

TECNOLOGIE CHIMICHE

Una miscela allo stato aeriforme avente portata **200** Kmol/h, contenente un composto organico volatile viene sottoposta ad assorbimento, con opportuno solvente, in colonna a stadi.

La frazione molare relativa alla sostanza da assorbire è: **$y=0,30$**

Il solvente considerato puro, avente **$C_{p2}=20$** Kcal/Kmol, deve essere riscaldato da **15°C a 60°C** in uno scambiatore che utilizza vapore di rete avente calore latente di condensazione **$\lambda_v = 400$** Kcal/kmol.

Si vuole recuperare il **92%** della sostanza presente.

La sostanza non assorbita, assieme all'inerte, uscenti dalla testa, alla temperatura di **60°C**, aventi calore latente di condensazione **$\lambda_m = 500$** Kcal/kmol. vengono condensati in uno scambiatore che utilizza acqua, la quale entra a **10°C** ed esce a **25°C**.

Si consideri il coefficiente globale di scambio: **$U=800$** Kcal/m² * °C * h

Calcolare:

- 1) La portata di solvente, operando con una maggiorazione del 40% rispetto alla portata minima;
- 2) Il numero di stadi teorici;
- 3) La portata di vapore necessario per il preriscaldamento del solvente;
- 4) La portata di acqua necessaria alla condensazione dei vapori di testa, considerando **$C_{p_{acqua}} = 18$** Kcal/Kmol;
- 5) La superficie del condensatore.

La curva di equilibrio va disegnata per punti dai dati della tabella:

X	0	0,035	0,056	0,082	0,09	0,109	0,131	0,156	0,178	0,2	0,23	0,25	0,28	0,3
Y	0	0,08	0,124	0,175	0,191	0,221	0,255	0,2925	0,3223	0,348	0,381	0,402	0,43	0,445

Dati:

$G= 200$ Kmol/h

$y=0,30$

Recuperare il **92%**

$C_{p2}=20$ Kcal/Kmol

$t^{\circ} i$ solvente 15°C

$t^{\circ} f$ solvente 60°C

$\lambda_{miscela\ di\ testa.} = 500$ Kcal/kmol.

$\lambda_{vap.} = 600$ Kcal/kmol

$t^{\circ} i$ acqua 10°C

$t^{\circ} f$ " 25°C.

$C_{p_{acqua}} = 18$ Kcal/Kmol;

$U=800$ Kcal/m² * °C * h

SVOLGIMENTO

Calcolo della sostanza G_s presente nell'alimentazione G

G_s sostanza presente: **Frazione molare * Alimentazione**

$$G_s = y * G = 0,30 * 200 = 60 \text{ Kmol/h}$$

Calcolo dell'inerte: $G_I = \text{Alimentazione} - \text{sostanza presente}$

$$G_I = 200 - 60 = 140 \text{ Kmol/h (inerte)}$$

Sostanza assorbita: 92% della sostanza presente:

$$G_s = 0,92 * 60 = 55,2 \text{ Kmol/h}$$

$$\text{Sostanza non rimossa} = G_s - \text{rimossa} = 60 - 55,2 = 4,8 \text{ Kmol/h}$$

$$\text{Rapporto molare gas uscente} = Y_{US} = 4,8/140 = 0,034$$

$$\text{Rapporto molare gas in ingresso} = Y_{IN} = 60/140 = 0,43$$

Si traccia la retta di lavoro dal punto $Q (0, 0,034)$, cioè: Y_{US}

tangente alla curva di equilibrio in T

Osservando il grafico si leggono le coordinate del punto di tangenza:

Il punto di tangenza T ha coordinate (X_T, Y_T) : **(0,09 - 0,191)** (Condizioni pinch)

$$\text{Applicando } \frac{L_{\text{Min}}}{G_I} = \frac{Y_T - Y_{US}}{X_T - 0} \text{ si ha: } \frac{L_{\text{Min}}}{G_I} = \frac{(0,191 - 0,034)}{(0,09 - 0)} = 1,744$$

Da cui $L_{\text{Min}} = G_I * 1,744 = 140 * 1,744 = 238 \text{ Kmoli/h}$ (Rappresenta la portata di solvente minima)

Aumentiamo L_{Min} del 40% si ha: $L_{\text{op}} = L_{\text{Min}} + 40\% * L_{\text{Min}} = 238 + 95,2 = 333,2 \text{ Kmoli/h}$

Il rapporto L_{op} / G_I è $= 333,2 / 140$ e rappresenta il valore della **tg α** che risulta: **2,38**

Sapendo l'angolo si costruisce la vera retta di lavoro dal punto Y_{US} , fino al valore Y_{IN} , evidenziando i gradini cioè gli stadi (contandoli dal basso).

Più facilmente si può determinare l'ascissa del punto P calcolando X_{US} :

$$\text{Dall'equazione: } \frac{Y_{IN} - Y_{US}}{X_{US}} = \text{tg } \alpha = 2,38$$

si ha: $X_{US} = (Y_{IN} - Y_{US}) : 2,38 = (0,43 - 0,034) : 2,38 = 0,396 : 2,38 = 0,16$.

Questa rappresenta l'ascissa corrispondente a Y_{IN} .

Pertanto la retta di lavoro operativa parte da $Q (0 ; 0,034)$ e va al punto $P : (X_{US} ; Y_{IN})$ cioè : **(0,16 ; 0,43)**

➤ Calcolo della portata del vapore necessario al preriscaldamento del solvente:

$$Q = L_{\text{op}} * C_{p2} * \Delta t = V_B * \lambda_v$$

$$Q = 333,2 * 20 * (60 - 15) = 299.880 \text{ Kcal/h} \quad \text{che è: } = V_B * 600 =$$

da cui $V_B = 299.880 / 600 = 499,8 \text{ Kmol/h}$ (Vapore di rete necessario al preriscaldamento)

➤ Calcolo della portata dell'acqua necessaria alla condensazione dei vapori di testa:

$$Q_C = \text{Facq.} * C_p * (25-10) = \text{che è:}$$

$$= \text{Portata Vap.}_{\text{testa}} * \lambda_m = (G_I + \text{sost. non Ass.}) * 500 = (140 + 4,8) * 500 = 72.400 \text{ Kcal/h}$$

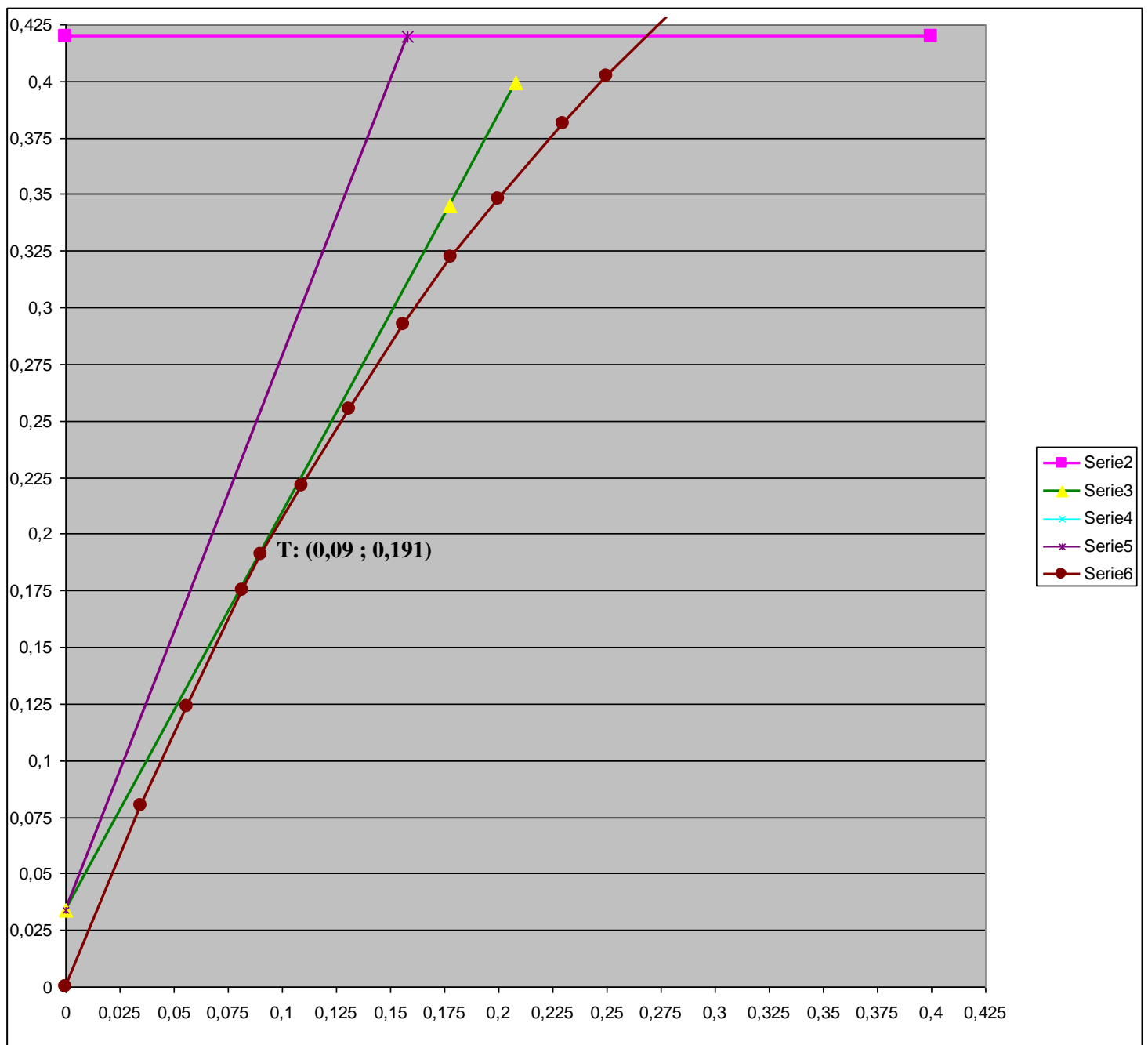
$$\text{Da cui } \text{Facq.} = \frac{72.400}{18 * 15} = 268,15 \text{ Kmol/h} \quad \text{Portata di acqua}$$

Calcolo della superficie del condensatore dei vapori della miscela gassosa di testa:

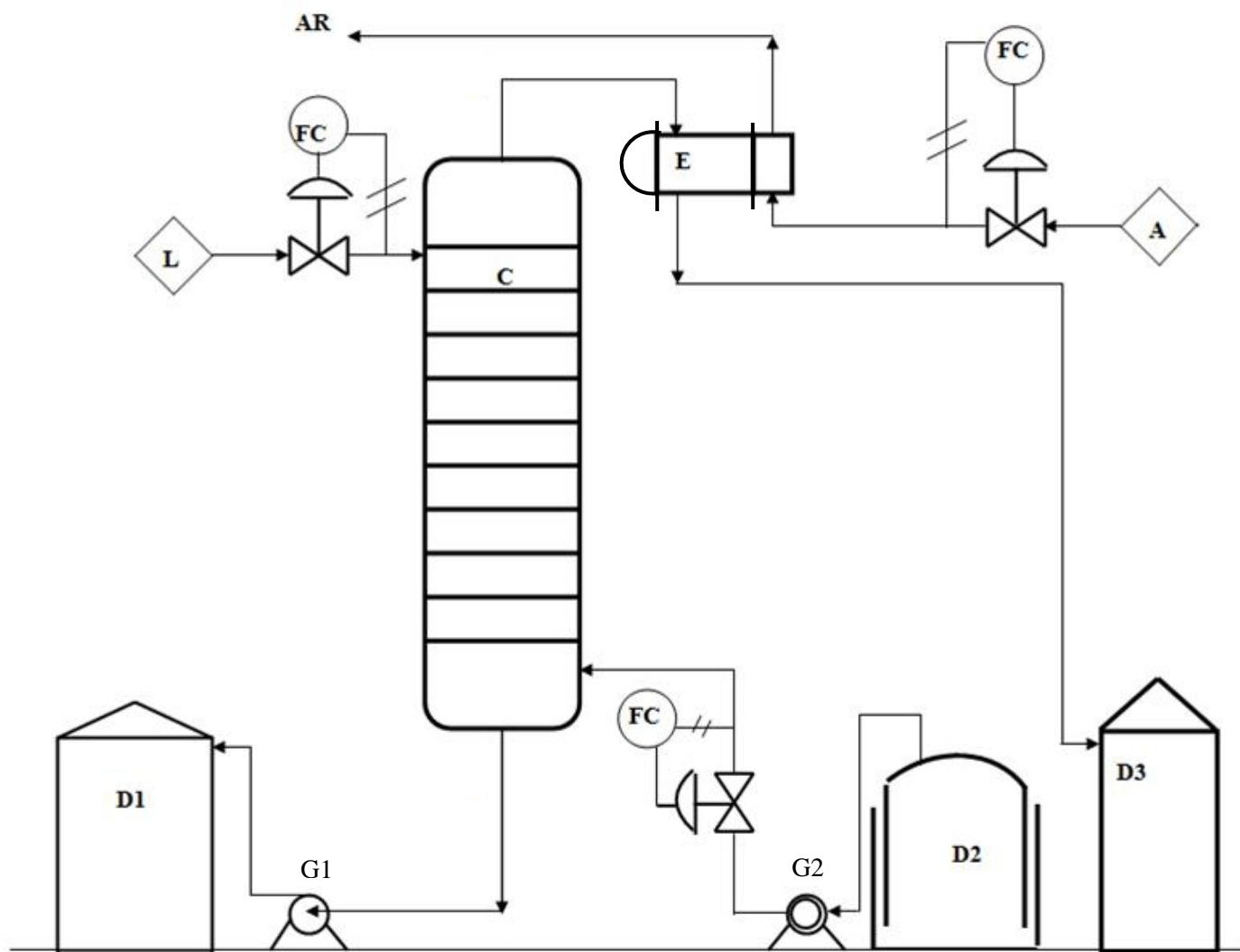
$$Q_C = A * U * \Delta t_{ml} = a: 72.400 \text{ Kmol/h}$$

$$\Delta t_{ml} = \frac{(60-10)-(60-25)}{\ln \frac{50}{35}} = \frac{15}{0,35} = 42$$

$$\text{da cui la superficie } A \text{ è } = \frac{72.400}{800 * 42} = 2,15 \text{ m}^2$$



Circa sette piatti



LEGENDA:

- C Colonna di assorbimento;
- D1 Serbatoio Solvente L più sostanza assorbita;
- D2 Serbatoio dell'alimentazione allo stato aeriforme;
- D3 Serbatoio del prodotto purificato;
- E Condensatore a fascio tubiero.
- FC Controller portata;
- G1 e G2 Pompe.

Ciascuna valvola servo comandata è inserita in un sistema a by-pass che ne permette la manutenzione periodica e fa parte di un sistema di controllo a circuito chiuso a risposta in feed-back.