

INVENTARI D'EMISSIONS I FONTS CONTAMINANTS-
EPER CAT

GUIA PER LA NOTIFICACIÓ DE LES EMISSIONS
SECTOR AGROALIMENTARI

DIRECCIÓ GENERAL DE QUALITAT AMBIENTAL
DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITATGE

ÍNDEX:

1. INTRODUCCIÓ	3
2.OBJECTIU DE L'INVENTARI EUROPEU D'EMISSIONS I FONTS CONTAMINANTS	4
3.OBJECTIU DE LA PRESENT GUIA	5
4. DESCRIPCIÓ DEL SECTOR I SUBSECTORS AGROALIMENTARIS	6
5.PARÀMETRES CONTAMINANTS A NOTIFICAR	10
6. ESQUEMA GENERAL DELS PROCESSOS PRODUCTIUS I AUXILIARS	15
6.1 INTRODUCCIÓ I ACLARIMENTS	15
6.2 ACTIVITATS I PROCESSOS AUXILIARS	15
6.3 PROCESSOS PRODUCTIUS	18
A. PROCÉS D'ELABORACIÓ D'OLI D'OLIVA	18
B. LA INDUSTRIA D'ELABORATS VEGETALS	22
C. LA INDUSTRIA CÀRNIA	34
D. LA INDUSTRIA LÀCTIA	44
E. LA INDUSTRIA D'APROFITAMENT DE SUBPRODUCTES D'ORIGEN ANIMAL	55
7. MÈTODES PER A LA DETERMINACIÓ D'EMISSIONS	62
8. EXEMPLES	74

1. Introducció

La Directiva 96/61/CE, relativa a la prevenció i el control integrats de la contaminació (IPPC), transposada a Catalunya per la Llei 3/1998, d'intervenció integral de l'Administració ambiental, i posteriorment a l'Estat espanyol per la Llei 16/2002, d'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació, suposa un canvi en matèria de legislació mediambiental, ja que incorpora conceptes nous, com la consideració de conjunt integrat per al medi ambient, l'establiment de límits d'emissió revisables periòdicament segons les millors tècniques disponibles i la transparència informativa.

En la línia de transparència anteriorment esmentada, la Directiva inclou, a l'article 15, l'exigència als estats membres d'elaborar un inventari d'emissions i fonts contaminants que reculli les emissions, tant a l'atmosfera com a l'aigua, dels complexos individuals afectats per l'annex 1 de la Directiva.

Posteriorment, la Decisió de la Comissió 2000/479/CE, de 17 de juliol de 2000, relativa a la realització d'un inventari europeu d'emissions contaminants EPER regula la creació, l'abast, el contingut, la forma i la periodicitat de les declaracions que nodriran l'inventari.

2. Objectiu de l'Inventari Europeu d'Emissions i Fonts Contaminants (EPER)

D'acord amb l'esmentat article 15 de la Directiva IPPC, l'inventari d'emissions i fonts contaminants (EPER) té com a objectiu recopilar dades d'emissions generades per fonts i activitats contaminants i crear una base de dades que en permeti l'accés públic. L'EPER serà doncs, un registre públic de la informació mediambiental relativa a les activitats industrials afectades per la Directiva IPPC, i vol assolir com a principals objectius:

- Sensibilitzar el públic envers la contaminació del medi ambient.
- Estimular la indústria a millorar la seva actuació en matèria mediambiental i a innovar els seus processos industrials.
- Avaluar els avenços realitzats en l'acompliment dels objectius mediambientals establerts en acords nacionals o internacionals. L'EPER permetrà que la Comissió identifiqui les principals emissions i les seves fonts industrials, avaluï les dades notificades pels estats membres i en publiqui els resultats periòdicament.

Al Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya (DMA), com a organisme responsable de l'Inventari d'emissions contaminants en l'àmbit autonòmic, pertoca recopilar, gestionar i validar la informació sobre les emissions dels principals centres productius del territori català per aquest motiu al llarg del segon semestre de 2002, el Departament de Medi Ambient va posar en marxa l'Inventari d'emissions i fonts contaminants de Catalunya (EPER-CAT). L'inventari es nodreix de la informació proporcionada pels establiments IPPC i per les dades existents a les diferents bases de dades del Departament de Medi Ambient, procedents de controls periòdics reglamentaris i dels controls ambientals integrats.

3. Objectiu de la present guia

Aquesta guia té com a objecte facilitar a les indústries del sector agroalimentari l'elaboració de la declaració de les emissions per a l'inventari d'emissions contaminants. El següent quadre mostra les activitats del sector agroalimentari afectades per l'annex de la Directiva IPPC.

Per tant, es pretén proporcionar una eina pràctica i útil que permeti als industrials identificar els contaminants i determinar les emissions objecte de declaració, i utilitzar els mètodes de mesurament, càlcul o estimació que siguin més adequats en cada cas.

9. Indústries agroalimentàries				
Codi IPPC	Activitat de l'annex I de la Directiva IPPC (Sector agroalimentari)	Codi NOSE-P	Processos NOSE-P	Codi SNAP-2
9.1 a	Escorxadors amb una capacitat de producció de canals superior a 50 t/d	105.03	Fabricació de productes alimenticis i begudes (grup complet)	0406
9.1.b.1	Instal·lacions per a tractament i transformació destinats a la fabricació de productes alimentaris a partir de matèria prima animal (que no sigui llet) d'una capacitat de producció de productes acabats superior a 75 t/d			
9.1.b.2	Instal·lacions per a tractament i transformació destinats a la fabricació de productes alimentaris a partir de matèria prima animal (que no sigui llet) d'una capacitat de producció de productes acabats superior a 75 t/d			
9.1.c	Tractament i transformació de la llet amb una quantitat de llet rebuda superior a 200 t/d (valor mitjà anual)	109.03	Incineració de canals o restes d'animals	0904
		109.06	Abocadors	0904
		105.14	Reciclatge de canals o restes d'animals	0910

Sector agroalimentari: identificació de les activitats de l'annex de la Directiva IPPC, nomenclatura i codi NOSE-P

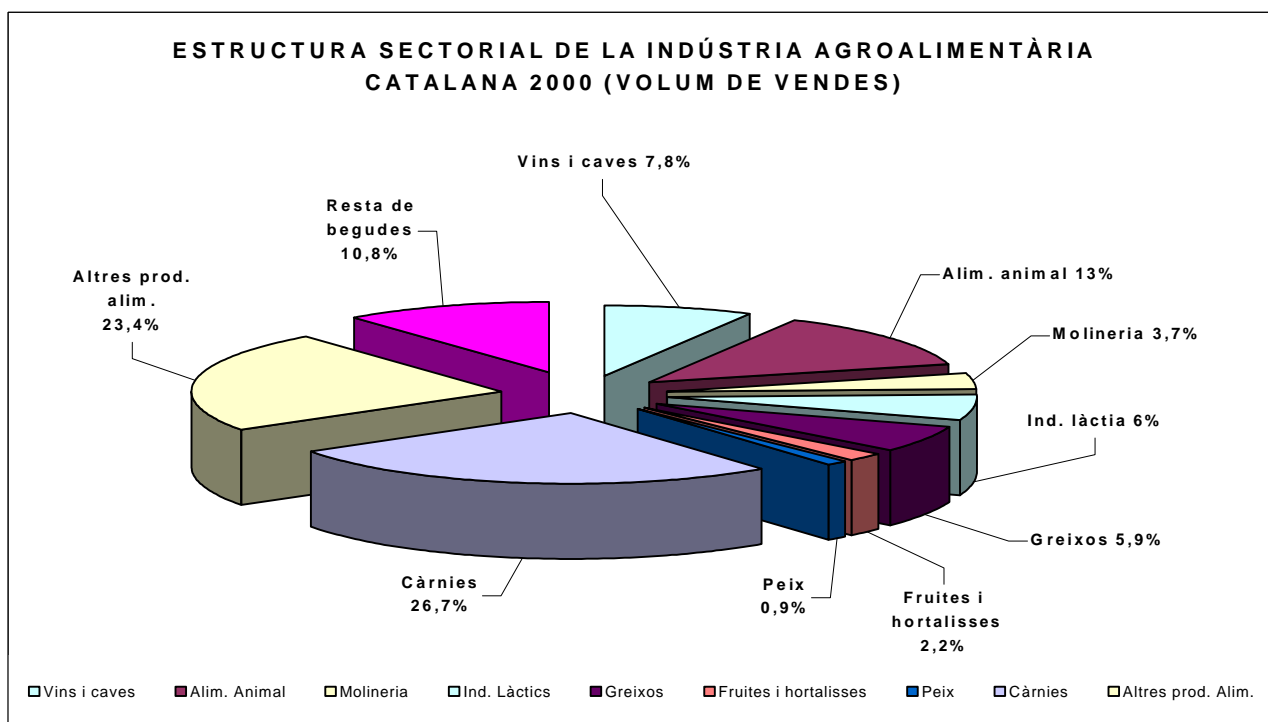
4. Descripció del sector i subsectors agroalimentaris

La indústria agroalimentària catalana

La indústria agroalimentària catalana totalitza unes vendes netes de 12.400 milions d'euros, i uns ingressos de 14.900 milions d'euros (dades de 2002). És el primer sector industrial de Catalunya, amb un 16% del total de vendes, i el tercer sector pel que fa a nombre d'ocupats (12%) i establiments (11%). Se situa, a més, en el primer lloc entre les comunitats autònomes d'Espanya, amb un 23% del total de vendes del conjunt de l'Estat espanyol.

Pel que fa a la distribució territorial, cal remarcar la dispersió d'establiments per tota la geografia de Catalunya, amb una concentració important a la demarcació de Barcelona, que aplega xarxes de comunicació, dotació de serveis per a la indústria i centres de consum molt importants.

A continuació, es presenten dades estadístiques bàsiques de la indústria agroalimentària catalana (dades de l'any 2000 del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, informe del Gabinet Tècnic, Dades bàsiques de l'agricultura, la ramaderia i la pesca a Catalunya, 2002):



ESTRUCTURA DEL CONSUM ALIMENTARI A ESPANYA 2000

PRODUCTES (Despeses alimentàries (milers d'euros))

Ous	771.516,20
Carn i transformats carnis	12.355.101,90
Productes de la pesca	7.584.835,90
Llet i derivats	5.920.130,30
Pa, galetes, brioixeria i pastisseria	5.512.984,30
Cacaus i xocolates	524.080,20
Cafès i altres infusions	1.098.758,30
Arròs, pastes i llegums secs	674.172,70
Sucre	291.609,30
Olis i greixos	1.511.330,90
Fruites i hortalisses fresques (1)	6.907.611,80
Fruites i hortalisses transformades (2)	1.411.336,90
Plats preparats	891.121,80
Vins	2.460.771,30
Cervesa	2.469.099,60
Altres begudes alcohòliques	1.683.656,10
Begudes analcohòliques	3.335.722,40
Altres (3)	1.311.636,20
TOTAL	56.715.475,50

Font: *La alimentación en España* (Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, 2000)

(1) Inclou patates fresques

(2) Inclou patates congelades i processades

(3) Inclou mel, olives i altres productes

CONSUM ALIMENTARI PER CÀPITA A LES LLARS DE CATALUNYA 2000

PRODUCTES (consum per càpita (kg, l, unitats))

Ous	143,89
Carn i transformats carnis	49,16
Productes de la pesca	22,64
Llet i derivats	118,89
Pa, galetes, brioixeria i pastisseria	53,32
Cacaus i xocolates	2,55
Cafès i altres infusions	1,89
Arròs, pastes i llegums secs	14,27
Sucre	4,07
Olis i greixos	15,38
Fruites i hortalisses fresques (1)	170,61
Fruites i hortalisses transformades (2)	19,90

CONSUM ALIMENTARI PER CÀPITA A LES LLARS DE CATALUNYA 2000

PRODUCTES (consum per càpita (kg, l, unitats))

Plats preparats	8,50
Vins	21,08
Cervesa	10,69
Altres begudes alcohòliques	1,12
Begudes analcohòliques	131,07

Font: *La alimentación en España* (Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, 2000)

(1) Inclou patates fresques

(2) Inclou patates congelades i processades

DADES BÀSIQUES DE L'AGROINDÚSTRIA 2000 (milers d'euros)

	Espanya (E)	Catalunya (C)	% C/E
Vendes netes total indústria*	347.027.530	88.479.877	25,05%
Vendes netes indústria de l'alimentació i begudes	55.704.550	13.235.386	23,76%
% indústria de l'alimentació i begudes/total indústria	16,05%	14,96%	
VAB (cf) total indústria*	111.964.830	28.808.943**	25,73%
VAB (cf) indústria de l'alimentació i begudes	13.511.210	3.122.473	23,11%
% indústria de l'alimentació i begudes/total indústria	12,06%	10,84%	
Nombre d'ocupats total indústria*	2.628.008	672.979	25,61%
Nombre d'ocupats indústria de l'alimentació i begudes	363.034	79.341	21,85%
% Indústria de l'alimentació i begudes/total indústria	13,81%	11,79%	

* No inclou construcció

** No dedü t l'IAE, ni altres impostos

Font: Institut Nacional d'Estadística i Institut d'Estadística de Catalunya

Segons el document *Criteris provisionals per a la classificació de les activitats a l'annex I de la Llei 16/2002, de prevenció i control integrats de la contaminació, en relació amb la notificació de dades al registre estatal d'emissions i fonts contaminants (EPER)*, publicat pel Departament de Medi Ambient, s'estableixen de forma provisional, i fins que es disposi de la normativa corresponent, un conjunt de criteris que han d'aplicar els establiments afectats. A continuació, es redacten els que són aplicables al sector agroalimentari.

Criteris

- Quan en la fabricació dels productes alimentaris hi hagi combinació d'ingredients animals i vegetals, es classificarà l'establiment sobre l'ingredient animal, tenint en compte la quantitat de producte acabat (75 t) i no d'ingredient.
- El concepte Productes alimentaris es refereix tant a alimentació humana com a alimentació animal. Així, s'hi consideren inclosos els establiments dedicats a la fabricació de pinsos on es realitzi transformació.
- Els establiments del tipus cambres frigorífiques o centrals hortofructícoles en què hi hagi una instal·lació de fred i/o on es faci un tractament als aliments (banyat o ruixat amb fungicides, conservació, ebullició, etc.) es consideren inclosos en aquest epígraf, sempre que superin el llindar de producció.
- Els establiments que solament facin envasatge dels aliments, però sense tractament, no s'hi consideren inclosos.
- No es diferenciarà entre primera i segona transformació de la matèria primera.
- El valor mitjà trimestral es calcularà sobre el trimestre de recobriment més rigorós, fent els càlculs sobre 90 dies, encara que es treballi menys temps, però incorporant un factor de ponderació, d'acord amb l'exemple següent:

Instal·lació alimentària

Producció anual: 450.000 kg

Període d'activitat:

Primer supòsit: 90 dies (1 trimestre)

Segon supòsit: 60 dies (0,66 trimestre)

Tercer supòsit: 120 dies (1,3 trimestre)

Capacitat de producció trimestral i mitjana (en tones):

Primer supòsit: $450.000/90 = 5$ t/dia

Segon supòsit: $681.819/90 = 7,58$ t/dia

Tercer supòsit: $346.153/90 = 3,85$ t/dia

- No s'hi inclouen els establiments dedicats a la recomposició de llet a partir de llet en pols

5. Paràmetres contaminants a notificar

La Decisió 2000/479/CE, relativa a l'EPER, afecta les indústries que realitzen una o més activitats de l'annex 1 de la Directiva IPPC, les quals estan obligades a notificar les emissions a l'atmosfera o a l'aigua dels 50 contaminants que recull la llista de l'annex A1 de la Decisió.

Per tant, cal sumar per a cada contaminant totes les emissions generades per totes les activitats IPPC de l'establiment, de fonts tant puntuals com difuses, i declarar-les.

Contaminants/substàncies	Atmosfera	Aigua	Valor límit lindar a l'atmosfera en kg/any	Valor límit lindar a l'aigua en kg/any
1. Temes mediambientals	(11)	(2)		
CH ₄			100000	
CO			500000	
CO ₂			100000000	
HFC (hidrofluorocarbonats: suma d'HFC23, HFC32, HFC41, HFC4310mee, HFC125, HFC134, HFC134a, HFC227ea, HFC236fa, HFC245ca)			100	
N ₂ O			10000	
NH ₃			10000	
COVNM (compostos orgànics volàtils excepte el metà)			100000	
NOx, com a NO ₂			100000	
PFC (perfluorocarburs: suma de CF ₄ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , C ₄ F ₁₀ , C- C ₄ F ₈ , C ₅ F ₁₂ , C ₆ F ₁₄)			100	
SF ₆			50	
SOx, com a SO ₂			150000	
Nitrogen total (com a N)				50000
Fòsfor total (com a P)				5000
2. Metalls i els seus compostos	(8)	(8)		
As i compostos, total a As			20	5
Cd i compostos, total a Cd			10	5
Cr i compostos, total a Cr			100	50
Cu i compostos, total a Cu			100	50
Hg i compostos, total a Hg			10	1
Ni i compostos, total a Ni			50	20
Pb i compostos, total a Pb			200	20
Zn i compostos, total a Zn			200	100
3. Substàncies organoclorades	(12)	(7)		
Dicloroetà 1,2 (DCE)			1000	10
Diclorometà (DCM)			1000	10
Cloroalcans (C10-13)				1
Hexaclorobenzè (HCB)			10	1
Hexaclorobutadiè (HCBD)				1
Hexaclorociclohexà (HCH)			10	1
Compostos halogenats, com a AOX				1000
PCDD+PCDF (dioxines+furans), en TEQ (equivalents de toxicitat: emissió de 17 isòmers de PCDD i PCDF)			0,001	

Contaminants/substàncies	Atmosfera	Aigua	Valor límit l·lindar a l'atmosfera en kg/any	Valor límit l·lindar a l'aigua en kg/any
relacionada amb l'isòmer més tòxic 2,3,7,8- CDD)				
Pentaclorofenol (PCP)			10	
Tetracloroetilè (PER)			2000	
Tetraclorometà (TCM)			100	
Triclorobenzè (TCB)			10	
Tricloroetà 1,1,1 (TCE)			100	
Tricloroetilè (TRI)			2000	
Triclorometà			500	
4. Altres compostos orgànics	(2)	(6)		
Benzè			1000	
Benzè, toluè, etilbenzè, xilens (BTEX), com a BTEX				200
Difenilèter bromat				1
Compostos organoestànics, com a Sn total				50
Hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP): suma d'HAP 6 Borneff: benzo(a)pirè, benzo(ghi)perilè, benzo(k)fluorantè, fluorantè, indè(1,2,3-cd), pirè, benzo(b)fluorantè			50	5
Fenols, com a C total				20
Carboni orgànic total - COT, com a C total o DQO/3				50000
5. Altres compostos	(4)	(3)		
Clorurs, com a Cl total				2000000
Clor i compostos inorgànics, com a HCl			10000	
Cianurs, com a CN total				50
Fluorurs, com a F total				2000
Fluor i compostos inorgànics, com a HF			5000	
Cianur d'hidrògen (HCN)			200	
PM10: massa total de partícules de diàmetre inferior a 10 µm			5000	
Nombre de contaminants	37	26		

Llista dels 50 contaminants que cal notificar i valors l·lindars, segons l'annex A1 de la Decisió 2000/479/CE.

Per facilitar la identificació dels contaminants corresponents als diferents sectors i subsectors, la Comissió Europea ha publicat en el Document d'orientació per a la realització de l'EPER unes subllistes sectorials específiques de contaminants emesos a l'atmosfera i a l'aigua, les quals i referides al sector químic es reproduïxen a continuació.

Subl·listes sectorials específiques de contaminants emesos a les aigües (a títol orientatiu)

Codi IIAA ¹	Codi PCIC ²	Categories font d'activitats de l'annex I (segons l'annex A3 de la Decisió relativa a l'EPER)	Nitrogen total	Fòsfor total	Cr compostos	Cu compostos	Zn compostos	Compostos organohalog.	Carboni orgànic total	Clorurs
7.1	9.1 a	Escorxadors amb una capacitat de producció de canals superior a 50 t/dia								
7.2.a	9.1 b	Tractament i transformació destinats a la fabricació de productes alimentaris a partir de:								
7.2.b		b.1) matèria primera animal (que no sigui llet) d'una capacitat de producció de productes acabats superior a 75 t/dia b.2) matèria primera vegetal d'una capacitat de producció de productes acabats superior a 300 t/dia (valor mitjàtrimestral)								
7.3	9.1 c	tractament i transformació de la llet, amb una quantitat de llet rebuda superior a 200 t/dia (valor mitjàanual)								
11.3	9.2	Instal·lacions per eliminar o aprofitar canals o restes d'animals, amb una capacitat de tractament superior a 10 t/dia								

¹Llei 3/1998, de 27 de febrer, d'intervenció integral de l'Administració ambiental, i ²Llei de prevenció i control integrats.

En les taules que es presenten a continuació, figuren els contaminants emesos per subsectors agroalimentaris:

Contaminants emesos a l'atmosfera	Processament de la carn	Aprofitament de restes animals	Escorxadors	Tractament transformació de la llet i	Tractament transformació de matèries primeres d'origen vegetal i
CH ₄					
CO ₂					
HFC					
NH ₃					
NO _x					
SO _x					
Dioxines i furans					
Hidrocarburs aromàtics policíclics					
PM ₁₀					

Contaminants emesos a l'aigua	Processament de la carn	Aprofitament de restes animals	Escorxadors	Tractament transformació de la llet i	Tractament transformació de matèries primeres d'origen vegetal i
Nitrogen total					
Fòsfor total					
Cr i compostos					
Cu i compostos					
Zn i compostos					
Compostos organohalogenats					
Carboni orgànic total					
Clorurs					

Els compostos orgànics volàtils (COVNM) són presents en diferents processos agroalimentaris i no figuren a les subllistes de contaminants emesos a l'atmosfera que s'indiquen en aquest apartat; tanmateix, aquestes substàncies també han de ser identificades, quantificades i notificades.

6. Esquema general dels principals processos productius i auxiliars

6.1 Introducció i aclariments

A continuació, es presenten de manera esquemàtica els processos productius dels diferents subsectors de la indústria agroalimentària, així com les seves activitats auxiliars més rellevants des del punt de vista de les emissions que generen. L'objectiu d'aquest capítol és descriure aquests processos i identificar les etapes on es generen emissions a l'atmosfera i abocaments a l'aigua.

La descripció d'un únic procés per cada subsector pot no ser suficient i prou representativa dels diferents processos de fabricació i manipulació de matèries que es desenvolupen a les indústries agroalimentàries catalanes. Els diagrames aportats no representen en tots els casos el detall dels punts crítics que originen aquestes emissions, i, per tant, l'activitat mateixa haurà de ser la que els identifiqui i defineixi adequadament. És per això que cal aclarir que la informació aportada a continuació ha de ser indicativa i consultiva, és a dir, mitjà de consulta per als interessats i les empreses implicades. Per definir-la, s'han consultat diverses fonts documentals, com ara les *Millors Tècniques Disponibles (MTD)* (documents d'elaboració dels BREF) i la col·lecció "Manuals d'Ecogestió", que permeten obtenir una bona visió de molts dels processos productius que es descriuen en aquesta guia.

D'altra banda, cal incidir que la informació d'aquest apartat dona una idea dels contaminants a declarar, però que aquests contaminants estan condicionats tant pel procés industrial utilitzat com també pel sistema de depuració emprat. Així, si una empresa disposa d'una depuradora d'aigües on van a parar les aigües generades en diverses etapes del procés, d'instal·lacions de calderes i torres de refrigeració, d'aigües de neteja de les instal·lacions, de possibles reaccions i separacions/decantacions/filtratges del sistema emprat, etc., les característiques de les aigües seran molt diferents i, per tant, també els contaminants que hi podrem trobar.

6.2 Activitats/processos auxiliars

A més dels processos productius, a gran part dels establiments tenen lloc altres activitats associades al procés que acostumen a ser les següents:

- A. Neteja d'equips i instal·lacions
- B. Calderes de combustió
- C. Equips de refrigeració i congelació

A. Neteja d'equips i instal·lacions

Pel fet que les operacions de neteja i desinfecció influeixen directament sobre la salubritat i qualitat dels productes del sector agroalimentari, aquestes operacions es consideren una etapa més del procés productiu. En cada subsector, les característiques d'aquestes aigües poden variar: càrrega orgànica, salinitat, pH, etc., segons el producte elaborat. Fins i tot, es pot afirmar que les característiques poden variar també dins d'un mateix subsector, segons les instal·lacions, els productes de neteja, la grandària de l'establiment, les activitats que hi tinguin lloc i el seu grau de tecnificació.

Als diferents diagrames de procés s'indiquen les característiques més rellevants d'aquestes aigües.

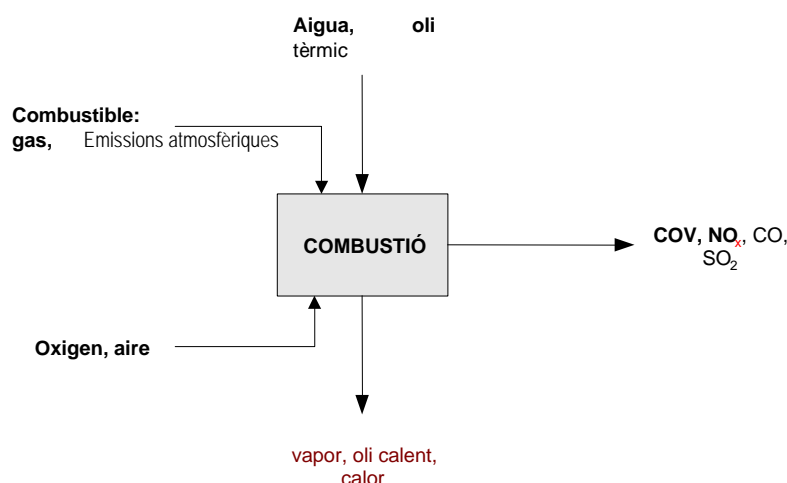
B. Calderes de combustió

L'obtenció d'energia mitjançant combustions té un paper molt important en tot tipus d'indústria. Al sector agroalimentari, les indústries disposen d'instal·lacions per generar aigua calenta i/o vapor, assecar, escalfar, tractar tèrmicament, etc., mitjançant energia elèctrica o la combustió de combustibles. La combustió es genera en fer reaccionar un combustible i un comburent (generalment l'oxigen de l'aire o de vegades oxigen pur). Aquesta reacció emet calor i llum. L'energia calorífica s'aprofita directament com a calor per escalfar o per escalfar aigua o produir vapor.

Els combustibles fòssils són hidrocarburs (molècules constituïdes per cadenes d'àtoms de carboni i hidrogen), encara que sovint contenen sofre i altres elements presents en quantitats molt petites que en constitueixen impureses. Els combustibles fòssils poden ser:

- Sòlids: com els carbons (gairebé en desús)
- Líquids: fuels, gasoils o benzines
- Gasos: propà o metà (gas natural)

En general, els processos de combustió responen a l'esquema següent:



Font: Manual de mesures correctores d'emissions atmosfèriques de la indústria. Departament de Medi Ambient, Direcció General de Qualitat Ambiental, Generalitat de Catalunya, 1995.

Per combustibles:

- **Els combustibles líquids.** Produeixen emissions de COV, CO, CO₂ i SO₂, i algunes de NO_x provinents del sofre dels hidrocarburs i el nitrogen de l'aire. Les emissions de SO₂ depenen del contingut de sofre, que és diferent per a cada tipus de combustible segons la legislació. Així, els gasoils tenen menys sofre que els fuels, i entre aquests últims hi ha el BIA (índex baix de sofre), que és el que menys en porta. L'estat òptim dels cremadors provoca les emissions més baixes de CO i COV, en augmentar l'eficiència del procés de combustió.
- **El gas natural i els GLP (gasos líquats de petroli).** Generen emissions de CO₂ i de NO_x. Els COV poden aparèixer per pèrdues i/o mal estat del cremador, i el CO per aquest últim motiu.

Les partícules apareixeran per combustions incompletes i/o per compostos aliens als combustibles. En general, un bon manteniment dels cremadors i dels aparells de combustió és clau perquè l'eficiència de la combustió sigui òptima, i no hi hagi emissions de COV, ni de CO per falta d'oxigen, ni de NO_x per excés d'aire a la combustió.

C. Equips de refrigeració i congelació

Entre altres, els equips de refrigeració i congelació utilitzats poden ser:

- **Sistemes mecànics:** amb refrigerant evaporat i comprimit en un circuit tancat. El medi a refredar pot ser aire, aigua o una superfície metàl·lica. Quan és aire, s'empra en la refrigeració de cambres o túnels i en els vehicles de transport refrigerats. L'aigua s'utilitza generalment per produir gel. I, si el refrigerant refreda una superfície metàl·lica, aquesta pot formar part d'un intercanviador per refrigerar diferents fluids.
- **Sistemes criogènics,** on el refrigerant és nitrogen o anhídrid carbònic.

En general, aquests sistemes no generen emissions a l'atmosfera. No obstant, en alguns casos poden emetre HCFC per fuites accidentals dels circuits de refrigeració que en continguin.

6.3 Processos productius

A. PROCÉS D'ELABORACIÓ D'OLI D'OLIVA

La producció d'oli d'oliva i d'altres greixos a Catalunya significa el 5,9% de les vendes de la indústria agroalimentària catalana (dades de l'any 2000).

La producció olivícola dona lloc a diversos tipus d'oli, que es classifiquen de la manera següent:

- a) Oli d'oliva verge apte per al consum o natural:
 - a.1) Oli d'oliva verge extra. La seva acidesa lliure, expressada en àcid oleic, no ha de superar l'1% en pes i ha de tenir unes concretes característiques organolèptiques fixades per la Norma COI/T.15/NC núm. 2 rev., del Consell Oleícola Internacional.
 - a.2) Oli d'oliva verge o fi, amb acidesa inferior al 2% i característiques organolèptiques fixades per la Norma.
 - a.3) Oli d'oliva verge corrent, amb acidesa màxima de 3,3%, amb limitacions organolèptiques fixades per la Norma.
- b) Oli d'oliva verge no apte per al consum en la forma en la qual s'obté, també denominat llampant.
- c) Oli d'oliva refinat, que prové de la refinació d'oli d'oliva verge llampant.
- d) Oli de sansa d'oliva, obtingut per extracció amb dissolvents a partir de la sansa d'almàssera.
 - d.1) Oli de sansa d'oliva cru, que és el destinat a refinació o a usos no alimentaris.
 - d.2) Oli de sansa d'oliva refinat, obtingut de refinació de l'oli de sansa cru.
 - d.3) Oli de sansa d'oliva, obtingut de la barreja dels tipus d.2 i d.1.

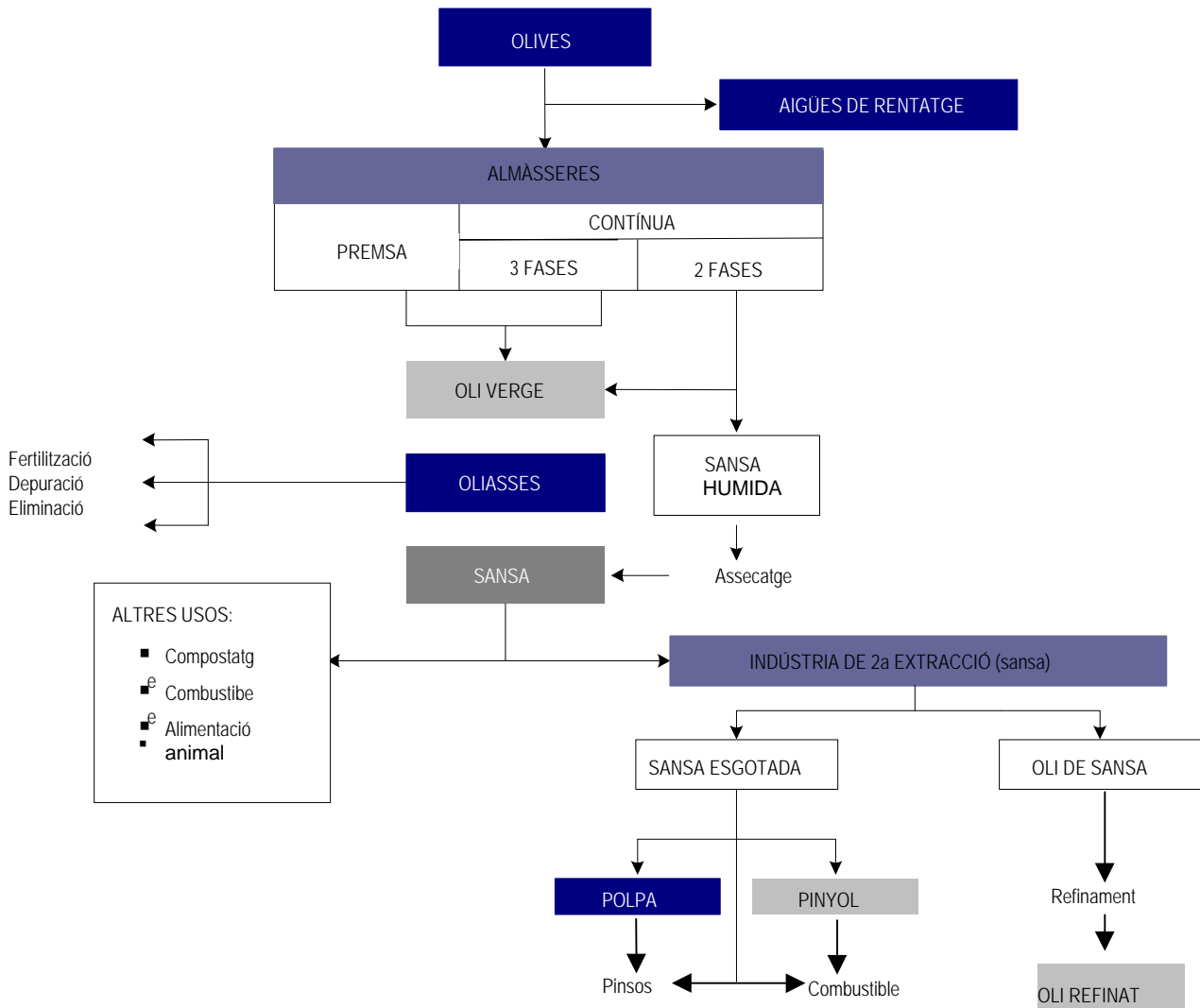
Les indústries bàsiques que intervenen en la producció d'oli d'oliva són les següents:

- a) Almàsseres, normalment vinculades a la producció i, per això i en molts casos, amb estructura cooperativa. Obtenen oli d'oliva verge i, com a subproducte, la sansa o pinyolada.
- b) Extractores, que es dediquen a l'extracció de l'oli residual de la sansa provinent de les almàsseres per obtenir l'anomenat oli de sansa.
- c) Refinadores, amb instal·lacions dedicades a la refinació d'olis de diversos tipus, entre els quals l'oli d'oliva no apte per al consum. Obtenen oli refinat.
- d) Embotelladores, dedicades a l'envasatge de l'oli d'oliva obtingut a les almàsseres o d'altres procedències.

Les indústries combinen diferents operacions. Els casos més freqüents d'integració funcional són els d'almàssera-embotelladora, extractora-refinadora, almàssera-detallista i embotelladora-majorista.

En els darrers anys, i arran de l'aparició del sistema d'extracció per centrifugació en dues fases, ha aparegut una nova funció que consisteix en el processament de la sansa (en general, assecatge) que se situa entre l'almàssera i l'extractora.

A continuació, es presenta una visió general sobre productes, subproductes i residus en la indústria de l'oli d'oliva:



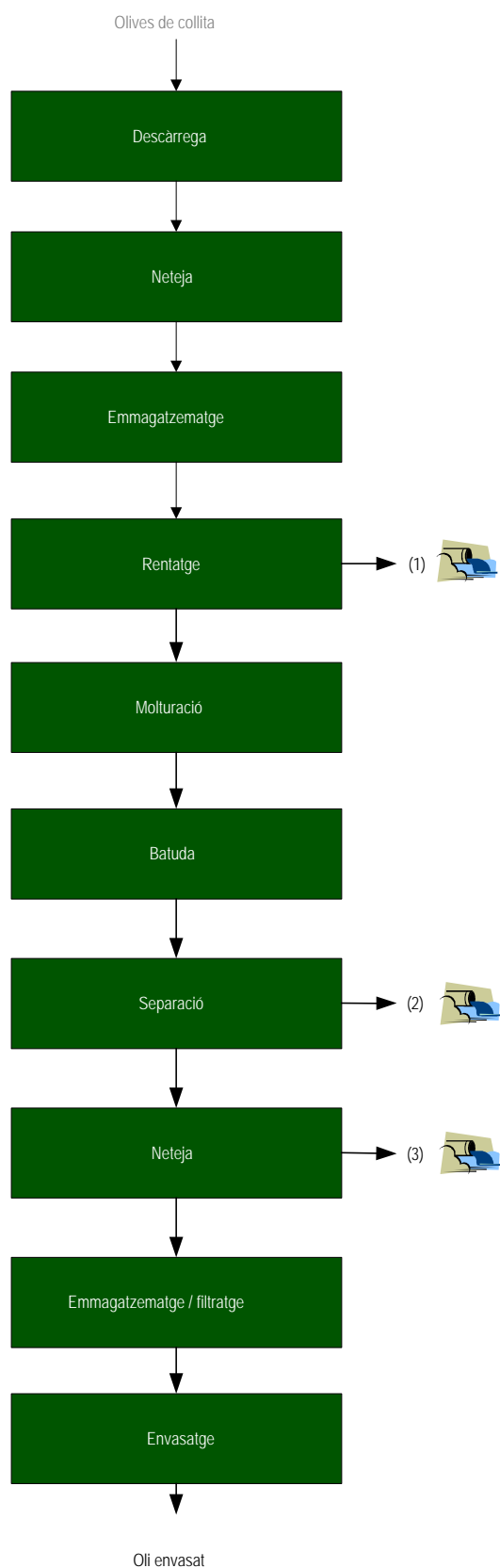
Font: Manual d'Ecogestió núm. 8, Prevenció de la contaminació en la producció d'oli d'oliva, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Octubre 2000.

A continuació, es presenten els processos generals següents:

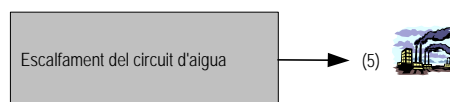
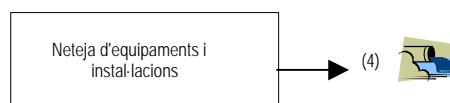
- Procés d'elaboració d'oli d'oliva de primera extracció
- Procés d'elaboració d'oli d'oliva de segona extracció (sansa)

S'hi identifiquen en les diferents etapes les emissions i/o abocaments d'aigües residuals.

PROCÉS D'ELABORACIÓ D'OLI D'OLIVA DE PRIMERA EXTRACCIÓ

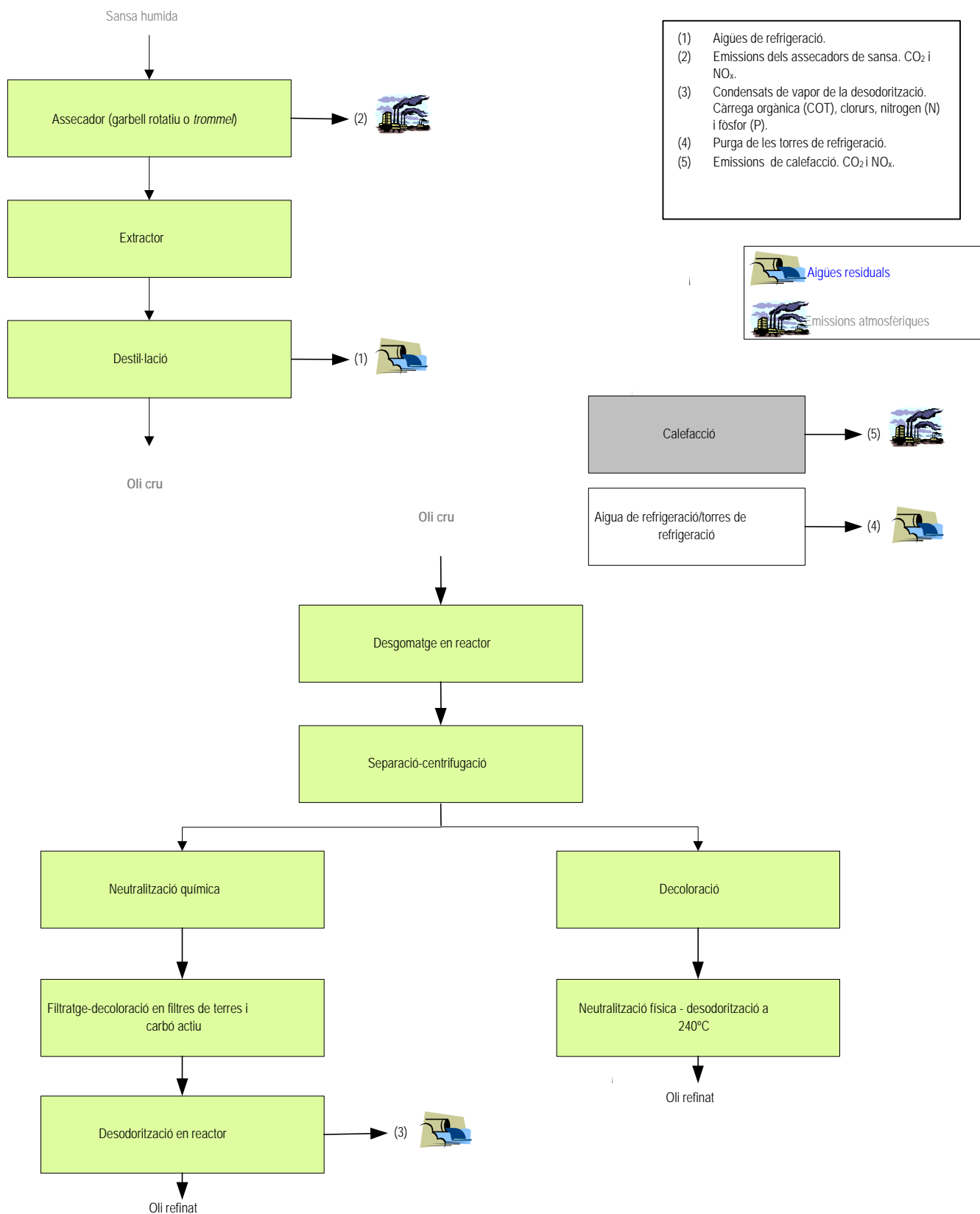


- (1) Aigües de decantació del rentatge de les olives. Càrrega orgànica (COT) i clorurs.
- (2) Generació d'oliasses susceptibles de contaminar les aigües residuals. Càrrega orgànica (COT), clorurs, nitrogen (N), fòsfor (P).
- (3) Generació d'aigües de rentatge de l'oli susceptibles de contaminar les aigües residuals. Càrrega orgànica (COT), clorurs, nitrogen (N), fòsfor (P).
- (4) Neteja d'instal·lacions, dipòsits i equipaments. Càrrega orgànica (COT), clorurs, nitrogen (N), fòsfor (P).
- (5) Emissions de les calderes d'escalfament del circuit d'aigua (calderes de gasoil/gas natural, pinyol d'oliva, sansa extractada o clofolla de fruita seca). CO₂ i NO_x.



Font: Manual d'Ecogestió núm. 8, Prevenció de la contaminació en la producció d'oli d'oliva, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, octubre de 2002

PROCÉS D'ELABORACIÓ D'OLI D'OLIVA DE SEGONA EXTRACCIÓ



Font: Manual d'Ecogestió núm. 8, Prevenció de la contaminació en la producció d'oli d'oliva, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, octubre de 2002

B. LA INDÚSTRIA D'ELABORATS VEGETALS

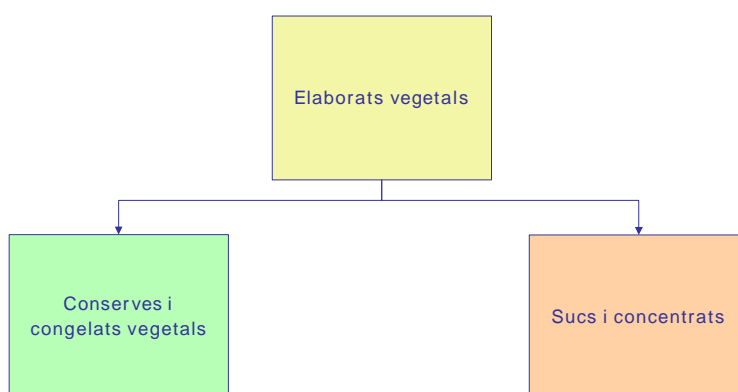
La indústria d'elaborats vegetals a Catalunya suposa un 2,1% de les vendes netes del sector industrial agroalimentari de Catalunya.

La indústria d'elaborats vegetals és una de les més complexes del sector agroalimentari a causa de la gran varietat de matèries primeres i tècniques que utilitza, i també de productes que elabora. S'inclouen en aquest subsector:

- Conserves vegetals (en salmorra, en el suc propi o en almívar)
- Congelats vegetals
- Sucs i concentrats vegetals

Malgrat la complexitat intrínseca del subsector, i atès que els processos productius tenen un nombre important d'operacions bàsiques comunes, és possible analitzar-los de manera conjunta. En la majoria de les operacions, l'ús d'una determinada tecnologia està molt condicionada per les característiques de la matèria primera, i també per la tipologia dels productes a elaborar.

PROCESSOS CONSIDERATS EN EL SUBSECTOR D'ELABORATS VEGETALS



B.1 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE CONSERVES I CONGELATS VEGETALS

A continuació, s'esmenten les diferents etapes del procés:

Rentatge de la matèria primera: el rentatge és una operació que es pot realitzar una o diverses vegades al llarg del procés amb la finalitat d'eliminar substàncies no desitjades en la matèria primera a processar. Generalment, s'efectua amb aigua, encara que també es pot fer amb sistemes en sec.

Escaldament-refredament: l'escaldament es fa habitualment per a estovar els teixits, eliminar-ne l'aire, conservar el color, desactivar enzims o millorar la textura del producte. Generalment, hi ha una fase posterior de refredament per evitar els processos de sobrecocció i acceleració de la descomposició de la matèria primera. Aquesta operació es pot fer en equips independents de l'escaldament o en la fase final d'aquests equips.

Pelada: separació de la pell del vegetal o escorça. Aquesta operació es pot dur a terme per diferents mètodes, encara que depèn molt de la naturalesa de la matèria primera a processar.

Esterilització/pasteurització: aquesta operació té com a funció principal la conservació del producte, un cop envasat, mitjançant l'eliminació dels microorganismes tòxics o patògens que poguessin desenvolupar-se i deteriorar el producte. Algunes conserves poden conservar-se adequadament mitjançant un tractament tèrmic a temperatures inferiors a 100° C (pasteurització) mentre que d'altres necessiten que s'assoleixin temperatures majors (esterilització). Aquesta última operació implica portar el producte de manera ràpida a una temperatura superior a 100° C (110° C - 125° C), que es manté durant uns minuts, segons el producte i la grandària de l'envàs.

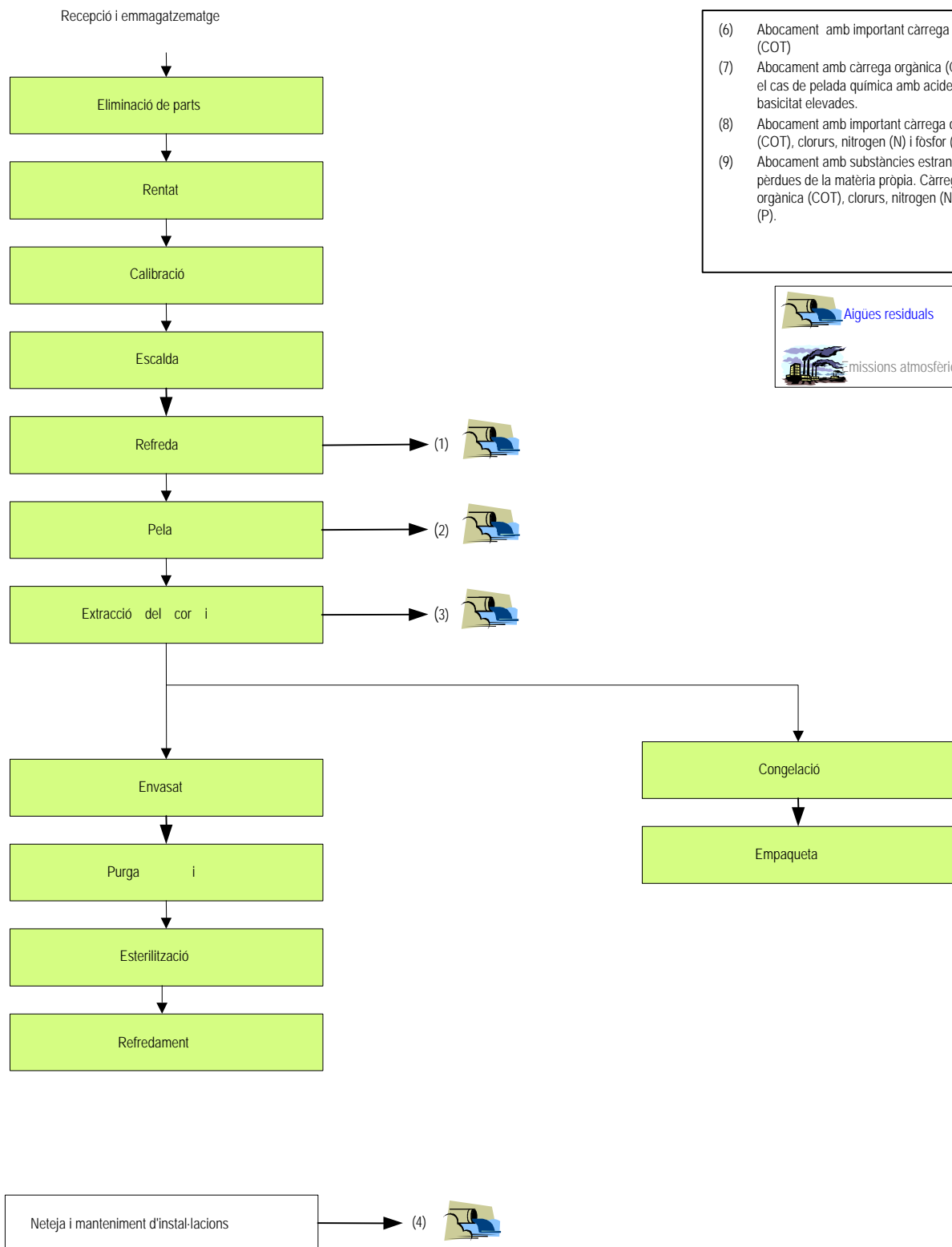
L'esterilització es realitza normalment sobre el producte amb l'envàs tancat. Es pot també realitzar sobre el producte abans d'envasar.

Després de l'esterilització, es refreda el producte o l'envàs, segons el cas.

Congelació: és un altre mètode de conservació de productes vegetals. Es basa a disminuir la temperatura per sota de zero, amb l'objectiu de paralitzar l'activitat microbiana i la descomposició enzimàtica dels productes a conservar. En aquesta operació es produeix un important consum d'energia. Hi ha molts sistemes de congelació, sovint adaptats als productes o fins i tot als envasos a congelar.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos:

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE CONSERVES I CONGELATS VEGETALS



Font: Guia de mejoras técnicas disponibles en la industria de elaborados vegetales, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

B.2 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE SUCS I CONCENTRATS DE FRUITES

Extracció: per obtenir suc i concentrats, s'utilitza una gran varietat de sistemes i equips, sovint adaptats molt específicament a la matèria primera a processar. Aquesta operació pot ser complexa, mitjançant una operació d'extracció i una altra de tamisatge del suc (cas dels cítrics), o bé bàsica.

Decantació: s'aplica a aquells suc que habitualment es consumeixen amb un acabat final transparent (raï m, poma). Es basa en una precipitació i eliminació de substàncies dissoltes que amb el temps poden conferir un aspecte poc transparent al suc. En el cas del raï m, s'ha d'eliminar el bitartrat potàssic en sobresaturació per impedir la formació de petits cristalls. En aquesta operació es poden produir quantitats apreciables de residus i fangs.

Clarificació-filtració: la clarificació consisteix a eliminar totes les matèries pèctiques, proteiques i gomoses que hi hagi als suc i puguin dificultar-ne la filtració. En aquesta operació la producció de residus sòlids no és significativa. La clarificació es pot realitzar mitjançant centrifugada i filtració.

Posteriorment, en alguns suc com el de raï m i poma es duu a terme una operació de filtració per millorar-ne l'aspecte. Aquesta operació no s'aplica en l'elaboració de suc de taronja, tomàquet o pinya.

Es poden utilitzar diferents tècniques com el filtre de premsa o els filtres rotatius al buit. La clarificació i filtració es poden realitzar simultàniament utilitzant tècniques de membrana.

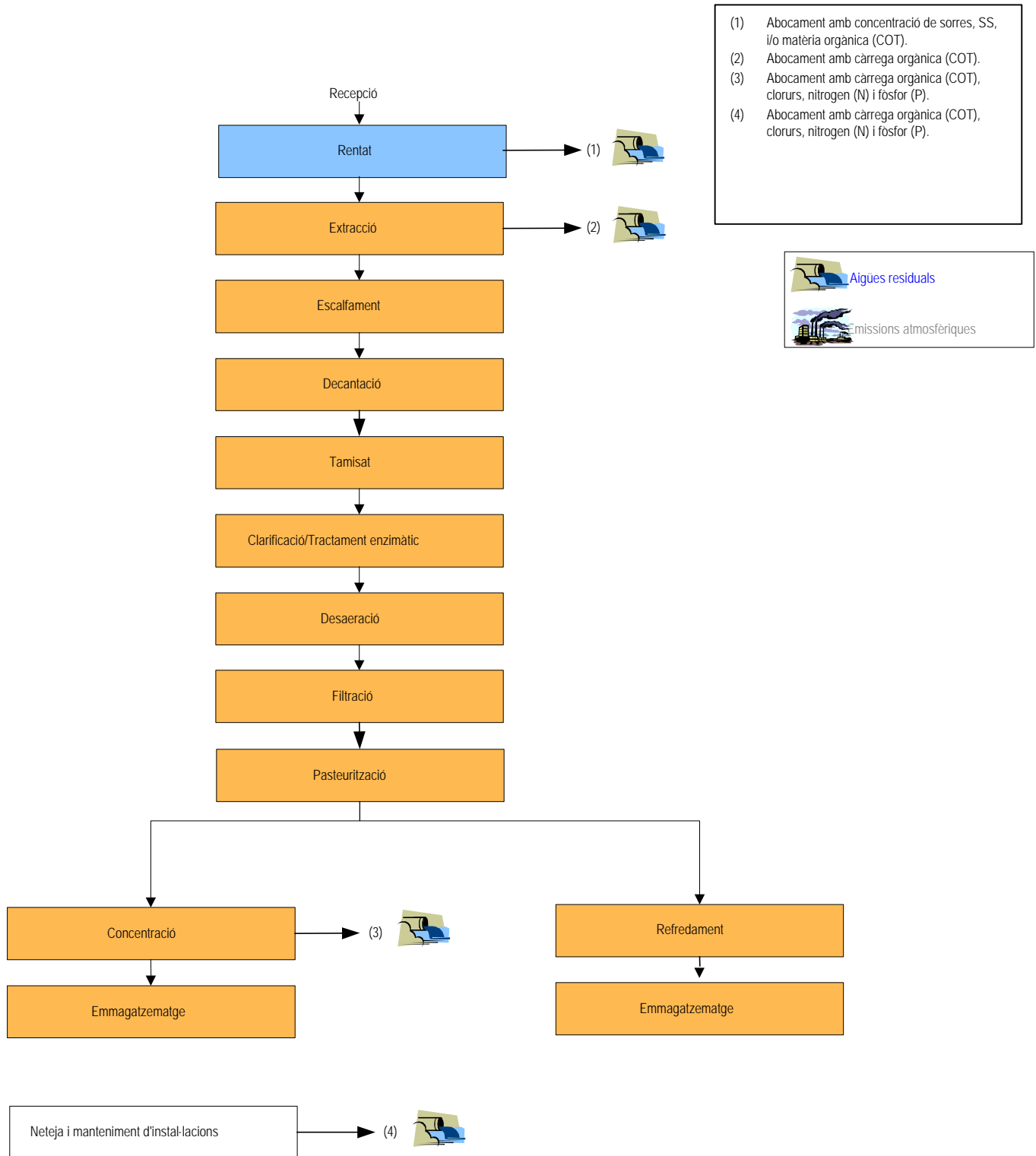
Desaeració: elimina l'oxigen i altres gasos com el CO₂ dissolts al suc mitjançant l'aplicació del buit. En aquesta operació es produeixen consums d'energia que no són significatius.

Pasteurització: mètode general de conservació de suc i concentrats, que consisteix a escalfar el suc a temperatures d'entre 60 i 100° C durant un temps variable. Es pot utilitzar en gairebé tots els suc, ja que la majoria tenen un pH relativament baix. La pasteurització es pot aplicar sobre el suc abans d'envasar o sobre els envasos tancats que contenen suc.

Concentració: en l'elaboració de suc concentrats es realitza una operació de concentració, que consisteix a eliminar gran part del contingut inicial d'aigua dels suc.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE SUCS I CONCENTRATS DE FRUITES



Font: Guia de mejores técnicas disponibles en la industria de elaborados vegetales, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

Al nostre país, l'elaboració del vi té una tradició mil·lenària, i igual de rellevant ha esdevingut la producció de cava, que ha sabut guanyar-se un lloc propi al mercat internacional. La indústria d'elaboració de vi i cava a Catalunya suposa un 7,8% de les vendes del sector industrial agroalimentari de Catalunya.

Quan hom es refereix a la indústria del vi i cava, es diferencien clarament les línies de producció destinades a l'obtenció de vins blancs, rosats i negres, o cava. No entrarem en aquesta guia a tractar les particularitats de cada una de les línies de producció per separat. Si bé aquestes línies són diferents, com ho són els productes finals, es poden analitzar com un conjunt d'operacions unitàries comunes a totes les línies, tot i que utilitzades en temps, ordre i manera diferents.

- **VI**

Premsatge: el most s'obté del raï m –sense la rapa, que es retira perquè no doni mal gust al vi produït, a causa del seu alt contingut en tanins-. La pasta obtinguda es premsa per extraure'n el suc que ha quedat amb la brisa; aquest s'afegeix al most obtingut anteriorment o s'elabora a part. Un cop controlat el grau del most –contingut de sucres que determinarà el contingut final d'alcohol del vi- es porta a les tines, bótes o dipòsits especials perquè fermenti.

Fermentació: la fermentació és un procés biològic realitzat per microorganismes del grup dels fongs, els llevats del gènere *Sacharomyces*. Els llevats, que després d'aixafat el raï m es troben barrejats entre el most, en capten els sucres (fructosa, glucosa, etc.) i els utilitzen com a font d'energia, mitjançant el procés de la fermentació, i eliminen al medi diversos subproductes com l'alcohol i el gas diòxid de carboni.

Al principi la fermentació és ràpida i intensa, però aviat el procés s'alenteix i segueix durant algunes setmanes. A la part superior del dipòsit de fermentació es forma una escuma, anomenada fargalada, que sura a la superfície del most.

Trasbalsos/trascolament: després de fermentar a la tina, cal trascolar –dit també transvasar, trasbalsar, o trafegar- el vi per separar-lo dels pòsits resultants del procés.

Clarificació i filtració: malgrat haver trascolat el vi diferents vegades, poden quedar-hi substàncies sòlides en suspensió que l'enterboleixin. A fi d'arrossegar aquestes partícules es fa la clarificació, que consisteix a afegir-hi substàncies que les fan precipitar –albúmina, argiles o gelatines-.

La filtració posterior té per objecte retenir les partícules sòlides que encara hi puguin romandre.

Envelliment: el vi obtingut de la fermentació del most pot ésser embotellat i consumit directament, però en els vins de qualitat moltes de les seves propietats d'aroma, color, etc. milloren mitjançant processos de maduració més o menys llargs. La criaça i l'envelliment es realitzen primerament en bótes de roure, on el contacte del vi amb l'oxigen i la fusta provoca una sèrie de reaccions químiques, i posteriorment a les ampolles, on es produeixen altres processos en absència d'oxigen.

- **CAVA**

Per a la producció de vi escumós natural, es parteix d'un vi elaborat segons el procés normal. Aquest vi base passa per una segona fermentació que produeix gas carbònic de manera natural, que, en comptes d'eliminar-se com a la primera fermentació, roman dissolt en el vi.

Es parteix d'un vi que ha estat elaborat de forma especialment acurada, amb les varietats adients (al nostre país destaquen les varietats macabeu, parellada i xarel·lo per al blanc; i monastrell per al rosat). Es fa una selecció i mescla de diferents vins (procés anomenat cupatge), s'hi afegeixen sucres i llevats –**tiratge**–, es tanca hermèticament i es deixa reposar.

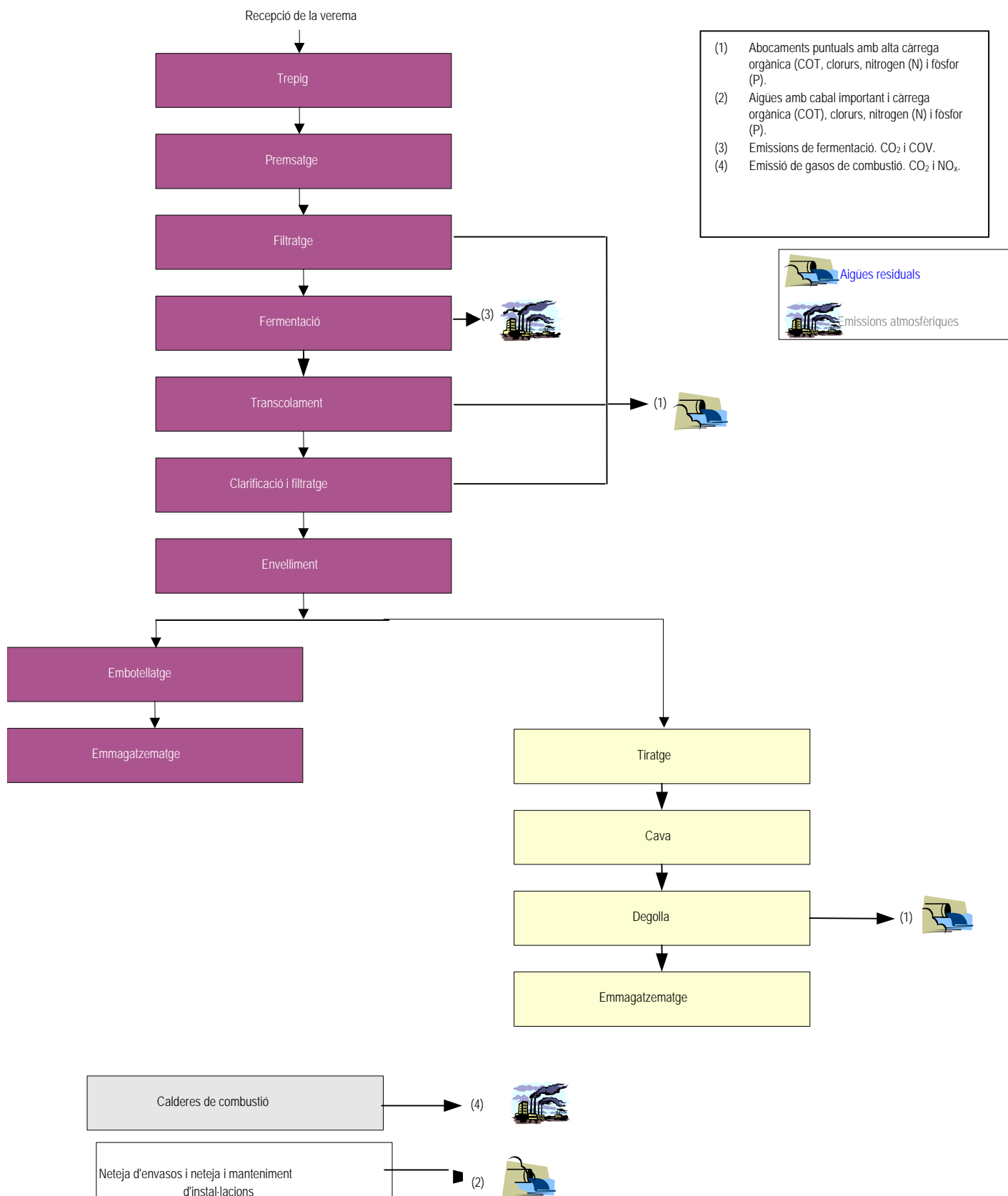
L'ampolla reposa en cellers subterranis adequats, les anomenades **caves**. Els últims dies, el repòs es fa en uns pupitres cap per avall, de manera que els sediments que es van formant durant la fermentació –mares del cava– es dipositen al coll de l'ampolla. Aquest procés s'afavoreix removent les ampolles periòdicament.

Per eliminar els sediments un cop acabat el procés d'elaboració, es treu el tap i la part del cava que arrossegava el pòsit. Aquest procés s'anomena **degollament**, i de manera industrial consisteix a congelar el coll de l'ampolla per extreure conjuntament les mares glaçades i el tap provisional.

Finalment, les ampolles es reomplen de cava (si ha estat prou temps a la cava serà l'anomenat brut) o del licor que hi donarà el gust sec o semi-sec, i es tapen amb un tap de suro i un morrió.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE VI I CAVA



B.4 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE CERVESA

La indústria d'elaboració de cervesa, juntament amb altres indústries d'elaboració de begudes alcohòliques a Catalunya, suposen un 10,8% de les vendes del sector industrial agroalimentari (dades de l'any 2000). La cervesa és una de les begudes més consumides a les Illes catalanes (10,69 l per càpita l'any 2000). La indústria cervesera a Espanya va assolir una producció de 26 milions d'hectolitres l'any 1999, amb la qual cosa es manté com el primer país productor de la zona sud d'Europa, i el tercer de la Unió Europea i novè del món.

Respecte al procés productiu, sovint el procés de maltatge se sol dur a terme en plantes segregades de les plantes productives d'elaboració de cervesa pròpiament dita. El procés integral, el podem dividir en:

A. El maltatge del gra.

B. L'elaboració de cervesa a partir de la malta.

Tot i que al mercat podem trobar una gran varietat de cerveses, la major part poden ser incloses en els dos següents grups bàsics: el tipus *ale*, de fermentació alta, i el tipus *lager*, de fermentació baixa. La diferència fonamental entre aquests dos tipus de productes radica principalment en els tipus de llevats utilitzats durant la fermentació del most i les temperatures a les quals es condueix aquesta fermentació. A Catalunya, el tipus de fermentació que realitzen les cerveseres és del tipus *lager*, que coincideix amb el tipus de cervesa més consumit.

El procés general d'elaboració de cervesa en la seva forma elemental es pot resumir com s'indica a continuació:

El gra d'ordi es remulla i oxigena perquè en germini l'embrió. Posteriorment, el gra s'asseca amb aire calent per obtenir la malta.

La malta es **tritura** per obtenir una farina molt grollera. A continuació, s'hi afegeix aigua calenta per formar una massa i estimular els enzims de la malta (amilases i proteases), a fi d'hidrolitzar el midó i les proteïnes, i obtenir el most ric en sucres més simples.

Un cop finalitzat el procés de **maceració**, el most se separa dels sòlids esgotats (*pel·lofa*) mitjançant **filtració** i l'aspersió de més aigua calenta sobre la massa.

Una vegada extret el most, aquest es porta a **ebullició** i s'hi afegeix el llúpul, el qual aportarà a la cervesa les característiques aromàtiques i amargants pròpies. Mitjançant aquesta cocció del most s'atura l'acció enzimàtica, s'esterilitza el most i es coagulen algunes proteïnes que generen terbolesa a la cervesa.

A l'etapa següent, el most es **clarifica, refreda** i aireja per aconseguir les condicions ideals per al creixement dels llevats i l'inici de la fermentació.

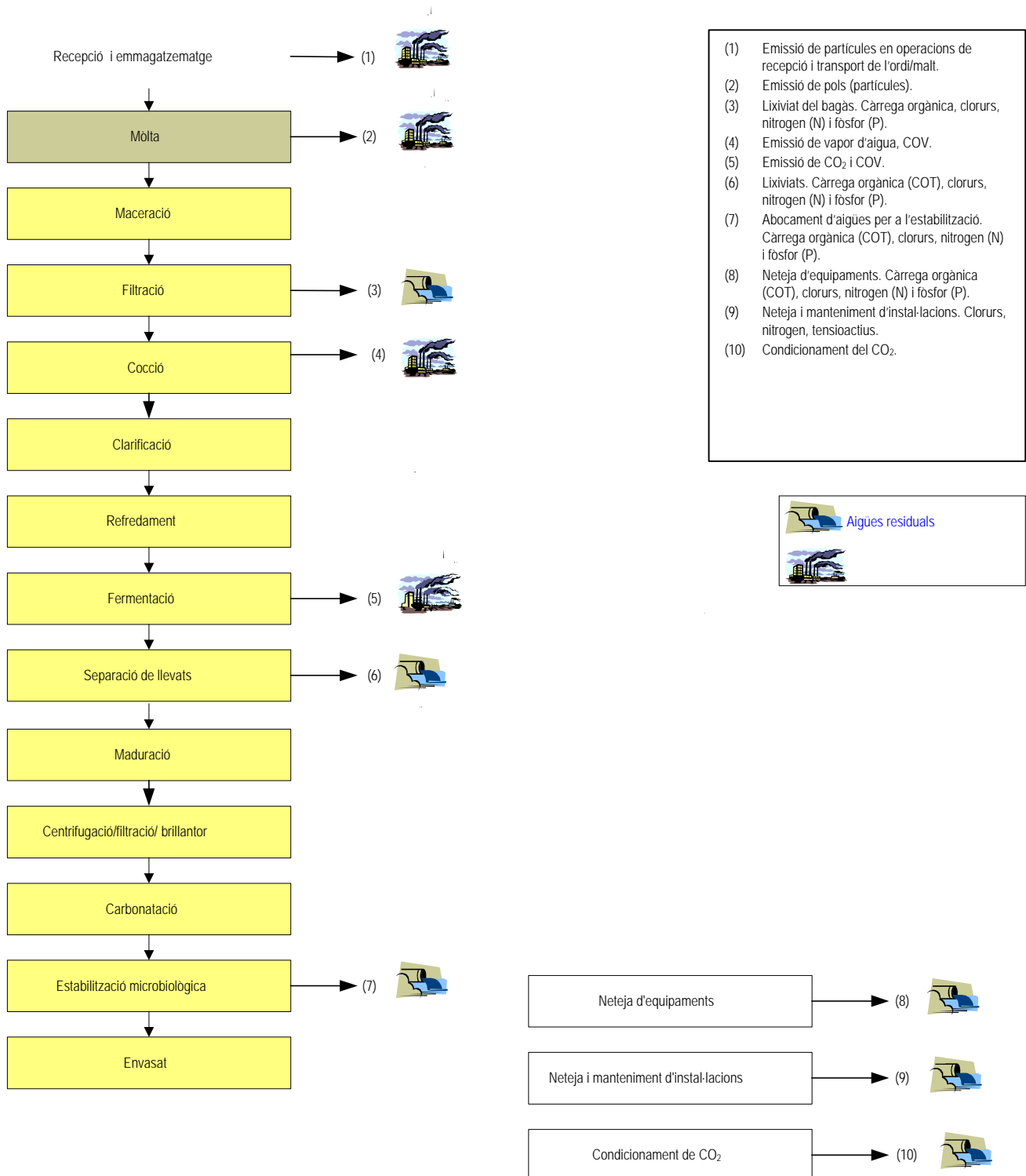
Durant la **fermentació**, gran part dels hidrats de carboni es transformen en alcohol i diòxid de carboni, mentre que altres metabòlits dels llevats hi aporten aroma i gust.

La cervesa de fermentació o cervesa verda es deixa **madurar** en els dipòsits, on es manté a baixa temperatura perquè hi tingui lloc la fermentació secundària i on es decanten el llevat i altres components que confereixen terbolesa a la cervesa.

Finalment, es realitzen les operacions de **carbonatació, pasteurització i envasatge**. L'ordre d'aquestes etapes dins del procés depèn del tipus d'envàs utilitzat.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE LA CERVESA



Font: Guia de mejores técnicas disponibles en el sector cervecero, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

B.5 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE PA

El procés d'elaboració de pa es pot dividir en les etapes següents:

Recepció i emmagatzematge: es reben i emmagatzemen els diferents ingredients que s'utilitzaran en la fabricació de pa. Els ingredients més importants són la farina, els llevats, la sal i els additius, a més de l'aigua.

Mesclat: es produeix la incorporació gradual dels ingredients amb la finalitat d'obtenir la massa. És important controlar les proporcions de cada un dels ingredients, i també la velocitat i la temperatura a què es produeix la mescla.

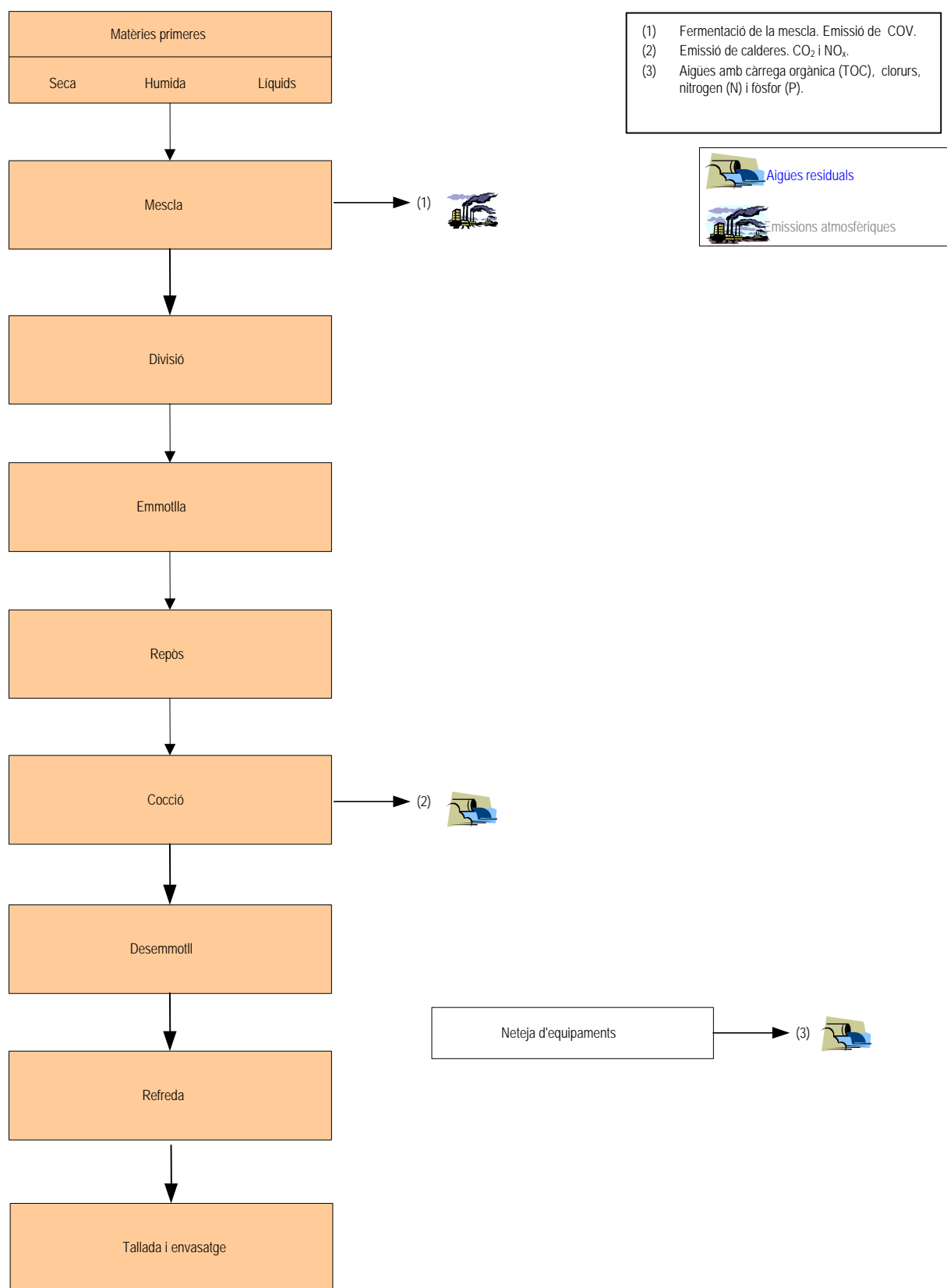
Divisió i emmotllament: un cop la massa està elaborada, se'n separen fragments de mida constant, que es posen en els motlles on es courà la massa.

Cocció: mitjançant l'aplicació de calor es cou la massa, caracteritzada pel seu increment de volum. Prèviament a la cocció, pot caldre que la massa reposi durant un temps.

Desemmotllament i refredament: un cop el pa és cuit, es desemmotlla la massa i es deixa que es refredi.

Tallada i envasatge final: el procés d'elaboració de pa acaba amb la tallada en làmines de la massa freda i l'envasatge del producte final.

PROCÉS DE PANIFICACIÓ



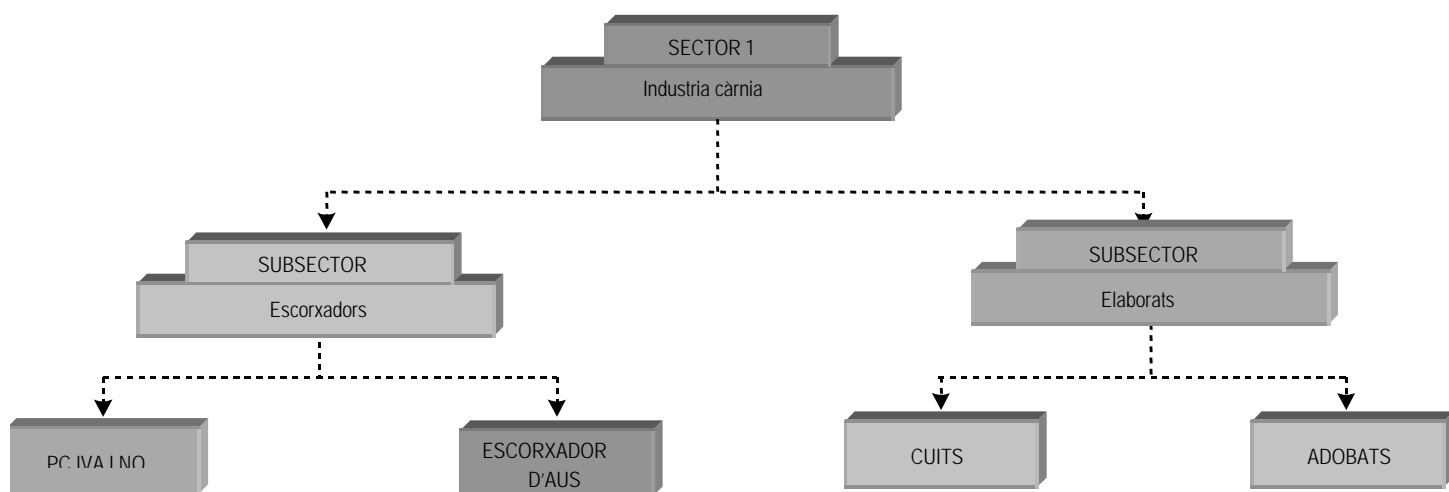
Font: Emission Estimation Techniques Manual for Bread Manufacturing, National Pollutant Inventory, Dept. of the Environment at Heritage Australian Government

C. LA INDÚSTRIA CÀRNIA

La indústria càrnia és el principal sector agroalimentari de Catalunya, amb uns ingressos d'explotació de 3.918 milions d'euros i unes vendes netes de 3.564 milions d'euros. Quant a nombre d'ocupats (21.000), és el segon sector agroalimentari, i el tercer pel que fa al nombre d'establiments (655). La posició del sector carni català al conjunt d'Espanya és també capdavantera: concentra un 36,1% de les vendes i un 32% dels ocupats (dades de l'any 2001).

Quant a la distribució, tot i que els establiments carnis estan dispersos arreu del territori, cal destacar que les comarques d'Osona, el Vallès Occidental i la Garrotxa concentren una tercera part dels establiments i un 42% dels establiments ocupats.

En aquest apartat, s'estructura el sector carni en quatre subsectors:



A continuació, es descriuen aquests processos separatament.

C.1 ESCORXADORS POLIVALENTS

La majoria d'escorxadors polivalents es dedica al sacrifici de bestiar porcí. En aquest apartat, es descriurà aquest procés i els de sacrifici de bestiar oví i boví.

Les operacions que tenen lloc en un escorxador són les següents:

Establució: per produir canals de bona qualitat, a més d'una adequada cria de l'animal, és fonamental un correcte transport a l'escorxador i una adequada estada. Tant el factor genètic de la sensibilitat de l'animal a l'estrès com el seu tractament abans del sacrifici afecten el metabolisme muscular, i finalment la qualitat de la carn. És per aquest motiu que el transport a l'escorxador ha de realitzar-se en condicions que el bestiar es trobi en bon estat i no hi arribi exhaust. Durant l'establució, els animals generen purins i dejeccions que han de ser gestionats correctament.

Poc temps abans del sacrifici, el bestiar porcí se sotmet a una dutxa d'aigua freda que té una doble finalitat; d'una banda, rentar-los i eliminar de la superfície de la seva pell restes de brutícia que interferirien en operacions posteriors originant contaminacions creuades, i, d'altra banda, aquietar els animals després del seu transport a les instal·lacions.

Atordiment: abans de l'operació de degollament, els animals són atordits o anestesiats per produir-los la inconsciència immediata. L'atordiment se sol fer mitjançant una descàrrega elèctrica amb pinces aplicades al cap de l'animal per al bestiar porcí i oví. Actualment, l'atordiment del bestiar porcí es realitza mitjançant diòxid de carboni (CO₂). El bestiar boví s'immobilitza mitjançant pistola de bala captiva.

Dessagnat: a continuació, es degolla l'animal practicant una incisió horitzontal a l'alçada del coll amb la finalitat de seccionar la jugular. Les eines de treball es dipositen en un dispositiu esterilitzant després de cada ús (un ganivet per animal).

El degollament i la sagnia després de l'atordiment ocasionen la mort per la pèrdua ràpida de sang, i la consegüent falta d'oxigen al cervell. El dessagnatge complet té lloc en aproximadament 2 a 4 minuts per a totes les espècies. La sang obtinguda es recull i es filtra. Aquesta sang es transporta a un tanc refrigerat (temperatura inferior a 10° C), on roman fins a la seva valorització posterior.

Escaldament: als escorxadors porcins, l'operació d'escaldament precedeix la depilació, ja que la carn de porc es comercialitza amb pell. Amb el sistema de pelada automàtica s'introdueix l'animal al tanc d'escaldament que conté aigua calenta a 60 - 62° C. El mateix rail transportador permet d'introduir l'animal a la bóta.

Depilació: una vegada escaldat l'animal, s'introdueix a la màquina de pelada, que està proveïda d'uns rascadors que en girar arrenquen la major part del pèl.

Socarrimada: A continuació, se sotmet el bestiar porcí a un procés de socarrimada, generalment de forma automàtica en túnels. Aquesta operació té per objecte:

- eliminar aquelles cerres o escates de la pell que no hagin estat retirades abans
- destruir bacteris de la pell.

Un cop finalitzada l'operació de socarrimada, es renta la canal i un raspall retira les restes de pèls socarrimats.

Escorxament: aquesta operació s'aplica a aquells animals per als quals hi ha un aprofitament econòmic de la pell, i consisteix a separar-la de l'animal. Prèviament a l'escorxament, es tallen el cap i les parts de l'animal no aprofitables per al sector de l'adobament de la pell.

L'escorxament es pot fer manualment o bé mecànicament per tracció (escorxadors mecànics), amb la tallada prèvia de les peülles i avantcames.

Per al bestiar oví, l'escorxament es realitza manualment mitjançant ganivets i una vegada s'han practicat les incisions corresponents.

Evisceració: extracció de les vísceres dels diferents animals. L'evisceració és una operació crítica des del punt de vista higiènic.

Una vegada eviscerats els animals, la canal es divideix longitudinalment en dues meitats que generalment queden unides pel cap (excepte el bestiar oví i boví, en què prèviament s'ha separat el cap abans d'escorxar-lo).

Neteja: obtingudes les canals o mitges canals, es renten amb aigua. Seguidament, es duu a terme la corresponent inspecció veterinària *post mortem*, i es classifiquen les canals en aptes o no aptes per al consum.

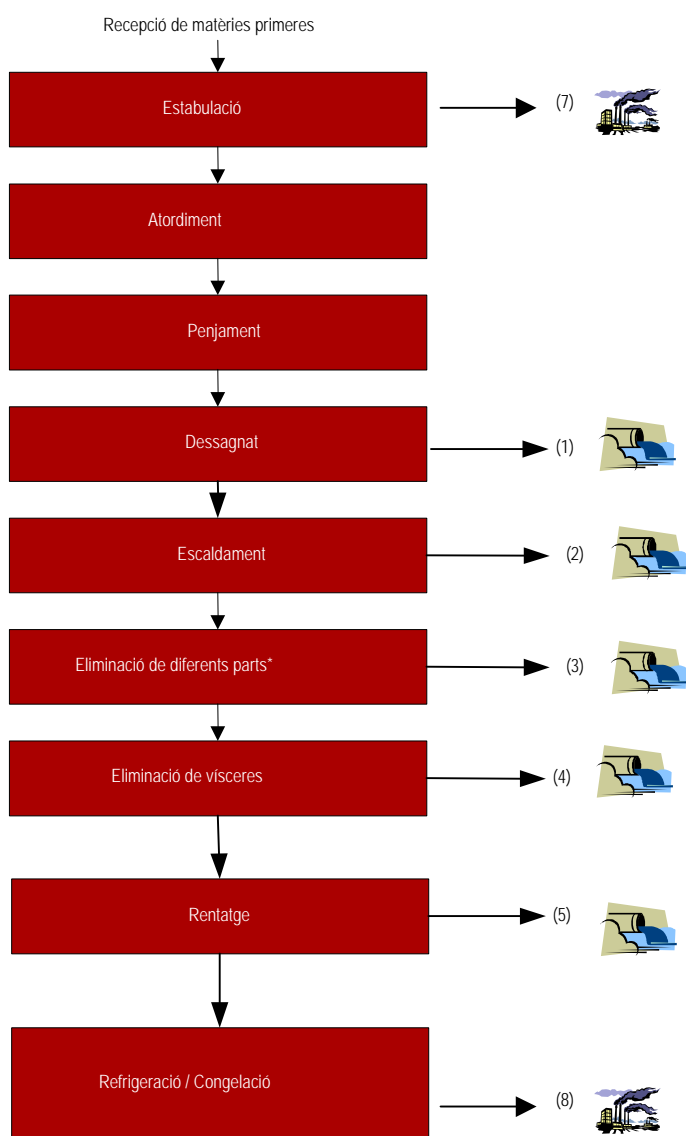
Refrigeració/congelació: a fi de preservar les canals, se les sotmet a un procés de refrigeració, normalment en dues fases:

- Refrigeració d'entre -3° C i 0° C en cambres d'aireig durant 1 o 2 hores per reduir ràpidament la calor corporal de les canals, que estan a 40° C
- Refrigeració d'entre 0° C a 4° C fins al seu posterior trasllat a les sales d'especejament.

Una altra possibilitat tecnològica per preservar les canals durant un llarg període de temps és congelar-les a -18° C.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

ESCORXADOR POLIVALENT



- (2) Abocaments amb substàncies estranyes o pèrdues de la matèria pròpia (SS, COT).
- (3) Aigües de la dutxa dels animals. Sòlids en suspensió.
- (4) Abocament amb important càrrega orgànica (COT) i sòlids en suspensió (SS).
- (5) Abocament amb important càrrega orgànica (COT), i, en el cas de pelada química, amb acidesa o basicitat elevades.
- (6) Aigües amb càrrega orgànica important (COT), clorurs, nitrogen (N) i fòsfor (P).
- (7) Manteniment d'instal·lacions. Abocaments amb càrrega orgànica, nitrogen, tensioactius.
- (8) Emissions de partícules, metà, CO₂ i amoniac.
- (9) Emissions puntuals d'HCFC.
- (10) Emissió de gasos de combustió. CO₂ i NO_x.



* Eliminació de cap, cua, unglot, llengua (bestiar boví)
 Eliminació d'ungles i pèl (bestiar porcí)
 Eliminació de plomes (aus)

Font: Guia de mejores técnicas disponibles en la industria cárnica, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

C.2 ESCORXADORS AVÍCOLES

Les operacions que tenen lloc en un escorxador d'aus són les següents:

Recepció i espera: les aus arriben a l'escorxador en gàbies on han d'esperar un mínim de 3 hores, o bé fins al moment del seu sacrifici (mai superior a 24 hores). L'espera s'acostuma a fer en les gàbies de transport mateixes i es descarreguen en el moment en què les aus seran sacrificades. El lloc de l'escorxador destinat a aquest efecte ha de ser tranquil i ben ventilat.

Atordiment: les aus es treuen de les gàbies i es penjen de les extremitats posteriors als ganxos de la cadena de sacrifici. Es considera que aquesta operació és crítica des del punt de vista de la qualitat, per la facilitat amb la qual les aus poden patir múltiples traumatismes. A continuació, s'atordeix l'animal. El mètode més utilitzat és el contacte amb l'aigua i posterior aplicació de corrent elèctric.

Dessagnat: l'au se sacrifica poc després de l'atordiment. El degollament de l'animal es pot fer manualment o automàticament. El dessagnatge ha de ser superior a 2 minuts per assegurar que els animals no entren vius a l'escaldament, i a més poder recollir la major quantitat de sang possible.

Escaldament: debilita la inserció de la ploma al fol·licle i facilita la posterior operació de plomatge.

Plomatge: les plomes s'eliminen mitjançant màquines que disposen d'una sèrie de discs, tambors o d'altres dispositius que arrenquen les plomes dels fol·licles. L'operació finalitza amb l'acció de cingladors que retiren les plomes que els hagin pogut quedar. Aquesta operació s'acompanya d'una dutxa que arrossega les plomes cap a una canal inferior. Normalment, es repassa manualment la canal per retirar aquelles plomes que no hagin estat retirades. Des del punt de vista higiènic, aquesta operació suposa un punt crític ja que en realitzar-se en un ambient humit afavoreix el creixement microbià.

Evisceració: s'extreu l'intestí complet. Es fa manualment o mitjançant pistoles de cloaca. Aquest procediment operatiu automatitzat permet extreure les vísceres sense seccionar la canal i conservar-la sencera. Les vísceres s'han d'extreure convenientment perquè pugin ser inspeccionades i separades. En la presentació de la canal tradicional, l'extracció dels òrgans és facultativa.

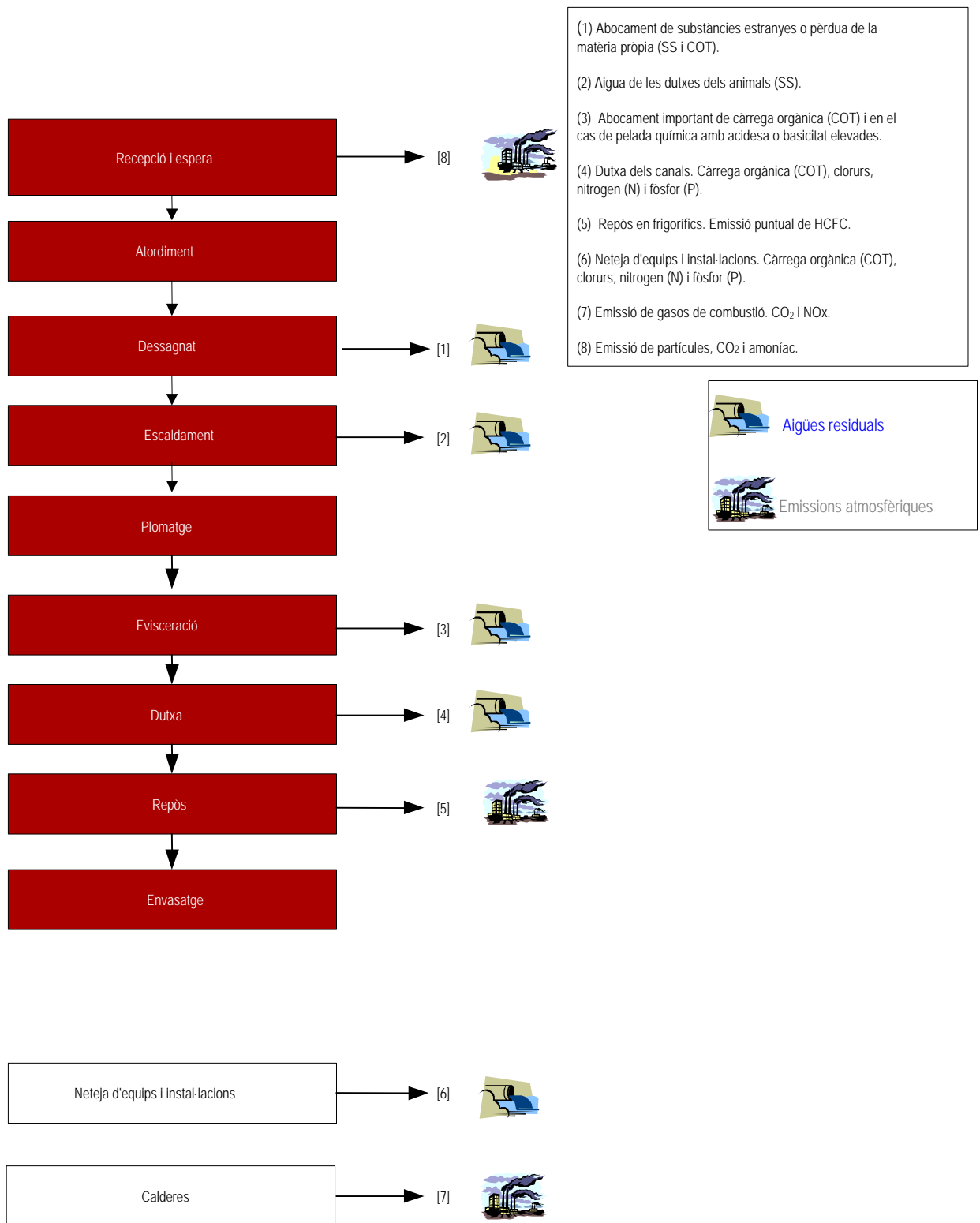
Dutxa: la dutxa de les canals després de l'evisceració és una operació d'obligat compliment. La finalitat és netejar les canals mitjançant l'arrossegament amb aigua, i eliminar els residus i les taques.

Repòs: després de la dutxa, les canals són despenjades de la línia de transport i disposades en caixes per ser ubicades en cambres de refrigeració. El refredament immediat té com a finalitat frenar o inhibir el creixement dels microorganismes i retardar també la maduració enzimàtica.

Envasatge: les canals senceres o en peces es disposen generalment en caixes. Segons la destinació, es poden conservar en refrigeració o en congelació.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general. Les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos són molt semblants a les de l'escorxador polivalent.

ESCORXADOR AVÍCOLA



Font: Manual d'Ecogestió núm 18, Previenció de la contaminació a la indústria càrnia. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient, setembre de 2003

C.3 PRODUCTES ELABORATS CUITS

Cal distingir dues línies de processament de productes elaborats cuits: l'elaboració de pernil i paleta cuits i els embotits cuits.

• Pernils i paletes

Les principals etapes del procés són les següents:

Injecció de salmorra: la salmorra s'introdueix a les peces mitjançant un injector multiagulles. La injecció s'ha de realitzar de forma progressiva per evitar l'esquinç de les fibres musculars i la formació d'alvèols.

Massatge: injectada la salmorra, les peces de carn se sotmeten a un massatge discontinu, amb períodes de repòs. La finalitat d'aquesta operació és aconseguir un repartiment homogeni de la salmorra a través de tota la carn. Aquest tractament dura generalment 24 hores i es realitza en bombos giratoris d'acer inoxidable. Seguidament les peces de carn són envasades i disposades en motlles.

Cocció: La cocció es pot realitzar a:

-Temperatura constant

-Temperatura esglaonada.

En ambdós casos, la temperatura a la qual ha d'arribar el centre del producte ha de ser superior a 65° C.

Refredament: habitualment mitjançant banys o dutxes d'aigua freda, en etapes diverses. Una vegada refredats, els pernils s'extreuen dels motlles.

Invasament: els productes cuits s'envasen al buit en envasos plàstics i s'emmagatzemen refrigerats sense ser exposats a la llum.

• Embotits cuits

Els embotits cuits s'elaboren a partir de carn fresca o congelada de porc i/o vedella.

Trinxat: primera operació en l'elaboració d'embotits cuits. En aquesta operació, es destrueixen les fibres musculars i es dissolen les proteïnes (solubles) per acció de l'aigua i el clorur sòdic del medi. Aquestes proteïnes fixen l'aigua i el greix presents formant una emulsió.

Pastat: la carn trinxada es barreja amb diferents additius, greix, espècies i d'altres ingredients. És important que es faci en absència d'aire ja que podria originar oxidacions indesitjables.

Embotit: durant aquesta operació, s'emboteix la massa de carn en tripes naturals o envasos flexibles aptes per al consum humà. En cas d'utilitzar tripes naturals, aquestes han de ser sotmeses prèviament a un procés de dessalatge. Generalment, se submergeixen les tripes en banys d'aigua on la sal que contenen es dissol lentament.

Fumat: alguns embotits cuits se sotmeten a un procés de fumat. Aquest procés es realitza a cop calent en cambres de fumat/assecatge, on es controla la temperatura i la humitat.

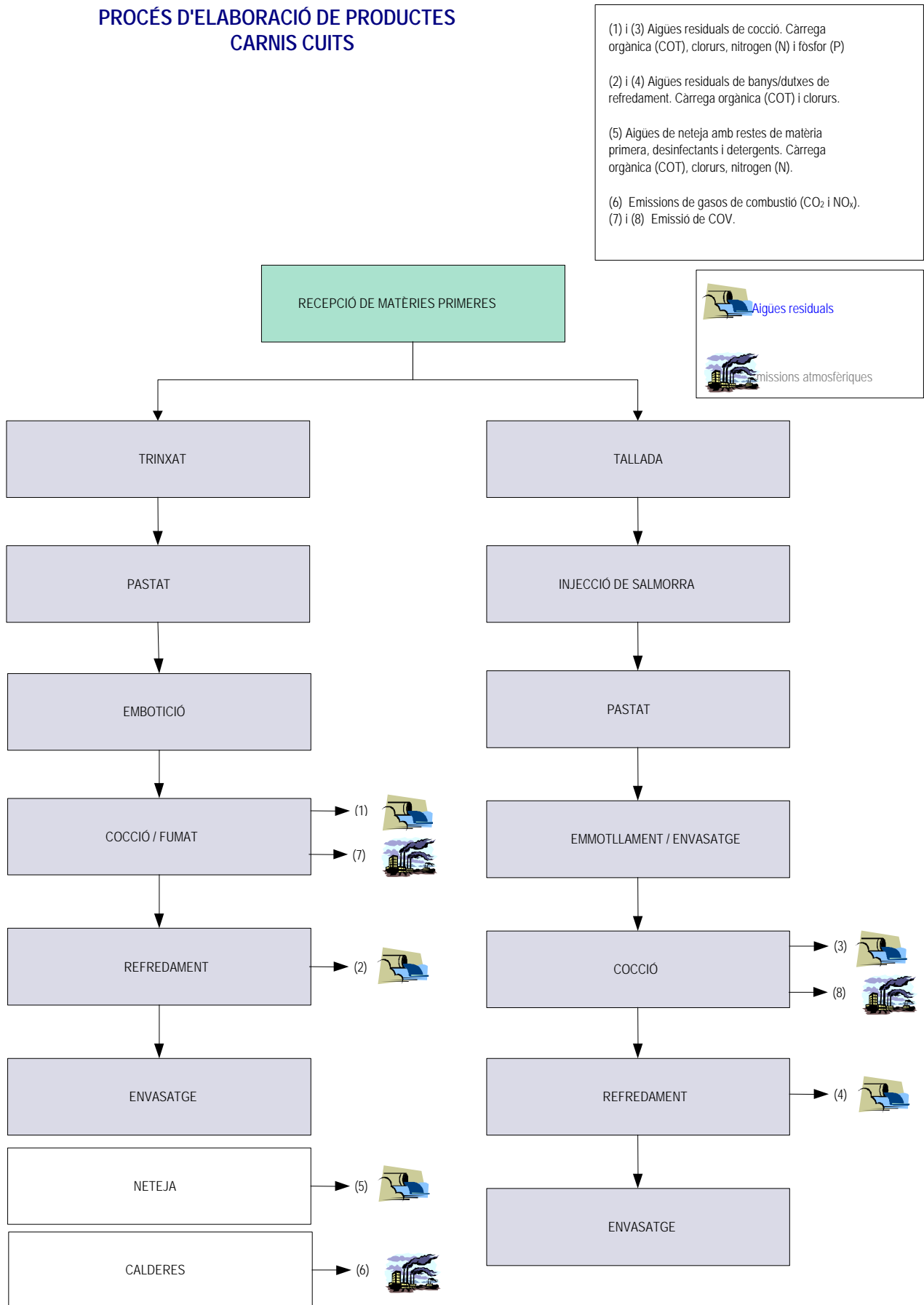
Cocció: immersió del producte en aigua calenta (marmites) o en cambres de vapor (forn). Al forn, les proteïnes càrnies es coagulen per l'acció tèrmica de l'aigua o l'aire humit calent a 80° C.

Refredament: seguidament, l'embotit es refreda mitjançant l'ús de banys o dutxes d'aigua freda.

Invasatge: els productes cuits s'envasen al buit en envasos plàstics i s'emmagatzemen refrigerats a recer de la llum.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE PRODUCTES CARNIS CUITS



Font: Guía de mejoras técnicas disponibles en la industria cárnica, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

Es distingeixen dos tipus de productes adobats:

- Peces senceres (pernil, paleta i llom)
- Peces trinxades (xoriço, llonganissa, espetec, etc.).

• Pernils i paletes adobats

Les etapes principals del procés són les següents:

Salaó dels pernils: prèviament a l'operació de salar, se sotmeten els pernils a un massatge (manual o mecànic) per eliminar-hi qualsevol resta de sang. A més, les peces han de romandre com a mínim 24 hores en refrigeració perquè la seva temperatura sigui inferior a 4^o C. Seguidament, es procedeix a una salaó prèvia de la peça, que consisteix a aplicar-hi un preparat de nitrats. El mode d'aplicació pot ser manual, fregant la sal sobre la part magra del pernil, o mecànicament en bombos. A continuació, els pernils són salats amb sal en cambres a 1-3^o C i una humitat superior del 90%. Els pernils romanen en sal d'un dia a un i mig per quilo de pernil fresc. Els dos sistemes de salaó més emprats són la salaó en piles i la salaó en contenidors.

Rentatge: finalitzat el temps de salaó, es retira la sal dels pernils. Aquest procés pot realitzar-se de forma manual o bé utilitzant màquines rentadores que projecten aigua a pressió sobre els pernils i desprenen la sal adherida.

Repòs: després del rentatge, els pernils són penjats en carros i col·locats en cambres a 2-5^o C i un 75-80% d'humitat. Amb aquesta operació es vol aconseguir una distribució homogènia de la sal per tota la massa muscular i fins i tot al moll dels ossos.

Assecatge: l'assecatge s'ha de realitzar progressivament i esglaonada, partint dels 5^o C fins a temperatures no superiors als 35^o C durant els últims 30 dies d'assecatge. Les cambres d'assecatge treballen en condicions de temperatura, humitat i velocitat de l'aire controlades, o en assecadors naturals que queden a mercè de les condicions meteorològiques del lloc. La durada habitual d'assecatge d'un pernil és de 8-9 mesos.

Estufatge: se sotmeten els pernils a temperatures elevades, degudament controlades i durant un període variable de temps (d'una setmana a un mes), a fi de potenciar-ne l'aroma i el sabor.

• Embotits adobats

Les principals etapes del procés són les següents:

Trinxat: el trinxat es realitza amb màquines trinxadores convencionals o amb cúters. Pel fet que en aquesta operació la carn és més susceptible de ser contaminada, es treballa a temperatures superiors a -7^o C i inferiors a 1^o C.

Assaonament: es barreja la carn trinxada amb el greix, els additius i les espècies.

Embotiment: s'emboteix la massa càrnia en tripes naturals o artificials mitjançant màquines d'embotir al buit.

Estufatge: consisteix a elevar la temperatura i la humitat del medi per accelerar les reaccions de fermentació característiques de cada embotit.

Assecatge: durant aquesta operació, els embotits eliminen progressivament l'aigua que contenen. L'assecatge s'inicia amb una baixada de la temperatura d'estufatge fins als 12-14^o C. La humitat baixa progressivament. El temps d'assecatge varia de 20 dies a 2 mesos.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE PRODUCTES CARNIS ADOBATS

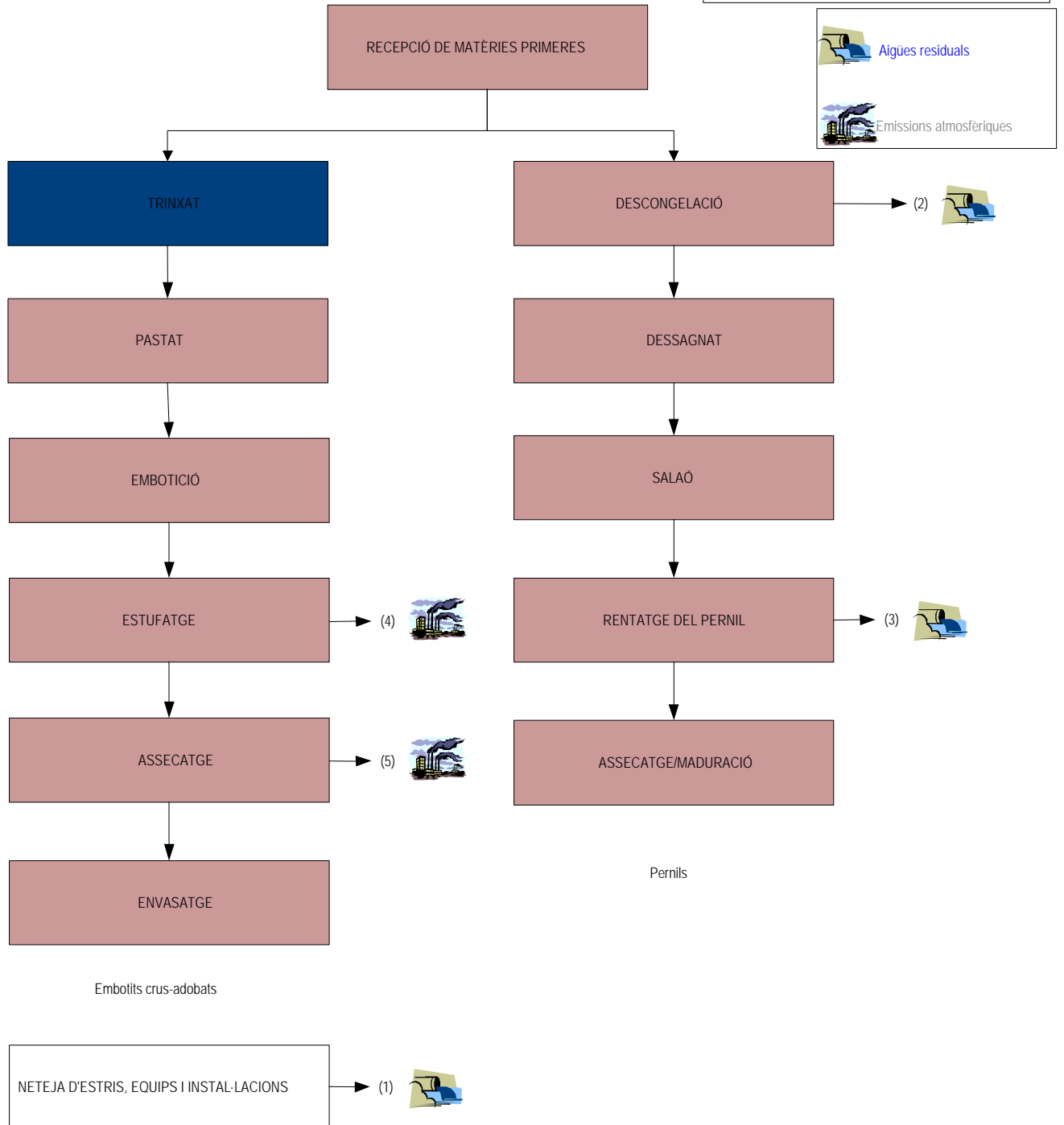
(1) Aigües de neteja amb elevada conductivitat i presència de detergents i desinfectants. Càrrega orgànica (COT), clorurs, tensioactius.

(2) Abocament d'aigües de descongelació. Càrrega orgànica (COT), nitrogen (N), fòsfor (P).

(3) Aigües residuals salines. Elevada càrrega de clorurs.

(4) Emissions de combustió de calderes (CO₂, NO_x) i COV.

(5) Assecatge. EmiV.



Font: Guia de mejoras tècniques disponibles en la indústria càrnica, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

D. LA INDÚSTRIA LÀCTIA

En el seu conjunt, la indústria làctia participa del 6,5% del total de les vendes netes de la indústria agroalimentària catalana (dades de l'any 2001). En termes ocupacionals, la indústria làctia acull el 5% dels treballadors del total d'ocupació de la indústria alimentària (4.000 treballadors).

La producció total de llet en origen a Catalunya arriba als 641.542 milers de litres/any. Les comarques de Girona i Barcelona suposen un 74% de la totalitat de producció de llet, que assoleix uns valors de 271.089 milers de litres/any (42,3%) i 202.556 milers de litres/any (31,6%), respectivament. Amb xifres de producció més reduïdes se situa Lleida, amb una producció de llet de 166.551 milers de litres/any (26,0%). En últim lloc, amb una producció simbòlica respecte a la totalitat del territori català, se situa Tarragona, amb 1.345 milers de litres/any (0,2%).

La matèria primera de la qual parteix el procés productiu de les empreses del sector és en tots els casos la llet, que pot ser crua o bé haver rebut algun tractament tèrmic en les explotacions productores.

Les empreses del sector lacti solen elaborar productes d'una mateixa família; per exemple, tenim:

- Empreses que elaboren iogurts i postres làcties
- Empreses que elaboren formatges de diferents característiques
- Empreses productores de llet per a consum directe, amb totes les possibilitats de presentació.

Del total de llet produït al territori català gairebé el 96% (615.880 tones) es destina a la venda directa a les indústries làcties per al tractament i la transformació en derivats lactis, mentre que la resta, un 4%, s'utilitza per a l'alimentació animal i per al consum humà (en forma de llet o com a derivats) en les mateixes explotacions.

D'aquestes 615.880 tones de llet venudes directament a les indústries làcties, aproximadament el 62,5% (384.925 tones) es destina exclusivament a l'elaboració de derivats lactis. Això és per la presència en el territori català de grans multinacionals, principalment Danone, SA, i Nestlé España, SA, que centren la seva activitat industrial en la fabricació de iogurts i postres làcties.

A continuació, es presenten les activitats següents:

- Fabricació de llet per a consum directe
- Fabricació de mantega i nata
- Fabricació de iogurt
- Fabricació de formatge.

La fabricació d'altres postres làcties no es descriurà ja algunes comparteixen operacions amb els processos descrits, com per exemple les postres derivades de llets fermentades amb la fabricació del iogurt.

D.1 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE LLET TRACTADA TÈRMICAMENT

Les operacions que tenen lloc són les següents:

Recepció: normalment, la llet arriba fins a la planta de tractament en camions cisterna, tancs o bidons. El sistema més adequat i majoritàriament utilitzat és el transport en camions cisterna d'acer inoxidable, aïllats tèrmicament. Durant el transport, la temperatura de la llet no ha de ser superior als 10° C. La llet es descarrega als dipòsits de recepció impulsada a través de mànegues mitjançant bombes. Abans d'entrar al dipòsit, la llet travessa un filtre estàtic i un desairejador. La llet es refreda en alguns casos mitjançant l'ús d'un bescanviador i s'emmagatzema en un dipòsit d'acer inoxidable de capacitat variable en funció de la producció (entre 25.000 i 300.000 litres). En cas de disposar de petits dipòsits, aquests solen estar col·locats dins l'edifici, mentre que els de grans dimensions se solen col·locar fora. Aquests últims solen ser de doble camisa a fi de mantenir-los aïllats. La llet ha de ser emmagatzemada en refrigeració (a una temperatura no superior a 4° C) fins al seu tractament, per assegurar-ne així la correcta conservació.

Tamisatge/clarificació: a continuació, s'eliminen les partícules orgàniques i inorgàniques de brutícia que pugui contenir la llet després de la munyida o que s'hi hagin incorporat durant el transport. També s'eliminen totes les aglomeracions de proteïnes (coàguls) que es formen a la llet. Primerament, se'n pot fer un tamisatge per eliminar les partícules més grolleres. Posteriorment, es clarifica la llet, on s'eliminen les partícules orgàniques i inorgàniques i els aglomerats de proteïnes. Aquesta operació es realitza mitjançant l'ús de centrifugadores, que aconseguen separar les impureses que tenen un pes específic superior al de la llet.

Desnatatge i normalització (estandardització): s'anomena estandardització el conjunt d'operacions de separació i/o de barreja destinades a garantir que la concentració en cada component (proteïna, matèria grassa, etc.) dels diferents productes elaborats compleixen els límits especificats a la legislació. En la major part dels casos, l'estandardització comporta la modificació del contingut gras de la llet, amb la finalitat de poder ser comercialitzada com a llet sencera (3,5% de matèria grassa), semidesnatada (1,6% de matèria grassa), o desnatada (0,1% de matèria grassa).

El desnatatge es pot realitzar mitjançant:

- Desnatadores centrífugues
- Membranes d'ultrafiltració
- Osmosi inversa.

En el desnatatge es produeix la separació de la fase grassa (nata) de la resta de components de la llet (llet desnatada).

Un cop separades les dues fases, es normalitza la matèria grassa de la llet, que consisteix a barrejar nata i llet desnatada en diferents proporcions segons el producte que es vol obtenir: llet sencera, semidesnatada o desnatada.

Tractament tèrmic: la seva finalitat és destruir els microorganismes patògens presents en la llet. Un efecte secundari del tractament tèrmic és la pèrdua d'activitat en major o menor grau, segons les condicions d'operació, dels enzims lactis. En funció de les característiques del binomi temperatura-temps seleccionat en el tractament tèrmic, podem distingir entre:

- **Pasteurització:** tractament tèrmic que aplica una temperatura elevada durant un curt període de temps (com a mínim 71,7° C durant 15 segons, o tractaments amb una combinació de temps i temperatura amb un efecte equivalent).
- **Esterilització:** n'hi ha dos tipus:
 - **Esterilització convencional:** tractament tèrmic que destrueix tots els microorganismes patògens i les seves espores, i inactiva el sistema enzimàtic de la llet. Les condicions d'operació es fixen entre 110-120° C durant 20 minuts.
 - **Esterilització UHT (*Ultra High Temperature*):** s'opera a 135-150° C durant 2-4 segons (el mínim legislat es 145° C durant 1 segon o una combinació de temps i temperatura amb un efecte equivalent). Amb aquest tractament s'aconsegueix destruir totalment els microorganismes residuals de descomposició i les seves espores. L'acció germicida de l'esterilització permet conservar la llet a temperatura ambient durant un període de temps prolongat. Aquest tractament s'aplica, principalment, en la fabricació de llets de consum de gran durada i llets aromatitzades. Segons el sistema o manera en què es duu a terme el tractament tèrmic, es pot diferenciar entre sistemes d'escalfament directe o indirecte:
 - **Sistemes d'escalfament directe:** la llet s'escalfa per contacte directe amb un fluid a temperatura elevada (vapor d'aigua).
 - **Sistemes d'escalfament indirecte:** la transferència de calor es produeix a través d'una superfície de bescanvi.

Homogeneïtzació: es pot realitzar abans o després del tractament tèrmic. L'homogeneïtzació redueix la mida dels glòbuls de greix, afavoreix una distribució uniforme del greix en la llet i fa decreixer, en conseqüència, la probabilitat de separació de la nata.

En els homogeneïtzadors, es fa passar la llet a elevada pressió a través de forats estrets les dimensions dels quals han de ser inferiors a les dels glòbuls de greix. D'aquesta manera, se'n redueix el diàmetre i s'incrementa l'estabilitat de la suspensió.

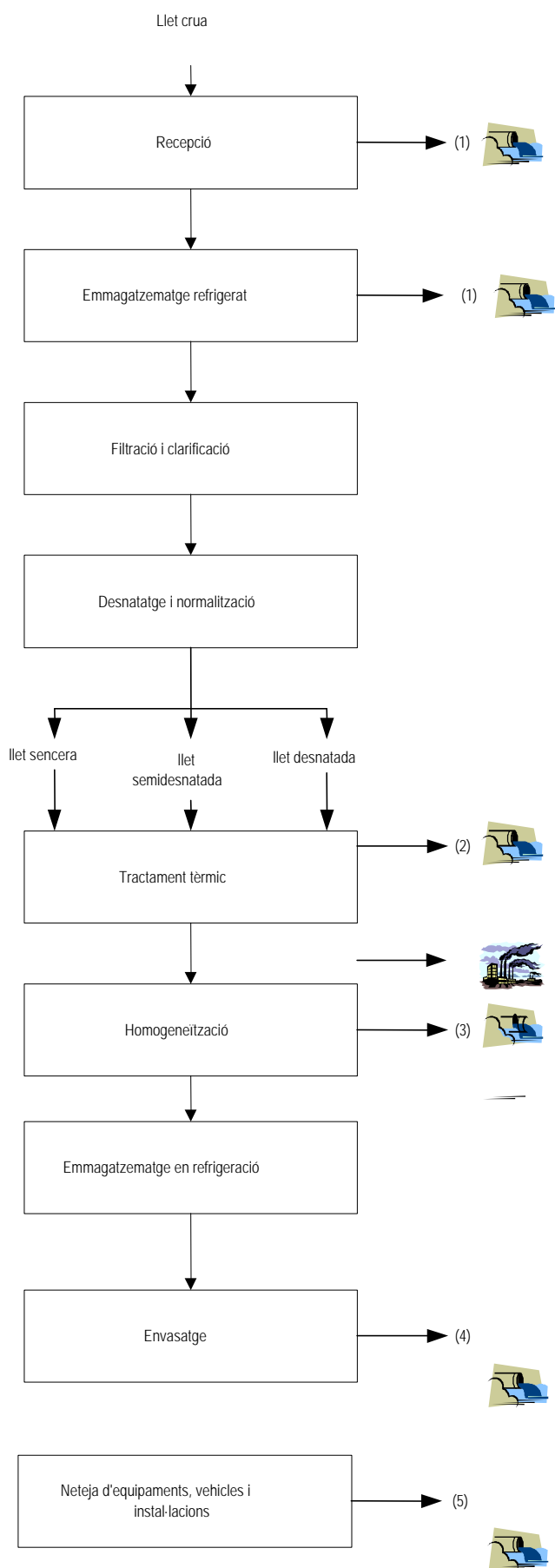
Emmagatzematge en refrigeració: la llet, una vegada tractada i refrigerada, s'emmagatzema en tancs fins al seu envasatge final. Aquest emmagatzematge en refrigeració permet assegurar la qualitat de la llet fins que s'envasa.

Envasatge: Els tipus d'envàs més comuns en la llet són el vidre, el plàstic i el cartró.

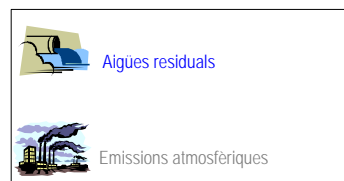
- Les ampolles de vidre tenen importància perquè són envasos reciclables. Tenen l'inconvenient de presentar problemes de fragilitat i pes excessiu, a més de problemes de conservació del producte (la llum pot afavorir processos de degradació del greix i de les proteïnes de la llet).
- Les ampolles de plàstic. Generalment de poliestirè i polietilè, s'utilitzen especialment en l'elaboració de llet esterilitzada.
- Els envasos de cartró són envasos complexos, la matriu dels quals és formada per làmines de cartró o paper i, segons les necessitats, també per capes de plàstic intercalades, parafina o alumini; s'utilitzen especialment en l'elaboració de llet esterilitzada mitjançant tractament UHT.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE LLET TRACTADA TÈRMICAMENT



- (1) Pèrdues de llet en les operacions de càrrega i descàrrega. Càrrega orgànica (COT), nitrogen (N), fòsfor (P).
- (2) Generació de corrents residuals de condensats d'aigua dels sistemes de refrigeració directa. COT, clorurs, nitrogen (N) i fòsfor (P).
- (3) Aigües de refrigeració dels elements de l'equipament. Càrrega orgànica (COT).
- (4) Producte no conforme (que pot arribar als sistemes d'evacuació d'aigües residuals) amb elevada càrrega orgànica (COT).
- (5) Neteja de camions, mànegues, conduccions, dipòsits i equipaments (COT, clorurs, nitrogen, fòsfor).
- (6) Emissions de combustió de calderes (CO₂, NO_x)



Font: Manual d'Ecogestió núm. 14, Prevenció de la contaminació en la indústria làctia, Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.

D.2 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE NATA I MANTEGA

La matèria primera utilitzada en el procés d'elaboració de nata i mantega de consum és la nata sobrant de l'operació de desnatatge i normalització del procés d'elaboració de la llet de consum.

Les etapes del procés d'elaboració de la nata i la mantega són les següents:

Pasteurització de la nata: les temperatures de pasteurització de la nata oscil·len entre 95° C i 110° C. La transmissió de calor es realitza amb bescanviadors de calor de plaques especialment dissenyats per a aquesta operació. Abans d'iniciar la fase de maduració, la nata ha de refredar-se fins a una temperatura de 20° C aproximadament (segons el grau de saturació del greix).

Desodoració de la nata: la desodoració consisteix a eliminar part de les substàncies aromàtiques volàtils del greix que poden posteriorment transmetre olors o sabors indesitjables als productes finals (per exemple, gust a ceba). La desodoració redueix també l'oxidació dels àcids grassos i el creixement de microorganismes aerobis indesitjables. Aquesta operació es pot dur a terme abans o després de la pasteurització de la nata.

El sistema més utilitzat per desodorar la nata és el desaireig al buit mitjançant evaporadors que treballen a 80-85 kPa. Per augmentar l'efectivitat de l'operació, la nata s'escalfa prèviament fins a 78° C mitjançant l'acció de bescanviadors de calor indirecta (de plaques o tubulars de superfície rugosa).

Maduració de la nata: té com a objectiu cristal·litzar els glòbuls de greix i produir les aromes característiques del producte final. La maduració es realitza en tancs equipats amb un sistema d'agitació i de vegades amb una camisa externa d'aïllament per mantenir les condicions de temperatura necessàries en tota aquesta etapa. La temperatura variarà segons evolucioni el procés de maduració (fases de la maduració), ja que el control minuciós de la temperatura és imprescindible per assegurar les característiques del producte final.

Batuda i amassament: per a la batuda, la nata madurada s'ha d'escalfar a una temperatura superior a la de maduració. La batuda produeix una gran força de cisalla que trenca l'embolcall dels glòbuls de greix i en permet la unió, de manera que al final de l'operació s'obtenen dues fases: una fase grassa, composta per grumolls de mantega, i una fase aquosa anomenada sèrum de mantega. La primera és en realitat una emulsió d'aigua en greix.

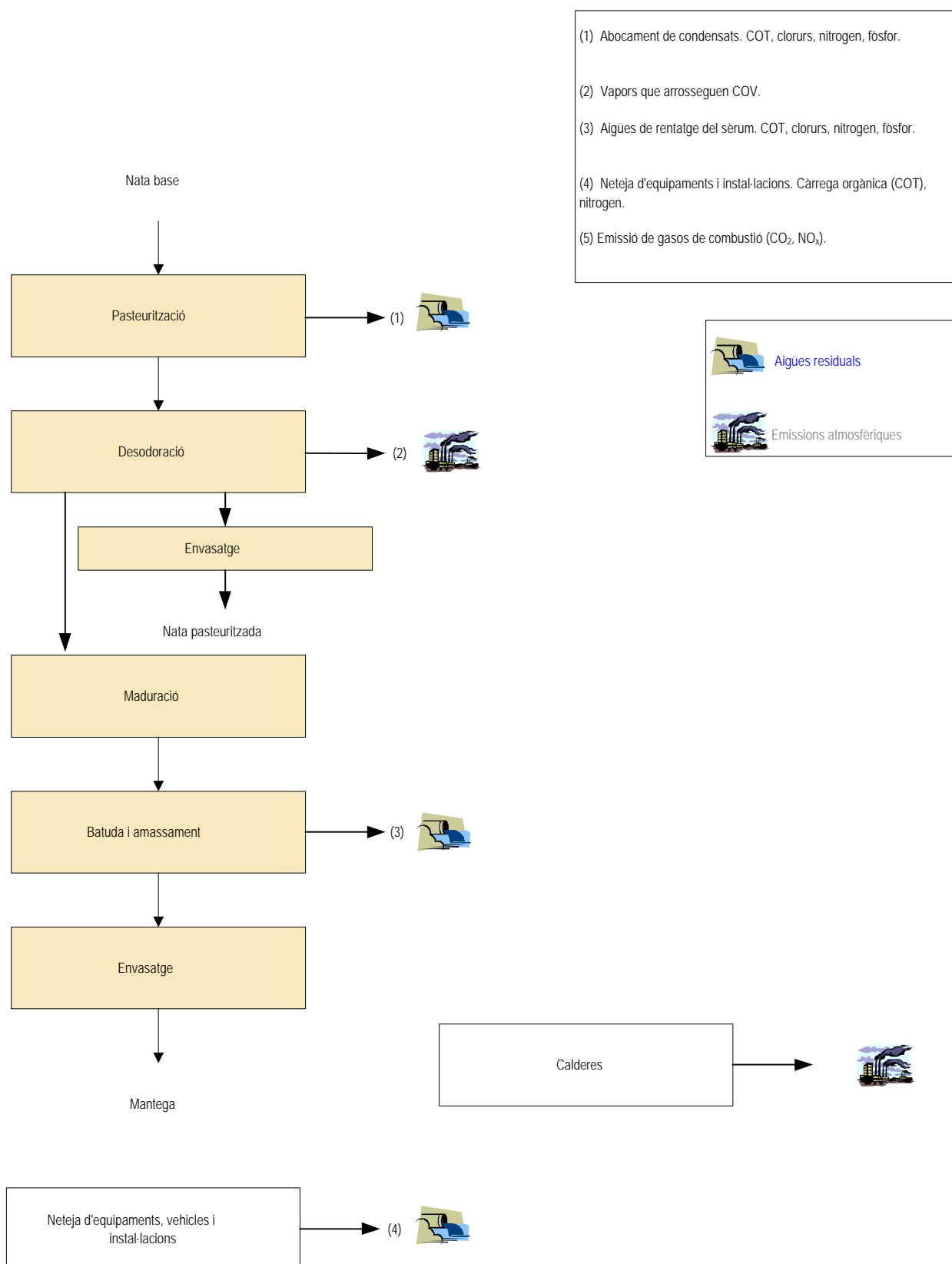
En alguns casos, els grans de mantega es renten amb aigua freda per eliminar les restes de sèrum de mantega com a pas previ a l'amassament. L'operació d'amassament a la qual se sotmeten els grans de mantega té com a finalitat obtenir una massa compacta, ajustar-ne la humitat i barrejar de forma homogènia els additius que s'hi puguin haver incorporat (sal, aromes).

Envasament: la mantega s'ha d'envasar tot just finalitzat el procés d'amassament per evitar contaminacions microbiològiques. Per a l'envasament s'utilitzen màquines per emmotllar, emplenar i segellar.

Els materials d'envàs per a la mantega més emprats són: paper o làmina d'alumini amb paper vegetal o paper resistent al greix, làmines de polietilè i terrines plàstiques (polipropilè termoformat, LPDE). En el cas de venda a l'engròs, s'utilitzen caixes de cartró folrades de LDPE (*low density polyethylene*, polietilè de baixa densitat) o llaunes d'alumini. En l'envasatge de la nata s'utilitzen envasos de plàstic (poliestirè) o de cartró amb capes de plàstic o laminat d'alumini, o complexos del tipus Tetra Brik®.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE NATA I MANTEGA



Font: Manual d'Ecogestió núm. 14, Prevenció de la contaminació en la indústria làctia, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, juny de 2003

D.3 PROCÉS D'ELABORACIÓ DEL IOGURT

El iogurt és el producte obtingut de la coagulació de la llet per fermentació làctia deguda a l'acció de *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*.

Tot i que hi ha en el mercat llets fermentades per bacteris diferents als tradicionals, principalment *Bifidobacterium*, la legislació espanyola (Ordre d'1 de juliol de 1987, per la qual s'aprova la norma de qualitat per al iogurt destinat a mercat interior) només anomena iogurt les obtingudes per la fermentació dels dos microorganismes esmentats anteriorment.

A continuació, es descriuen les principals etapes del procés productiu:

Inoculació: consisteix a incorporar els ferments lactis *L. bulgaricus* i *S. termophilus* en la llet prèviament refredada a la temperatura d'incubació apropiada per al ferment (aproximadament 40-45° C). Segons el tipus de iogurt, es pot inocular el cultiu en règim continu, dosificant el cultiu directament en el cabal de llet prèviament a l'envasatge, o en règim discontinu, introduint-lo en el tanc d'incubació.

Incubació: després de la inoculació, comença el procés d'incubació. Els microorganismes fermentadors metabolitzen la lactosa i produeixen àcid làctic. Aquest fenomen fa que el pH disminueixi, amb l'objectiu que es produeixi la coagulació de la caseïna (proteïna de la llet). Les condicions òptimes d'incubació són:

- Temperatura de 40 - 50° C
- Durada de 2,5 - 3 h, o potser més en casos de sembra de petites quantitats de ferment concentrat.

Una vegada produïda la coagulació de la caseïna, s'atura el procés refredant el producte sobtadament. Segons el producte a elaborar i el tipus d'instal·lació disponible, la incubació pot fer-se mitjançant les tècniques següents:

- **Fermentació en els envasos:** s'utilitza en la fabricació de iogurt sòlid. La llet fermenta en l'envàs mateix en què es comercialitzarà el producte.
- **Fermentació discontinua en tancs:** és la tècnica més eficient des del punt de vista productiu i energètic del procés. La incubació es duu a terme en tancs de fermentació. Una vegada finalitza el procés, el iogurt es refreda i s'envasa. Aquest mètode s'utilitza preferentment en la fabricació de iogurts batuts.
- **Fermentació contínua:** aquest tipus de fermentació requereix de ferments especials que permetin la formació de iogurt amb un moviment moderat.

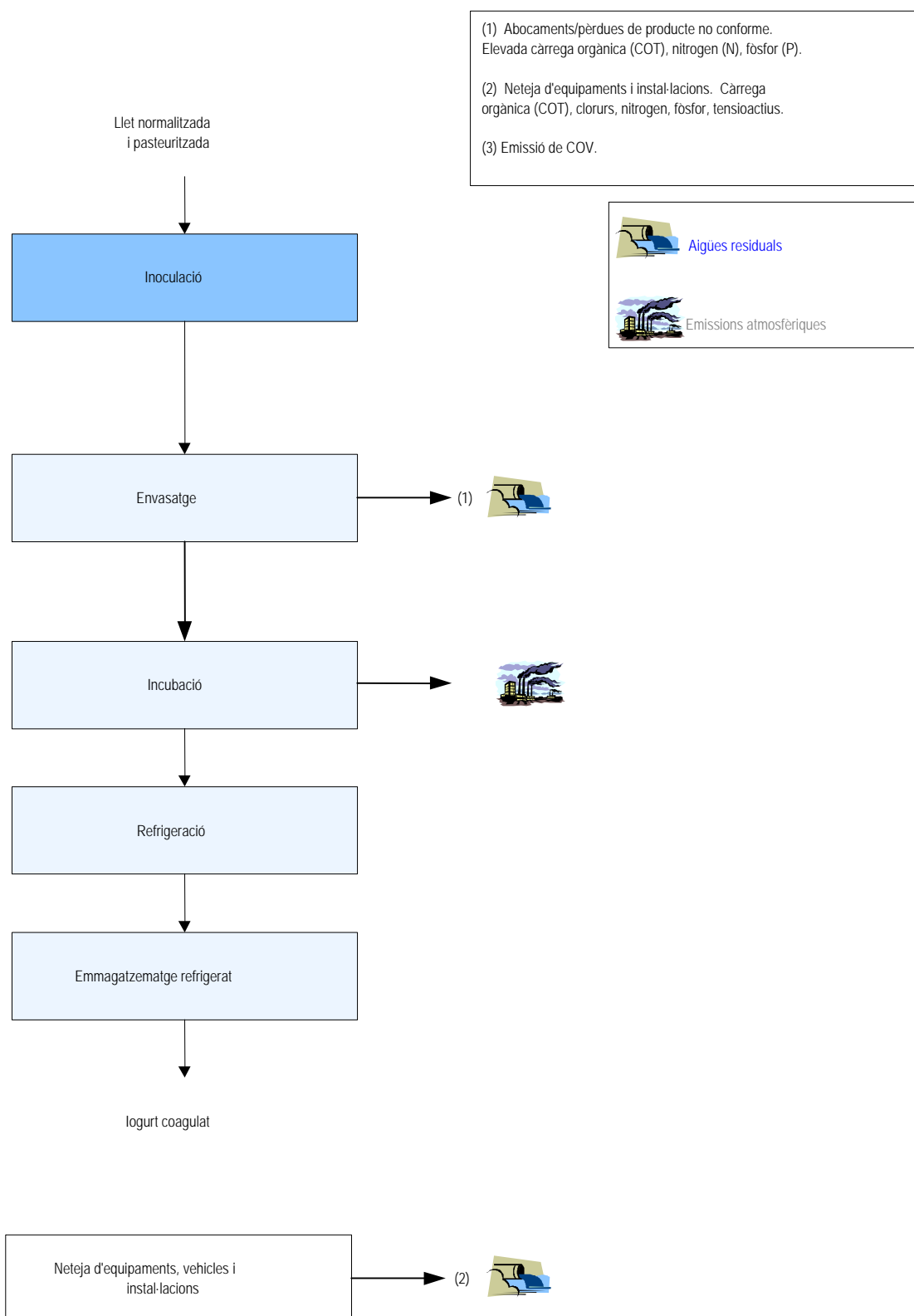
Refrigeració: el refredament del iogurt paralitza les reaccions fermentadores i pràcticament n'atura el procés d'acidificació. Segons el tipus de sistema d'incubació utilitzat, s'aplica un dels mètodes següents de refrigeració:

- **Túnels de refredament d'aire sec:** aplicable quan la fermentació es duu a terme en l'envàs mateix. Els palets d'envasos s'introdueixen en els túnels de refredament per aire sec fred on es fa disminuir la temperatura del producte fins a 15° C.
- **Bescanviadors de calor:** s'aplica quan la mescla es refreda abans de l'envasatge. Els bescanviadors de calor permeten un refredament més ràpid del producte.

Envasatge: com s'ha comentat amb anterioritat, l'envasatge es pot dur a terme abans o després de la incubació. Generalment, els iogurts s'envasen en envasos de poliestirè amb tapes laminades d'alumini recobert de polietilè, segellades amb calor.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE IOGURT



Font: Manual d'Ecogestió núm. 14, Prevenció de la contaminació en la indústria làctia, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, juny de 2003

D.4 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE FORMATGE

El formatge és un producte que s'elabora a partir de la llet sencera o desnatada, de la nata, del sèrum de mantega o bé de la seva barreja. Hi ha una gran varietat de formatges: de tipus fresc o madurat, sòlid i semisòlid.

Abans d'executar les operacions de fabricació de formatge, la llet ha de ser tractada a fi d'obtenir un producte final de bona qualitat. Els tractaments que s'apliquen a la llet abans de la seva coagulació són: filtració, clarificació, normalització de contingut de greixos i pasteurització, i ja s'han explicat anteriorment.

Coagulació: es provoca l'alteració de la caseïna (proteïna de la llet) i la seva precipitació, cosa que dona lloc a una massa gelatinosa que engloba tots els components de la llet. La coagulació es realitza en els dipòsits on es forma la quallada. S'ha d'evitar moure o donar cops als dipòsits durant el període de coagulació, ja que el moviment de la mescla podria alterar els processos de coagulació, amb la consegüent pèrdua de caseïna amb el residu líquid.

La coagulació es pot fer de tres maneres diferents:

La coagulació àcida es produeix mitjançant àcids, bé siguin afegits (àcids dèbils) o bé produïts per l'acció dels bacteris lactis que transformen la lactosa en àcid làctic.

La coagulació enzimàtica és el sistema de coagulació més estès en l'elaboració de formatge. Es produeix mitjançant l'addició de diversos tipus de proteases. El quall pot ser:

- D'origen animal: es compon d'una mescla natural dels enzims presents en l'estómac d'animals, ja siguin remugants lactants (extracte de quall) o d'altres animals no lactants.
- D'origen vegetal o microbià

Un factor important en el procés de coagulació és la temperatura a la qual s'afegeix el quall o els enzims coagulants. Del seu valor depenen: el temps de coagulació de la llet, la capacitat de lligar aigua, la retracció del coàgul i l'acidificació del medi, si n'hi ha. Es consideren temperatures òptimes de treball les compreses entre 28° C i 35° C, excepte en el cas dels formatges frescos, on es treballa a temperatures més baixes.

Per últim, la **coagulació mixta** és el resultat de l'acció conjunta del quall i l'acidificació làctica. L'obtenció d'un gel per coagulació mixta pot realitzar-se afegint quall a una llet àcida o acidificant un gel enzimàtic.

Tall i separació del xerigot: el gel format en la coagulació, en qualsevol dels tres mètodes escrits anteriorment, és inestable. Segons les condicions en les quals es troba la fase líquida o xerigot que l'impregna, se separa amb més o menys facilitat. Aquest fenomen es coneix com a separació del xerigot.

Hi ha dos mètodes principals de separació i eliminació del xerigot:

- Separació en dipòsit: es talla la quallada en tires, i es formen petits cubs que queden submergits en el xerigot que van exsudant. Com més petits són els cubs, més gran és l'àrea superficial, la qual cosa facilita l'exsudació. Les condicions en què es talla el gel influeixen sobre el producte final obtingut. Segons el tipus de formatge, el tall pot ser més o menys intens.
- Separació del xerigot en motlle: la quallada més o menys tallada es diposita sobre els motlles juntament amb el xerigot exsudat. Un cop als motlles, de material porós, el xerigot s'elimina

contínuament per escorreguda. Per augmentar el grau de separació necessari en l'elaboració de certs tipus de formatge d'extracte sec molt elevat, s'apliquen tractaments tèrmics sobre la quallada durant la tallada.

Emmotllament i premsatge: l'emmotllament consisteix a abocar en els motlles els trossos de quallada amb l'objectiu que la massa làctia adopti la forma i les dimensions finals desitjades. El premsatge s'aplica per afavorir el drenatge del xerigot intergranular de la quallada i donar al formatge la forma definitiva, i també proporcionar una consistència major al producte final. La pressió exercida varia segons el tipus de formatge. El premsatge dels formatges pot fer-se tant per la pressió que n'exerceix el pes (premsatge per gravetat) com per aplicació d'una força externa mitjançant premses de matalàs vertical.

Salatge: cada varietat de formatge té normalitzat el seu contingut en sal comuna (NaCl). El procés de salatge del formatge en determina el sabor final. A més, intervé en la regulació del contingut de xerigot i en l'acidesa final del formatge.

La sal també provoca que:

- La pasta del formatge adopti una textura esponjosa
- S'asseguri la conservació (juntament amb el valor de pH)
- S'inhibeixi el desenvolupament dels microorganismes responsables dels fenòmens d'inflor
- S'estimuli el desenvolupament de la flora de la maduració del formatge
- Millori la consistència del formatge.

El salatge es pot fer sobre la llet (en els dipòsits de coagulació) o sobre el formatge mitjançant immersió en salmorra (al 16 - 22% de sal), o aplicant sal seca directament sobre la massa.

Orejada: finalitzat el procés de salatge, el formatge es pot sotmetre a l'acció d'un corrent d'aire per eixugar-ne la superfície. L'assecatge superficial té especial importància en formatges madurats amb un embolcall o cobertura de cera.

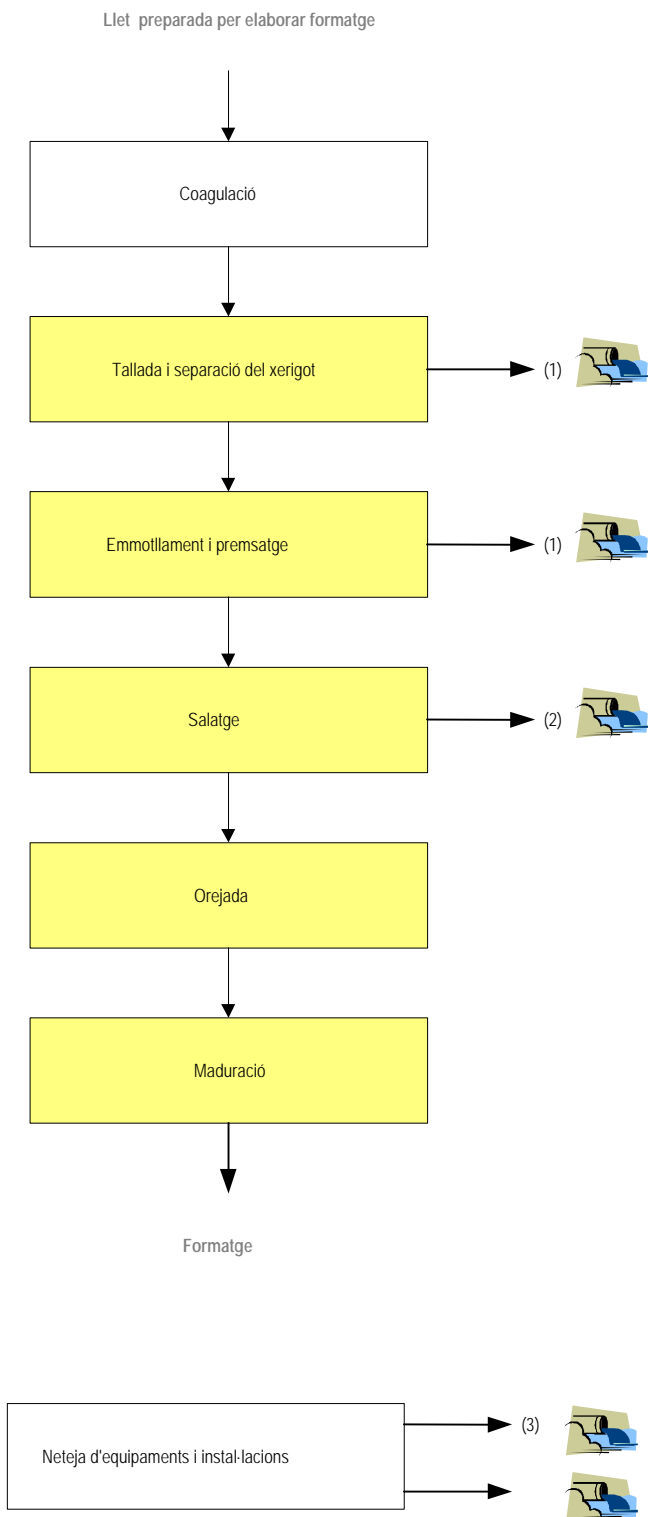
Aquesta operació es duu a terme en sales o cambres d'assecatge específiques per a aquest ús. S'hi fa circular un corrent d'aire amb unes condicions de temperatura i humitat controlades que permeten l'assecatge superficial òptim del formatge.

Maduració: els formatges, un cop salats i assecats, s'introdueixen en les cambres de maduració, amb temperatura i humitat controlades.

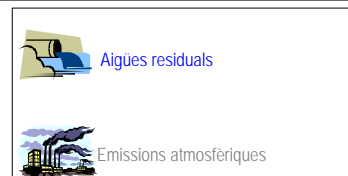
El procés de maduració del formatge comprèn processos físics, microbiològics i enzimàtics que donen lloc a un producte acabat amb unes determinades característiques organolèptiques. Igualment que en l'etapa prèvia, en el procés de maduració es produeix un consum d'energia derivat de les operacions en cambres de temperatura i humitat controlades.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE FORMATGE



- (1) Generació de xerigot que pot arribar al sistema d'evacuació d'aigües residuals. COT, clorurs, nitrogen, fòsfor.
- (2) Salmorra i/o sal dissolta en aigües de neteja . Elevada càrrega de clorurs.
- (3) Aigües de refrigeració dels elements de l'equipament.
- (4) Neteja d'instal·lacions, dipòsits i equipaments. Càrrega orgànica, nitrogen, tensioactius.



Font: Manual d'Ecogestió núm. 14, Prevenció de la contaminació en la indústria làctia, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, juny de 2003

E. LA INDÚSTRIA D'APROFITAMENT DE SUBPRODUCTES D'ORIGEN ANIMAL

Les indústries d'aquest sector es caracteritzen pel consum com a matèria primera dels subproductes de les indústries càrnies i de peix. En l'àmbit estatal, el nombre d'empreses d'aquest sector és petit (121–133 empreses, segons dades d'ANAGRASA i l'Associació de Fabricants de Farines i Olis de Peix). El nombre d'empreses afectades per la Directiva IPPC i la Llei 16/2002 és relativament molt elevat (113 segons conclusions de la corresponent taula de treball subsectorial desenvolupada en el Projecte de difusió, promoció i intercanvi d'informació sobre les millors tècniques disponibles en els sectors industrials agroalimentaris i afins afectats per la Directiva IPPC 96/61/CE).

No hi ha dades concretes del subsector, ja que aquestes acostumen a englobar-se en d'altres més genèriques com les d'indústries càrnies, del peix i/o d'altres productes alimentaris.

E.1 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE GREIXOS I FARINA DE CARN

L'evolució en la dieta humana ha fet que els consumidors prefereixin cada vegada més peces nobles, cosa que augmenta les quantitats que es generen de subproductes carnis. Des de fa més d'un segle, una de les aplicacions més comunes d'aquests subproductes ha estat aprofitar-los com a font de proteïnes en productes per a l'alimentació animal.

La crisi sorgida per l'aparició de l'encefalopatia espongiforme bovina (EEB) i les seves repercussions socials han comportat una sèrie de mesures que finalment han provocat l'actual prohibició d'utilitzar farines de carn i os en l'alimentació d'animals de consum.

El 3 d'octubre de 2002, es va adoptar el Reglament 1774/2002 del Parlament Europeu i del Consell, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables als subproductes animals no destinats al consum humà. El Reglament estableix les obligacions següents:

- Permetre que aquelles parts càrnies aptes per al consum humà que no tinguin sortida comercial puguin ser aptes per al consum animal.
- Impedir que les espècies animals dels remugants siguin alimentades amb proteïnes d'origen animal.
- Separar clarament aquells productes i subproductes aptes dels subproductes no aptes per al consum humà des de la seva generació, transport, i tractament fins a la seva destinació final.
- Separar les plantes dedicades a la producció d'aliments per a animals de les plantes dedicades al processament de residus carnis per a la seva destrucció.
- Assegurar la traçabilitat dels subproductes carnis al llarg de tota la cadena de transformació fins a la seva eliminació o ús final, incloent el control del moviment dels materials especificats de risc.
- Prohibir l'aprofitament dels animals morts de les explotacions ramaderes.

Per aconseguir aquests objectius, el reglament classifica els subproductes carnis en tres categories (segons el risc ambiental i sanitari), determina els mètodes de tractament i defineix els usos permesos:

- Categoria 1: material d'alt risc, que ha de ser completament destruït (bàsicament per incineració, amb transformació prèvia o sense), o bé transformat amb prou garanties i dipositat en un abocador.
- Categoria 2: material que pot representar un risc de transmissió de malalties als humans o a altres animals, però que amb el tractament adequat pot eliminar aquest risc i ser aprofitat.
- Categoria 3: material derivat dels productes aptes per al consum humà.

Les aplicacions més comunes dels subproductes carnis que no es destinen al consum humà són:

APLICACIONS DELS SUBPRODUCTES CARNIS	
Subproducte	Ús/destinació
Greixos	Pinsos animals
Ossos	Farina d'os
Estómac, intestins, tràquees, etc.	Farina de carn
Pulmons, vísceres, etc.	Aliments per a mascotes
Sang	Farina de sang
Pells	Articles de cuir, pelleteria
Potes	Lubricants, coles, gelatines
Banyes i peülles	Botons, mànecs, pintes
Matèries primeres no comestibles	Sabons, espelmes, glicerina, olis biodegradables, detergents líquids, farines de carn i os

Font: Manual d'Ecogestió núm. 18, Prevenció de la contaminació a la indústria càrnia, Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya

A continuació, es presenten les operacions més representatives del procés:

Recepció/magatzem: les diferents matèries primeres que constitueixen el material del qual s'obtindrà greix i farina de carn arriben en camions i es descarreguen directament a una tremuja que alimenta directament el molí on seran trinxades.

Trinxat: el pas següent és una reducció de mida perquè el greix es fongui amb més facilitat. Actualment, la llei obliga a dur a terme un trinxat superior a 50 mm.

Cocció: part més important del procés, mitjançant la qual se sotmet la matèria primera a un escalfament amb la finalitat de provocar que el greix animal contingut esdevingui fluid i pugui separar-se de la part sòlida.

La producció de greixos i farines està subjecta a una normativa sanitària que en restringeix les condicions de producció. Segons les últimes modificacions recollides a la Directiva 96/449/CE, tots els mètodes anteriorment esmentats són vàlids sempre que, en l'obtenció de farina, s'hagi arribat a unes condicions de temperatura superiors a 133^o C i una pressió absoluta de 3 bars durant un període de temps no inferior a 20 minuts, amb la finalitat d'inactivar els agents patògens causants de l'encefalopatia espongiforme.

De les tecnologies anteriorment esmentades, només la fusió en humit i la fusió seca discontinua no requereixen d'esterilització final de la farina, perquè compleixen les condicions fixades per la normativa durant la fase de fusió dels subproductes.

Premsatge: separa la fase sòlida (llardó) i la fase fosa (greix). Aquesta operació es fa generalment en premses de cargol.

Esterilització del llardó: si la fusió s'ha fet mitjançant un sistema sec continu o a baixa temperatura, on no s'ha sotmès la fracció sòlida a les condicions especificades a la legislació (133^o C, 3 bars, 20 minuts), el llardó ha de ser sotmès a una operació d'esterilització en què s'arribi als paràmetres exigits.

Refredament del llardó: després de l'esterilització, el llardó pateix una etapa de refredament amb la finalitat de fer disminuir la seva temperatura. Aquest refredament se sol realitzar mitjançant l'aplicació de buit, la qual cosa permet a més disminuir el contingut d'humitat dels sòlids.

Molturació: l'objectiu de la mòlta és obtenir el màxim de farina a partir del residu sec obtingut a la dessecació.

Purificació del greix: consisteix a eliminar els sòlids de greix obtinguts mitjançant percolació i premsatge. Després d'aquesta operació, s'obté el greix o sagí final.

A continuació, es presenta el diagrama de procés general i les emissions atmosfèriques i els abocaments associats a les diferents etapes o subprocessos.

E.2 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE GREIXOS I FARINA DE PEIX

El procés d'elaboració de farines i olis de peix consta de les etapes següents:

Recepció: el peix fresc o els seus subproductes són descarregats en pous, als exteriors dels complexos, des d'on seran posteriorment transportats a la línia de producció.

Trituració: es porta a terme només quan la mida de la matèria primera és massa gran perquè les posteriors operacions de cocció i premsatge es puguin realitzar de manera òptima.

Cocció i premsatge: el peix és introduït en cambres, on és transportat fins a una premsa per acció d'un cargol sense fi. Durant el trajecte, la matèria primera rep calor indirectament, mitjançant camises o dobles cambres de vapor. Quan la temperatura de la massa de peix supera els 60° C, es coagulen les proteïnes que conté, i és llavors quan l'aigua se segrega de les proteïnes de la massa. En la cocció es produeix una important emissió d'olors.

Després de la cocció, la massa entra a una premsa contínua de doble cargol sense fi, on es comprimeix per la pressió sobre les parets de la cambra a mesura que avança. En aquest punt, la massa acaba de cedir l'aigua i els olis del peix, de manera que s'obté d'una banda el sòlid de premsa (massa de proteïna coagulada), i, de l'altra, el líquid de premsa (format per aigua, olis i sòlids).

Clarificació i purificació de l'oli: mitjançant l'ús de decantadors o bé de centrifugadores, es poden separar les diferents fraccions que conformen el líquid de premsa. S'obté oli purificat i aigües que seran concentrades, ja que tenen substàncies d'alt valor qualitatiu (vitamines, factors de creixement, etc.). Aquest concentrat pot ser afegit al sòlid de premsa en l'etapa d'assecatge, a fi d'obtenir el que s'anomena farina integral o completa, que conté tots els components del peix.

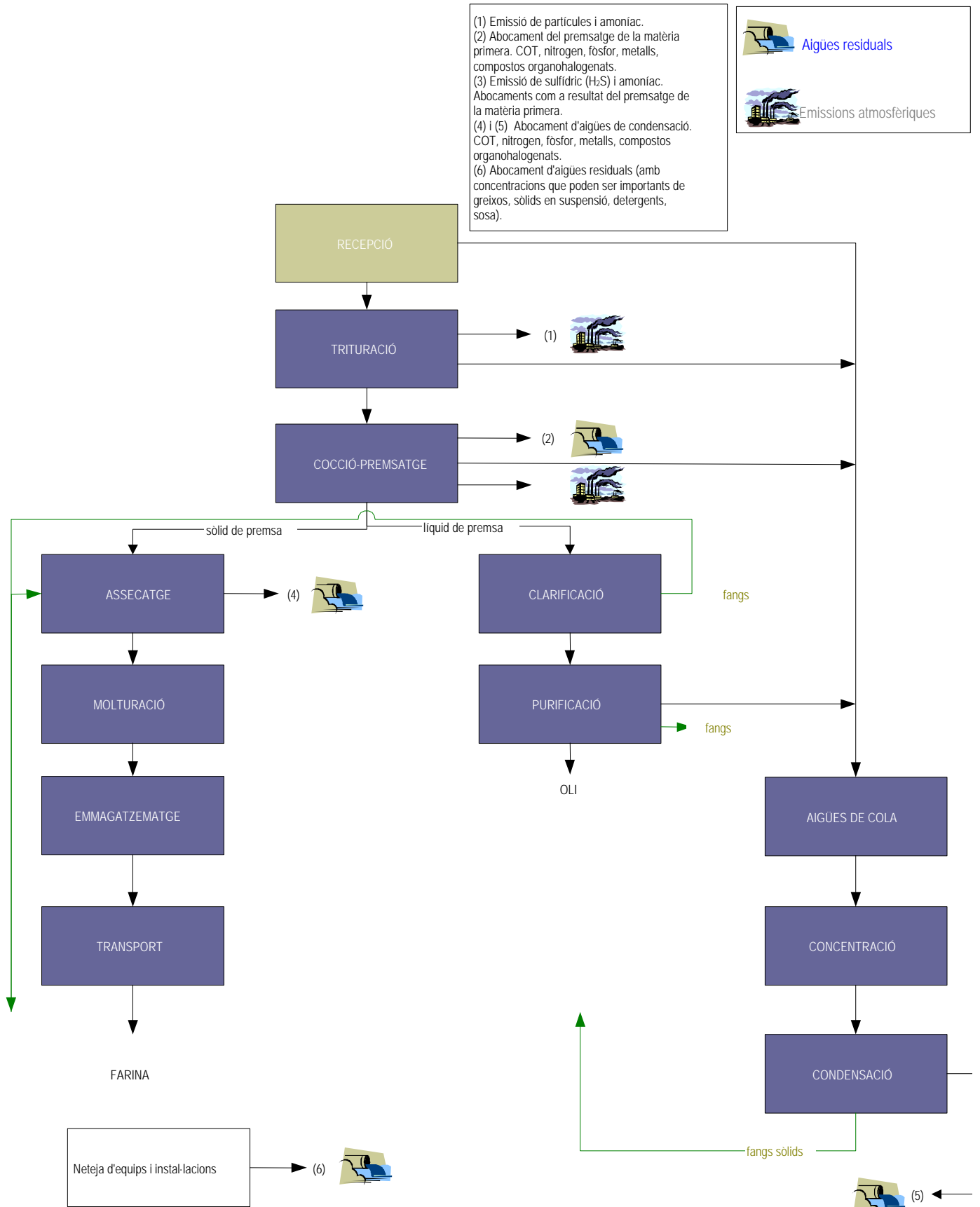
Assecatge del sòlid de premsa: l'objectiu d'aquesta operació és reduir la humitat del sòlid de premsa des d'un 35 - 45% en el moment d'entrada a l'assecador fins a un 12% a la sortida. Aquest contingut hídric és el màxim comercial d'humitat, ja que, en cas que la farina contingui més aigua, pateix el risc de fermentar.

Molturació: el sòlid de premsa és mòlt per obtenir la farina de peix, que és la textura final del producte.

Curat i emmagatzematge: La farina seca i triturada s'emmagatzema sota sostre perquè els àcids grassos insaturats que conté puguin oxidar-se, i per evitar-ne la polimerització.

Finalment, s'ensaca el producte per a la seva comercialització.

ELABORACIÓ DE GREIXOS I FARINA DE PEIX



Font: Guía de mejoras técnicas disponibles en la industria de aprovechamiento de subproductos de origen animal, AINIA, Institut Tecnològic Agroalimentari

E.3 PROCÉS D'ELABORACIÓ DE PINSOS

S'acostuma a entendre per pinso tot material únic o múltiple, elaborat, semielaborat o en brut, destinat a l'alimentació directa d'animals productors d'aliments.

Els ingredients que conformen els pinsos poden ser d'origen vegetal, animal o aquàtic, i ser substàncies orgàniques o inorgàniques. S'entén per ingredients dels pinsos els components o constituents del pinso o qualsevol combinació o barreja que el conformi, tingui o no un valor nutricional a la dieta de l'animal, inclosos els additius dels pinsos. Els pinsos compostos poden contenir medicaments veterinaris, i es consideren *aliments medicats per a animals*.

Els pinsos cada dia són productes més elaborats i específics. Així, podem trobar al mercat un ampli ventall de pinsos en funció de l'animal que l'ha de consumir (porc, vedella, etc.) i de la fase de creixement/estat (lactants, creixement, gestants...).

Les etapes del procés d'elaboració de pinsos són les següents:

Recepció i emmagatzematge: el fabricant sotmet a control totes les matèries primeres per assegurar que es compleixen els barems de qualitat pactats amb els proveïdors. Si la qualitat és correcta, les matèries primeres s'emmagatzemen en sitges que prèviament han estat sanejades.

Pesada: cada matèria primera és pesada per separat, amb la finalitat d'obtenir la proporció adequada a cada tipus de pinso.

Mòlta: les matèries primeres són mòltes en molins de martell, i en cada cas hi ha una sèrie de tamisos per obtenir-hi la textura desitjada.

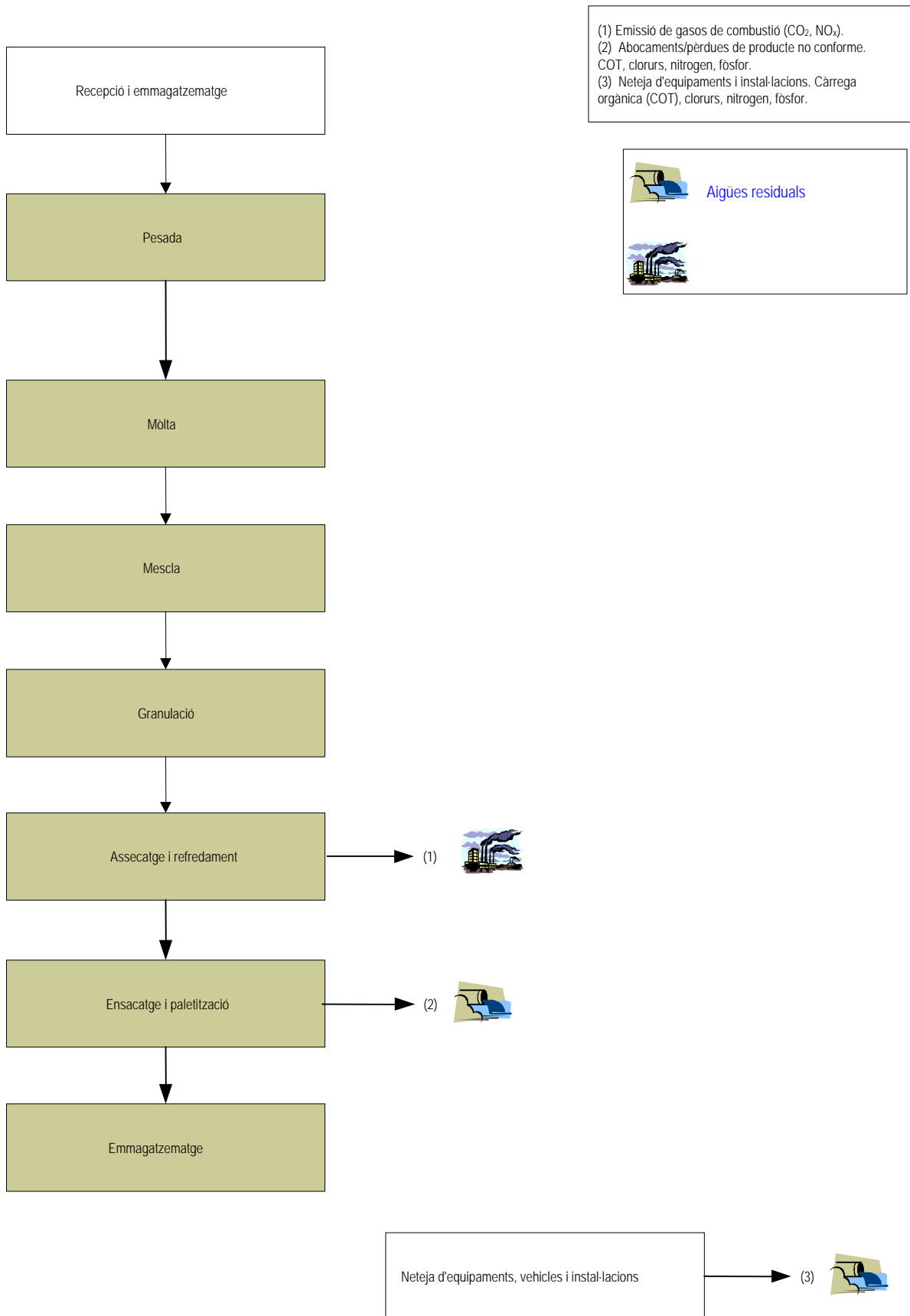
Mescla: els diferents ingredients són reunits a la mescladora en les proporcions adequades per a la formulació del pinso. En aquesta etapa, s'efectuen regularment controls d'homogeneïtat de la mescla.

Granulació: mitjançant tractament tèrmic, amb controls de temperatura.

Assecatge i refredament: mitjançant refredadors de contracorrent d'aire, controlant la temperatura final de sortida dels refredadors.

Ensacatge i paletització: l'ensacatge és totalment automàtic. Es fa un mostreig de totes les partides de sacs, i també un control del correcte estat dels envasos i del seu etiquetatge.

PROCÉS D'ELABORACIÓ DE PINSOS



7. Mètodes per a la determinació d'emissions

7.1 Mesurament

El mètode de mesurament es basa a obtenir les dades a partir de mesuraments reals realitzats utilitzant mètodes normalitzats o acceptats. Es consideren també dades mesurades si el càlcul de les emissions anuals es basen en els resultats de mesuraments discontinus i de curta durada.

Les dades han de notificar-se en kg/any. Habitualment, els mesuraments de contaminants atmosfèrics s'expressen en les unitats següents:

- a) mg/Nm³
- b) ppm (parts per milió en volum).

Per obtenir les dades en kg/any, cal fer les transformacions següents.

- a) Si partim de mg/Nm³:

$$\text{Emissions del contaminant (kg/any)} = C * Q * H / 10^6$$

On

C = concentració (mg/Nm³)

Q = cabal (Nm³/h)

H = hores de funcionament anuals de la instal·lació.

- b) Si partim de ppm:

$$\text{Emissions del contaminant (kg/any)} = C' * PM * Q * H / (22,4 * 10^6)$$

On

C' = concentració (ppm)

PM = pes molecular del contaminant (g/mol)

Q = cabal (Nm³/h)

H = hores de funcionament anuals de la instal·lació

22,4 l és el volum d'un mol de gas en condicions normals (273,15 K i 1 atm).

MÈTODES DE MESURAMENT DELS CONTAMINANTS ATMOSFÈRICS:

CONTAMINANT	NORMA / LEGISLACIÓ APLICABLE	OBSERVACIONS
CH₄	UNE 77 238:1999 (Equivalent a ISO 6349:1979)	Anàlisi de gas. Preparació de les barreges de gasos per a calibració. Mètode de permeació.
CO₂	UNE 77218:1995	Fonts estacionàries d'emissió: mostreig per a la determinació automàtica de les concentracions de gas
	En preparació	Determinació in situ mitjançant cèl·lules electroquímiques. No hi ha legislació per a aquest contaminant, per la qual cosa no se n'han especificat normes per a l'anàlisi.
HFC		No s'ahn identificat metodologies aplicables per mesurar aquest paràmetre
NH₃	401 del Intersociety Commitee of Air Sampling	
NO_x (com a NO₂)	UNE 77-224	Característiques dels monitors en continu. Mesuraments durant el període d'una hora expressada en mg/Nm ³
	EPA 7 (1986) EPA 7 (1990), última versió 2000	Presa de mostra
	EPA 7C EPA 7 D	Norrmes més adequades per a la determinació d'aquest contaminant
	DIN 33962	Mostreig no isocinètic
	ISO 10849/04.96	El grup de treball 9 del Comitè Tècnic 264 del CEN treballa actualment en els aspectes d'assegurament de la qualitat dels sistemes de mesurament automatitzat Determinació de la concentració màssica d'òxids de nitrogen. Característiques dels mètodes de mesurament automatitzats
	Norma UNE 77228:2002	Determinació de la concentració màssica d'òxids de nitrogen. Mètode fotomètric de la naftiletildiamina
	Norma PrEN 14790	Determinació de Nox per quimioluminescència.
SO_x (com a SO₂)	PrEN 14791	Determinació de SO2 per mètode de referència
	EPA 6 (40 CFR) EPA 8	Fonts estacionàries d'emissió Presa de mostra
	DIN 33962	Adequada per la determinació de NO i NO2 encara que els seus criteris poden utilitzar-se per altres gasos. Mostreig no isocinètic
	UNE 77 216. Primera modificació 2000	Equivalent a ISO 7934: 1989/AM 1:1998 Fonts fixes d'emissió Determinació de la concentració màssica de SO ₂ . Mètode del peròxid d'hidrogen / perclorat de bari
	ISO 7935/12.92	Determinació de la concentració màssica de diòxid de sofre. Característiques dels mètodes de mesurament automatitzats Fonts estacionàries d'emissió
DIOXINES I FURANS (PCDD-PCDF COM A TEQ)	UNE EN 1948-1:1997	Equivalent a EN 1948-1:1996 Determinació de la concentració màssica de PCDD/PCDF. Part 1: mostreig (isocinètic) Emissions de fonts estacionàries
	UNE EN 1948-1:1997	Equivalent a EN 1948-1:1996 Determinació de la concentració màssica de PCDD/PCDF (part 2 i 3) Emissions de fonts estacionàries
HIDROCARBURS AROMÀTICS POLICÍCLICS	EPA 0010 Modificació EPA 5	Mostreig isocinètic
Pàgina 63 de 80	EPER CAT: GUIA PER LA NOTIFICACIÓ D'EMISSIONS. SECTOR AGROALIMENTARI	

	ISO/FDIS 11338-2/07.99 (projecte)	Determinació d'hidrocarburs aromàtics policíclics emesos en estat gasós i en partícules per fonts estacionàries Emissions de fonts estacionàries
PM₁₀	UNE 77-223:1997	Determinació de la concentració i el cabal màssic de material particulat en conducte de gasos. Mètode gravimètric manual. Mètode per determinació de partícules totals, sense distinció específica per a PM10.
	UNE 77 219:1998	Fonts estacionàries d'emissió Equivalent a ISO 10155:1995 Mesurament automàtic de la concentració màssica de partícules. Característiques de funcionament, mètodes d'assaig i especificacions. Mètode per determinació de partícules totals, sense distinció específica per a PM10.
	EPA 201	Únics mètodes per a la determinació de PM10
	EPA 201 A	
	EPA 5 (40 CFR) EPA 17 (1995)	Fonts fixes d'emissió Determinació per gravimetria. Mètode per determinació de partícules totals, sense distinció específica per a PM10.

MÈTODES DE MESURAMENT DELS CONTAMINANTS DE LES AIGÜES:

FONT	MÈTODE ANALÍTIC	NORMA DE REFERÈNCIA	OBSERVACIONS
NITROGEN TOTAL (COM A N)			
Efluents líquids: aigües residuals	Determinació de nitrogen. Part 1: mètode per mineralització oxidant amb peroxidisulfat	UNE-EN ISO 11905-1:1998	---
	Determinació per reducció/ quimioluminescència	EN V 12260	---
	Determinació per oxidoreducció/ quimioluminescència	DIN 38409-27	---
	Determinació de nitrogen Kjeldhal pel mètode de mineralització amb seleni	UNE-EN 25663:1994	Norma establerta en el Decret 103/2000 (CAT)
	Determinació de nitrogen Kjeldhal. Mineralització, destil·lació pel mètode Kjeldhal i determinació de l'amoni per espectrometria d'absorció molecular o titrimetria	Ordre 8.02.1988 d'aigües prepotables	---
FÒSFOR TOTAL (COM A P)			
Tota classe d'aigües	Determinació pel mètode espectromètric amb molibdè amònic	UNE-EN 1189:1997	Decret 103/2000 (CAT)
	Peroxidisulfat/injecció de flux FIA, CFA	E DIN 38405-30	---
CR I COMPOSTOS (COM A CR)			
Tota classe d'aigües	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-espectrometria de masses MS	ASTM D5673 DIN 38406-29	---
	Determinació per espectrometria d'absorció atòmica (de flama)	UNE-EN 1233:1997 UNE 77056:1983 UNE 77056:1997 EPA 218.1 (1978) DIN 38414:1984 SM 3111 A i B SM 3111 B (17 ed) NF T 90-112:1996	---
	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-AES	UNE-EN ISO 11885:1998	---

CU I COMPOSTOS (COM A CU)			
Tota classe d'aigües	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-espectrometria de masses MS	ASTM D5673 DIN 38406-29	---
	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-AES	UNE-EN ISO 11885:1998	---
	Determinació de Cu per espectrometria d'absorció atòmica electro tèrmica ET-AAS	DIN 38406-7	---
ZN I COMPOSTOS (COM A ZN)			
Tota classe d'aigües	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-espectrometria de masses MS	ASTM D5673 DIN 38406-29	Reial decret 995/2000
	Espectroscòpia d'emissió atòmica amb plasma acoblat inductivament ICP-AES	UNE-EN ISO 11885:1998	---
	Determinació per voltamperimetria	DIN 38406-16	---
COMPOSTOS ORGANOHALOGENATS (COM A AOX)			
Aigües residuals	<i>Determination of adsorbable organically bound halogens in salt loaded water (SPE-AOX)</i>	Din 38409-22	---
	AOX	EN 1485	---
	AOX	ISO 9562	---
CARBONI ORGÀNIC TOTAL (COT)			
Aigües residuals	Determinació de la DQO per espectrofotometria UV-DIS (mètode del dicromat potàssic)	UNE 77004:1989 ISO 6060 (2a edició) AFNOR T 90-101 EPA 410.4 (1978)	---
	Determinació de COT/COD	UNE-EN 1484	Decret 103/2000
	Guia per a la determinació de carboni orgànic total (COT) i carboni orgànic dissolt (COD)	ISO 8245	---
CLORURS (COM A CL)			
Aigües residuals	Determinació per cromatografia iònica (IC)	UNE-EN ISO 10304-1:1995	---
	Valoració potenciomètrica	CNR-IRSA 4070	---

7.2 Càlcul

7.2.1 Factors d'emissió

Quan les dades d'emissions generades en un procés productiu no s'han pogut obtenir a partir de mesuraments, es poden esbrinar mitjançant la utilització de **factors d'emissió** acceptats en l'àmbit nacional o internacional i representatius dels sectors industrials.

Un **factor d'emissió** és una relació numèrica que permet saber a partir de dades pròpies del procés la quantitat de contaminant que és emesa, expressada en massa de contaminant per unitat de procés. Entre les unitats de procés més comunes hi ha:

- Consum d'energia
- Unitats de producció
- Rendiments de materials
- Calendari d'operacions
- Nombre de dispositius, etc.

Les dades de procés necessàries per al desenvolupament dels **factors d'emissió** acostumen a provenir de mostres de fonts d'emissió representatives, és a dir, són dades que s'han obtingut amb prou fiabilitat per ser aplicades a altres activitats o processos de tipologia similar.

Els factors d'emissió tenen diferents graus de fiabilitat, que depenen de l'exactitud amb què s'han obtingut les dades a partir de les quals han estat calculats. Així, hi ha cinc nivells de fiabilitat, que van des de la lletra A fins a la lletra E; els primers són altament fiables i els últims, poc fiables.

Les principals fonts de consulta de **factors d'emissió** són:

- Agència Europea del Medi Ambient. *The Core Inventory of Air Emissions in Europe (Emissions Inventory Guidebook)*. <http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en>
- Environmental Protection Agency, USA. (*Emissions Factor and Inventory Group*). <http://www.epa.gov/ttn/chief>
- International Panel of Climate Change. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>

Els factors d'emissió disponibles en les obres referenciades són aplicables a les emissions atmosfèriques. També hi ha factors d'emissió per a aigües, però són més difícils d'aplicar perquè hi participen més condicionants en la seva elaboració.

A continuació, es presenten els factors d'emissions atmosfèriques per subsectors agroalimentaris, però s'ha de tenir en compte que són només una referència orientativa, ja que per aplicar els factors a casos concrets s'ha de disposar de la informació completa que aporten els mètodes dels documents referenciats més amunt (vegeu l'exemple 4.7).

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Elaboració de cervesa**

Emissió anual (kg/any) = factor d'emissió (kg/hl) x producció anual (hl/any)

Substància emesa	Factor d'emissió (kg de contaminant /hl de producció)
NMVOOC	0,035 kg/hl (cervesa)

Font: EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook

Subprocés: ASSECATGE DE GRA			
Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/t de gra assecat)	Qualitat del factor	Observacions
PM ₁₀	0,33	D	--
PM ₁₀	0,11	D	Amb rentador humit
COV (com a propà)	0,73	D	Amb rentador humit o sense
CO	0,22	D	Assecatge amb vapor
CO ₂	53	D	Assecatge amb vapor
CO ₂	842	D	Assecatge amb gas natural

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

Subprocés: FERMENTACIÓ		
Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/1.000 bbl de cervesa produïda)	Qualitat del factor
CO ₂	2.100	E
COV ^b	2	E
H ₂ S	0,015	E

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

Subprocés: LÍNIA DE REEMPLENAMENT (AMPOLLES)		
Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/1.000 bbl de cervesa produïda)	Qualitat del factor
CO ₂	4.300	D
Etanol	40	D
COV com a etanol	40	D

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

Subprocés: LÍNIA DE REEMPLENAMENT (LLAUNES)		
Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/1.000 bbl de cervesa produïda)	Qualitat del factor
CO ₂	1.900	D
Etanol	35	D
COV com a etanol	35	D

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Elaboració de vi**

Emissió anual (kg/any) = factor d'emissió (kg/hl) x producció anual (hl/any)

Substància emesa	Factor d'emissió (kg de contaminant/hl de producció)
NMVO	0,08 kg/hl (vi)

Font: EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook

FERMENTACIÓ			
Tipus de vi	Substància emesa	Factor d'emissió (g de contaminant/ hl de most fermentat)	Qualitat del factor
Negre	acetaldehid	0,032	C
	etanol	43	A
	àcid sulfhídric	0,020	C
	alcohol isoamílic	0,17	C
	alcohol isobutílic	0,043	C
	metanol	0,030	C
	n-butanol	0,00066	C
	n-propanol	0,041	C
Blanc	acetaldehid	0,0086	C
	etanol	22	A
	àcid sulfhídric	0,017	C
	alcohol isoamílic	0,061	C
	alcohol isobutílic	0,0083	C
	metanol	0,0077	C
	n-propanol	0,028	C

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Elaboració de greixos i farina de carn**

Subprocés: DESSECADORS DE SANG (GAS NATURAL)		
Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/t de sang dessecada)	Qualitat del factor
PM ₁₀	0,76	E
H ₂ S	0,08	E
NH ₃	0,60	E

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Processament de carn**

Emissió anual (kg/any) = factor d'emissió (kg/t) x producció anual (t/any)

Substància emesa	Factor d'emissió (kg de contaminant/hl de producció)
NMVOC	0.03 kg/t (carn)

Font: EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Fabricació de formatges**

FABRICACIÓ DE FORMATGE				
Subprocés	Control d'emissions	Contaminant	lb de contaminant/t de producte assecat	Qualitat del factor
Assecadors de formatge	Rentador humit	PM filtrables	2,5	D
	Rentador humit	PM inorgàniques condensables	0,29	D
	Rentador humit	PM orgàniques condensables	0,44	D
Dessecatge del xerigot	Cicló	PM filtrables	0,77	D
	Cicló	PM condensables	0,75	D
	Filtre de tela (<i>fabric filter</i>)	PM filtrables	2,2	D
	Filtre de tela (<i>fabric filter</i>)	PM inorgàniques condensables	0,047	D
	Filtre de tela (<i>fabric filter</i>)	PM orgàniques condensables	0,1	D
	Rentador humit	PM filtrables	0,76	D
	Rentador humit	PM inorgàniques condensables	0,044	D
	Rentador humit	PM orgàniques condensables	0	-

Font: Ap-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)

- **Factors d'emissió atmosfèrica. Fabricació de pa de motlle**

Substància emesa	Factor d'emissió (lb de contaminant/t pa fabricat)
COV	$COV = 0,95 Y_i + 0,19 T_i - 0,51 S - 0,86 T_s + 1,90 (*)$

Font: Alternative Control Technology Document for Bakery Oven Emissions (EPA 453/R-92-017, desembre de 1992)

(*) En el cas de la fabricació de pa de motlle, els factors d'emissió es deriven de l'aplicació d'aquesta equació matemàtica, amb el significat següent dels paràmetres expressats:

COV = lb de contaminant per tona de pa fabricat

Y_i = percentatge de llevat inicial (expressat en forma decimal, p. ex. 3,2% equival a 0,032)

T_i = hores de fermentació

S = percentatge de llevat afegit sobre la massa (*spike*)

Ts = hores d'aquesta segona fermentació (*time spiking*)

Per a pa sense l'addició final de llevat:

$$\text{COV} = 0.95 Y_i + 0,195 t_i + 1,90$$

Amb l'objectiu de facilitar els càlculs amb factors d'emissió, es pot consultar la taula següent de factors de conversió entre diferents sistemes unitaris:

• **Factors de conversió d'unitats**

Per convertir	a	Multipliqueu per
Atm	Pa	$1,01325 \times 10^3$
Bar	Pa	1×10^5
Bbl (barrel)	m ³	$1,589 \times 10^1$
Btu (<i>British Thermal Unit</i>)	J	$1,054 \times 10^3$
Btu/lb	J/kg	$2,324 \times 10^3$
Btu/lb °F	J/kg K	$4,184 \times 10^3$
Cal	J	4,184
Cal/g	J/kg	$4,184 \times 10^3$
cm ³	m ³	1×10^{-6}
CV (HP)	W	$7,457 \times 10^2$
Dina	N	1×10^{-5}
Dina cm	Nm = J	1×10^{-7}
Dina/cm ²	Nm ² = Pa	1×10^{-1}
Erg	J	1×10^{-7}
Peu (ft)	M	$3,048 \times 10^{-1}$
Gal (USA Gallon)	m ³	$3,785 \times 10^{-3}$
g/cm ³	kg/m ³	1×10^3
g/l	kg/m ³	1
kg	N	9,807
kWh	J	$3,6 \times 10^6$
l (litres)	m ³	1×10^{-3}
mm de Hg	Pa	$1,333 \times 10^2$
on (unça)	kg	$2,385 \times 10^{-2}$
lb (lliura)	kg	$4,536 \times 10^{-1}$
lb/ft ²	kg/m ³	$1,602 \times 10^1$
lb/gal	kg/m ³	$1,198 \times 10^2$
lb/ft ²	Pa	$4,788 \times 10^1$
psi (lb/in ²)	Pa	$6,895 \times 10^3$
in (polzada)	m	$2,54 \times 10^{-2}$
t (tona mètrica)	kg	1×10^3
torr (mm Hg)	Pa	$1,333 \times 10^2$
yd (iarda)	m	$9,144 \times 10^{-1}$
°C (Celsius)	K (Kelvin)	T(K) = T(°C) + 273,16
°F (Fahrenheit)	K	T(K) = T[(°F) + 459.67]/1,8
°R (Rankine)	K	T(K) = T(°R)/1,8

7.2.2 El balanç de materials

- **Introducció**

És un mètode que permet calcular les emissions de molts tipus de fonts, especialment quan no se'n coneixen les dades específiques mitjançant mostres, no hi ha factors d'emissió apropiats o no s'han desenvolupat mètodes concrets per al càlcul d'aquestes emissions.

El balanç de materials requereix analitzar el procés que genera les emissions mitjançant el coneixement dels seus paràmetres operacionals i la composició i característiques fisicoquímiques dels materials que hi participen. Així, es tracta de descobrir les incògnites de cada procés, considerant un procés com a sistema unitari que rep *entrades* i genera *sortides*, o transformació interna o sense.

L'aplicació de balanços de massa requereix, per tant, que es conegui algun mesurament puntual del funcionament del procés i dels materials, de manera que puguin ser *balancejats*. Com més informació es tingui, més senzill i fiable serà elaborar un bon balanç. Contràriament, un dèficit d'informació requerirà fer suposicions, cosa que n'incrementarà els errors de càlcul.

- **Metodologia de balanços de matèria**

Els balanços d'un procés ben definit i acotat, amb les seves entrades i sortides, es basen en les lleis de conservació de massa i energia, és a dir, qualsevol material que entra en un procés unitari s'acumula en el sistema, en surt, o s'hi transforma en alguna altra forma material i energètica, però mai no desapareix.

Les diferents fonts bibliogràfiques utilitzen diverses nomenclatures per anomenar els fluxos i les composicions dels materials analitzats, però totes representen els mateixos conceptes:

$$\sum w_j = 1$$

$$F_{ij} = F_i \times w_j$$

on

F_i : flux màssic del corrent i (per a $i = 1$ fins a $i = n$)

w_j : fracció màssica del component j (per a $j = 1$ fins a $j = n$)

F_{ij} : flux màssic del component j al corrent i (per a $i, j = 1$ fins a $i, j = n$)

En el cas dels balanços materials sense reacció química, sempre es dona la mateixa expressió de balanç global:

$$\boxed{\text{Entrades} - \text{sortides} = \text{acumulació}}$$

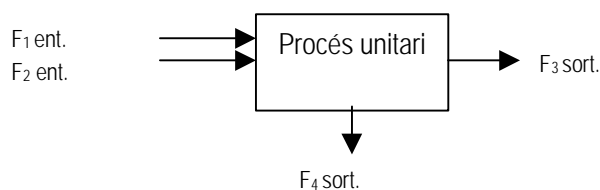
Quan no hi ha acumulació, el sistema resta en *estat estacionari*. Són els balanços més senzills de fer, ja que no requereixen gaire informació ni tampoc no s'ha d'aprofundir gaire en l'operativitat dels paràmetres i en les característiques fisicoquímiques dels materials:

$$\boxed{\text{Entrades} = \text{sortides}}$$

En estat estacionari

$$\boxed{\sum (F_i \times w_j)_{\text{entrada}} = \sum (F_i \times w_j)_{\text{sortida}}}$$

És recomanable fer sempre un diagrama de flux o un esquema que representi la/les unitat/s del sistema o procés analitzat.



Per a sistemes amb reacció química, el balanç material es complica una mica, però continua tenint la mateixa estructura d'acord amb la llei de conservació de la matèria:

$$\text{Acumulació} = \text{entrades} - \text{sortides} + \text{producció} - \text{consum}$$

En aquests casos, cal conèixer molt bé les reaccions químiques que es produeixen, la limitació dels reactius, els equilibris estequiòmètrics, les etapes del procés on es donen aquestes reaccions, el comportament d'aquestes reaccions en les diferents condicions físiques on es produeixen, etc.

Els balanços permeten conèixer el moviment i la composició dels materials al llarg del procés analitzat, però s'ha de tenir en compte que són càlculs que no representen la totalitat dels factors que poden influir-hi. Per tant, quan calgui una precisió elevada de les dades desitjades, s'hauran de dur a terme mesuraments o aplicar factors empírics que en garanteixin una fiabilitat major.

7.3 Estimació

El mètode d'estimació és un altre mètode per determinar les emissions de contaminants, especialment quan la complexitat del sistema fa molt difícil obtenir aquesta informació per altres mètodes més específics, com el mesurament directe o el càlcul amb factors d'emissió i balanços de matèria.

Es basa generalment en l'opinió d'experts en la matèria, i no gaire en documentació i referències d'abast públic. Utilitza principalment les previsions, els càlculs aproximats, les suposicions i les hipòtesis òptimes per donar un resultat aproximat dels contaminants emesos. L'estimació és, de fet, perfectament combinable amb els altres mètodes de mesurament i càlcul, però en aquest cas no hi ha evidències empíriques de les dades obtingudes i l'error és més gran.

Consisteix bàsicament a estudiar a grans trets el procés en qüestió, amb preguntes com ara:

- Quin és el volum de producció?
- Quines matèries primeres utilitzem?
- Quins moviments i transformacions de materials tenim?
- Com es comporten les substàncies que hi participen?
- Quines parts del procés són els principals focus d'emissió de contaminants?
- Quins mecanismes de control de les emissions hi ha?

- En quina mesura redueixen l'impacte de les emissions?

També és possible fer aquestes estimacions partint de dades d'anys anteriors i extrapolant-les a l'actualitat:

- Han canviat les característiques del procés?
- Ha variat la producció? En quin sentit?
- Hi ha canvis en l'ús de matèries primeres?
- S'han pres mesures de control de les emissions?

S'ha de tenir en compte que la qualitat de les dades aportades amb el mètode d'estimació és prou baixa i pot donar lloc a molta incertesa. Tampoc no és possible afinar gaire els resultats. En qualsevol cas, pot ser molt útil per caracteritzar els processos i omplir la manca d'informació que es pugui presentar a l'hora de realitzar l'estudi corresponent.

8. Exemples

Determinació per mesurament (emissió atmosfèrica)

Activitat: destrucció del MER (material especificat de risc) en forn crematori d'un escorxador

Com a exemple, prendrem un dels gasos típicament emesos en la combustió del material específic de risc (vísceres animals i altres parts internes de l'animal): el monòxid de carboni (CO). Es genera en combustions incompletes del procés i el seu mesurament és obligatori d'acord amb l'Ordre de 22 de febrer de 2001, perquè es determinen els supòsits excepcionals d'incineració previstos en la disposició final tercera del RD 3454/2000.

Els resultats dels mesuraments realitzats s'expressen en ppm de CO. Si es vol expressar en mg/Nm³, s'empraran els càlculs següents:

$$[1] \quad C = c \times (PM/22,4)$$

on

C: concentració en mg/Nm³

c: concentració en ppm

PM: pes molecular del component mesurat. Concretament, CO = 28.

Per calcular l'emissió anual del contaminant en kg/any, tal com requereix l'EPER, s'empraran els càlculs següents:

$$[2] \quad C \text{ [mg/Nm}^3\text{]} \times Q_0 \text{ [Nm}^3\text{/h]} \times t \text{ (h/any)} \times (1/10^6) \text{ [kg/mg]} = \text{emissió del contaminant [kg/any]}$$

on

Q₀: cabal volumètric de gasos en condicions normals (Nm³/h)

t: temps anual de funcionament del forn (h/any)

Per poder fer aquests càlculs, necessitarem conèixer el paràmetre Q₀ en Nm³, però els analitzadors multiparàmetres que s'utilitzen generalment per a aquests mesuraments no donen la lectura del cabal en condicions normals, sinó en condicions reals (Q_t).

$$[3] \quad Q_t = 3.600 \times A \times V_s$$

on

Q_t = cabal volumètric de gasos en condicions reals (m³/h)

A = secció transversal de la xemeneia en el punt de mesurament (m²)

V_s = velocitat mitjana del gas en xemeneia (m/s)

L'expressió següent relaciona ambdós paràmetres, Q₀ i Q_t, i permet obtenir el cabal en condicions normals (base humida):

$$[4] \quad Q_0 = (T_N/T_S) \times (P_S/P_N) \times Q_i$$

on

T_N = temperatura absoluta en condicions normals, 273° K

T_S = temperatura mitjana absoluta del gas en xemeneia en °K, 273 + T °C

P_N = pressió absoluta en condicions normals, 760 mm Hg

P_S = pressió absoluta del gas en xemeneia en mm Itg, on, $P_S = P_{at} + P_e$

P_{at} = pressió atmosfèrica en el lloc del mostreig, mm Hg

P_e = pressió estàtica de la xemeneia, mm Hg

Per poder obtenir les dades de les expressions [3] i [4], cal realitzar una *determinació de la velocitat i el cabal d'un corrent de gasos*.

Un cop fets els mesuraments apropiats a què es feia referència, obtindrem, per exemple, les dades següents:

Concentració de CO: 40 ppm

V_s : velocitat del gas en xemeneia = 3,1 m/s

A: secció transversal de la xemeneia = 0,5 x 0,5 m = 0,25 m²

T_s : temperatura del gas en xemeneia = 27° C

t: temps anual de funcionament del forn = 3.500 h/any

Q_0 : cabal volumètric dels fums en condicions normals = 2.511 Nm³/h. Els informes d'emissió de gasos on s'ha mesurat també el cabal mostren generalment aquesta dada ja calculada. Si no és així, cal procedir segons les expressions [3] i [4] anteriors.

De l'expressió [1] obtenim:

$$C = 40 \text{ ppm} \times (28/22,4) = 50 \text{ mg/Nm}^3 \text{ de CO}$$

Substituint en l'expressió [2]:

$$\text{Càrrega màssica de CO} = 50 \text{ mg/Nm}^3 \times 2.511 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 3.500 \text{ h/any} \times (1/10^6) \text{ kg/mg} = 439,425 \text{ kg/any}$$

$$\boxed{\text{Càrrega màssica de CO} = 439,425 \text{ kg/any}}$$

Determinació per mesurament (emissió en aigües)

Activitat: Elaboració d'oli de gira-sol

Una planta que elabora oli de gira-sol vol determinar les seves emissions de contaminants al medi aquàtic. D'acord amb la seva última Declaració d'ús i contaminació de l'aigua (DUCA), aboca 50.000 l/any d'aigües residuals.

S'analitzen els contaminants següents de l'aigua residual degudament mostrejada i enviada a un laboratori acreditat. És recomanable, no obstant, obtenir el major nombre de mostres possible a fi que

la representativitat dels resultats analítics reflecteixi els valors emesos en un període de temps més ampli.

- Nitrogen total (N): determinat mitjançant el mètode de nitrogen Kjeldhal per mineralització amb seleni. Norma de referència: UNE-EN 25663:1994. Establerta en el Decret 103/2000 (CAT).
- Fòsfor total (P): determinació pel mètode espectromètric amb molibdè amònic. Norma de referència: UNE-EN 1189:1997. Establerta en el Decret 103/2000 (CAT).
- Carboni orgànic total (COT): determinació segons norma de referència UNE-EN 1484. Establerta en el Decret 103/2000.
- Clorurs (Cl): determinació per cromatografia iònica, segons norma de referència UNE-EN ISO 10304-1:1995.

Contaminants analitzats en les aigües residuals i resultats analítics obtinguts:

- Nitrogen total: 3 mg N/l
- Fòsfor total: 0,2 mg P/l
- Carboni orgànic total (COT): 500 mg C/l
- Clorurs: 1.000 mg Cl/l.

Per calcular l'emissió anual d'aquests contaminants a l'aigua, en kg/any, s'han d'emprar els càlculs següents:

$$\text{Concentració de contaminants (mg/l)} \times \text{cabal abocat (l/any)} \times (1/10^6) \text{ kg/mg} = \text{emissió anual (kg/any)}$$

Exemple: N total

$$\text{Emissió anual} = 3 \text{ mg N/l} \times 50.000 \text{ l/any} \times 10^{-6} = 0,150 \text{ kg/any de N}$$

Per a la resta de contaminants, cal procedir de la mateixa manera.

Determinació mitjançant càlcul amb factors d'emissió (emissió atmosfèrica)

Activitat: fermentació del most d'una planta d'elaboració de cava

Una planta d'elaboració de cava genera anualment una certa quantitat de NMVOC que ha de declarar segons l'EPER. Per poder calcular la càrrega de contaminants NMVOC emesos utilitzant factors d'emissió, és necessari agafar alguna de les fonts bibliogràfiques disponibles. Els més emprats són els següents:

- A) Ap. 42, *Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USA Environmental Protection Agency)*
- B) EMEP/CORINAIR *Emission Inventory Guidebook*.

Agafant la primera de les fonts, l'EPA, veiem que, en el capítol 9.12.2 *Wines and Brandy*, a la taula **9.12.2-1 Emission factors for wine fermentation**, es recullen els factors d'emissió de cada un dels principals contaminants emesos durant l'operació de fermentació del most obtingut de les etapes anteriors (trepig, premsatge, filtratge).

L'aplicació d'aquests factors, però, s'ha de matisar d'acord amb les condicions reals del procés al qual s'apliquen, tenint en compte la contextualització dels estudis i assajos d'on s'extreuen aquests factors. El document de referència permet extreure els principals elements que han de concordar:

- El sistema principal d'evacuació o forma d'emissió del contaminant
- Les temperatures de fermentació del most
- Les tècniques principals de la fermentació i el seu control.

Per a aquest cas, haurem de determinar:

1. El tipus de vi. En aquest cas, la classificació diferencia entre vi negre i vi blanc. El cava és un tipus de vi blanc molt semblant al xampany, i la descripció del seu procés d'elaboració està recollida al document. Per tant, tenim una primera concordança entre el document i la nostra realitat.
2. El tipus de control d'emissions. Hem de seleccionar de la taula una de les quatre possibilitats: cap sistema de control; adsorció amb carbó actiu; incineració catalítica; rentador de gasos humit. En el nostre cas, suposem que no hi ha cap sistema de control. Veiem que s'emeten més compostos orgànics volàtils (COV) en aquest cas que amb els altres sistemes de control.
3. Les substàncies considerades NMVOC per computar els seus factors corresponents.
4. La producció anual de vi en volum.
5. La conversió d'unitats entre els factors d'emissió ($\text{lb}/10^3 \text{ gal}$) i el sistema internacional (kg/m^3). Per passar de $\text{lb}/10^3 \text{ gal}$ a kg/m^3 , cal multiplicar per 0,120.

També s'han de tenir en compte les limitacions dels factors d'emissió per als diferents processos d'elaboració del vi. En aquest cas:

1. Tret de l'emissió d'etanol, la resta de substàncies tenen una qualitat de factor E, prou baixa.
2. Aquests factors s'han d'utilitzar amb molta precaució perquè es basen en un nombre reduït de tests, i les condicions de fermentació poden variar molt entre diferents cellers.
3. Les emissions difuses que es produeixen encara són més difícils de determinar mitjançant factors d'emissió i la seva precisió és molt petita.

Una altra manera de calcular les emissions és utilitzar els factors d'emissió del segon document de referència, la guia d'EMEP/CORINAIR. El grup 4 *Production processes* de la guia, apartat 040606 *Processes in wood, paper pulp, food, drink and other industries*, recull el subapartat de vins. Aquest sistema es basa en estadístiques de producció internacionals i fonts bibliogràfiques especialitzades en la composició i el comportament de les substàncies analitzades.

Al capítol 8 *Emission factors, quality codes and references* d'aquest document, hi ha els factors d'emissió al subapartat **8.2 Default emission factors**. Aquests factors es poden utilitzar per defecte

d'acord amb la informació disponible. També es poden utilitzar els factors donats pels diferents autors bibliogràfics, sempre que la concordança entre els seus estudis i la nostra realitat sigui elevada.

Per defecte, només hem de determinar:

1. El tipus de vi. Aquests factors permeten diferenciar entre vi negre i vi blanc. El nostre és un tipus de vi blanc.

La incertesa d'aquests factors està incorporada en el mètode, i per obtenir-ne més detalls s'ha de recórrer a les fonts documentals de referència.

Suposant que es produeixin 50.000 l/any de cava, calcularem les emissions de NMVOC derivades del procés de fermentació del most, gairebé la majoria d'aquests tipus d'emissions i de les quals tenim factors aplicables:

Mètode EPA:

- Considerem els NMVOC següents: etanol; n-propanol; alcohol isobutílic; alcohol isoamílic; metanol; i acetaldehid.
- Els seus factors respectius són (en lb/10³ gal): 1,8; 0,0023; 6,9 x 10⁻⁴; 0,0051; 6,4 x 10⁻⁴; i 7,2 x 10⁻⁵.
- Considerant els 50.000 l/any de producció i aplicant el factor de conversió a kg/m³:

$$\text{Emissió anual (kg/any)} = (\text{suma de factors} \times 0,120) \text{ (kg/m}^3\text{)} \times \text{producció anual (m}^3\text{/any)}$$

$$\text{Emissió anual} = 1,8088 \times 0,120 \times 50 = 10,85 \text{ kg/any de NMVOC}$$

Mètode EMEP/CORINAIR:

- Considerem el vi blanc, amb un factor d'emissió de 0,035 kg/hl.
- Considerant els 50.000 l/any de producció:

$$\text{Emissió anual (kg/any)} = \text{factor d'emissió (kg/hl)} \times \text{producció anual (hl/any)}$$

$$\text{Emissió anual} = 0,035 \times 500 = 17,5 \text{ kg/any de NMVOC}$$

Segons el mètode utilitzat, el resultat pot variar, però es manté dins d'un mateix ordre de magnitud. Això vol dir que, en principi, el mètode de càlcul amb factors d'emissió, en funció sempre dels sectors i les substàncies on s'apliqui, representa prou bé la realitat del procés avaluat.

Determinació mitjançant càlcul amb balanços de matèria (emissió en aigües)

Activitat: escorxador avícola

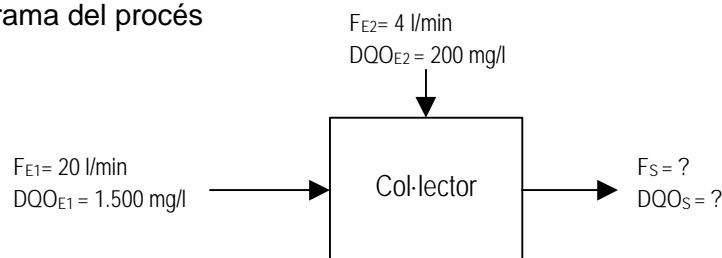
Un escorxador avícola genera unes aigües residuals en el procés de dessagnatge la DQO i el cabal volumètric de les quals coneixem. D'altra banda, genera aigües residuals d'origen sanitari (lavabos, dutxes, cuina, etc.) que també tenim caracteritzades a causa d'una inspecció sanitària que es va realitzar. Aquests dos corrents van a parar a un col·lector des d'on s'aboquen a la xarxa de clavegueram, però per la seva ubicació és molt complicat accedir-hi i obtenir una mostra per portar-la a analitzar.

Veiem com es pot extreure aquesta informació mitjançant un senzill balanç de massa:

Tenim les dades següents:

- Cabal del corrent de dessagnatge: 20 l/min
- Cabal del corrent de sanitaris: 4 l/min
- DQO aigües de dessagnatge: 1.500 mg/l
- DQO aigües sanitàries: 200 mg/l
- Temps d'activitat de l'escorxador: 3.500 h/any.

1) Diagrama del procés



2) Balanç global

Cal tenir en compte que es tracta d'un procés estacionari, és a dir, sense acumulació. No hi ha transformacions fisicoquímiques. El balanç de flux és el següent:

$$E=S$$

$$F_{E1} + F_{E2} = F_S$$

$$F_S = 20 \text{ l/min} + 4 \text{ l/min} = 24 \text{ l/min}$$

3) Càrrega contaminant a les entrades

Entrada 1 (dessagnatge):

$$C_{E1} = F_{E1} \times DQO_{E1}$$

$$C_{E1} = 20 \text{ l/min} \times 1.500 \text{ mg/l} = 30.000 \text{ mg/min}$$

Entrada 2 (sanitaris):

$$C_{E2} = F_{E2} \times DQO_{E2}$$

$$C_{E2} = 4 \text{ l/min} \times 200 \text{ mg/l} = 800 \text{ mg/min}$$

4) Càrrega contaminant a la sortida

El balanç de càrregues contaminants és el següent:

$$C_{E1} + C_{E2} = C_S$$

$$C_S = F_S \times DQO_S$$

$$(30.000 + 800) \text{ mg/min} = 24 \text{ l/min} \times DQO_S$$

$$DQO_S = 1.283 \text{ mg/l}$$

Tenint en compte que la càrrega orgànica contaminant s'ha d'expressar com a carboni orgànic total (COT) emès en kg/any, es pot fer una ràpida conversió equivalent en cas de disposar de les dades com a DQO. Així, es pot expressar com a kg/any de DQO/3, en unitats de carboni:

$$1.283/3 = 427,7 \text{ mg/any de carboni}$$

Per obtenir-ne la càrrega anual:

$$427,7 \text{ mg C/l} \times 24 \text{ l/min} \times 60 \text{ min/h} \times 3.500 \text{ h/any} \times 10^{-6} \text{ kg C/mg C} = 2.156 \text{ kg C/any}$$

Per tant, el COT seria de 2.156 kg/any.