

GUÍAS 9 - Secado

Problema 5

1° Cuatrimestre - 2025



Enunciado

Para el secado de madera de 55% de humedad a 30% (base húmeda) se emplea un secadero túnel **contracorriente** a través del cual se hace pasar la madera. El secadero dispone de varias secciones de recalentamiento del aire.

El aire exterior se encuentra a $t_{bs} = 20^{\circ}\text{C}$ y $t_{bh} = 10.5^{\circ}\text{C}$.

Antes de ingresar al secadero se calienta a 65°C .

- En la primera sección del secadero el aire se enfría adiabáticamente hasta alcanzar el 90% de humedad, después pasa través de un recalentador en el que su temperatura se vuelve a elevar a 65°C .
- En la segunda sección del secadero se registra nuevamente un enfriamiento adiabático del aire hasta el 90% de humedad.
- Para ingresar a la tercera sección se recalienta a 65°C y se descarga al exterior luego de enfriarse adiabáticamente hasta el 90% de humedad.

En el secadero se han de tratar $250 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ de planchas de madera de dimensiones $6 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 0.025 \text{ m}$. La densidad de la madera **seca** es de $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Enunciado

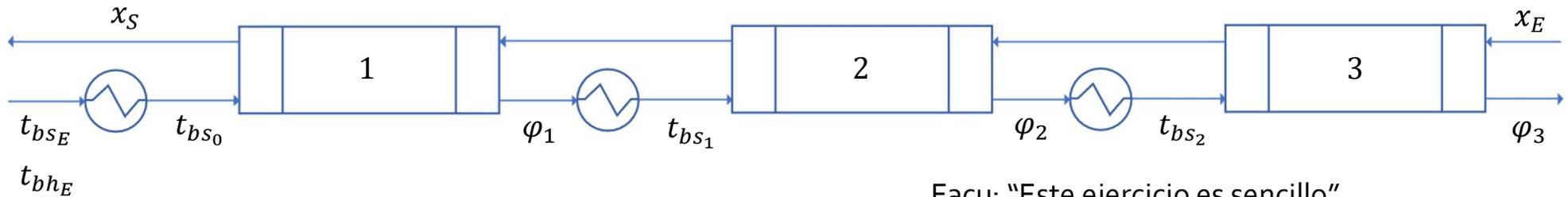
Calcular:

- Caudal de aire necesario
- Calor suministrado al aire durante toda la operación
- Calor necesario para realizar la operación solamente precalentando el aire.
- Tiempo de secado de una plancha.

Los datos experimentales indican que $X_c = 1$

X	$\frac{kg_{agua}}{kg_{madera\ seca}}$	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0
N	$\frac{kg}{m^2h}$	1	0.68	0.36	0.2	0.16	0.08	0

Planteo



$$Q_{planchas} = 250 \frac{m^3}{día}$$

Planchas de 6 m x 0.3 m x 0.025 m

$$\rho_{seca} = 800 \frac{kg}{m^3}$$

$$X_c = 1$$

Facu: "Este ejercicio es sencillo"

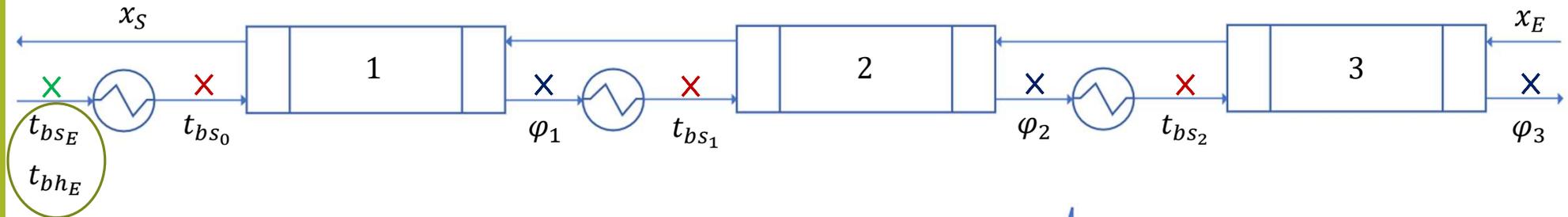
Estudiantes de OPIII:



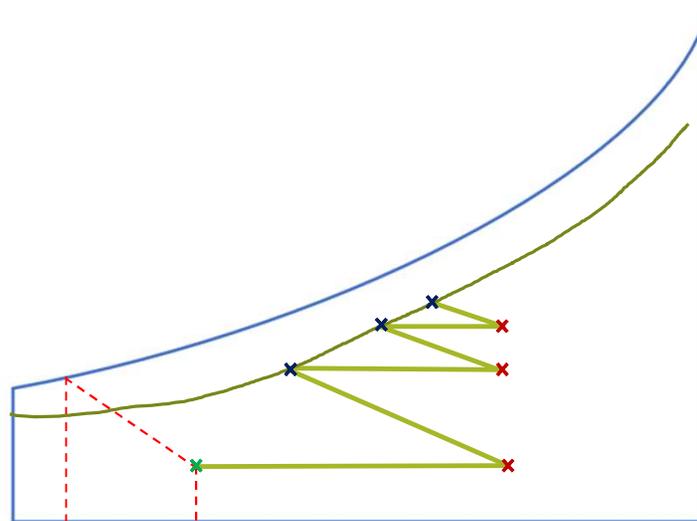
Datos N vs X (post crítico)

Planteemos primero la evolución del gas en un diagrama psicrométrico

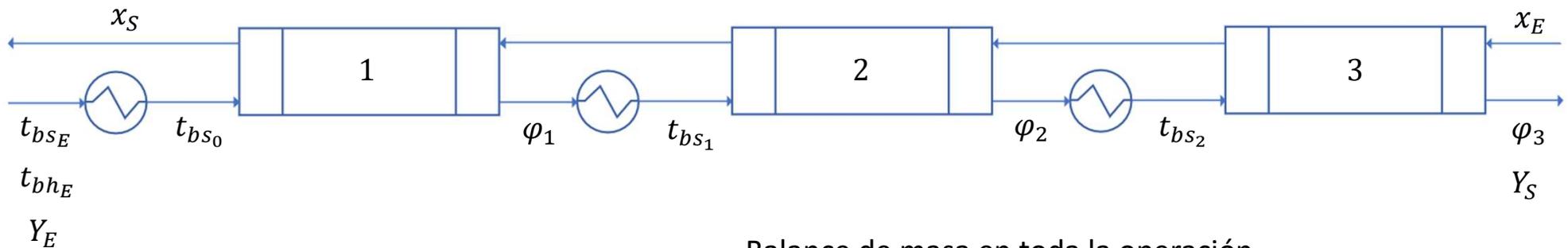
Planteo



Con este gráfico puedo conocer todas las propiedades de mi gas en cada parte del proceso



Punto a



Balance de masa en toda la operación

¿Para qué planteé todo esto?

Humedad que gana el aire = Agua que pierde el sólido

Puedo conocer la humedad del aire que entra y la humedad del aire que sale

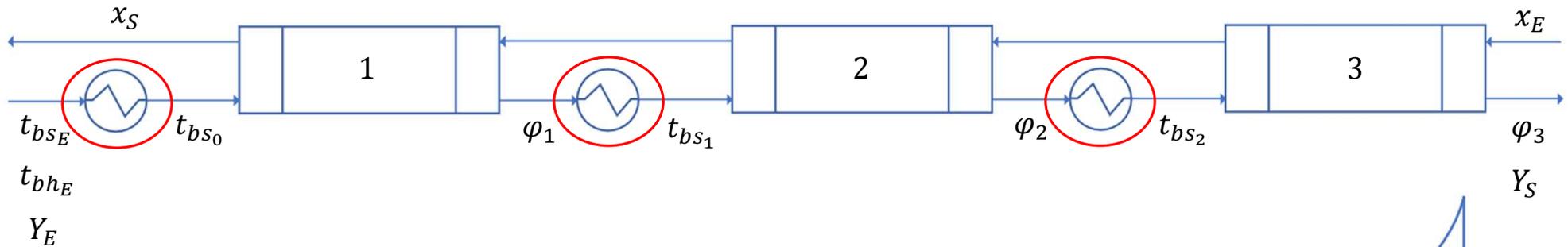
$$G_S * (Y_S - Y_E) = Q_{planchas} * \rho_{seca} * (X_E - X_S)$$

$$X_E = \frac{x_E}{1 - x_E} \quad X_S = \frac{x_S}{1 - x_S}$$

Obtengo G_S



Punto b

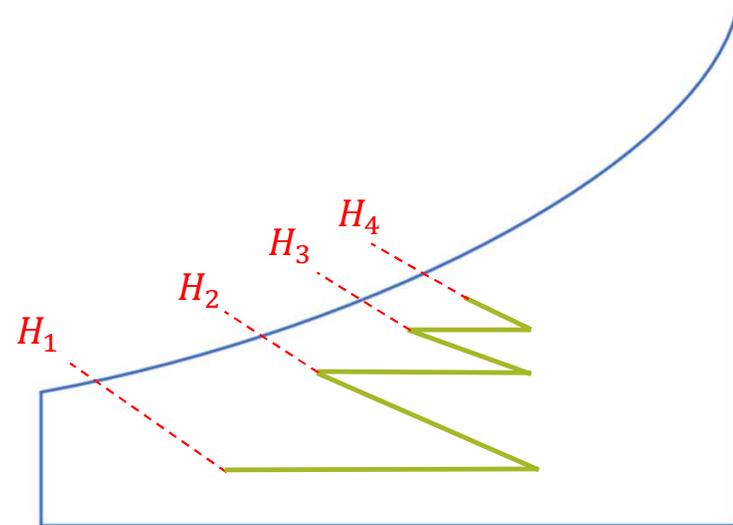


¿Dónde suministro calor al aire?

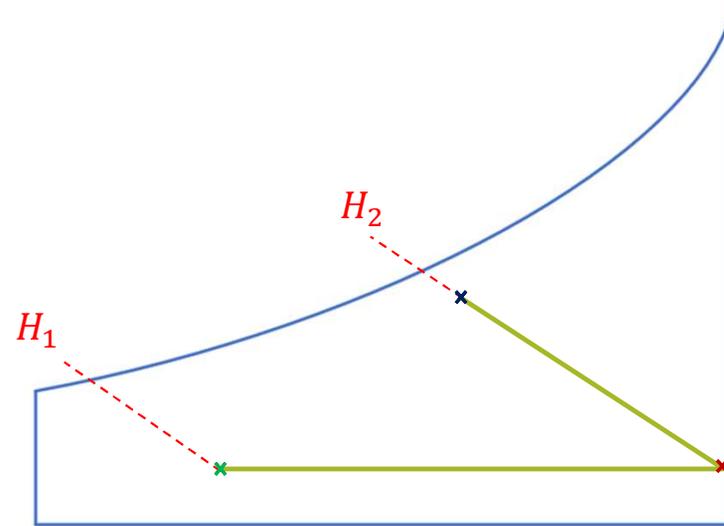
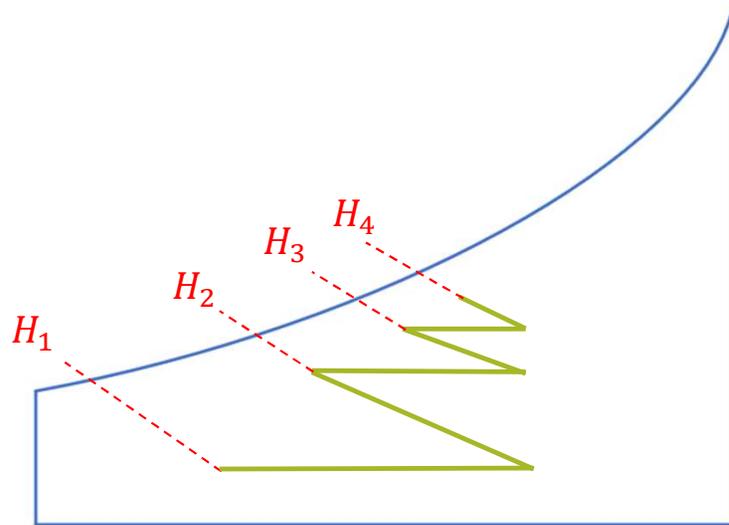
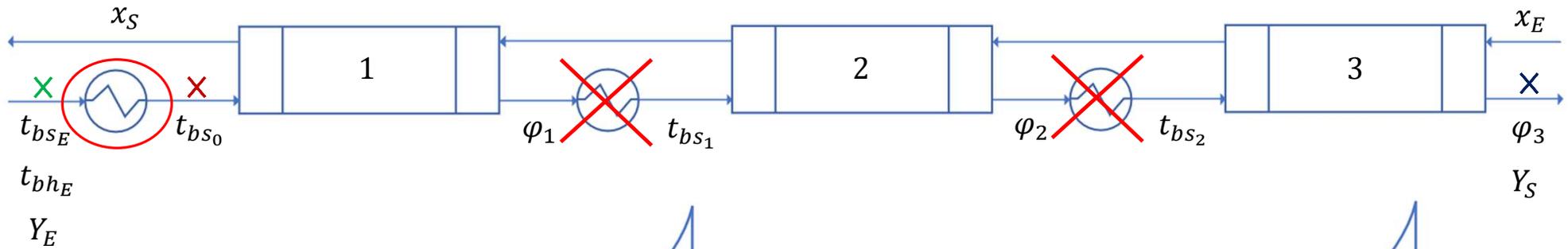
El calor total lo puedo expresar como la suma de cada calor aportado al sistema

$$Q_{Tot} = Q_{iq_1} + Q_{iq_2} + Q_{iq_3}$$

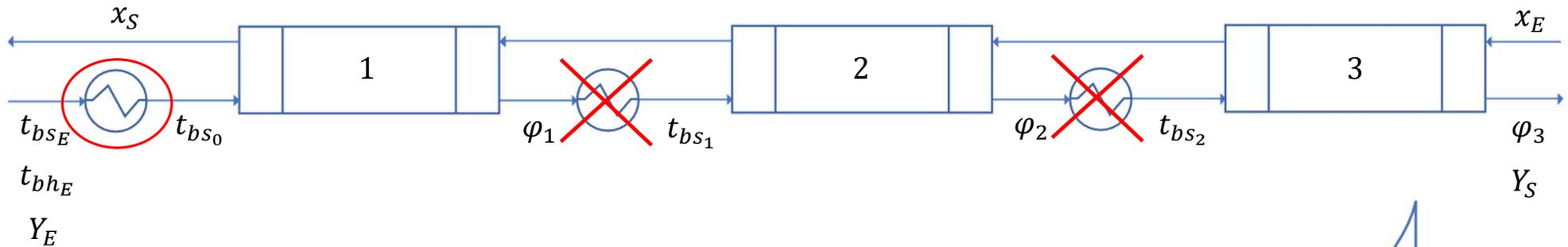
$$Q_{iq_i} = H_{S_i} - H_{E_i}$$



Punto c

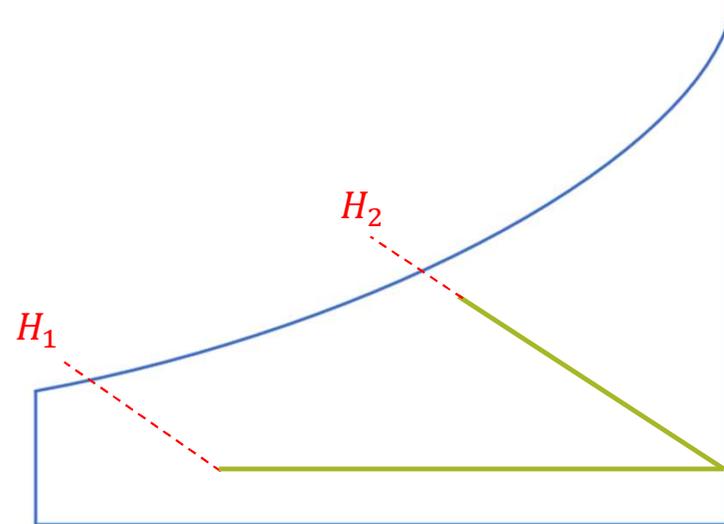


Punto c

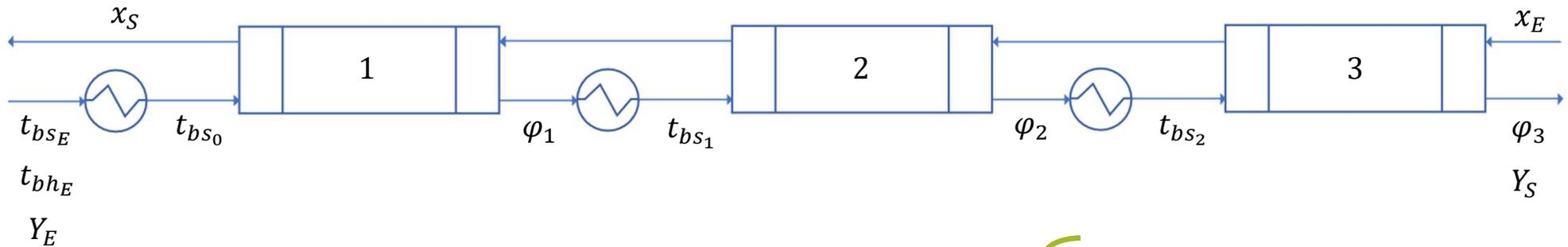


¿Cómo va a ser el calor a entregar comparado con el esquema anterior?

¿Qué ventajas o desventajas puede traer este cambio en el proceso?



Punto d



Ecuación de diseño

$$d\theta = -\frac{L_S}{A} * \frac{dX}{N}$$

$$L_S = \text{Masa de sólido seco} = V_{plancha} * \rho_{seca}$$

$$A = \text{Área de secado} = 2 * 6 \text{ m} * 0.3 \text{ m}$$

Supongo que seco por las dos caras

Puedo partir la integral en dos partes

Secado pre-crítico

$$\theta_{pre} = -\frac{L_S}{A} * \frac{(X_E - X_C)}{N_C}$$

Secado post-crítico

$$\theta_{post} = -\frac{L_S}{A} * \int_{X_C}^{X_S} \frac{dX}{N}$$

¿PREGUNTAS?