

# Operazioni di separazione per via chimico-fisica



## 1-PER VIA MECCANICA

- A) DIMENSIONI > FILTRAZIONE
- B) DENSITÀ > FLOTTAZIONE

## 2-PER VIA FISICA

- A) T DI EBOLLIZIONE > DISTILLAZIONE
- B) T DI SOLIDIFICAZIONE >  
~~CRIOCENTRAZIONE~~

## 3-PER VIA CHIMICA

- A) SOLUBILITÀ > ESTRAZIONE CON SOLVENTE  
SI SEPARA LA FASE SOLIDA PER FILTRAZIONE MENTRE IL SOLVENTE VIENE SEPARATO E RECUPERATO PER DISTILLAZIONE

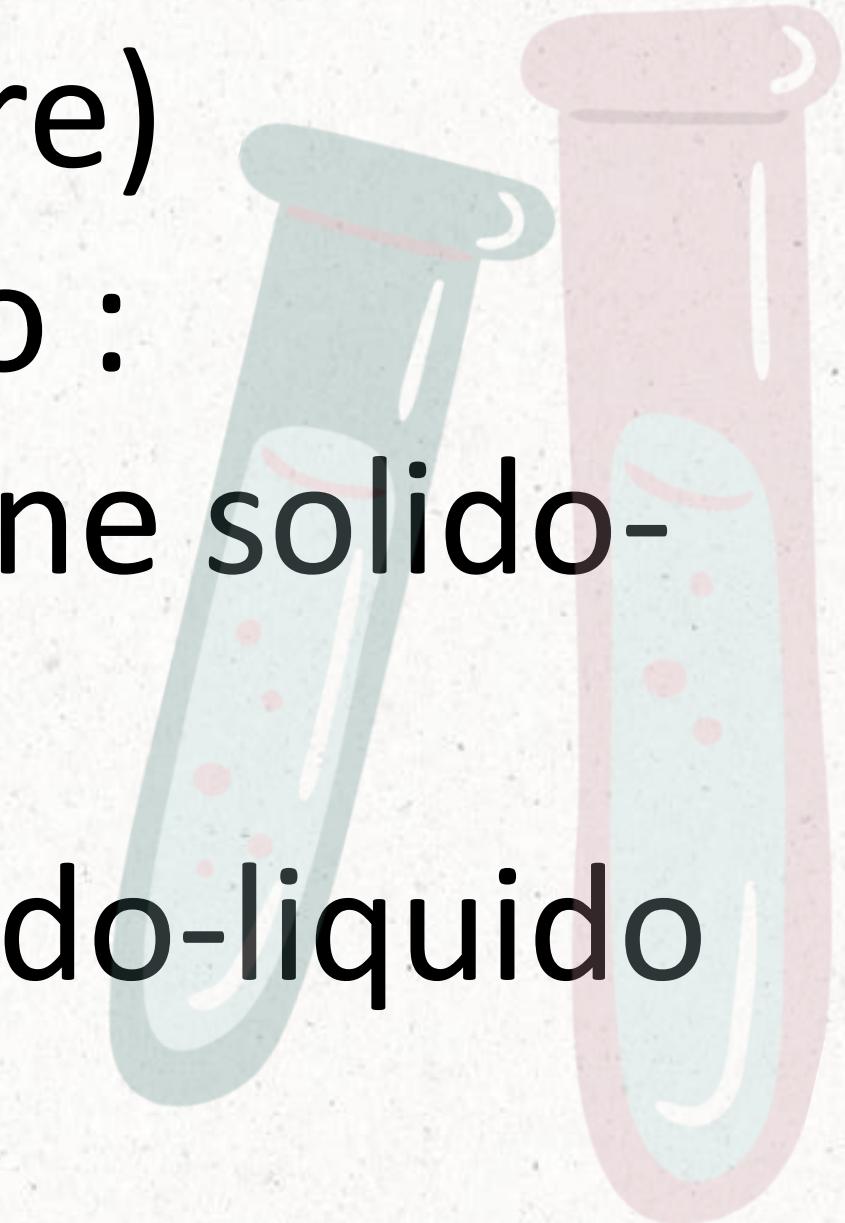
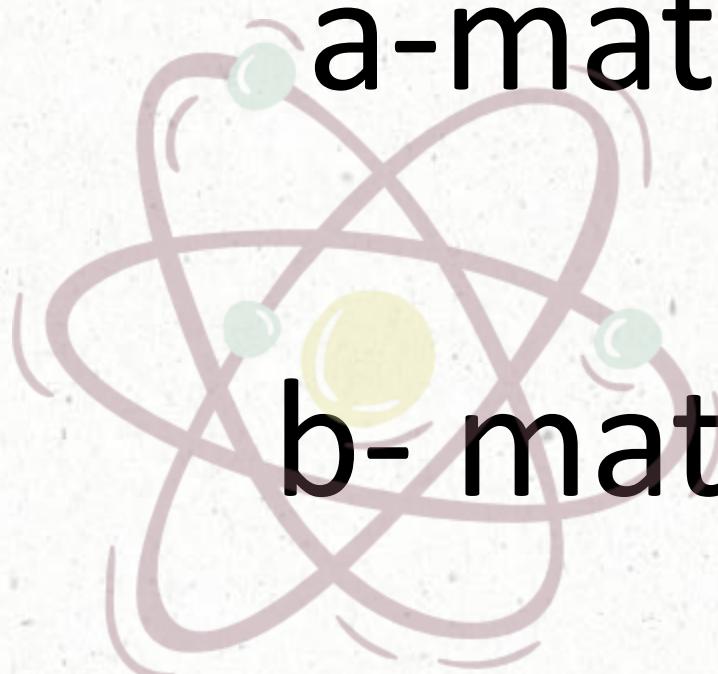


# Estrazione con solvente

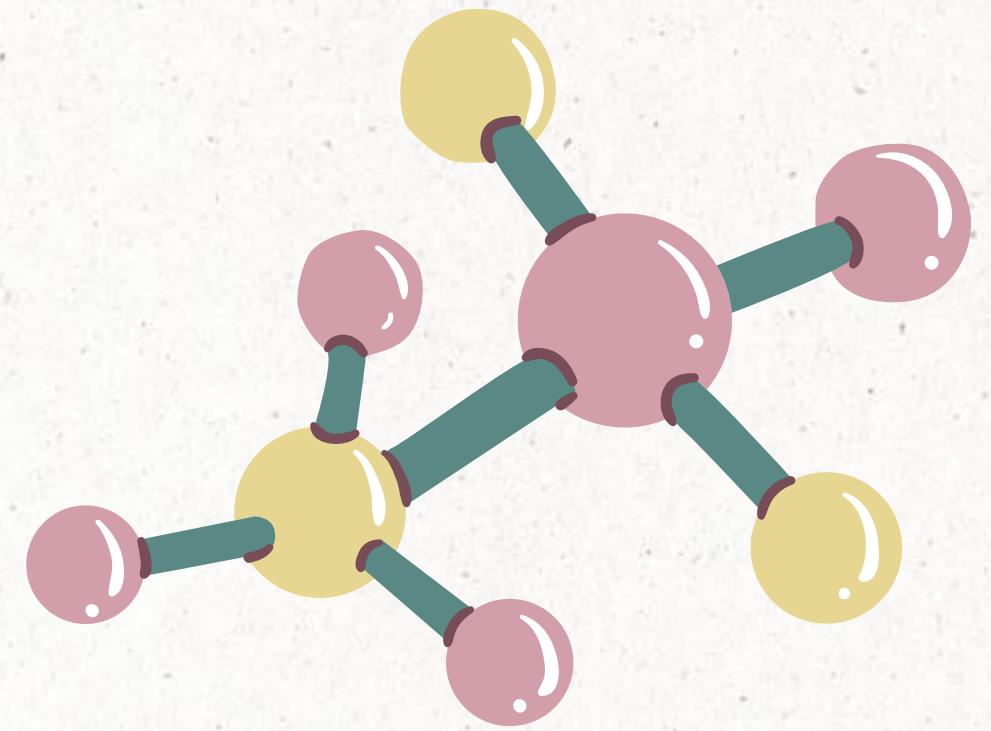
Operazione di trasporto di materia  
Come avviene l'estrazione del soluto ?  
(cio che vogliamo recuperare)

In base a in cosa e' disperso :

a-matrice solida e inerte > estrazione solido-liquido  
b- matrice liquida > estrazione liquido-liquido



# ESTRAZIONE SOLIDO-LIQUIDO IN COSA SI APPLICA ?



- > PRODUZIONE DI OLIO VEGETALI
- > PROD. DI ZUCCHERI
- > PROD. DI INFUSI (TE O CAFFÈ)
- > PROD. DI LIQUORI (GENZIANA)
- > PUOI ESSERE UN PASSAGGIO INTERMEDIO DI UN PERCORSO PIÙ ARTICOLATO ( MACERAZIONE CONTESTUALE ALLA FERMENTAZIONE)

# COME AVVIENE ?

## 1-VIA MECCANICA

estrazione del liquido dalla massa solida umida come avviene nel vino o nei succhi di frutta o nello zucchero di

## 2-PER VIA <sup>canna</sup> CHIMICA

estrazione con solvente come per esempio l'infusione con acqua calda per il caffè o con l'alcool

## 3-VIA MECCANICA <sup>per la genziana</sup> E CHIMICA

via mista che avviene come nel caso degli oli di semi prima pressati e poi trattati con solvente



# OBIETTIVI :

- 1- ESTRARRE LA SOSTANZA CHE CI OCCORRE
- 2- RECUPERARE LA MATRICE SENZA  
L'ESTRATTO ( TE DETEINATO )



## CARATTERISTICHE DEL SOLVENTE

I solventi posso essere di tipo organico come acqua o alcool ma soprattutto devo poter essere allontanati dal alimento di consumo e poter essere recuperati per i cicli successivi

# FASI DELL'ESTRAZIONI SOLODO-

## L<sub>1</sub>-IMBIBIZIONE :

A-DIFFUSIONE SUPERFICIALE DEL SOLVENTE SULLA MATRICE  
B-DIFFUSIONE INTERNA DEL SOLVENTE ATTRAVERSO I PORI DELLA  
MATRICE

2-DISSOLUZIONE DEL SOLUTO NEL SOLVENTE

3-TRASPORTO DEL SOLUTO ATTRAVERSO LA MATRICE

4-SEPARAZIONE DELLA FASE LIQUIDA DALLA MATRICE E  
IL SUO RECUPERO

# FATTORI CHE CONTROLLANO IL PROCESSO

1- AREA DI CONTATTO TRA LE FASI:

A-MACINAZIONE O LAMINAZIONE L'AUMENTANO

B-AGITAZIONE DELLA SOLUZIONE IMPEDISCE FORMAZIONI DI ALTE CONCENTRAZIONI

2-Incremeto della temperatura

3- PROPRIETA DEI MATERIALI TRATTATI

4- NUMERO DI STADI IMPIEGATI

# QUALI SONO LE LEGGI CHE REOLANO IL TUTTO

VELOCITÀ DI ESTRAZIONE= FORZA

MOTRICE/RESISTENZA

$$dW/dT = K_i \cdot A \cdot (Y_s - Y)$$

W=quantità di peso del soluto

K<sub>i</sub>= coefficiente di trasporto di materia

Y= conc. di W nel centro della soluzione

Y<sub>s</sub>= conc. all'interfaccia= conc. di saturazione

A= superficie di contatto

Se V rappresenta il volume di solvente il bilancio di massa impone

che :

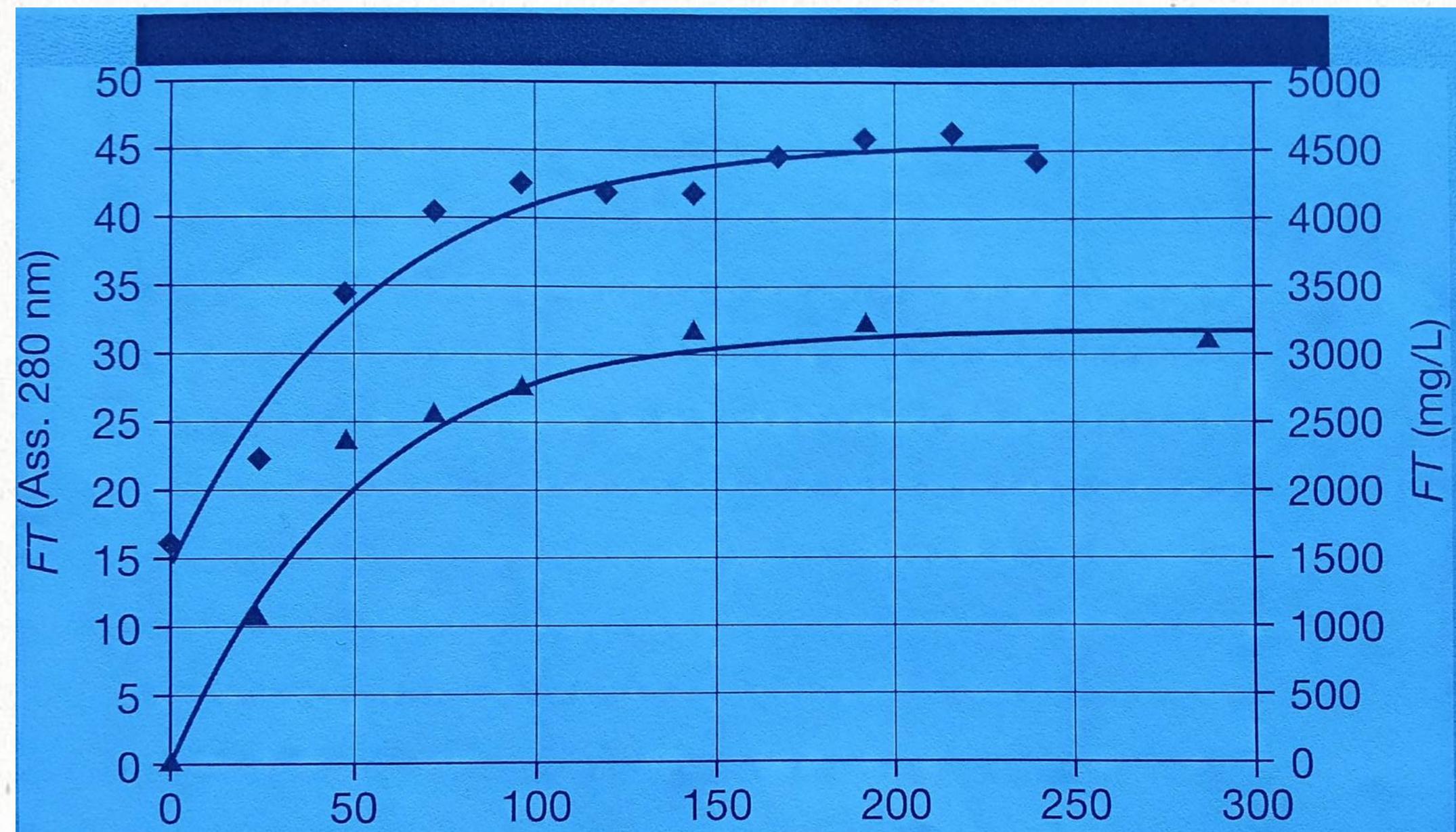
$$dW = V \cdot dY \gg V \cdot dY/dT = K_i \cdot A \cdot (Y_s - Y)$$

N.B. Se Y<sub>s</sub> è una grandezza nota, Y è l'incognita

$$\ln [(\frac{Y_s - Y_0}{Y_s - Y})] = \left[ \frac{(K_i \cdot A)}{V} \right] \cdot T$$

L'avvicinamento all'equilibrio ha un andamento esponenziale rispetto al T

# ANDAMENTO LOGARITMICO DELLA CURVA DI ESTRAZIONE RISPETTO AL TEMPO



Estrazione di composti fenolici totali durante fermentazione con macerazione (con dilavamento  $\diamond$  e senza dilavamento  $\wedge$ )

# ESTRAZIONE LIQUIDO-LIQUIDO

- ESEGUITA QUANDO I COMPONENTI DELLA MISCELA HANNO TEMP. DI EBOLLIZIONE MOLTO SIMILI > NO DISTILLAZIONE
- SOLUZIONI MOLTO DILUITE > AUMENTO TEMPO DI DISTILLAZIONE

## FASI OPERATIVE

- 1-MISCELAZIONE SOLVENTE IN SOLUZIONE
- 2-SEPARAZIONE DELLE 2 FASI
- 3-ESTRAZIONE DEL SOLVENTE
- 4-DISTILLAZIONE



# CARATTERISTICHE DEL SOLVENTE

- 1- ALTA CAPACITÀ SOLUBULIZZANTE
- 2- ALTA SELETTIVITÀ PER IL SOLUTO
- 3- ALTA STABILITÀ E INERZIA AGLI ALTRI SOLVENTI
- 4- BASSA TEMP. DI EBOLLIZIONE > DISTILLAZIONE
- 5- BASSA VISCOSITÀ > MIGLIORA RESA ESTRATTIVA
- 6- ASSENZA DI TOSSICIÀ

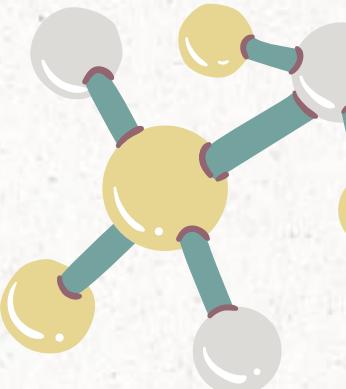
# CARATTERISTICHE ESTRATTORI

## ESTRATTORI UNITI AD AGITATORI COLLEGATI SEPARATORI ( DECANTATORI)

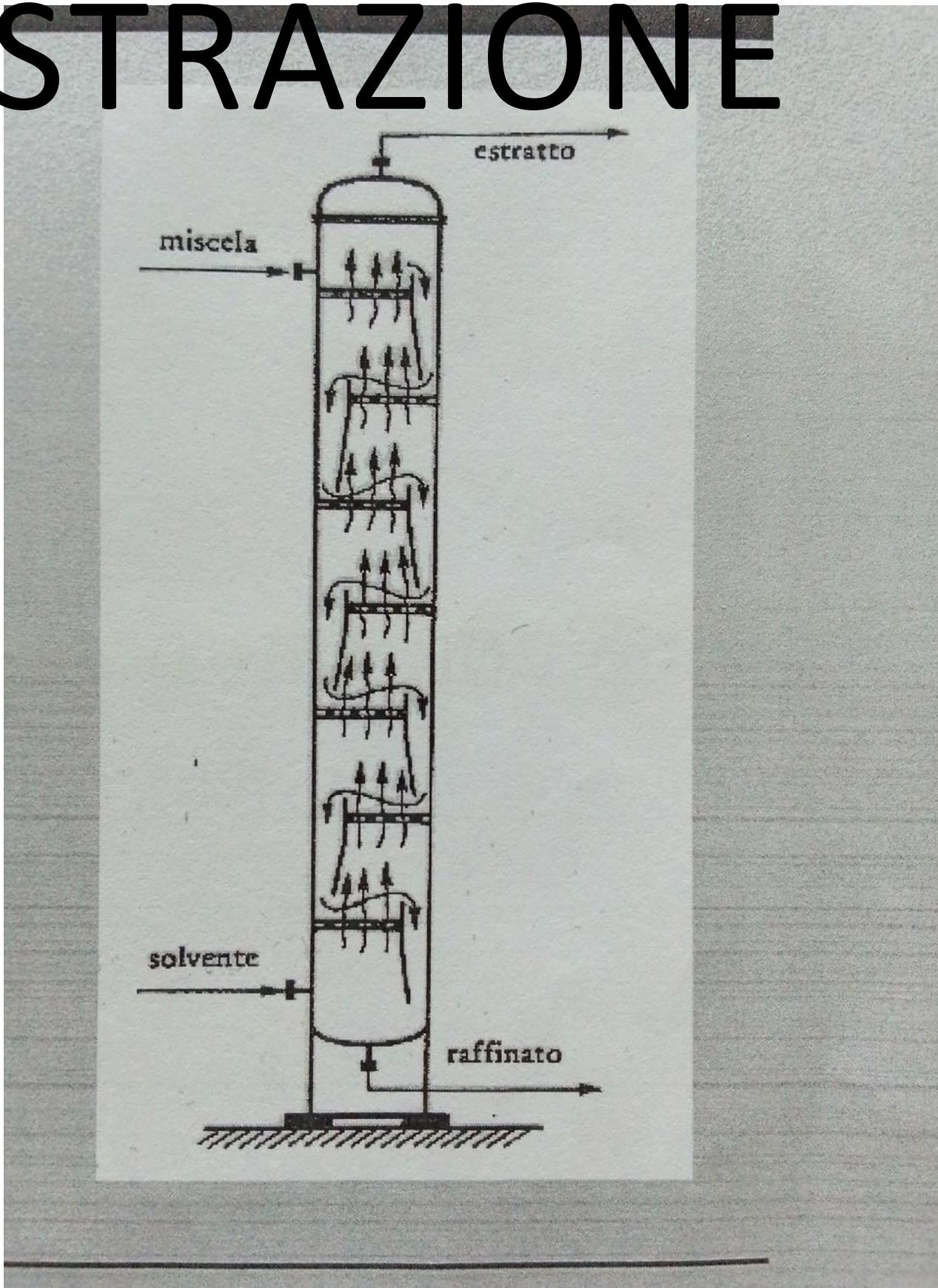
1- ESTRAZIONE PER CONTATTO SEMPLICE

2- ESTRAZIONE PER CONTATTO MULTIPLO

3-ESTRAZIONE A CONTATTO CONTINUO CONTROCORRENTE :  
SI USA UNA COLONNA DI ESTRAZIONE CONSENTE UN'OPERAZIONE  
CONTINUA  
SENZA DECANTATORI ; CONSENTITA DALLA BASSA DENSITÀ DEL  
SOLVENTE CHE ESSENDO PIÙ LEGGERO SALE

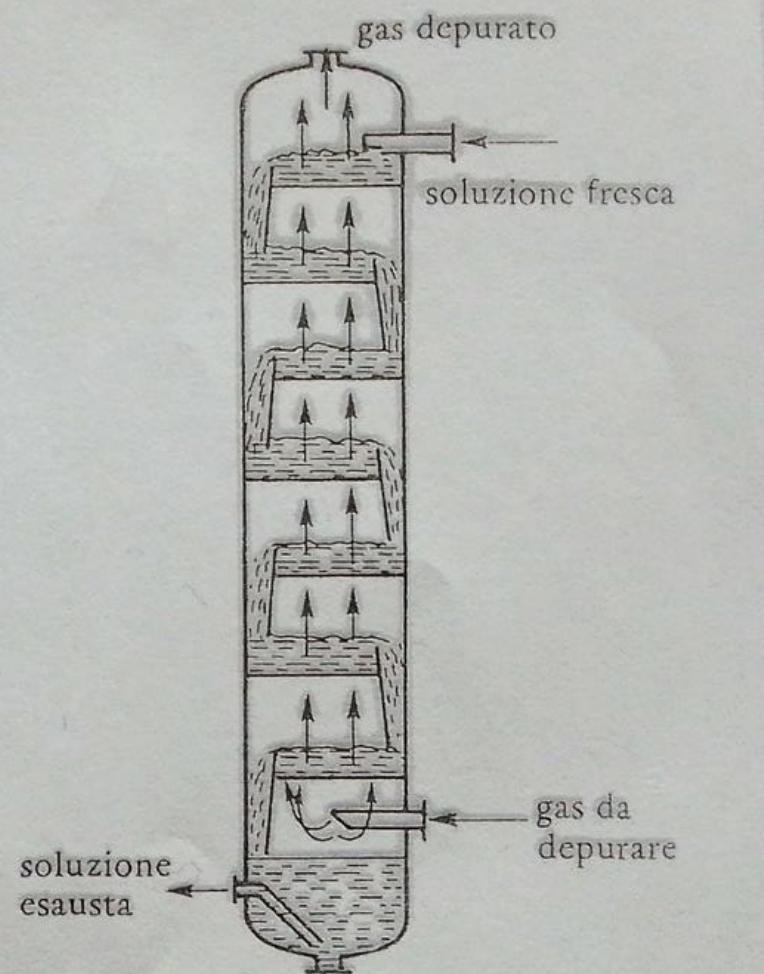


# COLONNE DI ESTRAZIONE



Colonne a piatti

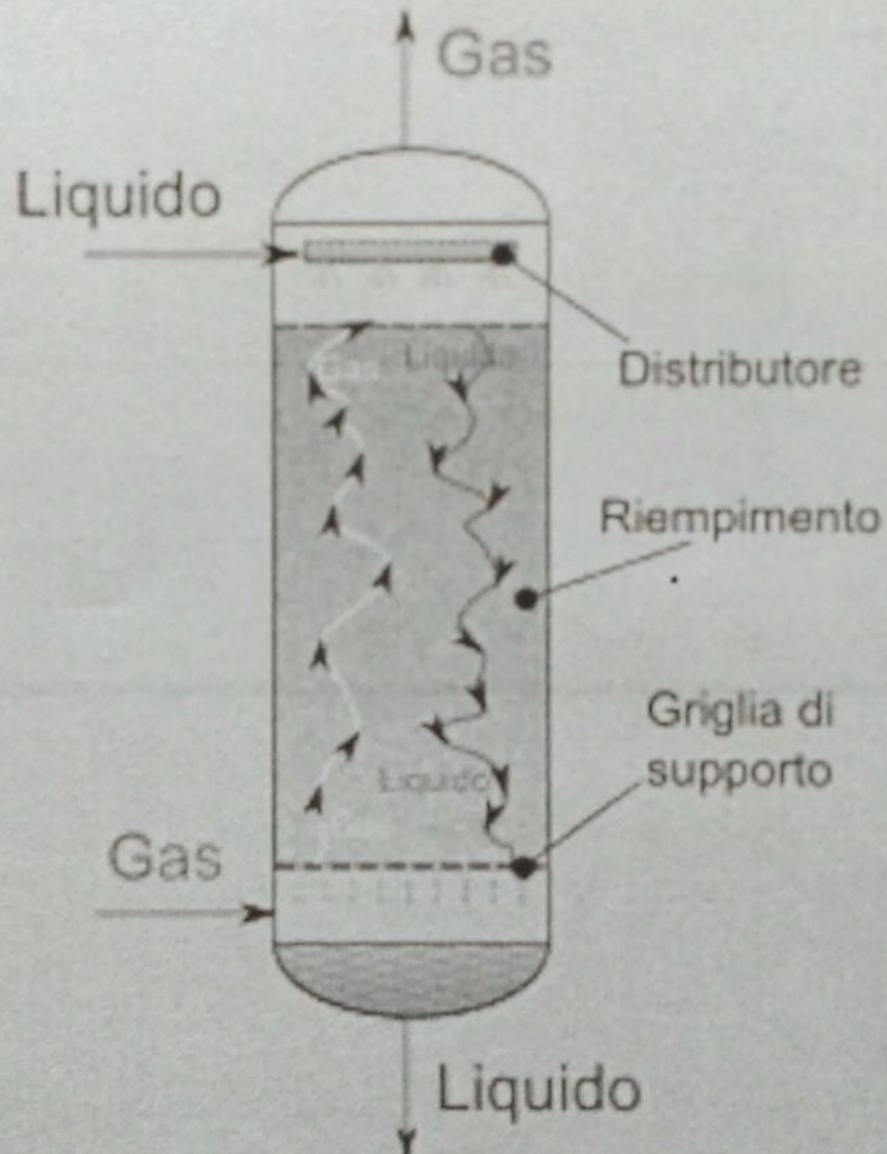
Fig. II.62 – Colonna a piatti.



Da: LERICI C.R. e LERCKER G. : Principi di tecnologie Alimentari, CLUEB, 1983

## Colonne a riempimento

vetro, ceramica,  
plastica, acciaio



# ESTRAZIONE PER VIA CHIMICA

## ESTRAZIONE CON FLUIDI SUPERCRITICI

PREMESSA:

OGNI SOSTANZA PUREA ASSUME UNO STATO DI AGGREGAZIONE SPECIFICO ( SOLIDO LIQUIDO, GASSOSO)

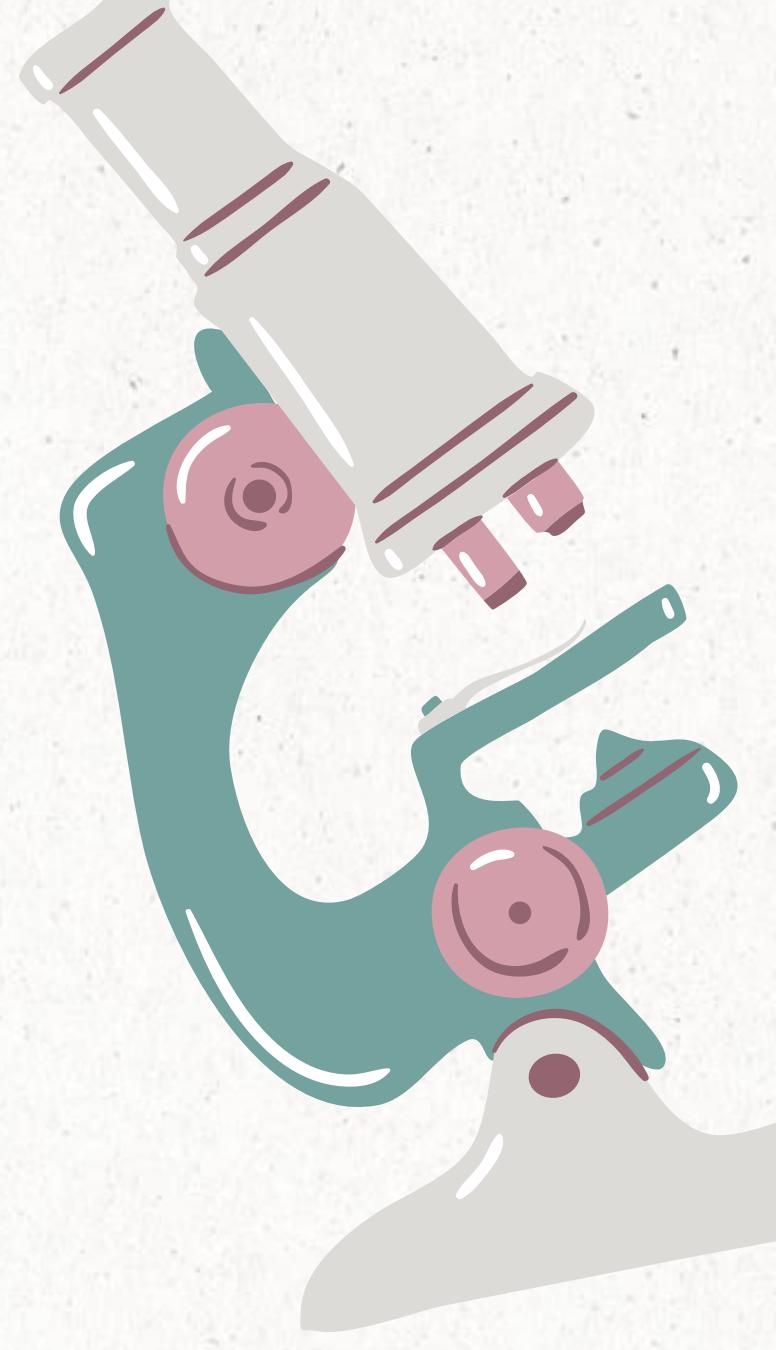
ESISTONO PERÒ SOSTANZE CHE IN PARTICOLARI CONDIZIONI DI TEMPERATURA E PRESSIONE :

- COESISTANO 2 O 3 STATI FISICI ( PUNTO TRIPLO)
- VAPORI SATURI : SIMULTANEA PRESENZA DI FASE GASSOSA IN EQUILIBRIO CON QUELLA LIQUIDA

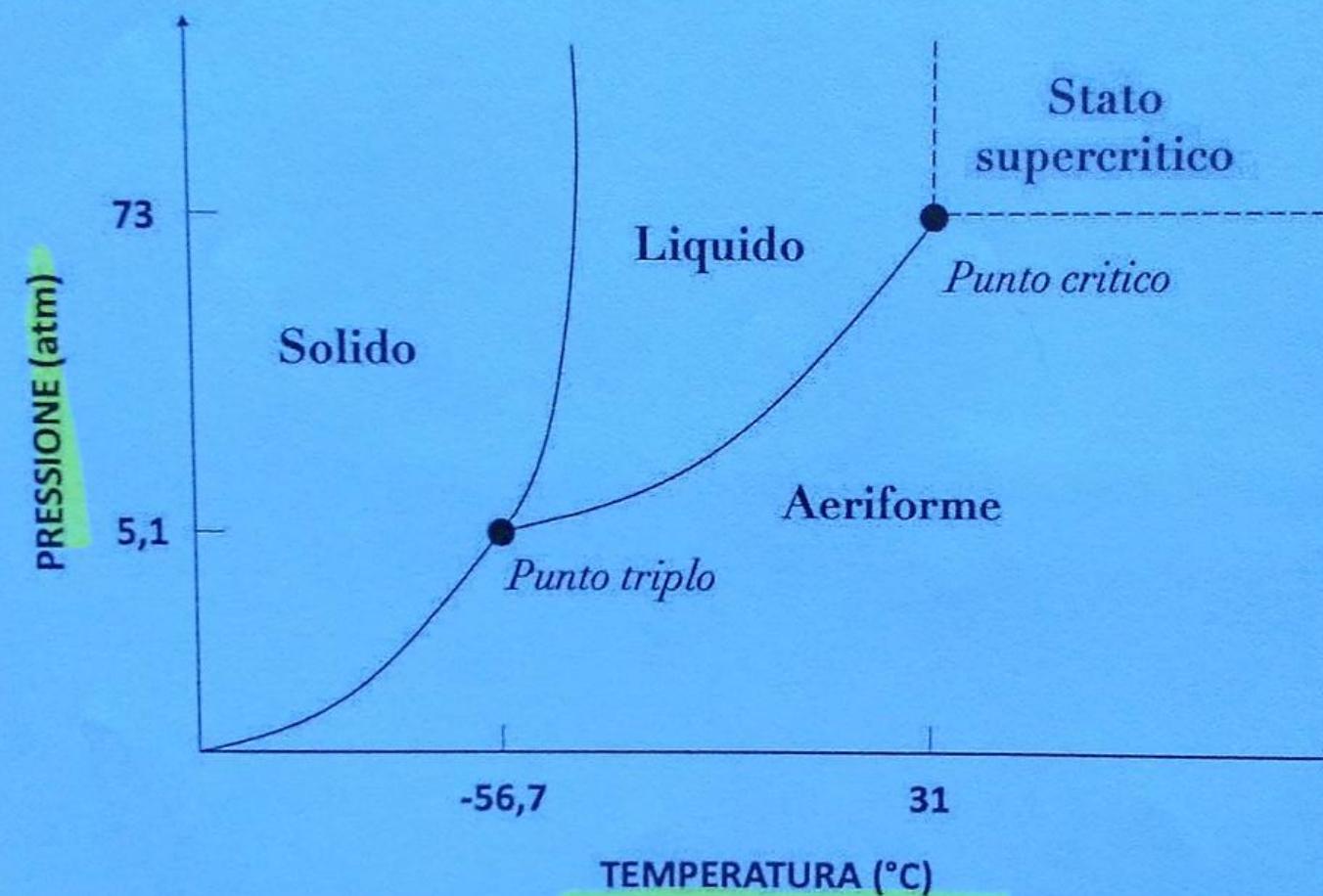


# FLUIDI SUPERCRITICI

- sono quelli che a T e P superiori al punto critico si presentano con una densità del gas paragonabile ad un liquido assumendo caratteristiche di ottimo solvente
- riportandoli a pressioni al punto critico il fluido perde il potere solubulizzante e si allontana completamente dal estratto e dal sistema
- così abbiamo la possibilità di modulare la capacità solvente attraverso T e P e di penetrare nelle matrici solide



# PUNTO CRITICO DELL'ANIDRIDE CARBONICA



Lez. 16 e 17\_VE

- CARATTERISTICHE :
- ASSENZA DI TOSSICITÀ
  - BASSI COSTI
  - CONDIZIONI CRITICHE FACILMENTE SUPERABILI

# APPLICAZIONI INDUSTRIALI

DECAFFEINIZZAZIONE > CAFFE

DEODORAZIONE > OLI VEGETALI, GRASSI

RECUPERO AROMI > SPEZIE, TABACCO, CAFFE

RECUPERO OLI > SEMI DI SOIA, ARACHIDI, GIRASOLE

RAFFINAMENTO OLI > RIMOZIONE ACIDI GRASSI

FRAZIONAMENTO > OLIO DI FEGATO DI MERLUZZO

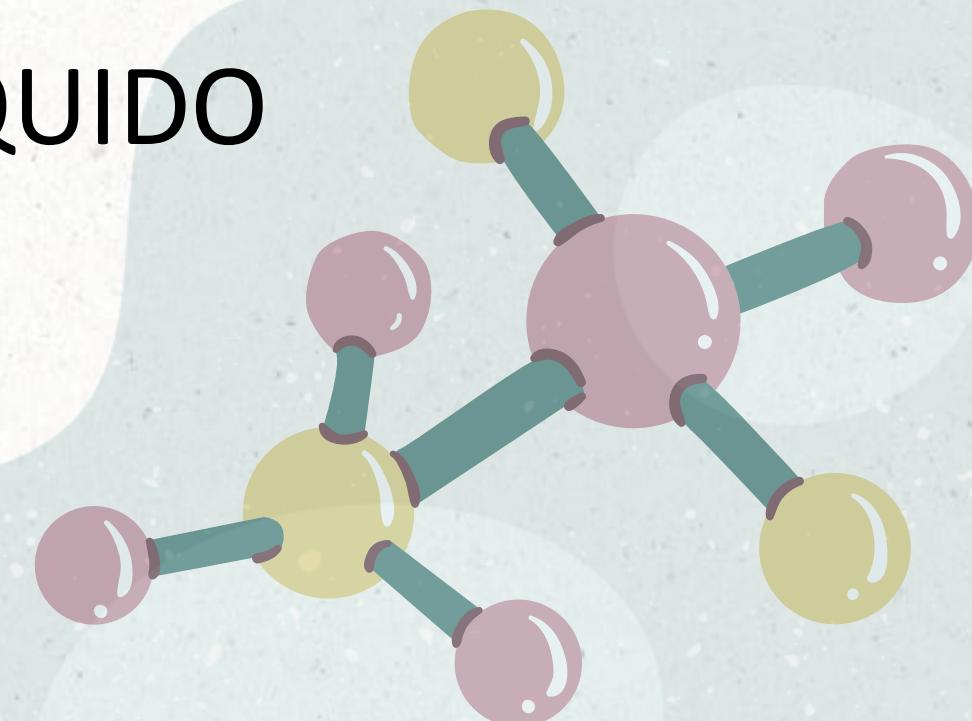
# QUESTE ESTRAZIONI AVVENGONO ATTRAVERSO ADSORBIMENTO E ABSORBIMENTO

## ABSORBIMENTO

PROCESSO MEDIANTE IL **TO** QUALE UN COMPONENTE GASSOSO DI UNA MISCELA SÌ TRASFERISCE IN UN LIQUIDO O GAS CON LA QUALE MISCELA STESSA VIENE A CONTATTO

GAS IN (A+B+C) > LIQUIDO\GAS > GAS AUT (A+B )

- GORGOLIAMENTO C PASSA DAL GAS AL LIQUIDO
- STRIPPING C PASSA DAL LIQUIDO AL GAS



ANDAMENTO DEL PROCESSO = FORZA MOTRICE

RESISTENZE  
~~FORZA MOTRICE~~ = gradiente di conc. =  $C_{\text{iniziale}} - C_{\text{equilibrio}}$

RESISTENZE = sono di varia natura e si esprimono all'interfaccia LIQUIDO-GAS

$$dW/dt = K_i \cdot A \cdot (X' - X) - K_g \cdot A \cdot (Y - Y')$$

$X$  = conc. di  $C$  (componente gassoso) nel liquido

$Y$  = conc. di  $C$  nel gas

' = conc. all equilibrio

$K_g$  e  $K_i$  = coefficienti di trasferimento della materia per liquido e gas

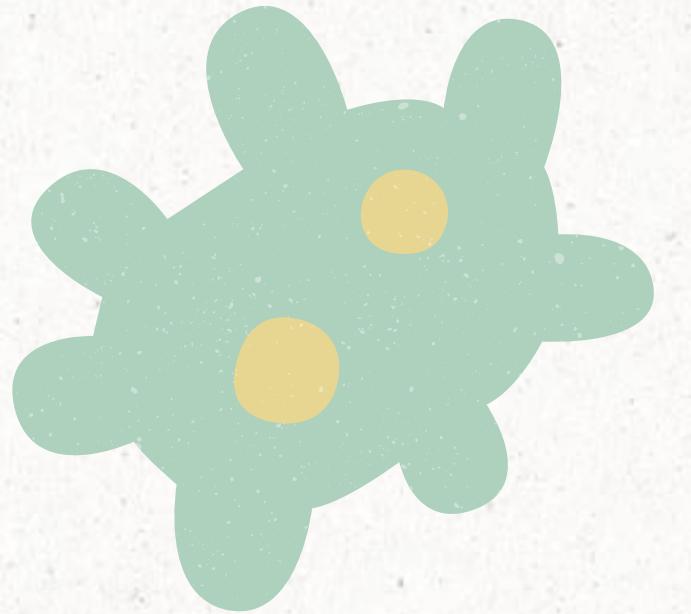
# ABSORBIMENTO GAS-SOLIDO

IL GAS PUOI ESSERE ABSORBITO IN 3 MODI :

1- PENETRAZIONE (ABSORBIMENTO FISICO) : IL GAS PENETRA NEGLI INTERSTIZI/CAPILLARI DEL SOLIDO

2- DISSOLUZIONE (ABS. FISICO) : IL GAS PENETRA NEL SOLIDO E SI SCIOGLIE IN ESSO

3-REAZIONE (ABS. CHIMICO) : IL GAS VIENE FISSATO DAL SOLIDO COME CONSEGUENZA DI UNA REAZIONE CHIMICA

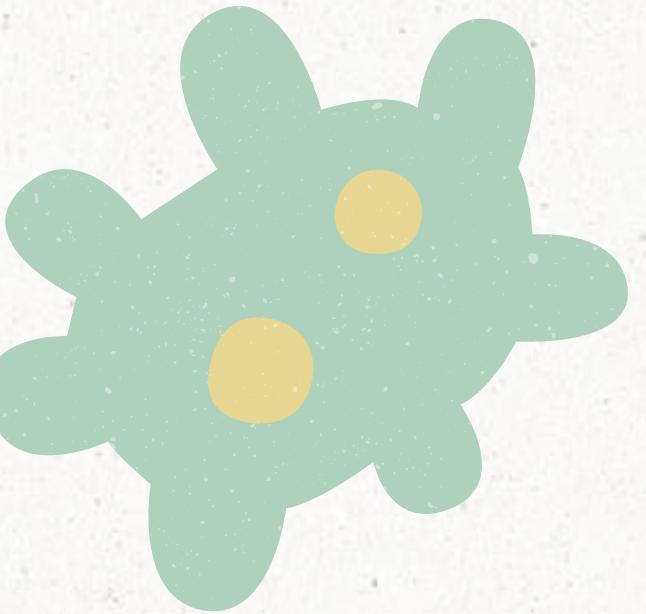


# ABSORBIMENTO GAS-LIQUIDO

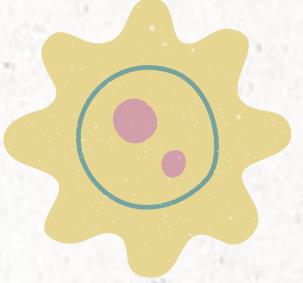
IL GAS PUOI ESSERE ABSORBITO IN 2 MODI :

1- ABSORBIMENTO FISICO : IL GAS SI DIFFONDE NEL LIQUIDO E SI SOLUBILIZZA IN ESSO ( FUNZIONALE ALLA T E P)

2-ABSORBIMENTO CHIMICO ( CHEMIASSORBIMENTNTO) : IL GAS REAGISCE CON IL LIQUIDO E DA ORIGINE AD UN NUOVO COMPOSTO



# ADSORBIMENTO



SI INTENDE IL FENOMENO PER CUI I LIQUIDI E I SOLIDI HANNO LA PROPRIETÀ DI TRATTENERE IN SUPERFICIE (SENZA DIFFUSIONE INTERNA) ALTRE SOSTANZE SOLIDE, LIQUIDE O GASSOSE



- PROCESSO FAVORITO DA ELEVATA SUPERFICIE DI CONTATTO
- I SOLIDI ASSORBENTI HANNO COME CARATTERISTICA UN ELEVATA POROSITÀ E SOLITAMENTE SONO SUDDIVISI IN PICCOLE PARTICELLE ( AUMENTO SUP.)
- LA DIFFUSIONE ALL'INTERNO DEL SOLIDO AVVIENE ATTRAVERSO I CAPILLARI E LE POROSITÀ
- ESEMPI DI SOSTANZE ASSORBENTI ABBIAMO : TERRE DECOLORANTI E GEL DI SILICE