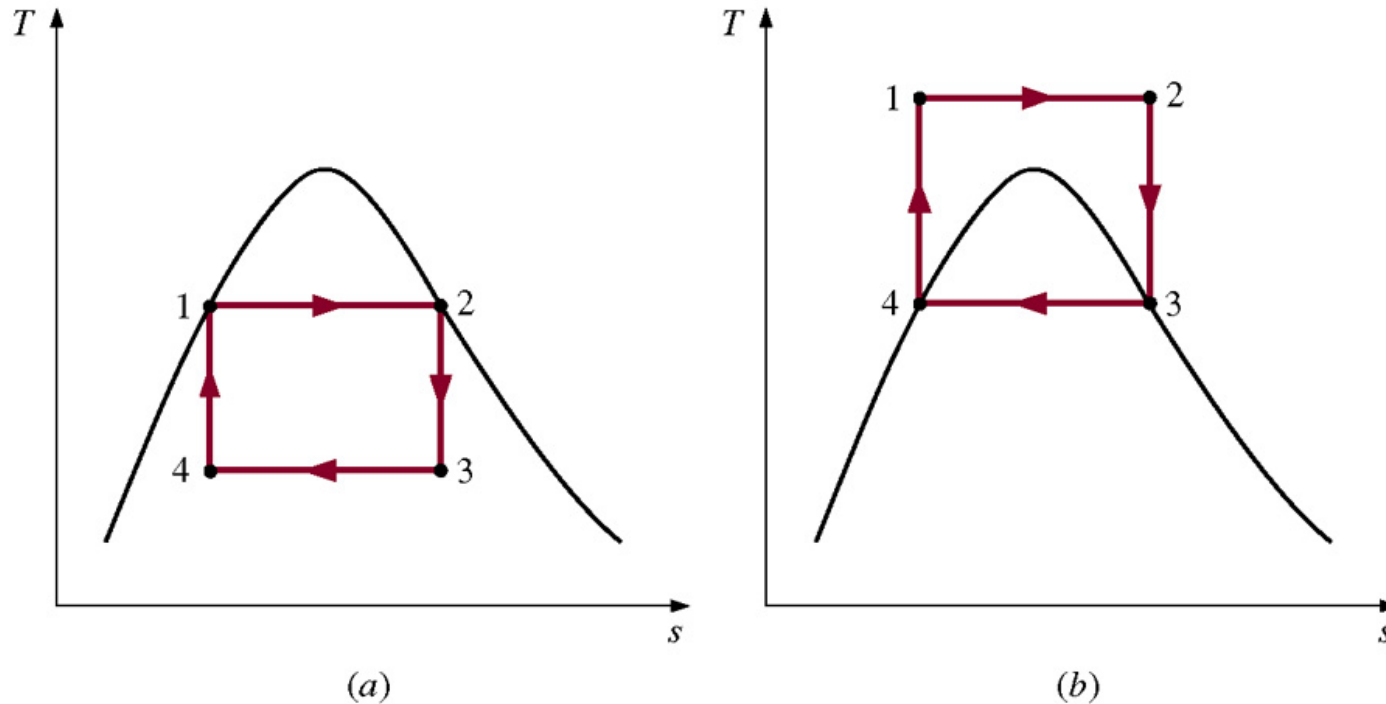


# **Capítulo 9:**

Ciclos de potencia de vapor y  
combinados.

## 9.1 El ciclo de Carnot de vapor

Considerese un ciclo de Carnot de flujo permanente llevado a cabo dentro de la curva de saturación de una sustancia pura como el agua:

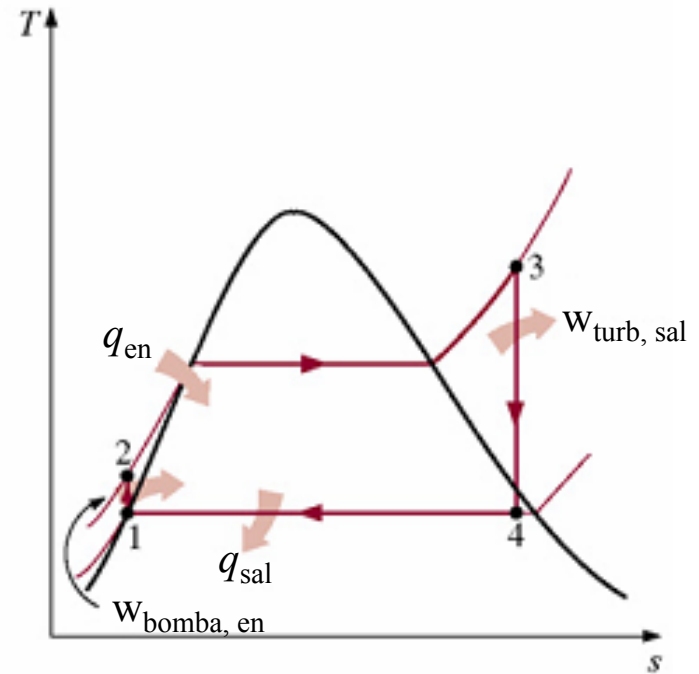
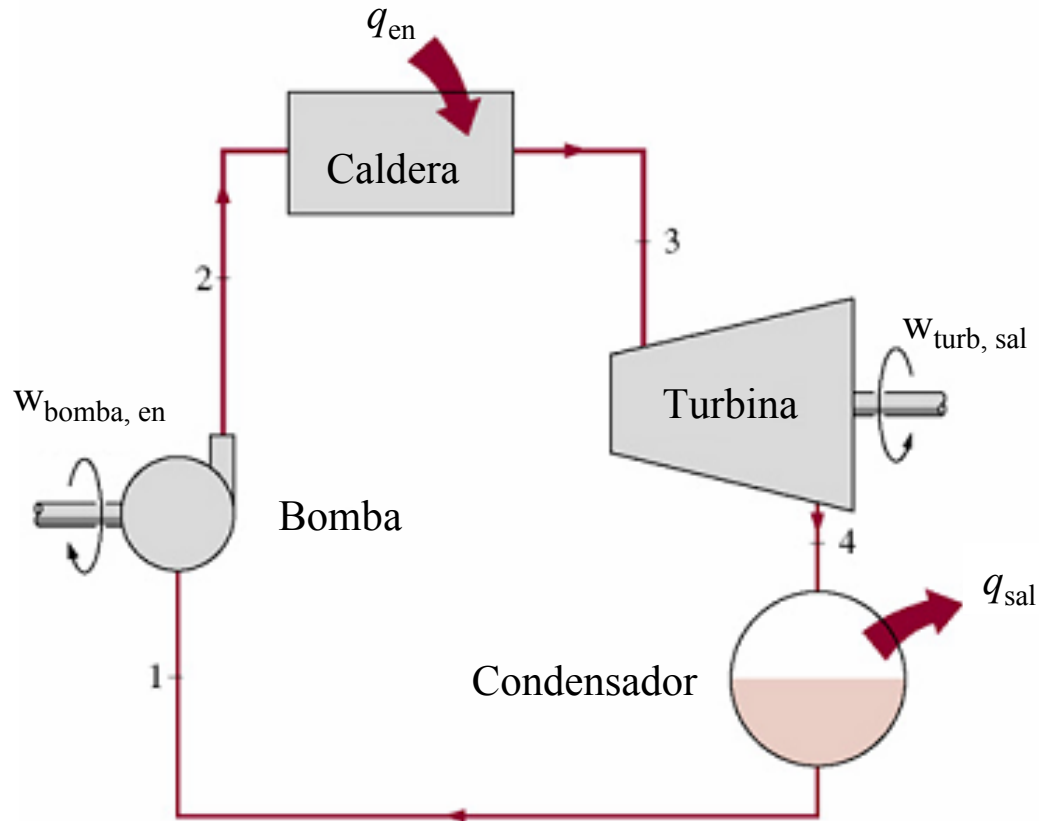


Este tipo de ciclo presenta los siguientes inconvenientes prácticos:

1. La temperatura máxima que puede emplearse en el ciclo está limitada por la temperatura crítica del fluido de trabajo.
2. El proceso de expansión isoentrópica da lugar a una baja calidad y la presencia de gotas líquidas erosiona la turbina.
3. El proceso de compresión isoentrópica implica la compresión de una mezcla líquido-vapor hasta un líquido saturado. Realizar esta operación es muy complejo.

## 9.2 El ciclo de Rankine

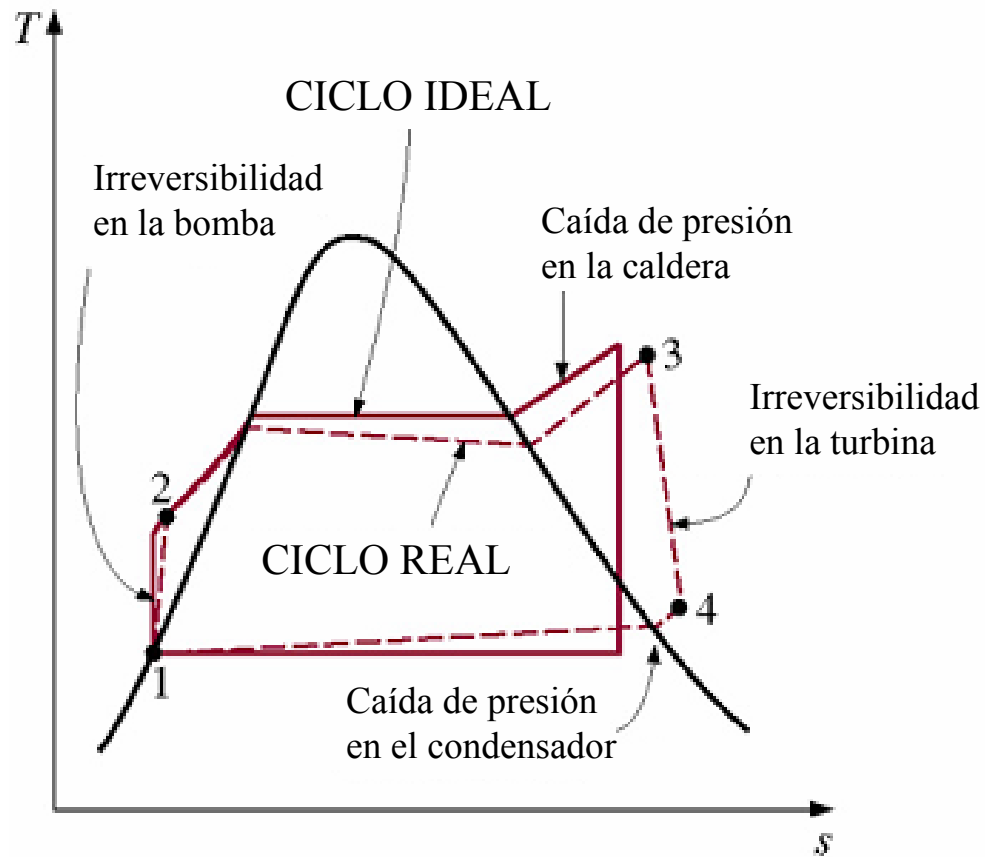
El ciclo ideal para las plantas de potencia de vapor es el [ciclo de Rankine](#).



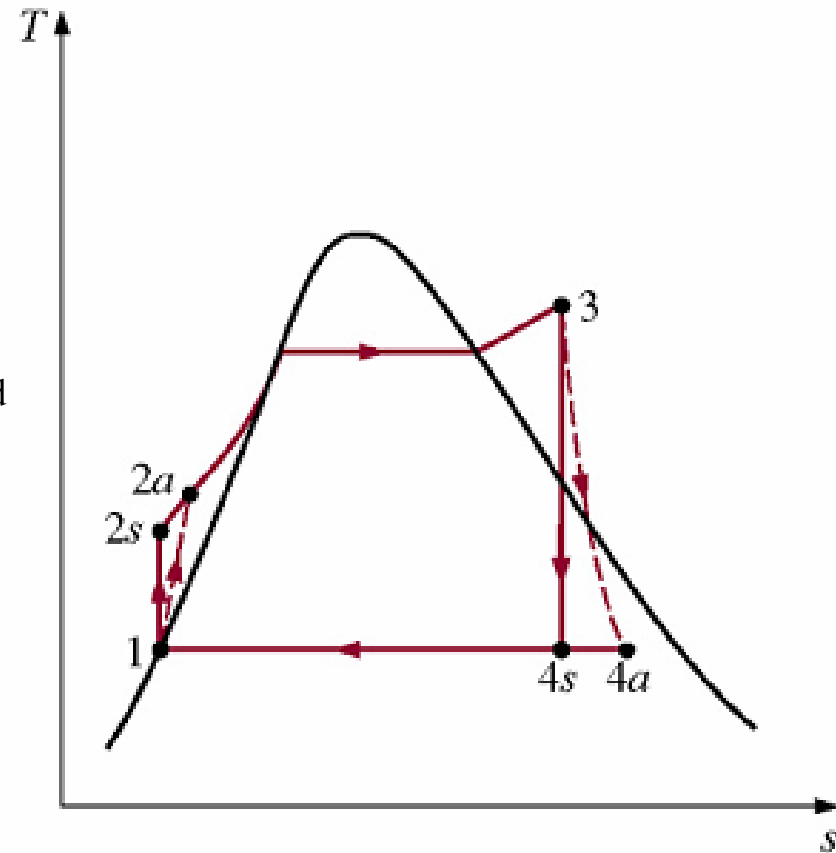
$$\varepsilon_{Rankine} = 1 - \frac{h_4 - h_1}{h_3 - h_2}$$

## 9.2 El ciclo de Rankine

(a) Desviación del ciclo real de potencia de vapor a partir del ciclo Rankine ideal. (b) Efecto de las irreversibilidades de la bomba y la turbina sobre el ciclo Rankine ideal.



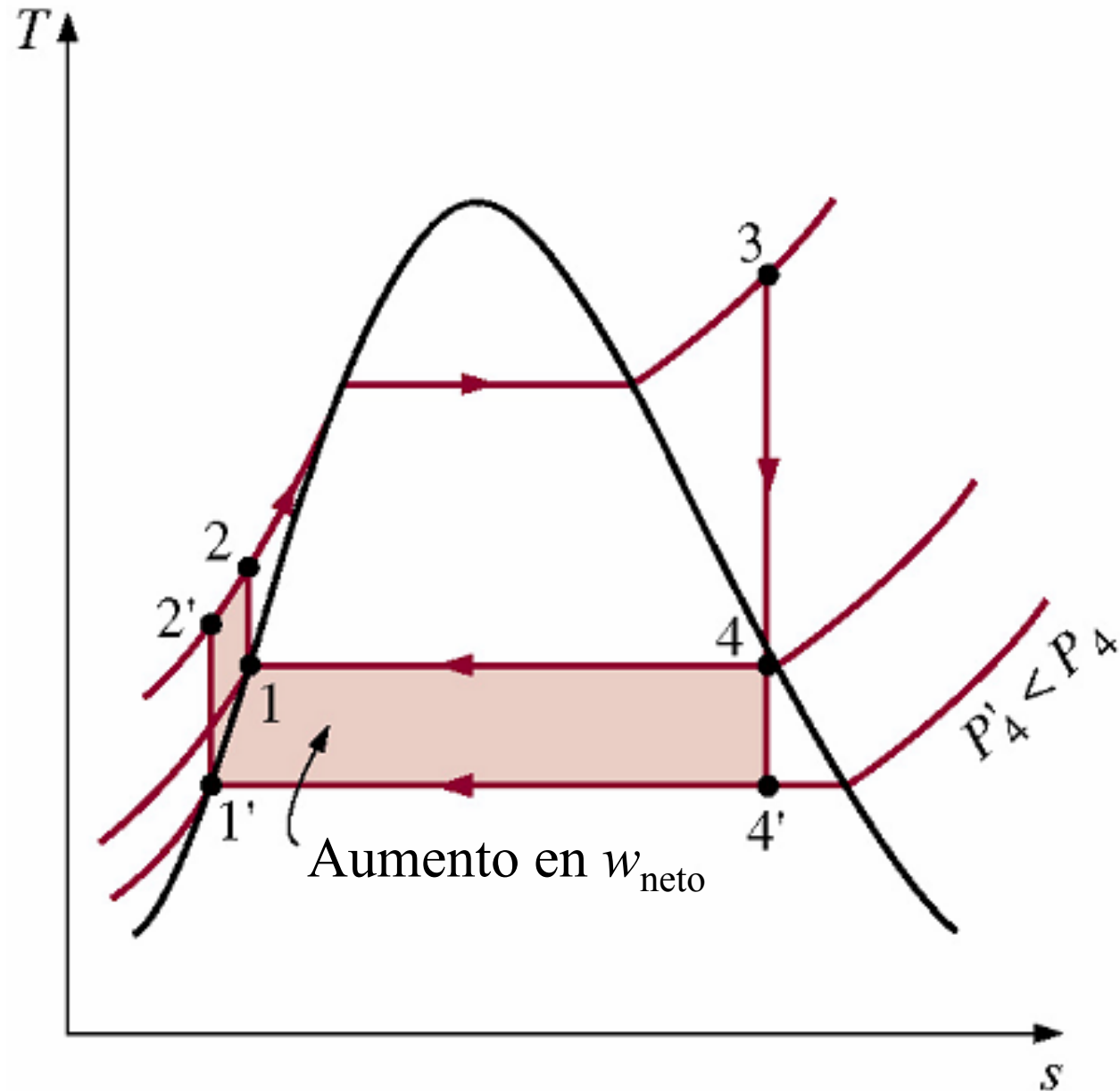
(a)



(b)

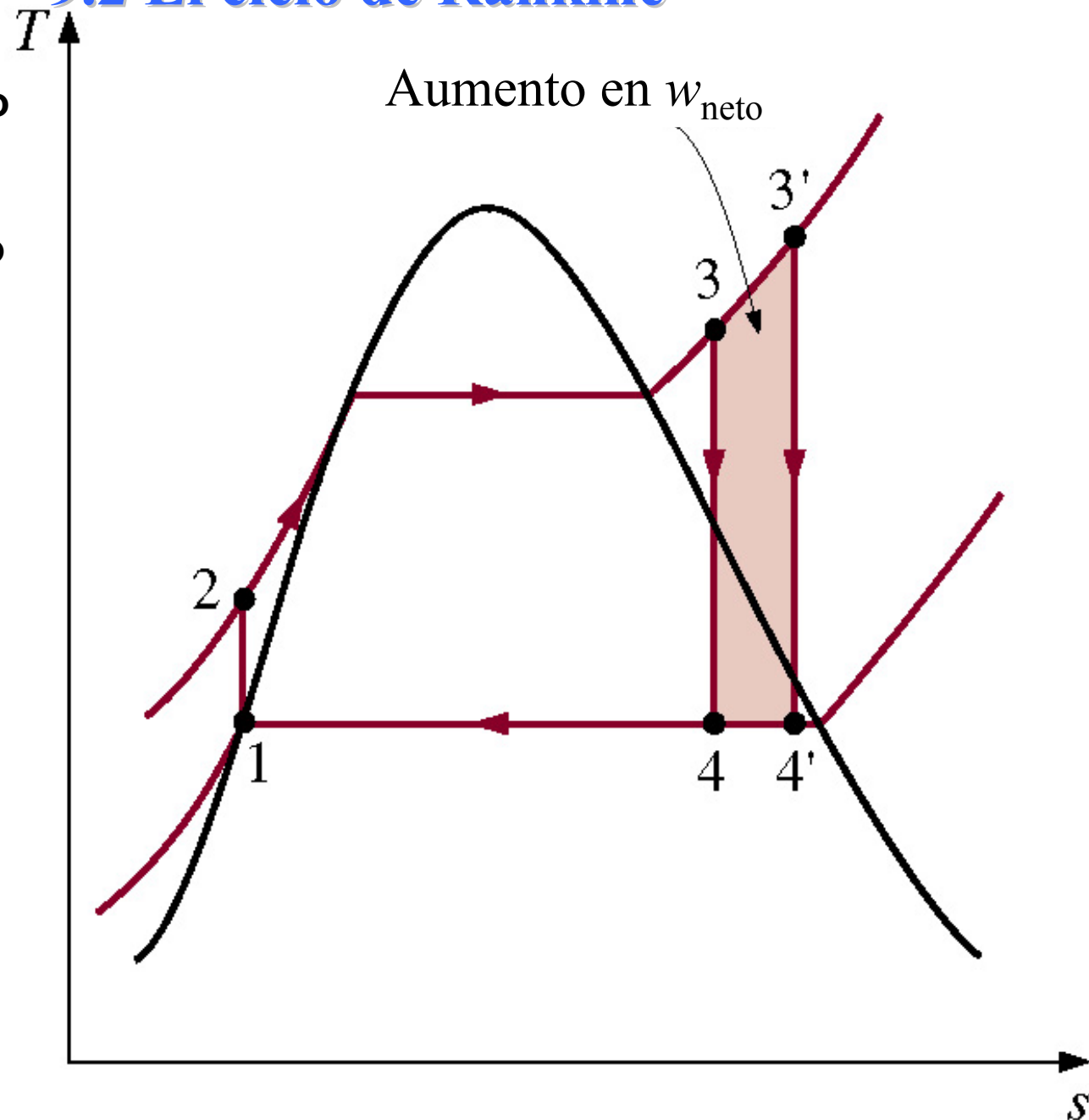
## 9.2 El ciclo de Rankine

Efecto de reducir la presión del condensador en el ciclo ideal Rankine.



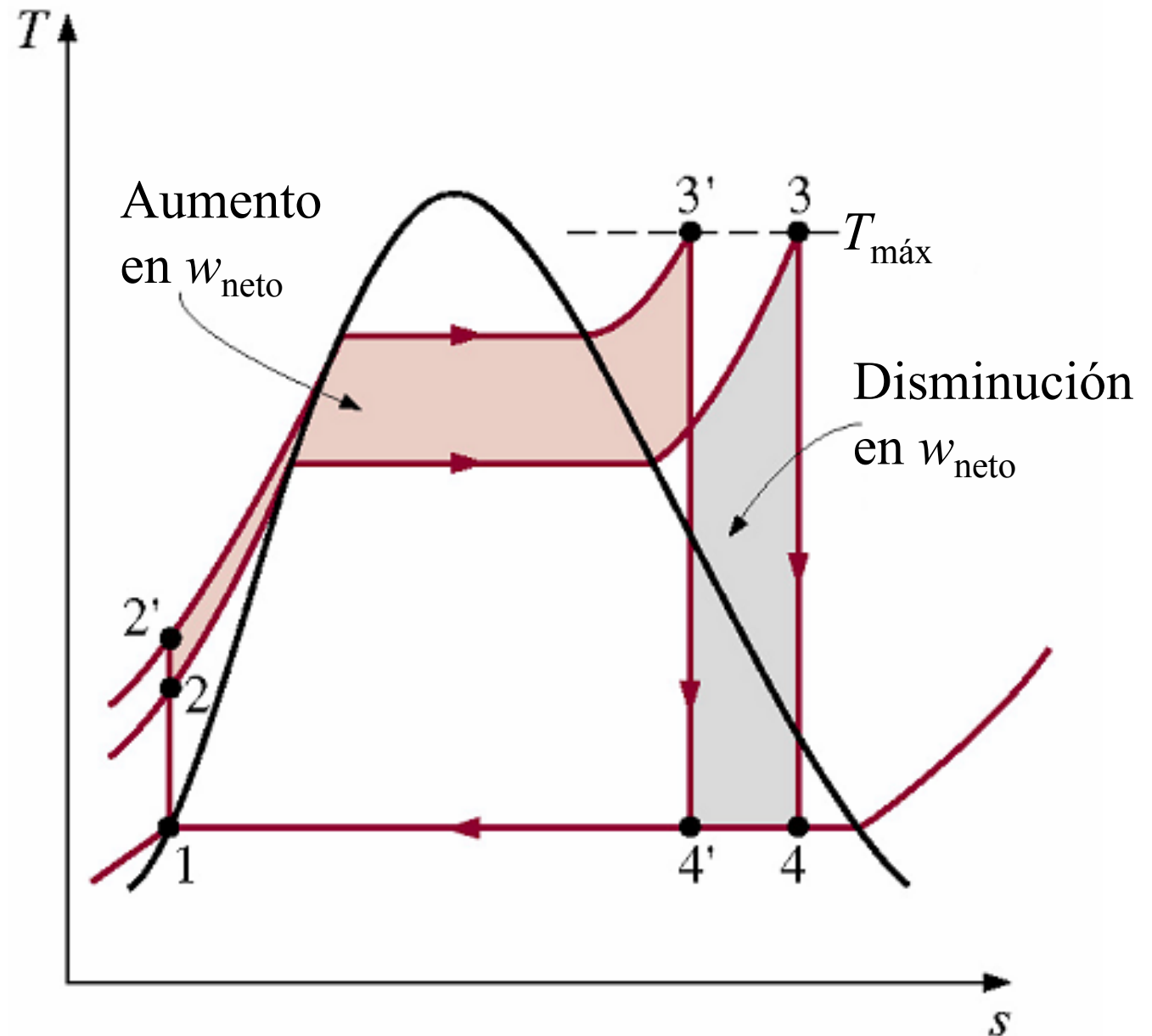
## 9.2 El ciclo de Rankine

Efecto del  
supercalentamiento  
del vapor a  
temperaturas más  
elevadas en el ciclo  
Rankine ideal.



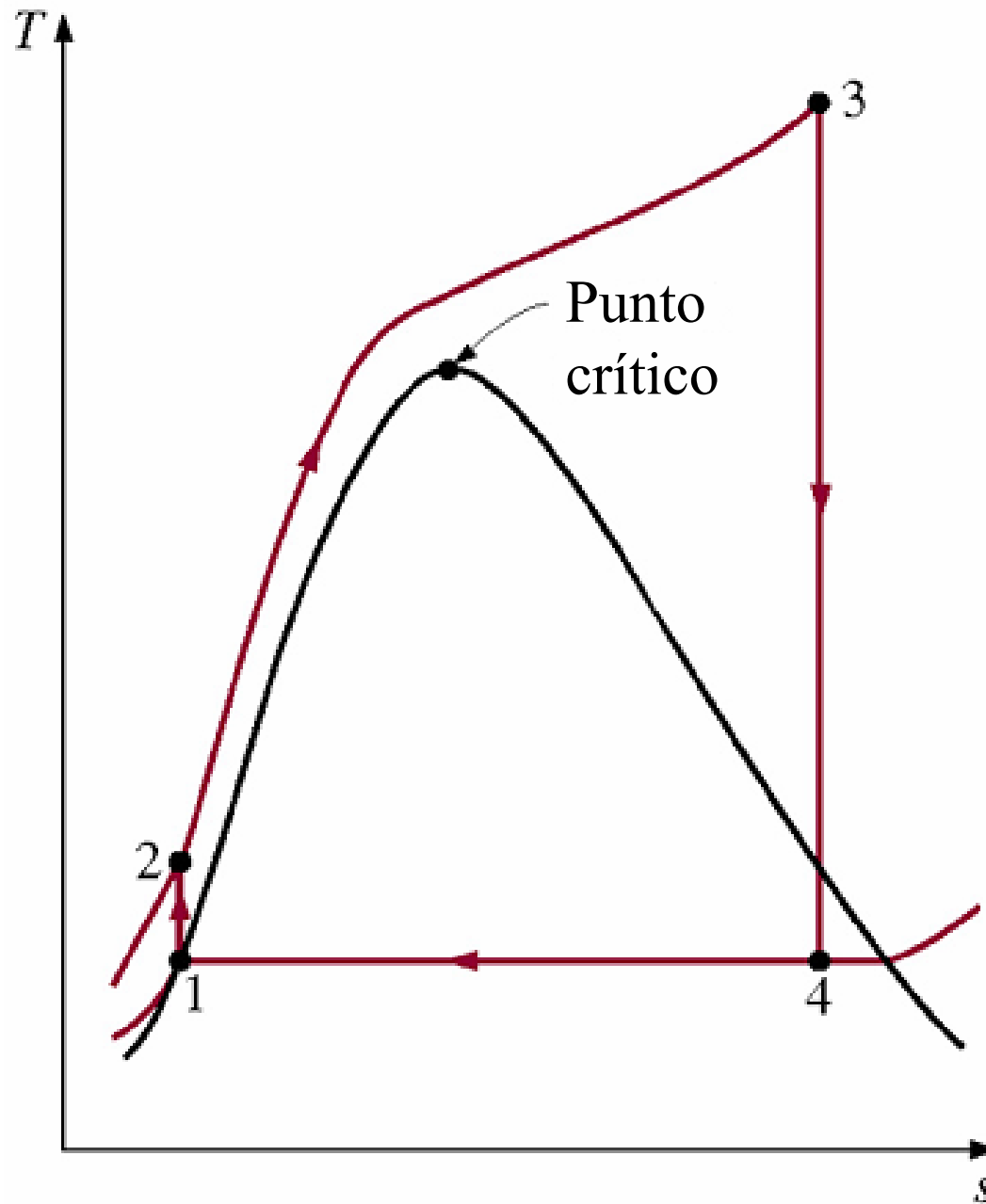
Efecto de  
aumentar la  
presión de la  
caldera en el  
ciclo Rankine  
ideal.

## 9.2 El ciclo de Rankine



## 9.2 El ciclo de Rankine

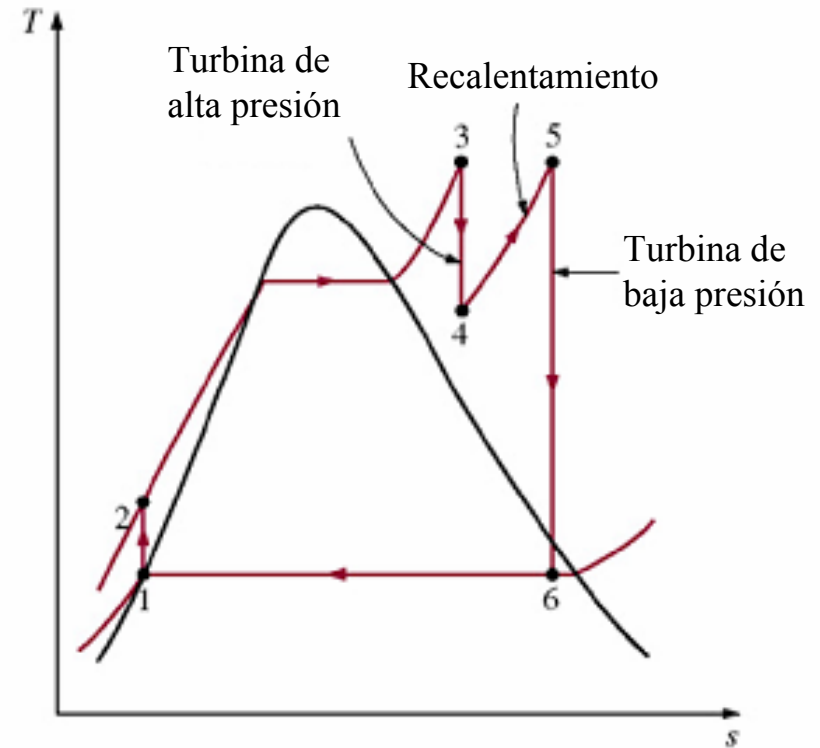
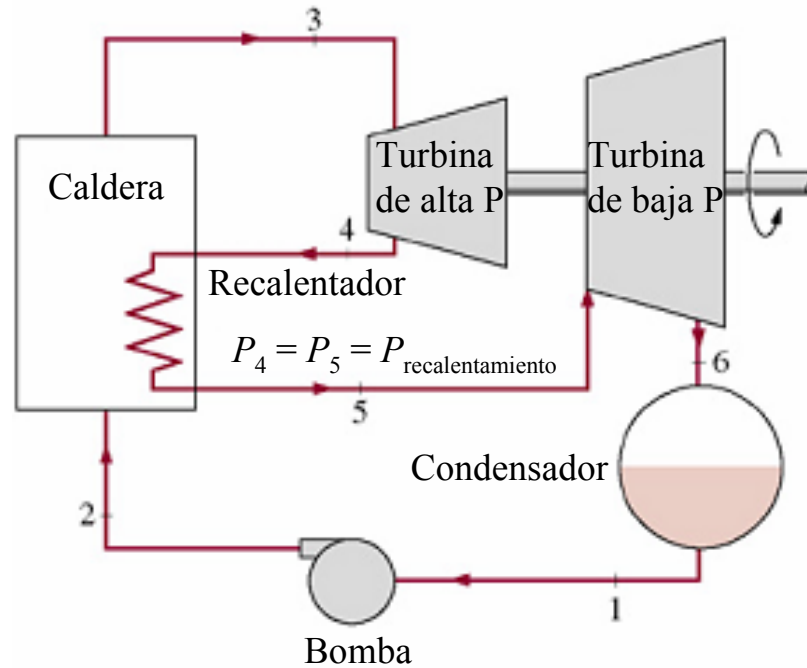
Ciclo Rankine  
supercrítico.





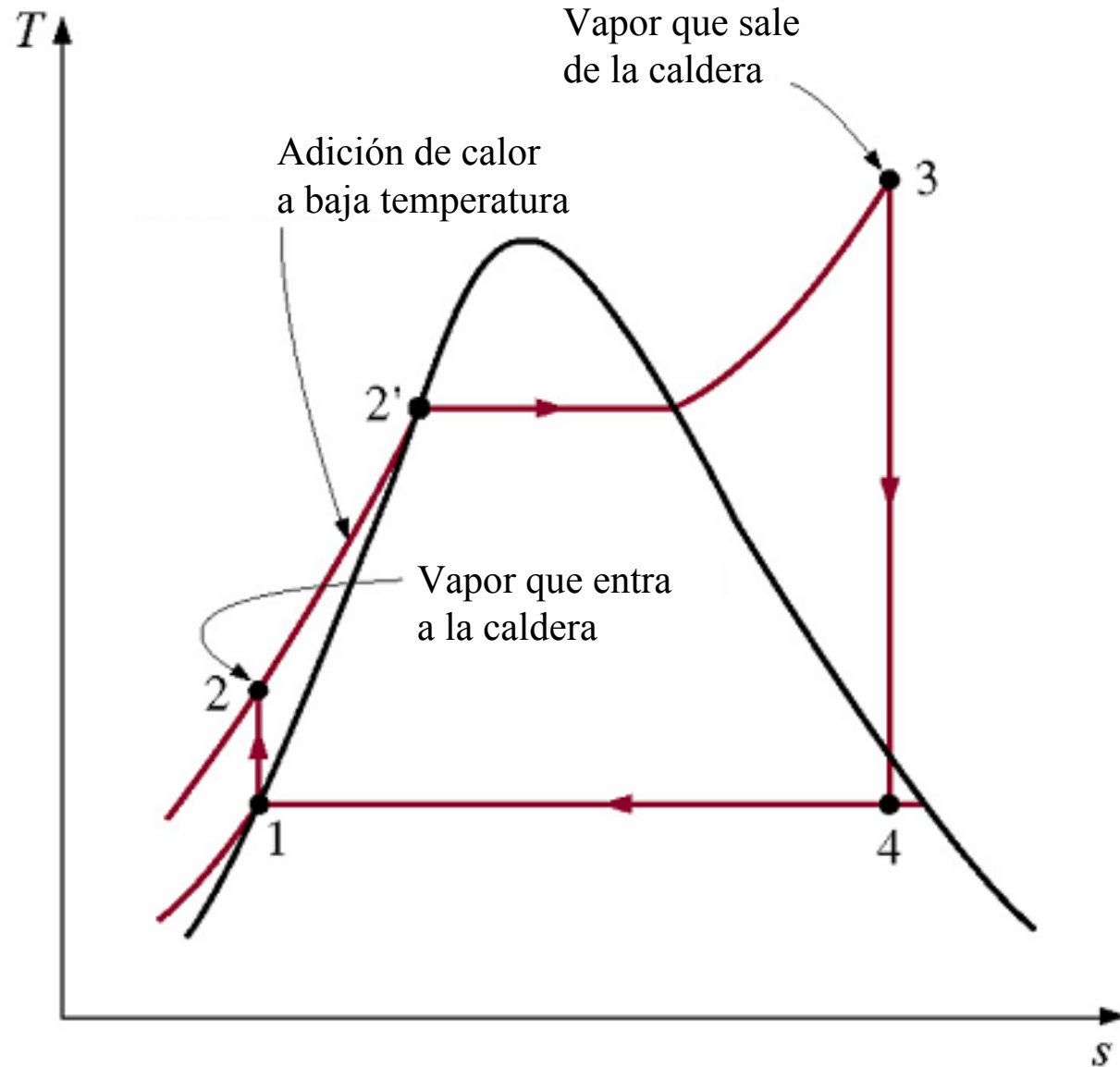
## 9.2 El ciclo de Rankine

### El ciclo Rankine de recalentamiento ideal.



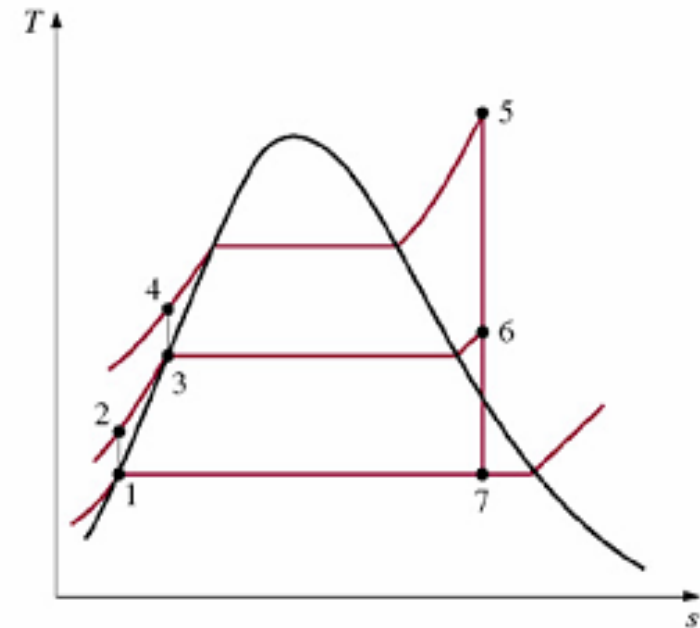
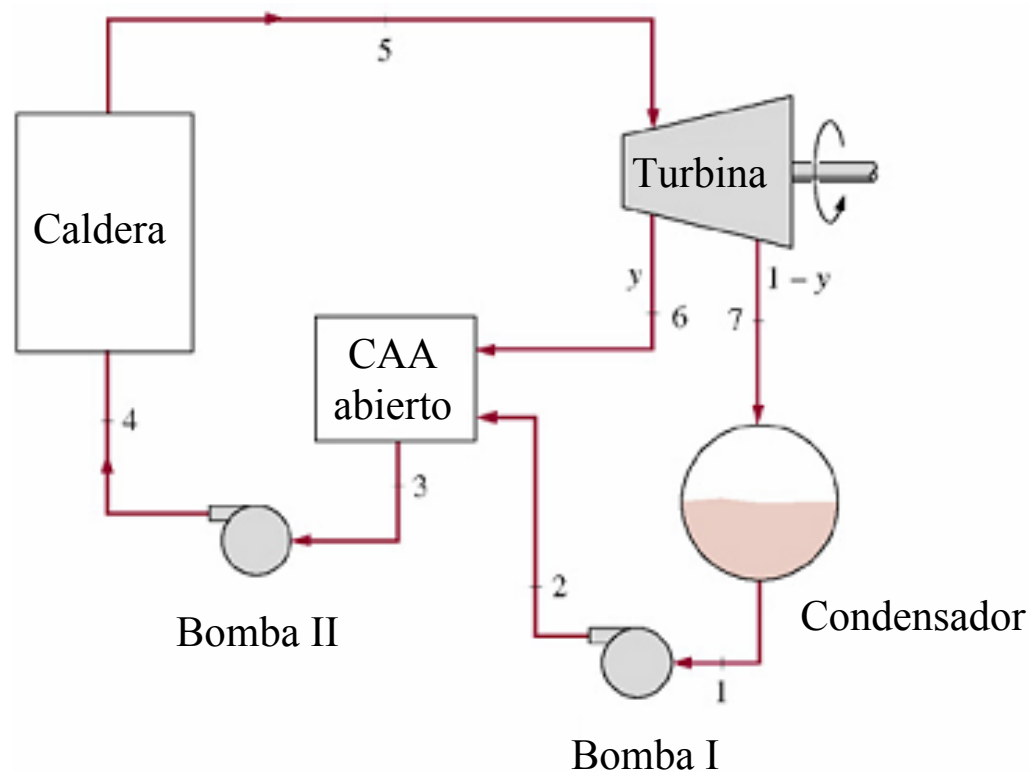
## 9.3 El ciclo de Rankine regenerativo

La primera parte del proceso de adición de calor en la caldera tiene lugar a temperaturas relativamente bajas.



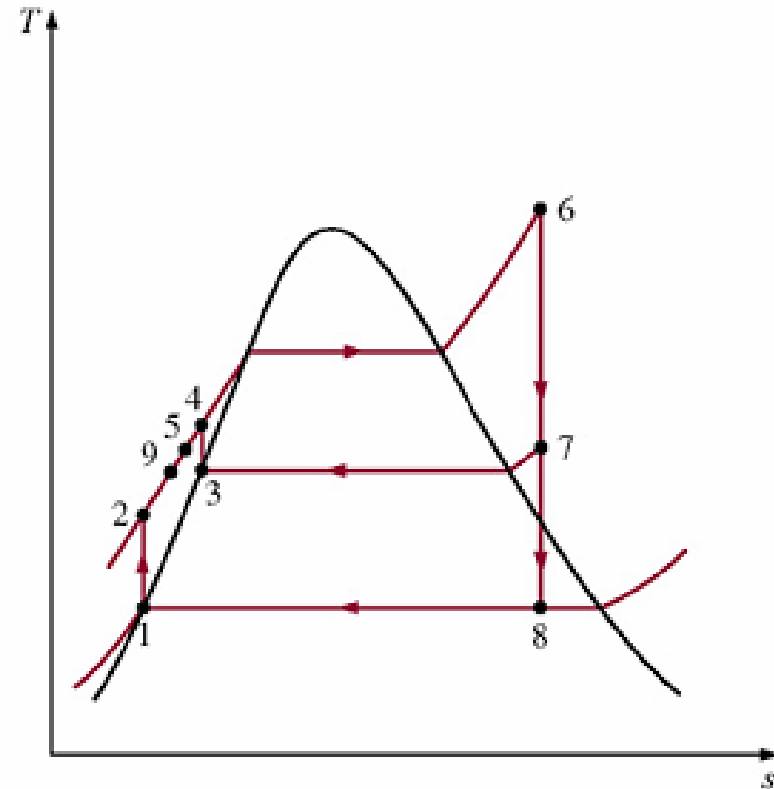
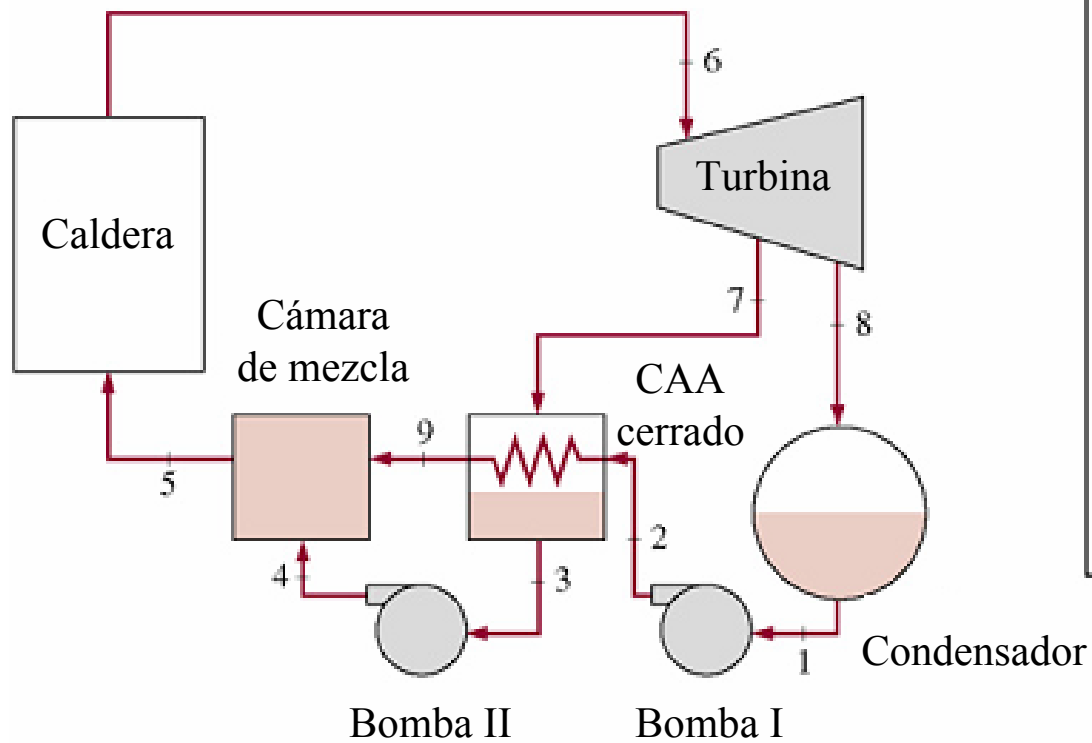
## 9.3 El ciclo de Rankine regenerativo

**Ciclo Rankine ideal  
regenerativo con calentador-  
alimentador abierto de agua.**



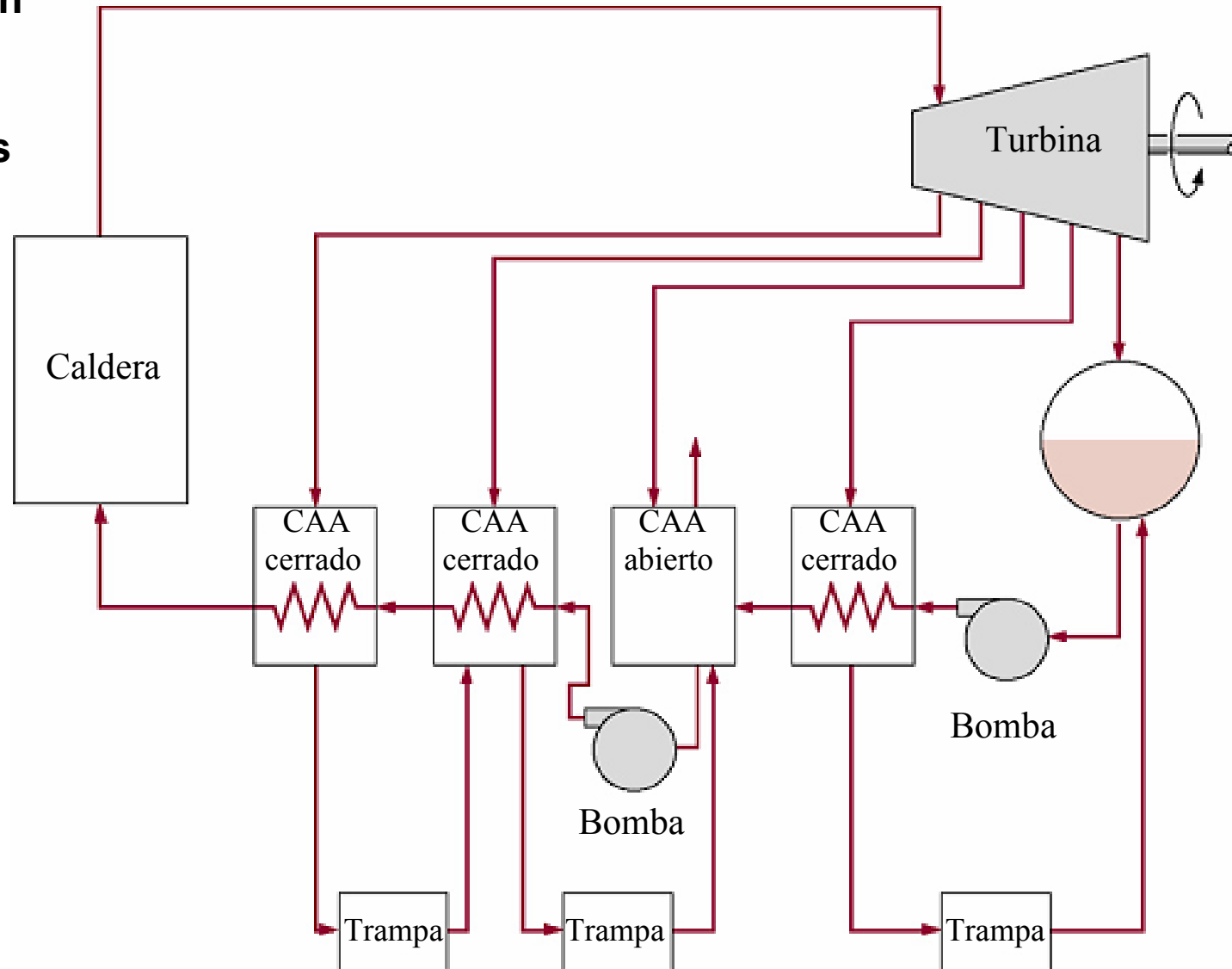
## 9.3 El ciclo de Rankine regenerativo

**Ciclo Rankine ideal  
regenerativo con  
calentador-alimentador  
cerrado de agua.**



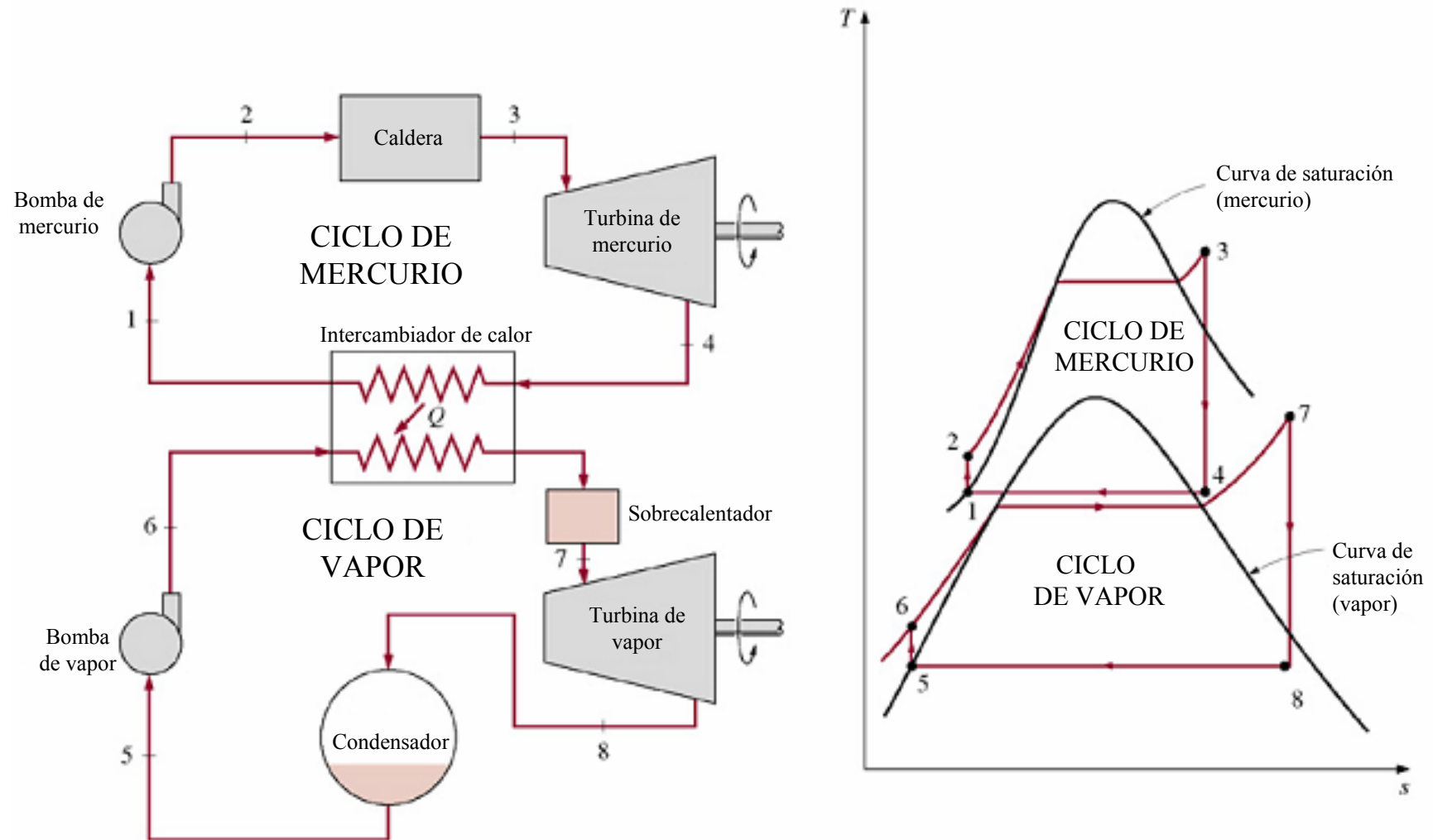
## 9.3 El ciclo de Rankine regenerativo

Planta  
de energía de  
vapor con un  
calentador-  
alimentador  
abierto y tres  
cerrados.



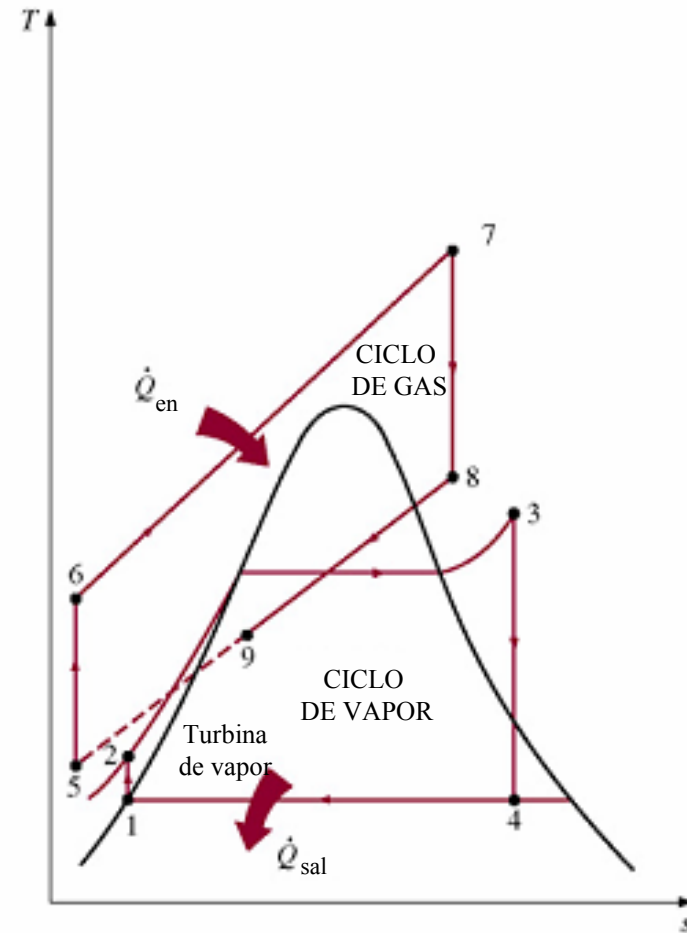
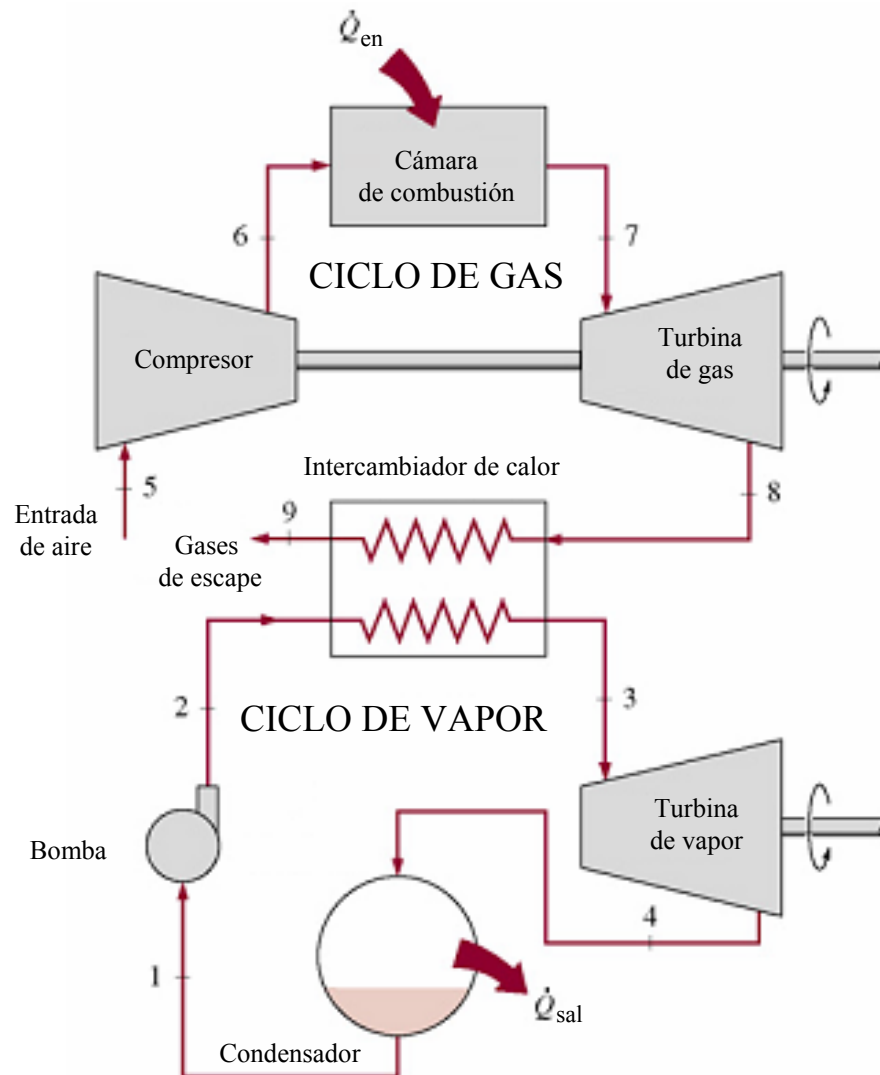
## 9.4 Ciclos de vapor binarios

**Ciclo binario de vapor de mercurio-agua.**



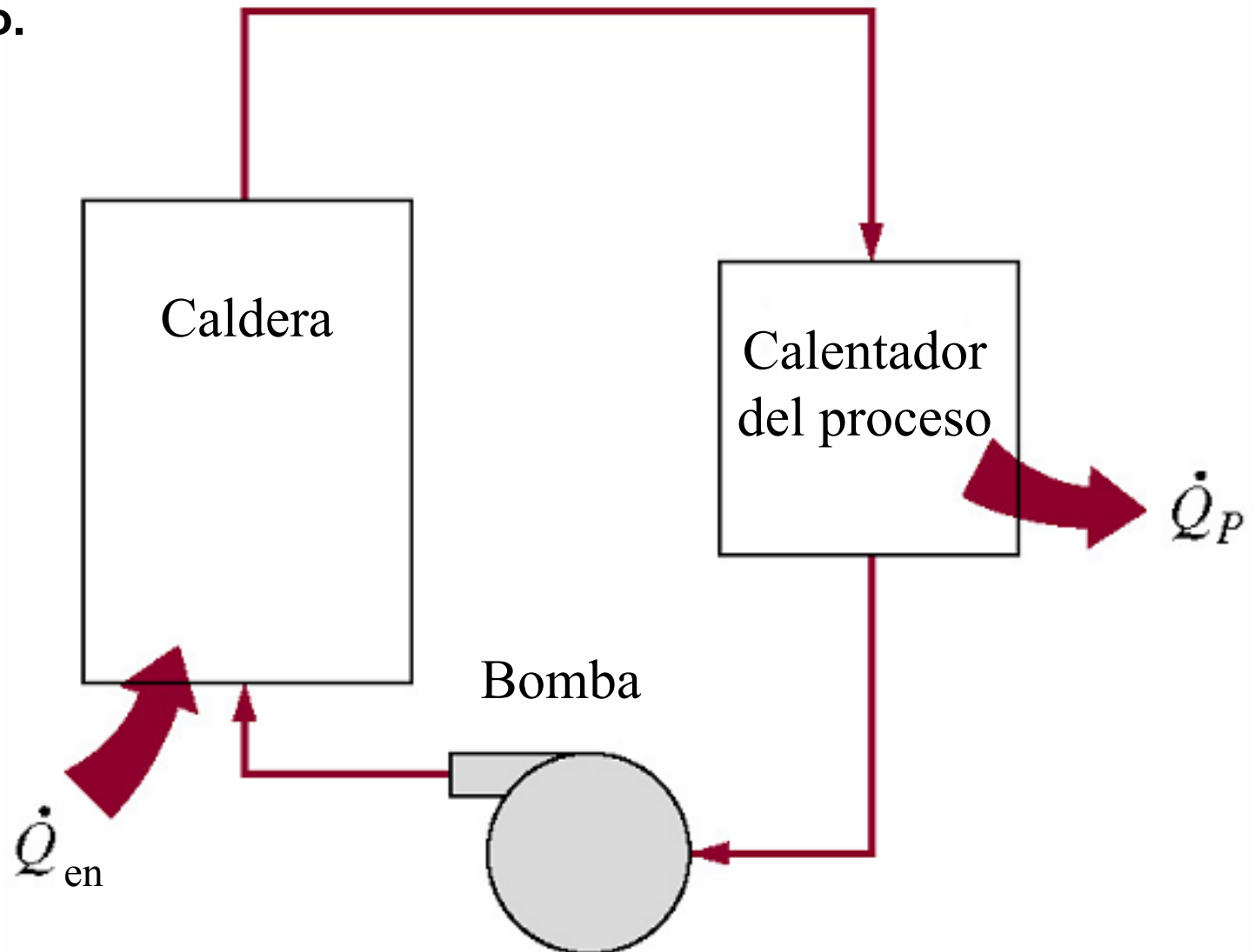
## 9.5 Ciclos de potencia combinados de gas-vapor

Planta de energía  
combinada de gas-vapor.



## 9.6 Cogeneración

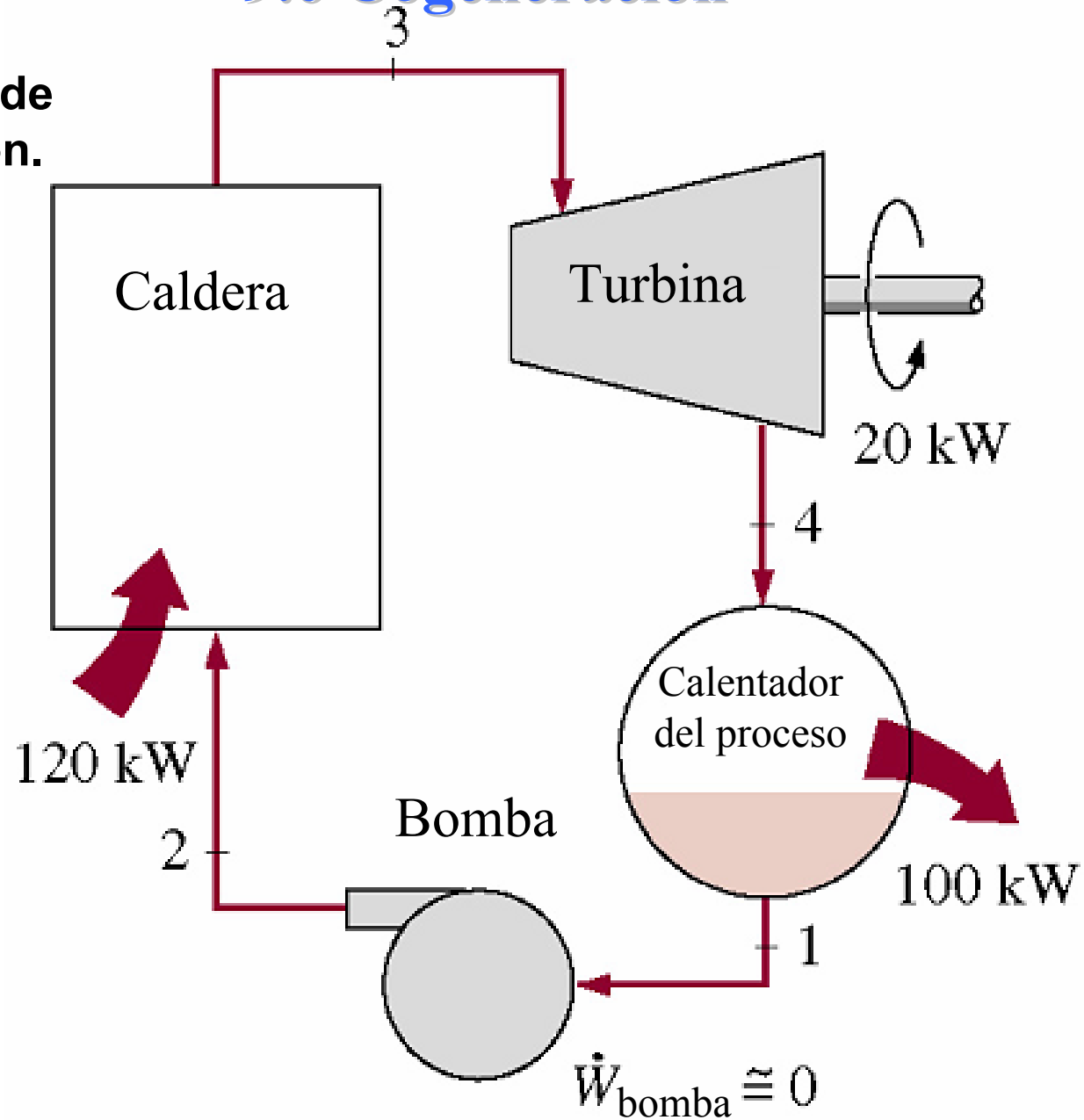
Planta simple  
de proceso de  
calentamiento.





## 9.6 Cogeneración

Planta ideal de cogeneración.



## 9.6 Cogeneración

**Planta de cogeneración  
con cargas ajustables.**

