

- |                                                       |                                       |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Agua                                               | 8. Detergentes                        |
| 2. Tratamiento del agua                               | 9. Agua de lavado con detergentes     |
| 3. Enfriador                                          | 10. Mezclador de jarabe, depósito     |
| 4. Carbonatador                                       | 11. Azúcar, aroma, color, ácido, etc. |
| 5. Dióxido de carbono                                 | 12. Aguas residuales                  |
| 6. Lodos, agua de lavado, soluciones salinas gastadas | 13. Embotellado                       |
| 7. Lavado de botellas                                 | 14. Bebida con jugo de frutas         |

Figura 2.4.-14: Diagrama de flujo en la elaboración de jugo de frutas /179j/

La cantidad de aguas residuales en las plantas de bebidas sólo puede ser reducida ligeramente. Sólo resulta factible ahorrar agua mediante el lavado de botellas por etapas. Sin embargo, la contaminación orgánica puede ser reducida hasta en un 70% mediante la retención y la filtración de sedimentos y levadura.

#### 2.4.2.9.4 Aguas residuales de cervecerías

De los cereales, la cebada es el más importante en la elaboración de cerveza, a la que se le añade arroz, avena, centeno, trigo y mijo. Algunas veces, también se le añade jarabe y caramelo. La fermentación se produce mediante el cultivo de levadura /179g/.

La fabricación de cerveza consta de tres procesos: preparación de la malta a partir de la cebada, preparación del mosto de cerveza y fermentación.

Las grandes cervecerías elaboran la malta en su propia planta; las más pequeñas, generalmente, la obtienen de fábricas que se dedican a su elaboración.

CUADRO 2.4.-61  
CALIDAD DE LOS RESIDUOS DEL LAVADO DE BOTELLAS PARA  
EL CASO DE DIFERENTES BEBIDAS /186/

Tipo de botellas a lavarse	DBO <sub>5</sub> mg/l	Consumo de KMnO <sub>4</sub> mg/l	pH	Sustancias Sedimentables mg/l	Población equivalente <sup>40</sup> por 1000 botellas
Vino	4,5-15	12-16	8,1-8,4	0-0,15	0,20-0,75
Cerveza	185-705	290-1930	9,5-11,9	0,2	8,4-42
Leche	6,3-25	9,5-46	8,6-10,1	0,1	0,95-1,3
Limonada clara endulzada	295-600	928-1196	8,4-8,5	1,5-3,8	17-29
Limonada oscura	660	2170	8,1	0,1	27
Bebidas tipo cola	340	1370	10,1	0,2	2,6
Bebidas de jugos de frutas	450	1320	9,4	2,5	26
Vinagre	15	27	7,7	0,2	0,8
Limonada clara endulzada y agua mineral en una relación 1:1	64	237	10,0	0,7	3,4

Para la producción de malta, la cebada (o el trigo, en el caso de la cerveza blanca) tiene que ser limpiada, lavada y clasificada. En este procedimiento quedan polvo, aristas y granos que luego son usados como forraje.

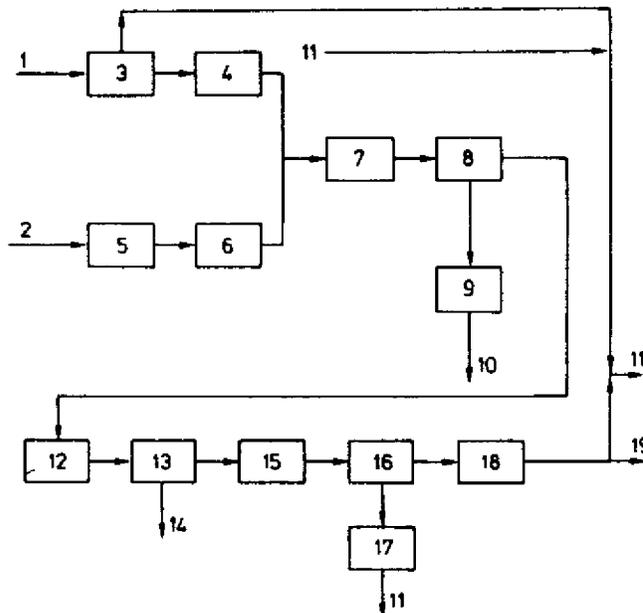
En los tanques de remojo se deja que el grano se hinche durante 2-4 días en agua, a 15-20°C con aeración. El agua se cambia dos veces al día. Posteriormente, el grano remojado se mantiene durante 7-9 días en el piso de malteado con aire húmedo hasta que germine. Esto transforma los almidones en maltosa. Luego, la malta se deshidrata a 105°C hasta que contenga aproximadamente un 3% de agua. A continuación se eliminan las raicillas en la máquina desgerminadora y se almacena la malta. La principal carga contaminante proviene de la descarga (en tandas) de las aguas de los tanques de remojo.

En la cervecería, la malta es triturada y mezclada con agua en las cubas de mezcla. Los residuos insolubles, como los granos usados, se separan en la cuba de clarificación y luego en prensas de filtrar. Los residuos de granos se comercializan como forraje. Si no puede utilizárseles frescos, se les seca, lo que sólo produce como residuo un agua de condensación ligeramente contaminada. Luego, el trabajo pasa al tamiz de lúpulo, donde se remueven los residuos de lúpulo que se lavan varias veces. Estos residuos de lúpulo (usados como fertilizantes o como materia prima adicional en la industria del papel) son finamente molidos en muchas plantas y descargados con las aguas residuales. Además de los residuos mencionados, existen aguas de lavado, limpieza y enjuague, provenientes de la limpieza de las máquinas, recipientes, telas de filtro y, especialmente, de las botellas y barriles.

En la Figura 2.4.-15 se muestra un diagrama de la fabricación de cerveza (OMS /179g/).

En las malterías existen residuos del lavado, germinación y transporte en húmedo de la cebada. La cantidad de aguas residuales fluctúa considerablemente debido a la descarga en tandas del contenido de los recipientes grandes. La cantidad pico en una hora puede ser igual al 30% del total de ese día. Como ejemplos, pueden darse las siguientes cantidades:

cantidad de aguas residuales:	2,1 a 3,9 m <sup>3</sup> /t de cebada
sustancias sedimentables:	3 a 13 ml/l después de 2 horas de tiempo de sedimentación
DBO <sub>5</sub> sobre el agua	1,4 a 4,1 kg de O <sub>2</sub> /t de cebada
DQO sobre el agua	2,4 a 7,0 kg de O <sub>2</sub> /t de cebada



- |                          |                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Cebada                | 11. Aguas residuales de enjuague y lavado |
| 2. Malta                 | 12. Caldera de cocción                    |
| 3. Elaboración de malta  | 13. Tamiz de lúpulos                      |
| 4. Molidora forrajera    | 14. Lúpulos residuales                    |
| 5. Molino de granos      | 15. Enfriador                             |
| 6. Horno                 | 16. Fermentación                          |
| 7. Cuba de mezcla        | 17. Turbiedad de levadura                 |
| 8. Cuba de clarificación | 18. Conservación de cerveza en barriles   |
| 9. Prensa de filtrar     | 19. Cerveza                               |
| 10. Forrajes             |                                           |

Figura 2.4.-15: Diagrama de flujo simplificado de la fabricación de cerveza señalando los puntos de descarga de aguas residuales /179g/

En las cervecerías, la retención del exceso de levadura para fermentación del mosto sedimentado en depósitos, del lodo total de los enfriadores y de los residuos de diatomita-levadura, es de importancia decisiva para reducir la carga contaminante de las aguas residuales. En este caso, la cantidad de aguas residuales es de 0,5 a 2,08 m<sup>3</sup>/100 litros de cerveza para el consumidor (KÜHBECK /179g/). Los valores más altos incluyen descargas de agua de refrigeración.

Con la retención de los residuos de producción antes mencionados  
 la DBO<sub>5</sub> no sedimentada es: 0,35 a 0,97 kg de O<sub>2</sub>/100 l de cerveza y  
 la DBO<sub>5</sub> sedimentada es: 0,33 a 0,89 kg de O<sub>2</sub>/100 l de cerveza.

Sin retención de los residuos de producción  
 la DBO<sub>5</sub> no sedimentada es: 0,69 a 1,06 kg de O<sub>2</sub>/100 l de cerveza y  
 la DBO<sub>5</sub> sedimentada es: 0,65 a 1,30 kg de O<sub>2</sub>/100 l de cerveza.

Mediante una administración cuidadosa de la planta es posible mantener niveles de aguas residuales de 0,4-0,6 m<sup>3</sup>/hl de cerveza y niveles de contaminación de 0,5-0,6 kg DBO<sub>5</sub> (sed)/hl de cerveza con una relación DQO/DBO<sub>5</sub> (sed) de 1,5. La DBO<sub>5</sub> de la propia cerveza es de unos 80 g de O<sub>2</sub>/l y la DQO es de unos 120 g de O<sub>2</sub>/l.

En el Cuadro 2.4.-62 se brindan ejemplos de la composición de diferentes tipos de aguas residuales en una cervecería.

CUADRO 2.4.-62

CANTIDAD Y COMPOSICION DE DIFERENTES TIPOS  
 DE AGUAS RESIDUALES EN UNA CERVECERIA /107/

Tipo de agua residual	pH	Residuos Sólidos	Sólidos suspendidos		DBO <sub>5</sub>	Cantidad de aguas residuales
			Total	Ceniza		
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m <sup>3</sup> /100 hl
Limpieza de barriles						
a) Barriles de acero	7,1	980	250	-	21	1
b) Barriles de madera	7,3	-	-	-	62	3
Limpieza de botellas						
a) Solución de lavado (cerveza)	11,5	71700	310	-	870	3
b) Agua de enjuague (cerveza)	7,2	940	95	-	16	32
c) Solución de lavado (limonada)	11,4	7900	1010	-	854	1
d) Agua de enjuague (limonada)	8,1	1050	34	-	44	10
Lavado de las telas de filtro						
a) Filtro del mezclado	6,7	1070	1846	96	325	9,5
b) Filtro de los lodos del enfriador	6,7	1290	456	32	694	4,2
Aguas de limpieza						
a) Cuba de fermentación sin levadura	5,3	2060	3944	332	3550	1,7
b) Cuba de fermentación con levadura	5,0	-	-	-	70250	-
c) Cuba de preservación sin levadura	6,8	1010	164	28	502	1,4
d) Cuba de preservación con levadura	5,2	-	10900	-	84500	-
e) Filtro de cerveza	5,9	1940	37835	36400	2000	2

2.4.2.9.5 Aguas residuales de las fábricas de margarina, grasas comestibles y aceites de cocina

Los aceites y grasas naturales son triglicéridos de ácidos grasos.

En el Cuadro 2.4.-63 se resume la producción mundial de grasas.

Las semillas oleaginosas, o aquellas partes de las plantas que contengan aceite, se procesan en tres etapas:

- extracción del aceite,
- purificación del aceite,
- en algunos casos, acondicionado del aceite.

CUADRO 2.4.-63  
PRODUCCION MUNDIAL DE GRASAS (EN MILES DE T) /107/

Tipo de grasa	1935/39	1950	1954
<u>Grasas vegetales</u>			
Aceite de babassu	27	45	23
Aceite de semilla de algodón	1560	1361	1742
Aceite de coco	1932	1805	1973
Aceite de maní	1506	1760	1882
Aceite de madera	136	113	93
Aceite de linaza	1039	1040	1012
Aceite de oliva	871	1064	712
Aceite de palma	962	1102	1229
Aceite de meollo de palma	372	435	404
Aceite de colza	1207	1524	1497
Aceite de ricino	181	209	218
Aceite de sésamo	653	703	690
Aceite de soya	1229	1769	1978
Aceite de girasol	562	758	803
<u>Grasas animales</u>			
Mantequilla	3611	3021	3293
Aceite de pescado y de hígado de pescado	454	340	445
Manteca de cerdo	2495	2494	3620
Sebo en rama	1442	2055	2450
Aceite de ballena	494	386	413

Las materias primas de las que se obtiene el aceite son: las grasas sólidas y los aceites grasos.

Las semillas oleaginosas secas se tamizan y clasifican utilizando aire para así remover restos de plantas, polvo, arena, madera, etc., mientras que el material húmedo, como las olivas, se limpia mediante un lavado y tamizado. Posteriormente, el aceite se obtiene mediante fusión, presión o extracción y se eliminan todas las cáscaras, cortezas y piedras. La Figura 2.4.-16 muestra un diagrama simplificado de la producción de aceite de oliva.

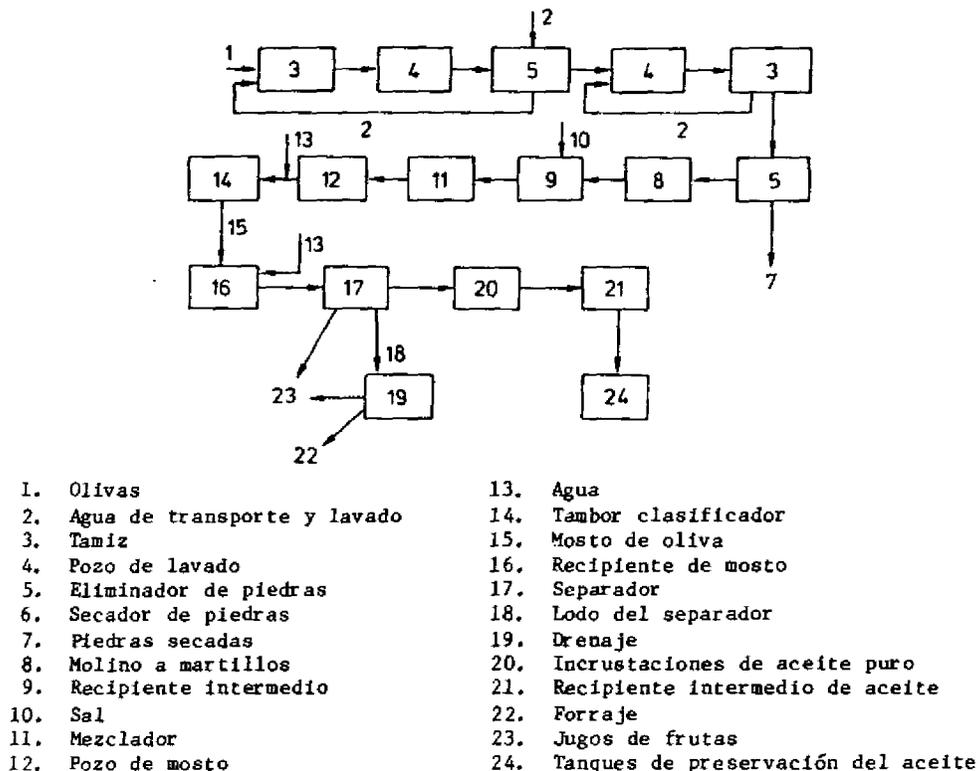


Figura 2.4.-16: Diagrama simplificado de la producción de aceite de oliva /107/

La cantidad y la composición de los residuos de las fábricas de aceite están determinadas, principalmente, por la capacidad de producción, las materias primas a procesar y los procesos utilizados.

Además de las aguas de enjuague y limpieza, normales, cabe señalar los siguientes tipos de aguas residuales:

- aguas de extracción, que contienen residuos de benceno (0,4% del flujo de aceite)
- destilados con ácidos grasos, aceite neutro y grasas no saponificables, provenientes del tratamiento con vapor del aceite (25 kg de vapor por 100 kg de aceite)
- aguas de refrigeración de los procesos de destilación y extracción.

En las fábricas de margarina, los residuos provienen de la planta de cortado de la leche y del enfriamiento de la emulsión con agua fría. El agua de enfriamiento puede ser clarificada y reutilizada en la refinería de aceite antes de ser descargada definitivamente. En las fábricas de margarina existen también aguas de enjuague y lavado provenientes del punto de recepción de la leche y que son similares a las aguas residuales de las plantas de leche fresca.

Los datos que se tienen referentes a las cantidades de los diferentes tipos de aguas residuales no son aplicables a todos los casos (MEINCK /107/). El lavado de 1 t de aceite vegetal genera aproximadamente 0,9 m<sup>3</sup> de agua de lavado y alrededor de 0,17 m<sup>3</sup> de aguas residuales con contenido de ácido sulfúrico. La elaboración de 1 t de grasa comestible (margarina) genera residuos de refinado de aproximadamente 0,06 m<sup>3</sup> y residuos de batido de alrededor de 0,02 m<sup>3</sup>.

Las aguas residuales normalmente son ácidas y contienen cantidades considerables de sustancias orgánicas fácilmente putrescibles, las que están compuestas de nitrógeno y de una elevada cantidad de aceite residual.

Por ejemplo, las aguas residuales de una fábrica de margarina de tamaño mediano presentaron en el análisis la siguiente composición:

sustancias no disueltas	230 mg/l
sustancias disueltas	6400 mg/l
cloruros	1500 mg/l
consumo de permanganato	1800 mg/l
grasa total (extracto de éter)	130 mg/l
nitrógeno	7 mg/l
pH	6-7

Para reducir la contaminación debe cuidarse de que los sólidos separados en centrífugas y prensas no sean descargados en el agua de lavado, sino que sean utilizados en su totalidad como un valioso alimento para el ganado. El volumen de aguas residuales se puede reducir mediante sistemas de recirculación y uso múltiple de las aguas de refrigeración y destilación. Para ello, es necesario separar los flujos de las aguas residuales.

2.4.2.9.6 Aguas residuales provenientes de mataderos y plantas procesadoras de carne

Es importante establecer diferencias entre las plantas grandes donde se benefician todas las reses para abastecer a un municipio y las pequeñas empresas privadas que se encuentran en aquellos municipios, que no cuentan con un matadero. En este caso, el beneficio de reses puede realizarse sólo una vez a la semana o, incluso, con menor frecuencia.

En los mataderos grandes, los animales a ser beneficiados se mantienen en los establos, los cuales deben ser limpiados. Esto da como resultado sustancias residuales sólidas y líquidas comparables a aquéllas que resultan de las actividades agrícolas. Antes de ser beneficiados, los animales son bañados para retirarles del cuerpo el polvo y las excretas. La sangre se recolecta independientemente y no debe descargarse junto con el agua residual. Una vez desangrado, el animal pasa a ser colocado en agua caliente durante 4 ó 6 minutos a una temperatura aproximada de 60°C para luego eliminar las cerdas. Como resultado, se obtiene agua caliente que contiene cerdas, pelos, y algunas veces, pequeñas cantidades de grasa.

Las vísceras se limpian en la sección de procesamiento respectiva. De allí resultan aguas de limpieza contaminadas con residuos de detergente, excrementos y sustancias provenientes de las mucosas. El primer estómago o panza es vaciado en otra sección donde también se le lava, lo cual produce aguas residuales.

En la figura 2.4.-17 se muestra el diagrama de flujo de un matadero, incluyendo los puntos de aguas residuales.

Los datos siguientes se obtuvieron en un matadero donde diariamente se beneficiaban 100 animales pequeños y 75 cabezas de ganado:

		Animales pequeños	Ganado
Cantidad de agua residual	m <sup>3</sup> /animal	0,26	0,98
Sustancias sedimentables después de 2 h	l/animal	6	13,5
Materia sólida seca	kg/animal	0,19	0,42
DBO <sub>5</sub> en la superficie	kg O <sub>2</sub> /animal	0,43	2,39

En este Cuadro no se consideró la sangre.

Para la composición de las aguas residuales, se puede considerar como representativos los resultados de 117 análisis realizados en el matadero municipal de Munich (MEINCK 107/). Debido al alto consumo de agua, estos resultados se deben tomar como valores correspondientes al límite inferior (Cuadro 2.4.-64).

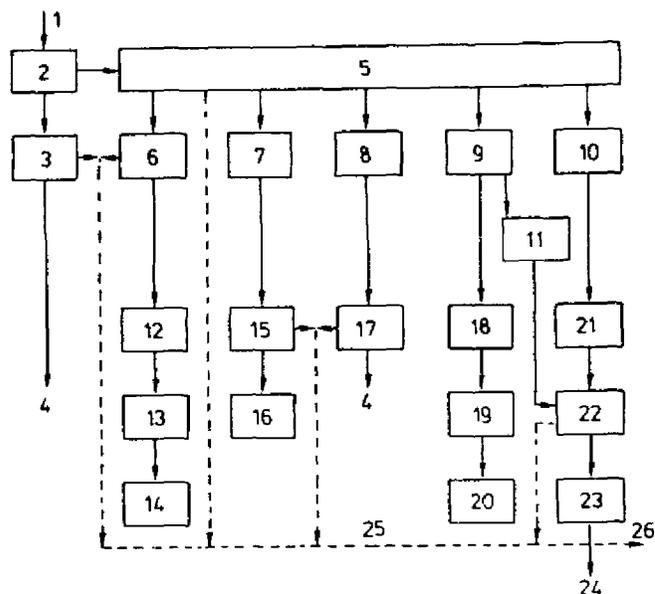


Figura 2.4.-17: Diagrama de flujo de un matadero /179k/

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Animales                         | 14. Deshidratación de la sangre |
| 2. Corrales                         | 15. Deshidratación y desalazón  |
| 3. Tanque de sedimentación          | 16. Curtimiento                 |
| 4. Mantillo (fertilizante)          | 17. Presión                     |
| 5. Sección de beneficio de animales | 18. Descarga                    |
| 6. Sangre                           | 19. Desgrasado                  |
| 7. Pellejo                          | 20. Grasa y sebo                |
| 8. Contenido de las vísceras        | 21. Abono                       |
| 9. Productos secundarios            | 22. Lavado                      |
| 10. Esqueleto (huesos)              | 23. Frigorífico                 |
| 11. Hígado, riñones, etc.           | 24. Mercado                     |
| 12. Coágulos                        | 25. Agua residual               |
| 13. Desperdicios de cribas          | 26. Planta de purificación      |

Las aguas residuales provenientes del procesamiento de la carne son similares a las que provienen de los mataderos. Estas están menos concentradas pero contienen más grasa.

CUADRO 2.4.-64  
COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UN MATADERO  
SEGUN STECHER Y RUPPRECHT /107/

Sustancias sedimentables ml/l	10	Alcalinidad, en ml ácido/l	7
pH	7	Grasa, en mg/l	108
Sustancias no disueltas, mg/l	580	Nitrógeno (N), en mg/l	145
sólidos fijos, mg/l	81	Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), en mg/l	19
sólidos volátiles, mg/l	498	Potasio (K <sub>2</sub> O), en mg/l	29
Sustancias disueltas, mg/l	1206	Calcio (CaO), en mg/l	131
sólidos fijos, mg/l	272	Consumo de KMnO <sub>4</sub> , en mg/l	154
sólidos volátiles, mg/l	934	DBO <sub>5</sub> , en mg/l	838

En una industria de carne que procesaba sus propios productos y sangre residuales, se determinaron las siguientes condiciones del agua residual para el beneficio de animales y el procesamiento de la carne:

Cantidad de agua residual	0,96 m <sup>3</sup> /cabeza de ganado
Sustancias sedimentables	4,4 l/cabeza de ganado
Materia sólida seca	0,23 kg/cabeza de ganado
orgánica	87,7 %, con relación al total de sólidos
DBO <sub>5</sub> en la superficie	1,37 kg O <sub>2</sub> /cabeza de ganado

Cuando no se recolecta apropiadamente la sangre y los productos residuales, la carga de contaminación puede ser dos o tres veces mayor. La cantidad de aguas residuales también puede elevarse dos o tres veces más. La DBO<sub>5</sub> de la sangre en sí es de aproximadamente 145.000 mg O<sub>2</sub>/l.

En las plantas procesadoras de carne cabe esperar una cantidad promedio de agua residual, de la cual:

- un 10 a 15% proviene del salado y procesado de las vísceras, presentando así un alto contenido de cloruro,
- un 20 a 25% proviene de la fabricación de embutidos, y
- un 60 a 70% es agua de limpieza.

El agua residual total posee:

- un contenido de cloruro de hasta 1 g/l,
- un contenido de grasa de 700 a 1 000 mg/l,
- una contaminación orgánica de 100 a 1 900 mg DBO<sub>5</sub>/l, y
- una DBO<sub>5</sub> promedio de 18 kg por t de producto final.

La cantidad de agua residual proveniente de los mataderos sólo puede ser reducida mediante sistemas de recirculación o reutilización de aguas de refrigeración.

Sin embargo, la carga de contaminación se puede reducir considerablemente, reteniendo las sustancias residuales resultantes del proceso de evisceración y de la recolección de estiércol, recuperando las grasas en separadores y procesando mejor la sangre, las cerdas y el pelo.

En el procesamiento de carne es posible reducir ligeramente la cantidad de aguas residuales y la carga de contaminación reduciendo las cantidades de agua de limpieza, pero no sucede así en el caso de la separación y recuperación de las grasas, donde el agua constituye un elemento absolutamente necesario.

#### 2.4.2.9.7 Aguas residuales provenientes de fábricas enlatadoras de pescado

El pescado enlatado se prepara solo o acompañado de verduras. Por lo tanto, en las fábricas enlatadoras de pescado, existen aguas residuales que provienen no sólo de la preparación del mismo sino también de la preparación de las hortalizas. Estas fábricas procesan diversos tipos de pescados, mariscos y otras especies marinas.

Durante el procesamiento, se distinguen dos grupos de pescados:

- Pescado de carne blanca como el bacalao, la merluza y los peces de dorso grisáceo, cuyo contenido de grasas es de aproximadamente 1%. La grasa se encuentra depositada en el hígado, en un 70 a 80%, y se procesa inmediatamente después de la pesca (aceite de hígado de bacalao). La carne de este tipo de peces contiene alrededor de 80% de agua.
- Los peces aceitosos, como el arenque, la sardina, el atún, la caballa y el salmón, contienen de 6 a 25% de grasas. La carne de este tipo de peces contiene de 55 a 79% de agua.

Una vez descargados, los peces por lo general se procesan de inmediato. Se les desescama frotándolos uno contra otro en cilindros con hendiduras y cepillos incorporados, manteniéndolos parcialmente sumergidos en agua. Esto produce grandes cantidades de aguas residuales que contienen escamas, restos de carne, de aletas, etc. Con otros tratamientos posteriores aparecen productos residuales tales como cabezas, restos de las ijadas, aletas y espinas, los cuales se recolectan con cuidado y se procesan hasta transformarlos en harina de pescado. El agua residual resultante contiene múltiples residuos de carne, algo de grasa y, debido a la presencia de sustancias orgánicas, tiende a descomponerse rápidamente. En las plantas de tratamiento posterior, como las de ahumado en frío y caliente, no existe agua residual. El aceite de pescado que resulta del proceso de ahumado se recolecta y utiliza nuevamente.

En el proceso de marinado, el pescado se expone primero a un "baño de purga". Este contiene sal común y ácido acético y sirve para limpiar nuevamente el pescado, remover sanguinolencias y dar firmeza a la carne. Luego se agrega peróxido de hidrógeno y ácido acético al "baño de purga". La pérdida de agua

y, por ende, la pérdida de proteínas, alcanzan de un 10 a 20%. El pescado pasa a ser enlatado y se le agregan varios tipos de salsas. Los envases se lavan luego nuevamente. Esto produce un agua residual de desagüe con restos de pescado no disueltos, grasas y sustancias proteínicas. En la figura 2.4.-18 se muestra un diagrama de la fabricación de conservas de pescado.

Los constituyentes más importantes de las aguas residuales son las escamas (que, en algunos casos, llegan hasta el 2% del peso del pescado), SLAVIN y PETERS /158/.

En el Cuadro 2.4.-65 HUSMANN /158/, se proporcionan los valores para la composición de las aguas residuales provenientes del procesamiento de pescado y hortalizas (raíces de remolacha).

CUADRO 2.4.-65  
AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS FABRICAS ENLATADORAS  
DE PESCADO Y HORTALIZAS /158/

	Procesamiento de pescado	Procesamiento de hortalizas
Apariencia	gris y turbia	rojiza y turbia
Olor	a vinagre, muy fuerte	a vinagre, muy fuerte
Reacción	fuertemente ácida	fuertemente ácida
Valor de permanganato	17 813 mg/l	7 571 mg/l
Total de sólidos en suspensión	1 145 mg/l	2 090 mg/l
inorgánicos	193 mg/l	1 375 mg/l
orgánicos	952 mg/l	715 mg/l
Cloro combinado con relación a la sal común	26 000 mg/l	1 696 mg/l
Ácido acético (CH <sub>3</sub> COOH)	42 861 mg/l	2 796 mg/l
Sustancias sedimentables		
después de 1 h	10,5 ml/l	17,0 ml/l
después de 2 h	13,5 ml/l	17,0 ml/l

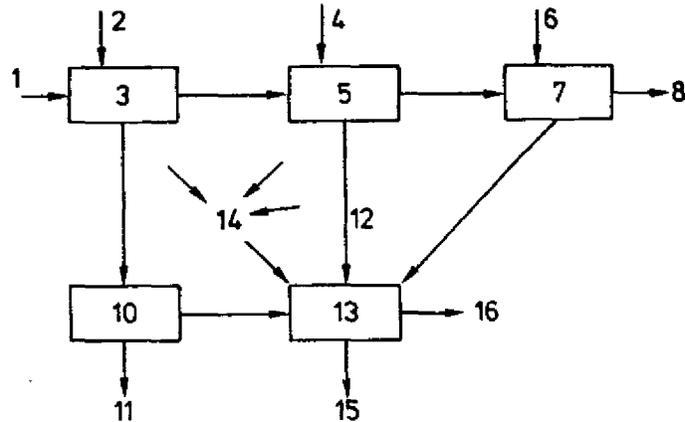


Figura 2.4.-18: Diagrama de flujo en la elaboración de pescado marinado /181/

- |                     |                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Pescado crudo    | 10. Trampas                                                    |
| 2. Agua             | 11. Fábricas de transformación de sólidos en harina de pescado |
| 3. Limpieza         | 12. Solución de curado                                         |
| 4. Aderezo          | 13. Trampa de grasa                                            |
| 5. Tanque de cura   | 14. Agua de limpieza                                           |
| 6. Salsas           | 15. Aguas residuales                                           |
| 7. Enlatado         | 16. Grasa                                                      |
| 8. Pescado enlatado |                                                                |
| 9. Tripas, espinas  |                                                                |

#### 2.4.2.9.8 Aguas residuales provenientes de las enlatadoras de frutas y verduras

Las fábricas enlatadoras de frutas y verduras funcionan, por lo general, en determinadas estaciones del año. Sin embargo, es posible que también utilicen frutas importadas, en cuyo caso, operarán durante todo el año. En tanto las diferentes clases de frutas maduran y se cosechan también en diferentes épocas del año, la materia prima y los productos finales varían según el período. Como resultado de todo esto, la condición de las aguas residuales de tales plantas puede variar considerablemente.

La materia prima se lava una vez recibida, empleando agua fresca o recirculada. Las hortalizas que crecen en contacto directo con la tierra deben lavarse profusamente.

Durante el pelado, la capa superficial de las frutas o verduras se cuece ligeramente a vapor o se corroe con lejía, retirándola al lavarla posteriormente. Los trozos de frutas y verduras se limpian en recipientes especiales o blanqueadores, haciendo uso de agua caliente, vapor o, en el caso de productos que deben secarse ulteriormente, de aire caliente.

Los productos pueden preservarse mediante un tratamiento al calor; tratamiento al frío; adición de vinagre, sal o azúcar; deshidratación o fermentación.

Una cantidad considerable de aguas residuales proviene solamente de la fermentación en la forma de salmuera fresca o ácida.

En el Cuadro 2.4.-66 se muestran los diferentes tipos de aguas residuales contaminadas provenientes de fábricas enlatadoras.

Por lo general, se necesitan grandes volúmenes de agua para limpiar las materias primas. Los datos publicados sobre las cantidades de aguas residuales varían, si bien, se pueden señalar las siguientes cantidades: de 1 a 2 m<sup>3</sup> por t de materia prima y, en casos especiales, hasta 3,6 m<sup>3</sup> por t de materia prima. ELDRIDGE /107/ proporciona las siguientes cantidades específicas totales de aguas residuales para 1.000 latas de 570 g cada una:

Judías verdes	aproximadamente	6,6 m <sup>3</sup>
Remolachas	aproximadamente	3,9 m <sup>3</sup>
Zanahorias (RYAN)	aproximadamente	3,6 m <sup>3</sup>
Guisantes	aproximadamente	3,9 m <sup>3</sup>
Espinacas	aproximadamente	3,1 m <sup>3</sup>
Tomates		
(enteros)	aproximadamente	2,4 m <sup>3</sup>
Pulpa de tomate	aproximadamente	1,2 m <sup>3</sup>
Cerezas	aproximadamente	6,2 m <sup>3</sup>
Albaricoques	aproximadamente	8,6 m <sup>3</sup>
Peras	aproximadamente	8,0 m <sup>3</sup>

En lo referente a su composición de carbohidratos, proteínas y grasas, este tipo de aguas residuales sólo difiere ligeramente de las de origen doméstico, si bien predominan los carbohidratos.

CUADRO 2.4.-66  
TIPOS DE AGUA RESIDUAL, PROVENIENTE DE UNA FABRICA ENLATADORA DE FRUTAS  
Y VERDURAS, Y SUSTANCIAS QUE CONTIENEN /../

Etapa de procesamiento	Tipo de agua residual	Sustancias que contiene
Entrega de productos no elaborados	Agua pluvial	Tierra, restos de frutas y hortalizas
Lavado, clasificación y transporte de productos no elaborados	Agua de lavado, agua de transporte	Tierra, polvo superficial, restos y jugos vegetales
Preparación y corte	-	Jugos vegetales, aditivos, restos vegetales
Pelado mecánico, a vapor, con ácido y con lejía	Solución para pelar, vapor condensado, agua de enjuague	Cáscaras, restos de vegetales desprendidos por fricción, lejía, ácidos orgánicos
Blanqueado	Agua de blanqueado, vapores, agua de enjuague	Jugos vegetales, restos vegetales, aditivos blanqueadores
Prensado y otros tipos de extracción	Agua de enjuague	Jugos vegetales, salmuera, sal común
Condicionamiento (preparación, envasado, enlatado, embotellado)	Agua de enjuague	Restos vegetales, jugos vegetales, residuos y constituyentes de infusión
Preservación	Agua de refrigeración, condensados	Constituyentes de los productos
Limpieza de la planta y recipientes	Agua de limpieza	Pérdidas de productos, detergentes
Tratamiento del agua	Agua de enjuague	Lodos

En el Cuadro 2.4.-67, se puede observar la gama posible de fluctuación y de la carga de contaminación.

La composición de las aguas residuales varía considerablemente, según sea la clase de materia prima procesada y la forma de operación. Sin embargo, la lista que viene a continuación nos da una idea general en el caso de los productos no elaborados más importantes. Las cifras provienen del estudio realizado por RYAN /../ (Cuadro 2.4.-68).

En el Cuadro 2.4.-69 (GREGORY y KIMBALL /107/), se proporcionan los datos sobre la composición del agua residual proveniente de la industria de productos enlatados.

CUADRO 2.4.-67  
VOLUMEN DE LA COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE VARIAS  
AREAS DE PRODUCCION DE LA INDUSTRIA DEL ENLATADO /../

Producto	Volumen de agua residual en m <sup>3</sup> /t	Volumen de contaminación	
		kg DBO <sub>5</sub> /t	mg DBO <sub>5</sub> /t
Judías	14 - 23	4 - 8	140 - 600
Guisantes	30 - 60	8 - 15	300 - 4700
Maíz tierno amarillo	16 - 27	20 - 30	
Pepinos	15 - 30	4 - 6	
Morrones (pimiento dulce)	35 - 45	25 - 35	
Tomates	1,8 - 3,6	2,1 - 5,5	180 - 4000
Apio	10 - 15	15 - 30	
Zanahoria	20 - 40	20 - 40	520 - 3030
Remolachas	4,5 - 35	15 - 20	2500 - 4000
Comida instantánea	30 - 50	14 - 25	
Ensaladas mixtas	50 - 100	8 - 30	
Comida para bebés	80 - 160	30 - 69	
Chucrut	1,5 - 2,0	3,5 - 10	
Fresas	30 - 40	50 - 60	
Manzanas	34	24	1658 - 5530
Peras	8 - 24	6 - 36	450 - 2600
Cerezas	4 - 10	7	400 - 2600
Albaricoques	13	6	200 - 1020

CUADRO 2.4.-68  
COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES TOTALES PROVENIENTES  
DE LAS FABRICAS ENLATADORAS /../

	Sólidos suspensi- didos	Residuos fijos	Constitu- yentes disueltos	Residuos fijos	pH	Consumo de KMnO <sub>4</sub>	DBO <sub>5</sub>
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l
Tomates	450	80	2500	580	4,9	1100	1150
Guisantes	300	25	6000	3360	4,7	2150	2710
Judías	60	10	1670	970	7,6	-	240
Espinacas	580	150	1700	950	7,0	40	280
Zanahorias	1830	170	5800	1900	7,1	-	1110
Remolachas	1600	220	5000	800	6,0	2700	1500
Chucrut	60	5	3300	1600	5,6	800	1400
Cerezas	20	4	4100	1700	6,2	-	750

CUADRO 2.4.-69  
COMPOSICION DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA  
DE ENLATADO DE FRUTAS /107/

Tipo de fruta	Sólidos suspendidos mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	Consumo de KMnO <sub>4</sub> mg/l	pH	Temperatura °C
Duraznos	600	1400	2000	7,6	31
Albaricoques	260	200	700	7,6	30

Las aguas residuales producidas en la industria del enlatado contienen múltiples sustancias degradables y, por lo tanto, pueden producir olores desagradables, corrosión, etc., en los sistemas municipales de alcantarillado.

Es posible reducir la cantidad de aguas residuales y de carga de contaminación en la industria del enlatado de frutas y verduras en las formas siguientes:

- Mejorando los procesos para evitar pérdidas de producción, por ejemplo, empleando el pelado a vapor o reemplazando los blanqueadores de agua caliente por blanqueadores a vapor.
- Reduciendo la demanda de agua dulce mediante la recirculación o el uso múltiple del agua, por ejemplo, utilizando el agua de refrigeración como agua de lavado.
- Separando las aguas residuales con diferentes niveles de contaminación, para que puedan evaporarse las aguas residuales altamente concentradas y así emplearlas en la producción de levadura o forraje, o enviándolas directamente a las plantas de fermentación de lodos.
- Filtrando los restos de frutas y verduras que luego puedan emplearse como forraje.

#### 2.4.2.9.9 Aguas residuales provenientes de la producción de almidón y procesamiento de papas

El almidón se fabrica a partir de dos grupos principales de materias primas de origen vegetal:

- raíces o tubérculos: papas, yuca
- cereales: maíz, trigo, arroz, centeno, cebada.

También se puede utilizar palmeras sagú o castañas.

#### 2.4.2.9.1 Aguas residuales provenientes de la industria del almidón de papa

De las papas sólo se obtiene una cantidad de almidón equivalente a la quinta parte de su peso (es decir, de 9 a 35%). Para ello, se requiere de 15 a 25 m<sup>3</sup> de agua libre de hierro por t de papa.

Para obtener el almidón, primero se limpian las papas mediante procesos húmedos o secos y se las traslada a la fábrica en un transportador hidráulico.

Se pasa luego por una sierra, enjuagándolas simultáneamente con abundante agua. Las papas así trituradas pasan a ser prensadas en máquinas de cepillado o fábricas de pulpa. Luego se agrega agua y se separa el almidón de la pulpa mediante tamizado. Este líquido lechoso se filtra y los gránulos de almidón, cuya gravedad específica es alta, se recolectan en tanques de sedimentación. El almidón se lava profusamente hasta quedar completamente limpio, se seca en centrifugas o hidrociclones y luego se pulveriza.

La pulpa pasa a ser deshidratada y se utiliza luego como forraje.

En la Figura 2.4.-19 se muestra un diagrama de flujo del procesamiento de la papa (SEYFRIED, MEINCK /107/).

En las fábricas de almidón se producen las siguientes clases de agua residual:

- Agua para lavar las papas, aproximadamente de 6 a 8 m<sup>3</sup> por t de papas. Además de arena y tierra, que puede ser de 5 a 20% del peso de las papas, estas aguas contienen restos y extractos de papa disueltos.
- Agua proteínica, aproximadamente de 7 a 12 m<sup>3</sup> por t de papas procesadas. La misma contiene grandes cantidades de sólidos orgánicos de papa, disueltos y no disueltos, fermentables y putrescibles, al igual que sales inorgánicas, en especial, compuestos de potasio y fósforo. Una de las características de estas aguas residuales es su marcada propensión a iniciar una fermentación ácida, produciendo ácido butírico y láctico, los que a su vez provocan un olor desagradable.
- Aguas del lavado del almidón, aproximadamente de 1 a 3 m<sup>3</sup> por t de papas. Contienen partículas finas de pulpa y gránulos de almidón.
- Aguas del prensado de la pulpa, aproximadamente de 0,4 a 0,6 m<sup>3</sup> por t de papas. Su calidad es similar a la de las aguas proteínicas.

De acuerdo a MEINCK, la población equivalente es de alrededor de 500 PE por t de papas procesadas y, según SEYFRIED, de 350 a 650 PE por t.



En el Cuadro 2.4.-70 aparece la composición del agua proteínica que resulta de la producción de harina de papa /158/.

CUADRO 2.4.-70  
COMPOSICIÓN DEL AGUA PROTEÍNICA RESULTANTE DE LA PRODUCCIÓN  
DE HARINA DE PAPA /158/

	No disuelto mg/l	Disuelto mg/l	Total mg/l
Residuo seco	1290	7055	8345
inorgánico	185	1910	2095
orgánico	1105	5145	6250
Consumo de permanganato			9449
Amoníaco libre			36
Nitrógeno expresado como NH <sub>3</sub>			30
Nitrógeno orgánico			528
Nitrógeno total			558
Potasio (K <sub>2</sub> O)			114
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			322
Calcio (CaO)			96

#### 2.4.2.9.9.2 Aguas residuales provenientes de la producción de almidón de trigo

La fabricación de este tipo de almidón es de características completamente diferentes a la del almidón de papa. En este caso, el apreciado gluten (vegetal) debe ser separado del almidón en la forma más completa posible.

La harina de trigo se lava en un "extractor" utilizando agua adicional. Las masas de gluten pasan a ser lavadas, produciendo las aguas de lavado respectivas y luego se procesan nuevamente. La solución de almidón se concentra en tanques de espesamiento, se agrega agua y, finalmente, la mezcla es separada en una centrífuga.

En la Figura 2.4.-20 se muestra un diagrama de flujo del procesamiento de harina de trigo (SEYFRIED /107/).

La población equivalente es de aproximadamente 500 PE/t de grano procesado y, de acuerdo a SEYFRIED, de alrededor de 350 a 650 PE/t.

La cantidad de agua residual en las fábricas de almidón de trigo puede ser de 20 m<sup>3</sup> por t de trigo con una población equivalente que varía de 1600 a 1700 por t.

En el Cuadro 2.4.-71 se muestra la composición de las aguas residuales (SEYFRIED /107/).

CUADRO 2.4.-71  
COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PRODUCCION  
DE ALMIDON DE TRIGO /107/

	Sin recirculación	Con recircu- lación parcial
pH	3,43	3,45 - 4,70
Sólidos suspendidos, mg/l	216 - 283	100 - 2630
Sustancias sedimentables, ml/l	0,3 - 1,2	1,2 - 106
Consumo de $KMnO_4$ , mg/l	6350 - 6696	8400 - 10200
$DBO_5$ , mg/l	4529 - 4620	5024 - 6900
Nitrógeno total, mg/l	334 - 375	222 - 293
Residuo seco, mg/l	4750 - 5720	5370 - 6200
pérdida de ignición	82 - 84	90 - 95
Acidos orgánicos volátiles, mg/l	550 - 687	670
Prueba de azul de metileno, h	2 - 6	3,5

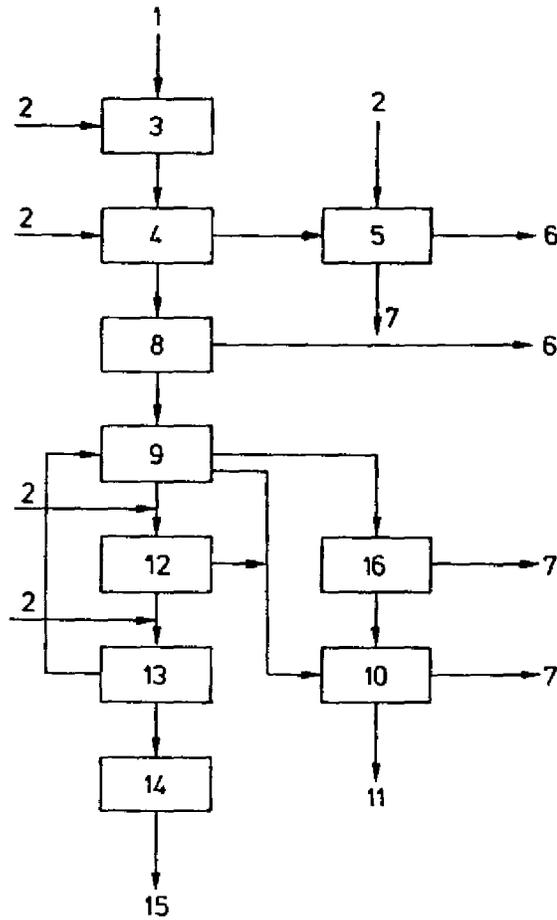


Figura 2.4.-20: Diagrama de flujo para transformar la harina de trigo en almidón /107/

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Harina de trigo               | 9. Centrifuga de espesamiento |
| 2. Agua dulce o de procesamiento | 10. Concentración             |
| 3. Amasador                      | 11. Almidón secundario        |
| 4. Lavado                        | 12. Centrifuga de látex fino  |
| 5. Lavado del gluten             | 13. Eliminación de agua       |
| 6. Procesamiento adicional       | 14. Secado                    |
| 7. Aguas residuales              | 15. Almidón primario          |
| 8. Filtros                       | 16. Separador                 |

2.4.2.9.9.3 Aguas residuales provenientes de la producción de almidón de maíz

El maíz pasa a ser desgranado y luego mezclado con leche y ácido sulfúrico para facilitar su desintegración.

En la Figura 2.4.-21 se muestra el diagrama de flujo para procesar el maíz en almidón (SEYFRIED /107/).

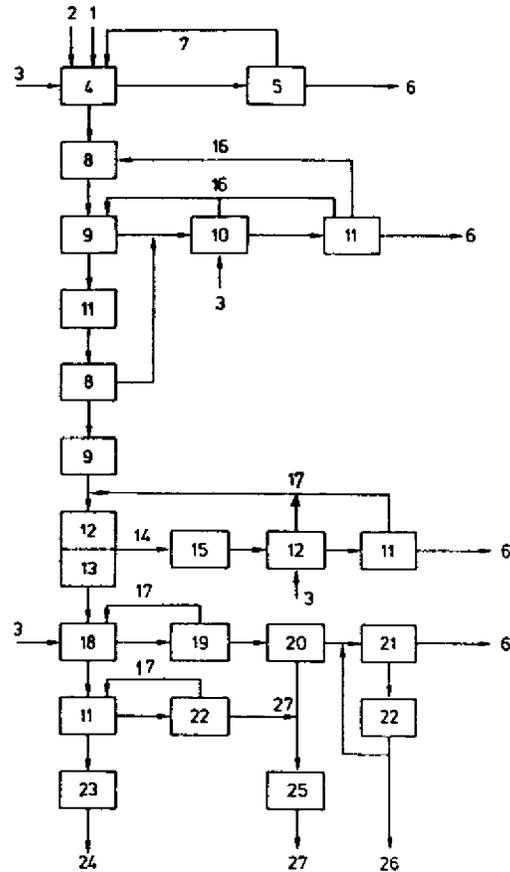


Fig. 2.4.-21: Diagrama de flujo del procesamiento del maíz en almidón /107/

- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. Maíz                          | 8. Triturador            |
| 2. SO <sub>2</sub>               | 9. Extracción del germen |
| 3. Agua dulce o de procesamiento | 10. Lavado del germen    |
| 4. Tanques de maceración         | 11. Eliminación de agua  |
| 5. Evaporador                    | 12. Lavado               |
| 6. Procesamiento adicional       | 13. Tamizado             |
| 7. Vapores                       | 14. hollejos             |

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 15. Triturador               | 22. Separador           |
| 16. Látex de lavado          | 23. Secado              |
| 17. Látex de almidón         | 24. Almidón             |
| 18. Separación               | 25. Purificación        |
| 19. Recuperación del almidón | 26. Agua residual       |
| 20. Espesamiento             | 27. Agua de elaboración |
| 21. Prensas-filtro           |                         |

2.4.2.9.9.4 Aguas residuales provenientes de la producción de almidón de arroz

El almidón que contienen los granos de arroz se encuentra muy adherido a ellos y, para extraerlo, se les debe remojar en soluciones sucesivas de soda. Luego, se lava el arroz y se tritura en molinos dobles.

En el Cuadro 2.4.-72 se muestra la composición de las aguas residuales provenientes de la producción de almidón de arroz (SEYFRIED /107/).

CUADRO 2.4.-72  
COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PRODUCCION  
DE ALMIDON DE ARROZ /107/

pH	4,16	DBO <sub>5</sub> , mg/l	1012
Sólidos suspendidos, mg/l	162	Almidón, mg/l	120
Sustancias sedimentables, ml/l	2,8	Nitrógeno total, mg/l	96
Residuos secos, mg/l	2930	Nitrógeno amoniacal, mg/l	15
pérdida por ignición	49	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ), mg/l	12
Consumo de KMnO <sub>4</sub> , mg/l	1321	Prueba de azul de metileno, h	21

2.4.2.9.9.5 Aguas residuales provenientes de la producción de azúcar y jarabe de almidón

La fabricación de estos productos se relaciona principalmente con la extracción de almidón de papa o de maíz. Mediante la inmersión con ácido sulfúrico o ácido clorhídrico diluido, el almidón pasa primero a ser transformado en dextrina y luego en azúcar de almidón. Se elimina el color de la solución de azúcar con carbón activado y luego se evapora dicha solución.

En este proceso se producen aguas residuales provenientes del lavado del carbón activado con ácido clorhídrico o soda, y al precipitar en los condensadores del inyector los vapores provenientes de la evaporación de los jugos del azúcar.

#### 2.4.2.9.6 Aguas residuales provenientes de los productos de papa deshidratada

Las papas se preparan para la deshidratación mediante un lavado cuidadoso, seguido de una vaporización a presión en un caldero. En este proceso se producen pequeñas cantidades de aguas de cocción y de condensación altamente concentradas.

En este tipo de fábricas, las aguas residuales son principalmente aguas de lavado.

#### 2.4.2.9.7 Aguas residuales provenientes de la producción de papas fritas

En las fábricas de papas fritas, el procesamiento de las papas comprende el lavado previo, el pelado, el lavado, la limpieza y el rebanado de las papas, el lavado y el enjuague de las hojuelas y la transformación posterior de éstas en el producto final (secado, fritura, salazón, envasado). Al ser peladas, las papas pierden sustancias que pasan a formar parte de las aguas residuales. En el caso de las hojuelas, los residuos son de aproximadamente 250 kg por tonelada de papas. La carga contaminada es de 25 kg de  $DBO_5/t$  de papas procesadas. Esto corresponde a una población equivalente (PE) de aproximadamente 430 PE por t de papas.

#### 2.4.2.9.10 Aguas residuales provenientes de la producción vinícola

La producción vinícola, desde la cosecha de las uvas hasta la obtención del vino listo para ser embotellado, comprende los siguientes procesos:

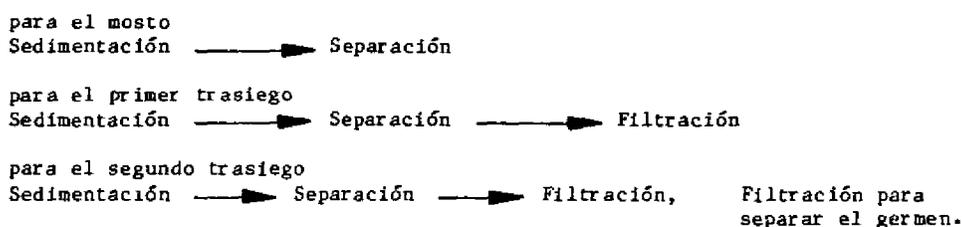
- Recepción de las uvas,
- Descobajado de las uvas, si es necesario,
- Prensado y maceración,
- Extracción preliminar del jugo y prensado,
- Tratamiento del mosto,
- Fermentación alcohólica y maduración.

La experiencia demuestra que los niveles máximos de contaminación aparecen en las aguas residuales que provienen de los siguientes procesos:

- Clarificación o separación del mosto,
- Primer trasiego (después de la fermentación),
- Segundo trasiego (después de la purificación).

Estos tres procesos tienen por finalidad separar el mosto o vino de los sólidos. Por lo general, esto se realiza primero a través de la sedimentación, produciendo pulpa en el caso del mosto, y luego levadura y residuos de la purificación en los procesos de trasiego. El vino suele no estar suficientemente claro después de la sedimentación, por lo que también se le clarifica mecánicamente. Para ello, se emplean separadores, filtros y, finalmente, filtros para separar el germen, de acuerdo al grado de madurez, para obtener así la mejor calidad posible.

De ordinario, se efectúan los siguientes procesos:



Se ha encontrado que los mostos y vinos poseen los siguientes valores promedio:

		Vinos	Mostos
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	170.000	220.000
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	120.000	155.000
Nitrógeno total	mg N/l	350	870
Fósforo total	mg P/l	68	166

Las aguas residuales provienen de los siguientes procesos:

- Limpieza de las instalaciones de transporte, balanzas, máquinas de descobajar, trituradores, recipientes de maceración y de primer jugo, prensas, separadores, filtros, calentadores de placas, bombas, tanques de fermentación, tanques intermedios y de conservación.
- Limpieza de talleres y salas de maquinaria.

Se producen además pérdidas por derrame y por goteo debido a fugas, deficiente conexión de tuberías, etc.

Es posible mejorar la producción y facilitar el tratamiento de las aguas residuales en las fábricas vinícolas, adoptando medidas adecuadas de retención. Las mismas consisten en separar los sedimentos del mosto y el vino (mosto, levadura y residuos de la purificación) en una fracción de líquido y una fracción de sólidos sedimentables que luego puedan utilizarse nuevamente en la fábrica. Es importante evitar toda adición de agua antes de haber recuperado los sedimentos mediante filtros o prensas. En ese sentido, deberán removerse todo lo posible los concentrados de los barriles, tanques y depósitos antes de lavarlos con agua.

Las aguas residuales provenientes de las fábricas vinícolas presentan grandes fluctuaciones en cuanto a cantidad y concentración. En el caso de muestras compuestas de varias horas, se determinaron las siguientes escalas de fluctuación:

pH 3,15 a 11,8  
Sustancias sedimentables 1 a 135 ml/l después de 2 h

En líquido  
(después de la  
sedimentación):

DQO 500 a 30 000 mg O<sub>2</sub>/l  
DBO<sub>5</sub> 350 a 20 000 mg O<sub>2</sub>/l

Se pueden obtener valores superiores o inferiores para períodos cortos.

CUADRO 2.4.-73  
AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UNA FABRICA VINICOLA.  
(Las cifras en paréntesis son válidas para la misma planta pero  
tomando en cuenta las medidas de control)

Proceso	Cantidad de aguas residuales	Sustancias sedimentables			En el líquido después de la sedimentación	
		Volumen	Peso materia seca kg	DBO <sub>5</sub> kg O <sub>2</sub>	DQO kg O <sub>2</sub>	DBO <sub>5</sub> kg O <sub>2</sub>
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>				
Prensado, maceración, tratamiento preliminar del mosto (clarificación)	970 (850)	105 (7,0)	1580 (105)	710 (50)	4260 (900)	2840 (600)
Primer trasiego, después de la clarificación previa del mosto	310 (270)	60 (3,5)	5400 (315)	2300 (140)	4600 (1200)	3067 (800)
Segundo trasiego, combinado con la purificación	360 (320)	22 (3,0)	1100 (150)	380 (50)	1400 (600)	933 (400)
Preparación para el embotellado	160 (140)	8 (2,0)	240 (60)	100 (25)	450 (300)	300 (200)
Embotellado	70 (70)	3 (1,5)	90 (45)	40 (15)	180 (180)	120 (120)
Total	1870 (1650)	198 (17,0)	8410 (675)	3530 (280)	10890 (3180)	7260 (2120)

En el Cuadro 2.4.-73 se indican las características de las aguas residuales provenientes de fábricas vinícolas, tomando el ejemplo de una planta que cuenta con un viñedo de 100 ha y un volumen de mosto de 750 000 litros. El cuadro también muestra la calidad de las aguas residuales con y sin las medidas de control adecuadas.

Las fábricas vinícolas son plantas que operan durante una determinada época del año. En la República Federal de Alemania, por ejemplo, los siguientes procesos tienen lugar entre los meses de octubre y noviembre: cosecha, prensado, maceración, tratamiento preliminar del mosto. El primer trasiego se realiza en diciembre y enero, el segundo, en enero y febrero. En las plantas que emplean uvas que maduran en épocas diferentes, es probable que los primeros trasiegos se realicen antes de finalizada la cosecha.

En la elaboración de champaña y vino espumoso, se requieren las mismas medidas de retención de líquidos que en la producción de vino. En tanto estas plantas reciben vinos básicos provenientes de diversas fuentes, no necesitan ejecutar todos los procesos para obtener el vino final. El tratamiento de los vinos básicos (es decir, la purificación, mezcla, mejoramiento y posfermentación, mediante la adición de bióxido de carbono, licor y otros agentes) está determinado por la calidad y el grado de madurez de los vinos recibidos, así como por las características deseadas del producto final.

A diferencia de los productores de vinos, estas plantas operan durante todo el año. Debido a ello, su producción de aguas residuales es mucho más regular.

Si las fábricas vinícolas deben purificar sus propias aguas residuales en plantas biológicas, les resulta ventajoso contar con una fábrica anexa de champaña, ya que ello representa una carga básica para la planta de tratamiento durante todo el año y mantiene la actividad biológica.

#### 2.4.2.10 Aguas residuales provenientes del procesamiento de productos residuales de origen animal y vegetal

En el procesamiento de productos de origen animal y vegetal existen sustancias secundarias y residuales que pueden ser utilizadas nuevamente. Esto produce aguas residuales que contienen principalmente contaminantes orgánicos.

En esta sección también se hace referencia a los efluentes provenientes de las plantas agrícolas, plantas de disposición de desechos animales y fábricas de harina de pescado.

##### 2.4.2.10.1 Aguas residuales agrícolas

En general, las aguas residuales agrícolas suelen recolectarse en pozos y, durante ciertas épocas del año, se trasladan hacia los campos y prados y se esparcen como fertilizantes. Sin embargo, este método de disposición, a pesar de ser ventajoso para los cuerpos de agua y los suelos, depende de que exista un equilibrio entre la cría de ganado y la producción agrícola.

Como resultado de la especialización cada vez mayor y la expansión de las unidades agrícolas, especialmente el incremento de la producción ganadera a gran escala, suele resultar imposible el uso de las aguas residuales para fines agrícolas en la propia finca. Otro problema es el esfuerzo y el gasto que implica llevar las aguas residuales a los campos y prados. Por estas razones, cabe esperar que, en el futuro, las aguas residuales agrícolas se descarguen cada vez más en el sistema de alcantarillado público o sean tratadas en forma separada.

Los efluentes agrícolas poseen una alta concentración de sustancias orgánicas y compuestos de nitrógeno, los cuales fluctúan considerablemente en cantidad. Esto puede crear serias dificultades cuando dichos efluentes se descargan en el sistema de alcantarillado o cuando son tratados en la planta de aguas residuales.

En el Cuadro 2.4.-74 se presenta la composición de las aguas residuales provenientes de la producción ganadera en establos (PÖPEL /128/).

CUADRO 2.4.-74  
CANTIDAD Y COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES  
DE LA CRIA DE GANADO EN ESTABLOS /128/  
1 AG = Animal grande = 500 kg peso vivo

Crianza de animales	Cantidad de agua residual en l/AG/día					Contaminantes en g/AG/día				
	Estiércol	Orina	Aguas de limpieza	Agua pluvial	Agua residual total	Sólidos totales	DBO <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ganado vacuno										
Estiércol sólido	-	15	15	15	45		540			
Estiércol líquido	20-30	15	3	-	38-48	4500-6000	970	210	70	260
Centro de engorde de cerdos (6 animales = 1 AG)										
Estiércol líquido	8-11	15-27	3-6*	-	30-38	1800-2400	750	230	170	140
Crianza de cerdos (2 a 3 animales = 1 AG)										
Estiércol sólido	-	10	6*	-	16					
Estiércol líquido	4	10	3*	-	17	1700	310			
Aves de corral (300 aves = 1 AG)					60					
Estiércol húmedo					65-70	12 000	1500	830	610	330

\* El agua de limpieza fluye a intervalos de 6 a 8 semanas.

El plan de desarrollo para la comunidad, en los casos en que exista, deberá tomarse en cuenta al determinar el número de animales en relación al diseño de los sistemas de disposición de aguas residuales. Cuando no exista dicho plan, se recomienda trabajar sobre la base de un animal grande y dos animales pequeños por habitante. Deberán considerarse además las condiciones locales, es decir, la cantidad de tiempo que los animales están en la comunidad y fuera de ella pastando.

En el Cuadro 2.4.-75 se muestra la cantidad y la composición de las aguas residuales de ensilaje de acuerdo a PÖPEL /128/.

CUADRO 2.4.-75  
CANTIDAD Y COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES DE ENSILAJE /128/

Tipo de ensilaje	Forraje	Ensilaje líquido			Contamina- ción en gr de DBO por ha de área cultivada
		en % d. después de 20 días	la carga total	en m <sup>3</sup> por ha de área cultivada	
Ensilaje húmedo hasta 20%	Hoja de remola- cha azucarera, cultivos inter- medios	22,5	30	10 4	648 000 22 000
	Maíz verde pasto, prado	8	10	4 3	22 000 17 000
Ensilaje ligera- mente marchito de 20 a 35%	Pasto, prado, alfalfa, maíz de ensilaje, papas cocidas a vapor	4	5		
Ensilaje total- mente marchito más de 35%	Pasto, prado, alfalfa, maíz de ensilaje, grano húmedo	-	-	-	-

Tanto la producción ganadera agrícola e industrial da lugar a una producción concentrada de excremento. Los criaderos, conjuntamente con los mataderos y las plantas de productos lácteos así como el procesamiento de materias primas