

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIONES HIDRÁULICAS EN INGENIERÍA SANITARIA
EN LOS PROCESOS DE SANEAMIENTO AUTOMATIZADO EN
LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS**

TESIS
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR
VÍCTOR MANUEL RODRÍGUEZ VALDEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,999.

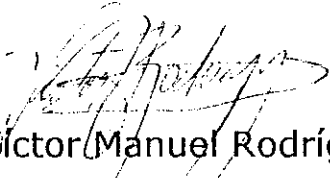


HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**APLICACIONES HIDRÁULICAS EN INGENIERÍA SANITARIA
EN LOS PROCESOS DE SANEAMIENTO AUTOMATIZADO EN
LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de septiembre de 1,999.


Víctor Manuel Rodríguez Valdez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

Decano:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
Vocal primero:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
Vocal segundo:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Vocal tercero:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
Vocal cuarto:	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
Vocal quinto:	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
Secretaría:	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano en funciones:	Ing. Carlos Leonel Hurtarte Castro
Examinador:	Ing. Carlos Roberto García Sandoval
Examinador:	Ing. Julio Roberto Asturias Arrivillaga
Examinador:	Ing. Jorge Francisco Cáceres Aragón
Secretaría:	Ing. Edgar José Aurelio Bravatti Castro


Guatemala, 13 de Septiembre de 1999

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del departamento de Hidráulica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Aguilar Polanco:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que el estudiante Víctor Manuel Rodríguez Valdez, ha concluido de acuerdo al protocolo aprobado, su trabajo de tesis que se titula: “ **Aplicaciones hidráulicas en Ingeniería Sanitaria en los procesos de Saneamiento automatizado en la industria de alimentos y bebidas** “. Habiendo sido revisado por el suscrito; en calidad de asesor nombrado para tal efecto, contando con mi aceptación.

Atentamente,


Julio Guillermo García Ovalle
Asesor
Ing. Civil, Msc Ingeniería Sanitaria



FACULTAD DE INGENIERIA

21 de septiembre de 1,999

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Después de analizar y revisar el trabajo de tesis titulado **APLICACIONES HIDRÁULICAS EN INGENIERÍA SANITARIA EN LOS PROCESOS DE SANEAMIENTO AUTOMATIZADO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS**, desarrollado por el estudiante universitario **Víctor Manuel Rodríguez Valdez**, con carnet número 86-11987, quien contó con la asesoría del Ingeniero Julio Guillermo García Ovalle, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos, por lo que en mi calidad de Jefe del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

9/07/99
Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Julio Guillermo García Ovalle y del Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Pedro Aguilar Polanco, del trabajo de tesis del estudiante Víctor Manuel Rodríguez Valdez, titulado APLICACIONES HIDRAULICAS EN INGENIERIA SANITARIA EN LOS PROCESOS DE SANEAMIENTO AUTOMATIZADO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre de 1,999

/bbdeb.

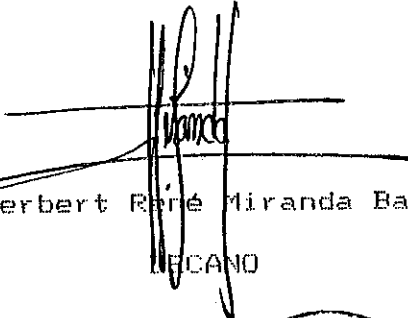
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis APLICACIONES HIDRAULICAS EN INGENIERIA SANITARIA EN LOS PROCESOS DE SANEAMIENTO AUTOMATIZADO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS, del estudiante Víctor Manuel Rodríguez Valdez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, septiembre de 1,999

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS TODO PODEROSO Y LA SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA

A mi esposa Mónica Barrantes de Rodríguez por el amor y apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo de Tesis

Al Ingeniero Julio Guillermo García Ovalle por su valiosa asesoría en la elaboración del presente trabajo de Tesis

A mis hermanas Regina y Ana Lucía por su apoyo y cariño incondicional

Al Ingeniero Rodolfo González Morasso por sus consejos tan valiosos

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Victor Manuel Rodríguez Véliz,
Elsa Beatriz Valdez de Rodríguez
Por todo el amor, cariño,
esfuerzo y comprensión que me
han brindado todo el tiempo

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE

Glosario.....	i
Introducción.....	ii
Objetivos.....	iv
I. Objetivos de los procesos de saneamiento en una industria de alimentos y bebidas.....	1
1.1 <i>Tardanza en iniciar la limpieza (tiempo muerto):</i>	<i>3</i>
1.2 <i>Tiempo de limpieza:</i>	<i>4</i>
1.3 <i>Temperatura:.....</i>	<i>4</i>
1.4 <i>Concentración del detergente:</i>	<i>4</i>
1.5 <i>Acción Mecánica:</i>	<i>5</i>
1.6 <i>Una combinación de los factores anteriores:.....</i>	<i>5</i>
1.7 <i>Otros factores que afectan la limpieza:.....</i>	<i>5</i>
II. Diferentes tipos de limpieza.....	7
2.1 <i>Limpieza manual:</i>	<i>7</i>
2.2 <i>Limpieza fuera de lugar:</i>	<i>7</i>
2.3 <i>Limpieza por presión:</i>	<i>8</i>
2.4 <i>Limpieza por espuma:</i>	<i>8</i>
2.5 <i>Limpieza automática:</i>	<i>9</i>
III. Automatización para el proceso de saneamiento, Lavado En Sitio.....	10
3.1 <i>Componentes.....</i>	<i>10</i>
3.1.1 <i>Breve Descripción de los Componentes de CIP;.....</i>	<i>11</i>
3.2 <i>Diferentes tipos de sistemas CIP</i>	<i>12</i>
3.2.1 <i>Sistema de un solo uso:.....</i>	<i>13</i>

3.2.2 Sistema de recuperación de solución:.....	14
3.2.3 Sistema CIP de reuso:	14
3.3 Programación CIP:	25
3.3.1. Tipos de controles CIP:	25
IV. Consideraciones Hidráulicas.....	28
4.1 Hidráulica de tanques a limpiar:	28
4.1.1 Tamaño de tanque:	29
4.1.2 Tamaño de TOV:.....	29
4.1.3 Elevación de la TOV sobre la bomba de retorno:	29
4.1.4 Pendiente del tanque a la TOV:	29
4.1.5 Dispositivo de rocío utilizado:.....	29
4.2 Información de las bombas de alimentación y retorno:	30
4.3 Consideraciones en bombas centrífugas:	31
4.4 Control de Flujo del CIP:	35
4.5 Las matemáticas de la hidráulica del sistema CIP.....	36
4.6 Dispositivos de Rocío.....	40
4.6.1 Espreas para tanques horizontales pequeños.....	40
4.6.2 Discos sprea para tanques verticales y de proceso.....	48
4.6.3 Espreas de burbuja para tuberías de gran grosor	49
V. APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.....	51
Conclusiones.....	v
RECOMENDACIONES.....	vii
Bibliografía.....	viii

Anexos:

Anexo I: Lista de Componentes Opcionales que se Pueden Encontrar en Sistemas CIP más Complejos

AnexoII: Cómo Conocer el Flujo de una Bomba sin Medidor de Flujo

Glosario

Espreas:

Pelotas aspersoras de acero inoxidable, con orificios utilizadas para limpiar la superficie interna de los tanques, formando una capa de flujo laminar sobre las mismas.

Restrictor:

Circunferencia de acero inoxidable, con un agujero en su centro, que se coloca en la tubería delante del dispositivo de rocío para variar el caudal y la presión, para que éste funcione adecuadamente.

Tank Outlet Valve (TOV):

Válvula de salida del tanque de proceso, usualmente se encuentran en la parte inferior frontal del tanque y algunos la tienen ubicada debajo del mismo.

Venteo:

Orificio que permite la entrada de aire en un tanque para mantener la presión dentro del mismo, esto evita que el tanque colapse en el momento de evacuar líquidos dentro de él a través de un bomba centrífuga.

Clean In Place (CIP)

Limpieza en sitio, se realiza en circuito cerrado (eliminándose el desarmado de las piezas), controlando temperatura, tiempo, acción mecánica y concentración de los químicos

Introducción

La ingeniería no solamente está presente en infraestructura tangible, sino en cálculos que se deben hacer para obtener resultados que pueden beneficiar en la vida diaria. Muchos de los conocimientos de hidráulica se aplican en transporte de fluidos, estos conocimientos también se pueden aplicar para los procesos de higiene en circuitos cerrado dentro de las industrias de alimentos y bebidas.

Estos cálculos hidráulicos son necesario para equilibrar sistemas automáticos de higiene, sin ellos no sirve la aplicación de alta tecnología que al día de hoy es una gran ayuda para las industrias, ya que les puede llegar a ahorrar insumos que antes no tenían tanto valor como ahora, así es el caso del agua y la energía de combustión.

Los cálculos hidráulicos que aquí se presentan están basados para satisfacer las necesidades de todas aquellas industrias que procesan bebidas y alimentos que son susceptibles a una limpieza húmeda constante.

Para llegar al entendimiento de las aplicaciones hidráulicas en los sistemas de higiene, se debe comprender primero cuáles son los propósitos que persigue una higiene adecuada, de la cual se deriva la importancia de realizar buenos cálculos en ésta área.

Además se debe estar consciente que los procesos a los que se refieren para la aplicación de cálculos hidráulicos llevan cierta automatización así como tecnología de avanzada en la aplicación de los mismos.

Los sistemas donde se pueden aplicar los conocimientos de hidráulica en la higienización de la industria de alimentos y bebidas son todos aquellos que están en una producción en línea, donde interesa remover suciedad orgánica e inorgánica.

Existen un gran número de industrias a las cuales se les puede aplicar esta tecnología, dónde se puede tener ahorros considerables en tiempo, energía eléctrica, vapor, agua y productos químicos para la limpieza.

Objetivos

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

1. Dar a conocer en qué consiste el sistema de limpieza en el sitio, CIP.
2. Comprender las aplicaciones hidráulicas que se utilizan en el sistema CIP.
3. Promover la utilización del sistema CIP, principalmente en las industrias de alimentos y bebidas

I. Objetivos de los procesos de saneamiento en una industria de alimentos y bebidas

Dentro de los objetivos para los procesos de limpieza y saneamiento dentro de la industria de alimentos y bebidas se pueden nombrar los siguientes:

- Eliminar la suciedad y los residuos para evitar que sean la alimentación de microorganismos y plagas.
- Remover bacterias, levaduras y hongos de las superficies.
- Retirar la materia orgánica para que el desinfectante pueda actuar, de otra manera el producto químico activo que produce el efecto bactericida se quedará oxidándose o reaccionando con la materia orgánica en lugar de atacar a los microorganismos.
- Expeler la suciedad para evitar su descomposición, la que afectará adversamente la siguiente producción de alimento o bebida.
- Remover los contaminantes de la superficie, que de otra manera podrían destruir la capa pasiva protectora contra la corrosión sobre las superficies interiores del equipo.
- Razones estéticas, un lugar limpio se mantendrá limpio más tiempo así como un lugar sucio se ensuciará más pronto.
- Evitar la generación de malos olores y sustancias tóxicas peligrosas.
- Disminuir la población de microorganismos hasta niveles de seguridad y, en consecuencia, impedir se produzcan infecciones y la descomposición de los alimentos.

Dos de los principales factores que contribuyen a las enfermedades originadas por alimentos son,

Equipo contaminado	23%*
Poca higiene personal	28%*

Esto significa que el 51 por ciento de los gastos por enfermedades producidas por los alimentos se pueden ahorrar anualmente con sólo buenas prácticas de limpieza y saneamiento.

Entre más limpio esté un lugar, una superficie o un objeto, es más fácil mantenerlo limpio. Las fuerzas de atracción unen la suciedad a una superficie. La limpieza rompe la atracción, remueve la suciedad y la suspende de modo que se pueda quitar. Los siguientes mecanismos son los que operan durante la limpieza:

- Disolución de la materia soluble
- Remojo, para penetrar en la interfase suciedad/superficie
- Fusión de grasa (T)
- Emulsificación de aceites y grasas
- Saponificación de aceites y grasas
- Reacción química que produce una suciedad soluble o emulsificable
- Dispersión
- Defloculación

* Referencia Public Health Service de los Estados Unidos de América

Por otra parte, los factores que afectan la limpieza son:

- Tardanza en iniciar la limpieza (tiempo muerto)
- Tiempo
- Temperatura de limpieza
- Concentración del detergente
- Acción mecánica
- Una combinación de los factores anteriores
- Otros factores

1.1 Tardanza en iniciar la limpieza (tiempo muerto):

Con el tiempo la suciedad atraviesa por una serie de cambios que aumentarán la dificultad del proceso de limpieza. Con el paso del tiempo, la suciedad se: secará, oxidará, descompondrá, polemizará y endurecerá. También la suciedad, sus productos de descomposición y la bacteria que promueve la suciedad, pueden manchar, atacar y corroer las superficies en las que están depositadas.

Mientras más corto sea el tiempo entre terminar de usar el equipo o los utensilios y comenzar el proceso de limpieza, mejores serán los resultados que se puedan esperar, es decir, entre mayor sea el tiempo que permanezca con la suciedad residual sobre el equipo, más difícil será el proceso de limpieza.

En consecuencia, es necesario limpiar inmediatamente después de vaciar el producto y/o después de usar el equipo. En excepcionales, cuando el equipo no se puede limpiar inmediatamente después de usarlo, éste debe ser cuando menos enjuagado apropiadamente, hasta que el agua salga limpia.

1.2 Tiempo de limpieza:

Entre más prolongado sea el tiempo de contacto entre la solución limpiadora y el equipo, mejor será la limpieza, a menos que la solución limpiadora se enfríe (no haya calentamiento continuo), o si se lleva a cabo una limpieza por inundación ácida y un mayor tiempo de limpieza puede detener la corrosión del equipo. Por otra parte, entre mayor sea el tiempo de lavado, más cara será la limpieza debido a la energía, las pérdidas de tiempo de producción, trabajo extra, etc.

En un baño estático, la limpieza debe llevarse de 5 a 15 minutos para desplazar la suciedad, pero en aspersion a alta presión, ésta debe tomar sólo unos segundos. El tiempo apropiado se deberá definir mediante la experiencia o inspeccionando las superficies en distintos momentos de limpieza. La inspección se puede hacer sobre las superficies internas y externas del equipo o mediante el análisis de la solución de lavado recirculante.

1.3 Temperatura:

La temperatura más alta promueve una mejor limpieza, pero esto está limitado por el equipo, los empaques, componentes plásticos, o en el caso de limpieza manual, por la temperatura que pueden tolerar las manos que es de 49° C.

1.4 Concentración del detergente:

Se necesita una concentración mínima de detergente para limpiar. Por encima de este nivel, la limpieza mejora con un aumento de concentración, pero cada incremento tiene un efecto menor, ya que se alcanza un punto más allá del cual el aumento en la concentración tiene muy poco o ningún efecto.

En otros casos un aumento en la concentración del detergente tendrá un efecto negativo en la limpieza debido principalmente a una viscosidad mayor de la solución final.

1.5 Acción Mecánica:

A mayor acción mecánica mejor limpieza. En lavado manual de equipo y partes, el cepillo apropiado le dará la herramienta necesaria para producir la acción mecánica requerida en el lugar correcto.

En el caso de tuberías, la velocidad lineal aceptada para la solución limpiadora para proporcionar una acción mecánica apropiada (flujo turbulento) es de 1.5 m/seg., pero 2.12 m/seg. se ha encontrado que es mucho mejor. (Ecolab Engineering Department, Beloit, WI)

La otra razón para tener acción mecánica es agitar la capa del limpiador junto a la superficie cuando se ha vuelto muy cargada de suciedad o se ha enfriado.

Puede ocurrir que la suciedad se vuelva a depositar en los puntos con baja acción mecánica, o en los puntos a causa de temperaturas de superficie bajas. Usualmente a las velocidades lineales inferiores a 0.6 m/seg, los sólidos sedimentables comenzarán a depositarse.

1.6 Una combinación de los factores anteriores:

La falta de un nivel apropiado en cualquiera de los factores anteriores sólo se puede compensar hasta ciertos límites aumentando los otros factores.

1.7 Otros factores que afectan la limpieza:

Drene del producto:

Entre más se drene el producto procesado, menos material orgánico se tendrá que remover en el proceso de limpieza siguiente. Si el producto procesado está caliente y aumenta su

viscosidad con temperaturas más bajas, mantenga la temperatura de proceso mientras se drena el producto del equipo de procesamiento. Tampoco se debe permitir que la temperatura cueza o queme los residuos. Ambos efectos son muy negativos para el proceso de limpieza.

II. Diferentes tipos de limpieza

2.1 Limpieza manual:

La limpieza manual requiere el atuendo apropiado, guantes, protector facial, lentes de seguridad, botas, delantal, bata o uniforme. La temperatura del agua máxima tolerable para las manos es de 49° C.

El uso de los cepillos, jaladores de hule, trapeadores y equipo mecánico correctos es muy recomendado para una limpieza aceptable. Los cepillos, trapeadores y las escobas deben tener una rejilla para colgarlos de manera que no se deformen y duren más tiempo.

La limpieza manual requiere de un programa muy bien pensado y supervisión adecuada. Siempre los tiempos de contacto, temperaturas y demás factores es indispensable cumplirlos adecuadamente para obtener el mejor resultado.

No se pueden considerar acciones mecánicas, ya que en la limpieza manual se usan cepillos y la fuerza del brazo de la persona que realiza la labor.

2.2 Limpieza fuera de lugar:

Las válvulas, empaques, pequeñas partes del equipo, se desarmen, remueven y se llevan a un lugar específicamente dedicado para lavar esas partes. Esta sala debe tener un gran fregadero, con elementos de calentamiento para la solución limpiadora, y una bomba para recircular la solución. El fregadero puede tener también agitación y canastas para sumergir las partes, y capacidad de recirculación para facilitar la limpieza. Se requiere otro fregadero para enjuagar y un tercero para la solución desinfectante.

Se requiere la limpieza y el saneamiento de todas las superficies en contacto con alimentos al final de cada jornada de trabajo.

2.3 Limpieza por presión:

La limpieza por presión se aplica con equipo de alta presión, una manguera con una pistola y un sistema para succionar y dosificar el detergente. También tiene un sistema para enjuagar con agua limpia y con un desinfectante. El equipo tiene todos los controles necesarios para dosificar apropiadamente el detergente y el desinfectante. Puede ser portátil o central con estaciones de abastecimiento en puntos estratégicos alrededor de las plantas de alimentos o bebidas.

La limpieza por presión tiene sus ventajas, e inconvenientes. Es rápida, pero usa mucha energía. Tiene el riesgo de dañar el equipo y a los operadores, y puede distribuir suciedad y bacterias.

La limpieza a alta presión puede llegar a ser un riesgo para el operador, ya que a 1,200 libras de presión el agua puede cortar el acero inoxidable, para su manejo se deben tomar precauciones como el uso de lentes de seguridad y careta plástica, además de guantes de goma y mucho cuidado cuando se esté aplicando.

Por otro lado, la limpieza por presión ahorra agua, ya que es la presión la que genera la acción mecánica y no la cantidad de agua.

2.4 Limpieza por espuma:

La espuma se usa como un vehículo para mantener el detergente en una superficie vertical o inclinada aumentando el tiempo de contacto hasta valores aceptables. La espuma seca se cuelga de las superficies más tiempo que la espuma húmeda, pero el efecto detergente y germicida no es tan bueno como la espuma húmeda. La espuma húmeda generalmente se mantiene alrededor de 1 minuto, y luego se rompe y resbala. Limpiar con espuma requiere aire presurizado, pero hay pistolas que solamente requieren agua a alta presión para succionar aire y generar espuma.

La limpieza por espuma se usa para lavar pisos, paredes, exteriores de equipo, transportadores, pasteurizadores de botellas, la sección de enjuague y el exterior de las lavadoras de botellas.

2.5 Limpieza automática:

Es toda aquella limpieza que se realiza en circuito cerrado, eliminándose el desarmado de las piezas, controlando temperatura, tiempo, acción mecánica y concentración de los químicos. En el capítulo III se explicará con detalle este proceso.

III. Automatización para el proceso de saneamiento, Lavado En Sitio

El equipo utilizado para la automatización en los procesos de saneamiento en la industria de alimentos y bebidas son comúnmente llamados CIP, cuyas siglas en inglés significan Clean In Place. Una traducción al español es Lavado En Sitio. Para efectos prácticos en este trabajo de tesis será nombrado CIP.

3.1 Componentes

La limpieza en el lugar se debe aplicar a los sistemas de tubería y equipo de proceso asociado por la recirculación del enjuague, detergente y soluciones desinfectantes a través de sus circuitos, complementando este equipo con una unidad de recirculación adecuada, la cual consiste en una **BOMBA** y un **TANQUE**.

Los siguientes componentes se encuentran usualmente en todos los tipos de sistemas CIP:

- **Tanque de Agua**
- **Bomba de Alimentación**
- **Válvula de Vapor**
- **Bombas de Detergente**
- **Válvula de Agua**
- **Válvula de Aire**
- **Carta de Registro**
- **Controlador**

La lista de los componentes que son opcionales y son encontrados en tipos más complejos de sistemas CIP, la cual se detallará en el anexo I, son los siguientes:

- **Válvulas Operadas por Aire**
- **Termostatos (RTD)**
- **Celda de Retorno de Flujo**
- **Controles de Nivel de Líquidos**
- **Medidores de Flujo y Válvula de Control de Flujo**
- **Bombas de Retorno**

- **Controles de Conductividad**
- **Adquisición de Datos**
- **Bombas de Velocidad Variable**
- **Intercambiadores de Calor (Casco y Tubo)**
- **Bomba Motriz**

3.1.1 Breve Descripción de los Componentes de CIP:

TANQUE DE ALIMENTACIÓN DE AGUA:

Éste es un tanque para proveer agua a la bomba de suministro durante los pasos de enjuague de un programa. También provee los medios para controlar la cantidad de agua en el ciclo de limpieza.

BOMBA DE SUMINISTRO:

Esta bomba suministra el enjuague, soluciones de limpieza y desinfección al tanque o línea que se están lavando. Debe ser calculada para alimentar al tanque o línea mayor del circuito en el sistema.

VÁLVULA DE VAPOR:

Esta válvula controla la adición de vapor a las soluciones de limpieza para calentarlas y mantenerlas a una temperatura adecuada. El vapor puede inyectarse directamente al tanque o en el interior de la tubería, en la descarga o succión de la bomba de suministro o también dentro de un intercambiador tubular en la descarga de la bomba de suministro.

BOMBAS DE DETERGENTE:

Estas bombas dosifican los detergentes o desinfectantes a las soluciones ya sean de limpieza o desinfección. Estas deben ser inyectadas en la superficie del agua, en el lavado y desinfección de los tanques. Deben ser inyectados en la tubería de succión anterior a la bomba de suministro CIP. Algunas instalaciones usan un método de circuito cerrado construido de 3/4" de tubo de acero, comenzando en el lado de la descarga de la bomba CIP de suministro, saliendo a un área de almacenamiento de detergentes, en donde éstos son inyectados retornando al lado de la succión de la bomba de alimentación, cerca de la válvula de drenaje. Esta idea promueve una localización centralizada para el

almacenamiento, y la inyección de detergentes fuera del área de proceso de alimentos.

VÁLVULA DE AGUA:

Esta válvula controla la adición de agua al tanque de alimentación CIP y a los tanques de limpieza.

VÁLVULAS:

Controlan la dirección de las soluciones.

CARTA DE REGISTRO:

Este mecanismo registra el tiempo y la temperatura de las soluciones de limpieza y de su retorno del tanque o línea por la que están recirculando.

CONTROLADOR DE PROGRAMA:

Este mecanismo contiene los implementos eléctricos y mecánicos necesarios para controlar los componentes del sistema CIP. Su función consiste en controlar todos los pasos del sistema CIP. Estos consisten en un simple interruptor que se opera con la mano hasta un complejo sistema de PLC (Controlador de Proceso Lógico).

3.2 Diferentes tipos de sistemas CIP

Generalmente los sistemas CIP se dividen en tres tipos:

1. Sistemas de un solo uso:

Estos sistemas utilizan la solución de limpieza una vez y la descargan al drenaje (ver esquema No. 1).

2. Sistema de recuperación de solución:

Estos sistemas recuperan la solución de limpieza en un tanque especial y utilizan la solución recuperada como el enjuague inicial del siguiente circuito CIP (ver esquema No. 2).

3. Sistema de reuso:

Este sistema utiliza la misma solución de circuito a circuito. La solución debe ser enriquecida en varias ocasiones para

mantener la concentración adecuada. Este sistema debe ser recargado con detergente cuando el tanque que almacena la solución se tira y se llena nuevamente con agua fresca (ver esquema No. 3). Existen dos tipos:

a. Sistema de eductor con retorno:

Estos sistemas normalmente se componen de dos(2), tres(3) y cuatro(4) tanques de reuso. Utiliza el vacío creado por el eductor para retornar el enjuague y las soluciones de limpieza sin requerir una bomba de retorno. Aplicación limitada por fines económicos (ver esquema No. 4).

b. Sistema de eductor con retorno asistido:

Este sistema utiliza el vacío creado por el eductor y así mismo utiliza una bomba de retorno. Se puede utilizar como sistema de un solo uso o con un tanque de recuperación. Aplicación limitada por fines económicos.

3.2.1 Sistema de un solo uso:

Es la forma más simple de sistema de un solo uso o POT y un sistema de bomba, consiste en un tanque que contenga el agua para reponer la solución de limpieza y llevar la solución al tanque o línea que va a ser limpiado. Todas las funciones como adición de agua y detergentes, el calentamiento de la solución y el envío a drenaje de las soluciones se puede llevar a cabo manualmente.

Por otra parte, el equipo anterior se puede hacer funcionar automáticamente incluyendo una válvula neumática de tres vías, además de la adición automática de válvulas neumáticas y eléctricas para vapor y agua respectivamente; y bombas de inyección de detergentes con la cual se tendrá un sistema CIP de un solo uso muy sencillo. Se deberá adicionar una bomba de retorno para regresar los enjuagues y las soluciones de limpieza al sistema CIP.

Incluyendo dos o más válvulas neumáticas, la adición automática de vapor y agua y las bombas dosificadoras de detergentes se tendrá un sistema CIP de un sólo uso (circuito cerrado). Lo que sucede en este caso es que si se bombea una

cantidad X de agua al tanque que se va a limpiar, entonces se cierra el agua del tanque CIP, con la válvula de salida del tanque y se cierra la válvula a drenaje. Al prender la bomba de retorno cercana al tanque que se limpiará retornará la solución de limpieza directo a la bomba de succión del CIP, vía el distribuidor de succión, utilizando el tanque a limpiar como tanque de almacén. Esto es conocido como circuito cerrado. En un circuito de línea este tanque es utilizado para retener el nivel de la solución de limpieza además de ser el tanque de expansión cuando la solución es calentada.

3.2.2 Sistema de recuperación de solución:

Con la adición de un tanque al sistema CIP la solución de limpieza puede ser ahorrada y utilizada para los enjuagues iniciales de otros circuitos CIP. Este tanque puede estar en el rango de unos cuantos cientos de galones a unos miles de galones. Los ahorros en consumo de agua y la reducción en las concentraciones de la solución de limpieza pueden ser alcanzados a través de un enjuague inicial más completo del tanque o la línea con solución utilizada y calentada.

3.2.3 Sistema CIP de reuso:

El sistema de reuso como lo implica su nombre utiliza la misma solución para muchos ciclos de limpieza. El sistema puede tener dos(2), tres(3), cuatro(4) o más tanques, dependiendo de la complejidad del sistema. Los tanques involucrados en los sistemas de reuso son como sigue: tanque de agua fresca, tanque de solución alcalina, tanque de solución recuperada, y tanque de solución ácida.

a. Eductor de retorno:

Tanque Motriz: este tanque provee el agua para la bomba motriz para recircular a través del venturi del eductor durante los pasos de enjuague. El tanque debe ser equipado con un tubo de desborde hacia el drenaje, ya que todas las soluciones de enjuague retornan al tanque motriz y luego van al drenaje. Se debe prevenir la frecuencia de limpieza y drenaje del tanque, ya

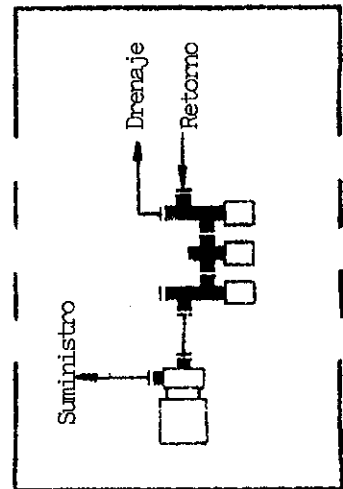
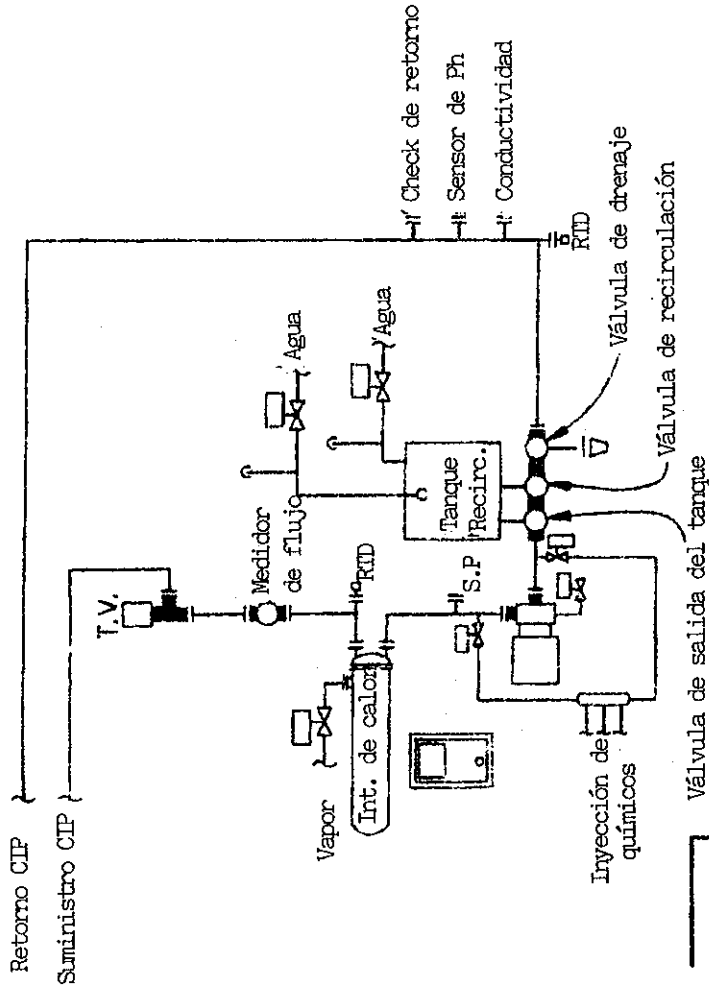
que las soluciones de enjuague que retornan contienen cargas altas de suciedad y si el tanque no se limpia continuamente se pueden tener condiciones no sanitarias.

- **Bomba Motriz:** Esta bomba es utilizada para recircular las soluciones del tanque motriz a través del venturi del eductor para producir vacío y retornar las soluciones al sistema CIP. La bomba debe ser calculada para producir suficiente flujo para mantener el vacío y retornar del tanque que se está limpiando. Esto significa que frecuentemente la bomba motriz será tan grande o más que la bomba de suministro.
- **Eductor:** Éste es un venturi configurado para proveer un vacío en el retorno del sistema de tubería. Debe ser calculado para retornar la gran cantidad de soluciones requeridas para lavar los tanques asociados con ese sistema CIP. Un eductor práctico no es capaz de desarrollar más de 15 a 20 pulgadas de vacío a su entrada. Estas 15 a 20 pulgadas de vacío son equivalentes a 7 - 10 libras de presión. Esta es toda la presión que se dará para soportar las pérdidas por fricción en el sistema de tubería de retorno CIP. Muchos sistemas de tubería son sobre calculados y se mantienen relativamente cortos para asegurar que las pérdidas por fricción en el retorno de la tubería será menor a 7 - 10 libras de presión.

b. Retorno con Eductor Asistido:

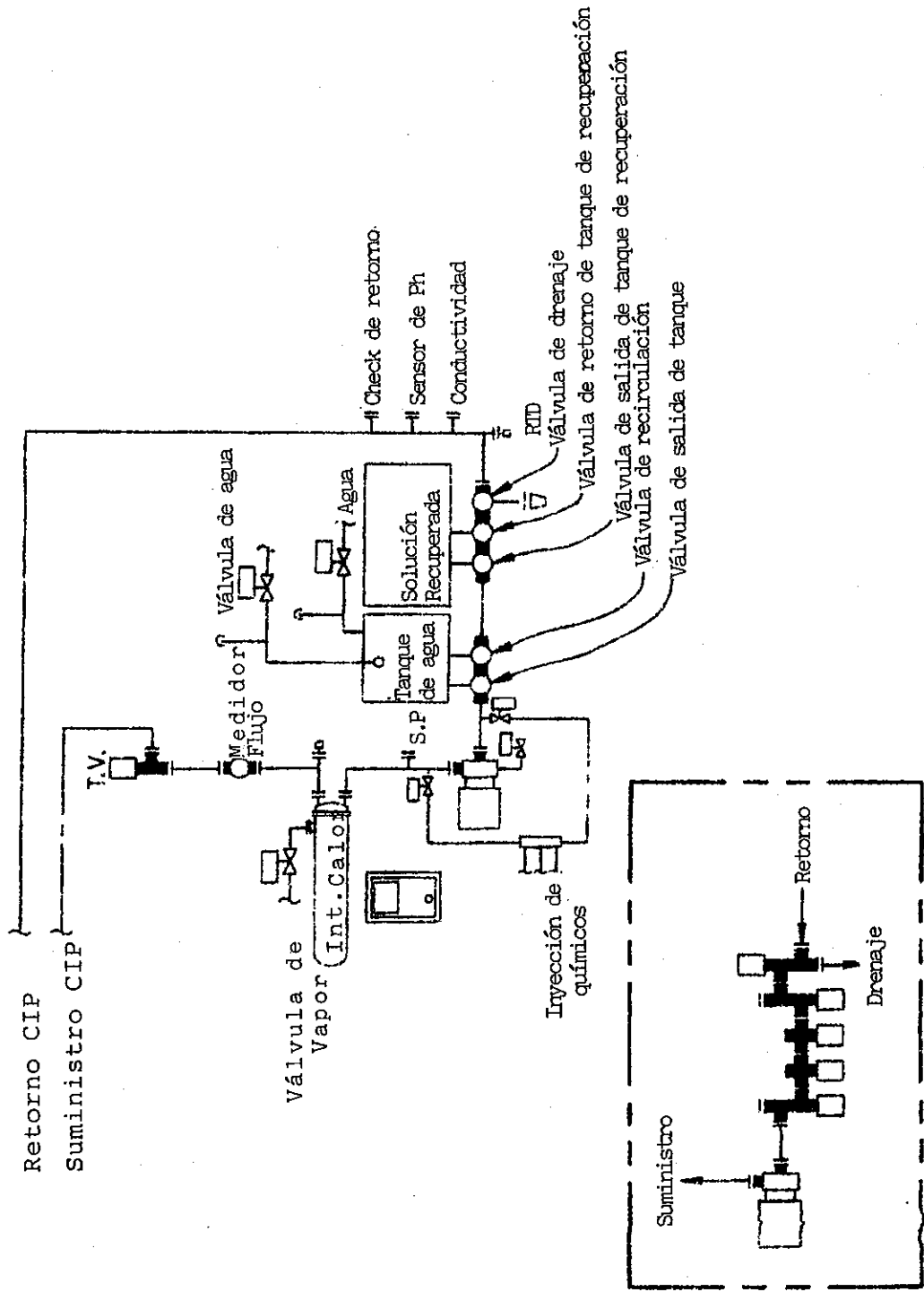
Este sistema utiliza un eductor con una bomba motriz para crear vacío en el sistema de tubería de retorno junto con la asistencia de una bomba de retorno. Esto no incluye el tanque motriz de retorno y por esta razón debe ser utilizado como un sistema CIP de un solo uso. La recuperación de solución también puede ser parte de este sistema. El fabricante sostiene que los tanques se pueden lavar con tan poco como cuarenta (40) galones de solución de limpieza.

SISTEMA CIP DE SIMPLE USO

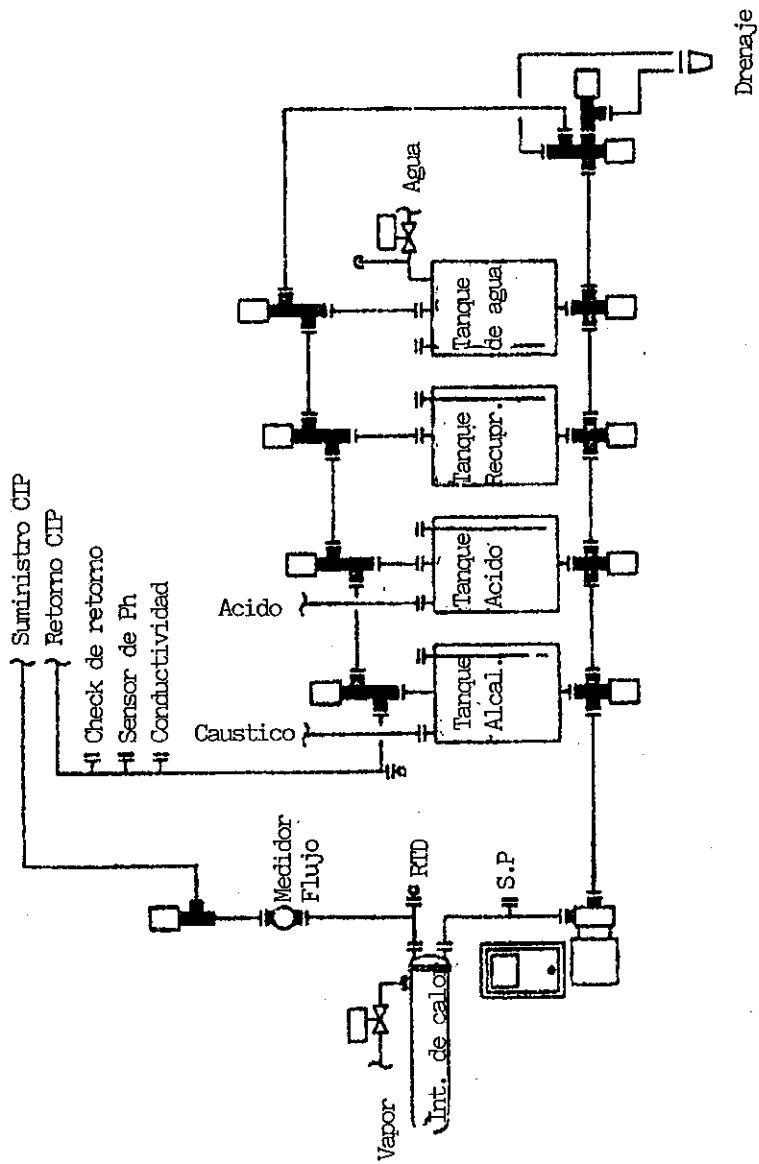


ESQUEMA No. 1

SISTEMA CIP DE UN SOLO USO DE RECUPERACIÓN DE SOLUCIÓN



SISTEMA CIP DE RELUSO



ESQUEMA No. 3

SISTEMA CIP DE REUSO DE EDUCIOR DE RETORNO

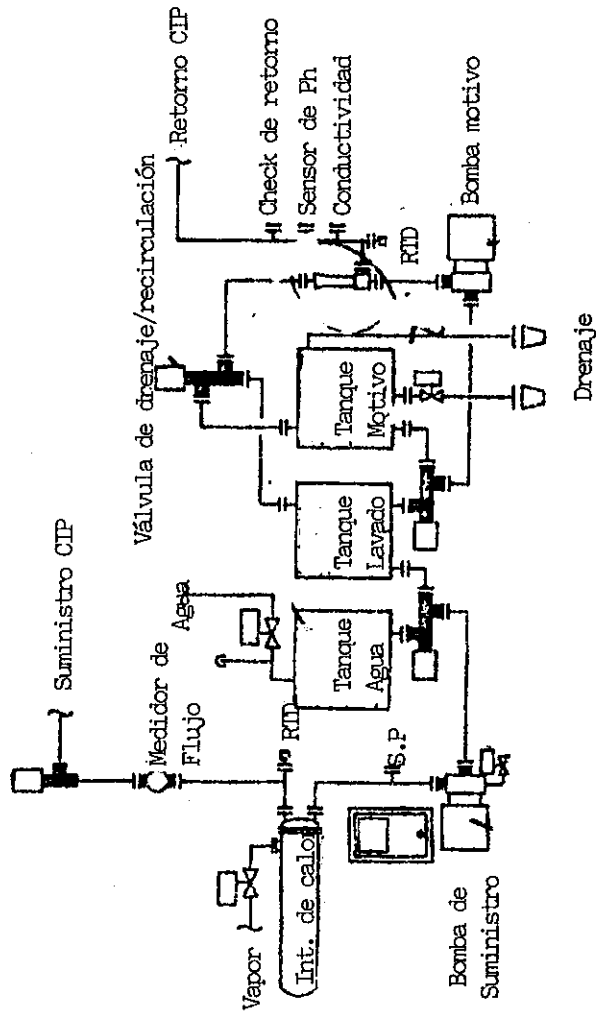
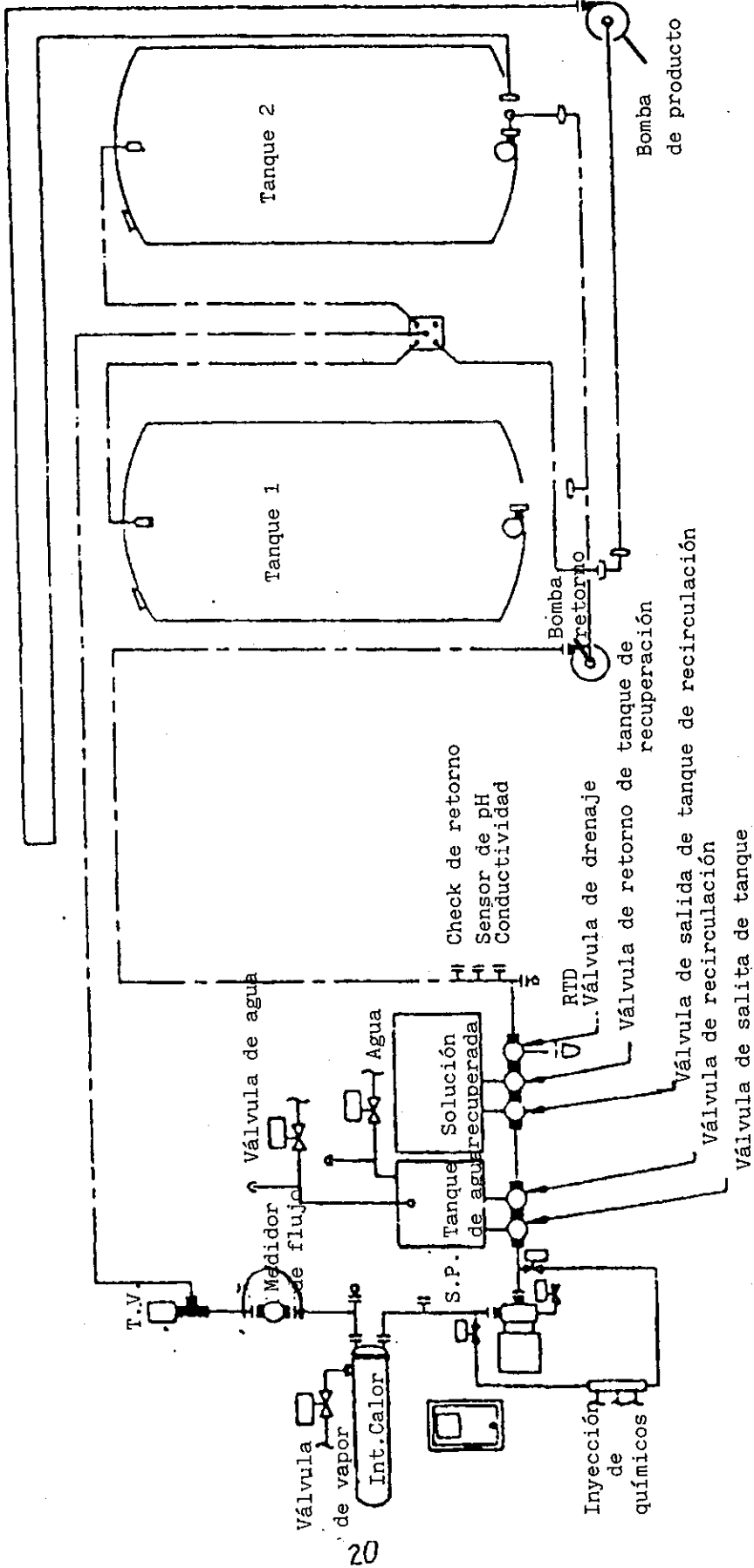
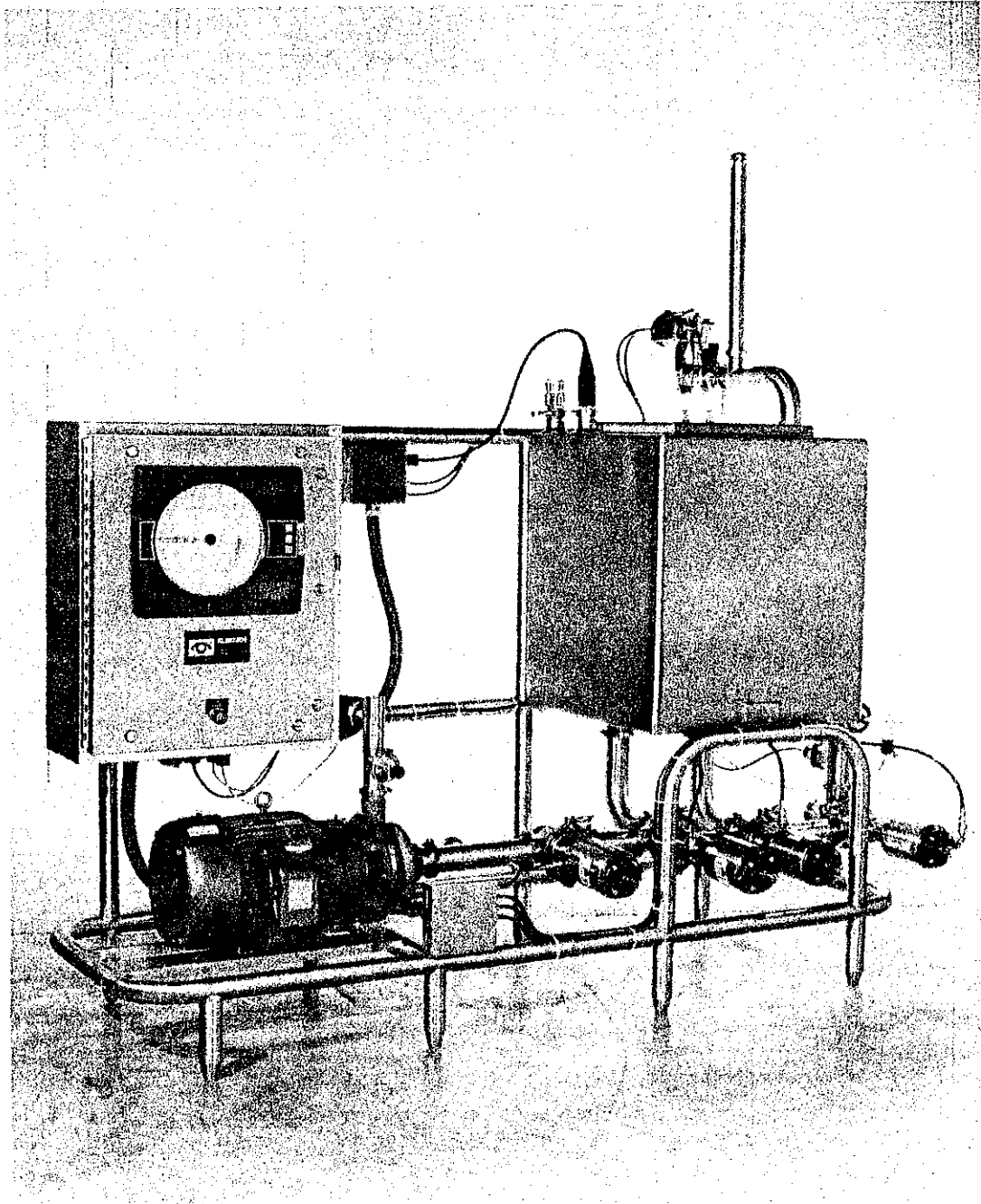


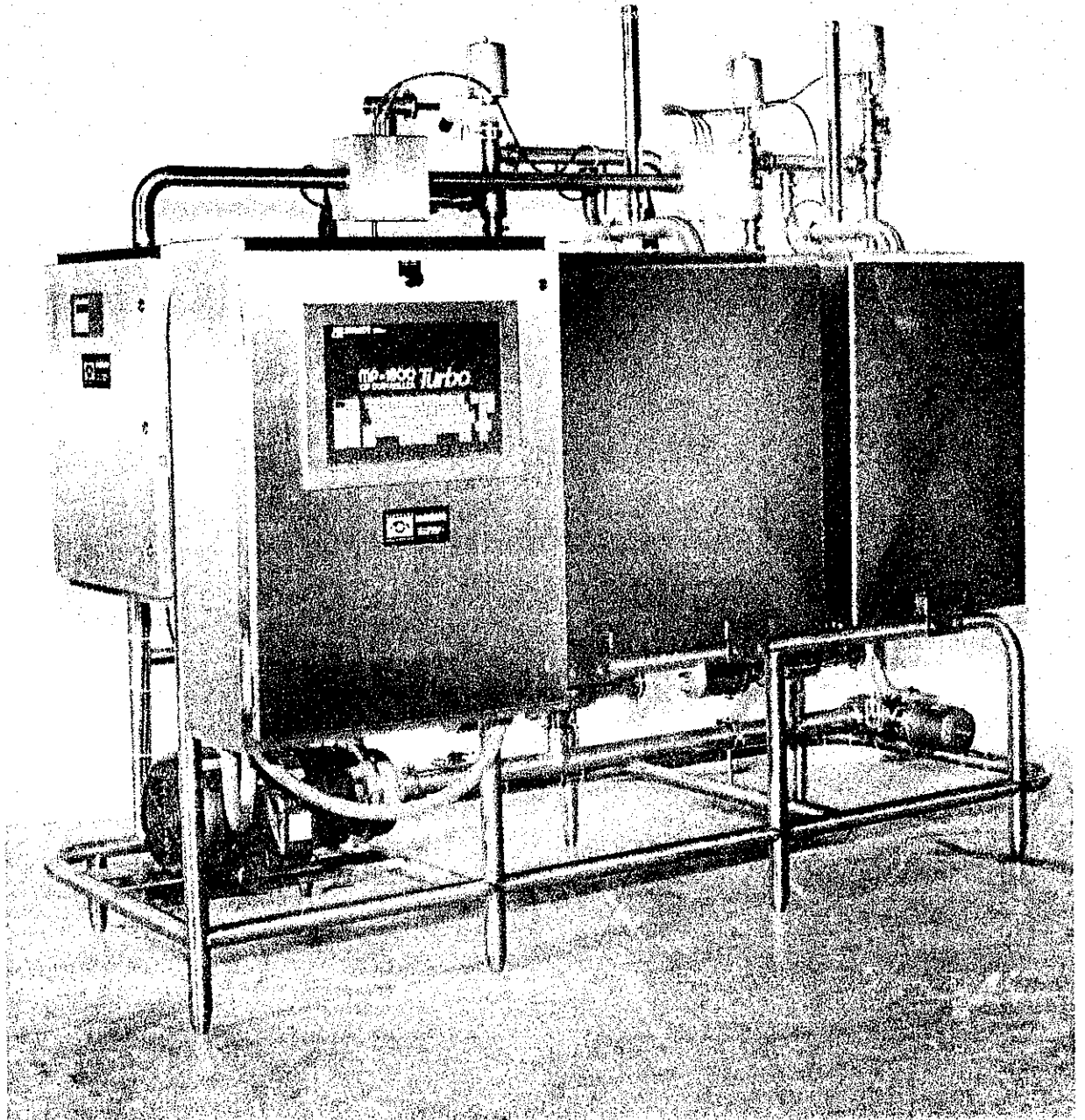
DIAGRAMA DE FLUJO DE LIMPIEZA DE UN TANQUE



SISTEMA CIP DE UN SOLO USO



SISTEMA CIP DE RECUPERACIÓN DE SOLUCIÓN



VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Tipo de sistema CIP	Ventajas	Desventajas
Un solo uso Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso simple 2. Versátil 3. Solución de limpieza fresca 4. Bajo costo de adquisición 5. Control simple 6. Compacto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto consumo de agua 2. Alto consumo de detergentes
Un solo uso Circuito cerrado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versátil- uso de múltiples formulaciones de detergentes 2. Soluciones de limpieza frescas 3. Bajo volumen de soluciones de limpieza 4. Compacto 5. Múltiples temperaturas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto consumo de agua 2. Alto consumo de detergentes bajo ciertas condiciones
RE USO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso fácil 2. Efectivo 3. Menor consumo de detergente que el sistema básico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una sola formulación de detergente 2. Una sola temperatura de limpieza 3. Alto consumo de agua 4. Alto volumen de solución de limpieza
UN SOLO USO-RECUPERACIÓN DE SOLUCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las ventajas del sistema de un solo uso, más 2. Reducción del consumo de agua 3. Reducción del consumo de detergente 4. Versátil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto consumo de detergente en circuitos de líneas

EDUCTOR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pocas bombas de retorno 2. Buena evacuación de tanques 3. Tanques localizados cerca del piso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tubería de retorno más larga 2. Altos volúmenes de soluciones de limpieza 3. Tanque motriz no sanitario
EDUCTOR ASISTIDO DE UNA BOMBA DE RETORNO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo volumen de solución de limpieza 2. Bombas de retorno pequeñas 3. Tubería de retorno más chica 4. Buena evacuación de los tanques 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se requiere un control elaborado 2. Alto costo de adquisición

3.3 Programación CIP:

Para funcionar adecuadamente un sistema CIP en la industria de productos lácteos o bebidas, debe ser programado para limpiar una línea o tanque designado. Los tiempos de enjuague, los volúmenes de las soluciones de limpieza, las concentraciones de detergente, las temperaturas de limpieza, y las concentraciones de desinfectante deberán entrar en el controlador o en los sensores que se le interconectan. Estos valores entran a temporizadores, insertando puntos de referencia en temporizadores de tambor, o a través de un teclado o programador dedicado o en controladores de tipo sólido.

3.3.1. Tipos de controles CIP:

Existen varios tipos de controles de CIP para proveer control a un amplio rango de requerimientos, desde un CIP muy sencillo, hasta sistemas grandes y complejos. Muchos sistemas CIP siguen siendo controlados adecuadamente por temporizadores e interruptores de pasos o tambores rotatorios, todos los cuales son considerados obsoletos hoy en día. Los controladores actuales trabajan mediante secuenciadores electrónicos, PLC, microprocesadores y controles computarizados. A continuación se habla de cada tipo de controlador.

A. SECUENCIADORES ELECTRÓNICOS:

Éstos son controles de paso que energizan salidas por un tiempo programado antes de avanzar al siguiente paso de la secuencia. No contribuyen con la lógica y pueden operar sistemas CIP simples. Se pueden adicionar pantallas digitales para proveer información de estado del ciclo al operado y puede ofrecer documentación en cartas circulares o de tira.

B. PLC

Los controladores programables lógicos pueden ser utilizados para operar cualquier sistema CIP seleccionado si se considera a los requerimientos del sistema. Las salidas analógicas y las entradas y salidas deben ser determinadas, incluyendo equipo de campo como válvulas y bombas de retorno. La programación

puede ser compleja y propiamente documentada para posteriores cambios y validaciones. Se deben agregar pantallas para proveer información de estado, los registradores proveen información cíclica. Este control se puede combinar con aquel control propio del proceso si se desea.

C. MICROPROCESADOR:

Estos controladores preprogramados se adquieren como controladores de CIP dedicados con un ciclo predefinido de operaciones y parámetros definibles. Las posibilidades en las configuraciones de flujo son introducidas en el orden deseado, junto con los punto preestablecido o puntos prefijados, y el estado del ciclo es desplegado en el panel frontal. Los programas pueden cambiarse fácilmente por el personal de la planta, pero el flujo de los ciclos está generalmente limitado a la configuración previamente definida del sistema.

D. CONTROLES COMPUTARIZADOS:

Los controles basados en PC se encuentran con software desarrollado para limpieza CIP. Los ciclos son seleccionados de menús previamente definidos o pueden ser definidos por el usuario. Los parámetros son definidos también por los usuarios y fácilmente pueden ser cambiados. Los programas pueden ser almacenados en discos tipo floppy y la información puede ser impresa para validación o documentación. Se puede imprimir la historia completa de un ciclo o puede ser transferida a un almacenamiento en computadora, si así se desea. Los pantallas CRT proveen el estado del ciclo y se muestra la programación del panel frontal.

E. CONTROL DE PROCESO Y SEGURIDAD

Existen diversas consideraciones relativas al control del proceso y a la seguridad, éstas deberán tomarse en cuenta cuando se seleccione, diseñe o programe un control CIP.

E.1. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE PRODUCTO:

Dependiendo de la naturaleza del proceso, el equipo y los circuitos CIP, se utilizan comúnmente cerraduras intermedias para asegurar que las soluciones CIP no puedan contaminar los productos de proceso. Varios tipos se han incorporado:

1. CERRADURAS INTERMEDIAS DE COMIENZO
 - a) interruptores de selección
 - b) interruptores de proximidad
 - c) controles de nivel de tanques
 - d) controladores lógicos Inputs/Outputs
2. CHEQUEO DE RETORNO DE FLUJO
3. ROMPEDORES DE AIRE (ESTACIONES DE SUMINISTRO)

E.2. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD:

Los sistemas CIP utilizan productos químicos peligrosos, altas temperaturas y flujos para alcanzar las condiciones de limpieza. Inherentemente existe el potencial para dañar el equipo si el sistema no es diseñado y operado apropiadamente. Las siguientes son algunas consideraciones de seguridad:

1. INYECCIÓN DE VAPOR:

La válvula de vapor debe ser controlada de tal manera que si no hay flujo CIP las válvulas de vapor cierren. Esto puede realizarse a través de la lógica del controlador, o con un interruptor de límite de presión en el lado de la descarga de la bomba de suministro.

2. VENTEO DEL TANQUE:

Limpiar tanques atmosféricos presenta el riesgo potencial de colapsar el tanque si no existe un venteo adecuado. Las conexiones se ponen de tal forma que la conexión de CIP no se puede hacer si no existe un venteo adecuado.

3. ALIMENTACIÓN DE DETERGENTES:

Los detergentes deben ser utilizados de tal forma que se minimice el riesgo de una posible mezcla de detergentes no compatibles. El ácido nunca debe mezclarse con cloro, y los controles deben estar de tal forma que las bombas de suministro de ácido y cloro no se puedan operar al mismo tiempo.

IV. Consideraciones Hidráulicas

La aplicación de hidráulica en un sistema de limpieza CIP es como sigue. Se desea que la solución de limpieza regrese al punto de retorno de la bomba CIP un poco más rápido de lo que se bombea del lado de la alimentación. Esto se requiere hacer con el menor volumen de agua, mientras se están alcanzando resultados de limpieza efectivos.

La hidráulica de un sistema de limpieza CIP debe estar diseñada para proveer flujo y presión adecuados para limpiar los tanques o líneas más grandes y los más pequeños en un circuito utilizando el mismo sistema.

Los efectos físicos de la presión y la velocidad de flujo contribuyen apreciablemente a la eficiencia con la que una operación de limpieza CIP se completa. La mayoría de las Agencias Reguladoras requieren el mantenimiento de una velocidad mínima de 5 pies por segundo a través de todas las porciones del sistema CIP. Una velocidad y presión propias se pueden lograr llenando los requerimientos de bombeo para cada aplicación específica.

4.1 Hidráulica de tanques a limpiar:

La clave para la hidráulica de tanques está basada en los siguientes datos:

1. Tamaño del tanque
 - Largo y diámetro si es cilíndrico
 - Largo, ancho y alto si es rectangular
2. Tamaño de la válvula de salida (Tank Outlet Valve, TOV)
3. Elevación de la TOV sobre la bomba de retorno CIP
4. Pendiente del tanque a la TOV
5. Esprea utilizada

El significado de cada dato está detallado abajo de acuerdo a la numeración de la lista anterior:

4.1.1 Tamaño de tanque:

Se requieren las dimensiones para determinar el tipo de espuma a utilizar y qué flujo se requiere para una limpieza efectiva

4.1.2 Tamaño de TOV:

Deberá ser lo suficientemente grande para manejar flujos sugeridos en el punto anterior o no alimentará adecuadamente a la succión de la bomba de retorno. También el encharcamiento del interior del tanque puede ocurrir, resultando en una limpieza no satisfactoria.

4.1.3 Elevación de la TOV sobre la bomba de retorno:

Deberá haber buen flujo desde la TOV hacia la bomba de retorno. Esta línea deberá ser corta ya que la presión atmosférica es la que empuja la solución de limpieza a la entrada de la bomba de retorno. Se recomienda un mínimo de 12" pero de preferencia 18" o más entre el centro de la válvula TOV y el centro de la entrada a la bomba de retorno. Toda la tubería deberá tener una pendiente de 1/4" por pie hacia la entrada de la bomba de retorno.

4.1.4 Pendiente del tanque a la TOV:

Se recomienda al menos 1/4" por pie del tanque para obtener un drenado eficiente de la solución. Una pendiente excesiva no afectará al drenaje pero reducirá la capacidad del tanque para almacenar producto.

4.1.5 Dispositivo de rocío utilizado:

Éste deberá proveer tanto una cobertura completa como un flujo mínimo.

4.2 Información de las bombas de alimentación y retorno:

El desempeño de la bomba se basa en lo siguiente:

- Largo y ancho del impulsor
- Tamaño de la entrada a la bomba
- Tamaño de la salida de la bomba
- Potencia
- Velocidad (RPM)

Generalmente la entrada a la bomba es mayor que la salida. Por ejemplo, cuando se menciona que una bomba es de 2 1/2" X 2" el primer número (2 1/2"), se refiere a la entrada y el segundo(2") a la salida. NOTA: La razón detrás de que la entrada sea mayor a la salida es que es más fácil empujar agua que retornarla (recordar que sólo hay presión atmosférica para retornar el agua).

La mayoría de los problemas de la limpieza CIP están del lado del retorno ya que la solución de limpieza no retorna lo suficientemente rápido y la bomba de retorno se queda sin suministro cayendo la eficiencia de la bomba. Es igualmente importante que todas las conexiones del lado del retorno estén ajustadas para prevenir la succión de aire y la cavitación de la bomba.

Solo las bombas centrífugas son consideradas adecuadas para propósitos de CIP. Estas bombas pueden ser clasificadas por su velocidad de operación como bombas de alta velocidad (3600 rpm) o baja velocidad (1800 rpm).

La capacidad de una bomba centrífuga depende de (1) VELOCIDAD, (2) LARGO DEL IMPULSOR, (3) DIÁMETRO DE ENTRADA/SALIDA. La capacidad debe ser considerada en términos de cabeza de descarga en pies y volumen en galones por minuto. La cabeza es función del diámetro del impulsor y varía directamente al cuadrado de la velocidad de la punta. Entonces doblando tanto el largo como la velocidad se cuadruplica la

máxima cabeza teórica. La capacidad está más relacionada con el ancho del impulsor y el tamaño de los puertos de entrada y salida.

Es necesario que exista suficiente caballaje en el motor para llenar el potencial hidráulico de la cubierta de la bomba y el impulsor. El caballaje se incrementa rápidamente con el volumen, y las bombas pueden quemarse cuando manejan grandes volúmenes de solución a cabezas de descarga bajas.

4.3 Consideraciones en bombas centrífugas:

Cada fabricante de bomba suministra un diagrama/gráfica con su bomba para indicar el comportamiento de la bomba a diversos índices de flujo y presiones de caída. La mayoría de los fabricantes tienen sus curvas de comportamiento con el agua a temperatura ambiente. A medida que se incrementan las temperaturas de las soluciones disminuirá el rendimiento de la bomba. Existen muchas piezas importantes de información con las que se debe estar familiarizado al leer el diagrama:

1. Potencia (caballos de fuerza de la bomba)
2. El diámetro del impulsor
3. La capacidad de la bomba en galones por minuto
4. La presión máxima en pies de carga hidrostática

4.3.1 Potencia (caballos de fuerza de la bomba)

Son los caballos de fuerza evaluados del motor eléctrico. Normalmente se encuentran en la placa del fabricante unida al motor eléctrico. Las r.p.m. (revoluciones por minuto) también se pueden encontrar en la placa del fabricante.

4.3.2 Diámetro del impulsor

Este es el diámetro del impulsor en la parte interna de la cabeza de la bomba. Si no se sabe el diámetro, se debe quitar el impulsor y medirlo de punta a punta. Se pueden usar impulsores de diámetros diferentes en la misma cabeza de bomba y proporcionarán diferentes índices de flujo. Entre más grande sea el impulsor mejor será el rendimiento de la bomba.

4.3.3 Capacidad de la bomba

Es el flujo requerido para limpiar una tubería o recipiente haciendo uso de los aspersores.

4.3.4 Presión en pies de carga hidrostática

Es la cantidad de presión para superar la fricción de la tubería, la altura sobre la bomba de suministro del recipiente o tubería que se va a limpiar, y la presión que requiere el dispositivo de rocío seleccionado. La presión se expresa en pies de carga hidrostática puesto que este es un término universal que facilita los cálculos y la lectura de las curvas de la bomba.

Procedimiento:

Al seleccionar una bomba, primero se identifican los pies de carga hidrostática y el índice de flujo requerido para limpiar el recipiente. En el diagrama proporcionado por el fabricante identificar los pies de carga hidrostática requeridos en el costado izquierdo del diagrama. Después identificar el índice de flujo requerido en la parte inferior del diagrama. Trazar una línea desde cada uno de éstos en el diagrama e identificar en dónde se interceptan las dos líneas. Los tamaños de los impulsores se indican con líneas curvas sólidas en el diagrama, y los caballos de fuerza se indican con líneas curvas punteadas. El tamaño del impulsor y los caballos de fuerza del motor correctos se pueden determinar seleccionando la curva sobre el punto de intersección de la presión y flujo requeridos. Por ejemplo, si se requiere un índice de flujo de 100 gpm a 140 pies de carga hidrostática, la inspección del esquema #2-A31 revela que se requerirá un motor de 7 ½ caballos de fuerza y un tamaño de impulsor de 6 1/8 pulgadas. Esto será siempre según la hoja de catálogo del fabricante de la bomba.

Todas las bombas centrífugas requieren de una carga hidrostática de succión positiva neta (NPSH) en la entrada de la

bomba. Ésta es la presión mínima requerida para que la bomba opere sin que se formen cavidades, y para proporcionar el comportamiento indicado en el diagrama de la bomba. La carga hidrostática de succión positiva neta (NPSH) es igual a la presión atmosférica (en pies de carga hidrostática) más la altura en pies de la TOV al centro de la entrada de la bomba, menos la presión de vapor de la solución (normalmente 29.4 pies de carga hidrostática), menos la pérdida de fricción de la tubería en pies de carga hidrostática desde la TOV a la entrada de la bomba.

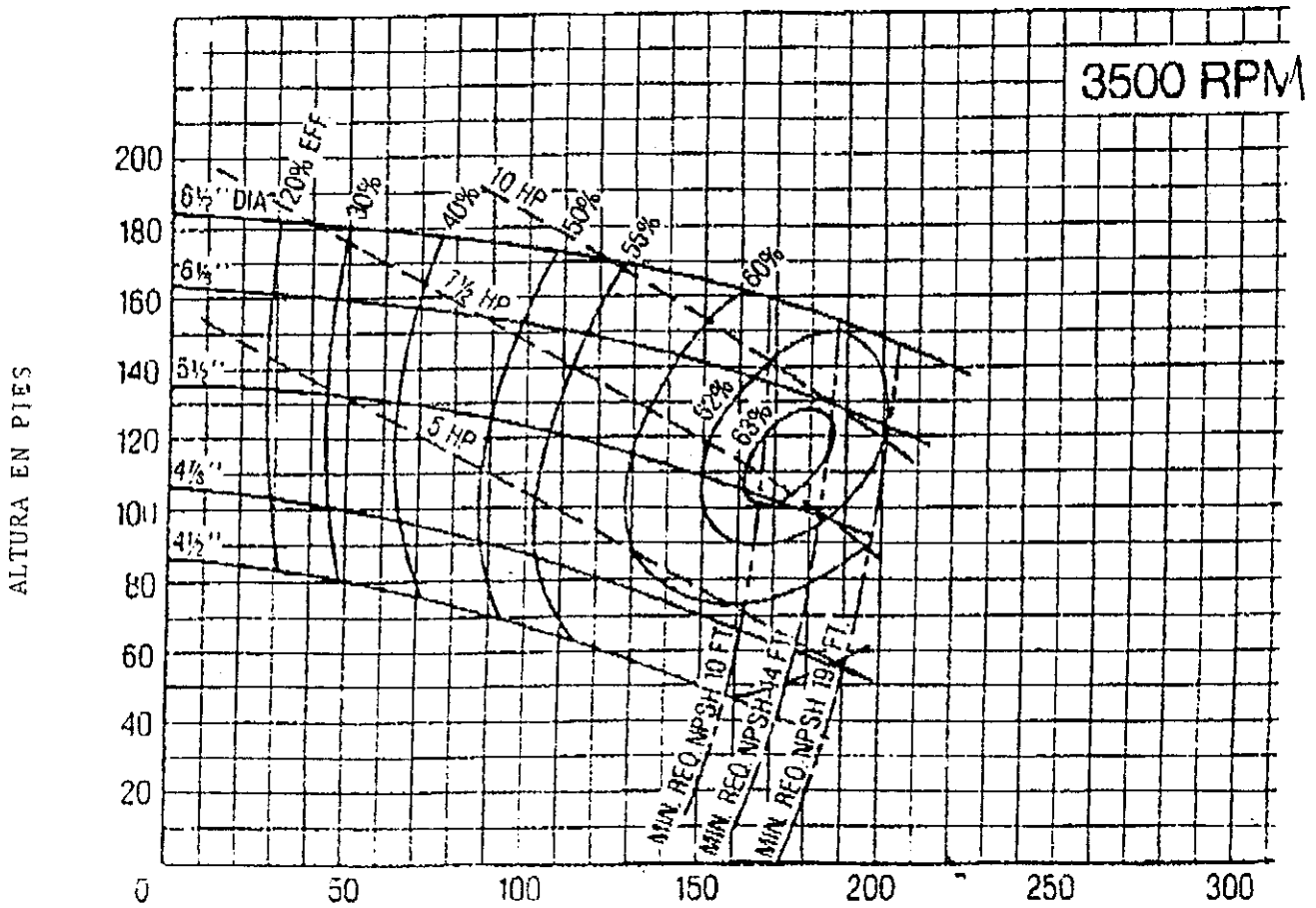
$$\text{NPSH} = \text{Presión Atmosférica} + \text{Altura de la TOV (pies)} - 29.4 \text{ pies de presión de vapor} - \text{Pérdida de fricción de tubería de succión}$$

EJEMPLO:

$$\text{NPSH} = 31.4 + 2 - 29.4 - 2.5 = 1.5 \text{ pies de carga hidrostática}$$

Esto es, si la TOV está 2 pies sobre la entrada de la bomba, y la pérdida de fricción es de 2.5 pies de carga hidrostática, la NPSH será de 1.5 pies de carga hidrostática.

ESQUEMA #2-A31



U.S. GALONES POR MINUTO

SELLO EN LAS BOMBAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO

Para verificar el sello de la bomba hacer correr agua fría sobre la parte posterior del sello y coraza. Si el agua es succionada y la presión sube, se tiene un problema de sello.

4.4 Control de Flujo del CIP:

Las bombas de alimentación de CIP son seleccionadas para proveer el flujo requerido al tanque más grande o a la línea más larga del circuito. Los tanques que requieren menos flujo deben contar con un mecanismo de control.

Este control en el flujo puede obtenerse de diversas formas:

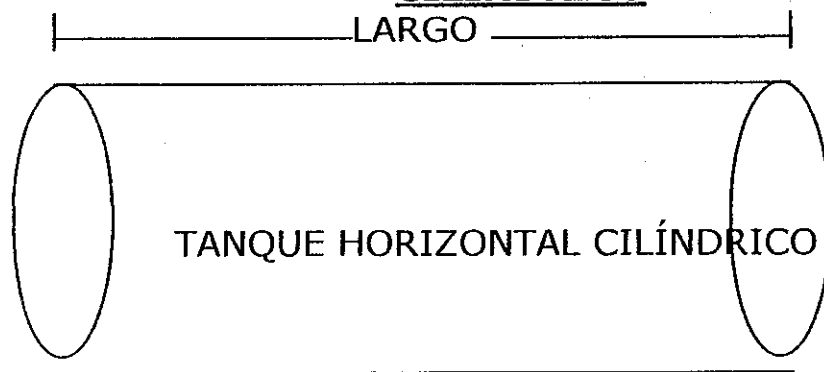
- a. Con una válvula de desvío que tenga un medidor de flujo para controlar el volumen del agua de descarga a través de un mecanismo de aspersión.
- b. Con una bomba de velocidad variable y con un medidor de flujo para controlar el volumen de la descarga de agua por medio de una variación en la velocidad de la bomba.

Los restrictores se colocan en la alimentación del dispositivo de rocío para proveer los volúmenes requeridos de agua para la esprea seleccionada. Estos restrictores deben ser soldados en el lugar para prevenir su pérdida o remoción, en el numeral 4.6 que se refiere a dispositivos de rocío se explica lo anterior.

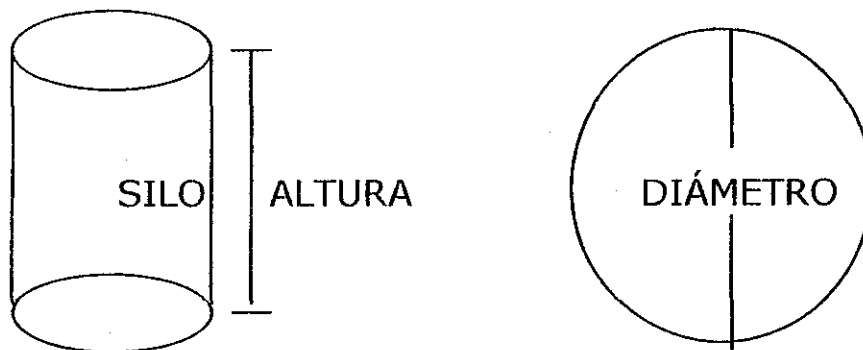
4.5 Las matemáticas de la hidráulica del sistema CIP

Para asegurarse de que la velocidad de flujo de una pelota aspersora es suficiente para cubrir la superficie que se requiere limpiar, algunos cálculos matemáticos se presentan para asegurar que no exista algún problema potencial en la propia cobertura de la superficie y en los resultados de la limpieza. También los cálculos pueden ayudar a determinar si se requiere una espesa con un patrón de orificios diferente a la de fabricación estándar.

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE INTERNA DE UN TANQUE CILÍNDRICO



CIRCUNFERENCIA x LARGO + (2 EXTREMOS) = SUPERFICIE INTERNA TOTAL



CIRCUNFERENCIA = 3.14 X DIÁMETRO = CIRCUNFERENCIA LINEAR

1. EJEMPLO DE TANQUE HORIZONTAL CILÍNDRICO

Para propósito de demostración se utilizará un tanque cilíndrico de 7 pies de diámetro y diez pies de largo.

Nota: Circunferencia = π Diámetro

Área De La Superficie Interna = Circunferencia X Largo + (2 x Área de extremos)

$$\pi d \times L + (2 \times \pi r^2) = \text{Superficie Interna}$$

$$(3.14) (7) \times 10 + (3.14) (12.25) \times 2$$

$$219.80 + 38.465 \times 2$$

$$219.80 + 76.93 = 296.73 \text{ pies cuadrados}$$

$$\text{Área de superficie interna} = 296.73 \text{ pies cuadrados}$$

• Calculando el Caudal Mínimo:

Caudal Mínimo = Área x 0.12 gpm/pie cuadrado¹.

$$296.73 \text{ pies cuadrados} \times 0.12 \text{ gpm/pies cuadrados} = 36.6 \text{ gpm}$$

• Calculando La Capacidad De Un Tanque Cilíndrico:

Tomando 1 pie cúbico = 7.48 galones

$$\text{Volumen En Galones} = \pi r^2 L (\text{en pies}) \times 7.48 \text{ gal}$$

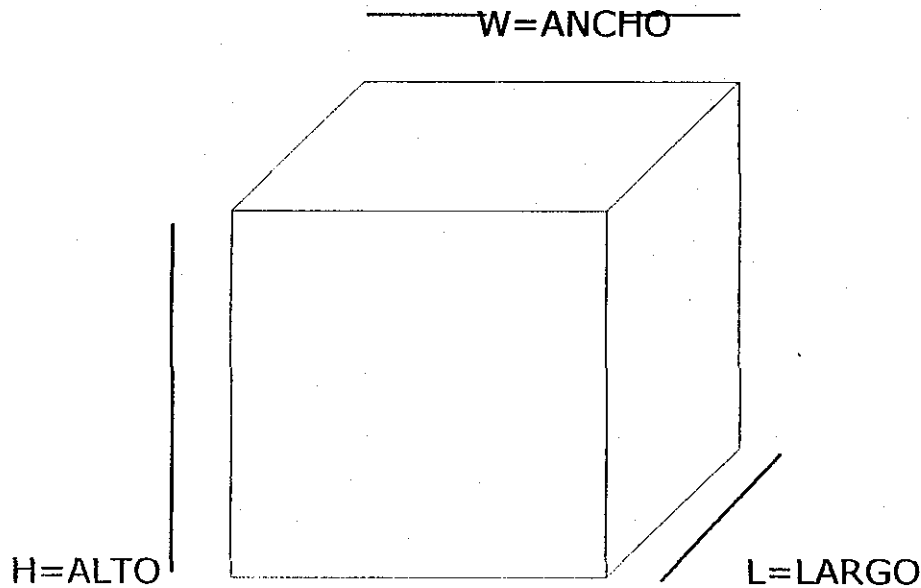
$$(3.14) (3.5)^2 \times 10 \times 7.48 \text{ gal}$$

$$38.456 \times 7.48$$

$$2877.182 \approx 2877 \text{ galones}$$

¹ Según Depto. Ingeniería Ecolab

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE INTERNA DE UN TANQUE RECTANGULAR



$$2(L \times W) + 2(L \times H) + 2(W \times H) = \text{Superficie Interna Total}$$

2. Ejemplo de tanques horizontales o verticales/rectangulares

Para propósitos de demostración se requiere limpiar un tanque rectangular de 20 pies de largo, 8 pies de ancho y 10 pies de altura.

• Encontrando La Superficie Total Interna:

$$\begin{aligned} \text{Área Interna} &= 2(L \times W) + 2(L \times H) + 2(W \times H) \\ &= 2(20 \times 8) + 2(20 \times 10) + 2(8 \times 10) \\ &= 2 \times 160 + 2 \times 200 + 2 \times 80 \\ &= 320 + 400 + 160 = 880 \text{ pies cuadrados.} \end{aligned}$$

• Calculando la Velocidad de Flujo Mínimo

$$\text{Velocidad del flujo de Limpieza} = \frac{\text{Velocidad de Flujo}}{\text{Área}} = \frac{160 \text{ gpm}}{880 \text{ pie cuadrado}} = 0.184 \text{ gpm/pie cuadrado}$$

- **Calculando La Capacidad Del Tanque**

Volumen en galones = $L \times W \times H \times 7.48$

$$20 \times 8 \times 10 \times 7.48 = 11,968 \text{ galones}$$

3. Ejemplo de Silo Vertical/Cilíndrico

Para propósito de ejemplo se utilizará un tanque cilíndrico con agitador movible. El silo tiene 10 pies de diámetro y 40 pies de altura.

- **Encontrando La Circunferencia Linear Total**

$$C = \pi d \qquad 3.14 \times 10 = 31.4 \text{ pies}$$

- **Calculando el Flujo Mínimo**

Flujo Mínimo = Circunf. linear x 2.5 gpm/ft. de la Circunf. Linear

a) $31.4 \text{ ft.} \times 2.5 \text{ gpm/ft. de la Circunf. Linear} = 78.5 \text{ gpm}$

b) $31.4 \text{ ft.} \times 3.0 \text{ gpm/ft. de la Circunf. Linear} = 94.2 \text{ gpm}$

(se prefiere sobre 2.5 gpm)

c) $31.4 \text{ ft.} \times 3.5 \text{ gpm/ft. de la Circunf. Linear} = 109.9 \text{ gpm}$

(utilizar 3.5 si el silo es de 60 a 70 mil galones)

Nota: Añadir 10 a 15 gpm si el silo tiene un brazo lateral de venteo.

- **Calculando La Capacidad De Un Tanque:**

Volumen en galones = $\pi r^2 H$ (en pies) x 7.48

$$(3.14) (5)^2 \times 40 \times 7.8 = 23,487.2 \approx 23,487 \text{ galones}$$

4.6 Dispositivos de Rocío

El desarrollo de mecanismos de espreado fue un elemento clave para la limpieza mediante sistema CIP de tanques en la industria láctea y alimentaria. Anterior a las espreas la industria requería tanques pequeños para el proceso con la finalidad de poder limpiarlos en forma manual. Con el advenimiento de espreas propiamente diseñadas los tanques pequeños pudieron ser limpiados automáticamente, entonces la industria fue capaz de diseñar tanques mucho más grandes para proceso y almacenamiento. La limpieza CIP efectiva y repetitiva depende de una propia selección de una esprea para cada tanque, dependiendo del tamaño y configuración particular.

Los diferentes tipos de rocío demandan una presión y caudal para poder formar un flujo laminar en las paredes internas de los tanques, ésta es la relación que tienen con el tamaño de la bomba de impulso.

Las espreas se pueden dividir en tres grandes grupos:

- a. Espreas utilizadas para limpiar tanques horizontales pequeños
- b. Discos esprea diseñados para limpiar tanques verticales y de proceso
- c. Espreas de burbuja diseñados para limpiar tuberías de gran grosor.

Cada diseño se especializa en limpiar un grupo de tanques con características similares de construcción, la nomenclatura de las espreas que se expondrán a continuación obedecen según el fabricante, y son en la actualidad las más usadas.

4.6.1 Espreas para tanques horizontales pequeños

SB-1

La esprea SB-1 fue el primer mecanismo de espreado construido. Está constituido por una unidad en forma de tee con una esprea en cada terminación del brazo invertido de la tee. Las

espreas no son perfectamente redondas, pero son elípticas en su forma. Las espreas tienen un diámetro de 4 pulgadas de diámetro. Están construidas en dos secciones, las cuales se mantienen juntas mediante un seguro de acero. Las espreas pueden ser abiertas, inspeccionadas y limpiadas. La SB-1 está diseñada para ser montada en el centro del tanque y la línea central de la esprea deberá estar 30 pulgadas por debajo del techo. Las espreas deben estar alineadas para apuntar a cada extremo.

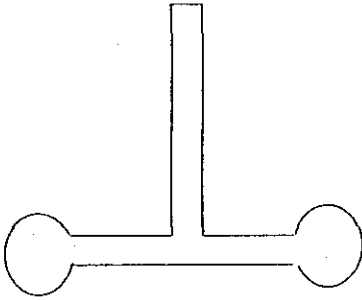
Si la SB-1 es montada en un tanque redondo vertical con agitadores verticales o platos de mamparas, ésta se debe instalar en un lugar tal que se rieguen ambos lados del agitador o de las mamparas.

Cada esfera de la SB-1 tiene 50 orificios de 5/64", que entregan 0.80 gpm a 25 psi. Por lo que el volumen total de agua que entrega la esprea SB-1 es de 80 gpm a 25 psi.

La esprea SB-1 rociará tanques horizontales cilíndricos mayores a 18 pies de largo, si el tanque tiene menos de 9 pies de diámetro o la esprea rocía 16 pies de largo el tanque puede ser horizontal rectangular. Es más difícil rociar un tanque rectangular porque contiene más superficie comparado con un tanque cilíndrico de la misma longitud. Las esquinas superiores de un tanque rectangular mayor a 16 pies son difíciles de rociar a menos que las espreas estén equipadas con orificios especiales dirigidos a las esquinas. Los orificios extras requieren flujo adicional para mantener los 0.8 gpm a 25 psi para cada orificio.

La esprea SB-1 rociará tanques verticales con domo con un diámetro de 10 pies y 20 pies de largo.

SB-1
80 gpm a 25 psi
de cabeza de presión



SB-2

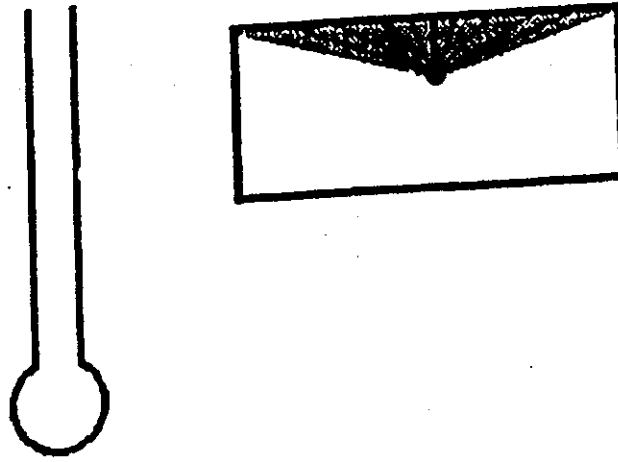
La esprea SB-2 es una esfera de 4 pulgadas de diámetro diseñada para montarse a través del techo del tanque. Contiene 100 orificios de 5/64" que entregarán 80 gpm cada uno a 25 psi para igualar el volumen total a 80 gpm.

La SB-2 está diseñada para rociar tanques horizontales pequeños y tanques verticales con domo sin agitadores verticales o platos.

El tamaño máximo de un tanque horizontal cilíndrico para ser rociado es de 14 pies de largo por 8 pies de ancho y 7 de alto sin agitadores verticales.

El tamaño máximo de un tanque vertical es de 8 pies de diámetro y 12 pies de altura sin agitadores verticales o mamparas. La instalación estándar de la esprea SB-.2 debe ser en el centro del tanque con una línea central de la esprea 30 pulgadas por debajo del techo del tanque.

SB-2
80 gpm a 25 psi
de cabeza de presión

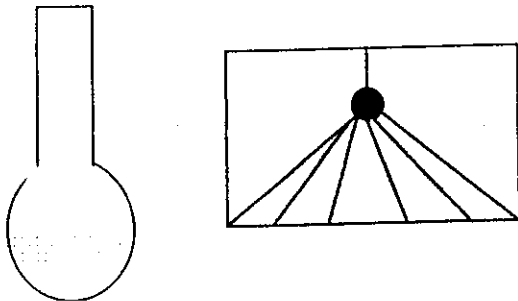


SB-3

La esprea SB-3 tiene 2 ½ pulgadas y está diseñada para entregar 31 gpm a 25 psi en la esprea. La esprea está disponible en múltiples configuraciones para cubrir diferentes problemas de rocío. El patrón de la esprea es flexible para dar cobertura direccional para la limpieza de áreas especiales.

La esprea SB-3 también se emplea para cobertura superior. La principal aplicación es rocío de líneas de vapor, secciones de vapor de evaporadores y tanques similares.

SB-3
31 gpm a 25 psi



SB-5

La esprea SB-5 es una esfera sencilla de 4 pulgadas de diámetro conteniendo 50 orificios de 5/64 " que entregan 40 gpm a 25 psi de cabeza de presión en la esprea.

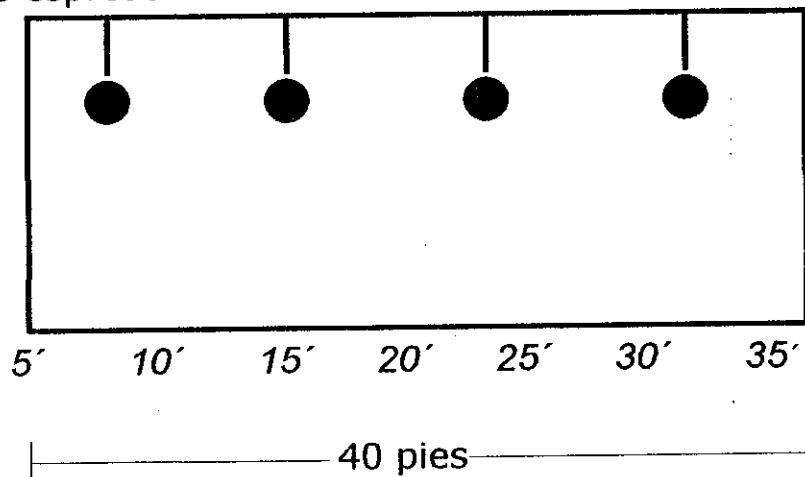
La SB-5 rociará una sección en un tanque cilíndrico horizontal mayor a 10 pies de largo y 9 pies de diámetro.

La esprea está diseñada para usarse en tanques largos que requieren una instalación de múltiples espreas o un tanque con una configuración interna especial o con equipo interno, La esprea SB-5 deberá estar limitada a cubrir 10 pies de largo o menos.

La instalación estándar de la SB-5 debe ser con la línea media de la esprea 30 pulgadas por debajo del techo del tanque.

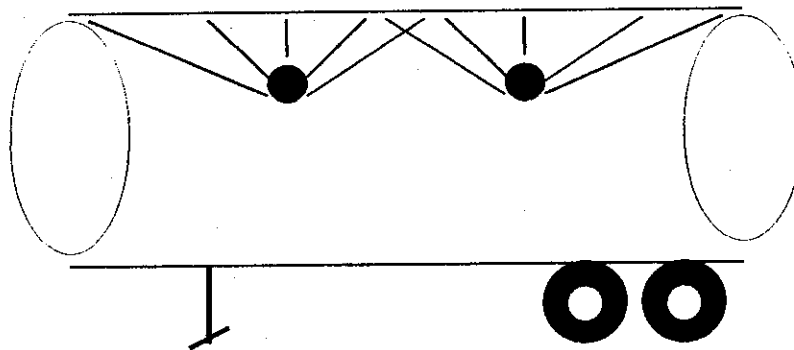
Los espacios adecuados entre las espreas son importantes. Para asegurar una propia instalación seguir estas instrucciones:

- Calcular el número de espreas requeridas para rociar el tanque.
- Dividir el largo del tanque entre el número de espreas requeridas para balancear el área que debe ser cubierta por cada esprea.
- Dividir el área a cubrir por cada esprea entre dos para obtener la distancia que se requiere para instalar cada esprea desde la pared del tanque.
- La distancia calculada en la instrucción 2 establece el espacio entre las espreas



cilíndricos de 8 pies de diámetro y 20 pies de largo o tanques de 9 pies de diámetro y 18 pies de largo.

SB-13
40 gpm a 25 psi



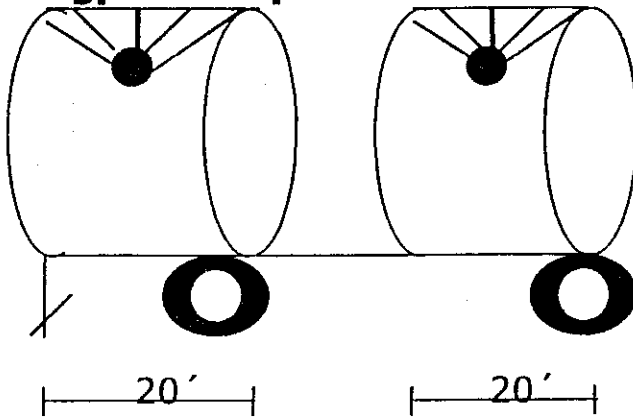
40 pies
8 pies de diámetro

36 pies
9 pies de diámetro

SB-14

La esprea SB-14 es una esfera sencilla de 4 pulgadas de diámetro que entrega 80 gpm a 25 psi en la esprea. La SB-14 está diseñada para ser usada como esprea sencilla para el rocío de compartimentos mayores a 20 pies de largo y 8 pies de diámetro sin agitadores verticales o mamparas.

SB- 14
80 gpm a 25 psi

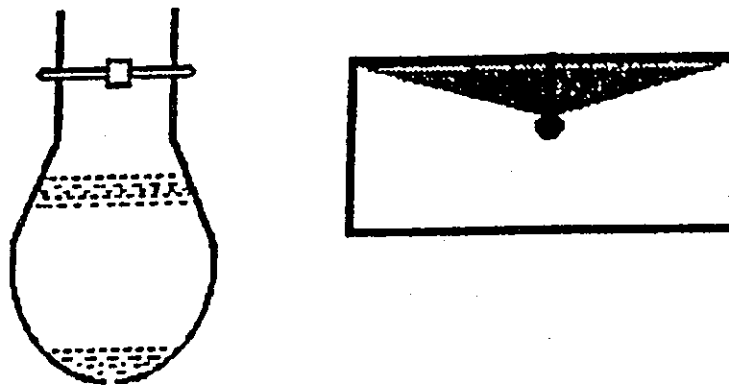


8' de diámetro

SB-18

Opera a 40 gpm a 25 psi para unidades estándar. Esta esprea varía de 2 ½ " a 4" en tamaño y puede entregar hasta 70 gpm bajo una orden de fabricación especial.

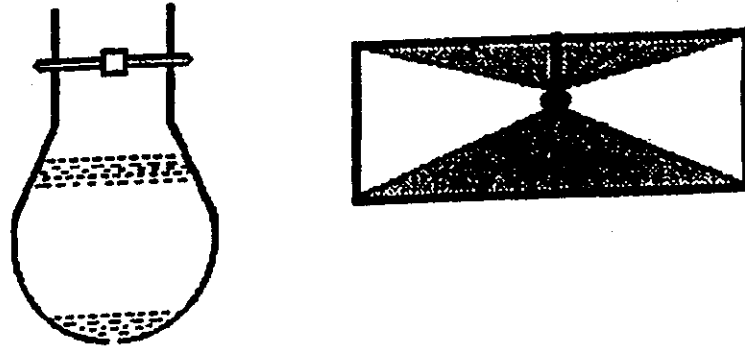
SB-18
40 gpm a 25 psi
2.5" o 4"



SB-30

La SB-30 es una esprea especial para cubrir la parte superior y laterales combinados para arrastrar la espuma. Esta esprea es la combinación de la SB-3 y la SB-18. La esprea estándar opera a 40 gpm a 25 psi.

SB-30
40 gpm a 25 psi



4.6.2 Discos sprea para tanques verticales y de proceso:

SD-6

El disco SD-6 fue diseñado para rociar silos verticales con techos tipo domo. La cobertura de la esprea es un abanico plano de 360° isefinado para pegar en la parte inferior del domo y formar una cortina en la pared del tanque. La SD-6 está diseñada para entregar 90 gpm a 20 psi en el disco. Se debe agregar volumen extra de agua si se requiere rociar algún brazo de venteo y fondos de cono invertidos.

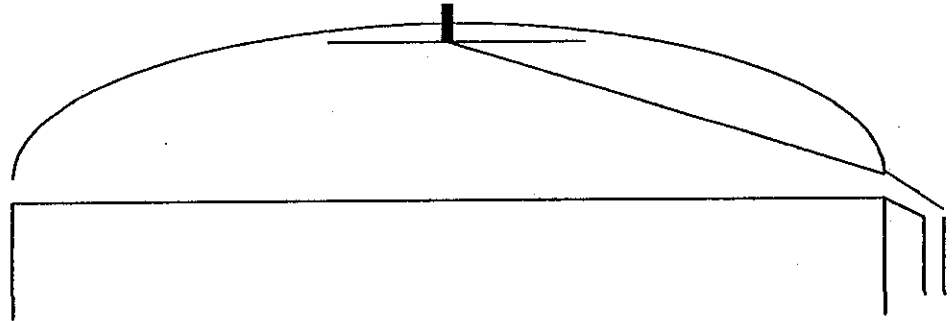
Para rociar brazos de venteo se requerirán 10 gpm adicionales de flujo y los fondos invertidos requerirán de 15 a 20 gpm de flujo dependiendo del diámetro del tanque.

El disco SD-6 es la esprea de silos que puede ser fácilmente removido para ser inspeccionado y limpiado.

El flujo de 90 gpm rociará tanques mayores a 10 pies de diámetro y más de 30 pies de altura, requerirá incrementar el flujo para mantener los 3 gpm por cada pie lineal de circunferencia.

El disco SD-6 está construido de acero inoxidable 304. La instalación consta de una manga de 3" por 5" de diámetro con una conexión tri-clamp. Tiene también una conexión de 2" tri-clamp de suministro CIP. NOTA: Orificio direccional para el brazo de venteo.

SD-6



90 gpm o más si el diámetro es de 10 pies o más

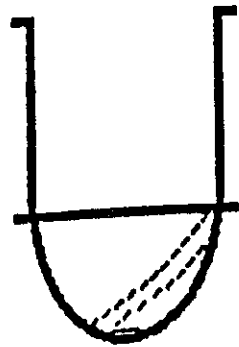
4.6.3 Espreas de burbuja para tuberías de gran grosor

Las espreas de burbuja son usadas para la limpieza de ductos de trabajo y tubería de diámetros grandes con volúmenes bajos de agua. Se soldan dentro del ducto o tubería, las espreas son colocadas direccionalmente para dar una cobertura total para limpieza. Cada esprea entrega un volumen bajo de solución permitiendo que se utilicen varias espreas en un sistema. El grupo de Ingeniería Klenzade proporciona información adicional y detalles especiales de estos tipos de operaciones de limpieza.

BS-1

La BS-1 está diseñada para ductos con curvas verticales u horizontales. Flujos de 7.5 gpm a 25 psi de cabeza de presión.

BS-1
7.5 gpm a 25 psi



V. APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

La aplicación de los equipos Clean In Place (CIP) en la industria de alimentos y bebidas es muy amplia, los únicos parámetros que se deben de considerar es si el equipo que se debe someter a un proceso de higiene es susceptible a estar en contacto con sustancias químicas, así como si el proceso de producción dentro de la industria permite hacer los cambios necesarios para obtener el tiempo necesario para hacer conexiones, elevar temperaturas, etc., que conlleva una higiene haciendo uso de este tipo de equipo.

Las industrias que pueden optar para este tipo de tecnología es toda aquella que requiera de una higiene húmeda para la remoción de material orgánico y bajar la carga microbiológica, toda aquella industria donde existan tanques y equipos de proceso, líneas de producción y equipos de envasado que manejen fluidos.

La diversidad de los equipos en la industria de alimentos lleva a definir de la siguiente forma la aplicación de un sistema CIP, en toda aquella industria que pueda hacer circuitos cerrados de sus tuberías de trasiego de producto, como de sus equipos envasadores se pueden lavar a través de un sistema CIP.

Entre las industrias que en los países desarrollados se aplica esta tecnología, desde principios de los años sesenta, se encuentran la industria láctea, los alimentos enlatados, las bebidas carbonatadas y no carbonatadas y la industria cervecera, para mencionar algunas.

Entre los equipos que se pueden higienizar a través de un sistema CIP se pueden mencionar algunos como:

- » Homogenizadores
- » Pasteurizadores de placas
- » Descremadoras
- » Tanques horizontales
- » Tanques verticales
- » Silos
- » Llenadora aséptica

- » Llenadora de botellas
- » Tubería
- » Enfriador
- » Carbonatador
- » Evaporadores

Ejemplos de aplicación:

1. Un elemento clave para la limpieza apropiada es tener la bomba y el restrictor del tamaño correcto para enviar la presión correcta (psi) al dispositivo de rocío que se esté usando. Una presión demasiado elevada puede dañar el dispositivo de rocío, y una presión demasiado baja no le permitirá a éste operar (limpiar) de manera efectiva.

Requerimientos de presión:

Si se toma un CIP que consiste de las siguientes partes:

- » 130 pies de tubería de 2"
- » 6 codos de 2" (90 grados)
- » Una válvula de derivación de 2" (tratada como una T)
- » 40 pies de levantamiento vertical
- » Índice de flujo de 80gpm

Calcular lo requerimientos de pérdida de fricción y de levantamiento vertical para este sistema

Usando la tabla #1 (A-24) para calcular los pies de carga hidrostática

130 pies de tubería de 2" x 0.16 =	20.8
6 codos (90 grados) x 0.3 =	1.8
1 válvula de aire de 2" x 1.5 =	1.5
40 pies de levantamiento vertical x 1.0 =	40

TOTAL 64.1 pies de pérdida de carga hidrostática debido a los requerimientos de pérdida de fricción y levantamiento vertical.

2. Ahora se necesita lavar un tanque individual que tiene los siguientes requerimientos:

- » Una bola de rocío de 80 gpm @ 25 psi
- » 40 pies de tubería de 1 ½"

» 3 codos de 1 ½" (90 grados)

Calculando la pérdida de fricción y de presión de la bola de rocío para este sistema haciendo uso del tabla #1 (A-24)

1 bola de rocío a 25 psi x 2.31* =	57.8
40 pies de tubería de 1 ½" x 0.57 =	22.8
3 codos de 1 ½" (90 grados) x 0.76 =	2.3

TOTAL 82.9 pies de carga hidrostática

GRAN TOTAL: 64.1 + 82.9 = 147 pies de carga hidrostática

3. Tamaño de la bomba:

Se usa el esquema #2 (A-31) para determinar qué tamaño de bomba se requiere para enviar 147 pies de presión mínima de carga hidrostática.

Se selecciona un motor de 7 ½" HP (entrada de la bomba 2 ½" y salida de 2") con un tamaño de impulsor de 6 1/8". Los requerimientos de flujo caen dentro de la curva de comportamiento.

La bomba seleccionada proporcionará un flujo de 120 gpm a 147 pies de carga hidrostática o proporcionará 168 pies de carga hidrostática a 80 gpm. Para que el dispositivo de rocío trabaje apropiadamente, se debe colocar un restrictor en la tubería adelante del dispositivo de rocío para reducir el flujo y la presión a 80 gpm y 57.8 pies de carga hidrostática (25 psi x 2.31)

4. Selección del restrictor:

A 80 gpm, la salida de la bomba será de 168 pies de carga hidrostática. Para determinar la presión en el punto de colocación del restrictor, reste la pérdida de fricción de la tubería, en pies de carga hidrostática, de la carga hidrostática en la salida de la bomba, y después dividir entre 2.31.

Presión en el restrictor = pies de carga hidrostática netos + presión de descarga de la bomba (en pies de carga hidrostática) -

* multiplicar por 2.31 para convertir libras de presión a pies de carga hidrostática (presión)

pérdida de fricción desde la descarga de la bomba al restrictor (en pies de carga hidrostática)

Presión en el restrictor = $168 - 82.9 = 85.1$ pies de carga hidrostática

Para convertir a psi $85.1/2.31 = 36.8$ psi

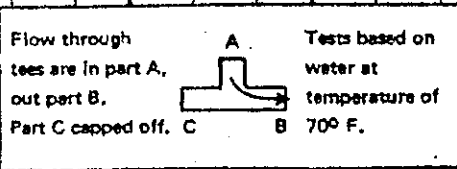
Referirse al diagrama A21, observar en la columna y localizar 36.8 psi al índice de flujo requerido más cerca del valor, pero no exceda éste. En este caso, el índice de flujo más cercano es 69 GPM, con un restrictor de 5/8" de diámetro. Esto significa que se tendrá que usar un restrictor con un diámetro de 5/8" pero ajustarlo de tal manera que éste solo envíe 80 gpm que necesita el dispositivo de rocío.

How capacity affects Friction

The following table was developed to indicate loss of head due to friction — in feet loss per fitting or in feet loss per foot of tubing — through stainless steel tubing and sanitary fittings.

OUTSIDE DIAMETER
FRICITION LOSS IN SANITARY OD TUBING

Capacity in U.S. G.P.M.	O.D. Tube Size																	
	1"			1½"			2"			2½"			3"			4"		
	I.D.=.902"			I.D.=1.402"			I.D.=1.870"			I.D.=2.370"			I.D.=2.870"			I.D.=3.834"		
	Tubing	Elbow	Tee	Tubing	Elbow	Tee	Tubing	Elbow	Tee	Tubing	Elbow	Tee	Tubing	Elbow	Tee	Tubing	Elbow	Tee
2	.01	.01	.1															
4	.025	.02	.2															
5	.035	.025	.25															
10	.12	.06	.4	.02	.01	.15	.005	.015	.1									
15	.25	.1	.8	.04	.02	.25	.013	.02	.15									
20	.43	.22	1.5	.06	.03	.3	.02	.025	.2	.005	.02	.1	.002	.02	.06			
25	.66	.4	2.3	.08	.04	.4	.025	.03	.25	.006	.03	.15	.004	.03	.08			
30	.93	.7	3.3	.105	.06	.55	.035	.05	.3	.008	.05	.2	.005	.04	.1			
35	1.22	1.25	5.2	.135	.09	.8	.04	.06	.4	.011	.06	.25	.006	.05	.13			
40				.17	.11	1.0	.05	.08	.5	.015	.07	.3	.007	.06	.15			
45				.21	.16	1.3	.063	.1	.6	.02	.09	.35	.008	.065	.18			
50				.25	.2	1.6	.073	.12	.7	.022	.1	.4	.01	.07	.2			
60				.34	.35	2.2	.1	.18	.9	.03	.12	.46	.015	.08	.25			
80				.57	.76	3.7	.16	.3	1.5	.05	.15	.65	.02	.1	.4			
100				.85	1.35	5.8	.23	.44	2.3	.075	.18	.6	.03	.11	.5	.008	.04	.1
120				1.18	2.05	9.1	.32	.64	3.3	.105	.21	1.0	.04	.13	.6	.01	.05	.15
140							.42	.85	4.5	.14	.23	1.25	.05	.16	.8	.013	.06	.2
160							.54	1.13	5.8	.17	.28	1.6	.07	.2	1.1	.015	.07	.25
180							.67	1.45	7.4	.205	.31	2.0	.08	.21	1.3	.02	.08	.3
200							.81	1.82	9.0	.245	.35	2.5	.1	.26	1.6	.025	.09	.4
220							.95	2.22	11.0	.29	.41	3.0	.12	.3	1.9	.028	.1	.5
240							1.10	2.63	13.5	.34	.48	3.7	.14	.33	2.2	.035	.11	.55
260										.39	.53	4.5	.165	.39	2.5	.04	.115	.6
280										.46	.61	5.3	.19	.42	2.8	.045	.12	.65
300										.515	.7	6.2	.22	.5	3.1	.05	.13	.7
350										.68	1.05	8.5	.28	.67	4.1	.07	.15	.9
400										.86	1.55	11.0	.36	.88	5.2	.085	.18	1.2
450										1.05	2.25	13.5	.44	1.1	6.6	.105	.2	1.5
500													.54	1.4	8.0	.13	.23	1.75
550													.64	1.7	9.6	.15	.27	2.1
600													.75	2.05	10.2	.175	.3	2.5
650													.87	2.41	13.0	.2	.34	2.8
700													1.0	2.8	15.0	.23	.4	3.4
750																.26	.43	3.8
800																.3	.5	4.4
850																.33	.56	5.0
900																.37	.62	5.7
950																.41	.7	6.3
1000																.45	.8	7.0
1100																.53	1.06	8.6



Source: National Association of Food and Dairy Equipment Manufacturers

AMPCO® Centrifugal PUMPS

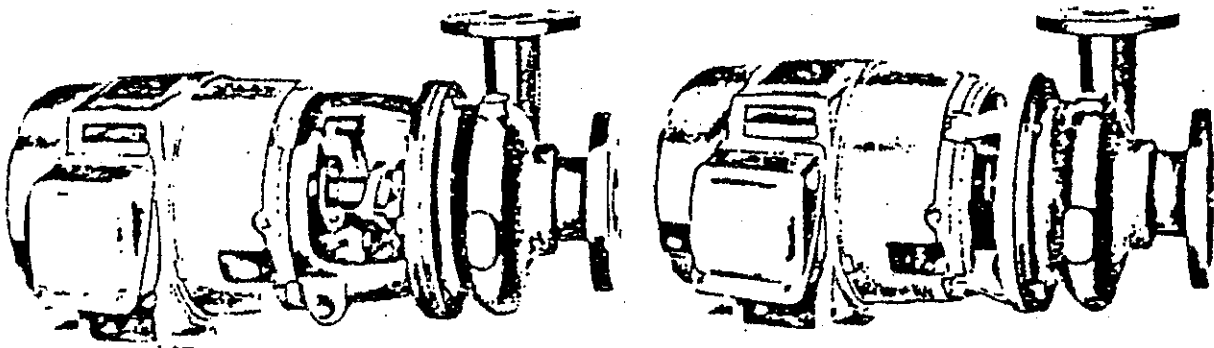
made of SELECTED corrosion-resistant alloys

ZC & ZC2

2½" x 2" ZC and ZC2 CLOSE COUPLED PUMPS
STD. WITH 6 ⅞" IMP.

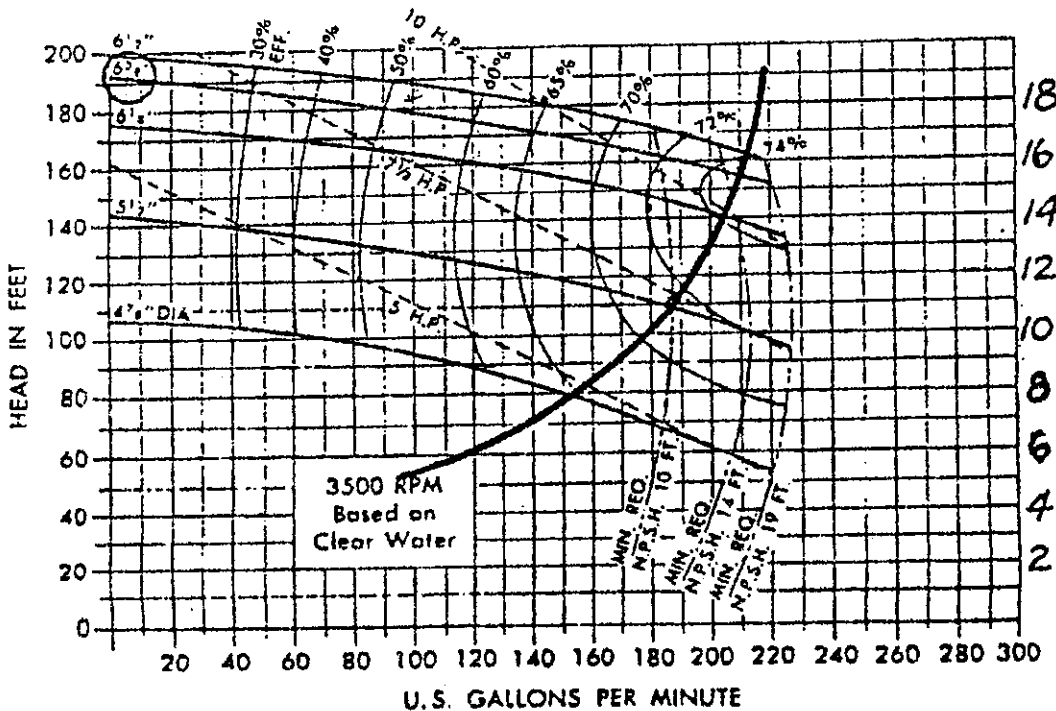
Section C
Page 24
September 30, 1951
Supersedes S-15

Certified



type ZC

type ZC2

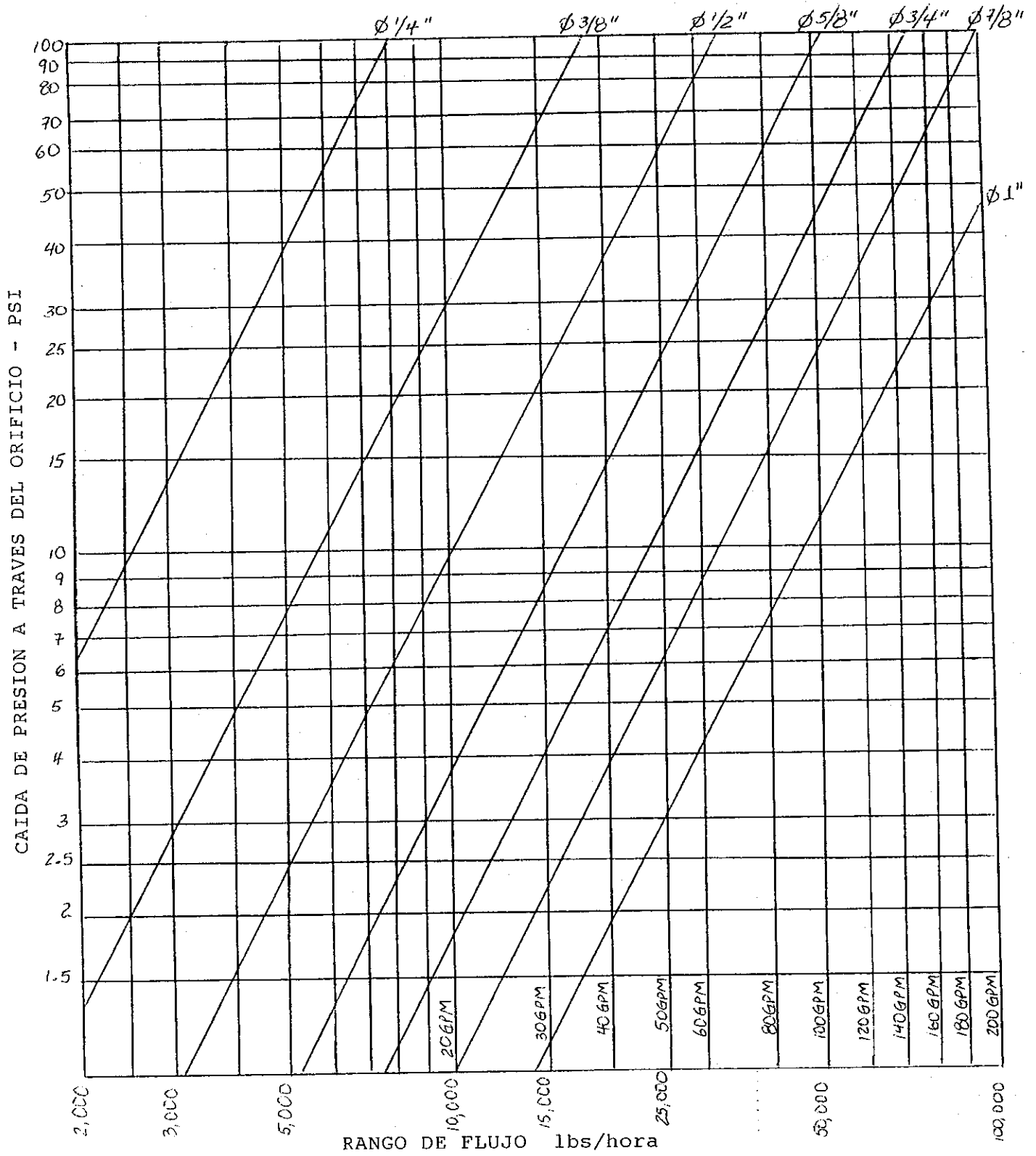


FT. N.P.S.H.R.

Year Identification No. _____
Our Identification No. _____
Rating: GPM _____
Series _____
Date _____
Inch _____
Inch _____
Inch _____
Inch _____



CAIDA DE PRESION vs. RANGO DE FLUJO



Conclusiones

1. Los cálculos hidráulicos son indispensables para diseñar un sistema automático de higiene en la industria de alimentos y bebidas, tanto la bomba de impulso como los dispositivos de rocío dependen directamente de estos cálculos.

2. Si los cálculos se realizan de una forma errada se pueden presentar los siguientes problemas:

- Teniendo la presión muy baja en el dispositivo de rocío las paredes de los tanques no llegan a tener contacto con la solución limpiadora
- Teniendo la presión mayor que la recomendada se atomizará la solución y nuevamente la solución limpiadora no realizará su trabajo
- Teniendo un flujo laminar dentro de la tubería la remoción de sólidos dentro de la misma será pobre
- Si el flujo es mayor de lo recomendado se provocarán golpes de ariete (9 pies/segundo para tubería de 2")
- Si las pérdidas de presión debido a fricción, codos y distancia se calculan mal se podrán obtener presiones y flujos no deseados tanto en dispositivos de rocío como en tuberías.

3. El ahorro de tiempo puede llegar a ser considerable si el proceso de higiene se lleva a cabo en equipos complejos que necesiten ser desmantelados para la limpieza manual.

4. Al contar con equipos automatizados el costo de mano de obra es menor, ya que los equipos CIP realizan los pasos necesarios en el proceso de higiene automáticamente.

5. Con un sistema de higiene hidráulicamente bien balanceado se podrá asegurar el contacto de la solución limpiadora a las paredes de los equipos a higienizar.

6. Si los productos químicos son los adecuados en el proceso de limpieza y se tiene un sistema bien balanceado, se podrán obtener

recuentos microbiológicos aceptables, haciendo tanto los alimentos como las bebidas seguras para el consumo humano.

7.El acondicionamiento de una planta de alimentos o bebidas en sus procesos de producción para la instalación de un sistema automático de limpieza puede llegar a ser costoso, así como también el equipo CIP.

8.Al entrar en la globalización del mercado, para las industrias de insumos masivo su calidad es prioridad número uno, y en alimentos y bebidas esta calidad solamente puede llegar a obtenerse a través de una higiene óptima y cuando se tienen tantas variables para llegar a obtenerla, la mejor opción es automatizarla, de esa forma se pueden garantizar un proceso de higiene constante.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de ingeniería sanitaria en las plantas de alimentos y bebidas para analizar si son susceptibles para el cambio de un sistema de higiene automático
2. Analizar costos de los procesos de higiene actuales contra el sistema CIP en las siguientes áreas:
 - Tiempos muertos de producción debido a los procesos de higiene
 - Volumen de agua consumida en los procesos de higiene
 - Mano de obra invertida durante estos procesos
 - Consumo de energía eléctrica y vapor para higienizar equipos
 - Modificaciones a los equipos para que sean susceptibles para una higiene automatizada
 - Costo de tratamiento de aguas residuales si está afecto según la ley
3. Asesoramiento de compañías que tengan experiencia en el diseño de equipos CIP para el desarrollo de un proyecto de ingeniería sanitaria para llegar al cumplimiento de normas higiénicas nacionales e internacionales.
4. Realizar intercambio tecnológico con países industrializados para aplicar este tipo de procesos en beneficio tanto de los procesos de producción como también de la calidad de alimentos que se consumen todos los días

Bibliografía

1. Kessler y W. Welchener, Fouling and Cleaning in the Food Processing. Technical Food and Dairy Publishing House.
2. Cleaning, Technical Institute for Food Safety, Crystal MN
3. J. McIntyre, Pressure Cleaning in Wineries, Breweries and Sugar Refineries, Cleaner Times, Junio 1993, pp 6-11
4. A.J.D. Romney, Cleaning in Place, 1194, Technical Food and Dairy Publishing House, Box 9083, S-250-09 Helsingborg, Suecia

Anexos:

Anexo I:

LISTA DE COMPONENTES OPCIONALES QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN SISTEMAS CIP MÁS COMPLEJOS

VÁLVULAS NEUMÁTICAS:

Son activadas remotamente por medios automáticos. Se limpian en conjunto con el sistema de tuberías CIP. La aplicación de válvulas neumáticas permite la automatización del proceso. Existen dos estilos básicos:

1. De compresión de diafragma
2. De compresión de pistón.

Están disponibles en diferentes configuraciones, de tres vías, de cierre o cruz, a prueba de mezclas, normalmente abiertas o cerradas.

TERMOSTATOS Y RTD:

Los termostatos utilizan un tubo capilar con un cierre de interruptor. Se requiere un termostato diferente para cada lectura diferente de temperatura. El RTD o Mecanismo Resistivo de Temperatura lee directamente la temperatura de retorno y permite predefinir un rango. Por esto diferentes puntos preestablecidos de temperatura requieren un sólo RTD.

CELDA DE RETORNO DE FLUJO:

Se localiza en el retorno de la tubería del sistema CIP. Indicará con una alarma al operador de que no hay retorno de solución durante o después del primer enjuague.

INTERRUPTOR DE PROXIMIDAD:

Localizados en la alimentación y retorno de las estaciones en donde se diversifica el flujo. Previenen mediante una alarma que el circuito empiece a operar si la tubería no está conectada apropiadamente a la estación.

CONTROLES DE NIVEL DE LÍQUIDO:

Consisten en una o varias celdas que controlan el nivel de agua o solución en los tanques de agua fresca o tanques de limpieza durante las operaciones CIP.

BOMBA DE RETORNO:

Ésta es una bomba centrífuga que retorna la solución detergente o desinfectante del tanque que se está lavando. Deberá ser capaz de retornar las soluciones tan pronto como éstas llegan al tanque que se está lavando.

CONTROLES DE CONDUCTIVIDAD:

Se coloca una celda tanto en el tanque que contiene la solución de limpieza, como en la tubería de CIP para monitorear la concentración y controlar la adición de detergentes.

BOMBAS DE VELOCIDAD VARIABLE:

Se utiliza el R.P.M. de una bomba para controlar la velocidad de flujo de la solución durante los circuitos de limpieza de tanques y líneas.

VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO:

Esta válvula neumática envía contra el flujo de descarga de la bomba de alimentación para controlar la velocidad de la solución que va a tanques y líneas durante la operación CIP.

MEDIDORES DE FLUJO:

Es un mecanismo para medir la velocidad de flujo tanto de la alimentación como del retorno de la limpieza de un tanque durante un circuito CIP.

INTERCAMBIADORES DE CALOR:

(Casco y tubo) El vapor llega de la caldera a través del casco de regreso a la caldera o al drenaje calentando la tubería. Las soluciones CIP recorren la tubería calentándose.

SISTEMAS DE MONITOREO Y GRÁFICAS:

Utilizados para coleccionar y tener más datos que en un registro circular de temperatura. En algunos casos este tipo de sistemas reemplaza a las cartas circulares. Aquí se presentan

algunos ejemplos de datos obtenidos además de la temperatura de retorno, la cual todo sistema debe tener:

- **Presión**
- **Temperatura de Alimentación**
- **Conductividad**
- **Potencial de Hidrógeno (pH)**
- **Velocidad de Flujo(Alimentación, Retorno o Ambos)**
- **Uso de Detergentes**
- **Costo de Detergentes**
- **Actividad Durante la Operación**
- **Alarmas**
- **Nombre de la Compañía**
- **Fecha y Tiempo**
- **Identificación del Programa**

Anexo 2:

CÓMO CONOCER EL FLUJO DE UNA BOMBA SIN MEDIDOR DE FLUJO

1. Colocar cinta adhesiva sobre la tubería en el tanque de agua fresca.
2. La primera marca deberá hacerse de 3 a 4 pulgadas debajo del nivel de agua, para asegurar que la bomba está inundada.
3. La segunda marca deberá estar 10 pulgadas por debajo de la primera.
4. Comenzar a tomar el tiempo que tarda el agua al dejar la primera marca y llegar a la segunda

Nota: Si el tanque de agua fresca es un tanque estándar de 60 galones, cada pulgada equivale a 2.5 galones

5. Dividir el tiempo en 60 seg y multiplicar por 25
6. El resultado es la velocidad de la bomba en galones por minuto.

Ejemplo: Toma 18 segundos bombear 10 pulgadas de agua al tanque que se está lavando

$$60 \text{ segundos} / 18 \text{ segundos} = 3.33$$

$$3.33 \text{ segundos} / \times 25 \text{ galones} = 83.3 \text{ galones por minuto}$$

Si el tanque de agua fresca del CIP no es un tanque estándar de 60 galones, se deberá calcular cuántos galones se tienen por pulgada de altura del tanque.

En tanques cuadrados $L \times W / 2.31 = \text{galones de agua por pulgada}$

En tanques redondos $\pi r^2 / 2.31 = \text{galones de agua por pulgada}$

Nota: 1 galón de agua = 2.31 pulgadas cúbicas

Ejemplo: Toma 45 segundos bombear 10 pulgadas de agua a un tanque cilíndrico con un radio de 2 pies:

$2 \times 12 = 24$ pulgadas de radio

$24^2 \times 3.14 / 231 =$

$1808.64 / 231 = 7.89$ galones por pulgada de altura