables o vapores no se dirijan hacia ellos. Por lo tanto se localizarán cerca de los límites de batería.

Los hornos se espaciaron dos veces su ancho (de centro a centro) y se alinearon de centro de las chimeneas en una línea común siempre que fue posible, la chimenea se localizó en el extremo más alejado de la unidad.

Se agruparon los dos hornos. Para arreglos de horno-reactor, el rack de tubería provee servicios tanto a hornos como a reactores.

Se dejó espacio libre en el lado anterior de las columnas para tener acceso a ellas.

El lado frontal de las torres deberá ser alineado manteniendo un claro entre éstos y el rack de tuberías.

Se colocarán ganchos para manejar los platos de las torres de arriba de 15 m de alto.

Es conveniente tener el condensador arriba del domo de la columna, para minimizar la tubería de vapor y proveer reflujo por gravedad. Este arreglo requiere soporte adecuado para el tanque de reflujo y requiere una cabeza adecuada en el círculo de agua de enfriamiento del condensador.

La máxima longitud de una escalera, antes de una plataforma de descanso es de 9 m, pero es más deseable tener 6 m.

Se deberá tener acceso adecuado, espacio para descarga y espacio para erección de las torres. Por esta razón son mejor localizadas cuando sea posible en un extremo del área de proceso.

Los condensadores pueden ser localizados en el techo o cerca del piso, con un arreglo de flujo por gravedad.

Los intercambiadores se pusieron en filas con los ejes de las boquillas de los canales en un plano vertical común para presentar una apariencia estética y para facilitar los detalles de las tuberías. Los intercambiadores conectados en serie o en paralelo pueden ser situados uno encima del otro hasta alturas de aproximadamente 4 m.

Los intercambiadores de calor grandes deberán localizarse con acceso adecuado para permitir el servicio de grúas móviles para levantamiento de los cubiertos y de los haces, los canales de los intercambiadores preferiblemente apuntaron hacia el camino o hacia el área de acceso.

La mayoría de los cambiadores se localizaron con la base más o menos a 1 m. arriba del nivel del piso. La elevación de los cambiadores puede ser necesaria a causa de requerimientos de NPSH de alguna bomba a continuación.

Los intercambiadores deben estar inmediatamente adyacente a otros equipos, por ejemplo, los rehervidores deberán ser localizados cerca de sus respectivas torres; condensadores deberán estar cerca de sus tanques de reflujo, cercanos a las torres.

Los intercambiadores entre equipo de proceso y límites de batería de la unidad, por ejemplo, los enfriadores de productos deberán estar localizados cerca del límite de la unidad con objeto de minimizar el recorrido de la tubería.

Los rehervidores y condensadores se localizan a lo largo de sus respectivas torres.

La mayoría de las bombas son localizadas a nivel de piso; siempre que esto sea posible.

Los pasillos fueron arreglados de manera tal que las grúas puedan entrar y salir del área sin tener que hacerlo en reversa.

Las bombas que manejan líquidos calientes (60°C), deberán estar localizadas al menos a 7.5 m de las bombas que manejan líquidos volátiles

Las bombas deberán colocarse sobre bases elevadas al menos 150 mm sobre el piso.

La separación entre compresoras y columnas es tal que no se tenga vibración. Las compresoras distribuidas en el interior de un edificio deberán tener cimentaciones independientes de los del edificio.

K.2.5 Consideraciones para el rack de tuberías

El principal sistema arterial de una planta de proceso está en el rack de tuberías, sobre el cual viajan las líneas de proceso de gran diámetro, que interconectan equipo distante y las líneas que entran y salen de la unidad. Los cabezales de servicio que suministran vapor, aire, gas y agua a equipos de proceso son también localizados en el lecho, así como los cabezales de relevo. Las líneas de instrumentos y conductos de suministro eléctrico son frecuentemente soportados sobre el rack de tuberías.

Entre más real sea el número de líneas que se muestren en el plano de localización, más exacto será el estimado del ancho del rack de tuberías.

El arreglo de rack que vamos a utilizar es una combinación del tipo T con el I pues es el que resultó, después de varias pruebas, el arreglo más óptimo.

La elevación se determinó por los requerimientos más críticos de acuerdo a lo siguiente:

- a) Altura mínima necesaria para los cruces de caminos.
- b) Altura mínima necesaria sobre accesos a equipo localizado bajo el rack.
- c) Altura para interconexión de líneas que estén localizadas en el lecho de tuberías a equipo localizado a los lados del rack.

El equipo de proceso colocado a ambos lados del rack resulta en un rack con tan solo la mitad de longitud que aquél que no se disponga así.

Se requiere, como promedio, alrededor de 3 m de longitud de rack por cada pieza de equipo

Para determinar el ancho del rack se tomo la siguiente formula:

$$W = fnS + A$$

donde: W = ancho del rack, ft.
 f = factor de seguridad.
 n = número de líneas mayores de 18 m. de diámetro.
 S = espacio promedio estimado entre líneas, ft.
 A = ancho adicional requerido, ft.

El factor de seguridad es igual a 1.5, si las líneas en el plot plan han sido trazadas con la ayuda del diagrama de flujo de proceso; $f = 1.2$ si las líneas han sido trazadas con la ayuda de diagramas de tubería e instrumentación.

El espaciamiento estimado entre líneas normalmente es igual a 0.3 m, ó 0.75 si las líneas son menores de 10 in.

Se requiere un ancho A adicional para:

- a) Líneas mayores de 18 in.
- b) Líneas futuras.
- c) Líneas de instrumentos (de 0.6 a 1 m).
- d) Cables eléctricos (de 0.6 a 1 m) si se soportan sobre el rack.

K.2.6 Consideraciones para almacenamiento, estaciones de carga y generales.

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados a un lado de la planta o en ambos lados, pero nunca rodeando totalmente a la planta.

Las estaciones de carga pueden ser localizadas en cualquier lado de los tanques de almacenamiento, excepto del lado del área de proceso.

Se deberá tomar en cuenta el área para acceso de los carro-tanques a las estaciones de servicio, cuidando que no se tengan cuellos de botella para las maniobras de los carro-tanque. Las dimensiones standard de carro-tanque van de 7.1 a 10.2 m. de longitud con un ancho de 2.13 a 2.44 y una altura de 2.51 a 3.35 m; es recomendable que junto con estas dimensiones se considere los radios de giro para maniobra.

Las áreas alrededor de los tanques pueden variar tanto en forma y tamaño de acuerdo al terreno disponible. La altura máxima para los diques, por requerimientos de seguridad es de 1.4 m pero en un momento dado se puede exceder un poco para tanques muy grandes.

Para tanques con un dique común, la capacidad de éste deberá ser igual al 110 % de la capacidad del tanque más grande. Este criterio está basado en la suposición de que sólo un tanque fallará a la vez.

Los tanques con diámetros mayores de 18 m deberán tener accesos desde caminos por dos lados del tanque.

Donde la polimerización es probable, los tanques deberán estar separados y el espacio entre ellos deberá incrementarse tanto como sea posible.

Las bombas no deberán localizarse en áreas de diques para contener líquidos flamables.

La escala utilizada en el plano es 1 cm. = 2.5 metros (1" = 25)

La localización de la planta se hizo conforme a las condiciones climatológicas y de vientos de la región.

Documento L

**Diagrama
de Tubería e
Instrumentación**

DOCUMENTO L DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

L.1 Diagrama de tubería e instrumentación, área 200.

En la siguiente página se puede apreciar el diagrama de tubería e instrumentación (DTI) del área 200, denominada sección de cloración directa y purificación de DCE.

L.2 Notas generales, leyendas y símbolos.

L.2.1 Dibujos de referencia

Los dibujos de referencia para el Diagrama de Tubería e Instrumentación aquí dado; son los siguientes:

- a) Diagramas de Flujo de Proceso en sus tres secciones:
 - 1) Oxidación.
 - 2) Cloración directa y purificación de DCE.
 - 3) Pirólisis de DCE y purificación de VCM.

- b) Diagrama de Servicios Auxiliares en sus tres secciones:
 - 1) Oxidación.
 - 2) Cloración directa y purificación de DCE.
 - 3) Pirólisis de DCE y purificación de VCM.

- c) Plano General de Localización de Equipo.

- d) Diagrama del sistema de desfogue.

- e) Diagrama de Tubería e Instrumentación del Proceso

L.2.2 Código de tuberías

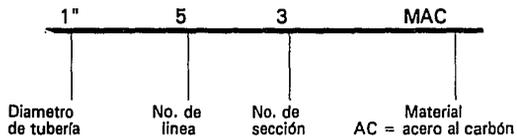


FIG: No. 21 " Código de Tuberías"

L.2.2.1 Indice alfabético de servicios

AE	AGUA DE ENFRIAMIENTO
VB	VAPOR DE BAJA PRESIÓN
CB	CONDENSADO DE BAJA PRESIÓN
DB	DESFOGUE DE BAJA PRESIÓN

L.2.2.2 Indice por servicios

PROCESO:

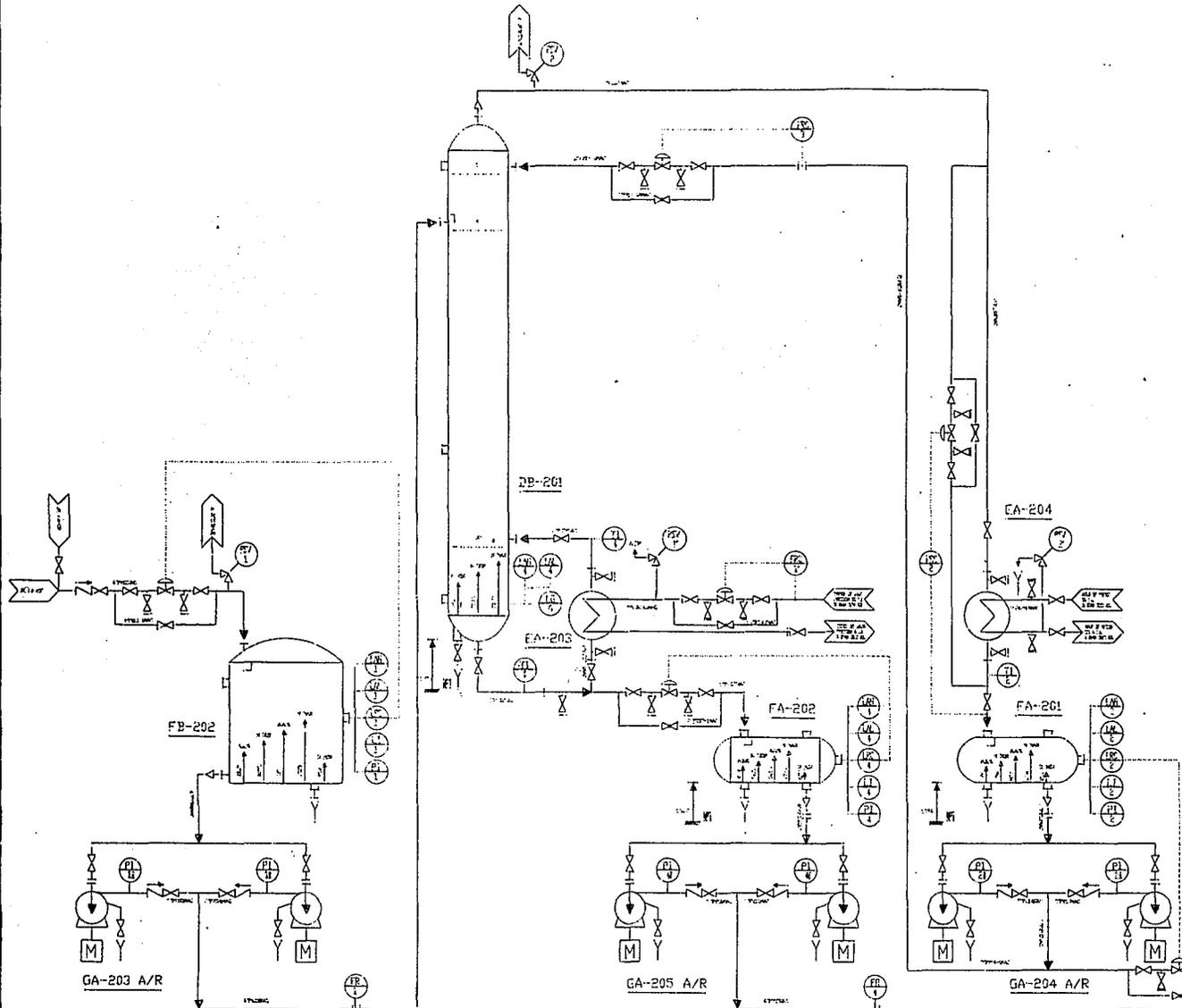
P	PROCESO
---	---------

DRENAJES:

DF	DRENAJE PLUVIAL
DQ	DRENAJE QUÍMICO
DS	DRENAJE SANITARIO

SERVICIOS AUXILIARES:

AE	AGUA DE ENFRIAMIENTO
VB	VAPOR DE BAJA PRESIÓN



FB-202

TANQUE ALMACENAMEN-
TO DE DCE CRUDO
Diam. 4,724 m
Long. T-T 32,303 m

GA-203 A/R

BOMBA A COLUMNA SE-
CADORA
644 LPH
248 BHP
1.3 Kg/cm²

DB-201

COLUMNA SECADORA
Diam. 4,000 m
Long. T-T 18,750 m

EA-203

RESERVIZOIR COLM.
SECADORA
484,064 Kcal/hr
Long. Tubos 4,877 m
Diam. Env. 1,666 m
Material: AC

FA-202

TANQUE A COLM. CLI-
MINADORA DE BPA.
Diam. 2,117 m
Long. T-T 6,461 m

GA-204 A/R

BOMBA DE RESIDUOS
1,7 LPH
3,01 BHP
3.3 Kg/cm²

FA-201

TANQUE CONDENSADOS
COLM. SECADORA
Diam. 1,067 m
Long. T-T 2,132 m

GA-205 A/R

BOMBA COLM. CLIMI-
NADORA
639 LPH
9,76 BHP
0.25 Kg/cm²

EA-204

CONDENSADOR D
SECADORA
6,203 Kcal/hr
Long. Tubos 4,8
Diam. Env. 3,36
Material: AC

01-16	SEGUNDA PARTE DEL DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	3	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	11-11-53
		1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	12-11-53

DIBUJOS DE REFERENCIA

REV

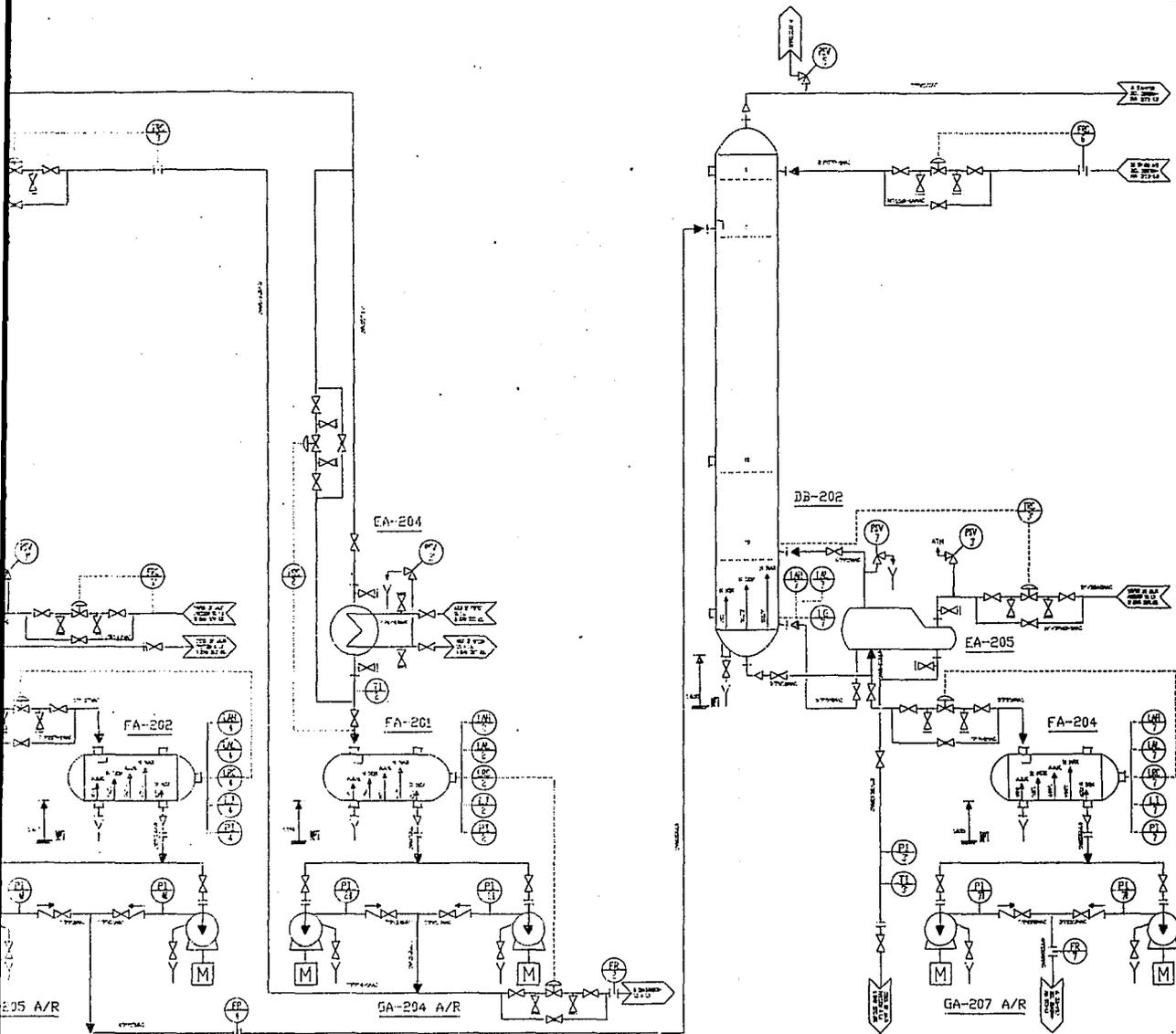
DESCRIPCION

DIBUJO
DOLORES MEZA

SUPERV
E. R. S. N.

FECHA

REV. 11-11-53
12-11-53
PLAN
PAJ/20322

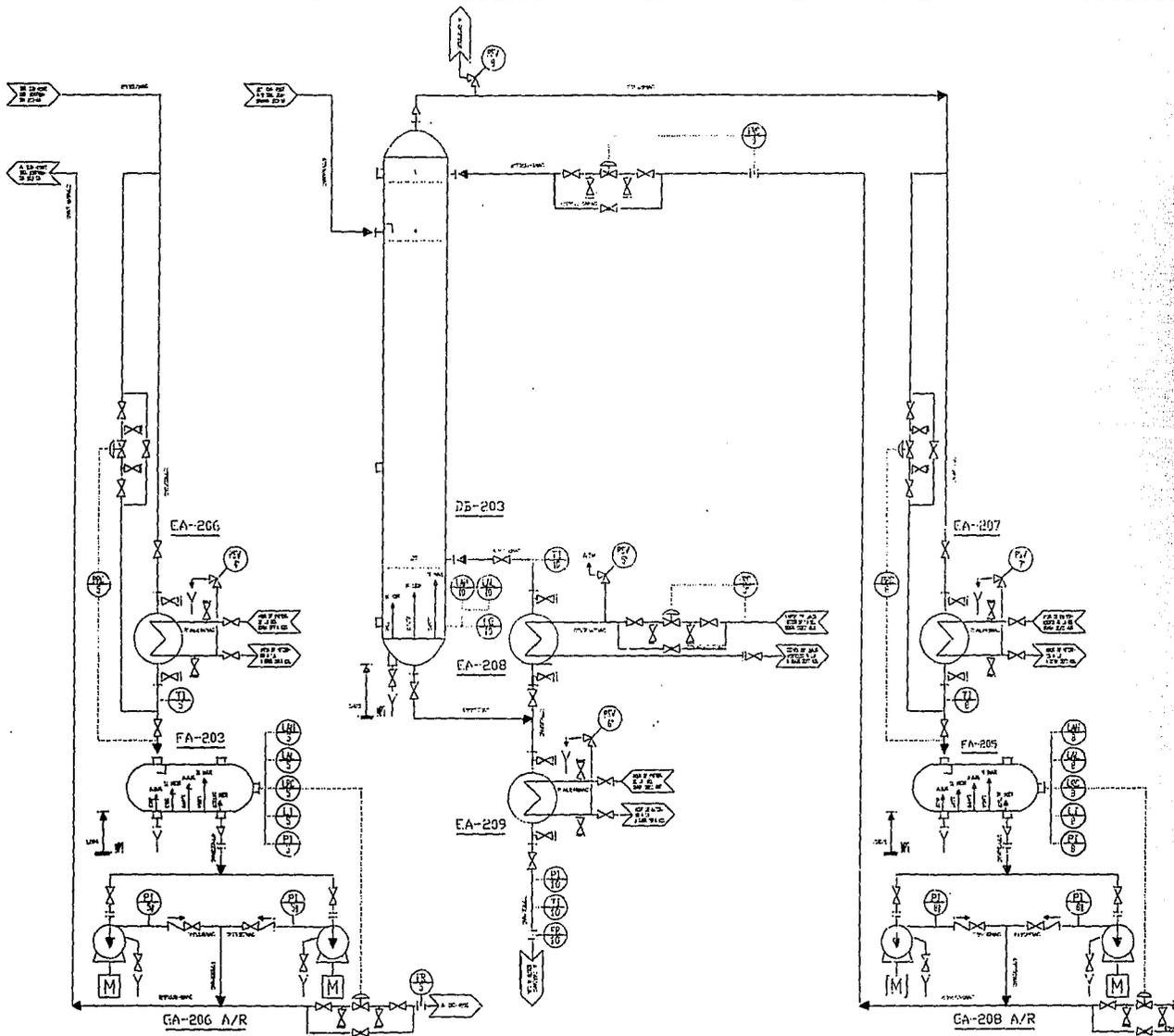


GA-204 A/R	FA-201	GA-205 A/R	EA-204	DB-202	EA-205	FA-204	GA-207 A/R
BOMBA DE RESIDUOS 1.7 LPM 0.91 RHP 0.3 Kg/cm ²	TANQUE CONDENSADOS COLM. SECADORA Diam. 1,067 mm Long. T-T 2,133 mm	BOMBA COLM. ELIMINA- DORA 659 LPM 0.76 RHP 0.25 Kg/cm ²	CONDENSADOR COLM. SECADORA 6,203 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 236 mm Material AC	COLUNA ELIMINADORA DE bpc. Diam. 4,267 mm Long. T-T 12,820 mm	RESERVIVOR COLM. ELIMINADORA bpc. 217,582 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 199 mm Material AC	TANQUE A COLM. ELI- MINADORA DE ape. Long. T-T 6,461 mm	BOMBA COLUNA ELI- MINADORA DE ape. 665 LPM 1.02 RHP 0.5 Kg/cm ²

APROBADO PARA DISEÑO	V	V	25-08-51
APROBADO PARA DISEÑO	V	V	11-10-51
DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV. E. R. N.	FECHA

PLANTA DE CLORURO DE VINILO	NO. 20
-----------------------------	--------

	PACULTAD DE QUIMICA	TESIS PROFESIONAL
	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION SECCION DE CLORURO DE VINILO Y PURIFICACION DE BPC	
DIB. No. DII-1A	REV. 1	REV. 2



EA-206

CONDENSADOR CULM.
ELIMINADORA ope.
202.784 Kcal/hr
Long. Tubo 4,877 m
Diam. Env. 442 mm
Material AC

FA-203

TANQUE CONDENSADOS
ELIMINADORA ope.
Diam. 1,067 m
Long. T-T 2,133 m

GA-206 A/R

BOMBA A REACTOR DE
ELCERACION.
1/4 LHM
0.03 BHP
3-4 Kg/cm²

DB-203

COLUMNA ELIMINADORA
DE ope.
Diam. 4,420 m
Long. T-T 15,500 m

EA-207

CONDENSADOR CULM.
ELIMINADORA ope.
951,167 Kcal/hr
Long. Tubos 4,877 m
Diam. Env. 442 mm
Material AC

EA-208

RESERVIVOR CULM.
ELIMINADORA ope.
485,732 Kcal/hr
Long. Tubos 4,877 m
Diam. Env. 641 mm
Material AC

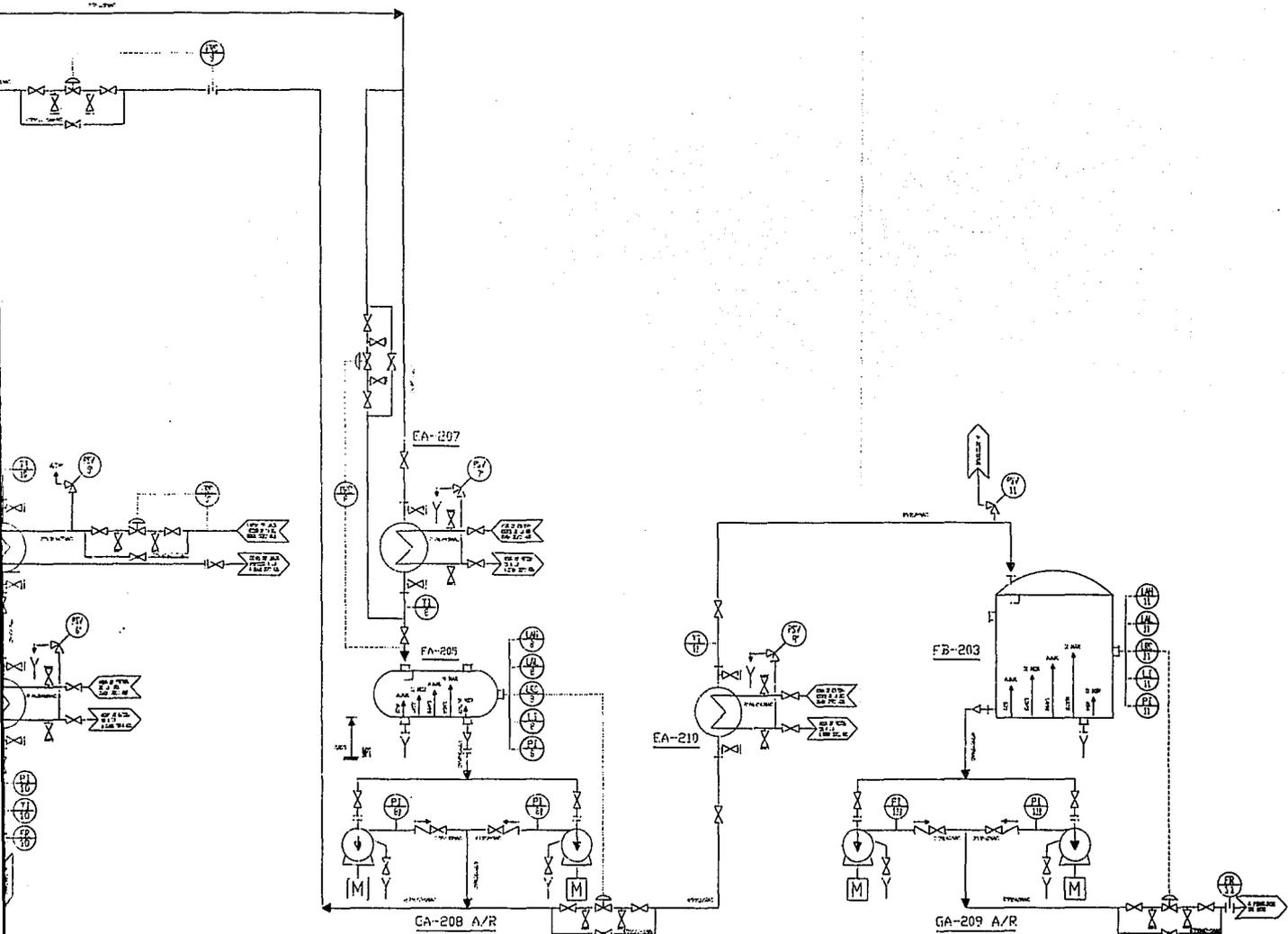
EA-209

ENRIADOR RESIDUOS
CUL. ELIMINADORA ope
262,234 Kcal/hr
Long. Tubos 4,877 m
Diam. Env. 381 mm
Material AC

EA-210

ENRIADOR TANQ.
BCE PURD.
308,899 Kcal/hr
Long. Tubos 4,877 m
Diam. Env. 534 mm
Material AC

DT-1A	PRIMERA PARTE DEL DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	22-01-81
		1	APROBADO PARA DISEÑO	✓	25-05-81
	DIBUJOS DE REFERENCIA	REV	DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV E. K. S. M. FECHA



EA-203	EA-207	EA-208	EA-209	EA-210	FA-205	GA-208 A/R	FB-203	GA-209 A/R
ELIMINADORA	CONDENSADOR CUL.M. ELIMINADORA ope.	REHERVADOR CUL.M. ELIMINADORA ope.	ENFRIADOR RESIDUOS C.D. ELIMINADORA ope.	ENFRIADOR TANQUE DCE PURO.	TANQUE CONDENSADOS ELIMINADORA ope.	BOMBA A TANQUE DCE PURO.	TANQUE DCE PURO	BOMBA A PIROLYSIS
H=0 m D=15,500 mm	931,167 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 442 mm Material: AC	485,732 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 641 mm Material: AC	206,234 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 381 mm Material: AC	508,849 Kcal/hr Long. Tubos 4,877 mm Diam. Env. 534 mm Material: AC	Diam. 2,134 mm Long. 6,461 mm	655 LPH 7 LSP 3 Kg/Cm ²	Diam. 2,438 mm Long. 12,198 mm	627 LPH 165 BHP 215 Kg/cm ²

0	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	25-3-72
1	APROBADO PARA DISEÑO	v	v	25-V-72
REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA
		DOLORES MEZA	Z. K. S. R.	

PLANTA DE CLORURO DE VINILO
PALMIRAVIEVA, NARIÑO



FACULTAD DE QUIMICA TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SECCION DE CLORURO DE VINILO Y PURIFICACION DE DCE

L.2.3 Simbología de tuberías y accesorios

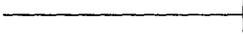
	Tubería principal
	Tubería auxiliar
	Tubería con venas de vapor
	Tuberías subterráneas
	Tubo flexible y/o mangera
	Cambio de especificación
	Tapón roscado
	Tapón cachucha
	Brida ciega
	Conexión bridada
	Figura 8
	Figura 8
	Drenaje abierto
	Drenaje cerrado
	Venteo atmosférico
	Fecha de alimentación o salida L.B.

Figura No. 22 " Simbología de tuberías y accesorios"

L.2.4 Simbología de válvulas y accesorios en tuberías

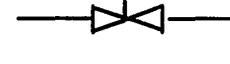
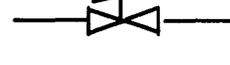
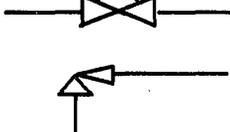
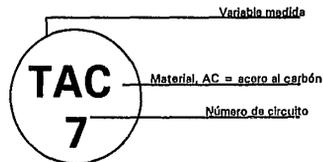
	De compuerta deslizando
	De retención
	De no retorno
	De compuerta
	De globo
	De bola
	De aguja
	De macho
	Rápida acción
	De compuerta con camisa en el cuerpo y bonete
	De mariposa
	De diafragma
	De ángulo

Figura No. 23 "Simbología de válvulas y accesorios en tuberías"

CS	CERRADA CON SELLO
AS	ABIERTA CON SELLO
CC	CERRADA CON CANDADO
AC	ABIERTA CON CANDADO

L.2.5 Simbología de instrumentos

L.2.5.1 Identificación de instrumentos



FLUJO:

FC	CONTROL DE FLUJO (CIEGO)
EF	ELEMENTO PRIMARIO DE FLUJO
FCI	INDICADOR-CONTROLADOR DE FLUJO
FI	INDICADOR DE FLUJO
FR	REGISTRADOR DE FLUJO
TF	TRANSMISOR DE FLUJO (CIEGO)
VF	VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO

HUMEDAD:

LAH	ALARMA DE HUMEDAD BAJA
LSH	INTERRUPTOR DE HUMEDAD BAJA

NIVEL:

LC	CONTROLADOR DE NIVEL CIEGO
LG	VIDRIO DE NIVEL
LI	INDICADOR DE NIVEL
LR	REGISTRADOR DE NIVEL
LLL	INTERRUPTOR DE BAJO NIVEL
LAL	ALARMA DE BAJO NIVEL
LAH <i>LAV</i>	ALARMA DE ALTO NIVEL

PRESIÓN A VACÍO:

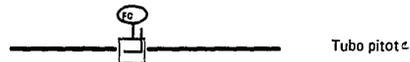
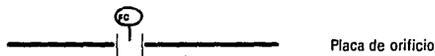
PC	TROLADOR DE PRESIÓN CIEGO
PI	CADOR DE PRESIÓN
PCI	CADOR CONTROLADOR DE PRESIÓN
PTI	CADOR TRANSMISOR DE PRESIÓN
PR	ISTRADOR DE PRESIÓN
PRC	REGISTRADOR-CONTROLADOR DE PRESIÓN
TP	TRANSMISOR DE PRESIÓN CIEGO
PVS	VÁLVULA DE CONTROL DE PRESIÓN

TEMPERATURA:

ET	ELEMENTO PRIMARIO DE TEMPERATURA
TI	INDICADOR DE TEMPERATURA
TCI	INDICADOR-CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TR	REGISTRADOR DE TEMPERATURA
TCR	REGISTRADOR- CONTROLADOR DE TEMP.

PESO:

WT	TRASMISOR DE PESO
----	-------------------

L.2.6 Elementos de medición**FLUJO:****NIVEL:**

PRESIÓN:

Manómetro

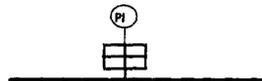
Manómetro con
diafragma de
sello**TEMPERATURA:**Indicador de
temperatura
con termopozos
y termopares

Figura No. 24 "Elementos de medición"

L.2.7 Notas Generales

- 1.- La localización de accesorios y de trayectos de tubería son independientes de su representación en los diagramas de flujo del proceso.
- 2.- Los venteos y drenajes estarán de acuerdo con las especificaciones marcadas a menos de que se indique lo contrario.
- 3.- Todos los venteos y drenes en línea de proceso y servicios auxiliares deberán instalarse con brida ciega, tapón macho, o tapón cachucha, según la especificación de la tubería.
- 4.- Las válvulas de bloqueo de recipientes mayores, deberán quedar cercanas a los mismos, las de desvío cercanas a las intersecciones y las de regulación y servicio al final de la línea.
- 5.- Los alcances entre tubería e instrumentos, serán de acuerdo al típico correspondiente.
- 6.- Instalación típica de válvula de seguridad al cabezal de desfogue:

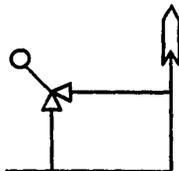


Figura No. 25 "Instalación típica de una válvula de seguridad"

L.3 Relación con las demás áreas del proceso

La sección del DTI aquí presentada se relaciona con dos secciones más del proceso global para la producción de Cloruro de Vinilo, correspondientes a las áreas 100 y 300. Para fines de esta tesis solo se presenta el área 200 denominada "Cloración directa y purificación de DCE".

Por una parte se relaciona con la primera sección, conectándose al comienzo, y con la alimentación de etileno procedente de L.B. y en la tercer sección se unen los productos de ambas secciones para ser pirrolisado obteniendo Cloruro de Vinilo que posteriormente; en esa misma sección; se purifica.

L.4 Criterios de selección de materiales

Para la elección de materiales, dependiendo del rango de temperaturas se utilizo la siguiente tabla, además del artículo Allow Selection for VCM plant.

Temperatura (°C)	Material
+ 413	Cr - Mo
16 a 413	Acero al carbón
-40 a 15.5	Acero al carbón, acero al níquel
-45.5 a -87.7	Acero al níquel (2 1/2 Ni)
-87.7 a -101.1	Acero al níquel (3 1/2 Ni)
-101.1 a -160	Acero al níquel (9 Ni)
-160 a 218.4	Acero inoxidable (18 Cr 8 Ni)

Tabla No. 57

Para aceros inoxidables la resistencia de oxidación de estos en presencia de aire se da a continuación:

Temperatura Máxima (°C)	Tipo de acero inoxidable Recomendable
649	416
699	403,405,410,414
799	430 F
849	430,431
899	302,303,304,316,317,321,347
	348, 17*14 Cu-Mo
999	302 B,308,442
1099	309,310,314,329,446

Tabla No. 58

Documento M

**Sistema
de
Desfogue**

DOCUMENTO M

SISTEMA DE DESFOGUE

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

M.1 Introducción y secuencias de cálculo

Al final del documento se puede apreciar el diagrama del sistema de desfogue del área 200, cloración directa y purificación de DCE.

M.1.1 Introducción

Uno de los riesgos que puede crearse por el proceso es el aumento excesivo de presión que puede provocar una fractura en los equipos.

La presión se puede elevar por distintas causas, y puede disminuirse por varios medios, por ejemplo, por medio de un control de presión o un venteo manual, pero el medio más efectivo es el sistema de relevo.

Los Sistemas de Relevo incluyen en general válvulas de seguridad, tuberías, tanques de separación y quemador de campo, los cuales deben ser dimensionados adecuadamente basándose en las condiciones específicas dependientes de las características de operación y seguridad de la planta.

M.1.2 Secuencia de cálculo

Quemador de chimenea.

La chimenea y el quemador, en si deben tener un diámetro tal que sea adecuado para mantener la flama estable con la previsión de que en una emergencia mayor esta flama no se apague. Los experimentos efectuados muestran que para velocidades de 20 a 30% de la velocidad del sonido existe el peligro de apagarse la flama; debido a esto, la base del dimensionamiento aceptada es usar el 20% de la velocidad sónica como velocidad de salida de los gases.

Para el flujo de un gas a través de una sección circular se tiene:

$$W = 3,500 r_g \sqrt{Ac}$$

donde:

W = Flujo, Lb/hr.

r_g = Densidad del gas, Lb/ft³.

V = Velocidad de salida, ft/s.

Ac = Sección transversal, ft².

$$r_g = \frac{MP}{10.73 T}$$

donde:

M = Peso molecular

P = Presión absoluta, Psia

T = Temperatura del gas, °R

$$Ac = \frac{pd^2}{4 (144)} = \frac{0.785 d^2}{144}$$

donde:

d = diámetro del quemador, in.

$$V = \frac{1}{5} \frac{gCkRT}{M} = \frac{1}{5} \frac{(gcK1546T)}{M}$$

$$K = C_p / C_v = 1.2$$

combinando ecuaciones tenemos:

$$d^2 = \frac{w}{1,370} \frac{(T)^{1/2}}{(M)^{1/2}}$$

la ecuación anterior está basada en una relación $C_p/C_v = 1.2$, la cual se ajusta a la mayoría de los hidrocarburos. Para valores significativamente diferentes de K, el diámetro obtenido se multiplica por:

$$1.046635 (C_p/C_v)^{-0.25}$$

En este diámetro obtenido se considera aproximadamente un 30% de sobrecapacidad para la inyección de vapor. Esto se hace con el fin de reducir a un mínimo la producción de humo.

Localización y altura del quemador.

Para determinar la localización y altura del quemador es necesario considerar los efectos de radiación de calor sobre el personal y equipo, puesto que una falla importante en la planta puede dar lugar a la formación de una flama de tamaño considerable.

Resumiendo, para una intensidad calorífica de 1,500 BTU/hr ft² o mayor es necesario proteger al personal; y para una intensidad calorífica de 3,000 BTU/hr ft² o mayor, es además necesaria la protección del equipo.

Para encontrar la intensidad calorífica en cualquier punto P en el suelo a X pies del centro de la chimenea se usa la siguiente ecuación:

$$q = \frac{\epsilon Q}{4 R^2 p}$$

donde:

- q = Intensidad calorífica, BTU/hr ft².
- ϵ = Emisividad de la flama.
- Q = Calor generado por la flama, BTU/hr.
- R = Distancia del centro de la flama al punto p.

La emisividad de la flama, que depende de la luminosidad, es para metano 0,2, propano 0,33 y para hidrocarburos más pesados 0,4 y puede ser representada aproximadamente por:

$$\epsilon = 0.048 (m)^{1/2}$$

De la siguiente figura se obtienen las ecuaciones mostradas posteriormente a ella.

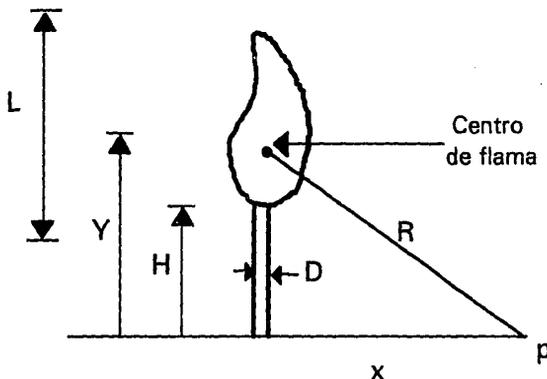


Figura No. 26 "Diagrama del quemador"

$$Y = (H(H + L))^{1/2}$$

$$L = 120 D$$

en donde:

- Y = Altura del centro de la flama, ft.
- D = Diámetro de la chimenea, ft.
- L = Longitud de la flama, ft.

por Pitágoras:

$$R^2 = x^2 + Y^2$$

$$R^2 = x^2 + H(H + 120D)$$

$$q = \frac{960 w (M)^{1/2}}{4p (x^2 + H(H + 120 D))} \quad (I)$$

Secuencia de cálculo del quemador.

- 1.- Obtener datos de gasto y condiciones de propiedades del fluido.
- 2.- Determinar directamente el diámetro.
- 3.- Proponer o determinar la intensidad de calor máxima permisible "q".
- 4.- Sustituir el valor de q en la ecuación I.
- 5.- Hacer $x = 0$ ya que se busca la intensidad de la base del quemador.
- 6.- Resolver la ecuación I para H.

La altura resultante H_R es la altura mínima necesaria para tener el "q" del punto 3 en la base del quemador, es conveniente sumar 2 o 3 ft a la altura H determinada para compensar la incertidumbre en las condiciones del fluido.

Vapor de agua para disminuir humo.

Reducir al mínimo la producción de humo en el quemador se basa en el principio del aumento de velocidad de quemado por medio de la inyección de vapor de agua a la flama por creación de turbulencia en los gases inflamables y la aspiración del aire, reduciendo así la formación de hollín.

La cantidad de vapor de agua necesaria para reducir al máximo la formación de humo, se puede deducir en base a una relación de vapor de agua a bióxido de carbono de 0.7 por medio de la siguiente ecuación:

$$w_{\text{vap}} = w_{\text{hc}} (0.68 - (10.87M))$$

donde:

$$\begin{aligned} w_{\text{vap}} &= \text{Lb/hr de vapor de agua} \\ w_{\text{hc}} &= \text{Lb/hr de hidrocarburos} \\ M &= \text{Peso molecular del hidrocarburo quemado} \end{aligned}$$

Dispositivos para el relevo de presión.

Existen dos tipos de dispositivos de relevo de presión:

1) Los dispositivos que cierran por sí solos después de que la necesidad de relevo de presión ha desaparecido.

2) Los que pertenecen abiertos hasta cerrarse manualmente, repararse o sustituirlos.

Los primeros están representados por la válvula de seguridad-relevo y los segundos por el disco de ruptura.

La válvula de seguridad: es un dispositivo automático al cual se le puede ajustar un valor determinado para entrar en acción. La válvula de seguridad, una vez realizada su función, regresa a su posición originalmente cerrada.

El disco de ruptura: es un dispositivo diseñado para ceder ante el empuje que ocasiona la presión excesiva. El disco de ruptura debe ser repuesto una vez realizada su función.

Calculo de las masas a relevar.

El exceso de presión se puede producir por diferentes causas, y la masa necesaria de relevar en cada caso es distinta. Puede haber varias causas de presión en un equipo, pero sólo una de ellas ocurrirá a la vez. Cuando hay varias causas posibles, el dispositivo de relevo se diseña para la mayor masa posible en generarse, así también funcionará adecuadamente por las otras causas.

Las causas de sobrepresión más comunes son las siguientes:

- 1.- Fuego externo.
- 2.- Descarga bloqueada.
- 3.- Ruptura de tubos.
- 4.- Falla de agua de enfriamiento.
- 5.- Falla de reflujo.
- 6.- Expansión térmica de líquidos.
- 7.- Falla de corriente eléctrica.
- 8.- Falla de controles o aire de instrumentos.

Solo se mencionan a continuación las fallas posibles en nuestro proceso.

Fuego externo:

Cuando se produce un incendio en una planta, cualquier recipiente que procese o maneje materiales inflamables o no inflamables puede estar expuesto al fuego.

Si el recipiente contiene líquido, el calor suministrado ocasionará que una parte o todo el líquido pase a la fase vapor provocando un aumento de presión que debe ser aliviado por un dispositivo de relevo.

Para calcular la masa a relevar, en este caso, se sigue el siguiente procedimiento:

$$W = Q / \lambda$$

en donde:

Q = Calor absorbido, BTU/hr.
 λ = Calor latente de vaporización, BTU /hr.
 W = Masa a relevar, Lb/hr.

El calor absorbido puede ser calculado según la expresión que señala el código API RP-520.

$$Q = 21,000 F A^{0.82}$$

en donde:

F = Factor de aislamiento.
 A = Área mojada o expuesta al fuego.

El factor de aislamiento, F, depende del tipo de aislante que se utilice, aunque es preferible suponer que el recipiente esta desnudo, con lo cual $F = 1$.

El área mojada expuesta al fuego:

a) Recipientes Horizontales:

$$A = p D (Fwp) L = 2.61 D^2 (Fwp)$$

en donde:

L = Longitud de T-T, ft.
 D = Diámetro del recipiente, ft.
 Fwp = Factor de perímetro mojado (leído de gráfica, según volumen en el tanque).

b) Recipientes Verticales.

$$A = p D h + 1,305 D^2$$

en donde:

h = Altura del cilindro determinada por el criterio de los 25 ft.

El criterio de los 25 ft dice que para recipientes horizontales y verticales, se compara la altura del líquido hasta el nivel normal con el valor de 25 ft para considerar que porción del recipiente se va a ver afectada por el fuego. La superficie se considera hasta el menor de los dos valores.

El calor latente del fluido se puede determinar a partir del diagrama de Molliere respectivo.

Una vez que tenemos Q y λ se sustituyen ambos en la ecuación $W = Q / \lambda$ para obtener la masa a relevar

Falla de agua de enfriamiento.

Cuando falla el agua de enfriamiento en un condensador, aumenta el volumen de vapor debido a que no hay una condensación adecuada.

Como masa a relevar en este caso, normalmente es confiable tomar la masa total de vapor que entra al condensador.

En una torre la capacidad de relevo requerida es igual al total de gas y vapor que entre a la torre más el generado ahí.

Falla de reflujo.

En una torre de destilación, el vapor que asciende del segundo plato produce la ebullición del líquido en el primer plato. Cuando falla el reflujo, sea parcial o total, el vapor ascendente evapora en mayor cantidad el líquido del plato superior y lo mismo sucede en todos los platos produciéndose una gran cantidad de vapor que probablemente ocasiona un aumento de presión.

Normalmente la masa a relevar es la masa que sale del domo en operación normal.

Expansión térmica de líquidos.

Cuando en un recipiente o cambiador de calor puede de alguna manera bloquearse un líquido y existe alguna fuente de calor que pueda calentar ese líquido, este tenderá a expandirse en mayor o menor grado, de acuerdo al líquido de que se trate.

Si el líquido llena por completo el recipiente o el cambiador de calor, la tendencia a expandirse traduce se traduce en un enorme aumento de presión ya que el volumen es constante.

Es práctica común poner válvulas de seguridad en la salida de agua de enfriamiento de condensadores y enfriadores.

Para este caso no hace falta calcular una masa a relevar, ya que un ligero desahogo de la presión la disminuye enormemente.

En caso de requerirse el cálculo de una masa, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\beta H}{500 SC_p}$$

en donde:

- Q = Capacidad requerida, gal/min.
- H = Calor suministrado, BTU/hr.
- S = Densidad relativa del líquido.
- Cp = Capacidad calorífica del líquido, BTU/Lb*F.
- β = Coeficiente de expansión volumétrica.

Para agua	$\beta = 0.0001 \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$
Hidrocarburos ligeros	$\beta = 0.001$
Para gasolina	$\beta = 0.0008$
Para destilados	$\beta = 0.0006$
Para residuos	$\beta = 0.0004$

Dimensionamiento de válvulas de seguridad.

Para llevar a cabo el dimensionamiento de una válvula de seguridad, se requiere conocer la masa a relevar y sus características.

Presión de ajuste:

Lo más común y más práctico es que la presión de ajuste sea igual a la presión de diseño del equipo al cual se está protegiendo.

Debe ponerse especial cuidado al seleccionar la presión de ajuste de la válvula, para que la relación siguiente se cumpla:

$$P_{op} < \text{o igual a } 0.9 P_s$$

en donde:

$$P_{op} = \text{Presión normal de operación del equipo protegido.}$$

$$P_s = \text{Presión de ajuste de la válvula}$$

Temperatura de relevo:

La determinación de la temperatura de relevo es sencilla y estará de acuerdo a la causa del relevo.

En caso de falla de reflujo y falla de agua de enfriamiento, puede considerarse la temperatura de relevo igual a la temperatura normal de domos.

En el caso de una expansión térmica la temperatura de relevo es ligeramente mayor a la temperatura normal de operación del líquido.

Sobrepresión:

Las válvulas que manejan gas o vapor reciben una fuerza adicional proveniente del cambio de energía cinética producido por la expansión del gas, en consecuencia la sobrepresión requerida en gases y vapores es pequeña, de 3 a 10%.

En caso de manejar líquidos que no vaporicen, dado que no se tienen los efectos de expansión, la sobrepresión requerida es del 25%.

La sobrepresión se expresa como un porcentaje de la presión de ajuste, y los valores comúnmente utilizados son:

Para protección contra fuego	20%
Para expansión térmica de líquidos en tuberías y descarga de bombas	25%
Equipo ASME Sección VIII	10%
Equipo ASME Sección I	3%

Área de flujo requerida.

El cálculo de una válvula de relevo, consiste en encontrar un área tal que permita el paso de la masa necesaria para las condiciones establecidas.

El cálculo del área requerida, se logra con las ecuaciones siguientes:

1) Para agua:

$$a = \frac{W}{51.45 K_d P_1 K_{sh} K}$$

2) Para gas o vapor en flujo sónico:

$$a = \frac{W}{KCp1Kb} \frac{(TZ)^{0.5}}{(M)^{0.5}}$$

3) Para líquidos:

$$a = \frac{Q (S)^{0.5}}{27.2 K_b K_r K_w (P_a - P_b)^2}$$

4) Expansión de gas debida a fuego:

$$a = \frac{F_1 A_s}{(P_1)^{0.5}}$$

donde:

- a = Área requerida, in².
- A_s = Área del recipiente expuesta al fuego, ft².
- C = Coeficiente isoentrópico de descarga de la válvula (gráficas), puede tomarse el valor de C = 315
- F₁ = Factor de operación de la válvula (gráfica)
- S = Densidad relativa del líquido manejado
- K = Coeficiente de descarga de la válvula, del fabricante, se acepta K = 0.975
- K_d = Coeficiente de descarga específico. Sus valores son:
Equipo ASME Sección I 0.9
Equipo ASME Sección VIII 1.0
- K_p = Factor de sobrepresión. Solo afecta en líquidos y su valor es 1 cuando la sobrepresión es el 25%

K_v = Factor de viscosidad, se calcula cuando el líquido manejado es muy viscoso.

K_b = Factor de contrapresión. Al inicio del diseño de la válvula, la contrapresión no se conoce, entonces K_b = 1 cuando la contrapresión ya se conoce, el valor de K_b se encuentra por medio de gráficas.

K_w = Factor de contrapresión para líquidos (gráficas).

K_{SH} = Sólo se utiliza para vapor de agua y se encuentra en tablas.

M = Peso molecular del fluido.

P₁ = Presión corriente arriba de la válvula cuando esta abierta totalmente Lb/in²
P₁ = P ajuste (1 + % sobrepresión) + P atm.

P_a = Presión de apertura de la válvula en Lb/in² y es igual a la presión de ajuste.

P_b = Contrapresión Lb/in².

Q = Gasto volumétrico que debe relevar la válvula, gal/min.

T = Temperatura de relevo, °R.

W = Gasto másico a relevar, Lb/hr.

Z = Factor de compresibilidad a las condiciones de relevo (gráficas)

El valor del área requerida se aproxima al valor comercial inmediato superior.

Dimensionamiento del cabezal de relevo.

El dimensionamiento de un cabezal de relevo se sale un poco de lo común. Se busca utilizar un diámetro tal que produzca más caída de presión que la disponible, y que no sea mayor de lo necesario para reducir su costo.

El dimensionamiento se hace por tramos, generalmente el punto de partida es la punta del quemador o chimenea ya que ahí se conoce la presión, que es atmosférica y los cálculos se van hacia atrás o corriente arriba. También es posible comenzar en la base del quemador y considerar que ahí la presión es de 3 o 5 Lb/in².

Para cada tramo, se supone un diámetro, se calcula una presión inicial o contrapresión, este valor de presión se compara con un valor de referencia o permisible. La presión inicial de referencia deberá aumentar el diámetro para este tramo.

Cuando a un cabezal se integran válvulas que relevan baja presión y alta presión, el tamaño estará dominado por la válvula de baja presión.

Si se usan válvulas convencionales la contrapresión permisible será el 10% de la presión de ajuste.

Si se usan válvulas balanceadas la contrapresión permisible será de 40 a 50% de la presión de relevo.

Método de Conison.

La ecuación desarrollada por Conison basada en condiciones de salida conocidas o calculadas por medio de la ecuación de Crocker era presión crítica, es el método más aceptado para el cálculo de cabezales y tubería en la cual el diámetro y el gasto permanecen constantes a lo largo del tubo y en donde los cambios en color específico, viscosidad y temperatura no son significativos.

La ecuación de Conison es:

$$P_1 = \left[\left(\frac{f L_t \rho V_3}{2 g d} \right) (2 P_2) + P_2^2 + \frac{2 V_2^2 \rho^2 P_2}{g} \ln \frac{V_2}{V_1} \right]$$

donde:

f = Factor de fricción.

Lt = Longitud total del tubo recto y accesorios, ft.

ρ = Densidad, lb/ft³.

V = Velocidad del flujo, ft/seg.

d = Diámetro, ft.

P = Presión, lb/r².

g = Aceleración de la gravedad 32.2 ft/seg.

El subíndice 1 se refiere a las condiciones de entrada o iniciales del cabezal.

El subíndice 2 se refiere a las condiciones de salida o finales del cabezal.

En sus notas el señor Conison señala que para líneas de 200 ft o más de longitud, o en líneas en que el cambio de velocidad sea pequeño, se puede despreciar el término del logaritmo, sin que haya un error apreciable en el resultado final

M.2 Especificación del sistema de desfogue.

Diagrama de desfogue

M.2.1 Relevos de presión

Válvula	Orificio nominal	Masa relevada (Kg/hr)	Causa del relevo
PSV-1	G	18,068	Fuego externo
PSV-2	T	49,619	Falla de reflujio
PSV-3	P	24,809	Falla de agua de enfriamiento
PSV-4	G	13,705	Ruptura de tubos
PSV-5	H	1,012	Fuego externo
PSV-6	M	5,725	Fuego externo
PSV-7	T	49,607	Falla de reflujio
PSV-8	P	14,141	Ruptura de Tubos y falla de agua de enfriamiento
PSV-9	G	957	Fuego externo
PSV-10	L	5,783	Fuego externo
PSV-11	T	50,378	Falla de reflujio
PSV-12	R	25,343	Ruptura de tubos y falla de agua de enfriamiento
PSV-13	P	27,589	Expansión de líquido
PSV-14	M	5,810	Fuego externo
PSV-15	K	6,601	Fuego externo
PSV-16	H	1,439	Falla reflujio
PSV-17	M	33,095	Falla reflujio

Tabla No. 69 " Relevos de presión, causa, cantidad, orificio, válvula."

Orificio Nominal	Área efectiva (in ²)
D	0.110
E	0.198
F	0.307
G	0.507
H	0.785
J	1.287
K	1.838
L	2.853
M	3.600
N	4.340
P	6.380
Q	11.050
R	16.000
T	26.000

Tabla No. 70 "Área efectiva de relevo"

M.2.2 Quemador

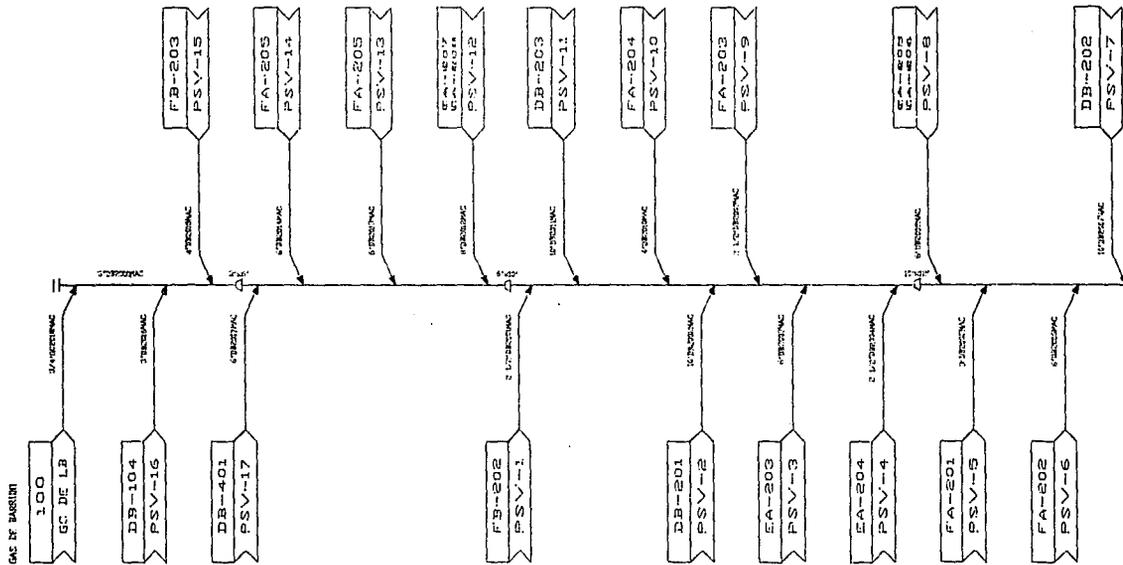
Gasto máximo	33.113 Kg/hr
T	117.7 °C
PM	36.6 Kg/Kgmol
ϕ	0.39 m
ε	0.29
Q	3.6792×10^6
q	1,500
L	46.6 m
h	29
y	47
x	60
r	76
vapor de agua	12,757 Kg/hr

Tabla No. 71 "Especificación del quemador"

M.2.3 Diagrama de desfogue

En la siguiente página se puede observar el diagrama de desfogue de la sección de cloración directa y purificación de DCE.

VALVULAS DE SEGURIDAD DE PRESION		DATOS DE DISEÑO DE LA VALVULA						PALLA Y FLUJO RELEVADO		Kp/H
CLAVE	CUNTA O FACTOR PARTIDO	UNIFICADO	T °C	P Kg/cm ²	P RELEVADO Kg/cm ²	P RELEVADO PS	RELEVADO FORCE	FUEGO	VALVULA DE RESERV. BUENA	
PSV-1	FB-202	8" G 2 1/2"	46.0	3.8	4.4	17.3	18,068.2	18,068.2		
PSV-2	DB-201	8" T 10"	88.0	1.1	2.5	100	43,619.7			
PSV-3	EA-203	4" P 6"	77.0	3.4	4.0	95	24,909.2			
PSV-4	EA-204	1 1/2" G 2 1/2"	98.0	1.3	1.6	100	13,735.3			
PSV-5	FA-201	2" H 3"	76.6	1.0	1.5	90	191.8	191.8		
PSV-6	FA-202	4" M 6"	76.0	1.0	2.3	125	5,724.5	5,724.5		
PSV-7	DB-202	8" T 10"	90.0	1.2	1.5	90	49,607.2			
PSV-8	EA-202 FA-205	4" P 6"	114.0	2.0	2.3	114	14,141.0			
PSV-9	FA-203	8" G 2 1/2"	71.0	1.0	2.3	71	956.9	956.9		
PSV-10	FA-204	3" L 4"	140.0	1.5	1.5	143	5,782.6	5,782.6		
PSV-11	DB-203	8" T 10"	87.0	1.1	1.4	87	50,377.6			
PSV-12	EA-202 FA-209	6" R 8"	98.0	1.0	1.2	98	25,343.0		25,343.0	
PSV-13	EA-203 FA-210	4" P 6"	93.0	3.4	3.8	93	27,568.7			
PSV-14	FA-205	4" M 6"	85.0	1.0	1.2	132	5,810.3	5,810.3		
PSV-15	FB-203	3" K 4"	46.0	3.8	4.2	46	6,600.7	6,600.7		
PSV-16	DB-104	2" H 3"	92.0	1.4	1.6	92	1,429.0			
PSV-17	DB-401	4" M 6"	17.0	13.6	15.6	17	33,094.8			



		0	APROBADO PARA DISEÑO	V	V	ES-3-13
DIBUJOS DE REFERENCIA	REV		DESCRIPCION	DIBUJO DOLORES MEZA	SUPERV. E. R. S. N.	FECHA

PREPARED BY: DOLORES MEZA
 CHECKED BY: E. R. S. N.
 DATE: 03/13/13

Documento N

**Seguridad
de
la Planta**

DOCUMENTO N SEGURIDAD DE LA PLANTA

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

N.1 Legislación sobre seguridad industrial

N.1.1 Sustento Legal

Art. 123 Constitucional

Ley Federal del Trabajo

Leyes estatales

Reglamentos e instructivos

Ley del Seguro Social.

Los siguientes artículos del Reglamento General de Seguridad e Higiene son aplicables en la planta, dentro y fuera de L. B.

ART. 14. Las rampas, escaleras y salidas de emergencia deberán estar ubicadas y señaladas de tal manera que sean fácilmente localizables, y no tener obstrucciones.

ART. 15. En función del riesgo de la planta se contará con el equipo suficiente y apropiado para la extinción de incendios.

ART. 24. Los centros de trabajo, aun cuando estén provistos con sistemas fijos o semifijos contra incendio, deberán disponer de equipos portátiles o extinguidores adecuados al tipo de incendio que pueda ocurrir.

ART. 26. Los centros de trabajo contarán con alarmas claramente audibles o visibles a todos los trabajadores. Se realizarán simulacros, se crearán brigadas, cuerpos de bomberos, para estar preparados en cualquier contingencia de incendio.

ART. 57. Los equipos e instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, en donde se manejan o produzcan gases o polvos explosivos e inflamables, deberán ser a prueba de explosión de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

DOCUMENTO N SEGURIDAD DE LA PLANTA

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

N.1 Legislación sobre seguridad industrial

N.1.1 Sustento Legal

Art. 123 Constitucional

Ley Federal del Trabajo

Leyes estatales

Reglamentos e instructivos

Ley del Seguro Social.

Los siguientes artículos del Reglamento General de Seguridad e Higiene son aplicables en la planta, dentro y fuera de L. B.

ART. 14. Las rampas, escaleras y salidas de emergencia deberán estar ubicadas y señaladas de tal manera que sean fácilmente localizables, y no tener obstrucciones.

ART. 15. En función del riesgo de la planta se contará con el equipo suficiente y apropiado para la extinción de incendios.

ART. 24. Los centros de trabajo, aun cuando estén provistos con sistemas fijos o semifijos contra incendio, deberán disponer de equipos portátiles o extinguidores adecuados al tipo de incendio que pueda ocurrir.

ART. 26. Los centros de trabajo contarán con alarmas claramente audibles o visibles a todos los trabajadores. Se realizarán simulacros, se crearán brigadas, cuerpos de bomberos, para estar preparados en cualquier contingencia de incendio.

ART. 57. Los equipos e instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, en donde se manejan o produzcan gases o polvos explosivos e inflamables, deberán ser a prueba de explosión de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

ART. 59. El equipo capaz de producir electricidad estática deberá estar conectado eléctricamente a tierra

ART. 122. Las sustancias inflamables y combustibles deberán ser almacenadas, transportadas y manejadas de tal manera que se disminuyan los riesgos de incendio, de conformidad con lo que establezcan los instructivos correspondientes.

ART. 123. Queda prohibido fumar, introducir fósforos, dispositivos de llamas abiertas, objetos incandescentes, y cualquier otra sustancia susceptible de causar incendio o chispa en áreas en las que se almacenan y manejan sustancias inflamables o combustibles; al efecto, se deberán colocar avisos en lugares claramente visibles.

ART. 124. Los tanques de almacenamiento y transporte deberán estar conectados eléctricamente a tierra.

ART. 138. Las sustancias corrosivas o irritantes deberán ser almacenadas, transportadas y manejadas de tal manera que se eviten fugas y derrames, de conformidad con lo que establezcan los instructivos correspondientes.

ART. 132. Las sustancias tóxicas deberán ser almacenadas, transportadas y manejadas de tal manera que se disminuyan los riesgos de intoxicación, de conformidad con lo que establezcan los instructivos correspondientes.

ART. 134. Los tanques de almacenamiento, los conductos y en general los equipos donde se manejen sustancias tóxicas, deberán tener avisos de peligrosidad.

N.2 Riesgo y siniestro en la sociedad contemporánea

N.2.1 Riesgo en la industria petrolera

El desarrollo industrial y tecnológico, ha dejado una huella indeleble en las sociedades desde la época Victoriana hasta las más recientes catástrofes y accidentes mayores que distinguen la globalizada sociedad industrial contemporánea.

"El accidente es un tributo de la expansión y el crecimiento económico y se registra en todos los ámbitos de la actividad humana".

Dejando aparte la energía nuclear, el sector industrial de la energía es considerado el de mayor riesgo en las economías industriales. Formado fundamentalmente por hidrocarburos, gases y actividad petroquímica con sus derivados, la producción de petróleo y el transporte, almacenamiento y distribución de sus productos; sitúa a la actividad energética como de alto riesgo.

Para tener una idea de su significado, la mayor parte del transporte de materias peligrosas en el país esta conformado por productos derivados del sector energético. El número de sustancias peligrosas (inflamables, corrosivas, explosivas, asfixiantes, tóxicas, etc), registradas en algunos manuales, asciende a más de 12,000; la última edición (1985) del "Libro Naranja" de la ONU sobre el transporte de materias peligrosas, contiene aproximadamente las 3,000 más importantes desde el punto de vista de su peligrosidad y de la importancia socioeconómica de su producción y transporte.

Basta decir que durante el año de 1990, el 85% en los accidentes más importantes en el mundo fueron del sector energético.

En el terreno de los accidentes mayores no existe ningún privilegio y exclusividad, a mayores estructuras industriales, a sofisticados equipamientos para la transformación industrial, a mayor tecnología corresponde de manera directa un mayor riesgo a enfrentar.

En estudios recientes sobre la siniestralidad de la industria petrolera y petroquímica internacional 'durante cinco años de análisis; los riesgos de incendio y de explosión tienen mayor siniestralidad que cualquier otro.

El orden de la importancia de la causalidad de un siniestro es ocupado por el riesgo de incendio con un 34% de siniestralidad, el de explosión con un 28% seguido por los derrames con un 12%, la falla material como origen de siniestro ocupa el 8% de la frecuencia y el error humano el 5%, finalmente otras causas suman el 15% del total de la frecuencia.

Desde tiempo inmemorial las sociedades han tenido que "administrar" el riesgo de incendio, el cual ha persistido como el principal causante de siniestros, aún cuando su naturaleza como riesgo tecnológico hoy tenga fuertes diferencias con el riesgo de incendio tradicional.

Volviendo al estudio de referencia, el mayor número de accidentes que se manifiestan en la industria petrolera ocurren en las refinerías (28%), seguidas de las petroquímicas (24%) y de las instalaciones marítimas en el mismo orden (18.5%).

Si hacemos una comparación a nivel de la industria petrolera latinoamericana, México aglutina el 28.4% de los accidentes mayores, seguido por Colombia con un 17.9% y Brasil con el 16.4%, haciendo la distinción de los activos tan diferentes entre los países analizados, y sus riesgos, lo que determina en buena medida estas fuertes diferencias de las respectivas industrias.

Este análisis nos permite aseverar que en el riesgoso mundo del petróleo y sus diferentes transformaciones, México y su industria energética, a pesar de su experiencia siniestral, se ubica a nivel mundial entre las que mejor enfrenta su riesgo.

N.2.2 Riesgo y economía

La función de la gestión de riesgos (Administración de Riesgos) está orientada a garantizar la conservación de los activos de la empresa, mediante la minimización a largo plazo del efecto de las pérdidas accidentales.

Las responsabilidades de la función se asumen a través de la identificación de riesgos, su evaluación con factores de frecuencia y severidad, registro de siniestros, estudios probabilísticos, matemáticos y estimación de pérdidas. Se incluyen también, el tratamiento de riesgos para su eliminación, reducción y control, la retención y su transferencia; el mantenimiento de registros con información básica para el soporte estadístico, activos y valores, pérdidas sufridas y reclamadas, pólizas, costos y otros aspectos relacionados con la seguridad y la prevención de riesgos.

En México, esta función se viene llevando a cabo desde 1985, por PEMEX. Se inició con la creación de sistemas y bancos de datos de control y seguimiento, integración de archivos de bienes, tipificación y evaluación de riesgos, costos de pólizas, comportamiento de la siniestralidad y manejo estadístico. Esto ha auxiliado sobremanera la realización de estudios técnicos cada vez más consistentes por la estructuración y consolidación de diversas bases de datos. Los estudios han apoyado la proyección y negociación de los contratos de seguros por riesgos transferidos. Se ha incursionado con buenos resultados en los esquemas de retención técnica de riesgos y el manejo de esquema múltiples de cobertura con que se protegen los recursos humanos, materiales, técnicos y financieros de la empresa.

Los esquemas de aseguramiento se han venido adecuando sistemáticamente a las condiciones de los riesgos que nos son propios y a las condiciones del mercado asegurador, y en su perfeccionamiento se han establecido condiciones para la aplicación de fórmulas de bonificación por baja siniestralidad y otros que benefician a la Institución.

Conviene resaltar la importante bonificación que por baja siniestralidad, observada desde 1986 en forma creciente hasta 1990, ha obtenido la empresa.

La gestión de riesgos culmina con la coordinación de visitas de evaluación de riesgos para propiciar su reducción, cubriendo en promedio 20 instalaciones anualmente. Como complemento de ello se lleva el control y seguimiento de acciones relativas a la atención operativa de las recomendaciones que emanan de dichas visitas, mismas que se han llevado a cabo por firmas extranjeras especializadas de reconocido prestigio.

De esta manera, las dos vertientes de enfrentamiento de riesgo: Seguridad Industrial y Administración de Riesgos, resguardan el patrimonio humano y material de las empresas.

COROLARIO

Las sociedades en su lucha por sobrevivir han tenido que "administrar su riesgo".

Los tres componentes de esta gestión -prevención, lucha, reparación- han sido desarrollados en el pasado con mayor o menor convicción y con más o menos medios.

La Revolución Industrial obligó a hacer hincapié en el primer componente de la gestión del riesgo. La prevención. Se promulgaron nuevas leyes destinadas a conseguir una mayor seguridad.

La Revolución Científica y Técnica de la segunda mitad del siglo XX ha obligado hoy a reconsiderar los planteamientos ya caducos y a poner en práctica otros medios, principalmente en materia de prevención de acuerdo a los riesgos existentes.

Los accidentes y siniestros en la historia industrial, nos recuerdan que ambos; sociedad y siniestro, han coexistido las más de las veces en forma dramática, pero también a la par, los medios para experimentar el riesgo se han transformado con la misma velocidad que lleva el progreso técnico y si con bastante desigualdad. Esto obedece a que la componente más importante para enfrentar el nuevo riesgo tecnológico o accidente mayor, está en la sociedad misma.

Es muy importante reforzar los instrumentos legislativos y reglamentarios, por una parte, y los estudios de prevención basados en las ciencias y las técnicas, por otra.

Pero todo esto no basta si no procuramos la información y capacitación que requiere la sociedad para asumir y enfrentar los riesgos del desarrollo económico industrial que ha escogido.

No son las empresas más o menos seguras, son las sociedades más o menos preparadas para hacer frente a sus riesgos las que sobreviven.

N.3 Seguridad, calidad y productividad como un medio para lograr la competitividad

"Seguridad es el resultado automático de hacer las cosas bien, siguiendo los procedimientos establecidos". "Seguridad es el conjunto de actitudes, normas, conducta, educación, políticas y técnicas encaminadas a lograr la preservación de los factores de la producción principalmente la integridad física y mental de la persona en su medio de trabajo".

"Calidad: es hacer las cosas bien desde la primera vez".

Ahora bien, hacer las cosas, o hacerlas bien desde el principio, implica la necesidad de definir qué es hacer bien las cosas. Para realizar alguna actividad que nos lleve a la creación de algún producto terminado de consumo directo, o insumo para otra empresa, pueden existir más de una manera de hacerlo. Sin embargo, sólo una será la manera más adecuada para hacerlo, la más segura y la que nos represente costos menores y la obtención de productos de calidad que realmente satisfagan a los consumidores. Se observa entonces, la necesidad de crear procedimientos de trabajo/tareas que incluyan aspectos de seguridad y/o protección para los trabajadores que los efectúan. Estos procedimientos, son la manera de hacer bien las cosas, siempre aunado a materiales, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones en buen estado y apropiadas para cada tarea. La comprensión y aplicación de los procedimientos de trabajo, son resultado de una buena capacitación del personal y correcta y efectiva supervisión durante el trabajo.

Por lo tanto, la obtención de productos (o servicios) de calidad, está íntimamente ligado al trabajo y a las actividades que se desarrollan en el proceso productivo que les da lugar. De igual manera que la seguridad, la obtención de productos de calidad se logra por medio de: materiales o insumos correctos, máquinas y equipos en buen estado, métodos estandarizados (procedimientos de trabajo seguros), personal bien capacitado, mediciones para control y administración eficiente.

Estas actividades incluyen todas y cada una de las actividades y a todos y a cada uno de los empleados y obreros de una empresa, de ahí que la calidad y la seguridad sean responsabilidad de todos los integrantes de una empresa.

Como se puede observar, la seguridad y la calidad son el resultado de los mismos elementos, están de alguna manera ligados íntimamente el uno al otro. La calidad, surge como consecuencia de procesos seguros. Los procesos seguros dan como resultado productos de calidad.

Los productos de calidad, son productos que se obtienen con el menor costo de producción posible. La presencia de accidentes en las etapas de producción, originan costos directos e indirectos que elevan el costo final del producto. La inseguridad en los procesos productivos, va en contra de la calidad de los productos. Existe una relación directa seguridad-calidad. A mayor seguridad, mayor calidad y a menor seguridad, menor calidad.

Ya no estamos en los tiempos en que lo que importaba era únicamente la producción (producir por producir sin importar a que precio, para obtener productos en los que la calidad no era buena), donde los consumidores se tenían que adaptar a las características de los productos o artículos, donde una empresa hacia varios productos sin tener rivales; sino en los que además de producción se habla de productividad (productos a costos bajos y de alta calidad), donde los productos ahora se ajustan a las necesidades y exigencias de los consumidores y donde las empresas tienen una gran competencia y realizan encaminadas luchas por ofrecer productos de calidad y precio bajo.

La calidad al igual que la seguridad no es un lujo, no es un costo adicional a la producción de artículos; sino una verdadera necesidad para poder dar permanencia en el mercado a las empresas.

La inminente apertura de las fronteras para el comercio internacional, obligará a que los conceptos de calidad-seguridad sean cada vez más importantes para las empresas que quieran sobrevivir en un mercado más competitivo.

"La competitividad involucra los siguientes factores: productividad, calidad, costo y seguridad", los requisitos para tener competitividad son: supervivencia, permanencia y crecimiento.

La competitividad (con todos sus factores) debe ser un reto para los mexicanos, se firme o no el Tratado de Libre Comercio (TLC), pues de todos modos el futuro es un mercado más abierto y competido, ya que será a nivel mundial.

Se puede decir entonces que *el reto es Competitividad*: y se puede decir que la competitividad es la suma de la productividad y la tecnología, entendiéndose por productividad el hacer mas con menos o iguales recursos. Dicho de otra manera la productividad es maximizar utilidades y minimizar pérdidas.

La productividad requiere menos recursos humanos, más efectividad y eficiencia de los Recursos Humanos (óptimo aprovechamiento) y un modelo gerencial moderno.

Los factores que afectan a la productividad son:

- Productividad,
- Costos,
- Calidad,
- SEGURIDAD y
- Ambiente laboral.

N.4 Generalidades de Seguridad.

"Seguridad es el resultado automático de hacer las cosas bien desde la primera vez".

Hace más de seis décadas que entre los problemas más comunes que pedían solución, se encontraba el cansancio, la fatiga y los descontentos provocados por condiciones de trabajo inadecuadas. En algunos talleres escaseaba la luz, y el ruido impedía el desarrollo normal de las tareas.

Durante muchas décadas hemos asistido impávidos a un colosal desarrollo industrial que de forma lenta ha ido comiendo terreno a la naturaleza y creando en algunas ocasiones un medio ambiente insostenible. Y no se trata precisamente de que el desarrollo de los pueblos sea incompatible con el entorno natural, todo lo contrario. Lo que sucede es que no se han sabido equilibrar suficientemente el acontecimiento y proteger, al mismo tiempo, el ambiente natural y el entorno social. El medio ambiente en la industria es indisoluble de la organización y el progreso humano. La fórmula "derecho al medio ambiente fabril" significa derecho a un medio ambiente sano y equilibrado.

La mecanización aunque reduce los esfuerzos físicos, entrafia a menudo la parcelación y monotonía de tareas, aceleración de los ritmos, recargo mental y una fatiga sensorial y nerviosa mientras que la introducción a gran escala de muchas sustancias añaden nuevos riesgos para la salud.

La seguridad en el trabajo no es un conjunto de normas escritas, ni los medios de protección, ni los carteles o los colores de señalización. La seguridad es una filosofía de la Dirección que debe ser aplicada con la misma firmeza que la que se pone en buscar una buena producción, en calidad y cantidad, a precio rentable, teniendo en cuenta el peso del factor humano en el proceso productivo.

La Seguridad e Higiene en la empresa investiga accidentes, valora riesgos y daños y efectúa estudios de sistemas de prevención, que dan lugar a los oportunos informes, planteando recomendaciones y soluciones operativas que permiten evitar riesgos laborales.

Seguridad es la ausencia del peligro en el curso del trabajo; es, por consiguiente, el trabajo sin accidentes ni enfermedades profesionales. El accidente no es algo fatal, no es imprevisible, no es inevitable. De cada 100 accidentes , 98 se hubiesen podido prever y por tanto se hubiesen podido evitar.

La acción encaminada a disminuir los peligros en el trabajo hasta llegar a eliminarlos por completo, es el objetivo de la seguridad, y se lleva a término mediante la prevención.

El Manual de Prevención de Accidentes para Operaciones Industriales, obra propiedad de "National Safety Council", recomienda lo siguiente, sobre la organización de un programa de seguridad: "Para asesorar y colaborar en la administración de la política de seguridad y para garantizar la continuidad del programa, la alta dirección suele poner la administración del mismo en manos de un departamento de seguridad o de un profesional capacitado".

El accidente de trabajo es un hecho perjudicial producido en ocasión del trabajo por una causa violenta, que disminuye la capacidad de trabajo y provoca: a) Daños a la Nación, b) Daños para la industria y c) Daños para el trabajador. Entre los primeros tenemos el perjuicio a la colectividad de trabajo, disminución de la capacidad industrial, daños al tesoro nacional, desperdicio de la renta, aumento de población pasiva, carestía de vida; entre los segundos tenemos el aumento del absentismo, pérdida de tiempo, interrupción de la producción, sensación de inseguridad y desconfianza del obrero y aumento de costos de los producto y en tanto al tercer punto; las pérdidas de su capacidad física, sufrimiento familiar ante el accidente, pérdida económica y posible disminución de las posibilidades de ascenso.

La seguridad conduce a la buena forma de hacer las cosas y de esta manera al éxito. Los accidentes son el resultado de la mala forma de hacer las cosas que llevan al fracaso.

Hablando de seguridad es conveniente dar algunas definiciones:

Riesgos de Trabajo:

Son los accidentes y enfermedades a que se exponen los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo. Riesgo es la posibilidad de que ocurra un evento no deseado (lesión o enfermedad del trabajador).

Accidente de trabajo:

Es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cuales quiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste. Quedan incluidos los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al trabajo, al igual que de este a aquél.

Enfermedad de trabajo:

Es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en el que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Los accidentes de trabajo influyen directamente en la productividad de una empresa pues se tienen gastos muy fuertes. Estos accidentes influyen fuertemente también en los costos y en la calidad.

Preparación para las emergencias:

- Almacenamiento adecuado y suficiente de agua contraincendio.
- Sistemas adecuados de bombeo.
- Red de hidrantes.
- Extintores.
- Aspersores y rociadores.
- Detección
- Sistemas de alarma

Tipos de emergencias:

Telúricas.
Hidrometeorológicas.
Técnicas (incendios, explosión, fugas etc.).

Regla de las 4 T para reducir riesgos:

Terminarlo.
Tratarlo.
Tolerarlo.
Transferirlo.

Pronóstico de fallas:

¿Qué pasa si?
Árbol de fallas.
Análisis cuantitativo de riesgos.

Pronósticos de afectación:

Fuga.
Derrame.
Nube inflamable.
Nube tóxica.
Onda explosiva.

Para la seguridad dentro de la operación es conveniente considerar lo siguiente:

- 1) Alta dirección: que incluye a la cultura como el cómo hacer las cosas y a la filosofía como la manera de pensar y en la cual se deben definir los lineamientos para que en una empresa piense uniformemente.
- 2) Relaciones Industriales, en sus aspectos de selección, inducción, capacitación y desarrollo.
- 3) Supervisión.
- 4) Mantenimiento, en las modalidades de predictivo, preventivo y correctivo.
- 5) Operación con control total de pérdidas, prevención de actos y condiciones inseguras y análisis de incidentes.

Puntos principales para atacar una emergencia:

Tipo de localidad.
Oreografía de la localidad.
Viento.
Densidad de gases.
Solubilidad de los gases en el agua.
Miscibilidad del líquido en el agua.
Densidad del líquido.
Clima.

Teoría de los accidentes de Heinrich:

"Todo accidente es la suma de una serie de factores". Entre estos factores están las causas remotas (genéticas, metabólicas y socio culturales), causas mediatas (selección, inducción y capacitación) y causas inmediatas (acto inseguro y condición insegura).

Acto inseguro:

Acto de un ser humano que viola un procedimiento de trabajo establecido en las normas de seguridad de la institución.

Condición Insegura:

Condición del ambiente laboral que propicia el accidente.

Clasificación del IMSS:

Las empresas en el Seguro Social se clasifican por su riesgo y frecuencia de accidentes o (Grado de Riesgo).

Clase I	Riesgo Mínimo	0.1%
Clase II		
Clase III		
Clase IV		
Clase V	Riesgo Mayor	7% del sueldo del trabajador tiene que pagar el patrón al Seguro Social.

Mientras mayor clase se tenga , más se va a pagar.

Condiciones laborales:

Las condiciones atmosféricas en que se desarrollan las actividades laborales tienen una indiscutible influencia sobre la salud, el bienestar y el rendimiento del personal. Tradicionalmente, los problemas derivados del trabajo en ambientes calurosos, denominados de stress térmicos, han sido estudiados dentro de esta disciplina, puesto que se originan como una consecuencia directa de la alteración de los parámetros termohigrométricos del ambiente laboral, que pueden afectar a la salud del hombre que trabaja

Si el medio ambiente de la industria donde se trabaja no estimula al buen trabajo, la productividad disminuye y el precio del costo subirá, pero si el obrero tiene la ventaja de las condiciones favorables del trabajo, aumentará su productividad y se reducirá consiguientemente el costo por unidad producida.

Entre las medidas de previsión relativas al ambiente figuran algunas generales destinadas a mejorar el bienestar y la capacidad productora. Una iluminación apropiada ayuda a conseguir invariablemente una fabricación mayor y mejor, sin tantas averías y accidentes.

A veces la falta de entendimiento sobre el significado de los términos utilizados es causa de confusión e inclusión de desacuerdo. Se conoce, en Seguridad, con el nombre de defensas, resguardos, protectores o dispositivos de seguridad, a los medios que aplicamos sobre la máquina para evitar en forma efectiva el contacto entre el hombre y una parte peligrosa de la misma que pudiera ocasionar lesiones físicas.

Fundamentalmente, la finalidad de una defensa o resguardo consiste en aislar el riesgo de manera que se evite todo contacto con él.

La American Mutal Insurance Alliance, atendiendo a sus características constructivas, hace la siguiente clasificación:

- Resguardos fijos.
- Resguardos con enclavamiento.
- Resguardos automáticos.

Los resguardos fijos, por lo general, se incluyen los para el punto de trabajo y para las transmisiones de las máquinas. Este tipo se considera preferible a todos los demás, por ser el más efectivo contra el acceso a las partes peligrosas.

Los resguardos con enclavamiento: pertenecen al tipo de mecanismos que impide el accionamiento del control de la máquina en movimiento, hasta que el resguardo se sitúa en posición al objeto de que el operario no pueda acercarse al punto de peligro. Cuando la protección o defensa está abierta, admitiendo el paso a piezas o sectores de riesgo, se bloquea el dispositivo de puesta en marcha evitando que funcione la máquina.

Los resguardos automáticos son los que sirven para que el obrero no entre en contacto con la parte peligrosa de la máquina mientras ésta en movimiento. Estos dispositivos de detección de presencia, sujeciones, retenciones y disparadores de dos manos pueden emplearse en condiciones y limitaciones específicas.

Proteger en la máquina es más útil, rápido, fácil, económico y cómodo, que resguardar en el hombre.

La protección de la máquina debe hacerse:

- 1) En el punto de operación y
- 2) En la transmisión.

Por punto de operación se entiende el lugar o zona en que el material se forma, se corta o se pulimenta por medio de la máquina.

Transmisión es el conjunto de todas las partes en movimiento que llevan potencia desde el motor a la máquina. Actualmente, cada máquina suele llevar acoplados los motores correspondientes y las transmisiones, por lo común son cortas y de fácil protección. Los engranes sin protección suponen riesgos de accidentes graves, y no deben permitirse. La protección de los elementos en movimiento debe hacerse de manera total.

La protección personal queda encuadrada en el seno de la Prevención Técnica. La protección personal nace en el momento en que la supresión del riesgo en cualquier actividad industrial es prácticamente imposible. Sólo cuando es inejecutable eliminar una causa de accidente por una revisión de la ingeniería a niveles aceptables, es cuando el servicio de equipos de protección personal es imperioso.

Señalización:

Señalizar es una forma de indicar (llamar la atención) sobre una determinada cuestión o hecho concreto. La que se utiliza para advertir sobre el riesgo laboral o industrial se denomina, comúnmente, señalización de seguridad. Esta puede ser óptica, acústica, táctil u olfativa según sea captada por la persona. La más empleada es la Señalización óptica.

Los recipientes que contienen sustancias han de estar debidamente rotulados para evitar que ocurran, por ignorancia o desconocimiento, muchos accidentes.

Los colores amarillo y negro en bandas alternadas se emplean para señalar piezas cortantes, ganchos de grúas, parachoques, etc.

Los colores de seguridad son aquellos de uso especial y restringido a los que se atribuye una significación determinada.

Los colores de contraste, complementan el color de seguridad al objeto de mejorar las condiciones de visibilidad de éste. Se emplean los matices blanco y negro.

Señales de seguridad, son combinaciones de una forma geométrica, un color y un símbolo que proporcionan una información determinada, relacionada con la seguridad.

- La señal de prohibición impide un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- La señal de obligación exige un comportamiento determinado.
- La indicación de advertencia avisa de un peligro.

N.5 Riesgo de Incendio

El fuego se produce cuando se alcanza la temperatura de inflamación, y la mayor parte de los cuerpos se queman desprendiendo humo; algunos de ellos, al término de su combustión, dejan residuos o cenizas.

Las materias combustibles, podríamos decir que son sustancias con diversos grados de inflamabilidad, por ejemplo, los gases son más combustibles que los líquidos, y éstos más que los sólidos.

La mayoría de los procedimientos para encender el fuego se basan en el flotamiento y la percusión.

Para que el fuego se inicie es necesaria la existencia de un primer foco que de a la sustancia combustible la energía suficiente (una chispa, la llama de una cerilla, una colilla de un cigarro, etc).

Los tres elementos que determinan el fuego, si además van acompañados de un cuarto componente, (cadena de fuego) consistente en la proximidad entre ellos de muchos materiales combustibles, se origina un incendio.

Se define un incendio como aquel fuego de grandes dimensiones originado por la existencia de muchos materiales combustibles.

Combustible es toda sustancia apta de experimentar combustión en su masa.

La combustión es una reacción química en la que un elemento o compuesto inflamable se combina con el oxígeno, desprendiendo calor. Se llama comburente a toda aquella mezcla de gases en las que el oxígeno se halle en proporción suficiente para que en su interior se oxigene una combustión

El incendio es un fenómeno accidental e indeseado en el cual sustancias y objetos se queman de forma incontrolada.

Naturalmente, el incendio no se realizará cuando falte alguno de los tres elementos citados. Una forma de prevenirse contra los incendios es intentando evitar que se reúnan los cuatro elementos.

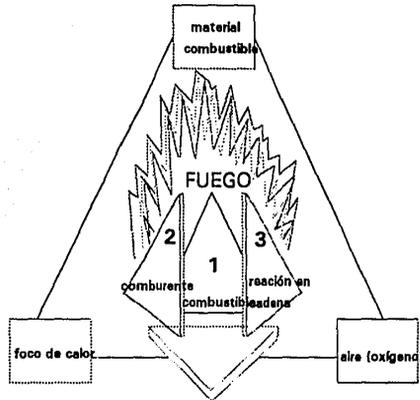


Figura No. 26 "Triángulo del fuego"

Chauveau pone de manifiesto que los procedimientos de extinción son:

- 1) Separación del combustible y del comburente (por privación del oxígeno, por desprendimiento o dispersión del combustible; por aislamiento del combustible; por disminución de la proporción de oxígeno; y por acción inhibitoria) y
- 2) Enfriamiento (descenso de la temperatura por debajo del punto de combustión o de inflamabilidad, captación del calor del foco para elevar la temperatura de un cuerpo incombustible, o inflamar un cuerpo combustible; transferencia de combustión).

Tipos de fuego y agente extintor recomendado

Según el combustible o con arreglo al lugar en el que está ardiendo, el fuego puede clasificarse en los cuatro grupos o tipos indicados. Cada uno de estos grupos posee una forma específica de extinción.

Según sea el combustible o con arreglo al lugar en el que está ardiendo, el fuego puede clasificarse en los cinco grupos o tipos indicados. Cada uno de estos grupos posee una forma específica de extinción.

-Clase A, fuego causado por materias sólidas, principalmente de sustancias orgánicas, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas (madera, tejidos, papel, paja, estopas, etc.)

-Clase B, fuego causado por líquidos (aceites, acetona, pinturas, éter, hexano, gasolina, grasas, disolventes, alcoholes, etc.)

-Clase C, fuego causado en equipos eléctricos y electrónicos.

-Clase D, fuego causado por metales peligrosos (potasio, grignard, litio, sodio, etc)

Las Industrias están sujetas a una gran complejidad de incidencias que dan lugar a frecuentes riesgos de incendio. A la construcción industrial corresponde un índice de siniestros de importancia.

Los edificios industriales se ven afectados por la generación de riesgos de las distintas instalaciones de cada empresa. Los diferentes procesos intermedios, el desarrollo de la petroquímica con grandes depósitos de combustibles, almacenaje de productos elaborados, etc. forman un permanente factor de riesgo.

Los fuegos de clase A se apagan mediante agua a presión, sódica ácida y espuma.

Los fuegos de la clase B, se extinguen con bióxido de carbono, polvo químico seco y espuma (excepto alcohol y éter)

Los fuegos de la clase D, se extinguen con polvo especial.

Como se ha visto, no todos los fuegos se extinguen con las mismas sustancias. Utilizar algunas equivocadamente puede derivar en peores consecuencias.

¿A qué se deben los incendios industriales?

La investigación científica ha dado a conocer las causas principales de los incendios en las plantas industriales.

Hay tres puntos importantes que forman parte de todo programa de proyección:

- 1) Conocer las posibles causas de incendio. Un análisis indicará los puntos donde se requiere mayor cuidado y atención.
- 2) Ha de proveerse una protección adecuada para los materiales y productos contra la combustión espontánea.
- 3) Debe de haber en existencia un programa adecuado de prevención de incendios.

Las principales causas de incendios industriales son:

Contacto directo con alguna llama. Cualquier contacto con una llama expuesta o con un material candente, crea un peligro de incendio. Hasta la llama más pequeña representa un peligro.

Relámpagos. La protección contra los incendios causados por los relámpagos consiste en instalar pararrayos y conectarlos a tierra. Deben instalarse en los puntos expuestos del edificio.

Combustión espontánea. La oxidación que puede venir de muchas causas a veces eleva la temperatura de los materiales al punto de originar combustión. Las presiones que resultan al amontonarse papeles, cartones y carbón puede causar fuegos.

Chispas eléctricas. El calor intenso que se genera al producirse una chispa eléctrica, la energía eléctrica que se manifiesta al formarse descargas o arcos voltaicos debido a un mal aislamiento o conexiones rotas, es suficiente para ocasionar la combustión de materiales y vapores.

La aplicación prolongada de calor a baja temperatura. muchos fuegos provienen de esta causa. El mejor ejemplo es el de las tuberías de vapor que pasan por piso o paredes y que no están debidamente aisladas.

Electricidad estática. Las correas de las transmisiones de fuerza eléctrica son fuentes generadoras de electricidad estática. Esta es una causa de muchos incendios. Los materiales que pasan por revolventoras o combinadoras, salen cargados con electricidad estática que se le ha adherido durante el proceso.

Rozos, presión y golpes concentrados. Esta condición suele proporcionar un alto grado de calor, de modo que representan un peligro adicional en el taller.

La concentración de los rayos de la luz. La reflexión causada por la concentración de los rayos de luz pueden ocasionar temperaturas peligrosas. La ubicación de superficies muy pulida y espejos en lugar donde pueden penetrar los rayos de sol directamente devén evitarse .

Explosiones de polvo. Cualquier polvo orgánico o inorgánico puede inflamarse bajo ciertas condiciones de concentración en la atmósfera. La menor chispa eléctrica, llama o cualquier otra fuente de calor puede iniciar la explosión. Los materiales que ofrecen este peligro incluye el polvo de metal, de resinas, de lana, de plásticos, de azufre y naftalina.

Construcción de edificios. Todo material empleado para construir secciones de un edificio con el propósito de prevenir el curso de calor debe ser adecuado para resistir temperaturas máximas que puedan producirse en el mismo. Limitando el fuego al área más pequeña posible es el principio básico de la prevención de incendios.

Gases y líquidos inflamables. la ventilación de los líquidos y gases inflamables es muy importante. Deben proveerse tuberías de respiradero para que los líquidos más pesados que el aire pueden escaparse. Para que puedan salir los gases se ha de dotar de aberturas entre la pared y el techo.

Para evitar la combustión y las explosiones es conveniente observar las siguientes reglas:

1) Los procesos de naturaleza peligrosa han de efectuarse alejados de los lugares donde se lleva a cabo el resto de las operaciones. Siempre que sea posible en edificios de construcción especial.

2) Los respiraderos en el techo y las ventanas deben diseñarse con el objeto en mente de que en caso de una explosión, se desprendan fácilmente.

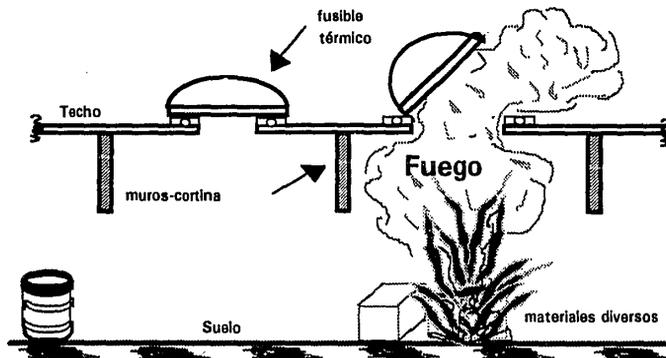


Figura No. 27 "Respiraderos en los techos"

3) El uso de gas inerte es recomendable, siempre que sea posible, para evitar la combustión.

4) El equipo para luchar contra el fuego ha de seleccionarse de acuerdo con las operaciones que se lleven a cabo en el taller y con las condiciones en cada sitio de la fabrica.

Como parte integral del sistema de prevención de incendios, deben examinarse los paneles eléctricos, los transformadores, generadores, pararrayos, motores, interruptores, etc.

N.6 Instalaciones contra incendio

Para controlar un incendio es necesario disponer de medios de extinción idóneos, capaces de ejercer activamente y en corto intervalo de tiempo.

Al elegir un sistema de protección contra incendios debe recordarse que en una industria habrá diversas partes con maquinaria y mercancías que suponen riesgo de incendio diferente. Es preciso, pues, elegir en cada una de ellas sistemas de defensa contra incendios adecuados.

La preocupación cada día más sentida, de la prevención y lucha contra el fuego con sus siempre graves consecuencias económicas y sociales, plantea la necesidad de disponer de criterios válidos sobre las condiciones que deben cumplir tanto los edificios de viviendas y servicios, como las construcciones industriales para la prevención de incendios, y en su caso, facilitar la detección y extinción de los mismos, tanto para la defensa de las vidas humanas como de los bienes.

Extintores:

Los extintores de incendios son el medio más corriente, en la mayoría de los casos, para atajar el fuego recién iniciado.

El extintor es un aparato que faculta lanzar bajo el resultado de una presión interna un agente extintor sobre un foco de incendio. Los extintores son instrumentos manuales de primera intervención dedicados a la lucha contra el fuego tan pronto como éste se ha descubierto.

Estos aparatos no cubren adecuadamente los riesgos existentes en especial en horas no laborales, por ello, hay que prever siempre que sea necesario una protección adicional con **rociadores automáticos**.

Existen diferentes sustancias extintoras; como son:

- Agua.
- Espuma física.
- Polvo.
- Nieve carbónica.
- Hidrocarburos halogenados etc.

Agua pulverizada o a chorro. Actúa por sofocación. Normalmente se utiliza en fuegos secos de gran residuo de brasa, en los que esté ausente la corriente eléctrica. Lleva indistintamente la presión adosado o incorporada. Es importante en lo que a mantenimiento de los extintores de agua se refiere, inspeccionar periódicamente su boquilla para impedir la acumulación de materias extrañas, residuos de papel, palillos de fósforos, tierra, etc, que podrían obstaculizar su descarga.

Espuma física. Es fruto de mezclar agua con un producto químico. La espuma física se produce por acción del agua con un agente espumante, generando burbujas de aire. La solución espumógena al contacto con el aire aumenta su volumen entre 20 ó 100 veces, formando una gruesa capa de pequeña densidad. Se conduce sobre el fuego separando el oxígeno del combustible, y también por enfriamiento. La solución no es tóxica, pero tiene el inconveniente de ser muy conductora de la electricidad.

Polvo. El fundamento de extinción consiste en el efecto combinado del polvo seco que apaga la llama, y en el "absorbente" que chupa el combustible remanente para prevenir una reignición. Dentro del mismo grupo los hay de polvo seco, normal antríbrasa. Se llama de presión adosada cuando el polvo extintor y el gas (CO₂) que actúa expulsando el polvo, se hallan en botellines distintos. Si el botellín del gas se encuentra en el interior de la carcasa del aparato, se llama de "dispara por percusión".

Nieve carbónica. El dióxido de carbono tiene una densidad del 50% superior a la del aire, por consiguiente, al salir del extintor, va al suelo. Apaga el fuego diluyendo la cantidad disponible de oxígeno. El agente extintor es un gas incoloro e inodoro, no corrosivo ni conductor de la electricidad. Es de gran aplicación en instalaciones eléctricas. El CO₂ a salida del extintor se expande y se transforma en la llamada nieve carbónica y gas carbónico. Apaga el fuego por enfriamiento, actuando básicamente sobre el oxígeno, reduciendo su porcentaje en el aire.

Hidrocarburos halogenados. Dos son los compuestos halogenados más empleados: el Halón 1211 (bromoclorodifluorometano) y el Halón 1301 (bromotrifluorometano). El primero es líquido al descargarse, pero se evapora con rapidez. Característica propia en cuanto a su alcance y dispersión. El segundo es un gas licuado que se dispersa inmediatamente en la zona del fuego. No es corrosivo salvo en aleaciones de aluminio, no es conductor de la electricidad y no deja ningún residuo por lo que se le conoce como "gente extintor limpio".

La norma 182M de la NFPA "Manual on the Hazards of Vaporizing Liquid Extinguishing Agents" trata este tema con mucho detalle.

Evaluación del riesgo de incendio:

Tres son los puntos de partida que deben utilizarse para la valoración del riesgo de incendio.

Los métodos empleados para calcular el riesgo de incendio partiendo de los datos pertenecientes a la construcción y explotación, ósea, los edificios y su contenido están subordinados a la intensidad y duración del incendio y a la resistencia de la estructura del inmueble.

El perjuicio de la obra depende de la destrucción de la construcción. El daño del contenido está formado por la lesión a las personas y el quebranto a los bienes materiales situados en el interior de la fábrica

Explosiones:

En muchos los sectores industriales donde este riesgo está patente. No se conocen con exactitud los datos estadísticos de este accidente, debido a que muchos siniestros que se contabilizan como incendios han tenido su origen en una explosión.

La probabilidad de una explosión es función de varios factores. En determinadas circunstancias, pueden explotar productos en cualquier estado físico (sólidos, líquidos y gaseosos) o combinación de los mismos.

Las explosiones son; al igual que los incendios, reacciones de combustión. La diferencia estriba en que las explosiones son combustiones muy rápidas.

Los efectos que produce una explosión son mecánicos y térmicos. Los primeros, deforman y destruyen las estructuras sólidas que se hallan en su radio de acción. Los segundos engendran calor debido a la fuerza de expansión de los focos caloríferos que se producen, pudiendo originar incendios en lugares alejados.

Los factores necesarios para que se produzca una explosión vienen determinados por una mezcla explosiva y un foco calorífero. Para prevenir una explosión ha de actuarse sobre uno de los dos aspectos básicos. Se puede sustituir el material explosivo por otro que no lo sea y, también, se puede evitar manejando los productos explosivos en recipientes y condiciones que no tengan escape.

Si se actúa sobre el foco calorífico ha de impedirse la aparición de llamas en lugares en los que hay material explosivo, ha de precaverse chispas de las máquinas y de las instalaciones eléctricas. Naturalmente, debido a que la explosión es una combustión, también puede procederse sobre el tercer factor necesario para que éste se dé, o sea, el aire, intentando que no exista en los lugares en los que hay peligro de explosión.

La explosión puede originar la rotura de un recipiente que contenga un fluido a presión, como sucede en la explosión de una caldera de vapor o de una bombona de gas comprimido.

Aparte de las propiedades generales enumeradas son comunes y fáciles de localizar los siguientes factores que influyen en el riesgo: Punto de incendio (Fire point), punto de inflamación (Flash point), límites de inflamabilidad (inferior LEL y superior UEL), peso específico, punto de ebullición, miscibilidad en el agua, punto de fusión, probabilidad de autocalentamiento, densidad de vapor y temperatura de autoignición.

La norma 91 de la NFPA "Brower and Exhaust Systems, Dust, Stock and Vapor Removal", describe la prevención de explosiones. Por ejemplo, es aconsejable analizar la atmósfera en el interior de los equipos industriales con un indicador de gas, antes de volver a encenderlos.

La "National Fire Protection Association" ha desarrollado un sistema rápido de identificación de las propiedades peligrosas de los productos químicos.

En Norteamérica, el diseño, fabricación, prueba e instalación de recipientes a presión debe realizarse de acuerdo con las correspondientes secciones del "Boiler and Pressure Vessel Code", Código de la "American Society of Mechanical Engineers" (ASME), Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

Posiblemente el riesgo más claro en cuanto a explosión se refiere, sean los gases (gases licuados de petróleo, gases industriales y gas natural y de ciudad).

Los sólidos tienen la posibilidad de que produzcan explosión en función de la composición química del producto, del tamaño y estructura superficial de las partículas, de la presión y temperatura inicial, de la composición química del medio.

Los líquidos inflamables en condiciones normales pueden arder con gran rapidez. Se sabe que un 15% de todos los fuegos y explosiones en industrias tienen como origen líquidos inflamables.

El riesgo de explosión existe en recipientes y reactores, pudiendo ser la fuente de ignición de naturaleza externa o interna. Las empresas más perjudicadas son las químicas, farmacéuticas y petroquímicas.

La protección frente a explosiones se realiza manteniendo los productos explosivos en locales de paredes especiales que resistan la explosión, acondicionando en las fábricas en las que se almacenan productos explosivos, zonas que cedan en la explosión (claraboyas, techos débiles, etc.) de manera que puede controlarse el lugar por el que se escapan las posibles presiones e instalando mecanismos automáticos que destapan zonas del edificio al aumentar la presión.

N.7 Sistema de agua contraincendio

La cuestión básica concerniente al diseño de un sistema de agua contra-incendio es la capacidad de la cual debe estar provisto.

Para evaluar los requerimientos de agua contra-incendio de una manera objetiva, debe considerarse a esta, un medio:

1

- a) De extinción
- b) De protección al equipo localizado dentro del área incendiada.
- c) Para prevenir que el fuego se propague.

Las condiciones básicas que se deben tomar en cuenta para lograr un buen diseño en la red contraincendio en las instalaciones industriales, son las siguientes:

- a) Consumo de agua en litros por minuto.
- b) Tiempo que se debe mantener el suministro.
- c) Presión que debe tener el agua en la salida de los hidrantes o monitores (nunca menor de 7 Kg/cm² manométricos).

Estas tres condiciones se determinaran de acuerdo con las dimensiones de la instalación y riesgos a proteger.

Los sistemas de agua contra-incendio se componen normalmente de lo siguiente:

- a) Una fuente de abastecimiento de agua con un volumen que satisfaga las necesidades de la demanda en el caso de emergencia; esta fuente de abastecimiento puede ser primaria (ríos, lagos, fuentes naturales, pozos o servicios municipales) y secundaria (tanques elevados o cisternas).
- b) Un equipo de bombeo, el cual proporciona el agua en la presión y cantidad requerida de acuerdo a las necesidades y riesgos a proteger en cada caso.
- c) Una red de distribución de agua intercomunicada, de tal forma que generalmente forme circuitos cerrados en las áreas y zonas a proteger, de tal modo que pueden aislarse por medio de válvulas, contando además con sus respectivas salidas para hidrantes, monitores y sistemas fijos de aspersores.
- d) La localización, evaluación de riesgos y; la topografía del terreno donde se instalará la red de distribución de agua contra-incendio y el tipo de aparatos usado, deben tomarse en cuenta para la selección del tipo de fuente de suministro y almacenamiento de agua para cada caso en especial.

Bombas:

Para alimentar la red de agua contra-incendio se instalan bombas cuyo impulsor tiene una característica tal que cuando el gasto es cero, la presión desarrollada no sobrepasa el 120% de la carga total requerida, tratándose de bombas horizontales.

Los motores eléctricos son trifásicos, de corriente alterna de inducción tipo jaula de ardilla.

En ciertas instalaciones, será necesario que las bombas contra-incendio arranquen automáticamente, para lo cual es necesario tener un control que haga funcionar el motor de la bomba, debiéndose estudiar la condición mas conveniente para accionar el arranque de las mismas.

Para motores eléctricos o de combustión interna se pueden emplear los sistemas que a continuación se indican; en el caso de control automático:

- a) Control por presión de agua.- Consiste en instalar en la red principal de tubería un interruptor de presión con ajustes por alta y baja presión.
- b) Arranque en secuencia.- Los controles para unidades de bombeo múltiples deben contar con dispositivos de secuencia de tiempo para evitar que arranquen simultáneamente las bombas. (Las unidades arrancan en intervalos que no permiten el arranque de la siguiente

unidad hasta que la anterior ha tomado su velocidad de régimen, de manera que la falla de cualquier bomba en el arranque no evita el arranque de la siguiente).

Cuando se tiene una bomba accionada por motor eléctrico y la otra por motor de combustión interna, al fallar la corriente eléctrica, este último arranca de inmediato, lo cual se consigue por medio de relevadores apropiados usados en combinación con cualquier tipo de control para arranque automático; el motor arrancará al fallar la corriente, parándose al restablecer la misma.

En motores eléctricos con sistemas de arranque automático, existen alarmas audibles y visuales, las cuales actúan bajo cualquiera de las siguientes causas:

- a) Por falta de energía eléctrica.
- b) Por falla en el arranque de la unidad de bombeo.
- c) Interruptor abierto
- d) Cuando el interruptor está cerrado y hay energía disponible para arrancar el motor, se enciende una lámpara indicando esto.

Para motores de combustión interna con sistema de arranque automático, existen las siguientes señales:

- a) Una señal consistente en la lámpara piloto en el circuito de arranque para indicar que el selector está en la posición de manual o de automático.
- b) Una lámpara piloto y un voltímetro, en la batería de alimentación indicando la carga de la batería.
- c) Alarma por falta en el arranque automático del motor.
- d) Alarma por bajo nivel de combustible en el tanque de la unidad.

Hidrantes:

Los hidrantes son diseñados para proporcionar por cada toma los siguientes gastos:

Díámetro Nominal	Gasto LPS	Gasto GPM
38 mm (1 1/2")	6	100
63 mm (2 1/2")	16	250

Tabla No. 72 "Especificación de los hidrantes"

N.8 Clasificación de las áreas de la planta.

Siguiendo la clasificación de la NFPA (National Fire Protection Association). En su artículo 500, presenta una clasificación de áreas riesgosas por la presencia de material combustible en la atmósfera con una concentración suficiente para producir una mezcla explosiva. Este artículo tiene tres clases de áreas de riesgo:

- Clase I. Cuando el material combustible es gas o vapor.
- Clase II. El material combustible es polvo.
- Clase III El material combustible es fibra.

Dentro de cada clase se reorganizan dos grados de riesgo: división 1 y división 2.

En la división 1, la mezcla inflamable puede estar presente continuamente o intermitentemente en condiciones normales de operación, reparación y mantenimiento.

En la división 2, la mezcla inflamable esta presente en condiciones anormales de operación, tal como, fallas de equipo de proceso.

Otro tipo de clasificación que se le da a las áreas de riesgo es tomando los puntos de inflamación de las sustancias en:

Clase 1. material con punto de inflamación menor a 37.8 °C.

Clase 2. material con punto de inflamación mayor a 37.8 °C.

Clase 3. material con punto de inflamación mayor a 60.0 °C.

La clase 3 se subdivide en clase 3A y clase 3B las cuales comprenden a:

- Clase 3A, materiales con punto de inflamación desde 60 °C hasta los 93.4 °C.

- Clase 3B, materiales con punto de inflamación mayor a a los 93.4 °C.

La NFPA 30 define que debe haber una adecuada ventilación para prevenir una acumulación de cantidades significativas (25% de su límite de inflamabilidad) de las mezclas vapor-aire. Para esto el equipo puede estar al aire libre, en un edificio o cuarto que tenga entradas de aire las cuales puedan arrastrar los vapores, o en espacios cerrados que tengan ventilación mecánica adecuada para eliminar estos vapores.

Para poder hacer la clasificación y ver la extensión de las áreas se necesita tener en consideración los siguientes puntos:

- Si es material inflamable o combustible.
- La densidad del material.
- La temperatura del material.
- Presión de proceso y de almacenamiento.
- Tamaño del equipo.
- Ventilación con que se cuenta.

Haciendo uso de la NFPA para la clasificación de las áreas de proceso, la planta de Cloruro de vinilo queda dividida en las siguientes áreas:

1. Área de reacción drástica (Oxicloración)
2. Área de reacción moderada (Cloración directa)
3. Área de purificación de DCE
4. Área de pirólisis
5. Área de purificación de VCM
6. Área de almacenamiento.

LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

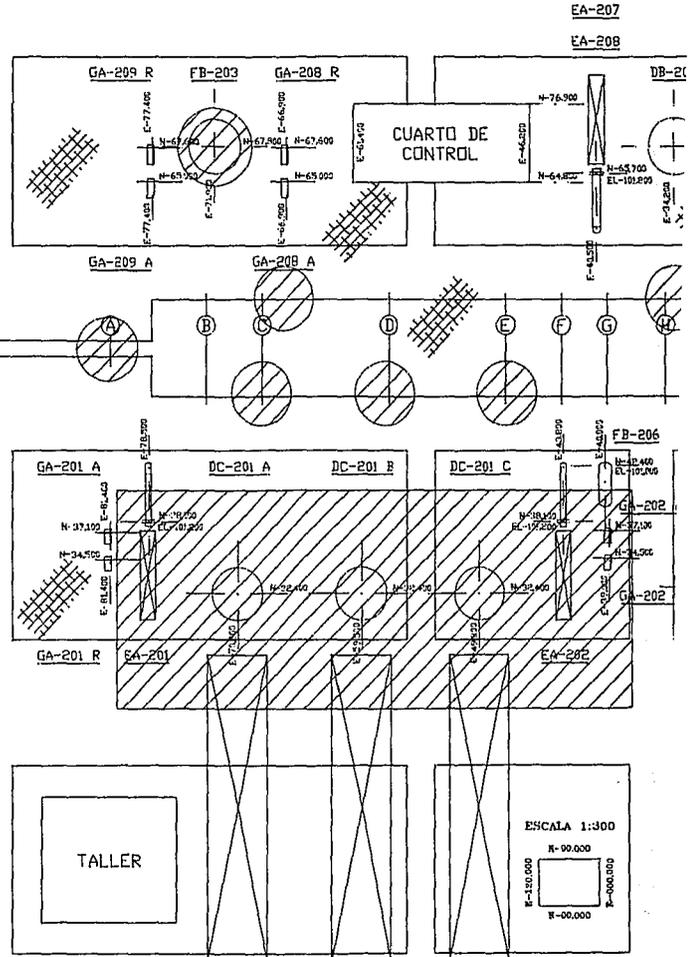
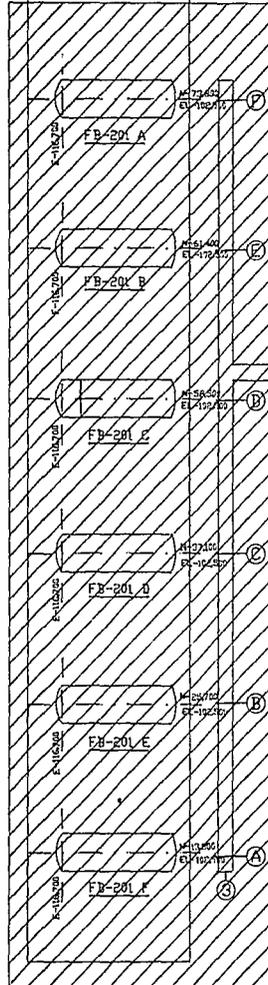
AREAS VERDES

AF

LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

NOTAS:

- 1- EN BASE AL TIPO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS QUE SE ESTAN MANEJANDO OTORGAR CLASIFICACION Y EN BASE A LA SECCION 500-2 DEL MEX-84 Y TABLA 606 DE NORMAS ENERGETICAS LA CLASIFICACION QUE TENEDRAN ES CLASE 1 DIVISION 2.
- 2- DE LA TABLA DE PROPIEDADES DE PELIGRO DE FUEGO DE LIQUIDOS GASES Y SOLIDOS VOLATILES FLAMABLES DEL NFPA 325-H TENEDRAN QUE LA TEMPERATURA DE AUTOPRISION DEL ESTERIL ES DE 943 C.
- 3- NINGUN TIPO DE EQUIPO ELECTRICO O FUENTE DE CALOR PUEDE EXCEDER DEL 50% DE LA TEMPERATURA DE IGNICION DEL MATERIAL FLAMABLE MANEJADO SEGUN SECCIONES 501-MANEJO DEL CODIGO MEX-84.
- 4- LOS LUMENARIOS DE VAPOR DE MERCURIO TIPO A PROHIBIDA DE VAPOR SEGUN MEX-84 Y REPORTE DE LABORATORIO QUE SE HUBO RECIBIDO A VARIOS PUNTOS DE LUMENARIO CUALQUIER ZONA INTERNA EXTERIOR QUE SE CLASIFIQUE EN CLASE 1 DIVISION 2.
- 5- NO DEBE HAYER PARTES VIVAS EN CLASE 1 DIVISION 2 SEGUN LO ESTIPULADO EN LA SECCION 501-15 DE CODIGO MEX-84.
- 6- LAS VALVULAS ASI COMO LAS MEDIDAS DE CONTENCION CONTIGUAS EN UNA EXTERNA DE 15" DE RADIO SIENDO CLASE 1 DIVISION 2.

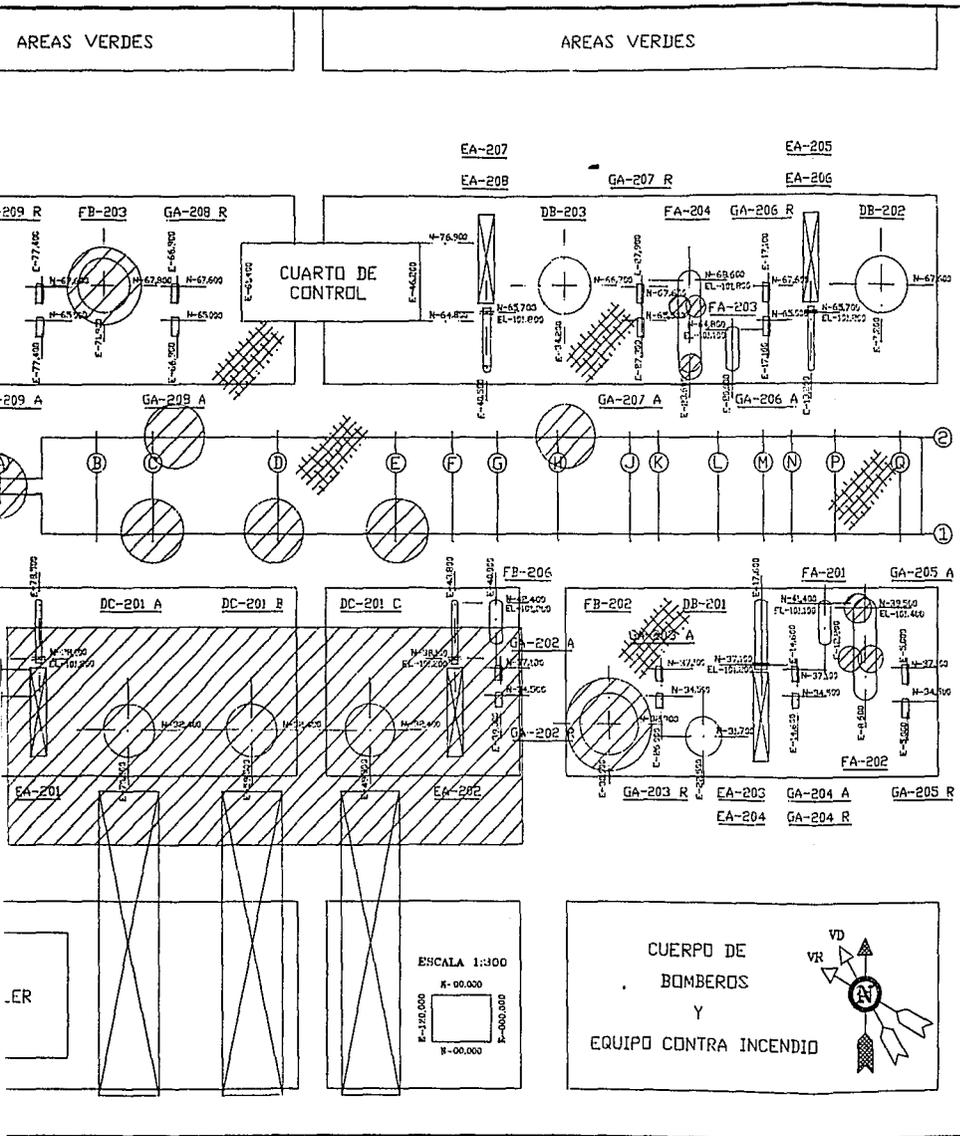


LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

ESCALA 1:300
N-00,000
E-000,000
E-000,000

	0	APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	25-07-82	
	1	APROBADO PARA CONSTRUCCION	✓	✓	15-02-82	
DIBUJOS DE REFERENCIA	REV	DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA	
			DOLORES MEZA	Z. K. & R.		

LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD



LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

LIMITE DE BATERIA DE LA UNIDAD

APROBADO PARA DISEÑO	✓	✓	22-06-90	<p>ESTE PLAN DE LOCALIZACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS ES UN ANEXO DEL PLAN DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE CLORURO DE VINILO. PARA MÁS INFORMACIÓN, VERIFICAR EN EL PLAN DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE CLORURO DE VINILO.</p>	<p>PLANTA DE CLORURO DE VINILO</p>	<p>ESCALA 1:300</p>	<p>FACULTAD DE QUÍMICA TESIS PROFESIONAL</p>	<p>PIANO DE LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO</p>	
APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	✓	✓	25-06-90						<p>ESTADISTICA</p>
DESCRIPCION	DIBUJO	SUPERV	FECHA						<p>ESTADISTICA</p>
	DOLORES MEZA	E. E. E.							

Aunque todas las áreas representan un peligro si no es por su inflamabilidad, por sus condiciones de operación, se seguirá el criterio de inflamabilidad para clasificarlas. Dichas áreas quedan clasificadas de la siguiente manera:

Área de Reacción drástica (Oxícloración). Altamente peligrosa.

Esta zona presenta junto con la de pirólisis el mayor índice de peligrosidad, ya que en ella se manejan sustancias tales como:

1. El etileno, que es un gas inflamable, el que con el aire forma mezclas explosivas. La temperatura de ignición en una mezcla con aire es de 425 °C. La exposición a una mezcla en contenido de etileno de 1100 mg/l (95% en volumen) durante media hora o una hora es mortal.
2. El ácido Clorhídrico, sustancia corrosiva. La solución y sus vapores tienen un efecto fuertemente picante. Se pueden manejar solamente después medidas especiales de seguridad.
3. Todas las líneas de oxígeno y accesorios deben estar libres de aceite y grasa. Además las presiones y temperatura de operación tienden a ser elevadas.

Área de reacción moderada (cloración directa). Moderadamente Peligrosa

En esta área se tienen condiciones de operación bastante accesibles, y el peligro real que se tiene es con el Cloro que entra al Reactor en fase gaseosa.

Área de purificación de dicloroetano. Moderadamente Peligrosa.

Esta área no representa mayores problemas.

Área de pirólisis. Altamente peligrosa.

El área de pirólisis representa un foco especial de atención para la seguridad de la planta, debido a que las presiones que se manejan son altísimas, por lo cual se tiene que contar con un buen sistema de relevo que prevenga cualquier eventualidad, además es muy importante controlar las emisiones de Cloruro de Vinilo, pues se ha detectado como un agente cancerogénico muy severo.

Área de purificación de VCM. Moderadamente peligrosa.

Se debe de tener especial cuidado en las descargas o fugas de Cloruro de Vinilo, pues como ya se dijo con anterioridad es un agente promotor de cáncer.

Área de almacenamiento. Moderadamente peligrosa.

El almacenamiento de materiales inflamables esta previsto de protección adecuada (dique), y separado de la zona de protección. Se debe de tener cuidado con el almacenamiento por un lado de Cloro, pues como se sabe es un asfixiante e irritante muy fuerte, al igual que con el Cloruro de Vinilo.

Medidas preventivas:

Para seguridad del personal de operación y de la propia Planta, debe tomarse nota de que en caso de fugas en esta, o en los tanques y equipo se formarán mezclas inflamables. Por esta razón queda estrictamente prohibido usar flamas abiertas y fumar en la Planta. Queda prohibido tener cerillos y encendedores y usar zapatos con suela elevada.

Las sustancias que están sujetas a autoignición cuando se ponen en contacto con líneas de vapor calientes, y por lo tanto una línea de esta sustancia nunca debe montarse arriba de una línea de vapor o de una trampa de vapor. Además, por razones de seguridad las líneas de vapor siempre se deben aislar.

En caso de una fuga, el ingeniero de turno y sus superiores decidirán de inmediato las medidas a tomar. En caso de la manifestación violenta de grandes cantidades de Cloruro de Vinilo se deberá parar inmediatamente y sonar las alarmas. En caso de fuga de etileno, se deberá parar inmediatamente y sonar las alarmas, se debe tener cuidado de eliminar inmediatamente las fuentes de inflamación. Esto incluye también el bloqueo de las carreteras (inflamación por vehículos de motor). Poner el sistema de rocío en operación. No se permitirá almacenar material inflamable dentro de la planta. Las vías de escape deben mantenerse libres bajo todas las circunstancias. El ácido clorhídrico debe manejarlo solamente personas que usen mascararas faciales, casco protector y guantes de hule. Las personas que entren a la planta deberán usar gafas de seguridad. Las personas que trabajen en la vecindad del reactor y de los tanques de preparación deben usar mascararas faciales. Estos recipientes están a presión de modo que puede llegar a reventarse repentinamente.

En todo tiempo se debe tener disponible una cantidad adecuada de solución de bicarbonato de sodio al 3% para enjuagar los líquidos corrosivos de la piel; además se deben tener a la mano frascos y lava ojos apropiados. Cuando la piel de una persona se ha mojado con ácido, se debe quitar toda la ropa tan pronto como sea posible. La persona lesionada debe tomar inmediatamente un baño, o una regadera con bastante agua. Para llevar al cabo los trabajos en los que se pueda respirar etileno, o cloruro de vinilo se deben usar mascararas de gas con inserción de filtros 89-B.

Cada operador deberá saber:

- a.- La localización de las principales válvulas de cierre.
- b.-La localización de vías de escape.
- c.-La localización de la alarma de incendio más cercana.
- d.-La localización del extinguidor de incendio de mano.
- e.-La localización de la regadera más próxima.
- f.-El punto más cercano para el suministro de solución para el lavado de ojos.

Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

1.6.3.- Puesto.

Jefe de Proyecto para la Planta de Cloruro de Vinilo

1.6.4.- Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc). Anexar comprobante

El poder se concede mediante el nombramiento de la persona responsable de Jefe del Proyecto y Jefe del departamento de gestión e impacto ambiental

1.6.5.- Firma del responsable bajo protesta de decir la verdad.

*Adalberto Nava Pedraza**

II.- Descripción general del proyecto

(Para contestar la información que se solicita en este apartado si es necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio).

II.1.- Nombre del proyecto.

Cloruro de Vinilo

II.1.2 Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil)

El proyecto de Cloruro de Vinilo se va a diseñar por medio del proceso balanceado, que consiste en producir Dicloroetano por un lado, mediante la reacción química del etileno con oxígeno y ácido clorhídrico; y por la otra mediante la reacción química del etileno con el cloro. El 1,2 Dicloroetano obtenido de estas maneras se pirólisis y se obtiene Cloruro de Vinilo, el cual se purifica para tenerlo en las especificaciones deseadas por el Cliente.

II.1.2. - Planes de crecimiento futuro.

Se planea que en determinado caso, la planta pueda producir únicamente 1,2 dicloroetano o bien percloroetileno mediante ligeras modificaciones.

II.2.- Ubicación del proyecto

*Estado Veracruz
Municipio Coatzacoalcos
Localidad Pajaritos*

Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1:20,000 ó 1:25,000 en la microregión y 1:100,000 en la región.

II.2.1.- Coordenadas del predio.

El predio utilizado para la Planta de Cloruro de Vinilo tiene las siguientes coordenadas geográficas:

Altitud: 10 metros

Longitud: 94°25'51"

Latitud: 18°5'3"

II.2.2.- Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando, los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

El predio esta dentro del complejo petroquímico en Pajaritos (Coatzacoalcos) Veracruz. Colinda con plantas petroquímicas de Petróleos Mexicanos, al igual que con Cloro de Tehuantepec. Uso del suelo 100% industrial.

II.2.3.- Superficie total y requerida en metros cuadrados.

La superficie total requerida para la instalación de la Planta de Cloruro de Vinilo incluyendo, edificios, enfermería, cafetería, etc es de 23,000 m².

II.2.4.- Origen legal del predio (compra, venta, concesión expropiación, arrendamiento, etc.)

*El predio se compró y se notificó ante el Registro Federal de la propiedad, mediante escritura notarial No. 2898098329. El predio fue comprado a Petróleos Mexicanos.**

II.2.5.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos)

A la zona de Pajaritos se llega por la carretera Federal No. 180 Coatzacoalcos-Villahermosa. La Zona Industrial de Pajaritos se encuentra en la ribera derecha del río Coatzacoalcos, a 5 minutos del puerto. Se llega a esta zona a través de un moderno puente.

Pajaritos se encuentra bien comunicado por carretera y vías férreas que lo unen con las ciudades de México, Mérida y Salina Cruz. Por medio del puerto de Coatzacoalcos, está ligado con el resto del mundo.

Pajaritos se encuentra a 1 hora 20 minutos de la Ciudad de México por vía aérea.

Existe un puerto en la laguna de Pajaritos que le da salida a los productos del Complejo Industrial.

La terminal marítima con la que se cuenta dentro de la laguna esta acondicionada para el atraque de barcos, que consta de una terminal para etileno, un muelle petroquímico y otros dos que se usan para el embarque de crudo y combustóleo.

Por vía terrestre, una red de carreteras y vías férreas la ponen en contacto con poblaciones importantes del país, a través de carretera se comunica con: al noroeste con Veracruz, Ver. a 311 Km, al este con Villa Hermosa, Tab. a 169 Km, al sudoeste con Tuxtpec, Oax, a 212 Km y con Minatitlán, Ver., a 30 Km. Cuenta con un aeropuerto internacional en esta última ciudad. Otras carreteras son: Jalapa-Minatitlán con una extensión de 420 Km y Jalapa Coatzacoalcos con una extensión de 443 Km.

II.2.6.- Infraestructura necesaria (actual y proyectada).

Se necesita corriente eléctrica, agua, caminos, puentes, así como vías telefónicas, estructura de comunicación y todas las instalaciones necesarias para llevar a cabo el proceso.

II.3.- Actividades conexas (industriales, comerciales y servicios)

Las actividades conexas son tanto industriales, como comerciales y de servicios.

II.4.- Lineamiento y programas de contratación de personal.

La contratación del personal se hará conforme a lo establecido por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y los estatutos de la Ley Estatal del Estado de Veracruz.

II.5.- Programas de capacitación y adiestramiento de personal.

Se contemplan programas de capacitación del personal que los induzcan a la actividad para la cual serán contratados. Dichos programas de capacitación serán impartidos por personal calificado y experimentado en el ramo. Los programas de capacitación se dividirán en: programas especiales, y programas generales. Los primeros serán los que tomen algún sector del personal (por especialidades) y los generales se impartirán a todo el personal.

Dentro de los programas de capacitación especiales se contarán con:

*Protección contra incendios y análisis de riesgos.
Manejo adecuado de cada uno de los componentes del área de proceso.
Motivación y psicología. Medidas de prevención de riesgos.
Mantenimiento, en todas sus modalidades, entre otros.*

Para los programas de capacitación general:

*Cursos de contraincendio
Evacuación.
Filosofías de la empresa.
Superación personal.
¿Cómo enfrentar los desastres?, entre otros.*

II.6.- Especificar si cuenta con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, etc.). Anexar comprobantes

*En la actualidad se han gestionado todos los permisos pertinentes para la Instalación de la Planta, de los que se anexan comprobantes, faltando únicamente el permiso de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).**

Los números de los expedientes de los permisos obtenidos son:

*Licencia de funcionamiento: 12924890**

*Permiso del uso del suelo: 23459878**
*Permiso para la instalación de una planta de VCM ante la Asociación *
petroquímica Mexicana: 38948948**

III.- Aspectos del medio ambiente natural y socioeconómico

Describe el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

- III.1.- **¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales (por ejemplo; miradores sobre paisajes costeros naturales)?**
No lo es.
- III.2.- **¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?**
No lo esta
- III.3.- **¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático (lago, río, etc.)?**
Se encuentra en la ribera derecha del río Coatzacoalcos.
- III.4.- **¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?**
No se encuentra cerca de algún lugar turístico, es una zona altamente industrial, y petroquímica
- III.5.- **¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de recreo (parques, escuelas u hospitales)?**
No se encuentra cerca de este tipo de zonas.
- III.6.- **¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?**
No es, ni se encuentra cerca de este tipo de zonas.
- III.7.- **¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?**
No, solo las que pudiesen encontrar en el río Coatzacoalcos.
- III.8.- **¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?**
No es, ni se encuentra cerca.
- III.9.- **¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?**
No se encuentra, ni esta cerca de centros culturales, se encuentra cerca de Minatitlán.

- III.10.- ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?
No es, ni se encuentra cerca de este tipos de zona.
- III.11.- ¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?
No es, ni se encuentra cercano.
- III.12.- ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿Cuáles son?
No se están evaluando.
- III.13.- ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el plan de Ordenamiento Ecológico del Área)?
No se encuentra incluido.
- III.14.- Dentro de un radio aproximado de 10 Km. del área del proyecto, ¿qué actividades se desarrollan?
(NO) Tierras cultivables
(NO) Bosques
(SI) Actividades industriales (incluidas las minas)
(NO) Actividades comerciales o de negocios
(NO) Centros urbanos
(NO) Núcleos residenciales
(NO) Zona de uso restringido (por motivos culturales históricos, arqueológicos o reservas ecológicas)
(SI) Cuerpos de agua
- III.15.- ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:
(NO) Terremotos (Sismicidad)?
(NO) Corrimientos de tierra?
(NO) Derrumbamientos o hundimientos?
(NO) Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
(NO) Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?
(SI) Pérdidas de suelo debido a la erosión?
(SI) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimiento y erosión?
(NO) Riesgos radiológicos?
- III.16.- ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las agua o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? especificar.

Si, el predio se encuentra localizado en una zona altamente contaminada, sobre todo por productos industriales, especialmente petroquímicos y petrolíferos. La empresa tiene contemplado el mejoramiento de las condiciones ambientales de esta zona, para

lo cual tratará de conjuntar recursos con empresas aladañas para la limpieza paulatina del río Coatzacoalcos.

- III.17.- ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercana a el?

No existen niveles de ruido fuera de los normales.

- III.18.- ¿Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

No se tiene conocimiento.

- III.19.- ¿Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticos) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto.

No hay este tipo de especies

- III.20.- ¿Existe alguna afectación a los hábitats presentes? Describe en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

No existe ningún tipo de afectación, se tienen planeadas medidas de control muy fuerte, y efectivas.

- III.21.- ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?

No, es una economía fuertemente industrial, en donde existen actividades e instalaciones comerciales y financieras suficientes para satisfacer la demanda.

- III.22.- ¿Cuál es el ingreso medio anual per cápita de los habitantes del área del proyecto en un radio de 10 Km, en relación con el resto del país? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

El salario mínimo promedio de esta región es de N\$ 12.5.

La zona de Coatzacoalcos cuenta con una población total de 232,314 habitantes de los cuales 114,677 son hombres y 117,637 son mujeres. En general, para la cantidad tan importante de industrial se presentan pocos conflictos laborales. Se cuenta con servicios médicos, consultorios, salas quirúrgicas, y en general se cuenta con buenos servicios médicos

- III.23.- ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:

- (NO) Fuerza de trabajo de la localidad?
- (NO) Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general comunicaciones?
- (NO) Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
- (NO) Materiales de construcción?

Nota en todos los rubros se requerirá demanda pero no es excesiva, por lo que se puso no.

- III.24.-** ¿Contará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?

No se dará este tipo de aislamiento.

- III.25.-** Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencias para evitar el deterioro del medio ambiente?

El proceso de Cloruro de Vinilo será normatizado por todas las normas Internacionales para su producción, especialmente todas las normas EPA, las de la SEDESOL y todas las que contribuyan a tener un proceso con la tendencia de obtener cero descargas.

Se contará con un sistema de desfogue, el cual incluirá desfogue abierto para materiales inoocuos, desfogue cerrado e incinerado, y recuperación.

Se contará con un sistema avanzado de tratamiento de efluentes tanto sólidos, líquidos y gaseosos.

IV.- Integración del proyecto a las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

IV.1.- Etapa de construcción.

Materiales requeridos por etapa del proyecto

Material Cantidad

Los materiales requeridos en las diferentes etapas del proyecto son:

*Concreto
Hormigón reforzado
Equipo para instalaciones eléctricas trifásicas
Equipo de soldadero y soldadura
Herrería en general
Soporterías
Equipos de proceso
Equipos auxiliares
Equipos médicos
Equipos de cocina y cafetería
Equipos contra-incendio*

Y todos los materiales especificados en el análisis económico y estimado de inversión requeridos para la construcción, operación etc. segura de la planta.

IV.1.1.- Requerimiento de mano de obra.

Se necesitará diferentes tipos de mano de obra:

Mano de obra especializada.

*Técnicos.
Obreros.
Gerentes.
Cocineros.
Bomberos.
Personal para mantenimiento.
Personal de seguridad.
Operarios.
Albañiles.
Plomeros.
Electricistas.
Herreros.
Peones, entre otros.*

IV.1.2.- Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento.

La construcción se hará de la siguiente manera:

*Etapas de acondicionamiento del terreno.
Etapas de puesta de cimentaciones.
Etapas de zapatas.
Etapas de soportes.
Etapas de construcción de edificios.
Etapas de monto de y erección de equipo.
Etapas de instalación del instrumentos.
Etapas de instalación del cuarto de control.
Arranque.
Mantenimiento predictivo.
Mantenimiento preventivo.*

IV.1.2.1.- Funcionarios

La planta contará con los siguientes funcionarios:

*Director general.
Superintendente general.
Intendente general.
Jefe del departamento de Seguridad.
Jefe de Capacitación.
Jefe de Proceso del área de Oxícloración.
Jefe de Proceso del área de Cloración directa.
Jefe de Proceso del área de Pirólisis.
Jefe de Mantenimiento y aire acondicionado.
Jefe de control de calidad.
Jefe del laboratorio de análisis.
Jefe de protección ambiental e impacto ecológico.
Jefe del área de servicios.
Jefe del área de tratamiento de residuos.*

IV.1.2.2.- Técnicos

La planta será planeada para tener técnicos de cada una de las jefaturas existentes; de tal manera que existirán:

Técnicos en seguridad, bomberos.

*Técnicos de proceso en sus diferentes áreas.
Técnicos de mantenimiento y aire acondicionado.
Técnicos analistas.*

IV.1.2.3.- Empleados

El personal considerado como empleado será el que este a cargo de cada una de las jefaturas y técnico del proyecto. Por ejemplo: operarios del área de oxícloración, bomberos, policías etc.

IV.1.2.4.- Obreros

Los obreros serán aquellos destinados a la producción mecánica, y no peligrosa ni responsiva de ejecutar el proceso.

IV.1.3.- Equipo requerido por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso y descripción).

El equipo requerido se puede observar en la lista de equipo, así como sus características y dimensiones, el tiempo estimado de su uso es dependiendo el tipo de equipo, teniendo la seguridad de que este será relevado cuando no se encuentre en condiciones óptimas de operación y de acuerdo a los estándares dados por los fabricantes.

IV.1.4.- Requerimiento de agua y energía

Los requerimientos de agua de enfriamiento y de proceso, así como los de energía eléctrica, se pueden ver en el documento de requerimientos de servicios auxiliares. El consumo aproximado de agua de enfriamiento, agua de proceso y energía eléctrica por sección, es el siguiente:

Sección	Agua de enfriamiento lpm	Agua de proceso lpm	Energía eléctrica KW
100	13,786	112	146
200	3,702	-----	1,793
300	30,632	-----	27

Tabla No. 73 " Requerimientos de agua y energía eléctrica"

IV.1.4.1.- Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, calidad, almacenamiento)

IV.1.4.2.- Agua cruda.

Agua de enfriamiento.

Fuente de suministro primaria:	Río
Sistema de enfriamiento:	Torre
Calidad:	De torre de enfriamiento
Presión de suministro en L.B.:	3.4 Kg/cm ² man.
Temperatura de suministro en L.B.:	29 °C
Presión de retorno en L.B.:	2.4 Kg/cm ² man.
Temperatura de retorno en L.B.:	41°C
Disponibilidad:	La requerida

Tabla No. 36

Análisis:

Color aparente	56.5833 Pt-Co
Conductividad específica	5515.2632 mmho/cm.
Temperatura del agua	26.1739 °C
Turbiedad	17.5417 Turb. Jackson
Temperatura ambiental	27.0425 °C
Grasas y aceites	16.6638 mg/l
Nitrógeno en forma de nitrato	0.3092 mg/l
Nitrógeno en forma de nitrito	0.0752 mg/l
Oxígeno disuelto	6.1484 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno	8.5832 mg/l
Demanda química de oxígeno	96.9583 mg/l
pH	7.567
Alcalinidad Total	73.3636 mg/l
Alcalinidad a fenoftaleína	0.3333 mg/l
Acidez total	4.8636 mg/l
Acidez anaranjado de metilo	0 mg/l
Dureza total (CaCO ₃)	867 mg/l
Sólidos sedimentables	0.1 ml/l
Sólidos totales	4,118.5 mg/l
Sólidos totales fijos	2,057.6 mg/l
Sólidos totales volátiles	2,552.0625 mg/l
Sólidos suspendidos totales	31 mg/l
Sólidos suspendidos fijos	18.8 mg/l
Sólidos suspendidos volátiles	12.5 mg/l
Sólidos disueltos totales	4,866.375 mg/l
Sólidos disueltos fijos	2,353.8125 mg/l
Sólidos disueltos volátiles	2,509.25 mg/l
Sustancias activas al azul de metileno	0.3597 mg/l
Orto fosfatos	0.981 mg/l
Fosfatos solubles	0.3453 mg/l
Sulfatos disolubles	123.6111 mg/l
Cloruros	1,701.1818 mg/l
Dureza de calcio	208.3737 mg/l
Coliformes totales	3.8218 E5 (NMP/100 ml)
Coliformes totales (miles)	939 (NMP/100 ml)
Coliformes fecales	3.4907 E4 (NMP/100 ml)
Coliformes fecales (miles)	150 (NMP/100 ml)

Tabla No. 37

Agua para Servicios y Usos Sanitarios.

Se requiere de agua filtrada y floculada, libre de materia orgánica. Esto tanto por cuestiones higiénicas, tanto por cuestiones de limpieza, evitar sarros en los W.C.

Presión de Suministro:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura de suministro:	Ambiente
Disponibilidad:	La requerida

Tabla No. 38

IV.1.4.3.- Agua potable.

El agua potable se suministrará en garrafones, se cuenta con agua potable en la región.

Agua Contra Incendio.

El agua contra incendio se suministrará en todos los hidrantes con las siguientes características:

<i>Temperatura:</i>	<i>Ambiente</i>
<i>Presión:</i>	<i>10 Kg/cm² man.</i>

Tabla No. 39

Se debe contar con una fuente secundaria de agua, únicamente de contra incendio, que nos permita un combate continuo mínimo de 2 horas. Dicha fuente se tendrá que reponer en un tiempo no mayor a 5 horas.

IV.1.4.4.- Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje)

<i>Fuente de suministro:</i>	<i>CFE</i>			
<i>Tensión, volts:</i>	<i>4160</i>	<i>480</i>	<i>220</i>	<i>127</i>
<i>Número de fases</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>1</i>
<i>Frecuencia:</i>	<i>60 ciclos</i>			
<i>Factor de Potencia mín.:</i>	<i>0.85</i>			
<i>Acometida:</i>	<i>Subterránea</i>			

Tabla No. 41

Se deberá contar con una subestación eléctrica, y que deberá reducir la tensión de entrada a la tensión de distribución de la planta. Este sistema se origina en el interruptor desconectador de entrada y termina en el lado primario del transformador de la subestación. La subestación principal debe ser de tipo compacto.

Todos los componentes deberán coordinarse para tener los siguientes aspectos:

- a) capacidad interruptiva; y*
- b) niveles de aislamiento.*

El diseño, instalación y pruebas del equipo y material eléctrico se harán de acuerdo a los requerimientos aplicables de las últimas ediciones de los siguientes códigos: CFE, PEMEX, NEC.

Alimentación de Energía Eléctrica de Emergencia.

En caso de falla de energía eléctrica se deberá contar con sistemas de fuerza ininterrumpida para lograr un paro ordenado, bajo control y seguro de la planta.

Las cargas de emergencia normalmente serán alimentadas por un interruptor de transferencia conectado al sistema normal y de emergencia.

La carga será alimentada por el sistema normal y en caso de falla de energía eléctrica deberá transmitir la carga al sistema de emergencia.

Las lamparas deberán estar conectadas al sistema de emergencia en los lugares más importantes de las áreas de proceso. Solamente deberá suministrarse el alumbrado suficiente para permitir el tránsito seguro del personal.

La instalación para las luminarias de emergencia deberá ser independiente del sistema normal y alimentadas por tableros y si se requieren transformadores estarán conectados al sistema emergente. Las luces de salida y obstrucción deberán ser conectadas al sistema emergente.

IV.1.4.5.- Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento)

Debido a la decreciente producción de gas natural en el país, y a que nos encontramos en una ciudad con la restricción de usar gas; se utilizará combustóleo ecológico como combustible; el gas natural se utilizará como una alternativa en caso de falta de combustóleo, y se traerá del gasoducto de Ciudad Pemex.

Nombre:	Combustóleo ecológico
Estado físico:	Líquido
Fuente de suministro:	Pemex
Análisis Químico:	
Azufre	3.5 % máx
Carbón	8 máx 7 mín
Metales	200 ppm
Poder calorífico bajo:	9,361 kcal/kg
Presión en L.B.	5 Kg/cm ² man.
Temperatura en L.B.	85 °C
Disponibilidad:	La requerida
Gravedad específica	1 máx- 0.99 mín

Tabla No. 42

Nombre:	Gas natural
Estado físico:	Gaseoso
Fuente de suministro:	Gasoducto Ciudad Pemex
Poder calorífico bajo:	8,800
Presión en L.B.	2.5 a 19 Kg/cm ²
Disponibilidad:	La requerida
Gravedad específica	0.5738
Peso específico	16.6

Tabla No. 43

IV.2.- ETAPA DE OPERACIÓN

IV.2.1.- Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y de bloques)

El proyecto consistirá en la producción de 300,000 toneladas al año de Cloruro de Vinilo, mediante la producción del intermediario 1,2 dicloroetano y su pirólisis posterior para su transformación en el producto deseado.

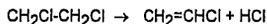
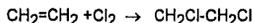
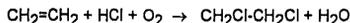
Para la mayor descripción del proyecto ver la descripción del proceso y diagramas de flujo y bloques correspondientes.

IV.2.2.- Metabolismo industrial

El proceso industrial mediante el cual se obtiene el Cloruro de Vinilo será el "Proceso Balanceado" ya descrito con anterioridad. Ver documento de descripción del proceso.

IV.2.2.1.- Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundaria.

El proceso se lleva a cabo mediante 3 reacciones principalmente; en la primera el oxígeno al combinarse con el ácido clorhídrico y el etileno, en una reacción altamente exotérmica, en la cual se produce el vapor empleado en la planta, forman el 1,2, dicloroetano. En otra sección el etileno con el cloro al mezclarse en fase gaseosa reaccionan y forman el 1,2 dicloroetano. El 1,2, dicloroetano se pirólisis a alta presión y temperatura para dar cloruro de Vinilo el cual es purificado para tenerlo bajo las especificaciones obtenidas.



Básicamente estas son las tres reacciones, por las primeras dos se obtiene el 1,2, dicloroetano y por la tercera se obtiene el cloruro de vinilo, mediante la descomposición térmica del producto de las dos primeras reacciones. El ácido clorhídrico que se obtiene en la tercer reacción se emplea en la primera.

IV.2.2.2.- Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso. (Especificando: sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración).

Las materias primas utilizadas en el proceso son:

*Etileno.
Cloro.
Oxígeno.*

Los productos obtenidos son:

*Cloruro de Vinilo.
Ácido Clorhídrico.
Hidrocarburos de bajo y alto punto de ebullición.*

Agentes químicos:

*Sosa Cústica.
Cloruro de Hierro.
Cloruro de Cobre.*

El equipo de seguridad empleado para cada uno de ellos estará de acuerdo con la legislación vigente; la cantidad, el volumen y la concentración se pueden ver en los documentos de este mismo libro denominados: Balances de materia y energía, y en este mismo documento de especificación de seguridad de la Planta.

IV.2.2.3.- Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento (especificando características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volúmen por recipiente).

Los recipientes empleados para almacenamiento serán los recomendados por los manuales y en especial por el código ASME. Las características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen de cada recipiente se pueden ver en la lista de equipo y hojas de datos correspondientes a cada uno de ellos.

IV.3.- Sustancias involucradas en el proceso

IV.3.1.- Componentes riesgosos.

Los componentes riesgosos utilizados en este proyecto son:

Componente	Riesgo
Etileno	Inflamable
Cloruro de Vinilo	Cancerígeno
Cloro	Asfixiante
Ácido Clorhídrico	Irritante, explosivo

Tabla No. 74 " Componentes riesgosos de la planta"

IV.3.1.1.- Nombre del fabricante o importador.

Componente	Fabricante
Etileno	Pemex
Cloruro de Vinilo	Asoc. Mexic de Produc. PVC
Cloro	Cloro de Tehuantepec
Ácido clorhídrico	Asoc. Méxic. de Produc. PVC:

Tabla No. 75 "Fabricantes de los componentes riesgosos"

IV.3.2.- Precauciones Especiales

IV.3.2.1.- Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento.

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones de seguridad para el manejo y almacenamiento de las sustancias:

- Las recomendadas por la NFPA.*
- Las recomendadas por SEDESOL.*
- Las recomendadas por Pemex.*

Entre ella esta el uso de diques para rodear los almacenamientos, las distancias mínimas recomendadas para la colocación en planta de los tanques de almacenamiento. La presión y temperatura a la cual se deben de manejar los diferentes productos, etc.

Se tomarán en cuenta las disposiciones generales del manejo dictadas por códigos internacionales.

IV.3.3.3.- Nombre Fórmula química Estado físico

<i>Cloruro de Vinilo</i>	$\text{CH}=\text{CHCl}$	Gas
<i>Etileno</i>	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Gas
<i>Ácido clorhídrico</i>	HCl	Líquido
<i>Cloro</i>	Cl_2	Líquido
<i>1,2 dicloroetano</i>	$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$	Líquido

IV.3.3.4 Peso molecular (gr/grmol)

<i>Cloruro de Vinilo</i>	61.5
<i>Etileno</i>	26.0
<i>Ácido clorhídrico</i>	36.5
<i>Cloro</i>	35.5
<i>1,2 dicloroetano</i>	99.0

IV.3.3.5.- Densidad a temperatura inicial (TI) (gr/ml)

<i>Cloruro de Vinilo</i>	0.908
<i>Etileno</i>	0.570
<i>Ácido clorhídrico</i>	1.268
<i>Cloro</i>	1.560
<i>1,2 dicloroetano</i>	1.256

IV.3.3.6.- Punto de ebullición (°C)

<i>Cloruro de Vinilo</i>	- 13.00°C
<i>Etileno</i>	-103.90°C
<i>Ácido clorhídrico</i>	40.00°C
<i>Cloro</i>	- 34.60°C
<i>1,2 dicloroetano</i>	83.70°C

IV.3.4.- Riesgo de fuego o explosión

IV.3.4.1.- Medios de extinción:

- (SI) Niebla de agua.
- (SI) Espuma.
- (SI) Halón.
- (SI) CO_2
- (SI) Químico seco.
- (SI) Otros.

IV.3.4.2.- Equipo especial de protección (general) para combate de incendio.

El equipo de este inciso se da a conocer en el siguiente capítulo de este mismo documento,

IV.3.4.3.- Procedimiento especial de combate de incendio.

El procedimiento general de combate contra incendio se describe en el presente documento.

IV.3.4.4.- Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales.

Las condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales puede ser derrame o fuga de productos inflamables, como algún combustible, o bien, del propio etileno. Dentro de la identificación de peligros basándonos en el método Zurich de identificación de peligros están:

Características peligrosas: *cinéticas, mecánicas, eléctricas, químicas, explosivas, inflamabilidad, toxicidad, radiación, presión, temperatura, vibración ruido y contaminación.*

Mal funcionamiento: *estructural, mecánico, eléctrico, software, químico o biológico.*

Influencias Ambientales: *temperatura, humedad, viento, sismo, radiación, contaminación, mecánicas, eléctricas, químicas y humanas.*

Uso y operación: *Condiciones inseguras, operaciones a destiempo, influencias exteriores, instrucciones inexistentes, confusas o incompletas, uso inapropiado, advertencias inexistentes o insuficientes y calificación de vendedores.*

Ciclo de vida: *edad, organización, diseño, proveedores, fabricación construcción, pruebas ensayos, marketing servicios, desecho.*

IV.3.4.5.- Productos de combustión.

Los productos de combustión utilizados son: etileno y gas natural y combustóleo.

IV.3.4.6.- Inflamabilidad:

Límite Superior de Inflamabilidad (%)

Límite Inferior de Inflamabilidad (%)

Ver Chemical Engineering Progress. Noviembre de 1966 pag 125. July 1967 pag 126 y 128

IV.3.5.- Datos de Reactividad**IV.3.5.1.- Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua, y potencial de oxidación.****IV.3.5.2.- Estabilidad de las sustancias.**

No hay estabilidad peligrosa

IV.3.5.3.- Condiciones a evitar.

Derrame de ácido clorhídrico que pueda reaccionar con agua, evitar que al horno de pirólisis le entre dicloroetano mojado, evitar que haya fugas de cloruro de vinilo o de algún compuesto volátil

IV.3.5.4.- Incompatibilidad, (sustancias a evitar)

Principalmente agua con ácido clorhídrico.

IV.3.5.5.- Descomposición de componentes peligrosos.

No se tienen

IV.3.5.6.- Polimerización peligrosa.

La única polimerización posible es la del VCM, lo cual puede ser impedida por medio de inhibidores.

IV.3.5.7.- Condiciones a evitar

Condiciones inseguras, temperaturas que favorezcan la polimerización

IV.3.6.- Corrosividad.

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

Se pueden presentar problemas de corrosividad si no se controlan y previenen corrosiones debidas a la presencia de ácido clorhídrico en las tuberías y algunos equipos en donde pasa o se produce. Sobre todo a la salida de la pirólisis.

IV.3.7.- Radioactividad.

Clasificación de sustancias por radioactividad.

No se manejan sustancias cuya radiactividad pudiese considerarse como un peligro.

IV.4.- Residuos principales (características, emisiones atmosféricas, descarga de aguas residuales)

Los residuos principales, tanto líquidos, sólidos como gaseosos se pueden ver en el documento Tratamiento de Efluentes, en donde se especifican todas sus características.

También se puede revisar el documento anterior denominado Especificación de un sistema de desfogue.

IV.4.1.- Residuos sólidos y líquidos:

***Inocuos:** compuestos de bajo y alto punto de ebullición.*

***Peligrosos:** cloruro de vinilo, etileno, cloro, ácido clorhídrico.*

IV.4.2.- Metodología para su clasificación.

La metodología utilizada para la clasificación de los residuos es la siguiente:

Estado físico del residuo. (sólido, líquido y gaseoso).

Naturaleza del residuo (inorgánica u orgánica).

Inflamabilidad.

Toxicidad.

IV.4.3.- Sistema y tecnología de control y tratamientos (descripción general, características y capacidad).

La tecnología y el control de tratamientos de residuos se describen con amplitud en los documentos correspondientes al desfogue de la planta y tratamiento de los efluentes de

la misma. Como general se dice que el material inocuo que pueda ser quemado o incinerado sin que esto represente un daño o alteración ecológica se hará así, tratando de antemano de utilizar; hasta donde se puede tratamientos de recuperación. Los tratamientos de efluentes se harán para dejarlos en condiciones lo más cercanas a las condiciones de su disposición final (o en mejores).

IV.4.4.- Disposición final: (volumen, composición y cuerpos receptores)

Los gases venteados a la atmósfera serán únicamente vapor de agua y, que no representa ningún tipo de alteración ecológica.

Los gases del sistema de desfogue cerrado se mandarán en la mayoría de los casos a recuperación y posteriormente a un incinerador.

Los líquidos y efluentes se pasarán por diferentes tratamientos para posteriormente ser mandados a la red de drenaje municipal o bien al río Coatzacoalcos con todas las especificaciones requeridas por las Normas Técnicas Ecológicas Federales y de la Entidad.

IV.4.5.- Aguas de proceso y servicio.

Se utilizará una torre de enfriamiento de agua, para utilizar el agua de servicio nuevamente, de tal manera que se tendrá un ciclo cerrado de alimentación y acondicionamiento de agua de servicio. El agua de proceso utilizada tendrá la disposición de diferentes tratamientos; dependiendo el fin para el cual se le utilice, se tratará en la mayoría de los casos de volver a emplear esta agua, previo acondicionamiento.

IV.4.6.- Factibilidad de reciclaje.

Se tendrá presente y se utilizará el reciclaje, tanto de agua de servicios, como de enfriamiento.

IV.4.7.- Uso del agua corriente abajo del proyecto (abastecimiento público, riego, recreo, deporte, hábitat de especies acuáticas, únicas o valiosas). No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal

El drenaje se mandará a la red de alcantarillado municipal. Los desechos emanados en la operación del proyecto y que vayan al río se dice que no tienen ningún fin de los mencionados en la pregunta.

IV.5.- Condiciones de Operación.

IV.5.1.- Características de instrumentación y control.

El control de la planta se hará mediante la tecnología más avanzada de control digital.

IV.5.2.- Métodos usados y bases de diseño en el dimensionamiento y capacidad de los sistemas de relevo y venteo.

Los criterios, y las bases con los que se diseñaron los sistemas de relevo y venteo se pueden ver al principio del documento anterior, es decir del sistema de desfogue de la planta.

- IV.5.3.-** Equipo de proceso y auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización). Asimismo se deberán anexar diagramas de pátalos y arreglo general de la planta.

El equipo utilizado en el proceso es el correspondiente al que se describe en el documento Lista de Equipo. La ubicación en la planta de cada uno de los equipos se encuentra representada en el Arreglo general o Plot Plant, el cual está localizado en el documento de Arreglo general de Equipo. El tiempo de uso se hará conforme a las especificaciones de los fabricantes.

- IV.5.4.-** Asimismo se deberá incluir: (temperaturas extremas de operación, presiones extremas de operación y estado físico de las diversas corrientes del proceso).

Las condiciones de operación, y el estado físico de las diferentes corrientes del proceso se encuentran descritas en el documento de Balances de Materia y Energía en este mismo libro.

- IV.5.5.-** Características del régimen de la instalación.

La planta producirá 330 días del año, teniendo un factor de seguridad de 0.9, por lo que el régimen de producción será permanente.

- IV.5.6.-** Características de los recipientes y/o envases para almacenamiento (tipo de recipientes y/o envases, diámetro del recipiente, tipo de material, capacidad y densidad máxima de llenado).

Los recipientes para almacenamiento, su diámetro, material, capacidad, y demás característica se pueden observar en las hojas de datos correspondientes.

V.- Riesgo Ambiental

- V.1.-** Antecedentes de riesgo del proceso

En Pajaritos se produjo hace algunos años una explosión en la planta de derivados Clorados III, lo que trajo una disminución en la producción de Cloruro de Vinilo, y algunos otros compuestos clorados.

A nivel internacional se han registrado algunos otros incidentes

En Junio de 1974 la B.F. Goodrich Chemical Company reportó ante el Institute of occupational safety an Helath (NIOSH) los problemas detectados en su personal con angiosarcoma, (cáncer) debido a los relativamente altos niveles de exposición ocupacional del gas de Cloruro de Vinilo. Ante esto, la EPA estableció diferentes medidas para controlar el problema de contaminación, no dándose nuevamente.

- V.2.-** Determinar los puntos de riesgo, de todas las instalaciones, reportando la metodología empleada para su identificación.

Los puntos de riesgo se determinaran por medio de la clasificación de las áreas de riego de la planta conforme a lo establecido por la EPA. Se utilizaron las clasificaciones de inflamabilidad, análisis de riesgos, como árbol de fallas, métodos de Zurich, etc.

V.2.1.- Jerarquizar los riesgos identificados.

Inflamabilidad del etileno.

Condiciones de temperatura y presión altas en los reactores de oxicloraclón, fugas de vapor.

Condiciones de temperatura y presión altas en los hornos de pirólisis y riesgos de polimerización.

Fuga de Cloruro de vinilo.

Derrame de cloro.

Derrame de ácido clorhídrico.

Explosiones diversas.

Fuego.

Derrame de 1,2, dicloroetano.

V.3.- Describir los riesgos potenciales de accidentes ambientales por:**V.3.1.- Fugas de productos tóxicos o carcinogénicos.**

Fuga de Cloruro de Vinilo se cuenta con el peligro de que el personal expuesto presente lesiones cancerogénicas como angiosarcomas.

Si hay fuga de Cloro se puede producir severos daños al personal, ya que es demasiado irritante.

Si hay fuga de etileno se corre el riesgo de fuego, pues es producto inflamable.

V.3.2.- Derrame de productos tóxicos.

El cloruro de Vinilo almacenado a alta presión puede derramarse de los tanques de almacenamiento, sus vapores son altamente cancerígenos. además del problema de una explosión súbita.

El cloro líquido almacenado a presión puede correr con la misma suerte.

El 1,2 dicloroetano debe contenerse para evitar su propagación.

V.3.3.- Explosión.

Puede haber explosiones súbitas debidas a la acumulación de vapores de material inflamable como puede ser de etileno, o bien de líquidos contenidos a presión al momento de expanderse.

V.3.4.- Moderación de el o los eventos probables máximos de riesgo.

El modelamiento de los evento probables de máximo riesgo se harán basándonos en los métodos de árbol de fallas, y método de Zurich para análisis de riesgos.

V.4.- Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.

Se tomarán todas las medidas de seguridad encaminadas a la buena marcha del proyecto; para ello nos hemos puesto nuestros propios principios sobre seguridad y protección ambiental:

Los siguientes principios sobre seguridad y protección al ambiente (S+E) son aplicables a todo el grupo involucrado en el proyecto, y definen la conducta y métodos de trabajo en nuestra compañía a fin de proteger al hombre, al ambiente, y a las propiedades de efectos dañinos o perjudiciales.

1.-La seguridad en todas las partes de nuestros trabajos así como la protección de las áreas que los rodean y el medio ambiente tienen una alta prioridad para nuestra administración.

2.-La legislación local relevante es de aplicación obligatoria.

3.-El Departamento de Seguridad y Protección al Ambiente podrá dictar y emitir, regulaciones adicionales más estrictas de lo que contienen las legislaciones locales, dichas regulaciones tendrán validez para el Grupo en su totalidad.

4.-Los aspectos de Seguridad y protección al Ambiente (S+E) deben ser tratados con el mismo cuidado y profesionalismo científico que se aplica a la investigación y el desarrollo.

5.-Una actividad podrá llevarse a cabo solamente cuando pueda garantizarse que el estándar de seguridad para el hombre y el medio ambiente corresponda a nuestro estado de arte. La decisión de llevar a cabo o no una actividad deberá estar basada en un análisis de riesgo, el cual tomará en consideración la interacción de el factor humano, las instalaciones técnicas, los procesos, las sustancias, la ubicación, el medio ambiente y los requerimientos para la eliminación de residuos o desperdicios. Independientemente de que sean tomadas todas las medidas de precaución, cada una de las actividades humanas involucran algún tipo de riesgo, por lo tanto deberán de elaborarse Planes de Contingencia para limitar y mantener bajo control las consecuencias de incidentes fuera de lo normal.

7.-La responsabilidad para la aplicación y realización de estos principios descansa en todos y cada uno de los empleados de la compañía en todos los niveles de acuerdo con sus funciones, autoridad, conocimientos y entrenamiento.

8.-Todos los empleados deberán recibir la educación y entrenamiento en seguridad y protección al ambiente requerido para llevar a buen término sus tareas.

9.-Empleados, autoridades, consumidores y público en general deben ser informados tanto como sea necesario y apropiado.

10.-La observancia de estos principios será supervisada en forma regular por el Departamento de seguridad y Protección al Ambiente del Grupo.

V.5.- Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.

Se contará con un departamento de Bomberos completamente equipado, el equipo mencionado será de vanguardia y alta tecnología, extinguidores portátiles y fijos, mangueras y conexiones contra incendio, tomas macho y hembras, sistemas contra incendio apropiados, sistema de almacenamiento de agua contra incendio, equipo de bombeo. Nubes para apagar incendios dependiendo el área etc.

V.6.- Descripción de normas de seguridad y operación para captación traslado de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.

Las normas de seguridad para el traslado y captación de materias prima y productos se describen en las hojas de seguridad de cada materia. Unas son según el SETIQ o ANIQ, y otras son dependiendo el departamento de Transporte de los Estados Unidos.

V.7.- Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.

El etileno, será trasladado desde las instalaciones de Pemex a la planta por medio de un poliducto.

El cloro será trasladado directamente de Cloro de Tehuantepec a la planta por la ruta que la compañía establezca.

El cloruro de vinilo se trasladará a presión en buque-tanques, carro-tanques y auto tanques.

V.8.- Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios de los transportes.

Los operarios de transporte tendrán estos tres tipos de capacitación:

Conocimiento de la sustancia manejada.

Conocimiento de la hoja de seguridad.

Instrucciones de que hacer en caso de diferentes tipos de emergencia.

Conocimiento de las medidas básicas para la prevención de accidentes en caso de:

Falla de frenos.

Ponchadura de llantas.

Falla mecánica.

Explosión.

Contará con los medios de extinción adecuados. e instrucciones de que deberá decir al cuerpo de bomberos que atiende la emergencia.

V.9.- Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala de 1:5,000.

Fuga de Cloruro de Vinilo, produciendo efectos cancerígenos

Explosión o fuego por etileno

Fuga de Cloro

V.10.- Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.

Diques para almacenamiento

Un radio de 15 metros libre alrededor de la planta por si se cae una torre o un reactor.

V.11.- Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.

Ver lista que se da a continuación.

V.12.- Descripción de auditorías de seguridad.

Las auditorías de seguridad tendrán su base en las listas de verificación de las que se da una a continuación:

LISTA DE VERIFICACIÓN

PLANTA _____
 DEPARTAMENTO O ÁREA: _____
 INSPECCIÓN HECHA POR: _____ FECHA: _____

EVALUACIÓN ESTIMADA: S= SATISFACTORIA I=INSATISFACTORIA
 NA= NO APLICABLE

SI LA EVALUACIÓN ES INSATISFACTORIA LA PRIORIDAD PARA SU
 CORRECCIÓN DEPENDERÁ DE SU GRAVEDAD SIENDO:

I1=INMEDIATA I2=EN 45 HORAS I3=EN UNA SEMANA
 I4= SE REQUIERE UN PLAN DE ELIMINACIÓN O MINIMIZACIÓN

LISTA DE VERIFICACIÓN	S	I	NA	SI LA EVALUACIÓN ES I, ACCIÓN CORRECTIVA A TOMAR Y FECHA
I.- AMBIENTE GENERAL DE TRABAJO				
1.-¿El área de trabajo está limpia y ordenada?				
2.-¿Las superficies de trabajo se mantienen secas o se han tomado las medidas adecuadas para que no sean resbalosas?				
3.-¿Los materiales o líquidos derramados en el piso se recogen y limpian inmediatamente?				
4.-¿Existe el número mínimo reglamentario de sanitarios e instalaciones para el aseo personal?				
5.-¿Los sanitarios e instalaciones se mantienen limpios y sanitizados?				
6.-¿Las áreas de trabajo están iluminadas adecuadamente?				
7.-¿Las partes móviles de maquinaria y equipo cuentan con las guardas requeridas?				
II.-PASILLOS Y ANDADORES				
1.-¿Los pasillos y andadores se mantienen libres de objetos?				
2.-¿Los pasillos y andadores están marcados adecuadamente?				
3.-¿Las superficies húmedas están recubiertas con materiales antiresbalantes?				
4.-¿Los agujeros u hoyos en pisos, pasillos o cualquier superficie de tránsito se reparan adecuadamente?				

Tabla No. 76 "Lista de Verificación"

LISTA DE VERIFICACIÓN	S	I	NA	SI LA EVALUACIÓN ES I, ACCIÓN CORRECTIVA A TOMAR Y FECHA
-----------------------	---	---	----	--

III.- SALIDAS DE EMERGENCIA

1.- ¿Las salidas de emergencia están marcadas con la señal de SALIDA iluminada mediante una luz confiable?				
2.- ¿Si la salida de emergencia no se visualiza de inmediato, se ha marcado la dirección a ella por medio de una señal?				
3.- ¿Puertas, pasillos, corredores que no conduzcan a salidas están marcadas con señales tales como no es salida, a sótano, cuarto de almacenamiento, etc, para evitar errores fatales en emergencias?				
4.- ¿Las puertas de emergencia cuentan con barra de pánico?				
5.- ¿Las puertas o salidas de emergencia se mantienen libres de obstáculos?				
6.- ¿Existen suficientes salidas para permitir el escape rápido del personal de emergencias?				

V.13.- Drenajes y efluentes acuosos.**V.13.1.- Planos de distribución de drenajes.**

*Los planos de distribución de drenajes se anexan a este documento.**

V.13.2.- Diagramas de la instalación del sistema de segregación de drenajes.

*Los diagramas de la instalación del sistema de segregación de drenajes se anexan a este documento.**

V.13.3.- Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parámetros analizados en los mismos.

La frecuencia con la que se monitoreará la calidad fisicoquímica de los efluentes se establece en el documento de tratamiento de Efluentes; que esta en este mismo libro, de igual manera se establecen los parámetros analizados.

V.13.4.- Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes.

Los gastos volumétricos su registro y medición se especifican en el documento de manejo de Efluentes

V.13.5.- Tratamiento o disposición actual de los efluentes.

El tratamiento que seguirá cada efluente, así como su disposición final aparece clara y detalladamente en el documento de manejo de efluentes.

V.13.6.- Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes.

Ver documento de manejo de efluentes.

V.13.7.- Colectores o cuerpos de agua de descarga de sus efluentes.

Ver documento de manejo de efluentes

VI.- Conclusiones**VI.1.- Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo.**

La planta de Cloruro de Vinilo es una planta de riesgo alto, como cualquier otra planta de transformación química. La ventaja que presenta es que todas las variables de riesgo se pueden controlar previamente.

Se trabaja a altas presiones y altas temperaturas, sin embargo se planean los controles y dispositivos automáticos de seguridad de vanguardia que preverán cualquier posibilidad de riesgo.

Se contará además con programas de seguridad fuertes, pues sabemos que los errores o fallas generalmente humanas son las que han acarreado las más grandes consecuencias de inseguridad. Por otro lado se trabajará con los materiales de mejor calidad en cuanto a la construcción, y siguiendo los reglamentos no solo Nacionales sino Internacionales más estrictos.

Se tomará consciencia de los riesgos existentes en plantas similares y se corregirán los problemas existentes.

Se dará adiestramiento y capacitación al personal de todas las áreas, que labore en la planta.

De igual manera se contará con programas continuos de mantenimiento en todas sus modalidades; haciendo especial énfasis en lo que se refiere al mantenimiento predictivo y preventivo. Se harán análisis de riesgos antes de modificar, cambiar o poner fuera de lo normal cualquier condición de operación.

La instalación eléctrica se hará bajo las recomendaciones de los códigos NEC y de la CFE.

VI.2.- Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas.

Como cualquier otra planta química que no se encargue de la disposición adecuada de sus desechos, la planta de Cloruro de Vinilo es contaminante. Sin embargo; en la actualidad existen tratamientos muy sofisticados para el tratamiento de desechos tanto líquidos, sólidos como gaseosos. La planta se diseñará con las mínimas descargas y contará con tratamiento de efluentes rigurosos que permitan que la disposición final de los efluentes no sea un daño ecológico.

VI.3.- Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Programas de seguridad.

La seguridad es el resultado de hacer las cosas bien desde la primera vez, por lo tanto se tendrá un control fuerte en la calidad de todas las actividades que se desarrollen dentro de la planta.

Estar a la vanguardia en lo que a contaminación y seguridad se refieren, a nivel mundial.

Contar con técnicos capacitados para el caso de alguna emergencia, para ello se tendrán los servicios de diferentes empresas especializadas en seguridad, y control ambiental.

Además tomarán en cuenta las disposiciones internacionales correspondientes y aplicables a la seguridad y protección ambiental.

Se seguirán los códigos estrictamente, y las normas y leyes establecidas por la SEDESOL y el Gobierno del Estado de Veracruz, así como estandares Internacionales.

N.10 Técnicas y métodos de análisis de Sistemas para la Seguridad en proceso

El análisis de seguridad en procesos se basa en el estudio de riesgos específicos de una función física u operacional del proceso. Al tener identificadas las principales fuentes de riesgos, estas se clasifican en diversos campos como son: fuego, explosión y toxicidad, nubes explosiva, operabilidad, sistemas de protección de proceso y efectos de paro y arranque.

A su vez, el análisis de cada uno de los campos involucra el uso de técnicas o métodos según sea el caso, por ejemplo, para fuego explosión y toxicidad están el índice de Dow de fuego y explosión, y el índice de Mond de fuego explosión y toxicidad. Las técnicas para sistemas de protección a procesos son: ¿Qué pasaría si...?, y el análisis de falla y efecto. Las técnicas para nubes de explosión son: los análisis de paro y arranque. Los métodos para nubes explosivas son: las guías de cálculo de nubes explosivas. Para operabilidad: análisis de falla y efecto y árbol de fallas.

Fuego, explosión y toxicidad:

Se enfoca a determinar y evaluar los riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad de los materiales que se emplean en un proceso, así como el riesgo total de esa unidad de proceso.

Nubes explosivas:

Se enfoca al estudio de la posibilidad de formación de nubes explosiva, el cálculo de su potencia, magnitud y estimación de los daños probables. La importancia de estudiar los efectos de una nube explosiva en las plantas industriales es una necesidad derivada de las explosiones y desastres que han ocurrido año tras año, por esta causa, en la industria química y petroquímica en todo el mundo.

Operabilidad:

Este campo consiste en el examen crítico de un proceso y las probabilidades de ocurrencia de un riesgo por falla de operación, o por falla del funcionamiento de partes individuales de equipo, revisando los efectos consecuentes de este riesgo en la planta o instalación industrial, considerando esta como un todo.

Para nuestros propósitos, esto significa la detección de riesgos de operación, los cuales deben de ser contados para contar con una planta segura y confiable.

Este campo investiga la Ingeniería Química del proceso con la intrincada relación y dependencia que existe entre los diversos equipos, sus componentes y partes del mismo, su instrumentación y el operador.

El campo de Operabilidad, es el más complejo de los campos, del análisis de Seguridad en Procesos y por consiguiente, el que puede consumir más tiempo de estudio.

Sistema de protección a proceso:

El sistema de paro de emergencia de un proceso es el último mecanismo por medio del cual puede controlarse un evento no deseado. Conceptualmente, es aceptado que hay un balance óptimo entre aquellos sistemas que se activan automáticamente y los que el operador es capaz de manejar durante una situación anormal del proceso. Es por esto que debe hacerse periódicamente una evaluación de estos sistemas para asegurar que éstos parámetros no han cambiado el balance, comprometiendo la seguridad de la unidad.

Efectos de paro y arranque:

Durante un paro de proceso de cualquier naturaleza y en un arranque, pueden desarrollarse en muy diversos puntos del proceso circunstancias de alto riesgo, debido a las condiciones de transición que se presentan en estas dos operaciones, como por ejemplo: concentraciones dentro de los rangos de explosividad, reacciones exotérmicas o de descomposición peligrosas, reacciones de polimerización y de difícil control, condiciones de alta presión o temperaturas extremas, etc.

El campo que estudia los efectos de paro y arranque, tiene como propósito fundamental, encontrar que la forma en que normalmente se lleve a cabo el paro y el arranque del proceso sea tal que se mantengan bajo control esos riesgos, de una manera segura sin que represente un peligro para la instalación en cuestión.

Este campo requiere de un análisis y diseño del proceso, como base para los procedimientos de operación de la unidad y un estudio de los procedimientos de operación para verificar que son adecuados y describen como debe de operarse dicha unidad.

Técnicas del índice de Dow para fuego y explosiones.

El tomar un grupo de análisis de riesgos de proceso, tiene como objetivo el encontrar el área más grande de explosión de la planta o instalación industrial, y determinar los costos y días perdidos máximos que se podrían originar, así como prevenir los riesgos que se encuentren.

La información necesaria para aplicar el índice de Dow es:

- a) Plano de Localización de la Planta (PLOT PLANT)
- b) Conocimiento profundo de las condiciones del proceso
- c) Diagrama de flujo detallado
- d) Formato de trabajo del índice de Dow
- e) Guía de cálculo del índice de Dow
- f) Relación de costos del equipo instalado

Factor material:

Es una medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia y es el punto de partida para el cálculo del índice de fuego o explosión. El FM se determina considerando los riesgos de inflamabilidad y reactividad del material, y es un número entre 1 y 40.

Compuesto	FM	Temperatura adiabática de descomposición °C	Calor de combustión Kcal/Kg	Clasificación NFPA		Punto de flama	Punto de ebullición
				Nf	Nr		
Cloruro de vinilo	21	1,175	4.44	4	1	Gas	-13.89
Etileno	24	732	11.53	4	2	Gas	-193.89

Tabla No. 77 "Valores del factor material"

El Nf es el riesgo de inflamabilidad y se deriva del punto de flama (flash point) y del punto de ebullición cuando el punto de flama es menor a 37.78 °C.

El Nr es el riesgo de reactividad y se deriva de los cálculos de reactividad química.

Riesgos generales de proceso:

Estos deben ser revisados en relación a la unidad de proceso analizada y evaluar los factores adecuados, donde pueden ser:

- a) Reacciones exotérmicas.
- b) Reacciones endotérmicas.
- c) Manejo y transferencia de materiales.
- d) Unidades de proceso cerradas.
- e) Acceso de emergencia al área de proceso.
- f) Drenaje.

Los puntos enlistados del inciso a) al f), incrementan la magnitud de un probable accidente, lo que cada uno de estos tienen diferentes factores.

En el manual de seguridad en proceso, una adaptación de Process Safety Review Manual de la Celanese Chemical Company se dan los factores de riesgo generales de proceso, como se describe en la siguiente tabla:

Punto	Concepto	Factor
a)	TIPO DE REACCIÓN:	
	Hidrogenación, isomerización, sulfuración, neutralización	0.30
	Alquilación, oxidación, polimerización y condensación	0.50
	Halogenación	1.00
	Nitración	1.25
b)	Todas las reacciones endotérmicas	0.70
	Excepto aquellas cuya fuente de calor, para sostener la reacción, sea proporcionada por combustión directa de combustibles sólidos líquidos y gaseosos.	0.40
c)	Considerando actividades relativas a mezclado, carga y descarga, almacenaje y empaclado:	
	- Líquidos inflamables CLASE I o Gas LP, considerando actividades de conexión y desconexión de líneas de transferencia desde pipas, carros-tanque, barcos o tanques.	0.50
	- Uso de centrifugas, mezclado en recipientes abiertos	0.50
	- Bodega y patios de almacenamiento	
	Líquidos inflamables CLASE I o Gas LP	0.85
	Líquidos combustibles CLASE II	0.75
d)	Si existen colectores o filtros para polvos explosivos	0.50
	- Si contiene líquidos inflamables calentados arriba del punto de flama pero abajo del punto de ebullición	0.30
	- Líquidos inflamables arriba del punto de ebullición	0.60
e)	Se debe poder llegar a la unidad de proceso con equipo de emergencia y combate de incendios por al menos 2 caminos distintos.	0.35
	Si el acceso es inadecuado	
f)	Un drenaje inadecuado incrementa las pérdidas por fuego cuando se introduce un derrame de inflamables. Para la evaluación de este punto se supone que el 75% del líquido inflamable contenido en la unidad se derrama.	
	- Si queda líquido rodeando la unidad	0.50
	- Si el drenaje es directo a un contenedor	0.25

Tabla No. 78 " Factores generales de riesgo"

Riesgos especiales de proceso:

Aquí se consideran los siguientes puntos:

- a) Temperatura de proceso.
- b) Baja presión (sub-atmosférica).
- c) Operación en o cerca del rango inflamable.
- d) Polvos explosivos.
- e) Presión.
- f) Baja temperatura.
- g) Cantidad de material inflamable.
- h) Corrosión y erosión.
- i) Fugas-Junta y empaques.
- j) Equipo calentado con fuego directo.
- k) Intercambio de calor con aceite.
- l) Equipo rotatorio (bombas y compresores).

Punto	Concepto	Factor
a)	Si la temperatura de proceso o las condiciones de manejo es o esta:	0.30
	- Sobre el punto de flama del material	0.60
	- Sobre el punto de ebullición del material	0.75
	Para materiales con baja temperatura de autoignición como el CS ₂ o el hexano.	
b)	Se aplica a cualquier proceso donde la entrada de aire pueda se un riesgo. El factor es aplicable a cualquier equipo de proceso que opere a presión sub-atmosférica, aún momentáneamente.	0.50
c)	Tanques de Almacenamiento de líquidos CLASE I, donde pueda entrar aire durante el bombeo.	0.50
	Proceso u operaciones donde se pueda caer en el rango inflamable o cerca de él:	
	- Sólo en caso de falla de instrumentos o falla de purga	0.30
	- Ya sea porque no se puede purgar, por el proceso en sí, o por diseño.	0.80
	La descarga de pipas o carros tanque que involucran un relleno	0.40
d)	Tamaño de partícula (m) Mesh de Malla Tyler	
	Más de 175 60 a 80	0.25
	150 a 175 80 a 100	0.50
	100 a 150 100 a 150	0.75
	75 a 100 150 a 200	1.25
	menos de 75 Más de 200	2.00
	Si se transporta o maneja con gas inerte, el factor será la mitad del señalado	
e)	Unidades de Proceso que operen a alta presión y que tienen dispositivos de alivio, tales como discos de ruptura, válvulas de alivio etc. Multiplicar por si:	
	- si manejan materiales altamente viscosos	0.70
	- si son gases comprimidos	1.20
	- si son gases licuados inflamables o materiales con presión de vapor de 40 psig o más.	1.30
	Esta sección se aplica a procesos de extrucción o mediado	

Tabla No. 79 "Factores de riesgos especiales de proceso"

Punto	Concepto	Factor
g)	Líquidos inflamables incombustibles, gases licuados o gases en etapas de proceso, se tienen los Kcal x 10 ⁹ totales, multiplicando los kilogramos de material por DH _C Los líquidos combustibles con punto de flama arriba de 60 °C, sólo se consideran si la temperatura del proceso es mayor al punto de flama del material. Líquidos o gases de almacenamiento. El factor se basa en las Kcal totales de un solo recipiente de almacenamiento, excepto en el caso de tambores donde se utiliza la cantidad total almacenada en tambores. Los materiales se evalúan por medio del calor de descomposición	Ambas se obtienen por gráficas
h)	Se considera tanto la corrosión externa como la interna. <u>Velocidad de corrosión:</u> menor a 0.5 mm/año de 0.5 mm/año mayor a 1.0 mm/año Riesgo a que la corrosión desarrolle esfuerzos de ruptura	0.10 0.20 0.50 0.75
i)	- Bombas y prensaesopas selladas de manera que solo puedan dar fugas menores - Si se sabe que se tendrán problemas regulares de fugas en bombas, compresores y juntas - Juntas de expansión, tubos o juntas flexible y mirillas de vidrio	0.10 0.30 1.50
j)	La localización de los equipos calentador con fuego directo (hornos, calderas, etc.) en una unidad de proceso, aumenta la exposición a un incendio cuando hay un alivio de vapores inflamables. Los equipos operados con quemador de presión, aplican solo la mitad del valor del factor.	Se evalúa por medio de gráficas
k)	Los sistemas que utilizan aceites combustibles como medio de intercambio de calor, presentan una exposición adicional al fuego cuando operan arriba de su punto de flama. El factor depende de la cantidad utilizada y de la temperatura de operación sin considerar las partes del sistema usadas como almacenamiento o que no llenen alimentación automática	

Factores de corrección por medidas de control de pérdidas:

En el diseño y operación de Plantas, se incluyen las condiciones de operación que presentará finalmente la planta.

El objetivo primordial del diseño de proceso, es establecer las características de todos y cada uno de los equipos y elementos de una Planta para materializar las operaciones fisicoquímicas.

Teniendo como actividades principales de un diseño de este tipo las siguientes:

- Determinación de la información indispensable para el diseño
- Desarrollo de las especificaciones de materias primas productos finales y subproductos, incluyendo sus características comerciales.
- Especificación de los productos químicos auxiliares que requiere el proceso, de los catalizadores y de los productos
- Intermedios.

- Diseños básicos y dimensionamiento de los equipos principales que integran el sistema de proceso (por ejemplo: horno, reactores, recipientes, intercambiadores de calor, bombas, etc.)
- Selección de los métodos y análisis de laboratorio para materias primas, productos en proceso y productos intermedios.

Factores básicos de seguridad que contribuyen a minimizar la exposición de un área en donde pueda ocurrir un riesgo, o reducir la probabilidad y magnitud del riesgo. Para disminuir el Daño Máximo Probable de la Propiedad Base se tiene que tener un control del proceso, aislamiento del material, y protección contra incendio

Factor de corrosión	Concepto	Valor del Factor
C ₁	Energía de emergencia para los servicios esenciales.	0.97
	- Sistema de enfriamiento normal durante 10 minutos.	0.98
	- Control de explosiones: Si hay sistemas de supervisión de explosión instalados en los equipos de proceso.	0.95
	- Paro de emergencia: Si el sistema es activado por 2 ó 3 condiciones anormales.	0.96
	- Si los equipos críticos rotatorios tienen detector de vibraciones y solo alarmas.	0.98
	- Si inicia el paro.	0.94
	- Gas inerte: Si los equipos que contienen vapores inflamables están bloqueados con gas inerte	0.94
	- Instrucciones de operación: Sume los valores de los procedimientos e instrucciones siguientes que la unidad cubra y aplique la relación (1-(x/100)), para el total, el factor es:	0.86
	a) Arranque.	0.50
	b) Rutina de paro.	0.50
	c) Operación normal.	0.50
d) Cambio de condiciones de operación.	0.50	
e) Condiciones de espera de corrida o total de recirculación.	0.50	

Tabla No. 80 "Factores básicos de seguridad"

Técnica de ¿Qué pasaría si?:

Esta técnica se aplica para evaluar el campo de sistemas de protección de procesos y es un método de análisis de riesgo general que difiere de los otros porque no es tan rígido y sistemático y puede aplicarse tanto a una sección del proceso como a toda una unidad.

Con este método se supone que ocurre una falla sin considerar que fue lo que la causó.

Se buscan fallas como las siguientes:

¿Qué pasaría si hay una....

Pérdida de servicio (agua de enfriamiento, agua de proceso, vapor, aire de instrumentos, aire de proceso)?.

Pérdida de energía eléctrica?.

Pérdida de energía eléctrica de emergencia?.

Pérdida del sistema de cómputo de control del proceso?.

Descarga de una válvula de relevo o de un disco de ruptura?
(capacidad suficiente? ¿calibración?, ¿dónde descargará?).

Reacción de descomposición o polimerización incontrolada?.

Pérdida del sistema de agua contra incendio?.

Explosión o un incendio interior?.

¿Qué pasaría si el operador falla al efectuar una operación crítica?.

Contestando estas y otra preguntas clave, se tendrá una evaluación de los efectos de fallas de equipo, errores en procedimientos, desastres naturales, etc. Los resultados dependerán de la experiencia y de la capacidad imaginativa del grupo de análisis.

Técnicas de análisis de fallas y efectos:

Está técnica de análisis de riesgos se aplica a campos de operabilidad y de sistemas de protección de procesos.

El método AFYE, además de ser sencillo y práctico, es uno de los más completos sistemas de análisis y proporciona resultados sobre los procesos de una profundidad tal, que constituye en sí mismo, una herramienta muy valiosa de aprendizaje y comprensión de los procesos que se estudian.

Los principios de análisis son: conceptos básicos, palabras guías, uso de hojas de trabajo y secuencia de análisis.

Conceptos básicos. Este procedimiento de análisis requiere de una descripción completa del proceso y cuestiona cada una de sus partes para descubrir que desviaciones del propósito origina, por lo cual fueron diseñados, pueden ocurrir y determinar cuales de esas desviaciones pueden dar lugar a riesgos al proceso o al personal.

Palabras guía. Por medio de siete palabras guía, se formularon preguntas para probar si la intención de diseño de un componente de proceso, se lleva a cabo en todo momento o puede existir una desviación bajo alguna circunstancia concebible.

Palabras guía	Significado	Aplicación
NO	La completa negación de la intención	No se realiza la intención de diseño, ni parte de ella, pero no sucede otra cosa.
MAS MENOS	Incremento o disminución cuantitativa	Se refiera tanto a cantidades como a propiedades, tanto cantidad de flujo o temperatura como a calor o reactivada etc.
ADEMAS DE	Incremento cualitativo	Todas las intenciones de diseño y operación se llevan a cabo, además de otra actividad adicional no deseada.
PARTE DE	Disminución cualitativa	Sólo se llevan a cabo ciertas intenciones de diseño, mientras que otra no.
INVERSO	La intención lógica opuesta	Aplicable principalmente a actividades, por ejemplo, retroceso de flujo o reacción reversible. ácidos
DISTINTO	Sustitución completa de la intención	No se lleva a cabo ninguna parte de la intención pero ocurre algo diferente.

Tabla No. 81 "Palabras guía en seguridad industrial"

Uso de Hojas de trabajo. La hoja de trabajo utilizada para este análisis, es una herramienta necesaria para seguir un proceso lógico en el estudio y será útil posteriormente como documento de referencia de uso práctico. Consta de nueve columnas que se llenaron durante el estudio proporcionando las bases para la detección de riesgos, su magnitud, sus probabilidades de detección, control oportuno y las acciones necesaria para su minimización.

El método se desarrolla dividiendo el proceso en secciones, de las cuales se identifican sus principales componentes, líneas de materias primas, de productos, sistemas de combustión, de enfriamiento, etc.

Columna	Descripción
1) Componente	Es la pieza del equipo por analizar. Ejemplos: cambiadores de calor, reactores, torres, etc. Incluyendo además líneas de instrumentación de control, válvulas de bloqueo, bombas.
2) Falla	Es la desviación de la intención original del componente.
3) Causa	Son las razones por las que la falla ocurre. Mientras que mayor número de causas puedan encontrarse, debe considerarse una mayor posibilidad de ocurrencia de la falla y se debe de dar mayor atención a esta.
4) Frecuencia	Es el número de veces que se espera que se repita y ocurra una falla. Está frecuencia mayor de cualquiera de las causas de una falla y generalmente se fija como incidente por año. Determinar la frecuencia tiene dos propósitos: a) Contar con ella, ayuda a evaluar la importancia de la falla. b) Es de gran valor contar con toda la información interna relativa a la confiabilidad del equipo de proceso.
5) CLASE DE RIESGO	Es la gravedad relativa de un efecto peligroso. Las clases de riesgos se han dividido en cuatro y se deberán aplicar sin tomar en cuenta los beneficios de los sistemas de protección existentes:
CLASE I	INSIGNIFICANTE La falla del componente no dará resultado de riesgo de importancia en el proceso. No habrá daño al equipo ni explosión al personal.
CLASE II	MARGINAL La falla del componente ocasionará fallas menores del sistema, que pueden ser contabilizadas. No habrá riesgo de lesión al personal y el daño del equipo se limitará a desgaste excesivo, producto fuera de especificación, etc.
CLASE III	CRITICO La falla del componente provocará daños al sistema que requieren acciones correctivas inmediatas para la supervivencia del personal y/o de la unidad. Existe casi la certeza de que el personal será lesionado o recibirá una exposición tóxica; o bien, habrá daños significativos en el equipo y paro de la unidad.
CLASE IV	La falla del componente dará como resultado una pérdida mayor en el sistema y lesiones al personal. Conceptualmente, estas fallas son las que al menos inicialmente, parecen no tener medios de prevención y sus efectos caen dentro de cualquiera de los dos grupos siguientes: a) El potencial es el de una pérdida mayor de equipo b) Existe potencial para afectar propiedades ajenas a la compañía o a personas fuera de sus límites de propiedad. Medios de detección. Son los mecanismos que existen en la unidad que alertarán al operador, supervisor, etc., de que se está presentando la falla del componente o sus efectos. Respuesta operacional. Son los medios operativos existentes para contrarrestar la falla o su efecto: dispositivos de protección, sistemas de paro automático, procedimiento de operación, de emergencia, etc.

6) Efectos peligrosos	Son los resultados que aparecerán en la unidad a consecuencia de la falla. De donde el propósito fundamental de esta análisis será el estar especialmente interesados en aquellos efectos que representen un riesgo.
7) Medio de detección	Son los mecanismos que existen en la unidad para alertar a alguien (al operador, supervisor, etc) de que se está presentando la falla del componente o sus efectos.
8) Respuesta operacional	Son los medios operativos existentes para contrarrestar la falla o sus efectos, es decir; dispositivos de protección, interlocks, sistemas de paro automático, procedimientos de emergencia, etc.
9) Acciones adicionales requeridas	En esta columna se pretende establecer un estado de transición entre el reconocimiento del riesgo y las recomendaciones que se emitirán finalmente.

Método del árbol de fallas:

Su aplicación es el análisis de probabilidad de pérdidas en procesos Industriales.

Se han llevado a la fecha innumerables métodos para estimar el potencial destructivo cinético-termodinámico, de más de cien mil nuevos compuestos orgánicos desarrollados por investigación industrial cada año. Sin embargo, hasta la fecha no ha sido posible detener los accidentes catastróficos en los procesos peligrosos conocidos; si esto es así, ¿Cómo hemos de manejar aquellos que no hemos identificado plenamente?. La situación es deprimente.

Estudiando los sucesos catastróficos o desastres industriales que han ocurrido en otros países, es verdaderamente, difícil encontrar un sistema de análisis formal de seguridad, aplicado antes o después del incidente, que de la probabilidad de ocurrencia o suceso.

Esto es significativo, considerando la proporción de incidentes que ocurren constantemente en la industria, no debido a un desconocimiento de la potenciales cinéticas y termodinámica destructiva, sino por falta de confiabilidad de sistemas instalados para contar con una "seguridad adecuada" contra la ocurrencia de estos accidentes.

Debido a la necesidad de analizar la confiabilidad de estos sistemas de control y seguridad en proceso nació el árbol de fallas, el cual empezó a utilizar la NASA cuando el programa de proyectiles se enfrentó con un evento de pérdida tan grande que no podía ser permitido aún a una primera ocurrencia. Posteriormente, una adaptación de la técnica de la NASA se empezó a aplicar en la Industria de Proceso en Monsanto Co.

No podemos decir que la probabilidad de ocurrencia de un incidente de pérdida o accidente, pueda reducirse en su totalidad. Cuando hay una posibilidad de pérdida, existirá una probabilidad matemática de la ocurrencia de pérdida y los accidentes de pérdida ocurrirán con la frecuencia dictada por la probabilidad.

Para que haya cero pérdidas, debería de haber cero posibilidades de pérdida y esto se traducirá en cero capacidad de producción y utilidades.

Deberá comprenderse que la prevención de pérdidas, no es realmente prevención, sino control, sin comprometer la producción, las utilidades y principalmente la vida humana.

La aplicación del árbol de falla, nos permite evaluar la posibilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida.

Un árbol de fallas es un modelo gráfico y lógico binario de un sistema que representa la combinación de posibles eventos y que la ocurrencia de algunos de estos eventos nos conducen a otro evento que es un estado anormal de un sistema.

Esta metodología nos sirve para adquirir información acerca del estado de un sistema: en la determinación de posibles causas de falla, en el diseño de sistema; para analizar los periodos de mantenimiento y en el análisis de riesgos.

N.11 Análisis de Peligros Zurich

Peligro:

Es la amenaza potencial a personas y/o patrimonio.
Pérdida potencial no evaluada.

Riesgo:

Pérdida potencial evaluada.
 $R = p \times s$
en donde: R = riesgo; p = probabilidad y s = severidad de la ocurrencia.

Análisis de Riesgos:

Proceso administrativo en el cual se aplican una serie de técnicas sistemáticas para identificar riesgos y asegurar se especifiquen medidas para su eliminación y control.

Razones para llevar a cabo un análisis de riesgos:

Incidentes Mayores.
Presiones de la sociedad.
Nueva legislación.
Vida mejor.

Administración de Riesgos como un proceso integral:

Etapas: descripción del ámbito, identificación de peligros, evaluación de riesgos, control/reducción de riesgos, planeación para las emergencias.

Identificación de peligros:

- Nivel planta/proceso.
- Recursos necesarios; información S+E, experto para la recolección e interpretación de la información, y organización S+E
- Fuentes para la identificación de peligros: inspecciones S+E internas y externas, auditorías, accidentes serios o potencialmente serios, lo nuevo o los cambios, aplicación de Listados de Verificación específicos; índice de Dow/Mound, PRORA, etc.

Evaluación de Riesgos:

- Recursos necesarios: conocimiento a fondo de las condiciones de la maquinaria equipos y procesos, experto/moderador y técnicas y metodologías.
- Técnicas en disponibilidad.
- Lista de verificación de sistemas y procesos, ¿Qué pasa si?, análisis preliminar de Peligros, análisis de peligros (HAZAN), portafolio de riesgos, índices Dow/Mond, estudio de peligros y Operatividad (HAZOP), análisis de efectos y modo de fallas (FMEA), árbol de fallas, árbol de eventos, análisis de causa y efecto, análisis de error humano, etc.

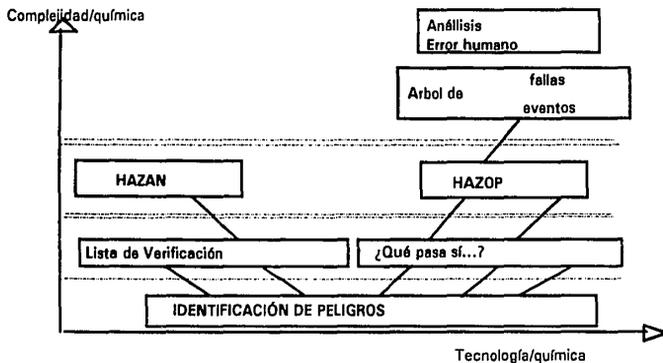


Figura No. 29 "Evaluación de riesgos"

Proceso de evaluación de riesgos:

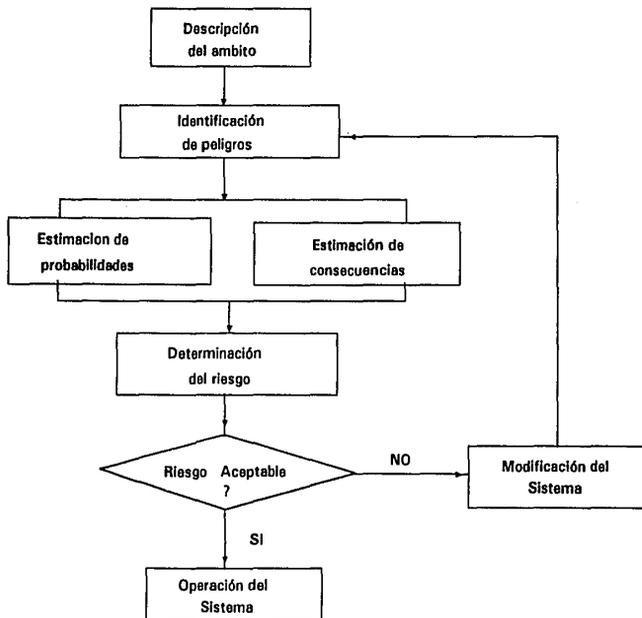


Figura No. 30 "Proceso de evaluación de riesgos"

Control/reducción de riesgos:

Recursos necesarios: Ingeniería de Procesos/riesgos, Conocimiento de los avances tecnológicos, Información/entrenamiento a todos los niveles.

Planeación de emergencias:

Recursos necesarios: brigadas de emergencia/información, servicios de emergencia, medidas de mitigación

Evaluación de Peligros Zurich (ZHA):

Secuencia de pasos a seguir:

Definición de ámbito: Campo o actividad; aquello que se va a realizar. Al definir el ámbito considere: tiempo disponible, información disponible, resultados posibles claros y documentado.

Grupo de trabajo: Composición: jefe de grupo, investigación desarrollo y diseño, compras, producción técnico de control de calidad, seguridad y protección al ambiente, ventas y servicios, almacén y transporte, mantenimiento, jurídico, tesorería y seguros. Compatibilidad.

Identificación de Peligros; *Catálogo de peligros, Evaluación de peligros, Perfil de Riesgo, Nivel de protección, Catálogo de medidas de reducción del riesgo, Seguimiento.*

Herramientas técnicas para un AR.

Questionario, diagrama de bloques, descripción del proceso, diagrama de flujo, hojas de seguridad de los productos, diagramas P+I (tubería e instrumentación), permisos oficiales requeridos, planos de construcción actualizados, manuales, contratos, organigramas, proyectos a futuro, estadísticas y experiencias, inspecciones.

Fuentes para la realización de AR:

Inspecciones: de organismos internos

Auditorías: internas y externas

Accidentes serios o potencialmente serios: con daños al personal, y con daños a las instalaciones

Lo nuevo o los cambios: productos, subsistemas, sistemas, procesos, instalaciones

Un análisis de riesgos viene a ser mucho mas importante tratandose de los siguientes cambios: Métodos de cálculo, materiales, métodos de producción y usos de producción.

Perfil de Riesgo:

La gráfica que se forma al colocar los seis "Niveles de la Causa del Peligro" en el eje vertical (ordenadas) y las cuatro "Categorías del Efecto del Peligro" en el eje horizontal (absisa).

Lista de estimulantes mentales:**1- Características peligrosas de un producto, sustancia o instalación.**

Cinemática:	Liberación o cambio de energía.
Mecánicas:	Tamaño, forma de una pieza.
Eléctricas:	Fallas, operación.

Químicas:	Reacción.
Explosivas:	Inherentes o desarrolladas.
Inflamables:	Inherentes o fuentes.
Tóxicas:	Inherentes o fuentes.
Radiación:	Liberada.
Presión:	Energía, pérdidas.
Temperatura:	Caliente o fría.
Vibración y Ruido:	Fatiga, influencia.
Contaminación:	Causante de daños, incompatible.

2. *Mal funcionamiento.*

Estructural:	Falla total o parcial.
Mecánica:	Desgaste, liberación de energía.
De fuente, sistema equipo eléctrico:	Cortocircuitos, tensión, corriente, monitoreo.
Químico:	Dosis, contaminación.
Biológico:	Crecimiento, deterioro.

3. *Influencias ambientales del entorno.*

Temperatura:	Alta o baja.
Humedad:	Alta o baja.
Viento:	Fuerza, efecto enfriador.
Radiación:	Visible, ionizante, no-ionizante.
Contaminación:	Aire, agua, suelo.
Mecánicas:	Impacto, deformación.
Eléctricas:	Rayos, campos, influencias.
Reactivos Químicos:	Contaminación.
Humanas:	Interferencia.

4. *Uso y operación.*

Condiciones inseguras:	Difícultosas, complicadas, inadecuadas.
Operaciones a destiempo:	Tipo y disposición de los controles.
Influencias externas:	
Instrucciones poco claras erróneas o incompletas	Ubicación leguaje.
Mal uso previsible:	Similaridad, población usuaria.
Advertencias o instrucciones de uso cuidados:	Ilegibles idioma.
Desempeño del Proveedor o del comprador:	Transporte, mantenimiento de registros e instrucciones.

5. *Ciclo de Vida del Producto, componente, sustancia o Instalación.*

Organización:	Personal, responsabilidades, informes.
Diseño:	Ciclo de uso, códigos y normas, material.
Compras:	Materia prima, fuente.
Fabricación:	Forma, control y aseguramiento de la calidad.
Ensayos:	Registros, conforme al uso.
Ventas:	Folleto de ventas, registros.
Disposición de residuos:	Requerimientos, registros.

Nivel de Protección:

Línea en el perfil de riesgos que permite determinar el correspondiente nivel de Protección, Diferencia entre riesgos voluntarios y riesgos involuntarios.

Política de riesgos:

Eliminar, reducir, transferir o retener.

Criterios para evaluación de peligros:

NIVEL.-	Probabilidad relativa de ocurrencia de una causa potencial
A= FRECUENTE;	Ha ocurrido muchas veces o es posible que ocurra frecuentemente.
B=MODERADO;	Ha ocurrido varias veces.
C=OCASIONAL;	Ha ocurrido pocas veces.
D=REMOTO;	Puede ocurrir.
E=IMPROBABLE;	Improbable que ocurra.
F=IMPOSIBLE	Prácticamente imposible.
CATEGORÍA.-	Efecto posible mas grave.
I=CATASTRÓFICO;	Muerte, incapacidad total, gran pérdida de imagen de la empresa, gran pérdida financiera.
II=CRÍTICA;	Lesiones severas con incapacidad parcial.
III=MARGINAL;	Lesión; pérdida temporal de imagen, pérdida financiera indirecta, daño al Sistema.
IV=INSIGNIFICANTE;	Lesión menor, pérdida menor de imagen o financiera; daño menor al Sistema.

Documento P

**Efluentes
de
la Planta**

DOCUMENTO P ESPECIFICACIÓN DE LOS EFLUENTES DE LA PLANTA

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

P.1 Introducción. Programa de protección ambiental

Los efluentes de la planta se clasificarán en:

Líquidos.
Sólidos.
Gaseosos.

Los efluentes líquidos se clasifican en: drenajes químicos, aceitoso y pluvial.

Los efluentes sólidos se les dará un tratamiento para rehabilitación del producto al medio ambiente.

Los efluentes gaseosos se tratarán por medio de un sistema de relevo o desfogue.

Dentro de los criterios emanados del Plan Nacional de Desarrollo para la reordenación económica destacan los siguientes: el Control y disminución de la contaminación ambiental y la restauración ecológica con una perspectiva nacional.

Por lo que se refiere a los criterios para el cambio estructural está el aprovechamiento integral y racional de los recursos naturales del país y la conservación y enriquecimiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente. Se requiere entonces, de la participación efectiva en todos los niveles del gobierno y del sector privado.

Considerando el aumento constante y desproporcionado de la contaminación ambiental, se ha generado una legislación para prevenirla y controlarla, mediante la cual se norman las entidades industriales ya establecidas o en proyecto. El programa de protección ambiental plantea los lineamientos y la metodología que permitan prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente así como mejorar y optimizar los métodos y sistemas de control. Este programa está dirigido hacia las empresas de las ramas químicas, petroquímica secundaria y farmacéutica; no obstante puede ser adaptado a otras ramas industriales.

Para establecer criterios de aceptación en la concentración de productos contaminantes dentro de las corrientes efluentes de proceso, se han reglamentado límites máximos para algunos de aquellos, que a su vez varían de un país en otro (y con las reglas de los tecnólogos). Dentro de los objetivos del programa citado están:

- Prevenir el deterioro ambiental en las zonas donde se localizan fuentes contaminantes.
- Controlar las causas que originan la contaminación cuando éstas existan.

-Restaurar en la medida de lo posible, el ambiente ya deteriorado por efecto de la contaminación generada, rebasando el simple proceso de limpieza, ya que se pretende incorporar a la producción las zonas deterioradas.

-Poner en vigor las medidas, procedimientos y técnicas adecuadas para la prevención, control y abastecimiento de la contaminación generada.

Es importante conocer las tecnologías existentes para preservar el medio ambiente, haciendo énfasis en aquellas que mejor se adapten a las condiciones de aplicación y faciliten su integración al proceso de asimilación de tecnología. El programa operativo de protección ambiental forma parte del Programa de Asimilación Tecnológica; sus actividades principales pueden resumirse en tres:

- Monitoreo.
- Control.
- Prevención.

El monitoreo se refiere a todas aquellas actividades que ayudan a identificar y registrar los factores inherentes a la contaminación.

Las acciones que deberán realizarse para dar cumplimiento a esta actividad son:

- Análisis histórico y actualización de información.
- Tipos de contaminantes.
- Niveles de contaminación.
- Normalización.

El control implica los métodos, y procedimientos que conduzcan al cumplimiento de las normas y/o estándares de contaminación. Las áreas que deberán ser estudiadas para alcanzar este objetivo son:

- Métodos analíticos de control ambiental.
- Equipos y sistemas anticontaminantes.
- Sistemas de control y registro interno..

Finalmente, se deberán considerar todas aquellas acciones encaminadas a evitar y prevenir la contaminación ambiental. Algunos ejemplos de estas acciones serán:

- Sistemas estadísticos de contaminación.
- Determinación de causas que ocasionan los niveles de contaminación.
- Estudios de optimización de los niveles de contaminación.
- Análisis y costos.

El programa de Asimilación de Tecnología incluye varios programa específicos, entre los que figuran el programa de protección ambiental. Cabe hacer notar que cualquier avance en aquél, podría impactar en mayor o menor grado en cualquiera de los otros programas específicos y viceversa. Un ejemplo cualitativo del efecto que podría tenerse es el siguiente:

-Calidad.- El mejoramiento de los sistemas de control de calidad puede ayudar a detectar y corregir deficiencias en la operación; así, una mejor operación podría reducir la emisión de los efluentes contaminantes.

El programa considera no sólo aquellos efluentes y desechos de proceso que ocasionarían un efecto nocivo en el medio ambiente, sino también aquellos efectos que resultan de una inadecuada producción o aplicación de los productos principales de la empresa.

Por citar algunos ejemplos: deberán cuidarse los niveles de monómero residual u otros aditivos contenidos, se deberán establecer medidas de seguridad en el transporte, almacenamiento y manejo de los productos tóxicos incluso dentro de las instalaciones de los clientes.

La responsabilidad de las empresas en cuando a la protección del medio ambiente, no se limita exclusivamente a los límites físicos de su planta sino que se hace extensiva al uso adecuado de sus productos por parte de sus consumidores directos.

La estructura organizacional que se propone para lograr los objetivos planteados se presenta en la siguiente figura:

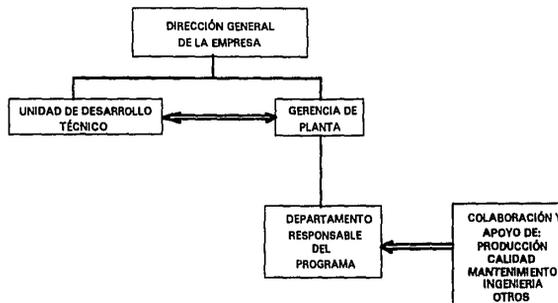


Figura No. 31 "Estructura organizacional para la implantación del programa de protección ambiental, efluentes"

La dirección general de la empresa será la encargada de:

- Establecer objetivos a la entidad.
- Crear y mantener la motivación necesaria para fomentar el desarrollo del programa.
- Establecer una comunicación continua con las diferentes gerencias de la empresa, coordinando juntas periódicas.
- Establecer políticas y estrategias para alcanzar los objetivos.

La unidad de desarrollo y tecnología será la encargada de:

- Coordinar el programa, sin embargo es importante hacer notar que se requiere de la participación de todos los departamentos de la planta o proyecto para la adecuada ejecución del mismo.
- Elaborar el programa anual de protección ambiental.
- Asegurar que el programa se ajuste a los lineamientos del Programa de Asimilación Tecnológica y que sus actividades y resultados sean enfocados a lograr los objetivos del mismo.
- Implantar y conducir el programa de forma sistemática y de acuerdo con los objetivos de la entidad.
- Elaborar los reportes a la dirección de la empresa.
- Transmitir a la planta la información relacionada con el programa y dar el apoyo técnico necesario.
- Vigilar que se lleven a cabo los planes de acción acordados.

- Realizar el seguimiento del programa y elaborar los reportes correspondientes de avance.
- Mantener comunicación constante con la dirección de la empresa para involucrarla en la toma de decisiones y el establecimiento de prioridades.
- Proporcionar la asesoría solicitada por la planta y apoyarla en todas aquellas actividades externas a ella.
- Participar en auditoría periódicas y elaboración de diagnósticos.
- Coordinar la ejecución del programa considerando la interrelación entre los diferentes departamentos involucrados.
- Asegurar el uso eficiente y adecuado de los recursos asignados al programa y sus proyectos.
- Coordinación de los proyectos generados por el programa.

La gerencia de planta será la encargada de:

- Fijar los objetivos y metas a cumplir por cada uno de los departamentos involucrados en la aplicación del programa. Preparar procedimientos y estándares generales.
- Concientizar al personal de la planta sobre la importancia de la protección ambiental y mantener la motivación necesaria para lograr el buen funcionamiento del sistema.
- Establecer los reportes necesarios para mantener informada continuamente a la dirección del estado que guarda el programa.
- Establecer y conducir el programa en la planta, de tal manera que sea sistemático y congruente con los objetivos planteados.
- Administrar la información obtenida y generada durante el desarrollo del programa.
- Vigilar que se lleven a cabo todas las funciones relacionadas con el programa en cada uno de los departamentos.
- Ejecutar los proyectos generados por los programas.
- Establecer juntas interdepartamentales para revisar el estado que guarda el programa y discutir los medios para alcanzar las metas fijadas.

El establecimiento de métodos de seguimiento y evaluación, provee de los recursos para poder medir, controlar y evaluar los logros que se van obteniendo durante el desarrollo del programa.

Para alcanzar los objetivos planteados, es necesario contar con una metodología, que dará los lineamientos y pasos a seguir desde un punto de vista generalizado, la cual podrá ser aplicada particularmente a cada proceso específico de producción.

Inventario de información:

Es el punto de partida para la implantación del programa. Dentro de las fuentes de información que se tienen para organizarlo se incluyen las siguientes:

- Información del paquete básico de tecnología.
- Información de proveedores de equipo anticontaminante.
- Información de dependencias gubernamentales.
- Información de la operación de la planta.

Información del paquete básico:

Dichos proveedores deben otorgar información que será fundamental y decisiva en la practicabilidad y evaluación económica de las estrategias de control; esta información puede consistir en:

- Clasificación de los contaminantes.
- Equipos y sistemas anticontaminantes específicos para la empresa solicitante.
- Costos de los diferentes equipos y sistemas anticontaminantes que se pueden usar en la empresa solicitante.
- Asesoría profesional.
- Como otra fuente de información, se cuenta con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) que maneja reglamentos emitidos por dependencias gubernamentales; en estos reglamentos se pueden encontrar clasificaciones de los diferentes contaminantes, disposiciones legales a seguir y el apoyo necesario para alcanzar, por lo menos, los niveles legales permisibles de contaminación.
- Es importante contar con la información de datos de planta, de manera que se pueda precisar en cualquier momento el origen de un incremento en el índice de contaminación; estos datos deben abarcar entre otros posibles:
 - Operación.
 - Control de Calidad.
 - Mantenimiento.

Detección de efluentes contaminantes:

Después de haberse recabado y asimilado la información pertinente, se deben detectar dentro de la planta, dónde y por qué se tienen efluentes contaminantes.

Determinación cualitativa y cuantitativa de efluentes contaminantes:

Cuando se han detectado los efluentes contaminantes se debe hacer una determinación cualitativa y cuantitativa de ellos, que nos permite establecer el nivel o grado de importancia del contaminante; para esto se deberán comparar los niveles de contaminación reglamentados localmente, contra los establecidos por el tecnólogo y los establecidos en otros países.

Identificación de oportunidades para abatir niveles de contaminación:

Se deben establecer todas las operaciones y oportunidades para abatir la contaminación en la entidad, seleccionando aquellos proyectos que de acuerdo a su nivel de abatimiento así como de rentabilidad, sean factibles según las necesidades de la entidad y la legislación existente.

Evaluación técnica y económica de las oportunidades:

Cuando se han identificado las posibles oportunidades, es necesario realizar evaluaciones técnicas y económicas sobre cada una de ellas, con la finalidad de seleccionar la más conveniente.

Aprobación y ejecución:

De todas las oportunidades evaluadas, la óptima se seleccionará y se sujetara a una aprobación posterior, que dará la pauta para la adquisición del equipo o servicios necesarios y enseguida proceder a ejecutar las acciones de control de contaminación indicadas por la propia oportunidad.

Medición de resultados:

Las acciones efectuadas por el control y abatimiento de la contaminación ambiental, deberán ofrecer resultados que caerán dentro de los límites permisibles de contaminación, a la vez, los cambios y resultados obtenidos generarán nueva información retroalimentable, actualizando en todo momento la información.

Además de la organización interna ya descrita, es necesario establecer una estrecha coordinación entre las distintas empresas a nivel regional. El esfuerzo que realice una sola empresa servirá de poco para proteger el ambiente de una región si sus prácticas y su filosofía no reciben respuesta del resto de la planta industrial vecina.

Es por esto que los programas de protección ambiental que se establezcan deben considerar entre sus elementos los siguientes aspectos:

Consolidación de acciones y resultados:

Se deberá buscar que en cada región se tengan programas congruentes entre sí, que además de procurar el logro de los objetivos específicos de cada empresa, tomen en consideración las acciones y resultados, así como las necesidades de otras empresas vecinas y del medio ambiente regional. Permitirá además concertar acciones con las autoridades locales.

Planes de contingencia:

Ante una situación anormal, las empresas de cada región deberán contar con una capacidad de respuesta en apoyo de aquella en que haya ocurrido un incidente imprevisto que genere una fuente de contaminación. En estos planes deberá buscarse la participación de otras empresa y de las autoridades del lugar.

Apoyos financieros al programa:

Existe una buena cantidad de apoyos financieros del tipo preferencial para estudios, proyectos y equipamiento industrial en materia de protección y equipamiento industrial en materia de protección ambiental. Entre otros, se pueden citar el Fondo de Equipamiento Industrial (FONEI) dependiente, antiguamente del 1. Banco de México, y el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP) de Nacional Financiera.

P.2 Generalidades

Todas las agua residuales industriales afectan de algún modo al sistema de drenaje, ríos, lagunas, mares o en última instancia a otros sistemas de rehuso cuando estas corrientes de agua no son aceptables para su "mejor utilización", se dice que estas aguas están contaminadas.

Clasificar una corriente como contaminada, significa, en términos generales, que la corriente contiene una capacidad excesiva de uno o varios contaminantes específicos. Pueden causar contaminación las materias siguientes:

- Sales inorgánicas.
- Ácidos o álcalis.
- Materia orgánica.
- Sólidos en suspensión.
- Líquidos, sólidos flotantes.
- Calor.
- Color.

Aguas a Temperatura elevada.
Productos químicos tóxicos.
Microorganismos.
Materiales radiactivos.
Compuestos que producen espumas.

Es completamente natural que las industrias consideren que sus aguas residuales o efluentes líquidos, pueden ser eliminadas de la mejor manera por el sistema de aguas residuales urbanas, sin embargo, las autoridades del Estado de Veracruz, no aceptarán ningún vertido de aguas residuales en el sistema urbano de alcantarillado sin tener primero una información completa sobre las características de las aguas, la posibilidad del sistema de tratamiento para depurarlas y efectos que estas agua residuales tienen sobre todos los componentes del sistema de tratamiento de aguas de la ciudad.

Las características contaminantes de las aguas que tienen efectos definidos en los colectores y en las plantas de tratamiento, se clasifican la siguiente manera:

- 1) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
- 2) Sólidos en suspensión.
- 3) Materiales Flotantes y Coloreados.
- 4) Volumen.
- 5) Otros constituyentes peligrosos.

El tratamiento del agua traerá muchos beneficios, entre otros:

- 1.- Satisfacer con mas facilidad la demanda de agua en primer uso pues en general el recurso del agua ya la disminuye.
- 2.- Disminuir la cantidad de desechos vertidos al agua y en consecuencia abatir un poco los niveles de contaminación en los cuerpos receptores.
- 3.- Disminuir o eliminar los daños ecológicos que se originan en las regiones en donde el agua es tomada para satisfacer las necesidades de lugares distantes, algunas veces, al sitio de origen.

De acuerdo a las Normas de Protección Ambiental, se establece lo siguiente:

- Los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados petroquímica básica y secundaria.
- Esta norma de protección al ambiente es de orden público e interés social, así como de observancia obligatoria para la industria de refinación del petróleo crudo, sus derivados petroquímica básica y secundaria, que descargue agua residuales en ríos, cuencas, causes, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua.
- Para los efectos de esta norma se consideran las definiciones contenidas en La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente y las siguientes:

Aguas residuales: Aquellas que provienen de los procesos de extracción, beneficio, transformación, generación de bienes de consumo o de sus actividades y servicios complementarios.

Cuerpos de Agua: Aquellos que se encuentran contenidos en ríos, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos de aguas residuales.

Descarga: Acción de verter aguas residuales en algún cuerpo de agua.

- Los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados y petroquímica básica y secundaria, son los que se establecen en la tabla No. 83.

- Además de los parámetros anteriores, serán incluidas condiciones particulares de descarga, las siguientes: temperatura, fierro, sólidos disueltos, cadmio, cloruros, zinc, cobalto, aluminio, cobre y otros.

Limites Máximos Permisibles

Parámetro	Promedio diario	Instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
Grasas y aceites (mg/l)	40	48
Demanda química de Oxígeno (mg/l)	120	120
Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/l)	60	72
Sulfuros (mg/l)	0.5	1.0
Fenoles (mg/l)	1.0	1.2
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	70	85

Tabla No. 83 "Límites máximos permisibles en la descarga de aguas residuales en algún cuerpo receptor"

P.2.1 Tratamiento de aguas de proceso y de desechos industriales.

La purificación del agua para uso industria puede ser muy compleja o relativamente simple, dependiendo de las propiedades del agua cruda y el grado de pureza requerido. Se emplean muchos métodos y combinaciones de ellos, pero todos abarcan tres procesos básicos, tratamiento físico, químico y fisicoquímico.

Existe un cuarto proceso básico, el tratamiento biológico, que se emplea a menudo para purificar agua de desecho antes de descargarla. Este proceso aprovecha la acción de algunos microorganismos para inducir diversas reacciones químicas y fisicoquímicas. Generalmente el tratamiento de agua de desecho es mucho más complicado que el que se aplica al agua que intervendrá en un proceso.

P.2.1.1 Tratamientos físicos:

El tratamiento físico abarca los procesos mediante los cuales la impurezas se separan del agua sin producirse cambios en la composición de las sustancias. Los métodos más comunes son: sedimentación, colado y filtrado, separación de fases líquidas múltiples, desgasificación, dilución, eliminación de arrastres, destilación y extracción, descarga subterránea y a los océanos.

Sedimentación: En la sedimentación se aprovecha la acción que ejerce la fuerza de gravedad sobre las partículas más pesadas que el agua, que descienden depositándose sobre el fondo. Las aguas superficiales contienen diferentes cantidades de materia en suspensión y este método se utiliza para clarificar el agua cruda,

ya sea por sedimentación simple o mediante la adición de coagulantes químicos. Los recipientes en donde se lleva a cabo este proceso se denominan tanques de sedimentación.

Colado y Filtrado: Los coladores y filtros pueden utilizarse cuando sea necesario eliminar sólidos suspendidos o flotantes en el agua, ya sea como paso adicional, después de la sedimentación, o cuando el espacio disponible no permita la instalación de depósitos de sedimentación.

Existen varios coladores en uso comercial, siendo más comunes los de tela, malla metálica, tambor giratorio y disco giratorio. Los filtros de tela y malla metálica se utilizan cuando los materiales suspendidos son relativamente finos y están en concentraciones bajas.

Separación de fases líquidas múltiples: A menudo, por medios físicos, pueden separarse del agua uno o más líquidos que, como resultado de las diferencias en su gravedad específica no son miscibles con ella. En el embudo de separación de laboratorio se efectúan en pequeña escala separaciones por densidad de este tipo y a escala comercial se utiliza equipo especialmente diseñado. El separador de petróleo de agua, con que se procesa el agua de desecho de las refinerías constituye un ejemplo de la aplicación industrial de este proceso.

Con frecuencia la diferencia entre las gravedades específicas de los líquidos no es grande y uno de ellos puede dispersarse en un estado globular finamente dividido. En estas circunstancias las corrientes de convección pueden llegar a ser tan fuertes que eviten el funcionamiento eficiente del equipo. Por lo tanto, simple es conveniente minimizar las corrientes térmicas mediante el diseño cuidadoso de los sistemas de separación por gravedad. Si antes la unidad de tratamiento se instala un depósito regulador, se reduciría al mínimo toda fluctuación que pueda perturbar el funcionamiento adecuado. La aglomeración de la fase dispersa, por medio químicos o físicos, incrementará considerablemente la eficiencia del separador.

Desgasificación: Las operaciones de extracción, tales como la desaereación y aereación física, son procesos que sirven para eliminar los gases indeseables disueltos en el agua. Exponiendo grandes superficies de líquido a una fase de vapor deficiente en los compuestos que se desea suprimir pueden eliminarse uno o más gases disueltos, por ejemplo, oxígeno, bióxido de carbono, amoníaco o sulfuro de hidrógeno.

El equipo para desgasificación puede clasificarse como unidades de ebullición, de platos o goteo y de aspersion. En el tipo de ebullición se hace burbujear un gas apropiado a través del líquido, durante el tiempo suficiente para cambiar el equilibrio de la presión del vapor y aumentar la superficie del líquido. En el equipo de platos o de goteo, grandes superficies de líquido se exponen a la presión de vapor deseada, haciendo fluir lentamente el agua sobre placas, canales, tras angosta o material de empaque, de donde escurre, cayendo en forma de pequeñas gotas o de capas delgadas.

Dilución: La eliminación de las altas concentraciones salinas del agua de desecho proveniente de la industria de los álcalis y del petróleo, presenta un problema especial. Existen problemas similares en otras plantas químicas en donde los efluentes contienen sulfatos de sodio y sólidos orgánicos presentes en altas concentraciones. La mayoría de las dependencias encargadas de la reglamentación, han establecido límites de concentración en las corrientes receptoras que restringen la cantidad de efluente que puede descargarse en ellas.

Cuando deben descargarse sales inorgánicas, tales como cloruro de sodio, cloruro de calcio y sulfato de calcio, se utilizan dos métodos. En uno de ellos se emplea la dilución con agua no contaminada y en el otro se efectúan una descarga controlada. En las plantas donde la corriente de desecho es pequeña y se dispone de una cantidad considerable de agua de desecho no contaminada (por ejemplo de las operaciones de enfriamiento), ambas corrientes se mezclan para que la concentración en el efluente de descarga no sobrepase el límite permitido. Cuando la cantidad de agua limpia disponible es insuficiente para diluir todo el desecho concentrado, se conserva cualquier excedente de este último y se elimina por descarga controlada.

Destilación: La destilación es el método más antiguo para obtener agua pura de alta calidad. Mediante este proceso puramente físico de evaporación y condensación pueden eliminarse casi totalmente tanto los sólidos disueltos como los suspendidos. El condensado de una unidad de destilación de agua, que cuenta con un buen equipo separador de vapor y trabaja a velocidades normales de evaporación, no debe contener más que unos cuantos miligramos por litro de sólido disueltos, y es posible que su concentración sea sólo una fracción de 1 mg/litro. Los sólidos suspendidos y disueltos del agua de alimentación se quedan en las salinas del evaporador y se eliminan mediante operaciones de purga y desincrustación

P.2.1.2 Tratamientos químicos:

El tratamiento químico es uno de los procesos en los que la separación de las impurezas del agua implica la alteración de la composición del material contaminante. Puede incluir operaciones de precipitación,

Intercambio de iones, reacción, reacciones de oxidación-reducción, neutralización, desgasificación, control químico de desarrollo biológico y esterilización.

Precipitación: Cuando se añaden a una solución acuosa algunas sales solubles, parte de los iones libres pueden reaccionar para formar compuestos comparativamente insolubles. El precipitado puede separarse por filtración o decantación del líquido de acuerdo con las leyes definidas que rigen los pesos de combinación de los reactivos y sus productos de solubilidad. Muchos de los métodos que se describen dependen de la precipitación de las impurezas.

Ruptura de emulsiones o desmenujamiento: Las emulsiones orgánicas que forman los aceites con las aguas de desecho presentan un problema de eliminación porque contienen una cantidad considerable de materia orgánica con una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y al romperse la emulsión libera aceite que no puede descargarse a las corrientes superficiales. En muchos casos, estas emulsiones pueden separarse acidulando a un pH inferior a 4, pero el agua ácida resultante es extremadamente corrosiva y debe manejarse dentro de estructuras resistentes al ácido. Se requiere modificar el pH después de la sedimentación y antes de la descarga a la corriente receptora. Un método que ha ido obteniendo una aceptación cada vez mayor es la desmenujamiento con cloruro de calcio y el reajuste del pH con carbonato de sodio.

Intercambio iónico: Ciertas sustancias insolubles poseen la capacidad de intercambiar los iones enlazados en su estructura molecular con otros iones dentro del agua. Los iones intercambiados se liberan por un proceso de regeneración de la resina de intercambio. Dependiendo de la naturaleza de esta resina pueden intercambiarse iones de carga positiva o negativa. Existe una gran variedad de materiales sólidos que poseen esta propiedad reversible. Una diferencia que distingue a los procesos de intercambio de iones de la precipitación, es que en los primeros sólo se producen como desecho soluciones, en tanto que en el segundo se producen tanto líquidos como sólidos.

Reacciones con agentes secuestrantes: Consiste en el secuestro de impurezas mediante la formación de complejos solubles. En este método, ciertos iones normalmente positivos, tales como el calcio y el magnesio reaccionan quedando firmemente sujetos dentro de un ion complejo negativo, de manera que la concentración de equilibrio del ion metálico es muy baja. Mediante este proceso la concentración de iones metálicos libres se puede reducir hasta un punto en que no se formen jabones insolubles. El agua así tratada puede tener una dureza al jabón de cero y puede incluso redisolverse el jabón de calcio precipitado.

Reacciones de oxidación y reducción: Las aguas superficiales y subterráneas pueden contener sustancias que producen olores y sabores que impiden su uso como agua potable y en algunos procesos. Estas sustancias son casi siempre orgánicas y a menudo se pueden eliminar por oxidación.

Neutralización: En algunos casos, para que el agua que se utiliza en un proceso sea de calidad satisfactoria o para el tratamiento de aguas de desecho, se requiere la neutralización de la acidez o la basicidad. Muchas aguas subterráneas contienen concentraciones tan elevadas de dióxido de carbono que son demasiado ácidas. La aereación elimina casi todo el dióxido de carbono, pero no por completo y el pH puede seguir siendo tan bajo que el agua es corrosiva. La neutralización puede elevar el pH a un valor deseado o conveniente.

Cuando la cantidad de agua que debe tratarse es pequeña se utilizan los filtros de calcita, que son recipientes a presión llenos de mármol pulverizado.

Cuando se requiere procesar grandes volúmenes de aguas se prefiere adicionar un álcali. El dosificador de la solución alcalina alimenta en forma continua una solución acuosa de sosa cáustica, carbonato de sodio o lechada de cal. La adición debe hacerse a una velocidad controlada a fin de mantener el valor deseado del pH, el control puede ser manual o automático; este último mediante un registrador controlador de pH. La neutralización no es instantánea y se requiere un período de contacto que por lo general no sobrepasa los cinco minutos. La solución alcalina puede dosificarse por gravedad o vaciándola a la corriente que se va a tratar. Los tanques de almacenamiento del líquido se diseñan casi siempre para una operación de 12 a 24 horas entre cada rellenado.

En las aguas de desecho que deben neutralizarse se requiere tomar en cuenta el tipo de los ácidos presentes, además de su concentración. Algunos ácidos como el clorhídrico pueden neutralizarse con cal sin mayores problemas, ya que las sales producidas son solubles en concentraciones elevadas.

Los ácidos pueden neutralizarse por flujo ascendente a través de lechos de piedra caliza granular. Para manejar grandes volúmenes de agua y cuando se deseen evitar los costos de bombeo se utiliza el flujo por gravedad.

Incineración: En general la incineración no se considera un método para eliminar desechos, pero existen ciertos casos en que es aplicable. Cuando el volumen del agua de desecho es inferior a 40 litros por minuto y la concentración orgánica soluble es superior al 4% con base en la DBO, el desecho se puede atomizar dentro del hogar de una caldera para evaporar el agua y quemar la materia orgánica. El hogar debe ser lo suficientemente grande para manejar la carga de vapor. También se requiere cierta cantidad adicional de combustible y el dosificador de combustible; así como los quemadores, deben tener el tamaño suficiente para manejarlo. Casi siempre este método sólo se utiliza en calderas que se encienden con petróleo. Si el agua de desecho contiene materiales tóxicos, se debe contar con una cantidad modificada que tenga su propio quemador y abastecimiento de combustible para destruir en forma eficaz estos compuestos.

P.2.1.3 Tratamientos fisicoquímicos

Varios procesos importantes de tratamiento de aguas dependen de la acción química y física combinadas. Entre ellos están la coagulación, la absorción y la adsorción, los desactivadores de crecimiento de cristales, los aditivos para cambiar la tensión superficial y la inhibición de corrosión.

Coagulación: Casi todas las aguas superficiales contienen materia en suspensión y son coloreadas. Gran parte de la materia suspendida está formada por partículas demasiado pequeñas que no se sedimentan con rapidez, incluso en agua tranquilas. La luz que absorben las sustancias orgánicas y minerales disueltas y suspendidas origina el color. El uso de un coagulante químico, por ejemplo, alumbre, puede hacer que los materiales suspendidos de tipo coloidal o finamente divididos se reúnan en partículas mayores denominadas coágulos o grumos, que se asientan con rapidez. Los coágulos resultantes forman un precipitado flocculento que tienen una enorme área de superficie por unidad de volumen. En este precipitado la materia suspendida y coloidal del agua se separa gracias a los fenómenos de atracción electrofísica, adsorción-absorción y aglutinación física.

Adsorción y absorción: A menudo para eliminar del agua el olor, el sabor y los olores, se utilizan los procesos de adsorción y absorción de materias orgánicas y coloidales, formándose precipitados flocculentos de sedimentación más rápida. También la sílice puede adsorberse sobre compuestos férricos y de manganeso, formándose flocúlos que permiten reducir en forma económica las altas concentraciones de este compuesto. En estos procesos se consume una menor cantidad de reactivos cuando el precipitado flocculento se desarrolla en el agua sin adicionar un precipitado preformado.

La adsorción sobre hidróxido férrico puede reducir el contenido de sílice a 2 o 3 mg/l. La reducción inicial es muy rápida pero se requieren tiempos apropiados de mezcla y retención para lograr concentraciones mínimas. El proceso es más eficiente en frío. El hidróxido de magnesio separa también a la sílice y con frecuencia se emplea conjuntamente con el tratamiento con cal y carbonato.

Con frecuencia los olores, sabores y gases disueltos que contaminan el agua, se eliminan por adsorción mediante carbón activado. El material puede agregarse en forma de polvo a la corriente de alimentación de los filtro y eliminarse del lecho durante el retrolavado. Existen para el tratamiento de agua filtros de carbón activado donde se le emplea tanto en forma granular como pulverizado. El carbón activado puede regenerarse parcialmente por medio de vapor u otros gases. Estos filtros se emplean también para la decoloración del agua.

P.2.2 Reutilización de las aguas en la industria:

El temor creciente de que en muchas partes del mundo se sufra de escasez de agua, ha hecho que su reutilización se convierta en un frecuente tema de controversia. No obstante, en realidad se trata de una práctica ya antigua. Puesto que en la tierra existe una cantidad fija de agua, es evidente, de acuerdo con la ley de la conservación de la materia, que para satisfacer las numerosas necesidades parte de ella debe utilizarse repetidamente. Por supuesto, el reciclaje perpetuo del agua de la atmósfera a la tierra y luego al océano, para pasar una vez más a la atmósfera, no es uniforme en todo el mundo. En algunos lugares, el agua evaporada de los océanos vuelve a ellos con mucha rapidez a través de las corrientes de las montañas, sin que la industria pueda aprovecharla. En otros casos, la precipitación se filtra hasta los mantos subterráneos de donde gran parte del agua no vuelve a salir durante miles de años. Sin embargo, las leyes naturales que controlan el ciclo hidrológico garantizan que, tarde o temprano toda el agua regresará a un sitio de uso, por lo que como resultado inevitable de este proceso se reutiliza.

La importancia que se da actualmente a la reutilización del agua es resultado del aumento constante que hay en el número de usuarios de este líquido y de que sus aplicaciones son cada vez más diversas en todo el mundo. La mayor parte del incremento en el consumo del agua se debe a la industrialización. Puesto que la cantidad de agua es fija, es obvio que el abastecimiento disponible debe aprovecharse más veces, durante el lapso comprendido entre la precipitación desde la atmósfera y el instante en que el agua se evapora de los océanos. A lo largo de esta trayectoria cada usuario sucesivo se convierte automáticamente en un reusuario y cuando mayor sea el número de éstos, tanto más importante será el estudio de la tecnología de la reutilización del agua.

Utilización en cascada: También se puede practicar, hasta cierto grado la reutilización en cascada o también del agua de desechos industriales y es probable que su aplicación siga aumentando en su futuro, debido a la gran concentración de industrias en ciertas zonas. Cuando los recursos de agua imponen graves limitaciones a la cantidad de líquido que se puede extraer es preferible aplicar este plan a caer en una competencia entre las industrial para extraer el agua. Cuando las fábricas están ubicadas muy cerca unas de otras y la corriente receptora está muy contaminada, el agua de desecho de una planta, que previamente se había extraído y tratado, tienen a veces mayor calidad que las que se obtienen directamente de la corriente. Si este es el caso, es más ventajosa para el usuario corriente abajo tomar el agua de desecho directamente del primer usuario en lugar de bombearla de la fuente original. En un sistema de este tipo, el tratamiento que debe aplicarse al efluente del agua de desecho, está determinado por los requisitos de calidad del segundo usuario.

Sistemas locales de reutilización: Generalmente dentro de una planta existe un considerable reciclaje del agua después de que se toma de la fuente y antes de descargarla como desecho. Esto se logra mediante los "sistemas locales de reutilización", que se pueden dividir en varios tipos principales: reciclaje múltiple y cascada; pero por lo general se utilizan combinaciones de dos o más.

El sistema de retorno de condensado de una planta de generación de electricidad por vapor es el tipo más común y conocido de un sistema de reciclaje simple local. Debido al cuidadoso tratamiento que se da al agua de alimentación de una caldera, las consideraciones de índole económica requieren que, una vez dentro del sistema de la celda, el agua se utilice al máximo grado práctico. Esto se logra haciendo volver el condensado del vapor a la tubería de alimentación de la caldera por medio del condensador y de intercambiadores que recuperan calor y pueden incluirse en el sistema a fin de mejorar la economía. El condensado se desgasifica en forma parcial dentro del condensador y con frecuencia se desgasifica posteriormente dentro de un desaerador cerrado a presión, con el fin de reducir al mínimo el oxígeno disuelto. También se puede someter a otros tratamientos, tales como el intercambio iónico o procesos especiales de filtración para asegurar la máxima pureza antes de incorporarlo nuevamente a la tubería de alimentación de la caldera. Si no fuera por las pérdidas inevitables debidas a fugas de vapor y a la necesidad de que una pequeña parte del agua arrastre los productos de corrosión y de reacción de cualquier tratamiento interno, este reciclaje satisfaría la necesidad total de agua, puesto que no se pueden evitar estas pérdidas, el condensado devuelto se complementa con una pequeña cantidad de agua tratada de reemplazo, tomada de la fuente principal de agua. El reciclaje del condensado en una planta de calderas con buen mantenimiento constituye el sistema de reutilización más perfecto disponible.

Sistema de reciclaje múltiple: En un sistema de reciclaje múltiple, circuitos paralelos transportan diferentes grados de agua de proceso y enfriamiento, con cada uno de la calidad apropiada para los procesos implicados. Este plan tiene la ventaja de que las corrientes de desecho se mantienen separadas y pueden aplicárseles tratamientos simplificados e individuales, según las necesidades del producto de que se trate. También permite el control individual de la temperatura, la presión y la velocidad de flujo. Aunque los circuitos de una red múltiple pueden funcionar con sistemas de purificación individuales (intercambio iónico, etc), es más común mantener la calidad de cada circuito haciendo pasar en forma continua una parte de agua circulante a los desechos o a otra aplicación menos crítica dentro de la misma planta industrial. Cuando el agua de desecho se pasa a otro proceso o circuito de enfriamiento, el sistema se convierte en un reciclaje en cascada de ciclos múltiples. La planta que la Dow Chemical Company tiene en Midland, Mich, cuenta con un complejo sistema de reciclaje múltiple que maneja agua para un servicio de alta presión y para enfriamiento, para usos domésticos, para enfriamiento a baja presión, agua de alta calidad para enfriamiento y procesos y agua desmineralizada para alimentación de calderas, en cinco abastecimientos independientes que incluyen muchos kilómetros de tubería de distribución. Este sistema complejo utiliza cuatro veces la cantidad de agua que se extrae de la fuente original. Ocasionalmente todos estos circuitos se integran para formar un sistema de semicascada y el agua de desecho final se mezcla y trata en una ubicación central. En estas operaciones tan complejas, se acostumbra recuperar en los diferentes circuitos y en el efluente de la cascada algunos compuestos químicos que se consideran como subproductos. También es común mezclar las descargas para aprovechar las ventajas de las reacciones entre los componentes. En consecuencia, un desecho alcalino se puede neutralizar mezclándolo con un desecho ácido. El desecho final que no pueda recuperarse económicamente se descarga a los estanques de desecho o pozos de eliminación.

Sistema en cascada: El sistema de cascada difiere del reciclaje múltiple en que es un solo efluente el que va de un proceso a otro, incrementando su contenido de desechos conforme avanza, hasta que ya no puede aprovecharse en ninguna parte de la operación. El agua extraída de la fuente de abastecimiento fluye primero al equipo o al proceso que requiere el agua más fría o más pura y a partir de ese punto, pasa a operaciones sucesivas en donde se pueden tolerar aguas con temperaturas más elevadas y calidades más deficientes. En esta forma, el desecho de una operación se convierte en la fuente de abastecimiento de la siguiente. Las etapas en cascada pueden ser circuitos de un solo paso o de varios ciclos aunque éstos son los más usuales en este tipo de sistemas. Hasta cierto punto la mayoría de las industrias emplean el sistema de cascada; un sistema de cascada no reduce la pérdida de agua ni disminuye el desecho que finalmente se debe de tratar o eliminar

Sistemas de Integración de procesos: En algunos sistemas de cascada y reciclaje, se producen desechos especialmente perjudiciales que hacen necesario diluir considerablemente los efluentes concentrados finales o bien requieren de la instalación de costosos sistemas para la eliminación de desechos.

A veces, los problemas que causan los desechos orgánicos pueden solucionarse por medio de ingeniosas combinaciones de algunos procesos industriales. Sonoco Products Co. de Hartsville, Carolina del Sur, ha perfeccionado un sistema de esta naturaleza para manejar los licores negros. En primer lugar, se recuperan los ácidos fórmico y acético que contiene el agua de desecho, que luego se combinan con el desecho de la fábrica elaboradora de papel kraft, para producir algunas materias primas es que se aprovechan en el mismo proceso Kraft. En los evaporadores puede recuperarse el 98% del agua del licor negro. En Industrial and Engineering Chemistry, se encuentra un diagrama de flujo de este sistema de integración. Existen muchas otras posibilidades para mejorar la reutilización a través de la integración de procesos, que pueden y han sido aprovechadas para controlar los problemas de los desechos industriales.

P.3 Tratamiento de los efluentes de la planta

Se tendrán los siguientes tipos de drenajes:

Acéitoso:

Un circuito que maneje la mezcla de hidrocarburos y agua que se colecta del área de proceso, además de las purgas de bombas y equipos en general, se enviará a una fosa preparadora.

Químico:

Para todos los efluentes químicos de la planta provenientes del proceso, nos conviene juntar los efluentes ácidos con los básicos para neutralizarlos; es decir los provenientes de las torres neutralizadoras y eliminadoras de HCl, como el de la torre con solución cáustica.

Sanitario:

Recolectara el efluente proveniente de servicios generales y usos sanitarios.

Pluvial:

Recolectara el agua proveniente de descargas pluviales.

El efluente sanitario de la planta será tratado de la siguiente manera:

Tren de tratamiento:

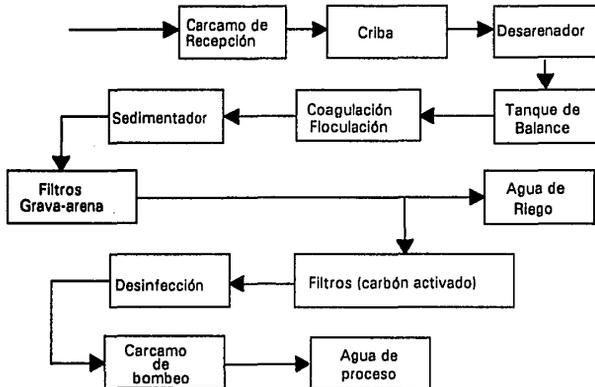


Figura No. 32 "Tren de tratamiento de a.s."

La materia flotante que se encuentra en este tipo de efluentes es controlada con una criba, los sólidos sedimentables que no deben ser mayores a 4 ml/l se utiliza un desarenador para tratarlos, Coliformes y otras partículas suspendidas en el agua se pueden tratar a través de la floculación y coagulación.

Para el tratamiento de efluentes químicos, se utilizara un sistema de tratamiento a gran escala, que se puede instalar con un descontaminador de agua, el sistema incluido es un sistema de colección, un sistema de tratamiento dual biológico aerobio.

Los parámetros del sistema son:

Dos tanques de aereación:

Tamaño:	6,000 galones
Flujo:	13,500 gal/día
Vel. aire:	20 ft/min

La descarga debe ser constante reduciendo al máximo las descargas fuertes.

Se eliminaran los sólidos y grasas que pudieran contenerse en el agua residual, a través de un barrido superficial en el tanque receptor primario, se facilitara la flotación de las grasas por aireación.

Neutralización: Se agregaran soluciones de carbonato de sodio, o de sosa a la corriente que contendra el agua residual (agua, ácido clorhídrico, otros).

Se agrega la cantidad suficiente de carbonato para obtener un pH entre 6 y 9. Esto es que la neutralización se llevara hasta el punto de equilibrio del anaranjado de metilo y a una velocidad controlada a fin de mantener el pH deseado. La neutralización no es instantánea y se requiere de un periodo de contacto que por lo general no sobrepasa los 5 minutos, por esta razón se añade, normalmente en el punto de succión de una bomba que descarga los vertículos ácidos, se considera también de hacer la neutralización en otra etapa, se corre el riesgo de dañar la tubería, así como los equipos posteriores al tratamiento. La cantidad de neutralizante a emplear dependerá del factor de basicidad del carbonato, o sosa necesaria para un litro del vertido. Al agregar la sosa se tiene la ventaja de que se producen compuestos solubles (NaCl) que no incrementan la dureza de las agua residuales.

Precipitación química: Se proporcionara una precipitación química que adecuara al efluente para un tratamiento biológico a base de lodos activados, ya que estos reducen de manera importante la carga orgánica del agua residual, se recomienda este sistema debido a que requiere una alta eficiencia de remoción.

Agregaremos hidróxido calcico ya que con esta sal se formara compuestos insolubles, que se pueden separar por decantación después de que se ha asentado el precipitado. De esta manera también se eliminara la dureza de bicarbonatos de calcio relativamente insoluble.

Lodos activados: La purificación biológica hace uso de bacterias que desdoblan los compuestos complejos en otros mas sencillos y estables, los productos finales normales son bióxido de carbono, agua, nitratos y sulfatos.

Se selecciona la descomposición aerobia porque en la descomposición anaerobia se requiere:

- Mayor inversión.
- Un depósito de mayor tamaño y cerrado.
- Espacio amplio dentro del terreno.
- Al ser un recinto cerrado, ofrece mayor dificultad para la limpieza, simple inspección visual, ya que el proceso ocurre dentro, además el control en caso de alguna alteración y tomar las medidas correspondientes es más difícil.

Mientras que en la descomposición aerobia se requiere:

- Área pequeña.
- Los lodos secundarios se digieren mejor.
- Es más fácil observar el proceso y controlarlo.

Para la descomposición aerobia se llevará acabo el metabolismo y síntesis celular de los microorganismos presentes. El proceso se llevara acabo en presencia de exceso de oxígeno disuelto.

El agua permanecerá en el digestor aproximadamente 24 hr. Se hará pasar el aire a través del agua, esta desarrolla una suspensión bacteriana que da origen a la descomposición aerobica. El factor en el dimensionamiento de estos tanques será dado por el DBO y la carga.

El aire necesario se abastecerá por medio de ventiladores centrífugos. El sistema difusor será a través de una tubería perforada.

En este proceso se obtendrá una eficiencia del 95%. En caso de desear una mayor eficiencia se debe aumentar la concentración bacteriana, pero se tiene el inconveniente de que requerirá una mayor cantidad de aire.

En estos métodos de purificación se generan lodos, que serán eliminados del agua tratada antes de la descarga final.

Se tendrán aspas que moverán la materia sedimentada hacia un punto central para eliminarlos.

En los lodos activados parte del agua que ha sido degradada se recircula y se mezcla con el agua residual cruda que penetra al tanque de aereación.

Sedimentación y secado de Lodos: Para la descomposición de los lodos húmedos se contará con tanques cerrados de concreto que proporcionarán un tiempo de retención entre 25 y 60 días a una temperatura de 36°C aproximadamente.

Se reducirá el volumen de los lodos a pequeños volúmenes de cenizas, que estén libres de materia orgánica y por lo tanto serán fácilmente eliminables por combinación de desecado en caliente e incineración.

Después del secado, el gas que contiene partículas de lodos, normalmente pasara por ciclones de separación donde los lodos se separarán de los gases húmedos.

Los lodos secos se podrán usar como fertilizantes acondicionadores de suelo.

Agua tratada: Finalmente, se hará una cloración con el objetivo de controlar casi todos los posibles crecimientos biológicos del agua.

El agua tratada según lo anteriormente descrito, será empleada una parte de esta para el riego de áreas verdes y sanitarios, el agua restante será descargada al drenaje.

Análisis del Agua tratada.

El método ASTM D 1293 determina la prueba del pH del agua industrial y de desecho, cubre la determinación del pH a través de un procedimiento electromecánico que usa un electrodo de vidrio. El método junto con su apéndice proporciona una exposición exhaustiva del aparato usado.

DBO: Diluir la muestra con agua saturada de oxígeno y analizar el oxígeno disuelto en la mezcla después de un periodo de incubación (generalmente de 5 días a 20°C). Este método es conocido como método de dilución.

Método indirecto de oxígeno. Mide el oxígeno que consume una muestra que se mantiene bajo una atmósfera de aire en oxidación dentro de un sistema cerrado, donde la temperatura y la agitación se mantienen constantes. El consumo de oxígeno se determina midiendo la reducción del volumen de gas o el cambio en la presión bajo condiciones de volumen constante.

DQO: Es un parámetro que estima la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua por medio de una población microbiana heterogénea. La velocidad de reacción está regida por la población de microorganismos y la temperatura.

Proporciona una medida del oxígeno equivalente a la porción de la materia orgánica en una muestra que es susceptible a oxidarse debido a un químico poderoso.

El método del reflujo de dicromato tiene ventajas sobre otros oxidantes, pues tiene un gran poder de oxidación y aplicación a un gran número de muestras, además de su fácil manipulación.

Carbón orgánico total (COT): Mide todo el carbón presente susceptible de ser convertido en CO₂ a determinada temperatura.

El carbón orgánico que no responde a las pruebas de DBO o DQO es medido con la prueba de carbón orgánico total. Los métodos de COT utilizan calor y oxígeno, radiación ultravioleta, oxidantes químicos combinaciones de estos oxidantes para convertir el carbón orgánico a dióxido de carbono.

Medidas de concentración de contaminantes en aguas residuales:

Con objeto de definir los programas y métodos que se seguirán en la caracterización de las aguas residuales, es necesario: Información del proceso, información sobre la industria en general, materias primas, intermedios y productos finales, diagramas de flujo de la operación, identificación de la descargas de residuos líquidos.

Medición del gasto: Los procedimientos y dispositivos de medición comúnmente usados en las instalaciones industriales son:

- Medición en conductos abiertos.
- Medición en conductos cerrados: tuberías completamente llenas.

Programa de muestreo: El programa de muestreo consiste en la obtención de muestras representativas del flujo que se va a caracterizar, de acuerdo con los objetivos del análisis.

El establecimiento del programa de muestreo requiere del seguimiento secuencial de los siguientes pasos:

1.- Definición de objetivos de la caracterización.

- Evaluación de niveles de referencia y tendencia de cambio de la calidad del agua.
- Vigilancia del cumplimiento de las normas de calidad del agua.
- Determinación de la aceptabilidad de un agua para uso específico.
- Evaluación de los posibles efectos dañinos de los efluentes de aguas residuales.

2.- Selección de parámetros.

Los parámetros de medición deberán responder a los objetivos del análisis.

3.- Establecimiento de los sitios de muestreo.

- Planta industrial: sitios de muestreo determinados por los procesos de interés (sus entradas y salidas).
- Los criterios generales para ubicar sitios de muestreo en ríos son los siguientes:
 - Evitar tomar muestras cerca de la superficie, fondo u orilla.
 - La introducción de sedimentos o aceites no representativos.
 - Las muestras deben tomarse por lo menos 30 cm bajo la superficie y a 30 cm del fondo.

4.- Frecuencia de muestreo.

- La frecuencia de muestreo depende básicamente de las posibles variaciones temporales de calidad en los efluentes.

- Toma y preservación de muestras. Puede hacerse al azar o en forma de muestras compuestas.
- Volumen de muestras al azar: un litro, muestras compuestas: mínimo de dos litros, con muestras individuales de 200 ml/hr y de 25 ml/cada 3 a 5 min.

Los métodos de preservación tienen por objeto retardar la actividad biológica, retardar la hidrólisis de los compuestos y complejos químicos y disminuir la volatilidad de los compuestos.

Los métodos de preservación generalmente se limitan al control del pH, adición de compuestos químicos, refrigeración y congelación.

Los tratamientos a seguir son: sedimentación, tratamiento biológico, igualación, separación de grasas y aceites, determinación de DBO, sólidos suspendidos, determinación de metales y determinación de DQO.

Las violaciones a las preceptos de las disposiciones se hacen acreedores a una o más de las siguientes sanciones:

- 1) Multa o equivalente de 20 a 20,000 días de salario mínimo.
- 2) Clausura temporal o definitiva, parcial o total.
- 3) Arresto administrativo hasta por 36 horas.

Pero así también hay que pagar el derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales ya sea en forma permanentes, intermitente o fortuita, ya sea por m³ de descarga o por Kg de contaminante en el agua de descarga.

Una tabla de Valores Máximos permisibles de sustancias tóxicas en cuerpos de agua se da a continuación:

Valores máximos permisibles de sustancias tóxicas
en cuerpos de agua (mg/l)

Parámetro	DA	DI	DIJ	DIII
Arsénico	0.05	0.05	1.0	5.0
Bario	1.0	1.05	5.0	---
Boro	1.0	1.0	---	2.0
Cadmio	0.01	0.01	0.01	0.005
Cobre	1.0	1.0	0.1	1.0
Cromo hexavalente	0.05	0.05	0.1	5.0
Mercurio	0.005	0.005	0.01	---
Plomo	0.05	0.05	0.10	5.0
Selenio	0.01	0.01	0.05	0.05
Cianuro	0.2	0.2	0.02	---
Fenoles	0.001	0.001	1.0	---
Saam	0.05	0.5	3.0	---
Estractables con cloroformo	0.15	0.15	---	---
DDT	0.042	0.042	---	---
Heptacloro	0.018	0.018	---	---
Heptacloro epóxico	0.018	0.018	---	---
Lindano	0.056	0.056	---	---
Metoxicloro	0.035	0.035	---	---
Fosfatos orgánicos con carbamatos	0.10	0.10	---	---
Herbicidas totales	0.10	0.10	---	---
Radioactividad Beta (pcuri/l)	1.0	1.0	1.0	---
R. Radio 226 (pcuri/l)	3	3	3	---
R. Estroncio (pcuri/l)	10	10	10	---

Tabla No. 84 "Valores máximos permisibles de sustancias tóxicas en cuerpos de agua"

P.4 ADA plantas. Una opción.

¿Qué es?

El sistema ADA/Plantas es un sistema de la familia ADAX que viene a constituir el primer programa para microcomputadoras IBM PC y compatibles que se ofrece en el mercado de la ingeniería sanitaria y ambiental en México y América Latina. El ADA/Plantas es un sistema de cómputo para el diseño preliminar de plantas de tratamiento de aguas residuales provenientes de ciudades o industrias. También, este sistema, con la utilización de plantillas de diseño adecuadas, puede ser utilizado para el diseño de plantas potabilizadoras de agua y en general para el diseño de cualquier planta que este compuesta por un tren de reactores (procesos unitarios) químicos, físico-químicos o biológicos o la combinación de todos.

El sistema ADA/Plantas es el primer sistema "abierto" en contraposición a otros similares, en los Estados Unidos de América que son "cerrados". Se dice que el Sistema es abierto cuando el usuario puede dar de alta, de bajo o modificar, de acuerdo a sus necesidades todos los procesos unitarios y precios de los mismos sin necesidad de tener que modificar el código fuente del programa. En los sistemas "cerrados" no se puede hacer cambios a los algoritmos de cálculo de los procesos unitarios ni tampoco en los precios de materiales o equipos en forma individual y selectiva,

¿Para qué sirve?

Por primera vez en México se ofrece una herramienta en español y en el sistema métrico decimal que permite a ingenieros consultores, ingenieros y autoridades municipales, fabricantes de plantas y equipos de tratamiento de agua y personas dedicadas a la planeación y evaluación financiera de proyectos regionales, hacer diseños preliminares de plantas de tratamientos de aguas residuales que les permitan tomar decisiones en cosa de minutos a costos casi despreciables. Anteriormente resultaba costoso y tardado hacer las evaluaciones de alternativas de tratamiento, que en todos los casos resulta indispensable antes de decidir respecto al proceso de tratamiento y nivel de remoción de contaminantes de un agua residual determinada.

Con el sistema ADA/Plantas, el usuario puede hacer análisis y evaluación de costos de construcción, operación y mantenimiento para un sin número de trenes de tratamiento que en todo caso puedan cumplir con las características del efluente que se requiera; así que resultará muy sencillo comparar un sistema de lodos activados con aereación mecánica o con aereación por difusión con un tratamiento biológico de biodiscos o de filtros rociadores. Una vez hechas las corridas de estos cuatro trenes de tratamiento imprimir los resultados de cada proceso unitario, de la calidad del efluente de la planta y de los precios unitarios globales de materiales, mano de obra y equipo.

Además de hacer el tipo de análisis por sistema de tratamiento el ADA/Plantas resulta invaluable para hacer el análisis comparativo y construir curvas de costos de construcción, operación y mantenimiento para diferentes porcentajes de remoción de contaminantes. Este trabajo, normalmente toma de dos a cuatro semanas de un ingeniero sanitario con experiencia y conocimientos, mientras que con el ADA sólo le tomaría, al mismo ingeniero de 20 a 30 minutos con todo y sus reportes de impresión.

¿Qué información contiene el sistema ADA/Plantas?

El paquete ADA viene con toda la información necesaria para hacer un sin número de combinaciones de trenes de tratamiento. En total se cuenta con 34 plantillas de cálculo de otros tantos procesos unitarios, tanto físicos, químicos como biológicos incluyendo estaciones de bombeo de agua negras. También se incluye en el paquete un total de más de 450 precios unitarios globales.

¿Cómo funciona?

El procedimiento de cálculo es sencillo, primero se da de alta el nombre de la planta que se va a construir y a diseñar, posteriormente se pasa a la opción "Diseño" del ADA y se empieza a construir el tren de tratamiento deseado haciendo una simple transferencia de los procesos unitarios que formarán el tren. A continuación se introducen los siguientes datos del influente: Demanda bioquímica de oxígeno, Gasto máximo, medio y mínimo y el porcentaje de remoción de la DBO, tecla <F9> y ADA empieza todo el proceso de cálculo, en un momento se tendrán todos los resultados del tren y sus procesos, cantidades de obra y presupuesto.

Capacidades adicionales.

En el sistema ADA/Plantas es posible construir y calcular plantas con recirculación de flujo a cualquier otro proceso unitario. Esta situación es común en procesos biológicos como los lodos activados o filtros rociadores. También el sistema ADA permite integrar trenes de tratamiento derivados de un proceso determinado. Esta operación es tan sencilla como la simple acción de declarar aquellos procesos unitarios que pueden tener efluentes recirculables y que pueden derivar otro tren de tratamiento. Esta aplicación es común cuando se trata de trenes para tratamiento de lodos producidos de sedimentadores y sistemas biológicos.

Otra capacidad del ADA/Plantas es la que el usuario tiene la opción de selección manual o automática de tamaños comerciales de las unidades en función de los tamaños disponibles comercialmente.

Liga con el sistema Opus.

El análisis de precios unitarios que el sistema ADA requiere para el costeo de las plantas de tratamiento puede hacerse desde el mismo ADA en cinco partes o componentes. Materiales, Mano de obra, Equipo y herramienta, Auxiliares y Otros. Sin embargo, el ADA cuenta con la gran capacidad de leer archivos de precios unitarios hechos con el sistema OPUS de precios unitarios. El sistema OPUS, es el mejor y probablemente el de mayor venta en México. Esta situación permite que el usuario de ADA tenga la posibilidad de refinar el cálculo del costo de una planta con mayor detalle que cualquier otro, al tener el precio exacto de los conceptos de obra que contienen las plantillas de cálculo de los procesos unitario.

Procesos unitarios incluidos en el sistema:

Pretratamiento:

- 1.- Cribado con limpieza manual.
- 2.- Cribado con limpieza mecánica.
- 3.- Desarenador de canal (flujo horizontal).
- 4.- Desarenador con aereación.
- 5.- Vertedor suto y proporcional.
- 6.- Desmenuzado.

Tratamiento Primario:

- 7.- Clarificadores primarios rectangulares.
- 8.- Clarificadores primarios circulares.
- 9.- Flotación inducida.
- 10.- Coagulación-floculación.

Tratamiento Secundario:

- 11.- Lodos activados (convencional aereación por difusores).
- 12.- Lodos activados (convencional aereación mecánica).

- 13.- Lodos activados (aereación extendida mecánica).
- 14.- Zanjias de oxidación.
- 15.- Filtros biológicos.
- 16.- Biodiscos.
- 17.- Lagunas facultativas con aereación mecánica.
- 18.- Lagunas aerobias con aeración mecánica.
- 19.- Lagunas anaerobias.
- 20.- Lagunas facultativas.
- 21.- Lagunas aerobias (oxidación).
- 22.- Clarificadores secundarios rectangulares.
- 23.- Clarificadores secundarios circulares.

Tratamiento de Lodos:

- 24.- Digestión aerobia (aereación mecánica).
- 25.- Digestión anaerobia.
- 26.- Espesadores por gravedad.
- 27.- Espesadores por flotación.
- 28.- Desaguado (filtros prensa).
- 29.- Desaguado (centrifugación).
- 30.- Desaguado (lechos de secado).
- 31.- Desaguado (lagunas de lodos).
- 32.- Acarreo de lodos y relleno sanitario.

Bombeo de aguas negras:

- 33.- Bombeo de aguas crudas.
- 34.- Bombeo de lodos primarios y secundarios.

Tratamiento terciario:

- 35.- Filtración en medio granular.

Desinfección

- 36.- Cloración (tanque de contacto y req. de cloro).

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Uno de los principios que nos fijamos para el desarrollo de esta tesis fue el mantener la calidad a través de todo el desarrollo del proyecto, lo que involucro:

- Terminar el proyecto con responsabilidad.
- Haberse involucrado en él.
- Desarrollar el proyecto correctamente y ejecutarlo en el costo y tiempo establecido.

En el desarrollo de un proyecto en una firma de Ingeniería debe tomarse en cuenta: cual es la contribución del proyecto al negocio, ejecutar el proyecto en el costo previamente estimado, terminar el proyecto en el tiempo contratado sin rebasar las horas hombre estimadas y realizar la ingeniería con Calidad.

En este trabajo de Proyectos se cumplió todo lo anterior para lo cual se llevó un control estricto para vigilar el tiempo, el costo y la calidad, pero no por separado sino como un todo, dentro de los límites razonables.

Al inicio del proyecto se tuvo un programa que abarcó: objetivos, responsabilidad del departamento de Ingeniería (nosotros), visión, misión y plan de trabajo.

En este programa están todas las actividades a realizar y con ello se permitió vigilar el tiempo de ejecución de las mismas y prever las medidas necesarias para corregir cualquier situación que pueda demorar el cumplimiento de calidad-costo-tiempo.

Para controlar el tiempo se elaboró una curva de avance con lo cual se puede establecer el porcentaje de avance de los documentos del proyecto y permite visualizar la situación actual del proyecto por comparación con la curva programada.

Para el control de calidad, se contó con listas de verificación y especificaciones generales de diseño y procedimientos del proyecto.

Otro punto que fue importante para el desarrollo del proyecto es la organización de nosotros para elaborar el trabajo.

El trabajo realizado se trata de asemejar a la actividad de la Ingeniería de proyectos realizada en el campo de trabajo, la cual es una actividad base para el desarrollo tecnológico de nuestro país, que propicia la participación de una gran diversidad de especialistas de Ingeniería y administración, así como de técnicos, obreros y toda aquella persona involucrada desde que nace una idea de proyecto hasta que una planta sea construida y puesta en marcha.

En nuestro país la Ingeniería de Proyecto debe seguir creciendo tomando como base los tres conceptos básicos: *Calidad-Costo-Tiempo*; ya que actualmente con el Tratado de Libre Comercio se tomarán en cuenta conceptos como: productividad, costos, competitividad y Calidad.

Para concluir, consideramos que esta Tesis puede ser una buena guía para los estudiantes de Ingeniería de Proyectos de esta querida Facultad, pues además de que los documentos que se presentan cubren el 80% del curso, se presenta una bibliografía extensa a donde el estudiante puede referirse para obtener mayor información; así mismo se da el nombre de diversas dependencias o institutos, gubernamentales o privados a donde el interesado puede dirigirse.

Realmente nos sentimos orgullosas del trabajo realizado durante todo este año y de la oportunidad que hemos tenido de enriquecernos como profesionistas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

PLANTA PRODUCTORA DE
CLORURO DE VINILO
COMPLEJO INDUSTRIAL
PAJARITOS, VER.

General

- 1.- "La planta Química"
Ralph Landau.
CECSA. México.
- 2.- "Chemical Engineerig Plant Design"
Vilbrandt & Dryden.
McGraw-Hill Book Co. N. York
- 3.- "Projet Engineering of Process Plant"
Howard. F. Rase & Barrow
John Wiley & Sons, Inc. N. York
- 4.- "Applied Process Design for Chemical and
Petrochemical Plants" Vol, 1
Ernest E. Ludwing
Gulf Publishing Co. Houston, Texas,
- 5.- "Administración de los Sistemas de Producción"
Velázquez Mastreta
Limusa. México
- 6.- "Plant Design & Economics for Chemical Engineers"
Max S. Peters
McGraw Hill Book Co. N. York.
- 7.- "Método del Camino Crítico"
Catalytic Construction Co.
Ed. Diana México
- 8.- "Manual del Ingeniero Químico"
Perry
McGrow-Hill

- 9.- "Compresores selección uso y especificación"
Richard W. Greene
Mc-Grow Hill
- 10.- "Bombas, selección uso y especificación"
Richard W. Greene
Mc-Grow Hill
- 11.- "Flujo de Fluidos"
Crane
Mc- Grow Hill
- 12.- "Ley general del equilibrio ecológico
y protección al ambiente"
- 13.- "Ley federal del trabajo"
- 14.- "Operaciones de separación por etapas de
equilibrio en Ingeniería Química"
Henley & Seader
- 15.- "Descripción del desarrollo de proyectos
tanto de Ingeniería de básica como de detalle"
López Bernal José Issac
Tesis, Fac. Química 1980.
- 16.- "Design for Chemical and Petrochemical Plant"
Ernest E. Ludwing
Gulf Publishigg 1980.
- 17.- "Descripción de las diversas etapas de un proyecto"
Rodríguez Montaña Raúl
Tesis, Fac. Química 1983
- 18.- "Desarrollo de la Ingeniería de Proyecto"
Nieto Obregón Juan G
Tesis, Fac. Química 1985

Evaluación Tecnológica

- 1.- "Enciclopedia tecnológica del PVC"
- 2.- "Ingeniería de Proyectos para plantas de proceso"
H.F. Rase & M.H. Barow
CECSA. México.
- 3.- Vynyl Chloride an PVC Manufacturs
Marshall Sittig
Mayes Date Cor. U.S.A.

- 4.- Vinyl Chloride
Yu-Ren Chin & Kenneth E. Lunde
Process Economics Program.
- 5.- "Manufactura de PVC"
Vega Montes José
Tesis. FQ. 1973
- 6.- "Estudio de los procesos de obtención de VCM"
García Cueto José Luis
Tesis. FQ. 1962
- 7.- "Anteproyecto para la instalación de una planta
productora de cloruro de vinilo en la República Mexicana"
Magidin Matluk Luis
Tesis, Fac. Química 1962
- 8.- "Estudio de inovaciones tecnologicas en los procesos de
obtención de cloruro de vinilo"
Vega Montes José Miguel
Tesis, Fac. Química 1973.
- 9.- "Projet Evaluation"
Valle-Riostra
Mc-Graw Hill 1983
- 10.-Hydrocarbón Processing
March 1979, pp 80-88
Nov 1981, pp 235-237
Nov 1975, pp 214-217
Nov 1983, pp 155-157
- 11.-"Vynyl Chloride Monomer by
Balanced Ethylene
Clorination and oxyclostinación
process". pp 195-199. 1973
- 12.-"Altemative route for VCM"
Process Eng. P 9 F 79
- 13.-"El proyecto industrial y su viabilidad"
Cabre Parra José Luis
Tesis. Fac. Química 1983
- 14.- "Los documentos de patentes como fuentes
de información tecnológica industrial"
Rodríguez Perez Rafael
Tesis, Fac. Química 1989

Estudio de Mercado y localización de la planta.

- 1.- Vilchis Borja Enrique
Manufactura de PVC su economía.
Tesis. Fac. Química. Salle 1991
- 2.- Anuario estadístico de PEMEX 1992
- 3.- Anuario estadístico del ANIQ 1992
- 4.- Memorias de Pemex 1991-1992
- 5.- Boletín ANIQ. Dirección de secciones
Agosto 1993
- 6.- Petrochemical Data Handbook
1992. U.S. edition
- 7.- Estadísticas de importación.
Asociación Nacional de la Industria
Química A.C.
Dirección de comercio exterior
- 8.- Petroquímica 90
Secretaría de Energía Minas
e industria paraestatal
Comisión petroquímica Mexicana
Número 17
- 9.- Chemical Industry statistical Handbook
1991 Chemical Manufacturers Association
- 10.- Indicadores económicos del Banco de México
bpl. primer trimestre 1993
- 11.- "Guía de importación y exportación de productos
químicos"
Lara Fernandez Irma Gabriela
Tesis, Fac. Química 1992
- 12.- "Evaluación económica de una nueva planta para la
obtención de cloruro de vinilo"
Dominguez Gomez Manuel
Tesis, Fac. Química 1973

- 13.- "Recomendaciones para la localización de plantas químicas en América Latina"
Pacheco Fernandez Emilio
Tesis, Fac. Química 1974

Información Directa:

- INEGI
- Comisión Nacional del agua.
- Instituto de geografía (UNAM).
- Instituto de geología (UNAM).

Bases de Diseño

- 1.- "Instructivo para elaborar las Bases de Diseño"
Instructivos Internos de Trabajo
Instituto Mexicano del Petróleo
México 1974.
- 2.- "Ingeniería Básica para una planta procesadora de Savila"
Tesis de Maestría . Pgr. FQ:
- 3.- "Structure and Organization of an Industrial Project"
H.D. Frenkel
Industrial Plannings & Engineering Company

Información Directa:

- Observatorio Nacional de México.
- Comisión Nacional del agua.
- Instituto de geografía (UNAM).
- Instituto de geología (UNAM).

Criterios de Diseño

- 1.- "Instructivo para elaborar los criterios de Diseño"
Instructivos Internos de Trabajo
Instituto Mexicano del Petróleo
México
- 2.- "Diseño de Equipos II"
Cuadernos de Postgrado, Tomo 22
Facultad de Química
México 1986

- 3.- "Enciclopedia of Chemical Technology"
Rymond. E. Kim & Donald F. Othmer
- 4.- "Manuales de Diseño de equipo"

Diagrama de Flujo de Proceso

Balances de Materia y Energía

Lista de Equipo

Descripción del proceso

- 1.- "Instructivo para elaborar el Diagrama de Flujo
Proceso e información complementaria"
Instructivos Internos de Trabajo
Instituto Mexicano del Petroleo
México 1974
- 2.- "Manual del Simulador CHEM- CAD. Versión 2.3"
- 3.- "Oxygen gives low cost VCM"
W.E. Wimer & R.E. Feather
Hydrocarbon Processing
March 1976. pp 81
- 4.- "Air or oxygen for VCM"
Peter Relch
Hydrocarbon Processing
March 1976. pp 85
- 5.- "Vinyl Chloride Monomer"
R.W. McPherson, C.M. Stark & G.J. Fryar
Hydrocarbon Processing
March 1979 pp 85

Hojas de datos

- 1.- Código TEMA
- 2.- Código ASME
- 3.- Todos los códigos dictados en las bases de diseño

- 4.- "Simulación de un reactor de Oxidación de etileno"
R.A. Gonzales
Tesis. Postgrado Facultad de Química
Ingeniería Química No. 26
- 5.- "Heat Exchangers, Selection, design and construction"
G.B. Logmand
Scientificand Technical (1988)
- 6.- "Handbook of process Equipment"
Louisiana Chemical Equipment Co.
U.S. 1992
- 7.- "Chemical Process Equipment"
Selection and desig
Butterworth, Stanley M. Walas
U.S.A. 1990
- 8.- "Chemical Reactor Design for process plants"
Rase, Howard Vol II
Wiley Interscience.

Diagrama de Servicios Auxiliares Requerimiento de Servicios Auxiliares y Agentes químicos

- 1.- "Instructivo para elaborar el Diagrama de Servicios auxiliares"
Instructivos Internos de Trabajo
Instituto Mexicano del Petroleo
México 1974.
- 2.- "Instructivo para elaborar las hojas de requerimientode servicios auxiliares y agentes químicos"
Instructivos Internos de Trabajo
Instituto Mexicano del Petroleo
México 1974.

Diagrama de tubería e instrumentación

- 1.- Código ISA
- 2.- Estándares
- 3.- "Ingeniería de detalle en la instrumentación de una planta"
Ortega Osorio Gonzalo
Tesis, Fac. Química 1991
- 4.- "Sistemas de instrumentación y control en hornos de pirólisis"
Urrutia Sánchez Alejandro
Tesis, Fac. Química 1985
- 5.- "Criterios heurísticos aplicados al diseño de tuberías"
Rivero Rodríguez Ricardo
Tesis, Fac. Química 1985

Plano General de Localización de Equipo

- 1.- "Engineer Guide to Proces Plant"
Frederic F.
Chem. Eng.
Julio 1969 pp 120
- 2.- Che. Eng.
Julio 1970 pp 122
- 3.- Hidrocarbon Proces.
Julio 1980. pp 183
- 4.- Chem. Eng.
Mayo 23 1988 pp 130
- 5.- Chem. Eng.
Mayo 8 1978 pp 191
- 6.- Chem. Eng.
Julio 4 1977 pp 123

- 7.- Chem. Eng.
Agosto 15 1977 pp 153
- 8- Chem Eng.
Sep 15 1977 pp 169
- 9.- Chem. Eng.
Nov 7 1977 pp 93
- 10.- "Diseño del plano de localización general
de equipos en plantas de proceso"
Castro Morales Javier
Tesis, Fac. Química 1983

Sistema de desfogue

- 1.- "Size relief valves sensibly"
A.K. Coke
Chemical Engineering Progress
August 1992, pp 20
- 2.- "Design alternatives components key
to optimum flares"
Oil gas, Journal
No 23 1992, pp 770
- 3.- "Safety, noise and emissions elements
round about flare guidelines"
Olavo, Cunha, Leite
Oil gas Journal
Dec. 7 1992 pp 68
- 4.- API RP-520,
"Recommend practice for the design
and installation of pressure-relieving
systems in refineries"
American Petroleum Institute
New York, 1960
- 5.- "How to design pressure relief systems"
John S. Rearick
Hydrocarbon Processing
August 1969, part I, pp 104
Sept. 1969, part II, pp 161

- 6.- "Safety "
Chemical Engineering Progress
August 1992 pp 19

- 7.- "Diseño de sistemas de Desfogues y cálculo
de válvulas de seguridad"
Juan Jose Rodríguez Marín
Instituto Mexicano del Petróleo

- 8.- "API Guide for the inspection of refinery
equipment, Chapter XVI,
Pressure - relieving device

- 9.- "Criterios técnicos para el diseño de sistemas
de desfogues de efluentes gaseosos"
Solís García Jesús
Tesis, Fac. Química 1984

- 10.- "Diseño y evaluación de incineradores de
desechos sólidos"
Rodríguez Gutiérrez José
Tesis, Fac. Química 1987

- 11.- "Sample calculation for sizing a flare stack"
Guide for Pressure Relieving and
depressuring systems
API, appendix A.

- 12.- "Simplified flare system sizing"
Soen H. Tan
Hydrocarbon Processing
October 1987, vol 46 No. 10 pp 149

- 13.- "Relief system optimization"
H. Simon and S. Thomson
Chem. Engin. Progress
May 1972, vol 68 No. 5, pp 52

- 14.- "Flare stacks"
Equipment design handbook
pp 166

Seguridad de la planta

- 1.- NFPA. National Fire Protection Association
- 2.- "Seguridad e Higiene Profesional"
Jose M. de la Poza
Parainfo
Madrid
- 3.- Vinyl Chloride an PVC Manufacturs.
Pollution Control
Marshall Sittig
Mayes Date Cor. U.S.A.
- 4.- Enciclopedia Toxicológica
Ed. Utero
Madrid, España
- 5.- Manual del Curso de Prevención de accidentes
Sandox de México
- 6.- "Ingeniería de proyecto en un sistema
de protección contra incendio"
Navarrete Morales Enrique
Tesis, Fac. Química 1993
- 7.- "Medio ambiente y desarrollo en Coatzacoalcos"
Toledo A
Centro de ecodesarrollo, México 1988
- 8.- "Medio ambiente y desarrollo en Coatzacoalcos,
las aves"
Centro de ecodesarrollo, México 1986
- 9.- "Medio ambiente y desarrollo en Coatzacoalcos,
la vegetación"
Centro de ecodesarrollo, México 1986
- 10.- "Manifestación de impacto ambiental en la modalidad
general"
Consortio Interamericano de Ingeniería y Diseño
- 11.- "Proyecto de ordenamiento ecológico general del
territorio del País"
SEDESOL, UNAM, Instituto Nacional de Ecología, 1992

- 12.- "Manifestación del impacto ambiental de el sistema de descarga y almacenamiento de compuestos de tetraetil de México en Pajaritos, Ver.
DUPONT
- 13.- "Regulación y gestión de Petroquímica en México enmarcados en el contexto internacional"
Ing. Jesús López Olvera
Series Monográficas No. 1
SEDESOL.

Especificación de los efluentes de la planta

- 1.- "Manual de Aguas Industriales"
American Society for testing and Materials
Limusa. México
- 2.- "Chemical Hazards at Wastewater treatment plants"
Ruth ann Buzzi
Lewis Publishers
U.S.A. 1992

Estimado de inversión

- 1.- Vinyl Chloride
Yu-Ren Chin & Kenneth E. Lunde
Process Economics Program.
- 2.- "Guía de Evaluación de Proyectos de Inversión"
Ing. Jose Agustín Texta M.
Ing. Manuel López Ramos
Ing. Roberto Jimenez C.
Instituto Mexicano del Petroleo
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
México 1985
- 3.- "Control de Costos de Equipo y materiales de un proyecto"
Ing. Jorge Alejandro Avella Martínez
Ing. Agustín Texta Mena
IMP

4.- "Evaluación de Proyectos de inversión"
Criterios de evaluación suponiendo incertidumbre

Consultas

No. consulta	Nombre	Dependencia
1	ING. Alejandro Anaya Durand	Fac. Química - IMP
2	ING. José Agustín Texta Mena	Fac. Química - IMP
3	ING. Arturo López Torres	Fac. Química - PEMEX
4	ING. Arturo López Núñez	Fac. Química
5	ING. Humberto Rangel Davalos	Fac. Química - IMP
6	ING. Hermenegildo Sierra Martínez	Fac. Química - IMP
7	ING. Celestino Montiel Maldonado	Fac. Química
8	ING. Juan Carlos Navarrete	IMP
9	ING. Enrique Morales	IMP
10	ING. Casto Melgarejo Bandala	IMP
11	ING. Alejandro Villalobos Hiriart	Fac. Química - PEMEX
12	LIC. Alfonso Wehber Quintanar	Grupo EPI
13	ING. Arturo Trujillo Gonzalez	Sandbox de México
14	ING. Manuel Audry Pineda	Comisión Nacional del Agua
15	M.C. Adriana Pineda	SEDESOL
16	ING. Juan Carlos Vargas Balderas	ANIQ