

CONCEPTOS DE DISEÑO EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se pueden definir cinco principios básicos de diseño:

- 1) Todos los materiales en contacto con alimentos deben ser inertes frente a los mismos, en las condiciones de uso.
- 2) Las superficies en contacto con alimentos deben ser lisas, pulidas y no porosas, para evitar el depósito y acumulación de partículas de alimentos, bacterias u otros microorganismos.
- 3) Todas las superficies en contacto con los alimentos deben ser accesibles para su inspección, o se debe demostrar que con la rutina de limpieza permitirá un buen nivel de higiene en el sistema.
- 4) Todas las zonas interiores de los equipos en contacto con los alimentos deberán tener una disposición tal, que permita el drenado total de los líquidos alimentarios que se manejen, o los productos de limpieza que se utilicen
- 5) El equipo se diseñará para proteger los alimentos que se procesan, de la contaminación exterior. Por ello, es interesante que las superficies exteriores, y en general aquellas que no estén en contacto con alimentos, se dispongan de forma que eviten la acumulación de suciedad y facilite su limpieza.

Tomando en consideración los puntos anteriores, el equipo se tiene que diseñar pensando en la compatibilidad equipo - producto, pero también considerando cual será el procedimiento de limpieza. En la práctica, no hay que pensar en un diseño aséptico, a no ser que se especifique de esa forma, sino que se trata de diseñar el sistema de proceso que permita mantener unas condiciones aceptables de "contaminación".

Para conseguir aquel diseño sanitario, será necesario utilizar materiales de construcción inertes, con adecuada estabilidad y características mecánicas y con una terminación superficial acorde a las condiciones de proceso.

Como complemento a lo anterior, detallaremos algunas consideraciones más precisas definidas por la norma 3A.

Los estándares que deben cumplir los fabricantes de fittings sanitarios, válvulas y bombas son los siguientes:

- 1) Todas las superficies en contacto con el producto deben tener una terminación superficial N°4, y estar libres de imperfecciones como picaduras, deformaciones y grietas.
- 2) Todas las superficies de fittings, válvulas, tubos y equipos, en contacto con el producto, deben ser fácilmente limpiables cuando están instaladas, o cuando se desarmen, su inspección debe ser expedita. También deben cumplir con el requisito de ser fácilmente desmontables.
- 3) Todas las superficies en contacto con el producto deben evitar la acumulación de producto o elementos de limpieza.
- 4) Todos los ángulos internos en contacto con el producto, deben tener un radio mínimo de curvatura de 1/16".
- 5) No está permitido utilizar hilos en contacto con el producto.
- 6) No está permitido utilizar prensaestopas como sello de válvulas, excepto donde técnicamente se haga imposible utilizar otro tipo de sello. En estos casos se deben considerar todas las especificaciones de material, terminación superficial y construcción.
- 7) Todas las superficies que no están en contacto con el producto deben tener una terminación suave, libre de grietas y fácilmente limpiable.

2. NORMAS SANITARIAS EN UNIONES Y TUBOS

2.1 NORMAS DE UNIONES

Dentro del amplio espectro de normas para uniones sanitarias, podemos encontrar las siguientes:

- 1) Norma Sueca : SMS 1145
- 2) Norma Alemana : DIN 11851
- 3) Norma Inglesa : RJT (BS 1864)
- 4) Normas ISO : FIL-IDF (ISO 2853)
CLAMP (ISO 2852)
- 5) Norma USA : Bevel seat (ACME)
- 6) Norma Danesa : DS 722



En nuestro país, la norma más usada es la SMS. Esto se debe a

que en el pasado, existió como proveedor casi exclusivo de este tipo de material una empresa de origen sueco.

En segundo lugar tenemos la norma DIN, introducida a Chile principalmente por la industria cervecera, la cual utiliza básicamente tecnología alemana. En este momento es muy frecuente encontrarla en los nuevos proyectos de la industria vitivinícola.

En tercer lugar, se ubica la norma CLAMP la cual es usada, entre otras, por empresas de origen norteamericano. Tiene una amplia difusión en la industria farmacéutica.

Las normas IDF, RJT y ACME no son utilizadas en Chile, salvo en los casos de equipos antiguos que venían con ese tipo de norma incorporada.

La norma DS se puede encontrar en equipos de origen argentino, ya que esta norma era la más utilizada en ese país.

Todas las normas para uniones sanitarias definen explícitamente las dimensiones de liner, hilo, tuerca y empaquetaduras a utilizar.

La elección de una norma sanitaria determinada, es en alguna medida, subjetiva ya que todos los tipos de uniones tienen ventajas y desventajas.

La norma DIN tiene un liner con un asiento cónico inclinado en 15° , el cual deja un espacio de aproximadamente 2 mm entre el hilo y la empaquetadura, lo que permite un desplazamiento axial del liner cónico sobre la empaquetadura. Esta situación, puede producir filtraciones de la unión cuando la empaquetadura no es la más adecuada para el proceso, o el sistema está sujeto a cambios de temperatura bruscos, como por ejemplo la esterilización con vapor, el cual al condensarse puede producir vacío permitiendo la entrada de aire o líquidos contaminados desde el exterior.

Una ventaja práctica de esta unión es que, al tener un asiento cónico es casi imposible perder la empaquetadura durante el montaje, cosa que no pasa en otro tipo de normas.

La norma SMS tiene un liner liso y una empaquetadura recta. Esta característica permite aumentar el área de sello con el medio y asegurar en mejor forma la condición sanitaria de la unión. Sin embargo, si se somete a condiciones extremas de temperatura podría tener los mismos problemas que la unión DIN.



Para ambas normas se cuenta con diseños de empaquetaduras tipo "L", las cuales permiten eliminar el espacio muerto entre la tubería y el alojamiento de la empaquetadura, mejorando sus características sanitarias.

El diseño de los liner, hilo y empaquetaduras son diferentes para estas normas. Sin embargo la construcción del hilo de

las tuercas SMS obedece también a la norma DIN 405, pero no son compatibles CON DIN 11851, ya que los diámetros nominales son diferentes.

En las tuercas, la cantidad de hilos por pulgada son 6 para toda la norma SMS, aunque para algunos fabricantes franceses, la tuerca de 101,6 mm tiene 4 hilos por pulgada.

Para la norma DIN, en caso de DN 10 y DN 15 son 8 hilos por pulgada, desde DN 20 hasta DN 65, son 6 y para DN 80 hasta DN 150 son 4.

2.2 NORMALIZACION DE TUBERIAS

Se puede definir una tubería sanitaria como un tubo sin costura o soldado longitudinalmente mediante sistema TIG, bajo atmósfera inerte de argón, y con el cordón de soldadura interior laminado en frío.

Las principales normas de fabricación de tubos sanitarios son las siguientes:



SMS 3008
DIN 11850
ASTM A270 (3A)
ISO 2037

FIL-IDF 14 (ISS)
BS 1864
DS 720
NF A49

La gran mayoría de las normas definen aspectos como composición química del acero, método de fabricación, diámetros y espesores, tolerancias dimensionales y tipo de terminación superficial.

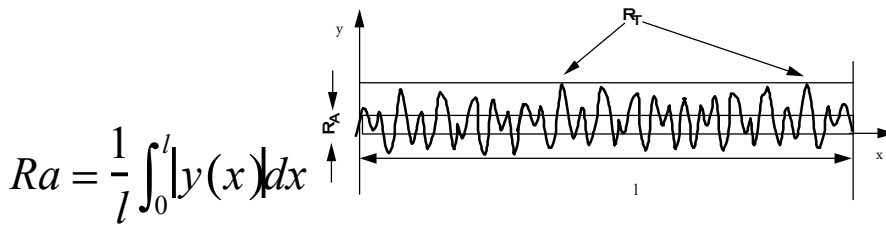
Las medidas de la terminación superficial sanitaria utilizadas, son dos:

1) Valor Ra, media aritmética de la rugosidad superficial, que es un valor objetivo determinado mediante un perfilómetro. Unidad de medida normal, μm .

2) Terminación superficial definida por el tipo de abrasivo utilizado en el pulido de tubos. La unidad de medida normal se denomina grano, la cual especifica la cantidad de material de pulido por pulgada cuadrada.

2.3 VALOR Ra

Es de interés detenerse en este parámetro, ya que es una medida objetiva de medición.



Dentro de la información disponible, la norma DIN 11850 indica que el interior de los tubos debe tener una superficie lisa donde el valor Ra debe ser menor a 0.8 μm , y el cordón de soldadura un Ra menor a 1,6 μm , considerando un valor Rt entre 2-15 μm

La norma ASTM A270, define la terminación superficial interna y externa, en función del tipo de material de pulido utilizado. No indica un parámetro claro en cuanto a los límites de rugosidad definidos para un producto sanitario.

La norma 3A solo indica que las superficies en contacto con el producto deben tener un pulido N° 4.

Para este tipo de pulido se puede establecer la siguiente equivalencia entre definición grit y Ra.

2.4 RUGOSIDAD SUPERFICIAL- EQUIVALENCIAS DE MEDIDAS

Ra Micro- inch	Ra Micron	Grit
71	1.80	80
52	1.32	120
42	1.06	150
30	0.76	180
15	0.38	240
12	0.30	320

Estas consideraciones de pulido no implican que la costura interior no se vea. Para cumplir la condición sanitaria, se debe considerar la rugosidad superficial del cordón.

La normalización de tubos podemos separarla en dos grupos:

2.5 TUBOS DE ACERO INOXIDABLE SANITARIOS SEGUN SMS 3008

DIAM. NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL (mm)	ESPEJOR DE PARED (mm)
1"	25,00	1,20
1.1/4"	32,00	1,20
1.1/2"	38,00	1,20
2"	51,00	1,20
2.1/2"	63,50	1,60
3"	76,00	2,00
3"	76,10	1,60
4"	101,60	2,00

Este tipo de tuberías se pueden homologar dimensionalmente a lo especificado en normas:

ASTM A270 (3A)	NF A 49-249	ISO 2037
FIL-IDF 14 (ISS)	BS 1864	DS 720

Esto es coincidente entre otras con Clamp, IDF, RJT, DS o Danesa.

2.6 TUBOS DE ACERO INOXIDABLE SANITARIOS SEGUN DIN 11850

DIAM. NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL (mm)	ESPEJOR DE PARED (mm)
DN 10	12,00(*)	1,00
	13,00	1,50
	14,00	2,00
DN 15	18,00(*)	1,00
	19,00	1,50
	20,00	2,00
DN 20	22,00(*)	1,00
	23,00	1,50
	24,00	2,00
DN 25	28,00(*)	1,00
	29,00	1,50
	30,00	2,00
DN 32	34,00(*)	1,00
	35,00	1,50
	36,00	2,00
DN 40	40,00(*)	1,00

	41,00	1,50
	42,00	2,00
DN 50	52,00(*)	1,00
	53,00	1,50
	54,00	2,00
DN 65	70,00(*)	2,00
DN 80	85,00(*)	2,00
DN 100	104,00(*)	2,00
	106,00(**)	2,75
DN 125	129,00(*)	2,00

(*) Diámetros externos utilizados en Chile.

(**) Última modificación de la norma, sin embargo se sigue usando 104 mm.

Las dimensiones de tubos según DIN 11850 están basadas en diámetros interiores constantes para cada diámetro nominal. Es decir, las diferencias de espesores dan por resultados distintos diámetros externos. Esta consideración no es tomada en cuenta por otras normas.

La norma DIN establece como producto estándar tubos desde DN 10 a DN 50 con espesor de pared de 1 mm, consideración que dificulta el trabajo de soldadura. Por esta razón, posteriormente se han introducido a la norma tubos de espesores de 1,5 y 2 mm manteniendo el diámetro interno de la norma original.

3. TUBOS DE ACERO INOXIDABLE PARA SERVICIOS AUXILIARES

Dentro de las tuberías utilizadas en la industria de alimentos también podemos encontrar tubos y cañerías para servicios auxiliares, los cuales no cumplen con las especificaciones sanitarias. Dentro de las más importantes mencionaremos las siguientes normas:

ASTM A269 (DIN 2463-2465)	Tubos sin costura o soldados de acero inoxidable austenítico para uso general.
ISO 1127	Tubos sin costura o soldados de acero inoxidable austenítico para uso general.
ASTM A312	Cañerías sin costura o soldadas de acero inoxidable austenítico.
ANSI B36.19	Cañerías sin costura o soldadas de acero inoxidable austenítico

En el caso de tuberías industriales, las normas definen composición química, tolerancias dimensionales de diámetros interiores y exteriores y requerimientos de dureza y resistencia mecánica.

Las dimensiones de tubos y cañerías de uso industrial están definidas por diámetros nominales los cuales están relacionados con el diámetro interno.

CAÑERÍAS DE ACERO INOXIDABLE SEGUN ANSI B36.19			
DIAM. NOMINAL	Schedule	DIAMETR O EXTERNO (mm)	ESPEJOR DE PARED (mm)
1/8"	Sch 10S	10,29	1,24
	Sch 40S	10,29	1,73
1/4"	Sch 10S	13,72	1,65
	Sch 40S	13,72	2,24
3/8"	Sch 10S	17,15	1,65
	Sch 40S	17,15	2,31
1/2"	Sch 5S	21,34	1,65
	Sch 10S	21,34	2,11
	Sch 40S	21,34	2,87
3/4"	Sch 5S	26,67	1,65
	Sch 10S	26,67	2,11
	Sch 40S	26,67	2,87
1"	Sch 5S	33,40	1,65
	Sch 10S	33,40	2,77
	Sch 40S	33,40	3,38
1.1/4"	Sch 5S	42,16	1,65
	Sch 10S	42,16	2,77
	Sch 40S	42,16	3,56
1.1/2"	Sch 5S	48,26	1,65
	Sch 10S	48,26	2,77
	Sch 40S	48,26	3,68
2"	Sch 5S	60,33	1,65
	Sch 10S	60,33	2,77
	Sch 40S	60,33	3,91
3"	Sch 5S	88,90	2,11
	Sch 10S	88,90	3,05
4"	Sch 5S	114,30	2,11
	Sch 10S	114,30	3,05

TUBOS DE ACERO INOXIDABLE SEGUN ISO 1127		
DIAM. NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL (mm)	ESPEJOR DE PARED (mm)
1/4"	13,50	1,60
3/8"	17,20	1,60
1/2"	21,30	1,60
	21,30	2,00
3/4"	26,90	1,60
	26,90	2,00
1"	33,70	1,60
	33,70	2,00
1.1/4"	42,40	1,60
	42,40	2,00
1.1/2"	48,30	1,60
	48,30	2,00
2"	60,30	1,60
	60,30	2,00
2.1/2"	76,10	1,60
	76,10	2,00
	76,10	2,60
3"	88,90	1,60
	88,90	2,00
	88,90	2,30
4"	88,90	2,60
	88,90	2,90
	88,90	3,20
	88,90	3,60
	114,30	1,60
	114,30	2,00
	114,30	2,60
	114,30	2,90

No existe definición respecto al pulido sanitario de cañerías, por lo tanto para uso sanitario se deben especificar tubos.

4. RESISTENCIA A LA PRESION DE TUBOS Y CAÑERIAS

La resistencia a la presión de tubos y cañerías industriales y sanitarias, dependerá, para ambos casos, del diámetro, espesor y método de fabricación.

El espesor de pared en tuberías soldadas longitudinalmente bajo presión está definido por la siguiente fórmula general:

$$s = \frac{Da * P}{20 * \frac{k}{S} * v + P} + c1 + c2$$

Donde:

s	Espesor de pared, mm	v	Factor de eficiencia de soldadura, adimensional
Da	Diámetro externo tubería, mm	c1	Espesor de pared extra por tolerancia (no aplicable a aceros austeníticos), mm
P	Presión máxima de trabajo, bar	c2	Espesor de pared extra por corrosión o desgaste, mm
K	Resistencia a la tracción acero, N/mm ²		
S	Factor de seguridad, adimensional		

La resistencia a la tracción del acero inoxidable AISI 304 dependerá de la temperatura de trabajo.

K a temperatura ambiente :	245 N/mm ²
K a 100°C :	195 N/mm ²
K a 200°C :	155 N/mm ²

El factor de seguridad S considerado es de 1,5 y el factor de eficiencia de soldadura de 0,8.

Para el caso de acero inoxidable, los coeficientes c1 y c2 normalmente se desprecian.