

CENTRIFUGAREA

CENTRIFUGAREA

- TEHNICA DE LUCRU - foloseste prop. campului de forte centrifuge pt. accelerarea unor operatii de separare.
- AVANTAJE:
 - Posibilitatea realizarii unor separari dificile sau imposibil de realizat in camp gravitational
 - Reducerea dimensiunilor echipamentelor utilizate

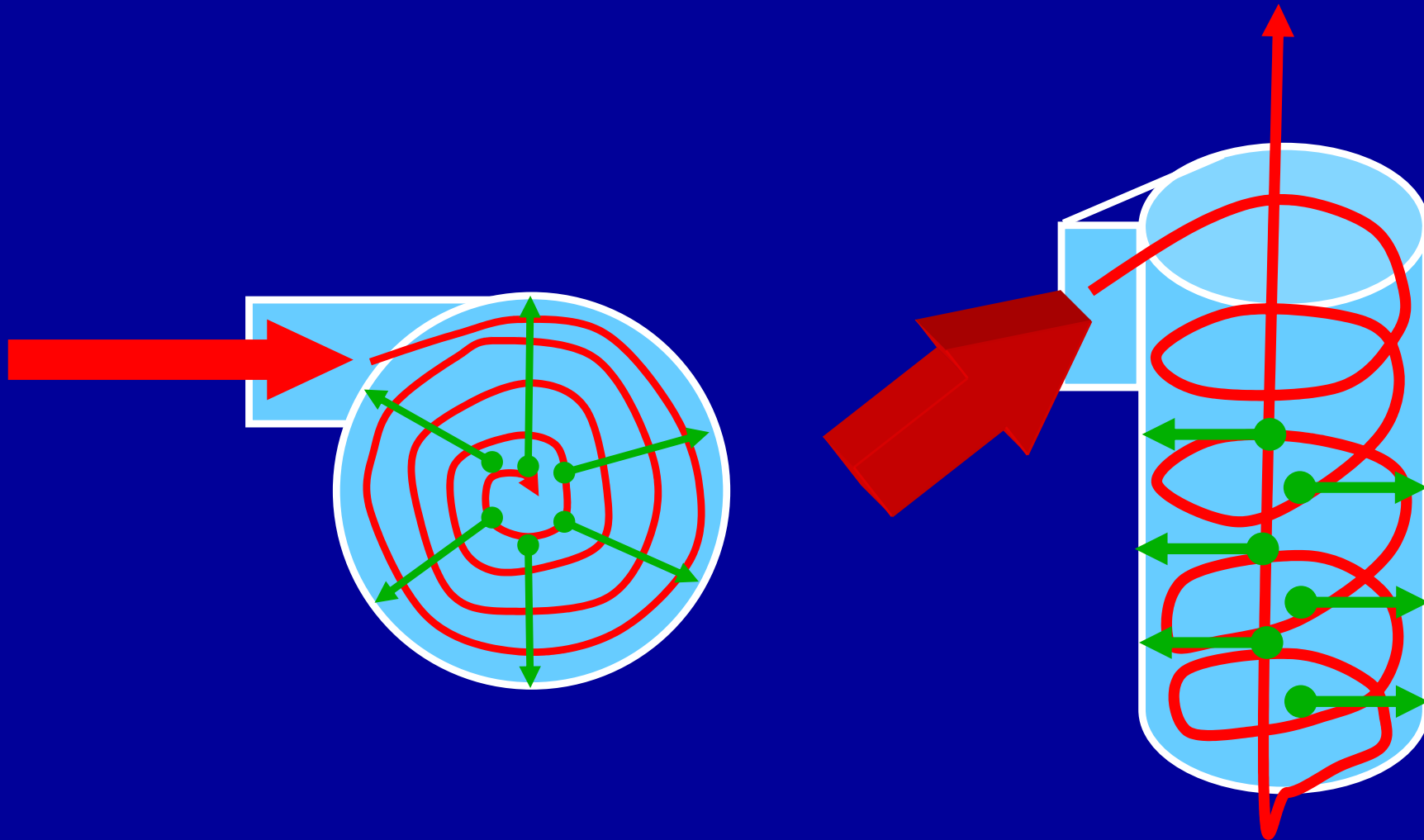
CENTRIFUGAREA

Moduri de generare a campurilor de forte centrifuge:

1. Introducerea unui fluid cu o viteza tangentiala mare intr-un recipient cilindric sau conic.

Curgerea fluidului: **vartej liber** in care:
 $v_{Tg} \sim 1/R \rightarrow$ particulele mari si grele se orienteaza spre perete, iar particulele mici si usoare se orienteaza spre ax.

CENTRIFUGAREA

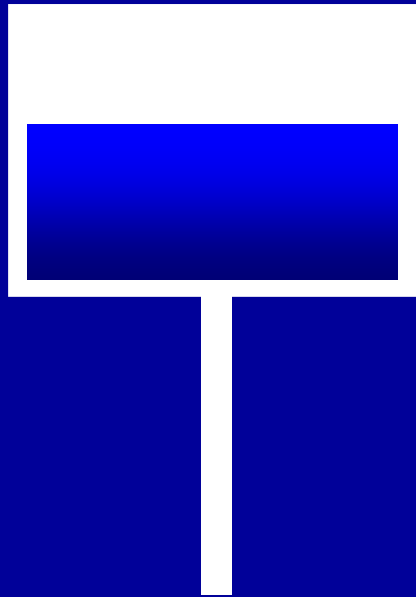


CENTRIFUGAREA

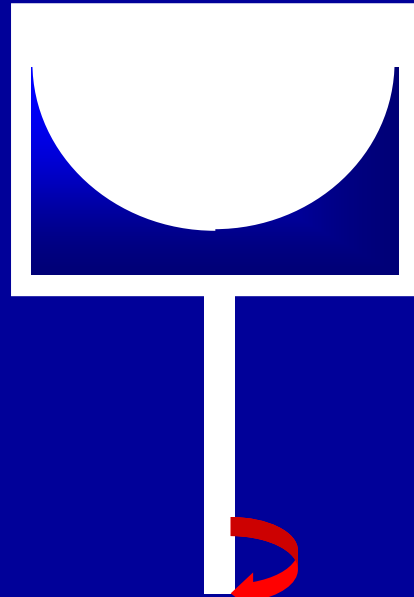
Moduri de generare
a campurilor de forte centrifuge:

2. Introducerea fluidului intr-un vas rotitor.
Dat. frecarii, fluidul tinde sa se roteasca
cu vasul, cu viteza unghiulara $\omega = ct.$;
vartej fortat in care $v_{Tg} \sim R$

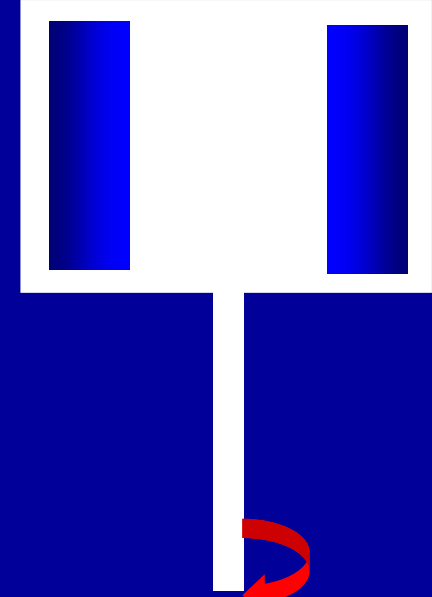
CENTRIFUGAREA



$$n_1 = 0$$



$$n_2 > 0$$



$$n_3 \gg 0$$

CENTRIFUGAREA - SCOPURI

1. Separarea particulelor solide dintr-o suspensie pe baza marimii sau densitatii acestora = sedimentare in camp cf.
2. Separarea lichidelor nemiscibile cu densitati diferite (dispersii sau emulsii) = decantare in camp cf.
3. Filtrarea suspensiilor in camp cf.
 F_c inlocuieste F_g sau F care asigura ΔP pe fetele suprafetei filtrante.

CENTRIFUGAREA - SCOPURI

4. Uscarea solidelor (cristale in special).
Lichidul este retinut intre cristale daca este viscos sau are σ ridicata
5. Distrugerea emulsiilor (suspensiilor) coloidale. In camp G , F dispersive $\gg F_G$;
in camp C , F dispersive $< F_C$
6. Separarea gazelor: ^{235}U de ^{238}U ca UF_6
7. Intensificarea proceselor de transfer de masa

Factorul de eficacitate al centrifugelor

- F_c ce actioneaza asupra unui mobil care se deplaseaza pe o traiectorie curba:

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (1)$$

- Daca mobilul este in miscare circulara:

$$v = \omega \cdot R = 2\pi \cdot n \cdot R \quad (2)$$

- si:

$$F_c = m \cdot \frac{(\omega \cdot R)^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R = m \cdot (2\pi \cdot n)^2 \cdot R \quad (3)$$

Factorul de eficacitate al centrifugelor

- Deoarece: $F_G = m \cdot g$ (4)

- Rezulta ca acceleratia campului centrifugal este:

$$\frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R = (2\pi \cdot n)^2 \cdot R \quad (5)$$

- Deosebiri fata de campul gravitational:
 1. In miscarea curbilinie, FC variaza in lungul normalei la traiectoria sistemului;
 2. Directia FC este radiala; nu sunt || ca FG
 3. Intensitatea campului de FC variaza in lungul razei

Factorul de eficacitate al centrifugelor

- Raportul intensitatii campurilor C si $G = \text{FACTOR DE EFICACITATE}$:

$$Z = \frac{F_C}{F_G} = \frac{\frac{m \cdot v^2}{R}}{m \cdot g} = \frac{v^2}{g \cdot R} = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} = 4 \frac{\pi^2}{g} \cdot n^2 \cdot R \cong 4n^2 \cdot R \quad (6)$$

$$Z \propto n^2 \cdot R \quad (7)$$

Factorul de eficacitate al centrifugelor

Tipul centrifugei	Z
Centrifuga de mica eficacitate	30
Centrifugarea cristalelor	100 - 150
Centrifugarea zaharului	450 - 650
Supercentrifuge	> 3000
Ultracentrifuge	$10^5 - 10^8$

SEDIMENTAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Viteza de sedimentare in camp gravitational la $Re < 1$: legea lui Stokes:

$$V_{0,g} = \frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_s - \rho_l}{\mu} \cdot d^2 \cdot g \quad (8)$$

- Pt. a mari v_0 :
 - Cresterea d (aglomerare, coagulare)
 - Micsorarea ρ_l (cresterea temp.)
 - Micsorarea μ (cresterea temp.)
 - Cresterea acceleratiei " g "

SEDIMENTAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- In camp centrifugal, la dist. R fata de centrul de rotatie:

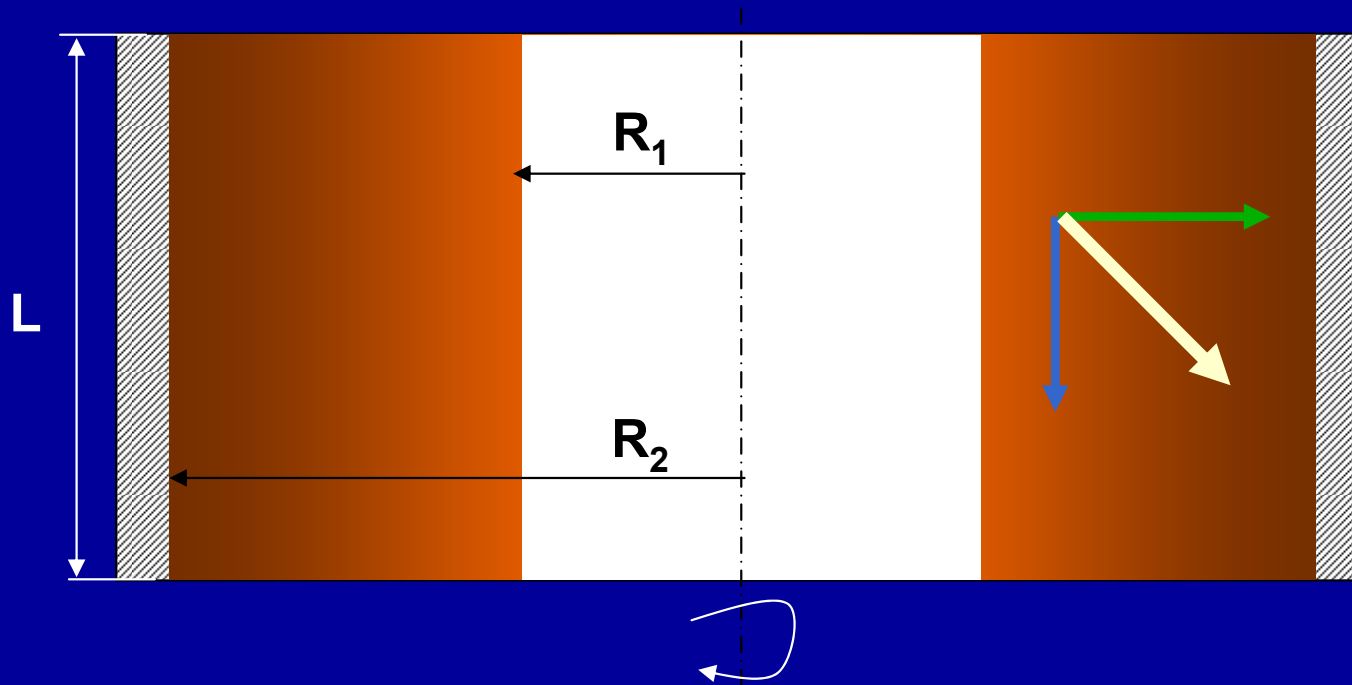
$$V_{0c} = \frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_s - \rho_1}{\mu} \cdot d^2 \cdot \omega^2 \cdot R \quad (9)$$

- Viteza de sedimentare in camp centrifugal:

$$V_{0c} = \frac{dR}{d\tau} \quad (10)$$

- Prin integrare se poate calc. intervalul de timp (durata de sedimentare) necesar pt. parcurgerea distantei $R_2 - R_1$ dintre raza ext. (R_2) si raza int. (R_1) a stratului de lichid din centrifuga

SEDIMENTAREA IN CAMP CENTRIFUGAL



$$d\tau = \frac{dR}{V_{0c}} \quad (11)$$

$$\int_0^{\tau} d\tau = 18 \frac{\mu}{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1) \cdot \omega^2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dR}{R} \quad (12)$$

$$\tau = \frac{18\mu}{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1) \cdot \omega^2} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (13)$$

SEDIMENTAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Viteza medie de sedimentare:

$$\tilde{V}_{0c} = \frac{R_2 - R_1}{\tau} = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1)}{\mu} \cdot \omega^2 \cdot \frac{R_2 - R_1}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \quad (14)$$

$$\tilde{V}_{0c} = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1)}{\mu} \cdot \omega^2 \cdot \tilde{R} = v_{0g} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \tilde{R}}{g} = v_{0g} \cdot \tilde{Z} \quad (15)$$

- $\tilde{Z}$ = factorul mediu de eficacitate de-a lungul distantei $R_2 - R_1$

Diametrul minim al particulelor sedimentate

1. Centrifuge discontinue:

Se exprima d din ec. (13) a timpului de sedimentare:

$$d_m = \sqrt{\frac{18\mu \cdot \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{(\rho_s - \rho_1) \cdot \omega^2 \cdot \tau}} = \frac{3}{\omega} \sqrt{\frac{2\mu \cdot \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{(\rho_s - \rho_1) \cdot \tau}} \quad (16)$$

τ - durata centrifugarii la turatia de regim

Diametrul minim al particulelor sedimentate

2. Centrifuge continue:

$$\text{viteza lichidului in lungul centrifugei} = \frac{\text{debitul de alimentare}}{\text{sectiunea inelara de curgere a fazei lichide}} \quad (17)$$

$$V = \frac{M_V}{\pi \cdot (R_2^2 - R_1^2)} \quad (18)$$

Durata in care lichidul parcurge lungimea L a centrifugei:

$$\tau' = \frac{L}{V} = \frac{\pi \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{M_V} \cdot L \quad (19)$$

Diametrul minim al particulelor sedimentate

- Se vor depune in centrifuga acele part. pt. care durata de sedimentare $\tau < \tau'$;
- Diametrul minim al part. sedimentate este diametrul part. pt. care $\tau' = \tau$.

$$\tau = \frac{18\mu}{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1) \cdot \omega^2} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (13)$$

$$\tau' = \frac{L}{v} = \frac{\pi \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{M_v} \cdot L \quad (19)$$

Diametrul minim al particulelor sedimentate

- Egalând (13) cu (19):

$$\frac{18\mu}{d^2 \cdot (\rho_s - \rho_1) \cdot \omega^2} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{\pi \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot L}{M_v} \quad (20)$$

- Si:

$$d_m = \frac{3}{\omega} \sqrt{\frac{2\mu}{\rho_s - \rho_1} \cdot \frac{M_v}{L} \cdot \frac{\ln \frac{R_2}{R_1}}{\pi(R_2^2 - R_1^2)}} \quad (21)$$

SEDIMENTAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- AVANTAJE fata de sedimentarea in camp de forte gravitationalal:
 - Viteza mai mare de sedimentare;
 - Sedimentarea part. mai fine (separare mai inaintata a fazelor suspensiei)
 - Posibilitatea separarii suspensiilor cu diferenta mica intre densitatile fazelor

FILTRAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Campul de forte centrifugal influenteaza:
 - **Viteza de filtrare** - creste prin marirea P pe suprafata filtranta
 - **Continutul final de lichid din pp.** (umiditatea)
- Se considera un filtru de arie $A = 1$ cu rezistenta neglijabila a stratului filtrant ($V' = 0$).
- Ec. diferentiala a filtrarii devine:

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi \cdot V} \quad (22)$$

FILTRAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Separand variabilele si integrand la $\Delta P = ct.$:

$$\int_0^V V dV = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi} \int_0^\tau d\tau \quad (23)$$

$$\frac{V^2}{2} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi} \cdot \tau \quad (24)$$

$$V = \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi} \cdot \tau} \quad (25)$$

FILTRAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Pres. lichidului asupra peretelui centrifugei, pres. rezultata din rotirea lichidului, este data de ec.:

$$P_1 = \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho_1 \cdot (R_2^2 - R_1^2) \quad (26)$$

- La filtrarea prin centrifugare:
 - P_1 este suprapres. pe fata de intrare a supraf. filtrante; pe fata de iesire;
 - Pe fata de iesire, pres. este cea atmosferica.
 - Rezulta ca:

$$\Delta P = P_1 \quad (27)$$

FILTRAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

- Debitul de lichid obtinut la filtrarea in camp centrifugal:

$$V_C = \sqrt{2 \frac{P_1 \cdot \tau}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi}} = \sqrt{2 \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{\rho_1 \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot \tau}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi}} \quad (28)$$

- In conditiile filtrarii gravitationale:
 - Suprapresiunea pe fata de intrare a filtrului

$$\Delta P = \rho_1 \cdot (R_2 - R_1) \cdot g \quad (29)$$

- Volumul de filtrat

$$V_G = \sqrt{2 \frac{\Delta P \cdot \tau}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi}} = \sqrt{2 \frac{\rho_1 \cdot (R_2 - R_1) \cdot g \cdot \tau}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi}} \quad (30)$$

FILTRAREA IN CAMP CENTRIFUGAL

$$\frac{V_C}{V_G} = \sqrt{\frac{\frac{\omega^2 \cdot \rho_1 \cdot (R_2 - R_1) \cdot (R_2 + R_1)}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi} \cdot \tau}{\frac{2\rho_1 \cdot (R_2 - R_1) \cdot g}{\mu \cdot r_1 \cdot \chi} \cdot \tau}} = \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot (R_2 + R_1)}{2g}} \quad (31)$$

- Notand cu R_m raza medie aritmetica:

$$R_m = \frac{(R_2 + R_1)}{2}$$

$$\frac{V_C}{V_G} = \sqrt{\frac{\omega^2 \cdot R_m}{g}} = \sqrt{Z} \quad (32)$$

- Rap. dintre debitul unei centrifuge si al unui filtru de aceeasi arie, este egal cu radacina patrata din factorul de eficacitate.

INDEPARTAREA LICHIDULUI IMBIBAT IN MATERIALE SOLIDE

- La scurgere libera, cristalele retin cca. 30-40% lichid aderent la suprafata.
- Prin centrifugare, continutul final de lichid in cristale scade la sub $\frac{1}{2}$ din val. mentionata.
- Grosimea unui film de lichid in curgere pe o suprafata verticala in camp gravitational:

$$\delta_g = \sqrt[3]{3\mu \frac{G_m}{\rho_1^2 \cdot g}}$$

Debitul masic de lichid pe unitatea de lungime a peretilor (perpendicular pe directia de curgere)

(33)

INDEPARTAREA LICHIDULUI IMBIBAT IN MATERIALE SOLIDE

- In camp centrifugal, grosimea filmului in curgere pe un perete vertical:

$$\delta_g = \sqrt[3]{3\mu \frac{G_m}{\rho_1^2 \cdot \omega^2 \cdot R}} \quad (34)$$

- Raportul:

$$\frac{(m_1)_C}{(m_1)_G} = \frac{\delta_C}{\delta_g} = \sqrt[3]{\frac{\frac{3\mu \cdot G_m}{\rho_1^2 \cdot \omega^2 \cdot R}}{\frac{3\mu \cdot G_m}{\rho_1^2 \cdot g}}} = \sqrt[3]{\frac{g}{\omega^2 \cdot R}} = \sqrt[3]{\frac{1}{Z}} \quad (35)$$

PUTEREA NECESARA ACTIONARII UNEI CENTRIFUGE

CONSUMURI DE PUTERE:

1. N_a - nec. pt. aducerea maselor in miscare, de la starea de repaus la turatia de regim;
2. N_b - nec. pt. aducerea lichidului din centrifuga la turatia de regim;
3. N_c - nec. pt. invingerea frecarii arborelui centrifugei in lagare;
4. N_d - nec. pt. invingerea frecarii dintre centrifuga si aerul inconjurator;
5. N_e - nec. pt. invingerea altor rezistente: frecarea racletelor care indeparteaza sedimentul, frecarea lichidului in curgere prin centrifuga, etc.

PUTEREA NECESARA ACTIONARII UNEI CENTRIFUGE

- PUTEREA DE PORNIRE

$$N_p = N_a + N_b + N_c + N_d + N_e \quad (36)$$

- PUTEREA DE REGIM

- Centrifuge discontinue

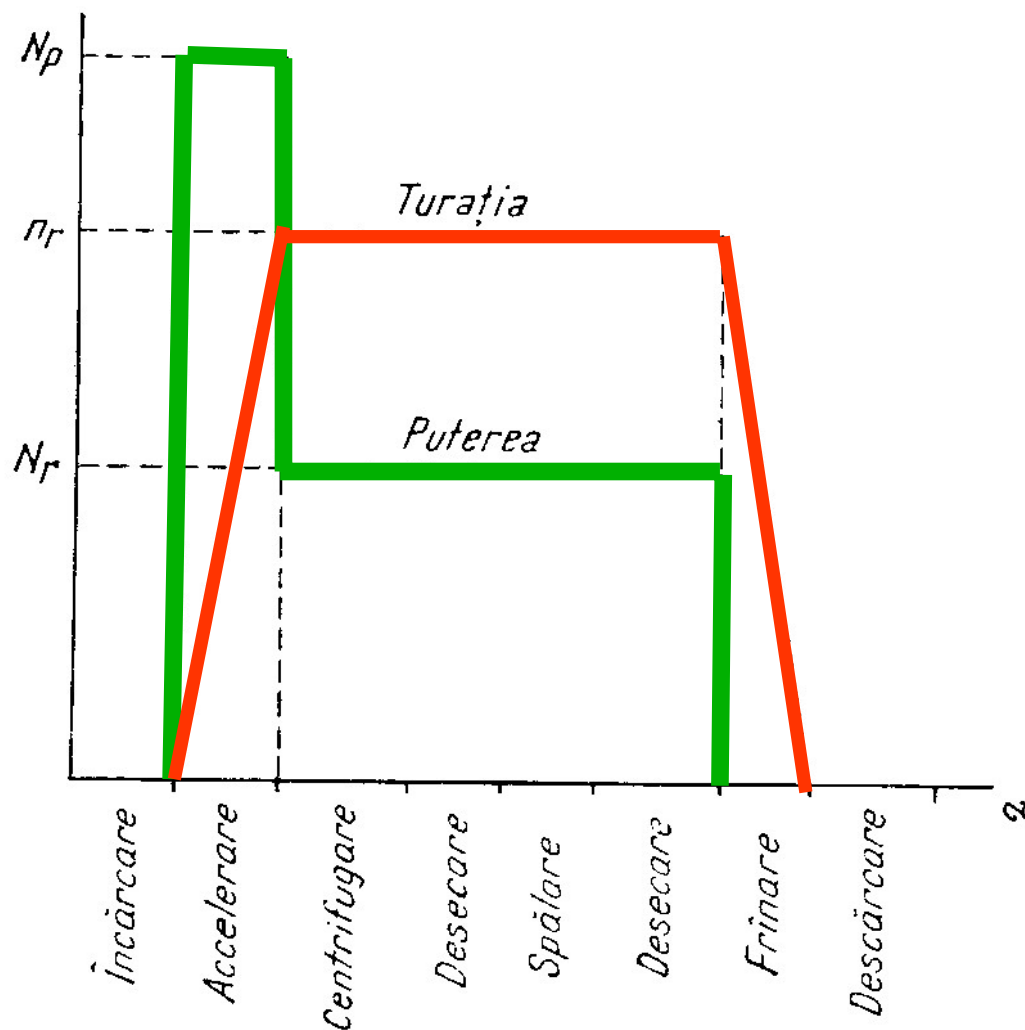
$$N_{r,D} = N_c + N_d \quad (37)$$

- Centrifuge continue

$$N_{r,C} = N_b + N_c + N_d + N_e \quad (38)$$

- Intotdeauna, $N_r < N_p$.
- Calculul puterii: Bratu, vol. II, p. 128

PUTEREA NECESARA ACTIONARII UNEI CENTRIFUGE



Variația turației și puterii motorului în timpul unui ciclu de centrifugare:

τ — durata fazelor ciclului de centrifugare; n_r — turația de regim; N_p — puterea necesară, la pornire; N_r — puterea necesară, la turație de regim.

CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa factorul de eficacitate, Z

Normale

$Z < 3000$

Supercentrifuge

$Z > 3000$

Ultracentrifuge

$Z > 500\ 000$

CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa scop	
Filtrante	Separarea suspensiilor L - S prin filtrare
Decantoare	Separarea suspensiilor L - S prin sedimentare
Separatoare	Separarea emulsiilor L - L

CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa modul de functionare

CONTINUE

DISCONTINUE

CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

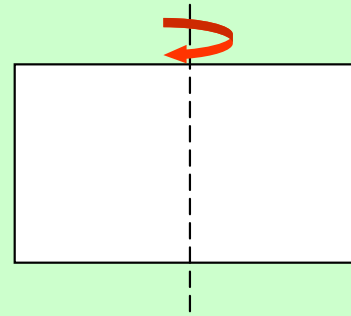
Dupa modul de descarcare
(evacuare a precipitatului)

1. Manuale	5. Cu transportor elicoidal
2. Prin gravitatie (la turatie redusa)	6. Cu cutite si raclete
3. Cu pistoane pulsate	7. Separarea emulsiilor L - L
4. Prin forta centrifuga	8. Hidraulica

CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa pozitia axei

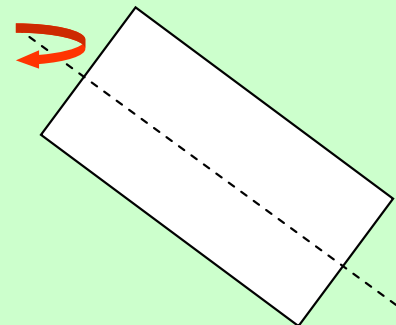
Verticale



Orizontale



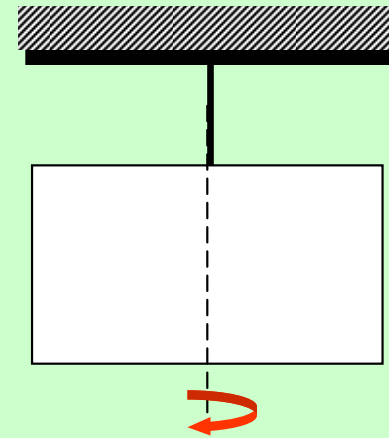
Oblice



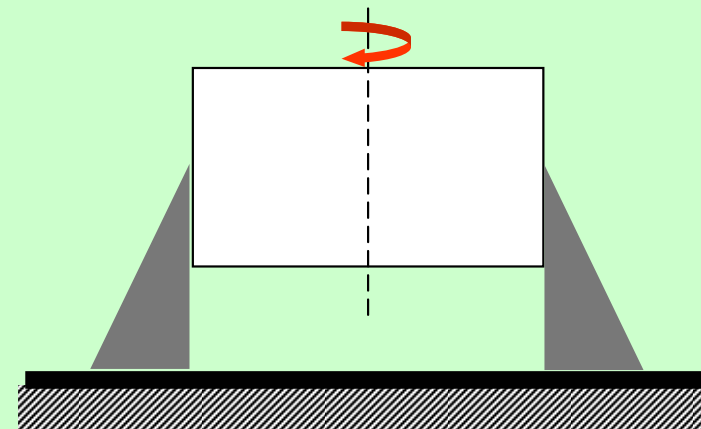
CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa modul de sustinere

Suspendate



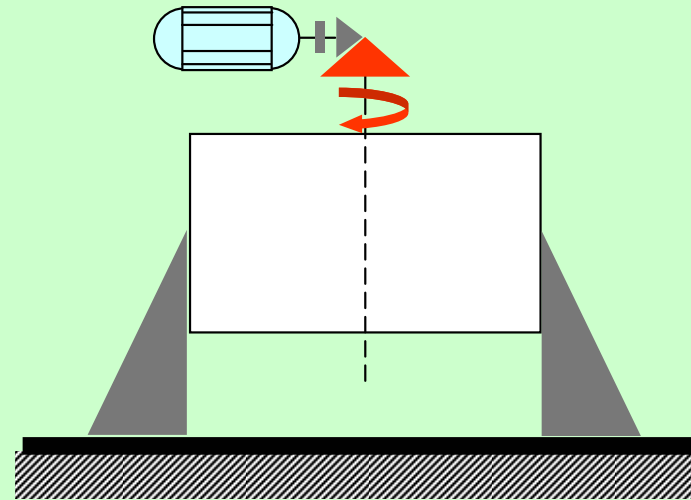
Sprijinite



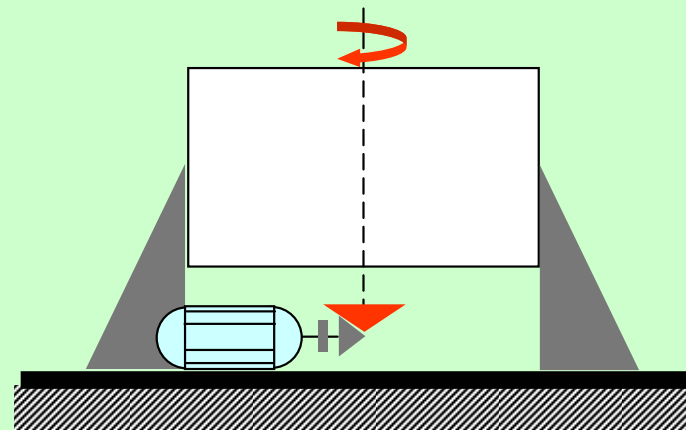
CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR

Dupa modul de actionare

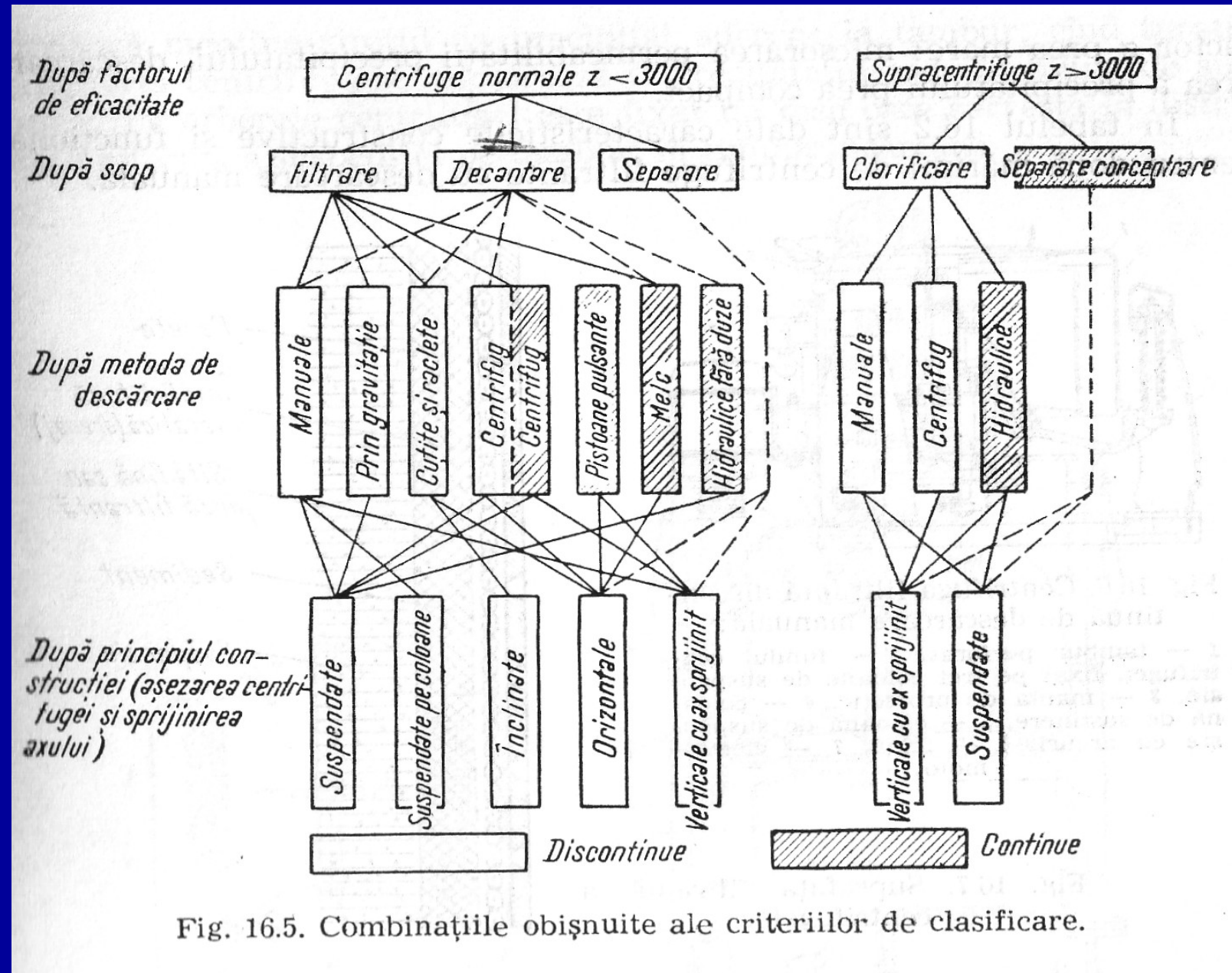
Cu actionare
superioara



Cu actionare
inferioara



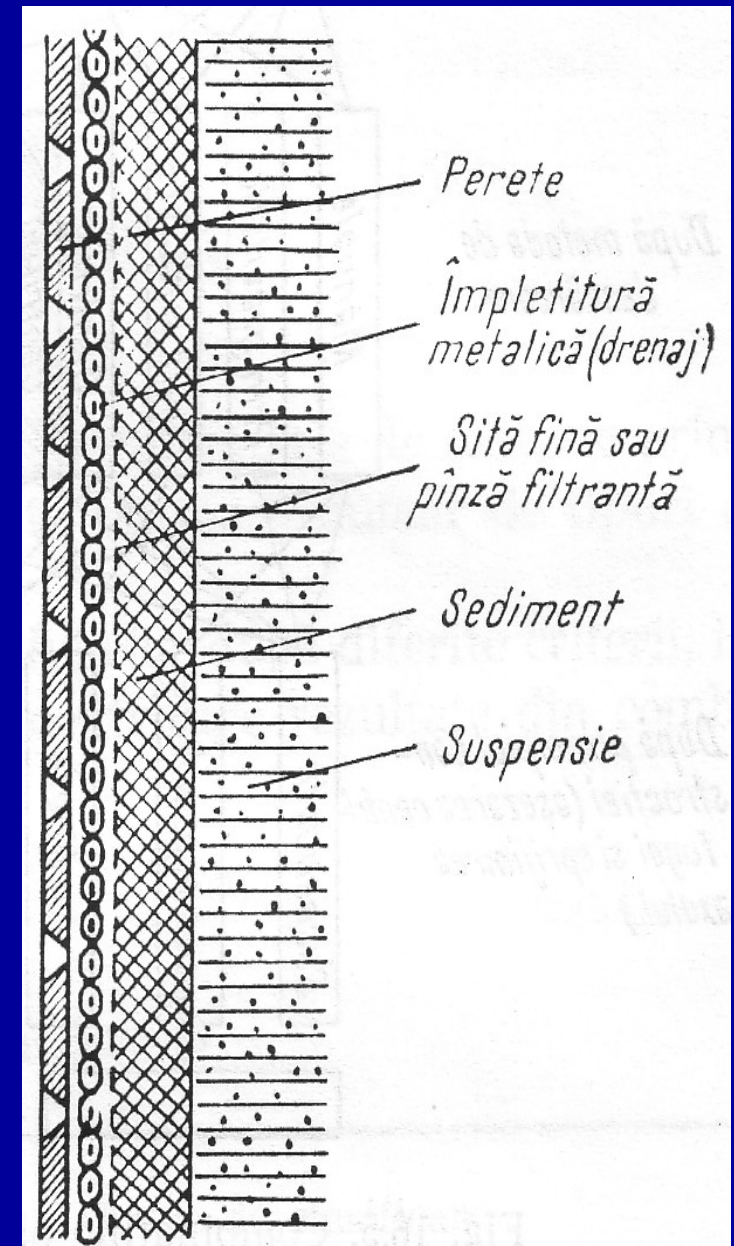
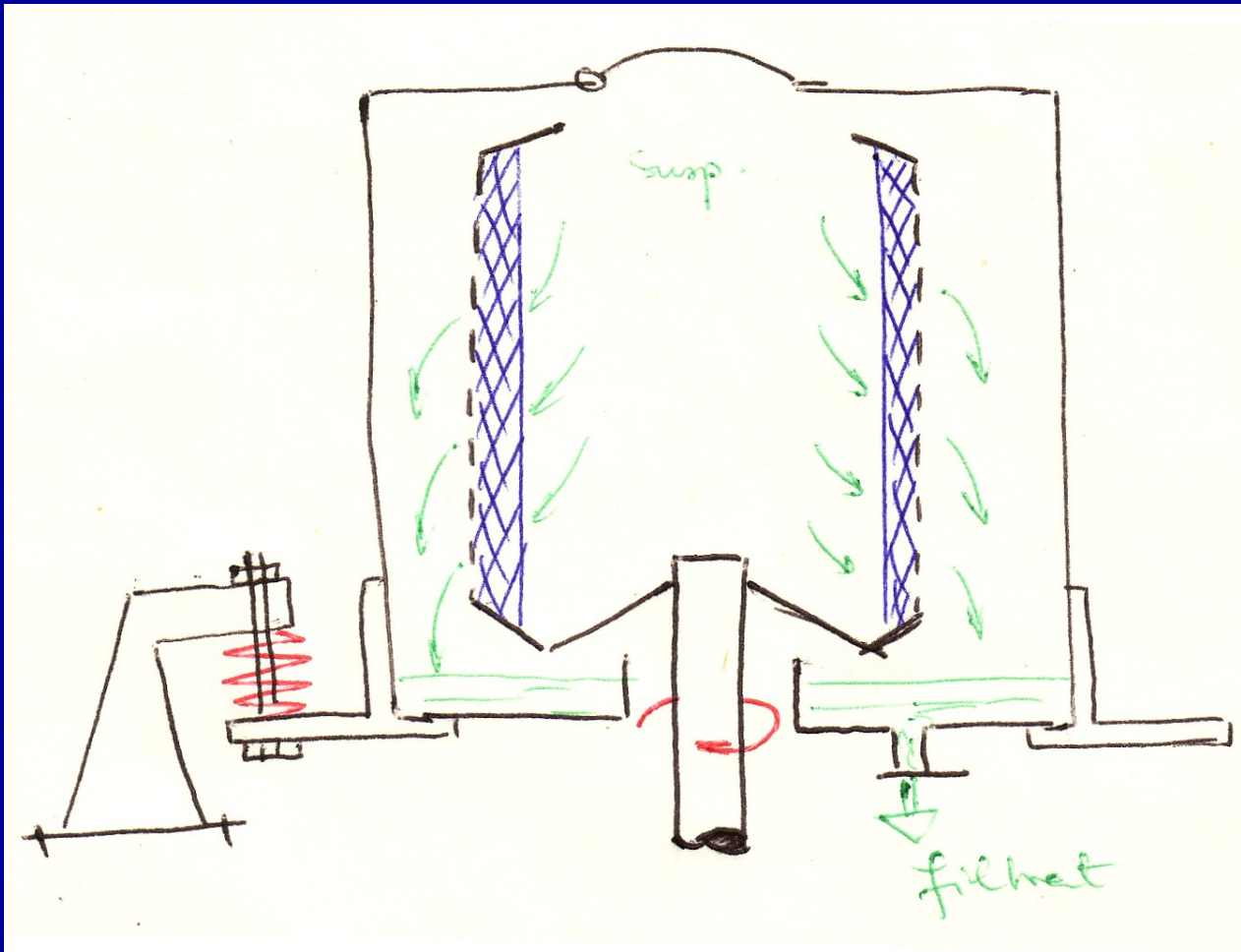
CLASIFICAREA CENTRIFUGELOR



CENTRIFUGE FILTRANTE

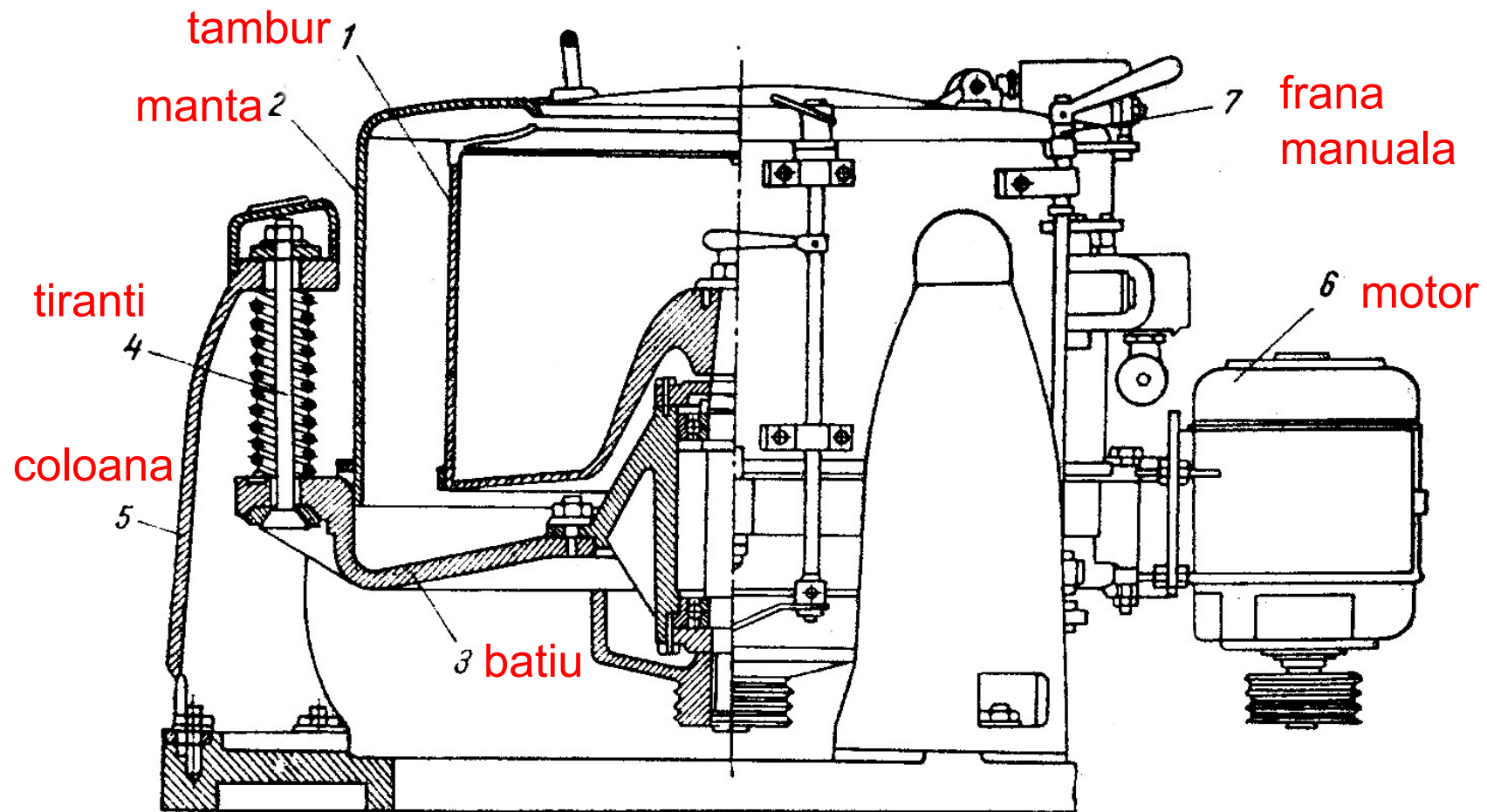
- **Caracteristici:**
 - Tambur metalic perforat
 - Tambur captusit cu sita sau panza
- **Scopuri:**
 - Filtrarea suspensiilor
 - Separarea cristalelor din solutiile initiale
 - Uscarea materialelor textile

CENTRIFUGA FILTRANTE DISCONTINUA CU TREI COLOANE



Centrifuga filtranta cu trei coloane

CENTRIFUGA FILTRANTE DISCONTINUA CU TREI COLOANE



Centrifugă filtrantă cu trei coloane

CENTRIFUGA FILTRANTE DISCONTINUA CU TREI COLOANE

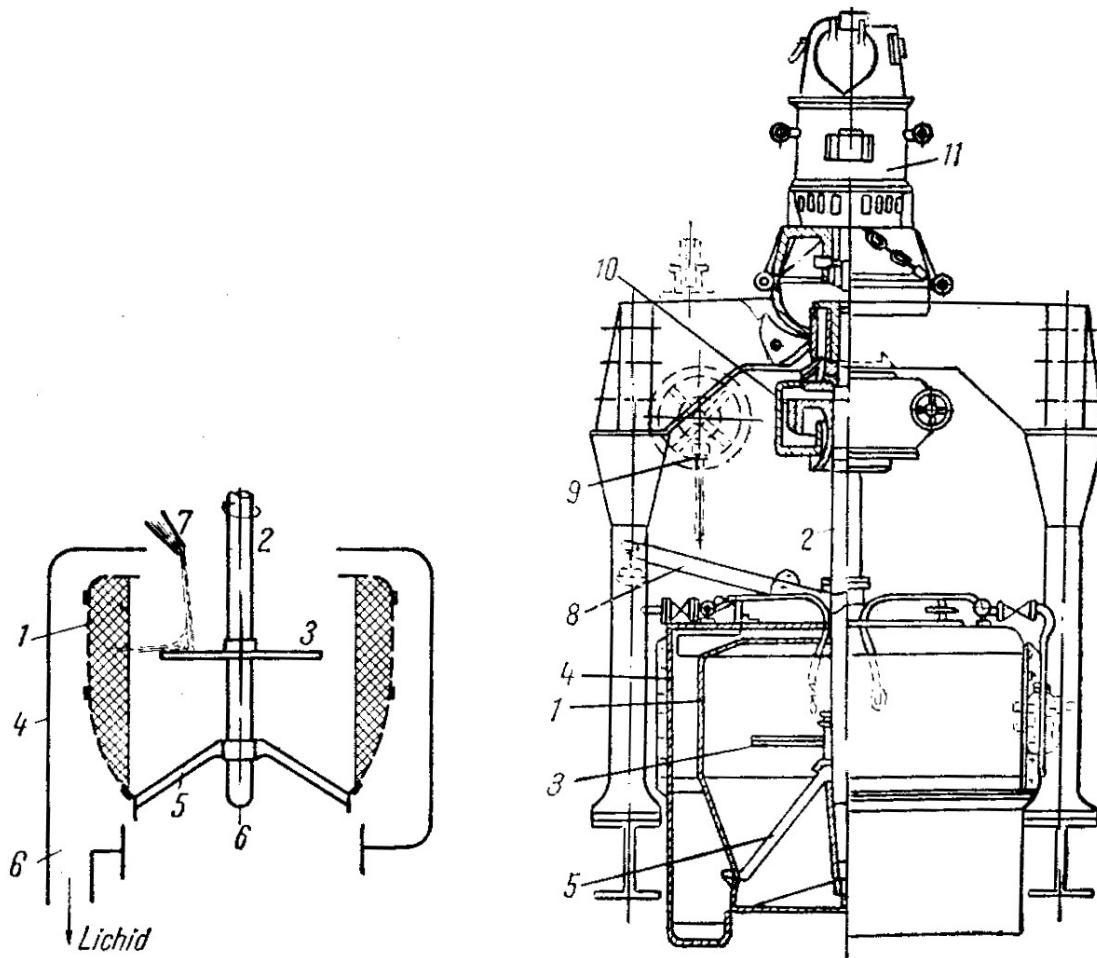
- **Caracteristici:**

- $n = 500 - 1500$ rpm
- $\varnothing$ tambur = 800 - 1000 mm
- $H = 350 - 500$ mm

- **Aplicatii:**

- Industria zaharului
- Industria lactozei
- Uscarea mecanica a carni in abatoare

CENTRIFUGE FILTRANTE DISCONTINUE CU DESCARCARE GRAVITATIONALA



Centrifugă filtrantă cu descărcare prin gravitație;

1 — tamburul centrifugei; 2 — arbore; 3 — disc pentru repartizarea suspensiei; 4 — manta de protecție; 5 — spițe pentru fixarea tamburelui de arbore; 6 — racord pentru evacuarea lichidului; 7 — conductă de alimentare; 8 — pîrghie pentru ridicarea discului; 9 — dispozitiv pentru manevrarea pîrghiei; 10 — frînă; 11 — electromotor.

- La turatii mari, pp. este retinut pe toba;
- La scaderea turatiei, F_G duce la caderea pp. printre spitele care fixeaza tamburul de arbore

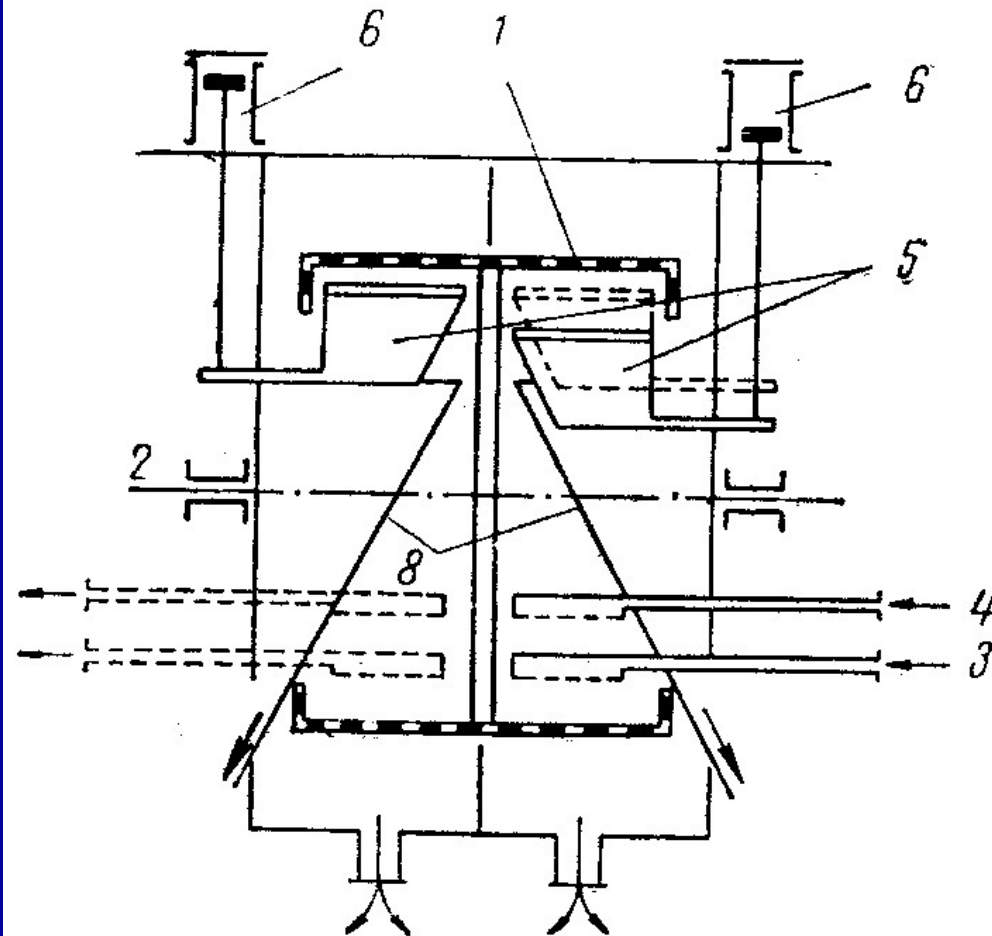
CENTRIFUGE FILTRANTE DISCONTINUE CU DESCARCARE GRAVITATIONALA

- **Ciclul de filtrare:**
 1. Incarcare la turatia de regim
 2. Centrifugare la turatie de regim
 3. Spalare
 4. Desecare
 5. Reducerea turatiei
 6. Descarcare la turatie redusa
 7. Accelerare la turatia de regim pt. inceperea unui nou ciclu
- Se recomanda pt. suspensii care necesita durata scurta de centrifugare

CENTRIFUGE FILTRANTE AUTOMATE

- Executa automat fazele centrifugarii;
- Tamburul se roteste continuu la turatia de regim;
- Fazele filtrarii sunt comandate de un servomotor hidraulic care periodic apropie sau departeaza racletele pt. evacuarea pp. si deschide/inchide alimentarea cu suspensie/apa de spalare.
- Au productivitate mare (1 – 25 t pp./h la $\varnothing = 500 - 1000$ mm);
- Pot functiona pana la $P = 1$ MPa

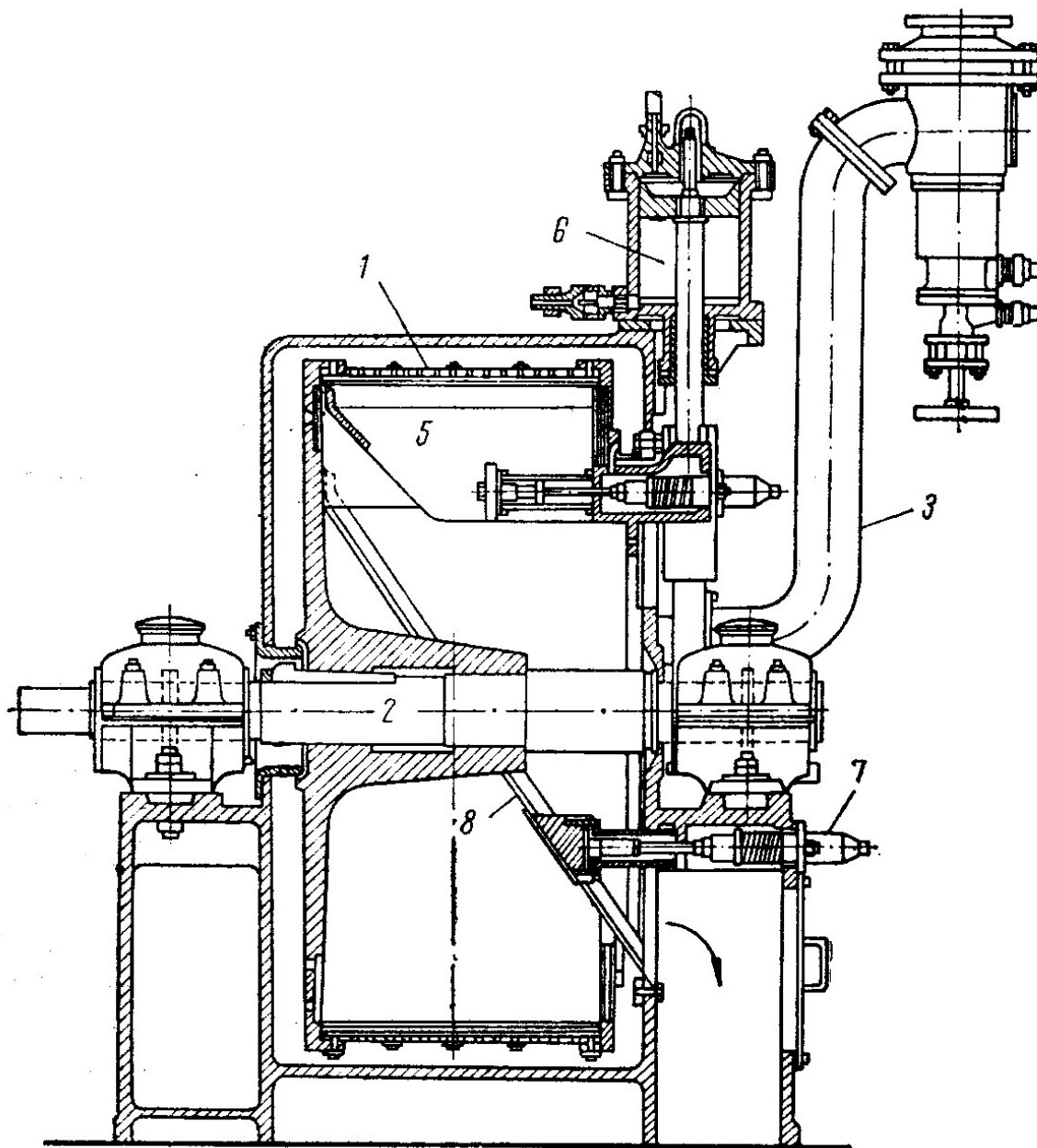
CENTRIFUGE FILTRANTE AUTOMATE



Centrifugă automată (în schiță o centrifugare automată dublă):

1 — tamburul centrifugei; 2 — arborele centrifugei; 3 — conductă de alimentare cu suspensie; 4 — conductă de apă pentru spălare; 5 — racletă pentru desprinderea sedimentului; 6 — servomotor hidraulic; 7 — ciocane hidraulice; 8 — plan înclinat pentru evacuarea precipitatului.

CENTRIFUGE FILTRANTE AUTOMATE



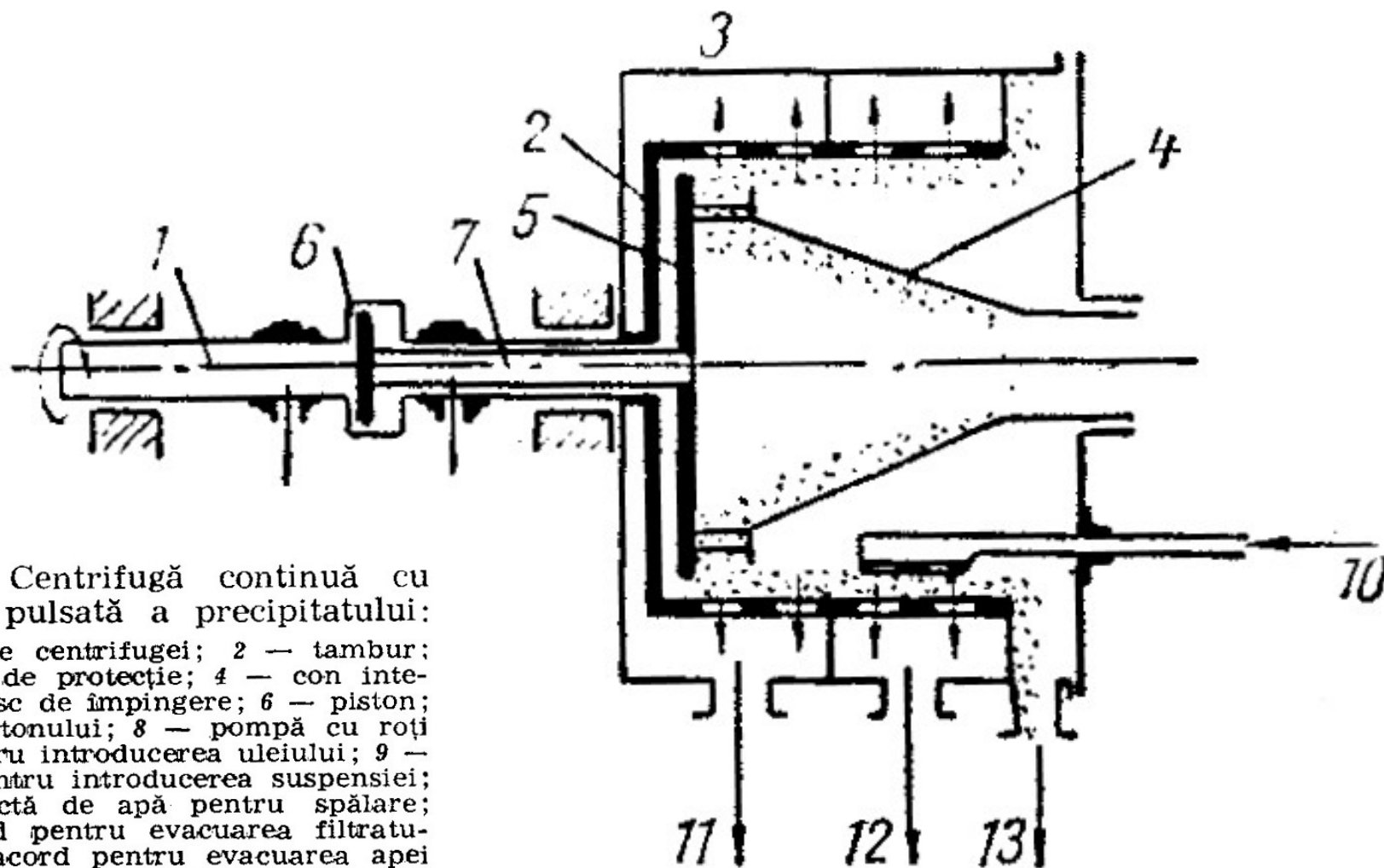
Centrifugă automată (în schiță o centrifugare automată dublă):

1 — tamburul centrifugei; 2 — arborele centrifugei; 3 — conductă de alimentare cu suspensie; 4 — conductă de apă pentru spălare; 5 — racletă pentru desprinderea sedimentului; 6 — servomotor hidraulic; 7 — ciocane hidraulice; 8 — plan înclinat pentru evacuarea precipitatului.

CENTRIFUGE FILTRANTE CU FUNCTIONARE CONTINUA

- Alimentarea cu suspensie, spalarea pp., evacuarea pp. au loc continuu, neintrerupt.
- **Centrifuga continua cu impingere pulsata a precipitatului** se alimenteaza continuu cu susp. prin conul interior (4), care se roteste solidar cu centrifuga. Discul (5) este miscat alternativ de la stanga la dreapta (40 - 50 mm cursa), impingand treptat pp. catre gura de evacuare (13).

CENTRIFUGE FILTRANTE CU FUNCTIONARE CONTINUA

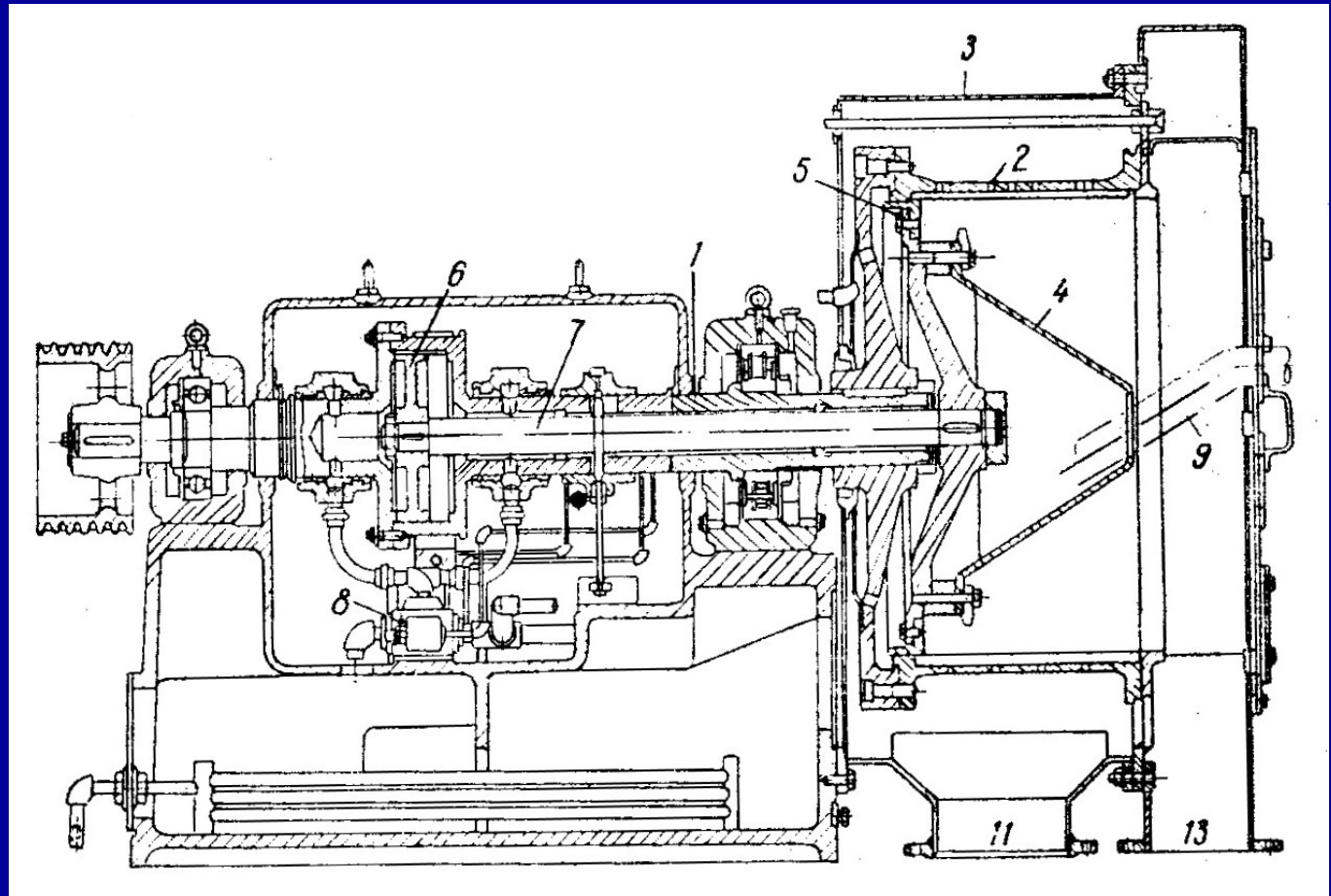


Centrifugă continuă cu
împingere pulsată a precipitatului:

1 — arborele centrifugei; 2 — tambur;
3 — manta de protecție; 4 — con interior;
5 — disc de împingere; 6 — piston;
7 — tijă pistonului; 8 — pompă cu roți
dintate pentru introducerea uleiului; 9 —
conducta pentru introducerea suspensiei;
10 — conductă de apă pentru spălare;
11 — racord pentru evacuarea filtratului;
12 — racord pentru evacuarea apei
de spălare; 13 — deschidere pentru eva-
cuarea precipitatului.

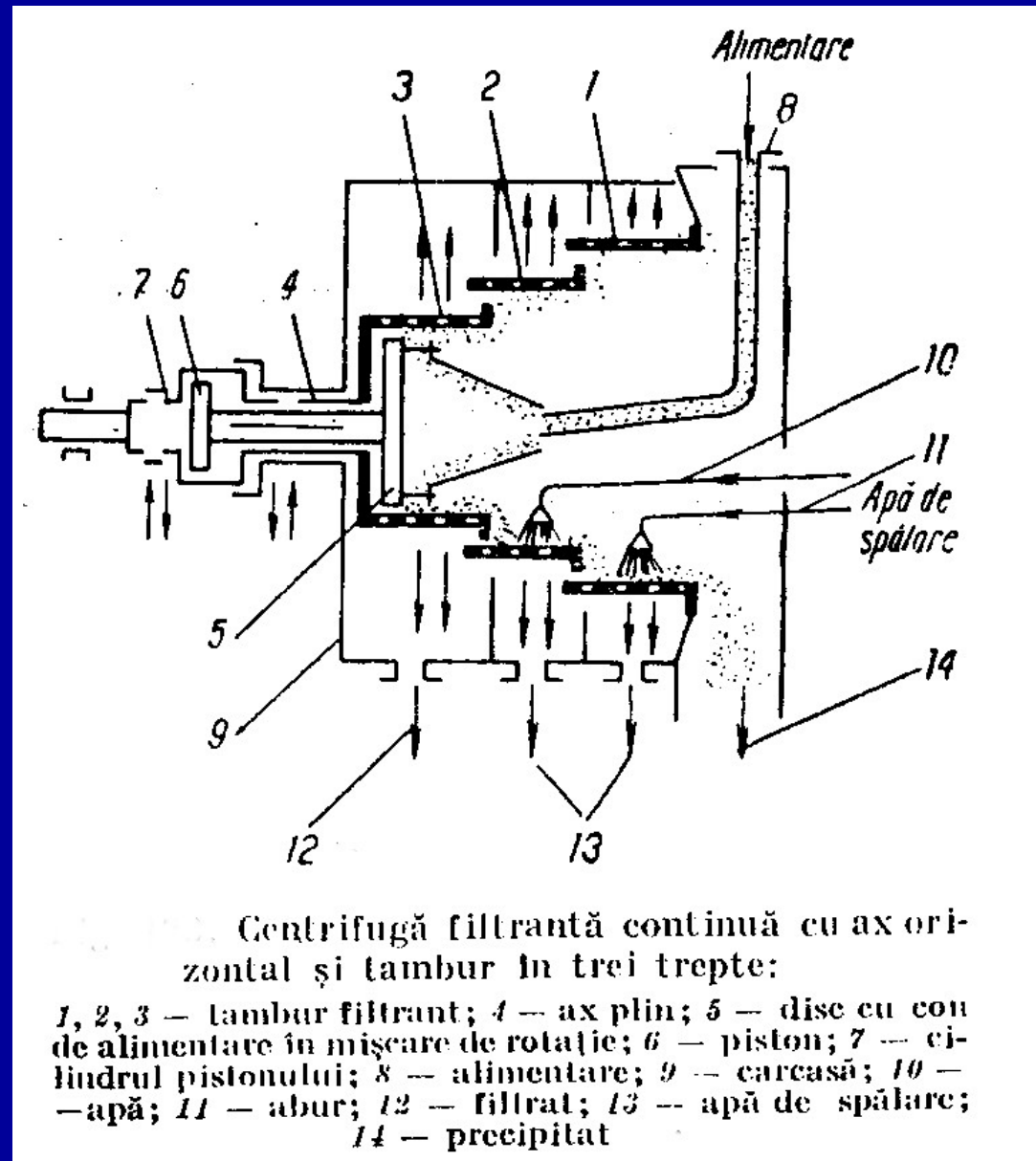
CENTRIFUGE FILTRANTE CU FUNCTIONARE CONTINUA

- Au productivitate mare;
- Dau filtrat tulbure;
- Sunt indicate pt. susp. usor filtrabile;
- $\varnothing$ max. 1200 mm
- Z = 645
($\varnothing$ = 800 mm)
- Z = 615
($\varnothing$ = 1200 mm)



CENTRIFUGE FILTRANTE CU FUNCTIONARE CONTINUA

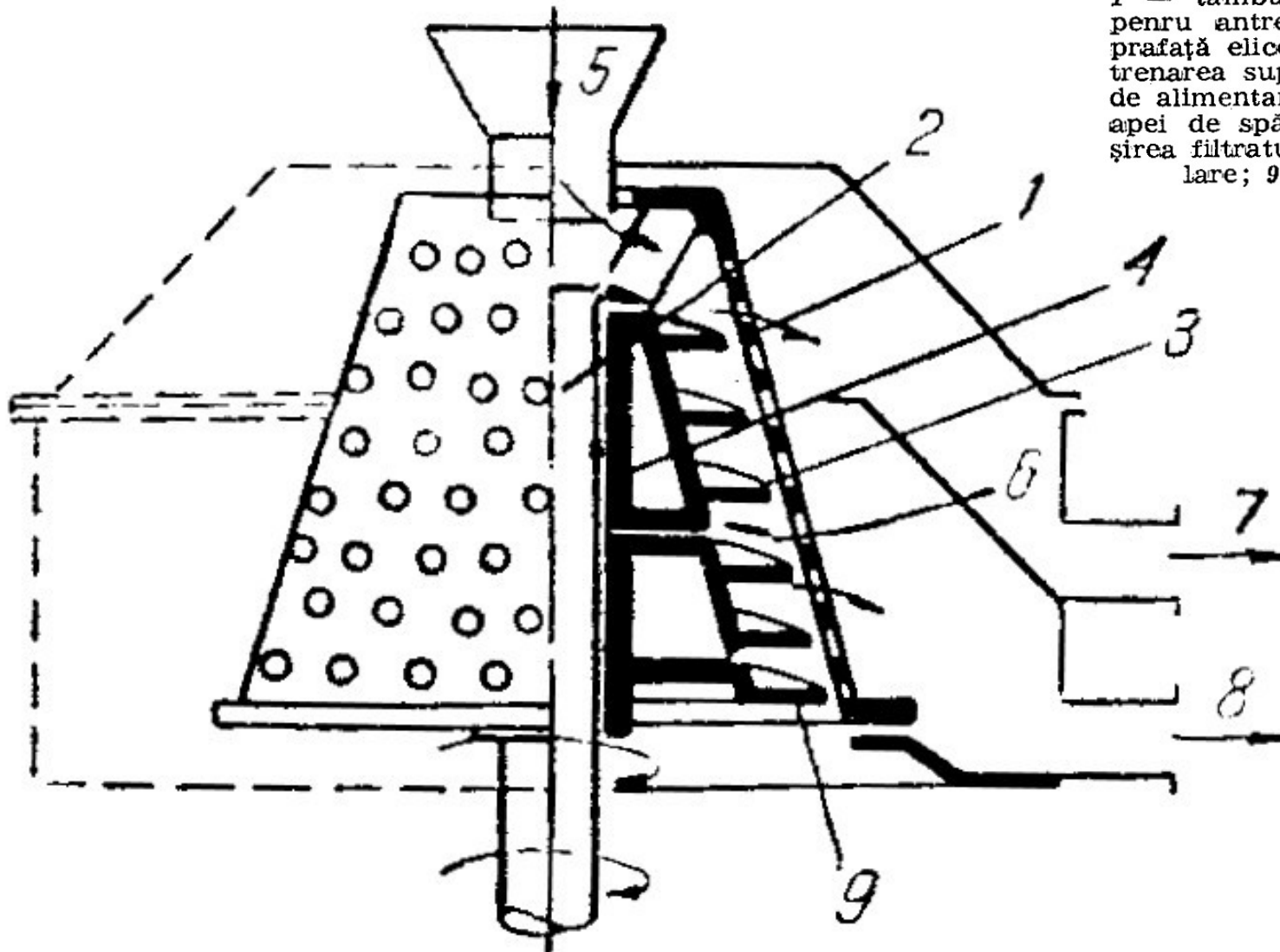
- Eficacitatea centrifugarii creste daca tamburul este alcatuit din 2-3 trepte cu diametru din ce in ce mai mare
- Treapta 1 - filtrare
- Treapta 2 - spalare cu apa
- Treapta 3 - spalare cu abur si uscare mecanica



CENTRIFUGE FILTRANTE CONTINUA CU TAMBUR CONIC

Centrifugă filtrantă continuă cu tambur conic:

1 — tamburul centrifugei; 2 — arbore pentru antrenarea tamburului; 3 — suprafață elicoidală; 4 — arbore pentru antrenarea suprafeței elicoidale; 5 — pîlnie de alimentare cu suspensie; 6 — intrarea apei de spălare; 7 — racord pentru ieșirea filtratului; 8 — ieșirea apei de spălare; 9 — ieșirea precipitatului.



CENTRIFUGE FILTRANTE CONTINUA CU TAMBUR CONIC

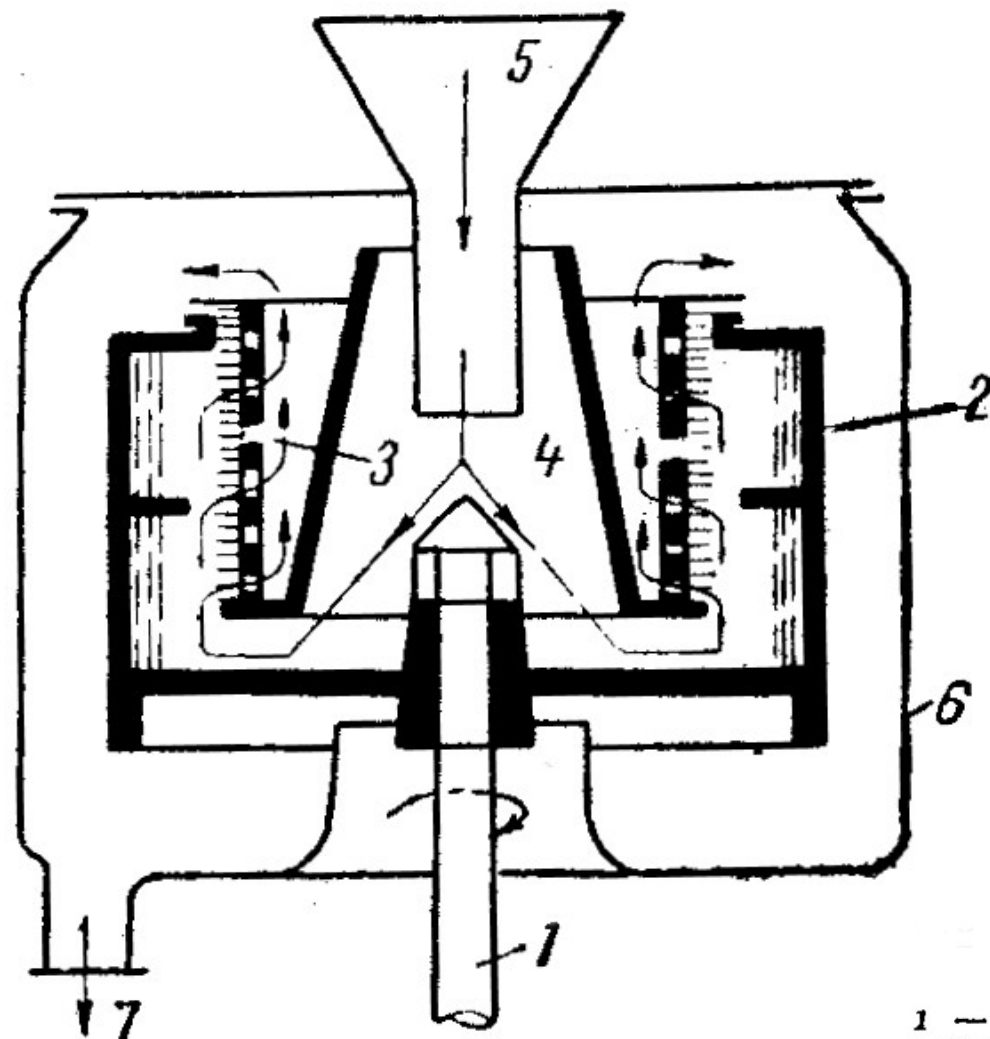
- In interiorul tamburului perforat **1** se rotește cu turatie mai redusa o suprafata elicoidala **3**.
- Susp. introdusa prin palnia **5** este proiectata pe fata int. a tamburului **1**.
- Filtratul trece prin supraf. filtranta, iar pp. aluneca spre baza conului cu o viteza functie de viteza si pasul supraf. elicoidale.
- Se utilizeaza pt. separarea susp. usor filtrabile: cristale, carbune, minerale etc.

CENTRIFUGE MIXTE

(DECANTOARE – FILTRANTE)

- Intrunesc 2 efecte ale centrifugarii: **sedimentarea si filtrarea;**
- Part. grosiere se depun prin sedimentare pe tamburul plin (neperforat) **2;**
- Part. fine sunt retinute de supraf. filtranta de pe tamburul **3;**
- Filtratul deverseaza in mantaua de protectie **6.**
- Se utilizeaza in special in ind. amidonului

CENTRIFUGE MIXTE (DECANTOARE – FILTRANTE)



Centrifugă mixtă (decanțoare-filtrantă):

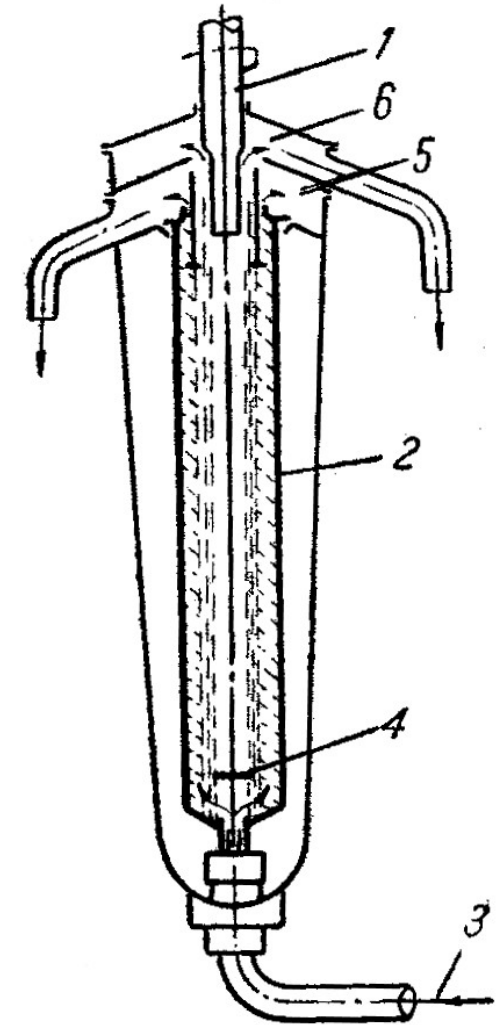
1 — arborele centrifugei; 2 — tambur plin (neperforat); 3 — tambur filtrant; 4 — con interior; 5 — pîlnie de alimentare; 6 — manta de protecție; 7 — manta pentru evacuarea filtratului.

CENTRIFUGE DECANTOARE

- Servesc la separarea suspensiilor greu filtrabile
- **Centrifugele analitice:**
 - Pe un arbore vertical sunt fixate 2, 4, 6 brate orizontale articulate cu suport pentru fiole cilindrice cu fund conic;
 - In repaos fiolele stau vertical;
 - in miscare fiolele ajung aproape orizontale, iar pp. se depune in partea conica;
 - Au fiole de la cm^3 la 1 L; $n = 8000 \text{ rpm (max)}$.

CENTRIFUGE DECANTOARE

- **Centrifuge tubulare:**
 - Factorul de eficacitate Z crește cu R și cu n^2 ;
 - Solicitarea mecanică a peretelui crește cu R^2 și cu n^2 ;
 - Centrifugele de înaltă eficacitate:
 - Tambur cilindric cu diametru mic
 - Viteza de rotație foarte mare
 - Utilizări:
 - Separări de vaccinuri, sange, bacterii
 - Indep. apei sau impuritatilor din ulei



Centrifugă
tubulară (supercentrifugă):

1 — arborele centrifugei;
2 — tambur tubular; 3 —
alimentarea cu emulsie sau
cu suspensie; 4 — disc dis-
tributor; 5 — ieșirea fazei
grele; 6 — ieșirea fazei u-
șoare.

CENTRIFUGE DECANTOARE

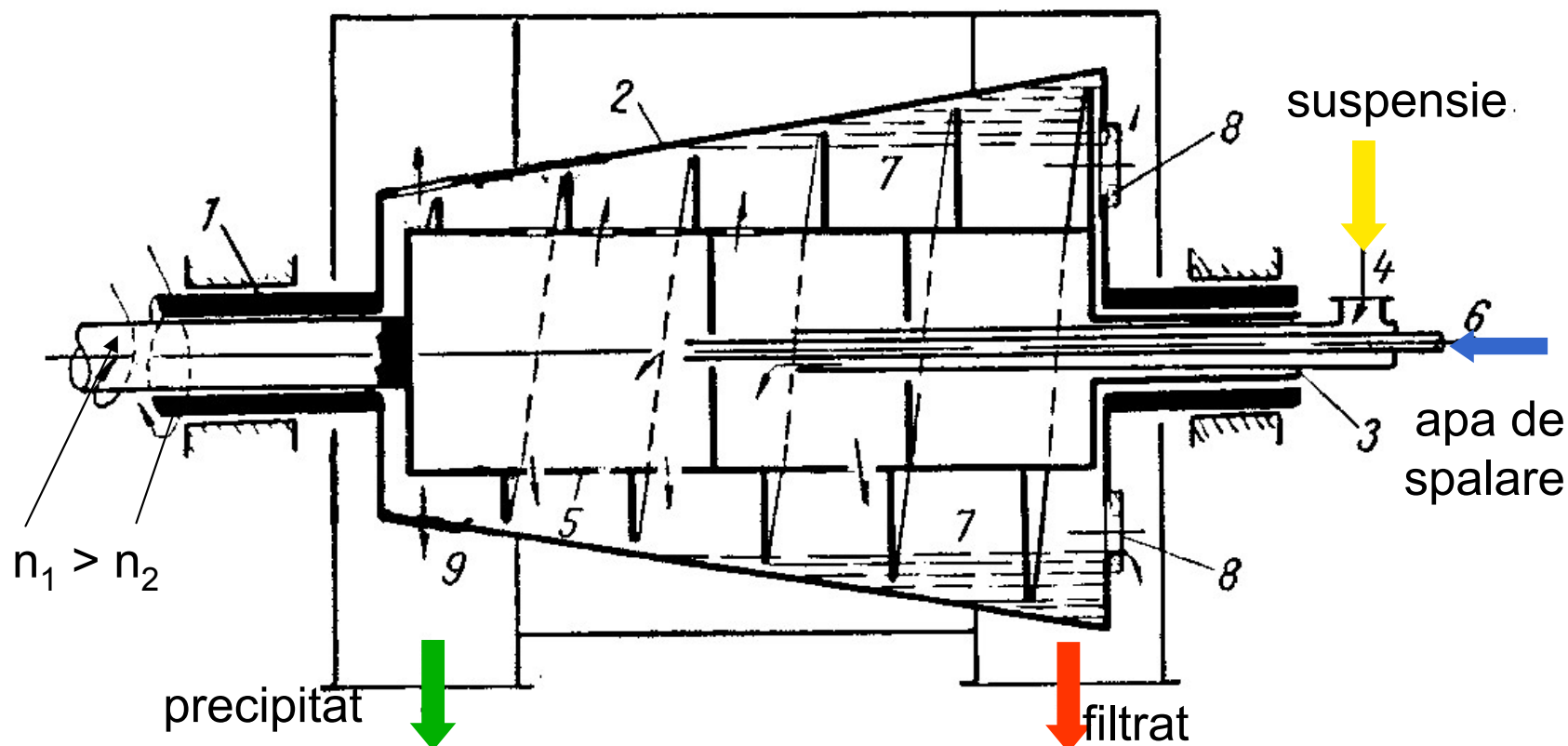
Caracteristicile a două supercentrifuge

	laborator	industrie	
Tipul super-centrifugei			
Înălțimea rotorului	190	700	mm
Diametrul rotorului	44	142,5	mm
Turația	45 000	14 000	rot/min
Producția:			
— ulei de transformator	—	4 000	l/h
— benzina	—	6 000	l/h
Puterea necesară	—	3,7	kW

CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

- Se pot folosi pentru:
 - centrifugarea suspensiilor grosiere,
 - Sortarea particulelor dupa:
 - Dimensiuni
 - Densitate
- Se utilizeaza la:
 - Separarea amidonului de gluten
 - Separarea grasimilor de origine animala
 - Separarea sangelui
 - Eliminarea unor reziduuri prin sedimentare

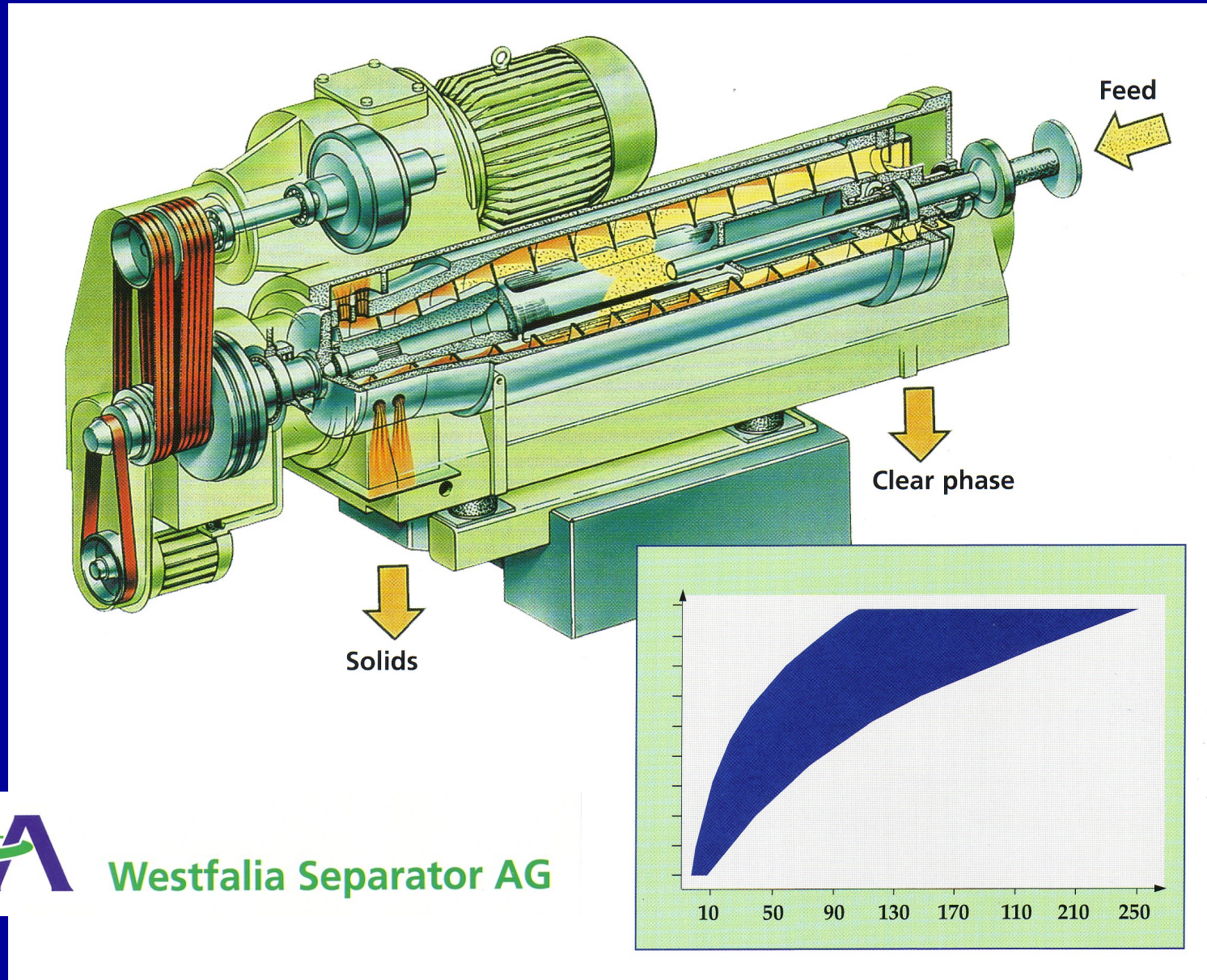
CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL



Centrifugă decantoare cu transportor elicoidal:

1 — arborele tubular pentru rotirea tamburului exterior; 2 — tamburul conic exterior; 3 — arbore tubular pentru rotirea tamburului; 4 — alimentarea suspensiei; 5 — tambur interior, cu transportor elicoidal; 6 — intrarea apei de spălare; 7 — suprafața lichidului separat; 8 — deschideri reglabile pentru deversarea lichidului; 9 — deschideri pentru evacuarea sedimentului.

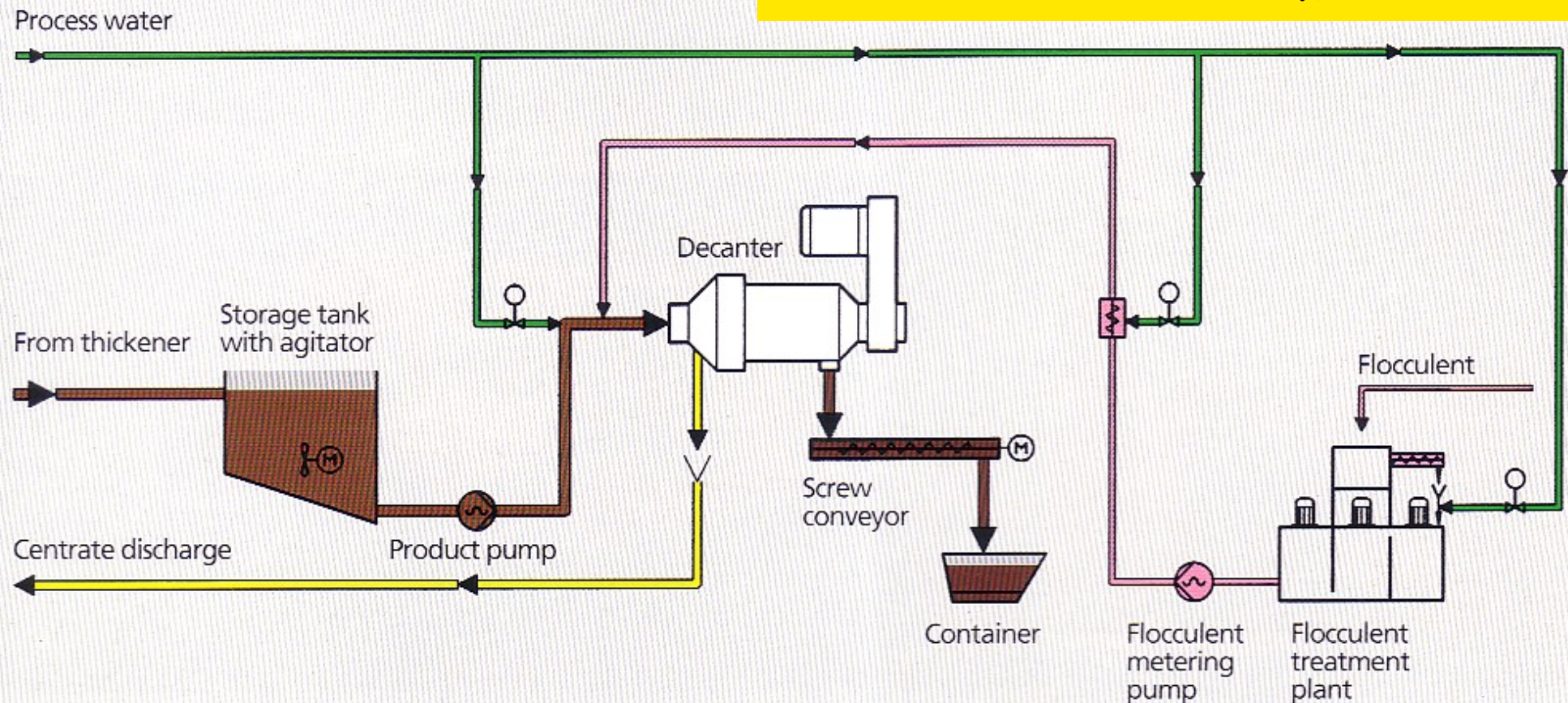
CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL



Westfalia Separator AG

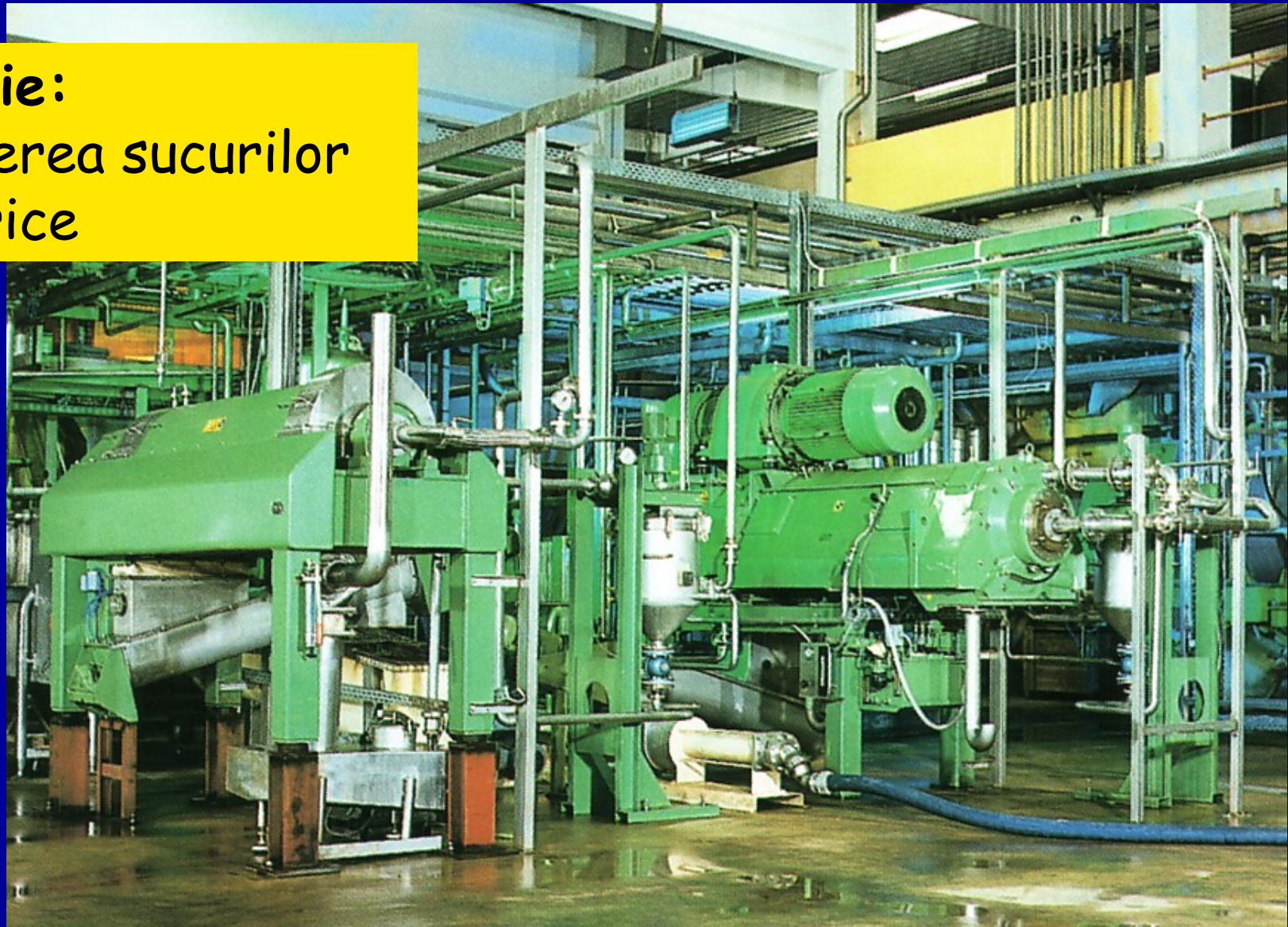
CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

Aplicatie:
deshidratarea namolurilor



CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

Aplicatie:
producerea sucurilor
din citrice



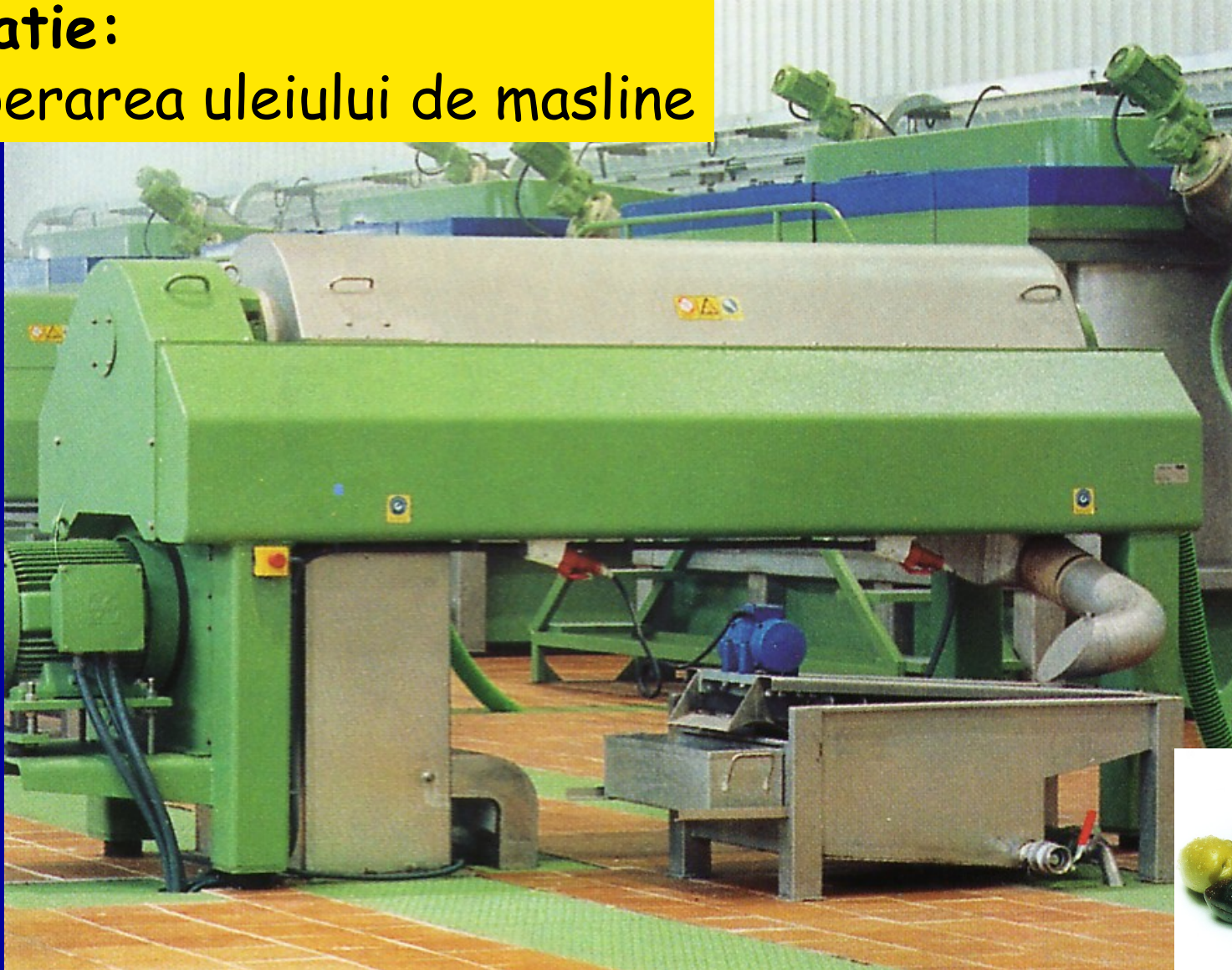
CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

Aplicatie:
recuperarea
antibioticelor prin
extractie in
contracurent



CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

Aplicatie:
recuperarea uleiului de masline



CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL



- Alte aplicatii:
 - Industria bauturilor nealcoolice
 - Industria vinurilor
 - Industria farmaceutica
 - Biotehnologii industriale
 - Recuperare si prelucrare subproduse vegetale
 - Recuperare si valorificare subproduse animale
 - Industria amidonului

CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

- **ALFA LAVAL MRNX 418**
 - Centrifuga decantoare in constructie igienica
 - Utilizata pentru procesarea materialelor comestibile
 - Caracteristici tehnice:

• Turatia std./max.	3250/4000 rpm
• Forta centrifuga	3150 g
• Diam. rotorului	353 mm
• Putere instalata	30 - 45 kW
• Pornire (stea-triunghi)	2 - 3 min.
• Opreire	10 -15 min.

ALFA LAVAL MRNX 418

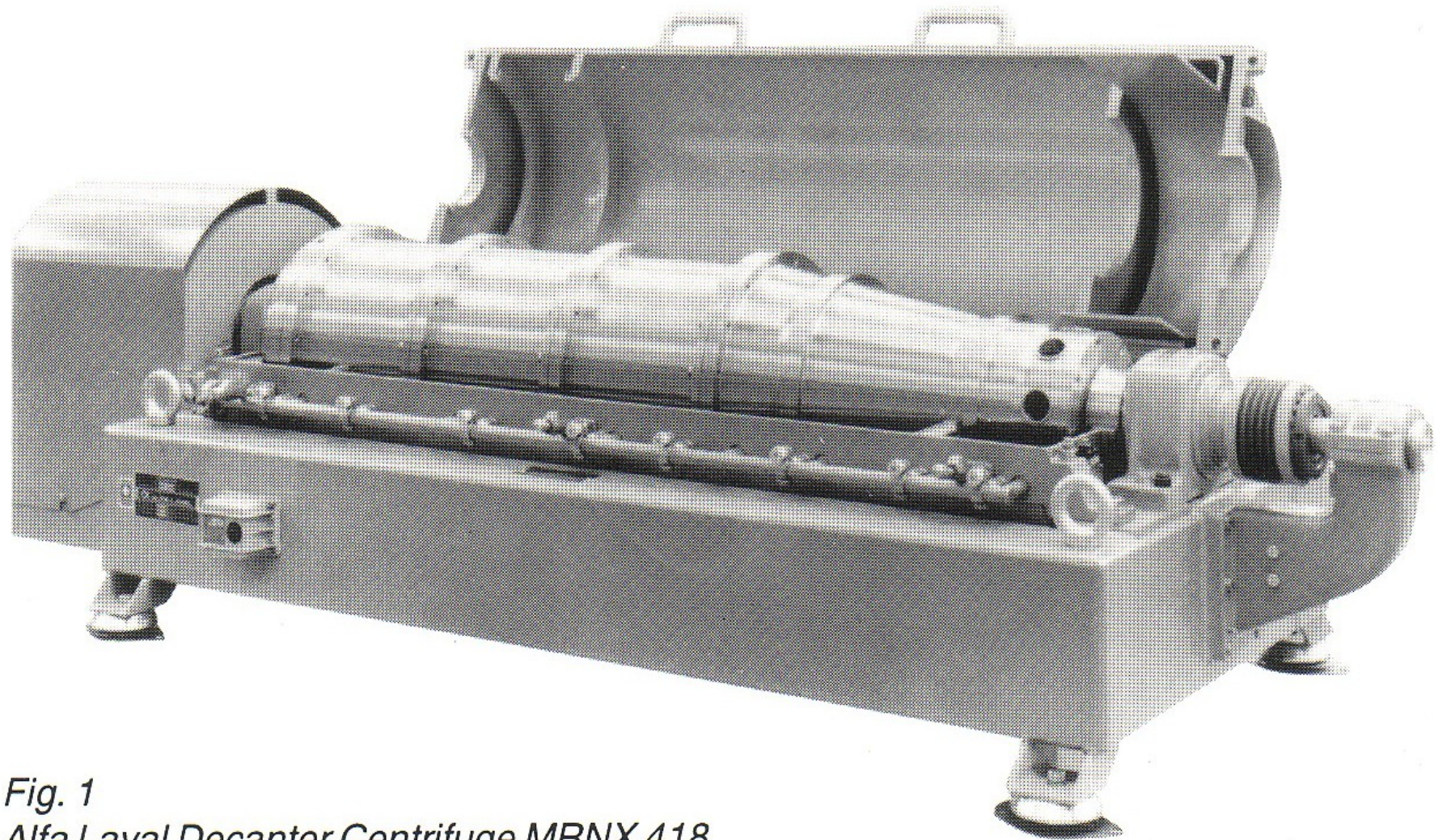


Fig. 1
Alfa Laval Decanter Centrifuge MRNX 418

ALFA LAVAL MRNX 418

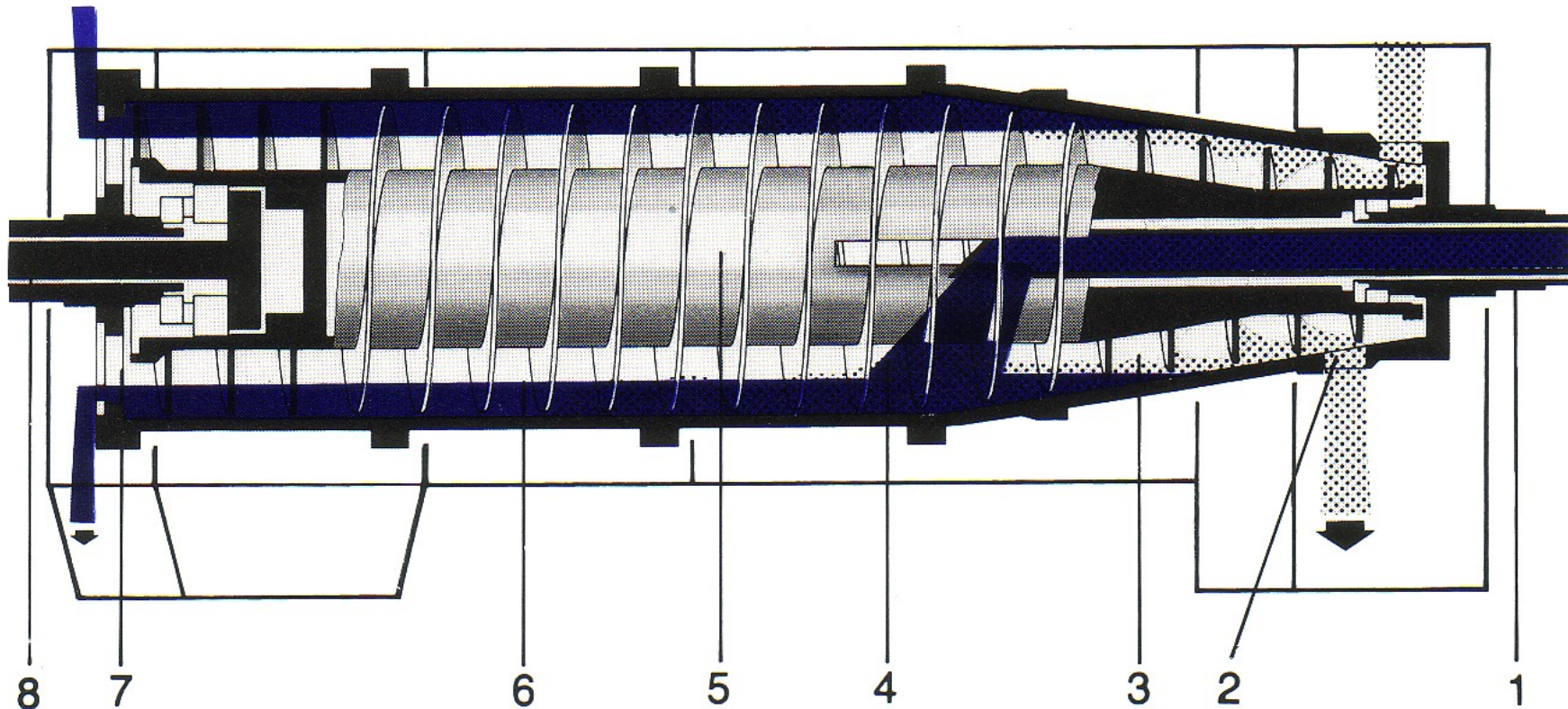
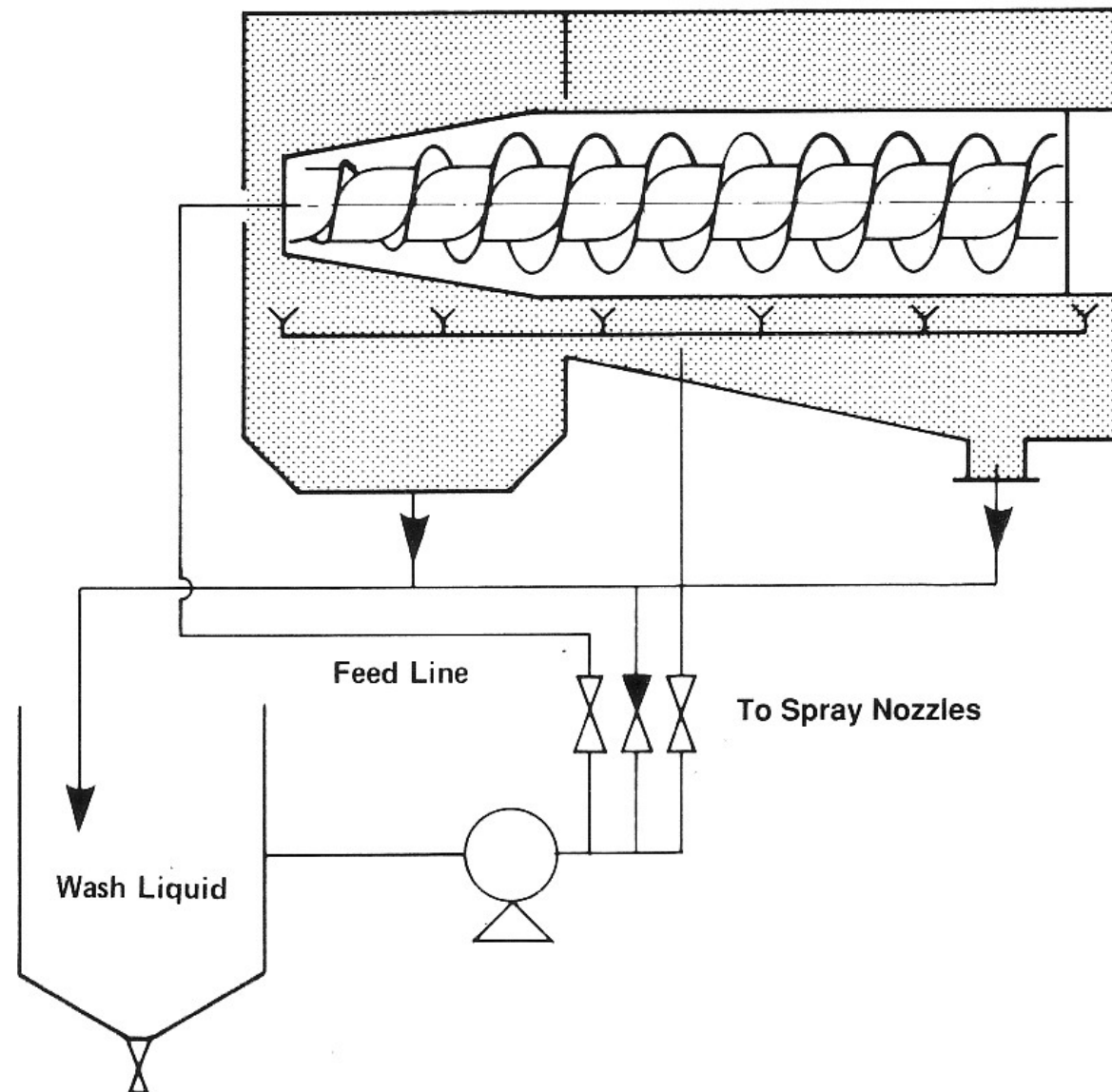


Fig. 2. Functional cutaway of rotor

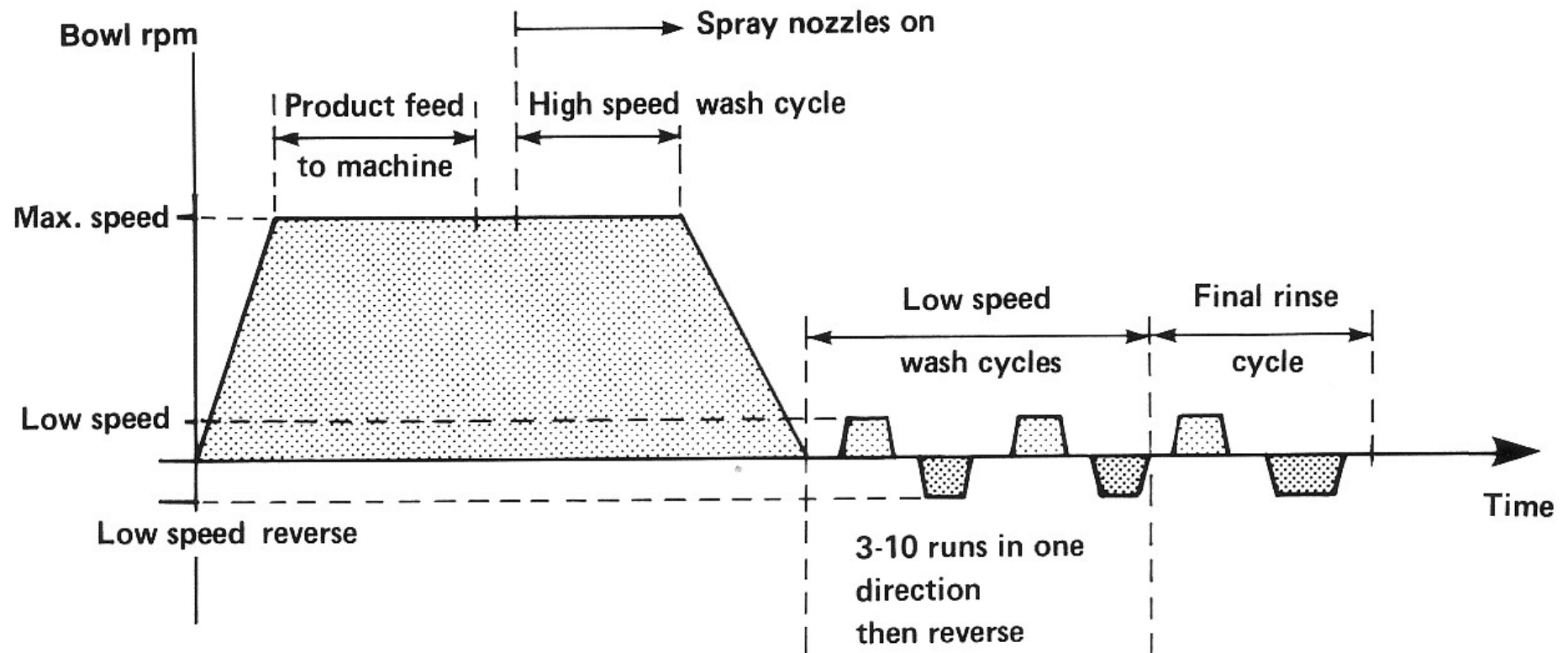
1. Hollow drive shaft with stationary inlet tube
2. Erosion protected solids discharge ports
3. Tapered "beach" section of rotor for discharge of solids
4. Solids deposited on rotor wall

5. Screw conveyor
6. "Pond" of clarified liquid
7. Exchangeable overflow weirs
8. Conveyor drive shaft from gearbox

ALFA LAVAL MRNX 418



ALFA LAVAL MRNX 418



CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

- **ALFA LAVAL NX 934**

- Centrifuga decantoare pt. separare continua de 2 faze: S, L
- Utilizata in procesarea carni si pestelui
- Caracteristici tehnice:

• Turatia	2575 - 3250 rpm
• Forta centrifuga	1675 - 2650 g
• Diam. rotorului	353 mm
• Putere motor principal	45 - 55 kW
• Pornire (stea-triunghi)	3 - 4 min.
• Oprire	15 - 20 min.

ALFA LAVAL NX 934 – 2 faze

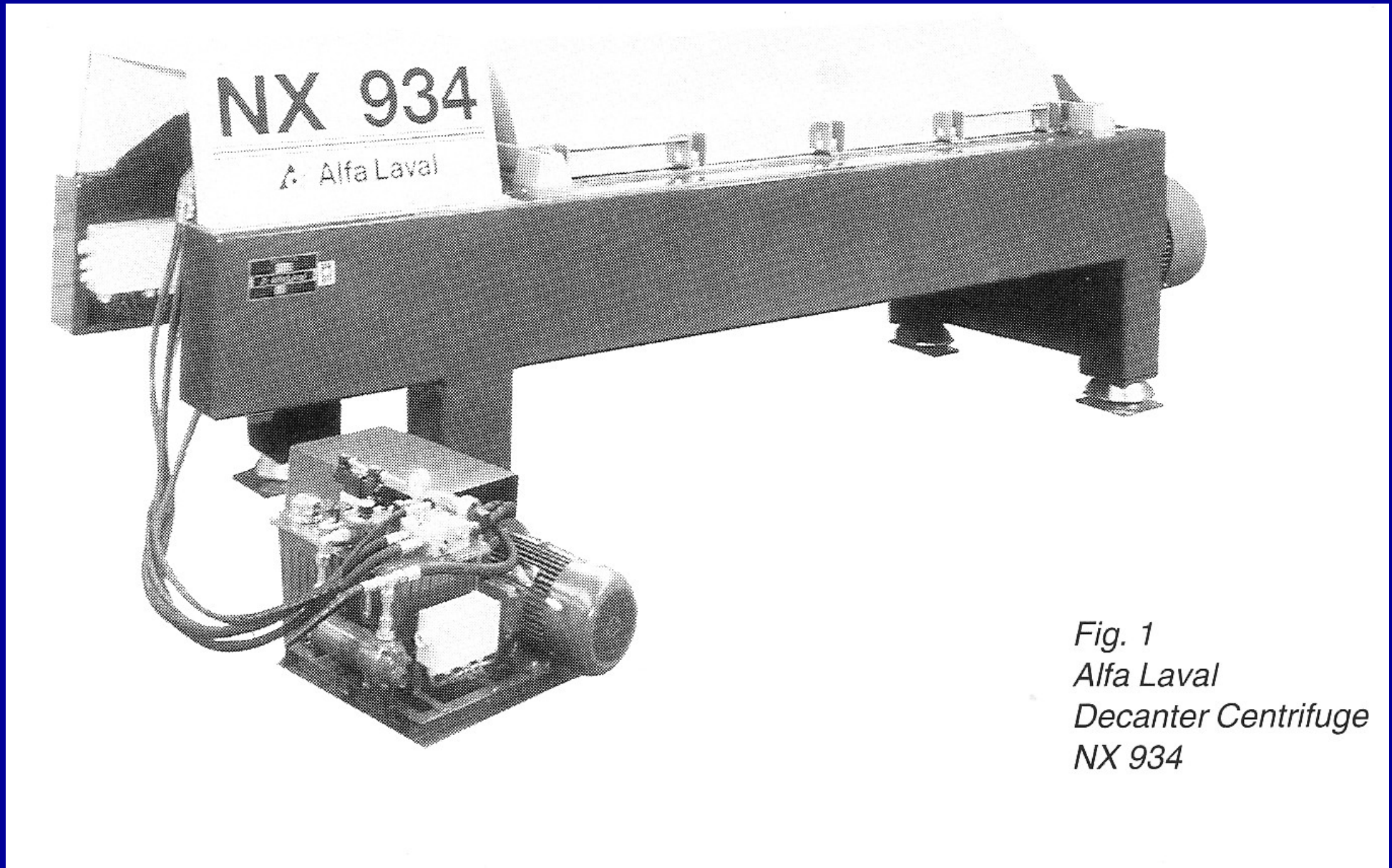


Fig. 1
Alfa Laval
Decanter Centrifuge
NX 934

ALFA LAVAL NX 934 – 2 faze

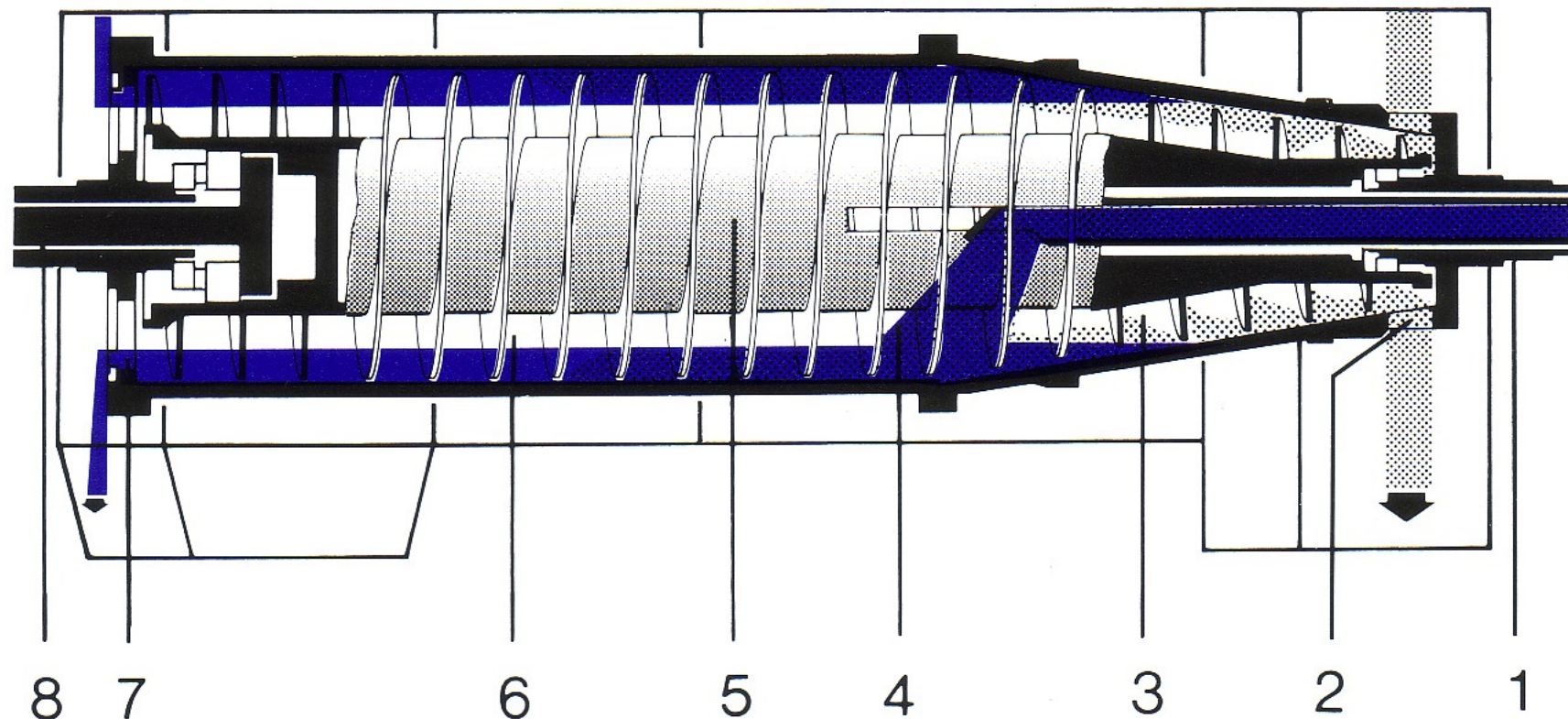


Fig. 2. Functional cutaway of rotor

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Hollow drive shaft with stationary inlet tube | 5. Screw conveyor |
| 2. Erosion protected solids discharge ports | 6. "Pond" of clarified liquid |
| 3. Tapered "beach" section of rotor for discharge of solids | 7. Exchangeable overflow weirs |
| 4. Solids deposited on rotor wall | 8. Conveyor drive shaft from gearbox |

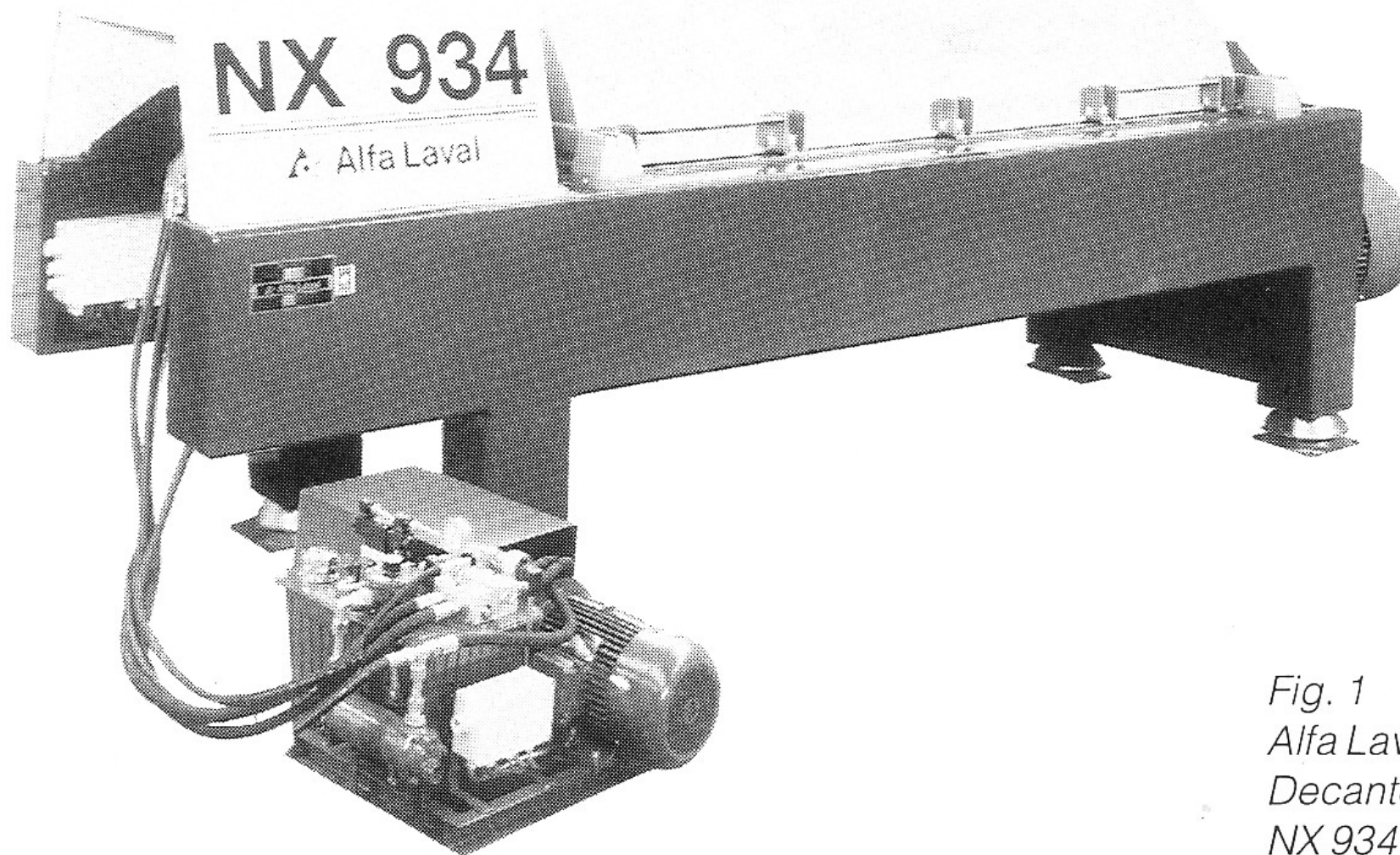
CENTRIFUGA DECANTOARE CONTINUA CU TRANSPORTOR ELICOIDAL

- **ALFA LAVAL NX 934**

- Centrifuga decantoare pt. separare continua de 3 faze: S, L1, L2
- Utilizata in procesarea carni si pestelui
- Caracteristici tehnice:

• Turatia	2575 - 3250 rpm
• Forta centrifuga	1675 - 2650 g
• Diam. rotorului	353 mm
• Putere motor principal	45 - 55 kW
• Pornire (stea-triunghi)	3 - 4 min.
• Oprire	15 - 20 min.

ALFA LAVAL NX 934 – 3 faze



*Fig. 1
Alfa Laval
Decanter Centrifuge
NX 934*

ALFA LAVAL NX 934 – 3 faze

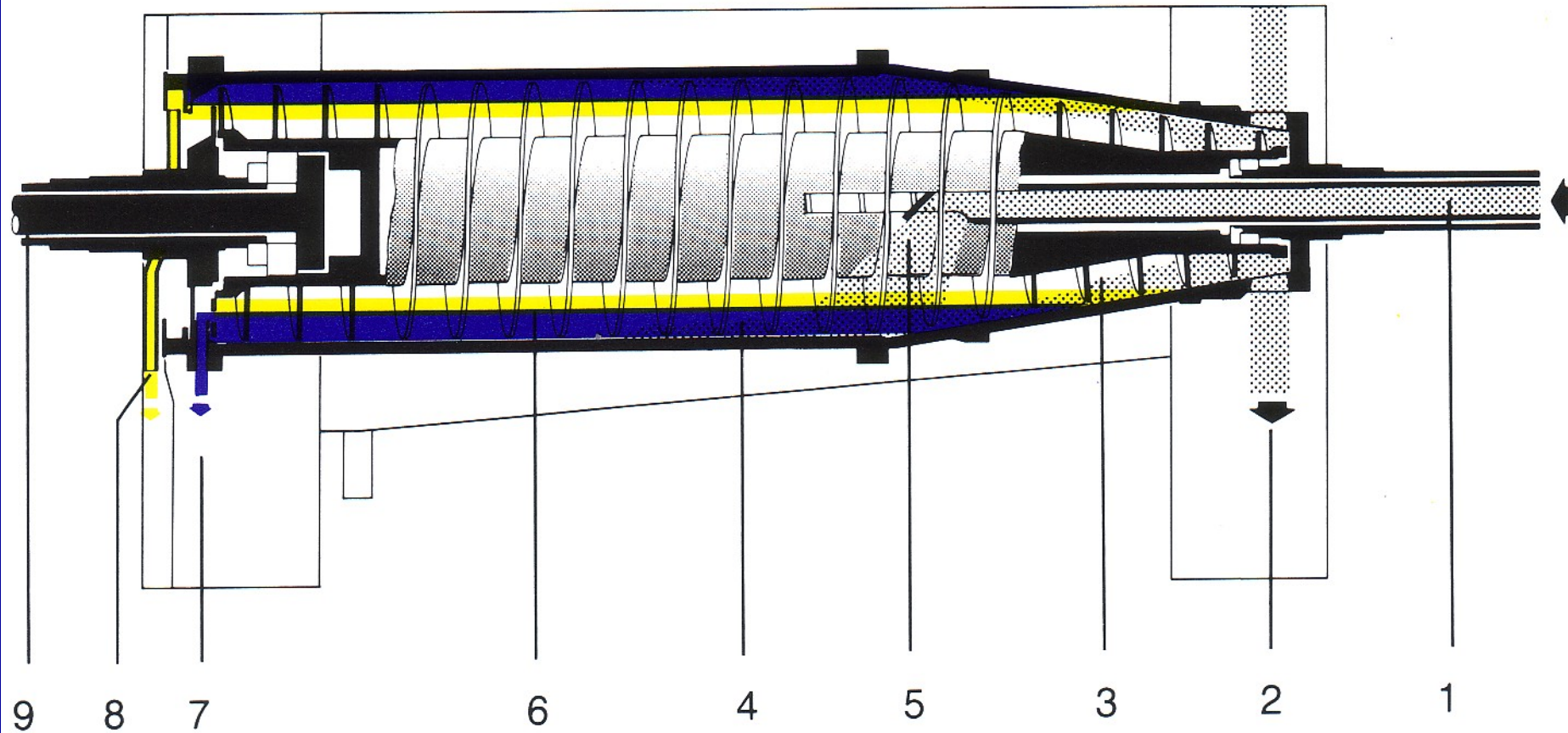
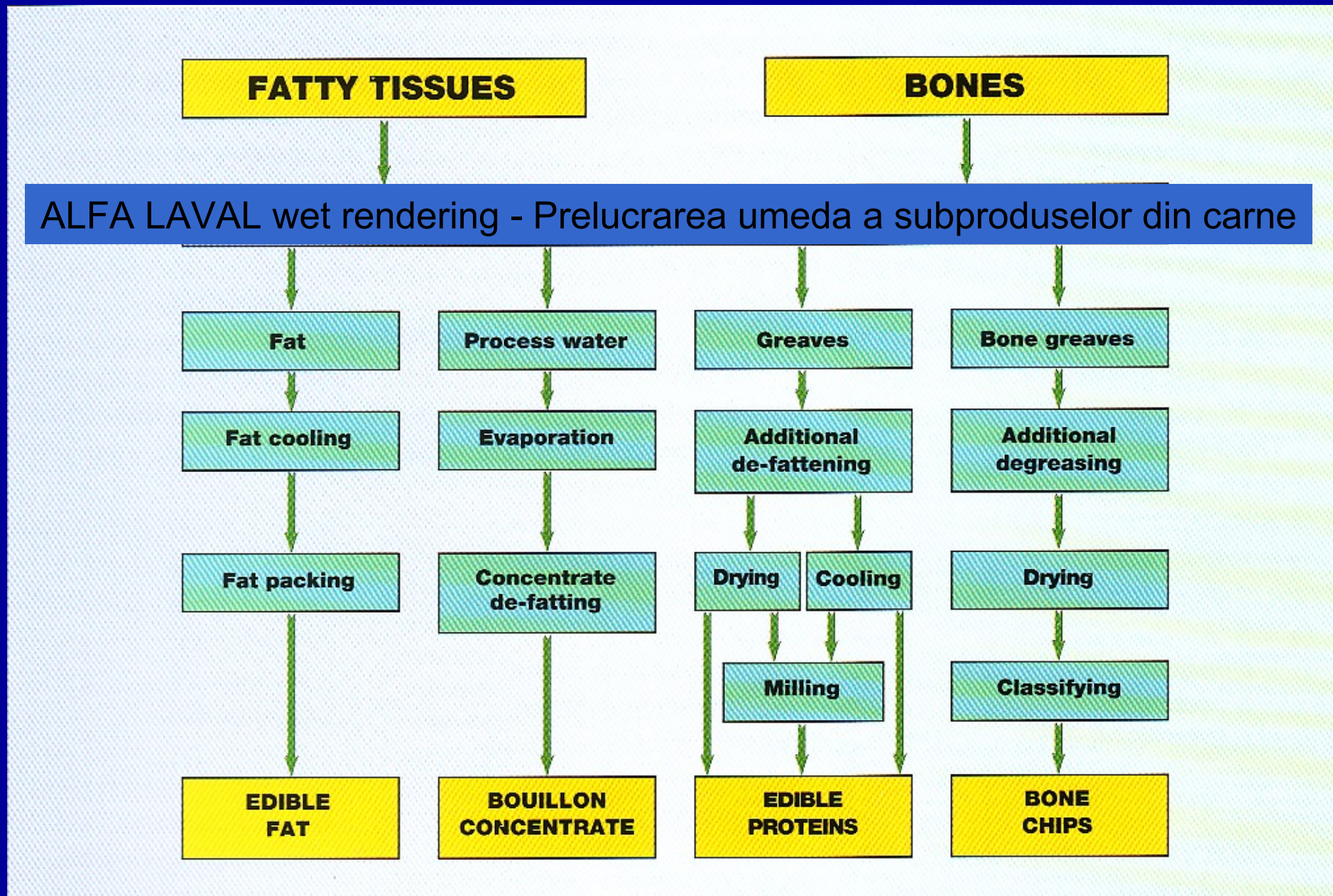


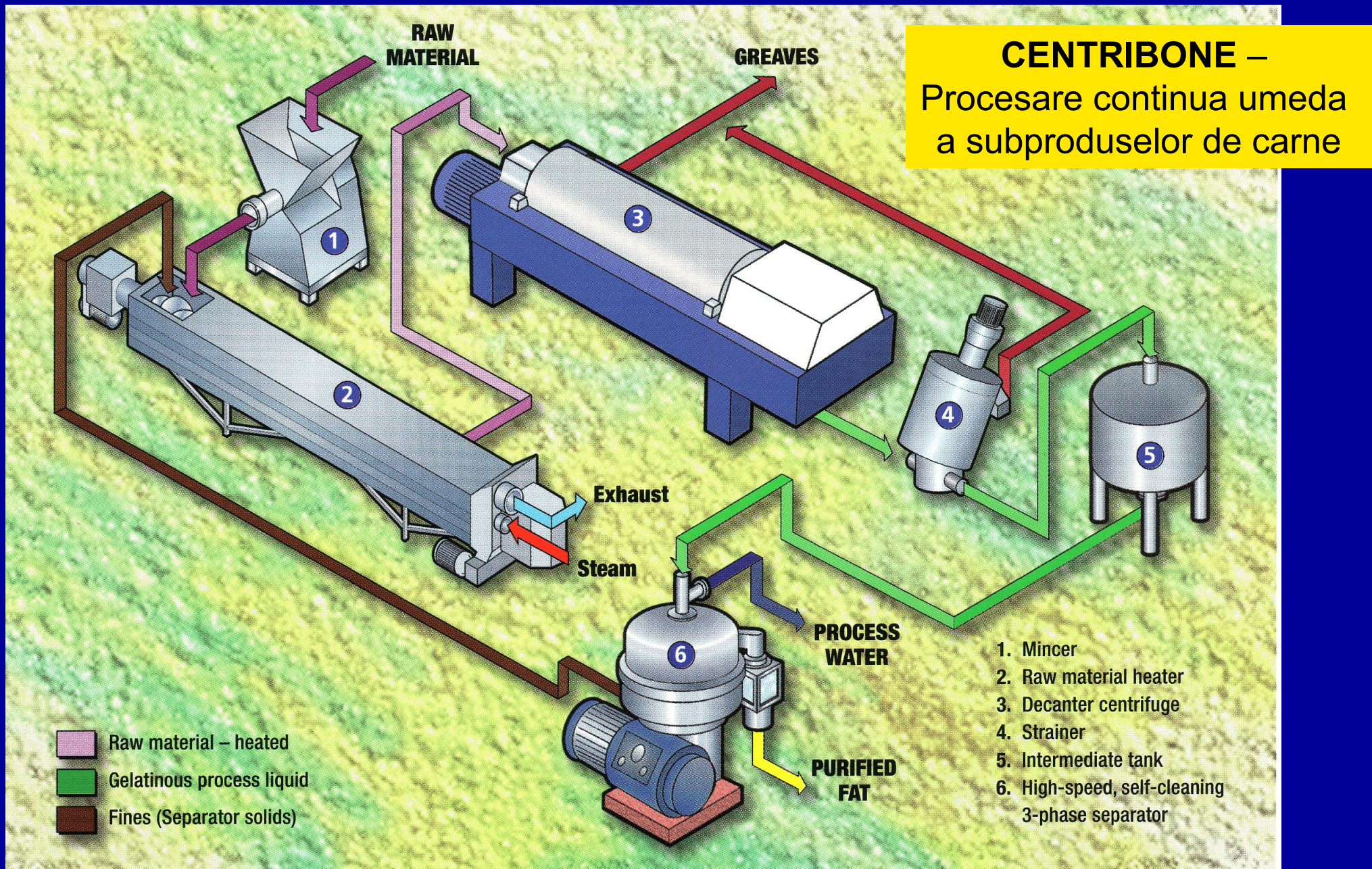
Fig. 2. Functional cutaway of rotor

- | | |
|---|---|
| 1. Hollow drive shaft with stationary inlet tube | 5. Screw conveyor |
| 2. Erosion protected solids discharge | 6. "Pond" of clarified liquid |
| 3. Tapered "beach" section of rotor for discharge of solids | 7. Exchangeable nozzles for heavy liquid outlet |
| 4. Solids deposited on rotor wall | 8. Exchangeable overflow weirs for oil/fat outlet |
| | 9. Conveyor drive shaft from gearbox |

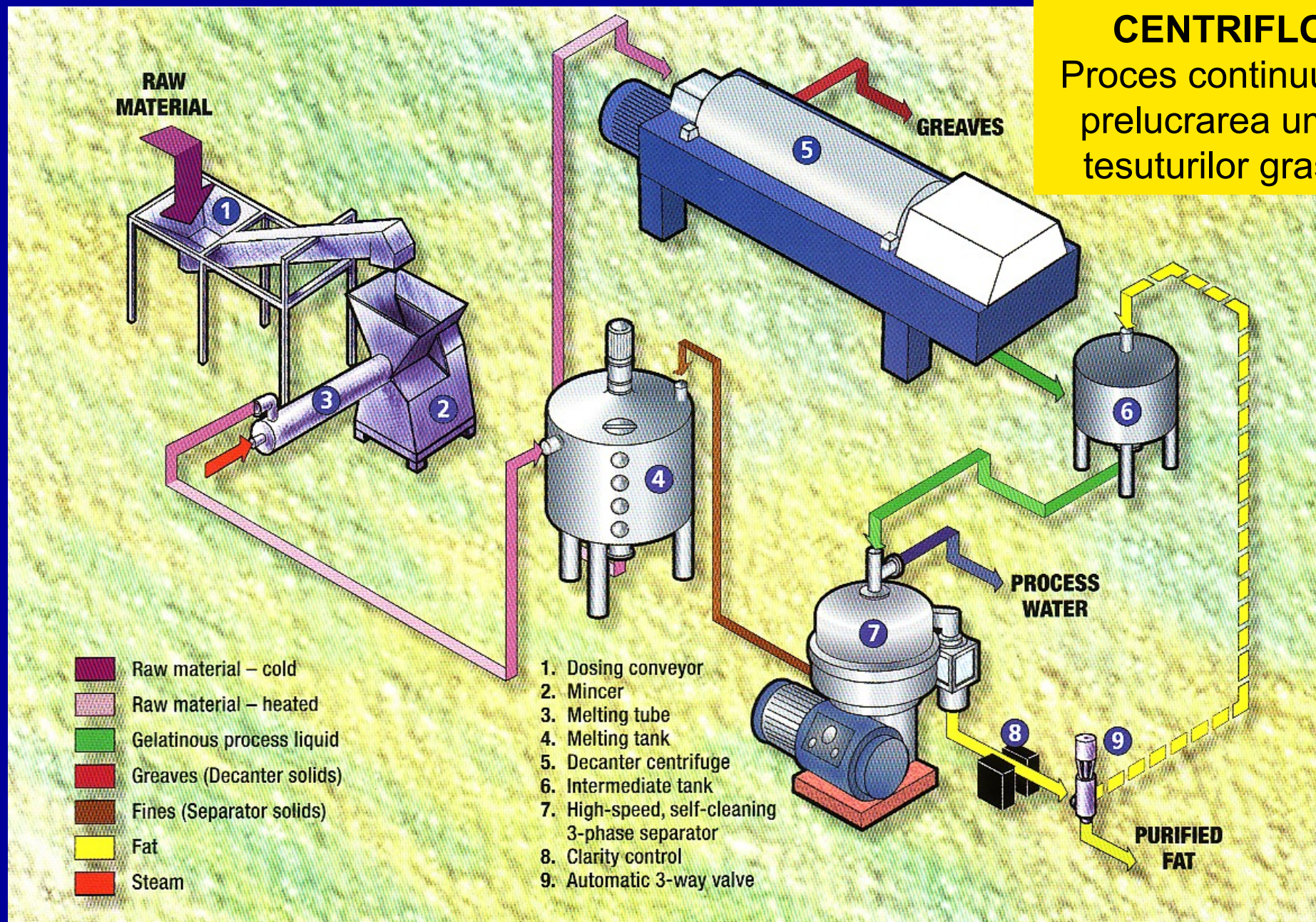
APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

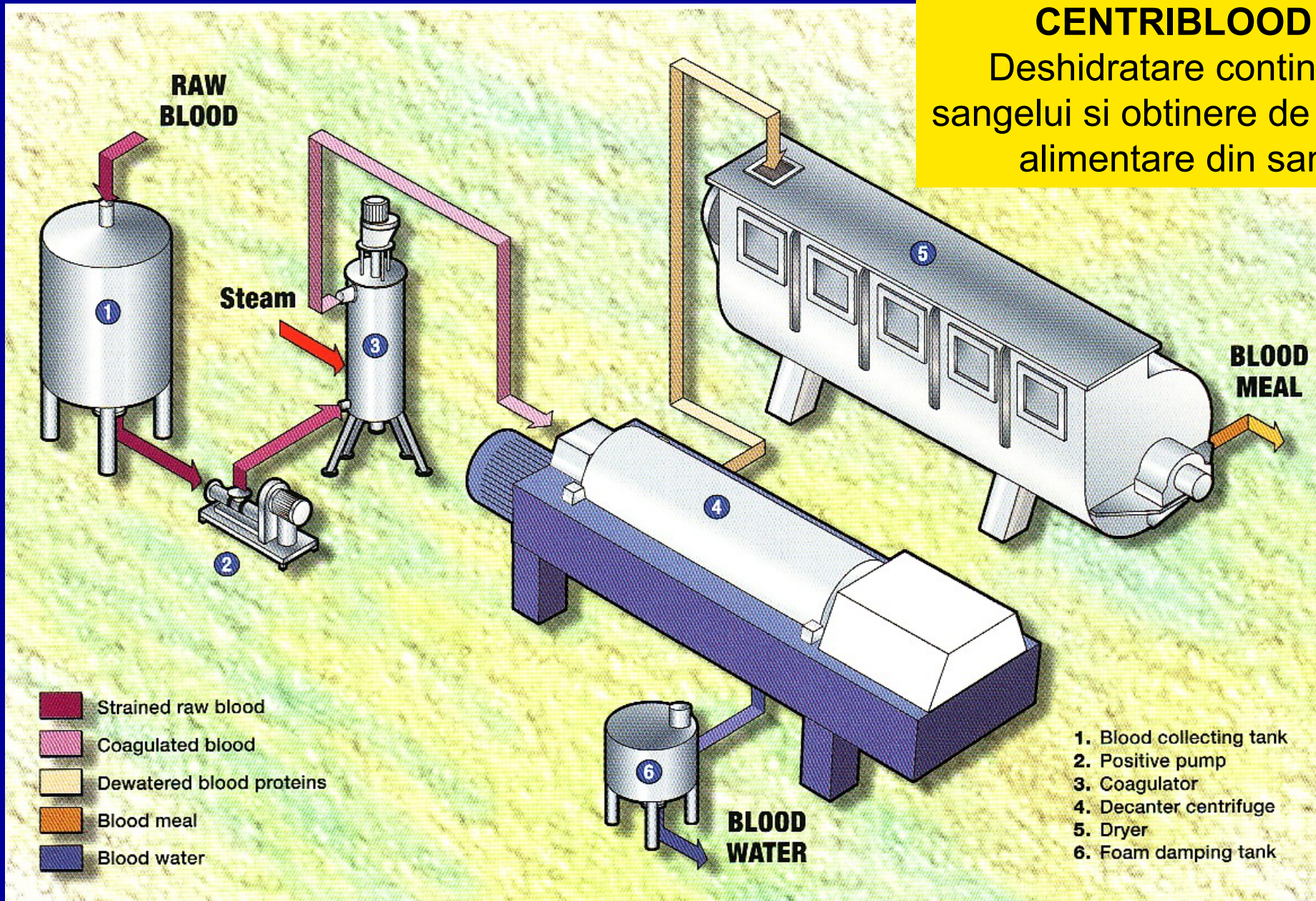
COMPOZITIA TIPICA A PRODUSELOR FINITE OBTINUTE DIN MATERII PRIME DE COMPOZITIE MEDIE

	Total solids (%)	Protein (%)	Fat (%)	Moisture (%)
Greaves, wet	30 – 35	22 – 25	6 – 10	65 – 70
Greaves, dried	92 – 96	80 – 86	8 – 12	4 – 8
Concentrate, de-fatted	30 – 40	26 – 28	2 – 5	60 – 70
Bone chips	70	–	1 – 2	30
Fat	–	–	Min. 99.8	Max. 0.2

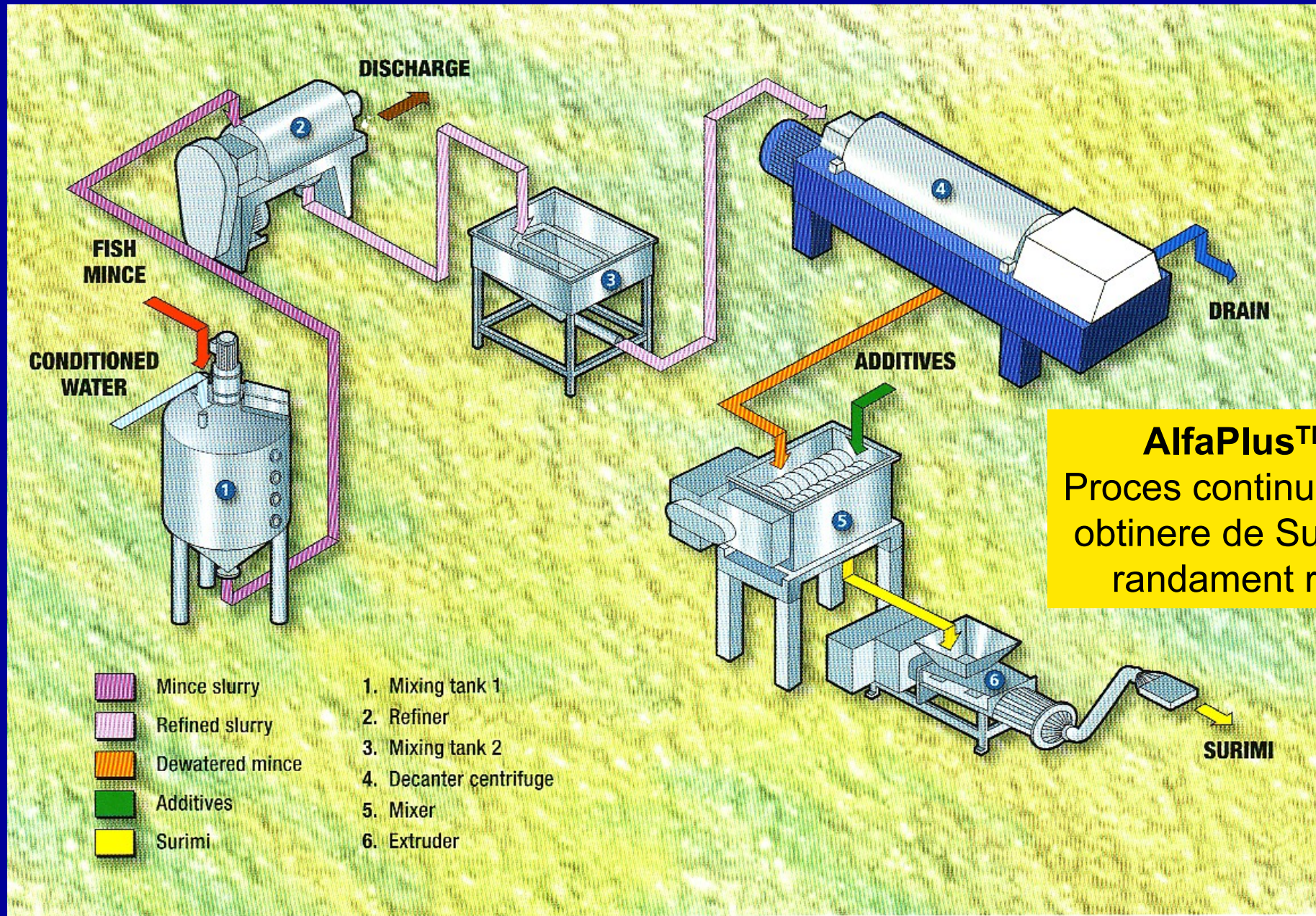
APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

CENTRIBLOOD –

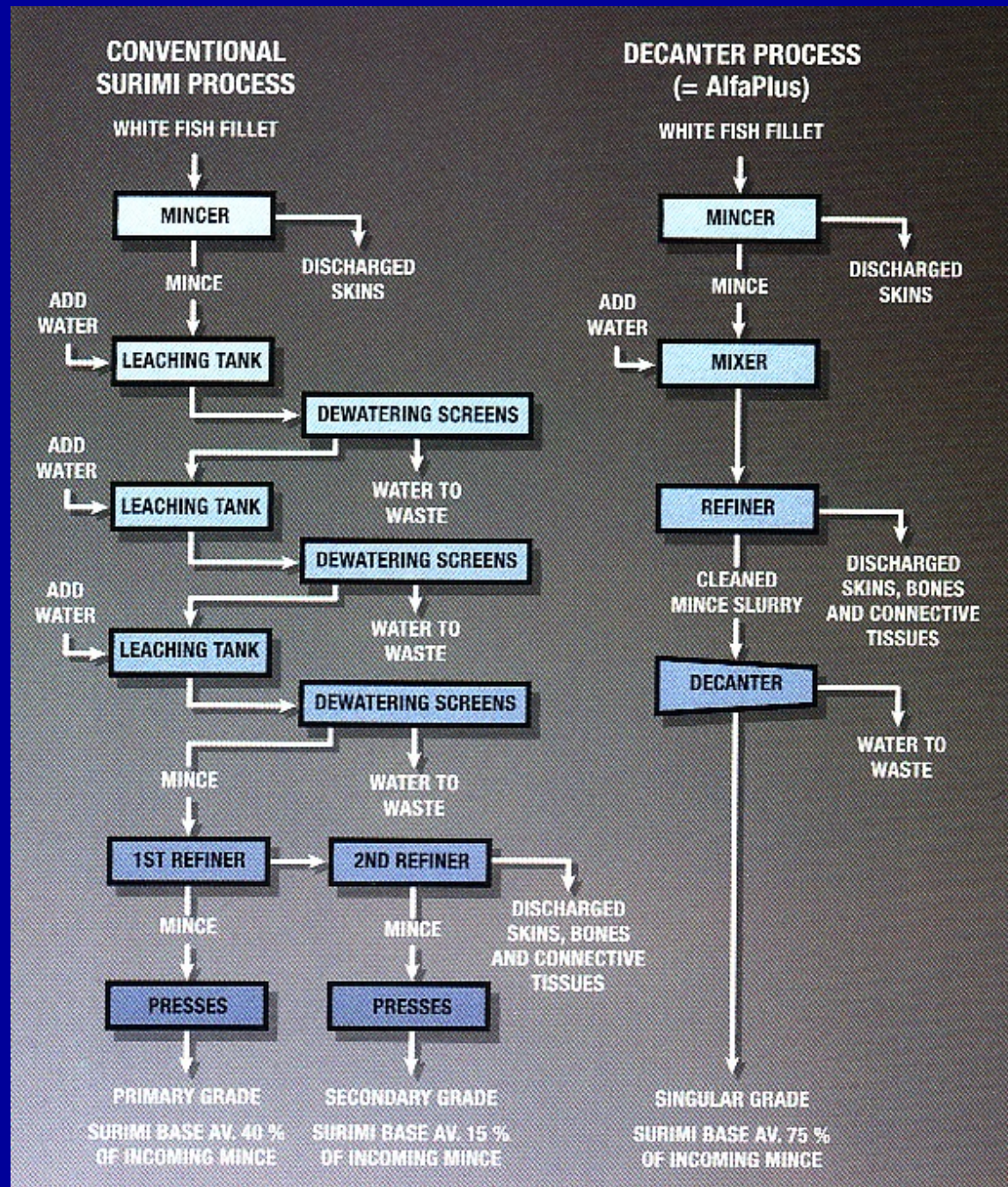
Deshidratare continua a sangelui si obtinere de produse alimentare din sange



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

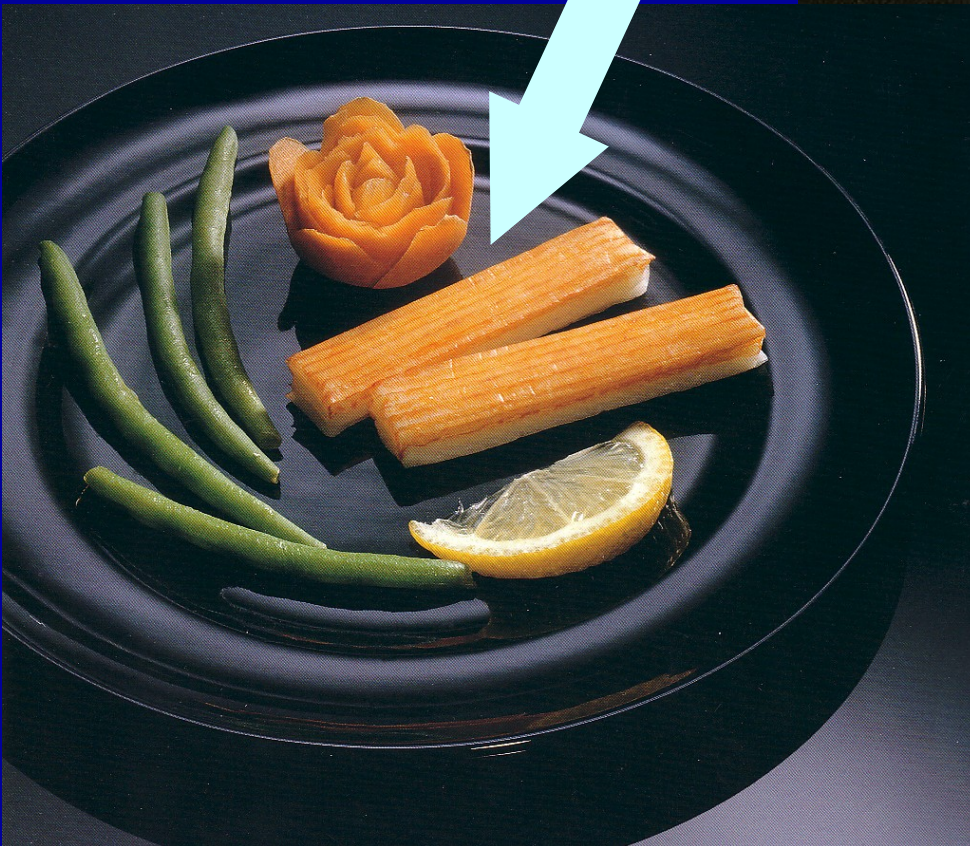


APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

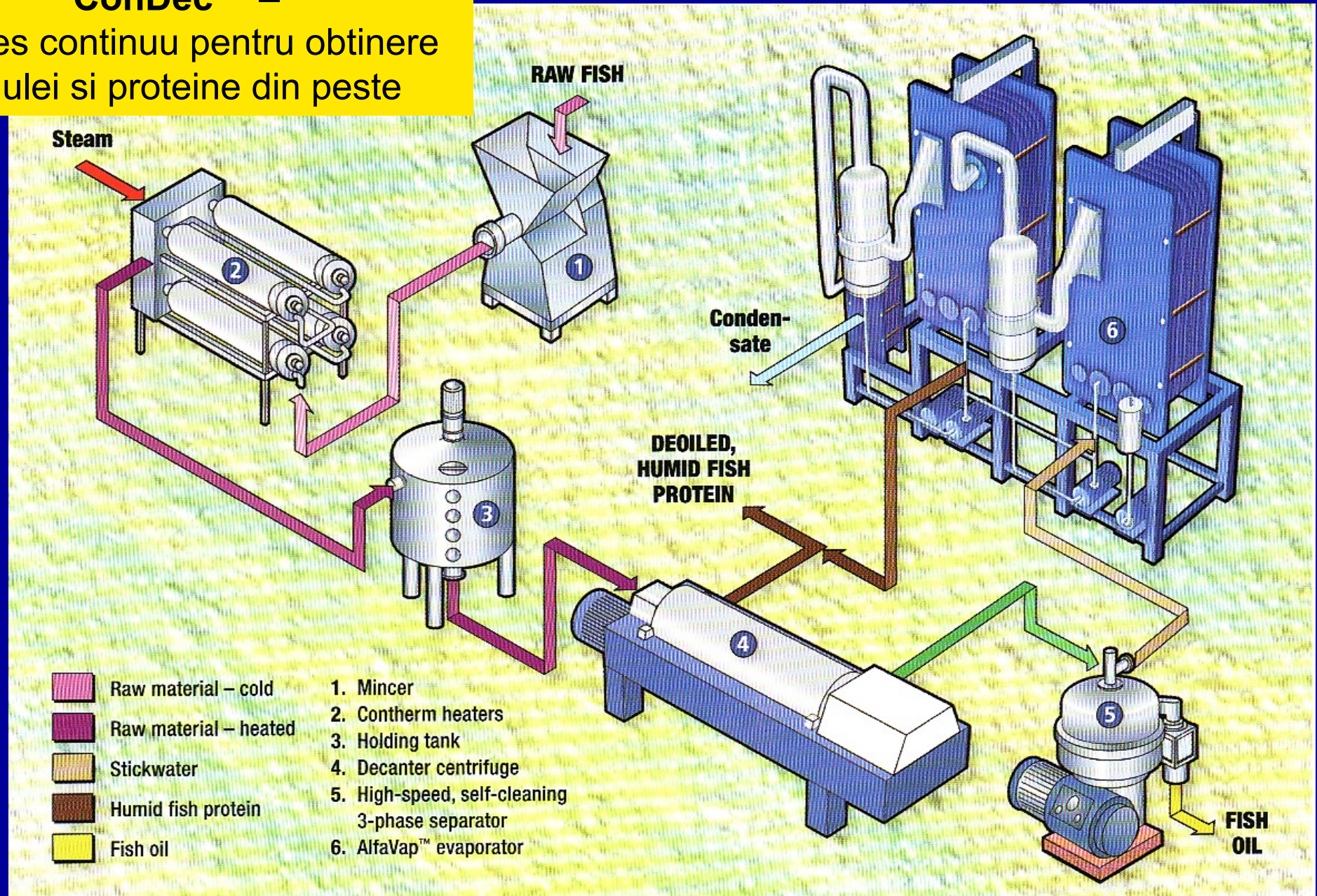
Surimi



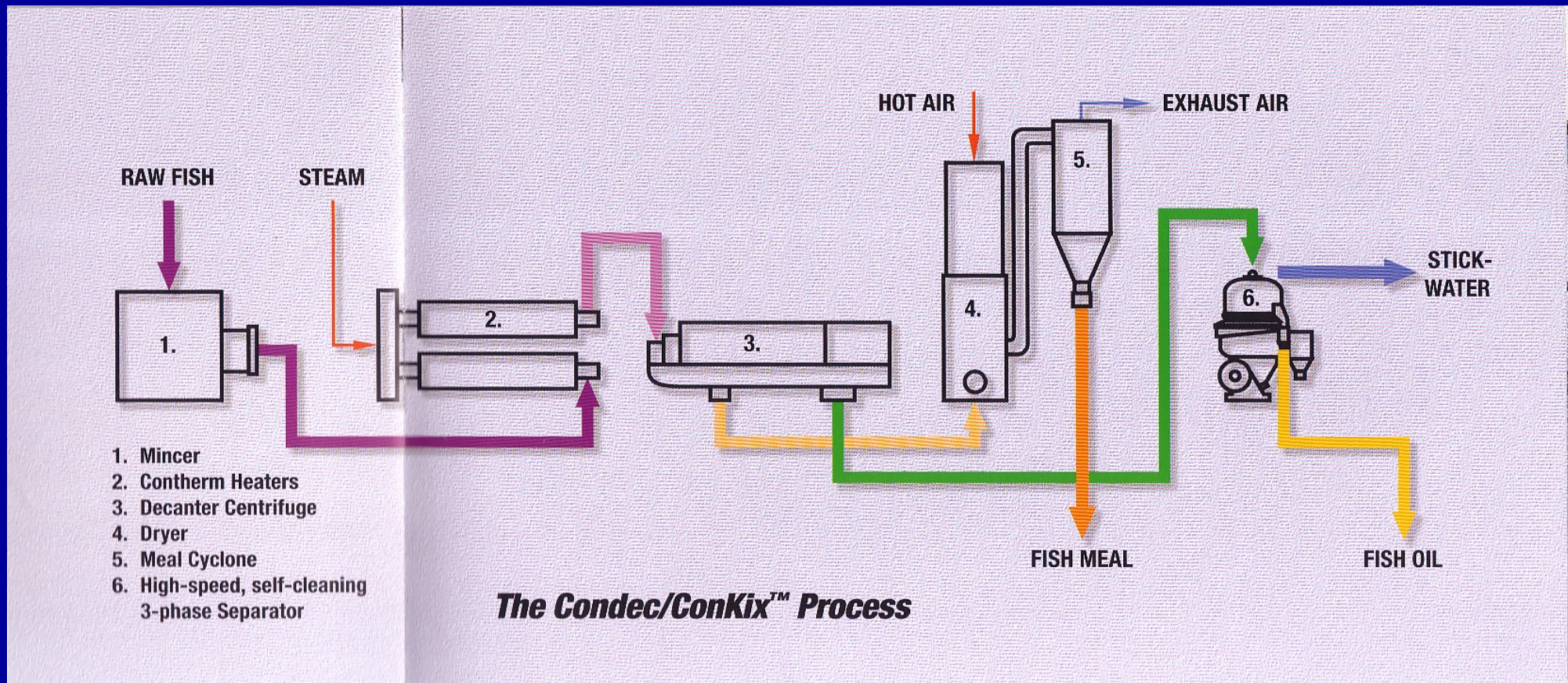
APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

ConDec™ —

Proces continuu pentru obtinere de ulei si proteine din peste



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

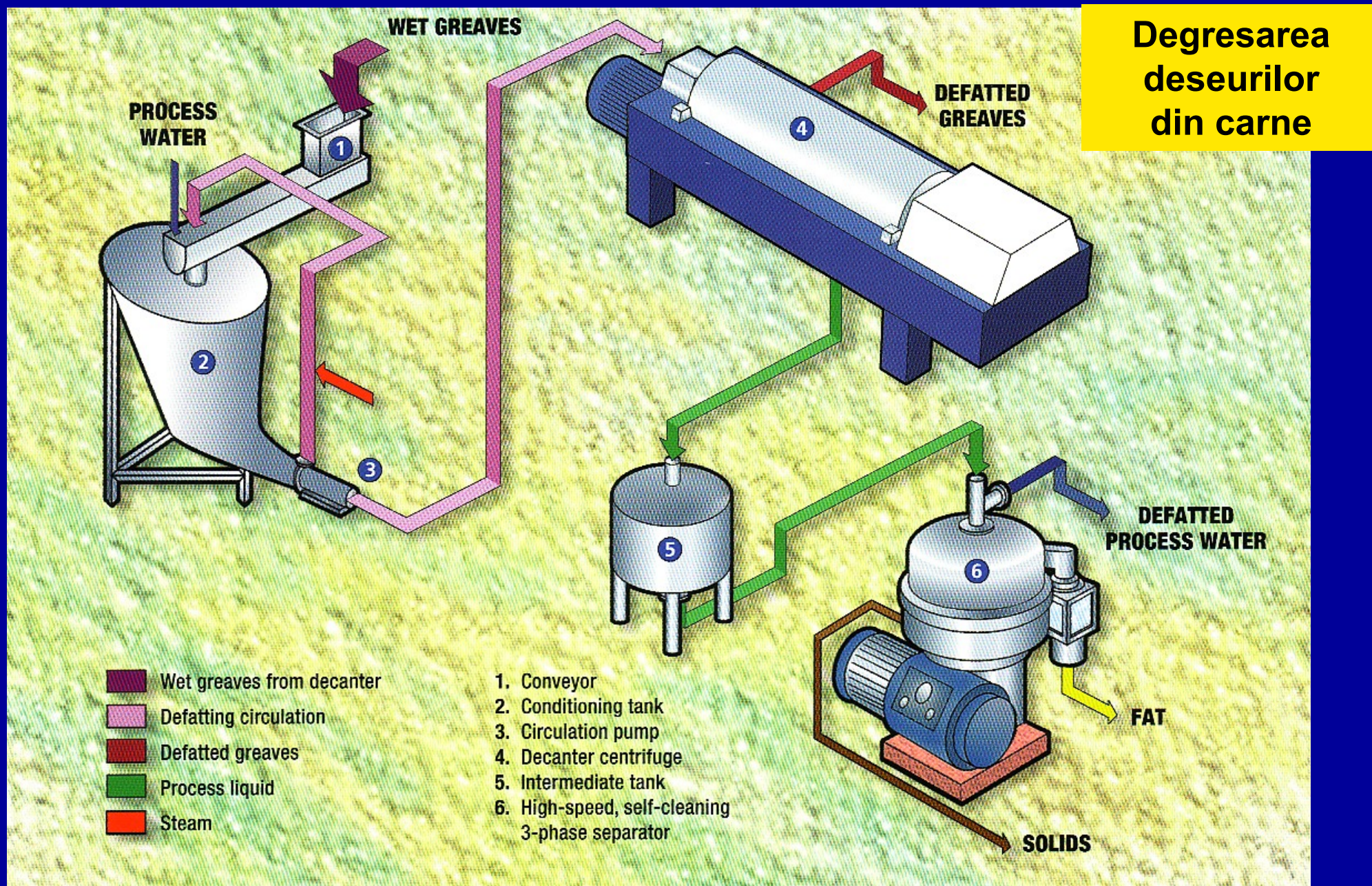


ConDec – de-oiling: recuperare ulei de peste;

ConDec – fish meal: recuperare ulei si carne de peste;

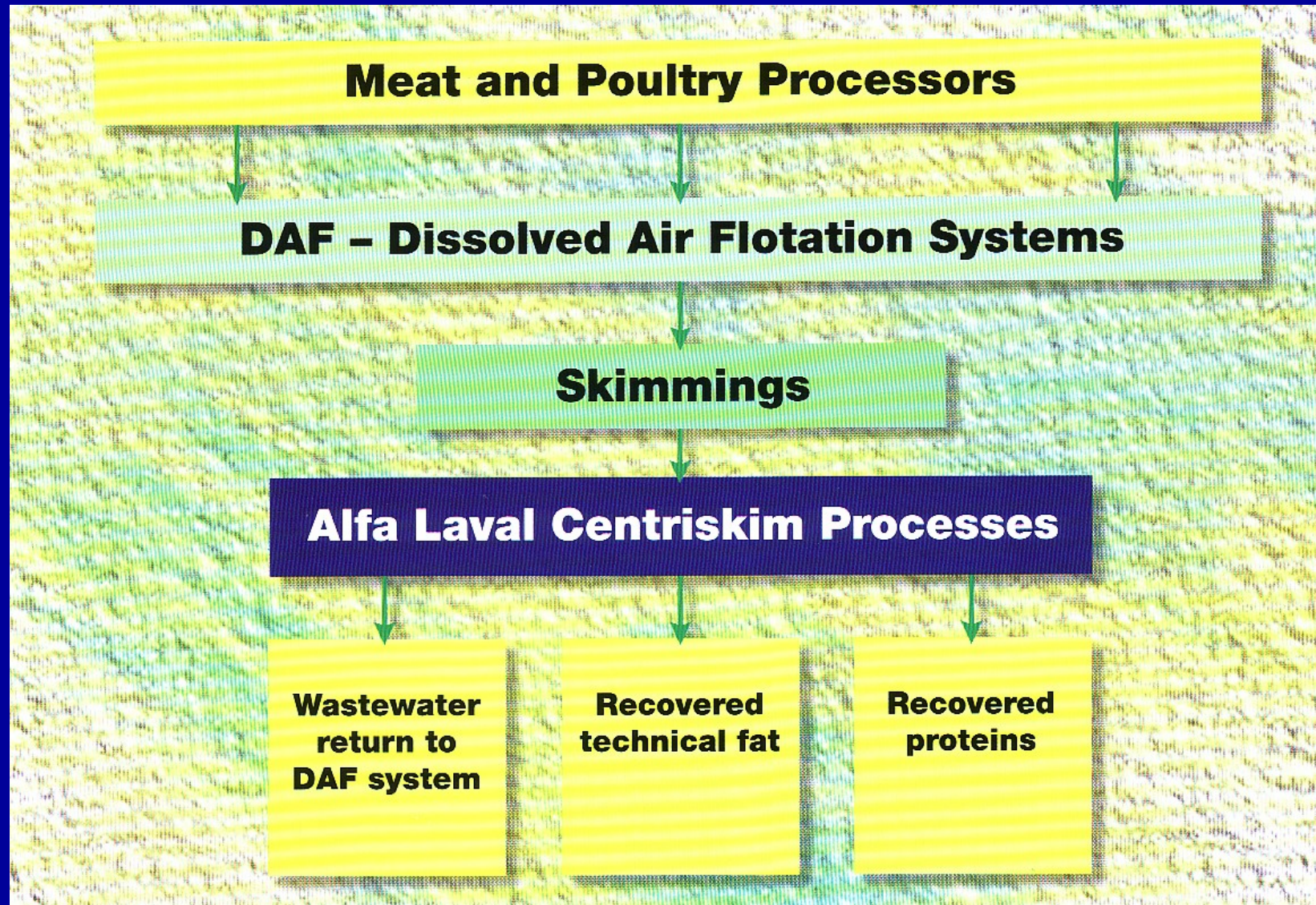
ConDec – special fish meal: recuperare superioara carne de peste;

APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

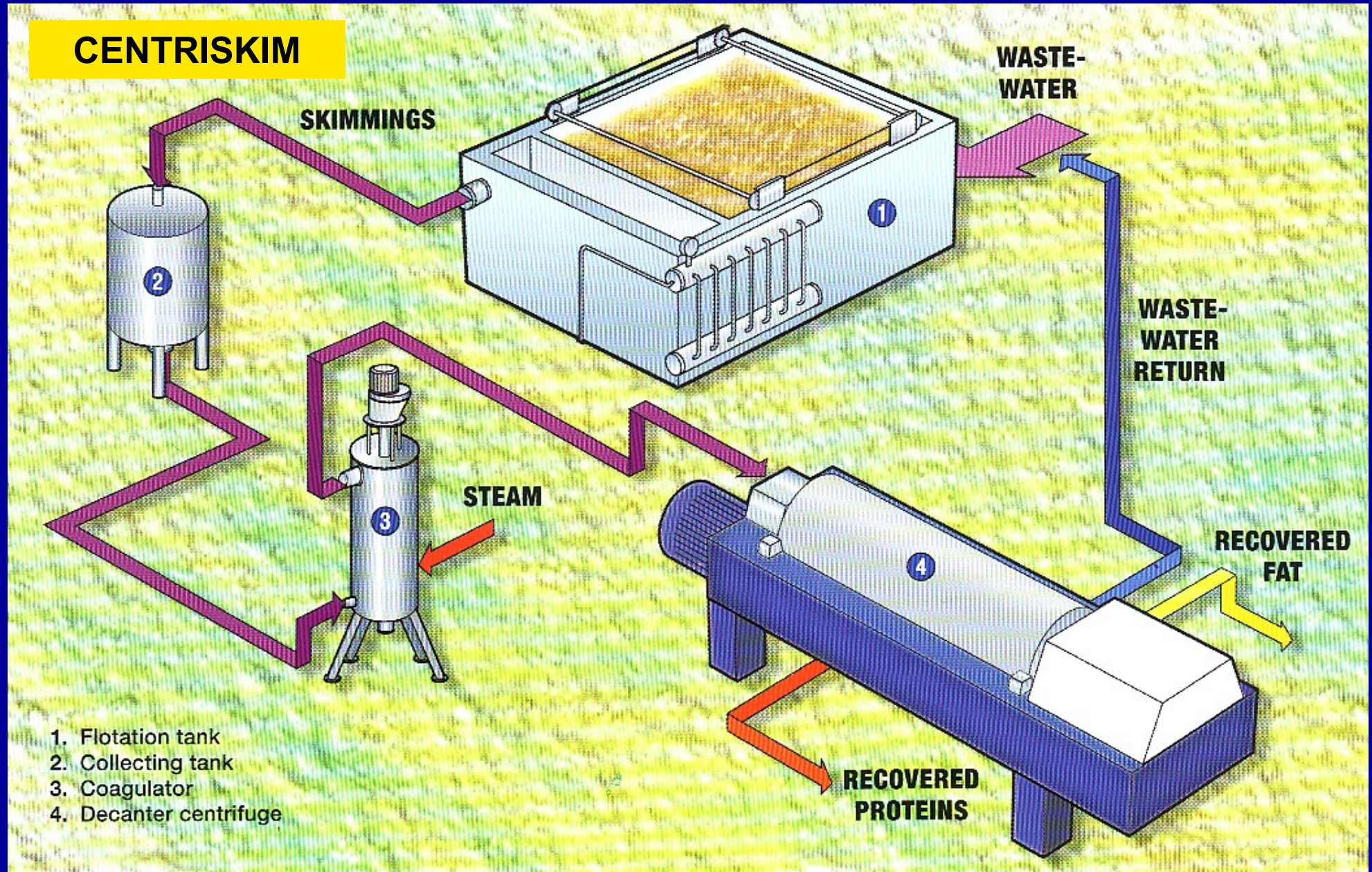


APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

CENTRISKIM – Valorificarea spumelor reziduale flotante de la prelucrarea carni



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE



APLICATII ALE CENTRIFUGELOR DECANTOARE

CENTRISKIM

APPROXIMATE THROUGHPUTS AND CONSUMPTION FIGURES

Plant characteristics \ Plant type		Centriskim 2000	Centriskim 4000	Centriskim 6000	Centriskim 10000
Throughput	(l/h) (gpm)	1500 – 2000 9	3000 – 4000 18	5000 – 6000 26	7000 – 10000 44
Power consumption	(kWh/t RM) (HPh/t RM)	6.5 8.7	4.5 6.0	4.5 6.0	3.4 4.5
Installed power	(kW) (HP)	24 32	41 55	59 78	69 92
Steam consumption	(kg/h) (lbs/h)	450 – 500 970 – 1100	880 – 1000 2000 – 2200	1300 – 1500 2900 – 3300	2200 – 2500 4800 – 5500
Approx. space req.	(sq m) (sq ft)	25 275	25 275	25 275	30 325

SEPARATOARE CENTRIFUGALE

- Realizeaza separarea pe principiul sedimentarii
- Pentru un debit de alimentare dat, gradul de separare atins depinde de:
 - grosimea stratului de lichid format la peretele tamburului
 - adancimea totala a tamburului

SEPARATOARE CENTRIFUGALE

- APLICATII:
 - Clarificari de lichide
 - Concentrari de suspensii
 - Separari de emulsii
 - Spalari de solide sau lichide

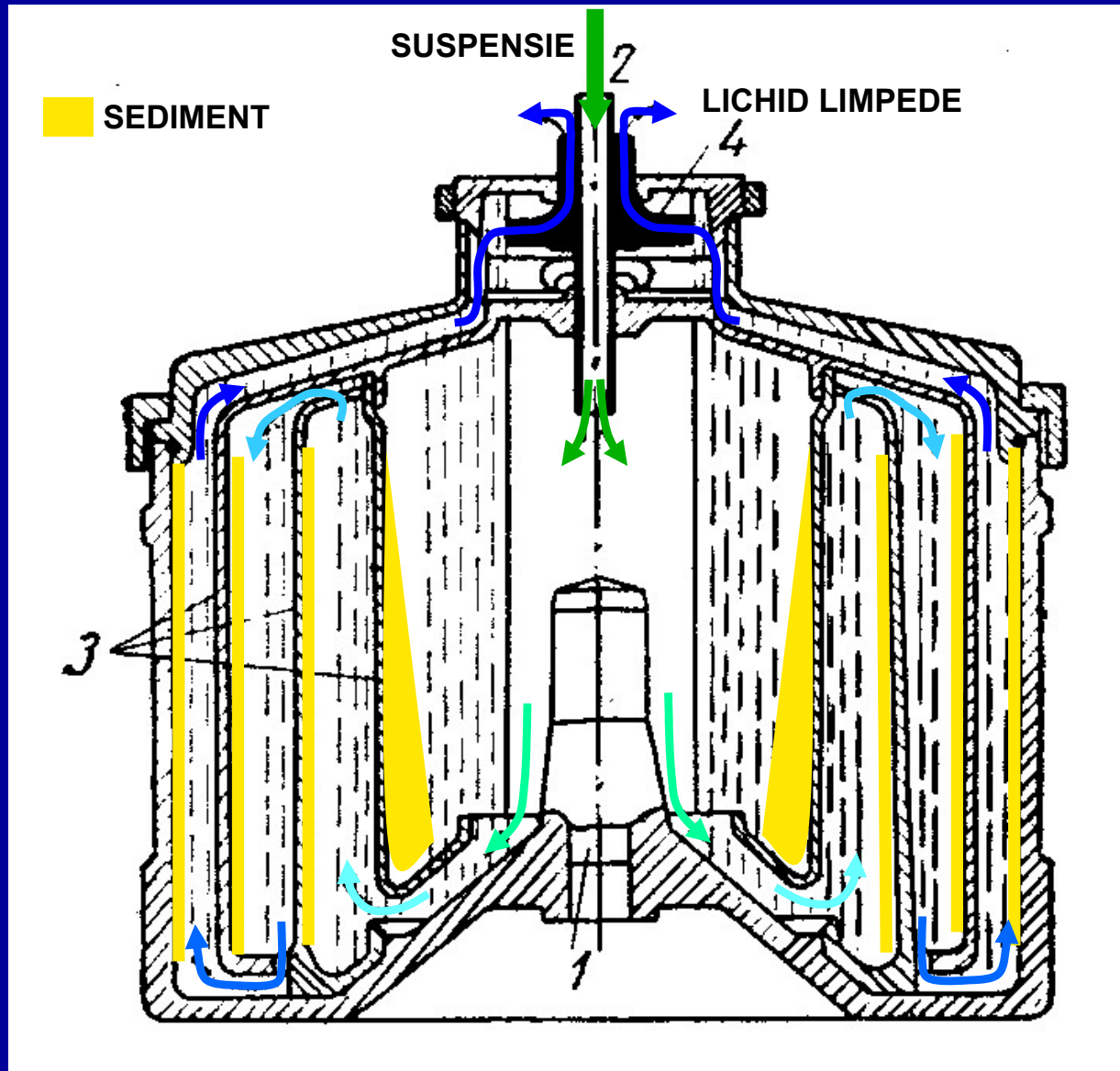
SEPARATOARE CENTRIFUGALE

- CLASIFICARE DUPA MODUL DE ALIMENTARE/EVACUARE PRODUSE:
 - Separatoare deschise:
 - Alimentarea si evacuarea produselor se realizeaza in contact cu atmosfera
 - Separatoare semiermetice:
 - Alimentarea - in contact cu atmosfera sau la presiune hidrostatica
 - Evacuarea - sub influenta presiunii imprimata de F_c ($P = 0,15 - 0,4 \text{ MPa}$)
 - Separatoare ermetice:
 - Alimentarea si evacuarea se realizeaza in sistem inchis, sub presiune.

SEPARATOARE CENTRIFUGALE

- CLASIFICARE CONSTRUCTIVA:
 - Separatoare cu talere cilindrice concentrice
 - Separatoare cu talere tronconice (majoritare)
- CLASIFICARE FUNCTIONALA:
 - Separatoare clarificatoare
 - Separatoare concentratoare
 - Separatoare dezemulsionatoare (ecrematoare)

SEPARATOARE CU TALERE CILINDRICE CONCENTRICE



1. arborele centrifugei
2. intrare suspensie
3. pereti cilindrici
4. dispozitiv de evacuare lichid

Functionare semicontinua:

Alimentarea susp.
si evacuarea
lichidului **continuu**

Evacuarea pp.
discontinuu, prin
demonstarea cfugii.

SEPARATOARE CU TALERE CILINDRICE CONCENTRICE



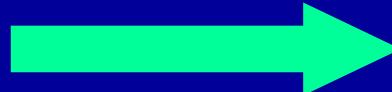
FRACTIONAREA
SANGELUI
UMAN

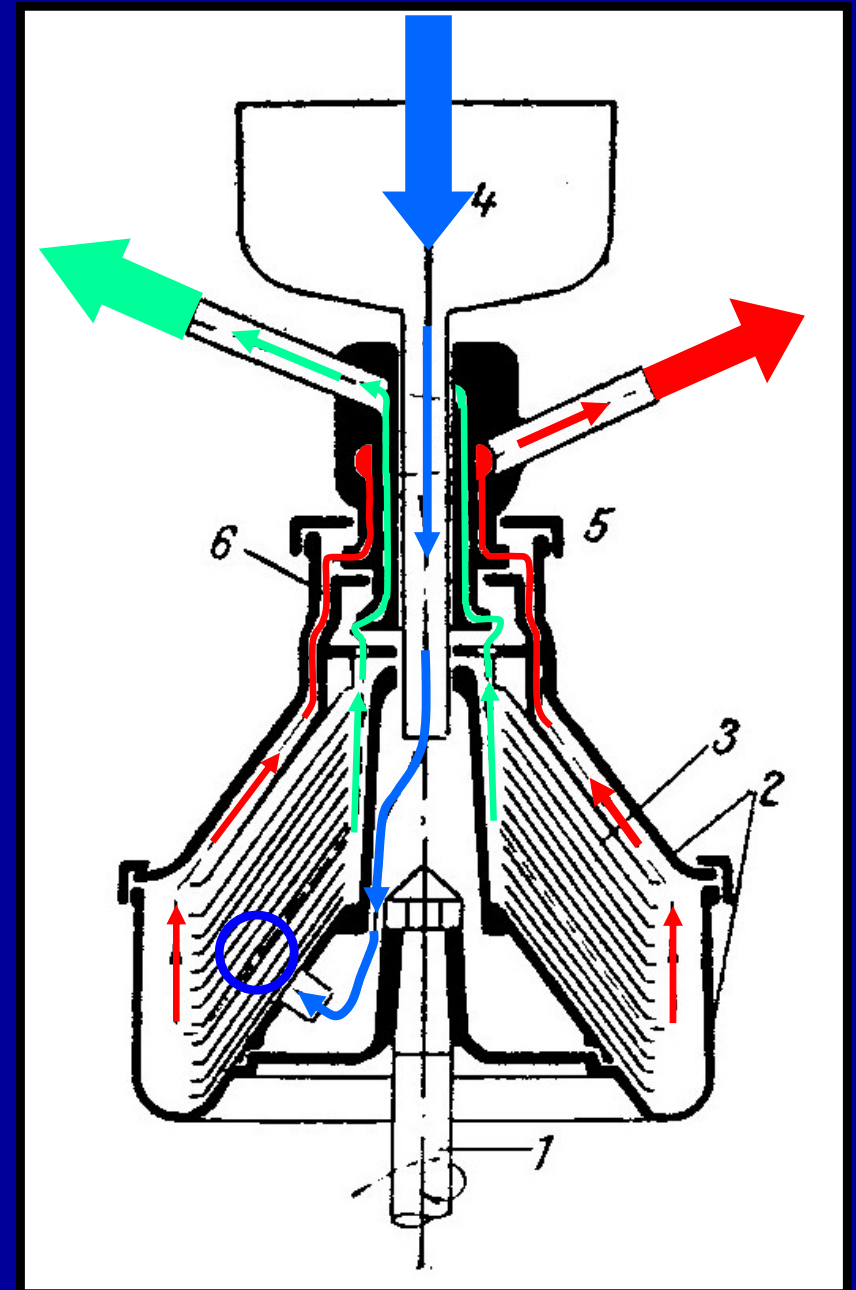
SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- Sunt cele mai vechi si cu cele mai multe utilizari
- Functioneaza in regim deschis, semiermetic, ermetic
- Pot fi separatoare: clarificatoare, concentratoare, ecrematoare
- Prototipul: separatorul de emulsii L - L cu aplicatii principale in:
 - Industria laptelui
 - Rafinarea uleiului

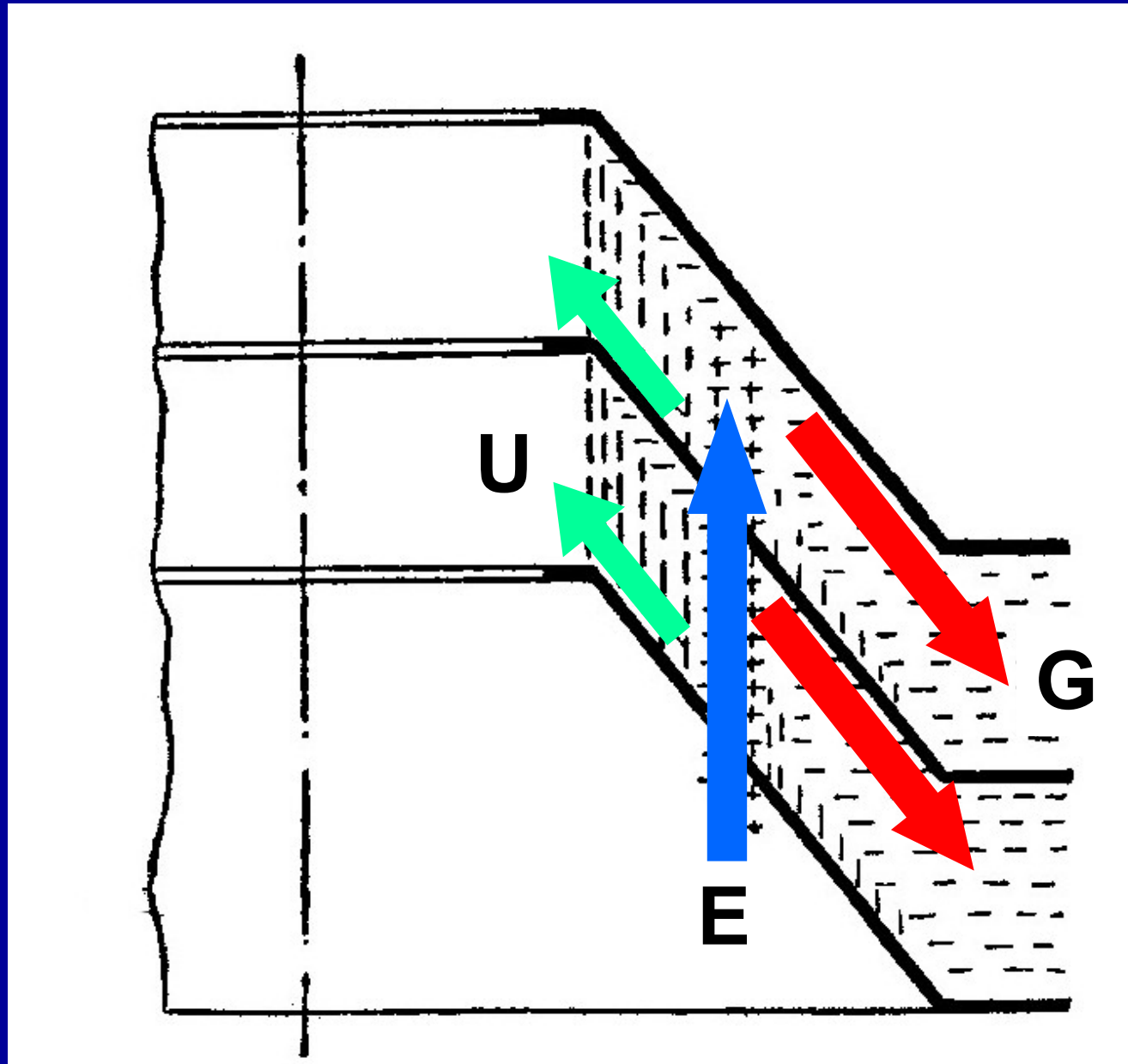
SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

1. Arbore
2. Tambur (toba)
3. Talere tronconice
4. Rezervor alimentare
5. Colector faza grea
6. Colector faza usoara

 Emulsie (E)
 Faza grea (G)
 Faza usoara (U)



SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

Caracteristicile separatoarelor cu talere

Distanța minimă dintre conuri	zecimi de mm	
Înclinația conu- rilor	30—40	grade
Productivitatea separatoarelor	40—7 500	l/h
Diametrul rotorului	200—300	mm
Turația	aprox. 600	rot/min

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

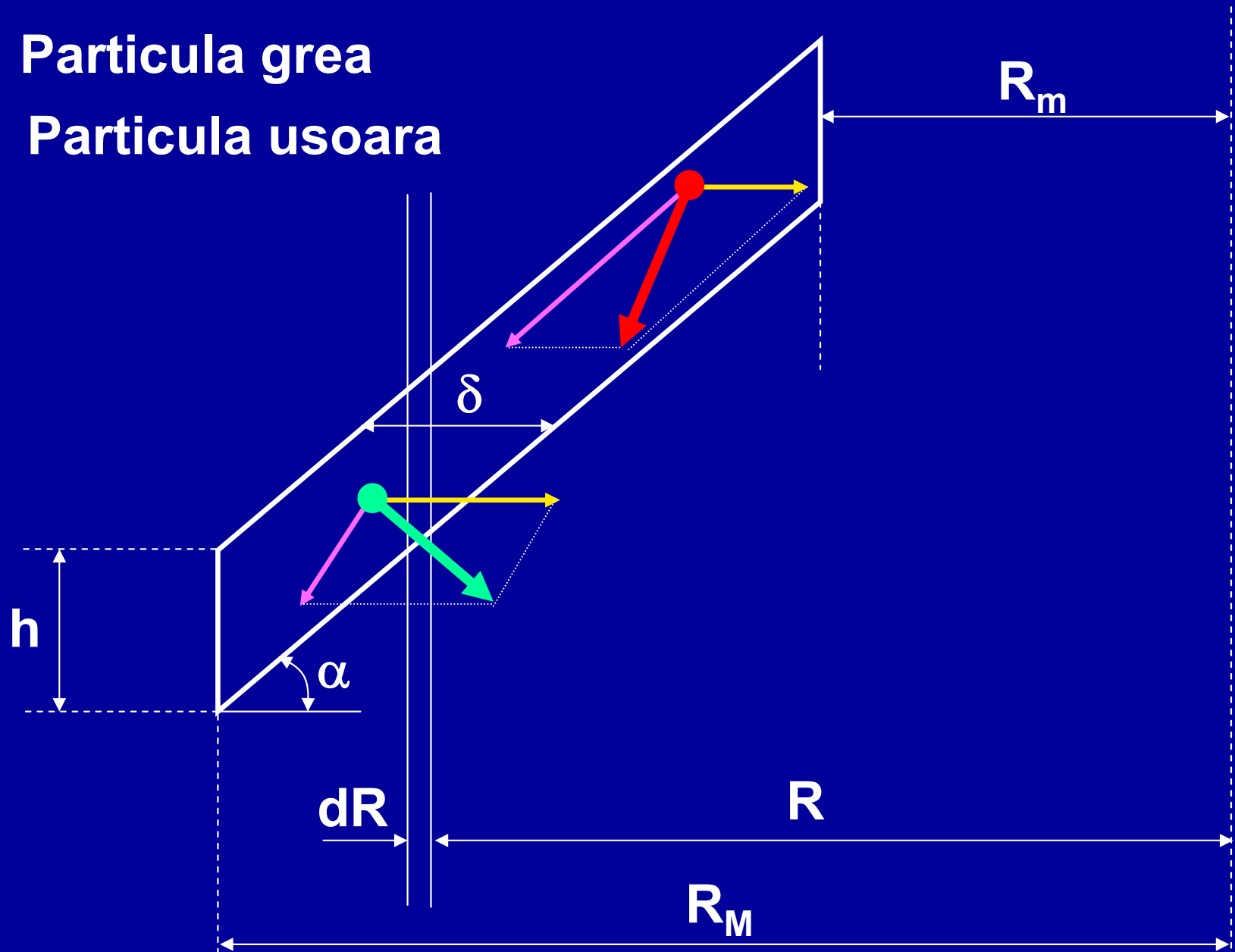
- Calculul debitului:

$$M_v = v_d \cdot 2\pi \cdot R \cdot \delta \cdot z \quad (39)$$

- M_v - debitul volumic
 - v_d - viteza de deplasare a particulelor
 - R - raza talerului
 - δ - dist. dintre talere
 - z - numarul de spatii intre talere
- Viteza part. = suma geometrica a vitezelor care actioneaza asupra particulei

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

-  Particula grea
-  Particula usoara



SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- Un volum elementar oarecare din tambur este:

$$dV = 2\pi \cdot h \cdot z \cdot R \cdot dR \quad (40)$$

- Timpul in care produsul supus separarii se afla in volumul dV :

$$d\tau = \frac{dV}{M_v} \quad (41)$$

- Adica:

$$d\tau = \frac{2\pi \cdot h \cdot z \cdot R \cdot dR}{M_v} \quad (42)$$

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- In acelasi timp $d\tau$, part. usoare se vor deplasa spre axa de rotatie cu distanta $d\delta$:

$$d\delta = v_{sc} \cdot d\tau \quad (43)$$

- in care v_{sc} - viteza de sedimentare in camp centrifugal
- Pentru regim laminar:

$$d\delta = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 \cdot (\rho_p - \rho_m)}{\mu} \cdot (2\pi \cdot n)^2 \cdot R \cdot d\tau \quad (44)$$

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- Eliminând $d\tau$ între (42) și (46) [durata de sedere a part. în vol. elementar și cea de parcurgere a distanței $d\delta$ fiind egale]:

$$d\delta = \frac{4}{9} \cdot \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot \pi^3 \cdot h \cdot z}{M_V} \cdot \frac{\rho_p - \rho_m}{\mu} \cdot R^2 \cdot dR \quad (45)$$

- Ținând seama de spațiul limitat între 2 talere:

$$\int_0^\delta d\delta = \frac{4}{9} \cdot \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot \pi^3 \cdot h \cdot z}{M_V} \cdot \frac{\rho_p - \rho_m}{\mu} \cdot \int_{R_m}^{R_M} R^2 \cdot dR \quad (46)$$

$$\delta = \frac{4}{27} \cdot \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot \pi^3 \cdot h \cdot z}{M_V} \cdot \frac{\rho_p - \rho_m}{\mu} \cdot (R_M^3 - R_m^3) \quad (47)$$

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- Inlocuind δ in ec. debitului (39):

$$M_V = \frac{4}{27} \cdot \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot \pi^3 \cdot h \cdot z}{\delta} \cdot \frac{\rho_p - \rho_m}{\mu} \cdot (R_M^3 - R_m^3) \quad (48)$$

- sau tinand seama ca: $\delta \cdot \operatorname{tg} \alpha = h$ (49)

- Rezulta:

$$M_V = \frac{4}{27} \cdot \pi^3 \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (\rho_p - \rho_m)}{\mu} \cdot (R_M^3 - R_m^3) \quad (50)$$

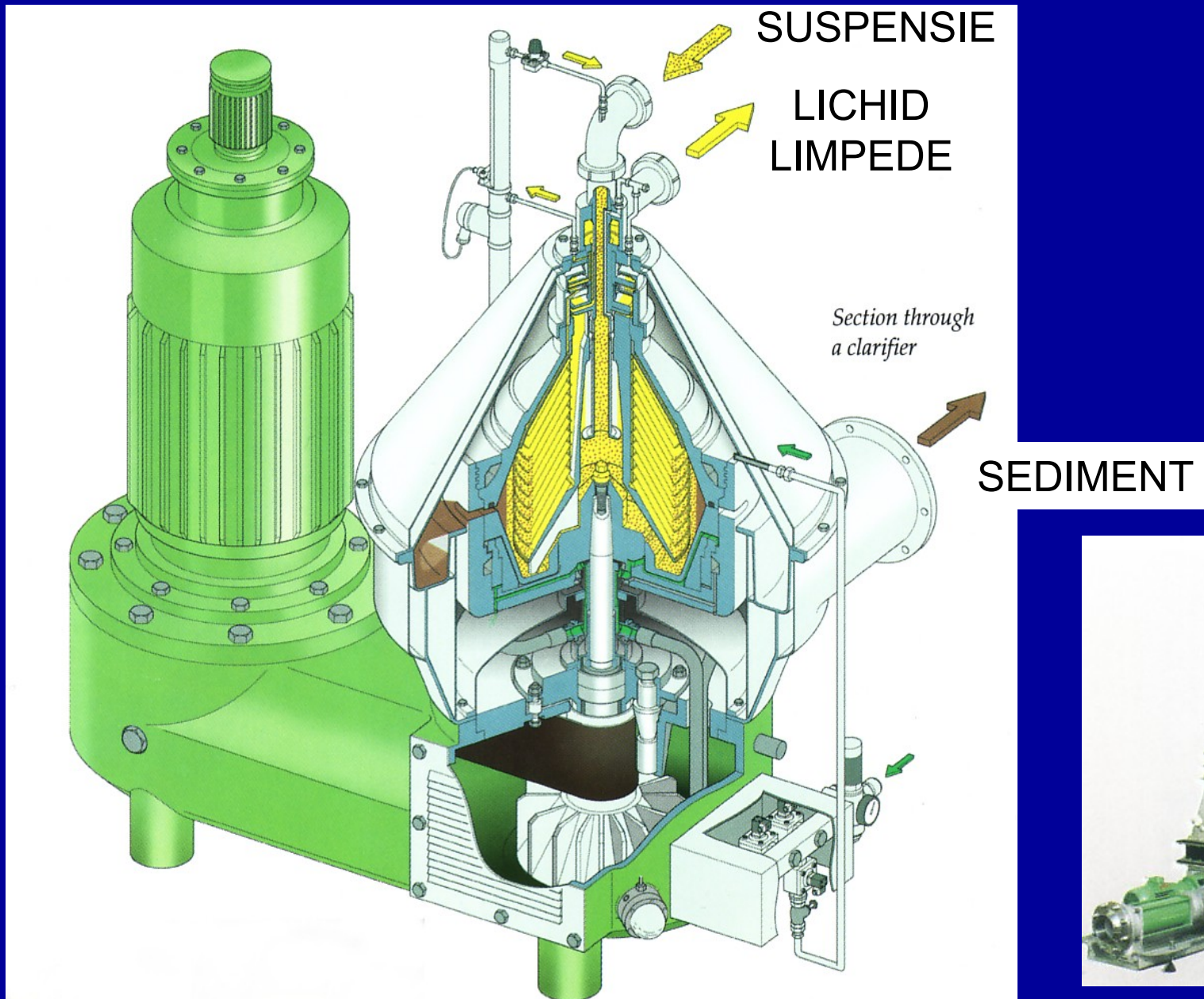
- **CONCLUZIE:** debitul unui separator nu depinde de distanta dintre talere ci numai de numarul talerelor si inclinatia talerului.

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- Relatia (50) s-a obtinut in conditii ideale:
 - Distributie uniforma a curentului in toate talerele;
 - Particule de forma sferica;
 - Nu s-a tinut cont de curentul de sens contrar in miscare intre talere.
- Cu corectii, debitul teoretic se micsoreaza cu un coeficient de randament, $\beta = 0,15 - 0,5$:

$$M_v = 4,73 \cdot \beta \cdot \frac{d^2 \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (\rho_p - \rho_m)}{\mu} \cdot (R_M^3 - R_m^3) \quad (51)$$

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

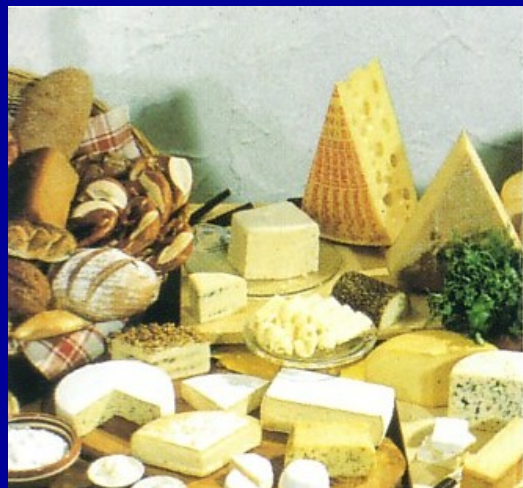


CLARIFICATOARE UTILIZATE IN FABRICAREA BERII

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



Clarificarea si ecremarea
zerului



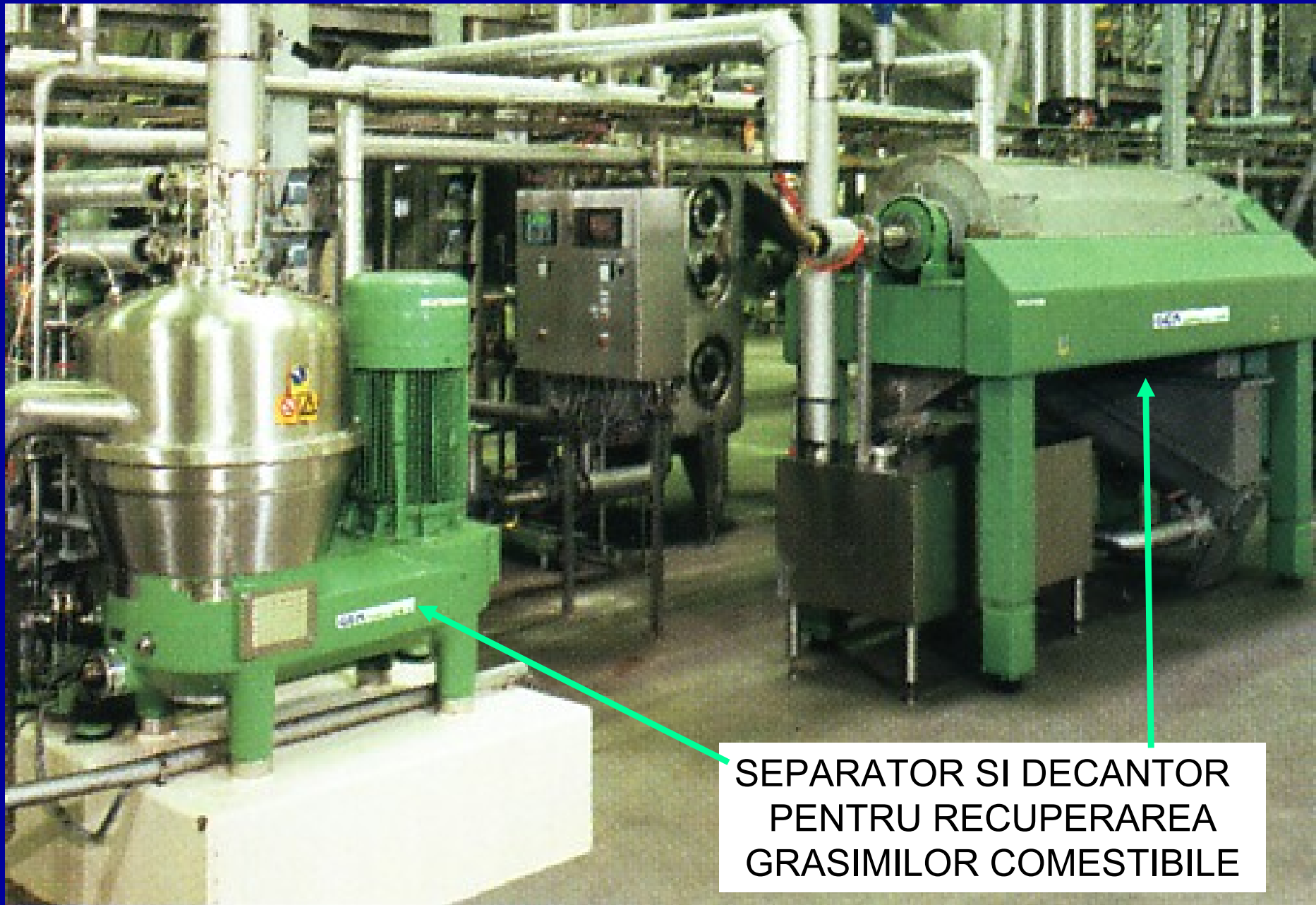
Separarea smantanii
din lapte

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



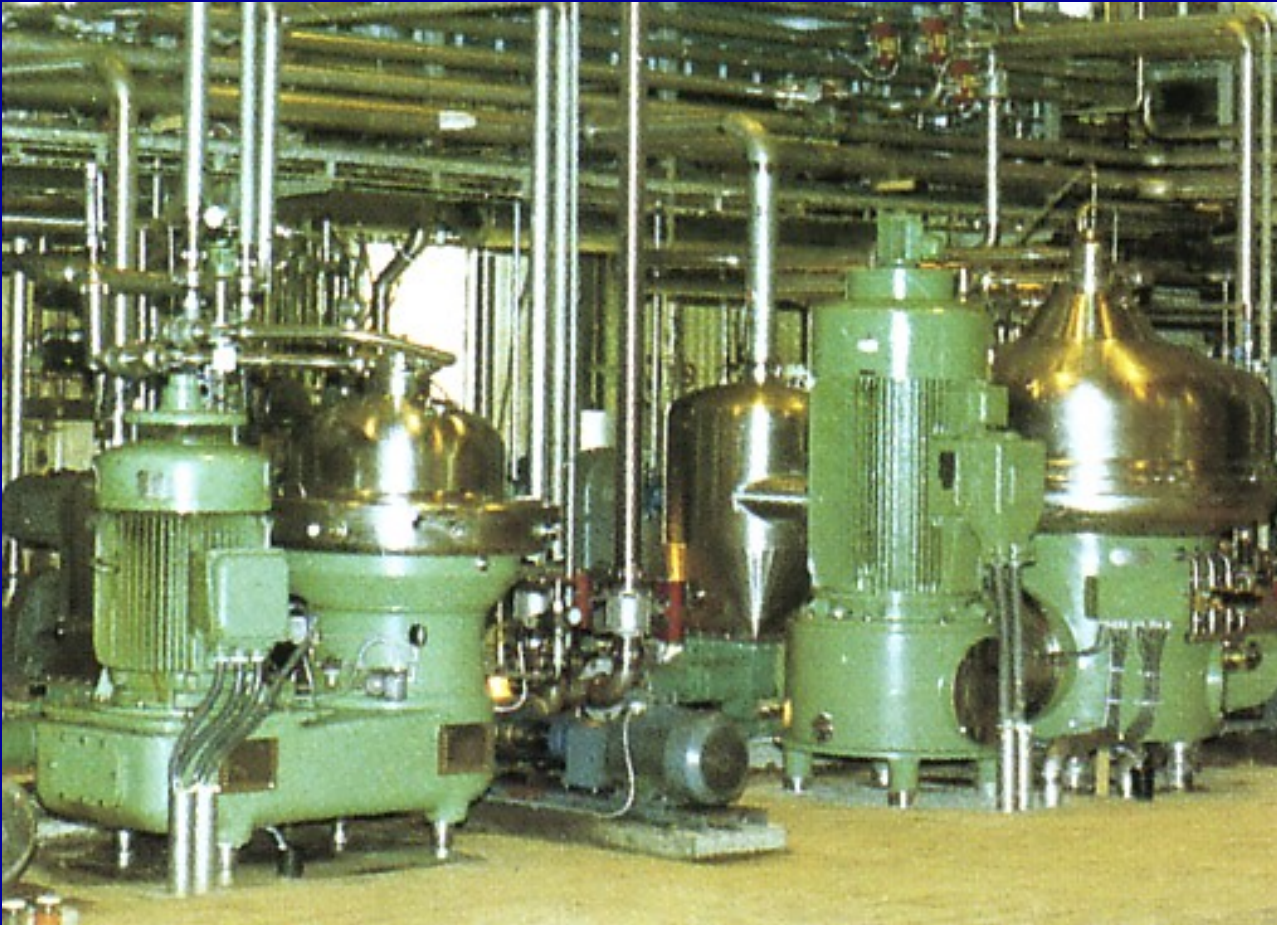
RAFINAREA
ULEIURILOR
COMESTIBILE

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



SEPARATOR SI DECANTOR
PENTRU RECUPERAREA
GRASIMILOR COMESTIBILE

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



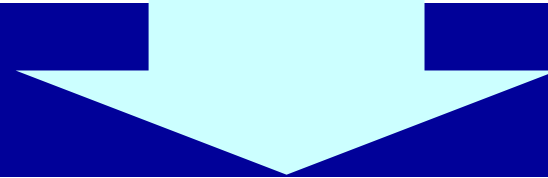
SEPARATOARE PENTRU
RECUPERAREA
ULEIULUI DE PESTE

SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE



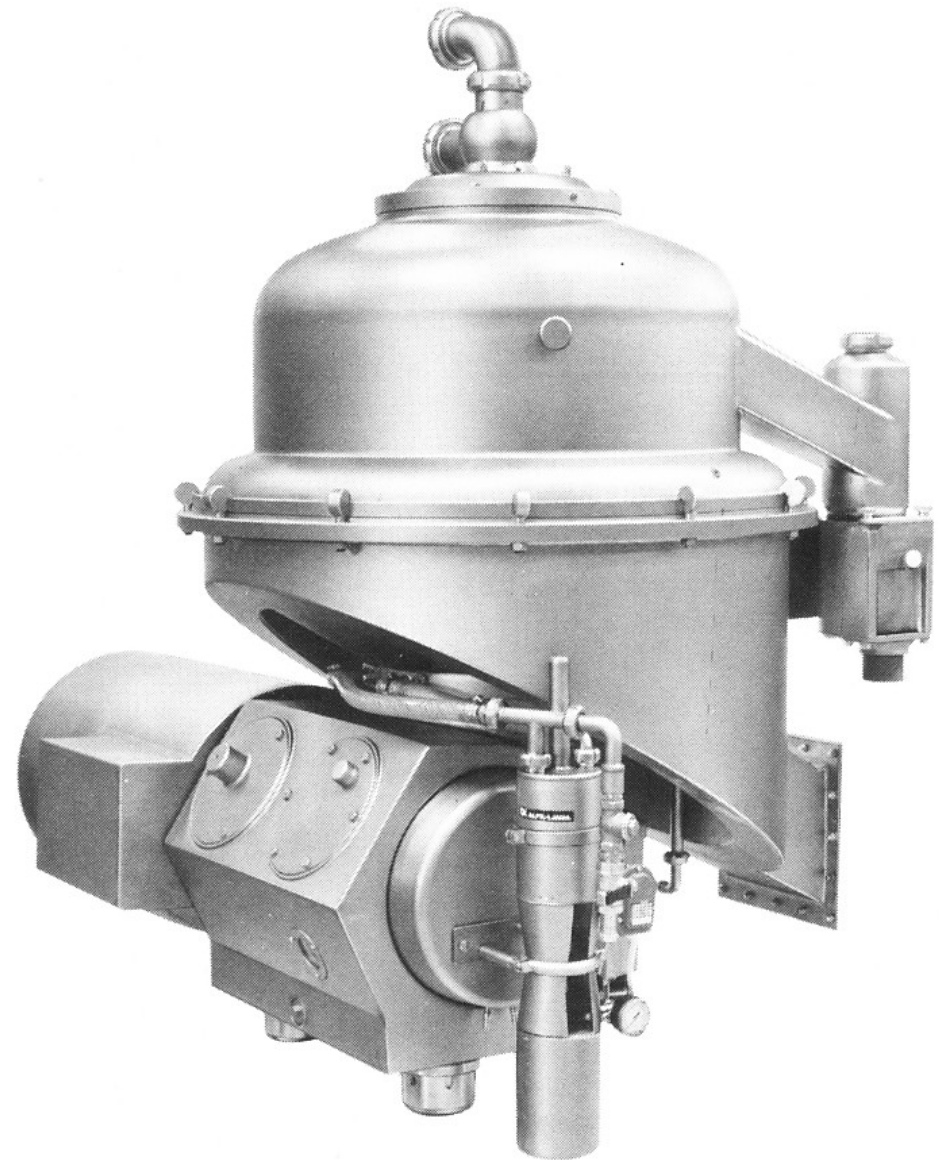
SEPARATOARE CU
AUTOCURATIRE
PENTRU
LIMPEZIREA APELOR
DE PROCES
DIN INDUSTRIA
AMIDONULUI

LINIE TEHNOLOGICA IN DOUA TREPTE
PENTRU LIMPEZIREA MELASEI



SEPARATOARE CU TALERE TRONCONICE

- **Separator AFPX 517**
 - XGV 14 - purificarea fazei usoare
 - XGV 74 - purificarea fazei grele, concentrarea fazei usoare
- Separator trifazic: L1, L2, S



AFPX 517 XGV complete with motor

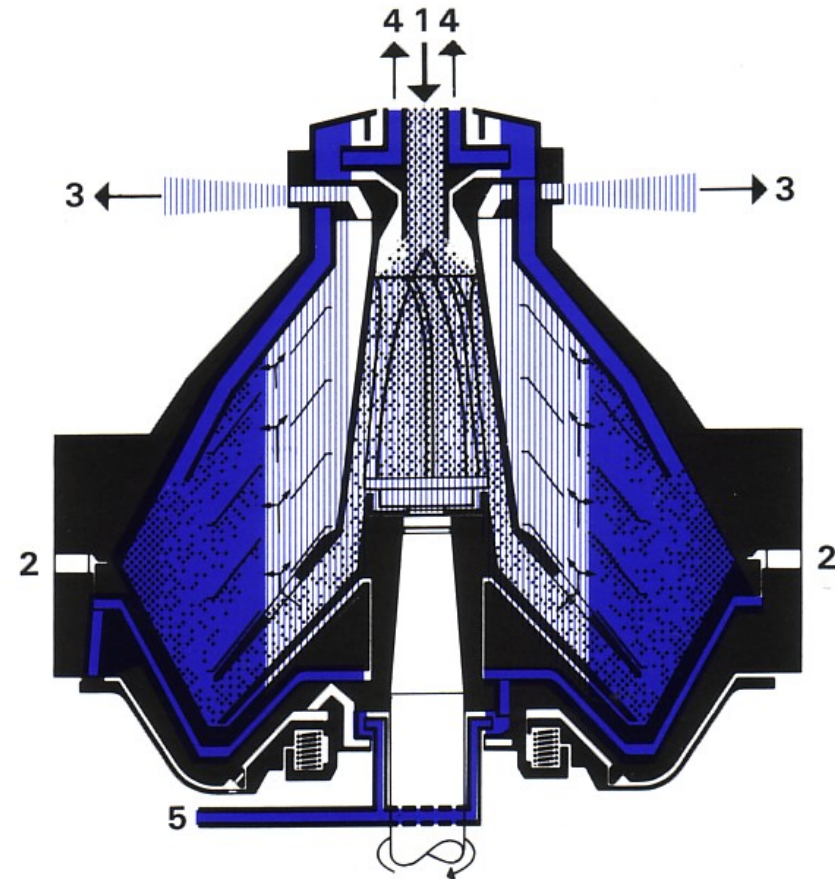
SEPARATORUL ALFA LAVAL AFPX 517

- **Separari:**

- Ape de presa de la prel. pestelui;
- Ape cu gelatine si cleiuri;
- Extracte de carne si peste.

- **Purificari:**

- Ulei de peste;
- Grasimi animale;
- Ulei de ficat de peste;
- Ulei din piele.



Longitudinal section through bowl in concentrator design. The bowl is shown in closed position. (5) indicates operating liquid keeping the sliding bottom closed against the bowl hood. By increasing or decreasing the pressure of the operating liquid the bowl is opened and closed respectively.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Feed | 4. Outlet for heavy phase (water) |
| 2. Outlet for solids | 5. Operating liquid. |
| 3. Outlet for light phase (oil or fat) | |

SEPARATORUL ALFA LAVAL AFPX 517

- **CARACTERISTICI TEHNICE:**

- Turatia tobei: 4135 rpm
- Turatia motorului:
 - 50 Hz: 1460 rpm
 - 60/Hz: 1750 rpm
- Forta centrifuga: 6225 g
- Volumul tobei: 58 L
- Volumul spatiului de namol: 26 L
- Putere instalata: 37 kW
- Pornire (stea-triunghi): 10-12 min.
- Opreire la 4 kPa: 2123 min.

SEPARATORUL ALFA LAVAL AEPX 517



PROCESUL	m^3/h
Sep. ape de presa la prelucrarea pestelui	25 - 30
Purificare ulei de peste	14 - 18
Purificare grasime animala	6 - 8

CICLOANE SI HIDROCICLOANE

- Viteza de sedimentare creste mult in camp de forte centrifugal
- La sedimentarea in camp centrifugal a unei suspensii $S - G$, legea lui Stokes se scrie ($\rho_p \gg \rho_g$):

$$V_{0,C} = \frac{1}{18} \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_p}{\mu} \cdot \omega^2 \cdot R$$

(52)

$$V_{0,C} = \frac{1}{18} \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_p}{\mu} \cdot \frac{v^2}{R}$$

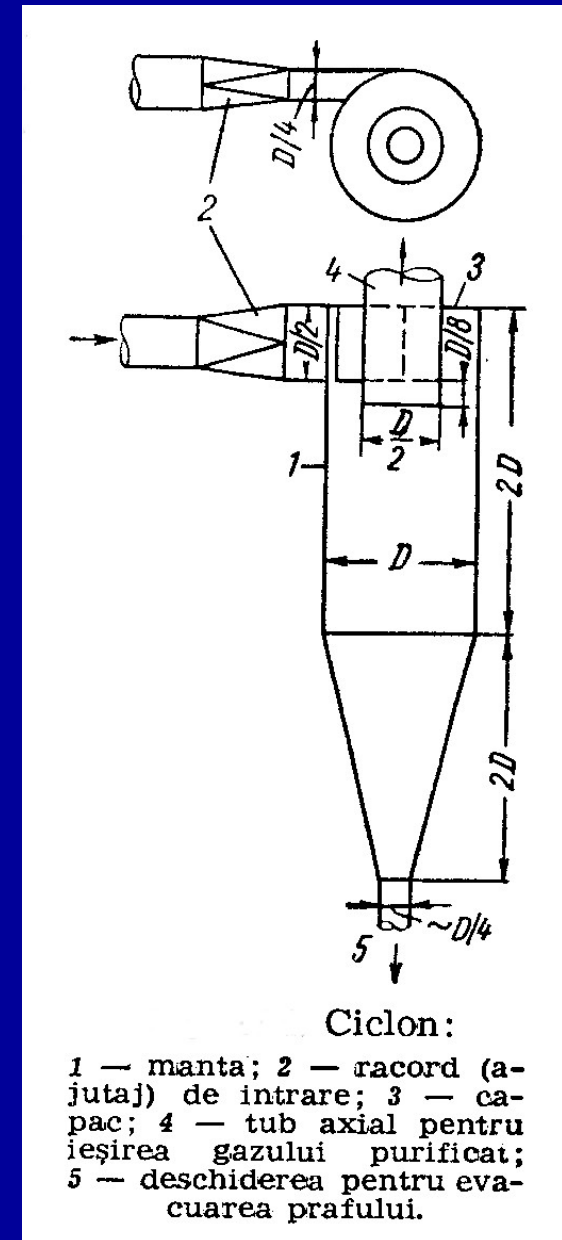
(53)

CICLOANE SI HIDROCICLOANE

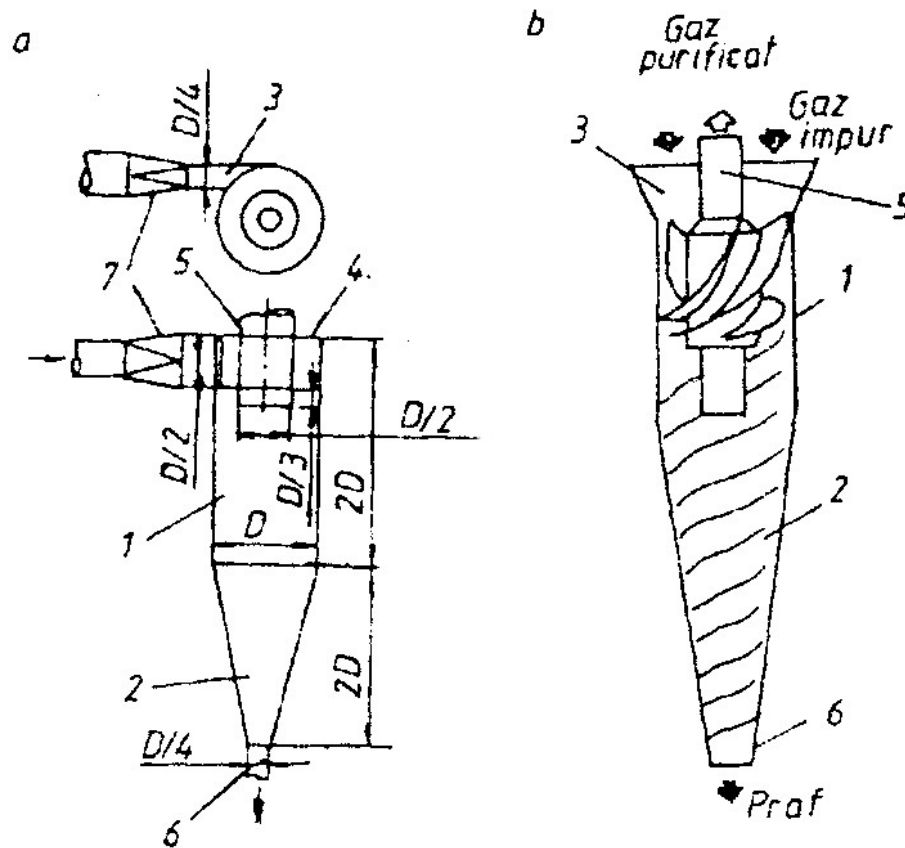
- Din (53) reiese ca viteza de sedimentare creste cu:
 - Patratul diametrului particulelor
 - Patratul vitezei gazului
 - Diminuarea razei de rotatie
 - **Eficacitatea de colectare a particulelor solide:**
 - Cresterea vitezei de sedimentare
 - Posibilitatea depunerii particulelor mai mici
- se poate mari:
- marind viteza gazului
 - micșorand raza de rotatie

CICLONUL

- Destinatie: separarea prafului din gaze
- Principiu de functionare: marirea vitezei de sedimentare (de 5 - 2500 ori) prin utilizarea campului centrifugal
- Se pot elimina particule de pana la $10\ \mu\text{m}$
- Se pot realiza eficiente de colectare de pana la 99%



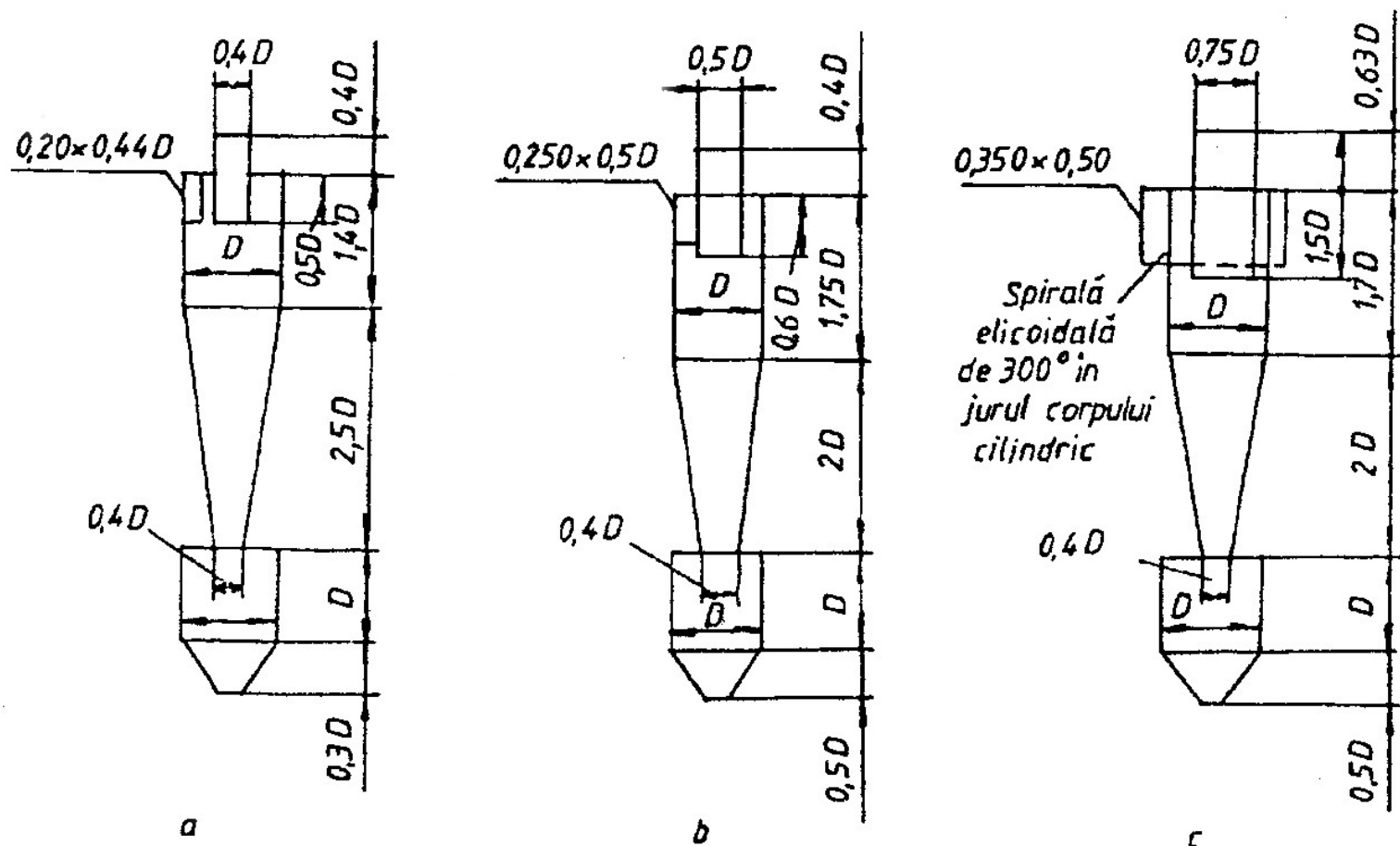
CICLONUL



Tipuri de cicloane:

a – ciclon cu intrare tangențială și dimensiuni relative recomandate; *b* – ciclon cu intrare axială: 1 – manta cilindrică; 2 – manta conică; 3 – racord intrare gaz impur; 4 – capac; 5 – tub central de ieșire a gazului purificat; 6 – deschidere-evacuare praf; 7 – ajutor de modificare a secțiunii circulare a conductei la secțiunea dreptunghiulară a racordului 3.

CICLONUL



Cicloane moderne.

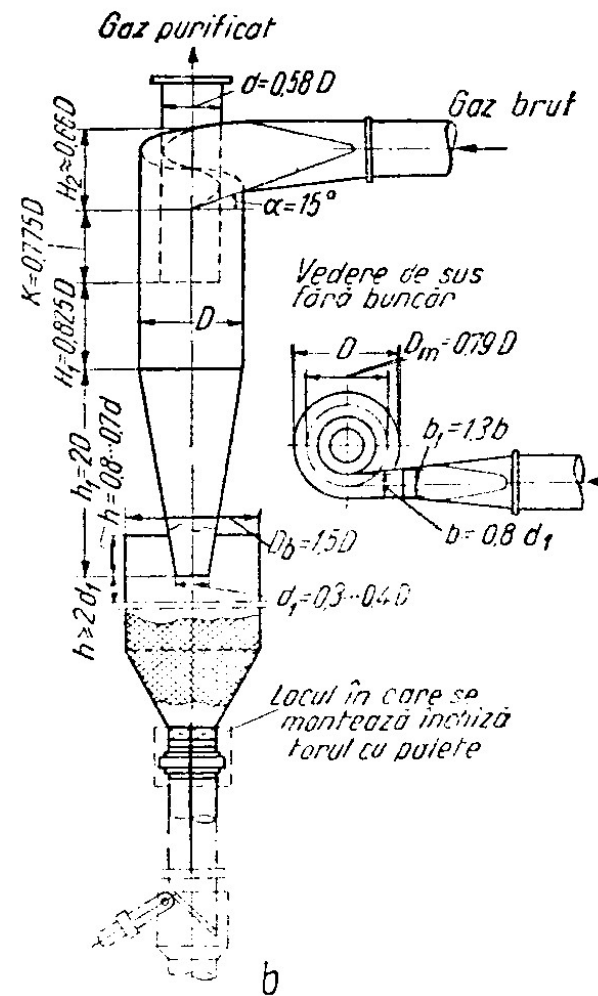
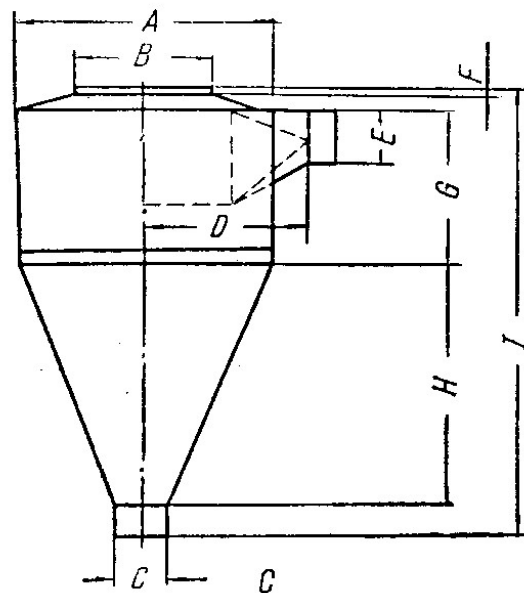
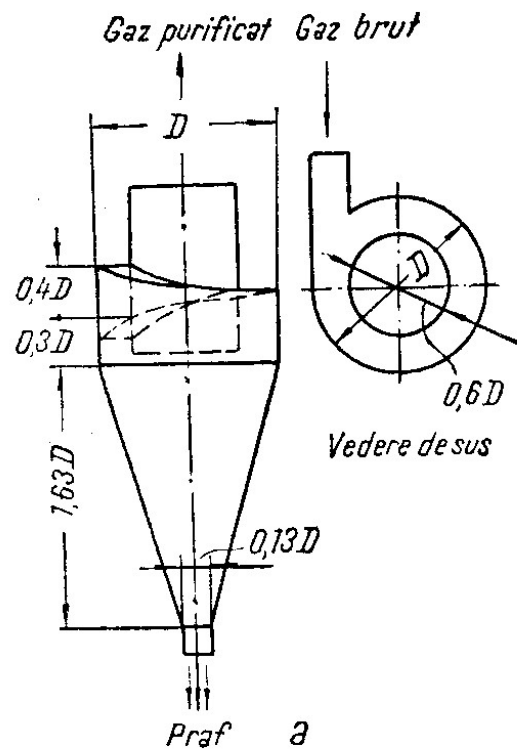


Fig. 17.5. Tipuri de cicloane:
 a — ciclon conic (construcție LIOT); b — ciclon (construcție NIOGAZ); c — ciclon standard.

CICLONUL

Dimensiunile ciclonului din fig. 17.5, c

Debitul de gaz [m ³ /s]	Dimensiunile, în mm, (după indicațiile din fig. 17.5, c)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0,57	975	535	} 203	740	205	76	535	975	1 655
1,74	1 830	965		1 145	355	157	1 315	1 735	3 355
3,58	2 440	1 340		1 400	510	157	1 730	2 615	3 600
5,67	3 050	1 730		1 990	635	254	2 135	3 125	5 720
11,3	4 275	2 340		2 740	915	305	2 945	4 275	7 750
18,9	5 490	2 945		3 583	1 170	405	3 840	5 490	9 930
22,2	6 100	3 355		3 970	1 270	455	4 275	6 100	11 065

Diametrul minim al particulelor care se depun

- La intrare in ciclon, particula cu diametrul d_m se gaseste langa tubul central cu diametrul $D/2$ - pozitia cea mai defavorabila depunerii
- Pentru depunere, particula parcurge drumul $R/2$
- Durata depunerii:

$$\tau = \frac{R}{2\bar{v}_{0,m}} \quad (54)$$

- In timpul τ gazul parcurge drumul circular:

$$\tau = \frac{2\pi \cdot R \cdot n}{v} \quad (55)$$

Diametrul minim al particulelor care se depun

- NOTATII:

- τ - durata de la inceputul sedimentarii (intrarii in ciclon)
- R - raza ciclonului
- $v_{0,m}$ - viteza medie de sedimentare a particulelor de diametru d_m
- d_m - diametrul minim (al celor mai mici particule care se depun in ciclon)
- n - numarul de rotatii pana la depunerea particulelor (uzual, $n > 1,5$)
- v - viteza tangentiala a gazului, egala cu viteza gazului in ajutorul de intrare

Diametrul minim al particulelor care se depun

- Eliminând τ între (54) și (55):

$$\frac{1}{2} \bar{v}_{0,m} = \frac{2\pi \cdot n}{v} \quad (56)$$

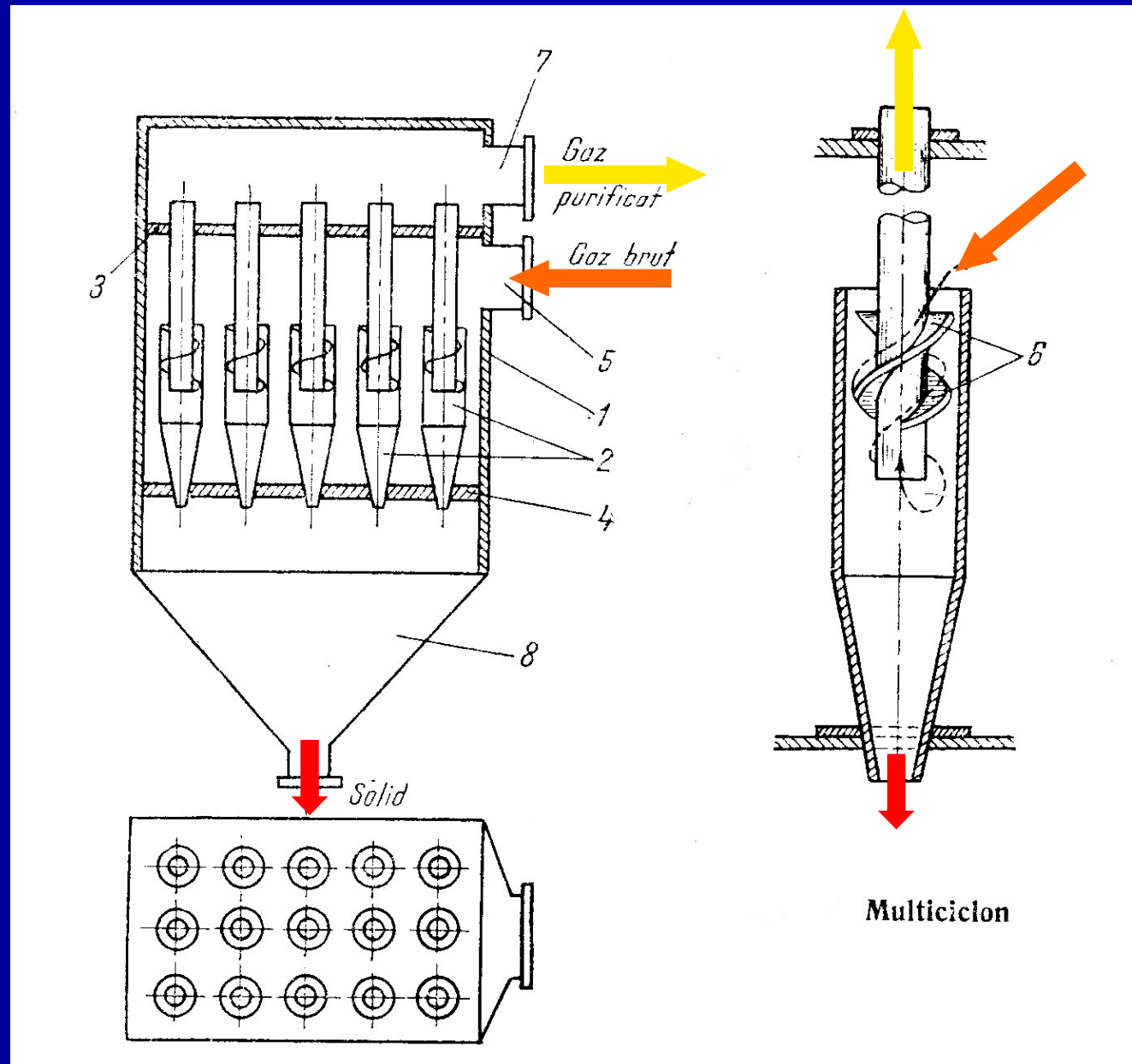
- Inlocuind $v_{0,m}$ din (53):

$$d_m = 3 \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot R}{2\pi \cdot n \cdot v \cdot \rho_p}} \quad (57)$$

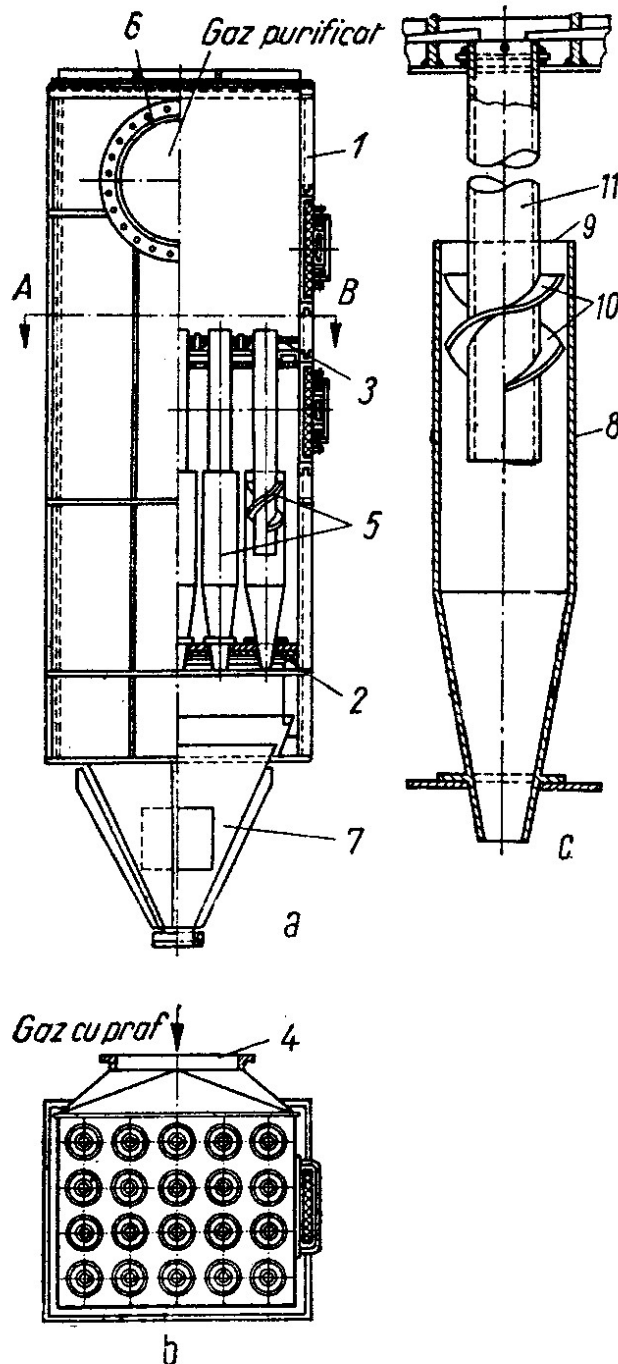
BATERII DE CICLOANE

- Ec. (57) arata ca d_m este mai mic (eficacitatea este mai mare) cu cat raza R a cicloului este mai mica;
- Se construiesc cicloane cu $R = 150 - 200$ mm, asociate (in cazul debitelor mari de gaz) in baterii de cicloane = cicloane celulare = multicicloane

MULTICICLON



BATERII DE CICLOANE

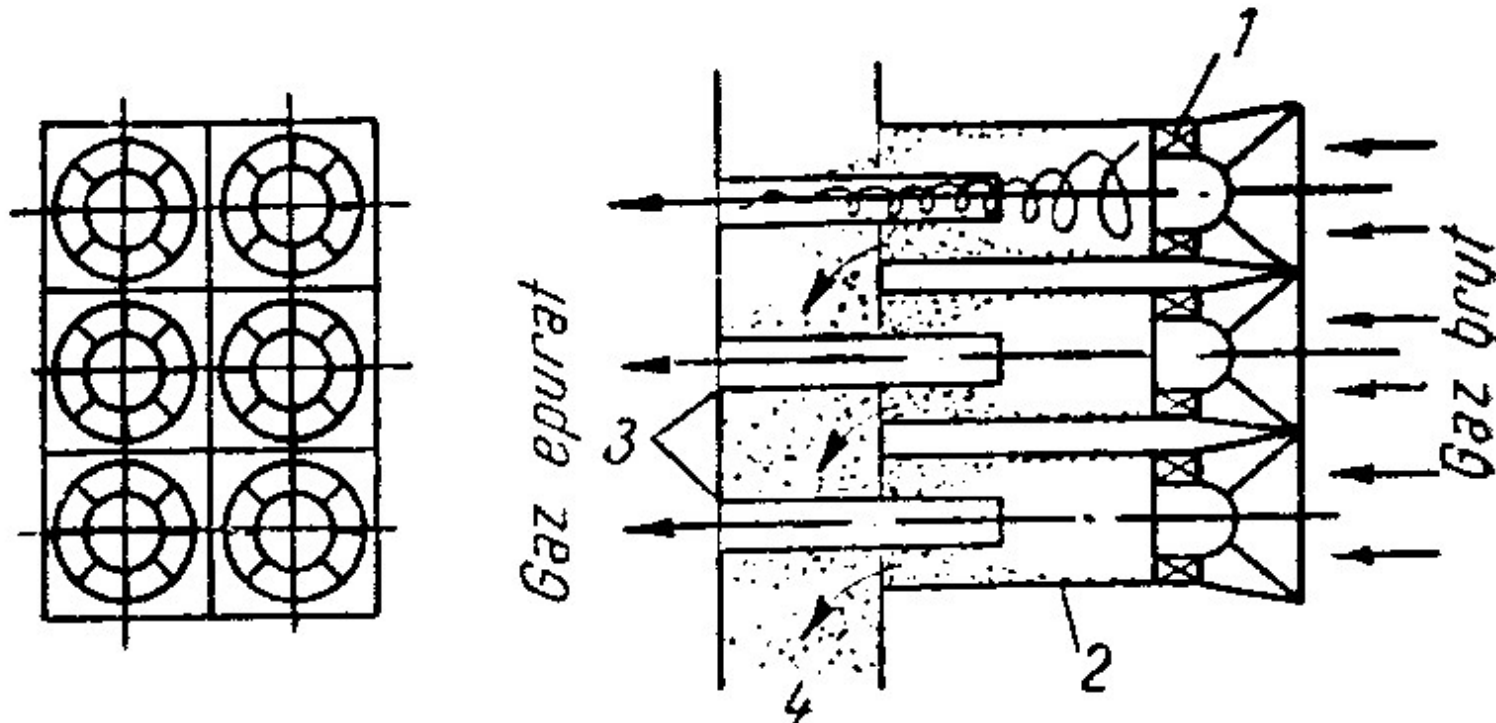


Baterie de cicloane:

a — vedere și secțiune verticală; *b* — secțiune orizontală *AB*; *c* — element de multiciclon:

1 — mantaua aparatului; 2 — placă tubulară inferioară; 3 — placă tubulară superioară; 4 — racord pentru intrarea gazului brut; 5 — elementele bateriei de cicloane; 6 — racord pentru ieșirea gazului epurat; 7 — spațiu, de formă piramidală, pentru colectarea și evacuarea prafului; 8 — mantaua ciclonului; 9 — deschiderea pentru intrarea gazului brut în cicloane; 10 — suprafețe elicoidale; 11 — tub pentru ieșirea gazului epurat.

BATERII DE CICLOANE



Cicloane celulare;

1 — coroană de palete; 2 — tub de separare; 3 — tub pentru conducerea gazului epurat; 4 — camera pentru colectarea prafului.

BATERII DE CICLOANE

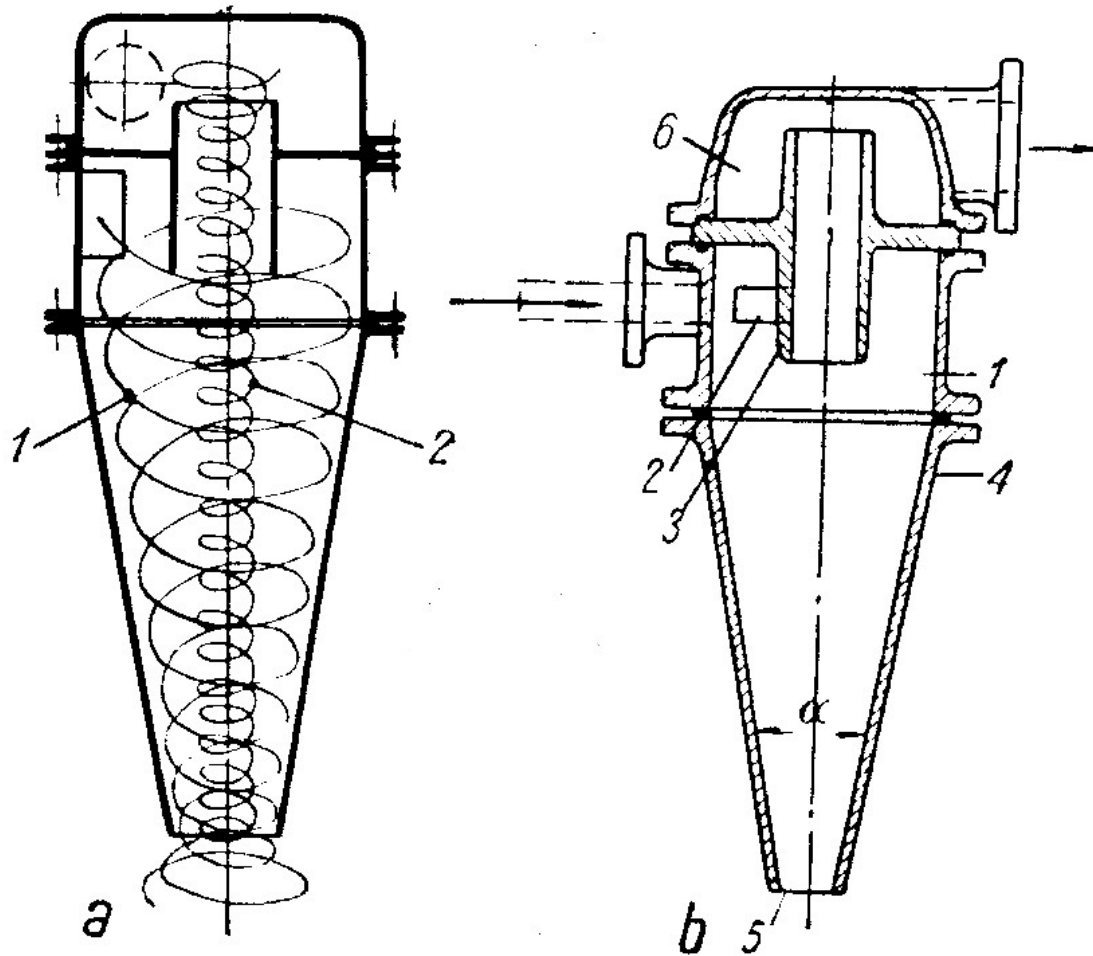
Date practice pentru cicloane și multicicloane

Eficacitatea de colectare, normal	η	70—80	%
exceptional	η	99	%
Diametrul minim al particulelor depuse — normal	d_m	200—5	m
— excepțional, cu particule aglomerabile	d_m	0,1	m
Viteza maximă a gazului la intrarea în ciclon	v	20	m/s
Temperatura maximă de utilizare	t	1 000	°C
Presiunea maximă de utilizare	p	$500 \cdot 10^5$	Pa
Pierdere de presiune (rezistența hidraulică)	Δp		
— în cicloane		400—850	Pa
— în multicicloane, la sarcină normală		350—500	Pa
la sarcină maximă		600—850	Pa

HIDROCICLONUL

- Introdus in 1930 pentru separarea fazei disperse din suspensii sub forma de namol subtire;
- In ind. alimentara se foloseste in:
 - Industria amidonului
 - Industria zaharului
 - Industria grasimilor vegetale si animale
 - Purificarea apelor reziduale
- Dp dv constructiv si functional seamana cu ciclonul

HIDROCICLONUL



Hidrociclon:

a — schema de funcționare; 1 — curent de suspensie; 2 — curent de lichid limpezit;
b — hidrociclon industrial; 1 — manta cilindrică; 2 — racord de intrare; 3 — tub de evacuare a lichidului limpezit; 4 — manta conică; 5 — deschidere pentru evacuarea nămolului; 6 — cameră de evacuare.

HIDROCICLONUL

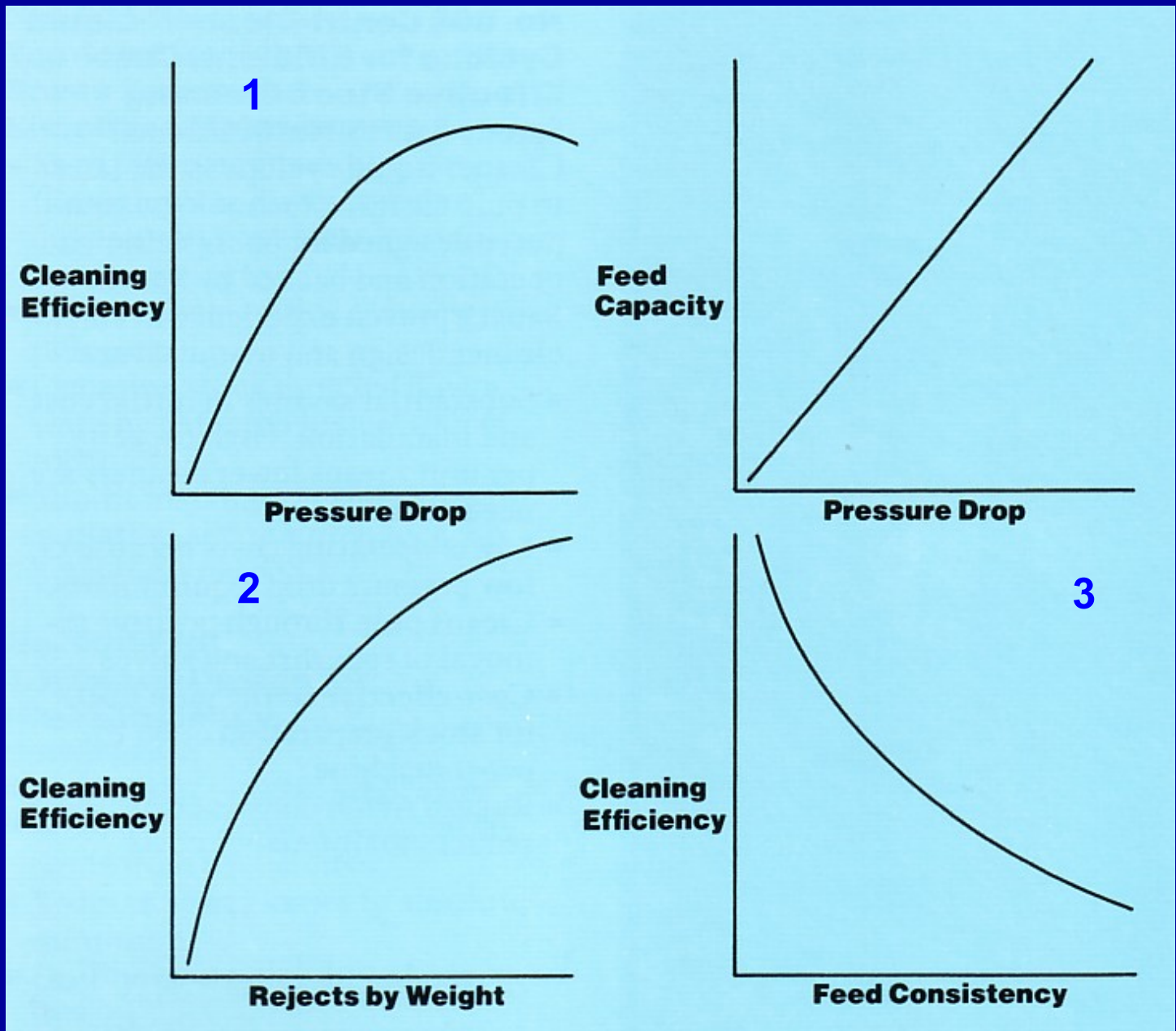
Date caracteristice pentru hidrocicloane

Mărimea particulelor separate	200—2	μm
Debitul suspensiei	0,05—6	m^3/min
Suprapresiunea suspensiei la intrarea în hidrociclon	$0,34 \cdot 10^5$ — $7,8 \cdot 10^5$	Pa
Diametrul hidrociclonului	75—600	mm

HIDROCICLONUL

Variabilele
care
afecteaza
eficienta unui
hidrociclon:

1. ΔP
2. % refuz
3. conc. alim.

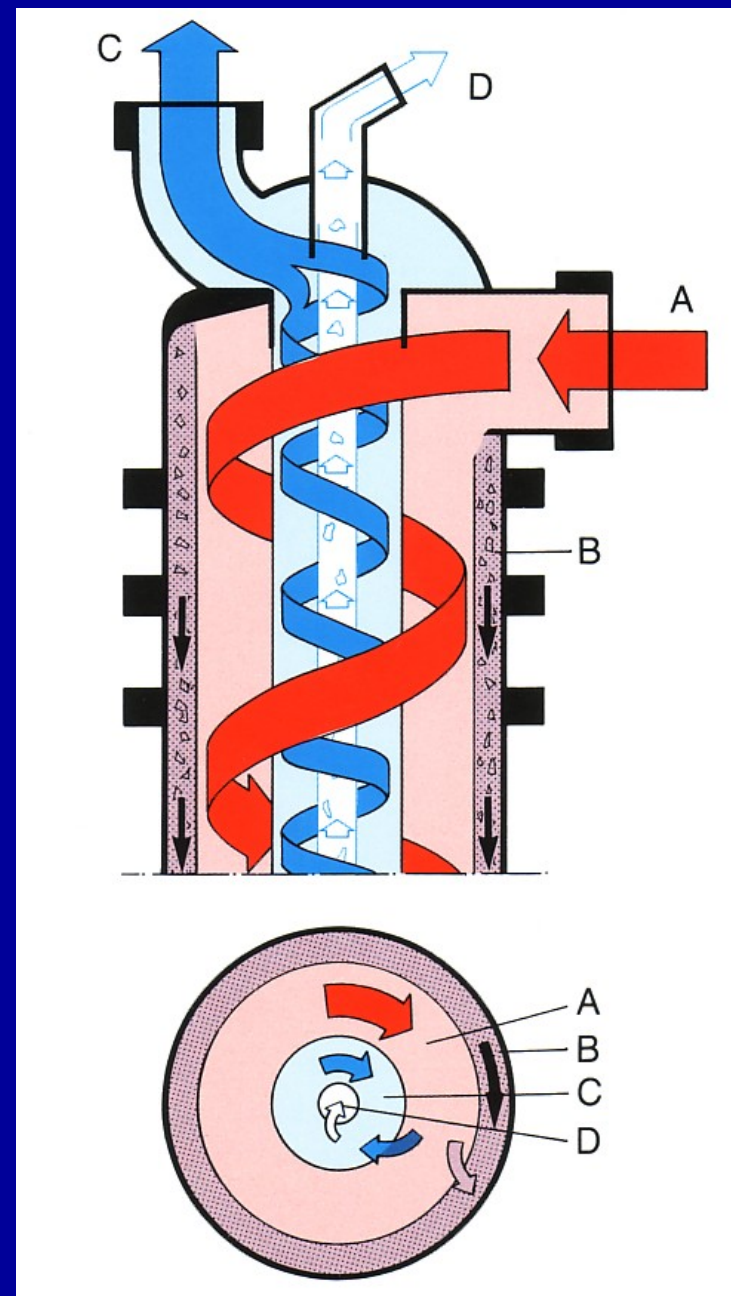


HIDROCICLONUL

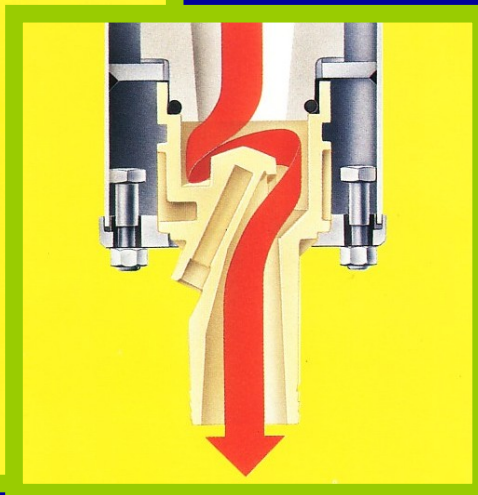
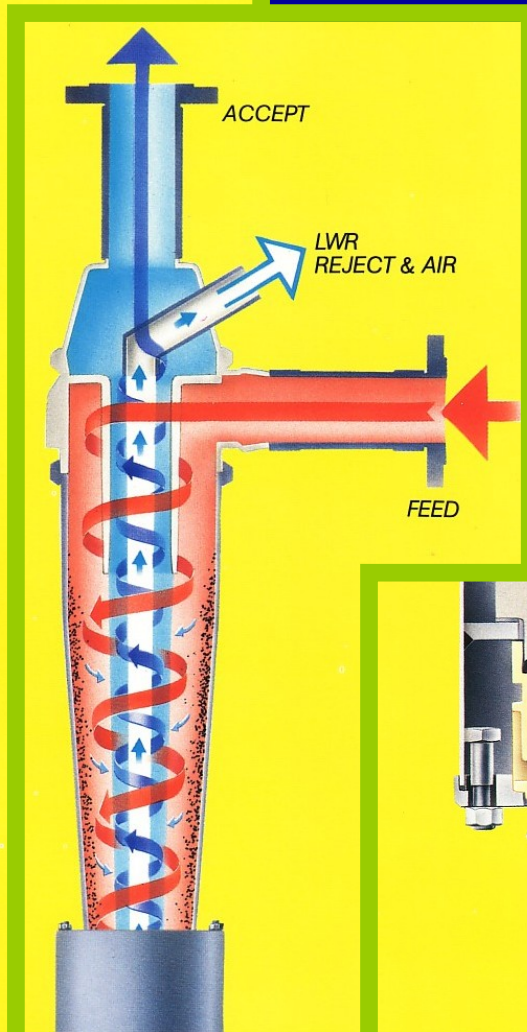
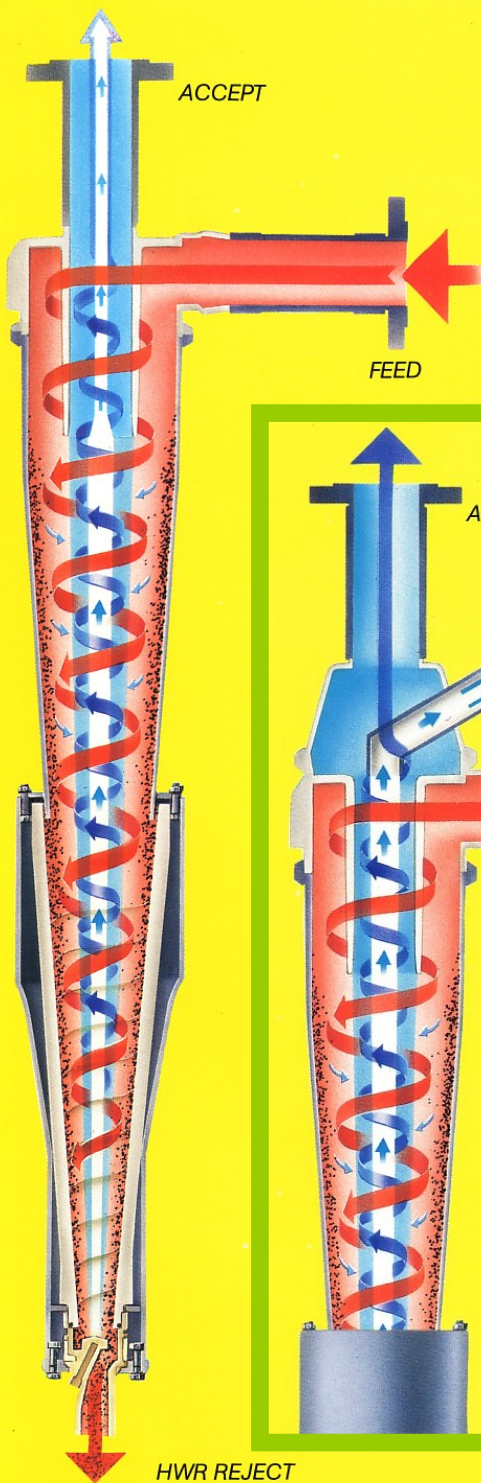


CLEANPAC 350 Combi

A – Alimentare
suspensie;
B – Evacuare
impuritati grele;
C – Evacuare lichid;
D – evacuare
impuritati usoare si
gaze (aer).

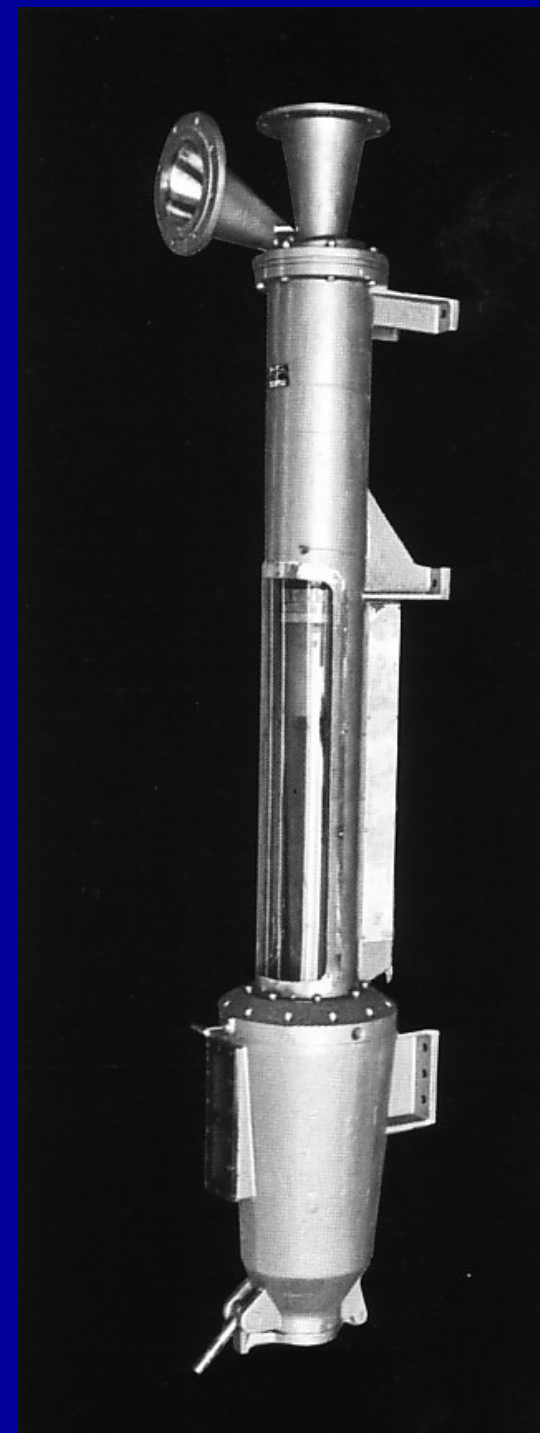
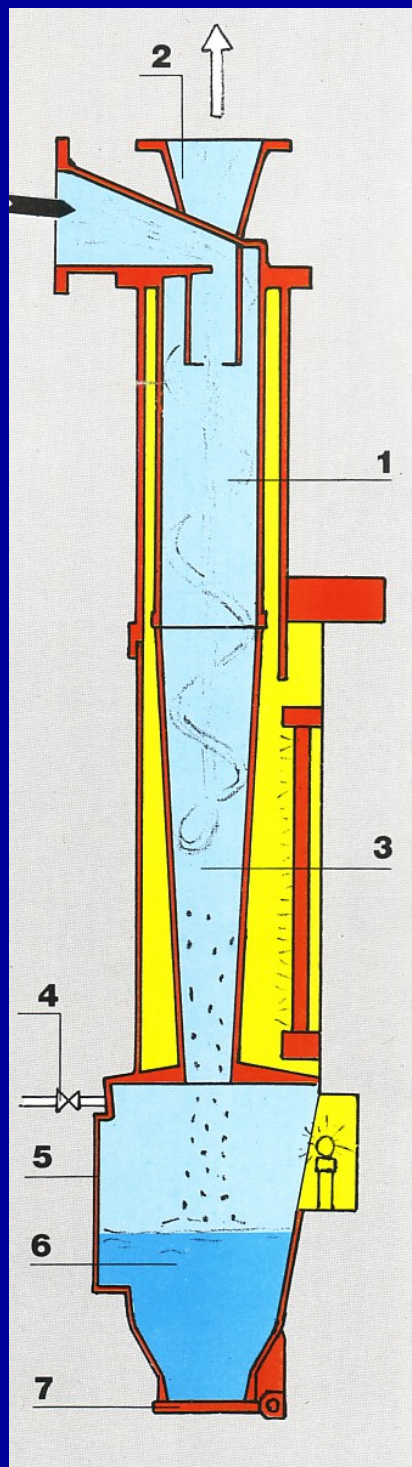


HIDROCICLONUL



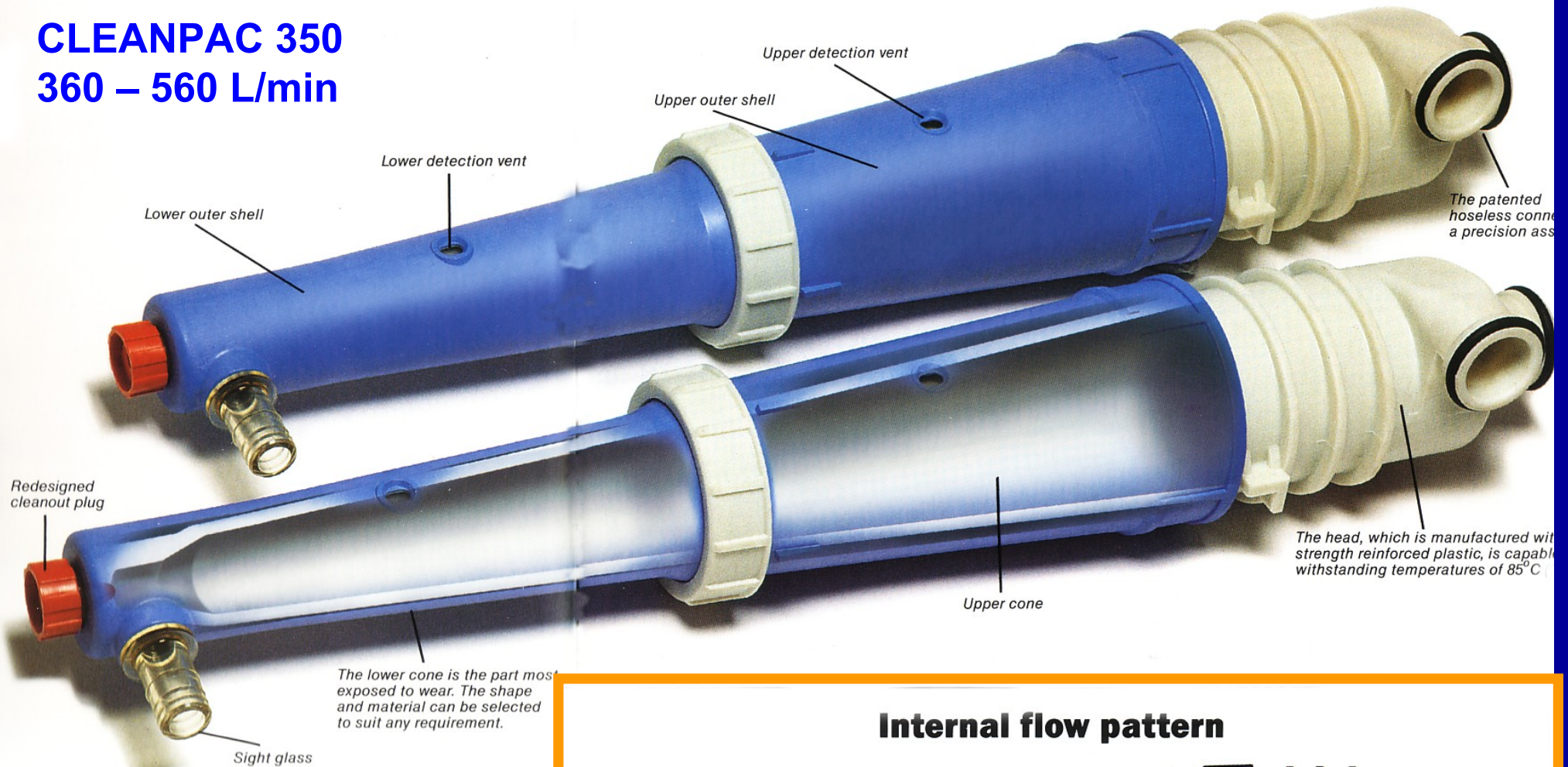
HIDROCICLONUL

- Hidrociclon pentru epurarea pastelor fibroase de 3 - 6% consistenta:
- 1 - zona cilindrica;
- 2 - racord accept;
- 3 - zona conica iluminata;
- 4 - robinet cu ac;
- 5 - vizor;
- 6 - colector de refuz;
- 7 - capac golire refuz

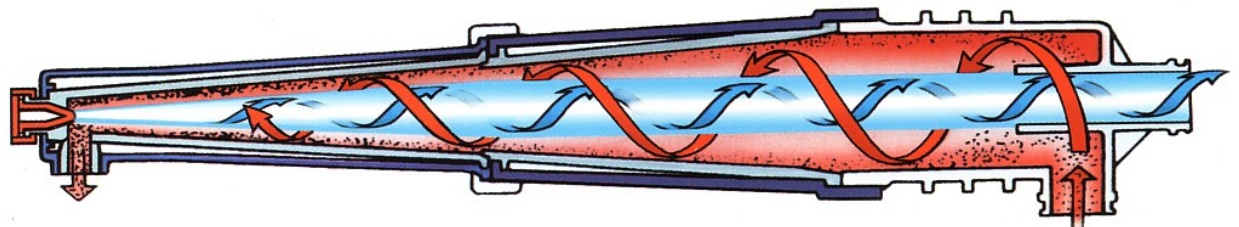


HIDROCICLONUL

CLEANPAC 350
360 – 560 L/min

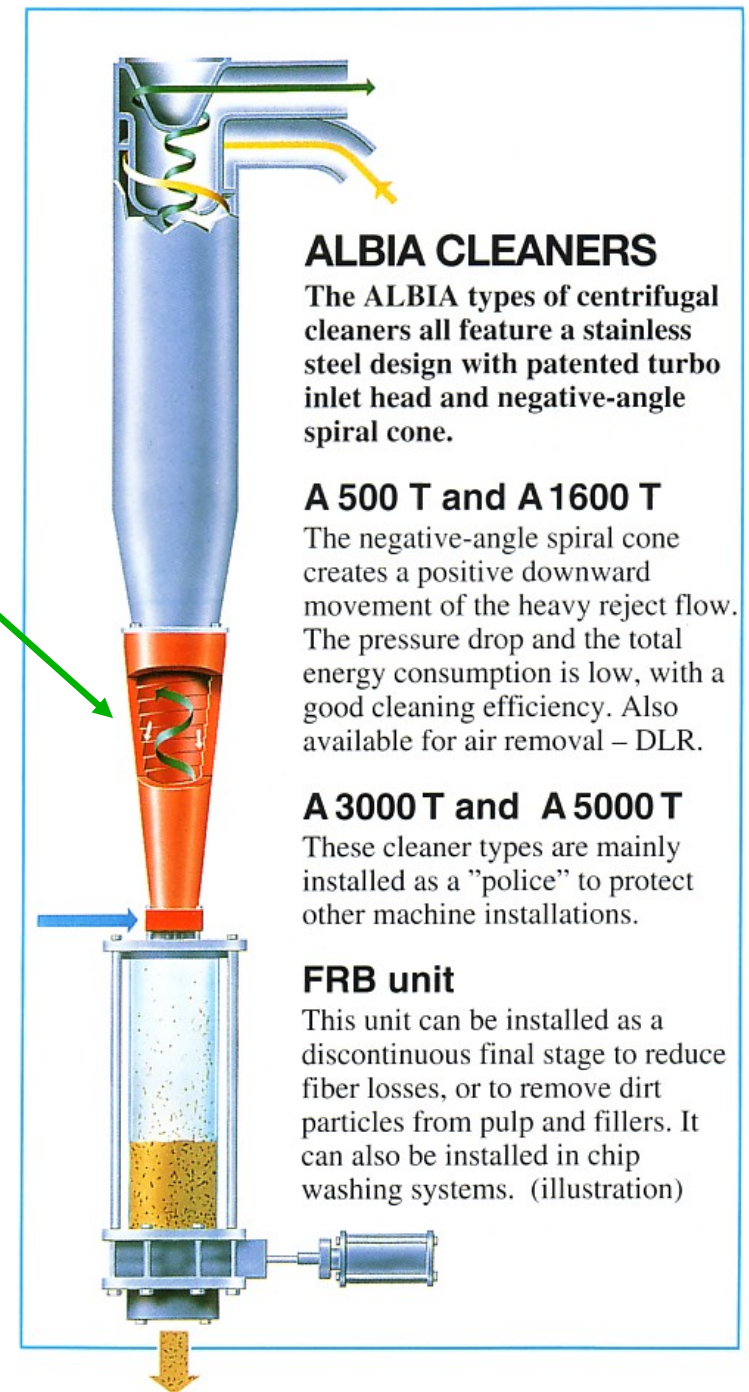


Internal flow pattern



HIDROCICLONUL

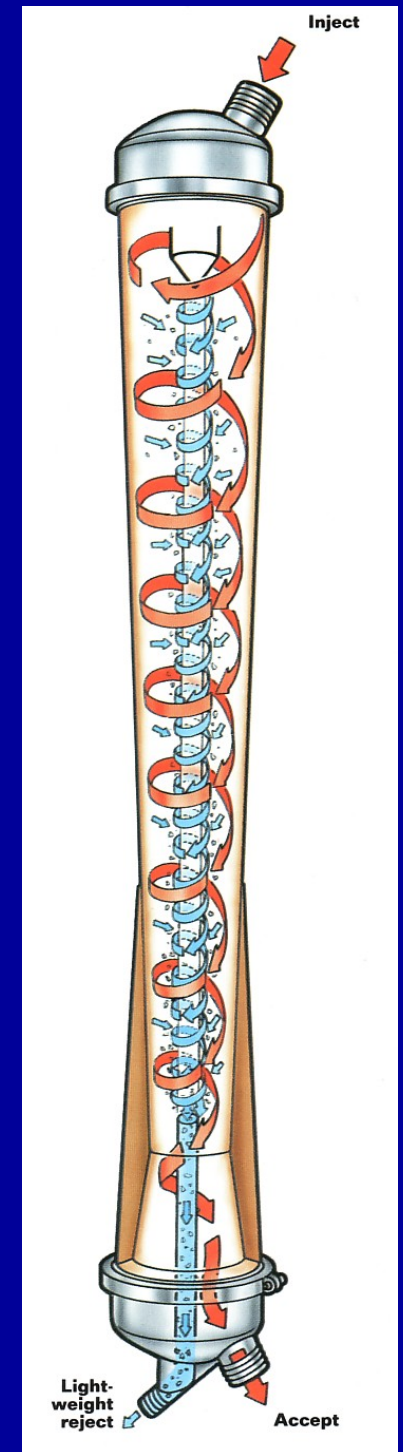
- **Tip ALBIA**
- Conul spiralat cu unghi negativ:
 - creaza o miscare descendenta a deseurilor grele in conditiile unei caderi de presiune reduse
 - reduce eroziunea materialului conului



HIDROCICLONUL

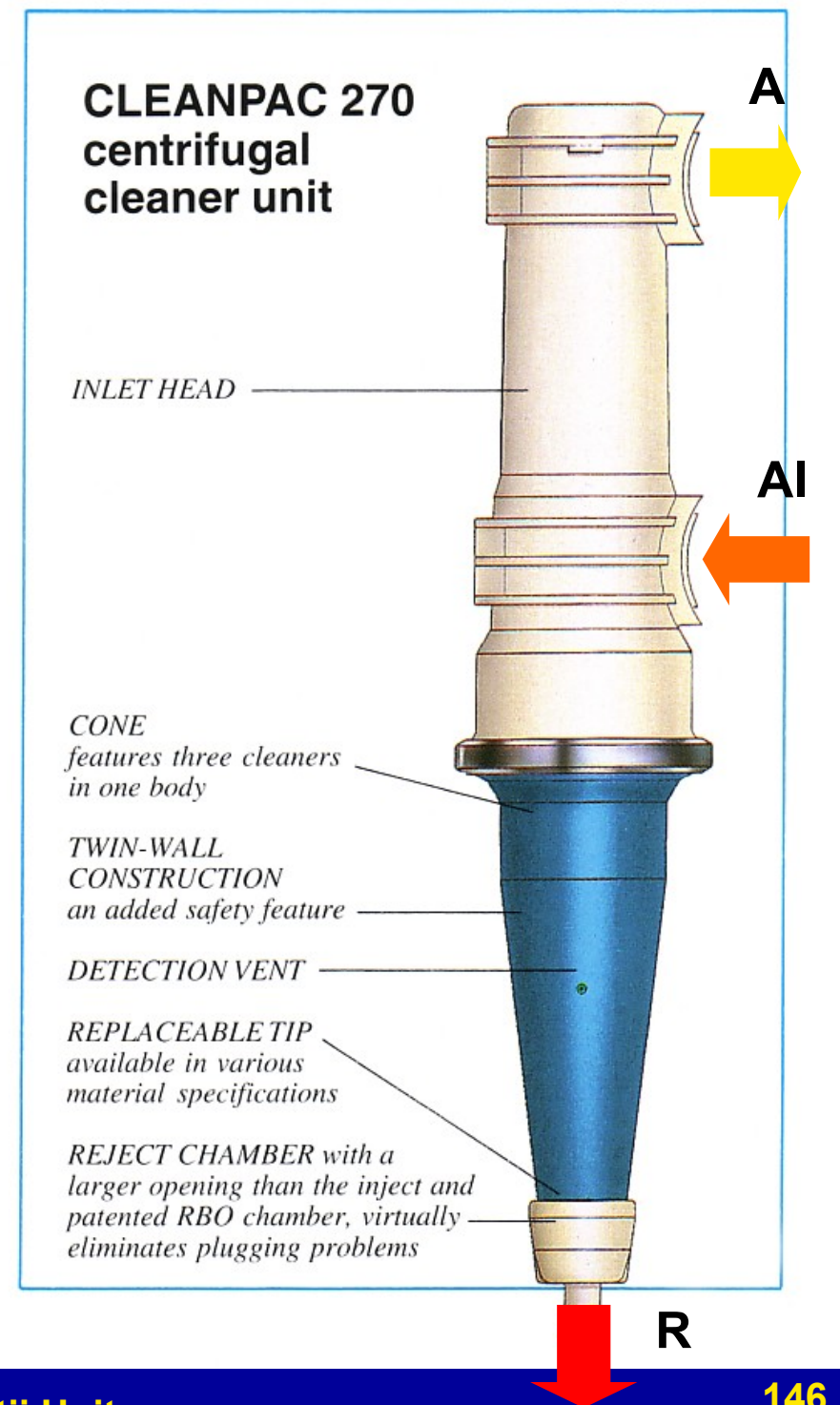
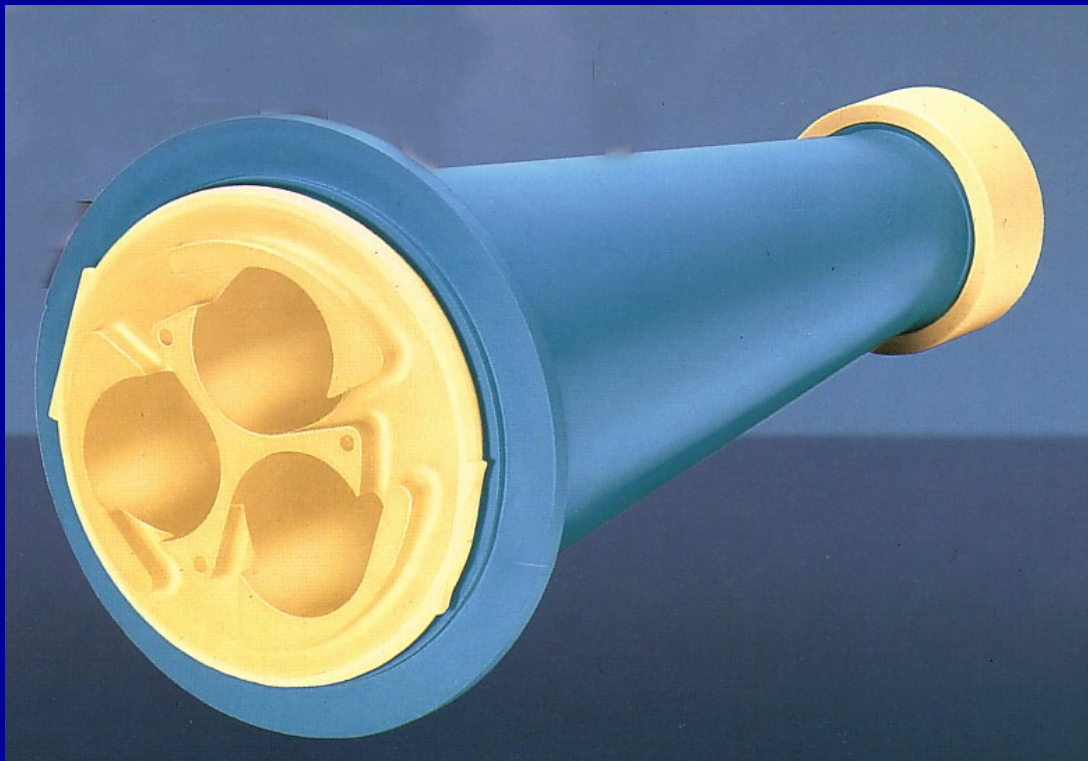
CLEANPAC 250 LWR

- (Light Weight Reject) – pentru eliminarea impuritatilor cu densitate mai mica decat densitatea lichidului purificat
- Realizeaza si deaerarea lichidului
- Se monteaza in baterii de 2 – 88 elemente identice
- Debite prelucrate (functie de nr. elementelor): 250 – 22000 L/min

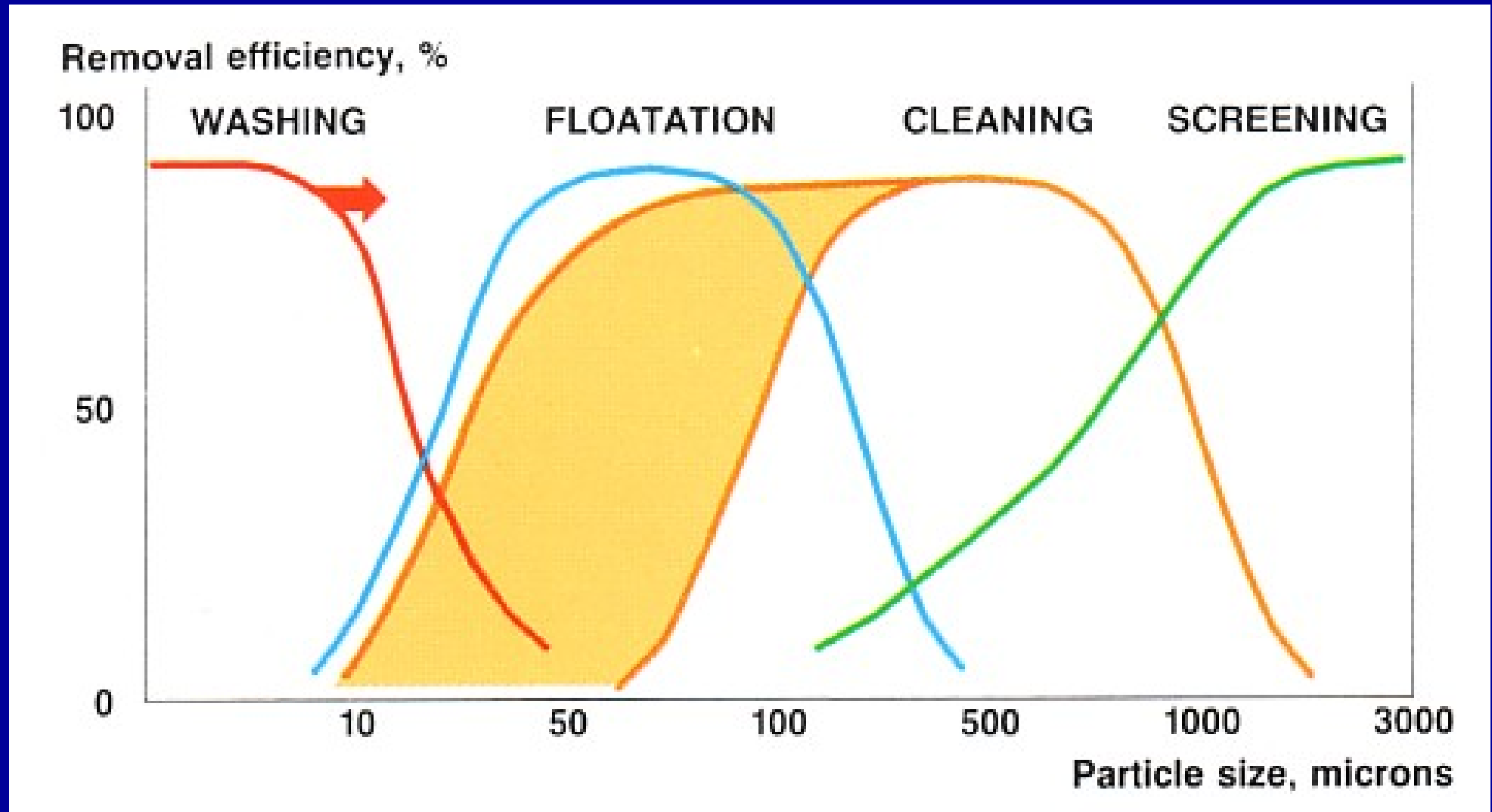


HIDROCICLONUL

- **CLEANPAC 270**
- 3 conuri de $\varnothing = 60$ mm intr-un singur corp



HIDROCICLONUL



CLEANPAC 270

Instalatie de descernelizare a maculaturii

HIDROCICLONUL

- **AVANTAJE:**

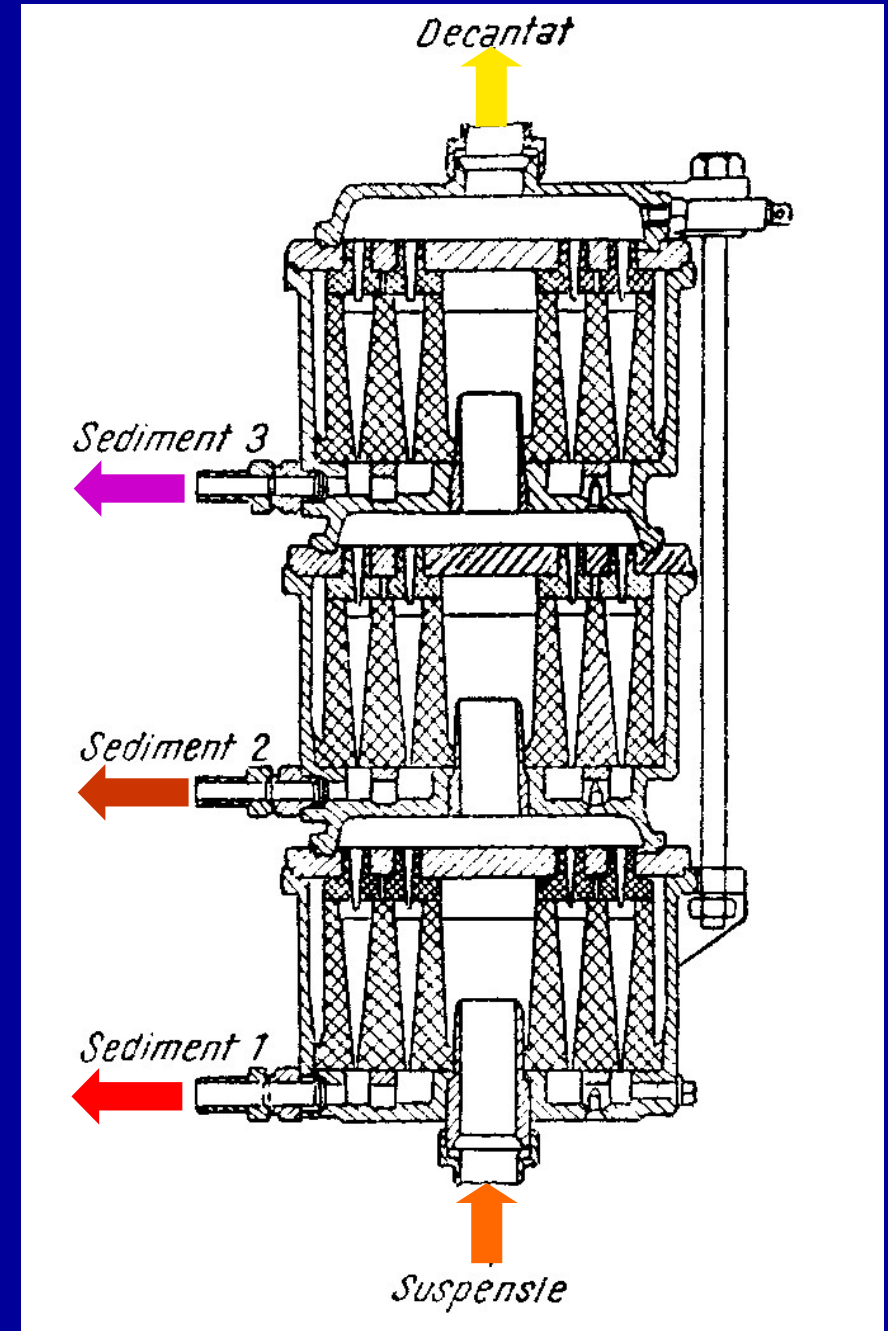
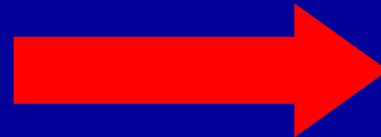
- Dimensiuni foarte mici
- Productivitate mare
- Constructie simpla
- Manopera redusa
- Functionare sigura
- Cost de investitie mic

- **DEZAVANTAJE:**

- Cost de exploatare relativ mare (consum mare de energie la pompare)
- Eroziunea peretelui: se confectioneaza din materiale dure (otel dur, gresie) sau elastice (cauciuc, polimeri)

BATERII DE HIDROCICLOANE

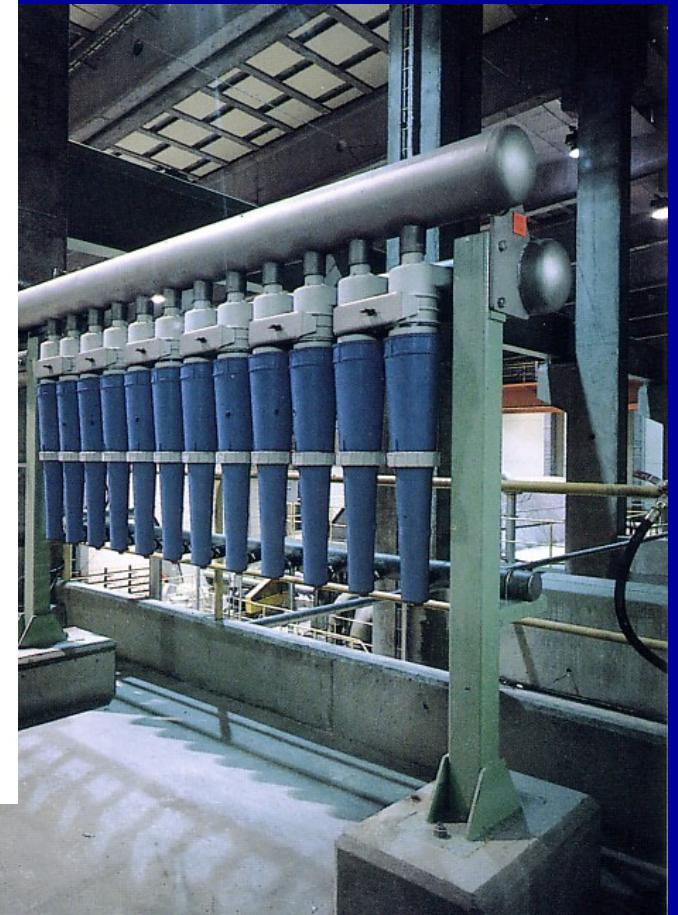
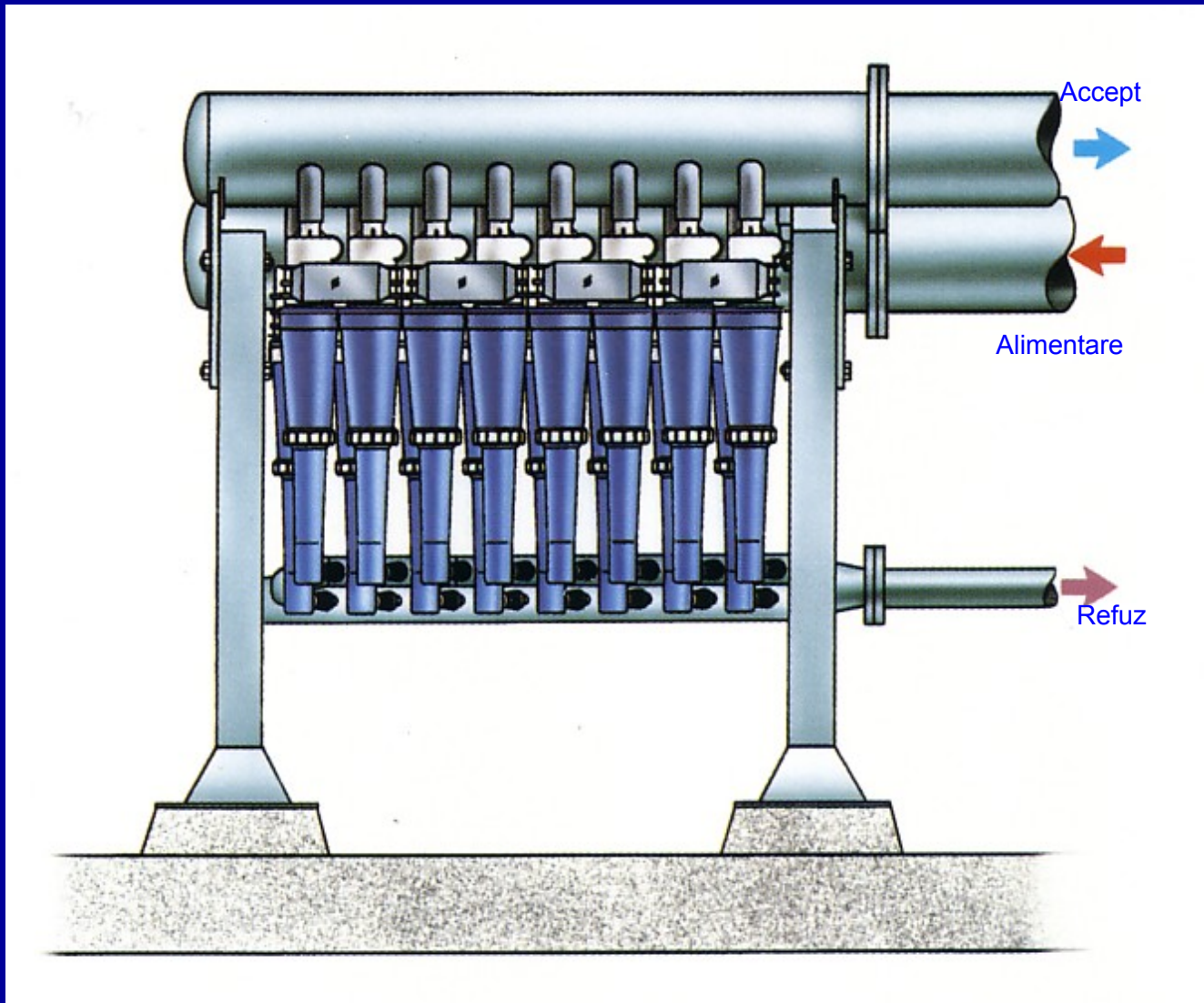
- Eficienta hidrocieloanelor creste prin micșorarea diametrului si asocierea in baterie a mai multor unitati parcurse de suspensie in serie sau in paralel
- Se pot separa astfel particule de pana la 2 - 20 μm
- Baterie de 24 HC cu:
 - $\varnothing = 15 \text{ mm}$;
 - $P = 0,8 \text{ MPa}$;
 - $M_v = 100 \text{ l/min}$



BATERII DE HIDROCICLOANE

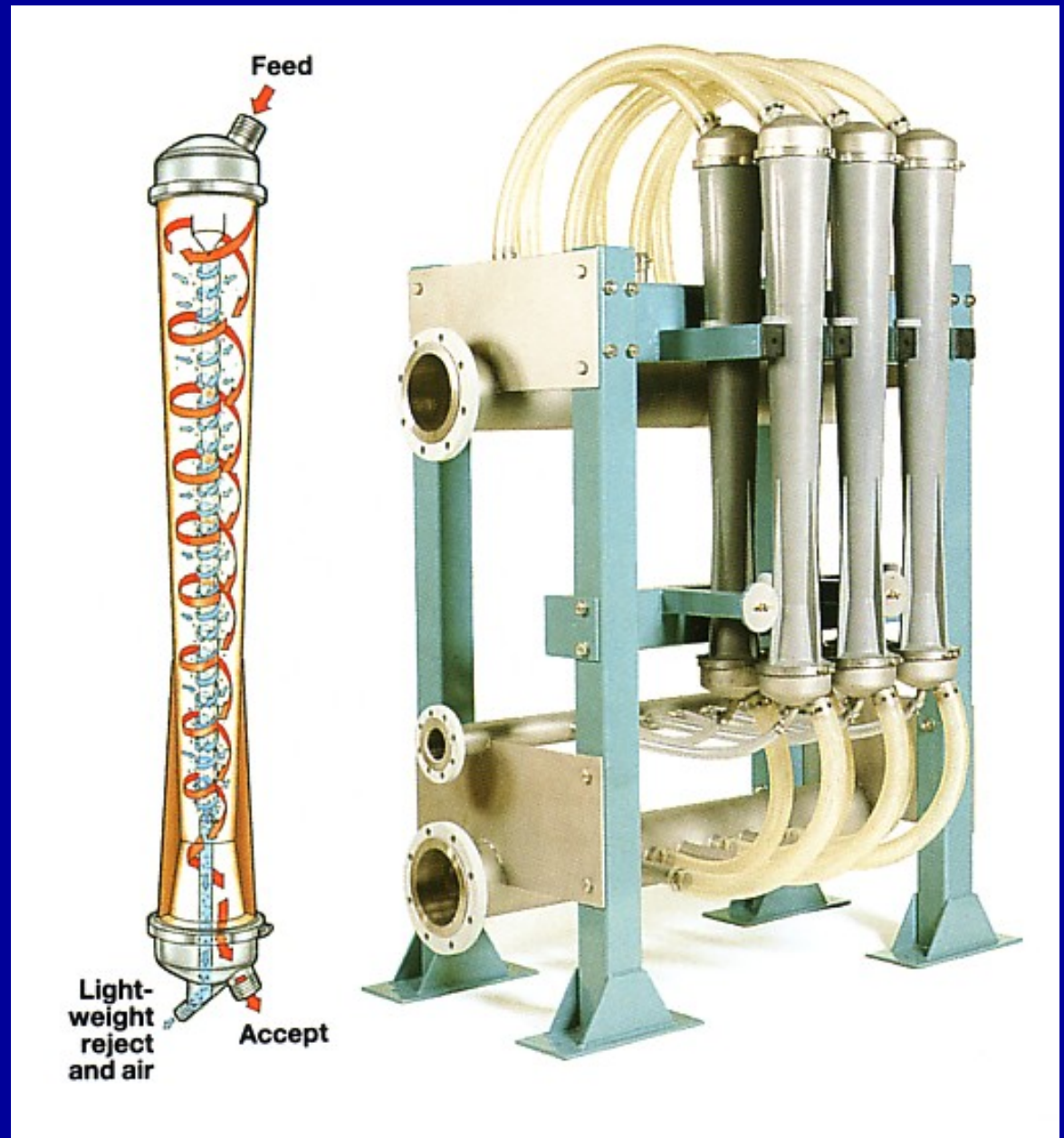
- Posibilitati de aranjare a hidrocicloanelor in baterii:
 1. Banc alimentat pe orizontala
 2. Banc alimentat pe orizontala cu sateliti
 3. Banc alimentat pe verticala
 4. Banc alimentat pe verticala cu sateliti
 5. Banc alimentat pe verticala jumelat
 6. "Canistra"

Banc alimentat pe orizontala



Banc alimentat pe orizontala

- Baterie de 6 cicloane pentru refuz usor LWR

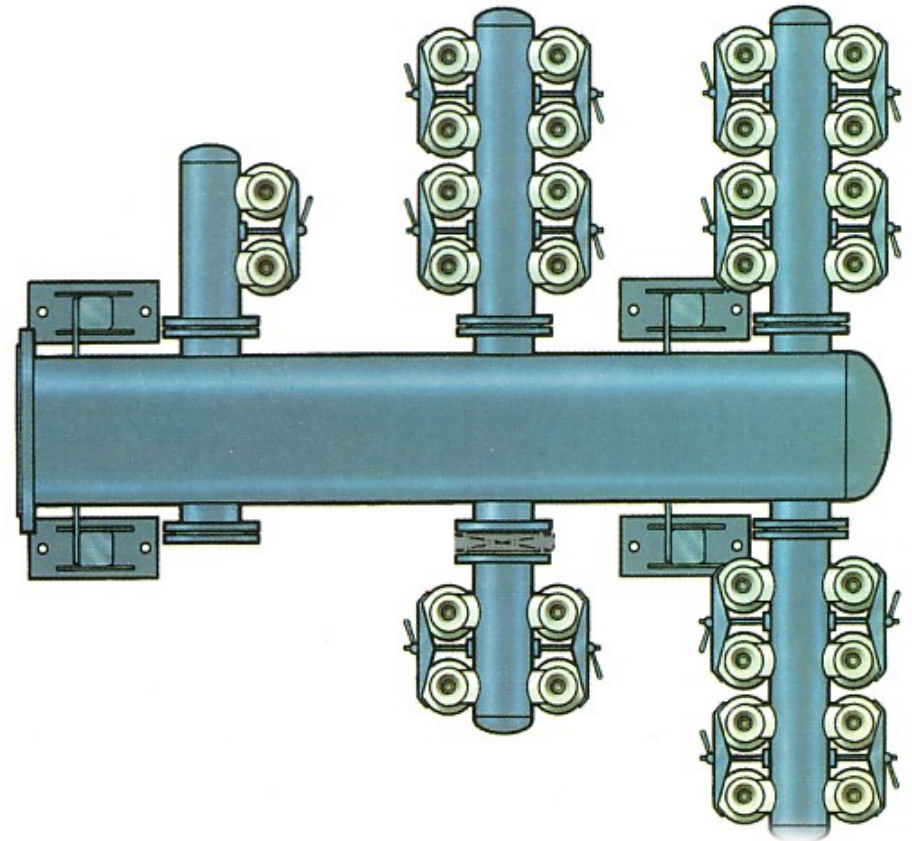
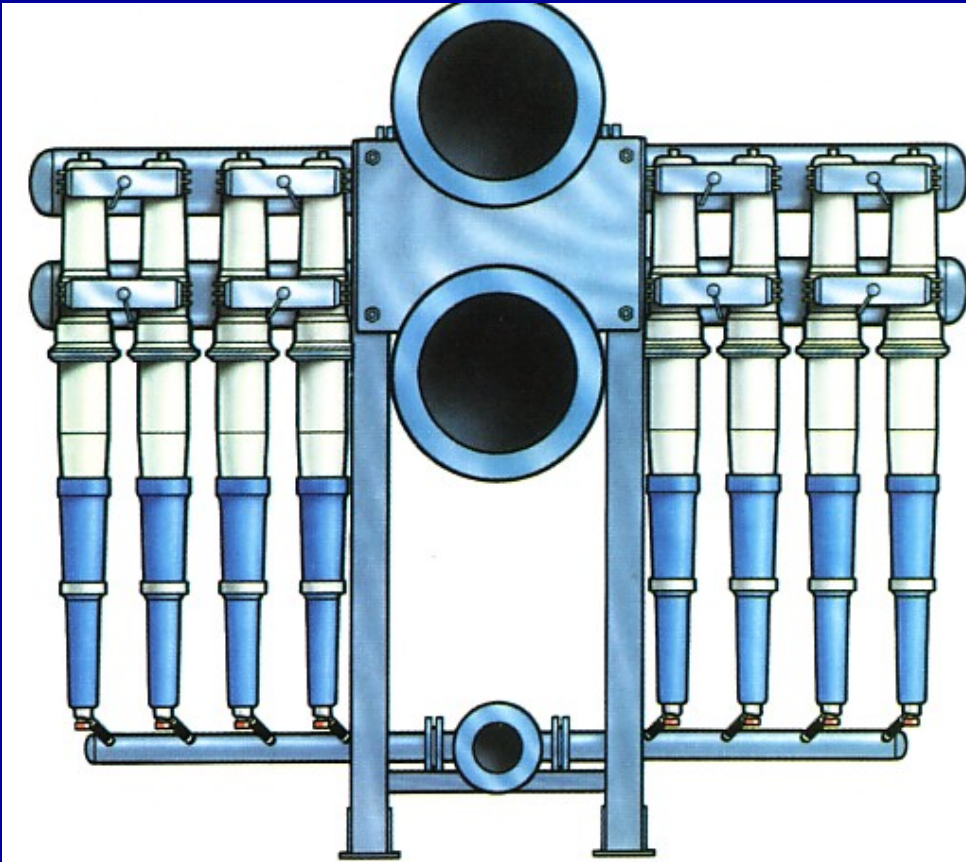


Banc alimentat pe orizontala cu sateliti

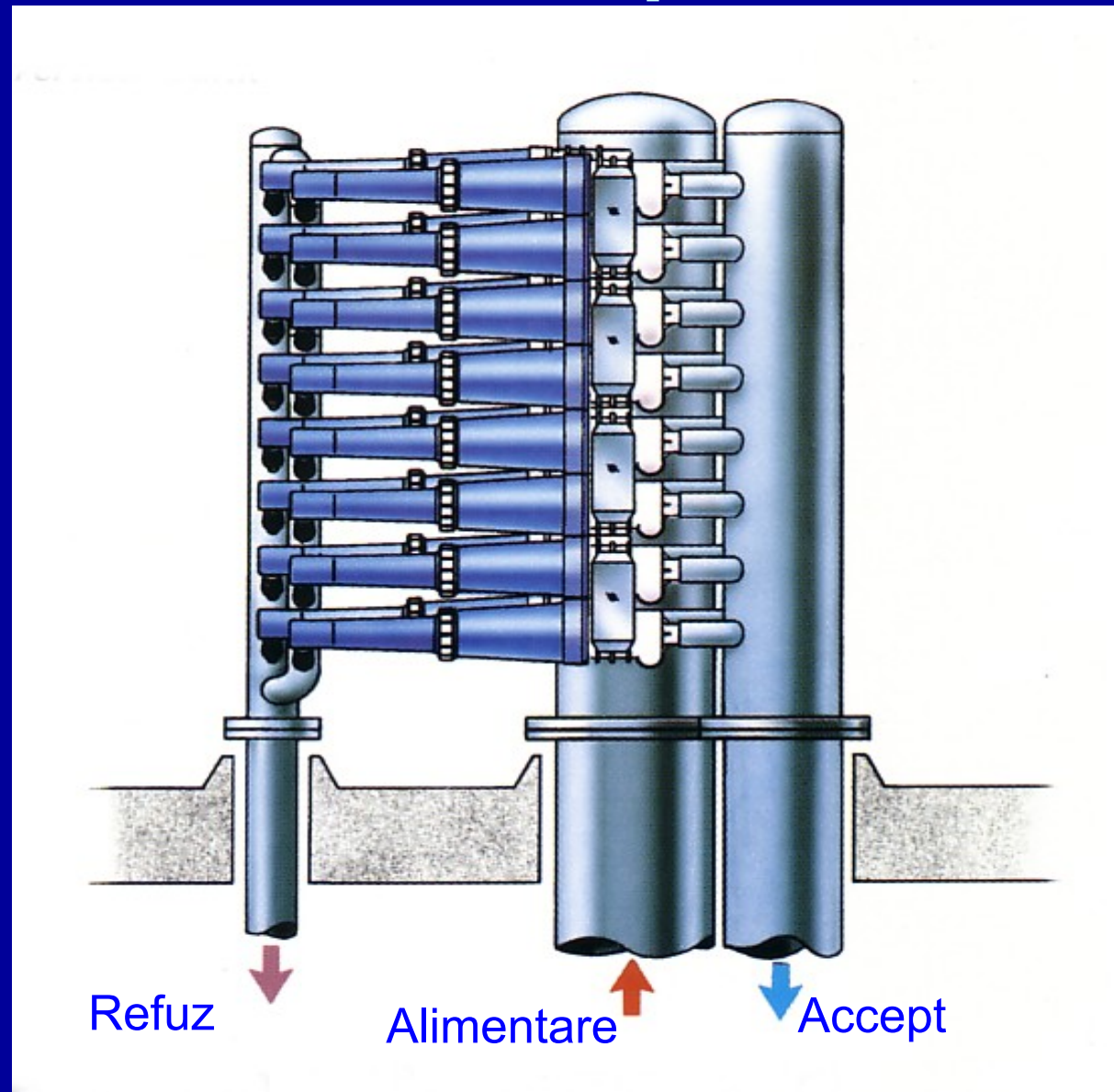


Baterie de 5 sateliti x 8
unitati **CLEANPAC 270** = 120
hidrocicloane de Ø 60 mm

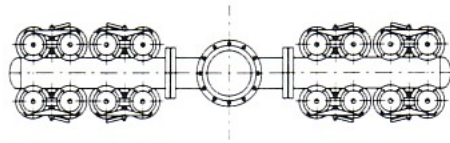
Banc alimentat pe orizontala cu sateliti



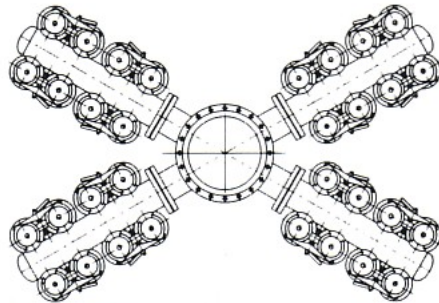
Banc alimentat pe verticala



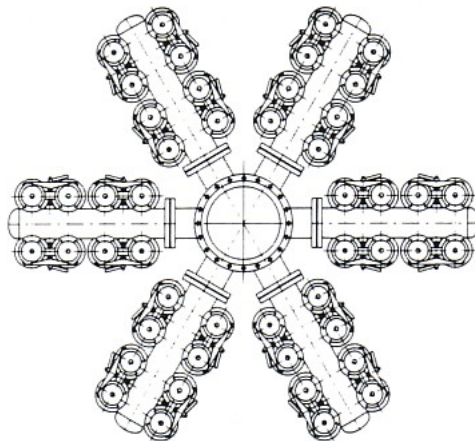
Banc alimentat pe verticala cu sateliti



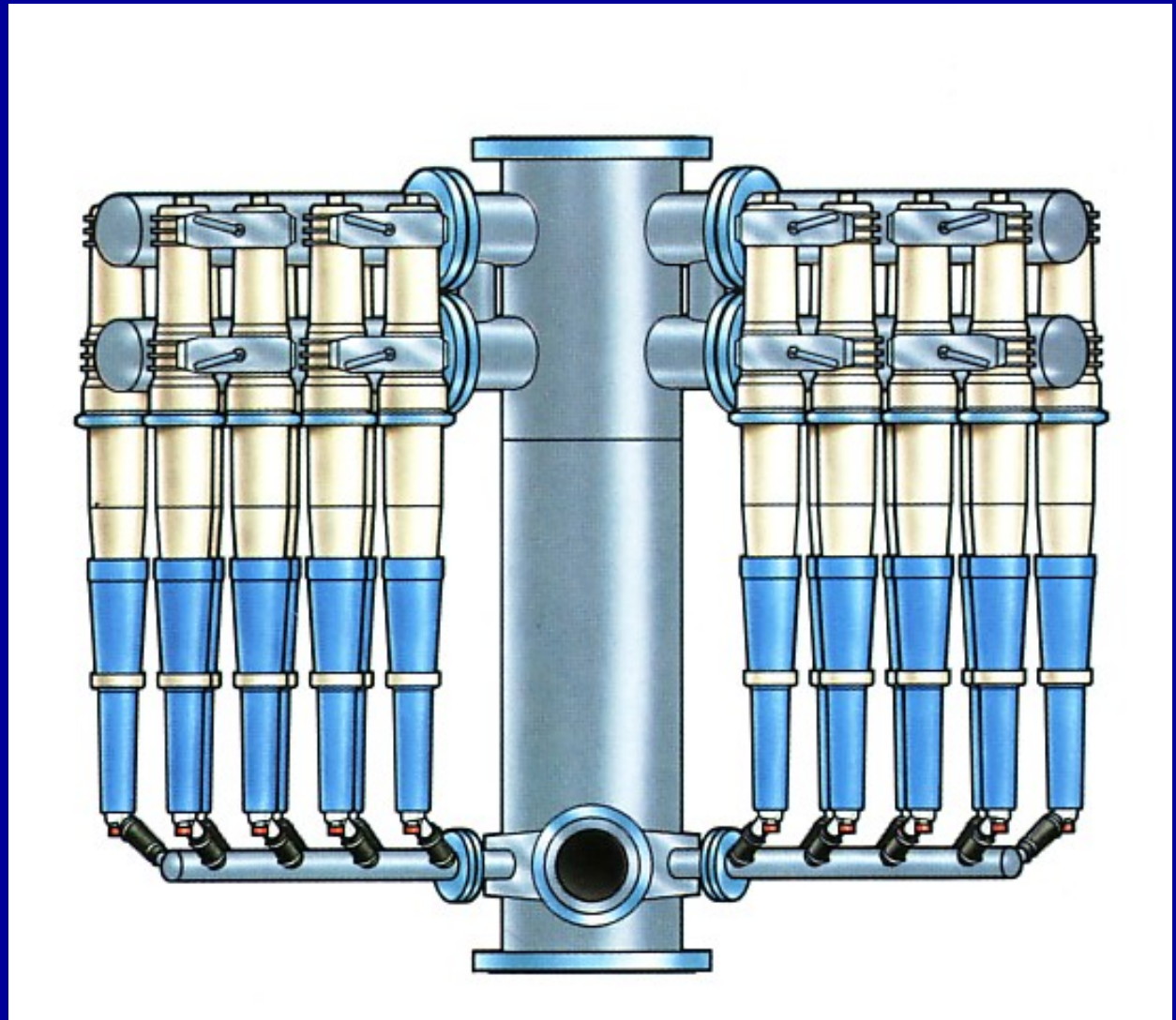
"2 satellite" assembly



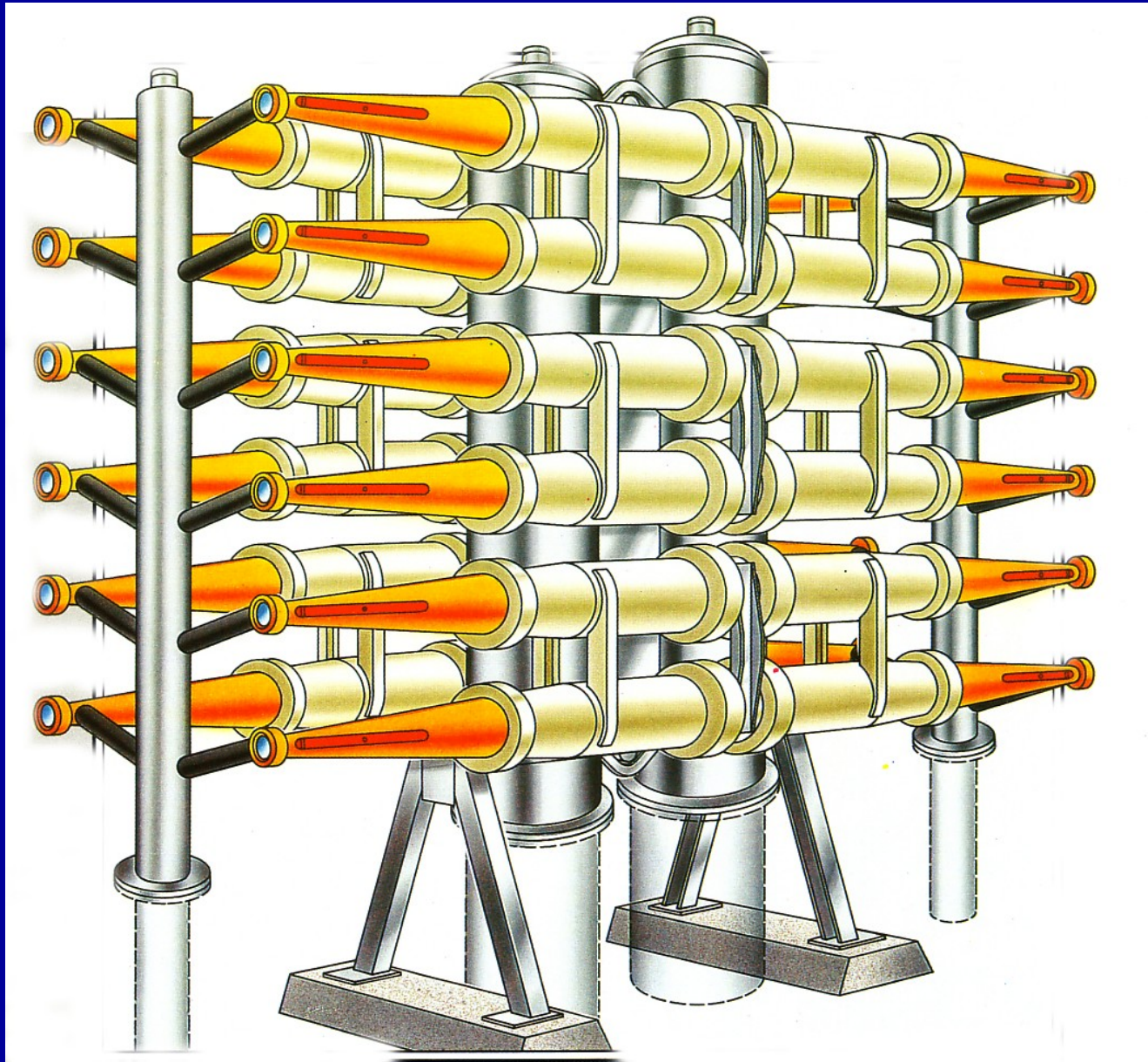
"4 satellite" assembly



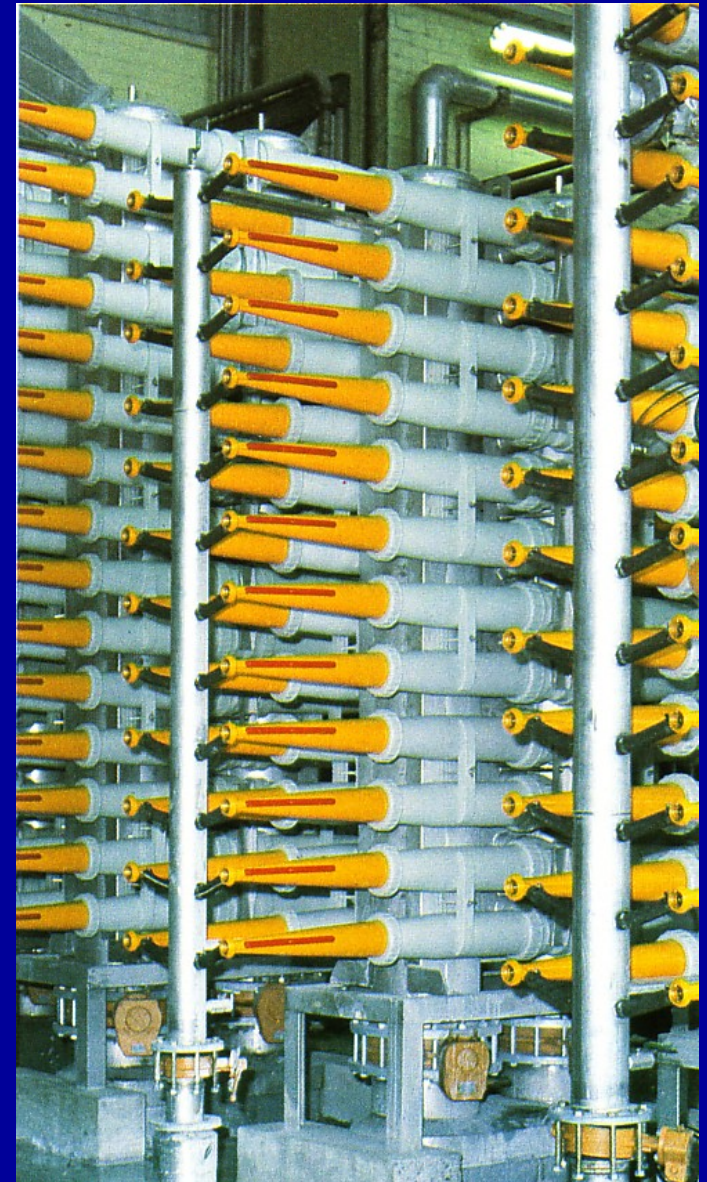
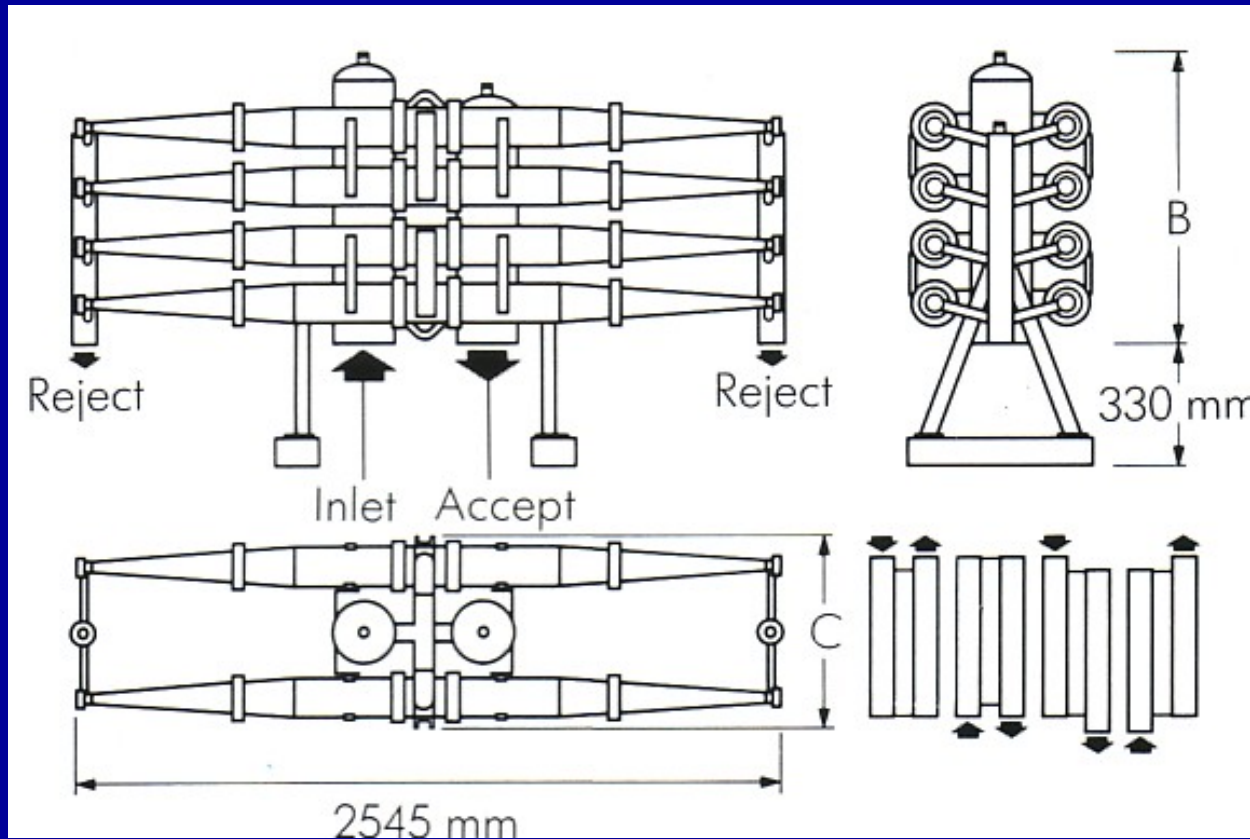
"6 satellite" assembly



Banc alimentat pe verticala jumelat

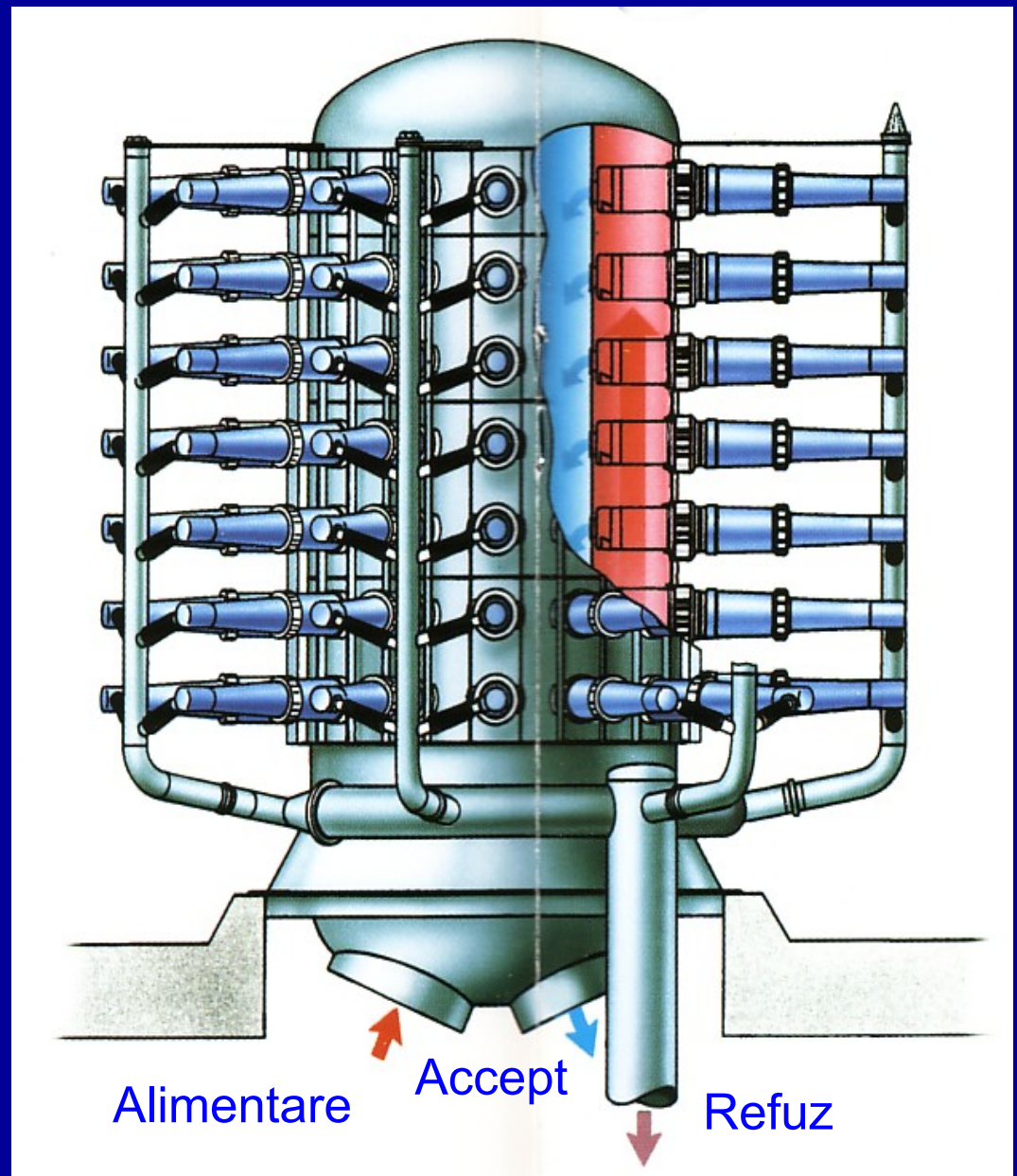


Banc alimentat pe verticala jumelat



Baterie tip “Canistra”

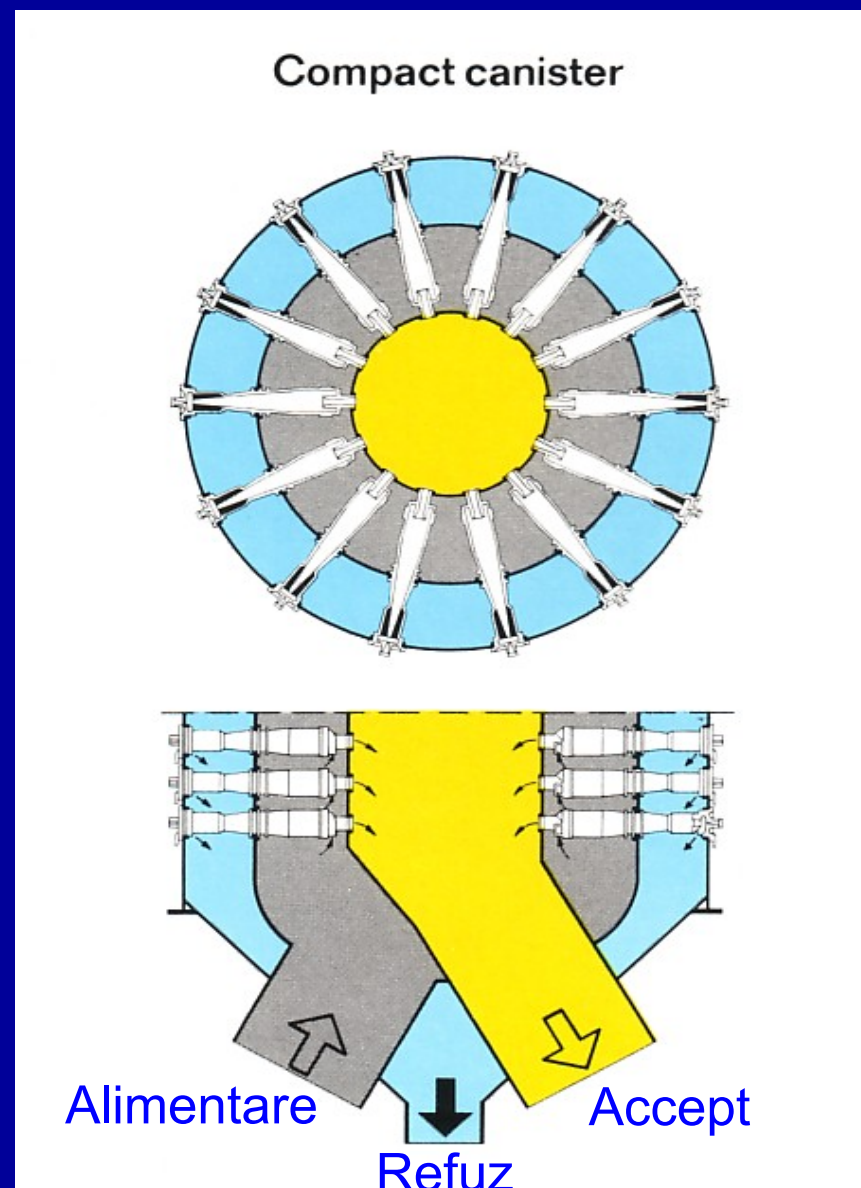
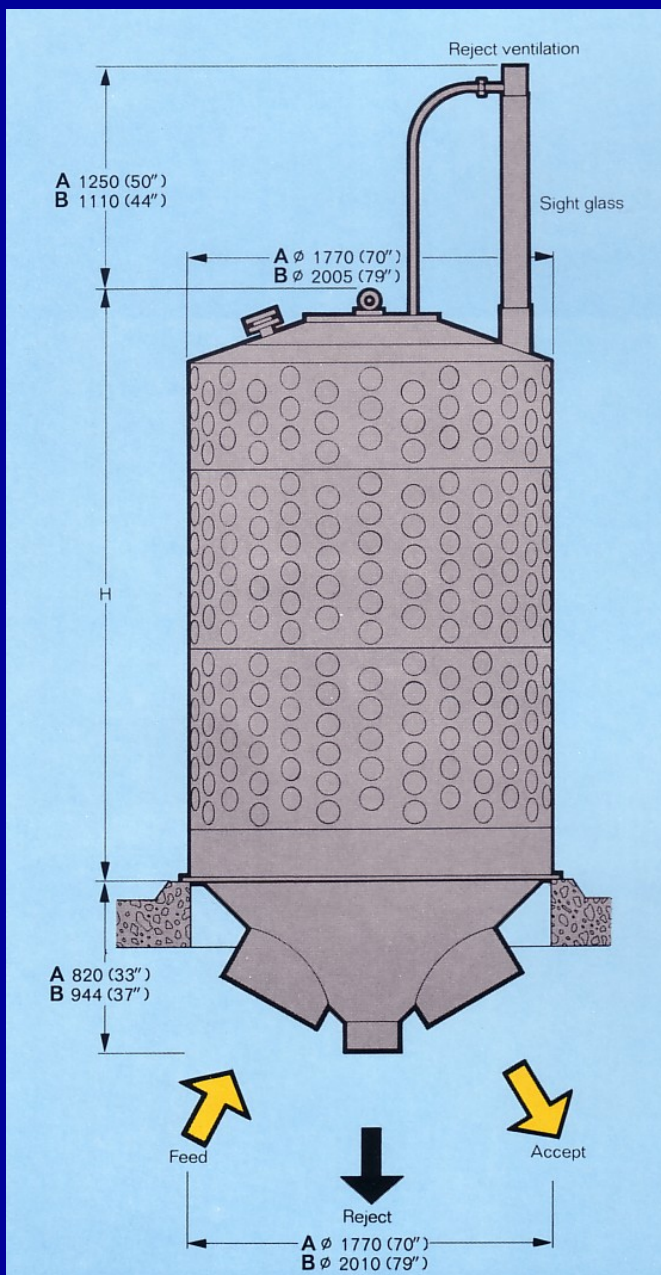
- Hidrocicloanele sunt asezate radial in canistra, cu orificiile de refuz orientate in afara;
- Rezulta un nr. mare de hidrocicloane pe unitatea de volum



Baterie tip “Canistra”



Baterie tip “Canistra compacta”



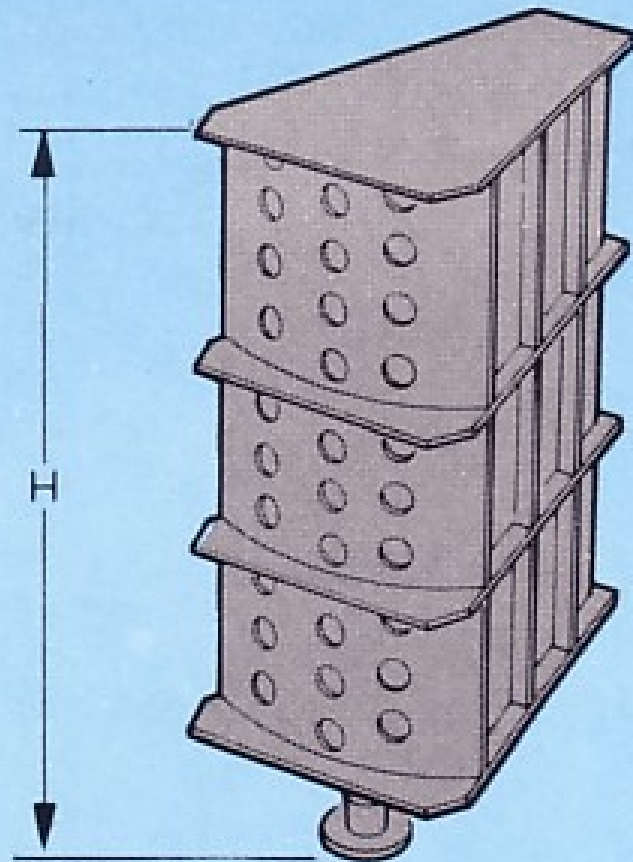
Baterie tip “Canistra compacta”



Baterie tip “Canistra compacta”



Baterie tip “Mini-Canistra compacta”

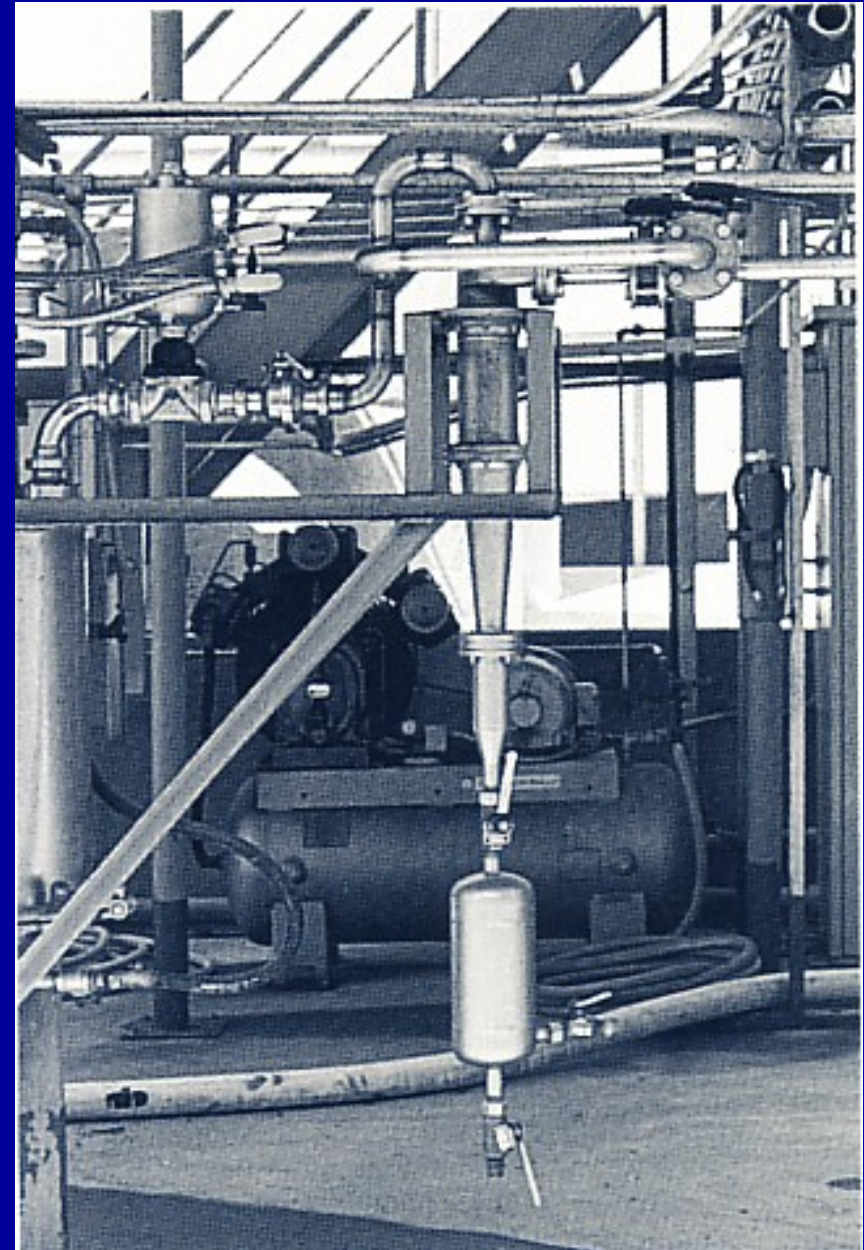


Minicanister

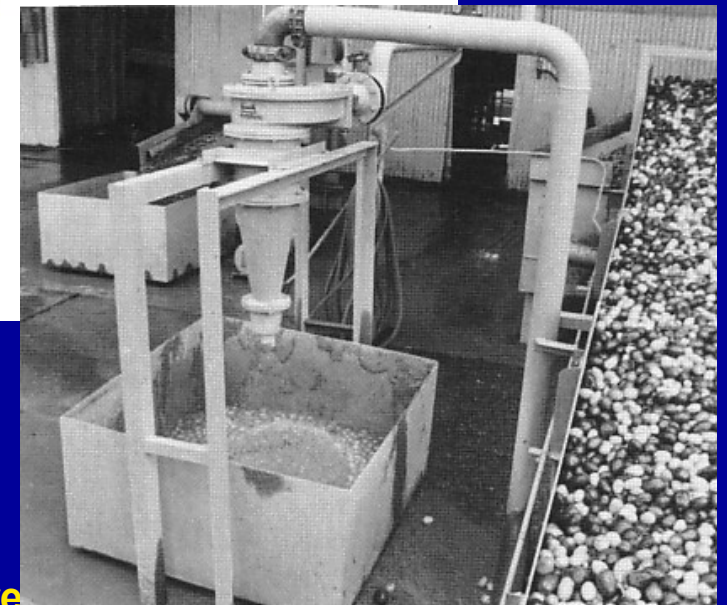
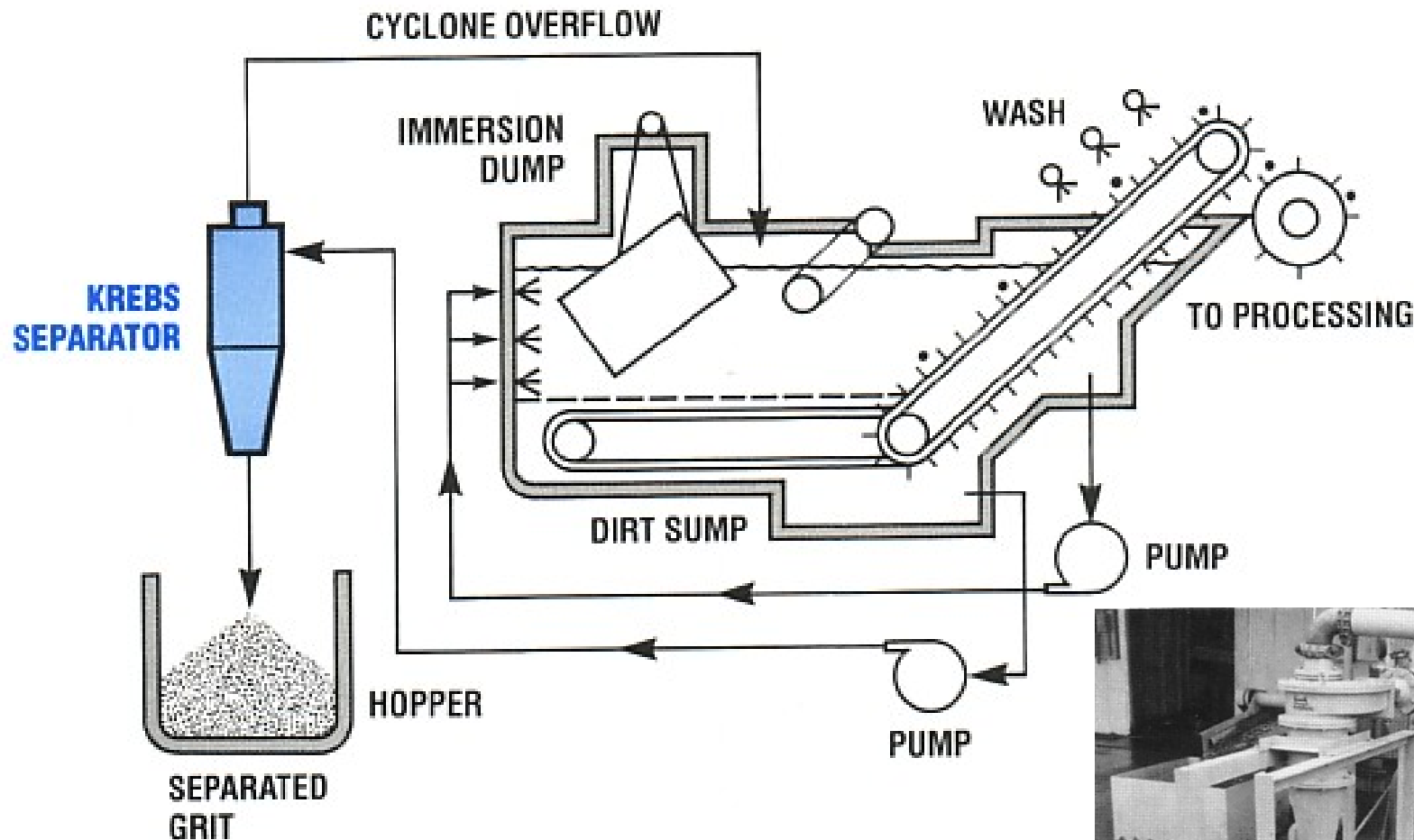
A minicanister is designed to cater for smaller flow rates, as a supplement to the high flow rate canister. Maximum capacity: 6000 l/min (1584 USgpm)

HIDROCICLONUL - APLICATII

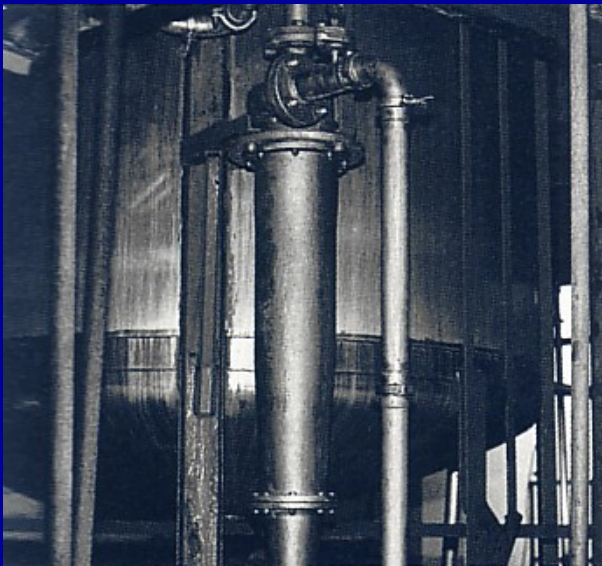
- Indepartarea:
 - pietrelor,
 - nisipului,
 - semintelor,
 - altor contaminanti solizi
- Din:
 - vinuri, sucuri, paste, piureuri,
- Inainte de:
 - macinare,
 - omogenizare,
 - centrifugare.



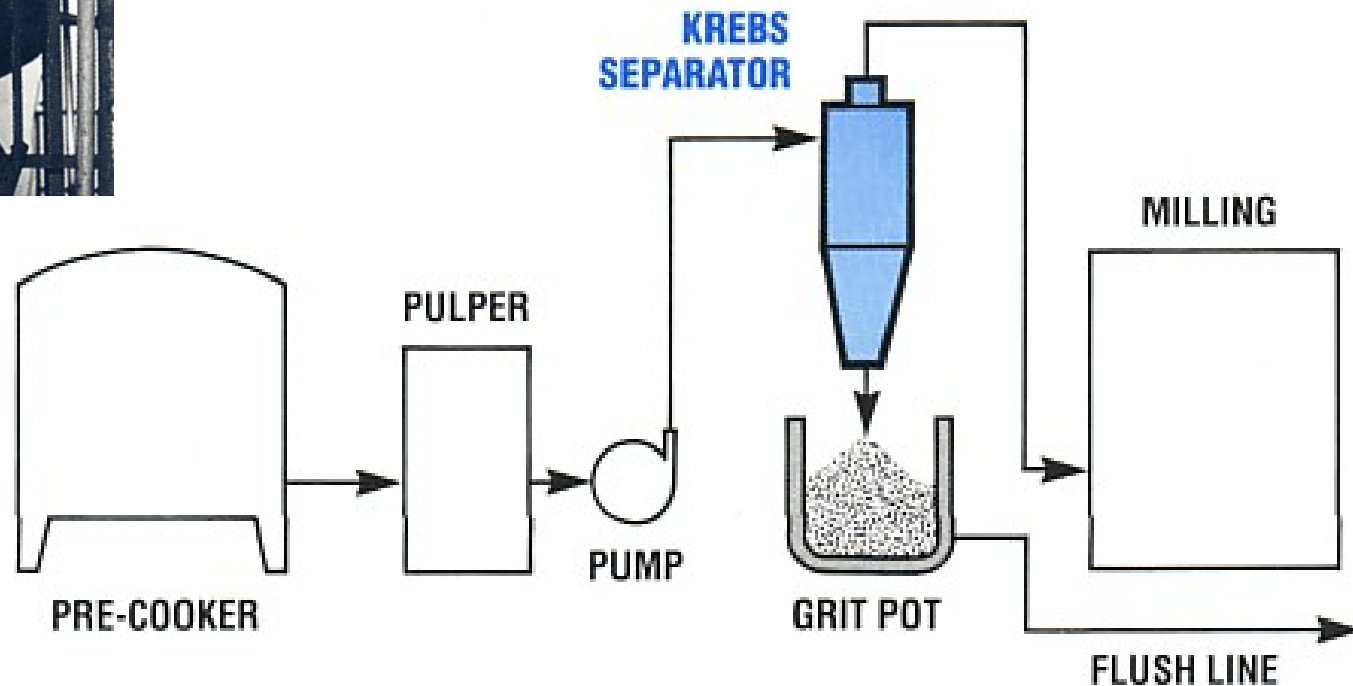
HIDROCICLONUL - APLICATII



- Deznisiparea legumelor in circuitele de spalare



HIDROCICLONUL - APLICATII



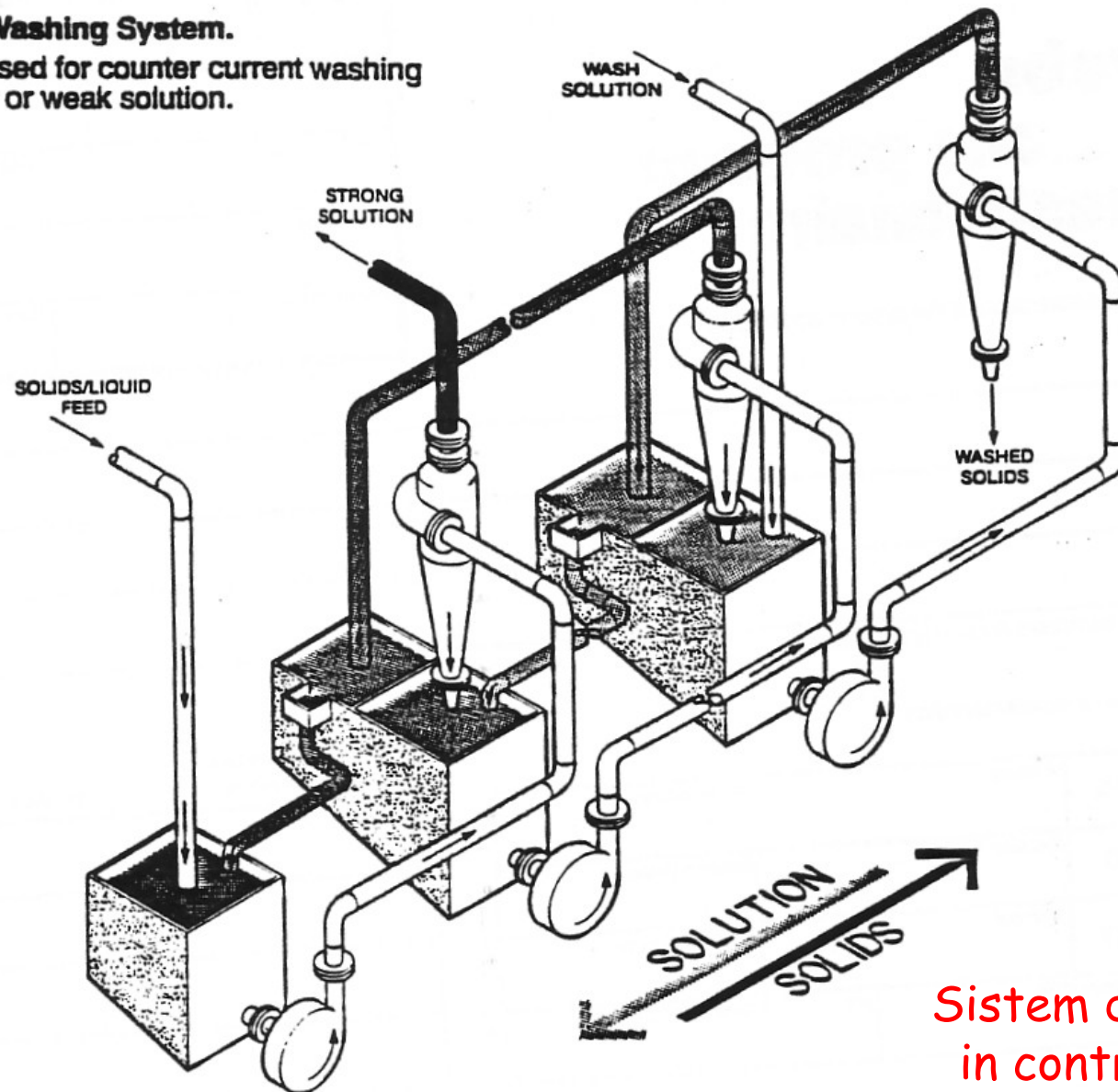
Indepartarea particulelor
solide din pasta de tomate
dupa prefierbere

Flow diagram of system
designed to de-grit large
quantities of pre-cooked
catsup pulp.

HIDROCICLONUL - APLICATII

Counter Current Washing System.

Cyclones may be used for counter current washing of solids with water or weak solution.



Sistem de spalare
in contracurent