

Sistema de limpieza CIP (Clean In Place)

Ing. Miguel Harutiunian - Edelflex S.A.

En industrias necesariamente higiénicas –como la alimentaria, la farmacéutica y la cosmética– la limpieza sistemática de las instalaciones se debe considerar como parte integrante de la producción y no como una opción. El concepto de limpieza de una instalación sin desmontar ningún equipo ni tubería se resume como "limpieza CIP" (Cleaning In Place), que puede traducirse por "Limpieza In Situ".

En los sistemas CIP, la limpieza se lleva a cabo mediante la circulación de agua y diluciones de productos químicos calientes a través del equipo o tubería que trabaja en contacto con los productos. Su acción física, química y bacteriológica elimina la suciedad y los microorganismos de las superficies. En el más amplio sentido de la palabra, el proceso de limpieza comprende tres estadios:

- Limpieza, eliminación de suciedad.
- Desinfección, reducción del número residual de bacterias en los depósitos y superficies pulidas.
- Esterilización, eliminación de todas las bacterias.

Para eliminar elementos potencialmente contaminantes no basta con aplicar métodos de limpieza convencionales, por el contrario, se necesita implementar un sistema capaz de vencer las fuerzas de unión tanto entre las impurezas y las superficies impregnadas como la de las sustancias entre sí. La efectividad de la limpieza viene determinada por cuatro factores significativos:

- Tiempo de duración del ciclo de limpieza.
- Agente de limpieza, productos químicos o combinación de ellos y la concentración de sus disoluciones.
- Temperatura elevada, que proporciona limpiezas más rápidas.
- Velocidad/caudal de paso de la disolución de limpieza a través de la tubería o equipo a limpiar.
- Frecuencia entre ciclos de limpieza.

Un correcto estudio de la ingeniería de diseño permite evaluar el tipo de sistema y diseñar la combinación apropiada de los factores arriba mencionados. Es totalmente necesario que las soluciones de limpieza pasen por toda la superficie de los equipos que están en contacto con el producto y, por tanto, no deben existir recovecos ni bolsillos que resulten inaccesibles.

La función de la unidad de limpieza CIP es la de preparar las soluciones de limpieza en la concentración y temperatura adecuadas y programar los distintos ciclos necesarios para la limpieza de todos los elementos de la planta, controlando variables como temperatura, caudal y/o presión. Además, debe funcionar de una manera ordenada, minimizando el consumo energético, y con versatilidad en los programas de limpieza. Un sis-

tema automático que se encargue de la preparación y limpieza de toda la instalación, controlando los parámetros de limpieza, es fundamental para lograr mantener todos los equipos en condiciones limpias y preparadas para cada etapa de producción.

Limpieza de cañerías, tuberías o sistemas cerrados

Gran parte de los sistemas industriales de producción incorporan cañerías, tuberías o sistemas cerrados por donde circulan alimentos o ingredientes. Para lograr una higiene efectiva se hace circular la solución de limpieza por los equipos e instalaciones durante un tiempo determinado y con un caudal turbulento. Esta turbulencia sólo asegura la efectividad de la limpieza si presenta el llamado número de Reynolds en una franja de valores adecuada. Según las experiencias de Osborn-Reynolds, el reparto de velocidades en una tubería es función de:

D = diámetro de tubería

Q = caudal

μ = viscosidad dinámica

ρ = densidad del fluido

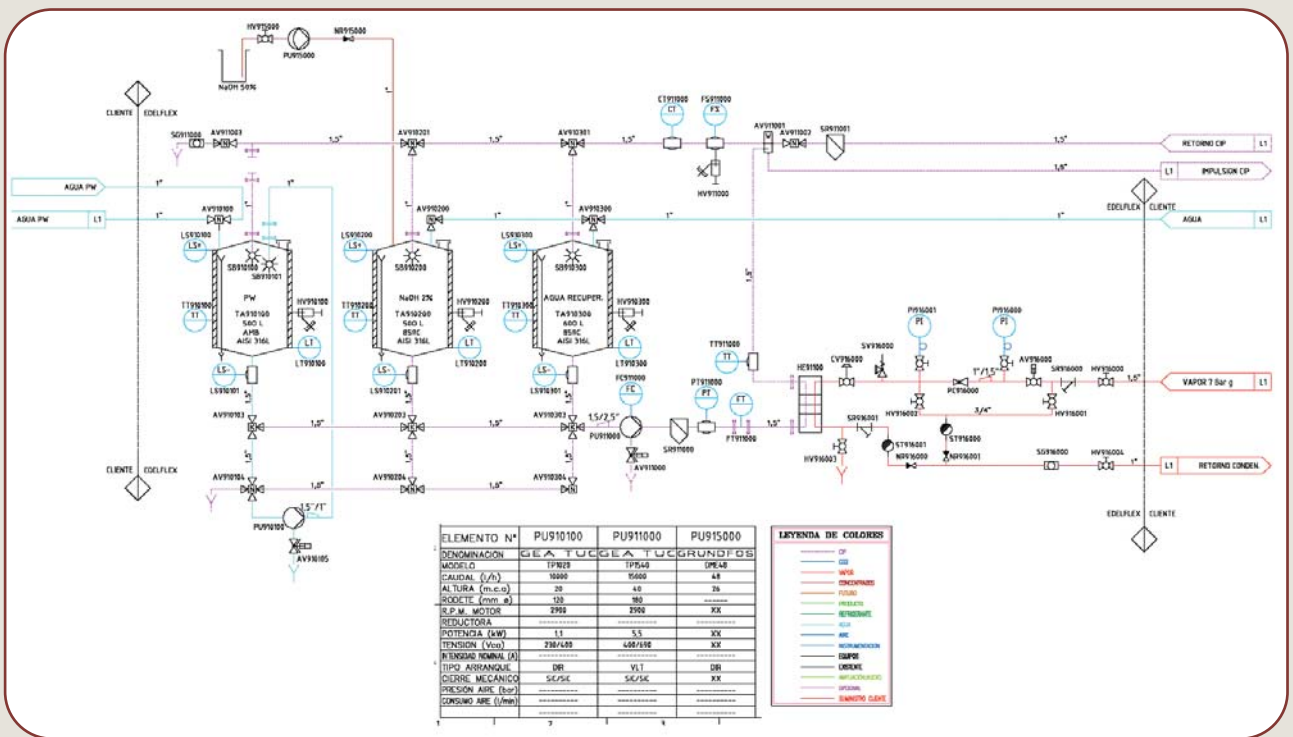
Estas cuatro variables definen un número adimensional, el número de Reynolds:

$$Re = 4 / \pi \cdot Q\rho / \mu D$$

Por tanto, los fluidos utilizados para las operaciones de limpieza deben circular en régimen turbulento. El óptimo resultado se logra alcanzando velocidades en tubería de 1,5 a 3,0 m/s. En la Tabla 1 se muestran las condiciones de limpieza para distintos diámetros de tuberías.

Tabla 1 - Números de Reynolds

D (DIN)	V (m/s)	Re	Q (m ³ /h)
25	2,8	7,3 · 10 ⁴	5,4
40	2,0	8,0 · 10 ⁴	9,0
50	1,7	8,5 · 10 ⁴	12,0
65	1,48	9,8 · 10 ⁴	18,2
80	1,36	11,0 · 10 ⁴	25,2
100	1,34	13,4 · 10 ⁴	37,9



Para alcanzar la limpieza deseada en sistemas de tuberías se deben seguir algunas indicaciones de interés:

- Diámetros constantes en tuberías y uniones.
- No existencia de puntos muertos.
- Velocidad del fluido uniforme.

- Las tuberías deben ser capaces de drenar su contenido por gravedad (pendiente hacia drenaje).
- Prevención de resquicios

También es importante que la instalación esté realizada de manera adecuada. Las cuatro formas higiénicas de

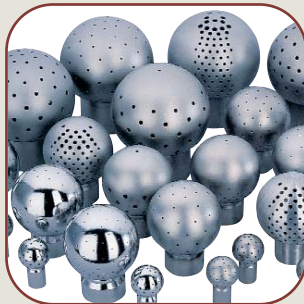
abreu

unir tuberías más comúnmente usadas son: Unión clamp; Unión DIN (unión doble) y otras uniones con rosca sanitaria; Unión con bridas higiénicas, y Unión soldada. Cada día se emplea más la soldadura orbital en la industria alimenticia, algo que ya hace mucho tiempo se utiliza en la industria farmacéutica. De ese modo, se eliminan juntas de unión, mejorándose los estándares de higiene. Es esencial que las soldaduras se realicen con equipos apropiados y por operadores experimentados. Normalmente, se emplean máquinas de soldadura automática. La soldadura es en atmósfera de gas inerte sin aporte de material TIG. Este tipo de soldadura ha resultado ser igual o superior a cualquier otro tipo de unión de tubería, teniendo condiciones sanitarias perfectas al no utilizar juntas como las demás uniones.

Se debe estudiar detenidamente la colocación de los accesorios de tuberías, como té, reducciones de diámetro, etc., en forma tal de que no queden bolsillos u otras zonas de difícil limpieza.

Limpeza de tanques y recipientes

Para la limpieza de estos elementos se instalan una o más bochas de limpieza, según la geometría y los dispositivos internos del tanque. En la entrada y salida de soluciones de limpieza a los tanques se emplean sistemas de alta seguridad que evitan que al limpiar un tanque exista la posibilidad de entrada de solución de limpieza a otros tanques con producto almacenado. Actualmente existe una variedad muy amplia de dispositivos de limpieza y se distinguen los siguientes tipos:

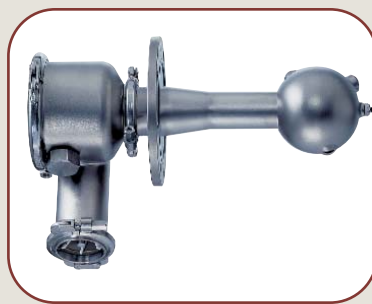


- Limpieza estática con bochas de limpieza (sprayballs)

Estos son los dispositivos más comunes y se utilizan para la limpieza de tanques y recipientes que almacenan productos más sencillos de remover y más solubles en agua o en los

detergentes utilizados. Se caracterizan por su sencillez de instalación, bajo costo y mantenimiento prácticamente nulo. La esfera contiene una determinada cantidad de orificios de cierto diámetro uniformemente distribuidos en toda la esfera. La presión de trabajo es de hasta 2,5 bar; el diámetro de alcance es hasta 8 metros, y el caudal alcanza hasta los 67 m³/h.

- **Limpeza rotativa.** Los dispositivos rotativos tienen una construcción más compleja, ya que contienen rodamientos hidrodinámicos que permiten que el dispositivo gire con la propia presión del fluido de limpieza. En este caso, el cabezal rociador no tiene perforaciones pequeñas alrededor sino que todo el líquido disponible se proyecta a través de una, dos o tres toberas de chorro. La gran ventaja de estos modernos dispositivos es una limpieza más eficiente con mayor presión y menor caudal eliminando casi cualquier tipo de suciedad. La presión de trabajo es de hasta 20 bar; el diámetro de alcance es hasta 10 metros, y el caudal es hasta 29 m³/h.



- **Limpeza orbital.** Estos equipos se utilizan para eliminar suciedad compleja y difícil de remover y también para diámetros grandes. La presión de trabajo es de hasta 90 bar; el diámetro de alcance es hasta 27 metros, y el caudal es hasta 34 m³/h.



Más información:

www.edelflex.com