

EL ACERO INOXIDABLE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



CEDINOX

Centro para la Investigación
y desarrollo del
Acero Inoxidable

MARIANO MARTÍN DOMÍNGUEZ

Director

CEDINOX

INDICE

1.- Introducción	3
2.- El acero inoxidable, un material higiénico	6
3.-¿Dónde se usa el acero inoxidable?	10
3.1.- Industria Láctea	10
3.2.- Industria vitivinícola y otras bebidas	12
3.3.- Industria de la cerveza	14
3.4.- Industria del aceite:	16
3.4.1.- Aceite de oliva	16
3.4.2.- Aceite de semillas	17
3.5.- Industria cárnica	20
3.6.- Industria tratamiento de conservas vegetales y zumos de fruta	24
3.7.- Industria del azúcar	28
4.- Aceros inoxidables empleados en la industria alimentaria	30
5.- ANEXO: cesión de elementos	32



Miembros Asociados CEDINOX

ACERINOX

Fabricante de bobinas y chapas laminadas en frío y caliente de acero inoxidable.

Santiago de Compostela nº 100

28035 Madrid

Tel.: (91) 398 51 00

Fax: (91) 398 51 92

INOXFIL

Fabricante de alambre e hilo de acero inoxidable.

Países Bajos, nº 11-15

08700 Igualada (Barcelona)

Tel.: (93) 805 25 00

Fax: (93) 805 23 75

PERTINOX

Fabricante de tubería soldada en acero inoxidable.

Avda. de Barcelona, nº 18

08970 San Juan Despí (Barcelona)

Tel.: (93) 373 38 94

Fax: (93) 373 26 60

ROLDAN

Fabricante de barra, ángulos y alambrón en Acero Inoxidable.

Santiago de Compostela, nº 100, 3º

28035 Madrid

Tel.: (91) 398 52 57

Fax: (91) 398 51 93

ERAMET INTERNATIONAL

33 Av. du Maine

Tour Maine Montparnasse

75755 Paris - Cedex 15

Tel.: (33 1) 45 38 42 42

Fax: (33 1) 45 38 73 48

INCO EUROPE LTD.

5th Floor, Windsor House

50, Victoria Street

London SW1H 0XB

Tel.: (44 71) 931 77 33

Fax: (44 71) 931 01 75

SAMANCOR LIMITED

88, Marshall Street / P.O. BOX 8186

Johannesburg 2001 / Johannesburg 2000

Sudáfrica

Tel.: (27 11) 491 79 11

Fax: (27 11) 491 73 68

WMC Nickel Sales Corporation

Suite 970, P.O. BOX 76

1, First Canadian Place

Toronto, Canadá M5X 1B1

Tel.: (1 416) 366 01 32

Fax: (1 416) 366 66 44

1.- INTRODUCCION

En esta exposición, vamos a tratar de desarrollar el porqué del uso del acero inoxidable en todas aquellas instalaciones y maquinarias que están en contacto con las sustancias alimenticias. Todo ello, en los procesos de elaboración, transformación, transporte y conservación de los alimentos. Pensamos que, con el fin de centrar mejor el problema a exponer, vamos a definir cuales son los objetivos principales en la elaboración de alimentos

- 1.-Impedir que las materias primas se contaminen por la acción de microorganismos.
- 2.-Eliminar, a ser posible, la mayor cantidad de microorganismos presentes en bruto.
- 3.-Prevenir el crecimiento de bacterias por medio de la disminución o aumento de la temperatura
- 4.-Favorecer el desarrollo de microorganismos específicos inofensivos y antagonistas de los nocivos, por ejemplo, en los procesos de fermentación.

Estos objetivos se pueden cumplir en gran parte, utilizando materiales que no contaminen y, a su vez, que puedan ser limpiados profundamente; ya que las bacterias aparecen, en gran parte, por el contacto de los alimentos con la maquinaria, y esto es lo que se debe tratar de evitar, empleando materiales higiénicos.

2.- EL ACERO INOXIDABLE UN MATERIAL HIGIENICO

Aunque no exista una definición cuantitativa en la higiene de un material, creemos que se puede intentar una definición paramétrica, al menos desde un punto de vista cualitativo.

Consideramos que un material es higiénico cuando presenta las siguientes características adecuadamente coordinadas:

- Elevada resistencia a la corrosión
- Superficie totalmente compacta
- Elevada resistencia a choques y a tensiones mecánicas
- Elevada resistencia a variaciones térmicas
- Ausencia de frágiles recubrimientos protectores de fácil deterioro
- Optima capacidad de limpieza y, en consecuencia, elevado grado de eliminación de bacteria.

Si consideramos los aceros inoxidable desde el punto de vista anterior, veremos que sus propiedades coinciden con las especificaciones estipuladas. De hecho, en lo que se refiere a la superficie totalmente compacta, la resistencia mecánica (a choques y continuas tensiones), y la resistencia a variaciones térmicas bruscas, los aceros inoxidable poseen tales características, ya que son aleaciones ferrosas con cualidades de resistencia elevadas.

En cuanto a la falta de un recubrimiento protector, el acero inoxidable tiene la particularidad de que en estado pasivado se encuentra recubierto de una capa protectora extremadamente delgada, invisible y de una gran estabilidad; esta capa posee la propiedad esencial de autorepararse espontáneamente si recibe algún daño, lo que permite que las manufacturas tengan un acabado estable, resistente y de fácil reposición sin variar las características anteriores. Esto la distingue de los revestimientos protectores tales como pinturas, barnices, esmaltes, recubrimientos metálicos, etc. en los que cualquier daño local quedará permanentemente.

La resistencia a la corrosión, típica de estos materiales, actúa de dos formas:

- a.- **Por un lado, permite que los aceros inoxidable no se corroan en presencia de sustancias alimenticias, por lo tanto, los valores de cesión de partículas o elementos son insignificantes, lo cual garantiza la no toxicidad de las sustancias alimenticias, y la conservación de todas las propiedades organolépticas (sabor, olor, color, etc.)**

La cesión de elementos metálicos es tanto menor cuanto más liso es el acabado de la pared y menor la relación entre la superficie de contacto y el volumen del alimento contenido entre las paredes.



En la tabla I vemos los valores típicos de la rugosidad de los acabados más usuales en aceros inoxidable.

Tabla I

Rugosidad típica de diversos acabados de Acero Inoxidable	
ACABADO	RUGOSIDAD MICRAS
2D	0'14
2B	0'08
BA	0'04

En la tabla II podemos observar diversos valores de la relación superficie/volumen de los diversos productos alimenticios en contacto con paredes de acero inoxidable.

Tabla II

Relación de superficie bañada/volumen de líquido para ciertos tipos de recipientes de Acero Inoxidable con sustancias alimenticias		
RECIPIENTE	CAPACIDAD (HI)	SUPERFICIE/VOLUMEN(CM ⁻¹)
Agua Mineral	1.000	0'011
Cerveza	250	0'0252
Leche	10	0'055
Leche	300	0'02
Vino	500	0'016
Vino	1.000	0'0131

b.- Por otro lado, permite que se empleen medios de lavado y descontaminación, aunque estos sean muy enérgicos.

Diversos investigadores han realizado pruebas para examinar de forma comparativa, el comportamiento de superficies realizadas con cristal, porcelana, materiales plásticos, aluminio y acero inoxidable del tipo 304.

Las superficies de las muestras se contaminaron con diferentes colonias de bacterias, y a continuación se han determinado los coeficientes de descontaminación de estos materiales, valorando la cantidad porcentual de bacteria eliminada tras un ciclo de limpieza standard, representado por un lavado y enjuagado.

Tabla III

Coeficiente porcentual de eliminación de cinco tipos de bacteria en superficies nuevas con distintos materiales sometidos a un lavado con detergentes y un enjuagado bajo una temperatura de 70°C.					
MATERIAL	MICROCOCCUS AUREUS	BACILUS SUBTILIS	STREPTOCOCCUS FAECALIS	PSEUDOMONAS AERUGINOSA	ESCHERICHIA COLI
Vidrio	99	99	99	99	99
Porcelana	98	98'5	99	99	99
Acero Inox.	97	93	99	99	99
Plástico A	91	94'5	96	95	97
Plástico B	75	98	98	98	98
Plástico C	81	97'5	99	97	97
Plástico D	56	88	91	98	97
Aluminio	66	91	95	76	90

En la tabla IV se muestran los coeficientes de eliminación obtenidos en las mismas condiciones anteriores, pero en superficies usadas, empleando como medio contaminante el micrococcus aureus, cultivado en áreas que presentaban depósitos de distintas sustancias orgánicas.

Tabla IV

Coeficiente porcentual de eliminación del "micrococcus aureus" cultivado en superficies usadas de distintos materiales que representaban depósitos de leche y aceite, y que fueron sometidos a un lavado con detergente y a un enjuagado a temperatura de 70°C.		
MATERIAL	DEPOSITO DE LECHE	DEPOSITO DE ACEITE
Acero Inoxidable	99	99
Cristal	99	99
Porcelana	99	99
Plástico F	98	99
Plástico C	97	98
Plástico A	96	97
Plástico D	95	88

Pensamos que los datos expuestos dan un valor inestimable al acero inoxidable como material higiénico. Como ratificación exponemos algunos de los requisitos que deben cumplir los materiales para maquinaria según los reglamentos USA:

- La maquinaria tiene que construirse con un material resistente a la herrumbre, como el acero inoxidable AISI 304, o el plástico homologado por la comisión de inspección veterinaria. El metal recubierto de cinc, aunque se acepta en algunas máquinas, no es muy aconsejable, ya que no resiste suficientemente la acción corrosiva de los productos alimenticios y de los detergentes empleados en la limpieza.



- No es aceptable una maquinaria con la superficie barnizada, en las partes en contacto con los alimentos.
- Para la manipulación y preparación de los productos alimenticios no es aceptable el empleo de recipientes o máquinas de hierro esmaltado o vitrificado.
- Los materiales plásticos y los recubiertos de resina deben ser resistentes a la abrasión y al calor, tienen que ser indestructibles, no tóxicos y no deben ceder elementos al producto o a sus derivados.

En los países escandinavos el punto (a) es más rígido que el reglamento de USA, ya que especifica que los materiales deben resistir temperaturas de al menos 130°C, la limpieza y desinfección, los ácidos inorgánicos y las bases, los ácidos orgánicos, el cloro y otros productos fuertemente oxidantes, los cuales, de hecho, atacan a cualquier material a excepción del acero inoxidable.

Por último, el Manual de Medicina Naval Preventiva de USA, en su sección II, artículo 1.18, establece con relación a los recubrimientos metálicos:

- Están prohibidos los utensilios o contenedores de cobre o con baño de cadmio, de metal galvanizado o esmaltado.
- Los utensilios esmaltados han causado envenenamiento por antimonio, debido a su astillado.
- El envenenamiento por zinc puede resultar cuando se preparan alimentos o comidas ácidas en utensilios galvanizados.

3.- ¿Dónde se usa el Acero Inoxidable?

Una vez analizado el porqué del uso del acero inoxidable, nos centraremos en las principales industrias donde se utiliza este material en grandes cantidades.

Normalmente este uso ha sido avalado por las diversas legislaciones existentes en los países desarrollados.

En nuestro caso, nos vamos a ceñir a las siguientes industrias:

- 3.1.- Industria Láctea**
- 3.2.- Industria vitivinícola y otras bebidas**
- 3.3.- Industria cervecera**
- 3.4.- Industria del aceite**
- 3.5.- Industria cárnica**
- 3.6.- Industria para el tratamiento de frutas y vegetales**
- 3.7.- Industria azucarera**

3.1. INDUSTRIA LACTEA

Dentro de este tipo de industria, las fases en que se utiliza acero inoxidable son, principalmente tres:

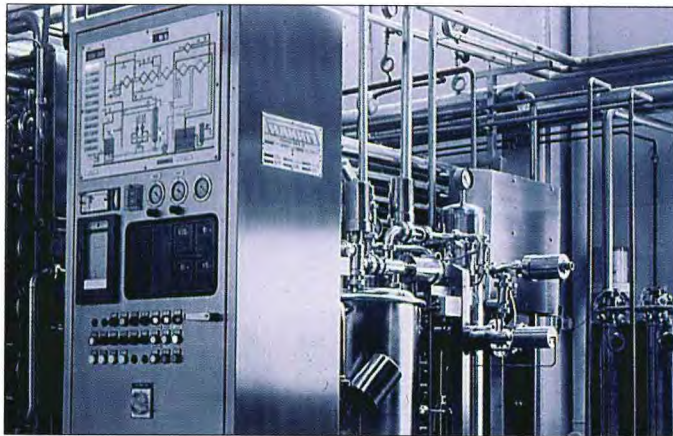
- 3.1.1.-**El ordeñado de la vaca en el establo; la refrigeración; recogida y el transporte de la leche.
- 3.1.2.-**El almacenamiento en las centrales lecheras con su elaboración final.
- 3.1.3.-**La producción de mantequilla y queso.

3.1.1.-Cuando la leche sale de la ubre de la vaca a una temperatura de 36°C, ésta debe ser refrigerada a 4°C (con el fin de bloquear la carga bacteriana) y posteriormente ser trasladada en cisternas isotérmicas donde la temperatura se mantendrá también a 4°C.

Tanto los accesorios del puesto de ordeño, tales como tuberías, grifos, etc., como el depósito refrigerante y la cisterna son de acero inoxidable AISI 304. Los acabados que se utilizan generalmente para estos útiles suelen ser acabado pulido en su parte interior y un acabado esmerilado en su parte exterior.

3.1.2.-El almacenamiento de la leche en la central se realiza en depósitos que suelen estar al aire libre; sus capacidades oscilan entre los 1.000-1.500 Hl, y están fabricados con acero inoxidable AISI 304.

A partir de estos depósitos el flujo de la leche por la central es continuo a través de tubos de acero inoxidable que impidan la formación de residuos, salvaguardando de este modo la higiene en todo el ciclo de transformación.



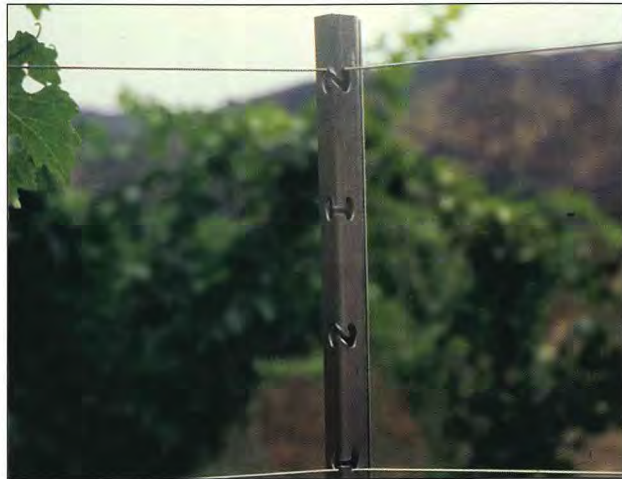
El proceso de pasteurización se lleva a cabo a través de cambiadores de calor con disposición en placas o en tubos. En el caso de cambiadores de placas, se emplea con frecuencia el AISI 316, más resistente a la corrosión bajo tensión que el AISI 304, ello es importante puesto que se da la posibilidad de este tipo de corrosión debido a las temperaturas elevadas que pueden alcanzarse y a la presencia de ácido láctico o de productos desinfectantes.

3.1.3.-Para la producción de mantequilla se emplea normalmente desnatadoras con centrifugado que presentan rotores de acero inoxidable martensítico del tipo 431, o bien austeno-ferrítico del tipo AISI 329. Los depósitos, tuberías y válvulas, junto con las máquinas para el tratamiento y su confección en paquetes, son también de acero inoxidable.

En la producción de los quesos frescos y curados la selección de los tipos de acero inoxidable depende principalmente del tipo de queso tratado. En el caso de los quesos dulces se emplean instalaciones de acero tipo AISI 304; por el contrario, el AISI 316 se emplea con frecuencia para la construcción de maquinarias e instalaciones destinadas al tratamiento de quesos salados por la mayor resistencia de este tipo de acero al ataque por cloruros.

Para la producción de yogurt se utilizan instalaciones de AISI 304, empleándose también con frecuencia en la producción de yogurt aromatizado containers realizados con AISI 316. Estos containers se usan para el transporte en condiciones de esterilidad de los concentrados de fruta desde los lugares de producción hasta los centros de elaboración.

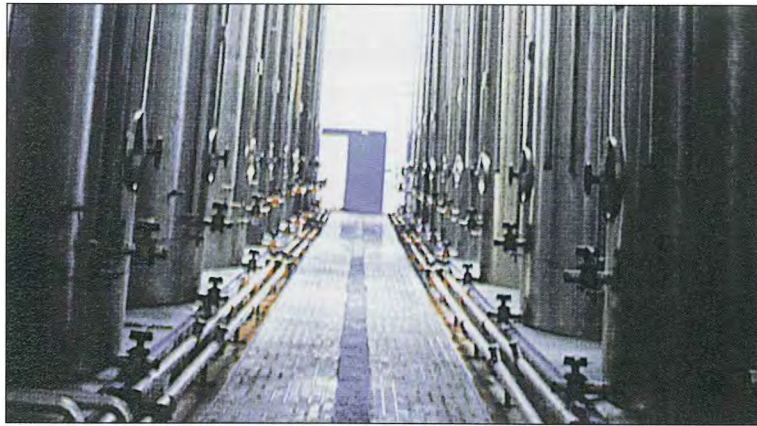
3.2.- INDUSTRIA VITIVINICOLA Y OTRAS BEBIDAS



Dentro de la industria vitivinícola podemos distinguir dos fases; la primera incluye la manipulación de la uva, de los mostos y su fermentación para la obtención del vino. La segunda está en relación, sobre todo, con los depósitos para la conservación y el embotellado de los vinos.

En la primera fase se emplean máquinas como las pisadoras, las fermentadoras y los cambiadores de calor, en las que se utiliza con frecuencia el acero inoxidable tipo AISI 304. Cuando las condiciones de funcionamiento son muy duras, por ejemplo en el tratamiento del mosto, que presentan cantidades notables de anhídrido sulfuroso (algunos miles de mg/dm^3) y que hay que someter a temperaturas muy elevadas se elige el acero inoxidable tipo AISI 316.

En la fabricación de depósitos se emplean los tipos AISI 304 y 316, la elección de uno u otro tipo está en relación con la cantidad de anhídrido sulfuroso presente en el vino y en el ambiente en que está instalado el depósito. Una solución que se toma con frecuencia para los depósitos que puedan contener vino con excesivas cantidad de anhídrico sulfuroso es construir la tapa superior y las virolas superiores en AISI 316 y las partes restantes en AISI 304.



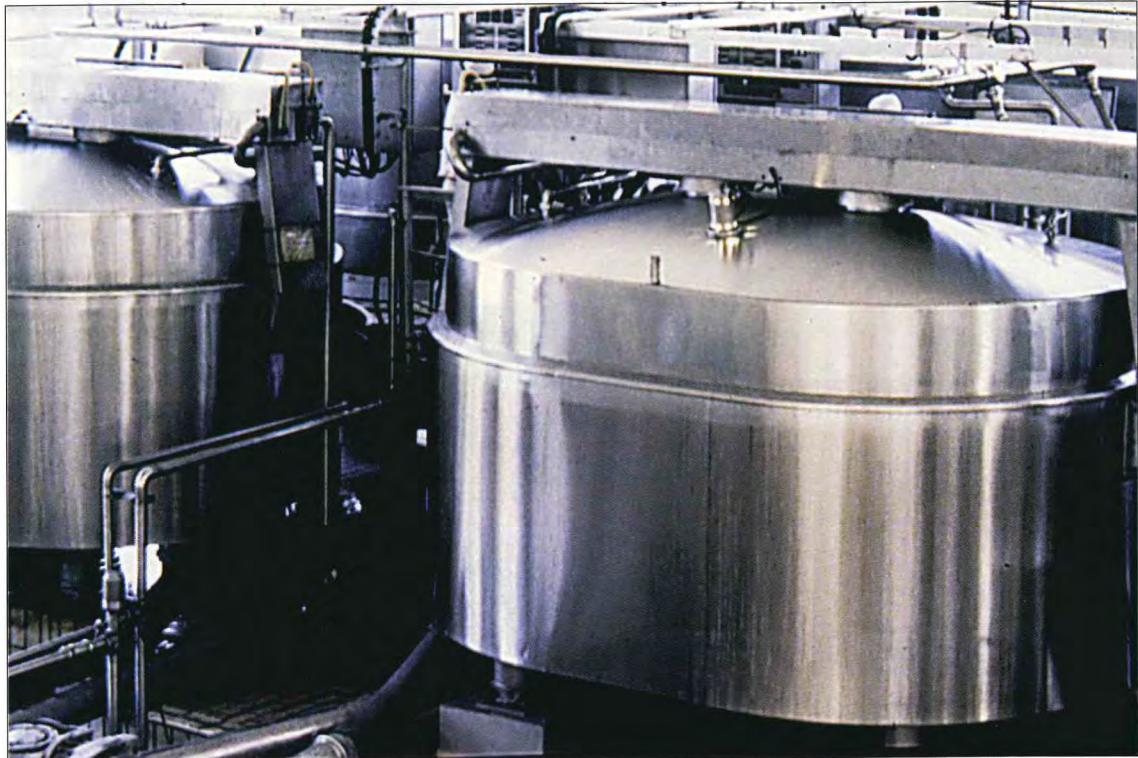
Los espesores con los que se fabrican estos depósitos suelen oscilar entre 2mm para el techo (o 1'5 mm en los depósitos con capacidad inferior a los 1.000 HI), y de 3mm para la base (o de 2mm para capacidades inferiores a los 1.000HI); las paredes están construidas generalmente con virolas que tienen un espesor del orden de 3mm en la base, este espesor va disminuyendo hasta valores de 1'5mm en las virolas de la parte superior.

La cantidad de acero inoxidable empleada varía desde 3Kg/HI, aproximadamente para los depósitos de capacidad limitada (hasta 300HI), hasta 1'55 Kg/HI para los que tienen una capacidad de varios miles de HIs.

En el caso del alcohol y de los licores con elevado contenido alcohólico se siguen criterios diferentes en cuanto a la selección de los aceros inoxidables.

El alcohol es, por lo general, menos agresivo que el vino en relación con los materiales metálicos, por ello se emplea normalmente el AISI 304. En el caso de los licores, y muy particularmente el coñac, licor que es muy sensible, desde un punto de vista organoléptico, a las migraciones incluso de pequeñas cantidades de hierro, por lo que se prefiere el uso de AISI 316. El mismo material se emplea en la construcción de instalaciones para la destilación y extracción de sustancias aromáticas vegetales utilizadas en la elaboración de licores alcohólicos.

3.3.- INDUSTRIA DE LA CERVEZA



En la producción de cerveza, desde el punto de vista de las instalaciones, pueden identificarse tres fases diferentes:

- a.- La mezcla de los compuestos de base y la cocción.
- b.- La fermentación del mosto y la maduración.
- c.- Depósitos de los productos acabados.

En la primera fase del proceso se distinguen, principalmente, tres tipos de aparatos: Las cubas de mezcla que generalmente son dos y cuya capacidad total corresponde a la de la caldera. La caldera de sanificación, constituida por un recipiente cuya capacidad varía desde 400 Hl hasta 800Hl; su diseño es adecuado para calentar uniformemente la mezcla por medio del vapor que circula por un intersticio exterior. Y la caldera de aromatización, semejante a la anterior, en la que se agrega el lúpulo y se termina el ciclo de fabricación.

En la tabla V se presentan los tipos de acero inoxidable utilizado en las distintas partes de una instalación para la producción de cerveza.



Tabla V

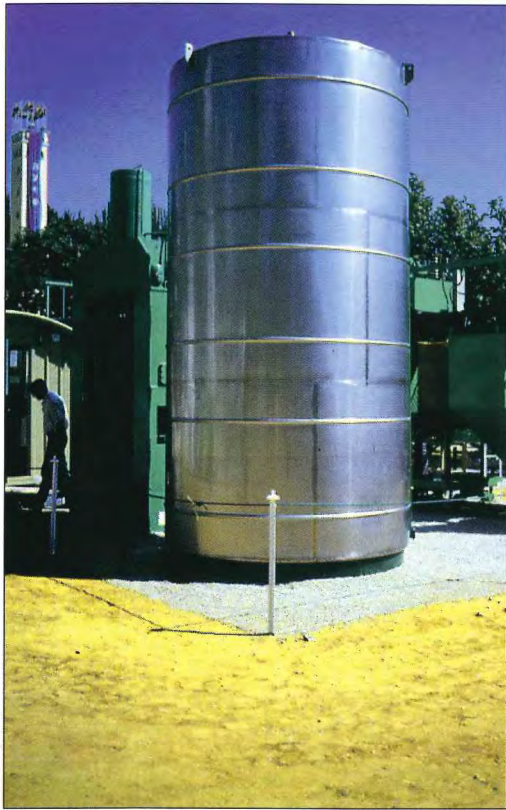
Tipos de aceros inoxidables empleados en la construcción de instalaciones para producción de cerveza.			
DESCRIPCION	MATERIAL	ESPEJOR DE CHAPAS (mm)	DIMENSIONES DE LA INSTAL.(mts)
Cubas de mezcla	AISI 304	2	Diámetro 5'6/Altura 2'5
Cubas de filtración	AISI 304	2	2'5 x 7'0 x 2'
Caldera	AISI 304	2 en placas	Diámetro 5'6/Altura 2'5
Depósitos Pulmón	AISI 304	2'5	Diámetro 2'5
Caldera de aromatización con lúpulo 800 HI	AISI 304	2 en placas	3'0 x 3'0 x 10

En la fase de fermentación, los procesos que se realizan prevén el empleo de depósitos cerrados con poca presión (0'6-1 atmósfera) contruidos con AISI 304, que se utiliza en ciertas ocasiones como material de chapado. La tercera fase del proceso, de acondicionamiento y de depósito, prevén la maduración de la cerveza a una temperatura a 0°C y bajo una ligera sobrepresión de forma que pueda enriquecerse con anhídrido carbónico. Esta fase se desarrolla en depósitos cilíndricos horizontales de dimensiones considerables, de 600-1.000 HI. de capacidad e incluso de 5.000 HI, cada uno unidos a una red de tuberías para la carga y descarga de la cerveza.

Estos depósitos, contruidos en acero inoxidable AISI 304, están recubiertos en su parte exterior por una camisa refrigerante con circulación de gases para mantener la cerveza a baja temperatura.

En la fase de distribución de la cerveza se utilizan también barriles bajo presión, realizados con AISI 304.

3.4.- INDUSTRIA DEL ACEITE



En este tipo de industria vamos a realizar dos clasificaciones; la primera es la extracción y el tratamiento del aceite de oliva; y la segunda la extracción de los aceites de semilla (cacahuete, maíz, girasol, soja, lino, etc.) ya que los tratamientos difieren entre sí.

3.4.1.- Extracción y tratamiento del aceite de oliva

Las aceitunas son trituradas por medio de almazaras tradicionales o bien por trituradoras mecánicas de martillo hasta llegar al grado de finura deseado. Tras la trituración se procede al “amasado” que tiene la finalidad de mejorar la desintegración de las aceitunas, y la homogeneización de la masa, de esta forma se facilita la liberación de las partículas de aceite y su agregación en masas más consistentes. La pasta amasada tras su dilución con agua templada, se envía a un extractor que separa el aceite bruto del agua y otros residuos.

En una fase posterior, el aceite en bruto se envía a un separador centrífugo que lo libera de las sustancias mucilaginosas y de los pequeños residuos de agua que todavía quedaban. Las aguas a su vez se tratan en otros separadores centrífugos para recuperar las partes de aceite todavía útiles. Por último, se pasa a una fase de refinado o rectificación del aceite que aún conserva una elevada acidez.

En la tabla VI se relacionan las diversas partes de las instalaciones con los aceros inoxidables empleados en su realización. Además de los apartados mencionados en dicha tabla, se realizan con aceros inoxidables del tipo AISI 304 y aisi 430:

- Máquinas para el lavado preparatorio de la aceitunas
- Depósitos para los líquidos oleosos.
- Recipientes para las operaciones de dosificación.
- Contenedores para la descarga de los sedimentos.

3.4.2.-Extracción de los aceites de semilla

Esta operación se lleva a cabo por medio de laminadores que, triturando las semillas, producen las pastas que se someten posteriormente a procesos de calentamiento y centrifugación para separar las pulpas útiles del orujo exprimido. Por último, se somete la pasta a tratamientos fisicoquímicos de refinado o de rectificación que se dividen en fases consecutivas, pudiéndose sintetizar cada una de las cuales en un tratamiento específico.

- a.- Un tratamiento preliminar de los aceites con ácidos orgánicos o inorgánicos (ácido fosfórico o sulfúrico). De este modo se separan todas las sustancias mucilaginosas residuales.

Tabla VI

Partes de una instalación para la producción de aceite de oliva, realizadas con acero inoxidable					
FASES DEL PROCESO E INSTALACIONES	AISI 304	AISI 316	AISI 430	AISI 410	AISI 416
Almazara	Chapas		Chapas		
Amasadora (Caja interior hélices palos rotativos) Ejes y tuercas	Chapas Barras Barras		Chapas Barras		Barras Barras
Extractor centrifugado Tambor rotativo Arandelas Revestimiento Arbol rotativo	Chapas Chapas Chapas Chapas	Chapas Chapas Chapas Chapas			
Separador centrifugado Disco tronco cónicos Tambor Arbol tambor Partes rotativas Cubierta exterior	Discos Fundición Barras Barras Flejes	Discos Fundición Barras Barras Flejes	Discos Barras Barras	Barras Barras	Barras Barras

- b.- Un tratamiento de neutralización para eliminar la acidez restante, se lleva a cabo en instalaciones continuas por medio de aparatos de centrifugación que separan la parte jabonosa del aceite. Se emplea sosa cáustica.
- c.- Un tratamiento de decoloración: su finalidad es la de dar claridad y brillantez al aceite. Se emplean tierras decolorantes en procesos al vacío, por medio de ciclos continuos o discontinuos. Cuando los aceites se han desprendido de las sustancias mucilaginosas, las condiciones de funcionamiento son menos duras.
- d.- Un tratamiento de desodorización; que consiste en eliminar todas las sustancias de olor desagradable que se encuentran en las partes insaponificables de la grasa (cetonas, aldehidos).
- e.- Tratamiento de hidrogenización que se divide en las siguientes fases:
 - Introducción en el reactor
 - Desgaseado y deshidratado
 - Hidrogenado por medio de un catalizador de níquel
 - Enfriamiento
 - Descarga y filtrado con recuperación del catalizador

En estos tratamientos de refinación e hidratación, entran en juego distintos parámetros que condicionan la selección de los materiales empleados en la construcción de las instalaciones.

La temperatura desempeña un papel muy importante, y varía desde 90/110°C aproximadamente en la fase de decoloración a 220/240°C en la desodorización en proceso continuo.

El uso de disolventes y aditivos como el ácido sulfúrico y el ácido fosfórico, junto con las condiciones elevadas de temperatura, aconsejan el empleo de AISI 316.

La tabla VII recoge de forma sintética los materiales utilizados en la construcción de instalaciones.

Como puede observarse, el acero inoxidable AISI 316 se reserva para las partes más "críticas" de la instalación y para las fases más duras del tratamiento, donde la materia prima tiene todavía una tasa elevada de acidez y donde se emplean aditivos y disolventes enormemente corrosivos.

También se emplean la solución mixta AISI 304-AISI 316, para evitar las corrosiones por picadura en las zonas de condensación del vapor, las partes superiores de los reactores, autoclaves y de otros depósitos son de acero inoxidable AISI 316; por el contrario, las partes inferiores se construyen con AISI 304.

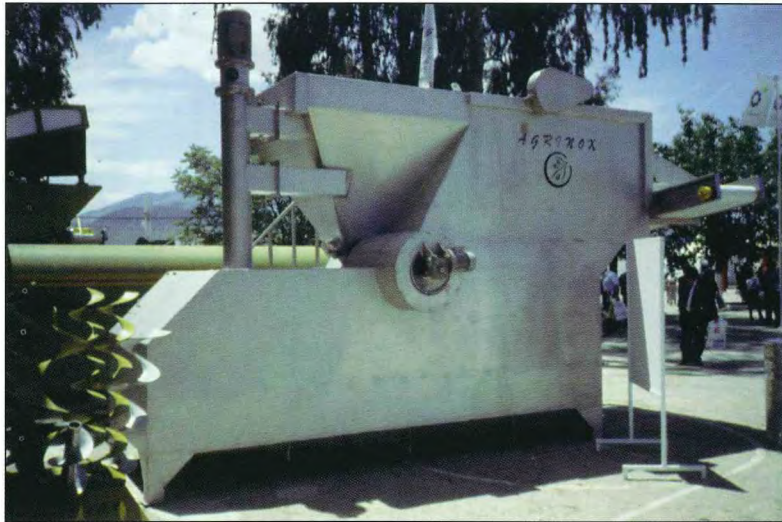
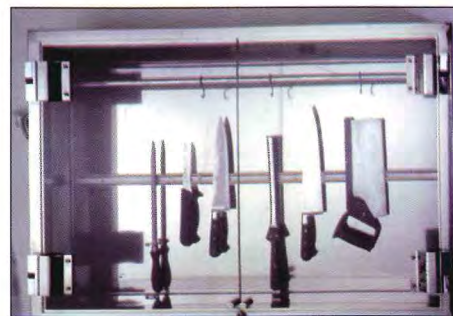
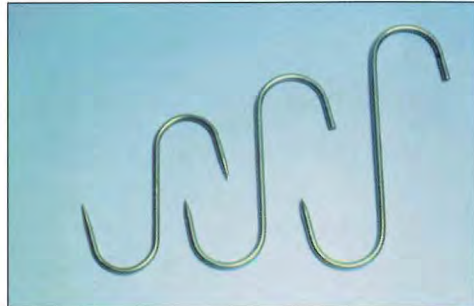


Tabla VII

Selección de materiales para los diversos tratamientos.			
FASES DEL PROCESO	TEMPERATURA	ADITIVOS DISOLVENTES	MATERIALES
Tratamientos preliminares	Baja	$\text{SO}_4\text{H}_2/\text{PO}_4\text{H}_3$	Monel
Decoloracion	90/110	Tierras decolorantes	AISI 304
Desodorización	235/260	—	AISI 304/316
Hidrogenación	180/250	SO_4NI	AISI 304/316
Recuperación de disolventes	95	—	AISI 316
Eliminación de sustancias gaseosas	95	—	AISI 316
Refinado físico hidrólisis y escisión	200/250	Vapor	AISI 316

3.3.- INDUSTRIA CARNICA



El matadero es una instalación que, en primer lugar, debe garantizar la higiene de las operaciones que se desarrollan en él y facilitar, asegurar, sistematizar y acelerar la inspección veterinaria. La salud de los ciudadanos es un bien que hay que proteger.

En segundo lugar, el matadero tiene que ser un instrumento eficaz de valoración, dando por tanto, la posibilidad de ofrecer carne de alta calidad, compatible con la ya intrínseca de los animales sacrificados; carnes limpias, no contaminadas, bien presentadas, de fácil conservación, sin desperdiciar nada del animal proveedor.

En general, una instalación moderna de un matadero permite las siguientes operaciones:

- Muerte del animal.
- Alzamiento del animal muerto, previa lazada con una cadena a la pezuña del miembro posterior derecho.
- Desangrado del animal.
- Corte de cuernos, cabeza y pezuñas.
- Desollamiento manual o automático.
- Separación y transporte del cuerpo del animal en elevadores o en cintas transportadoras.
- Extracción de vísceras abdominales.

- Extracción de vísceras torácicas
- Inspección sanitaria
- Despieze de la res con hacha o sierra
- Ducha
- Peso
- Introducción en el túnel para pre-refrigeración
- Traslado de las piezas a las cámaras de conservación

Este ciclo operativo de un matadero permite la obtención de:

- a.-Productos valiosos que constituyen el principal objetivo de la elaboración.
- b.-Subproductos que pueden hacerse valiosos a través de sucesivas elaboraciones en el mismo matadero.
- c.-Y, finalmente, subproductos de escaso o nulo valor comercial, o de costo excesivo para la recuperación.

Vemos por tanto, que hay varios y complejos problemas ligados a las operaciones que se realizan en un matadero; para que pueda satisfacer los requisitos necesarios de higiene, ya que la contaminación de la carne puede ocurrir después de la muerte del animal, en las fases de desangrado, corte, transporte y almacenamiento.

Los portadores fundamentales de la contaminación de la carne son, en general, los instrumentos de matanza, los suelos de los locales donde se elaboran las carnes, el agua y las manos.

Luego, uno de los principales problemas es, sin duda, la selección de los materiales adecuados que aseguren, con un costo económicamente accesible, una instalación con buenos resultados tecnológicos, una duración suficiente y que responda a los requisitos higiénicos indispensables en los lugares donde se producen o elaboran sustancias alimenticias.

La mayor parte de las normas sanitarias en los países desarrollados hacen hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Los suelos deben construirse con materiales impermeables, de fácil lavado y desinfección, y no corroibles.
- Las paredes deben ser lisas, revestidas o barnizadas con materiales lavables.
- El transporte de los animales colgados se realizará a través de soportes metálicos, fabricados con material inalterable.
- La maquinaria, los utensilios de trabajo, y sobre todo, los recipientes de recogida de la sangre, tripas, etc., deben ser, así mismo, de material inalterable, de fácil lavado y desinfección.
- Los embalajes deben responder a todas las normas higiénicas y, en particular, deben ser de tal forma que:
 - No transmitan a las carnes sustancias nocivas para la salud humana.
 - Sean suficientemente sólidos como para garantizar una protección eficaz de la carne durante el transporte y manipulación.



También se establece la prohibición de volver a utilizar los embalajes una vez empleados, salvo en los casos en que estén fabricados con materiales resistentes a la corrosión y de fácil lavado; de donde se deduce claramente que resulta ventajoso emplear contenedores recuperables y de fácil mantenimiento para poder utilizarlos las veces que se quiera.

Como se puede apreciar, la mayor parte de las normas no indican la vinculación a un material determinado, pero establecen que el material debe poseer:

- Resistencia a la corrosión
- No alteración
- Fácil mantenimiento

La alusión al acero inoxidable es inmediata, ya que el empleo adecuado de este material ofrece ventajas fundamentales en la gestión de los mataderos como es la máxima higiene y duración, en contraste con los recubrimientos protectores que, aún siendo de calidad óptima, pierden con el tiempo sus cualidades iniciales y se deterioran con los golpes y roces que sufren diariamente, mientras que el acero inoxidable se mantiene siempre inalterable, sin perder sus características. ya que estas son propias de toda la masa y no sólo de la superficie.

El uso de los aceros inoxidables en una instalación de mataderos puede sintetizarse de la forma que se expone en la tabla VIII.

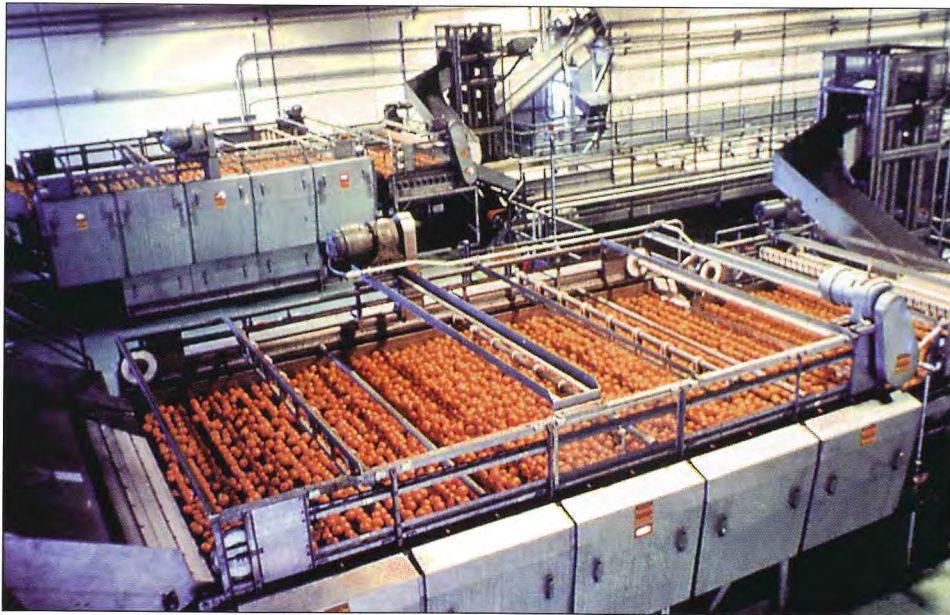
Por último, es necesario considerar que la salud humana no tiene precio, y en las actividades en que se manipulan productos alimenticios, todo gasto, aunque relativamente gravosos, está justificado mientras estén a salvo la higiene y la salubridad de la producción.



Tabla VIII

Utiles y maquinaria de una instalación de matadero donde se usa el Acero Inoxidable				
FASES DEL PROCESO	420	304	301	316
Cuchillos e instrumentos de corte	SI			
Cuchillas rotantes para triturar carne	SI			
Ganchos y garfios para enganche de los cuartos	SI			
Carros transportadores	SI	SI		
Mesas y bancos de trabajo para la sección de preparación de la carne		SI		
Contenedores para limpieza de tripas		SI		
Cintas transportadoras		—	SI	
Recubrimientos de paredes		SI		
Puertas de las cámaras de refrigeración		SI		
Contenedores de sangre				SI
Aparatos para la salación de la carne				SI

3.6.- INDUSTRIA TRATAMIENTO CONSERVAS VEGETALES Y ZUMO DE FRUTAS



Instalaciones

Para el tratamiento de la fruta y las hortalizas existen múltiples tipos de instalaciones que se diferencian entre sí por el producto tratado y por el tipo de elaboración del mismo. Es evidente que la forma de proceder será distinta a la hora de obtener una conserva de tomate, una confitura de cerezas o melocotón en almíbar.

Los distintos tipos de elaboración se basan en procesos muy diversos, pero, en sustancia, presentan ciertas fases en común:

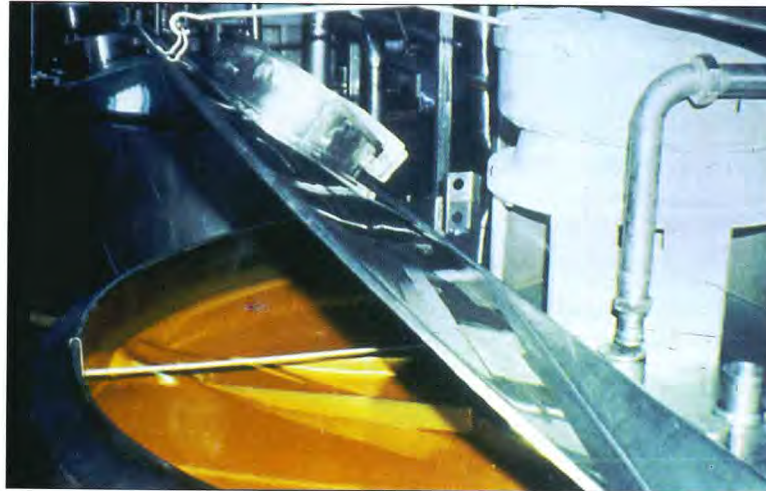
- Lavado del producto que habrá que someterse a tratamiento
- Selección de las frutas y las hortalizas
- Tratamiento del producto
- Pasteurización
- Dosificación y elaboración del producto final

En todas estas instalaciones los aparatos que están en contacto directo con el producto en fase de tratamiento son de acero inoxidable, generalmente AISI 304 o AISI 316, según el tipo de fruta u hortaliza tratado, y según las condiciones de temperatura y tratamiento. De hecho, en las partes que alcanzan temperaturas más elevadas, como en el caso de los concentradores se emplea con frecuencia el AISI 316, principalmente en el tratamiento de ciertos tipos de frutas y hortalizas que puedan resultar especialmente agresivas.

A título de ejemplo, mencionaremos las instalaciones para el tratamiento del tomate y para su concentración en conserva. Con relación a las fases anteriormente citadas, de las cuales omitimos el lavado y selección de los tomates, poco interesantes desde el punto de vista de la selección de los materiales, la fase de tratamiento de las conservas puede subdividirse, con respecto a las instalaciones empleadas en:

- a.- Trituración de los tomates
- b.- Calentamiento del producto triturado
- c.- Tamizado el producto triturado para eliminar las pieles, las semillas y las partes fibrosas, y obtener un jugo ligero.





En estas fases, las partes que están en contacto con el producto en transformación están realizadas con AISI 304.

- d.- Concentración del jugo, que puede llevarse a cabo en distintos tipos de aparatos.
- e.- Recogida del producto concentrado en un recipiente, normalmente de AISI 304.
- f.- Pasteurización del producto concentrado, realizada, por lo general, en instalaciones de AISI 316.
- g.- Enlatado del producto y enfriamiento posterior de las latas, también en esta fase las partes de la instalación que están en contacto con el producto concentrado son de AISI 304.

En los casos específicos de la producción y tratamiento de los zumos de fruta se recomienda el AISI 316, que es el tipo de acero inoxidable que más se emplea. De hecho, los zumos de fruta contienen agua, azúcares, vitaminas (principalmente A,B,C) sales minerales, enzimas y tanino, pero además, ácidos orgánicos como el tartárico, el málico, el cítrico, el salicílico, el tánico y el acético.

La tendencia actual en cuanto a la esterilización de los zumos prevee la operación de pasteurización con temperaturas elevadas, confiando en que la presencia de ácidos orgánicos en los mismos zumos actúe como bactericida. No obstante, subsiste todavía la costumbre de utilizar anhídrido sulfuroso como agente contra la fermentación.

Todas estas razones confirman la necesidad de emplear el AISI 316 en las distintas fases de tratamiento que se llevan a cabo mediante el uso de prensas, aparatos de centrifugación, bombas, filtros, desaireadores, pasteurizadores, refrigeradores y depósitos en la fase de tratamiento, conservación y transporte.

Del mismo modo, para la concentración de los zumos de fruta se emplea el AISI 316, tanto en el tratamiento a baja temperatura como en los de evaporación a temperatura elevada, con la recuperación de las esencias volátiles que después se reincorporan al producto concentrado. Especialmente cuando se trabajan los zumos con adición de anhídrido sulfuroso, hay que tener en cuenta que las partes que están en contacto con el agua de condensación, procedente del tratamiento de concentración, se realice con AISI 316.

La tabla X presenta el Ph, la acidez total y la distribución de algunos ácidos orgánicos en algunos tipos de fruta.

Tabla X

Valores medios del ph, de la cantidad de acidez total y de las cantidades porcentuales de los distintos ácidos orgánicos presentes en algunos tipos de frutas y hortalizas						
PRODUCTO	PH	ACIDEZ TOTAL %	ACIDO ACETICO %	ACIDO CITRICO %	ACIDO MALICO %	ACIDO TARTARICO %
Albaricoque	3'5	1'70		0'95	0'74	
Ananás	3'2	1		0'85	0'15	
Naranja	3'1 / 3'6	1'30		1'28	Resto	
Plátano	4'6	0'5 / 0'6	0'013	Resto	0'55	
Cereza	3'2 / 4'1	1'94		0'14	1'80	
Frambuesa	3'2 / 3'7	1'90		1'85	0'03	
Fresa	3 / 3'5	2'20		0'67	0'11	1'37
Limón	2'3	5		5		
Mandarina	3 / 3'4	1'5		1'29	0'21	
Manzana	3'4 / 4	0'38		Resto	0'32	0'06
Arándano	3'2	1'15		0'25	0'85	0'05
Mora	3'4	0,90			0'90	
Pera	3'8	0,40		0'10	0'30	
Melocotón	3'7	0,80		0'40	0'40	
Tomate	4'2 / 4'5	0,30		0'24	0'05	
Pomelo	3'2	1,20		1'20		
Grosella	2'9	4,50		2'02	0'30	2'14
Ciruela	3'5	1		Resto	0'97	Resto
Uva	3'4 / 4'5	1,30		0'05	0'80	0'45

Un sector que está mostrando últimamente interés por la utilización del acero inoxidable es el relacionado con la conservación y transporte de semi-elaborados y de zumos de frutas y hortalizas.

El almacenado estéril de cantidades elevadas de puré de frutas y hortalizas, destinadas a varias elaboraciones se realiza actualmente en depósitos de grandes dimensiones. Los de acero inoxidable se están generalizando por sus características higiénicas, su robustez y su fácil manutención. Normalmente, se emplean depósitos de AISI 316, no obstante, también se han realizado pruebas de laboratorio con resultados positivos en recipientes de AISI 304, utilizados para la conservación de zumos concentrados de naranja y de limón.

El transporte de productos intermedios y finales se efectúa en autocisternas, para productos más preciados se están utilizando tanques-containers con paletas de acero inoxidable para el transporte estéril.

3.7.- INDUSTRIA DEL AZUCAR

En las instalaciones para la producción de azúcar, partiendo de la remolacha, se ha iniciado en la última década una cierta orientación hacia el empleo de tubos de acero inoxidable en las redes de tuberías de los calentadores y evaporadores de los zumos azucarados.

Las razones que han propiciado el uso de esos materiales son dos fundamentalmente:

- La primera está basada en que este tipo de instalaciones debe tener máximas producciones con tiempos de parada mínimo para la limpieza, descascarillado y operaciones de mantenimiento.
- La segunda, en la transferencia de calor que debe existir entre fluidos, y en que esta transferencia es mínima cuando se forma poca cascarilla en el tubo.

El acero inoxidable satisface con creces estas razones ya que la formación de cascarilla en este tipo de material es más difícil debido a su buen acabado superficial y a la resistencia a la corrosión y daños mecánicos.

Por otra parte, las instalaciones, están sometidas a la circulación de agua de pulpa, agua muy activa y por lo tanto bastante corrosiva. El acero inoxidable es el material más adecuado para resistir esta corrosión y permitir que no se produzcan paradas en el período de producción.

El acero inoxidable se usa en:

- Evaporadores
- Precalentadores de jugos primarios
- Instalaciones de cristalización

Los aceros inoxidables empleados han sido fundamentalmente el AISI 304 aunque en los últimos años existe gran tendencia al uso de del AISI 430.

En las instalaciones para la producción de azúcar, partiendo de la caña, una serie de pruebas llevadas a cabo en Africa del Sur, han demostrado que para diversas partes de la instalación los aceros inoxidables son los más adecuados.

En la tabla I se detallan los usos del acero inoxidable AISI 430, dónde la corrosión ha sido mínima, y se compara con las experiencias anteriores con acero común. Se puede apreciar que la vida de servicio de las instalaciones de acero inoxidable es por lo menos cinco veces superior que con acero común, y que, a su vez, se reduce el espesor del material en algunas partes de la instalación.

Tabla I

Aplicaciones típicas de abrasión						
	EXPERIENCIA PREVIA			EXPERIENCIA CON INOXIDABLE		
Partes de la instalación	Material	Espesor (mm)	Millones Tns producidas	AISI	Espesor (mm)	Vida prevista millón Tns.
Tabla de preparación de la caña	A. Comun	6	5	430	6	25
Cuchillos y discos para desmenuzar	A. Comun	20	4	430	20	15
Transportadores de bagazo	A. Comun	4'6	8	430	3	25
Vertederos para alimentar la caldera	A. Comun	6	8	430	6	20

En la tabla II detallamos otra serie de aplicaciones donde se requieren materiales que tengan buenas características ante la abrasión y la corrosión bajo tensión; también se comparan las experiencias con acero común y acero inoxidable.

Tabla II

Aplicaciones típicas de abrasión						
	EXPERIENCIA PREVIA			EXPERIENCIA CON INOXIDABLE		
Partes de la instalación	Material	Espesor (mm)	Millones Tns producidas	AISI	Espesor (mm)	Vida prevista millón Tns.
Tanques de Maceración	A. Común	6	3 Estaciones	430	3	Indefinida
Lineas de jugo	A. Común	6	2 Estaciones	304	1,5	Indefinida
Tubos de vapor	A. Común	2,5	12 Estaciones	430	6	Indefinida
Filtros	A. Común	4,5	5 Estaciones	430	3	Indefinida
Partes de la instalación	A. Común	12	5/7 Estaciones	430	6	Indefinida

Como podemos apreciar, el acero inoxidable cada día se va utilizando en más instalaciones para la obtención de azúcar debido, fundamentalmente, a su conjunto de características combinadas como son: resistencia, dureza, resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza, que hacen de él una aleación ideal para las diversas partes de la instalación.

4.- ACEROS INOXIDABLES EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

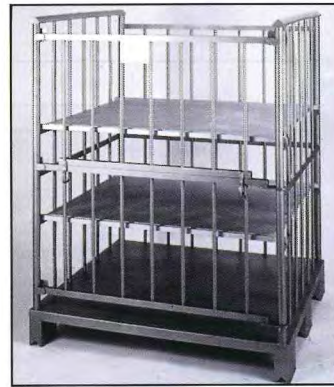
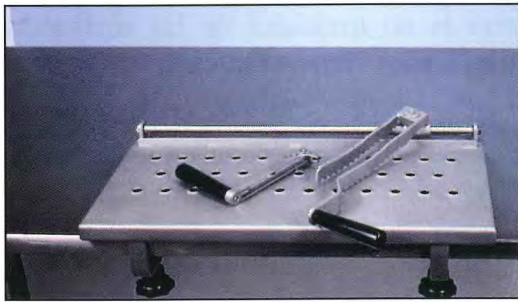


Se han realizado una selección entre los tipos de acero inoxidable que son utilizados normalmente en la fabricación de las instalaciones y utensilios que están en contacto con los alimentos.

Los aceros inoxidables (propriadamente la maquinaria realizada con acero inoxidable), cuando entra en contacto con los alimentos no debe efectuar una cesión global superior a los 50ppm (siendo esta norma válida para todos los materiales), ni cesiones específicas del orden de 0'1 ppm para el caso del cromo trivalente y de 0'1ppm para el níquel.

En la tabla IX designamos los aceros inoxidables utilizados en las diversas instalaciones y maquinaria para la alimentación, según designaciones AISI y ACX.

Tabla IX			
NORMA		NORMA	
AISI	ACX	AISI	ACX
301	105	410	385
303	—	416	—
304	120	420	365
304I	200	430	500
316	250	431	—
316I	270		
321	315		



COMPOSICION QUIMICA Y PROPIEDADES MECANICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES

TIPO DE ACERO		COMPOSICION QUIMICA						Resistencia tracción	Límite elástico	Alarg.	Dureza
AISI	ACX	C	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Kg/mm	Kg/mm	%	HV
301	105	0'07/1'0	2	17/18	7/8	—	—	75	30	55	175
301		0'15	2	17/19	8/10	0'6	—	63'3	24'6	50	160/HR
304	120	0'08	2	18/19	8/9	—	—	65	31	60	160
304L	200	0'03	2	18/19	9'5/12	—	—	59	28	59	155
316	250	0'03	1/2	16'5/17'5	10'5/12	2/2'5	—	61	31	58	156
316L	270	0'03	1/2	16'5/17'5	11/13	2/2'5	—	60	—	54	152
321	315	0'07	1/2	17/19	9/11	—	5x%C	58	30	62	149
410	385	0'15	1	11'5/13'5	—	—	—	49	32	25	80HR
416	—	0'15	1'25	12/14	—	0'6	—	52'7	28'1	30	82HR
420	365	0'25/0'4	1	11'5/13'5	—	—	—	67	35	20	92HR
430	500	0'1	0'8	16/17	—	—	—	50	33	32	165
431	—	0'20	1'0	15/17	0'25/2'5	—	—	87'9	66'8	20	24HR

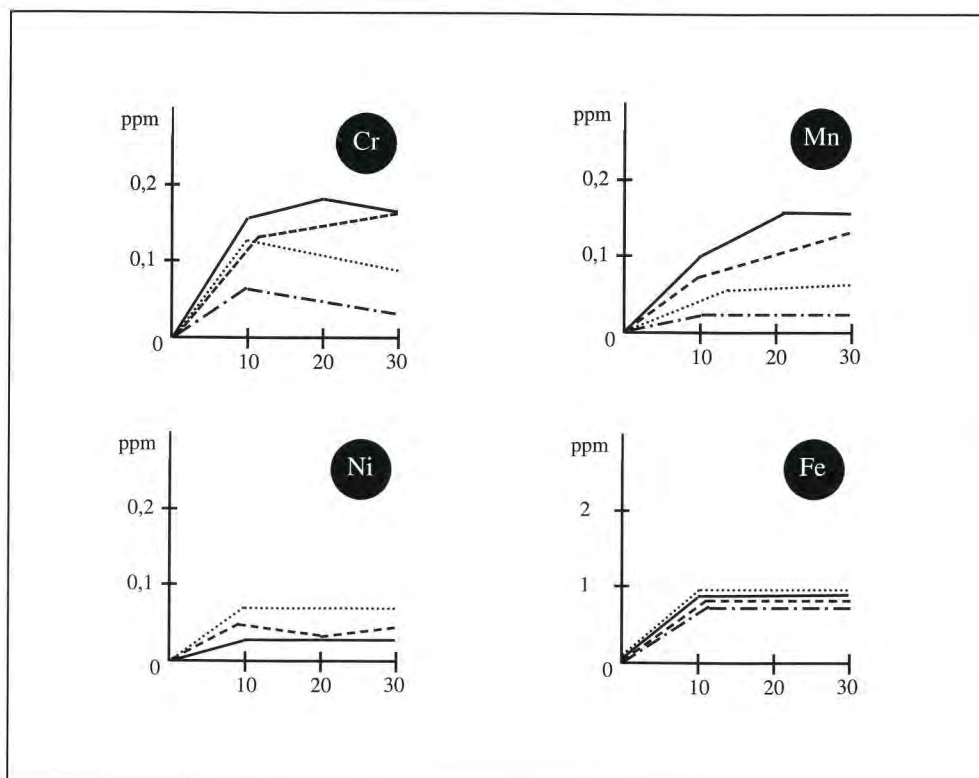
ANEXO : CESION DE ELEMENTOS

Los aceros inoxidable no se corroen fácilmente, por lo cual, la cesión de elementos es prácticamente insignificante, lo que garantiza la no toxicidad de las sustancias alimenticias y la conservación de todas las propiedades organolépticas (sabor, olor, color, etc.)

La figura I muestra la evolución de la cesión de elementos metálicos en muestras de acero inoxidable sumergidas en una solución al 5% de ácido acético y con una temperatura de 40°C en un período de 30 días.

Hay que hacer notar que después del décimo día se estabiliza la cesión en valores muy limitados y con tendencia a ser constantes.

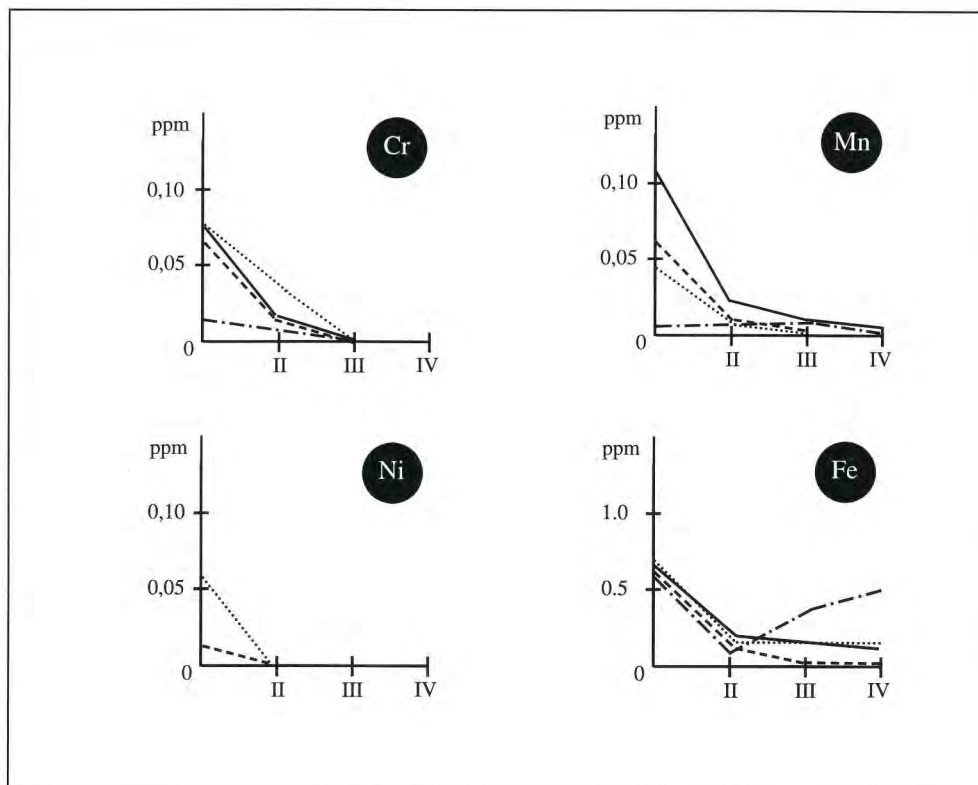
FIGURA I



Estos valores de cesión están en función del estado superficial y de la relación superficie/volumen. La cesión es tanto menor cuanto más liso es el acabado de la pared y menor la relación entre la superficie de contacto y el volumen del alimento contenido entre las paredes.

Además, la cesión de distintos elementos metálicos es probablemente función asintótica del tiempo en contacto, tal y como se muestra en la figura I, que se refiere a experiencias realizadas con muestras de acero inoxidable en solución acuosa al 5% de ácido acético y en un período de 30 días.

FIGURA II



En la figura II, vemos la evolución de la cesión de elementos metálicos en muestras de acero inoxidable sumergidas en una solución acuosa al 5% de ácido acético en función de ataques continuados a una temperatura de 100°C, en un período de 30 minutos. La relación superficie/volumen es igual a 0'67 cmm. Hay que hacer notar que ya desde el segundo ataque la cesión se reduce a valores muy limitados y a menudo difícilmente cuantificables.

Según establece el Decreto Ministerial Italiano, DM 21 de Marzo de 1973, los objetos realizados con acero inoxidable, cuando entran en contacto con los alimentos no deben efectuar una cesión global a las 50 p.p.m. siendo esta norma válida para todos los materiales; ni cesiones específicas de 0'1 p.p.m. para el caso del cromo trivalente y de 0'1 p.p.m. para el del níquel.

Por el término "objeto" se designa, por lo general, a la parte de la manufactura que está en contacto directo con los alimentos, es el caso del depósito de leche, del depósito para el vino, de la instalación de pasteurización, del concentrador para las conservar, de las ollas caseras, etc.

En la tabla I se expresan los valores de la relación superficie mojada/volumen del líquido, expresada en cm²/cm³ para ciertos tipos de recipientes realizados de acero inoxidable para sustancias alimenticias.

TABLA I		
Contenedor	Capacidad	Relación Sup/Volumen (Cm)
Agua mineral	1000 HI	0'011
Cerveza	250 HI	0'0252
Leche	10 HI	0'055
Vino	300 HI	0'02
Vino	1000 HI	0'0131

En la tabla II se expresa la superficie de los diversos acabados de los aceros inoxidables empleados en la realización de los diversos "objetos" que están en contacto con los alimentos.

TABLA II	
Tipo de Acabado	Rugosidad media expresada en micras
2B	0'08
2BB	0'05
BA	0'04



CEDINOX

C/ Santiago de Compostela, 100 - 4º

28035 Madrid

Telf.: 91-398 52 31 • Fax: 91-398 5190