



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Operaciones auxiliares de limpieza y desinfección en la industria agroalimentaria

Apellidos y nombre: Betoret Valls, Noelia (noebeval@tal.upv.es)^{1,2}
Pérez Esteve, Edgar (edpees@upv.es)^{1,2}
Barrera Puigdollers, Cristina (mcbarpul@tal.upv.es)^{1,2}
Castelló Gómez, Marisa (mcasgo@upvnet.upv.es)^{1,2}

Departamento/Centro: ¹Departamento de Tecnología de Alimentos
Universitat Politècnica de València

²Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo
Universitat Politècnica de València

1 Resumen

Este es un documento docente en el que se establecen las bases para poder llevar a cabo una adecuada limpieza y desinfección en la industria agroalimentaria.

En la [introducción](#) se definen los conceptos básicos y se ofrecen ejemplos de contaminación cruzada.

En el apartado de [desarrollo](#) se identifican los principales agentes químicos utilizados para la limpieza y desinfección en los diferentes tipos de industrias, y se explican los principales métodos utilizados. Al final del apartado se presenta un ejemplo de aplicación de un sistema CIP a una industria láctea.

2 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de establecer las bases necesarias, en relación a la selección de los agentes químicos y del método más idóneo, para realizar una adecuada limpieza y desinfección de cualquier industria agroalimentaria.

3 Introducción

3.1 Limpiar vs desinfectar

Asegurar la calidad de los alimentos implica tener implementado un plan de limpieza y desinfección que contribuya, conjuntamente con las buenas prácticas del personal de la fábrica, a reducir al mínimo el peligro de contaminación y que por lo tanto, permita garantizar la inocuidad de los productos. Por ello es importante definir de forma precisa las acciones de limpiar y desinfectar.

Limpiar: acción de eliminar toda la suciedad. Normalmente se lleva a cabo mediante la disolución o suspensión de esta en agua, con ayuda de agentes limpiadores, y posterior arrastre de la misma.

Desinfectar: acción de destruir la mayor parte de los microorganismos mediante la acción de agentes físicos y/o químicos.

3.2 La contaminación cruzada

En la industria alimentaria se entiende por contaminación cruzada el proceso por el que contaminantes (perjudiciales) son transmitidos de unos elementos (alimentos, utensilios, superficies, tanques, equipos...) a otros dentro del proceso productivo.

Contaminación cruzada directa. Es la que se produce de alimento a alimento, ya sea mezclándolos entre sí o por el contacto de líquidos o residuos procedentes de los alimentos crudos con otros alimentos procesados.

Contaminación cruzada indirecta. Es la que se produce a través de un vector o intermediario. Por ejemplo, si acabamos de manipular y cortar carne cruda y no nos lavamos las manos y/o no limpiamos la superficie, las bacterias contaminantes permanecen en nuestra manos y/o en la superficie, pudiendo producir contaminación cruzada de otras materias primas, elementos o productos.

La contaminación bacteriana es uno de los principales problemas de seguridad alimentaria. Los alimentos constituyen un medio muy adecuado para el crecimiento de bacterias que, en muchos casos, son responsables de enfermedades graves en humanos.

Sin embargo, la incidencia de enfermedades causadas por la ingesta de alimentos contaminados por virus es mucho menos frecuente, aunque no por ello menos grave. La hepatitis A y E y muchas gastroenteritis pueden estar provocadas por alimentos contaminados. La principal razón por la que la ingesta de alimentos contaminados por virus sea menos frecuente es que los alimentos no son buenos vehículos para la transmisión de virus, ya que estos únicamente se pueden multiplicar dentro de células vivas de otros organismos y no en alimentos contaminados.

La presencia de alérgenos indeseados también es debida, en la mayoría de los casos, a la contaminación cruzada. El uso de la misma línea de producción (cintas transportadoras, máquinas y utensilios) para productos de composición diferente puede provocar, si la limpieza no es adecuada, la presencia de macro o micronutrientes con efecto alérgico. Esto es especialmente importante en líneas de proceso compartidas para zumos y bebidas lácteas, y también en líneas que trabajan con cereales con y sin frutos secos.

3.2.1 El caso de la listeriosis

La intoxicación alimentaria por *Listeria monocytogenes* se produce en la mayoría de los casos debido a problemas de contaminación cruzada y tiene una elevada incidencia. En la [figura 1](#) y la [tabla 1](#) se indican las características más destacadas de esta bacteria y las condiciones en las que puede crecer.

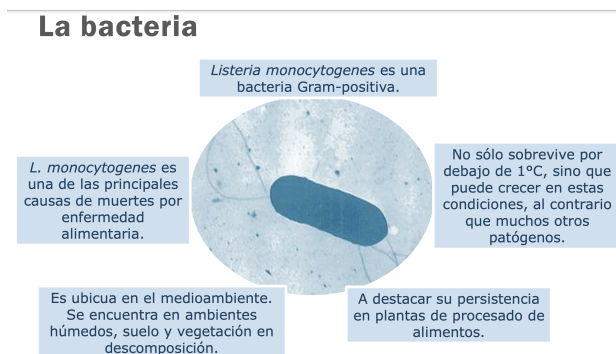


Figura 1: Principales características de *Listeria monocytogenes* como agente contaminante en las industrias agroalimentarias.

Tabla 1: Condiciones en las que puede crecer *Listeria monocytogenes*.

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	-1	30-37	45
aw	0.9	0.97	-
pH	4.0	6.0-8.0	9.6
NaCl (%)	0.5	N/A	12-16

Diferentes estudios demuestran la persistencia de *Listeria monocytogenes* en superficies de trabajo y equipos durante varios años (Unnerstad y col. 1996), (Giovannacci y col. 1999), (Senczek 2000) y (Rørvik y col. 2003).

La persistencia es una característica adquirida, determinada sobre todo por la capacidad de esta bacteria para formar biofilms y por la adaptación y desarrollo de resistencias a los desinfectantes.

La erradicación de la contaminación persistente por *Listeria monocytogenes* es difícil, pero no imposible; la aplicación de técnicas específicas de higienización, junto con medidas correctoras estructurales suele conducir a la eliminación de esta cepa.

3.3 Pautas generales para realizar una buena limpieza y desinfección

Un buen plan estructural de limpieza y desinfección que evite problemas de contaminación debe cumplir las siguientes pautas generales:

1. Control de proveedores y formación de operarios. Son necesarios adecuados controles de calidad de las materias primas y por supuesto una buena formación de los operarios que van a estar en contacto directo con los alimentos.
2. Aislamiento. Requiere un adecuado control de acceso. Se deben reforzar las barreras sanitarias alrededor de todas las instalaciones para impedir la entrada de bacterias por medio del personal desde zonas sucias a zonas limpias. El control de la contaminación cruzada por utensilios sanitarios y vestuario entre zonas críticas puede requerir el uso de códigos de colores en utensilios y vestuario.
3. Diseño. La distribución y diseño de la planta de procesado y de la maquinaria y equipos, tanto en la forma como en los materiales y acabados, deben facilitar la limpieza para evitar que se formen nichos de microorganismos.
4. Limpieza. Debe ser minuciosa, limpiando bien "lo que no se ve", eliminando las incrustaciones y si es necesario realizando un fregado manual de las zonas críticas. Es de vital importancia tener precaución con los aerosoles y evitar salpicaduras del suelo hacia cualquier superficie.
5. Desinfección. Es muy importante utilizar desinfectantes específicos y, además, alternar unos desinfectantes con otros para evitar la aparición de resistencias en determinadas bacterias.
6. Evaluación de la eficacia de la limpieza y desinfección. La evaluación de la eficacia del sistema de limpieza y desinfección requiere el muestreo de todos los entornos de producción y el establecimiento de un programa intenso de monitorización de los niveles de las bacterias más comunes en cintas, equipos y todas las áreas en contacto directo con el producto.

4 Desarrollo

En la [sección 3](#) hemos entendido la necesidad de limpiar y desinfectar. Ahora vamos a ver a qué nos referimos cuando hablamos de agentes limpiadores.

Con el término de agentes limpiadores se hace referencia al conjunto de productos químicos utilizados en la preparación de cualquier superficie para el proceso productivo, y cuyo objetivo es eliminar toda la suciedad y todos los contaminantes que pueda haber.

4.1 Principales agentes limpiadores y desinfectantes

4.1.1 Agua

El agua es el principal agente limpiador debido a su importante capacidad de arrastre y a su papel como disolvente de otros agentes limpiadores.

En cada caso es necesario establecer la conveniencia de utilizar agua potable o agua industrial, ya que la elección puede tener una repercusión importante en los costes. Además, en aquellas áreas en las que el agua tiene una gran cantidad de sales disueltas será necesario disminuir su dureza para que esta no debilite la acción de detergentes y desinfectantes.

Por otra parte, en los sistemas de limpieza automática es muy sencilla la reutilización del agua resultante del aclarado final para realizar la primera limpieza en el ciclo siguiente.

4.1.2 Detergentes

Los detergentes tienen la función de desagregar la suciedad de las superficies y mantenerla en suspensión, facilitando su dispersión y dilución en agua.

La mayoría de los detergentes son compuestos de benceno sulfonato de sodio sustituido, denominados sulfonatos de alquilbenceno lineales (LAS). Otros son compuestos de alquilbenceno sulfatos de cadena ramificada (ABS), que se degradan más lentamente que los LAS. Su naturaleza química determina la efectividad sobre los diferentes tipos de suciedades y las condiciones de aplicación más adecuadas.

En la [tabla 2](#) se indican los detergentes más adecuados para cada tipo de suciedad.

Tabla 2: Características de los detergentes más adecuados para los diferentes tipos de suciedad.

Características	Tipo de suciedad
Solubles en agua	Carbohidratos simples Sales orgánicas simples
Solubles en álcali	Grasas vegetales Grasas animales Proteína
Solubles en ácido	Depósitos minerales Algunas proteínas
Solubles en disolventes orgánicos	Aceites Grasas Ceras Ciertas fibras orgánicas

Los detergentes alcalinos son aquellos que tienen un pH comprendido entre 8 y 14. En la [figura 2](#) se muestran las principales propiedades de los detergentes alcalinos más utilizados. Debido a su efectividad con los residuos grasos y proteicos son indispensables en la industria láctea y cárnica.

Los detergentes ácidos son aquellos que tienen un pH inferior a 7. Debido a su efectividad sobre los residuos minerales y metálicos son indispensables en la industria cervecera y la industria láctea, aunque por su carácter corrosivo no pueden ser utilizados como detergentes multiuso. Entre los más utilizados se encuentran el ácido clorhídrico, nítrico, fosfórico, acético, peracético, cítrico y sulfónico (este último es muy efectivo para la eliminación de escamas en los tanques de almacenamiento, evaporadores, precalentadores, pasteurizadores y equipos similares).

	pH (1% a 20%)	Emulsionante	Dispersante	Desnaturalización de proteínas	Previene de costras	Humectante
NaOH	13.3	-	-	+++	-	-
Na ₂ O:SiO ₂ 2:1	12.8	+	++	++	-	-
Na ₂ O:SiO ₂ 1:1	12.4	++	++	-	-	-
Na ₂ CO ₃	11.5	+	+	-	-	-
NaHCO ₃	8.5	-	-	-	-	-
Na ₂ CO ₃ ·NaHCO ₃ ·2H ₂ O		-	-	-	-	-
Na ₃ PO ₄	12	+	++	-	+	-
Na ₄ P ₂ O ₇	10.25	+	+++	-	++	++
Na ₅ P ₃ O ₁₀	9.6	++	++	-	+++	+

Figura 2: Propiedades de los detergentes alcalinos más utilizados.

4.1.3 Agentes desinfectantes

Los desinfectantes son biocidas que ayudan a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control sobre microorganismos como hongos, levaduras y bacterias. Aquellos que ejercen una acción sobre los virus son identificados como virucidas.

Tanto las sustancias activas con acción biocida como los productos comerciales deben ser sometidos a una evaluación de los riesgos para la salud y el medio ambiente. Si esta evaluación es positiva, el uso de las sustancias activas debe ser aprobado a nivel comunitario, y cada estado miembro autoriza de manera separada la comercialización de los productos biocidas.

Los reglamentos de ejecución de la Comisión Europea de aprobación de sustancias activas y las decisiones de ejecución de la Comisión de no inclusión de sustancias activas se publican en el Diario Oficial de la Unión Europea (CE 2012).

A continuación se enumeran las características que debe reunir un buen desinfectante:

- Alto contenido en el principio activo.
- Estabilidad adecuada durante el transporte y almacenamiento.
- Buena solubilidad, miscibilidad y dosificación en la preparación de las diluciones habituales.
- Breves plazos de destrucción de gérmenes con bajas concentraciones y a bajas temperaturas.
- Buena acción frente a un gran número de especies de microorganismos.
- Inocuidad de los residuos y sus aguas residuales para el hombre, animales y entorno.

Los desinfectantes más comunmente utilizados en la industria alimentaria son:

Halógenos y sus compuestos. Son muy comunes para la desinfección del agua. Ejemplos: cloro, dióxido de cloro, generadores de cloro activo.

Agentes oxidantes productores de oxígeno. El peróxido de hidrógeno se utiliza en la desinfección de envases ya que no deja residuos. Los perácidos orgánicos como el ácido peracético desarrollan acción germicida tanto en solución acuosa como en fase gaseosa. Otros como el perborato sódico necesitan algún activador si la temperatura es inferior a 60 grados centígrados. Dentro de este grupo se encuentran también el ozono o el permangato potásico que puede dejar residuos en alimentos.

Aldehidos. Son muy activos incluso en presencia de residuos de suciedades. El más importante es el formaldehído.

Productos superficieactivos o ténsidos. Además de mejorar la acción de otros desinfectantes, también tienen acción antimicrobiana propia. Dentro de este grupo podemos encontrar compuestos de amonio cuaternario y ténsidos anfóteros como las betaínas.

Guanidinas. Tienen una acción débil sobre los mohos. Su pH óptimo de actuación está entre 5 y 7. Ejemplo: iminourea.

Compuestos fenólicos. Se usan sobre todo para la higiene de manos y locales ya que su elevado sabor y olor impiden su uso en los elementos de producción de alimentos.

Ácidos orgánicos halogenados. Pueden alcanzar una buena acción biocida. Ejemplos: ácido fórmico, acético, propiónico, benzoico...

Compuestos de metales pesados. Su utilización como desinfectantes ha disminuido mucho en los últimos años. En la actualidad solo tiene importancia práctica la plata.

Álcalis y ácidos. Su acción germicida se inicia a pH superior a 10 e inferior a 4.

4.1.4 *Agentes coadyuvantes*

Los agentes coadyuvantes son compuestos químicos que fijan en complejos los elementos responsables de la dureza del agua y los mantienen disueltos en esta. Actúan como ablandadores del agua, mejorando la acción de limpiadores y desinfectantes. Los más utilizados son los polifosfatos, silicatos solubles, carbonatos y perboratos.

4.1.5 *Otros agentes*

Agentes abrasivos. Se usan junto con un cepillado adecuado y enjuague con agua a presión para eliminar suciedades extremas.

Desengrasantes. Contienen alcohol o éter y disuelven restos de grasas y aceites de cualquier naturaleza.

Secuestrantes. Impiden que los minerales cristalicen, precipiten o se incrusten en los materiales con los que contactan. Los más utilizados son EDTA, polifosfatos, gluconatos, citratos o zeolitas.

Enzimas. Son sobre todo proteasas y lipasas que hidrolizan proteínas y lípidos favoreciendo su eliminación.

4.2 Principales métodos de limpieza y desinfección

En los apartados siguientes vamos a ver cuáles son los principales métodos para la limpieza y desinfección de paredes, suelos y cualquier superficie de trabajo en una industria agroalimentaria.

4.2.1 *Métodos de limpieza*

Una adecuada limpieza pasa por eliminar, en primer lugar, la suciedad más suelta y fácil de eliminar y, a continuación, aquella que está incrustada y presenta una mayor dificultad. Los principales métodos de limpieza son:

Limpieza en seco. Se utiliza para deshacerse de la suciedad suelta o fácil de eliminar. Los procedimientos de limpieza en seco más habituales son: el barrido, cepillado y la aspiración. Como método más novedoso y efectivo podemos destacar la limpieza con nieve carbónica o hielo seco, muy efectiva frente a la grasa.

Limpieza en húmedo. Requiere el uso de agua y agentes limpiadores específicos.

Limpieza con espuma. Consiste en la aplicación de un detergente en espuma y posterior enjuague con agua. Las principales ventajas son: facilita el acceso a superficies difíciles de limpiar, mejora el contacto entre el detergente y la superficie y se ven claramente las superficies tratadas.

Limpieza a presión. La limpieza a alta presión presenta, en comparación con el procedimiento de limpieza sin presión, numerosas ventajas en cuanto a rentabilidad, resultado de limpieza y respeto al medio ambiente ya que permite disminuir la temperatura del agua y la cantidad de detergente utilizado.

4.2.2 *Métodos de desinfección*

Deberán aplicarse tras realizar una adecuada limpieza. Los principales métodos de desinfección son:

Desinfección por calor. Es una de las formas más comunes y más útiles de desinfección. Requiere elevar la temperatura de la superficie o utensilio que se desinfecta a 80 grados centígrados como mínimo.

Desinfección con vapor. Se utiliza frecuentemente para la desinfección del interior de conducciones por las que circulan fluidos alimentarios. Hay que tener especial precaución cuando el vapor puede producir descascarado de la pintura, eliminación de lubricantes o condensación de agua sobre otras superficies.

Desinfección por nebulización. La desinfección de ambientes y/o superficies por vía aérea o nebulización se realiza mediante desinfectantes específicos y un equipo adecuado que se conecta a la línea de aire comprimido de la industria. Es muy apropiada para las zonas críticas de la industria y permite la eliminación de la contaminación microbiana en zonas de difícil acceso para la desinfección convencional mediante rociado o pulverización.

Desinfección por cavitación. Los equipos de desinfección por cavitación utilizan los ultrasonidos a frecuencias de entre 28 y 38 kHz, junto con agentes desinfectantes para reducir la contaminación microbiana de elementos y utensilios.

4.2.3 *Tipos de limpieza y desinfección según impliquen o no el desmontaje de los equipos*

Según si los elementos y/o componentes de los equipos se desmontan o no para su limpieza y desinfección podemos hablar de sistemas:

CIP (Cleaning In Place) o SIP (Sterilization In Place). Cuando un proceso automático garantiza una limpieza o desinfección completas sin desmontar los elementos y/o componentes del equipo.

COP (Cleaning Out Place) o SOP (Sterilization Out Place). Cuando los elementos y/o componentes del equipo se desmontan para su limpieza o desinfección.

En muchas industrias la implantación de un sistema CIP o SIP tiene numerosas ventajas, como la reducción en el consumo de agua y productos químicos, un menor tiempo de parada de la planta, una mayor seguridad para los operarios y unos mejores resultados de limpieza y desinfección.

Cualquier sistema CIP o SIP debe ser diseñado e instalado de forma muy rigurosa ya que pequeños errores en las líneas (zonas muertas, malas conexiones o superficies rugosas) pueden tener efectos o resultados desastrosos. Los elementos necesarios para asegurar una buena limpieza y/o desinfección en los sistemas CIP y/o SIP vienen determinados por lo que se conoce como el círculo de Sinner. El círculo trata de representar la complementariedad entre los elementos, de forma que si la intensidad de algún elemento disminuye es necesario aumentar la intensidad de otro. En la [figura 3](#) se muestra el círculo de Sinner.

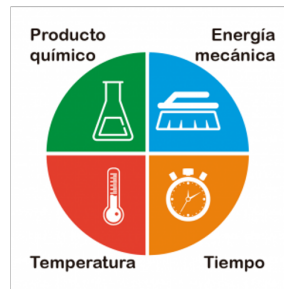


Figura 3: Círculo de Sinner con los elementos necesarios para asegurar una buena limpieza y/o desinfección en un sistema CIP o SIP.

Ejemplo de aplicación de un sistema CIP a la industria láctea.

En la industria láctea las técnicas y los equipos de limpieza han sufrido un desarrollo muy rápido en los últimos años, debido al aumento en los costes de mano de obra y otras presiones de carácter económico. Así, en la mayoría de industrias lácteas la limpieza manual ha sido reemplazada por la mecánica y en muchos casos por sistemas CIP.

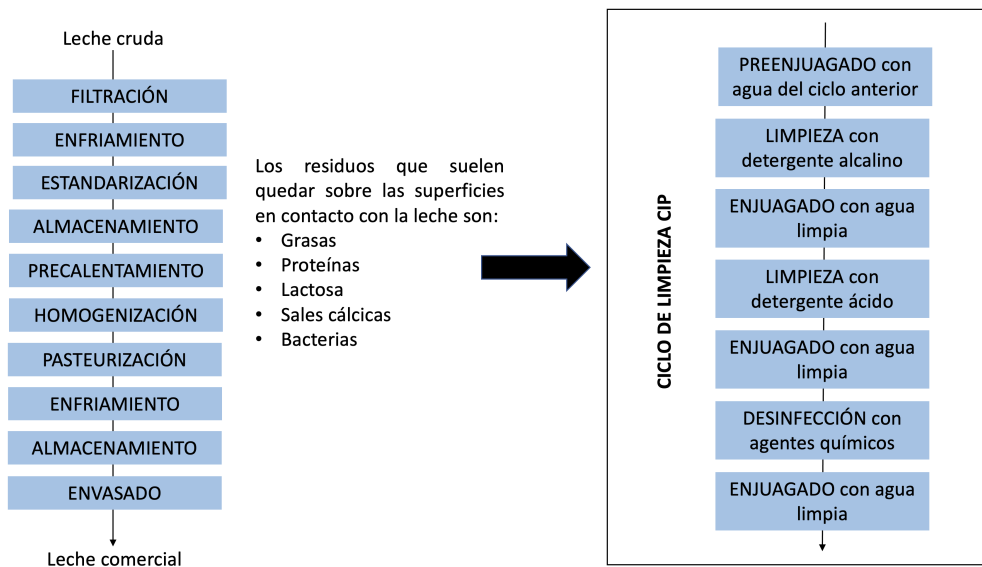


Figura 4: Diagrama de flujo del proceso de preparación de la leche comercial y propuesta de ciclo de limpieza CIP.

En la [figura 4](#) y la [figura 5](#) se muestra una propuesta de ciclo de limpieza CIP incluyendo los elementos y su distribución, en una industria láctea.

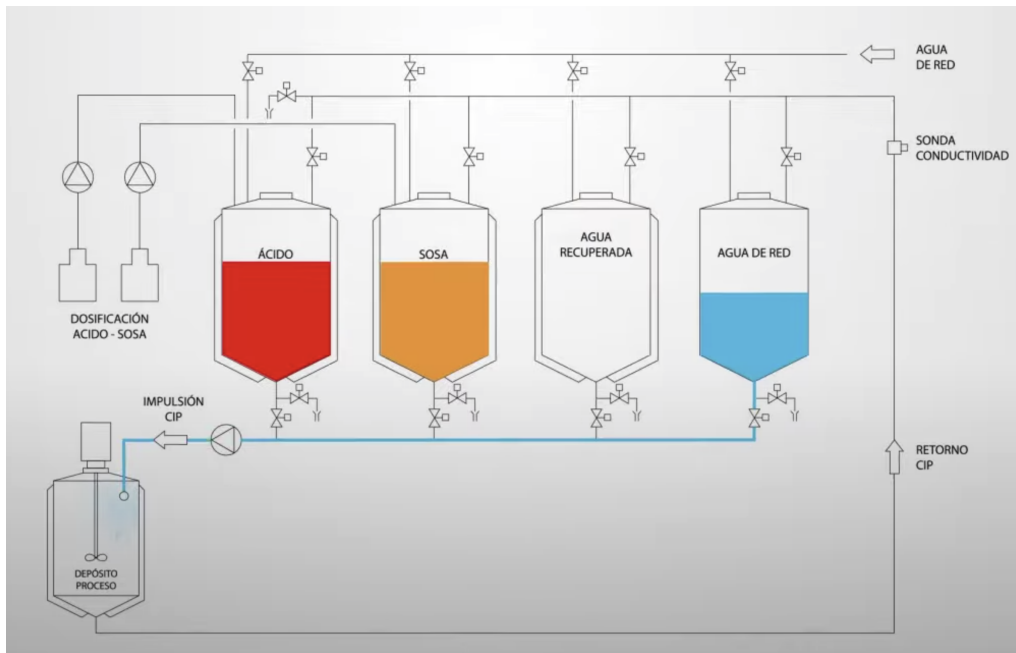


Figura 5: Elementos y distribución de un sistema CIP en una industria láctea.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto cuales son las bases para asegurar una adecuada limpieza y desinfección en las industrias agroalimentarias. Se ha dado información sobre los principales agentes químicos y métodos a utilizar según el tipo de suciedad que nos podamos encontrar. Por último se proporciona un ejemplo sobre aplicación de un sistema CIP en la industria láctea. ¡Esperamos te haya servido!

Bibliografía

- CE (2012). *Reglamento (UE) relativo al uso de los biocidas (DOUE L167/1, de 27 de junio de 2012)* (vid. pág. 5).
- Giovannacci, I. y col. (1999). "Listeria monocytogenes in pork slaughtering and cutting plants: use of RAPD, PFGE and PCR-REA for tracing and molecular epidemiology". En: *International journal of food microbiology* 53.2-3, págs. 127-140 (vid. pág. 2).
- Rørvik, L.M. y col. (2003). "Molecular epidemiological survey of Listeria monocytogenes in broilers and poultry products". En: *Journal of Applied Microbiology* 94.4, págs. 633-640 (vid. pág. 2).
- Senczek, D. (2000). "Pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) typing of Listeria strains isolated from a meat processing plant over a 2-year period". En: *International journal of food microbiology* 62.1-2, págs. 155-159 (vid. pág. 2).
- Unnerstad, H. y col. (1996). "Prolonged contamination of a dairy with Listeria monocytogenes". En: *Nederlands melk en Zuiveltijdschrift* 50.4, págs. 493-499 (vid. pág. 2).