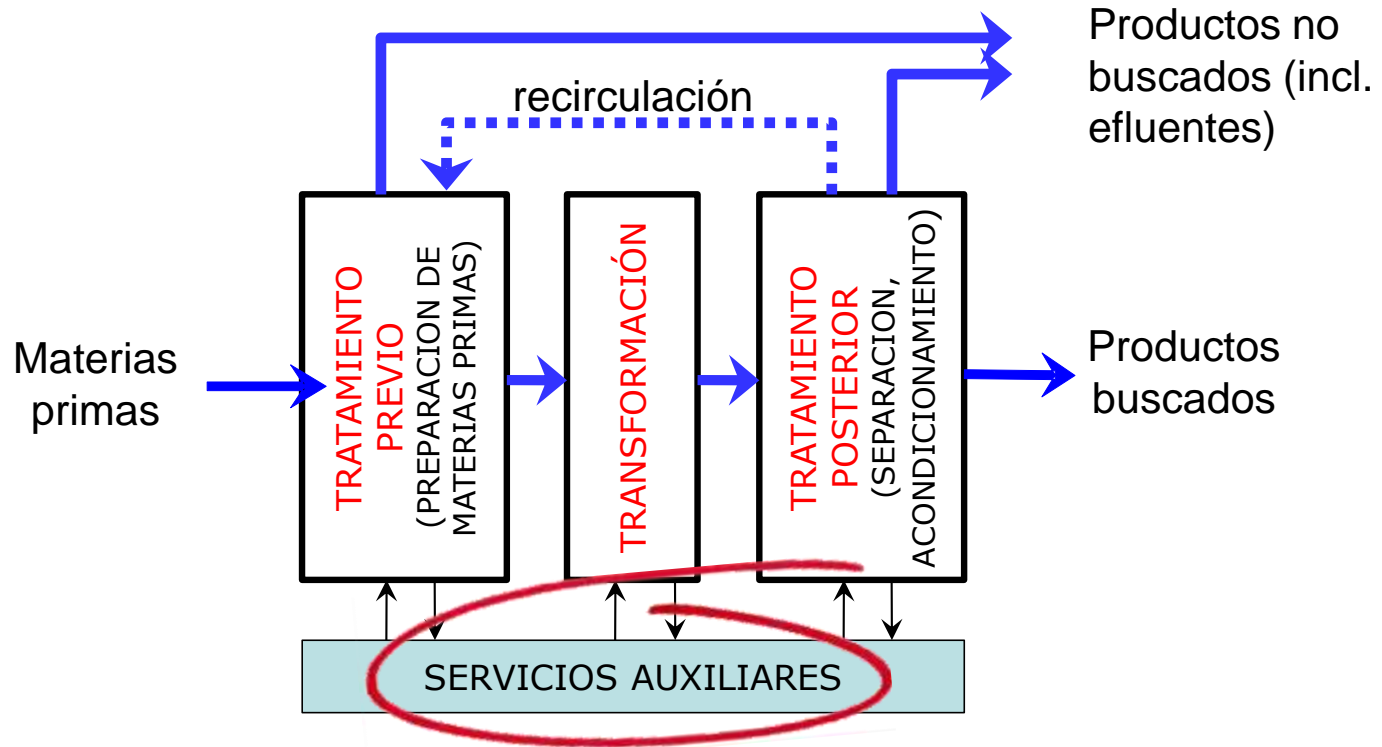


Servicios Auxiliares

Partes de un Proceso



Servicios Auxiliares

¿A qué nos referimos?

Actividades que involucran intercambios de materia y/o de energía con el sistema en el que se lleva a cabo el proceso al cual “auxilian”.

Aportan materiales y/o energía necesaria, o bien, retiran materiales y/o energía que debe ser descartada, para que el proceso pueda ocurrir.

NOTA: Otra acepción dada al término “servicios” y con la que no debemos confundir, es para referir a ciertas actividades humanas relacionadas con ciertas áreas de gestión (por ej. mantenimiento, logística, seguridad perimetral, control de calidad, consultoría técnica, prevención de accidentes, prestaciones al personal, etc...)

Servicios Auxiliares

¿A qué nos referimos?

Actividades que involucran intercambios de materia y/o de energía con el sistema en el que se lleva a cabo el proceso al cual “auxilian”.

Aportan materiales y/o energía necesaria, o bien, retiran materiales y/o energía que debe ser descartada, para que el proceso pueda ocurrir.

Una clasificación (no exhaustiva) podría hacerse a partir de los tipos de recursos que aportan al proceso o a la planta industrial que cobija el proceso en cuestión

Servicios Auxiliares

Una clasificación (no exhaustiva) podría hacerse a partir de los tipos de recursos que aportan al proceso o a la planta industrial que cobija el proceso en cuestión

Recursos energéticos

Recursos operativos

Recursos para la seguridad

Recursos para la gestión medioambiental

Tipos de Servicios Auxiliares (ejemplos) (I)

Recursos Energéticos

- ✓ Trabajo mecánico:
 - electricidad (para motores)
 - circuitos hidráulicos y neumáticos de fuerza, ...
- ✓ Calefacción
 - (electricidad para resistencias)
 - generación y distribución de vapor (de agua)
 - humos de combustión,
 - aceites térmicos ...
- ✓ Refrigeración
 - agua de refrigeración,
 - refrigerantes baja T (amoníaco, freones, etc...)
 - aire para enfriamiento

Tipos de Servicios Auxiliares (ejemplos) (II)

Recursos Operativos

- ✓ Transmisión de información (y control)
 - electricidad en baja tensión
 - aire comprimido
- ✓ Atmósferas controladas (gases inertes industriales)
- ✓ Higiene
 - agua potable
 - ventilación

Recursos para la Seguridad

- ✓ refrigeración para enfriamiento súbito (reactores)
- ✓ agua contra incendios (para hidrantes)
- ✓ aire medicinal
- ✓ electricidad (iluminación, video vigilancia, alarmas...)

Tipos de Servicios Auxiliares (ejemplos) (III)

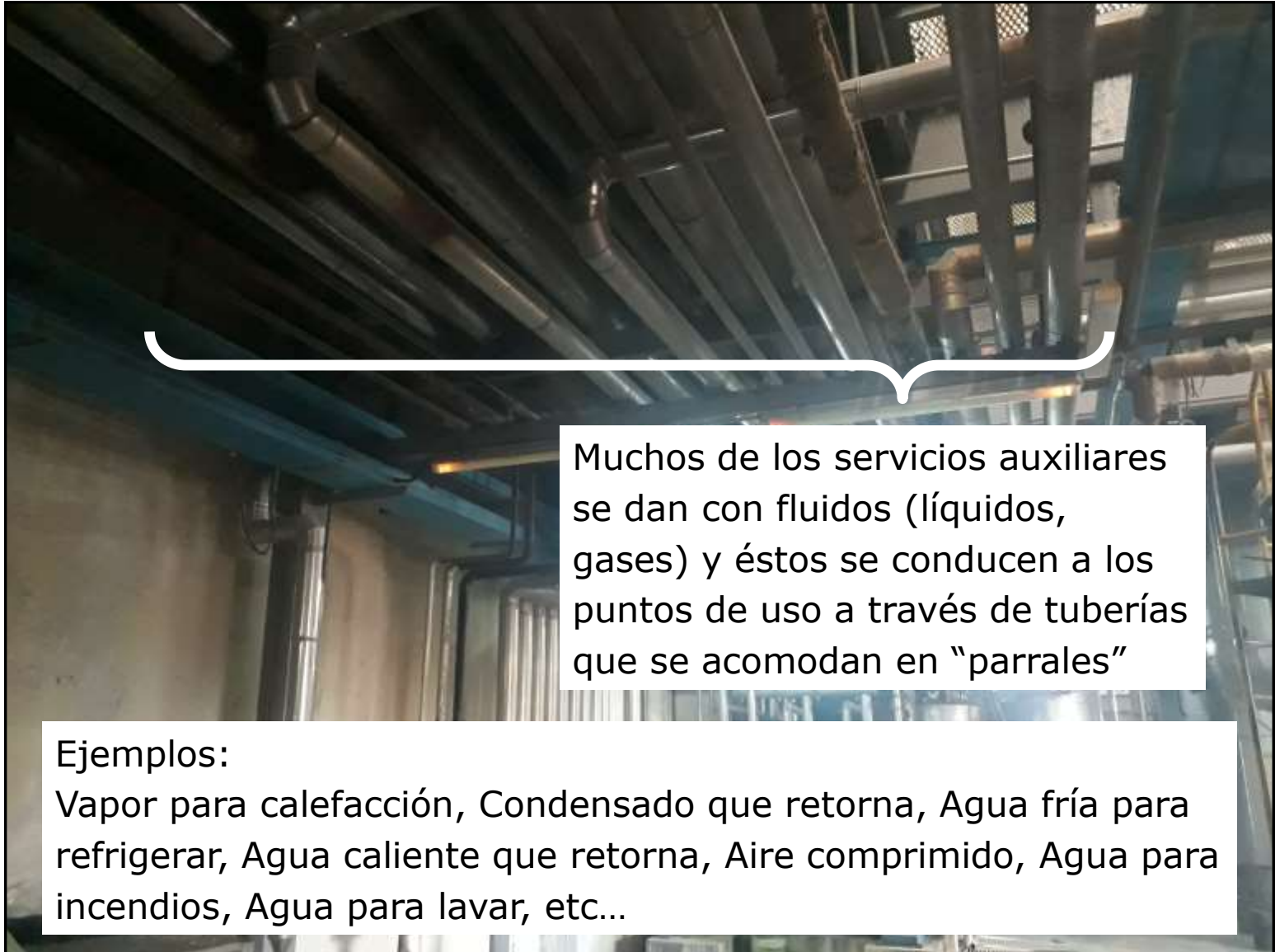
Recursos para la gestión medioambiental

- ✓ Procesamiento y evacuación de efluentes (líquidos)
- ✓ Procesamiento y evacuación de emisiones (humos, vahos, partículas, etc..)
- ✓ Procesamiento y disposición de residuos

Servicios Auxiliares

¿Son parte del proceso de transformación en cuestión?
o no?

No forman parte del núcleo del proceso pero proporcionan al proceso distintos recursos materiales y/o energéticos necesarios sin los que el proceso no podría tener lugar de forma satisfactoria.



Muchos de los servicios auxiliares se dan con fluidos (líquidos, gases) y éstos se conducen a los puntos de uso a través de tuberías que se acomodan en "parrales"

Ejemplos:

Vapor para calefacción, Condensado que retorna, Agua fría para refrigerar, Agua caliente que retorna, Aire comprimido, Agua para incendios, Agua para lavar, etc...



Por estas bandejas van los cables de energía eléctrica (de potencia -380 V-, iluminación, de señal -24 V-) y otros (redes de comunicación, CCTV, etc...)



Ejemplos de Servicios Auxiliares

Daremos un rápido vistazo a modo de ejemplo

Energéticos

- ✓ Trabajo mecánico:
 - electricidad (para motores)
 - circuitos hidráulicos y neumáticos de fuerza, ...
- ✓ Calefacción
 - (electricidad para resistencias)
 - generación y distribución de vapor (de agua)
 - humos de combustión,
 - aceites térmicos ...
- ✓ Refrigeración
 - agua de refrigeración,
 - refrigerantes baja T (amoníaco, freones, etc...)

Operativos

- ✓ Transmisión de información (y control)
- electricidad en baja tensión
- aire comprimido
- atmósferas controladas (gases inertes industriales)
- agua potable
- calefacción
- agua para enfriamiento súbito (reactores)
- agua para incendios (para hidrantes).
- gas natural.
- seguridad (iluminación, video vigilancia, alarmas...)

Medioambientales

- ✓ Procesamiento y evacuación de efluentes (líquidos)
- ✓ Procesamiento y evacuación de emisiones (humos, vahos, partículas, etc..)
- ✓ Procesamiento y disposición de residuos

Calefacción / Refrigeración

El aporte o retiro de calor de un sistema de interés se hace intercambiando calor entre el sistema y una fuente o sumidero.

Este aporte y retiro puede ser:

- directo (ejemplos: horno para calentar, aerorefrigerador para enfriar)
- Indirecto (usando un fluido intermedio para transportar la energía)

El a
se h
una

En un caso el material recibe el calor directo de la fuente, en el otro el material entrega el calor directo al sumidero (aire atmosférico)

n
de interés
stema y

Este aporte y retiro puede ser:

- directo (ejemplos: horno para calentar, aerorefrigerador para enfriar)
- Indirecto (usando un fluido intermedio para transportar la energía)

Calefacción / Refrigeración

El aporte o retiro de calor se hace intermedio a una fuente o sumidero.

Este aporte y retiro puede ser:

- directo (ejemplo: horno para calentar, aerorefrigerador para enfriar)
- Indirecto (usando un fluido intermedio para transportar la energía)

Ocurren intercambios de calor entre el material del proceso y el fluido intermedio que aporta o retira el calor (ej. en intercambiadores de calor)

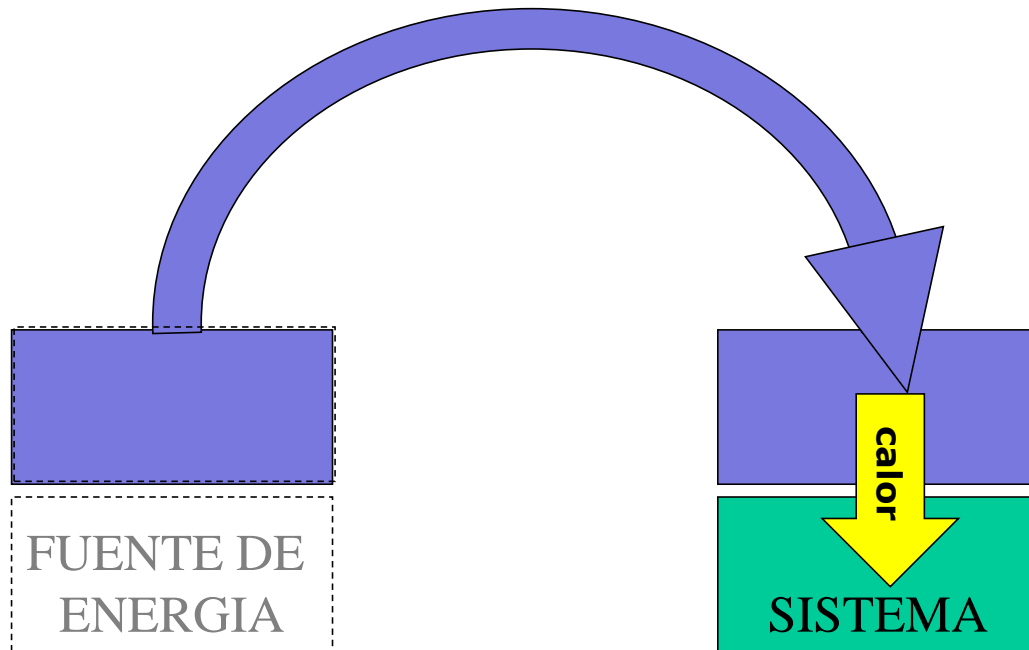
Transporte de energía

CALEFACCION DIRECTA



Transporte de energía

CALEFACCION INDIRECTA



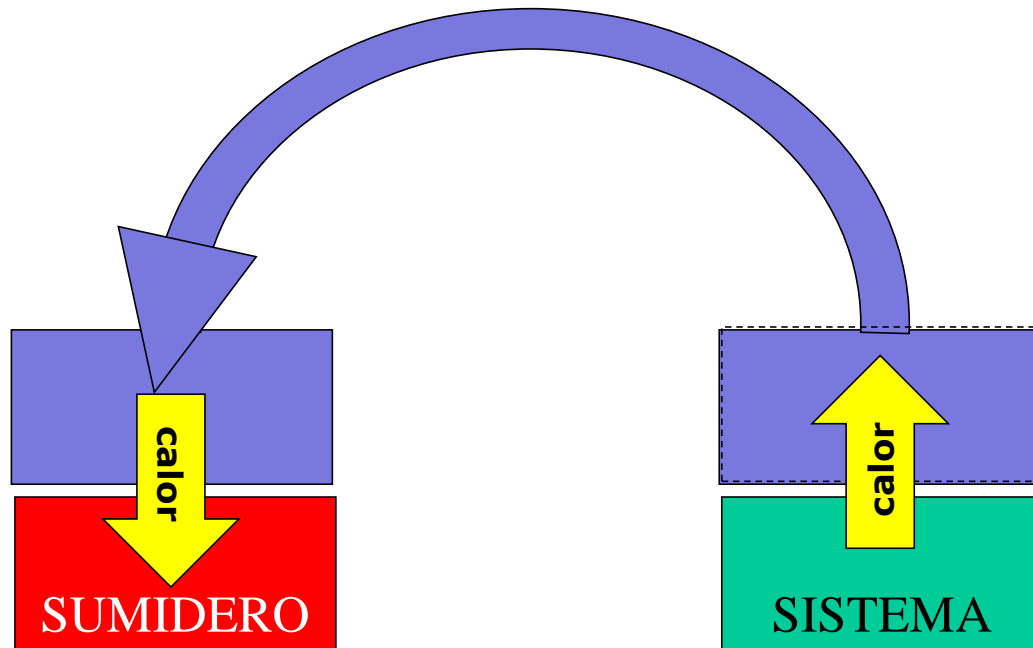
Transporte de energía

REFRIGERACION DIRECTA



Transporte de energía

REFRIGERACION INDIRECTA



VEREMOS A MODO DE EJEMPLO...

Uso de vapor de agua
para transporte de energía

Uso de vapor de agua para transporte de energía

- El vapor provee un medio para transportar cantidades controlables de energía desde una central (en donde se produce)
- El vapor puede entregar:
 - energía térmica (calor), o
 - energía mecánica (trabajo)

Uso de vapor de agua para transporte de energía

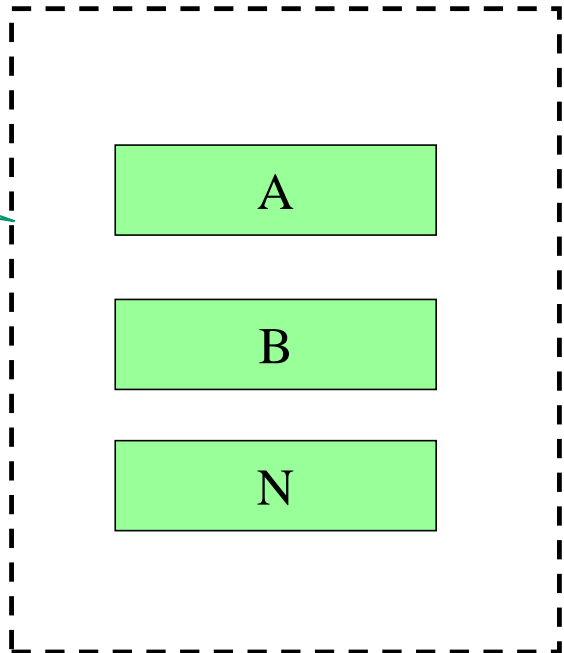
Sistema donde se lleva a cabo cierto proceso de transformación



Uso de vapor de agua para transporte de energía

Sistema donde se lleva a cabo cierto proceso de transformación

A, B,... y N son lugares físicos dentro de la planta que requieren recibir energía para que ocurran ciertos procesos



Uso de vapor de agua para transporte de energía

Sistema donde se lleva a cabo cierto proceso de transformación

A modo de ejemplo:

Calentar agua

Calentar el contenido de un reactor

Impulsar una turbina

A

B

N

Uso de vapor de agua para transporte de energía

En estos puntos se requiere energía (térmica y/o mecánica)

Consumo 1

Consumo 2

Consumo n

Uso de vapor de agua para transporte de energía

En estos puntos se requiere energía (térmica y/o mecánica)

Disponemos de energía (química) en el combustible

combustible

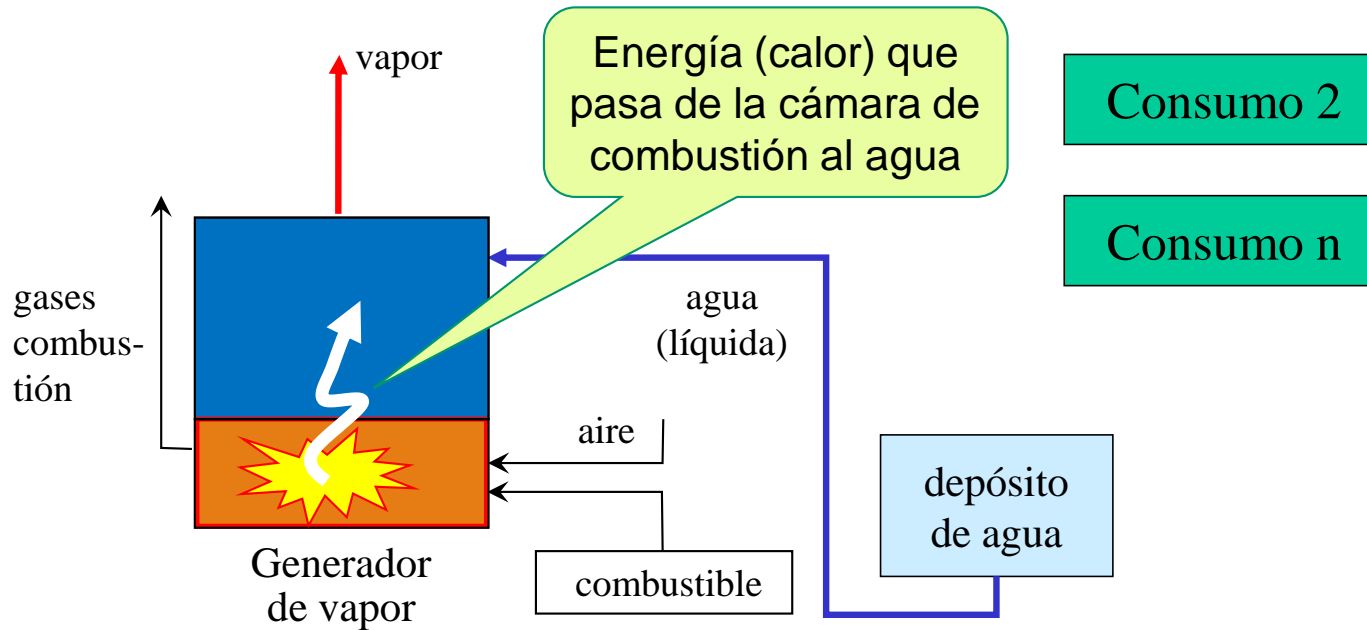
Consumo 1

Consumo 2

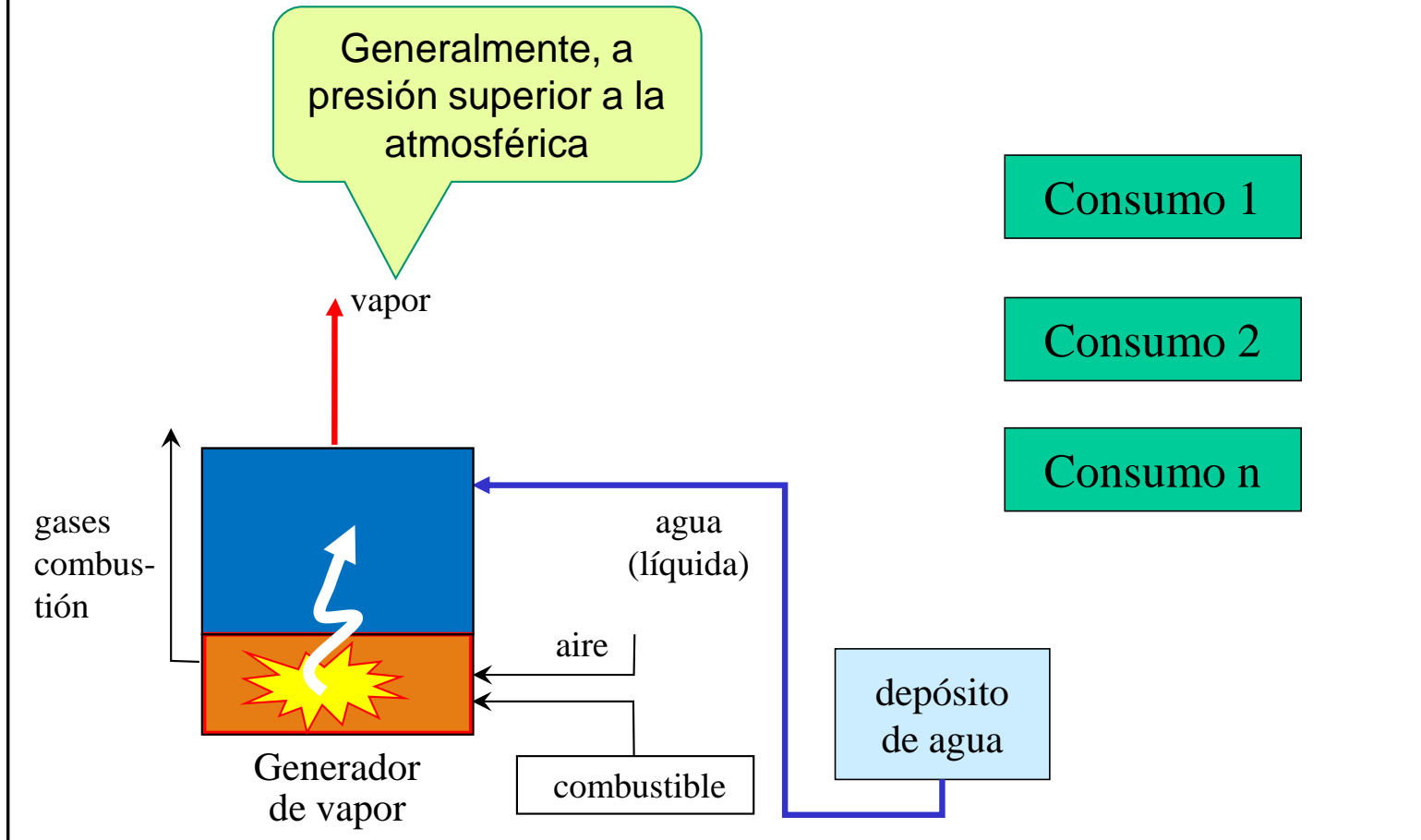
Consumo n

Uso de vapor de agua para transporte de energía

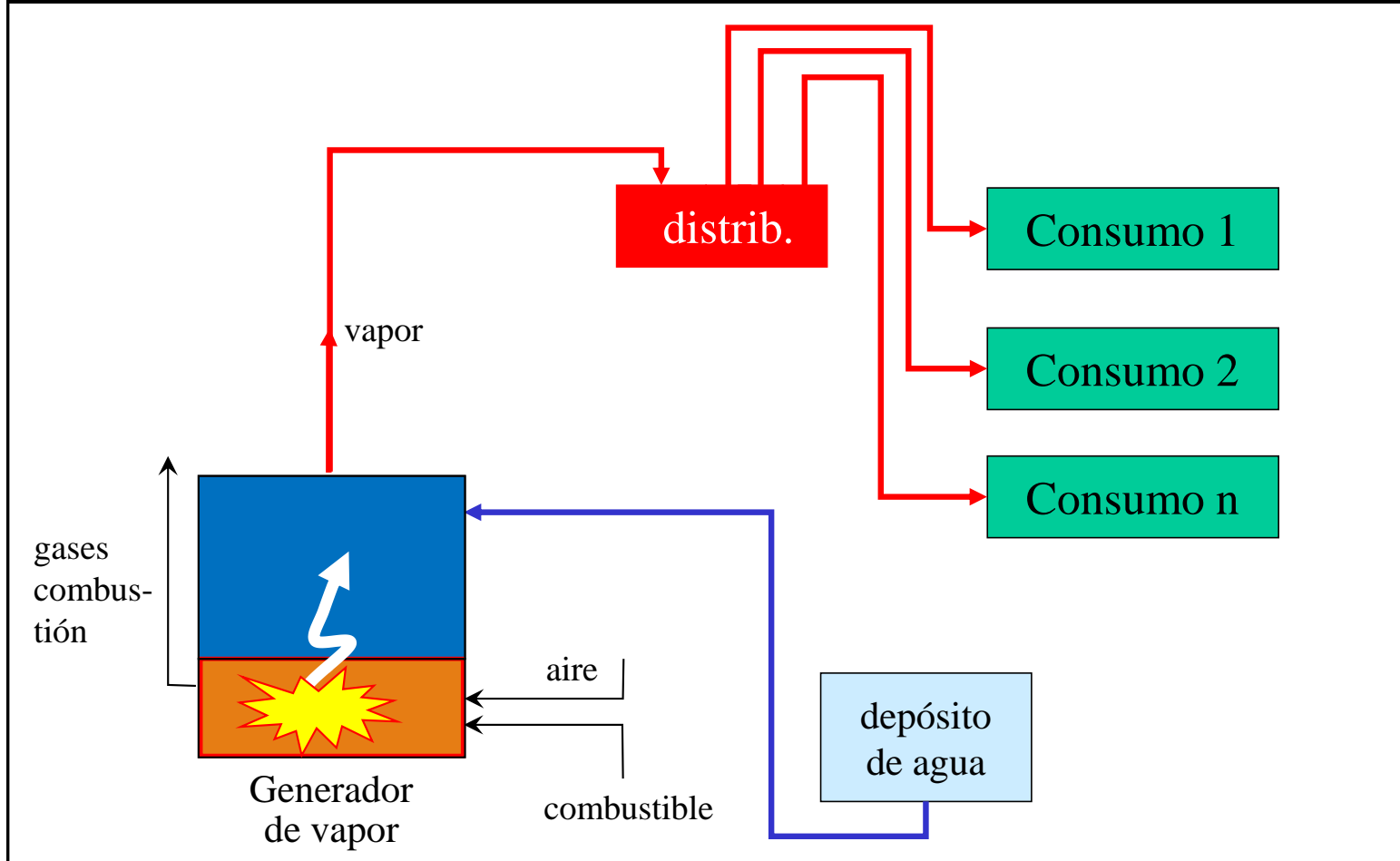
Usaremos agua (vapor)
para transportar la energía



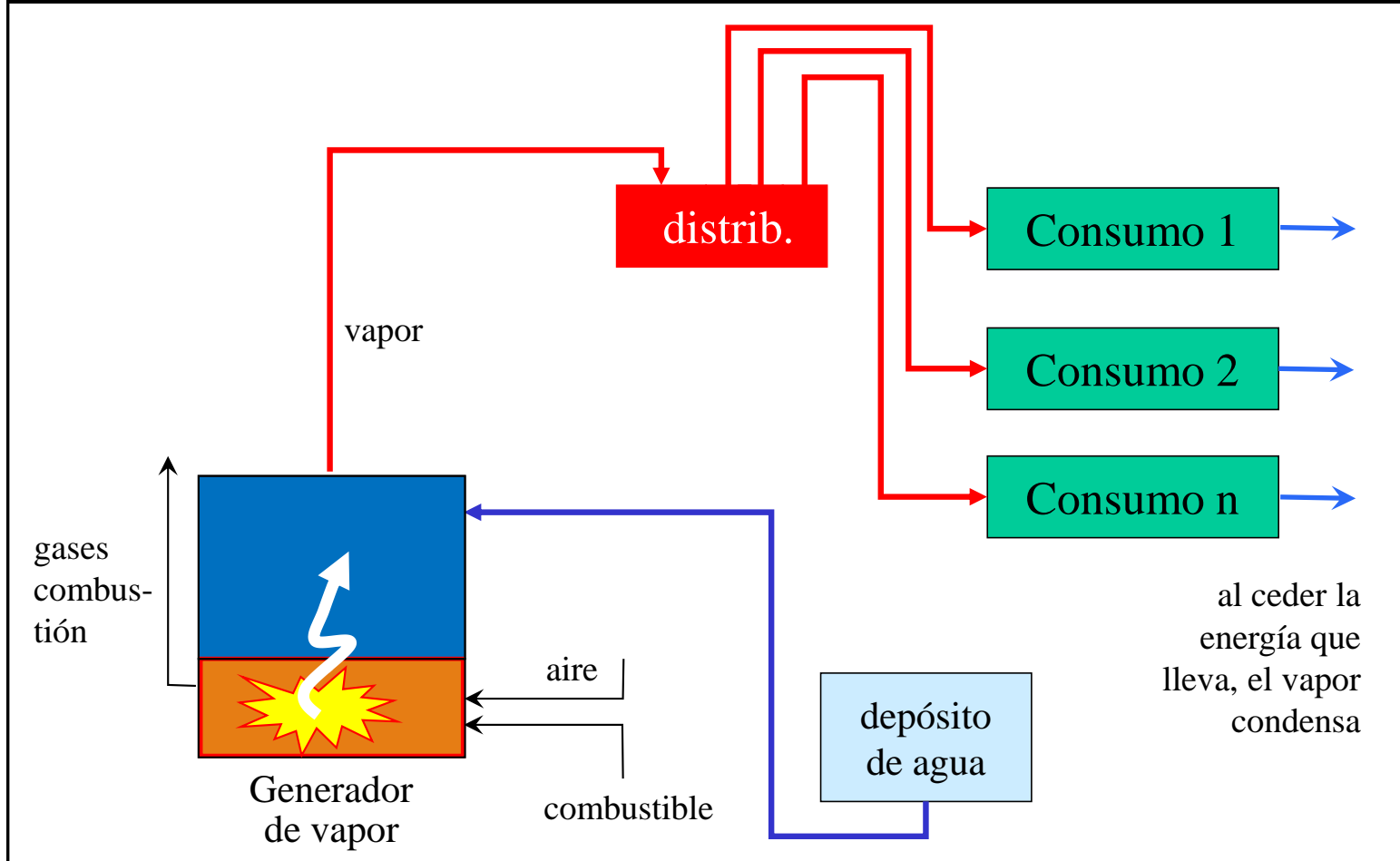
Uso de vapor de agua para transporte de energía



Uso de vapor de agua para transporte de energía

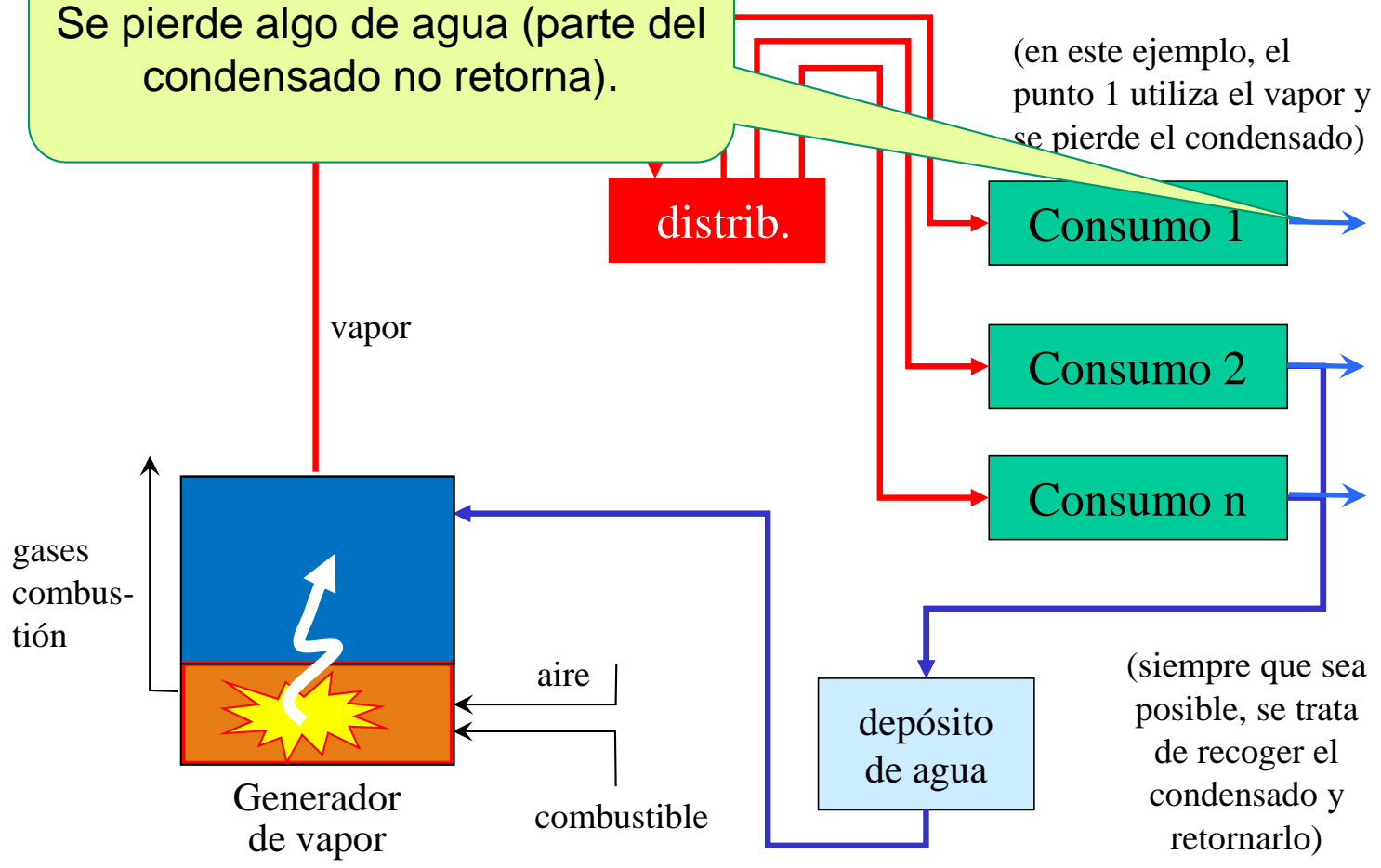


Uso de vapor de agua para transporte de energía



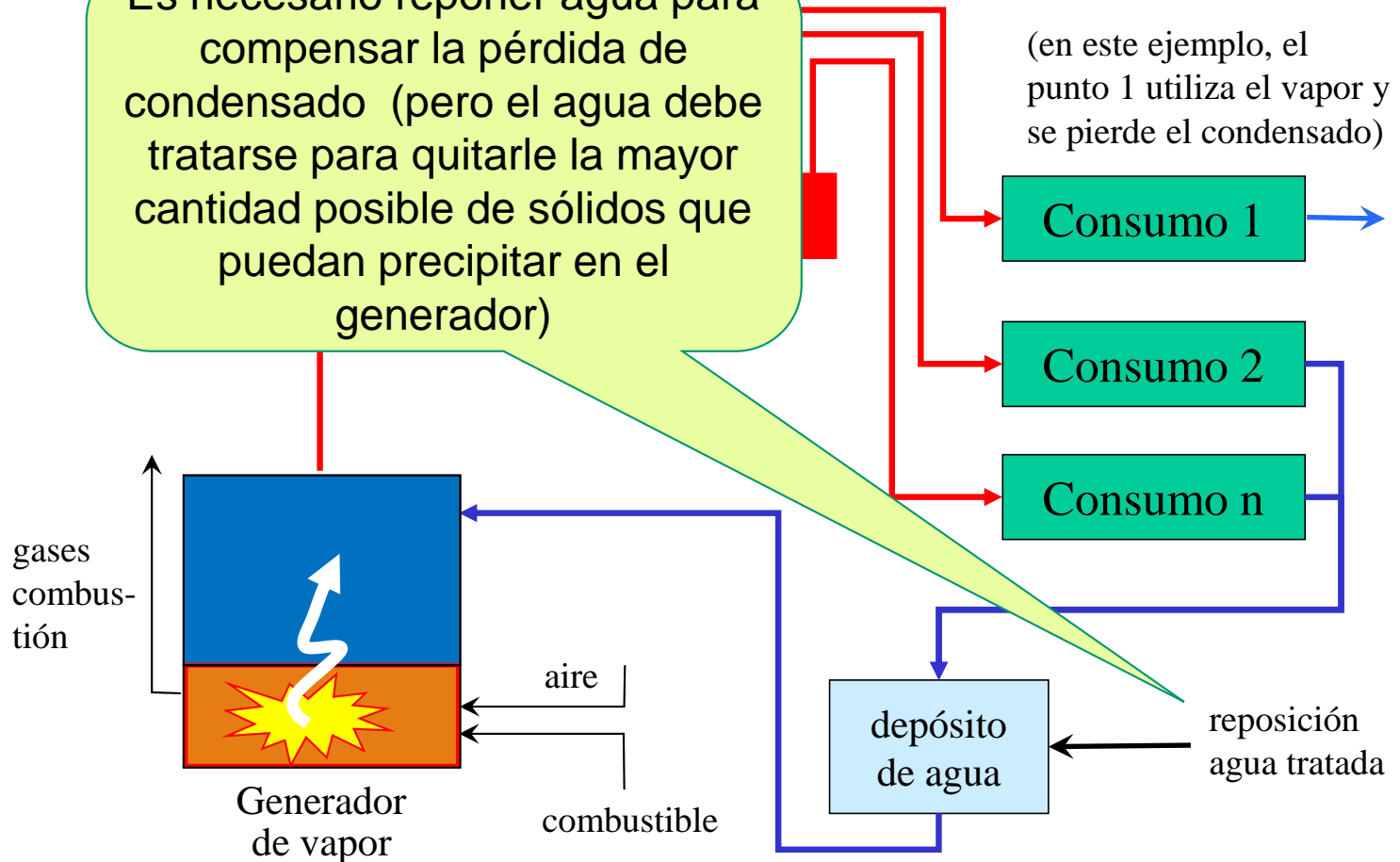
Uso de vapor de agua para transporte de energía

Se pierde algo de agua (parte del condensado no retorna).

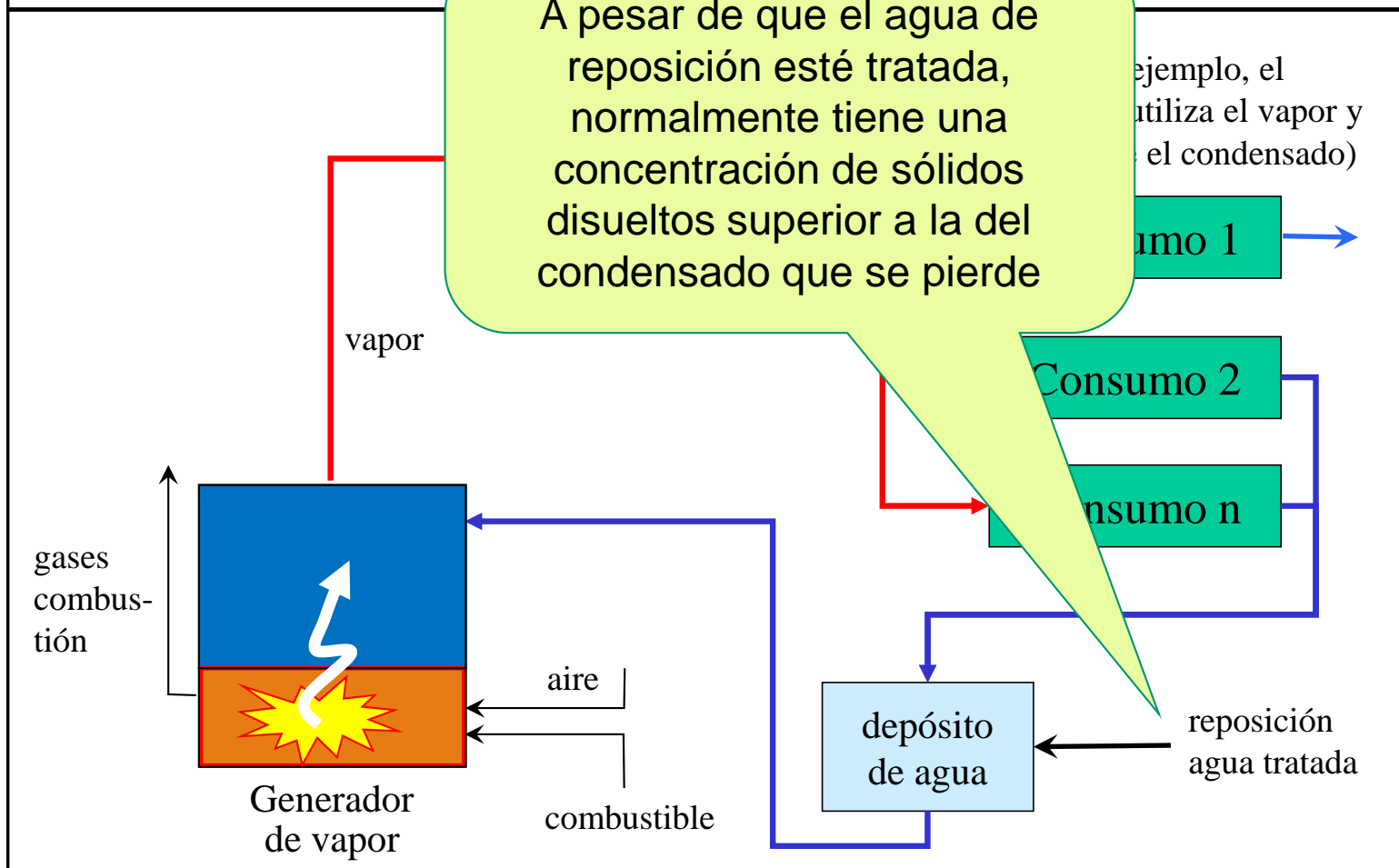


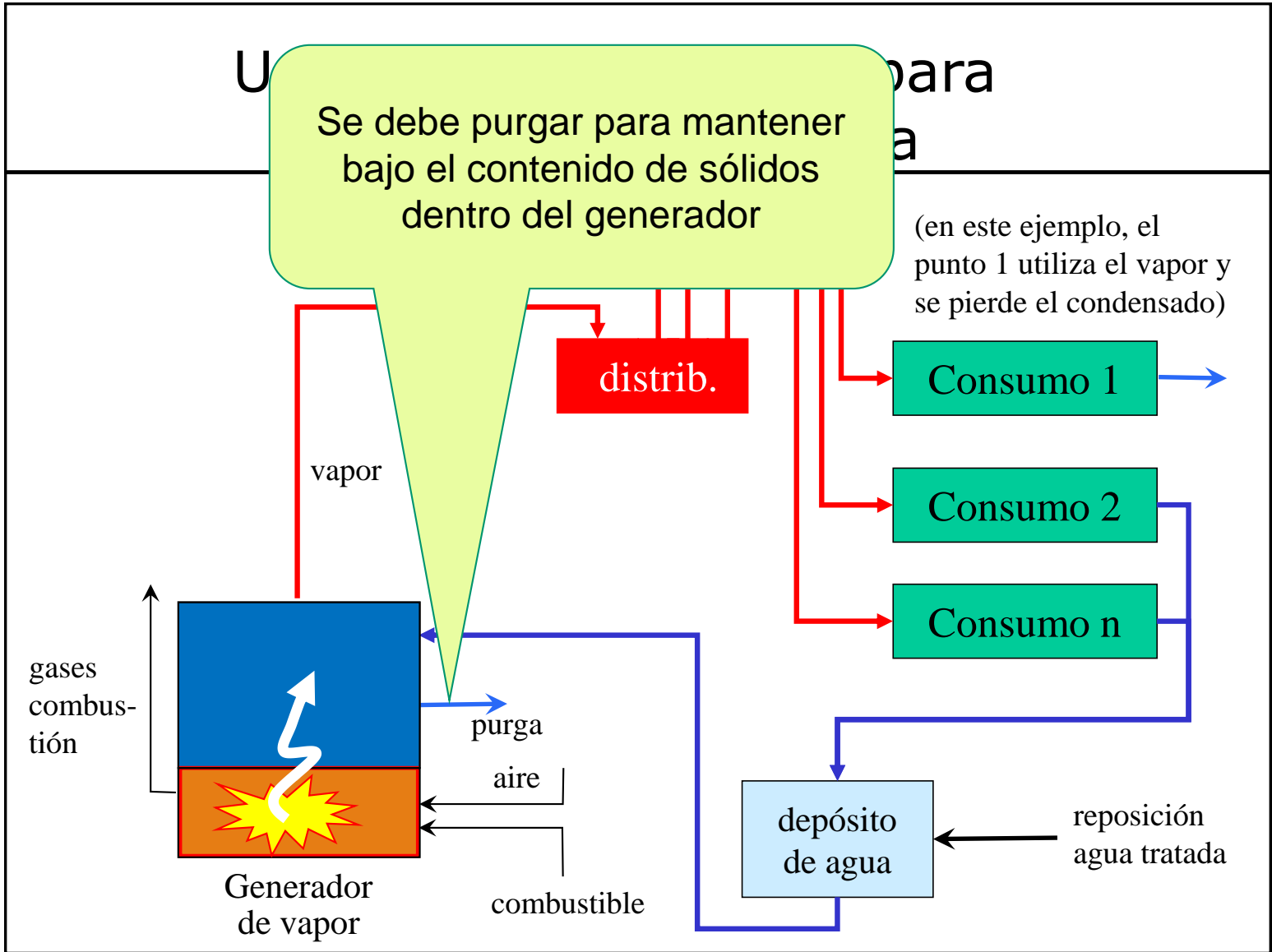
Uso de vapor de agua para transporte de energía

Es necesario reponer agua para compensar la pérdida de condensado (pero el agua debe tratarse para quitarle la mayor cantidad posible de sólidos que puedan precipitar en el generador)



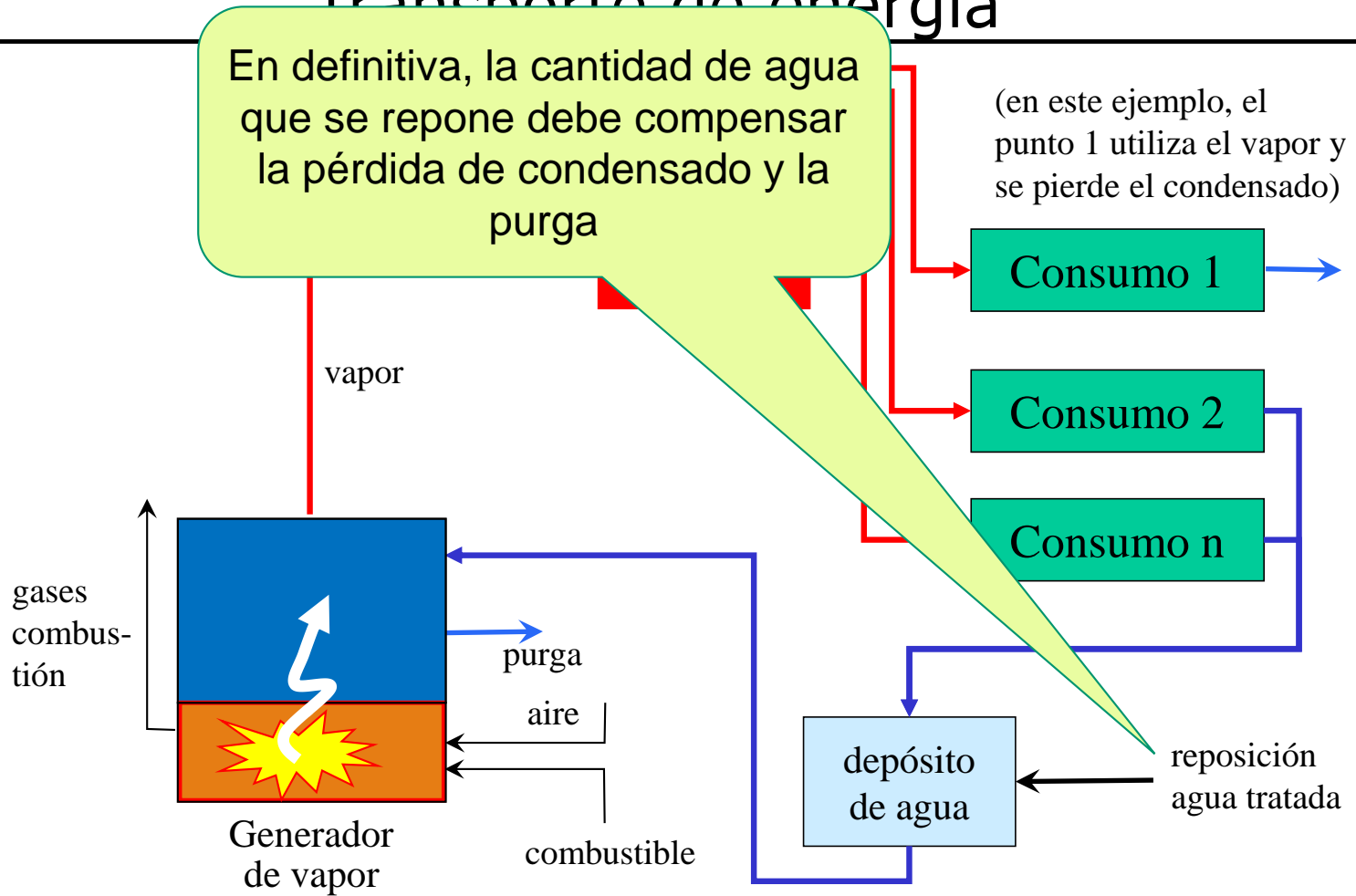
Uso de vapor de agua para tran



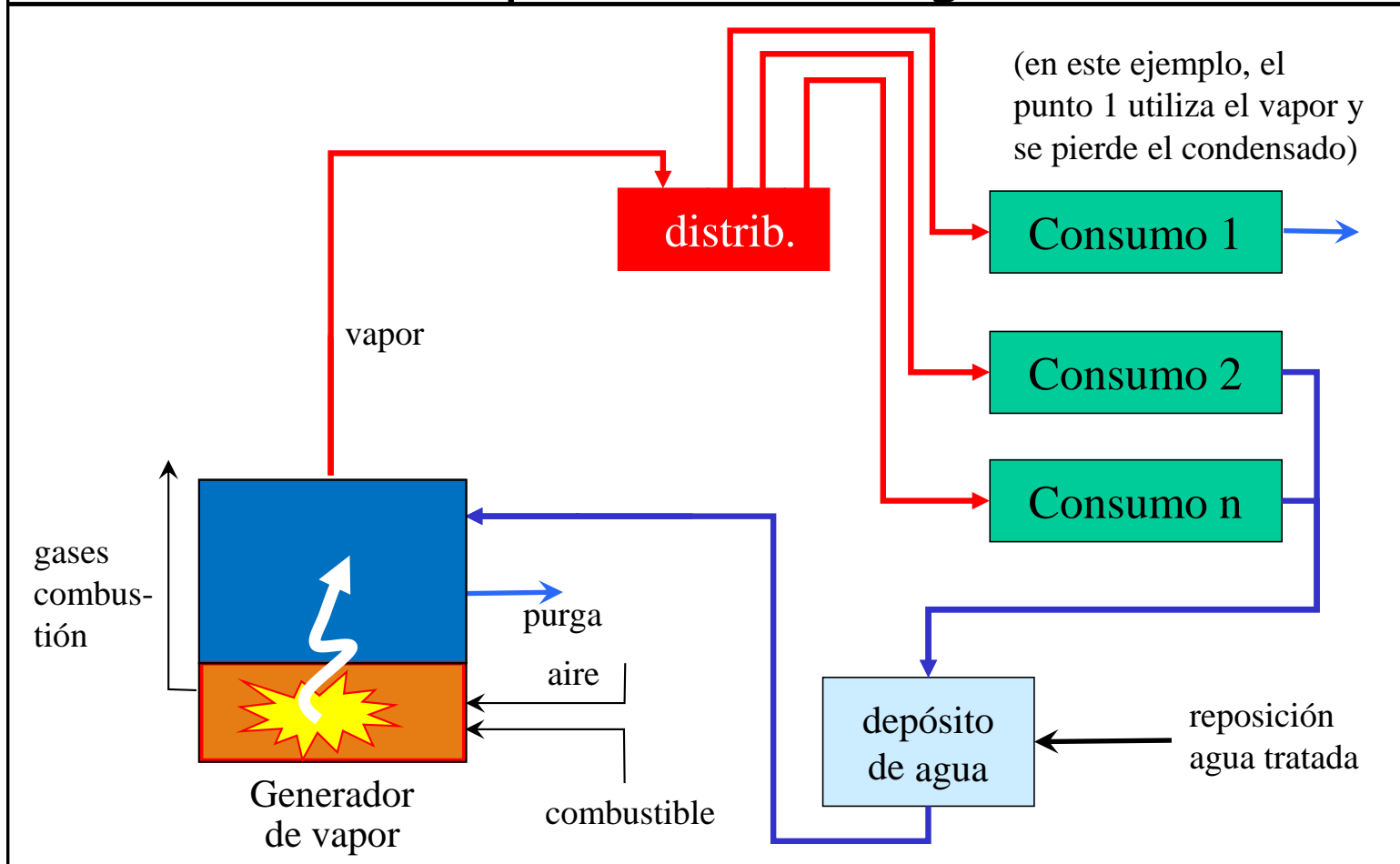


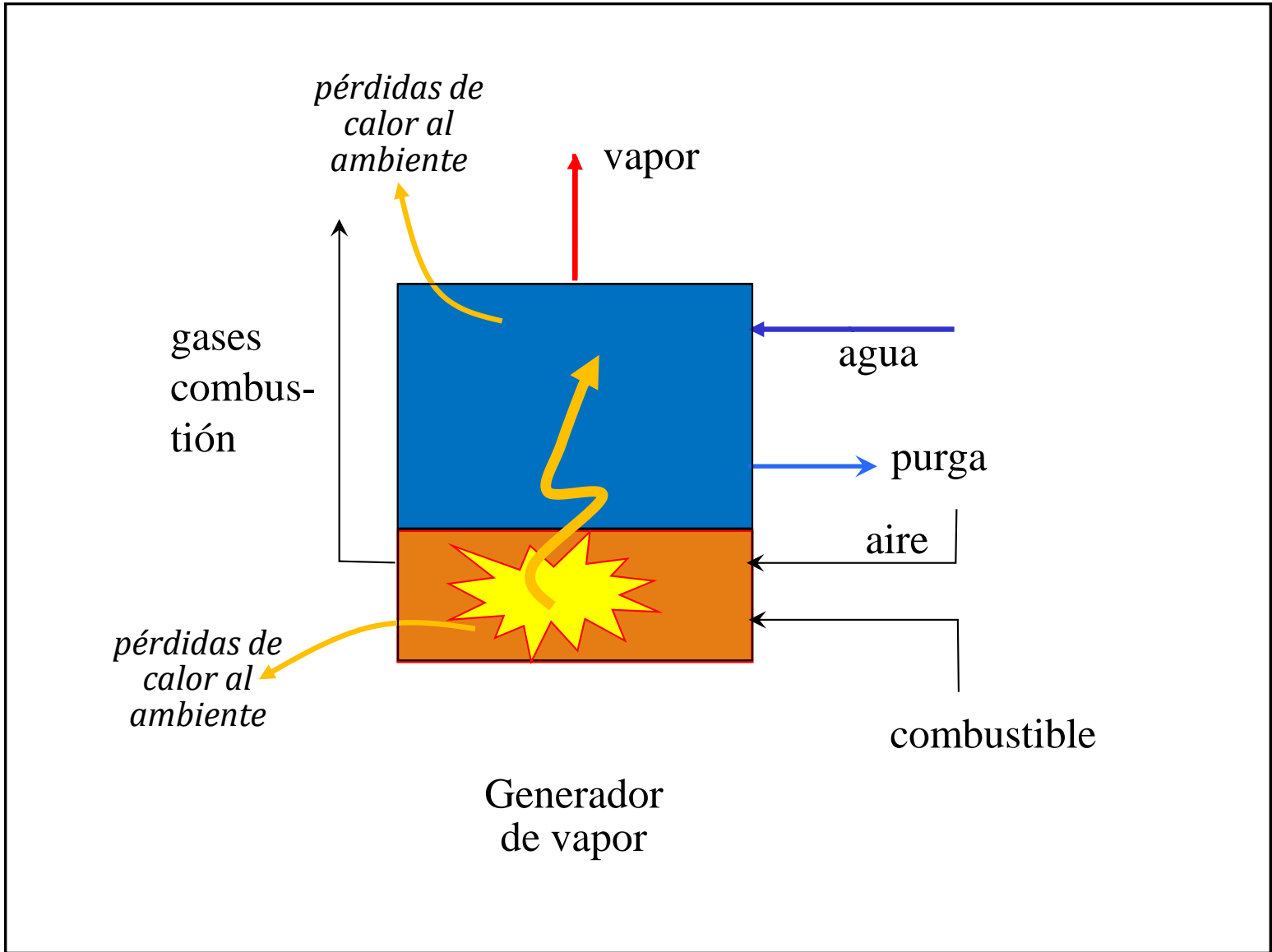
Uso de vapor de agua para transporte de energía

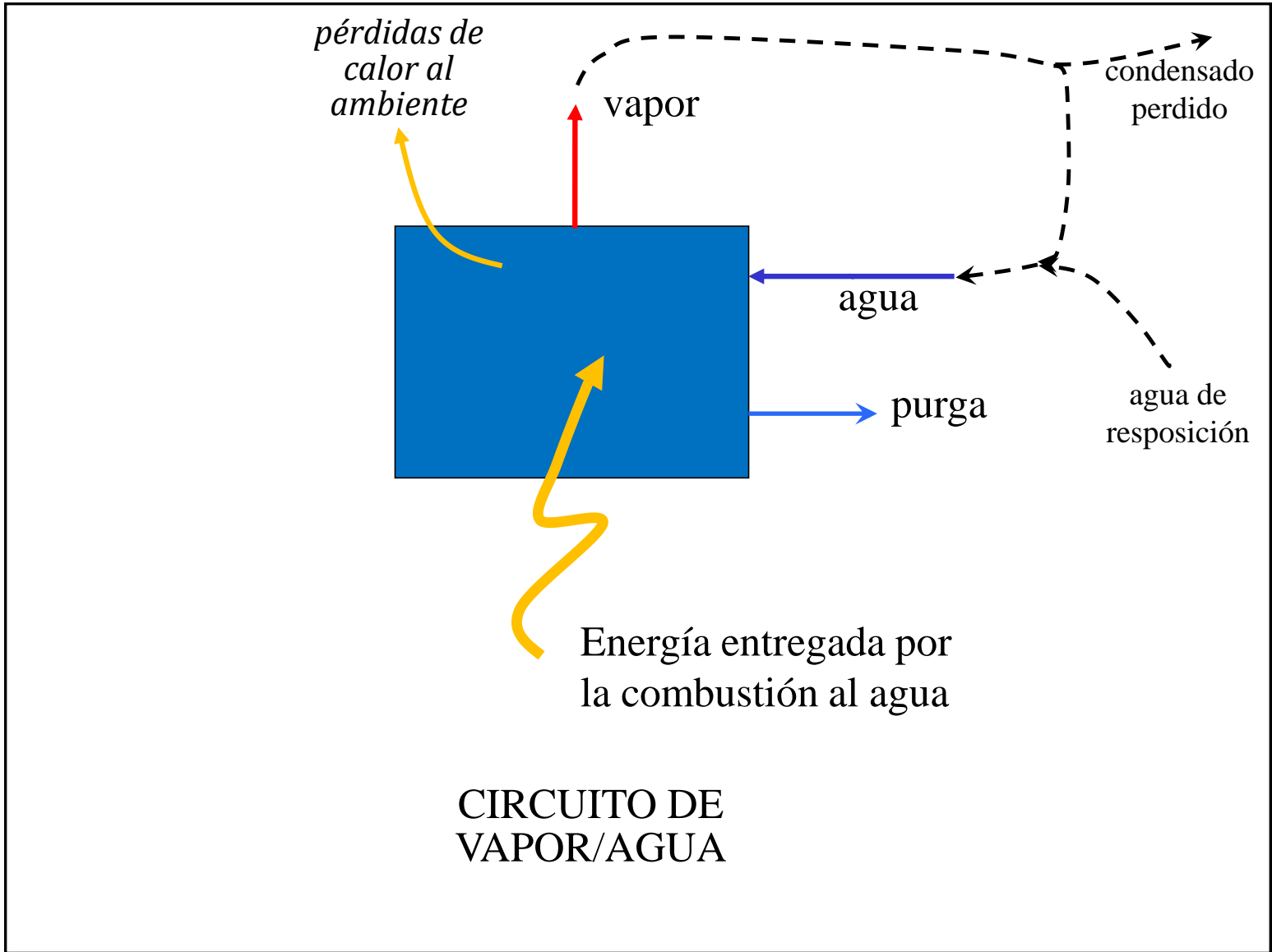
En definitiva, la cantidad de agua que se repone debe compensar la pérdida de condensado y la purga



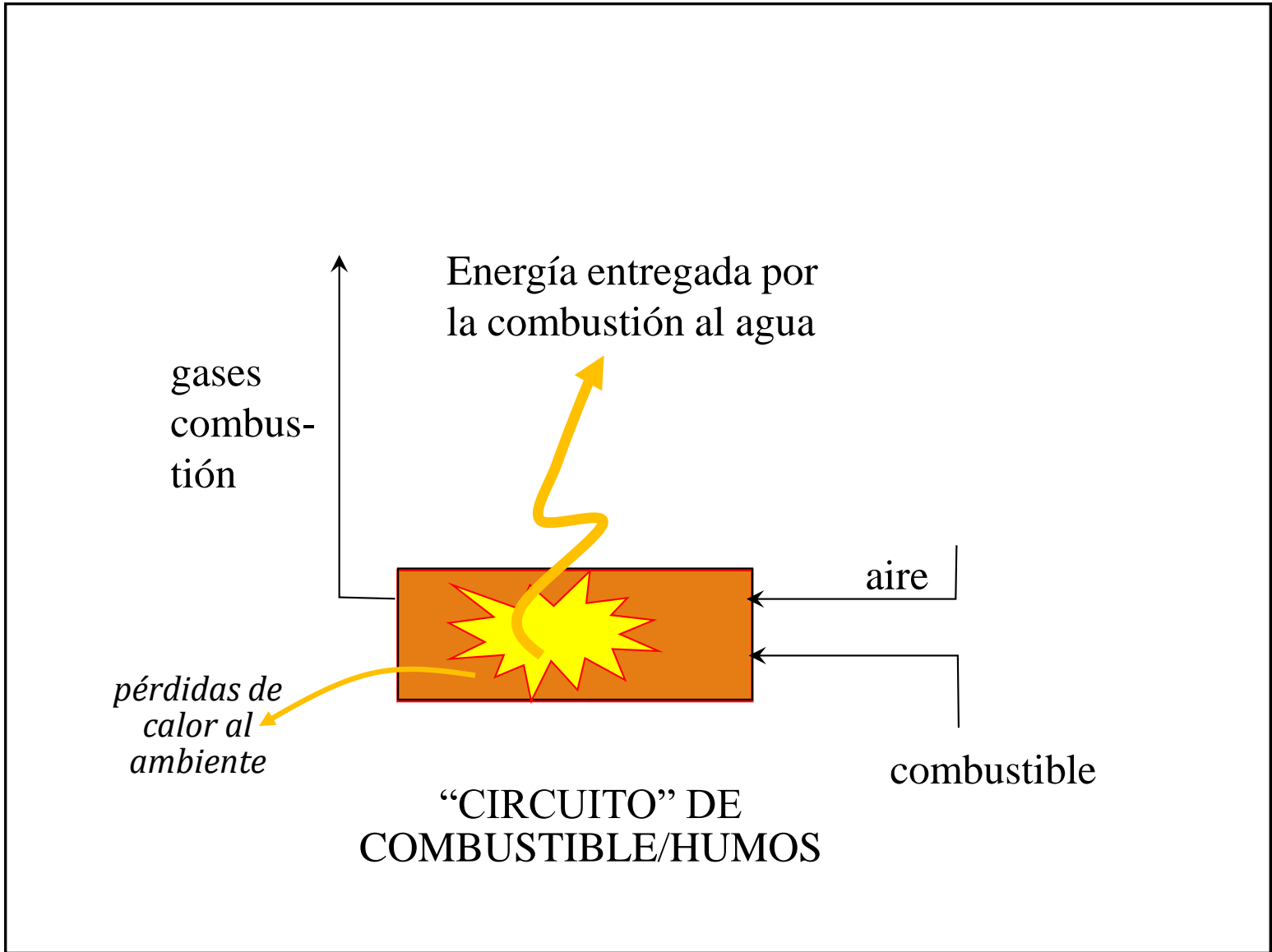
Uso de vapor de agua para transporte de energía

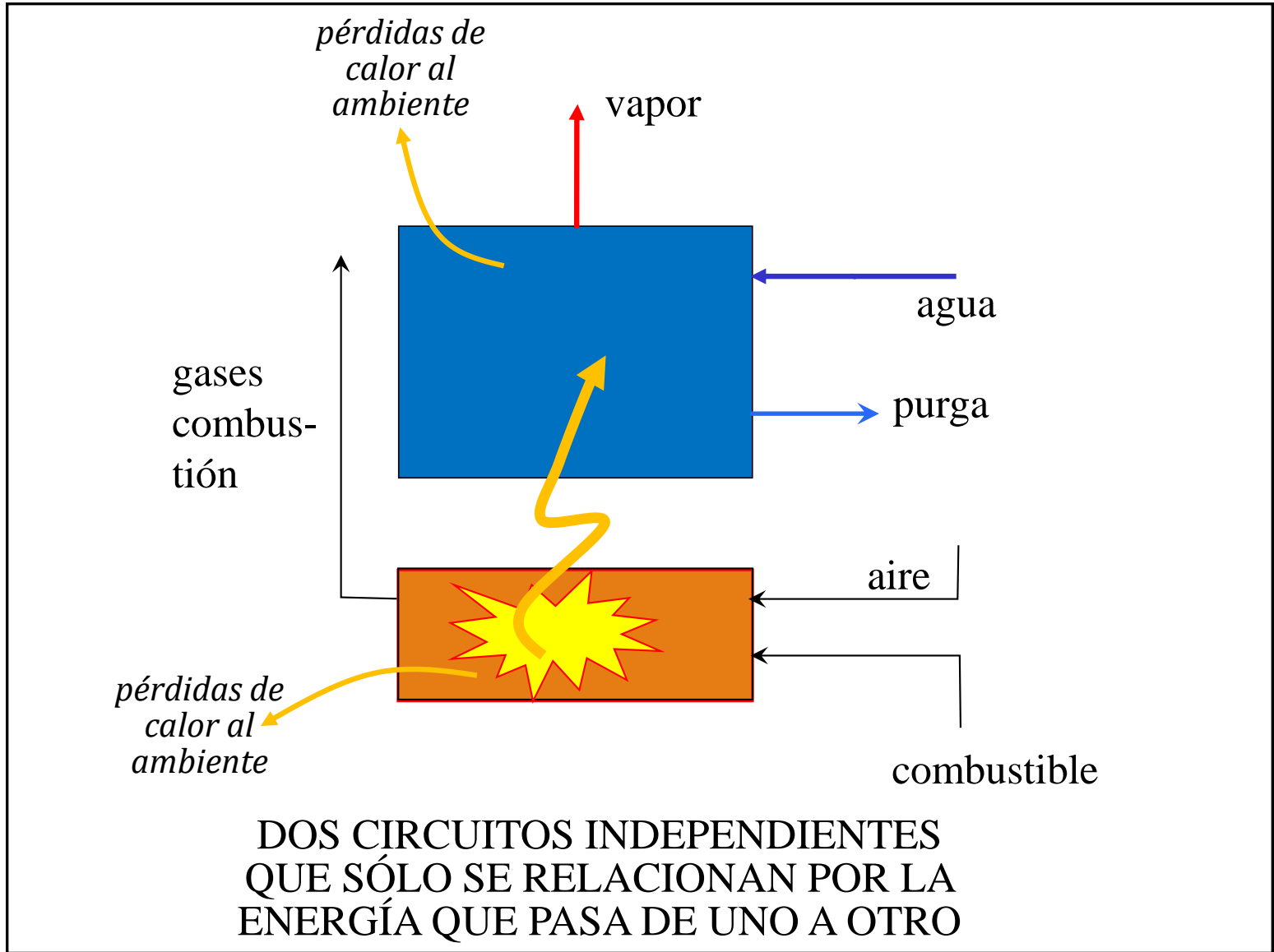






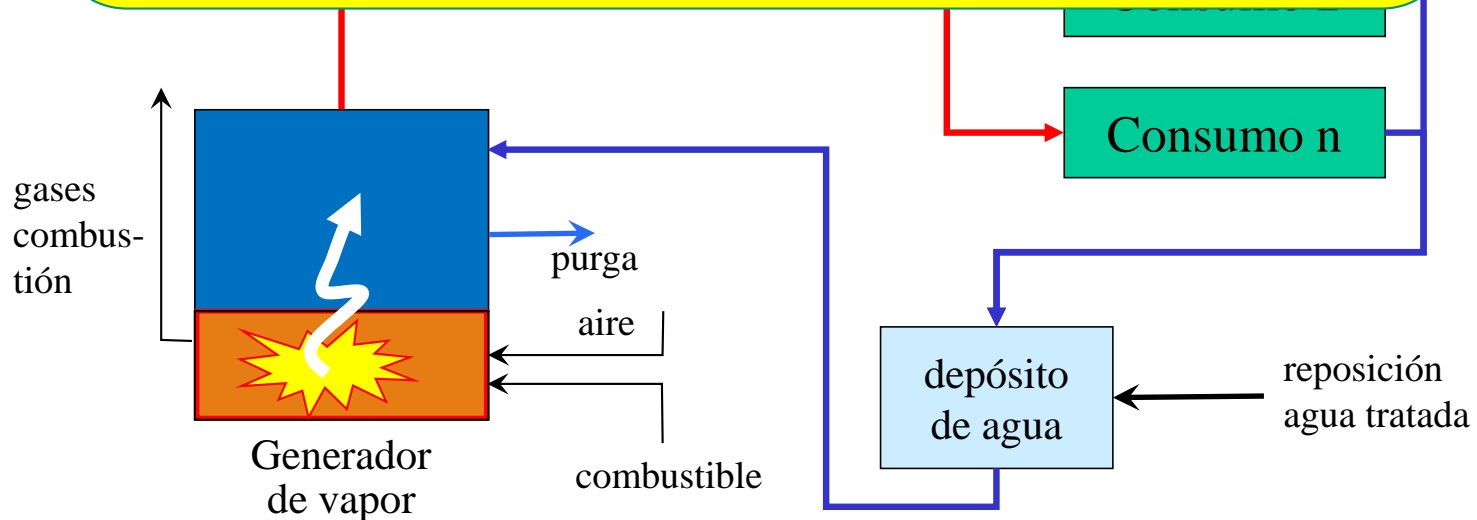
CIRCUITO DE VAPOR/AGUA



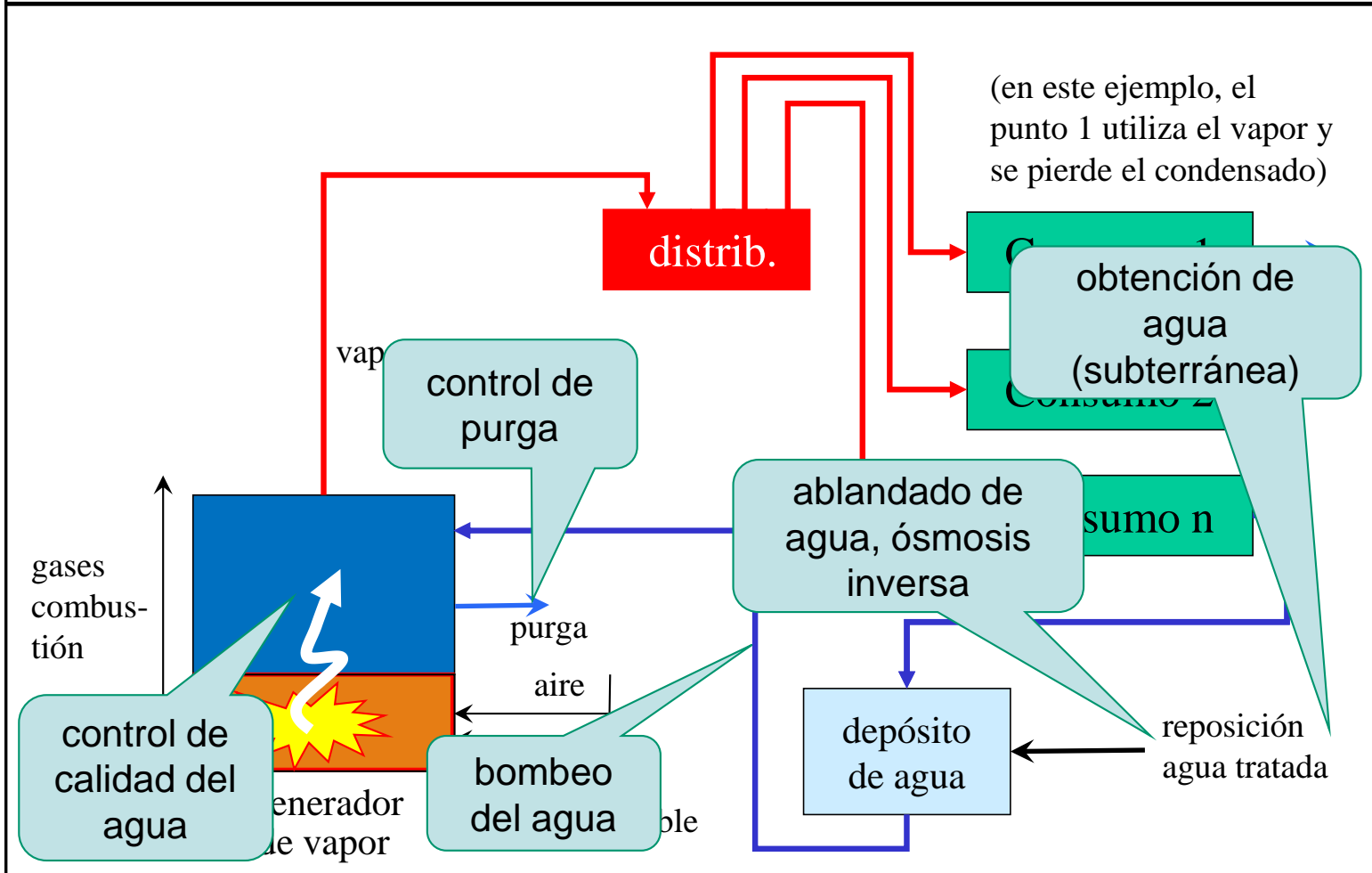


Algunos de los problemas que ocuparán al Ingeniero (sólo en el área de Generación y Distribución de vapor)

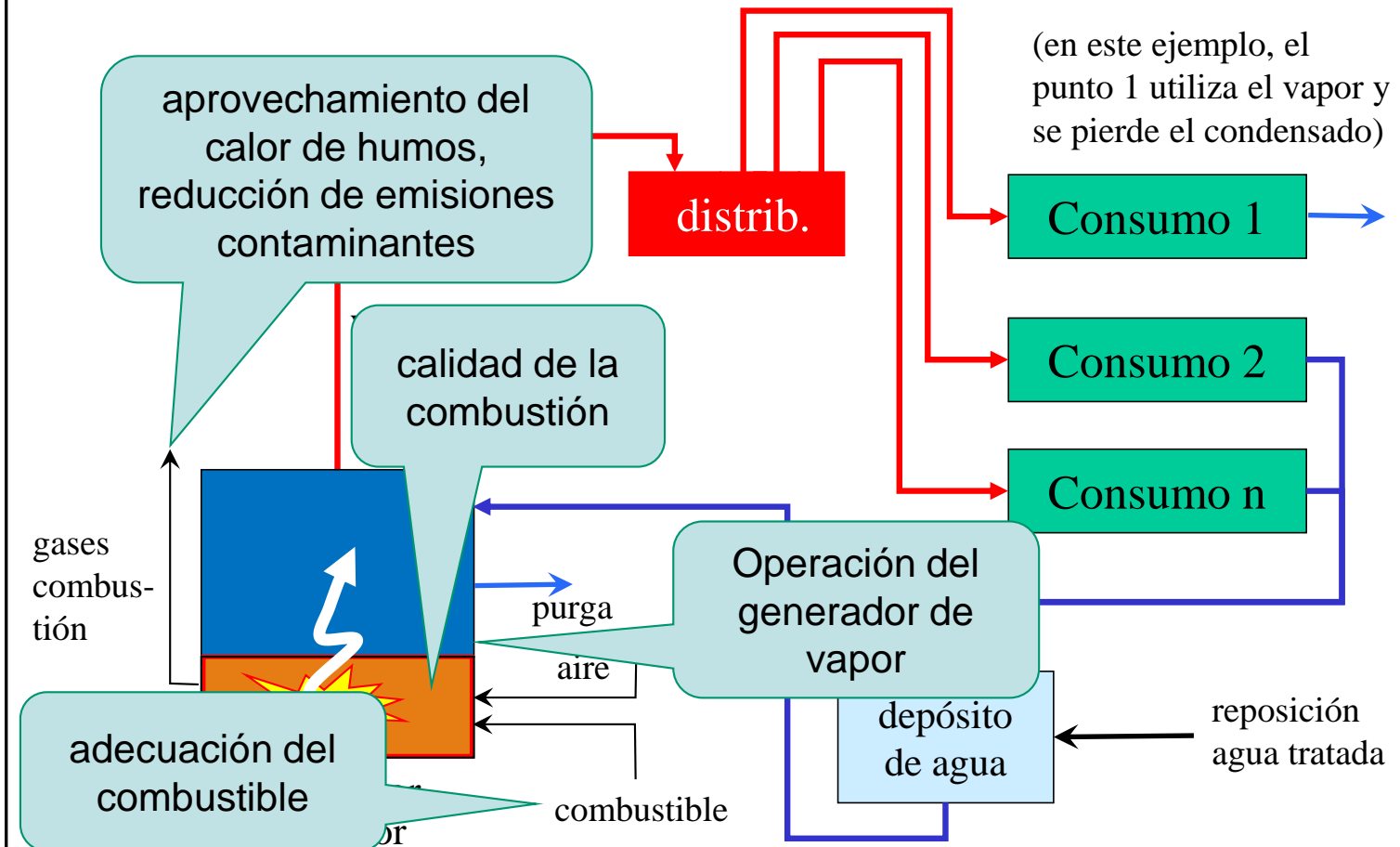
Hay una problemática asociada al diseño, construcción y montaje del generador de vapor. Pero además...

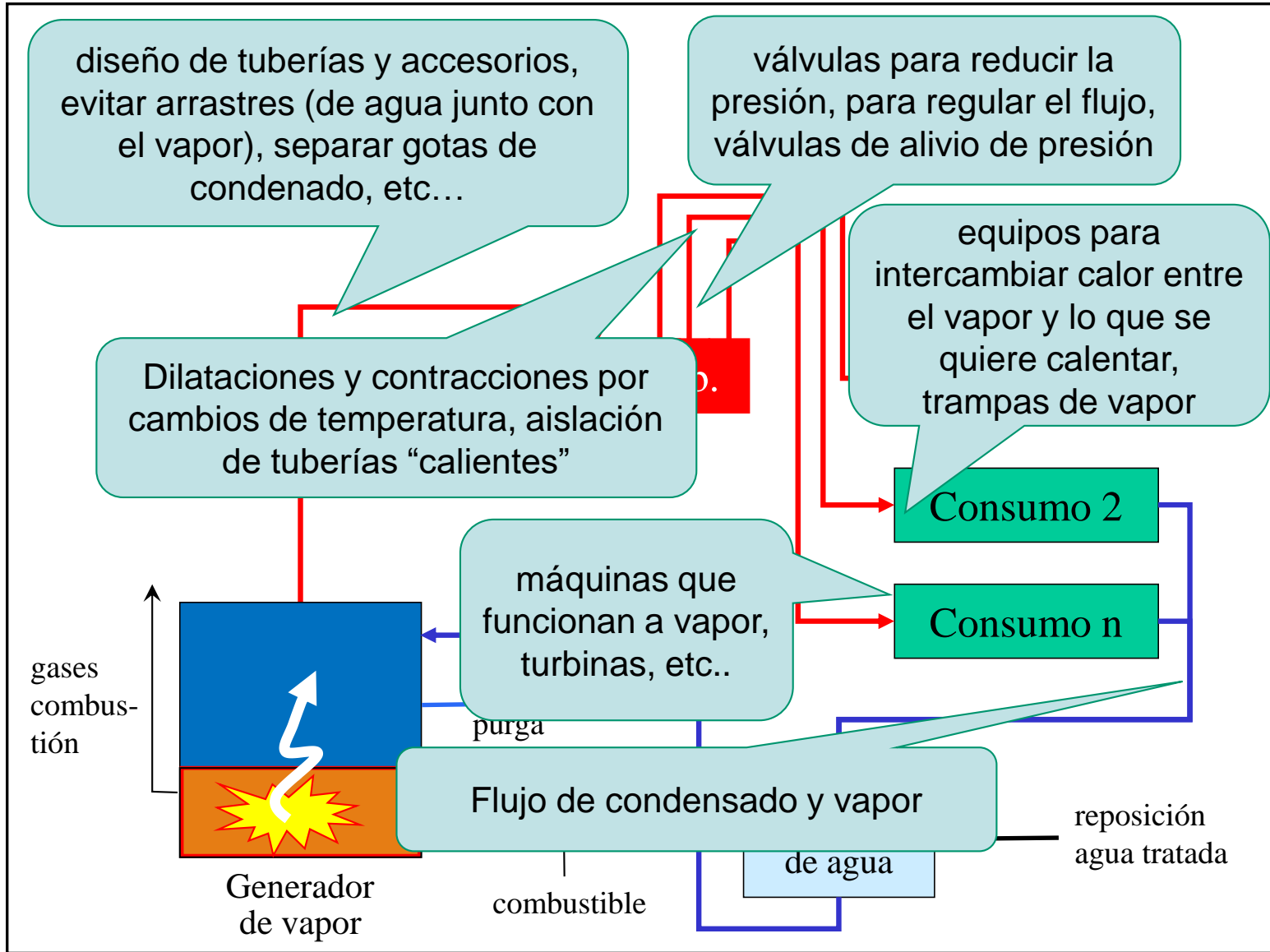


Algunos de los problemas que ocuparán al Ingeniero (sólo en el área de Generación y Distribución de vapor)



Algunos de los problemas que ocuparán al Ingeniero (sólo en el área de Generación y Distribución de vapor)





A pesar de toda esta vasta problemática que ocupará a (varios) ingenieros... esto no es “el” proceso de transformación en sí sino apenas “un servicio auxiliar”

ca
ción

Generador
de vapor

con

reposito
de agua

reposición
agua tratada

Ejemplos de Servicios Auxiliares

Energéticos

- ✓ Trabajo mecánico:
 - electricidad (para motores)
 - circuitos hidráulicos y neumáticos de fuerza, ...
- ✓ Calefacción
 - (electricidad para resistencias)
 - generación y distribución de vapor (de agua)
 - humos de combustión,
 - aceites térmicos ...
- ✓ Refrigeración
 - agua de refrigeración,
 - refrigerantes baja T (amoníaco, freones, etc...)

Operativos

- ✓ Transmisión de información (y control)
 - electricidad en baja tensión
 - aire comprimido
- ✓ Atmósferas controladas (gases inertes industriales)
- ✓ Higiene
 - agua potable
 - ventilación

Seguridad

- ✓ refrigeración para enfriamiento súbito (reactores)
- ✓ agua contra incendios (para hidrantes).
- ✓ aire medicinal.
- ✓ electricidad (iluminación, video vigilancia, alarmas...)

Medioambientales

- ✓ Procesamiento y evacuación de efluentes (líquidos)
- ✓ Procesamiento y evacuación de emisiones (humos, vahos, partículas, etc..)
- ✓ Procesamiento y disposición de residuos

Servicios Auxiliares (características)

- ✓ Actividades que involucran intercambios de materia y/o de energía con el sistema en el que se lleva a cabo el proceso al cual “auxilian”.
- ✓ No forman parte del núcleo del proceso pero proporcionan al proceso distintos recursos necesarios
- ✓ En general, se comparten para todos los procesos de la planta
- ✓ También aportan recursos a otras actividades de la planta (no estrictamente vinculadas con los procesos de transformación)

Pregunta

En la cocina de vuestra casa se realizan a diario varios procesos de transformación (convirtiendo ingredientes simples en platos de comida exquisitos listos para consumir).

Cite cuáles son los servicios auxiliares que require su cocina para poder llevar a cabo dichos procesos.

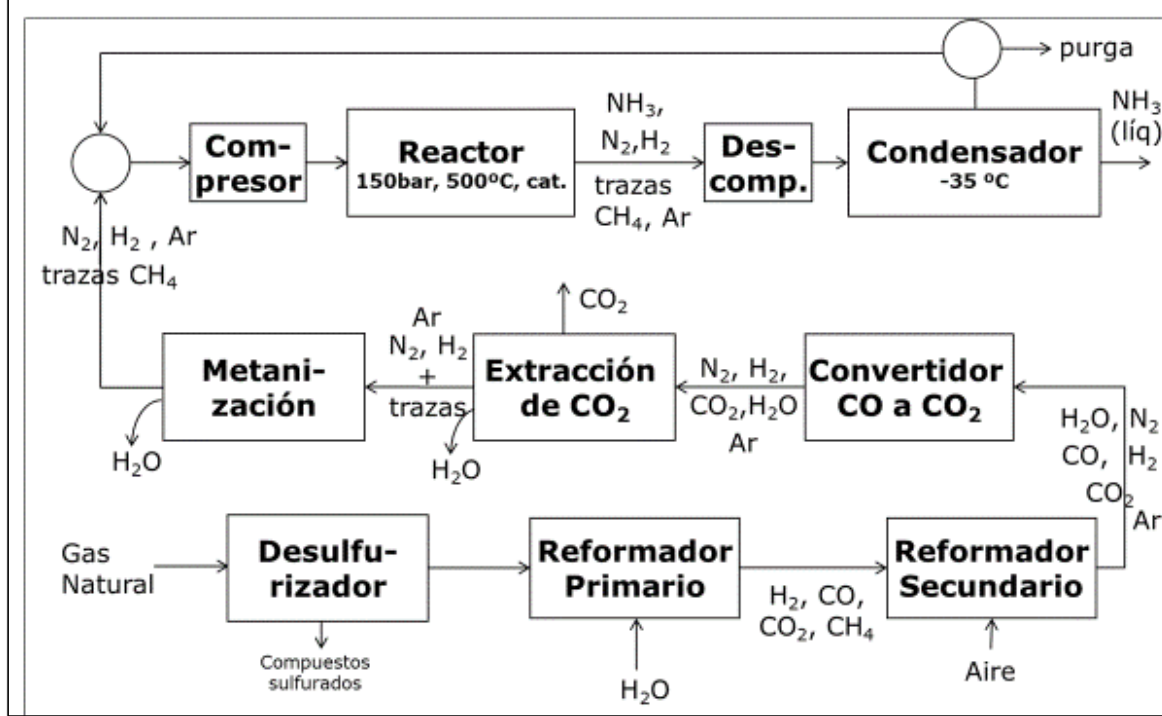
Operaciones Unitarias

Hemos visto que...

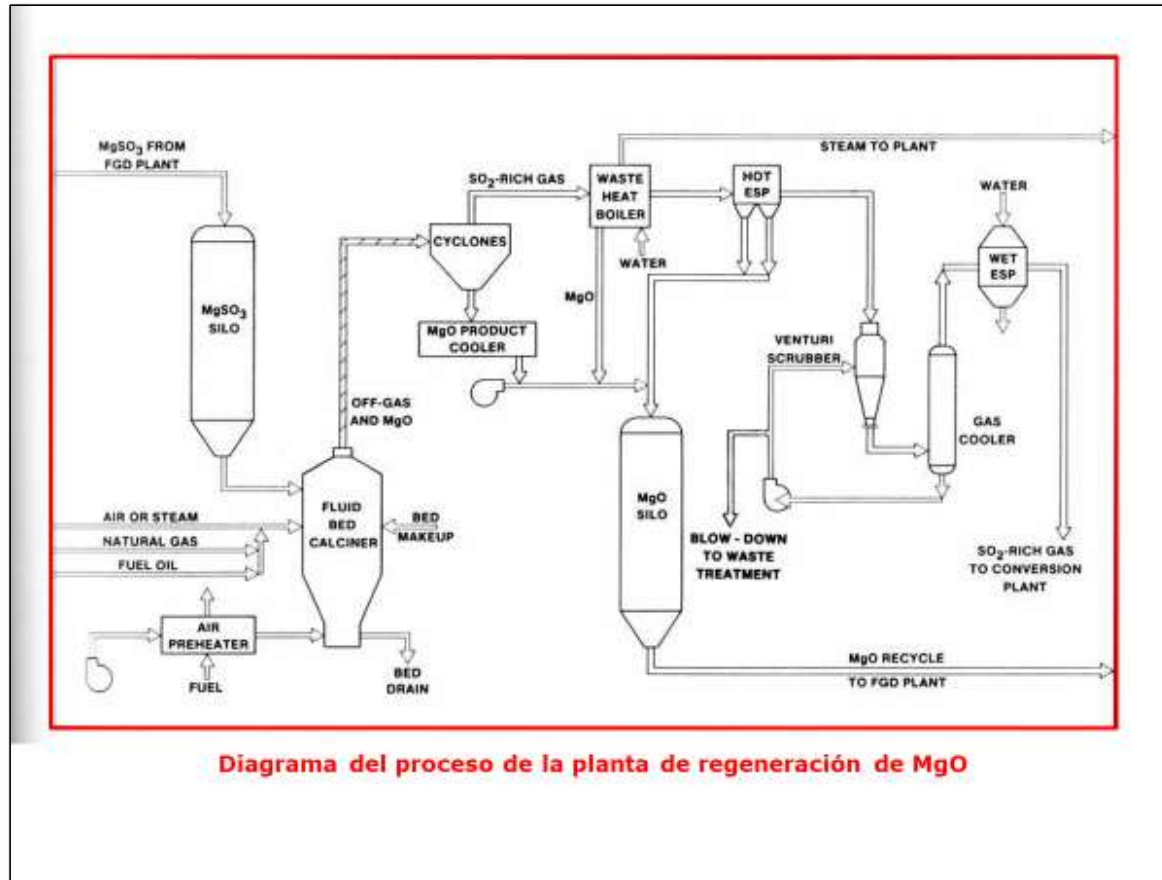
- ✓ la transformación de materiales y energía en productos de interés rara vez se consigue en un único paso
- ✓ por el contrario, lo usual es que haya una serie de pasos interconectados que provocan, cada uno, una transformación parcial
- ✓ estas transformaciones parciales pueden implicar:
 - el acondicionamiento de los productos intervinientes (a través de variaciones de temperatura, o cambios de fase, o cambios de presión, etc...)
 - eventualmente cambios de composición (a través de separaciones o mezclas o reacciones químicas).

Recordando ejemplos...

Proceso de obtención NH₃ con Gas Natural



Recordando ejemplos...



Quando vimos “Partes de un Proceso” ...

Las operaciones de acondicionamiento de las materias primas y de productos pueden incluir:

- **Separación** (por ej. para retirar contaminantes)
- **Mezcla** (por ej. cuando participan más de una materia prima en la reacción)
- **Variación de la temperatura** (por ej. para adecuar la temperatura a la que optimizar la velocidad de reacción, o luego de la reacción para llevar a las condiciones de manipulación posterior)
- **Variación de la presión**
- **Variación del tamaño de partículas**

A su vez, la Separación se puede conseguir por diferentes métodos:

Separación de mezclas heterogéneas

- Filtración
- Flotación
- Sedimentación
- Centrifugación
- Secado
- Separación inercial

Separación de mezclas homogéneas

- Destilación
- Absorción
- Membranas
- Cristalización
- Evaporación
- Extracción
- Condensación

Las operaciones de acondicionamiento de las materias primas y de productos pueden incluir:

- **Separación** (*por ej. para retirar contaminantes*)
- **Mezcla** (*por ej. cuando participan más de una materia prima en la reacción*)
- **Variación de la temperatura** (*por ej. para adecuar la temperatura a la que optimizar la velocidad de reacción, o luego de la reacción para llevar a las condiciones de manipulación posterior*)
- **Variación de la presión**
- **Variación del tamaño de partículas**

A su vez, la Separación se puede conseguir por diferentes métodos:

Separación de mezclas heterogéneas

- Filtración
- Flotación
- Sedimentación
- Centrifugación
- Secado
- Separación inercial

Separación de mezclas homogéneas

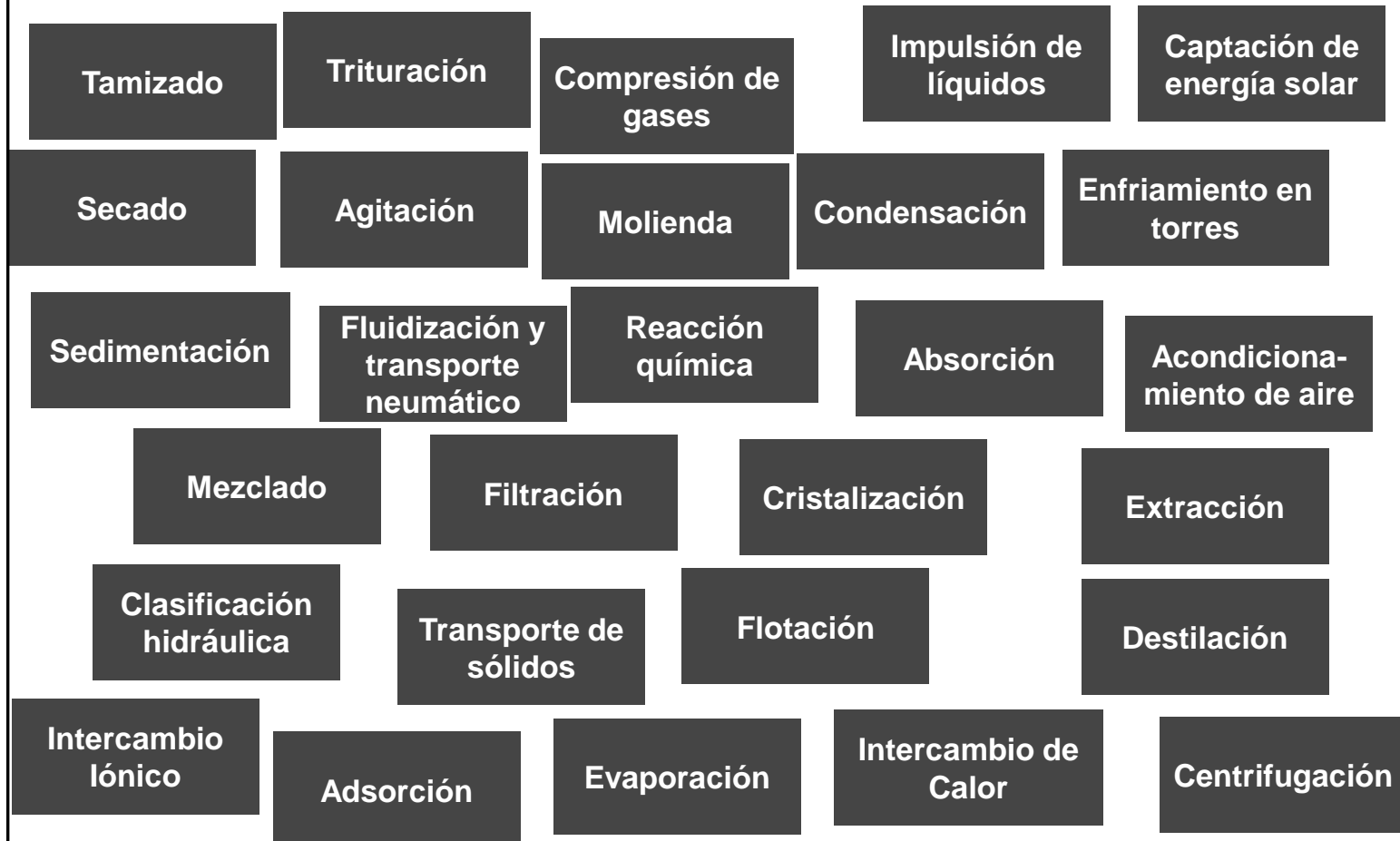
- Destilación
- Absorción
- Membranas
- Cristalización
- Evaporación
- Extracción
- Condensación

O sea, que...

- ✓ la transformación de materiales y energía en productos de interés rara vez se consigue en un único paso
- ✓ por el contrario, lo usual es que haya una serie de pasos interconectados que provocan, cada uno, una transformación parcial

Cada “proceso de transformación” puede verse como una adecuada interconexión de pasos básicos (cada uno de los cuales provoca una transformación parcial)

Principales “pasos básicos”

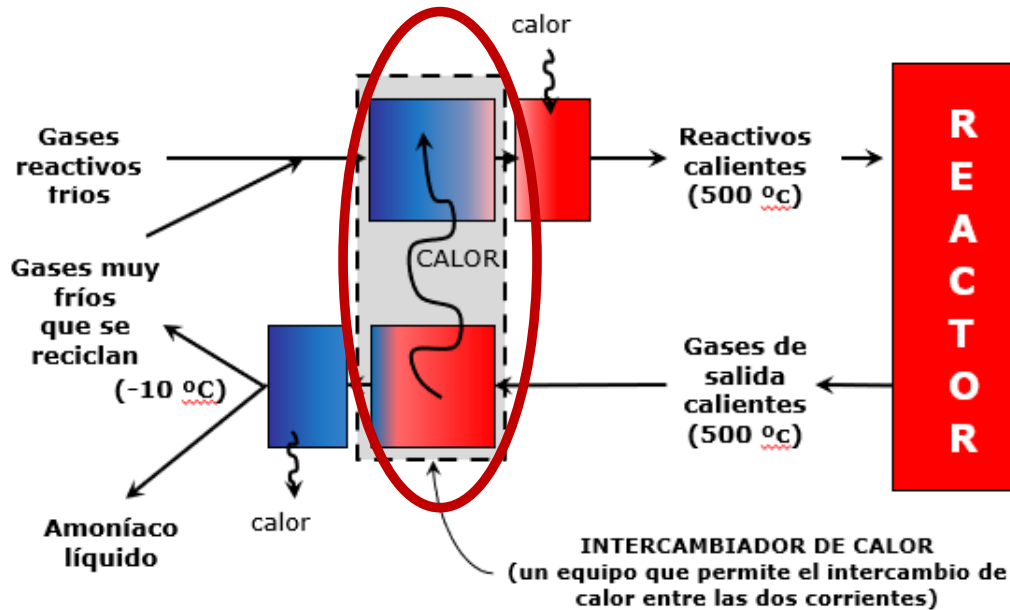


Ahora bien, ...

- ✓ La ocurrencia de cada uno de esos “pasos básicos” no es exclusiva de un proceso de transformación en particular.
- ✓ Por el contrario, esos “pasos básicos” aparecen en muchos procesos... e incluso también en “servicios auxiliares”
- ✓ E independientemente de los procesos de transformación en los que intervengan, cada uno de esos pasos básicos tiene particularidades propias que ameritan que se los **estudie independientemente** (haciendo abstracción del proceso de transformación global)

Ejemplo

Supongamos que queremos diseñar el intercambiador de calor requerido para recuperar el calor de los gases que salen del reactor de amoníaco...



¿qué tipo de intercambiador? ¿qué dimensiones? ¿qué materiales? ...



Intercambiador de calor para el reciclo de la síntesis de amoníaco



Intercambiador de calor para calentar agua de piscina



**Intercambiador de calor para el
reciclo de la síntesis de amoníaco**



**Intercambiador de calor para
calentar agua de piscina**

Las leyes de la física que gobiernan la velocidad de transferencia de calor en ambos "intercambiadores" son las mismas



I
re

La idea es que...

En vez de estudiar el diseño de cada intercambiador para **cada servicio particular** por separado, “empezando de cero”...

desarrollamos **una** teoría para el diseño de intercambiadores de calor y luego la aplicamos a cada caso particular.

Ahora bien, ...

- ✓ La ocurrencia de cada uno de esos “pasos básicos” no es exclusiva de un proceso de transformación en particular.
- ✓ Por el contrario, esos “pasos básicos” aparecen en muchos procesos... e incluso también en “servicios auxiliares”
- ✓ E independientemente de los procesos de transformación en los que intervengan, cada uno de esos pasos básicos tiene particularidades propias que ameritan que se los **estudie independientemente** (haciendo abstracción del proceso de transformación global)

Esos pasos o unidades básicas, donde tienen lugar transformaciones parciales, y que tienen la particularidad de formar parte de muchos procesos de transformación, reciben el nombre de **Operaciones Unitarias**.

Operaciones Unitarias

A fines del siglo XIX cuando la segunda Revolución Industrial provocaba la “proliferación” de industrias con novedosos procesos de transformación para fabricar productos nuevos a gran escala, apareció la Ingeniería Química como una rama nueva y específica de la Ingeniería con el foco puesto en el estudio de esos procesos de transformación.

En un principio, los procesos de transformación se estudiaban por separado y se diseñaban los aparatos de forma independiente para cada proceso.

Operaciones Unitarias

En 1915, surgió la idea de estudiar los pasos que se repetían en todos los procesos y que obedecían a las mismas leyes con independencia de ellos.

Así surgió el concepto de “Operaciones Unitarias” y desde entonces se fue imponiendo el estudio de éstas separadas de los procesos industriales específicos.

Algunos consideran el concepto de “Operaciones Unitarias” como el **Primer Paradigma** de la Ingeniería Química.



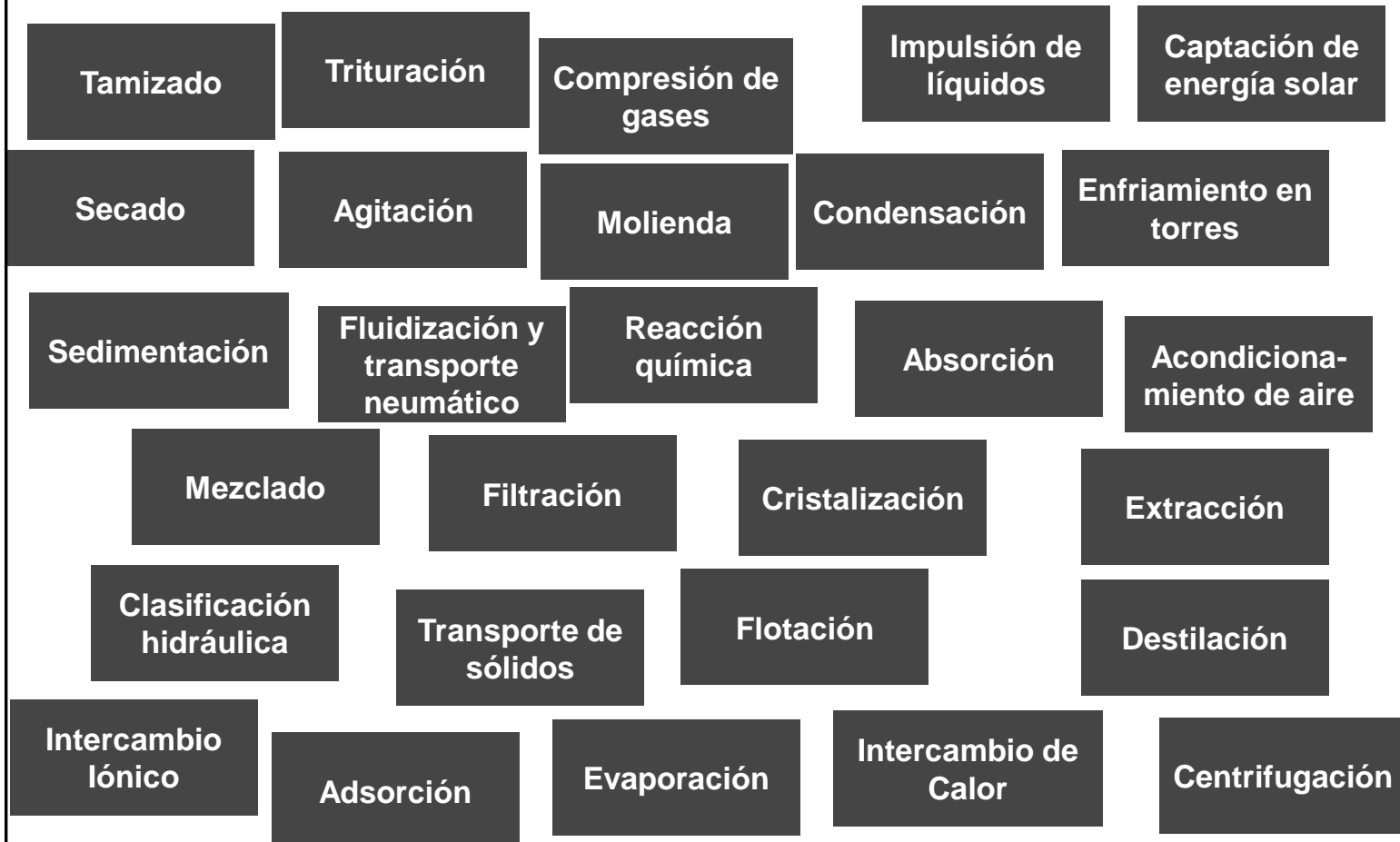
Arthur Little

Operaciones Unitarias

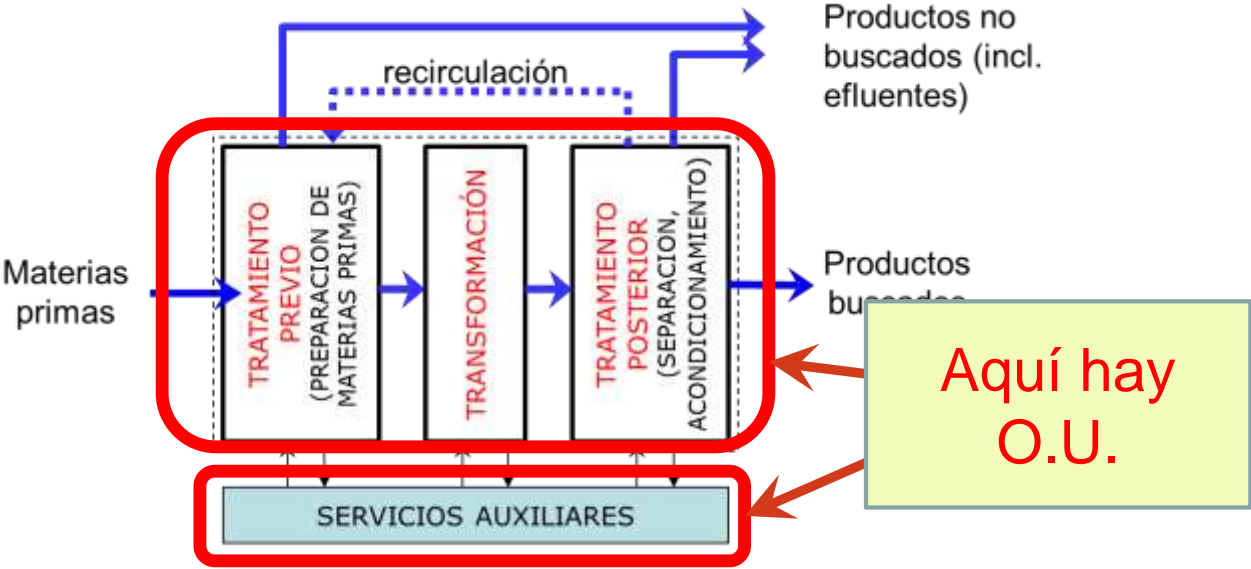
Desde el reconocimiento de la existencia de las operaciones unitarias, lo que se estudia es la “*ciencia y tecnología*” que subyace detrás de cada operación unitaria.

Existen decenas de miles de procesos de transformación de aplicación en la industria pero sólo unas pocas operaciones unitarias.

Operaciones Unitarias



Hemos visto que...



Es muy probable que en el ejercicio de la profesión el Ingeniero se vea enfrentado a problemas de:

- ❖ *diseño,*
- ❖ *especificación,*
- ❖ *compra, instalación,*
- ❖ *mantenimiento y*
- ❖ *operación*

de los equipos en donde se llevan a cabo estas operaciones unitarias.

Operaciones Unitarias

Al analizar las Operaciones Unitarias se ve que muchas de éstas se basan en el transporte o transferencia de cierta “propiedad” en el espacio (calor, masa, cantidad de movimiento).

Y partiendo de estas similitudes las podemos clasificar en grupos con una “problemática” común.

Intercambio
Iónico

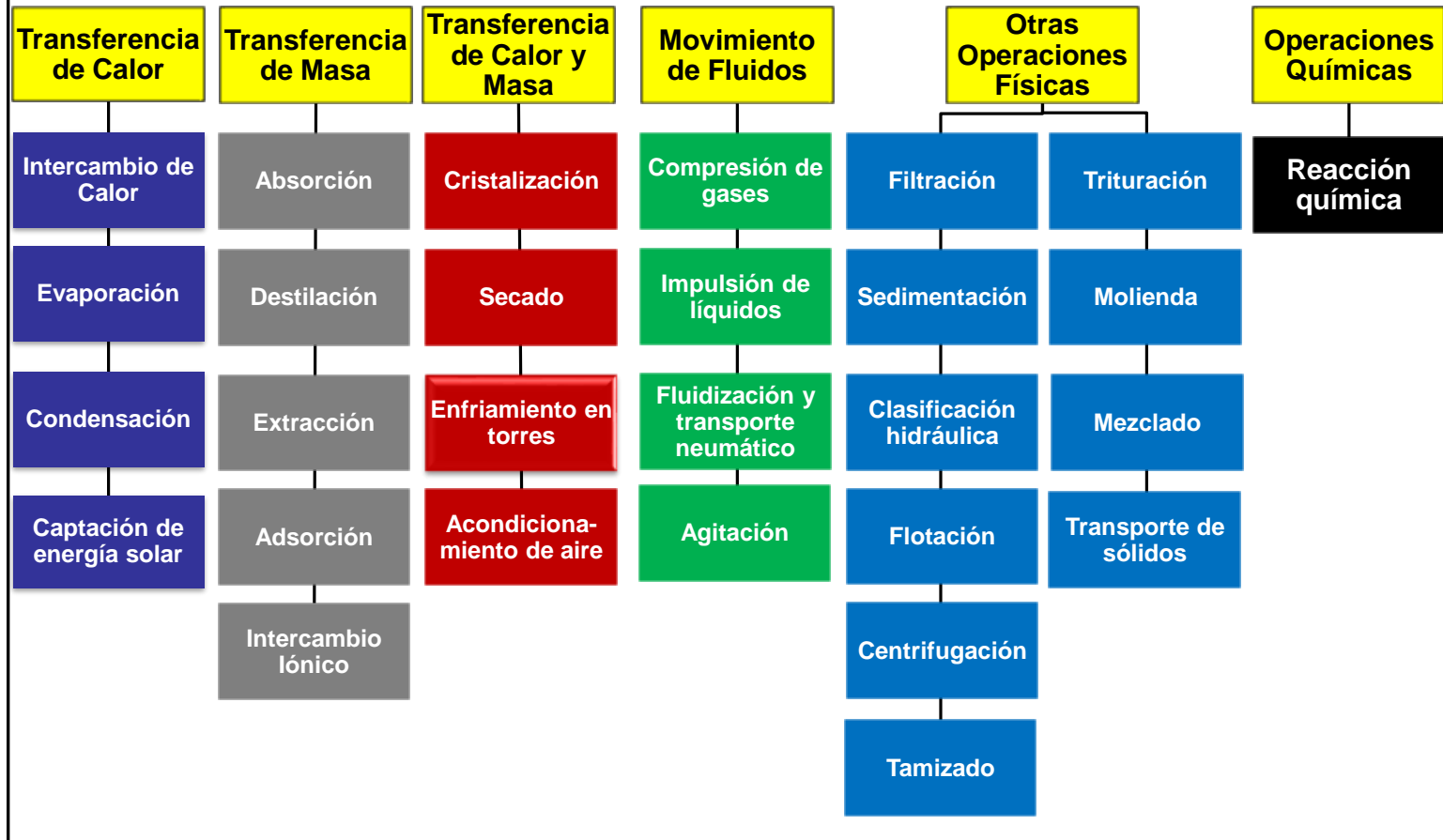
Adsorción

Evaporación

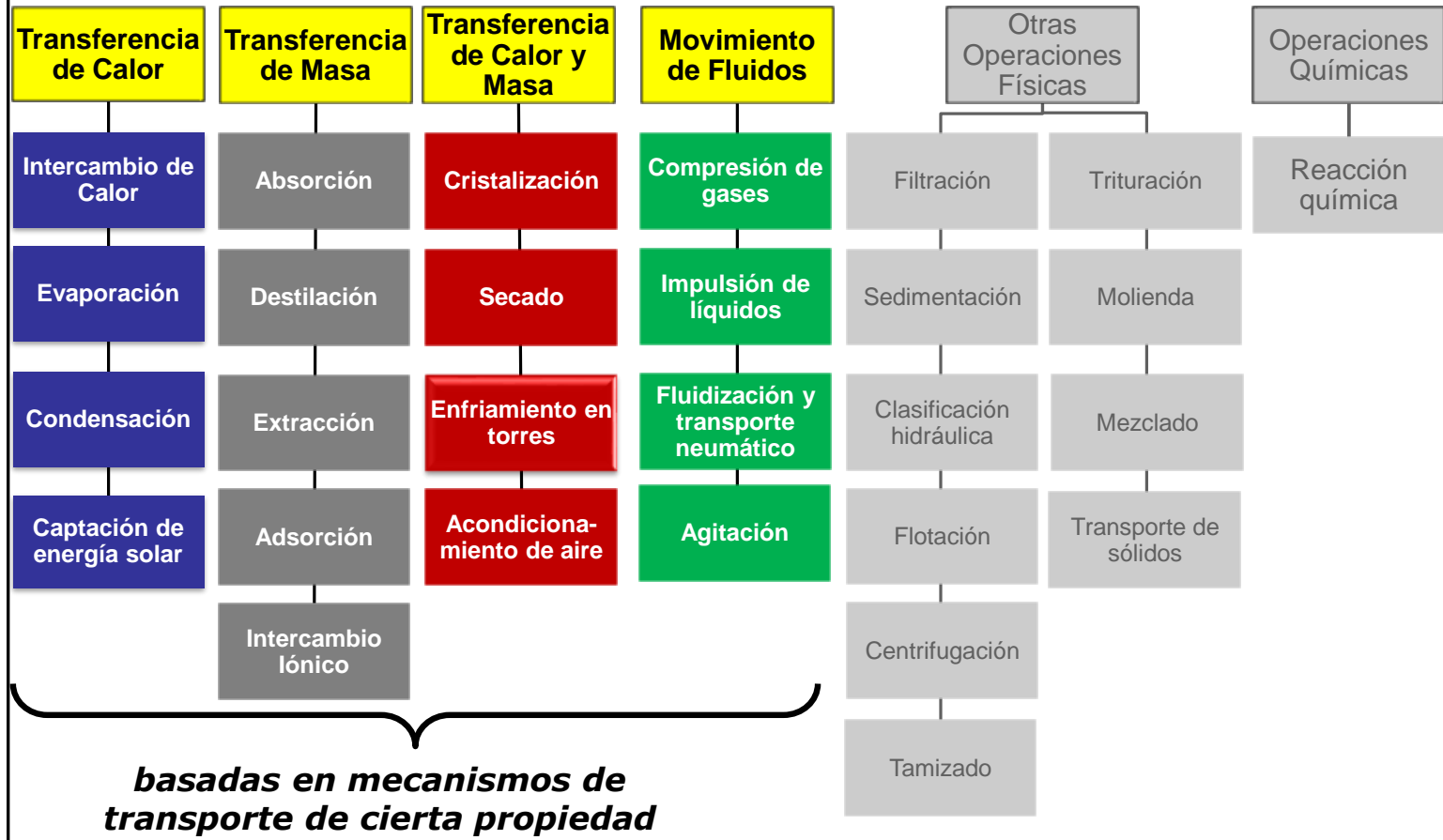
Intercambio de
Calor

Centrifugación

Clasificación de Operaciones Unitarias



Clasificación de Operaciones Unitarias



Transporte "molecular"

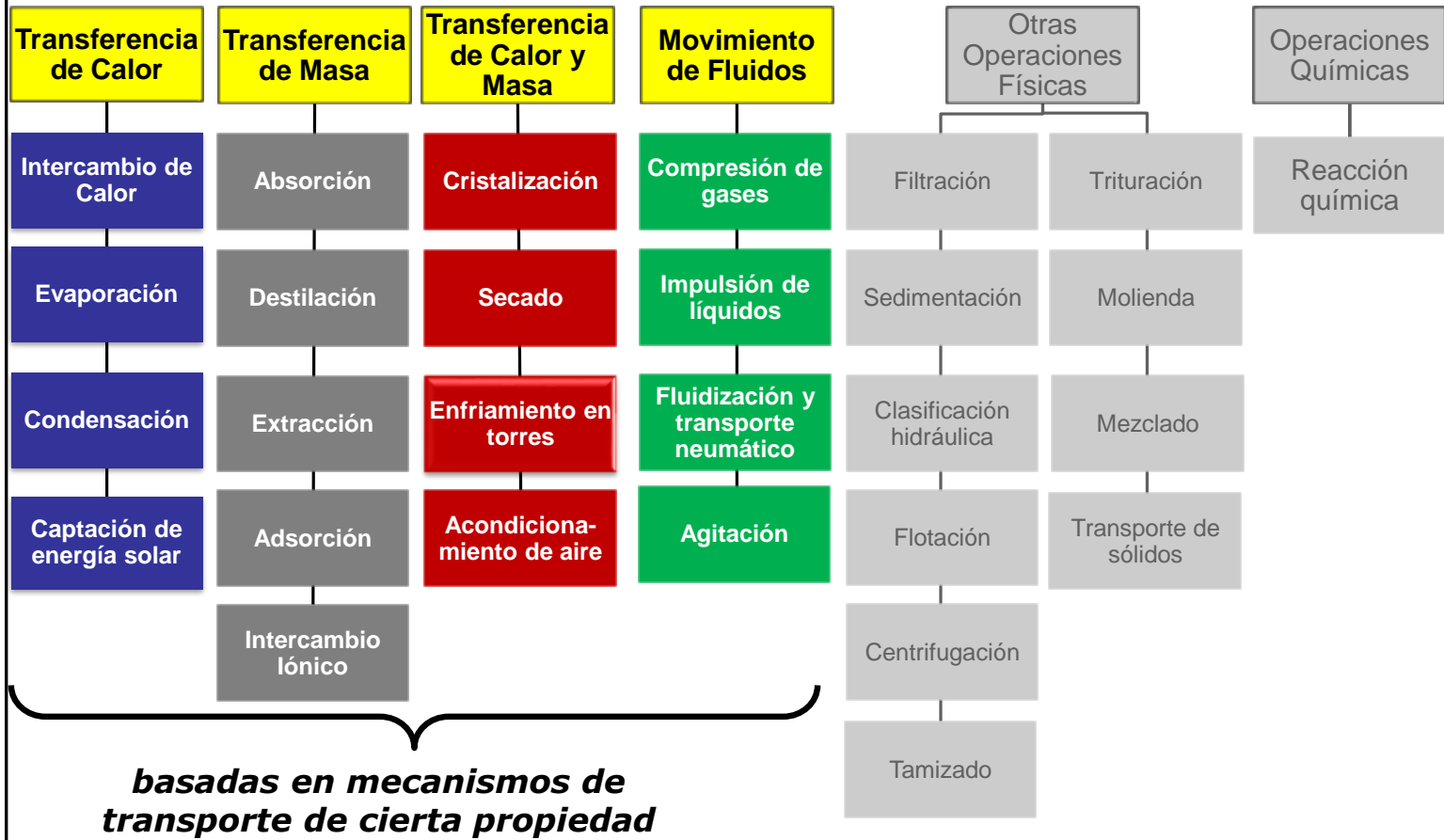
En 1960 con su libro "Fenómenos de Transporte", Bird, Stewart y Lightfoot, introdujeron un abordaje particular para el estudio de fenómenos físico-químicos de transferencia, que comprende a aquellos procesos en los que hay una transferencia o transporte neto de materia, calor o cantidad de movimiento.

Este abordaje está basado en explicaciones moleculares para los fenómenos macroscópicos.



De izq. a der: Lightfoot, Bird y Stewart

Clasificación de Operaciones Unitarias



Transferencia de calor

	Mecanismo	Equipos (ejemplo)
Calentamiento o enfriamiento de fluido de interés (sin cambio de fase) por medio de otro fluido	Fluido de interés es calentado por conducción y convección desde fluido caliente, o bien, Fluido de interés es enfriado por conducción y convección desde fluido frío	Intercambiadores de calor Aerorrefrigeradores (cuando el fluido frío es aire)
Calentamiento y evaporación	Líquido se calienta y se evapora	Evaporadores
Enfriamiento y condensación	Vapor se enfría y condensa	Condensadores Aerocondensadores (cuando el fluido frío es aire)
Calentamiento desde fuente directa	Por radiación y convección Por generación resistiva	Hornos a llama Placas solares Hornos eléctricos

Transferencia de masa

	Mecanismo	Equipos (ejemplo)
Absorción	Ingredientes en una mezcla de gases se separan por diferencia de solubilidad en un líquido dado	Torres de absorción
Extracción líquido-líquido	Ingredientes de una fase homogénea líquida se separan por diferencia de solubilidad en un líquido inmiscible	Mezcla, difusión, y posterior separación por densidad
Extracción sólido-líquido (Lixiviado)	Componentes de un sólido se extraen del mismo hacia un líquido por diferencia de solubilidad	Por percolación, por mezcla y en tanques y posterior separación
Adsorción	Ingredientes de una fase fluida homogénea se separan por diferencia de afinidad (física o química) por un sólido que los retiene	Columnas de adsorción (proceso batch, requieren regenerar el sólido)
Destilación	Ingredientes de una fase líquida tienen diferente volatilidad y se separan al evaporarse	Columnas de destilación de platos
Intercambio Iónico	Iones presentes en una fase líquida son retenidos en un sólido por intercambio con iones existentes en el sólido,	Columnas con resinas de intercambio iónico (proceso batch, requieren regenerar la resina)

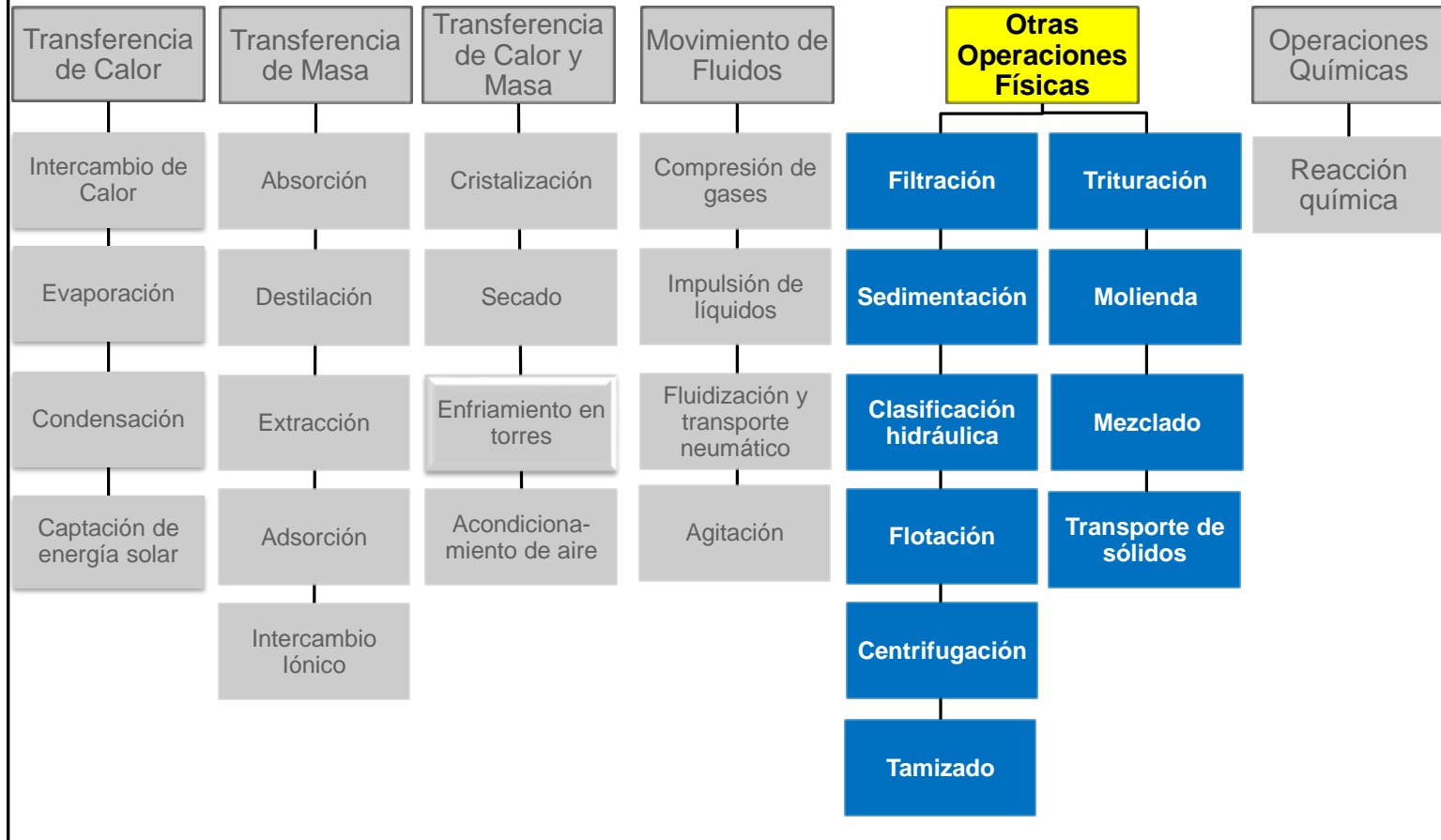
Transferencia simultánea de calor y masa

	Mecanismo	Equipos (ejemplo)
Acondicionamiento de aire/ enfriamiento de agua	Agua y aire intercambian calor y masa de agua (humedad)	Humidificadores de aire Deshumidificadores de aire Enfriadores de agua (evaporativos) de tiro forzado o tiro natural
Cristalización	Líquido se enfría o se evapora intercambiando calor con medio refrigerante e intercambia masa de soluto con sólido que cristaliza	Cristalizadores
Secado	Fase sólida intercambia calor y masa (humedad) con corriente de gas caliente	Secadores (rotativos, de bandejas)

Clasificación de Operaciones Unitarias



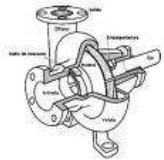
Clasificación de Operaciones Unitarias



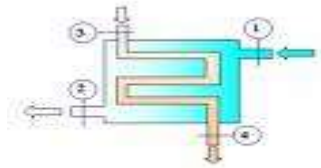
Operaciones Unitarias

En las plantas de procesos, las operaciones unitarias ocurren en equipos específicos especialmente diseñados para esos fines.

Las más comunes se producen en:



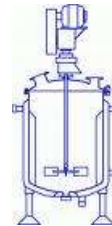
*bombas
(impulsores
de líquidos)*



*intercambiadores
de calor*



mezcladores



reactores



separadores