



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**GENERACIÓN DE MODELOS
TRIDIMENSIONALES UTILIZANDO SOFTWARE
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA DE
PROYECTOS. PLANTA DE POLIESTIRENO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA QUIMICA

P R E S E N T A :
MARIZA TECUANHUEY LOZADA



MEXICO, D. F. **EXAMENES PROFESIONALES**
FACULTAD DE QUIMICA

2005

m 349269



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

JURADO ASIGNADO

Presidente
Vocal
Secretario
1er suplente
2do suplente

Prof. José Antonio Ortiz Ramírez
Prof. Humberto Rangel Dávalos
Prof. Pedro Roquero Tejeda
Prof. Ernesto Rivera García
Prof. Ramón Ramírez Martinell

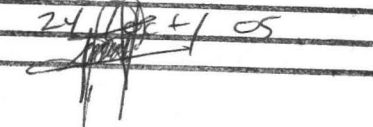
SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD DE QUÍMICA

Asesor del tema



I.Q. José Antonio Ortiz Ramírez

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Mariza Tecuanhuey Lozada
FECHA: 24/08/05
FIRMA: 

Sustentante



Mariza Tecuanhuey Lozada

ÍNDICE

Introducción.....	1
Alcance y objetivos	2
1. Antecedentes.....	3
2. Plataformas	5
3. Ingeniería de proyecto	6
3.1 Proceso	7
3.1.1 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI)	7
3.1.2 Especificación y lista de equipo	8
3.2 Diseño de tuberías	17
3.2.1 Especificación de tuberías	19
3.2.2 Distribución de equipo. Plot Plan.....	20
3.2.3 Índice de líneas	21
3.2.3.1 Servicio.....	21
3.2.3.2 Especificación (Spec).....	22
3.2.3.3 Diámetro (Diam).....	22
3.2.3.4 Número de Línea	23
4. Generación de modelos tridimensionales	33
4.1 Equipos de proceso	33
4.1.1 Bombas	35
4.1.2 Tanques atmosféricos	36
4.1.3 Centrifuga, secador, filtros, extrusor, tolvas.....	38
4.1.4 Boquillas.....	39
4.2 Arreglos de tuberías.....	40
5. Generación de documentos entregables	44
5.1 Documentos en dos dimensiones (2D).....	45
5.2 Documentos en tres dimensiones (3D).....	56
6. Conclusiones.....	60
7. Bibliografía.....	62

Introducción

La carrera de Ingeniería Química impartida en la Facultad de Química reúne los conocimientos adquiridos por el alumno en una de sus materias terminales: “Ingeniería de Proyectos”,

Durante años, la materia de “Ingeniería de Proyectos” ha marcado a los ingenieros químicos egresados de nuestra Facultad sirviendo de catalizador en la elección del rumbo a tomar: ingeniería de proceso, producción, calidad, ventas, planeación, etc.

El plan de estudios de la materia de “Ingeniería de Proyectos” es cubierto desde hace algunos años siguiendo un caso de estudio, este plantea el desarrollo de la ingeniería básica de una planta de poliestireno, en donde se enseña al alumno como elaborar los documentos típicos de esta fase de la ingeniería.

La realización de esta tesis, consolidará el aprendizaje de dicha ingeniería básica y servirá como mecanismo para ilustrar de manera gráfica la ingeniería de detalle del proceso mediante la construcción de un modelo tridimensional (3D) de la planta o maqueta electrónica que permitirá al alumno visualizar lo siguiente:

- La descripción del proceso; ya que a través del modelo 3D es posible seguir fácilmente la ruta de la línea de los productos principales, secundarios y servicios auxiliares.
- El balance de materia es apreciado mas claramente gracias a la observación de la interacción entre los componentes involucrados en el proceso, siguiendo los mecanismos de transformación involucrados en las operaciones unitarias del proceso a través de paseos virtuales en la planta.
- Los listados de equipos y su dimensionamiento son resaltados gracias a la fácil identificación de la forma y tamaño de los equipos, además de permitir observar sus boquillas, soportes, instrumentos y características especiales.
- El arreglo general de equipo y tuberías con la localización y distribución de equipos, instrumentación básica y tuberías.

Alcance y objetivos

El principal objetivo de ésta tesis es generar una herramienta didáctica que permita

- al alumno: “visualizar el proceso de producción de poliestireno, resaltando las actividades críticas involucradas en el diseño de proceso y ejemplificando con la maqueta electrónica del proceso las características de equipos, accesorios, instrumentos y componentes misceláneos durante la elaboración de bases y criterios de diseño, descripciones de proceso, balances de materia, diagramas de flujo de proceso, listas de equipo, diagramas de tuberías e instrumentación, especificación de equipos, válvulas, instrumentos y análisis de riesgos realizados como parte del temario de ingeniería de proyectos”
- al profesor: “contar con una representación tridimensional a escala de la planta de poliestireno estudiada durante el curso mediante la cual sea posible resaltar la importancia de la definición de los documentos de bases y criterios de diseño adecuados para el arreglo “espacial” de equipos y componentes, así como para ejemplificar los diferentes componentes involucrados en la planta durante la elaboración de diagramas, especificaciones, arreglos y análisis del proceso típicamente realizados durante el curso de ingeniería de proyectos”.

Este trabajo de tesis no incluye ningún tipo de estudio de estructuras, soportería, equipo eléctrico y obra civil involucrados en la planta, centrandose completamente en el diseño de tuberías y su relación con el diseño del proceso y del sistema de la planta de poliestireno.

Toda la información del proceso empleada en esta tesis se obtuvo a partir de la ingeniería básica realizada en trabajos anteriores así como de la documentación generada durante el curso de ingeniería de proyectos.

1. Antecedentes

El diseño de tuberías de una instalación industrial involucra el arreglo y manejo de una gran cantidad de componentes (tuberías, codos, válvulas, tees, instrumentos, bridas, birlos, empaques, etc, llegando a alcanzar hasta 10 millones de componentes).

Los modelos tridimensionales representan una simulación espacial que corresponde fielmente a la realidad, generados con la finalidad de eliminar por completo choques o interferencias entre los diferentes componentes de la planta (tuberías, estructuras, charolas eléctricas, equipos, etc.) durante el desarrollo de la ingeniería para lograr de este modo la disminución de re-trabajos y retrasos en el programa durante la construcción de la planta.

A diferencia de las maquetas convencionales, preparadas durante las décadas de los 60s y 70s y de los modelos asistidos por computadora sin bases de datos generados en los 80s y 90s el modelo electrónico inteligente de tuberías inteligente permite extraer automáticamente los listados de materiales, arreglos de tuberías, isométricos, planos de elevaciones y planos de detalles constructivos, sin necesidad de recapturar ninguna información adicional, eliminando la introducción de datos en forma manual en cada uno de los documentos entregables y evitando errores de transcripción o captura por parte del diseñador.

Los primeros esfuerzos de modelado tridimensional únicamente resolvían el problema de la simulación de interferencias entre los componentes de la planta, sin embargo no proporcionaban ningún tipo de base de datos de los componentes dibujados.

Actualmente, gracias a los paquetes de diseño inteligente, todos los componentes manejados durante el diseño tridimensional inteligente son almacenados en bases de datos asociadas a objetos dentro del dibujo 3D.

Los componentes de proceso e instrumentación modelados en una maqueta electrónica inteligente son representados con todas sus dimensiones y características reales tanto de formas y tamaños como de boquillas y conexiones

cumpliendo éstas últimas con la especificación de materiales y equipo correspondiente al servicio y aplicación, de tal manera, que son integrados al sistema de tuberías, mediante los elementos de unión correspondientes cargados en la especificación de tuberías usada por el software de diseño.

El modelado electrónico inteligente de tuberías permite realizar de forma automática las uniones entre componentes del sistema (equipos, tubería, codos, tees, válvulas, instrumentos, etc) de acuerdo a especificaciones de ingeniería previamente cargadas en el software de diseño. Esta construcción del modelo tridimensional de tuberías está condicionada a la unión lógica de todos los elementos participantes en el proceso; componentes que se encuentran ligados con bases de datos que incluyen las dimensiones y formas reales, descripciones, pesos, cédulas, libraje y el resto de las propiedades típicas de cada componente (especificación de tuberías). La unión entre cada componente modelado en la maqueta electrónica se logra colocando empaques, birlos, soldaduras, empalmes roscados, etc. de acuerdo a la especificación de tubería seleccionada por el diseñador.

La generación automática de los listados de materiales de tuberías reducen el tiempo necesario para realizar el complemento de información requerida para obtener la mejor apariencia del documento entregable, además de que la base de datos permite obtener cuantificaciones de materiales considerando cualquier criterio selectivo como puede ser: diámetro, material, sistema o servicio, etc.

2. Plataformas

Bentley-Rebis AutoPLANT es una plataforma que modela en 3D, utilizando a AutoCAD como motor gráfico, en él se pueden crear y editar equipo mecánico, trayectorias y componentes del sistema de tuberías, sistemas eléctricos, instrumentación y estructuras, en un ambiente de tres dimensiones.

Existen otras plataformas como son PDS; de Intergraph, PDMS; de Chrystal Graphics, Plant Space; de Bentley. Todas las anteriores funcionan de manera similar y sobre el mismo principio, con la diferencia de que algunos se utilizan con motores gráficos distintos, tales como MicroStation, además de ser más amigables unos que otros y/o poseer bases de datos más robustas que van desde Access hasta Oracle dependiendo de la cantidad de componentes involucrados en la planta.

Todas las plataformas de diseño inteligente contienen una base de datos precargada de los equipos más utilizados en la industria, tales como bombas, tanques, cambiadores de calor, etc, en donde no es necesario dibujar los equipos desde primitivos, sino solo introducir sus medidas físicas generales sobre configuraciones estándares de forma y tamaño.

El paquete de AutoPLANT fue seleccionado debido a su capacidad y fácil manejo: siendo uno de los software mas adecuados para el modelado de una planta con las características de la aquí estudiada.

3. Ingeniería de proyecto

La Ingeniería de Proyecto establece las bases para incorporar recursos humanos, tecnológicos, materiales y financieros asignados en una organización temporal establecida con el propósito de llevar a cabo las diversas fases necesarias de ingeniería de instalaciones de acuerdo a un objetivo establecido.

Actualmente es una labor adicional del Ingeniero de Proyectos buscar la fusión de las técnicas tradicionales de control y ejecución de proyectos con las nuevas tecnologías de punta, entre las que destacan los modelos tridimensionales.

La generación de la maqueta tridimensional inteligente forma parte de la ingeniería de detalle y para poder iniciar su desarrollo, es necesario tener terminada la ingeniería básica de la planta, incluyendo el diseño de proceso (bases y criterios de diseño balance de materia y energía, diagrama de flujo de proceso, etc.) y el diseño del sistema (diagrama de tuberías e instrumentación, especificación de equipos de proceso, arreglo de equipos y filosofía de control entre otros).

La documentación básica necesaria para el modelado 3D de la planta incluye.

- Descripción de proceso
- Diagrama de tubería e instrumentación
- Listas de equipo
- Especificaciones de equipos
- Índice de líneas
- Arreglo de equipo
- Especificación de tuberías

Durante las siguientes secciones se presentará una breve descripción de las disciplinas y entregables típicos involucrados en el diseño de tuberías del proceso.

3.1 Proceso

Durante el desarrollo de la Ingeniería de Proceso se definen desde la secuencia de los equipos requeridos en la planta, operaciones unitarias involucradas, y balance de materia y energía hasta el dimensionamiento y especificación de equipos.

La definición de proceso se ve traducida en entregables típicos tales como diagramas de proceso, listas y especificaciones de equipo, etc.

3.1.1 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI)

El DTI corresponde a la fase de diseño del sistema, y es el documento medular de un proyecto ya que en él se incorpora información que será empleada por todas las disciplinas involucradas en el proyecto:

- Civil
- Eléctrico
- Tuberías
- Proceso
- Aire Acondicionado

En el DTI están representados de manera gráfica y detallada todos los equipos, líneas, accesorios, instrumentación y controles requeridos en las áreas de proceso y de servicio.

En el DTI se especifican la codificación o claves de los equipos, números de línea¹ e instrumentos, las características correspondientes al pre-dimensionamiento de los equipos así como los requisitos y condiciones específicas para el óptimo funcionamiento del proceso.

Este documento se realiza a partir del Diagrama de Flujo de Proceso, eliminando información como el cuadro de balance y complementándolo con los datos descritos en el párrafo anterior.

¹ En la sección 3.2.3, se explica detalladamente cómo se generan estos números.

3.1.2 Especificación y lista de equipo

Una parte fundamental dentro de la maqueta electrónica de cualquier proceso industrial son sus equipos.

Al igual que el diseño y especificación de los equipos involucrados en el proceso influyen directamente en la eficacia de la transformación de las materias primas en productos y en el aprovechamiento de la energía disponible en el sistema, su forma, tamaño y características morfológicas impactan directamente en el arreglo de equipo y en el diseño de tuberías.

La confiabilidad y veracidad de cualquier modelo electrónico tridimensional inteligente depende de:

- Información disponible de los equipos
- Criterios de diseño y arreglos de equipos
- Consideraciones y lineamientos de seguridad
- Interacción e interferencias interdisciplinarias

La información requerida para el modelado de equipos de proceso incluye:

- Tipo de equipo
- Forma física o configuración geométrica
- Capacidad
- Dimensiones generales; diámetros, longitud, largo, ancho, etc.
- Materiales
- Potencia de motores
- Boquillas generales

Para el caso de estudio analizado en esta tesis, se utilizará la información mostrada en las listas de equipo y características generales de equipos incluidas en las tablas presentadas en las siguientes páginas.

Lista de equipo

CLAVE DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
BD-101	1	Embarcadero de 215 ft de longitud, 20 pies de ancho
D-101 a D-103	3	Tanque de almacenamiento de estireno de 429,000 gal. D=45 ft, L=36 ft, de acero cubierto con epóxico.
D-201	1	Tanque mezclador de aditivos, de acero inoxidable 250 gal
Ag-201	1	Agitador para el D-201, acero inoxidable, < 1 hp
D-203	1	Tanque disolvente de hule, enchaquetado, hecho de acero inoxidable 3300 gal. D=6.5 ft y L=13 ft
Ag-203	1	Agitador para D-203 acero inoxidable, < 1 hp
Cu-201	1	Cortador para las balas de hule 4,000 lb/hr
R-301 a R-303	3	Reactores, de acero inoxidable, enchaquetado, aislado, V=27,000 gal, D=13.3 ft, L=26.6 ft (P.E.P.G.). V=6,095.31 ft ³ =45,592.92 gal, D=16 ft, L=32 ft (P.E.M.I.) V=10,438 ft ³ =78,076.24, D=19 ft, L=38 ft. (P.E.A.I.)
Ag-301 a Ag-303	3	Agitador para el reactor, tipo ancla, hecho de acero inoxidable. 40 rpm, 230 hp
D-301 a D-303	3	Tanque de lavado, hecho de acero inoxidable., aislado, V=41,000 gal, D=15 ft, L=30 ft.
Ag-309 a Ag-311	3	Agitadores para tanque de lavado, hecho de acero inoxidable. tipo hélice, 100 hp.
S-401 y S-402	2	Centrifuga de transportador helicoidal, diam. taza =32 in, motor de 60 hp
Dr-401 y Dr-402	2	Secador de acero al carbón, aislado, D=6.5 ft, L=38 ft
Fi-401 y Fi-402	2	Filtro de aire, 3600 in ² .
Fi-403 y Fi-404	2	Filtro bolsa, 6000 ft ² para procesar 8100 ft ³ /min.

CLAVE DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
D-401	1	Tanque de almacenamiento de HCl, comercial D=11.0 ft, L=22 ft, acero inoxidable.
Ext-501 a Ext – 509	9	Extrusor, abertura simple de tornillo, D=8 in., L=16 ft, Material: acero inoxidable, 225 hp, aislado
Cu-501 a Cu-509	9	Cuchillo cortador de precisión, 2 ft de filo, 60 hp.
D-501 a D-509	9	Baño de agua L=5 ft, H=2 ft, A=2 ft, hecho de aluminio
D-510 a D-518	9	Almacén para la alimentación al extrusor, D=4.5 ft, L=9 ft, Material: aluminio
D-519 a D-527	9	Recipiente de almacenamiento de proceso, D=3 ft L=6 ft, material: aluminio
D-620 a D-624	5	Almacén para pruebas, D=11.5 ft, L=26 ft, hecho de aluminio
D-601 a D-610	10	Almacén del producto a granel, saltador cónico, D=27 ft, L=41 ft, material: aluminio
Bg-601	1	Empaquetador, 9 bolsas/min.
D-611	1	Tanque de almacenamiento antes de embolsar, D=8 ft, L=16 ft, de aluminio
D-612	1	Tanque de almacenamiento para tanques, D=8.5 ft, L=8.5 ft, de aluminio
Dm-601	1	Estación para llenar los tanques.
D-613	1	Tanque de almacenamiento para alimentar la empaquetadora de cajas, material: aluminio
Cr-601	1	Estación de llenado de cajas.
Tr-601 a Tr-612	12	Camiones montacargas, 5000 lb
W-601	1	Transportador de cilindros
W-602	1	Sensor de peso para llenado de cajas

CLAVE DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
Cv-601	1	Transportador para tanques, 30 ft longitud, 20 in. ancho
Cv-602	1	Transportador para cajas, 30 ft longitud, 40 in. ancho
D-614 a D-619	6	Tanque de almacenamiento para bultos de embarque, D=11.5 ft, L=65 ft, aluminio
Vf-601 a Vf-633	33	Alimentador vibratorio para sólidos
EI-801	1	Elevador de 10,000 libras de capacidad (Altura hasta de 75 ft).
D-801	1	Tanque de purga 21,700 gal, de acero al carbón
P-101 & P-102	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=38, 1,200 gal/min.
P-103 & P-104	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=13, 300 gal/min
P-105 & P-106	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=2.4, 50 gal/min
P-201 & P-210	10	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=5.4, 100 gal/min.
E-201 a E-203	3	Cambiador de calor de tubos, de acero inoxidable. P=200 psig, area=287 ft ²
D-205 & D-206	2	Tanque de almacenamiento de agua caliente D=11.5 ft , L=18 ft
P-301 a P-303	3	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=110, 1,900 gal/min.
P-310 & P-311	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=15, 140 gal/min.
P-312 a P-314	3	Bomba centrífuga, de hierro dúctil. BHP=15, 800 gal/min.
P-315 & P-316	2	Bomba centrífuga, de hierro ductil.BHP=4, 140 gal/min.
D-305	1	Tanque de agua de lavado; D=11.5 ft, L=18.75 ft, V=14,600 gal; de aluminio
B-401 a B-403	3	Ventilador, BHP=20
P-401 a P-405	5	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=2, 100 gal/min. Requiere de un motor de velocidad variable
P-406 a P-408	3	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=1, 20gal/min.
P-409 a P-411	3	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=0.45, 20 gal/min.

CLAVE DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
E-401 & E-402	2	Cambiador de calor de aire, de acero al carbón. P=200 psig, area=2810 ft ²
P-412 & P-413	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=2.4, 133 gal/min.
P-414 & P-415	2	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=0.17, 4.3 gal/min.
P-501 a P-510	10	Bomba centrífuga, de hierro dúctil.BHP=1.30, 22gal/min.
Fi-501 & Fi-502	2	Filtro de aire de 400 in ²
B-501 & B-502	2	Soplador de hierro fundido, BHP=8.4
RV-501 a RV-511	11	Válvula rotatoria de 10 in, de acero inoxidable
CY-501 a CY-509	9	Separador ciclónico, capacidad 706 ft ³ /min.
Fi-503 & Fi-504	2	Filtro Bolsa, 450 ft ² , capacidad 706 ft ³ /min
Fi-604	1	Filtro Bolsa, 900 ft ² , capacidad 1375 ft ³ /min.
Fi-605	1	Filtro Bolsa, 1800 ft ² , capacidad 1800 ft ³ /min
Fi-606	1	Filtro Bolsa, 3600 ft ² , capacidad 3600 ft ³ /min.
CV-603	1	Sistema de transportación neumático. 2000 ft
B-601 & B-602	2	Ventilador, hierro BHP=15
B-603 & B-604	2	Ventilador, hierro. BHP=40
B-605 & B-606	2	Ventilador, hierro. BHP=137.75
RV-601	1	Válvula rotatoria de 12 pulgadas, de acero inoxidable
RV-602	1	Válvula rotatoria de 15 pulgadas, de acero inoxidable
D-625 a D-637	13	Tanque recibidor, de acero al carbón, D=5 ft, L=8 ft
Fi-601	1	Filtro de aire, con un área de 800 in ²
Fi-602	1	Filtro de aire, con un área de 1200 in ²
Fi-603	1	Filtro de aire, con un área de 2400in ²
CV-604	1	Transportador de tornillo, L=70 ft, D=10 in., 18050 lb/hr, 2 hp

CLAVE DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
CV-605 & CV-606	2	Transportador de tornillo, L=60 ft, D=12 in., 36000 lb/hr, 3 hp
CV-607	1	Transportador de tornillo, L=150 ft, D=12 in., 36000 lb/hr, 6 hp
P-701 a P-703	3	Bomba centrifuga, de hierro dúctil. BHP=15, 1000 gal/min.
D-701	1	Tanque de agua desionizada, de aluminio.D=L=38 ft
D-702	1	Tanque de agua de emergencia, de acero.D=L=40 ft
D-703	1	Tanque de agua de enfriamiento, de acero. D=L=25 ft
P-801	1	Bomba centrifuga, de hierro dúctil. BHP=8, 80 gal/min.

a. Características de Bombas

BOMBA	DESCRIPCION DEL USO DE LA BOMBA	Material Bombeado	Flujo máximo (lb/hr)	Dens. (lb/ft3)	Q max (gal/min)	Caída de pres. (Psi)	Efic. de bomba	BHP	Efic. de motor
P-101 & P-102	Descarga de la barcaza al tanque D-101	Estireno	550000	56.3	1218	110	0.8	38.20	0.89
P-103 & P-104	Del almacén al reactor	Estireno	128995	56.3	143	0.7	13.31	0.87	286
P-105	Del almacén al tanque mezclador de aditivos	Estireno	22603	56.3	50	117	0.55	2.43	0.82
P-106	Del almacén al tanque disolvente de polibutadieno	Estireno	23065	56.3	51	117	0.55	2.48	
P-201 & P-202	Del baño de agua al reactor enchaquetado	Agua caliente	49738	62	100	107	0.5	5.38	0.85
P-301 & P-303	Agua de enfriamiento a reactor enchaquetado	Agua	33068	62.4	1894	186	0.81	110.00	0.41
P-310 & P311	Del baño de agua al tanque de lavado	Agua	69626	62	140	22	0.55	1.41	0.81
P-312 & P-314	Del tanque de lavado al tanque de lavado	Agua	397108	62	798	56	0.77	14.59	0.87
P-315 & P-316	Agua desionizada al tanque de lavado	Agua	70075	62.4	140	61	0.55	3.93	0.84

BOMBA	DESCRIPCION DEL USO DE LA BOMBA	Material Bombeado	Flujo máximo (lb/hr)	Dens. (lb/ft ³)	Q max (gal/min)	Caída de pres. (Psi)	Efic. de bomba	BHP	Efic. de motor
P-401 & P-403	Agua del tanque de lavado D-301 a la centrífuga	Solución de p.e	45555	62.4	91	42	0.5	1.93	0.82
P-406 & P-408	Agua desionizada a la centrífuga	Agua	9025	62.4	18	54	0.3	0.82	0.79
P-409 & P-411	Del tanque de lavado a la centrífuga	Agua	9025	62	18	27	0.3	0.41	0.7
P-412 & P-413	Descarga de ácido clorhídrico al almacén	HCl	76364	71.4	133	33	0.55	2.31	0.82
P-414 & P-415	Del almacén de ácido clorhídrico al tanque de lavado	HCl	794	71.4	1	41	0.3	0.05	0.65
P-501 & P-510	Agua desionizada al baño de agua	Agua	11000	62.4	22	70	0.3	1.29	0.8
P-701 & P-703	Agua de Río a filtro	Agua	500000	62.4	47	0.8	14.83	0.87	999
P-704 & P-705	Filtro a intercambio iónico	Agua	200000	62.4	25	0.7	3.60	0.84	400
P-706 & P-707	De intercambio iónico a almacén	Agua	200000	62.4	400	68	0.7	9.81	0.86
P-708 & P-709	De filtro a baño de agua de enfriamiento	Agua	800000	62.4	1598	37	0.8	18.68	0.88
P-710 & P-711	Agua desionizada a la planta de vapor	Agua	20000	62.4	40	23	0.4	0.58	0.71
P-801	Agua almacenamiento de agua de enfriamiento	Agua	40000	62.4	80	280	0.7	8.08	

b. Características de tanques atmosféricos

Tanque de almacenamiento de estireno D-101.

El barco transportador de estireno transporta 1000 toneladas equivalentes a 4.5 días, es decir, un total de 16 días.

Tiempo de almacenamiento: 17 días

Capacidad de operación: 90 %

Capacidad: 429, 000 gal

Acero inoxidable cubierto con epóxico.

Los datos de dimensiones de los demás tanques atmosféricos se incluyen en la lista de equipo presentada anteriormente.

c. Secador

Se emplean equipos de tipo rotatorio o tipo flash. La temperatura del secador no deberá de ser mayor a 180 °C. La masa velocidad del aire deberá ser menor o igual a 1000 lb/hft² . Se considera 10 % de sobre diseño en la cantidad de agua que será removida. Se usa la relación L/D de 4 a 10 para su dimensionamiento.

d. Filtros

Están encargados de remover polvos del ambiente, así como también partículas del tamaño superior a 0.2 micrones. Los dibujos dimensionales y características de los filtros se obtuvieron de páginas de internet.

e. Extrusores

La relación longitud a diámetro podrá ser de 20 a 1 o de 24 a 1. Los diámetros internos podrán ser de 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 6, u 8 pulgadas.

f. Centrífuga

El poliestireno que salga de la centrífuga deberá contener de 1 a 5 por ciento de agua. El tamaño de la partícula alimentada será de 50 a 1000 micrones de diámetro. La centrífuga se buscó en una página de internet para obtener la forma 4real de la misma. Las dimensiones se especifican en la lista de equipos.

3.2 Diseño de tuberías

El diseño de tuberías es la disciplina dominante durante la ingeniería de detalle, tanto como por la cantidad de horas hombre (HH) involucradas, como por la cantidad de entregables y el peso de estos en la construcción de la planta.

Como parte de las actividades típicas del departamento de tuberías durante el desarrollo de un proyecto industrial destacan (en orden cronológico):

- 1) Especificación de tuberías
- 2) Arreglo de Equipos
- 3) Modelado 3D (equipo y tubería)
 - a. Arreglo de tuberías
 - b. Isométricos
 - c. Cortes
 - d. Elevaciones
 - e. Generación de planos y entregables

Con la generación del modelo inteligente 3D en Autoplant Rebis, es posible extraer todos los planos entregables del proyecto con un mínimo consumo de HH ya que gran parte del consumo de horas hombre de tuberías se produce durante la generación manual de éstos. La información típicamente mostrada en los planos generados a partir del modelo inteligente tridimensional incluye:

- a. Identificaciones de equipos
- b. Identificaciones de instrumentos
- c. Números de línea
- d. Referencias a ejes y coordenadas
- e. Cotas en milímetros
- f. Elevaciones y niveles en metros
- g. Continuaciones con planos
- h. Dirección de flujos
- i. Norte geográfico

Los sistemas de tuberías presentados en este trabajo se hicieron de acuerdo al arreglo de los equipos propuesto en la ingeniería básica, mientras que la selección del material de la tubería empleada en la planta de poliestireno se realizó con base en las propiedades erosivas y corrosivas del fluido manejado, generándose con esta información las especificaciones de materiales, índices de línea e índices de servicios.

Dentro de la planta de poliestireno analizada se tienen tuberías con diámetros desde $\frac{3}{4}$ de pulgada hasta 8 pulgadas en acero inoxidable 316, acero al carbón, acero al carbón galvanizado y PVC.

El programa de Autoplant Rebis permite emplear diferentes colores para cada diámetro y servicio involucrado en la planta, facilitando el diseño de tuberías, los recorridos visuales y la verificación de interferencias entre los diferentes componentes modelados.

La unión de las secciones de tubería modeladas se realiza mediante la inserción de boquillas, bridas, contrabridas, conexiones roscadas, uniones soldadas o adaptadores especiales precargados en la especificación de tuberías.

Al hacer el ruteo de la tubería empleando el modelado inteligente asistido por computadora, existe la opción de que la información contenida en la base de datos sea transmitida por conectividad entre los componentes insertados en el modelo, es decir que al ir conectando un elemento con otro, se transfieran automáticamente los datos de número de línea, especificación, diámetro, libraje, etc. eliminándose con ésta opción la introducción de dichos datos en cada uno de los elementos.

Por otro lado, el modelado en paquetes 3D inteligentes requiere una atención especial durante la captura de la especificación de tuberías, ya que si se introduce algún error, éste se seguirá transmitiendo durante todo el diseño a medida que se vayan conectando los equipos y componentes².

² La mejor forma para evitar este tipo de errores radica en el empleo de una especificación de tuberías sólida y confiable

3.2.1 Especificación de tuberías

Todas las características de los materiales utilizados durante el proyecto fueron concentradas y tabuladas en las especificaciones de tuberías del proyecto. Estas tablas indican el tipo de material de la tubería, fluidos manejados, tolerancia a la corrosión, intervalos de presión de diseño y de trabajo, temperatura del fluido, códigos de diseño, tipos de uniones, etc.^{3, 4}

Fluido	Servicio	P (psia)	T (°F)	Tolerancia a la corrosión	Tipo de unión	Material recomendado	Spec	P máx	T máx
Estireno	ST	79.7	194	0.125 in	bridado	acero al carbón	1N4	260	200
Polibutadieno	PB	14.7	77	0.063 in	bridado	acero inoxidable 304	T10B	205	300
Ácido Clorhídrico	AC	69.7	77	0.063 in	bridado	CPVC	T10B	200	100
Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	MS	14.7	77	0.063 in	bridado	acero inoxidable 316	1POK	215	300
Agua desmineralizada	AGD	69.7	77	0.063 in	bridado	acero inoxidable 304	T10B	205	300
Aire	AIP	14.7	300	0.05 in	bridado	acero al carbón galvanizado	T2A	230	300
Poliestireno	PS	14.7	175	0.063 in	bridado	acero inoxidable 304	T10B	205	300

Para cada especificación de tuberías, típicamente se emplea un código alfanumérico, para ser empleado en números de línea, índices de servicios, diagramas de tuberías, etc.

³ Ver anexo 1, donde se incluye tabla de materiales recomendados para cada sustancia.

⁴ En el anexo 2 se incluye la especificación de tuberías correspondientes al proceso de poliestireno.

3.2.2 Distribución de equipo. Plot Plan

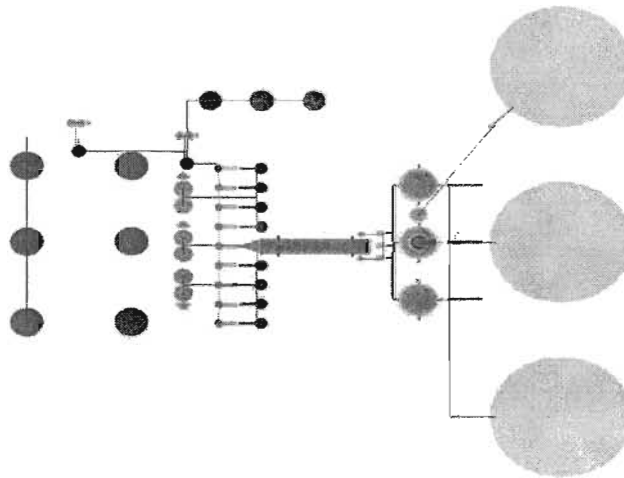


Fig. 1. Plot Plan. Planta de Poliestireno⁵

La distribución de equipo es una de las primeras actividades que se realiza por el diseñador de tuberías; en este plano se incluye la distribución física de los equipos de proceso y servicios del proyecto desde una vista de planta.

El arreglo general de equipo o *plot plan* permite visualizar al diseñador los espacios requeridos entre equipos para mantenimiento, condiciones de seguridad, flujo de materias primas, de productos, ubicación de unidades de servicios auxiliares, etc. con el fin de optimizar el espacio disponible en la planta y economizar la inversión requerida para tubería y soportería.

Durante el diseño de tuberías es importante conocer y tener en cuenta todos los criterios de diseño incluidos en la ingeniería básica, pues en éstos generalmente se especifican características especiales, limitantes de espacio y aspectos referentes al acomodo de equipos.

En el caso de la planta de poliestireno, los criterios de diseño especifican que las materias primas fluyen de un equipo a otro por gravedad, teniendo como punto final los tanques D-301, D-302 y D-303, los cuales debido a su gran tamaño se colocan a nivel de piso para facilitar su instalación, ahorrar costos, maniobras y simplificar el diseño estructural.

⁵ Para información de claves, ver plano de planta general

3.2.3 Índice de líneas

Este documento lista todas las líneas contenidas en los DTI's indicando sus principales características tales como número de línea (numeración consecutiva), fluido manejado o servicio, diámetro, tipo de material o especificación de tuberías, origen y destino de la tubería, condiciones de operación y diseño, todas ellas ordenadas en una tabla bajo un encabezado similar al mostrado a continuación.

No. de línea	Diám	Servicio	Spec	Del equipo	Al equipo	Fluido	Flujo	P	T	ρ
--------------	------	----------	------	------------	-----------	--------	-------	---	---	--------

Este documento permite al diseñador conocer la cantidad de isométricos que estarán involucrados en el sistema y llevar un control sobre la tubería que ha de ser modelada en la maqueta electrónica

En los siguientes párrafos se incluye una breve descripción de cada una de las columnas contenidas en el índice de líneas.

3.2.3.1 Servicio

Como parte de la ingeniería básica de proceso se genera el "índice de servicios", listado en el que se define la abreviatura para identificar cada fluido involucrado en el proceso⁶.

Para el caso del proceso de Poliestireno estudiado en este trabajo:

Fluido	Servicio
Estireno	ST
Polibutadieno	PB
Ácido Clorhídrico	AC
Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	MS
Agua desmineralizada	AGD
Aire	AIP
Poliestireno	PS

⁶ Se debe procurar que sean abreviaturas cortas, pues forman parte del número de línea

3.2.3.2 Especificación (Spec)

Cómo parte del índice de línea se incluye la especificación de tuberías correspondiente a cada servicio⁷.

3.2.3.3 Diámetro (Diam)

El diámetro de la tubería empleado durante el diseño del sistema de tuberías se calculó por medio de una hoja de excel basada en un balance de *momentum*.

Para definir el diámetro de una línea determinada, se introducen datos del fluido tales como densidad, flujo másico o volumétrico y viscosidad, para calcular la velocidad y la caída de presión en cada 100 pies de tubería. El programa realiza una serie de iteraciones hasta encontrar una velocidad menor a la recomendada y una caída de presión adecuada para el fluido manejado. Una vez obtenido el diámetro óptimo, se ajustó el valor al diámetro comercial correspondiente.

Las siguientes tablas presentan un ejemplo del cálculo de diámetros realizados para las líneas que manejan líquidos y gases involucrados en el proceso.

LÍNEA DE GASES							
Fuido	aire		Material	Ac. Al carbón			
Densidad	0,07	lb/pie ³	Cédula	40			
Viscosidad	0,17	cP	Rugosidad	0,00015	pies		
Gasto lb/h	D_{nominal} in	D_{interno} In	No. Reynolds	Fanning	Velocidd pie/s	ΔP100 psi/100 pie	Δptotal Psi
550	2	2,067	120000	0,021	62,5	0,5524	
550	3	3,068	80850	0,021	28,37	0,075	

LÍNEA DE LÍQUIDO							
Fuido	estireno		Material	Ac. Al carbón			
Densidad	58	lb/pie ³	Cédula	40			
Viscosidad	1	cP	Rugosidad	0,00015	pies		
Gasto GPM	D_{nominal} in	D_{interno} In	No. Reynolds	Fanning	Velocidd pie/s	ΔP100 psi/100 pie	Δptotal Psi
300	4	4,026	235302	0,018	7,57	2,09	
300	6	6,065	156195	0,018	3,33	0,2694	

⁷ Para mayor detalle ver la sección 3.2.1

3.2.3.4 Número de Línea

El número de línea de cada tubería presentada en el dti funciona como un registro único en el cual se incluyen datos que definen exactamente a la línea en cuestión, incluyendo:

- Diámetro
- Servicio
- Número Consecutivo
- Especificación
- Información adicional de la línea, incluyendo tipo de aislamiento, pruebas, si la línea será trazada o no, etc.

Gran parte del trabajo de las disciplinas de proceso y tuberías realizado durante la ingeniería de detalle se condensa en el índice de líneas, ya que en éste documento aparecen todas las líneas involucradas en el proyecto, resumiéndose en él, el cálculo de diámetros y la selección de materiales realizados por el ingeniero de proceso así como todos los flujos, presiones y temperaturas de operación calculadas durante el balance del sistema para todas y cada una de las líneas involucradas en el proyecto.

En las páginas siguientes se incluye el índice de líneas del proyecto.

ÍNDICE DE LÍNEAS

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP(° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
001	6-PB-1-T10B	6	PB	T10B	CU-201	D-203	Polibutadieno	2144	4.7732	14.7	77	56
002	--MS-2-1POK	-	MS	1POK	Tr-604	D-201	Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	2432	5.4144	14.7	77	56
003	2.5-ST-3-1N4	2.5	ST	1N4	P-105	D-201	Estireno	18083	40.044	69.7	77	56.3
004	1-MS-4-1POK	1	MS	1POK	D-201	R-301	Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	4053	9.0234	14.7	77	56
005	1-MS-5-1POK	1	MS	1POK	D-201	R-302	Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	4053	9.0234	14.7	77	56
006	1-MS-6-1POK	1	MS	1POK	D-201	R-303	Fosfato tricálcico, Dodecilbencen sulfonato, Peróx de benzoilo	4053	9.0234	14.7	77	56
007	2.5-ST-7-1N4	2.5	ST	1N4	P-106	D-203	Estireno	23065	51.077	69.7	77	56.3
008	4-ST-8-1N4	4	ST	1N4	P-103	E-201	Estireno	103586	229.39	79.7	77	56.3
009	6-ST-9-1N4	6	ST	1N4	P-103	E-202	Estireno	129087	285.81	79.7	77	56.3
010	4-ST-10-1N4	4	ST	1N4	P-103	E-203	Estireno	97818	216.61	79.7	77	56.3
011	4-ST-11-1N4	4	ST	1N4	E-201	R-301	Estireno	103586	229.39	79.7	194	56.3
012	6-ST-12-1N4	6	ST	1N4	E-202	R-302	Estireno	129067	285.81	79.7	194	56.3
013	4-ST-13-1N4	4	ST	1N4	E-203	R-303	Estireno	97818	216.61	79.7	194	56.3

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP. (° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
014	2-ST-14-1N4	2	ST	1N4	D-203	R-301	Estireno, Polibutadieno	16083	35.615	14.7	120	56.3
015	2-ST-15-1N4	2	ST	1N4	D-203	R-302	Estireno, Polibutadieno	16083	35.615	14.7	120	56.3
016	3-ST-16-1N4	3	ST	1N4	D-203	R-303	Estireno, Polibutadieno	38599	85.477	14.7	120	56.3
017	4-PS-17-1N4	4	PS	1N4	R-301	D-801	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58
018	4-PS-18-1N4	4	PS	1N4	R-302	D-801	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58
019	4-PS-19-1N4	4	PS	1N4	R-303	D-801	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58
020	6-AGD-20-T10B	6	AGD	T10B	D-205	R-301	Agua	214438	428.26	14.7	194	62.43
021	6-AGD-21-T10B	6	AGD	T10B	D-205	R-302	Agua	214438	428.26	14.7	194	62.43
022	6-AGD-22-T10B	6	AGD	T10B	D-205	R-303	Agua	214438	428.26	14.7	194	62.43
023	2.5-AGD-23-T10B	2.5	AGD	T10B	D-305	P-312	Agua	36101	72.098	14.7	77	62.43
024	2.5-AGD-24-T10B	2.5	AGD	T10B	D-305	P-313	Agua	36101	72.098	14.7	77	62.43
025	2.5-AGD-25-T10B	2.5	AGD	T10B	D-305	P-313	Agua	36101	72.098	14.7	77	62.43
026	4-PS-26-T10B	4	PS	T10B	R-301	D-301	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58
027	4-PS-27-T10B	4	PS	T10B	R-302	D-302	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58
028	4-PS-28-T10B	4	PS	T10B	R-303	D-303	Estireno, Agua, Miscelaneos, Poliestireno	54938	118.09	14.7	194	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP.(° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
029	0.5-AC-29-	0.5	AC		P-414	D-301	Ácido clorhídrico	72	0.1438	69.7	77	62.4
030	0.5-AC-30-	0.5	AC		P-414	D-302	Ácido clorhídrico	72	0.1438	69.7	77	62.4
031	0.5-AC-31-	0.5	AC		P-414	D-303	Ácido clorhídrico	72	0.1438	69.7	77	62.4
032	2.5-AGD-32-T10B	2.5	AGD	T10B	P-312	D-301	Agua	36101	72.098	69.7	77	62.43
033	2.5-AGD-33-T10B	2.5	AGD	T10B	P-313	D-302	Agua	36101	72.098	69.7	77	62.43
034	2.5-AGD-34-T10B	2.5	AGD	T10B	P-313	D-303	Agua	36101	72.098	69.7	77	62.43
035	-AGD-35-T10B		AGD	T10B	D-305	P-409	Agua	0	0			62.43
036	-AGD-36-T10B		AGD	T10B	D-305	P-410	Agua	0	0			62.43
037	6-PS-37-T10B	6	PS	T10B	D-301	P-401	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	91111	195.85	14.7	77	58
038	6-PS-38-T10B	6	PS	T10B	D-302	P-402	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	91111	195.85	14.7	77	58
039	6-PS-39-T10B	6	PS	T10B	P-401	S-401	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	91111	195.85	69.7	77	58
040	6-PS-40-T10B	6	PS	T10B	P-402	S-402	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	91111	195.85	69.7	77	58
041	6-PS-41-T10B	6	PS	T10B	S-401	-	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	89644	192.69	14.7	70	58
042	6-PS-42-T10B	6	PS	T10B	S-402	-	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno	89644	192.69	14.7	70	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP. (°F)	DENSIDAD (lb/ft3)
043	2-PS-43-T10B	2	PS	T10B	S-401	DR-401	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno, Agua,	19317	41.523	28	70	58
044	2-PS-44-T10B	2	PS	T10B	S-402	DR-401	Estireno, Miscelaneos, Poliestireno, Agua,	19317	41.523	28	70	58
045	2-AGD-45-T10B	2	AGD	T10B	P-406	S-401	Agua	18050	36.048	79.7	77	62.43
046	2-AGD-46-T10B	2	AGD	T10B	P-407	S-402	Agua	18050	36.048	79.7	77	62.43
047	--AGD-47-T10B	-	AGD	T10B	P-315	D-305	Agua	0	0			62.43
048	6-ST-48-1N4	6	ST	1N4	P-101	D-101	Estireno	138174	305.98	79.7	77	56.3
049	6-ST-49-1N4	6	ST	1N4	P-102	D-102	Estireno	138174	305.98	79.7	77	56.3
051	4-AC-51-	4	AC		P-412	D-401	Ácido clorhídrico	76364	152.57	69.7	77	82.4
052	12-AIP-52-T2A	12	AIP	T2A	E-401	DR-401	Aire	32154	53450	14.84	300	0.075
053	12-AIP-53-T2A	12	AIP	T2A	E-402	DR-401	Aire	32154	53450	14.84	300	0.075
054	8-AIP-54-T2A	8	AIP	T2A	DR-401	Fi-403	Aire	33722	56057	14.8	185	0.075
055	0.75-PS-55-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-501	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
056	0.75-PS-56-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-502	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
057	0.75-PS-57-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-503	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
058	0.75-PS-58-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-504	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP.º (F)	DENSIDAD (lb/ft3)
059	0.75-PS-59-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-505	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
060	0.75-PS-60-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-506	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
061	0.75-PS-61-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-507	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
062	0.75-PS-62-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-508	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
063	0.75-PS-63-T10B	0.75	PS	T10B	DR-401	RV-509	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
064	0.75-PS-64-T10B	0.75	PS	T10B	RV-501	CY-501	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
065	0.75-PS-65-T10B	0.75	PS	T10B	RV-502	CY-502	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
066	0.75-PS-66-T10B	0.75	PS	T10B	RV-503	CY-503	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
067	0.75-PS-67-T10B	0.75	PS	T10B	RV-504	CY-504	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
068	0.75-PS-68-T10B	0.75	PS	T10B	RV-505	CY-505	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
069	0.75-PS-69-T10B	0.75	PS	T10B	RV-506	CY-506	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
070	0.75-PS-70-T10B	0.75	PS	T10B	RV-507	CY-507	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
071	0.75-PS-71-T10B	0.75	PS	T10B	RV-508	CY-508	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
072	0.75-PS-72-T10B	0.75	PS	T10B	RV-509	CY-509	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	175	58
073	4.5-AIP-73-T2A	4.5	AIP	T2A	FI-501	B-501	Aire	6017	10002	14.9	77	0.075
074	4.5-AIP-74-T2A	4.5	AIP	T2A	FI-502	B-502	Aire	6017	10002	14.9	77	0.075

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP. (° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
075	0.75-PS-75-T10B	0.75	PS	T10B	CY-501	RV-503	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
076	0.75-PS-76-T10B	0.75	PS	T10B	CY-502	RV-504	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
077	0.75-PS-77-T10B	0.75	PS	T10B	CY-503	RV-505	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
078	0.75-PS-78-T10B	0.75	PS	T10B	CY-504	RV-506	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
079	0.75-PS-79-T10B	0.75	PS	T10B	CY-505	RV-507	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
080	0.75-PS-80-T10B	0.75	PS	T10B	CY-506	RV-508	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
081	0.75-PS-81-T10B	0.75	PS	T10B	CY-507	RV-509	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
082	0.75-PS-82-T10B	0.75	PS	T10B	CY-508	RV-510	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
083	0.75-PS-83-T10B	0.75	PS	T10B	CY-509	RV-511	Agua, Poliestireno	2006.22	4.3125	14.8	77	58
084	4.5-AIP-84-T2A	4.5	AIP	T2A	RV-503	Fi-503	Poliestireno, Aire	6107	10151	14.41	77	0.075
085	1.5-PS-85-T10B	1.5	PS	T10B	RV-503	D-510	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
086	1.5-PS-86-T10B	1.5	PS	T10B	RV-504	D-511	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
087	1.5-PS-87-T10B	1.5	PS	T10B	RV-505	D-512	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
088	1.5-PS-88-T10B	1.5	PS	T10B	RV-506	D-513	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
089	1.5-PS-89-T10B	1.5	PS	T10B	RV-507	D-514	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
090	1.5-PS-90-T10B	1.5	PS	T10B	RV-508	D-515	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP.(° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
091	1.5-PS-91-T10B	1.5	PS	T10B	RV-509	D-516	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
092	1.5-PS-92-T10B	1.5	PS	T10B	RV-510	D-517	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
093	1.5-PS-93-T10B	1.5	PS	T10B	RV-511	D-518	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
094	1.5-PS-94-T10B	1.5	PS	T10B	D-510	EXT-501	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
095	1.5-PS-95-T10B	1.5	PS	T10B	D-511	EXT-502	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
096	1.5-PS-96-T10B	1.5	PS	T10B	D-512	EXT-503	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
097	1.5-PS-97-T10B	1.5	PS	T10B	D-513	EXT-504	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
098	1.5-PS-98-T10B	1.5	PS	T10B	D-514	EXT-505	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
099	1.5-PS-99-T10B	1.5	PS	T10B	D-515	EXT-506	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
100	1.5-PS-100-T10B	1.5	PS	T10B	D-516	EXT-507	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
101	1.5-PS-100-T10B	1.5	PS	T10B	D-516	EXT-507	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
102	1.5-PS-102-T10B	1.5	PS	T10B	D-518	EXT-509	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
103	1.5-PS-103-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-501	D-501	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
104	1.5-PS-104-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-502	D-502	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
105	1.5-PS-105-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-503	D-503	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
106	1.5-PS-106-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-504	D-504	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP. (° F)	DENSIDAD (lb/ft3)
107	1.5-PS-107-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-505	D-505	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
108	1.5-PS-108-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-506	D-506	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
109	1.5-PS-109-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-507	D-507	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
110	1.5-PS-110-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-508	D-508	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
111	1.5-PS-111-T10B	1.5	PS	T10B	EXT-509	D-509	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
112	1.5-PS-112-T10B	1.5	PS	T10B	D-501	CU-501	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
113	1.5-PS-113-T10B	1.5	PS	T10B	D-502	CU-502	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
114	1.5-PS-114-T10B	1.5	PS	T10B	D-503	CU-503	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
115	1.5-PS-115-T10B	1.5	PS	T10B	D-504	CU-504	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
116	1.5-PS-116-T10B	1.5	PS	T10B	D-505	CU-505	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
117	1.5-PS-117-T10B	1.5	PS	T10B	D-506	CU-506	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
118	1.5-PS-118-T10B	1.5	PS	T10B	D-507	CU-507	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
119	1.5-PS-119-T10B	1.5	PS	T10B	D-508	CU-508	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
120	1.5-PS-120-T10B	1.5	PS	T10B	D-509	CU-509	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
121	1.5-PS-121-T10B	1.5	PS	T10B	CU-501	D-519	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
122	1.5-PS-122-T10B	1.5	PS	T10B	CU-502	D-520	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58

CORRIENTE	LÍNEA	DIÁM	SERVICIO	SPEC	DE	A	FLUIDO	FLUJO (lb/h)	FLUJO (GPM)	PRESIÓN (psia)	TEMP.º F)	DENSIDAD (lb/ft3)
123	1.5-PS-123-T10B	1.5	PS	T10B	CU-503	D-521	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
124	1.5-PS-124-T10B	1.5	PS	T10B	CU-504	D-522	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
125	1.5-PS-125-T10B	1.5	PS	T10B	CU-505	D-523	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
126	1.5-PS-126-T10B	1.5	PS	T10B	CU-506	D-524	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
127	1.5-PS-127-T10B	1.5	PS	T10B	CU-507	D-525	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
128	1.5-PS-128-T10B	1.5	PS	T10B	CU-508	D-526	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
129	1.5-PS-129-T10B	1.5	PS	T10B	CU-509	D-527	Agua, Poliestireno	9028	19.406	14.7	77	58
130	1.5-PS-130-T10B	1.5	PS	T10B	D-519	RV-512	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
131	1.5-PS-131-T10B	1.5	PS	T10B	D-520	RV-513	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
132	1.5-PS-132-T10B	1.5	PS	T10B	D-521	RV-514	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
133	1.5-PS-133-T10B	1.5	PS	T10B	D-522	RV-515	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
134	1.5-PS-134-T10B	1.5	PS	T10B	D-523	RV-516	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
135	1.5-PS-135-T10B	1.5	PS	T10B	D-524	RV-517	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
136	1.5-PS-136-T10B	1.5	PS	T10B	D-525	RV-518	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
137	1.5-PS-137-T10B	1.5	PS	T10B	D-526	RV-519	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58
138	1.5-PS-138-T10B	1.5	PS	T10B	D-527	RV-520	Agua, Poliestireno	18056	38.812	14.7	77	58

4. Generación de modelos tridimensionales

4.1 Equipos de proceso

La información generada por la disciplina de proceso y complementada con la información de los proveedores permite modelar en tres dimensiones los equipos de proceso, usando sus dimensiones reales, lo que brinda al diseñador un panorama real de los espacios disponibles durante el modelado de la tubería.

En el caso de los equipos más comúnmente utilizados en la industria como bombas, cambiadores de calor, tanques atmosféricos, recipientes a presión, los paquetes de diseño actuales incluyen plantillas precargadas, por lo que solo es necesario introducir al programa datos de las medidas físicas características del equipo para obtener el modelo a escala. En el caso de otros equipos menos comunes, como el secador DR-401 de la planta de poliestireno, es necesario modelarlo desde primitivos, (cilindros, rectángulos, conos, etc.)

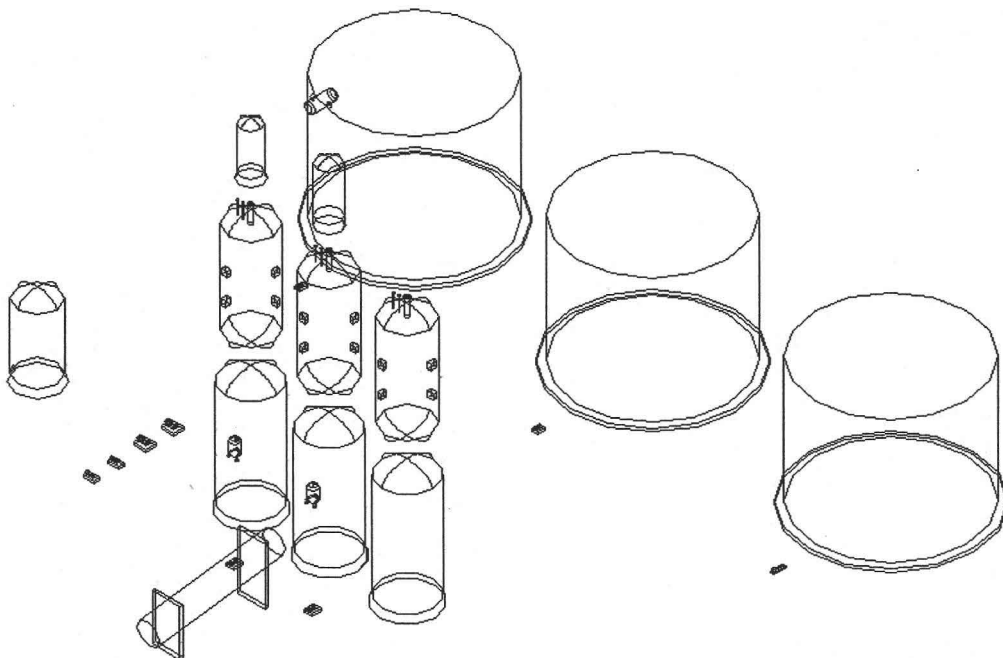


Fig. 2. Esquema representativo de los equipos dibujados en 3D

4.1.1 Bombas

El modelado de las bombas se hace a partir de su cabeza, tipo de fluido y gasto información que permite al diseñador especificar un modelo y obtener de catálogos la información correspondiente a diámetros de succión y descarga, longitud de la base, altura a centro de succión, altura de la base, etc.

Una manera sencilla y práctica para detallar la especificación de equipos es hacer contacto con proveedores, quienes a través de programas introducen los datos de tipo de fluido, flujo, presión y viscosidad para escoger la mejor bomba para el proceso.

Una vez definido el modelo, es posible obtener el NPSH requerido de la bomba con el cual se determinan al compararlo con el NPSH disponible del sistema las alturas de la succión de la bomba, boquilla de descarga de tanque y nivel mínimo de operación de tanque, así como datos potencia y tamaño de motor asociado, medidas físicas de bomba y "frame" de motor, y eficiencias reales.

4.1.2 Tanques atmosféricos

El modelado de tanques es uno de los más sencillos, ya que su construcción es cilíndrica y solo se requiere de altura y diámetro para tener una representación de su volumen real. Es importante tener en cuenta en el modelado del tanque el tipo de material en caso de sustancias corrosivas, acabados superficiales especiales (para la industria alimenticia o farmacéutica) o superficies plastificadas entre otros.

Las siguientes imágenes presentan la ventana de modelado de diferentes tipos de tanques utilizados en la planta de poliestireno.

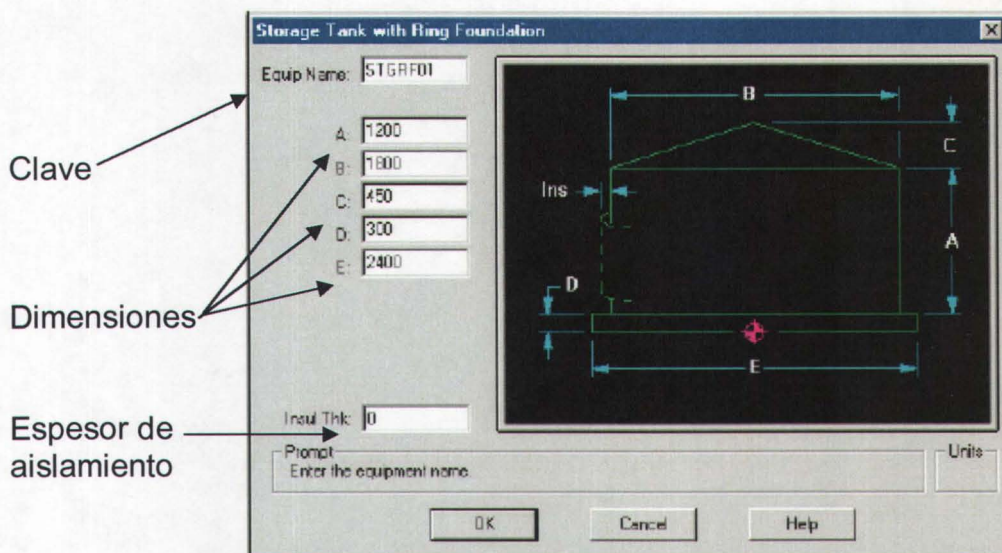


Fig. 4. Tanque vertical con tapa cónica

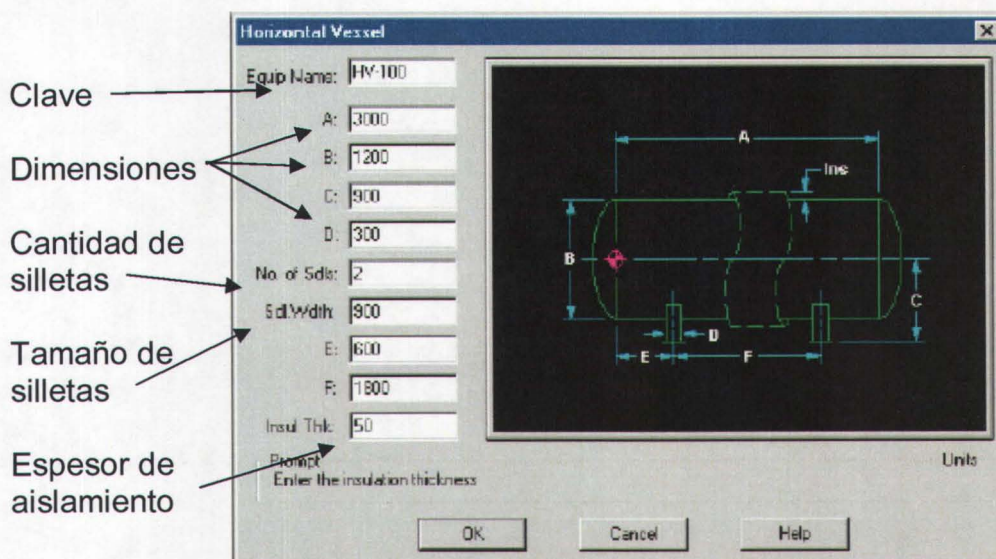


Fig. 5. Recipiente cilíndrico horizontal

Como se observa en las figuras 4 y 5, la ventana de selección de los tanques muestra del lado izquierdo, los campos para datos dimensionales información que permanece almacenada en la base de datos. La primera celda de las ventanas anteriores corresponde a la clave del tanque mientras que los siguientes campos (identificados con letras) son los referentes a la información geométrica básica del equipo, tal como altura, distancia entre soportes, diámetro, espesor del aislamiento, etc.

4.1.3 Centrífuga, secador, filtros, extrusor, tolvas

Estos equipos no son considerados como típicos dentro del software, por lo que se dibujan desde primitivos. A continuación se presenta a modo de ejemplo el procedimiento de modelado de un contenedor empleado en la planta.

- a. Se coloca un cilindro, introduciendo las dimensiones físicas en las celdas A y B, y la clave del tanque contenedor en la celda de Tag.

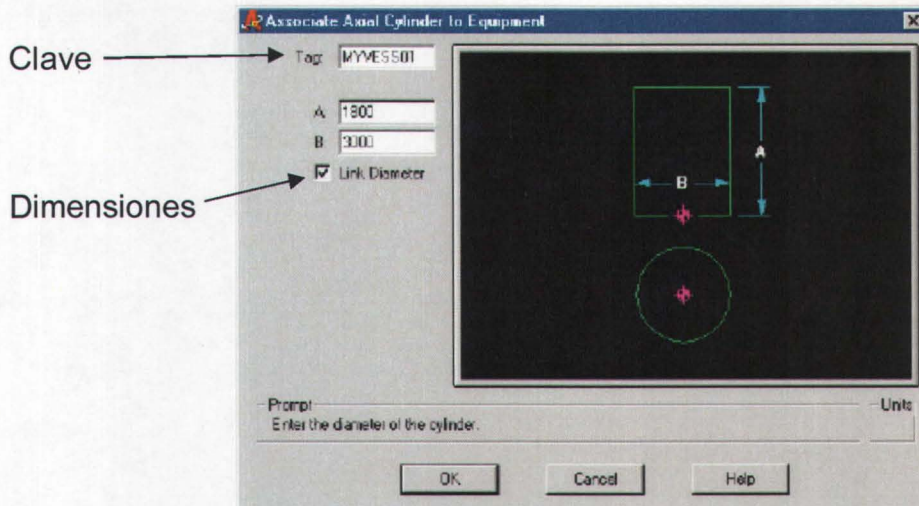


Fig. 6. Ventana para dibujo de cilindro.

- b. A continuación se coloca un cono debajo del cilindro, las dimensiones y la clave se introducen de la misma manera empleando la misma clave para hacer que los dos objetos estén ligados al mismo valor guardado en la base de datos.

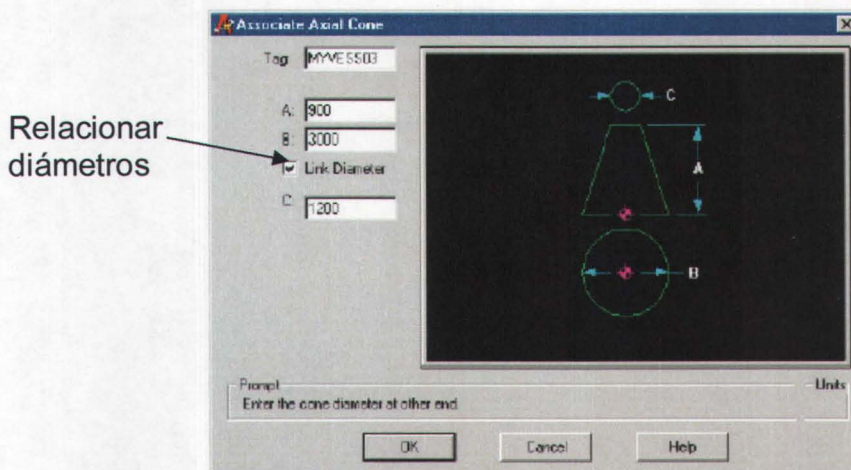


Fig. 7. Ventana para dibujo de cono.

4.1.4 Boquillas

Las boquillas de los equipos se colocan una vez que éstos están terminados, típicamente se selecciona el mismo diámetro para la boquilla y la línea que será conectada a ésta, además de que al momento de hacer la liga, es posible transferir la información de materiales, diámetros, especificación, etc. de la línea a la boquilla.

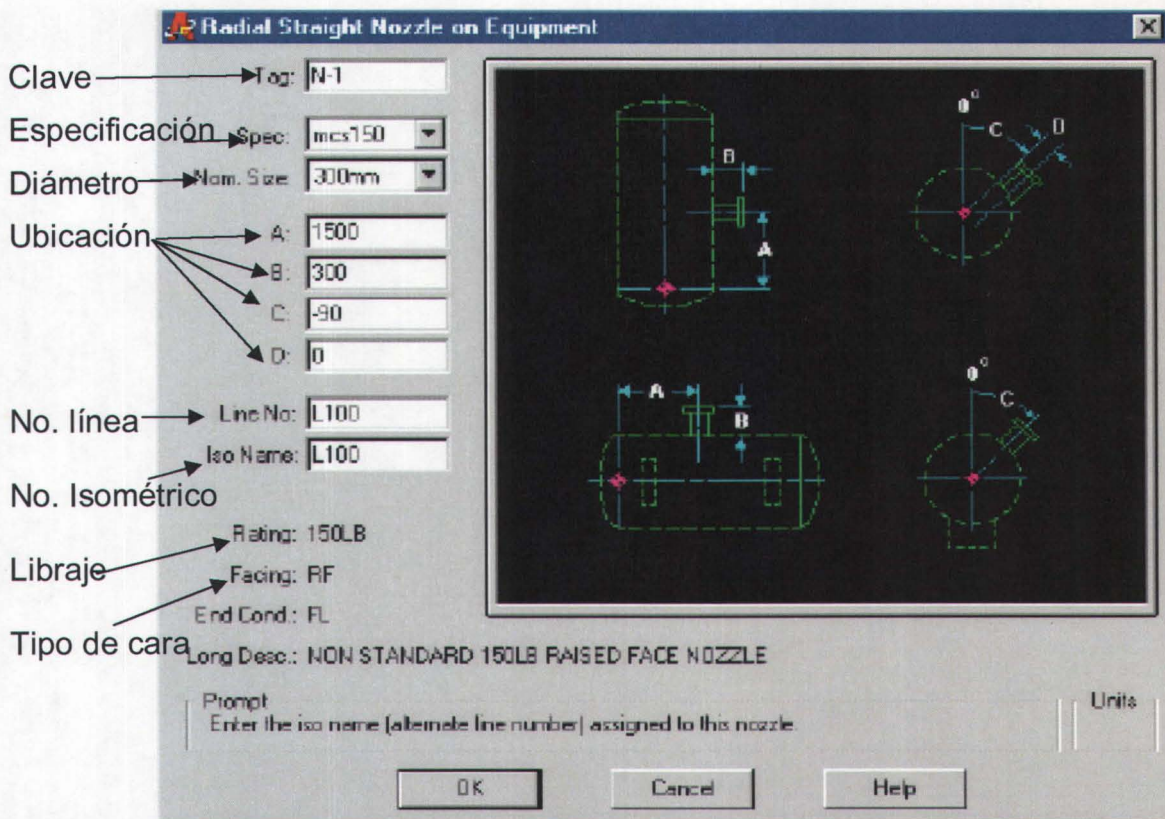


Fig. 8. Ventana de selección de boquillas.

4.2 Arreglos de tuberías

Una vez que se tienen todos los equipos ubicados en la planta y dibujados con sus respectivas boquillas y el arreglo de éstos ha sido aprobado por el cliente, se continúa con la elaboración de las trayectorias de tubería.

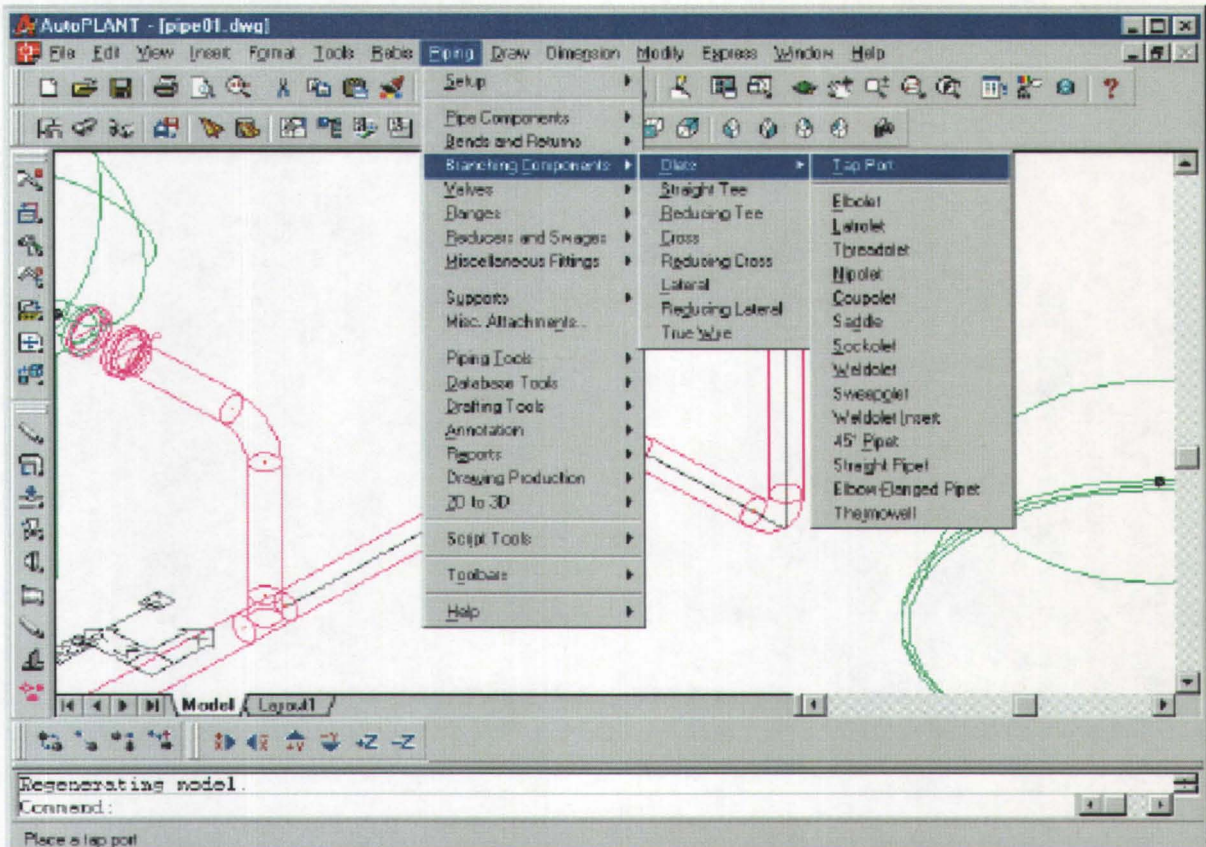


Fig. 9. Ventana de selección de accesorios de tuberías.

El modelado de tubería se realiza en dos pasos:

- La selección de accesorios (codos, tees, válvulas, bridas, etc.)
- Y posteriormente la selección de tuberías

En la figura 10 se muestra la tubería modelada entre dos tanques con sus respectivas boquillas y soportes.

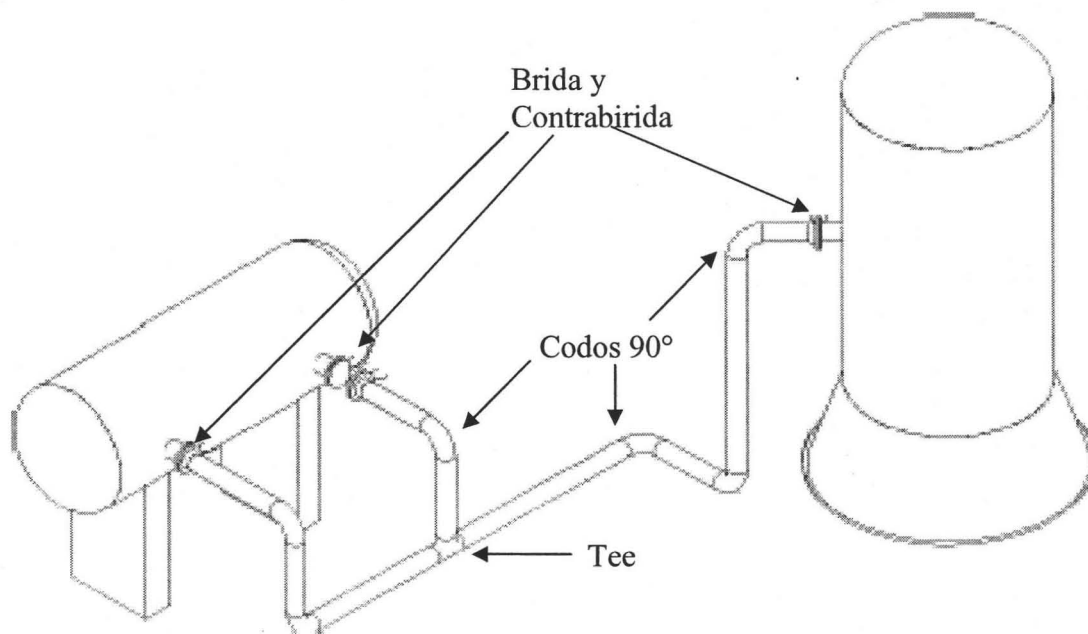


Fig. 10. Tubería entre tanque horizontal y vertical.

Durante el modelado de la tubería, el diseñador debe considerar para lograr un diseño exitoso:

- Criterios de diseño
- Requerimientos de seguridad
- Flexibilidad de operación
- Ruta mas sencilla
- Requerimientos de drenabilidad del sistema
- Diámetros mínimos aguas arriba y/o aguas abajo en válvulas de control e instrumentación especial
- Típicos de instalación para instrumentos, by-pases, trampeos, drenes, etc
- Tipo de soportería
- Constructabilidad

El menú principal de la selección de la tubería, consta de 9 iconos básicos a través de los cuales de los cuales es posible desplegar nuevas opciones.

La figura siguiente es la barra de íconos desplegada en el menú principal de tuberías del programa Autoplant Rebis. Este menú permite al diseñador acceder a las opciones disponibles en la base de datos del paquete, entre ellas:

- Tubería: Permite insertar en el modelo tubería con extremos planos, biselada, bridada, roscada, etc.
- Codos: Inserta codos de 90°, 45°, radio corto, radio largo, etc.
- Insertos: Incluye en el modelo insertos en tubería (weld-o-let, thread-o-let, etc)
- Válvulas: Este icono inserta válvulas de compuerta, mariposa, diafragma, bola, macho, pellizco, aguja, etc, manuales o automáticas.
- Bridas: Inserta bridas de cuello soldable, deslizables, cara plana, cara realzada, etc.
- Reducciones: Inserta reducciones concéntricas, excéntricas.
- Misceláneos: Inserta “tees”, “yes”, etc
- Soportes

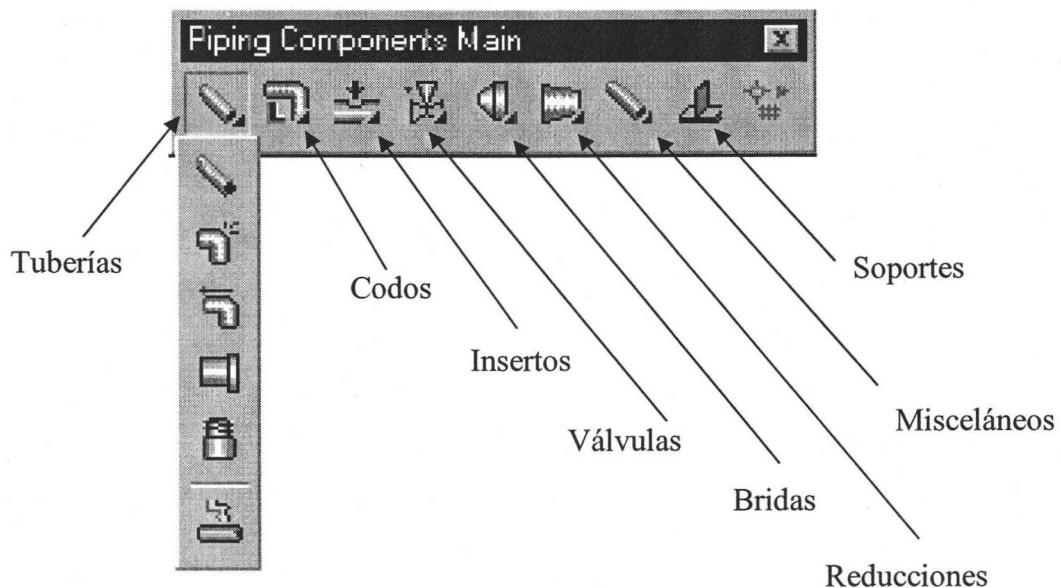


Fig. 11. Menú de componentes principales de tubería

La visualización de la tubería dentro del programa puede variar según las necesidades del diseñador y la cantidad de servicios modelados en una misma área.

La figura siguiente muestra las cuatro formas disponibles para la representación de la tubería en el modelo 3D, incluyendo

- Contorno de tuberías
- Centro de líneas
- Contorno y centro de líneas
- Tubería sólida

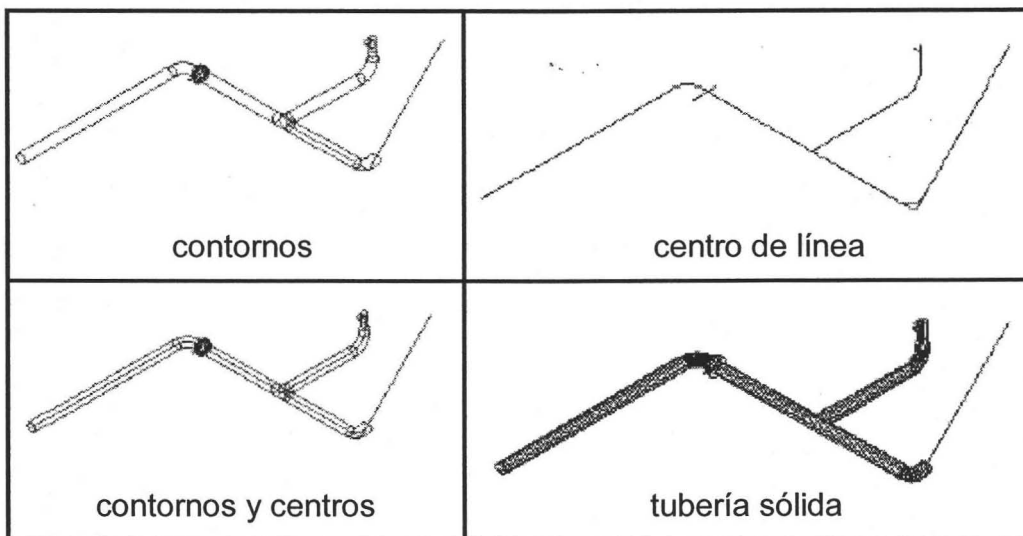


Fig. 12. Visualización de tubería.

Durante el desarrollo del modelo de tuberías de la planta de poliestireno, se observó que la forma mas sencilla de modelar es con la tubería en modo “contorno”, mientras que los paseos virtuales y revisión de cruces o interferencias entre componentes se revisan en modo “sólido”.

5. Generación de documentos entregables

Una vez hecha la maqueta electrónica, es indispensable terminar el proceso de diseño de tuberías generando todos los documentos entregables típicos, incluyendo en ellos: cotas, referencias, elevaciones, claves de equipos, límites de baterías, continuaciones de planos, números de línea.

El paquete de modelado electrónico inteligente permite al diseñador de tuberías personalizar la documentación entregable de acuerdo a los estándares de cada compañía y/o proyecto, sin embargo puede resultar necesario en algunos casos la revisión y edición manual de algunos componentes dentro del modelo.

El diseñador de tuberías debe procurar tener la menor interacción posible con la edición de documentos entregables, tratando al máximo de que la generación de éstos sea completamente automática para aprovechar al 100% las ventajas del modelado y la generación de documentos entregables.

Los documentos típicos entregables correspondientes al diseño de tuberías incluyen aquellos generados en dos dimensiones y los generados en tres dimensiones.

Algunos de los documentos típicos extraídos del modelo se muestran en las siguientes secciones.

5.1 Documentos en dos dimensiones (2D)

5.1.1 Planta y arreglo de equipos

Este plano es una representación a escala de las áreas de proceso, almacenes de materia prima, de producto terminado, oficinas, áreas de mantenimiento y áreas de servicios auxiliares que forman parte de la planta, todos presentados a través de una vista área en la que se incluye como mínimo las coordenadas norte-este de todos los equipos, cotas principales, ejes de referencia (típicamente columnas) y claves de equipos.

En el arreglo de equipos deben quedar plasmados los espacios requeridos para mantenimiento, la secuencia óptima en acomodo de equipos de acuerdo al flujo de proceso y la ubicación de áreas generada a partir de los análisis de riesgos de la planta industrial.

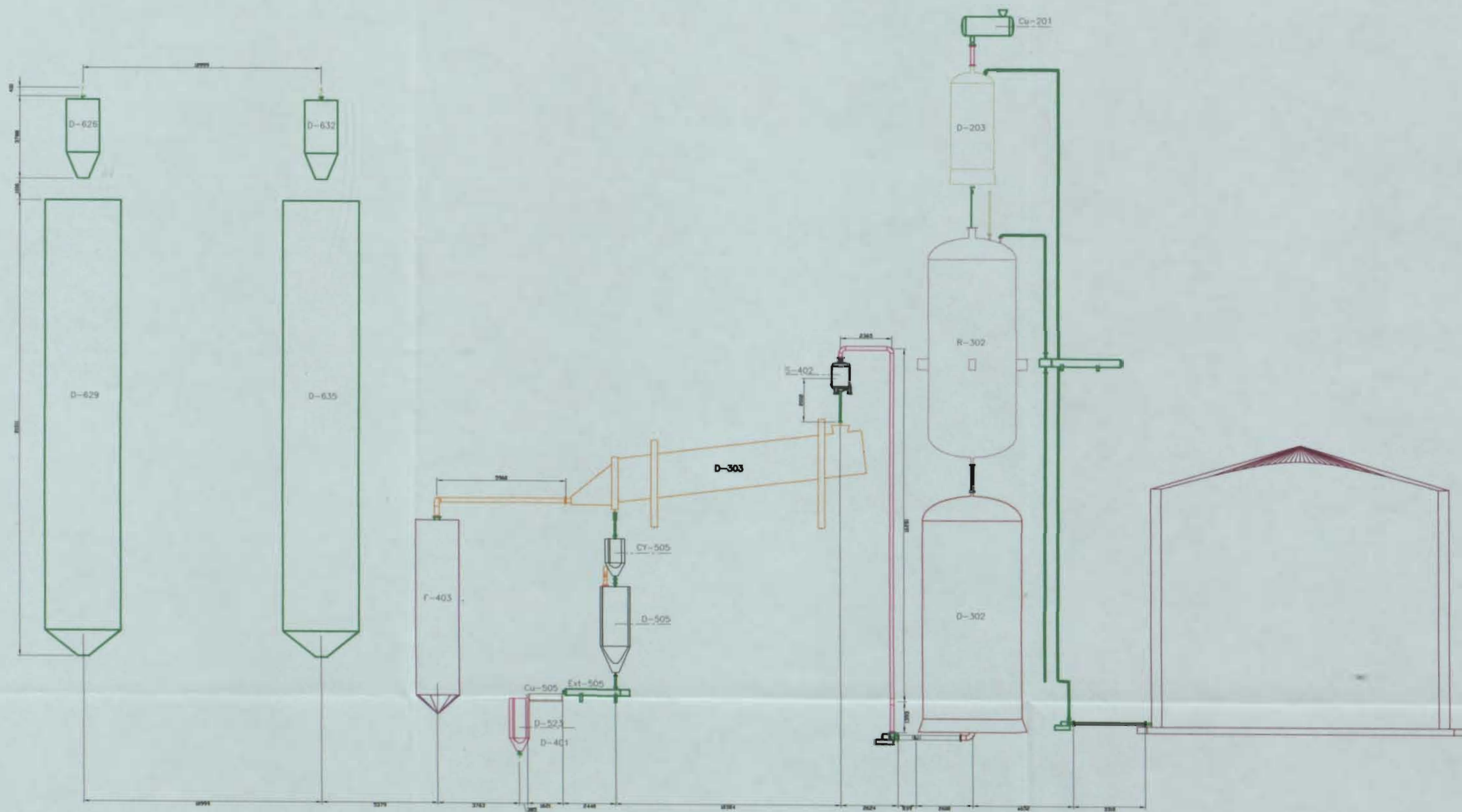
5.1.2 Plantas de tuberías (arreglos de tuberías)

Los arreglos de tuberías son los planos a escala en donde se muestran las líneas de proceso y servicios auxiliares involucradas en el proceso.

Las plantas o arreglos de tubería son vistas ortogonales (aéreas) preparadas para cada nivel de tuberías de la planta, típicamente generadas en arreglos de tuberías del nivel 100.00 correspondiente al nivel de piso terminado, del nivel +103.00 correspondiente a la cama de tuberías de la planta baja y del nivel 105.00 correspondiente a la cama de tuberías del primer piso (i.e.).

En el caso de la planta de poliestireno, los arreglos de tuberías son casi en su totalidad configuraciones verticales ya que el flujo de proceso aprovecha la fuerza de gravedad por tratarse de sólidos, por lo que no se hace necesario el diseño y acomodo de las tuberías en un rack central vertical.

La siguiente figura presenta el arreglo de tuberías de la planta de poliestireno modelado como parte de éste trabajo de tesis.



5.1.3 Vistas isométricas

Junto con los arreglos de tuberías, las vistas isométricas son parte del paquete de tuberías que se entregará como documento constructivo al término de la ingeniería.

Los planos isométricos son vistas proyectadas a 30° que permiten ver la “profundidad” o tres dimensiones del sistema de tuberías a través de un dibujo en dos dimensiones.

Los planos isométricos son la pieza mas detallada del diseño de tuberías y constituyen la primera piedra sobre la cual se ha desmembrado en su totalidad el proyecto.

En las siguientes dos páginas se incluyen dos ejemplos de vistas isométricas generadas como parte del modelo de la planta de poliestireno.



5.1.4 Cortes, secciones y elevaciones de tuberías

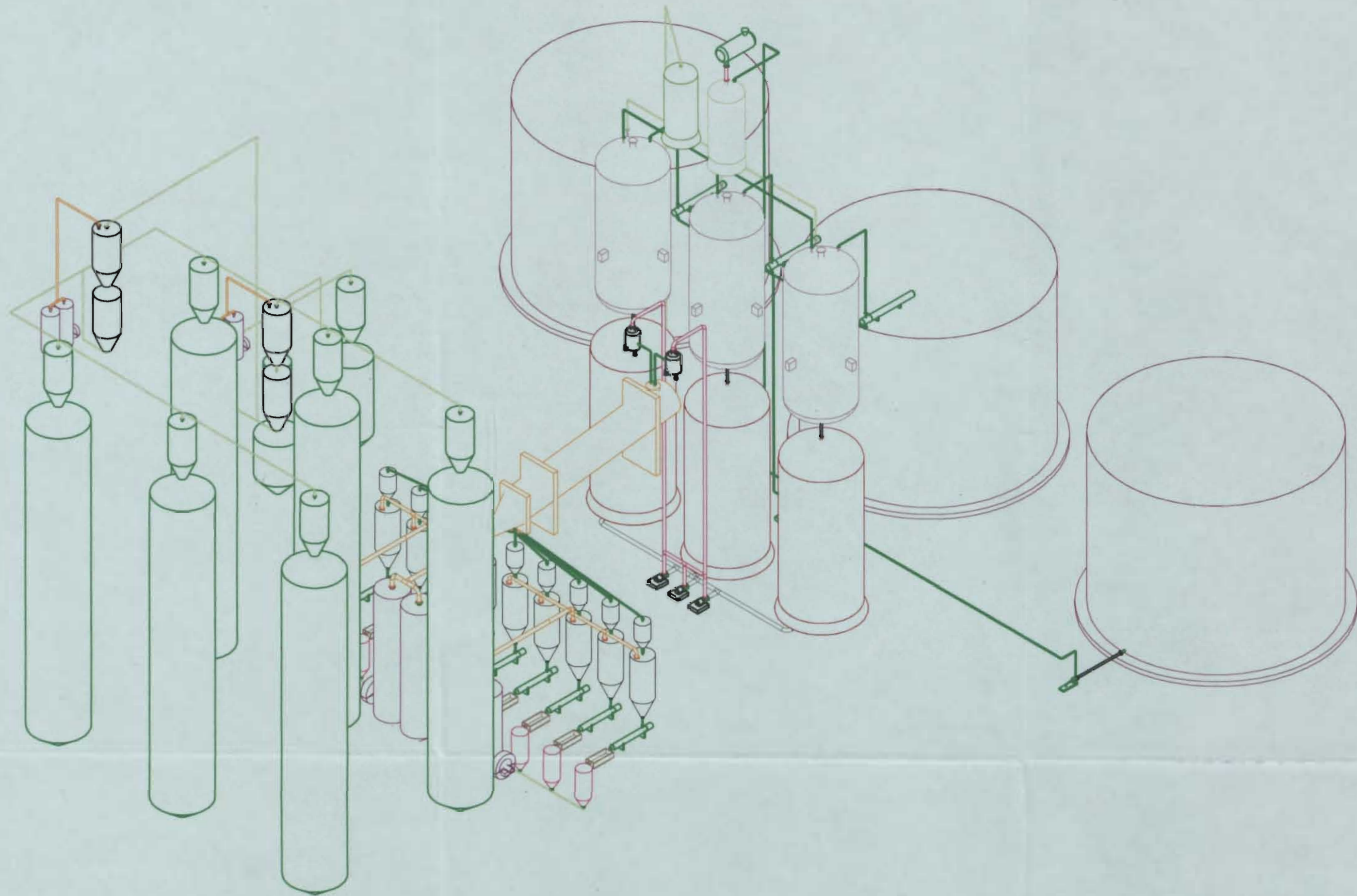
Estos planos mostrarán cortes de determinadas partes de la planta, ocultando los equipos y tubería que obstruyen la visión de dicho elemento de interés.

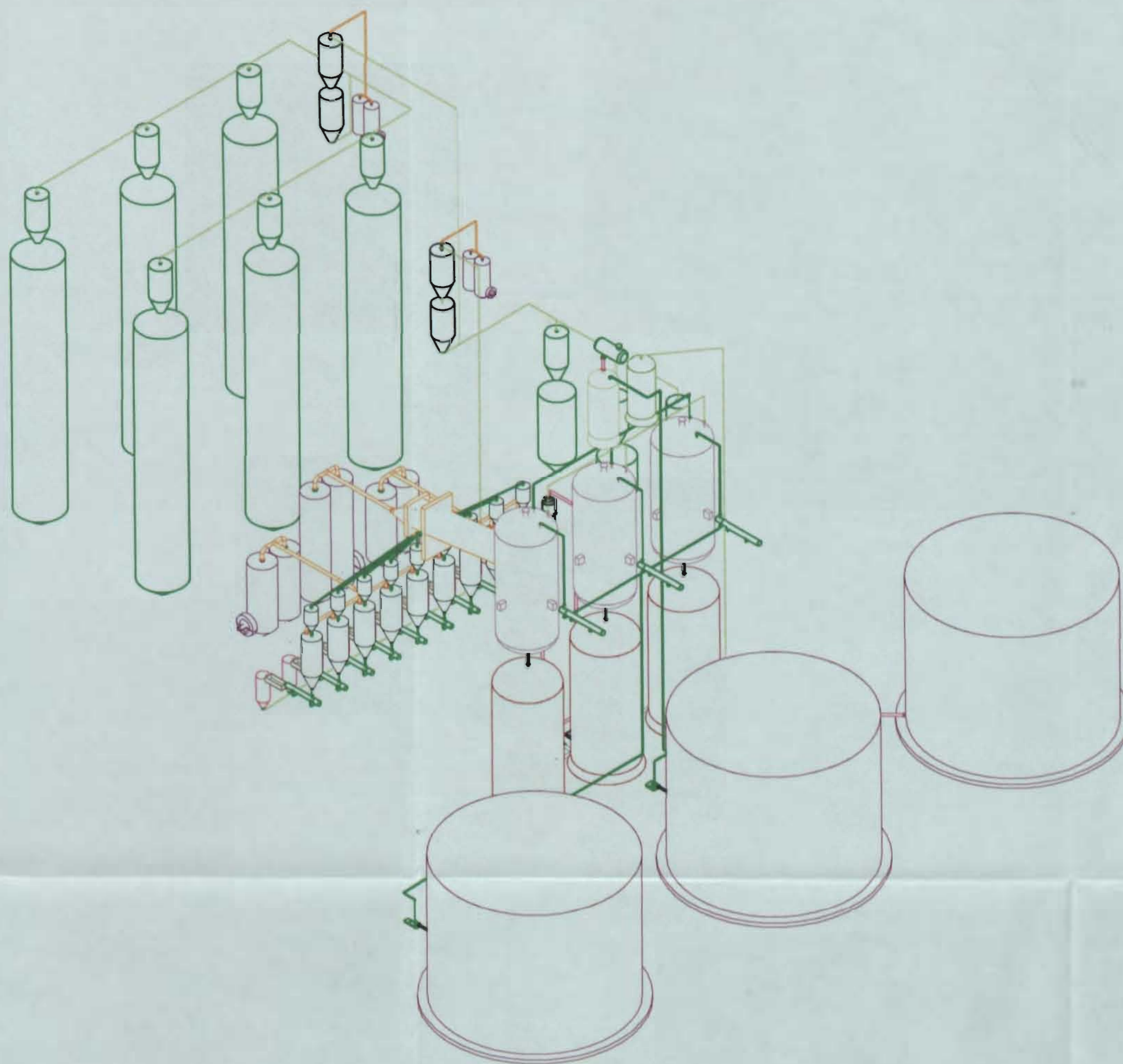
Los planos de cortes y elevaciones se generan a lo largo de un eje transversal o longitudinal para destacar determinadas secciones de la planta.

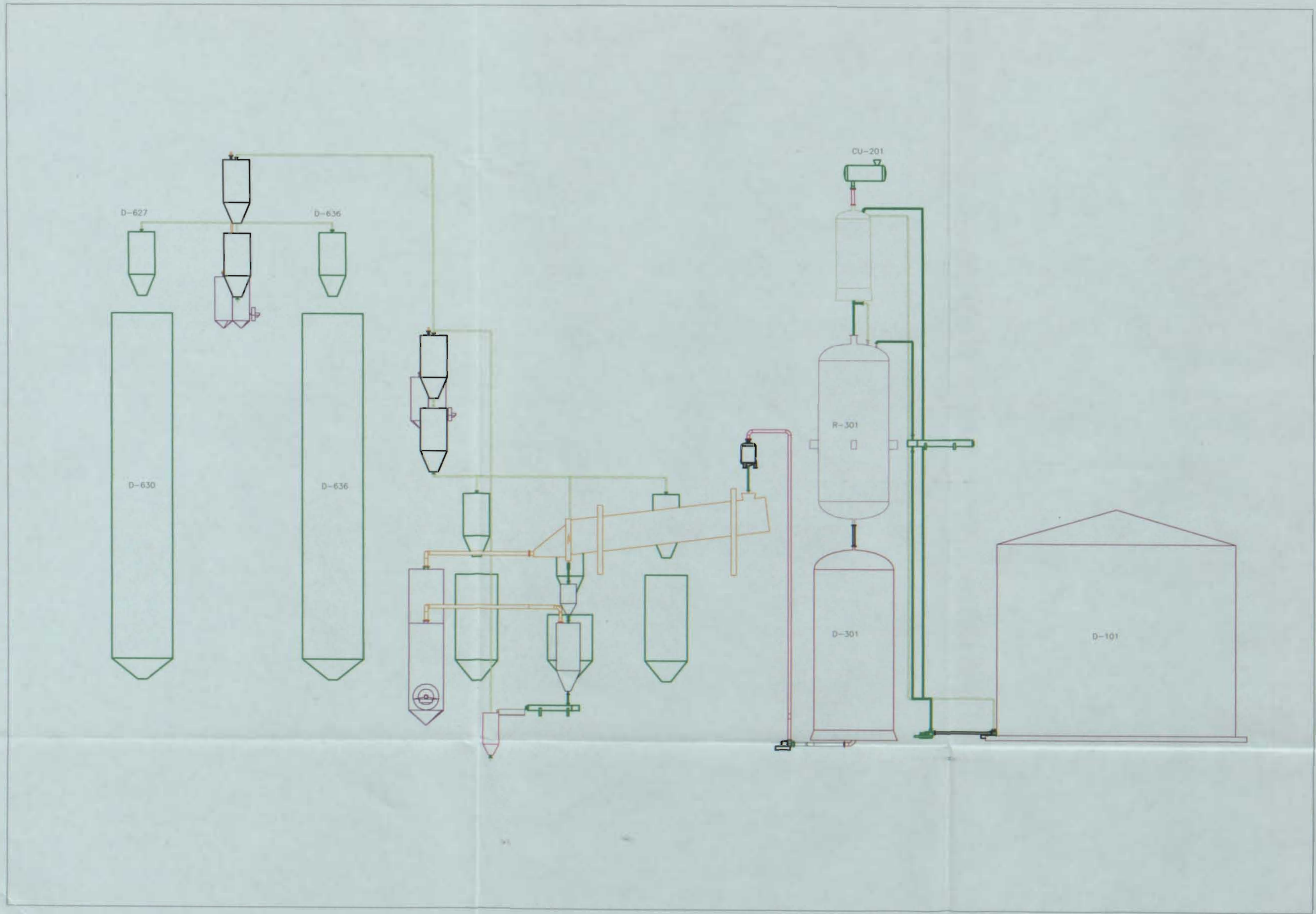
El modelo tridimensional inteligente permite generar tantos cortes y elevaciones como el proyecto requiera a través de una serie de sencillas instrucciones en el modelo, sin implicar la necesidad de adicionar tiempo y recursos al proceso de volver a generar nuevas secciones en 2D.

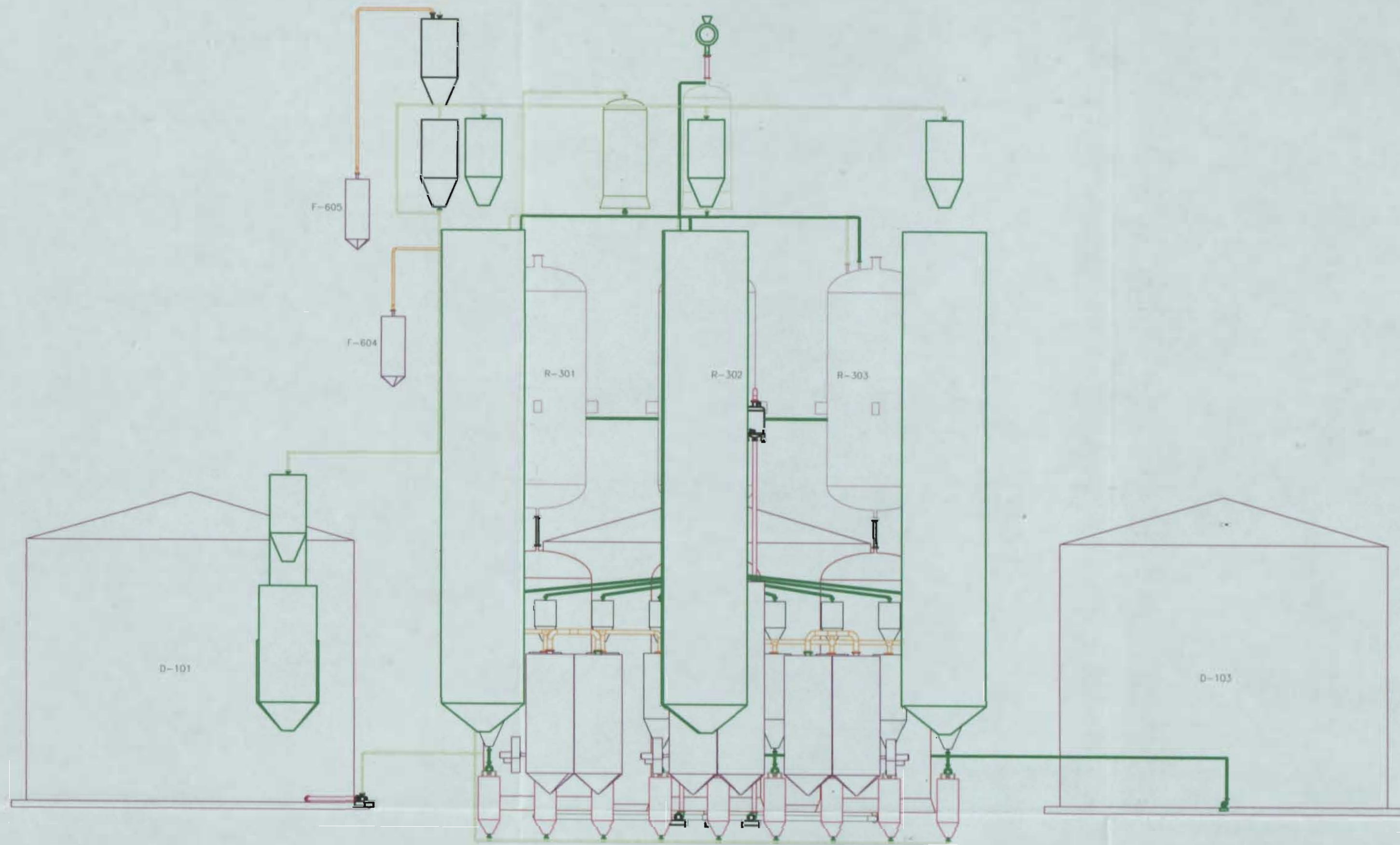
En las siguientes cinco páginas se incluyen los planos siguientes:

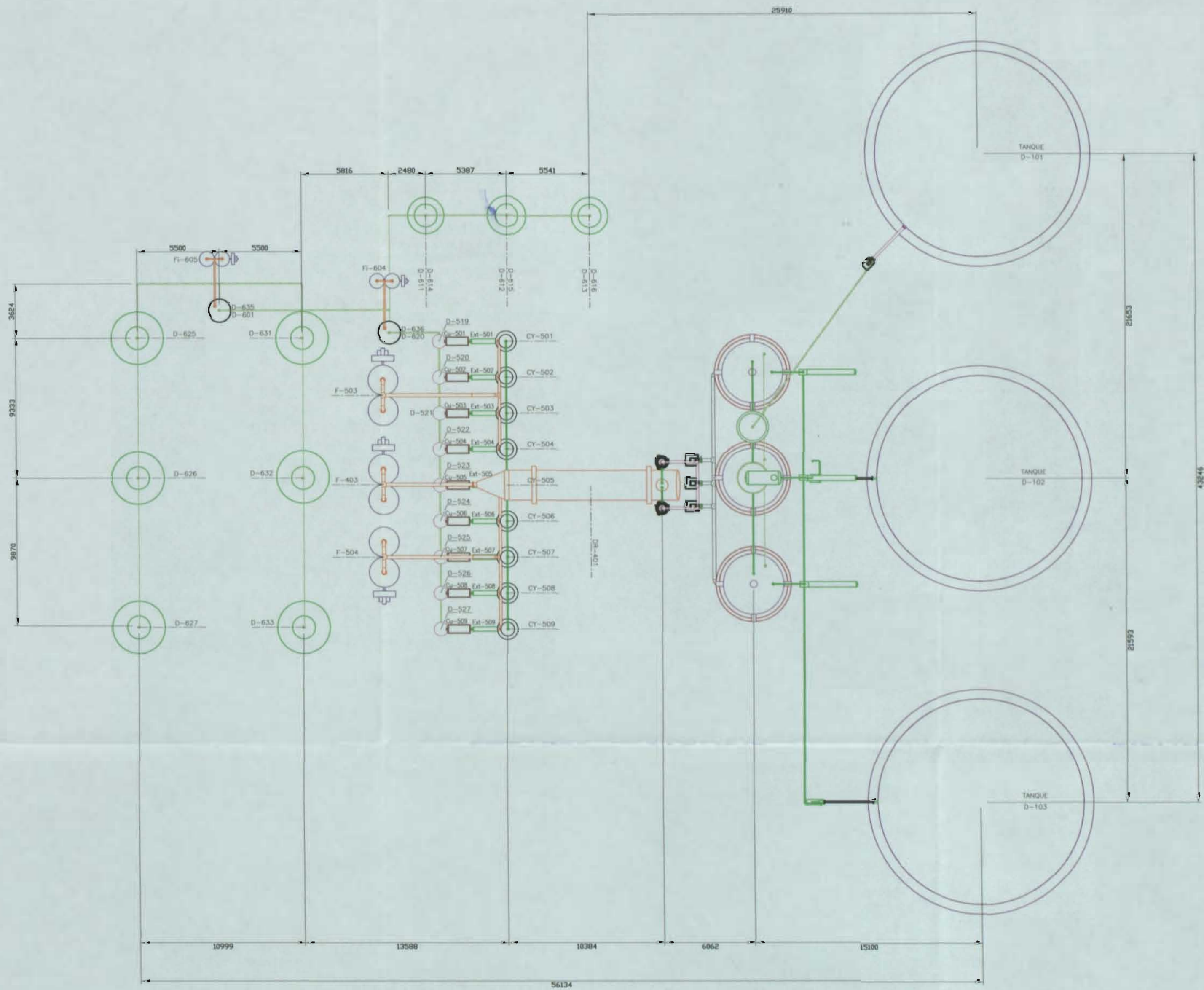
- Vista frontal general
- Vista lateral general
- Corte frontal de tolvas
- Corte frontal de reactores
- Corte lateral de reactores.











5.2 Documentos en tres dimensiones (3D)

5.2.1 Maqueta electrónica

El modelado inteligente permite generar tantas vistas como el diseñador desee. Se pueden presentar diferentes vistas desde cualquier ángulo y/o elevación con el fin de apreciar detalles de especial interés.

La siguiente figura presenta una vista en 3 dimensiones de la sección de tolvas y secador de la planta de poliestireno

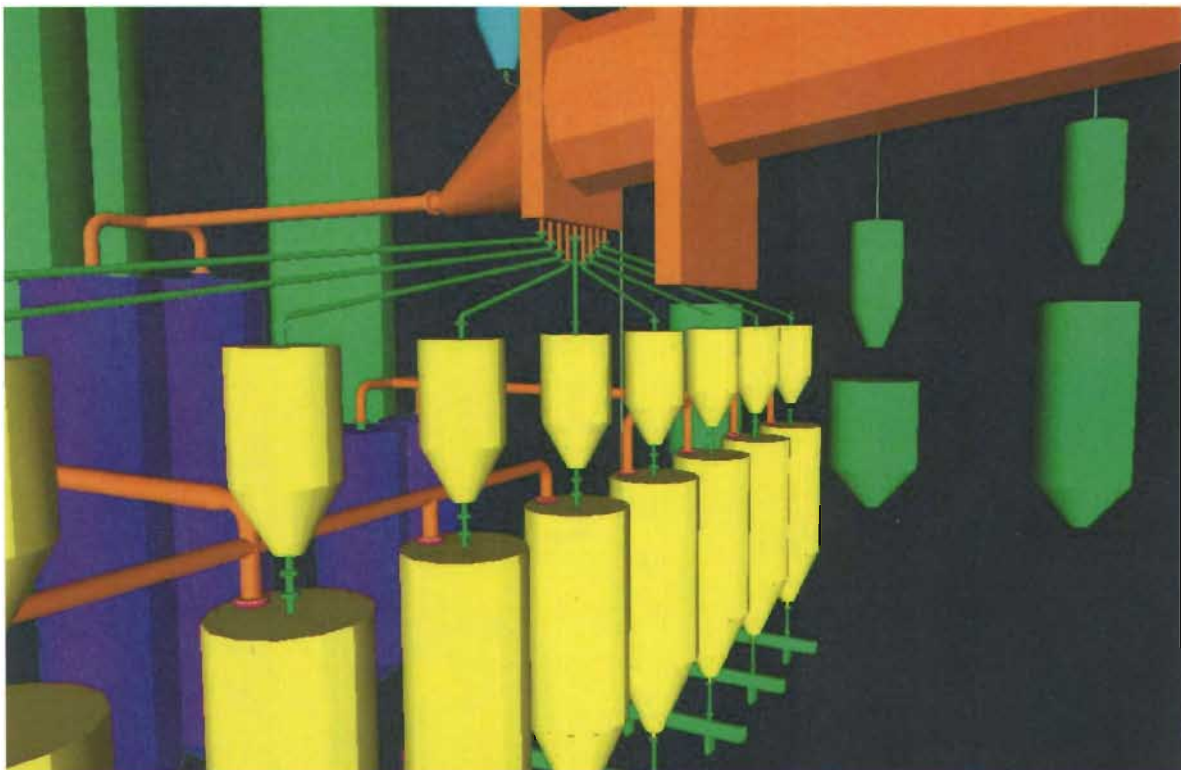


Fig.13. Esquema de la conexión de tolvas con secador Dr-401

Las figuras 14 y 15 presentan vistas isométricas de la sección de filtros y secador y de la planta en su totalidad respectivamente

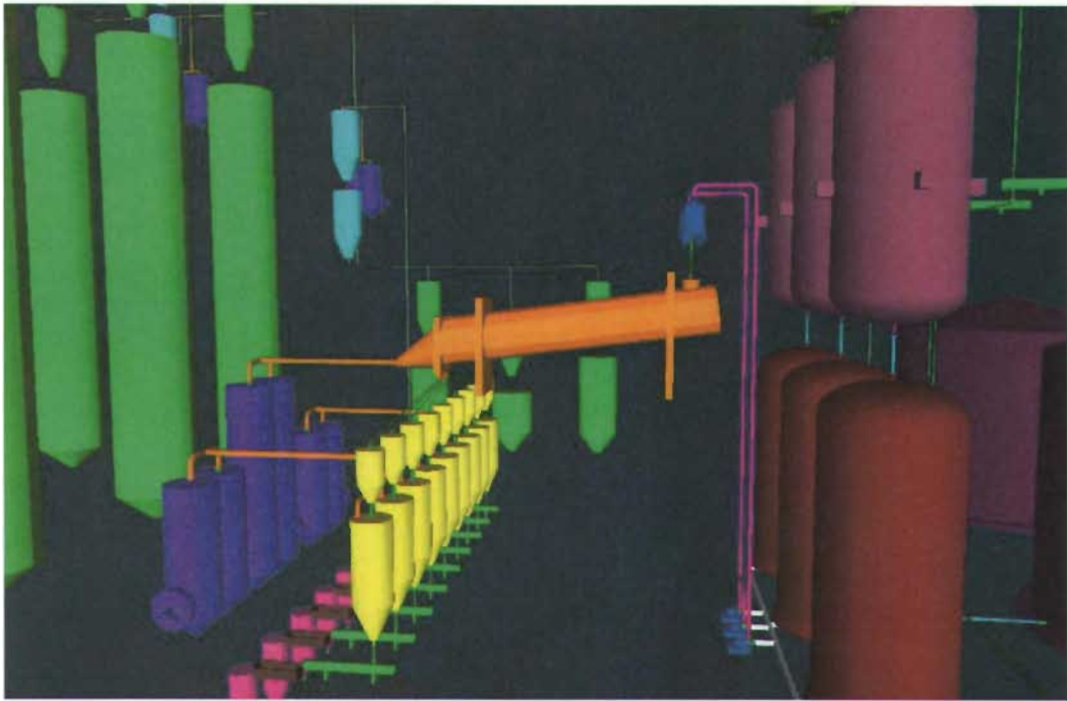


Fig. 14. Esquema que muestra conexión de filtros con secador

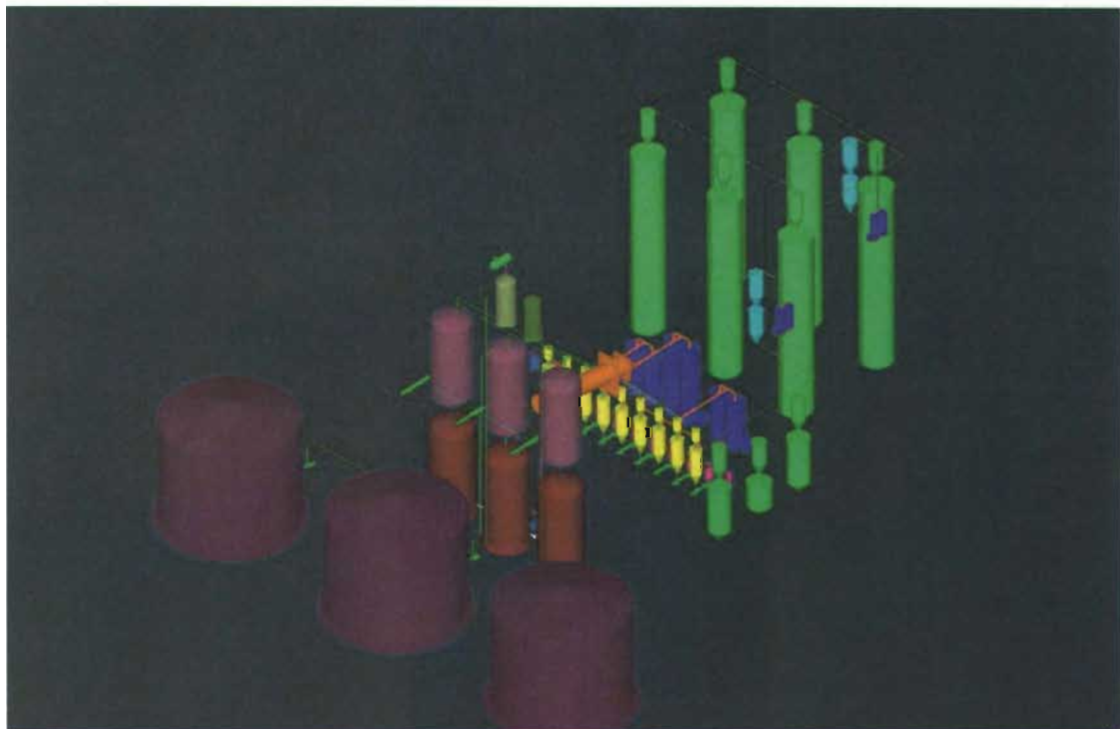


Fig. 15. Vista de isométrica de todo el equipo

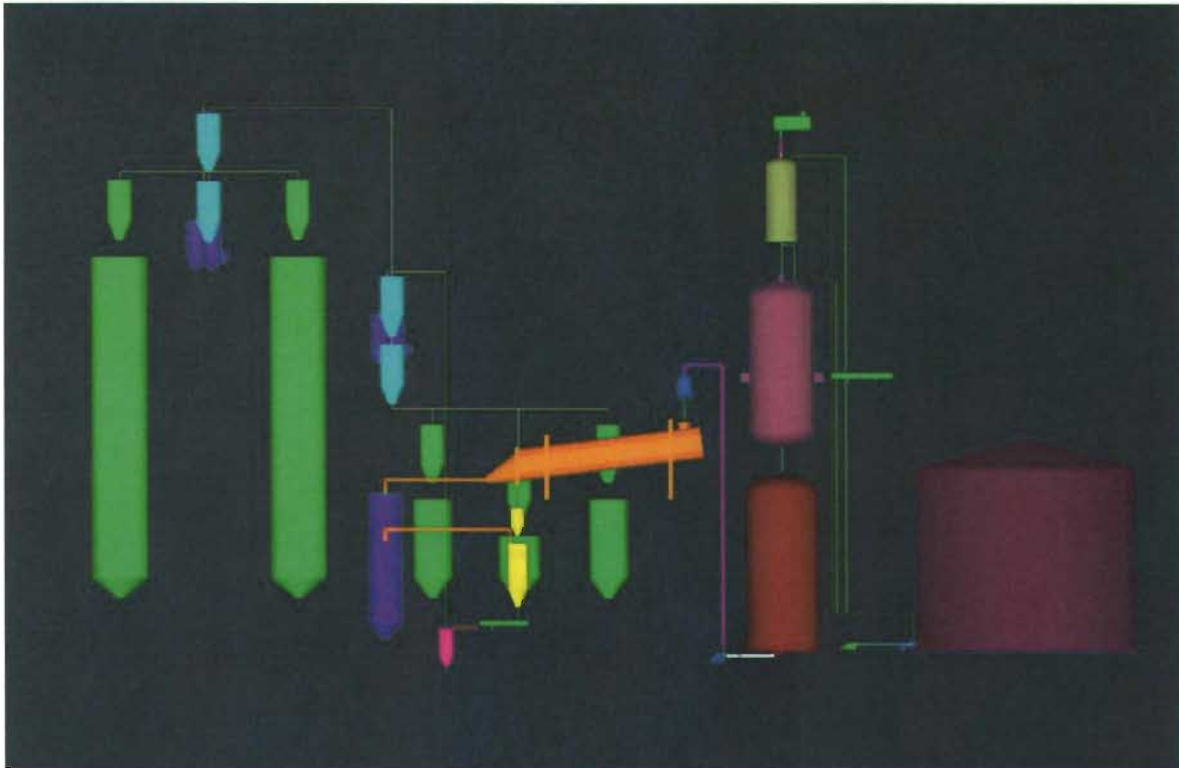


Fig. 16. Vista lateral de equipo.

Los esquemas que se presentan anteriormente son vistas sólidas del equipo y tubería de la planta de poliestireno generadas completamente a escala y con la configuración espacial real requerida por el proceso, en donde se visualizan claramente los detalles de la planta y la interacción entre los componentes involucrados en el proceso.

Como se observa en estas imágenes, el modelado tridimensional permite seleccionar diferentes colores para cada uno de los elementos de la planta, permitiendo crear una clasificación que facilita el entendimiento del proceso y de la planta, como por ejemplo en el caso de las tuberías, la selección del color por diámetro y/o servicio, o en el caso del equipo la selección por tipo de equipo.

5.2.2 Recorridos (walkthrough)

Una última ventaja obtenida al trabajar con modelos tridimensionales inteligentes, es la disponibilidad para el diseñador de realizar recorridos virtuales a través de la planta.

Esta herramienta del programa permite hacer recorridos virtuales dentro de la planta, pasando por los espacios entre equipos y tuberías modelados durante el proyecto, logrando de éste modo observar limitaciones de espacio, flexibilidad de operación, interferencias entre componentes y/o la configuración final de la planta.

Los recorridos virtuales incluso permiten al operador conocer la disposición final de agitadores y componentes internos modelados a lo largo del proyecto.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

6. Conclusiones

La visualización de la planta a través de los paquetes de diseño de tuberías inteligentes facilita de manera significativa la comprensión del proceso, tanto para el especialista involucrado en el proyecto, como para el recién egresado; además de dar una idea real de las dimensiones y magnitudes involucradas en la planta, ya que todos los componentes mostrados en el modelo 3D son generados a escala.

Actualmente este tipo de herramientas únicamente son empleadas en el ámbito profesional sin embargo, pueden ofrecer muchas ventajas al ser utilizadas como material didáctico para enseñanza de procesos químicos, ya que por lo general este tipo de plantas industriales son complicadas y a menudo la imaginación del estudiante se encuentra poco familiarizada con este tipo de componentes.

El manejo de este tipo de software permite una optimización considerable en los recursos involucrados en el proyecto, incluyendo las horas-hombre de diseño de tuberías, máquinas (PC's) necesarias en el proyecto y diseñadores involucrados, a diferencia de los métodos tradicionales en los cuales se requiere de una gran cantidad de ingenieros y diseñadores involucrados en el diseño de tuberías con la consecuente necesidad de máquinas y un área física destinada a albergar al equipo de diseño de tuberías.

Una ventaja más de este tipo de herramienta, es la eliminación de errores de captura. En los métodos de diseño tradicionales, el ingeniero encargado de las tuberías genera primero el arreglo de equipo, posteriormente el arreglo de tuberías, cortes y elevaciones y finalmente los isométricos, todos estos documentos son elaborados desde de manera independiente sin ninguna liga en bases de datos entre ellos, por lo que se pueden incurrir en diversos errores de captura e incluso de interpretación al tener a diferentes diseñadores involucrados en el proyecto. Con el modelado inteligente en 3D, puede ser posible que un solo diseñador genere completamente la planta industrial electrónicamente y que los entregables sean extraídos directamente del paquete de diseño.

El problema de choques e interferencias es uno de los más frecuentes a lo largo del proyecto, el cual actualmente ha podido reducirse gracias a los paseos virtuales y secuencias de detección de interferencias disponibles en los software de diseño, adicionalmente de la facilidad con que es posible integrar a todas las disciplinas involucradas en el diseño de la planta en una misma plataforma (aire acondicionado, tuberías, charolas eléctricas, proceso, mecánico, manejo de materiales, civil, estructura, etc.)

A pesar de la gran ventaja que representa el trabajar en software de modelado inteligente como este, es cierto también que se requiere de un entrenamiento intensivo especializado y que la inversión inicial requerida para la adquisición de licencias y ordenadores adecuados para manejar las maquetas electrónicas es elevada, adicionalmente el paquete de diseño no garantiza el éxito del modelado de la planta ya que la pericia y experiencia relacionada con el diseñador es un componente indispensable en el adecuado diseño de la planta.

Un último componente para garantizar el éxito del modelado de la planta es el relacionado con la rapidez y garantía de tener una edición completa de los documentos entregables del proyecto. La maqueta electrónica por si sola ayuda con la revisión de interferencias, sin embargo no representa ninguna ayuda al personal de construcción si no se generan los documentos entregables editados como "aprobados para construcción".

Finalmente, se sugiere realizar como parte de un estudio económico a futuro la evaluación del empleo de este tipo de software a nivel académico.

7. Bibliografía

- Argueta Perla, Oscar, "Tesis, Desarrollo de la Ingeniería Básica de una planta de Poliestireno como material de apoyo para el curso de Ingeniería de Proyectos", 2001
- PEMEX, carpeta de especificaciones de tubería, 2002
- Little Giant pump company, "Chemical Resistance Chart", 2004.
- Plant Design and Economics for Chemical Engineers; Max S Peters, Klaus D Timmerhaus, Ronald E. West, Max Peters . McGraw-Hill; 5 edition December, 2002
- Piping Design for Process Plants; Howard F. Rase, M. H. Barrow John Wiley & Sons, December, 1963
- Wilden, "Guía de Resistencias Químicas", 2004.
- Manual de usuario Rebis Autoplant 2002.
- <http://www.unitedaircontrol.com/dc.htm>
- http://www.ttplpune.com/tech_information/bag%20filter/figure1.dwf
- http://www.ttplpune.com/tech_information/bag%20filter/figure2.dwf
- http://www.ttplpune.com/tech_information/bag%20filter/What-bag%20filter.htm
- <http://www.siko.co.id/bag.html>
- <http://www.siko.co.id/bagdust.html>
- <http://www.nisco.net/nyb.html>
- <http://www.aaronequipment.com/inventory.asp?categoryID=5&subcategoryID=1>
- <http://www.pump-flo.com/pumpselection/goulds/types.asp>

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA PARA LA PLANTA DE POLIESTIRENO

Clave	Servicio	Presion de diseño		Temp. de diseño		Especificación
		kg/cm ²	psig	°C	°F	
PB	Polibutadieno					T 1 0 B
AC	Ácido Clorhídrico (concentrado)					
AGD	Agua desmineralizada					
PS	Poliestireno					
						Rango y material
						Ac. Inox. 304 ASME-BPE,
						Limitado cond. diseño
						Pd
						5 kg/cm ²
						70 psig
						Td
						150 °C
						300 °F

Tolerancia a la corrosión: 0.0 mm

Presión de prueba: 7.5 kg/cm² (107.0 psig).

Tubería					
Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Tubing	¼"	3/8"	Cal.20 (0.035")	Planos	Acero inoxidable ASTM A-269 Gr. TP-304, con costura.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		


Accesorios					
Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Accesorios	¼"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Acero inoxidable ASTM A-269 Gr. TP-304, conforme a ASME-BPE.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

Juntas Mecánicas					
Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Férula	¼"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF	Acero inoxidable ASTM A-269 Gr. TP-304, (25 Ra), conforme a ASME-BPE.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Abrazadera Clamp	¼"	¾"			Abrazadera Clamp de 2 piezas, de acero inoxidable tipo AISI 304 con tuerca tipo mariposa, conforme a ASME-BPE.
Abrazadera Clamp	1"	6"			Abrazadera Clamp de 3 piezas, de acero inoxidable tipo AISI 304 con tuerca tipo mariposa, conforme a ASME-BPE.
Empaque Clamp	¼"	6"			Material EPDM de 1/8" de espesor, resistente al vapor, conforme a ASME-BPE; aprobado por FDA.

Válvulas					
Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Válvula de bola	¼"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Paso completo, fabricación de cuerpo en tres piezas, cuerpo, bola y vastago de acero inoxidable tipo 316L, asientos y sellos de teflon, con maneral indicador.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

						ACOT.: mm
						ELEV.: m
						ESCALA: Sin escala

REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APPROBO	FECHA	LOC.: México D.F.
------	-------------	--------	--------	--------	---------	-------	-------------------

	ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS				Hoja	Rev.
	Proyecto No.	Dibujo No.		T 1 0 B	1	A

Válvulas

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Válvula de retención check	½"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Tipo disco, cuerpo y partes internas de acero inoxidable tipo 316L, asientos y sellos de teflón..
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

Misceláneos

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Tee para instrumentos	½"	1"	Cal. 16 (0.065")	AWFxAWFxCL	Lateral ferulado de 1½", de acero inoxidable ASTM A-269 Gr. TP-304, conforme a ASME-BPE.

Derivaciones

Linea principal (cabezal)	½"	T														
	½"	TR	T													
¾"	TR	TR	T													
1"	TR	TR	TR	T												
1½"	TR	TR	TR	TR	T											
2"	TR	TR	TR	TR	TR	T										
2½"	TR	TR	TR	TR	TR	TR	T									
3"	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	T								
4"	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	T							
6"	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR	TR	T						
	½"	¾"	1"	1½"	2"	2½"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"

Linea secundaria (rama)

Nomenclatura

T = Tee recta
 TR = Tee reducción
 R = Reducción

Notas:

1. Tubería, accesorios, valvulas y conexiones, deberán ser libres de grasas u otros contaminantes. Todos los materiales sanitarios, deberán mantenerse sellados o empaquetados antes de su instalación.
2. Considerar materiales termoplásticos como PAS y PES no son resistentes a la acetona.
3. Todas las juntas soldables deberán ser por máquina orbital AWG, método TIG, o equivalente, con disponibilidad de control.
4. Las conexiones para soldables, deberán ser con espesor de pared igual al de la tubería.
5. No se permite practicar insertos para conectar ramales a cabezales de tubería.

ACOT.: mm

ELEV.: m

ESCALA: Sin escala

REV.

DESCRIPCION

DIBUJO

DISEÑO

REVISO

APPROBO

FECHA

LOC.: México D.F.

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS**

Proyecto No.

Dibujo No.

T 1 0 B

Hoja

2

Rev.

A

Clave	Servicio	Presion de diseño		Temp. de diseño		Especificación
		kg/cm ²	psig	°C	°F	
ST	Estireno					1 N 4
						Rango y material
						150# ANSI Cara realzada Acero al carbon
						Limitado cond. diseño
						Pd 6.0 kg/cm ² 85.3 psig
						Td 93.3 °C 200 °F

Tolerancia a la corrosión: 1.59 mm (1/16 pulg).

Presión de prueba: 9 kg/cm2 (128 psig).

Tubería

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Tubo	½"	2"	Ced. 40	Roscados	Acero al carbón ASTM A-53 Grado B, con costura por resistencia eléctrica (ERW).
	2½"	6"	Ced. 40	Roscados	
	8"	12"	Ced. 20	Biselados	

Accesorios

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Accesorios	½"	2"	300# WOG	Roscados	Hierro maleable ASTM A-197.
	2½"	6"	Ced. 40	Soldar a tope	Acero al carbón forjado ASTM A-234 Grado WPB.
	8"	12"	Ced. 20	Soldar a tope	

Juntas Mecánicas

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Brida cuello soldable (W.N.)	2 ½"	12"	150# ANSI	Cara realzada	Acero al carbón forjado ASTM A-105.
Brida deslizable (S.O.)	2 ½"	12"	150# ANSI	Cara realzada	Acero al carbón forjado ASTM A-105.
Brida ciega	2 ½"	12"	150# ANSI	Cara realzada	Acero al carbón forjado ASTM A-105.
Empaques	2 ½"	12"	150# ANSI	Cara realzada	Empaque de 1/8" de espesor, relleno comprimido no metalico, libre de asbestos, tipo BlueGard serie 3000 mca. Garlock o similar.
Esparrago					Acero de aleación ASTM A-193 Grado B7.
Tuercas hexagonales					Acero de aleación ASTM A-194 Grado 2H.

ACOT.: mm
ELEV.: m
ESCALA: Sin escala

REV. DESCRIPCION DIBUJO DISEÑO REVISO APPROBO FECHA LOC.: México D.F.



ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

Proyecto No. Dibujo No. **1 N 4** Hoja 1 Rev. 1

1

2

3

4

Válvulas

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	A			
Válvula de compuerta	½"	2"	800# ANSI	Roscados	Cuerpo de acero al carbón forjado ASTM A-105, interiores de acero inoxidable con 13% cromo AISI 410, asientos renovables, bonete bridado, vástago ascendente, cuña solida.
Válvula de compuerta	2 ½"	12"	150# ANSI	Bridados, cara realzada	Cuerpo de acero al carbón fundido ASTM A-216 Grado WCB, vástago ascendente, interiores de acero inoxidable con 13% cromo AISI 410, cuña solida, bonete bridado, asientos renovables.
Válvula de globo	½"	2"	800# ANSI	Roscados	Cuerpo de acero al carbón forjado ASTM A-105, interiores de acero inoxidable, con 13% cromo AISI-410, asientos renovables, bonete bridado, vástago ascendente, disco suelto.
Válvula de globo	2 ½"	12"	150# ANSI	Bridados, cara realzada	Cuerpo de acero al carbón fundido ASTM A-216 Grado WCB, interiores de acero inoxidable, con 13% cromo AISI-410, asientos renovables, bonete bridado, vástago ascendente, disco suelto.
Válvula de bola	½"	2"	800# ANSI	Roscados	Cuerpo de acero al carbón forjado ASTM A-105, construcción bridada, obturador tipo bola de acero inoxidable AISI-316, asientos y sellos de teflón.
Válvula de bola	2 ½"	12"	150# ANSI	Bridados, cara realzada	Cuerpo de acero al carbón fundido ASTM A-216 Grado WCB, interiores de acero inoxidable AISI 316, paso completo, doble sello, cierre hermético, asientos de teflón.
Válvula de retención (check)	½"	2"	800# ANSI	Roscados	Cuerpo de acero al carbón forjado ASTM A-105, interiores de acero inoxidable con 17% cromo AISI-410, tipo bola, horizontal o vertical.
Válvula de retención (check)	2 ½"	12"	150# ANSI	Bridados, cara realzada	Cuerpo de acero al carbón fundido ASTM A-216 Grado WCB, Interiores de acero inoxidable con 13% cromo AISI-410, tipo balancín
Válvula macho	½"	2"	800# ANSI	Roscados	Cuerpo de acero al carbón forjado ASTM A-105, tapón normal, modelo corto, operada con maneral.
Válvula macho	2 ½"	12"	150# ANSI	Bridados, cara realzada	Cuerpo de acero al carbón fundido ASTM A-216 Grado WCB, tapón normal, modelo corto, operada con maneral.

Misceláneos

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	A			
Cople	½"	2"	300# WOG	Roscados	Hierro maleable ASTM A-197.
Medio cople	½"	2"	300# WOG	Roscados	Hierro maleable ASTM A-197.
Tuerca unión	½"	2"	300# WOG	Roscados	Hierro maleable ASTM A-197, con asientos integrales.

ACOT.: mm

ELEV.: m

ESCALA: Sin escala

REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APPROBO	FECHA	LOC.: México D.F.
------	-------------	--------	--------	--------	---------	-------	-------------------

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS**

Proyecto No. Dibujo No.

1 N 4

Hoja

2

Rev.

1

1

2

3

4

Clave	Servicio	Presion de diseño		Temp. de diseño		Especificación
		kg/cm ²	psig	°C	°F	
MS	Fosfato tricálcico					1 P O K
	Dodecibencen sulfonato					
	Peróxido de benzoilo					
						Rango y material
						Ac. Inox. 316L ASME-BPE, 180 Grit
						Limitado cond. diseño
						Pd 5 kg/cm ²
						70 psig
						Td 150 °C
						300 °F

Tolerancia a la corrosión: 0.0 mm
 Presión de prueba: 7.5 kg/cm² (107.0 psig).

Tubería

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Tubing	½"	3/8"	Cal.20 (0.035")	Planos	Acero inoxidable ASTM A-270 Gr. TP-316L, con costura, pulido mecánico interno 180 Grit (25 Ra).
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

Accesorios

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Accesorios	½"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Acero inoxidable ASTM A-270 Gr. TP-316L, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

Juntas Mecánicas

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Férula	½"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF	Acero inoxidable ASTM A-270 Gr. TP-316L, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE.
	½"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Abrazadera Clamp	½"	¾"			Abrazadera Clamp de 2 piezas, de acero inoxidable tipo AISI 304 con tuerca tipo mariposa, conforme a ASME-BPE.
Abrazadera Clamp	1"	6"			Abrazadera Clamp de 3 piezas, de acero inoxidable tipo AISI 304 con tuerca tipo mariposa, conforme a ASME-BPE.
Empaque Clamp	½"	6"			Material PTFE de 1/8" de espesor, resistente al vapor, conforme a ASME-BPE, aprobado por FDA.

ACOT.: mm
 ELEV.: m
 ESCALA: Sin escala

REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APPROBO	FECHA	LOC.:
							México D.F.



ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

Proyecto No. Dibujo No. **1 P O K** Hoja 1 Rev. A

Válvulas

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Válvula de diafragma	1/2"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Tipo vertedero alto para servicio de alta pureza, cuerpo de acero inoxidable forjado tipo 316L, bonete de termoplástico PAS, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), maneral con indicador, diafragma de PTFE, extremos conforme a ASME-BPE, Mca. ITT, Mod. Pure Flo.
	1/2"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Válvula de bola	1/2"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Para servicio de alta pureza, paso completo, fabricación de cuerpo en tres piezas, cuerpo, bola y vastago de acero inoxidable tipo 316L, asientos y sellos de teflon, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), con maneral indicador.
	1/2"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Válvula de retención check	1/2"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Para servicio de alta pureza, tipo disco, cuerpo y partes internas de acero inoxidable tipo 316L, asientos y sellos de teflon, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra).
	1/2"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Valvula U-Bend Zero-Static	1/2"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Tipo vertedero alto para servicio de alta pureza, cuerpo de acero inoxidable forjado tipo 316L, bonete de termoplástico PAS, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), maneral con indicador, diafragma de PTFE, extremos conforme a ASME-BPE, Mca. ITT, Mod. Pure Flo.
	1/2"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		
Valvula Tee Zero-Static	1/2"	3/8"	Cal.20 (0.035")	AWF o Clamp	Tipo vertedero alto para servicio de alta pureza, cuerpo de acero inoxidable forjado tipo 316L, bonete de termoplástico PAS, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), maneral con indicador, diafragma de PTFE, extremos conforme a ASME-BPE, Mca. ITT, Mod. Pure Flo.
	1/2"	3"	Cal. 16 (0.065")		
	4"	4"	Cal. 14 (0.083")		
	6"	6"	Cal. 12 (0.109")		

Misceláneos

Concepto	Tamaño		Espesor y/o clase	Extremos	Material y/o características
	De	a			
Tee para instrumentos	1/2"	1"	Cal. 16 (0.065")	AWFxAWFxCL	Lateral ferulado de 1 1/2", de acero inoxidable ASTM A-270 Gr. TP-316L, pulido mecánico interno 180 GRIT (25 Ra), conforme a ASME-BPE.

Derivaciones

Linea principal (cabezal)	1/2"	T																	
	3/4"	TR	T																
	1"	TR	TR	T															
	1 1/2"	TR	TR	TR	T														
	2"	TR	TR	TR	TR	T													
	2 1/2"	TR	TR	TR	TR	TR	T												
	3"	TR	TR	TR	TR	TR	TR	T											
	4"	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	T										
	6"	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR-R	TR	TR	T									
		1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	Linea secundaria (ramal)	

Nomenclatura

- T = Tee recta
- TR = Tee reducción
- R = Reducción

Notas:

- Tubería, accesorios, válvulas y conexiones, deberán ser libres de grasas u otros contaminantes, uso sanitario para servicio de alta pureza. Todos los materiales sanitarios, deberán mantenerse sellados o empaquetados para mantener su estado de alta pureza antes de su instalación.
- Se deberá incluir pendiente nominal del 1% o 0.5% como mínimo para drenabilidad del sistema en la trayectoria de la tubería. Sólo se permitirá tubería horizontal sin pendiente en tramos cortos o manifolds de válvulas.

ACOT.: mm
 ELEV.: m
 ESCALA: Sin escala

REV. DESCRIPCION DIBUJO DISEÑO REVISO APPROBO FECHA LOC.: México D.F.



ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

Proyecto No. Dibujo No. **1 P O K** Hoja 2 Rev. A

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
3. Se deberán evitar las piernas muertas, la longitud máxima para pierna muerta, en donde no se pueda evitar, será de 6 diámetros. Para el caso de vapor limpio se permite el uso de piernas colectoras de condensado.
 4. Considerar materiales termoplásticos como PAS y PES no son resistentes a la acetona.
 5. Toda la tubería y sus accesorios deberá ser pasivada después de la instalación.
 6. Todas las juntas soldables deberán ser por máquina orbital AWG, método TIG, o equivalente, con disponibilidad de control.
 7. Las conexiones para soldables, deberán ser con espesor de pared igual al de la tubería.
 8. No se permite practicar insertos para conectar ramales a cabezales de tubería.

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

ACOT.:	mm
ELEV.:	m
ESCALA:	Sin escala

REV.	DESCRIPCION	DIBUJO	DISEÑO	REVISO	APPROBO	FECHA	LOC.:	México D.F.
------	-------------	--------	--------	--------	---------	-------	-------	-------------



ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS

Proyecto No.	Dibujo No.	1 P O K	Hoja 3	Rev. A
--------------	------------	----------------	-----------	-----------

1

2

3

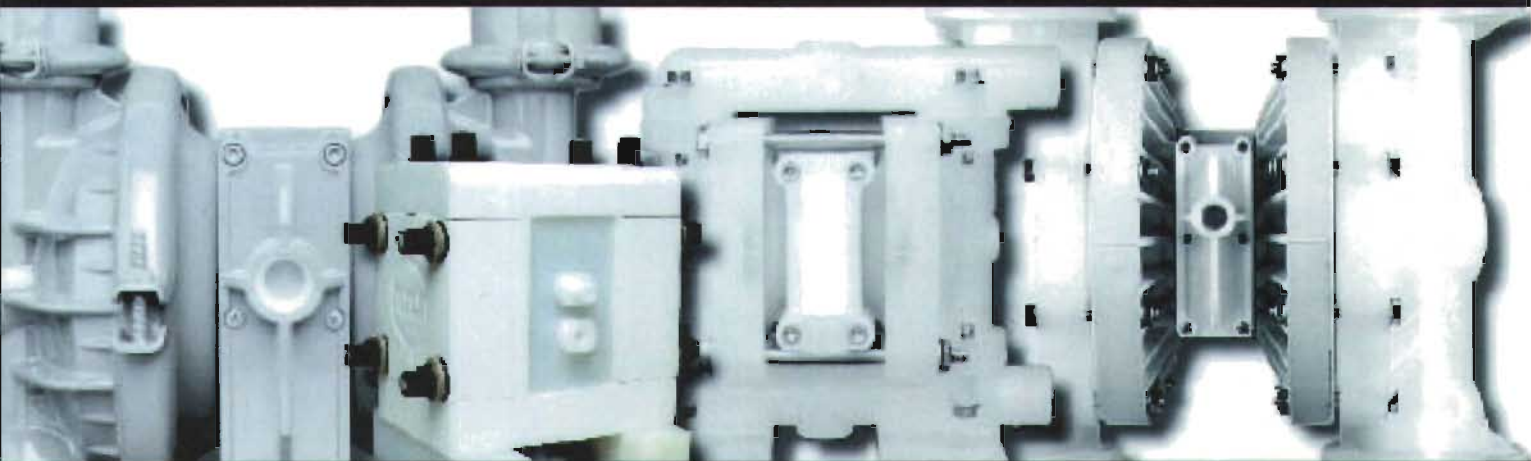
4

ANEXO 2

MATERIALES RECOMENDADOS PARA LA PLANTA DE POLIESTIRENO

CHEMICAL RESISTANCE 2004

Guide



Compatibility Listings



WILDEN
A DORNER COMPANY

CE

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

This information is compiled from numerous sources and believed to be reliable to this date. **It is intended as a guideline to be used with all available information to determine suitability of elastomers and wetted portions of Wilden pumps for various applications.** We suggest thorough research which should include known applications when determining pump construction. This chart is to be used at your discretion and risk. The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

SELECTING THE BEST DIAPHRAGM FOR A WILDEN AIR-OPERATED DOUBLE-DIAPHRAGM PUMP

In the absence of previous experience (which is always the best guide) diaphragm material may be selected from available resistance charts. The Wilden Chemical Resistance Guide is compiled from numerous reliable sources and cross-checked, however, it is only intended as an additional source of information.

Diaphragm life not only depends on a diaphragm's chemical compatibility with the process fluid but also on the process conditions. These conditions will vary depending on the abrasiveness of your process fluid, temperature, size of diaphragm, pumping media, and lift conditions. Consult your authorized Wilden distributor regarding which diaphragm material will work best for your application requirements.

AS A GENERAL RULE:

1. Neoprene or Wil-Flex™ diaphragms should generally be used unless the chart shows them to be unsatisfactory. Even though Buna-N, Nordel® and Viton® may show "A" ratings, if neoprene or Wil-Flex™ have at least a "B" rating, it will probably be the most economical choice on a "cost of diaphragms per gallon pumped" basis.
2. This is especially true when considering the use of Viton® diaphragms due to their replacement cost being over six times that of neoprene. Viton® should only be considered for aggressive media at extreme temperatures if it shows an "A" rating and neoprene, Buna-N and Nordel® show an unsatisfactory rating.

These guides for best diaphragm selection do not hold for the valve ball material. Because the diaphragms are securely gripped by their inner and outer beads, they can stand up to 20% swell without affecting pump performance. If the valve balls swell even a very small

amount, they cannot function properly. Therefore, there will be cases where Neoprene diaphragms will be the best selection but Teflon®, Buna-N, Nordel® or polyurethane balls will be required.



CAUTION: Temperature limits are based upon mechanical stress only. Certain chemicals will significantly reduce maximum safe operating temperatures. Consult engineering guides for chemical compatibility and temperature limits.

It must be emphasized that none of these figures are absolute and are only general guidelines.

SELECTION OF PLASTIC MATERIALS

Many factors can affect the chemical resistance of plastics. These include, but are not limited to, exposure time, extremes of temperature and pressure, frequency of temperature and/or pressure cycling, attrition due to abrasive particles, and the type of mechanical stress imposed. The fact that certain combinations of chemicals and mechanical load can induce stress cracking in many otherwise chemically resistant materials, both metallic and non-metallic, is of particular significance.

The chemical/temperature ratings presented are based on well-processed or well fabricated test specimens being essentially resistant to either chemical attack and/or severe swelling which would normally impair their performance under moderate mechanical stresses.

Operating parameters are dependent upon the particular application of polypropylene or PVDF and may differ from those experienced in either laboratory testing or apparently similar field service. Because corrosive fluids or vapors are often mixtures of various individual chemicals, it is strongly recommended that trial installations be evaluated under actual service conditions.

For example, immersion testing in individual chemicals at a specific operating temperature doesn't predict the performance of polypropylene or PVDF should an exothermic reaction take place when mixtures of chemicals are involved.

The ratings given on the following pages are a guide and do not constitute a warranty of any kind, expressed or implied, with respect to the performance of the materials Wilden offers in any specific application.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS				PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
ACETALDEHYDE	B	D	D	D	A	D	A	-	B	A	A	A	A/100	B/70	A	C	C	D	D
ACETAMIDE	A	D	A	A	A	A	A	-	A	A	A	-	A/200	B/120	A	A/70	A/70	A/140	D
ACETATE SOLV	B	D	D	D	C	-	A	-	B	D	A	-	A/100	A	-	B/72	B/72	A	D
ACETIC ACID, GLACIAL	B	C	D	D	B	D	A	B	B	D	A	A	A/100	D	D	A/100	D	A/120	D
ACETIC ACID	B	C	C	C	A	C	A	A	B	D	A	A	A/100	D	D	B/70	A/120	A	D
ACETIC ANHYDRIDE	A	D	B	D	B	D	A	D	B	D	A	A	A/200	D	D	C	D	B/70	D
ACETONE	B	D	D	D	A	D	A	B	A	A	A	A	A/200	B/120	A	D	B/70	D	D
ACETOPHENONE	B	D	D	D	A	D	A	-	B	A	B	-	A/200	A	-	-	-	A/70	-
ACETYL CHLORIDE	B	D	D	D	C	B	A	-	D	A	B	-	A/100	D	-	-	D	A/120	C
ACETYLENE	C	-	B	A	A	A	A	A	A	A	A	-	A/200	A	A	B/72	D	A	A
ACRYLONITRILE	B	-	D	D	D	D	A	-	B	A	A	B	-	B/70	-	B	A	A/70	B
ADIPIC ACID	B	-	D	B	-	-	A	-	B	B	B	-	-	-	-	B	A	B	A
ALCOHOLS																			
AMYL	A	C	B	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A/200	A	A	B	B/120	A	A
BENZYL	A	-	B	D	C	A	A	-	B	B	A	A	A/200	D	A	A/70	D	A	D
BUTYL	A	D	A	A	A	A	A	-	B	B	A	A	-	A	A	B	A	A	A
DIACETONE	C	B	D	D	B	D	A	-	A	A	A	A	-	A	A	B/72	B/72	A/70	B
ETHYL	B	D	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	-	B	A	A	B	A	C
HEXYL	B	D	B	A	B	A	A	-	A	A	A	A	-	A	A	A/70	A	A	A
ISOBUTYL	A	D	A	C	A	A	A	-	B	C	A	A	-	B/70	A	-	A/120	A	A
ISOPROPYL	B	D	B	C	B	A	A	A	B	C	A	A	A/70	B/70	A	A	A/120	A/150	A
METHYL	A	D	A	A	B	D	A	A	B	A	A	A	A/70	B/70	A	A/120	A/70	A	A
OCTYL	B	D	B	B	A	A	A	-	A	A	A	A	-	A	A	-	A	-	-
PROPYL	A	D	A	A	B	A	A	-	A	A	A	A	A/70	B	A	A	A/120	A/120	A
ALKAZENE	D	B	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALUM-NH3-CR-K	A	-	A	A	A	D	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-
ALUMINUM ACETATE	A	D	B	C	A	D	A	-	A	D	B	B	-	-	-	-	-	-	-
ALUMINUM CHLORIDE 20%	A	B	A	A	A	A	A	D	B	D	C	A	-	D	C	A	B/120	A	A
ALUMINUM FLUORIDE	A	C	A	A	B	-	A	-	B	D	C	B	A	B/70	C	A	A/70	A	A
ALUMINUM HYDROXIDE	A	-	A	A	A	A	A	-	A	D	A	-	A	B/70	A	A	A/120	A	A
ALUMINUM NITRATE	A	C	A	A	A	A	A	-	B	D	A	-	A	B/70	B	A	A/120	A	B
ALUMINUM PHOSPHATE	A	-	A	A	A	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-
ALUMINUM POTASSIUM SULFATE (ALUM)	A	-	A	A	A	A	A	-	B	D	A	B	-	D	C	A	A/120	A	A
ALUMINUM SULFATE	B	D	A	A	A	A	A	D	C	D	A	A	A	A/120	B	A	A/120	A	A
AMINES	A	D	B	D	-	D	-	-	A	D	A	-	D	D	D	-	C/70	-	D
AMMONIA, ANHYDROUS	A	D	A	B	A	D	A	-	B	D	A	A	A/200	B/70	D	A/70	B/120	D	A
AMMONIA, GAS (COLD)	A	-	A	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	B	-	D	-
AMMONIA, GAS (HOT)	A	-	B	C	C	D	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
AMMONIA, LIQUIDS	A	B	A	B	A	D	A	-	D	A	A	B	-	B/70	D	A/70	C/70	A	A
AMMONIA NITRATE	A	D	C	A	-	-	-	-	C	A	A	-	-	D	C	A	A	A	B
AMMONIUM BIFLUORIDE	A	-	A	A	-	A	A	-	D	D	A	B	A	-	D	A/70	A/120	A	A
AMMONIUM CARBONATE	A	-	A	D	A	B	A	-	C	C	A	B	A	A	D	A	B/120	A	A
AMMONIUM CASENITE	A	-	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-	-
AMMONIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	A	C	D	C	A	A	C	B	A	A/120	A	A
AMMONIUM HYDROXIDE	A	D	A	B	A	B	A	D	C	A	A	A	A/200	A	C	A	A/70	A	A
AMMONIUM NITRATE	A	D	A	A	A	B	A	-	B	A	A	A	A	B	A	A	A/70	A	A
AMMONIUM NITRITE	A	-	A	A	A	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	A/70	-	A	-
AMMONIUM OXALATE	A	-	A	A	-	-	-	-	-	D	A	A	-	-	B	-	-	-	A
AMMONIUM PERSULFATE	A	D	A	D	B	A	A	-	C	D	A	A	A/150	D	D	A	A/120	A	A
AMMONIUM PHOSPHATE, DIBASIC	A	-	A	A	A	A	A	-	B	D	A	A	A/70	D	B	A	A/120	A	A
AMMONIUM PHOSPHATE, MONOBASIC	A	-	A	A	A	A	A	-	B	D	A	A	-	B	B	A	A	A	A
AMMONIUM PHOSPHATE, TRIBASIC	A	-	A	A	A	A	A	-	B	D	A	A	-	B	B	A	C	A	A

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
 The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
AMMONIUM SULFATE	A	A	A	A	A	D	A	B	B	C	A	B	A	B/70	B	A	A/70	A	A
AMMONIUM THIO-SULFATE	A	-	A	A	A	-	A	-	-	D	A	-	-	B	-	A	-	-	
AMYLACETATE	B	D	D	D	B	D	A	B	B	C	A	B	A/100	C	B	C/70	C/70	A/120	D
AMYL-ALCOHOL	B	D	B	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A	B/70	A	B	B/120	A	A
AMYL-BORATE	B	-	B	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMYL-CHLORIDE	C	-	D	D	D	A	A	-	D	A	A	A	A	D	A	D	D	A	D
AMYL-CHLORONAPHTHALENE	C	D	D	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMYL-NAPHTHALENE	C	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANILINE	B	-	D	D	-	D	A	D	C	C	A	B	A/100	C	A	B	C	C/70	C
ANILINE DYES	B	D	B	C	A	A	A	-	B	A	B	-	-	-	-	-	-	-	-
ANILINE HYDROCHLORIDE	A	D	D	C	B	B	A	-	D	D	D	-	-	D	-	-	D	A	B
ANIMAL FATS	B	B	B	A	A	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-
ANSUL ETHER	D	B	D	C	C	D	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANTI-FREEZE	A	-	C	A	-	A	-	-	A	A	A	-	-	D	D	A	-	-	A
AQUA REGIA (80% HCl, 20% HNO3)	D	D	D	D	C	C	A	-	D	D	D	D	A/100	D	D	B	B/70	A/70	C
AROCHELORIS)1248	D	-	D	D	C	A	A	-	A	B	A	-	-	B/70	-	-	C/70	-	-
AROMATIC HYDROCARBONS	C	D	D	D	D	A	A	-	A	A	A	-	-	A	A	D	C	-	D
ARSENIC ACID	A	C	A	A	A	A	A	-	D	D	A	-	A	C	D	A	B/120	A	A
ARSENIC TRICHLORIDE	B	-	A	C	D	D	A	-	D	D	D	-	-	-	D	-	-	-	-
ASKAREL	D	D	C	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASPHALT	B	B	B	B	D	A	A	D	C	A	A	-	-	A	B	A	A/70	A	A
BARIUM CARBONATE	A	-	-	A	A	A	A	-	B	A	A	-	A	B/70	A	A	B/120	A	A
BARIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	C	C	A	A	B/120	A	A	A/70	A	A
BARIUM CYANIDE	A	-	A	C	-	A	-	-	C	C	A	-	-	-	B	-	B	-	D
BARIUM HYDROXIDE	A	A	A	A	A	A	A	D	D	D	A	B	A	B/70	D	A	B/120	A	A
BARIUM NITRATE	A	-	A	A	-	A	-	-	B	A	A	-	A/73	B/70	B	-	B/120	-	A
BARIUM SULFATE	A	A	-	A	A	A	A	-	D	B	A	-	A	B/70	B	A	B/120	A	B
BARIUM SULFIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	D	A	-	A	B/70	A	A	B/120	A	A
BEER	A	D	A	A	A	A	A	A	A	D	A	-	A/150	B/70	A	B/70	A/120	A/175	A
BEET SUGAR LIQUIDS	A	D	B	A	A	A	A	-	A	A	A	-	-	A	B	A	A/70	A	A
BEET SUGAR LIQUORS	A	D	A	A	A	A	A	-	A	B	A	-	A/150	-	A	-	-	-	-
BENZALDEHYDE	B	D	D	D	B	D	A	-	B	A	A	-	A/73	C	A	D	A/70	A/70	D
BENZENE	C	D	D	D	D	A	A	B	B	A	A	B	A/200	A	A	B/72	C/70	A/70	C
BENZENESULFONIC ACID	A	D	A	C	C	A	A	-	D	D	B	-	A/200	D	C	-	A/70	A/70	A
BENZYL BENZOATE	C	-	D	D	B	A	A	-	A	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-
BENZYL CHLORIDE	C	D	D	D	D	C	A	-	D	D	B	-	A/100	A	A	D	-	C	-
BENZOIC ACID	A	D	D	D	B	A	A	-	B	D	A	A	A/250	D	B	B	A/70	A	A
BENZOL	B	D	D	D	D	D	A	A	B	B	A	A	-	D	A	D	C/70	A/70	-
BLAST FURNACE GAS	A	D	A	C	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-
BLEACH SOLUTIONS	B	D	D	D	A	A	A	-	D	-	-	-	A	-	D	B	A/70	-	-
BORAX (SODIUM BORATE)	A	A	D	B	A	A	A	A	C	A	A	A	-	A	B	A	A/120	A	A
BORDEAUX MIXTURE	A	D	A	A	A	A	A	-	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-
BORIC ACID	A	A	A	A	A	A	A	A	B	D	A	A	A	B	A	A	A/120	A	A
BRINE	A	A	A	A	A	A	A	-	C	C	-	A	A	-	A	A	-	A	-
BREWERY SLOP	A	-	A	A	-	A	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
BROMINE	C	D	D	D	C	A	A	-	D	-	D	A	A/150	D	D	B/72	D	A/150	C
BROMINE-ANHYDROUS	C	D	D	-	C	A	A	D	D	D	D	-	-	D	-	D	-	A/150	-
BROMINE-TRIFLUORIDE	C	D	D	D	D	D	A	-	D	D	B	-	-	-	D	D	-	-	-
BROMINE-WATER	B	D	B	-	-	A	A	-	D	D	B	-	A/250	-	D	D	-	A	-
BROMOBENZENE	D	D	D	D	D	B	A	-	D	B	B	-	A/73	-	-	D	-	-	-
BUNKER OIL	B	B	B	A	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
BUTADIENE	C	D	B	A	C	A	A	-	A	-	A	-	A/200	-	A	-	D	A	C

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; —: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
BUTANE	C	A	B	A	C	A	A	A	A	-	A	A/200	B/70	A	B/72	C/70	A/200	C	
BUTTER	B	A	B	A	A	A	A	-	A	D	A	-	-	A	-	-	-	-	
BUTTERMILK	A	-	A	A	-	A	-	-	A	D	A	-	-	B/70	A	-	A/70	A	
BUTYL ACETYL RICINOLEATE	B	D	B	A	D	A	A	-	A	A	A	-	-	A	-	-	-	-	
BUTYL ACETATE	B	C	D	D	B	D	A	B	A	A	C	B	A/150	A	A	D	C/70	A/70	D
BUTYL ACRYLATE	C	-	D	D	D	D	A	-	-	-	-	-	-	A	D	-	A/70	-	
BUTYL AMINE	A	D	D	B	D	D	A	-	A	-	B	-	-	A	C	-	B/70	D	
BUTYL BENZOATE	C	-	D	-	B	A	A	-	B	B	B	-	-	-	A	-	-	-	
BUTYL CARBITOL	B	-	B	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
BUTYL CELLOSOLVE	A	D	C	B	A	C	A	-	-	-	-	-	A/73	-	A	-	-	-	
BUTYL OLEATE	C	-	D	-	B	A	A	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
BUTYL STEARATE	C	-	D	A	B	A	A	-	B	B	B	-	A/73	-	A	-	-	-	
BUTYLENE	D	D	-	B	D	A	A	-	A	-	A	-	A	B/70	A	D	B/70	A	A
BUTRALDEHYDE	C	C	C	D	B	D	A	-	-	-	-	-	-	-	D	-	B	-	
BUTYRIC ACID, AQUEOUS	A	-	D	D	C	D	A	-	B	-	A	A	A	B/70	C	A	D	A	B
CALCIUM BISULFIDE	D	A	A	A	-	A	-	-	C	-	B	A	A	A	A	A	B/70	A	A
CALCIUM CARBONATE	A	-	A	A	A	A	A	-	C	-	A	A	A	A	A	A	B/70	A	A
CALCIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A	A	B/70	D	A	B/70	A	C
CALCIUM HYDROXIDE	A	A	A	A	A	A	A	B	C	A	A	A	A	A/120	D	A	A/120	A	B
CALCIUM HYPOCHLORITE	A	D	B	B	B	A	A	B	C	D	A	A	C	D	A	A/70	A	B	
CALCIUM NITRATE	A	A	A	A	A	A	A	-	B	C	B	B	A	D	D	A	A/70	A	A
CALCIUM SULFATE	A	-	D	A	A	A	A	-	B	A	A	B	A	D	D	A	B/70	A	B
CALCIUM SULFIDE	A	A	B	A	A	A	A	-	A	B	B	-	-	-	A/120	-	A	-	
CALGON	A	-	A	A	-	A	-	-	-	D	A	-	-	A	A	A	-	-	-
CANE JUICE	A	D	A	A	-	-	-	-	B	A	A	-	-	A	A	B/72	-	A	A
CANE SUGAR LIQUORS	A	D	A	A	A	A	A	-	A	B	A	-	A/150	-	-	A	-	-	-
CARBAMATE	A	D	B	C	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CARBITOL	B	D	B	B	B	A	A	-	B	B	B	-	-	-	-	C	-	A	-
CARBOLIC ACID (SEE PHENOL)	A	C	C	D	C	A	A	D	B	D	A	A	A/150	C	D	C	D	A/70	D
CARBON BISULFIDE	D	C	D	D	D	A	A	B	A	-	A	-	-	A	A	B/72	-	A	D
CARBON DIOXIDE	A	A	B	A	A	B	A	A	A	D	A	A	A	B/70	A	A	A/70	A	A
CARBON DISULFIDE	D	C	D	D	D	A	A	-	C	A	A	B	A/200	B/70	A	B/72	C/70	A/70	D
CARBON MONOXIDE	A	A	B	A	C	A	A	A	A	A	A	B	A/150	A	A	A	A/120	B	A
CARBON TETRACHLORIDE	D	C	D	C	D	A	A	D	C	A	A	A	A/200	D	A	B/72	D	A	D
CARBONATE WATER	A	-	A	A	-	A	-	-	A	D	A	-	-	A	A	A	A	A	A
CARBONIC ACID	A	A	A	B	A	A	A	-	A	D	B	A	A	B/70	B	A	B/120	A	A
CATSUP	A	-	C	A	-	A	-	A	D	D	A	-	-	A	B	A	-	-	A
CELLOSOLVE	C	D	C	C	A	B	A	-	B	B	B	-	A/200	A	A	A	-	A	-
CELLOSOLVE ACETATE	C	D	D	C	A	A	A	-	-	-	-	-	A/73	-	A	-	-	A/120	-
CELLULUBE	D	D	D	D	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
CHLORACETIC ACID	D	D	D	D	B	D	A	-	D	D	C	A	A	D	D	B/72	-	A	-
CHLORINATE GLUE	C	-	D	C	-	A	-	-	D	D	A	-	-	-	D	-	-	-	-
CHLORINE (DRY)	C	D	D	O	C	A	A	D	D	O	-	A	A/150	D	D	D	D	A	D
CHLORINE (WET)	C	D	D	D	D	A	A	D	D	B	D	A	A/200	C	D	D	B/70	A	-
CHLORINE, ANHYDROUS LIQUID	D	-	D	O	-	A	A	D	D	O	O	A	-	C	D	D	D	A	D
CHLORINE DIOXIDE	D	-	D	D	C	A	A	O	D	D	D	A	A/200	-	-	-	-	A	-
CHLORINE TRIFLUORIDE	D	D	D	O	D	C	A	D	D	D	A	-	-	-	-	-	-	-	-
CHLOROACETONE	C	D	C	D	D	B	A	D	D	B	B	-	-	-	B	D	D	-	-
CHLOROBENZENE (MONO)	C	D	D	D	D	A	A	D	D	B	A	A	A/100	B/70	B	D	D	A/150	D
CHLOROBROMOMETHANE	D	D	D	D	B	A	A	D	D	B	B	-	-	-	B	D	A	-	D
CHLOROBUTADIENE	C	D	D	D	D	A	A	D	D	B	A	-	-	-	-	D	-	-	-
CHLORODOCEANE	D	D	D	D	D	A	A	D	D	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of DuPont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS							METALS					PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
CHLOROFORM	D	C	D	D	D	A	A	D	D	D	A	B	A/200	D	A	D	C/70	A	D
1-CHLORONAPHTHALENE	D	-	D	D	D	A	A	D	D	D	B	B	-	-	-	D	-	-	-
1-CHLORO 1-NITRO ETHANE	C	D	D	D	D	C	A	D	D	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-
CHLOROSULFONIC ACID	A	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	B	-	D	D	D	D	D	D
CHLOROTOLUENE	C	D	D	D	D	A	A	D	D	B	B	-	-	-	A	D	-	-	-
CLOROX® (BLEACH)	B	D	B	C	-	A	A	D	D	D	A	A	-	A	D	B	-	-	A
CHOCOLATE SYRUP	A	-	-	A	-	A	-	-	A	D	A	-	-	A	A	A	-	-	-
CHROMIC ACID 5%	A	D	D	D	A	A	A	-	C	D	A	A	A/200	D	D	A/70	D	A/120	A
CHROMIC ACID 50%	A	D	D	D	C	A	A	-	C	D	B	A	A/200	C	D	A/70	D	A/120	D
CHROME PLATING SOLUTIONS	B	D	D	D	D	A	A	D	D	D	D	A	-	-	D	B	-	A	-
CIDER	A	-	A	A	-	A	-	D	B	D	A	-	-	-	A	-	B	-	A
CITRIC ACID	A	A	A	A	A	A	A	A	C	D	A	A	A	B/70	C	A	D	A	B
CITRIC OILS	C	-	D	A	B	A	A	-	C	D	A	-	-	-	B	A	-	-	-
COBALT CHLORIDE (2N)	A	D	A	A	C	A	A	-	D	D	-	-	-	-	-	A	-	-	-
COFFEE	A	D	A	A	-	A	-	-	A	-	A	A	-	A	A	A	-	-	-
COKE OVEN GAS	B	D	C	C	D	A	A	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-
COPPER ACETATE	A	D	B	B	A	-	A	A	D	D	C	-	-	-	A	-	-	-	-
COPPER CHLORIDE	A	A	B	A	A	A	A	A	D	D	D	-	A	A	A	A	-	A	A
COPPER CYANIDE	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	A	A	A	B/70	A	A	B/120	A	A
COPPER FLUOBORATE	A	-	A	B	-	A	-	A	D	D	D	B	-	-	B	-	-	-	A
COPPER NITRATE	A	-	A	A	A	A	A	A	D	D	A	A	A	D	A	A	B/120	A	A
COPPER SULFATE (5% SOLUTION)	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	A	A	A	C	D	A	A/120	A	A
CREAM	A	-	C	A	-	A	-	-	A	D	A	-	-	A	A	A	-	-	-
CRESOLS	C	D	D	D	D	A	A	-	B	C	A	B	A/150	D	B	D	C/70	A/150	D
CRESYLIC ACID	B	D	D	D	D	A	A	-	C	A	A	B	-	D	D	C	B/70	A/150	D
CYCLOHEXANE	C	B	D	A	D	A	A	A	A	B	A	B	A	A	A	D	B/70	A	D
CYCLOHEXANOL	B	-	A	B	C	A	A	-	C	B	B	A	A	B	A	B	-	A/150	-
CYCLOHEXANONE	C	D	D	D	C	D	A	-	B	B	B	-	A/73	A	A	D	D	B/70	D
CYANIC ACID	B	-	D	C	-	-	-	-	-	D	A	-	-	-	D	-	-	-	-
DECALIN (DEKLIN)	C	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	B/120	-	A/175	-
DECANE	C	B	D	B	C	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	A/70	-	-	-
DENATURED ALCOHOL	B	D	B	A	A	B	A	-	A	A	A	-	-	-	A	A	-	A	-
DETERGENTS	B	A	B	A	A	A	A	-	A	-	A	-	A/200	A	A	A	D	-	A
DEVELOPING FLUIDS	A	D	A	A	A	A	A	-	-	-	B	-	-	-	A	-	-	-	-
DIACETONE	B	B	-	D	A	D	A	-	A	A	A	-	A/100	A	-	D	A	A/70	-
DIBENZYL ETHER	C	B	D	D	C	C	A	-	B	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-
DIBENZYL SEBECATE	C	D	D	D	B	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIBUTYL AMINE	B	-	D	C	D	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
DIBUTYL ETHER	B	B	C	B	C	C	A	-	B	B	B	-	-	-	-	D	-	A/20	-
DIBUTYL PHTHALATE	B	C	D	D	A	B	A	A	A	A	A	-	-	A	-	C	-	D	-
DIBUTYL SEBECATE	B	D	D	D	B	B	A	A	-	A	A	-	A/200	-	-	B/72	-	D	-
O-DICHLOROBENZENE	D	D	D	D	D	A	A	-	D	B	B	-	-	-	-	B/70	-	A/150	-
DICHLORO-ISOPROPYL ETHER	D	B	D	D	C	C	A	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
DICYCLOHEXYLAMINE	B	D	D	D	D	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIESEL FUEL	C	B	D	A	D	A	A	-	A	A	A	B	A/200	A	A	B/70	C/70	A	A
DIETHYL BENZENE	C	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIETHYL ETHER	B	A	C	B	D	D	A	-	B	B	B	B	A/200	C	-	-	-	A/70	D
DIETHYL SEBECATE	B	D	D	D	B	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	A/120	-	A/120	-
DIETHYLAMINE	B	C	B	B	-	D	-	-	A	B	A	A	A/73	B/70	B	C	D	A/70	D
DIETHYLENE GLYCOL	A	D	A	A	A	A	A	-	B	A	A	B	A/70	B/70	D	-	B/120	A	C
DIISOBUTYLENE	C	D	C	B	-	A	A	-	B	B	B	-	-	-	A	-	-	A	-
DIISOPROPYL BENZENE	C	-	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
DIISOPROPYL KETONE	C	D	D	D	D	A	D	A	-	-	-	-	A/73	-	A	-	-	-	-
DIMETHYL ANILINE	B	-	D	D	B	C	A	-	A	-	-	B	A/200	A	D	A	-	A/70	D
DIMETHYL FORMAMIDE	A	-	D	C	-	A	A	-	A	A	-	A/100	A	C	A/120	A	D	D	
DIMETHYL PHTHALATE	A	-	D	D	B	C	A	-	-	-	B	-	A/200	C	-	A/70	-	A/70	-
DINITROTOLUENE	B	D	D	D	D	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIOCTYL PHTHALATE	C	C	D	D	B	A	A	A	A	A	-	A/200	A	B	-	-	-	-	-
DIOCTYL SEBECATE	C	B	D	D	B	B	A	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-
DIOXANE	C	D	D	D	A	D	A	-	B	A	-	A/150	A	B	C/120	-	C/120	-	-
DIOXOLANE	C	D	D	D	C	B	A	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-	-
DIPENTENE	C	D	D	C	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
DIPHENYL	C	D	D	D	D	A	A	-	A	B	B	B	-	-	-	-	-	A/120	-
DIPHENYL OXIDE	C	D	D	D	D	A	A	-	B	A	A	B	-	-	D	-	-	B	D
DOWTHERM OIL	D	B	D	-	D	A	A	-	C	B	A	-	A/200	A	-	-	-	-	-
DRY CLEANING FLUIDS	D	C	D	C	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	D	-	-	-
DYES	B	-	C	-	-	A	-	-	B	-	A	-	-	A	C	-	-	-	B
EPICHLOROHYDRINE	B	D	D	D	B	D	A	D	D	A	A	-	A/200	A	B	B/70	-	D	-
EPSOM SALTS (MAGNESIUM SULFATE)	A	-	A	A	A	A	A	-	A	A	A	B	A	B/70	B	A	A/120	A	A
ETHANE	C	B	B	A	D	A	A	-	A	-	A	-	-	D	A	-	-	A	A
ETHANOLAMINE	A	C	B	B	B	D	A	-	B	-	A	B	-	A	D	D	-	C	D
ETHER	C	C	D	D	D	C	A	-	A	C	A	B	A/200	A	A	C	D	A/70	D
ETHYL ACETATE	C	D	D	D	B	D	A	B	B	A	A	B	A/150	B/120	A	B/72	A	D	D
ETHYL ACETOACETATE	C	C	D	D	B	D	A	-	A	A	-	A/73	-	A	-	-	-	A/70	-
ETHYL ACRYLATE	C	D	D	D	B	D	A	-	A	A	A	-	A/150	-	A	D	-	C	-
ETHYL BENZENE	C	D	D	D	D	A	A	-	A	B	B	A	-	-	A	D	-	C	-
ETHYL BENZOATE	C	D	D	D	B	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	-	C/120	D	D
ETHYL CELLOSOLVE	B	D	C	C	A	B	A	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-
ETHYL CELLULOSE	A	B	B	B	B	A	A	-	B	A	B	-	-	-	A	-	-	-	-
ETHYL CHLORIDE	C	C	A	A	C	A	A	D	D	C	A	B	A	B/70	A	D	C/70	A	D
ETHYL CHLOROCARBONATE	A	D	C	-	-	A	A	D	D	A	-	-	-	-	A	-	-	-	-
ETHYL CHLOROFORMATE	C	D	C	-	-	A	A	D	D	-	-	-	-	-	A	D	-	-	-
ETHYL ETHER	C	C	D	B	D	D	A	-	C	B	A	B	A/150	B/70	A	C	D	A	D
ETHYL FORMATE	B	-	B	D	B	C	A	-	C	A	B	-	A/120	-	A	-	-	-	-
ETHYL MERCAPTAN	C	-	D	D	D	B	A	-	B	A	B	-	-	-	-	-	-	-	-
ETHYL OXALATE	B	A	D	D	A	B	A	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ETHYL PENTACHLOROBENZENE	D	C	D	D	D	A	A	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
ETHYL SILICATE	B	-	A	A	A	A	A	-	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
ETHYL SULFATE	B	-	-	A	-	A	A	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-
ETHYLENE	C	-	-	B	C	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-
ETHYLENE CHLORIDE	D	D	D	D	C	A	A	-	D	C	A	B	A	B/70	A	B/72	D	A	D
ETHYLENE CHLOROHYDRIN	C	D	B	D	A	B	A	-	D	B	B	B	A/73	D	B	D	D	A/70	D
ETHYLENE DIAMINE	A	D	A	B	A	D	A	-	D	A	A	C	A/73	B/70	A	A	A	D	D
ETHYLENE DICHLORIDE	D	D	D	D	B	A	A	D	D	A	A	B	A/73	B/70	A	D	D	A	D
ETHYLENE GLYCOL	A	B	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B/70	D	A/120	A/120	A	A
ETHYLENE OXIDE	A	C	D	D	D	D	A	A	A	D	-	A	A	A/70	A	D	A	A	D
ETHYLENE TRICHLORIDE	D	D	D	D	D	A	A	-	D	A	A	-	-	-	-	D	-	A	-
FATTY ACIDS	B	-	B	C	D	A	A	-	B	D	A	A	A	B/70	B	B/70	D	A	A
FERRIC CHLORIDE	A	D	B	A	A	A	A	B	D	D	D	B	A	C	D	A	A/70	A	A
FERRIC NITRATE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	-	A	A	A	C	D	A	A/120	A	A
FERRIC SULFATE	A	-	A	B	A	A	A	-	D	D	A	A	A	C	D	A	A/120	A	A
FEROUS CHLORIDE	A	D	A	B	A	A	A	-	D	D	D	B	A	D	D	A	A/120	A	A
FEROUS SULFATE	A	-	A	B	A	A	A	-	D	D	A	B	A	D	D	A	A/120	A	A
FISH OIL	B	-	-	A	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ratings: **A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.**

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS							METALS					PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
FLUOBORIC ACID	A	-	A	B	A	A	A	-	D	D	B	A	A/73	D	A	A	A/120	A	A
FLUORINE (LIQUID)	D	-	D	D	C	B	A	-	D	D	A	B	-	D	D	D	D	A/70	D
FLUOROBENZENE	C	-	D	D	D	A	A	-	D	-	-	-	-	-	A	D	-	-	-
FLUOROCARBON OILS	D	-	-	-	A	-	A	-	D	-	-	-	-	-	-	D	D	-	-
FLUOROLUBE	D	-	A	C	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUORINATE CYCLIC ETHERS	D	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
FLUOSILICIC ACID	A	B	A	A	B	-	A	B	D	D	B	-	A	D	A	A	A/120	-	D
FORMALDEHYDE	B	D	D	C	A	A	B	A	D	A	B	A/200	D	A	A	B	A/120	A	A
FORMIC ACID	A	D	D	D	B	B	A	B	D	D	A	A/250	D	D	A	D	A	A	A
FREON 11	D	D	D	C	D	C	A	A	D	C	A	A/150	D	A	D	C	A	A	
FREON 12 (WET)	D	A	B	A	B	A	A	A	D	A	A	A/150	D	A	B/72	A/70	A	A	
FREON 13	D	-	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	A	D	-	A	-	
FREON 21	D	-	D	D	D	D	A	A	D	-	-	-	A/150	-	A	D	-	A	
FREON 22	D	D	A	D	C	D	A	A	D	D	A	A/150	B	A	D	-	A	A	
FREON 31	D	-	A	D	A	D	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 32	D	-	A	A	A	C	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 112	D	-	B	B	D	A	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 113	D	B	A	A	D	C	A	A	D	-	A	A/150	-	A	D	-	A	B	
FREON 114	D	A	A	A	C	A	A	A	D	-	-	-	A/150	-	A	D	-	A	
FREON 115	D	-	A	A	A	B	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 142B	D	-	A	A	A	D	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 152A	D	-	A	A	A	D	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 218	D	-	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON C316	D	-	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON C318	D	-	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 13 B1	D	A	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 114B2	D	-	A	B	D	B	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON 502	D	-	A	B	-	B	A	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-	
FREON TF	D	A	A	A	D	B	A	A	D	A	A	A	-	D	A	-	-	B	B
FREON T-WD602	D	A	B	B	B	A	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON TMC	D	B	B	B	B	A	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON T-P35	D	A	A	A	A	A	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON TA	D	A	A	A	A	C	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON TC	D	A	A	A	B	A	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON MF	D	C	C	A	-	-	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FREON BF	D	-	B	B	-	-	A	A	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FRUIT JUICE	A	-	-	A	-	A	A	-	B	D	A	A	A/150	A	D	A	A	A	A
FUEL OIL	C	B	B	A	D	A	A	-	A	A	A	A	A	B/70	A	C	B	A	A
FUMARIC ACID	A	-	B	C	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FURAN, FURFURAN	C	-	D	D	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-
FURAN RESIN	C	-	D	D	D	A	A	-	A	-	A	B	-	-	D	C	D	D	A
FURFURAL	C	D	D	D	A	D	A	-	A	B	A	B	A/200	B	A	D	D	B/120	D
GALLIC ACID	B	D	C	D	B	A	A	-	A	D	B	B	A/150	B/70	-	A	A	A/70	B
GASOLINE - LEADED	C	C	D	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	-	A	B
GASOLINE - UNLEADED	C	D	D	D	D	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	D	-	C	C
GELATINE	A	A	A	A	A	A	A	-	A	D	A	A	A/250	B/70	B	A	A/120	A	B
GLUCOSE	A	A	A	A	A	A	A	-	A	B	A	A	A	B/70	A	A	A/120	A	A
GLUE P.V.A.	A	A	A	D	B	A	A	A	B	A	A	A	-	A/70	A	B	A/70	A	C
GLYCERINE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A/70	A	A	A/70	A	A
GLYCOLIC ACID	A	-	A	A	-	A	-	-	-	-	-	A	A/150	-	A	A/70	A/120	A/70	B
GLYCOLS	A	B	A	A	A	A	A	-	B	B	B	-	A	B/70	D	A	-	A	-
GOLD MONOCYANIDE	A	-	A	A	-	A	-	-	-	D	A	-	-	-	A	-	-	-	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS							METALS					PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
GRAPE JUICE	A	-	A	A	-	A	-	-	B	D	A	-	-	A	B	A	B	A	A
GREASE	B	-	D	A	D	A	A	-	A	A	A	A	-	-	A	-	-	A	A
GREEN SULFATE LIQUOR	A	A	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
HALOWAX OIL	D	-	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEPTANE	C	B	B	A	-	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	C/170	B/70	A	C
HEXANE	C	B	B	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	B/70	A	C/170	D	A	B
N-HEXALDEHYDE	C	B	A	D	B	C	A	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
N-HEXENE-1	C	A	B	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HONEY	A	-	A	A	-	A	-	-	A	A	A	A	-	A/70	A	A	B	A	A
HYDRAULIC OILS (PETROLEUM)	D	A	B	A	C	A	A	-	A	A	A	A	A/100	A/70	A	D	C	-	A
HYDRAULIC OILS (SYNTHETIC)	D	-	-	C	-	A	-	-	A	A	A	A	A/100	A	A	D	A	-	A
HYDRAZINE	A	D	B	B	A	A	A	D	-	C	A	-	-	-	B	A/70	-	A/120	-
HYDROBROMIC ACID	B	D	D	D	A	A	A	-	D	D	D	D	A	D	D	B	B/70	A	A
HYDROCHLORIC ACID (20%)	A	B	D	C	A	A	A	B	D	D	D	D	A/200	D	D	A	A/120	A	A
HYDROCHLORIC ACID (37%) (HOT)	C	C	D	D	C	A	A	D	D	D	D	D	-	D	D	-	B/120	A	-
HYDROCHLORIC ACID (37%) (COLD)	B	C	D	C	B	A	A	D	D	D	D	D	-	D	D	A	B/120	A	-
HYDROCYANIC ACID	B	C	B	C	B	A	A	C	A	D	A	D	A	-	D	A	A/120	A	B
HYDROFLUORIC ACID (20%)*	C	-	C	D	-	A	A	D	D	D	D	D	A/250	D	D	A*	A/120	A	B
HYDROFLUORIC ACID (50%)*	D	D	C	D	A	A	A	D	D	D	D	D	A/250	D	D	B/72*	A/70	A	B
HYDROFLUORIC ACID (75%)*	D	-	D	D	C	A	A	D	D	D	D	D	-	D	D	B/72*	C/70	A	C
HYDROFLUORIC ACID (CONC-) (HOT)	D	D	D	D	-	B	A	D	D	D	D	D	-	D	D	D	D	A	-
HYDROFLUORIC ACID (CONC-) (COLD)	D	D	B	D	-	A	A	D	D	D	D	D	-	D	D	D	D	A	-
HYDROFLUOSILICIC ACID (20%)	B	B	B	B	B	A	A	-	D	D	D	B	-	D	-	A	B/120	A	A
HYDROGEN GAS	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B/120	-	A	A/120	A	A
HYDROGEN PEROXIDE	A	C	D	B	C	A	A	-	A	D	A	A	A/150	D	D	A/70	C/120	A/70	A
HYDROGEN SULFIDE (WET) (COLD)	A	B	B	C	A	A	A	A	D	D	A	A	-	C	D	A	A	A	-
HYDROGEN SULFIDE (WET) (HOT)	A	-	C	D	A	B	A	A	D	D	A	A	-	D	D	A	A	A	-
HYDROGEN SULFIDE AQUEOUS SOLUTION	A	-	B	C	A	D	A	-	D	D	A	A	A/150	-	C	A	A	A	B
HYDROQUINONE	A	-	D	C	-	C	A	-	A	B	B	B	A/250	-	A	A	A	A	B
HYDROXYACETIC ACID (70%)	A	-	A	A	-	A	A	-	D	B	-	-	-	-	C	-	-	-	D
HYPOCHLOROUS ACID	A	-	D	D	B	A	A	-	D	D	D	-	A	-	D	A	-	A	-
INK	A	-	-	A	-	A	-	-	C	D	A	-	-	C	A	-	-	A	C
IODINE (IN ALCOHOL)	A	D	D	B	D	A	A	-	D	D	D	B	A/150	C	A	A/70	B	A/150	A
IODINE PENTAFLUORIDE	B	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IODOFORM	B	-	-	D	A	-	A	-	B	A	B	D	-	-	-	-	-	A	A
ISOOCTANE	C	B	B	A	D	A	A	A	A	-	-	-	A/73	B/70	-	A	B	-	A
ISOTANE	D	-	-	A	-	A	-	-	A	-	-	-	-	D	-	B/72	-	A	A
ISOPHORONE	B	B	D	D	C	D	A	-	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-
ISOPROPYL ACETATE	B	A	D	D	B	D	A	-	C	-	B	B	-	B/70	A	-	B/70	-	D
ISOPROPYL CHLORIDE	C	D	D	D	D	B	A	-	D	A	A	-	-	-	A	D	-	-	-
ISOPROPYL ETHER	C	B	D	B	D	D	A	-	A	-	A	A	A/73	A/70	A	B/72	B	-	B
JET FUEL (JP3, JP4, JP5)	C	C	D	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A/70	A	D	D	A	C
KEROSENE	C	C	B	A	D	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	B/72	C/70	A	A
KETONES	C	A	D	D	B	D	A	B	B	-	A	A	A/200	A/120	A	D	C/70	A/70	D
LACQUERS	C	D	D	D	D	D	A	-	A	C	A	A	A/70	A/70	A	C	A	D	D
LACQUER SOLVENTS	C	D	D	D	D	D	A	B	A	B	A	-	A/70	A/70	A	C	A	D	D
LACTIC ACID	A	-	C	B	B	A	A	B	C	D	A	B	A/300	C	A	A	A/70	A/70	B
LARD	B	A	B	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A/70	A	A	A	A	A
LATEX - WATER BASE	A	-	B	A	-	A	A	-	A	-	A	-	-	A/70	A	A	-	-	-
LAVENDER OIL	B	D	C	B	C	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEAD ACETATE	A	D	B	B	A	D	A	-	D	A	B	B	A	B/70	B	A	A/120	A	B
LEAD SULFAMATE	A	-	A	B	A	A	A	-	C	-	-	-	-	B/70	A	A	A/70	A	B

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
 The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS							METALS					PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
LIGROIN	B	B	B	A	D	A	A	-	D	-	A	-	-	D	B	B/175	A	A	-
LIME	A	-	B	A	A	A	A	-	C	A	A	-	-	B/70	B	-	A	A	B
LIME BLEACH	A	-	B	A	A	A	A	-	D	-	A	-	-	-	-	B	-	-	-
LIME SULFUR	B	-	A	D	C	A	A	-	-	-	A	-	A/150	B/70	-	A	-	-	-
LINDOL	A	C	C	D	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LINOLEIC ACID	B	-	D	B	D	A	A	-	A	D	A	-	-	-	-	A/70	A	A	A
LIQUEFIED PETROLEUM GAS	C	A	B	A	D	A	A	-	-	-	-	A	-	-	A	D	-	-	-
LUBRICANTS	B	B	B	A	D	A	A	-	A	A	A	-	-	A/70	A	B	D	A	B
LUBRICATING OILS (PETROLEUM)	D	B	B	A	D	A	A	A	A	A	A	-	A	A/70	A	B	-	A	-
LYE	A	C	B	C	B	B	A	-	-	-	A	-	-	A/70	-	A	-	A/150	B
MAGNESIUM CARBONATE	A	-	A	A	C	-	A	-	D	-	A	B	A	-	A	A	B	A	B
MAGNESIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	D	D	D	D	A	A	A/70	A	A	A/70	A	B
MAGNESIUM HYDROXIDE	A	A	B	B	A	A	A	D	D	B	A	A	A	B/70	A	A	A/120	A	A
MAGNESIUM NITRATE	A	-	A	A	A	-	A	D	D	D	A	A	A	A/70	A	A	A/120	A	A
MAGNESIUM OXIDE	A	-	A	A	-	-	A	D	B	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-
MAGNESIUM SULFATE	A	-	A	A	A	A	A	D	D	C	A	B	A	A/70	A	B	A/120	A	A
MALEIC ACID	A	-	D	D	C	A	A	-	B	A	A	B	A/250	B/70	A	A	B/120	A	A
MALEIC ANHYDRIDE	A	-	D	D	C	A	A	-	A	-	-	A	-	-	A	-	D	A	-
MALIC ACID	A	-	C	B	D	A	A	-	B	D	A	B	A/250	C/70	A	B	B/120	A	A
MASH	A	-	A	A	-	-	-	-	A	-	A	-	-	A	A	-	A	-	-
MAYONNAISE	A	-	-	A	-	A	-	A	D	D	A	A	-	A	A	A	D	A	D
MELAMINE	B	-	-	C	-	-	-	-	-	D	D	-	-	A	A	-	-	-	D
MERCURIC CHLORIDE (DILUTE SOLUTION)	A	-	A	A	A	A	A	B	D	D	D	B	A/250	D	B	A	A	A	A
MERCURIC CYANIDE	A	-	A	A	A	-	A	-	D	C	A	A	A/250	A	-	A	A	A	A
MERCURY	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A/120	A	A	A	A	A
MESITYL OXIDE	C	D	D	D	B	D	A	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
METHANE	C	B	B	A	D	A	A	-	A	-	A	A	A/250	A/120	A	B	-	A	B
METHANOL (SEE ALCOHOL METHYL)	A	D	A	A	B	C	A	-	B	A	A	A	A/70	B/70	A	A/120	A/70	A	A
METHYL ACETATE	B	D	B	D	A	D	A	-	A	A	A	A	-	A/120	A	C	B/70	B	D
METHYL ACRYLATE	B	-	B	D	B	D	A	-	-	A	-	-	-	-	A	-	-	B	-
METHYL ACETONE	B	-	D	D	-	-	A	-	A	A	A	-	-	A	A	D	-	D	D
METHYL BROMIDE	D	-	D	B	A	A	A	-	D	A	-	-	A	C	A	D	C/70	A	D
METHYL BUTYL KETONE	C	D	D	D	B	D	A	-	A	-	A	-	-	D	A	D	-	D	A
METHYL CELLOSOLVE	B	D	D	D	B	D	A	-	A	C	-	-	-	C	A	B	-	A	D
METHYL CHLORIDE	D	D	D	D	C	A	A	-	D	D	A	B	A	C	A	D	C/70	A	D
METHYL CYCLOPENTANE	C	D	C	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
METHYL DICHLORIDE	D	D	D	D	-	A	-	-	D	-	-	-	-	C	A	D	-	D	A
METHYL ETHYL KETONE	B	D	D	D	A	D	A	B	A	A	A	A	A/150	A/70	A	C	B/120	D	D
METHYL FORMATE	B	D	B	D	A	D	A	-	A	B	B	-	-	-	A	-	-	-	-
METHYL ISOBUTYL KETONE	C	D	D	D	B	D	A	-	B	C	A	A	A/150	A/70	A	B/72	C	D	D
METHYL ISOPROPYL KETONE	C	-	D	D	C	D	A	-	A	C	A	-	-	D	A	C	D	-	D
METHYL METHACRYLATE	B	-	D	D	C	D	A	-	-	C	-	-	A/73	-	A	A	-	B	A
METHYL OLEATE	C	-	D	D	C	B	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
METHYL SALICYLATE	B	-	D	D	C	B	A	-	A	A	-	-	-	-	A	B	-	B	-
METHYLACRYLIC ACID	A	-	B	-	B	B	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
METHYLAMINE	A	-	-	B	A	-	A	-	-	A	A	-	-	-	A	-	A/70	C	D
METHYLENE CHLORIDE	D	D	D	D	C	B	A	D	D	B	A	A	A/73	-	A	D	D	D	D
MILK	A	-	A	A	A	A	A	-	A	D	A	A	A/250	A/120	A	A	A	A	A
MOLASSES	A	D	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A/150	A/70	A	A	A	A	A
MONOCHLOROBENZENE	C	D	D	D	D	A	A	-	D	A	A	-	A/100	B/70	A	D	-	A/150	-
MONOMETHYL ANILINE	B	-	D	D	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	B	C	-	-	-
MONOETHANOLAMINE	A	C	C	B	B	C	A	-	B	A	A	-	-	A	D	D	C	D	D

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
 The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
MONOMETHYLETHER	C	-	B	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MONOVINYL ACETYLENE	C	-	B	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUSTARD	A	-	C	B	-	A	-	-	B	C	A	A	-	A/70	B	A	A	A	-
NAPHTHA	C	C	D	B	D	A	A	A	A	B	A	B	A	A/70	A	C	A/70	A	A
NAPHTHALENE	C	B	D	D	D	A	A	B	B	B	B	A	A/150	A/70	A	A/70	C	A	D
NAPHTHENIC ACID	B	-	-	B	D	A	A	-	B	B	A	A	-	-	A	-	-	-	-
NATURAL GAS	C	B	A	A	C	A	A	-	A	A	A	-	A/150	-	A	A	A	-	A
NEATSFOOT OIL	B	-	-	A	B	A	A	-	A	A	A	-	-	-	B	-	-	-	-
NEVILLE ACID	A	-	C	C	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NICKEL ACETATE	A	-	B	B	A	A	A	-	D	-	-	-	A/73	-	-	-	-	-	-
NICKEL CHLORIDE	A	-	A	A	A	A	A	-	D	D	A	-	A	C	A	A	A	A	A
NICKEL SULFATE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	D	A	B	A	A/70	A	A	A	A	A
NITER CAKE	A	-	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NITRIC ACID (5-10% SOLUTION)	A	C	D	D	B	A	A	B	D	D	A	A	A	C	C	A/120	B	A/120	A
NITRIC ACID (20% SOLUTION)	B	C	D	D	B	A	A	D	D	D	A	A	-	D	C	B/70	C	A	A
NITRIC ACID (50% SOLUTION)	C	C	D	D	D	A	A	D	C	D	A	A	A/150	D	C	B/70	B/70	A	B
NITRIC ACID (CONCENTRATED SOLUTION)	C	D	D	D	D	A	A	D	A/120	D	A	B	A/150	D	C	D	C/70	A/125	B
NITRIC ACID - RED FUMING	D	D	D	D	D	B	A	D	A/B	D	A	-	-	D	C	D	-	D	-
NITROBENZENE	B	-	D	D	C	B	A	D	C	C	B	B	A/150	B/70	B	B/72	C/70	A/70	D
NITROBENZINE	B	-	D	-	C	A	A	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	A	-
NITRO ETHANE	A	-	C	D	B	C	A	-	A	A	A	A	-	-	B	C	-	-	-
NITROMETHANE	A	-	C	D	A	C	A	-	A	A	A	A	A/200	B/70	B	C	A	A/120	B
NITROGEN (GAS)	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	-	A	A	-	A	-
NITROGEN TETROXIDE	D	-	D	D	C	C	A	-	D	D	-	-	-	-	-	D	-	C	-
OCTADECANE	B	A	B	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N-OCTANE	B	-	-	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	A	-
OCTACHLOROTOLUENE	D	D	D	D	D	A	A	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
OILS																			
ANILINE	B	C	D	D	B	A	A	-	C	A	A	B	-	A	D	A	-	A/70	D
ANISE	C	-	D	-	-	-	A	-	-	A	A	-	-	-	D	-	-	-	-
BAY	C	-	D	-	-	A	-	-	-	A	A	-	-	-	D	-	-	A	-
BONE	C	-	D	A	-	A	A	-	-	A	A	-	-	-	D	-	-	A	-
CASTOR	B	A	A	A	B	A	A	B	A	A	A	-	-	A	A	-	-	A	A
CINNAMON	C	-	D	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	D	-	D	-	D
CITRIC	C	-	D	A	B	A	A	-	A	D	A	A	A	-	A	A	A	A	B
CLOVE	C	-	-	A	-	-	-	-	B	-	A	A	-	-	B	B	-	-	-
COCONUT	B	A	A	A	A	A	A	-	B	A	A	A	-	-	A	A	A	A	A
COD LIVER	C	A	B	A	A	A	A	-	B	-	A	A	-	-	A	A	-	A	A
CORN	B	A	D	A	A	A	A	-	B	A	A	A	A	-	A	A	A	A	B
COTTON SEED	B	A	D	A	A	A	A	A	B	A	A	A	-	A	A	A	A	A	B
CREOSOTE	B	-	B	A	D	A	A	-	A	-	A	A	-	D	B	D	C	-	C
DIESEL FUEL (20, 30, 40, 50)	C	-	D	A	-	A	-	A	A	A	A	B	-	A	A	B/70	A	A	B
FUEL (1, 2, 3, 5A, 5B, 6)	C	-	D	B	D	A	A	-	A	A	A	A	-	A/70	A	B/70	B	A	A
GINGER	C	-	A	A	-	A	-	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	A	-
HYDRAULIC (SEE HYDRAULIC)																			
LEMON	C	-	D	-	-	A	-	-	A	-	A	-	-	-	A	D	-	A	-
LINSEED	B	B	D	A	B	A	A	D	A	A	A	B	-	A/70	A	A	A	A	A
MINERAL	C	A	B	A	D	A	A	-	A	A	A	A	-	A	A	B	B/70	A	B
OLIVE	B	A	B	A	A	A	A	-	A	A	A	A	-	A/70	A	A	A/70	-	C
ORANGE	C	-	D	A	-	A	-	-	A	-	A	A	-	-	A	A	C/70	A	C
PALM	B	-	D	A	-	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	-	A	A	A
PEANUT	B	B	D	A	C	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	B/175	A	A	A

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINIUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
PEPPERMINT	C	-	D	D	-	A	-	D	-	A	-	-	-	A	B/175	-	A	-	
PINE	C	-	D	A	D	A	A	-	A	C	A	-	-	A	A	-	D	A	D
RAPE SEED	B	B	D	B	A	A	A	-	-	A	A	-	-	-	A	-	D	A	-
ROSIN	A	-	-	A	-	A	A	-	A	-	A	A	-	A/70	A	A	B/120	A	C
SESAME SEED	B	-	D	A	-	A	-	-	A	A	A	-	-	-	A	-	-	A	A
SILICONE	C	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	-	A/70	A	A	A	A	A
SOYBEAN	B	B	D	A	B	A	A	D	A	A	A	A	-	B/70	A	A	A/70	A	A
SPERM	B	-	D	A	-	A	-	-	-	A	A	-	-	-	A	-	-	A	-
TANNING	B	-	D	A	-	A	-	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	A	-
TURBINE	C	-	D	A	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	B/70	C	A	A
OLEIC ACID	B	B	D	B	B	B	A	A	B	C	A	A	A/250	B/120	A	B	C/120	A	C
OLEUM	D	D	D	C	D	A	A	D	D	D	A	D	A/73	D	D	D	D	D	D
OLEUM SPIRITS	D	C	D	C	C	A	A	D	D	D	B	-	-	-	-	D	D	D	-
O-DICHLOROBENZENE	D	D	D	D	A	A	-	D	A	A	-	-	-	-	A	D	-	-	-
OXALIC ACID (COLD)	A	-	B	B	A	A	A	-	C	D	A	B	A/150	B/120	B	A/70	A/120	A/120	B
OXGEN - COLD	A	A	A	C	B	A	A	-	A	A	A	-	A	B/70	C	C	-	A	-
OXYGEN - 200°-400°F	D	D	D	D	D	B	A	-	A	A	A	-	-	D	D	D	-	A	-
OZONE	A	A	B	D	A	A	A	-	B	-	-	-	A	-	D	D	C/70	A	B
PAINT THINNER, DUCCO	C	D	C	A	D	B	A	-	A	A	A	-	-	-	A	D	-	-	-
PALMITIC ACID	B	A	B	A	B	A	A	A	C	C	A	B	A/250	C	A	A	-	A	B
PARAFFIN	A	-	-	A	D	A	A	-	A	-	A	B	A/150	A/70	A	A	B	A	B
PENTANE	A	D	B	A	D	A	A	-	A	-	C	B	-	A/70	A	-	D	A	A
PERCHLORIC ACID	C	D	A	D	B	A	A	-	D	D	D	B	A/200	D	C	A	B	A/120	C
PERCHLOROETHYLENE	A	D	D	C	D	A	A	D	D	B	A	B	A/200	D	A	B/72	D	A	C
PETROLATUM	B	-	B	A	-	A	-	-	B	-	A	A	-	D	A	A	B	A	B
PETROLEUM - BELOW 250	B	B	B	A	D	A	A	-	A	A	A	-	A	A	A	A/70	C/70	A/200	-
PETROLEUM - ABOVE 250	C	D	D	C	D	B	A	-	A	A	A	-	-	D	A	-	C/70	-	-
PHENOL (CARBOLIC ACID)	A	C	D	D	C	A	A	D	B	D	A	A	A/150	C	A	C	D	A/70	D
PHENYLBENZENE	C	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHENYL ETHYL ETHER	C	D	D	D	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHENYL HYDRAZINE	B	D	D	D	C	A	A	-	-	-	-	-	A/73	-	-	-	-	D	-
PHORONE	B	D	D	D	C	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHOSPHORIC ACID - 20%	A	B	B	C	A	A	A	-	D	D	B	A	-	D	D	A/120	-	A	-
PHOSPHORIC ACID (TO 40% SOLUTION)	A	B	D	D	B	A	A	-	D	D	A	A	-	D	D	A/120	B/70	A	-
PHOSPHORIC ACID - 45%	B	B	B	D	B	A	A	-	D	D	B	-	-	D	D	A/120	-	A	-
PHOSPHORIC ACID (40%-100% SOLUTION)	C	C	D	D	B	A	A	-	D	D	B	A	A/250	C	D	A/120	-	A	B
PHOSPHORIC ACID CRUDE	C	A	D	D	C	A	A	-	D	D	C	A	-	C	D	A/120	B/70	A	B
PHOSPHOROUS TRICHLORIDE ACID	B	-	D	D	A	A	A	-	D	B	A	A	A/250	-	D	D	B	A	-
PHOTOGRAPHIC (DEVELOPER)	A	-	A	A	-	A	-	-	C	D	A	A	A/150	-	A	A	A	-	A
PICKLING SOLUTION	A	C	C	-	C	B	A	D	-	-	-	A	-	-	D	-	-	-	-
PICRIC ACID	B	B	B	B	B	A	A	-	C	D	D	D	A/73	C	D	B/70	A	A/70	-
PINENE	C	B	D	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIPERIDINE	B	D	D	D	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLATING SOLUTIONS:																			
ANTIMONY	A	-	A	A	-	A	A	-	D	A	A	A	-	D	A/130	A	-	A/70	A
ARSENIC	A	-	A	A	-	A	A	-	C	A	A	A	-	A	A/110	A	-	-	A
BRASS	A	-	-	A	-	A	A	-	C	A	A	A	A/150	A	A/100	A	B	A	A
BRONZE	A	-	A	A	-	A	-	-	C	A	A	A	-	A	B	A	-	-	-
CADMIUM	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	-	D	A/150	A	C	A	-	A	A
CHROME	A	-	D	D	A	A	A	-	C	-	A	D	A/150	D	-	A	-	A	A
COPPER	A	-	-	A	-	A	A	-	C	-	-	D	A/150	A	-	A	-	A	-
GOLD	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	A	-	A/150	A/70	-	A	-	A	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
 The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
INDIUM	A	-	-	A	-	A	-	-	C	-	A	A	-	D	-	A	-	-	A
IRON	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	A	A	-	D	-	A	-	-	A
LEAD	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	-	-	A/150	D	-	A	-	-	A
NICKEL	A	-	-	A	-	A	A	-	C	-	-	-	A/150	A	-	A	-	-	A
SILVER	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	A	-	A/150	A/120	-	A	-	-	A
TIN	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	A	-	A/150	D	-	A	-	-	A
ZINC	A	-	A	A	-	A	A	-	C	-	A	-	A/150	D	-	A	-	-	A
POLYVINYL ACETATE EMULSION	A	-	B	-	A	-	A	-	-	B	-	-	-	-	A	B/70	-	-	A
POTASH	A	B	B	A	B	A	A	-	C	B	A	B	A	A	A	A	A/70	A	A
POTASSIUM ACETATE	A	D	B	B	A	B	A	-	D	A	B	-	A/70	-	A	A	-	-	A
POTASSIUM BICARBONATE	A	-	A	A	-	A	A	-	C	A	B	B	-	A/70	A	A	A	A	A
POTASSIUM BROMIDE	A	-	A	A	A	A	A	-	C	D	A	A	A	A/70	A	A	A	A	A
POTASSIUM CARBONATE	A	-	B	A	A	A	A	-	C	B	A	B	A	A/70	A	A	-	-	A
POTASSIUM CHLORATE	A	-	A	A	A	A	A	-	B	C	A	B	-	C	A	A	A/70	A	A
POTASSIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	B	B	C	B	A	B/70	A	A	A/70	A	A
POTASSIUM CHROMATE	A	-	A	A	-	A	A	-	A	A	B	A	A	A	D	A	A	A	A
POTASSIUM CUPRO CYANIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-
POTASSIUM CYANIDE SOLUTIONS	A	A	A	A	A	A	A	-	D	B	A	B	A	A/70	C	A	-	-	A
POTASSIUM DICHROMATE	A	A	A	A	A	A	A	D	A	B	A	B	A	D	D	A	A	A	A
POTASSIUM HYDROXIDE	A	B	B	B	B	D	A	D	D	C	A	B	A/150	C	A	A	A	A/150	A
POTASSIUM NITRATE	A	A	A	A	A	A	A	-	B	A	A	B	A	B/70	B	A	A	A	A
POTASSIUM PERMANGANATE	A	-	A	A	A	A	A	-	B	B	B	A	-	D	C	B	A	A	A
POTASSIUM SULFATE	A	A	A	A	A	A	A	-	A	B	B	B	A	A/70	B	A	A/120	A	A
PRODUCER GAS	C	A	B	A	C	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
PROPANE (LIQUIFIED)	C	B	B	A	D	A	A	-	A	A	A	A	A	A/70	A	B/72	C/70	B/200	A
PROPYL ACETATE	B	D	D	D	C	D	A	-	-	-	-	-	A/120	-	A	C	-	-	A/70
PROPYL NITRATE	B	-	-	-	B	C	A	-	A	D	-	-	-	-	A	-	-	-	-
PROPYLENE	B	D	D	D	D	A	A	-	A	A	A	A	-	-	A	-	-	-	B
PROPYLENE GLYCOL	A	-	C	A	A	A	A	-	A	B	A	B	-	-	D	A	B/70	A	C
PROPYLENE OXIDE	A	D	D	-	B	-	A	-	B	B	A	-	D	-	A	C	-	-	D
PYRANOL	D	B	D	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PYDRAULS	D	D	D	D	B	A	A	A	-	-	-	-	A/70	A/70	-	-	-	-	-
PYRIDINE	C	-	D	D	B	D	A	D	B	A	B	A	D	C	B	C	B/70	D	D
PYROGALLIC ACID	A	-	-	-	-	A	-	-	-	D	A	B	A/150	-	D	-	-	-	A
PYROLIGNEOUS ACID	B	-	C	C	B	A	A	-	D	C	B	-	A/100	-	-	-	-	-	-
PYRROLE	C	B	D	D	C	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RADIATION	A	A	B	B	C	B	A	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	-
RED OIL	B	B	C	A	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSINS	A	-	-	A	-	-	A	-	A	D	A	-	-	A/70	B	A	B/70	-	C
RUM	A	D	-	A	A	A	A	-	-	-	A	-	-	A	A	A	-	-	A
RUST INHIBITORS	B	-	C	A	-	A	-	-	-	C	A	-	-	-	A	A	-	-	-
SALAD DRESSING	A	-	-	A	-	A	-	-	B	D	A	-	-	A	A	A	-	-	-
SAL AMMONIAC	A	A	A	A	A	A	A	-	D	D	A	-	-	-	-	-	-	-	-
SALT WATER	A	A	B	B	A	A	A	A	D	D	C	-	-	A/120	A	A	A	A	A
SEA WATER	A	A	B	A	A	A	A	A	D	D	C	-	A/250	A/120	A	A	A/120	A	A
SEWAGE	A	D	A	A	B	A	A	-	B	B	A	-	-	-	A	A	-	-	A
SHELLAC (BLEACHED)	B	-	-	A	-	-	-	-	A	A	A	-	-	A/70	A	A	A/70	-	-
SHELLAC (ORANGE)	B	-	-	A	-	-	-	-	A	A	A	-	-	A/70	A	A	A/70	-	-
SILICATE ESTERS	B	A	B	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SILICONE	B	-	A	A	-	A	-	-	B	A	A	-	-	A/70	A	A	-	-	A
SILICONE GREASES	B	A	A	A	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
SILVER BROMIDE	A	-	-	-	-	-	-	-	D	D	B	A	-	-	A	-	A	-	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
SILVER NITRATE	A	A	A	C	A	A	A	-	D	D	A	A	A	A/70	A	A	A	A	A
SKYDROL 500	B	D	D	D	A	C	A	-	-	-	-	-	A/70	C	A	-	-	-	-
SKYDROL 7000	B	D	D	D	C	B	A	-	-	-	-	-	A/70	C	A	-	-	-	-
SOAP SOLUTIONS	A	A	B	A	A	A	A	A	C	B	A	A	A/150	A/70	A	A	D	A	A
SODA ASH (SEE SODIUM CARBONATE)																			-
SODIUM ACETATE	A	D	B	B	A	D	A	-	B	B	A	A	A	B/70	A	A	A	A	B
SODIUM ALUMINATE	A	-	A	A	-	A	A	-	C	A	A	B	A	A/70	A	A	-	A	-
SODIUM BICARBONATE	A	-	A	A	A	A	A	-	A	C	A	B	A	A	A	A	A/120	A	A
SODIUM BISULFATE	A	-	A	A	A	A	A	-	D	D	A	B	A	A/70	A	A	A/120	A	A
SODIUM BISULFITE	A	-	A	A	A	A	A	-	A	D	A	A	A	C	A	A	A/120	A	A
SODIUM BORATE	A	-	A	A	A	A	A	-	C	B	B	A	A	A/70	A	A/140	A/120	A	A
SODIUM CARBONATE	A	-	A	A	A	A	A	-	C	B	A	A	A	B/70	A	A	B/120	A	A
SODIUM CHLORATE	A	-	A	A	A	A	A	A	B	-	A	A	A	D	A	A	B/120	A	A
SODIUM CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	C	A	-	A/70	A	A	A/120	A	A
SODIUM CHROMATE	A	-	A	A	-	A	A	D	D	B	-	A	A	D	D	A	-	A	-
SODIUM CYANIDE	A	-	A	A	A	A	A	-	D	B	A	A	-	A/70	B	A	A/120	A	A
SODIUM HYDROXIDE (20%)	A	B	B	A	A	A	A	B	D	B	A	B	-	A	A	A	D	A	A
SODIUM HYDROXIDE (50% SOLUTION)	A	B	C	D	A	A	A	B	D	C	B	A	A/250	A	A	A	D	C	A
SODIUM HYDROXIDE (80% SOLUTION)	A	B	C	D	A	B	A	-	D	C	D	B	-	C	A	A	D	C	A
SODIUM HYPOCHLORITE (TO 20%)	A	D	D	C	C	A	A	D	D	D	C	A	A	D	D	B/72	A	A	A
SODIUM METAPHOSPHATE	A	-	B	A	A	A	A	-	A	C	A	-	A	A/70	B	D	A/70	-	A
SODIUM METASILICATE	A	-	A	A	-	A	-	-	B	A	A	A	-	-	D	-	-	-	A
SODIUM NITRATE	A	-	B	C	A	A	A	-	A	A	A	B	A	A/70	A	A	A/120	A	A
SODIUM PERBORATE	A	-	B	B	A	A	A	-	B	C	C	B	-	B/70	B	A	A/70	A	A
SODIUM PEROXIDE	B	D	B	C	B	A	A	-	D	D	A	B	A	A/70	C	B/120	A	A	B
SODIUM PHOSPHATE	A	A	B	B	A	A	A	-	D	B	B	-	A	A/70	-	A	-	A	-
SODIUM POLYPHOSPHATE (MONO, DI, TRIBASIC)	A	A	D	A	-	A	-	-	D	D	A	A	-	A/70	B	A	A	A	-
SODIUM SILICATE	A	-	A	A	A	A	A	-	C	B	A	B	A	A/70	C	A	A/120	A	A
SODIUM SULFATE	A	A	A	A	A	A	A	-	B	A	A	B	A	A	B	A	A/120	A	A
SODIUM SULFIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	A	A	B	A	A/70	B	A	A/120	A	A
SODIUM TETRABORATE	A	-	-	A	A	A	A	-	C	-	A	-	A	A	B	-	A/120	-	A
SODIUM THIOSULPHATE ("HYPO")	A	A	A	B	A	A	A	-	B	C	A	A	A	B	C	A	A/70	A	A
SORGHUM	A	-	A	A	-	A	-	-	-	A	A	-	-	A	A	-	-	-	-
SOY SAUCE	A	B	A	A	B	A	A	-	A	D	A	-	-	A	A	-	-	-	-
STANNIC CHLORIDE	A	B	D	A	B	A	A	C	D	D	D	-	A	B	B	A	A/120	A	A
STANNIC FLUOBORATE	A	-	A	A	-	A	-	-	D	D	-	-	-	-	C	-	-	-	-
STARCH	A	A	A	A	A	A	A	-	A	C	A	-	A/150	A/70	A	-	B	-	A
STEAM TO 200°F	A	C	C	C	A	D	D	B	A	A	A	-	A	D	B	-	-	-	-
STEAM 220°F-300°F	B	D	D	D	A	D	D	C	A	A	A	-	A	D	D	-	-	-	-
STEARIC ACID	B	A	B	C	B	A	A	C	B	-	A	A	A/150	A/120	A	B/72	B/72	A	B
STODDARD SOLVENT	C	A	B	B	D	A	A	-	A	A	A	A	A	A	B/120	C/120	A	C	
STYRENE	C	C	D	D	D	B	A	D	A	A	A	D	-	A/70	A	D	-	B	D
SUCROSE SOLUTION	A	D	A	A	A	A	A	-	-	B	-	A	-	A	A	-	-	-	-
SUGAR (LIQUIDS)	A	-	B	A	-	A	-	-	A	-	A	A	-	A/70	A	A	-	-	-
SULFATE LIQUORS	A	-	C	-	-	-	-	-	B	C	C	A	A/73	B/70	D	A	A/120	A	B
SULFITE LIQUORS	A	-	A	A	B	A	A	-	D	D	B	A	-	A/73	-	-	-	-	-
SULFUR	A	B	B	B	A	A	A	C	D	B	A	-	A/250	A/70	-	A	-	A	-
SULFUR CHLORIDE	D	-	D	D	D	A	A	C	D	D	D	A	A/73	A	D	C	C/70	A/70	C
SULFUR DIOXIDE	A	-	B	D	A	D	A	D	D	D	A	B	A/150	C	D	A/70	B/70	A	A
SULFUR HEXAFLUORIDE	B	-	B	B	A	A	A	-	D	D	-	-	-	-	D	-	B	-	B
SULFUR TRIOXIDE	C	B	C	C	C	A	A	-	D	D	B	-	-	-	-	-	-	-	A

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; -: Insufficient information.
 Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.
 Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.
 The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS							METALS					PLASTICS						
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
SULFUR TRIOXIDE (DRY)	C	B	D	D	C	A	A	-	A	A	C	B	-	A/70	D	D	C/70	D	A
SULFURIC ACID (DILUTE)	A	C	C	D	-	A	A	A	D	D	B	-	-	C	D	A	A/70	A	-
SULFURIC ACID (TO 10%)	A	D	D	D	A	A	A	A	D	D	C	A	A/250	C	D	A/120	A/70	A	A
SULFURIC ACID (10%-75%)	A	D	D	D	C	A	A	B	D	D	C	B	A/150	D	D	A/72	B/70	A/150	A
SULFURIC ACID (CONCENTRATED TO 98%)	B	D	D	D	C	A	A	C	D	D	B	-	A/150	D	D	C/72	B/70	A/120	D
SULFURIC ACID (20% OLEUM)	D	D	D	D	D	B	A	-	D	D	-	-	-	D	D	D	-	-	-
SULFUROUS ACID	A	D	B	C	-	A	A	B	D	D	B	B	A/250	D	D	A	B/120	A	A
SYRUP	A	-	B	A	-	A	-	A	A	-	A	-	-	-	A	A	-	-	-
TALLOW	B	A	-	A	A	A	A	A	A	-	A	-	-	A/70	A	B/70	C	-	-
TANNIC ACID	A	A	B	A	C	A	A	A	C	C	A	B	A/250	C	B	A	A	A	A
TANNING LIQUORS	A	-	-	C	-	A	A	-	C	-	A	A	A/250	A/70	B	A	A/70	-	A
TAR, BITUMINOUS	B	-	C	B	D	A	A	-	-	B	B	-	A	B	B	-	-	-	-
TARTARIC ACID	A	A	B	A	B	A	A	C	C	C	A	B	A/250	B/70	B	A	A/70	A	A
TERPINEOL	B	B	D	C	B	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	D	-	B/120	-
TERTIARY BUTYL ALCOHOL	B	D	A	A	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	A	B	-	-	-
TERTIARY BUTYL CATECHOL	B	D	B	D	B	A	A	-	C	B	B	-	-	-	A	-	-	-	-
TERTIARY BUTYL MERCAPTAN	B	D	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	-
TETRA BROMOMETHANE	D	-	D	D	D	A	A	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-
TETRA BUTYL TITANATE	B	-	A	B	B	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TETRACHLOROETHYLENE	D	B	D	D	D	A	A	-	D	A	A	-	A/200	A/70	A	D	B	-	D
TETRACHLOROETHANE	D	-	-	D	D	A	A	-	D	A	A	-	-	C	A	D	-	-	C
TETRAETHYL LEAD	C	-	D	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	A/70	-	A	-
TETRAHYDROFURAN	B	C	D	D	C	B	A	B	-	-	A	A	D	A	C	C	C/70	B/70	D
TETRALIN	C	-	D	D	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	-	D	-	-	-
THIONYL CHLORIDE	B	-	D	D	D	A	A	-	D	D	-	-	A/150	C	-	D	-	D	-
TITANIUM TETRACHLORIDE	D	D	D	C	D	A	A	-	D	A	B	-	-	A/70	-	D	-	A	-
TOLUENE	C	C	D	C	D	A	A	B	A	A	A	A	A/200	A/70	A	D	C/70	A	-
TOLUENE DIISOCYANATE	B	-	D	-	A	-	A	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-
TOLUENE, TOLUOL	C	C	D	D	D	A	A	B	A	A	A	-	A/150	A/70	A	B/175	C/70	A	D
TOMATO JUICE	A	-	A	A	-	-	A	A	A	-	A	-	A/250	A	A	A	A/70	A	A
TRANSFORMER OIL	D	D	C	B	D	A	A	-	A	A	A	-	A/250	A/70	A	B/70	-	-	B
TRANSMISSION FLUID TYPE A	C	A	C	A	D	A	A	-	A	A	A	-	-	-	A	-	-	-	-
TRIACETIN	A	D	A	A	A	C	A	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRIBUTOXY ETHYL PHOSPHATE	B	D	D	D	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRIBUTYL PHOSPHATE	B	D	D	D	C	D	A	-	-	A	-	-	A/73	-	-	A/70	-	A/70	-
TRIBUTYL MERCAPTAN	B	-	D	D	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRICHLOROACETIC ACID	B	D	B	C	B	B	A	-	D	D	D	B	A/150	D	D	B/70	A	A/70	B
TRICHLORETHANE	D	D	D	D	D	A	A	-	D	B	A	A	-	C	A	D	-	A/120	C
TRICHLORETHYLENE	D	D	D	D	D	A	A	D	D	C	A	A	-	A/70	A	B/72	D	A	D
TRICHLOROPROPANE	D	-	A	A	-	A	A	-	D	A	A	A	-	-	A	D	-	-	-
TRICRESYLPHOSPHATE	B	C	D	D	A	B	A	-	D	B	A	A	-	A/120	C	B/70	B/70	-	D
TRIETHYLAMINE	B	-	B	A	-	A	A	-	-	A	-	-	A/150	A/70	A	C	-	A/120	B
TRIETHANOL AMINE	A	D	B	B	B	B	A	D	B	A	A	-	A/73	A/70	A	A/70	-	A/70	-
TRIETHYL ALUMINUM	B	-	D	D	-	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRIETHYL BORANE	B	-	D	D	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRINITROTOLUENE	A	-	A	D	D	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRIOCTYL PHOSPHATE	B	-	D	D	A	B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRIARYL PHOSPHATE	B	B	C	D	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TUNG OIL	B	B	B	A	C	B	A	C	A	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-
TURPENTINE	C	D	D	A	D	A	A	-	A	B	A	B	A/200	A/70	A	B/175	D	A	-
UNLEADED GASOLINE	C	D	D	D	D	A	A	-	A	A	A	A	-	A	A	D	-	C	-

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; —: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

CHEMICALS	ELASTOMERS								METALS					PLASTICS					
	WIL-FLEX™	POLYURETHANE	NEOPRENE	BUNA-N	NORDEL	VITON®	TEFLON®	SANIFLEX™ TPE	ALUMINUM	CAST IRON	STAINLESS STEEL (316)	ALLOY C	HALAR® ECTFE COATED	NYLON	CARBON-FILLED ACETAL (CFA)	POLYPROPYLENE	POLYETHYLENE	PVDF	PVC
UNSYMMETRICAL DIMETHYL																			
HYDRAZINE (UDMH)	B	-	B	C	A	D	A	-	B	A	A	-	-	-	-	-	-	A/70	-
URINE	A	-	D	A	-	A	-	-	B	B	A	-	-	A/70	A	A	A/70	A	A
VEGETABLE JUICE	A	A	D	A	A	A	A	-	A	D	A	-	-	A	A	-	-	-	-
VEGETABLE OILS	B	A	B	A	A	A	A	-	A	B	A	-	-	-	A	A/120	-	A	-
VERSILUBE F44 & F50D	D	-	C	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VINEGAR	A	B	B	C	A	A	A	-	D	C	A	A	A/200	C	A	A	A	A	B
VARNISH	B	C	D	B	D	A	A	-	A	C	A	A	-	C	A	A	A	-	D
VINYL CHLORIDE	D	-	D	D	C	A	A	-	D	B	-	A	-	A/70	-	D	-	A	D
WAGNER 21 B FLUID	C	-	A	C	A	D	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
WATER, ACID, MINE	A	A	B	A	A	A	A	-	D	D	A	-	A/250	B	A	A	A/120	A	B
WATER, DISTILLED, LAB GRADE 7	A	A	B	A	A	A	A	-	B	D	A	-	A/250	A/70	A	A	A/120	A	A
WATER, FRESH	A	A	B	A	A	A	A	-	A	B	A	A	A/250	A/70	A	A	A/120	A	B
WATER, SALT	A	A	B	A	A	A	A	-	D	D	C	A	A/250	A/120	A	A	A/120	A	B
WEED KILLERS	B	-	C	B	-	A	-	-	D	-	A	-	-	A	A	-	-	-	-
WHEY	A	-	-	A	-	A	-	-	B	-	A	-	-	-	A	-	-	-	-
WHISKEY AND WINES	A	D	A	A	A	A	A	-	D	D	A	-	A/200	A/70	A	A	C	A	A
WHITE LIQUOR (PULP MILL)	A	-	A	A	A	A	A	-	B	C	A	A	A/200	A/70	A	A	A/120	A	A
WHITE PINE OIL	C	-	D	B	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
WHITE OIL	C	-	B	A	D	A	A	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-
WHITE WATER (PAPER MILL)	A	-	A	-	-	A	-	-	-	A	A	-	-	A	A	A	-	-	A
WOOD OIL	B	B	B	A	C	B	A	-	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
XYLENE	C	D	D	D	D	A	A	B	A	A	A	A	A/200	A/120	A	B/72	B	A	D
XYLIDENES	C	D	D	D	-	C	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZEOLITES	A	-	C	C	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZINC ACETATE	A	D	C	C	A	C	A	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-
ZINC CHLORIDE	A	A	A	A	A	A	A	-	D	D	C	C	A	C	D	A	A/70	A	B
ZINC HYDROSULPHITE	A	-	A	A	-	-	-	-	D	D	A	-	-	-	C	-	-	A	-
ZINC SULFATE	A	-	A	A	A	A	A	-	D	D	A	A	A	C	C	A	A/120	A	A

Ratings: A: Minor effect; B: Minor to moderate effect; C: Moderate to severe effect; D: Not recommended; —: Insufficient information.

Wil-Flex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC. Saniflex is a trademark of Wilden Pump and Engineering, LLC.

Viton® is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers. Teflon® is a registered trademark of Dupont.

The accuracy of these ratings cannot be guaranteed.

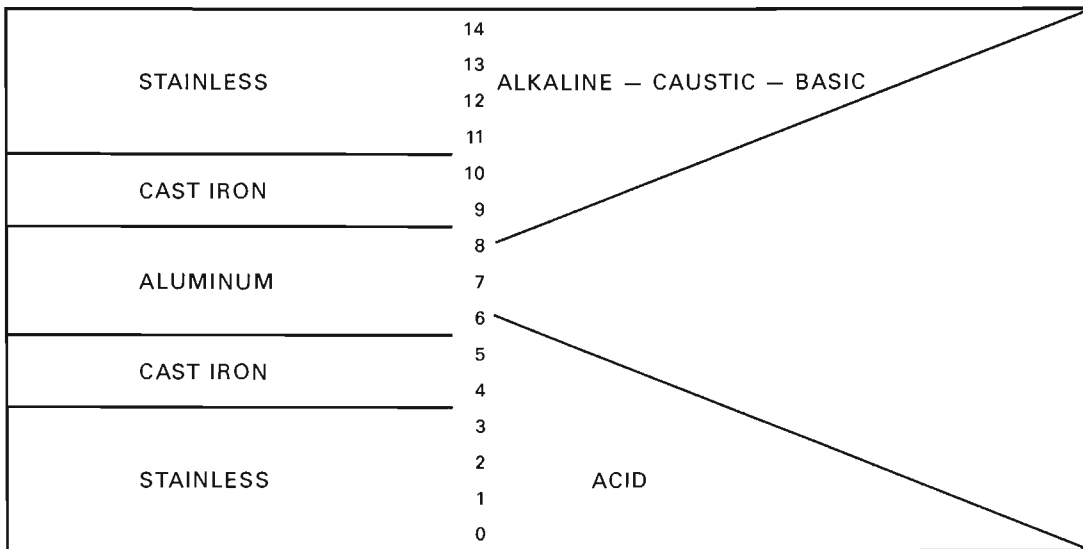
CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

HALOGENATED SOLVENTS WARNING

Halogenated solvents can, under certain circumstances, corrode aluminum or galvanized parts. If the wetted parts or a pressurizable fluid system contain aluminum or galvanized parts, this corrosive action could cause an EXPLOSION. Although manufacturers of these solvents typically add inhibitors, there is no known inhibitor that will prevent the corrosive reaction under ALL circumstances. Special caution should be exercised handling reclaimed or used solvents since the inhibitors are often degraded. ONLY stainless steel or PVDF pumps should be used for these materials. Typical examples of halogenated hydrocarbon solvents (H.H.C.) include, but are not limited to, the following: Trichlorethane, Trichlorethylene, Methylene Chloride, Methyl Chloride, Carbon Tetrachloride, Chloroform, Dichlorethylene.

• **Determine the pH value:**

• pH is a measure of hydrogen-ion concentration. pH of 7 is neutral – below 7, acid – above 7, alkaline.



ELASTOMER SELECTION GUIDE FOR SOLVENTS

The liquids classified and listed below usually **cannot** be handled with Neoprene or Buna-N and will probably require Wil-Flex™, Viton®, Nordel and/or Teflon®.

a. Ketones and Aldehydes

1. Methyl ethyl ketone
 2. Methylacetone
 3. Acetone
 4. Formaldehyde
- } Wil-Flex™
Nordel/Teflon®

b. Acetates

1. Ethyl acetate
 2. Isopropyl acetate
 3. Amyl acetate
 4. Butyl acetate
- } Wil-Flex™
Nordel/Teflon®

c. Aromatic Hydrocarbons

1. Benzene
 2. Toluol (toluene)
 3. Xylene (xyol)
 4. Benzol
 5. Hexane
 6. Cyclohexane
 7. Napthalene
- } Viton®/Teflon®

d. Chlorinated Hydrocarbons

1. Carbon tetrachloride
 2. Trichlorethylene
 3. Ethylene dichloride
 4. Methyl chloride
 5. Propyl chloride
 6. Chloroform
 7. Dichlorethylene
- } Viton®/Teflon®

TEMPERATURE LIMITS FOR ELASTOMERS

Wil-Flex™	-40° to 107.2°C (-40° to +225° F)
Neoprene	-17.8° to 93.3°C (- 0° to +200° F)
Buna-N	-12.2° to 82.2°C (+10° to +180° F)
Nordel	-51.1° to 137.8°C (-60° to +280° F)
Viton®	-40° to 176.7°C (-40° to +350° F)
Teflon® PTFE ¹	4.4° to 104.4°C (+40° to +220° F)
Polyurethane	-12.2° to 65.6°C (+10° to +150° F)
Saniflex™ TPE	-28.9° to 104.4°C (-20° to +220° F)

TEMPERATURE LIMITS FOR PLASTICS

Polypropylene	0° to 79.4° C (+32° to +175° F)
Polyethylene	0° to 70.0° C (+32° to +158° F)
PVDF	-12.2° to 107.2° C (+10° to +225° F)
Teflon® PFA ²	-28.9° to 107.2° C (-20° to +225° F)
Acetal	-28.9° to 82.2° C (-20° to +180° F)
Nylon	-17.8° to 93.3° C (0° to +200° F)

¹ 4.4° to 148.9° C (40° to +300° F) - 13 mm (1/2") and 25 mm (1") models only.

² -28.9° to 148.9° C (-20° to +300° F) - Ultrature II and III models only.

NOTE: These are average temperatures. Chemicals and solvents can have an effect on temperature limits.

CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

RUBBER COMPOUNDS

Listed below are the various rubber compounds manufactured for use as elastomers in Wilden pumps. These compounds consist of natural rubber and man-made additives to increase the compounds' resistance to specific types of fluids. Diaphragms made of these compounds will utilize a nylon fabric mesh. The mesh is centered within the diaphragm during the molding process. The fabric mesh lends dimensional stability and strength to the compound. The elastomers manufactured of these compounds are fabricated using compression molding process.

COMPOUND	COLOR CODE	MOLD STAMP	TEMPERATURE LIMITS	SUITABLE APPLICATIONS
Neoprene	Green	NE	-17.8° to 93.3° C 0° to +200° F	An excellent general purpose diaphragm for use in non-aggressive applications such as water-based slurries, well water or sea water. Exhibits excellent flex life and low cost.
Buna-N	Red	BN	-12.2° to 82.2° C +10° to +180° F	Excellent for applications involving petroleum/oil-based fluids such as leaded gasolines, fuel oils, non-synthetic hydraulic oils, kerosene, turpentines and motor oils.
Nordel	Blue	ND	-51.1° to 137.8° C -10° to +280° F	Excellent for use in applications requiring extremely cold temperatures. May also be used as a low cost alternative when pumping dilute acids or caustics.
Viton®	Silver	VT	-40° to 176.7° C -40° to +350° F	Excellent for use in applications requiring extremely hot temperatures. May also be used with aggressive fluids such as aromatic or chlorinated hydrocarbons and highly aggressive acids. Teflon® would normally be used with these aggressive fluids as its flex life is better than Viton®. However, in applications involving suction lift outside the range of Teflon®, Viton® will be the preferred choice for highly aggressive fluids.

THERMOPLASTIC COMPOUNDS

Listed below are the various thermoplastic (TPE) compounds manufactured for use as elastomers in Wilden pumps. These compounds are comprised entirely of man-made elements. Thermoplastic elastomers manufactured of these compounds are fabricated using an injection molding process. Diaphragms made of these compounds require no fabric reinforcement due to the dimensional stability and tensile strength inherent in TPE compounds.

COMPOUND	COLOR CODE	TEMPERATURE LIMITS	SUITABLE APPLICATIONS
Polyurethane	Clear	-12.2° to 65.6° C 0° to +150° F	An excellent general purpose diaphragm for use in non-aggressive applications. This material exhibits exceptional flex life and durability. Wilden's least expensive diaphragm.
Wil-Flex™	Orange	-40° to 107.2° C -40° to +225° F	Excellent choice as a low cost alternative to Teflon® in many acidic and caustic applications such as sodium hydroxide, sulfuric or hydrochloric acids. Exhibits excellent abrasion resistance and durability at a cost comparable to neoprene.
Saniflex™	Cream	-28.9° to 104.4° C -20° to +220° F	Exhibits excellent abrasion resistance, flex life and durability. This material is FDA approved for food processing applications. An outstanding general purpose diaphragm as well.

TEFLON® COMPOUNDS

Teflon® PTFE is one of the most chemically inert man-made compounds known. Wilden engineers were the first to discover that by reinforcing a molded Teflon® PTFE diaphragm with concentric ribs they could control the flex pattern of the diaphragm. The ribbed design extended flex life 5 to 10 times longer than that of any other Teflon® diaphragm. This innovation made the use of Teflon® elastomers in diaphragm pumps cost effective, greatly expanding the range of applications for diaphragm pumps. Teflon® is not an elastic material; therefore, Teflon® diaphragms require a rubber back-up diaphragm to provide flexibility and memory. Also, when using a Teflon® diaphragm, flow rates will be reduced by up to 20%. This is due to the inability of Teflon® to flex as far as a rubber diaphragm which will decrease displacement per stroke.

COMPOUND	COLOR CODE	TEMPERATURE LIMITS	SUITABLE APPLICATIONS
Teflon® PTFE	White	- 4.4° to 104.4° C +40° to +220° F	Excellent choice when pumping highly aggressive fluids such as aromatic or chlorinated hydrocarbons, acids, caustics, ketones and acetates. Exhibits good flex life compared to a standard rubber diaphragm.