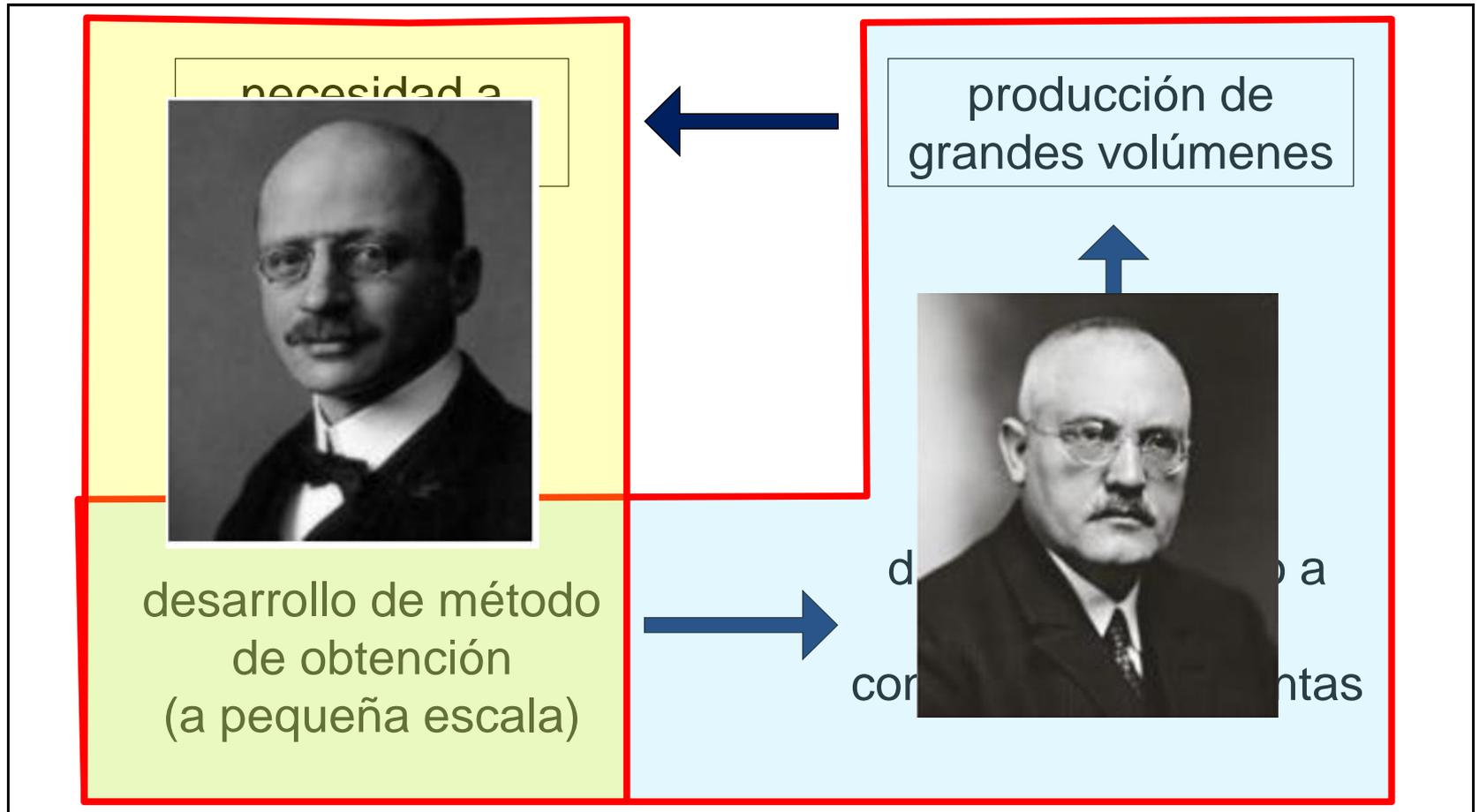
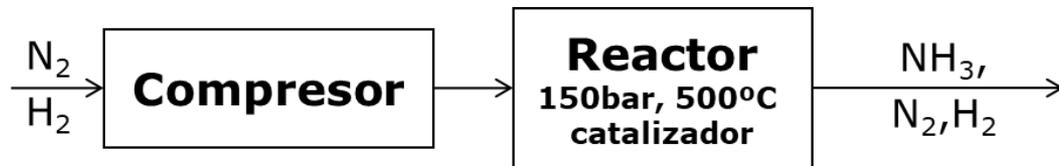


# Procesos de Transformación

## Clase 2

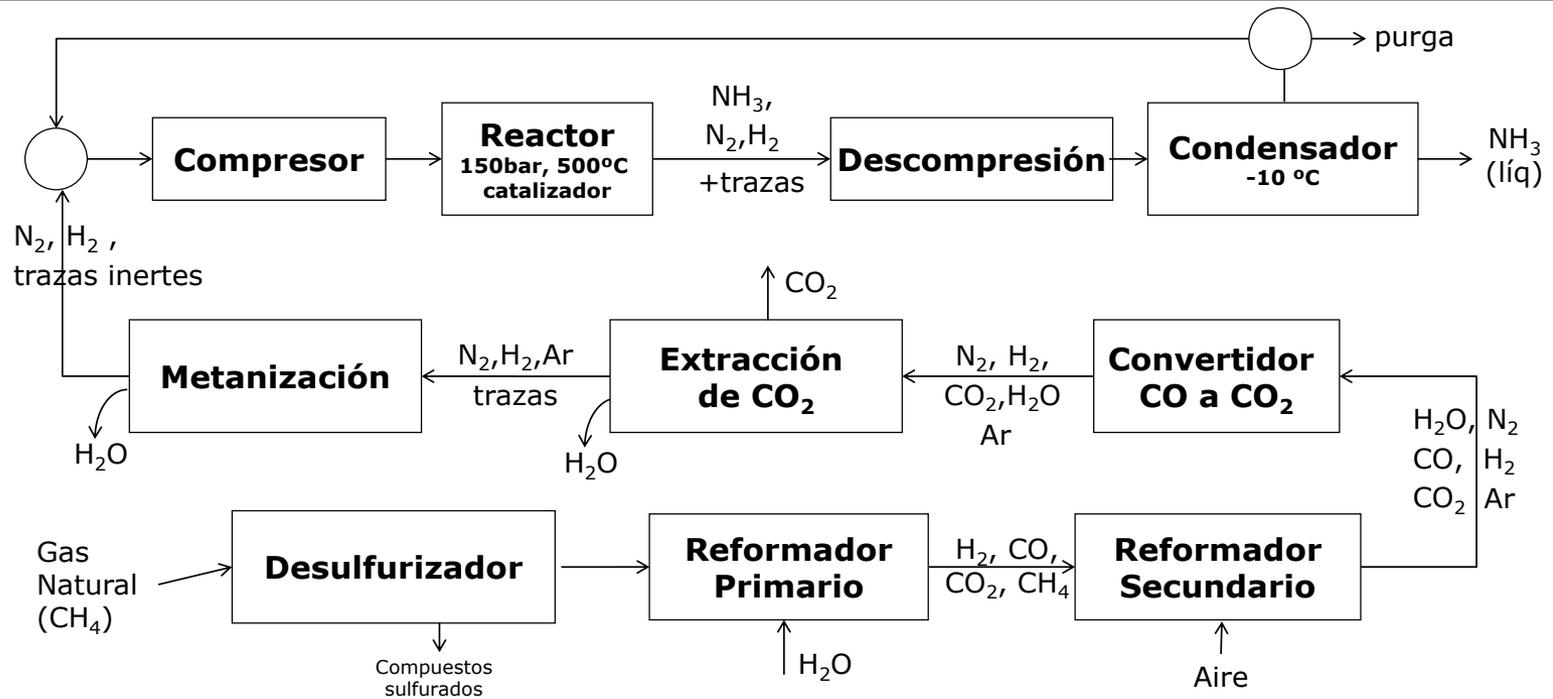




El  $N_2$  lo sacamos del aire, ¿pero el  $H_2$  ?

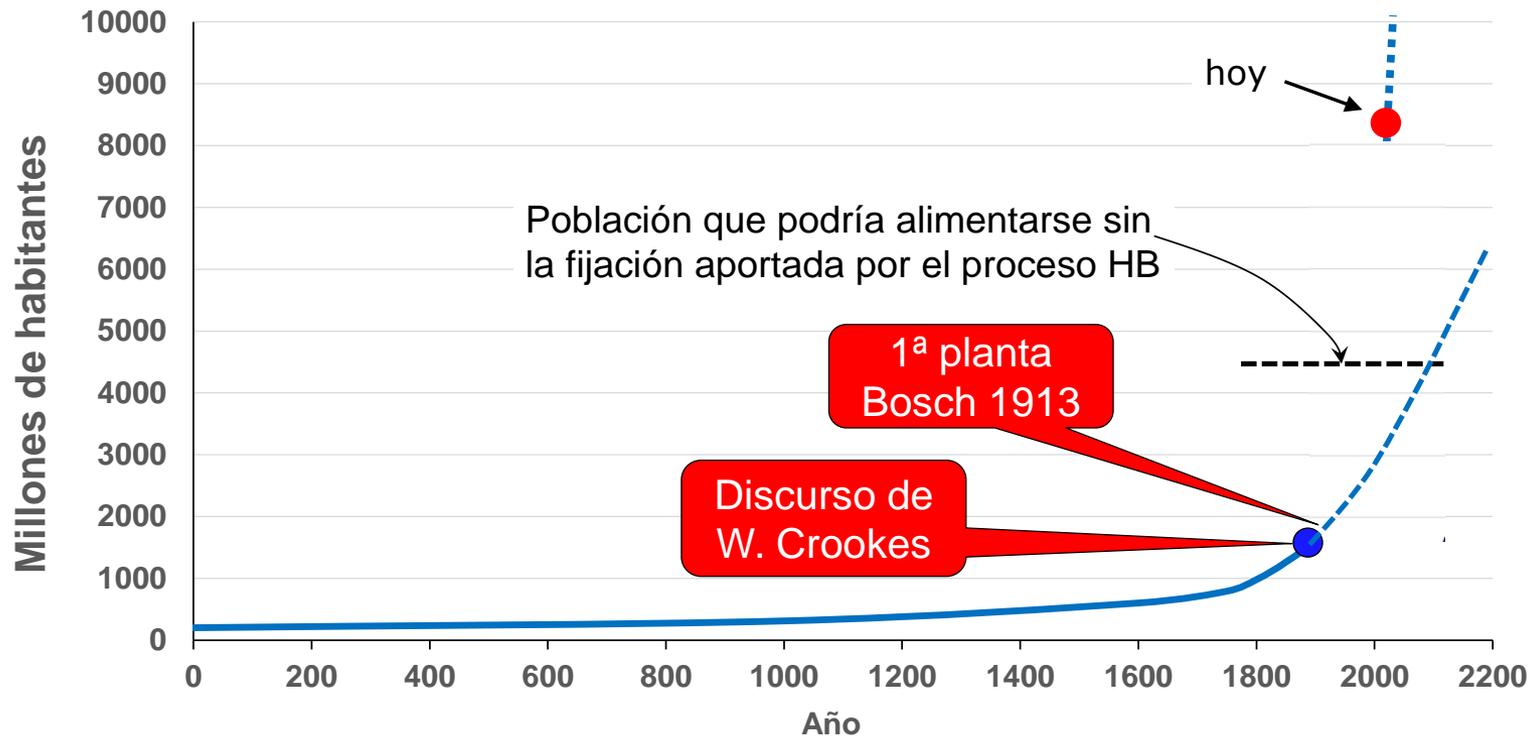
- A. Del agua. Rompemos la molécula  $H_2O$  (electrolisis) y separamos el  $H_2$
- B. Del agua. Hacemos reaccionar  $H_2O$  con C. Al O lo sacamos con el C que se oxida a CO y deja libre al  $H_2$
- C. Como la anterior, pero hacemos reaccionar  $H_2O$  con  $CH_4$ . El C se lleva el O en CO y deja libre al  $H_2$  (el del agua y el del metano)

# Proceso de obtención $\text{NH}_3$ usando Gas Natural



# Algunos datos interesantes

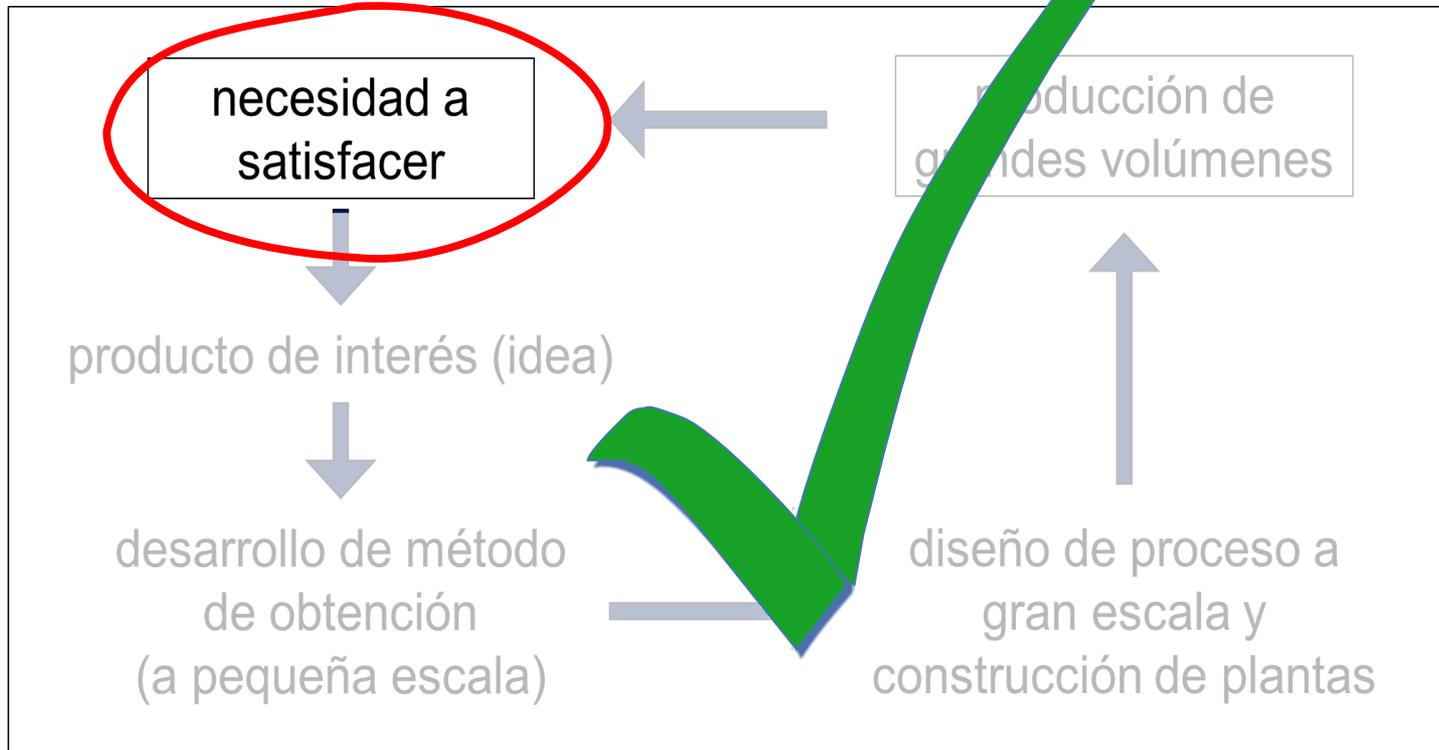
# Evolución de la población mundial



## Algunos datos interesantes

- ✓ Sin los fertilizantes que se producen a partir del amoníaco sintético, la generación de alimentos podría mantener solamente unos 4.500 millones de personas (hoy somos más de 8.200 millones y aumentando)
- ✓ Se estima que más de la mitad de los átomos de N que tenemos en nuestro cuerpo, llegaron desde la atmósfera a través de amoníaco sintetizado a través del proceso Haber-Bosch

## ¿Recuerdan?



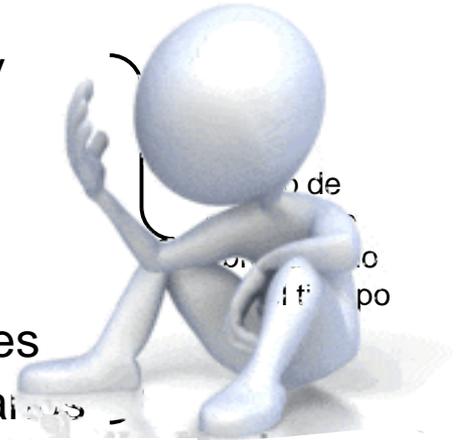
## Algunos datos interesantes

- ✓ El desarrollo del método para la obtención de amoníaco que permitió la fabricación de grandes cantidades de fertilizantes para darle alimento a la humanidad está entre los hitos de la Ingeniería Química.

## No son todas “flores”

Al mismo tiempo que la Ingeniería Química contribuye a la obtención de materiales y energía para el beneficio de la humanidad, también ha venido siendo co-responsable de consecuencias indeseadas tales como:

- producción de productos químicos con una muy baja tasa de degradabilidad
- emisiones de gases que alteran negativamente propiedades de la atmósfera
- materiales plásticos que se acumulan en grandes cantidades en vertederos de residuos y en océanos
- producción de armas químicas



## No son todas “flores”

Al mismo tiempo que la Ingeniería Química contribuye a la obtención de materiales y energía para el beneficio de la humanidad, también ha venido siendo co-responsable de consecuencias indeseadas.

La Ingeniería Química tiene por delante el desafío no sólo de

seguir contribuyendo a producir materiales y energía para el beneficio de la humanidad sin provocar estos “daños colaterales”

sino el de

contribuir a revertir los daños ya causados en el pasado.

## Amoníaco y Fertilizantes

### “Historias que no enorgullecen”

- ✓ El primer uso que se le dio al amoníaco fabricado en la planta diseñada por Bosch no fue para fertilizantes; fue para fabricar explosivos. Hoy en día, el uso del amoníaco para explosivos es una cantidad insignificante al lado del uso para fertilizantes.

Aprovecharemos el caso del amoníaco y el uso de fertilizantes, para ejemplificar otros aspectos que también son relevantes en todos los procesos de transformación y de mucho interés para el Ingeniero Químico:

- seguridad
- impacto en la Naturaleza
- futuro

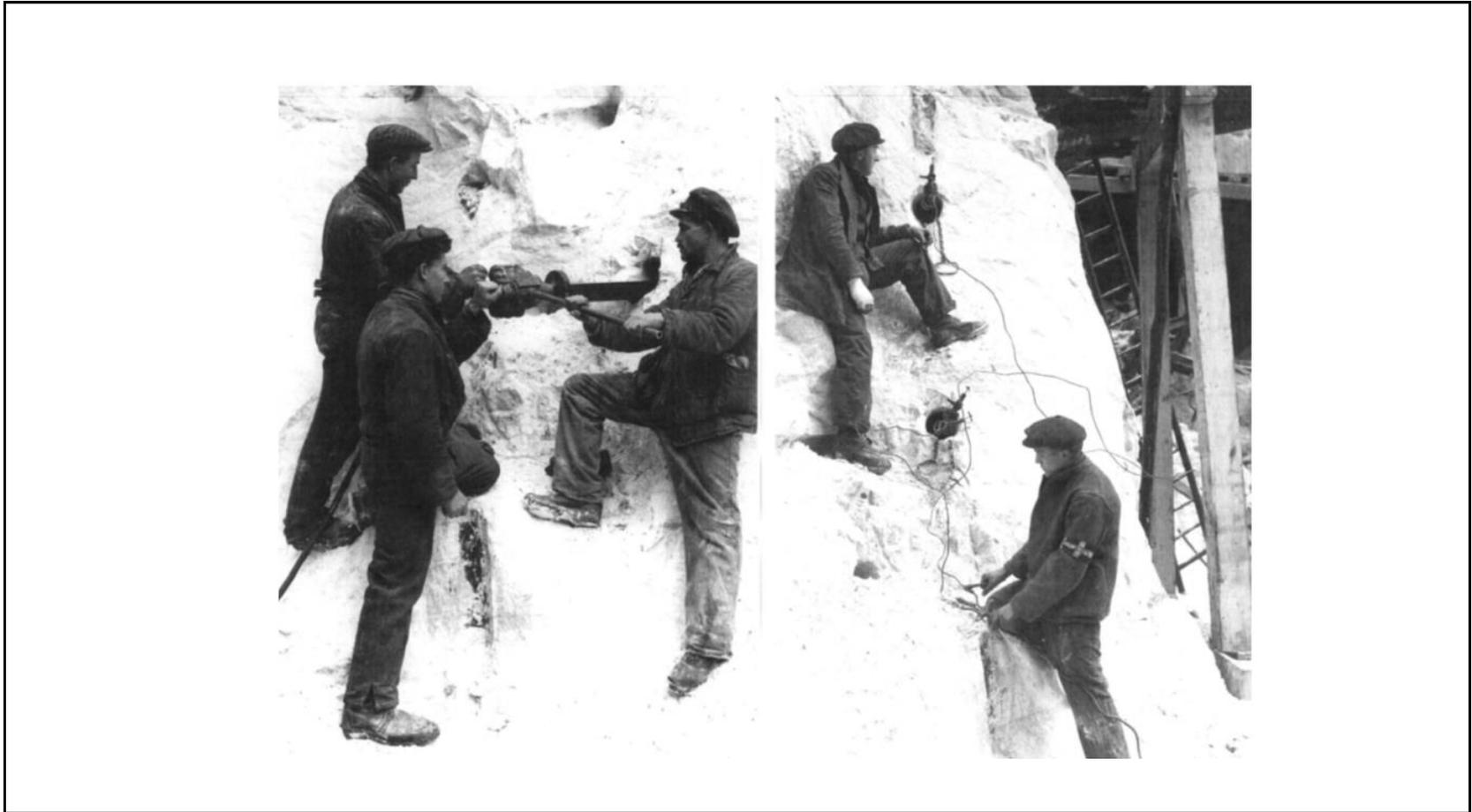
## Amoníaco y Fertilizantes

### “Historias que no enorgullecen”

- ✓ En la primer planta de Amoníaco y fertilizantes de BASF, en Oppau, Alemania, se produjo una explosión muy grave en 1921 (causó 507 muertos y está dentro de las catástrofes más grande en la historia de la industria química. )







## Amoníaco y Fertilizantes

### “Historias que no enorgullecen”

- ✓ En la primer planta de Amoníaco y fertilizantes de BASF, en Oppau, Alemania, se produjo una explosión muy grave en 1921 (causó 507 muertos y está dentro de las catástrofes más grande en la historia de la industria química. )
- ✓ Esa fue la primera explosión vinculada a los fertilizantes, pero no la única. Ha habido otras... Posiblemente recuerden la explosión en el puerto de Beirut de hace unos años

euronews.



19

## Seguridad

NOTA: Se han usado estos ejemplos para poner “sobre la mesa” que los procesos de transformación introducen nuevos riesgos (más allá de aquellos riesgos a los que estamos expuestos en nuestras vidas cotidianas).

Los responsables de diseñar procesos y operar procesos de transformación y sus actividades conexas, tienen que tener siempre en cuenta que hay riesgos a la exposición a condiciones nocivas por encima de los límites de tolerancia de nuestro cuerpo y de las estructuras (tanto en las plantas de producción, como en lugares de almacenamiento, transporte, uso, etc..)

## Riesgos de accidentes

NOTA: Se debe tener en cuenta que los riesgos en los lugares de transformación (más allá de los riesgos de nuestra vida cotidiana) siempre son más nocivos y de las mayores consecuencias.

En los lugares donde se llevan a cabo procesos de transformación (laboratorios, talleres, plantas industriales,...) a los factores de riesgo a los que nos vemos expuestos en nuestra vida cotidiana, **se agregan** otros:

- Altas temperaturas
- Altas presiones
- Muy bajas presiones
- Altos voltajes
- Ruidos
- Objetos en movimiento (máquinas, móviles, etc...)
- Sustancias químicas (muy reactivas, tóxicas, inflamables, explosivas, en polvos muy finos,..)
- ... etc

... y en general, en **escalas** (masas/volúmenes) **superiores** (a los que nos exponemos en nuestra vida cotidiana)

“mesa” de riesgos en los lugares de transformación siempre son más nocivos y de las mayores consecuencias para el cuerpo humano como en

## Amoníaco y Fertilizantes Impacto en la Naturaleza

- ✓ Alteración del medio ambiente
- ✓ Uso de recursos agotables

## Algunos datos relevantes...

- ✓ De todo el N que se vuelca a los suelos como fertilizantes sólo una pequeña parte termina en alimentos ingeridos por el ser humano.

Un alto % se pierde (una pequeña parte vuelve a la atmósfera directamente, la mayor parte va a las aguas)

## Uso de Nitrógeno para producción de alimentos

### Uso del N para producción de alimentos

Total N utilizado (M ton/año)	171
Fertilizantes y abonos	62%
Fijación biológica	16%
Deposición atmosférica	11%
Otras fuentes	11%

Algunas cantidades anuales en millones de ton de Nitrógeno

Fertilizantes y abonos 100

Datos del año 2000

**Fuente:**

<https://www.nature.com/articles/srep30104>

## Uso de Nitrógeno para producción de alimentos

### Uso del N para producción de alimentos

Total N utilizado (M ton/año)	171
Fertilizantes y abonos	62%
Fijación biológica	16%
Deposición atmosférica	11%
Otras fuentes	11%

### Uso del N para producción de alimentos

Total N utilizado (M ton/año)	171
cultivos para humanos (%)	50%
cultivos para animales (%)	30%
praderas para pastoreo (%)	20%

### Destino del N utilizado para cultivos

Total N para cultivos (M ton/año)	137
Cosechado consumido (%)	18%
Consechado no consumido (%)	20%
Residuos de cosecha (%)	21%
Perdidas N por arrastre (%)	17%
Perdidas N a la atmósfera (%)	15%
Otras pérdidas (%)	9%

Algunas cantidades anuales en millones de ton de Nitrógeno

Fertilizantes y abonos 100

Datos del año 2000

**Fuente:**

<https://www.nature.com/articles/srep30104>

## Uso de Nitrógeno para producción de alimentos

### Uso del N para producción de alimentos

Total N utilizado (M ton/año)	171
Fertilizantes y abonos	62%
Fijación biológica	16%
Deposición atmosférica	11%
Otras fuentes	11%

### Uso del N para producción de alimentos

Total N utilizado (M ton/año)	171
cultivos para humanos (%)	50%
cultivos para animales (%)	30%
praderas para pastoreo (%)	20%

### Destino del N utilizado para cultivos

Total N para cultivos (M ton/año)	137
Cosechado consumido (%)	18%
Consechado no consumido (%)	20%
Residuos de cosecha (%)	21%
Perdidas N por arrastre (%)	17%
Perdidas N a la atmósfera (%)	15%
Otras pérdidas (%)	9%

Algunas cantidades anuales en millones de ton de Nitrógeno

Fertilizantes y abonos	100
Alimento consumido	25
Arrastre	23

Datos del año 2000

**Fuente:**

<https://www.nature.com/articles/srep30104>

## Algunos datos relevantes...

- ✓ De todo el N que se vuelca a los suelos como fertilizantes sólo una pequeña parte termina en alimentos ingeridos por el ser humano.

Un alto % se pierde (una pequeña parte vuelve a la atmósfera directamente, la mayor parte va a las aguas)

- ✓ El exceso de N en las aguas causa "eutrofización" (gran crecimiento de algas y bacterias que además de consumir este nitrógeno residual consumen oxígeno dejando condiciones muy adversas para el resto de la vida acuática).

# Maldonado: se registraron cianobacterias en las playas de Piriápolis

ACTUALIDAD

DESTACADAS

TODO UN PAÍS

🕒 2 febrero, 2024

👁️ 2 minutes read





15/03/2024, 17:17

FOTO: Crédito: Captura

**Las playas afectadas son Pocitos, Buceo, Malvín, Playa de los Ingleses, Playa Verde y La Mulata.**

Este viernes 15 de marzo se detectó la presencia de cianobacterias en las playas de Pocitos, Buceo, Malvín, Playa de los Ingleses, Playa Verde y La Mulata (Montevideo)

## Algunos datos relevantes...

- ✓ De todo el N que se vuelca a los suelos como fertilizantes sólo una pequeña parte termina en alimentos ingeridos por el ser humano.

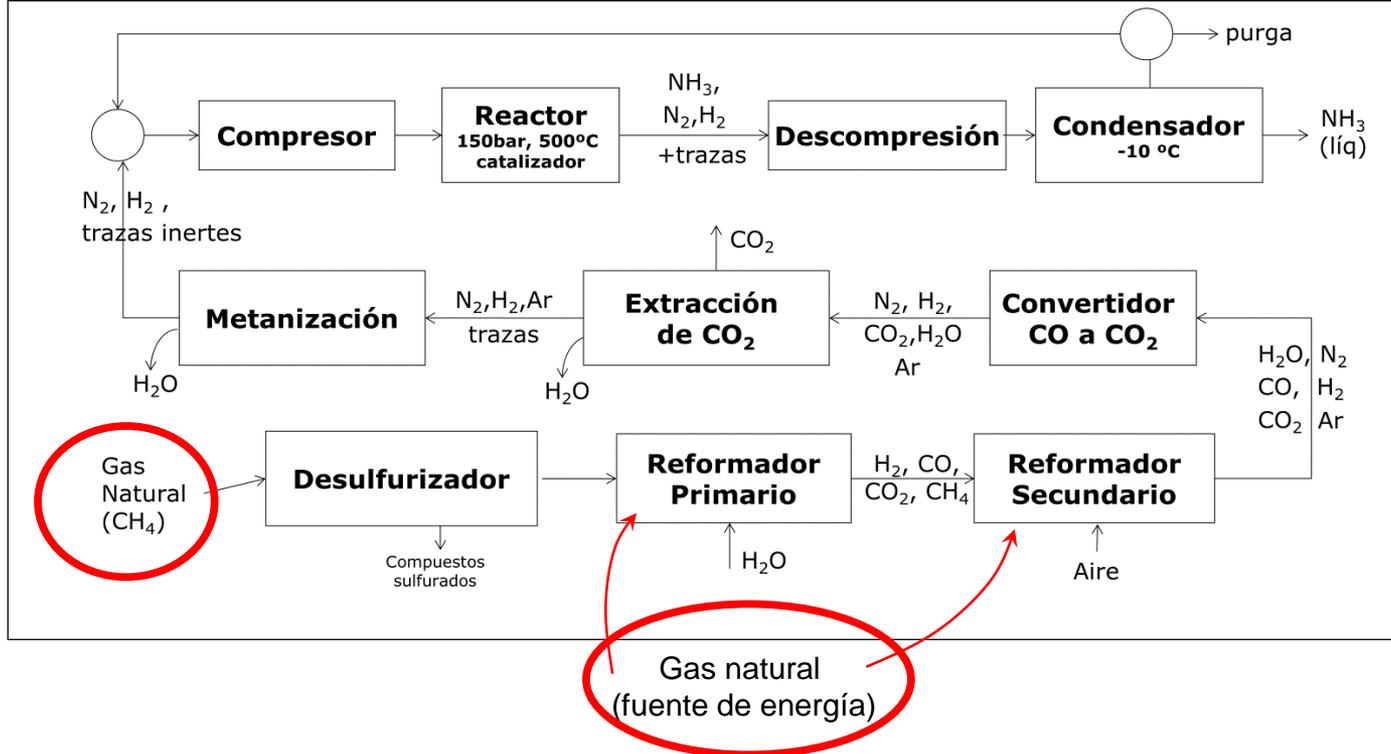
Un alto % se pierde (una pequeña parte vuelve a la atmósfera directamente, la mayor parte va a las aguas)

- ✓ El exceso de N en las aguas causa "eutrofización" (gran crecimiento de algas y bacterias que además de consumir este nitrógeno residual consumen oxígeno dejando condiciones muy adversas para el resto de la vida acuática).

## Algunos datos relevantes...

- ✓ La fabricación de amoníaco consume más del 1% de toda la energía que se consume en el mundo (entre 25-35 GJ/ton NH<sub>3</sub>)
- ✓ La fabricación de amoníaco a partir de gas natural es el proceso industrial que emite más GEI (0,93% del total)
- ✓ El gas natural es un recurso natural no renovable

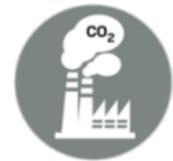
# Proceso de obtención NH<sub>3</sub> usando Gas Natural



## Los colores del amoníaco...

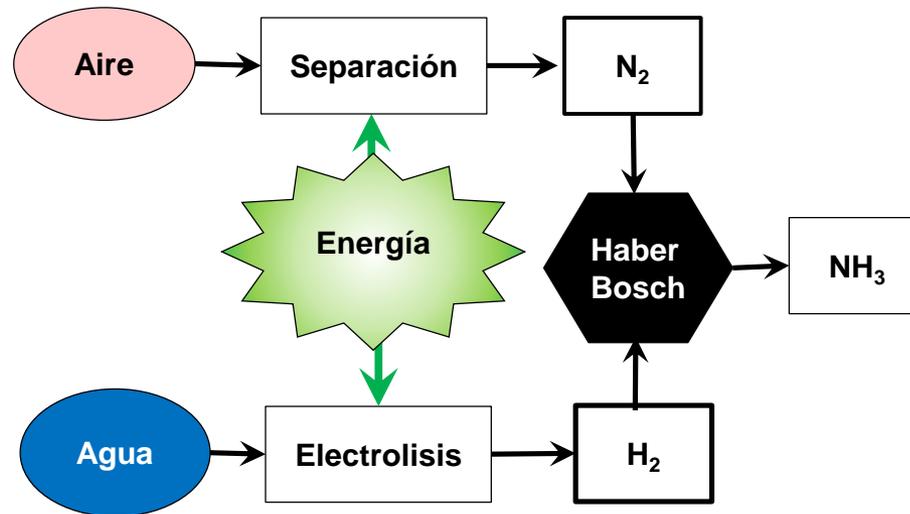
En estas clases hemos hablado del proceso Haber-Bosch en el que el  $\text{NH}_3$  se fabrica a partir de  $\text{H}_2$  obtenido a partir de gas natural. Ese es el método convencional que se usa para fabricar la gran mayoría de las casi 180 millones de toneladas anuales consumidas en el mundo. El proceso emite mucho  $\text{CO}_2$ . Ese es el **amoníaco gris o marrón**.

El **amoníaco azul** es amoníaco fabricado de manera convencional pero en el cual el  $\text{CO}_2$  obtenido como subproducto no se dispone a la atmósfera sino que se captura y almacena, reduciendo así el nivel de emisiones de GEI. La extracción de gas natural sigue siendo un proceso emisor de GEI.

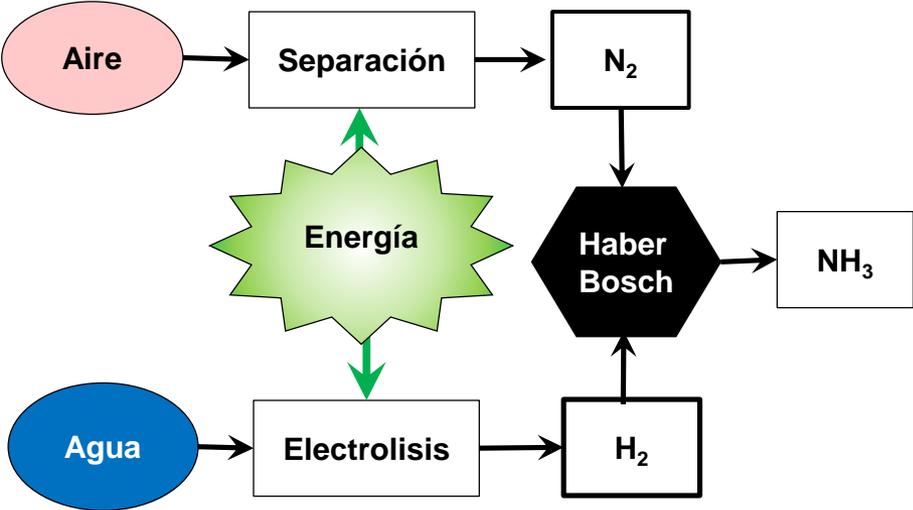


*¿podríamos evitar el uso de gas natural?*

Desde "casi siempre" esta forma de obtener  $H_2$  a partir del agua se descartó por la gran cantidad de Energía requerida (es mucho más eficiente obtenerlo partiendo de gas natural y agua)

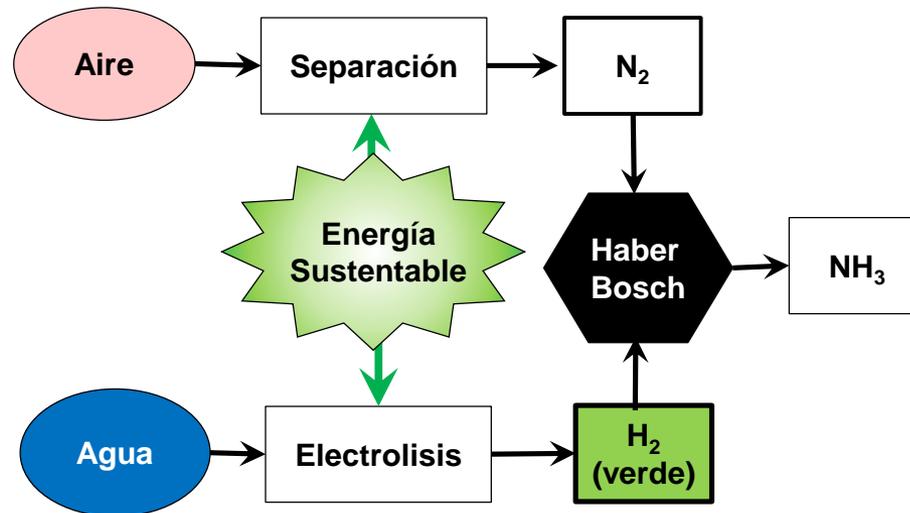


Pero... ¿y si la Energía eléctrica para la electrolisis se obtuviera de fuentes renovables?



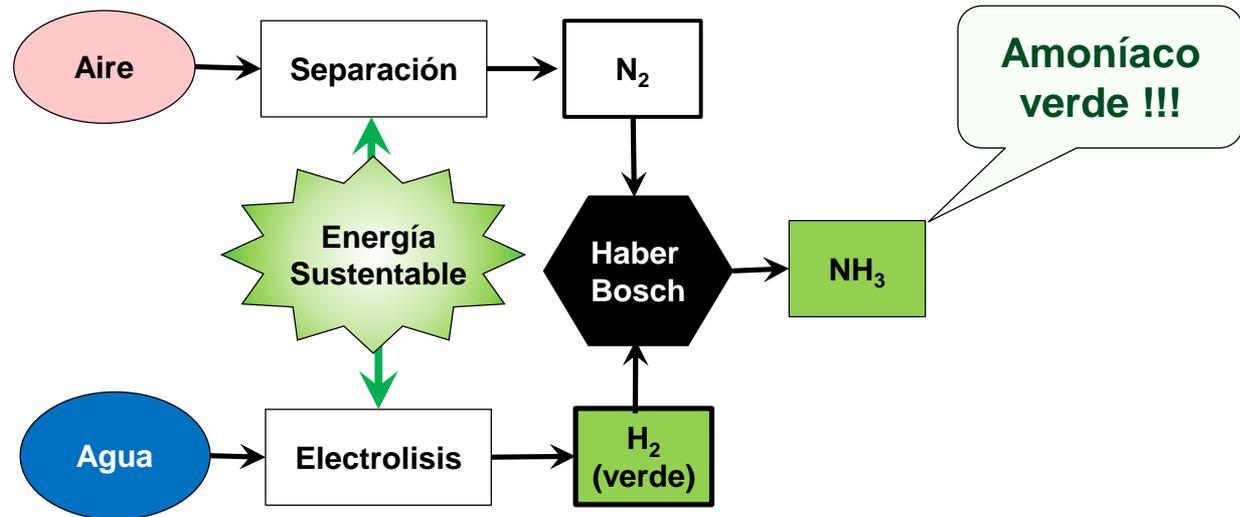
Pero... ¿y si la Energía eléctrica para la electrolisis se obtuviera de fuentes renovables?

Seguiría siendo igualmente más costoso... pero...



Pero... ¿y si la Energía eléctrica para la electrolisis se obtuviera de fuentes renovables?

Seguiría siendo igualmente más costoso... pero...



## Los colores del amoníaco...

En estas clases hemos hablado del proceso Haber-Bosch en el que el  $\text{NH}_3$  se fabrica a partir de  $\text{H}_2$  obtenido a partir de gas natural. Ese es el método convencional que se usa para fabricar la gran mayoría de las casi 180 millones de toneladas anuales consumidas en el mundo. El proceso emite mucho  $\text{CO}_2$ . Ese es el **amoníaco gris o marrón**.



El **amoníaco azul** es amoníaco fabricado de manera convencional pero en el cual el  $\text{CO}_2$  obtenido como subproducto no se dispone a la atmósfera sino que se captura y almacena, reduciendo así el nivel de emisiones de GEI. La extracción de gas natural sigue siendo un proceso emisor de GEI.



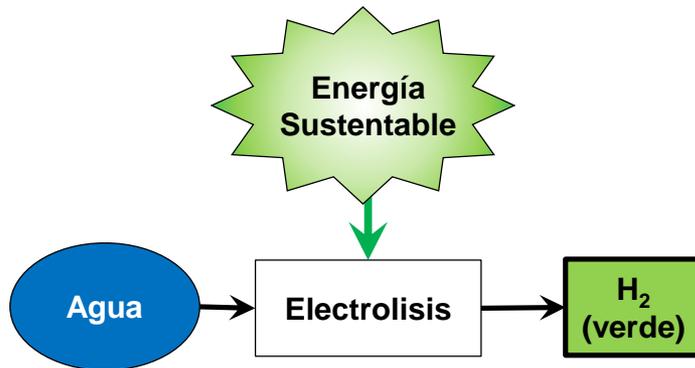
El **amoníaco verde** es el fabricado con  $\text{H}_2$  obtenido por electrolisis de agua con energía obtenida de fuentes alternativas (sin emisión de  $\text{CO}_2$ ). Por ahora las plantas son de pequeña magnitud, pero el desarrollo de la tecnología está acompañando el interés de la humanidad en **satisfacer la necesidad** de reducir las emisiones de GEI



## En paralelo...

El hidrógeno (de por sí) es un combustible.

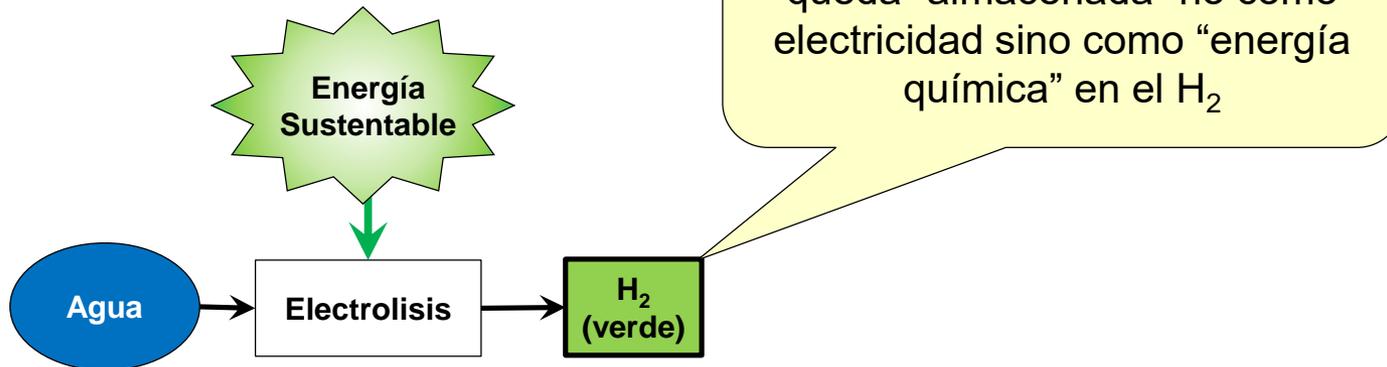
Mucha de la energía eléctrica "sustentable" (obtenida a partir de energía solar, eólica, etc...) tiene la dificultad de su generación errática y de su almacenamiento.



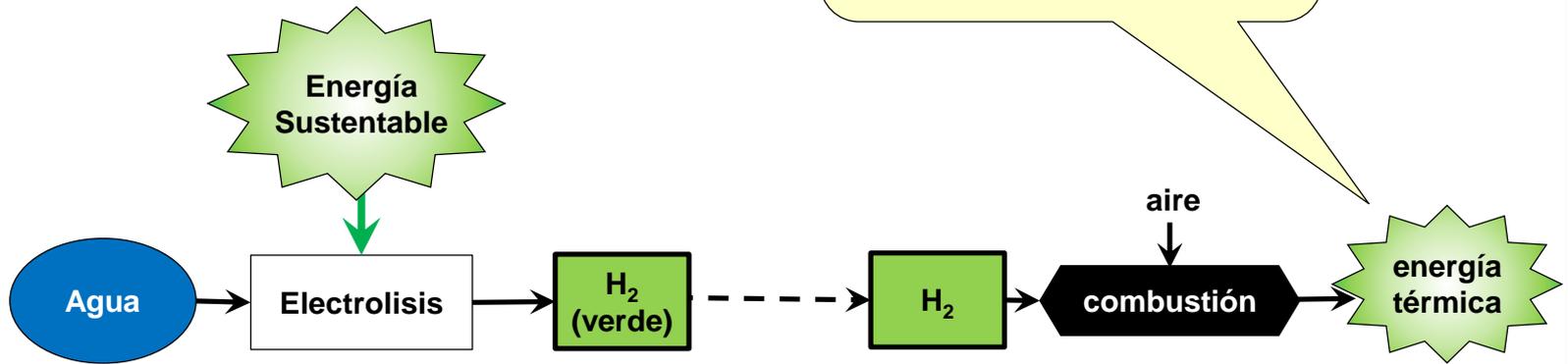
## En paralelo...

El hidrógeno (de por sí) es un combustible.

Mucha de la energía eléctrica "sustentable" (obtenida a partir de energía solar, eólica, etc...) tiene la dificultad de su generación errática y de su almacenamiento.

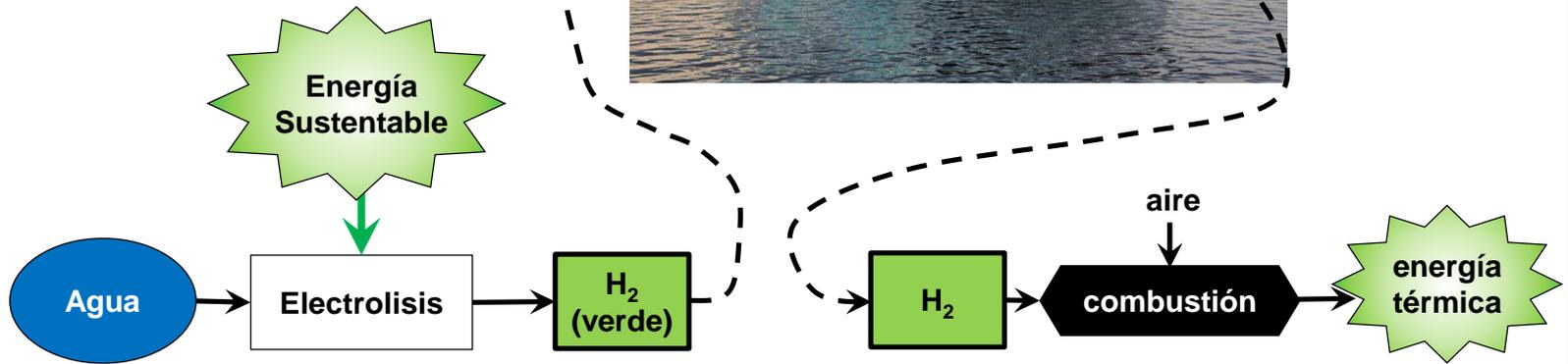


En paralelo...

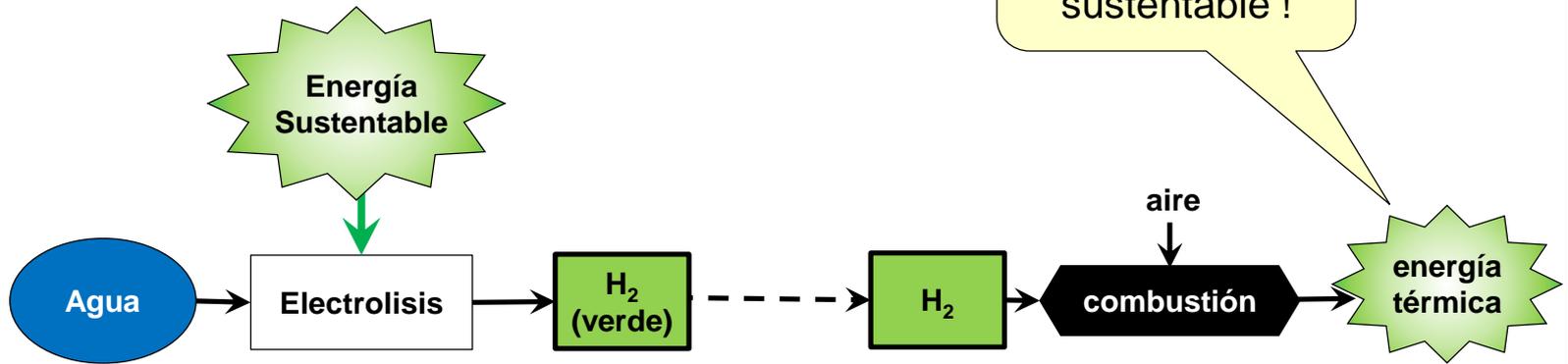


41

En paralelo...



En paralelo...



43

# Uruguay y el Hidrógeno Verde

<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/hoja-ruta-hidrogeno-verde-uruguay-0>



Ministerio de Industria, Energía y Minería

Institucional Políticas y Gestión Trámites y Servicios Datos y Estadísticas Comunicación  

Inicio » Comunicación » Noticias » Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde En Uruguay

H2U

**Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en Uruguay**

16/07/2024  

Las ambiciosas metas de descarbonización para 2050, establecidas a nivel global, llevan a la necesidad de impulsar cambios acelerados y significativos, tanto respecto a las fuentes de energía utilizadas como al uso de materias primas consumidas en distintos procesos industriales. En ese contexto, Uruguay apuesta a consolidar una industria de hidrógeno y verde y derivados que, de acuerdo a su estrategia para 2040, podrá alcanzar una facturación de 1900 millones de dólares anuales y más de 30.000 empleos de calidad. Invitamos a leer la hoja de ruta en su versión final.

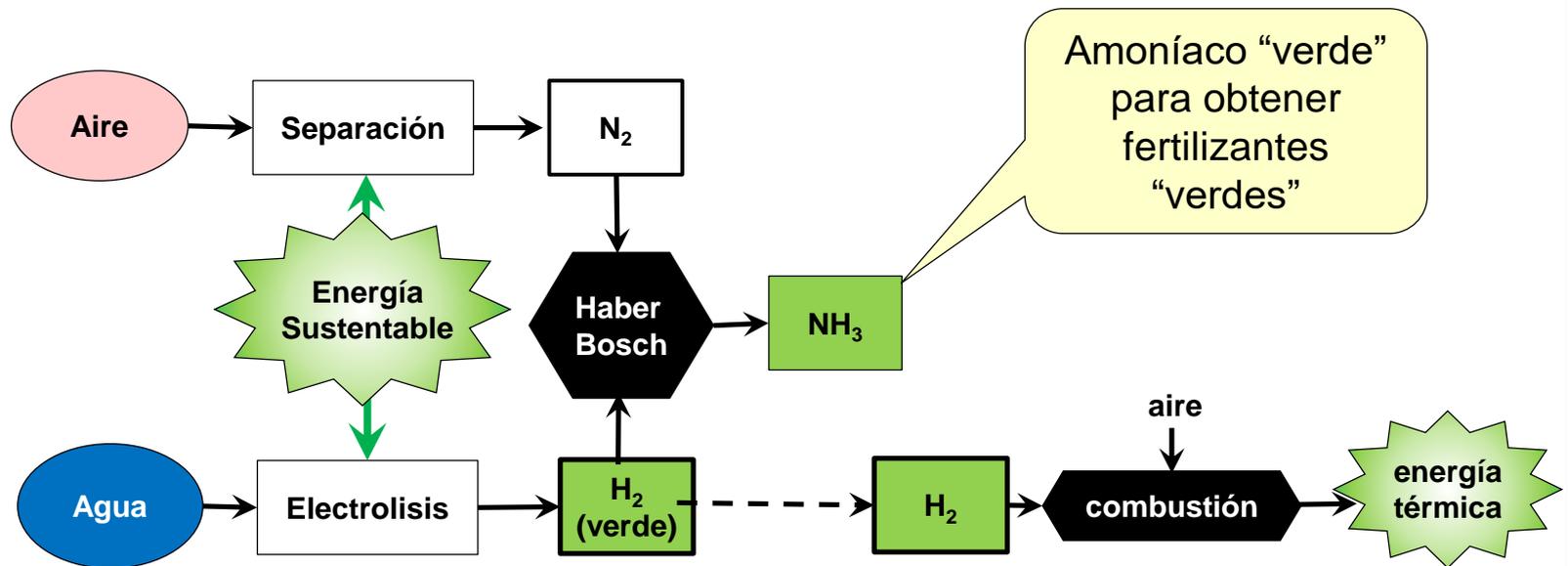


Ministerio de Industria, Energía y Minería

En el marco de las metas de descarbonización a nivel nacional e internacional, el **hidrógeno verde y sus derivados**, con su capacidad de descarbonizar distintos usos, se ha posicionado como un vector energético de gran relevancia en la agenda global.

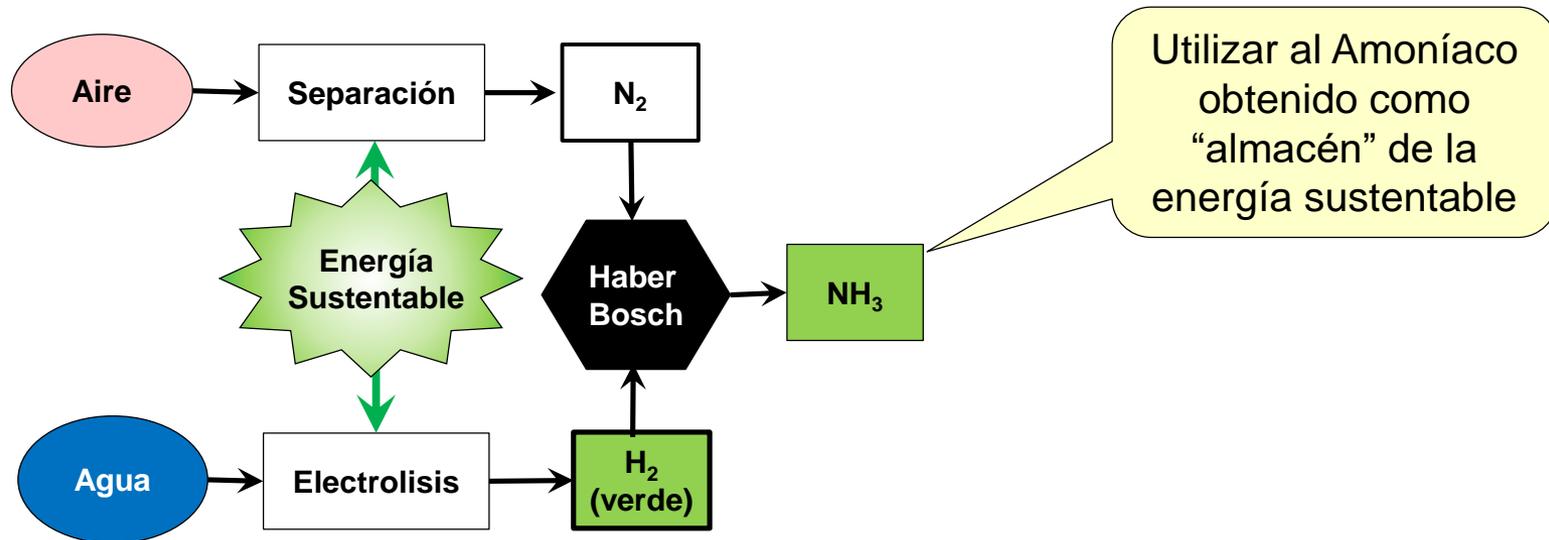
## Obtención de Amoníaco verde

*También se puede usar el H<sub>2</sub> para fabricar Amoníaco*



## Otra oportunidad...

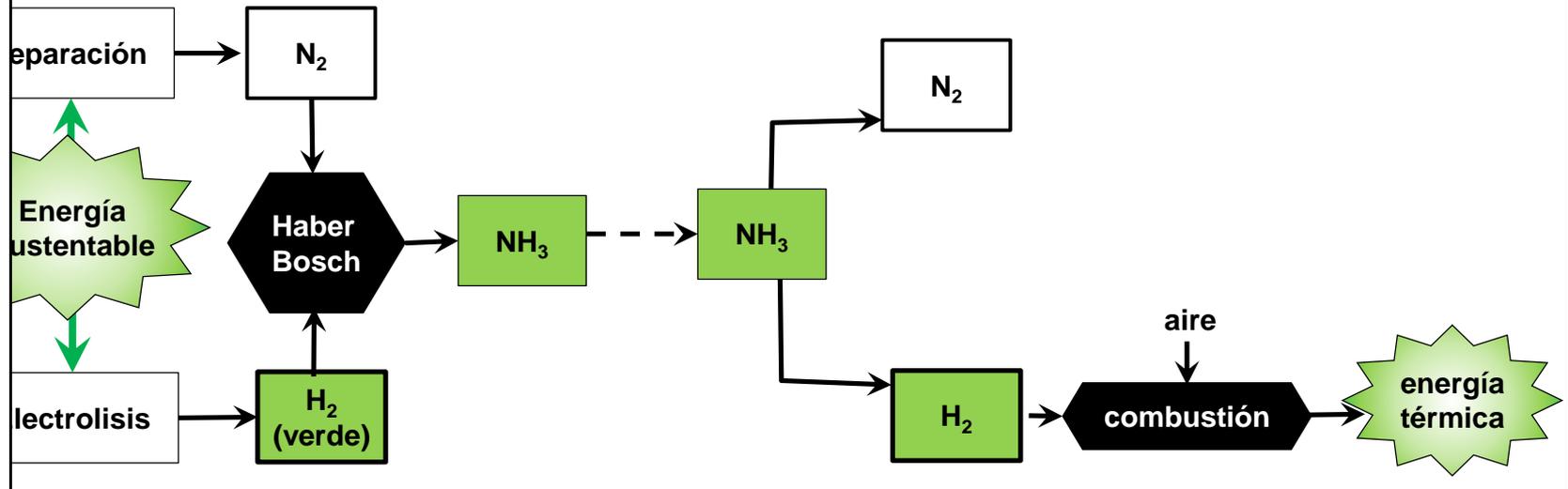
*También se puede usar el  $H_2$  para fabricar Amoníaco*



## Otra oportunidad...

*Una alternativa...*

Almacenar la energía en la molécula de  $\text{NH}_3$  en lugar de almacenarla en la de  $\text{H}_2$

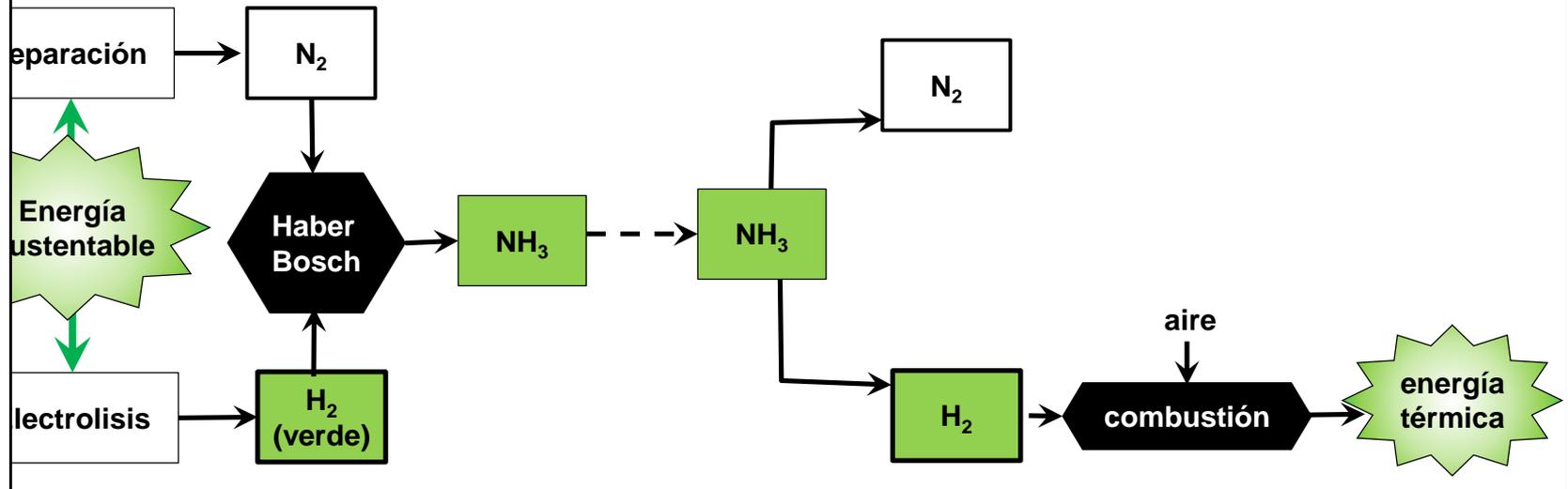


47

## Otra oportunidad...

*Una alternativa...*

Almacenar la energía en la molécula de  $\text{NH}_3$  en lugar de almacenarla en la de  $\text{H}_2$



48

## ¿Por qué almacenar la energía en el NH<sub>3</sub> en vez de hacerlo en el H<sub>2</sub>?

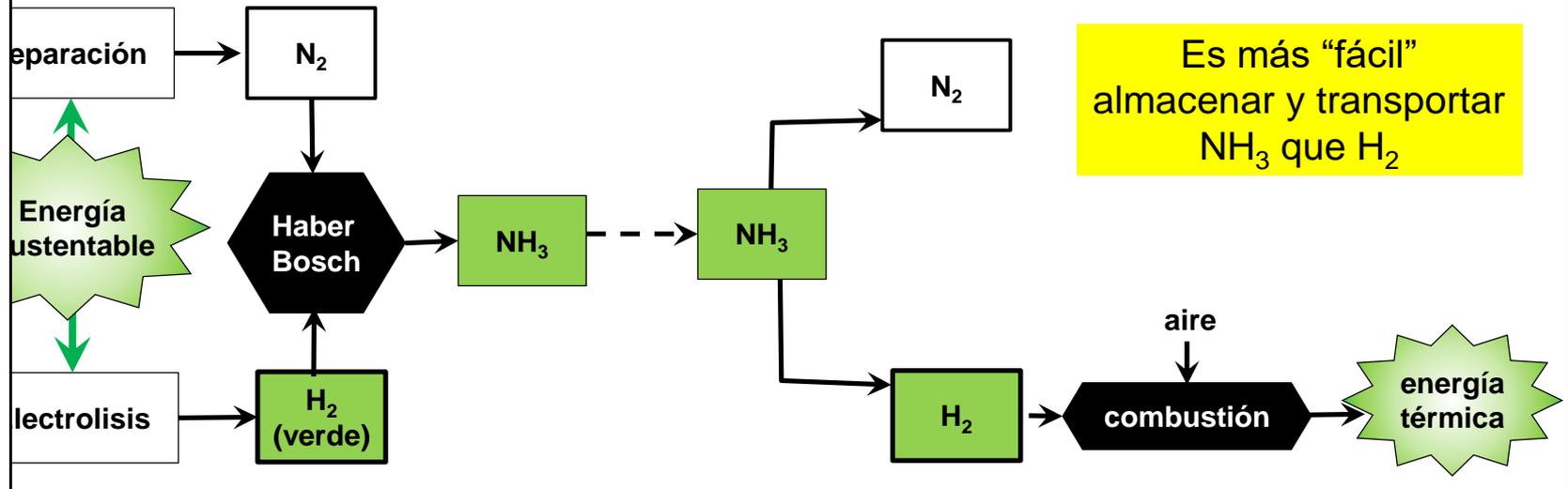
Properties	Unit	Compressed Hydrogen	Liquid Hydrogen	Methanol	Liquid Ammonia
Storage method	-	Compression	Liquefaction	Ambient	Liquefaction
Temperature	°C	25 (room)	-252.9	25 (room)	25 (room)
Storage pressure	MPa	69	0.1	0.1	0.99
Density	kg/m <sup>3</sup>	39	70.8	792	600
Explosive limit in air	%vol	4-75	4-75	6.7-36	15-28
Gravimetric energy density (LHV)	MJ/kg	120	120	20.1	18.6
Volumetric energy density (LHV)	MJ/L	4.5	8.49	15.8	12.7
Gravimetric hydrogen content	wt%	100	100	12.5	17.8
Volumetric hydrogen content	kg-H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	42.2	70.8	99	121
Hydrogen release	-	Pressure release	Evaporation	Catalytic decomposition T > 200 °C	Catalytic decomposition T > 400 °C
Energy to extract hydrogen	kJ/mol-H <sub>2</sub>	-	0.907	16.3	30.6

## Otra oportunidad...

*Una alternativa...*

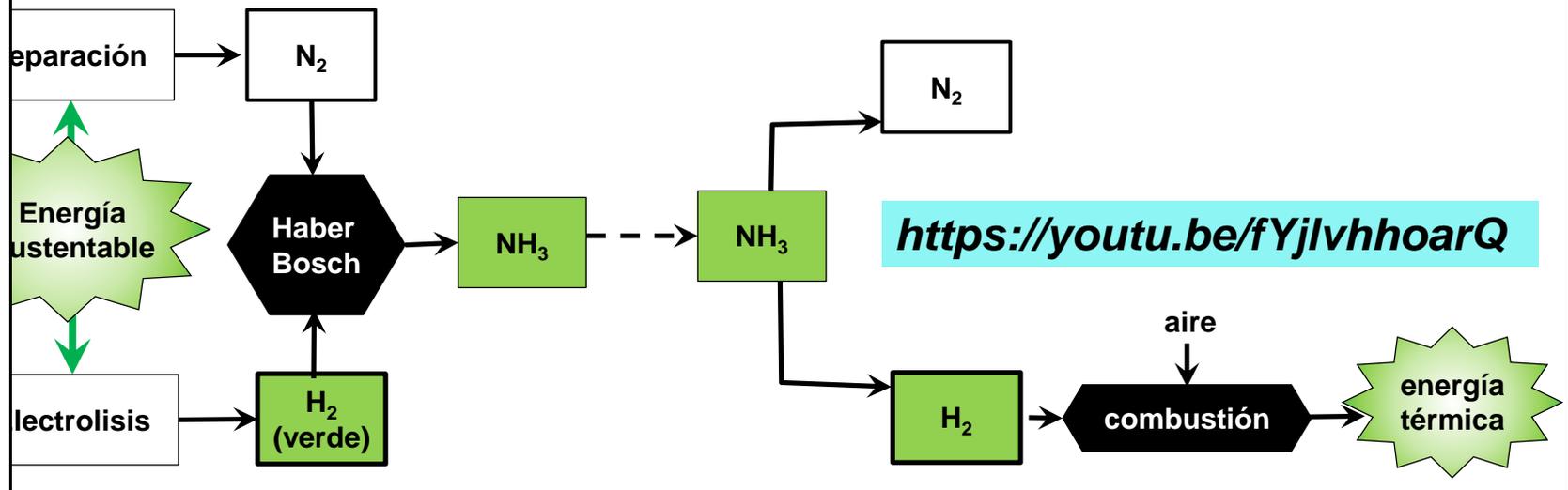
Almacenar la energía en la molécula de  $\text{NH}_3$  en lugar de almacenarla en la de  $\text{H}_2$

Es más "fácil" almacenar y transportar  $\text{NH}_3$  que  $\text{H}_2$



## Otra oportunidad...

- ✓ El uso de Hidrógeno "verde" para obtener Amoníaco "verde" es no sólo una forma de reducir el impacto ambiental de la fabricación de  $\text{NH}_3$  y fertilizantes, sino una oportunidad para almacenar energía "verde"



## Otra oportunidad...

- ✓ El uso de Hidrógeno "verde" para obtener Amoníaco "verde" es no sólo una forma de reducir el impacto ambiental de la fabricación de  $\text{NH}_3$  y fertilizantes, sino una oportunidad para almacenar energía "verde"



**A** mmonia saved the world once; it might do it again.

A century ago, the world faced a looming food crisis. A booming population was pushing farmers to grow crops faster than nitrogen-fixing bacteria in the soil could keep up, and the South American deposits of guano and natural nitrates they applied as fertilizer were dwindling.

In what may still be the biggest global problem solved by chemistry, Fritz Haber and Carl Bosch developed a process to react hydrogen and atmospheric nitrogen under pressure to make ammonia, which farmers adopted in place of natural fertilizers. The Haber-Bosch process is still responsible for nearly all the world's ammonia, as well as derivatives like urea and ammonium nitrate.

Today's crisis is climate change. This time, ammonia could come to the rescue by capturing, storing, and shipping hydrogen for use in emission-free fuel cells and turbines. Efforts are also underway to combust ammonia directly in power plants and ship engines.

Chemical companies smell an opportunity. Several firms are developing green ammonia, a route to ammonia in which hydrogen derived from water electrolysis powered by alternative energy replaces hydrocarbon-based hydrogen, making ammonia production virtually carbon dioxide-free. They are also investing in carbon capture and storage to minimize the carbon impact of making conventional ammonia, creating what the industry refers to as blue ammonia.

---

**“Is Ammonia the fuel of the future”**  
<https://cen.acs.org/business/petrochemicals/ammonia-fuel-future/99/i8>

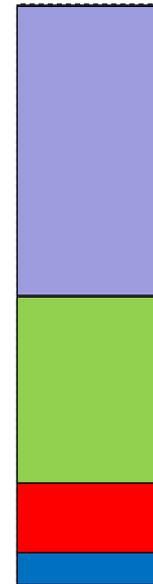
**A**mmonia saved the  
world once; it might  
do it again.

# EJEMPLO 2

*Desalinización de Agua Marina*

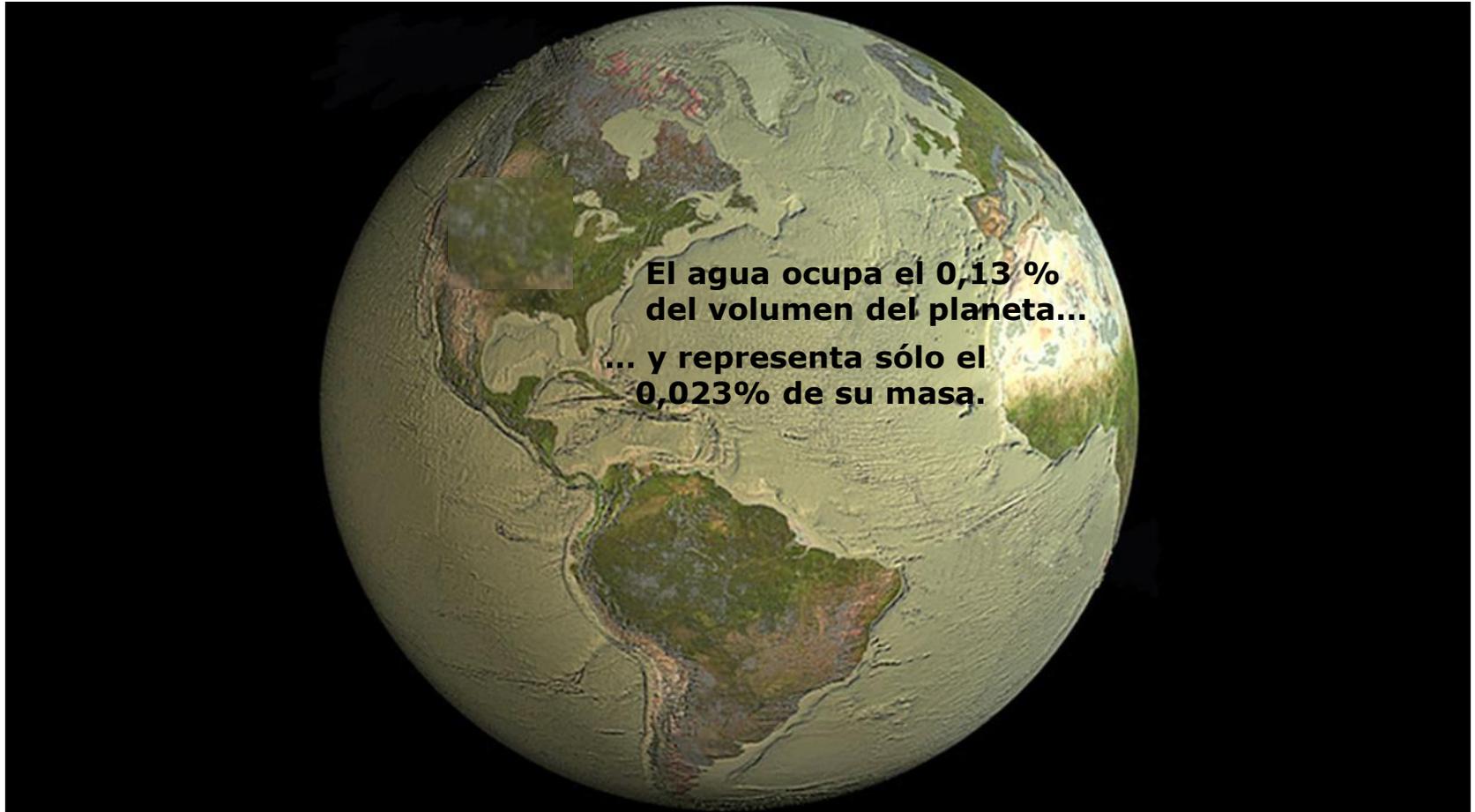
# Uso de agua en el mundo

- Anualmente se están extrayendo en el mundo unos  $4 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup> de agua (4.000.000.000.000.000 lts)
- Aproximadamente la mitad no se consume (se evapora, se infiltra en el terreno o se vierte a algún cauce).
- De la otra mitad, se estima que el 65% se destina a la agricultura, el 25% a la industria y el 10% a consumo doméstico.





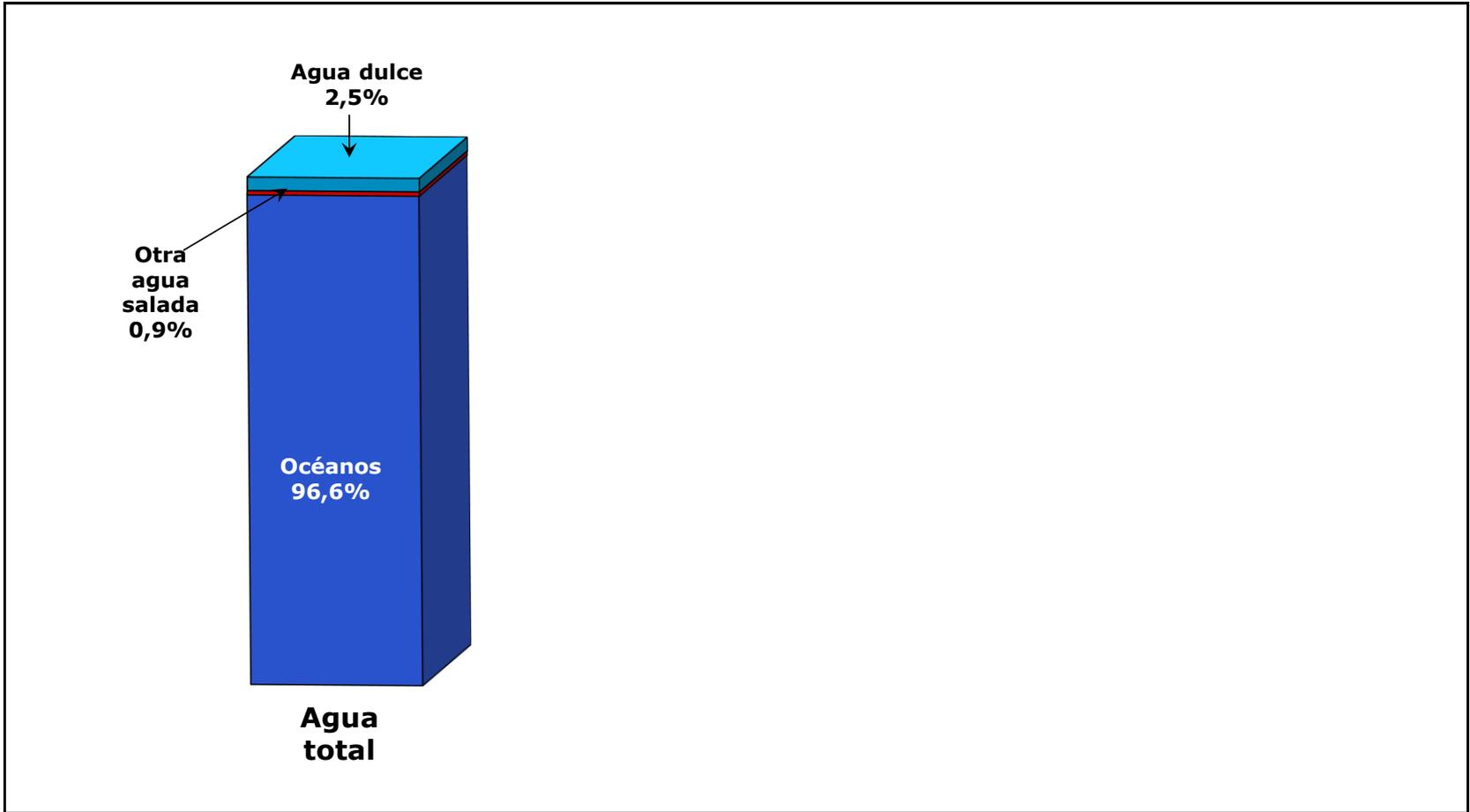
57

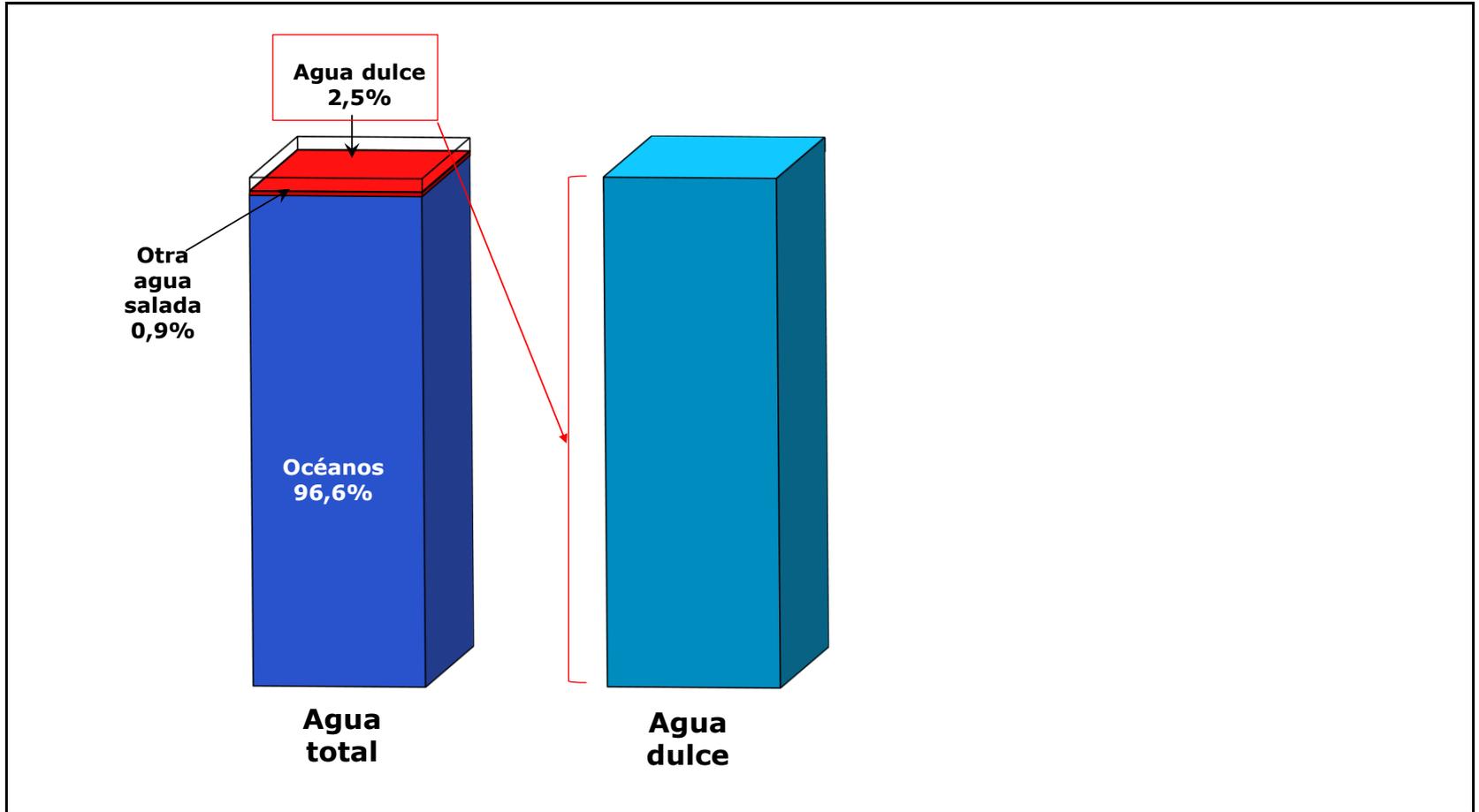


**El agua ocupa el 0,13 %  
del volumen del planeta...  
... y representa sólo el  
0,023% de su masa.**

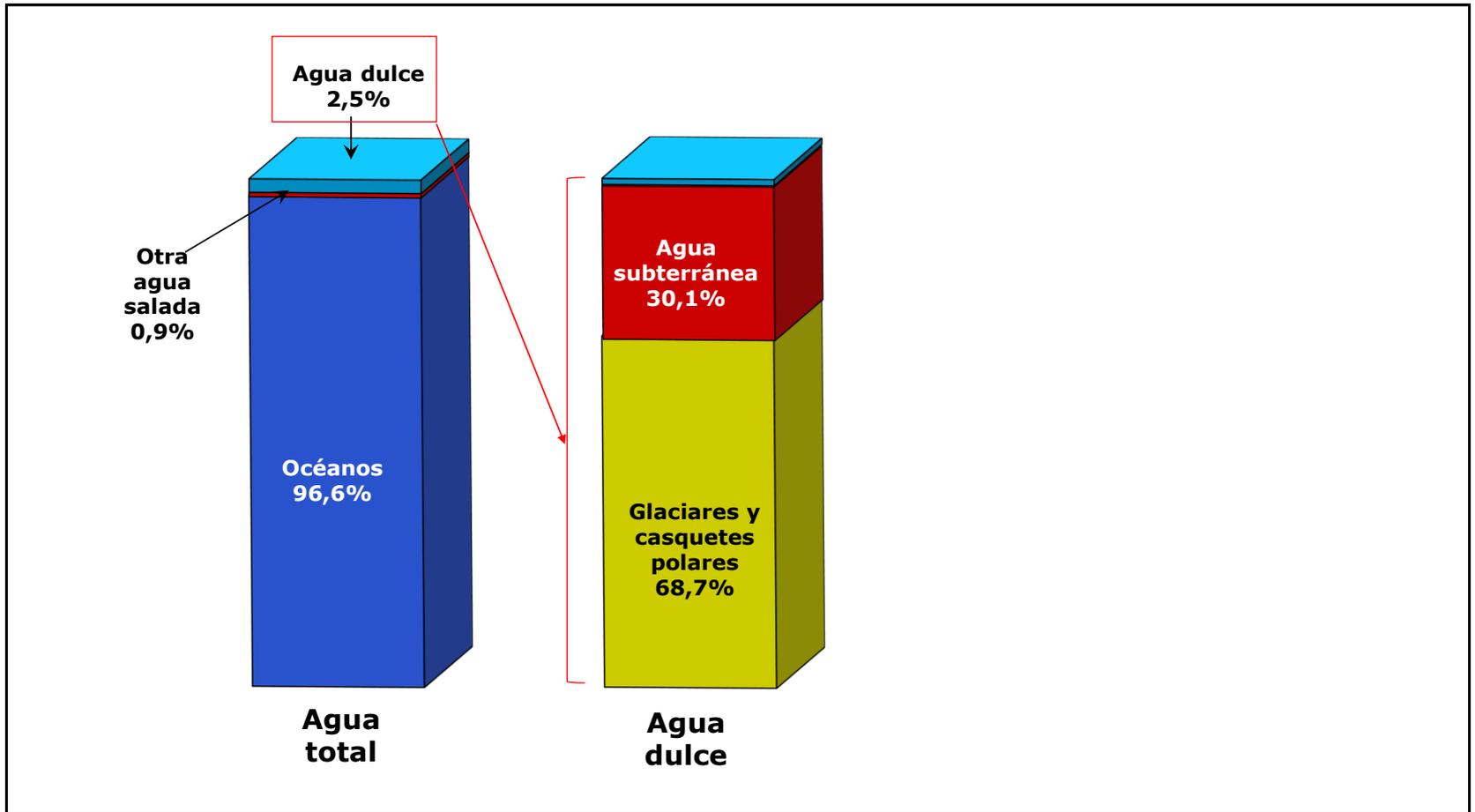
## Existencias de agua

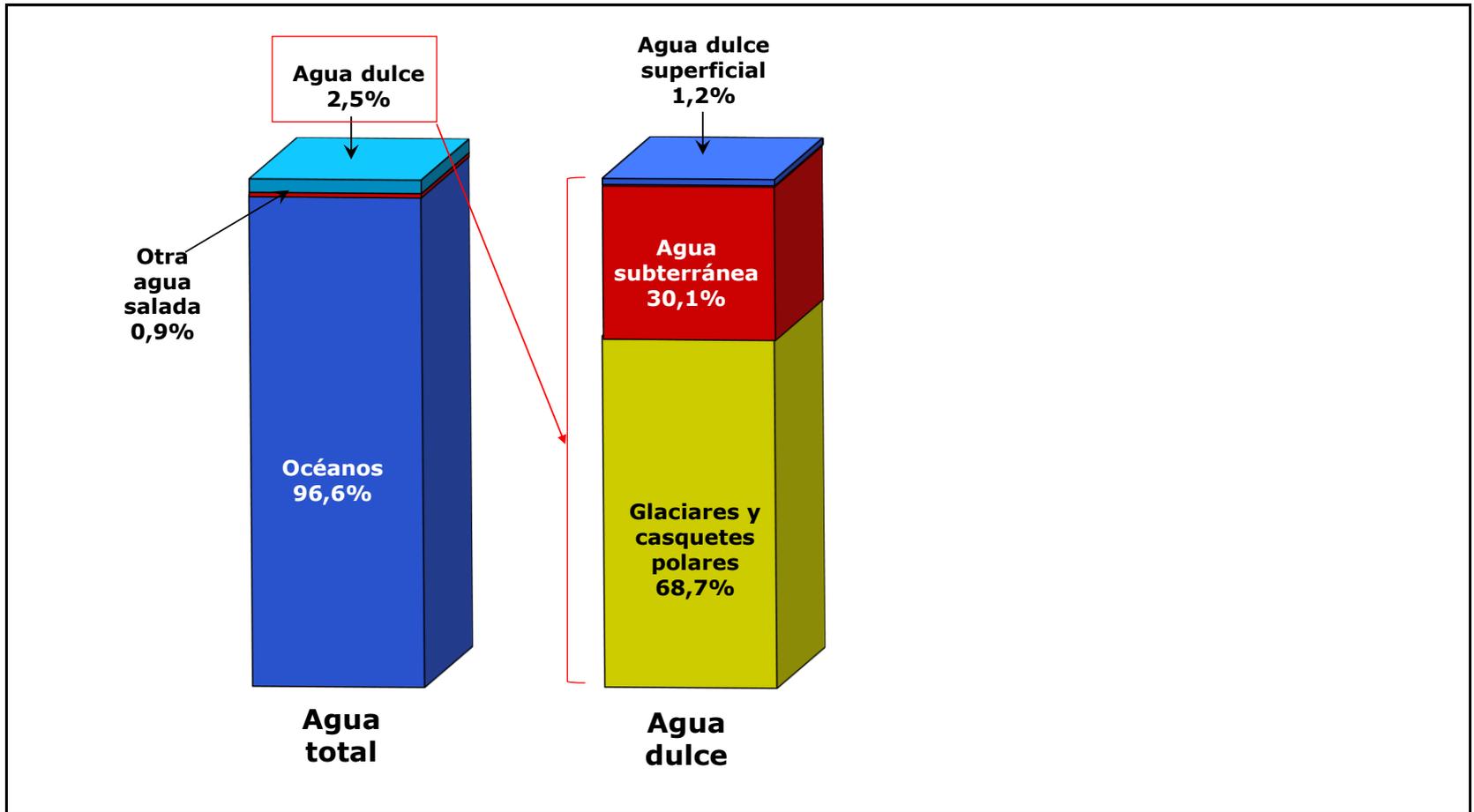
- El 71% de la superficie del planeta es agua
- El 97,5% del total del agua del planeta es agua con alto contenido salino (aprox. 3,5% en peso) por lo que no puede usarse como tal ni para consumo humano, ni agrícola, ni industrial.

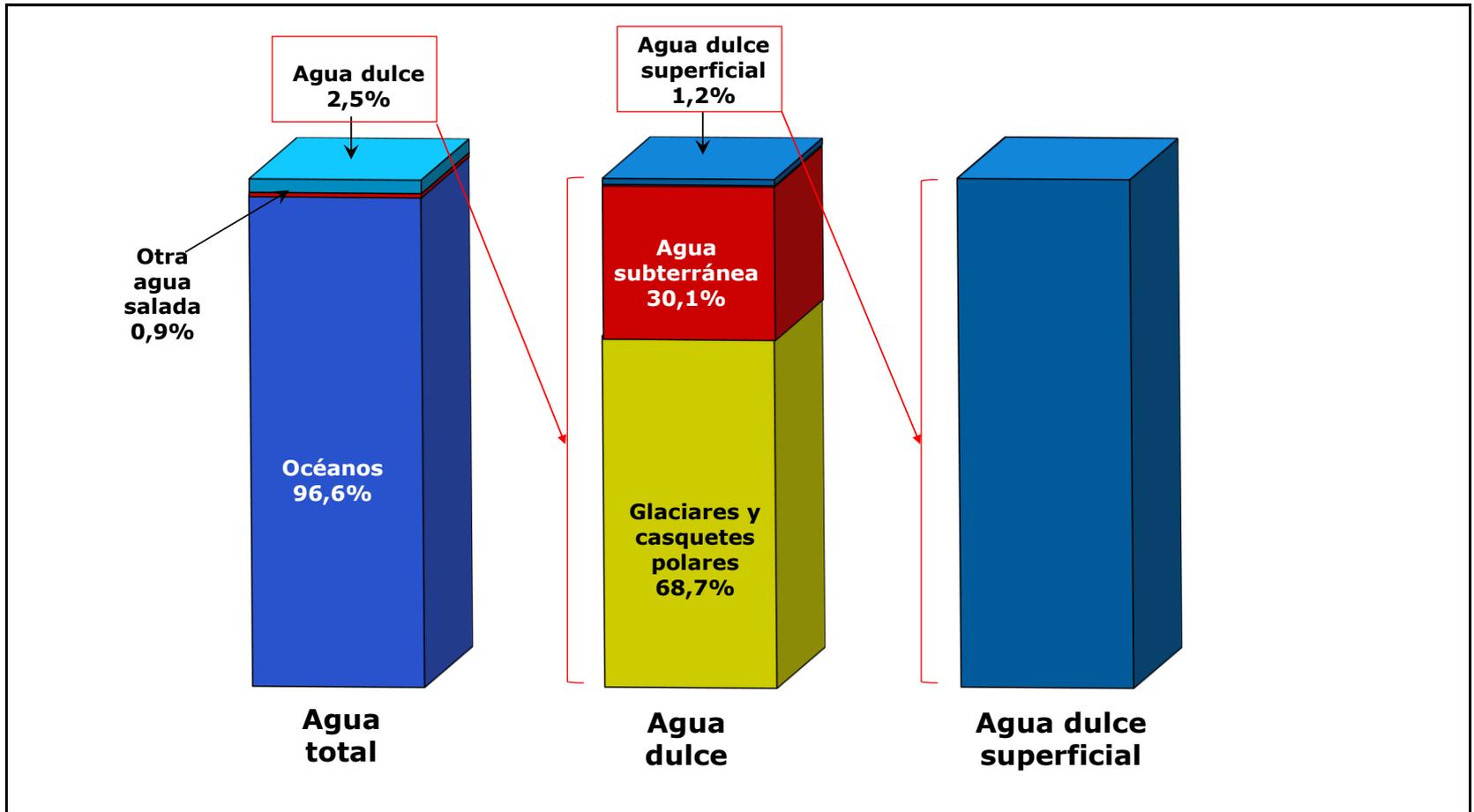




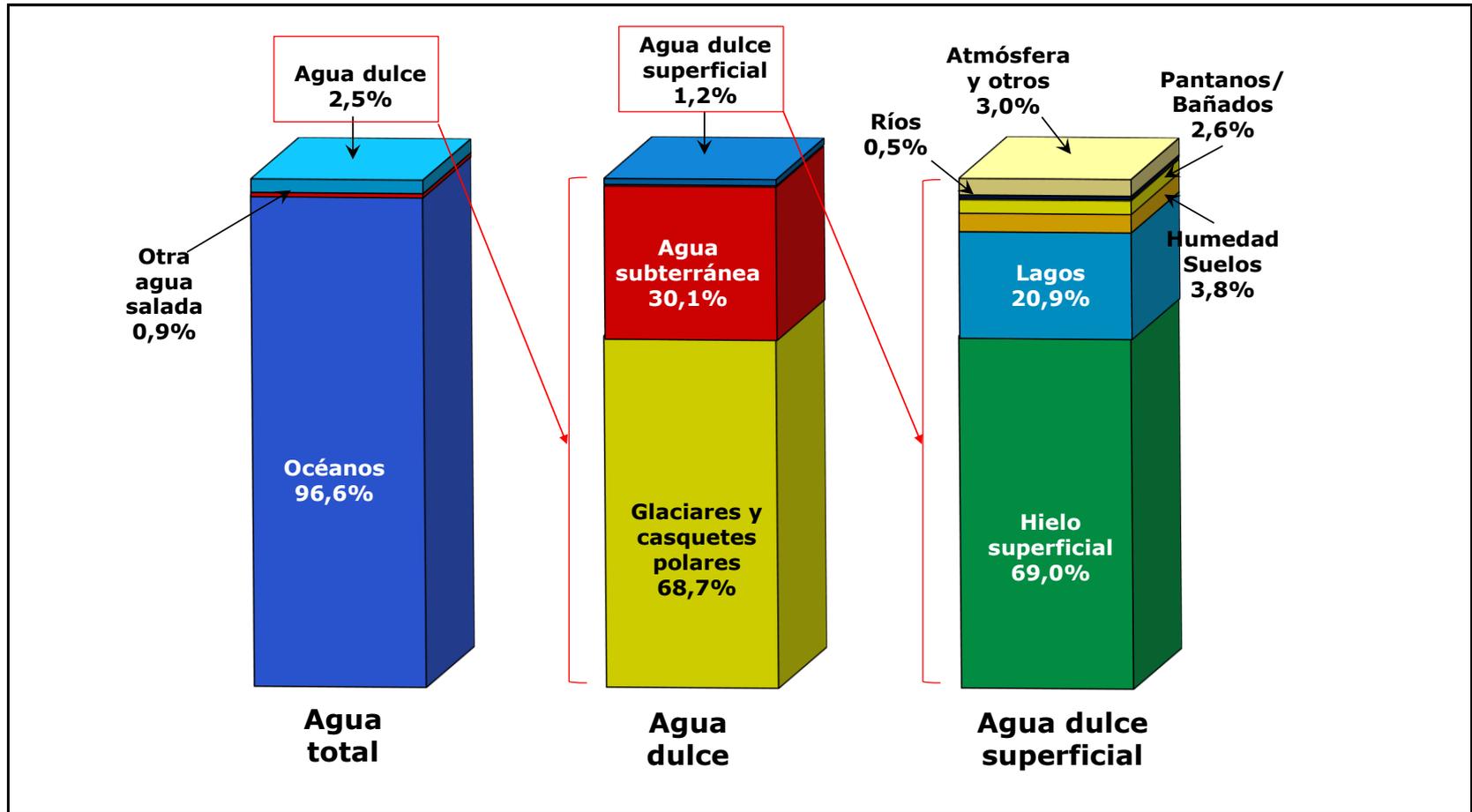
61

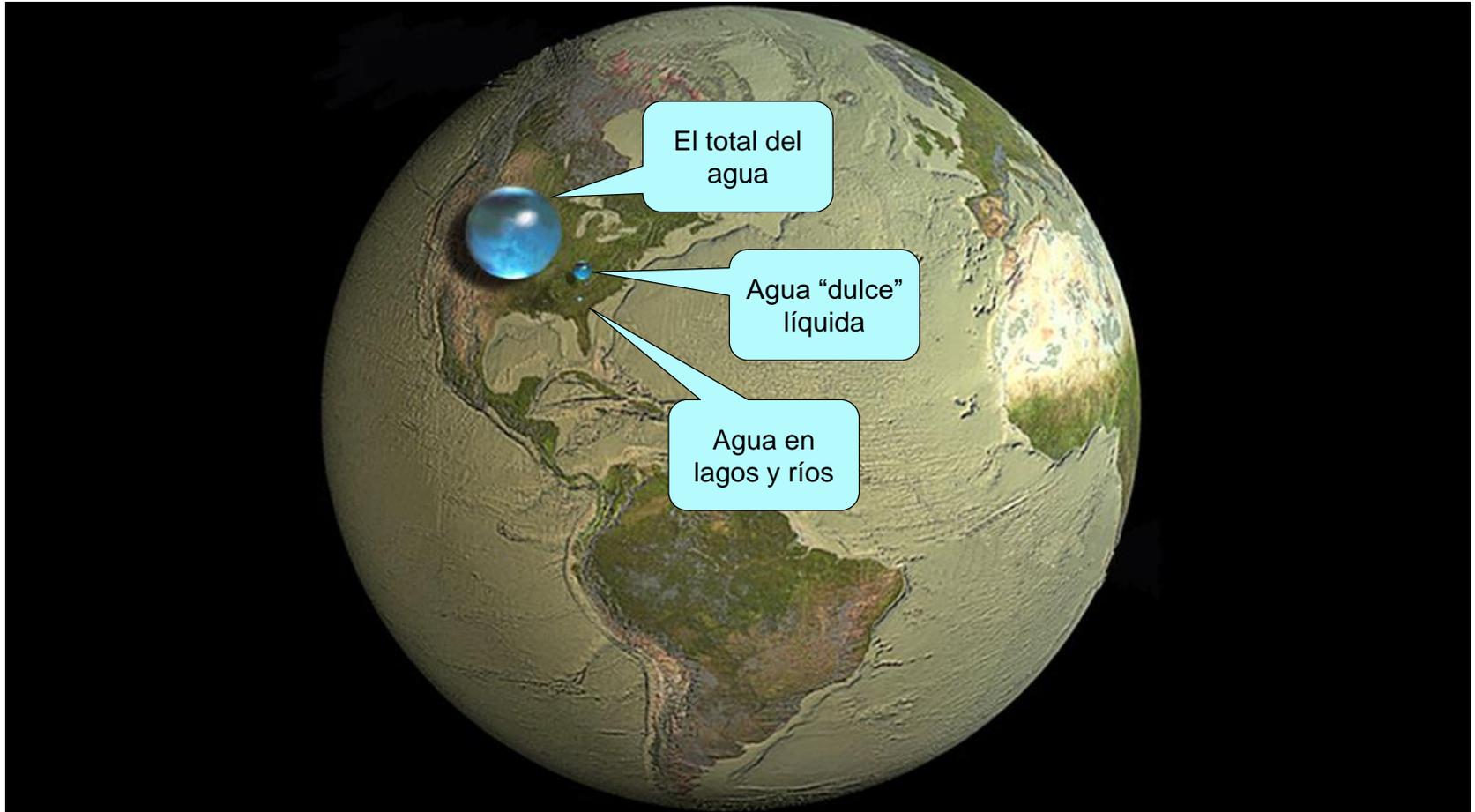






64





66

## Abastecimiento de agua

- El total de agua líquida dulce es un 0,76% del total del agua pero buena parte de esa agua dulce está en acuíferos a mucha profundidad. 
- En general el agua que usamos es extraída de cursos de agua dulce líquida superficial y acuíferos no muy profundos (lo que se extrae por año es menos de  $3 \times 10^{-9}$  veces lo que hay de agua en el planeta).

## Abastecimiento de agua

- Hay zonas del planeta muy áridas, con escaso acceso a corrientes de agua o acuíferos; e incluso algunas, donde la velocidad de extracción de agua supera a la velocidad de reposición
- En aquellos lugares del planeta donde hay escasez de agua dulce, la Desalinización de Agua marina es una alternativa.

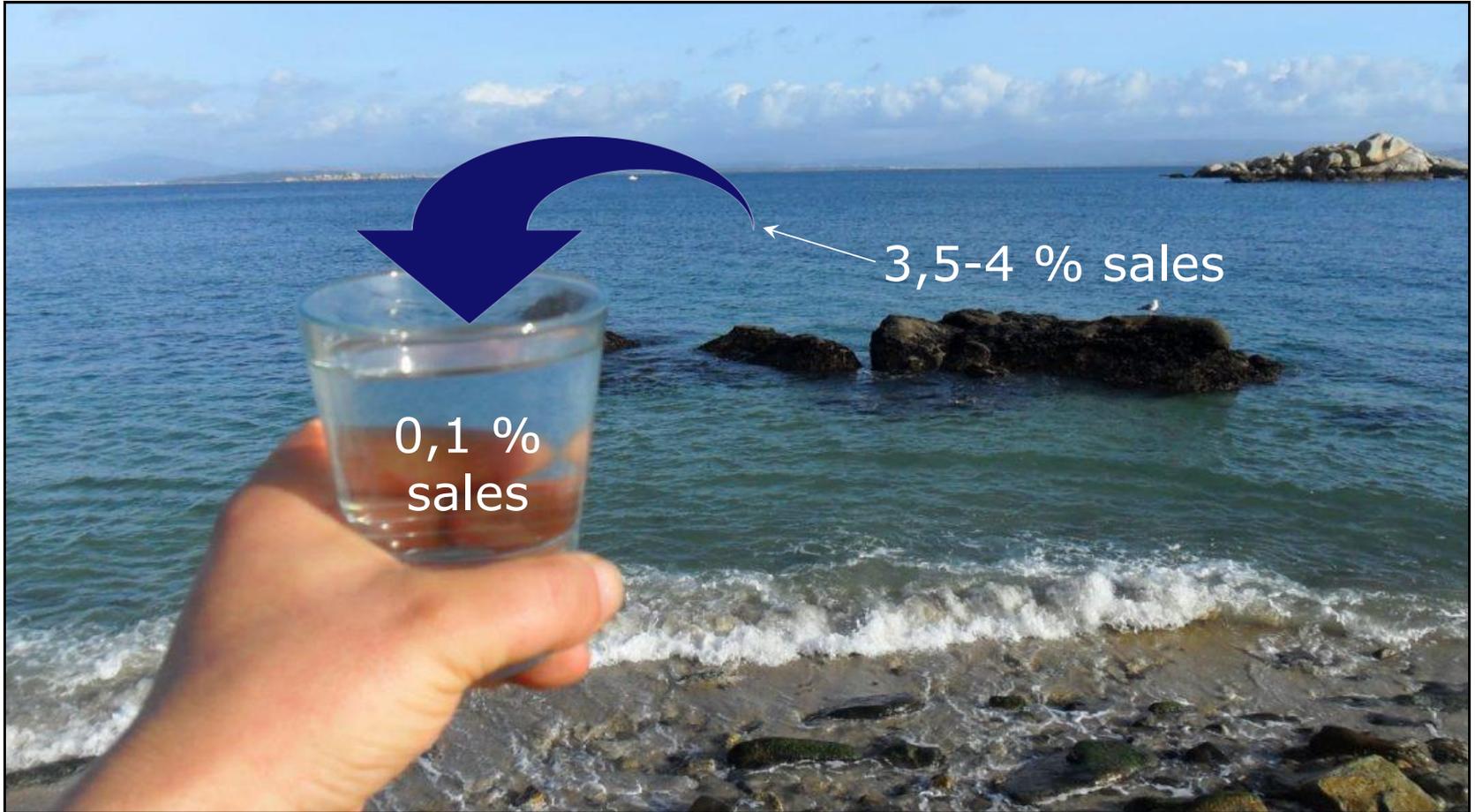


69

# Desalinización de agua

- La desalinización de agua se practica en más de 150 países y más de 300 millones de personas se abastecen con agua marina desalinizada. (Se estima una producción de 95 millones de m<sup>3</sup>/día; aprox. 1% del consumo total de agua)





71

¿Cómo desalinizar agua marina?

Separar la sal del agua!!!

¿Métodos posibles?

# Métodos de desalinización

- Por Evaporación
- Por Congelación
- Por Ósmosis Inversa
- Evaporación flash
- Otros....

*Nota: Si bien enseñar estos conceptos está fuera del alcance previsto para estas clases introductorias, aclaramos lo siguiente:*

*OSMOSIS INVERSA: Cuando dos soluciones de los mismos soluto y solvente pero de diferente concentración son separadas por medio de una membrana permeable sólo al solvente, el solvente tiende a fluir desde la solución más diluida a la solución más concentrada. Este fenómeno se llama ósmosis. En la ósmosis inversa se aplica presión del lado de la solución más concentrada, y se obliga al solvente a difundir hacia la solución más diluida*

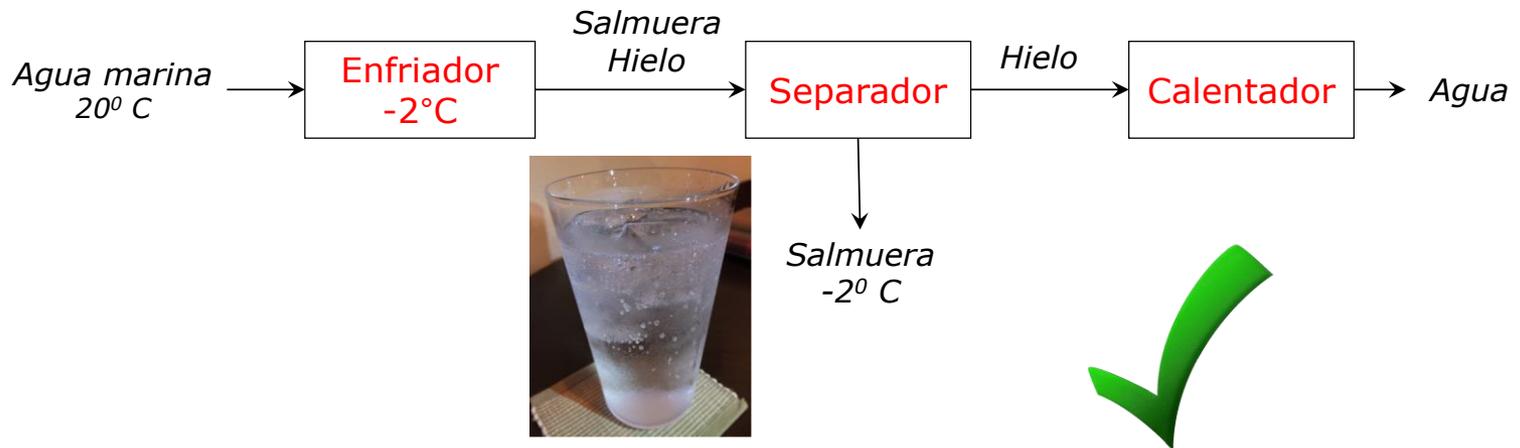
*EVAPORACION FLASH: El agua salada se pulveriza en una cámara a baja presión y parte del agua se evapora. El vapor se recoge y luego se condensa resultando agua dulce (sin sal).*

## Desalinización por congelación

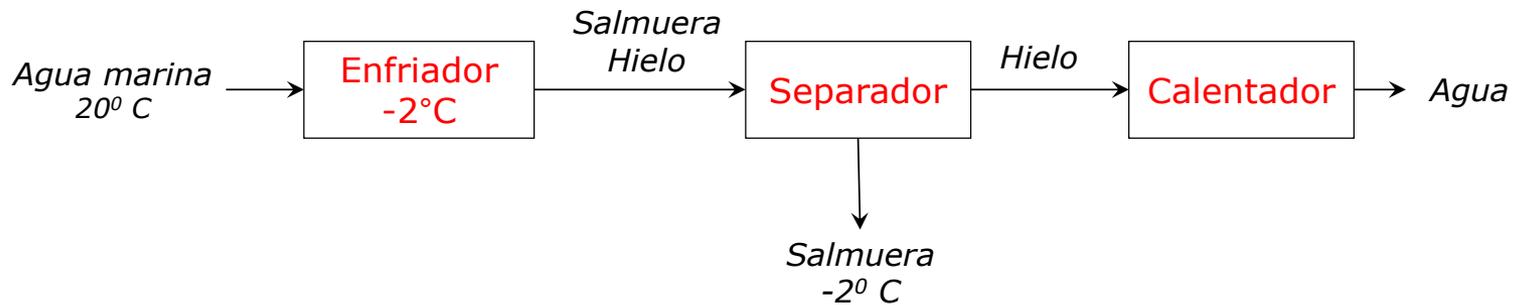
Enfriar el agua de mar hasta congelar parte del agua, para que se separe hielo (sin sal) y después derretirlo.



# Desalinización por congelación

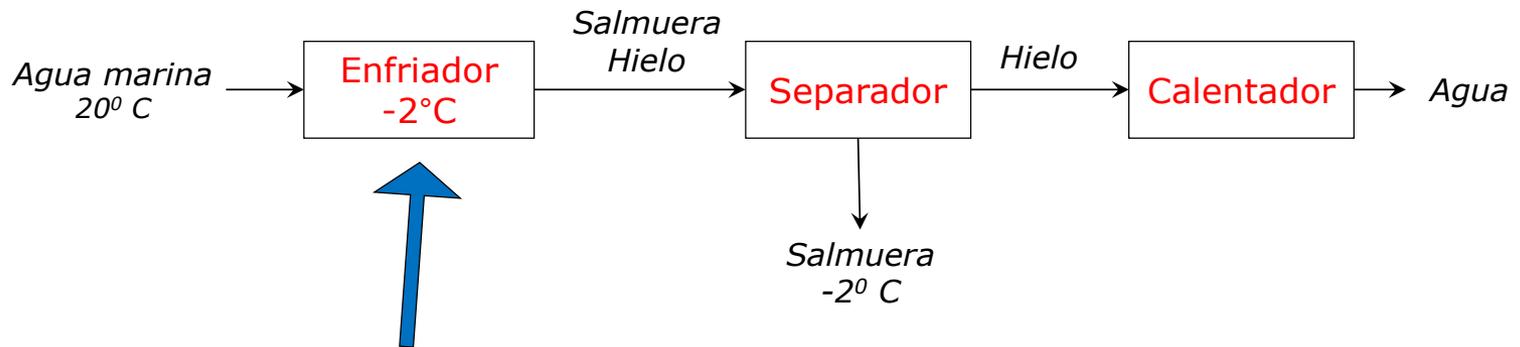


# Desalinización por congelación



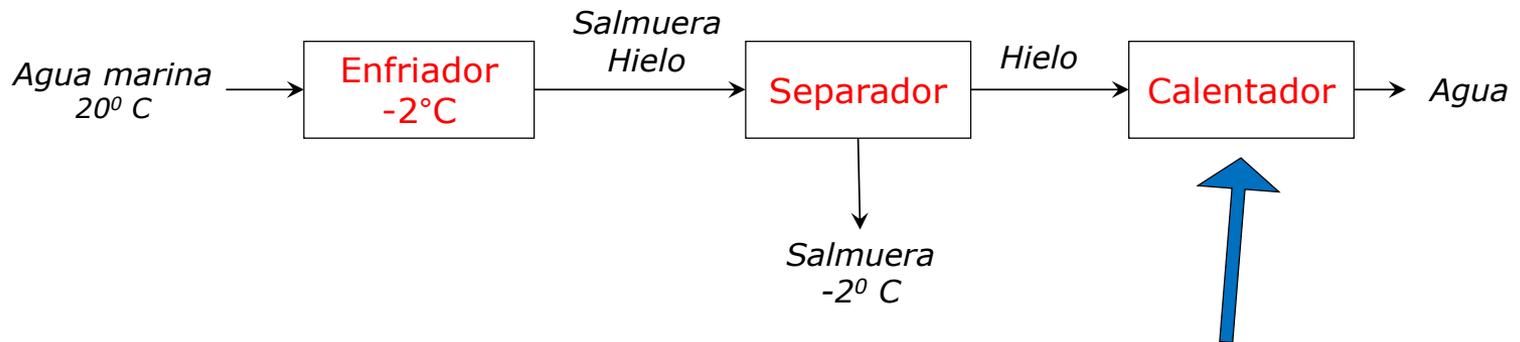
**i** Pero tenemos que hacerlo "a gran escala" **!**

# Desalinización por congelación



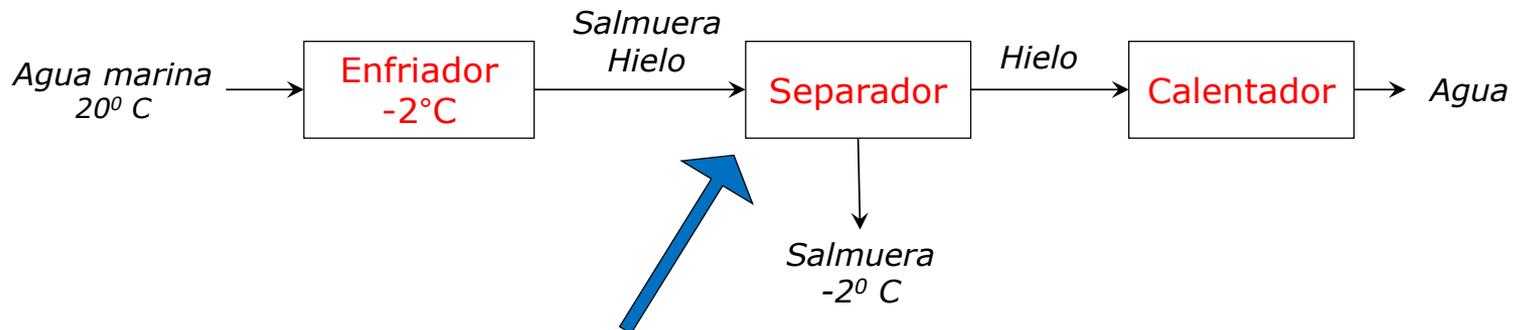
¿ Cómo enfriamos ?

# Desalinización por congelación



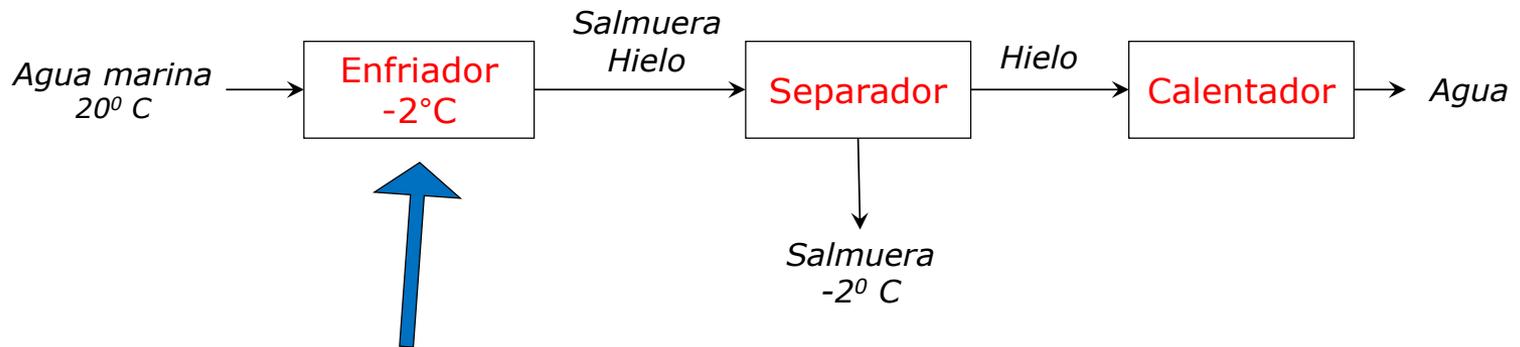
¿ Cómo calentamos el hielo para derretirlo ?

# Desalinización por congelación



¿Cómo separamos el hielo de la solución concentrada en sal?

# Desalinización por congelación



¿ Cómo enfriamos ?

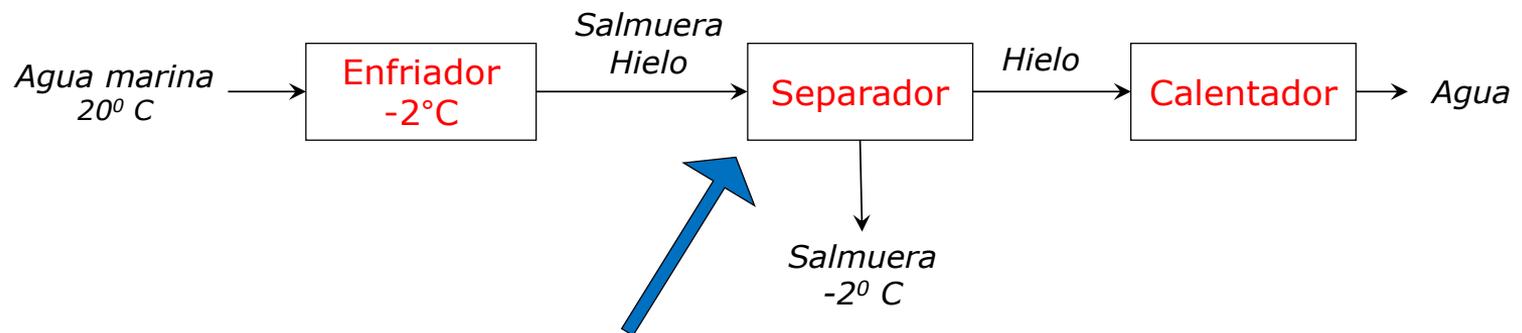


Dibujo esquemático: Intercambiador de calor de tubos concéntricos

(en este caso, los flujos son en co-corriente)

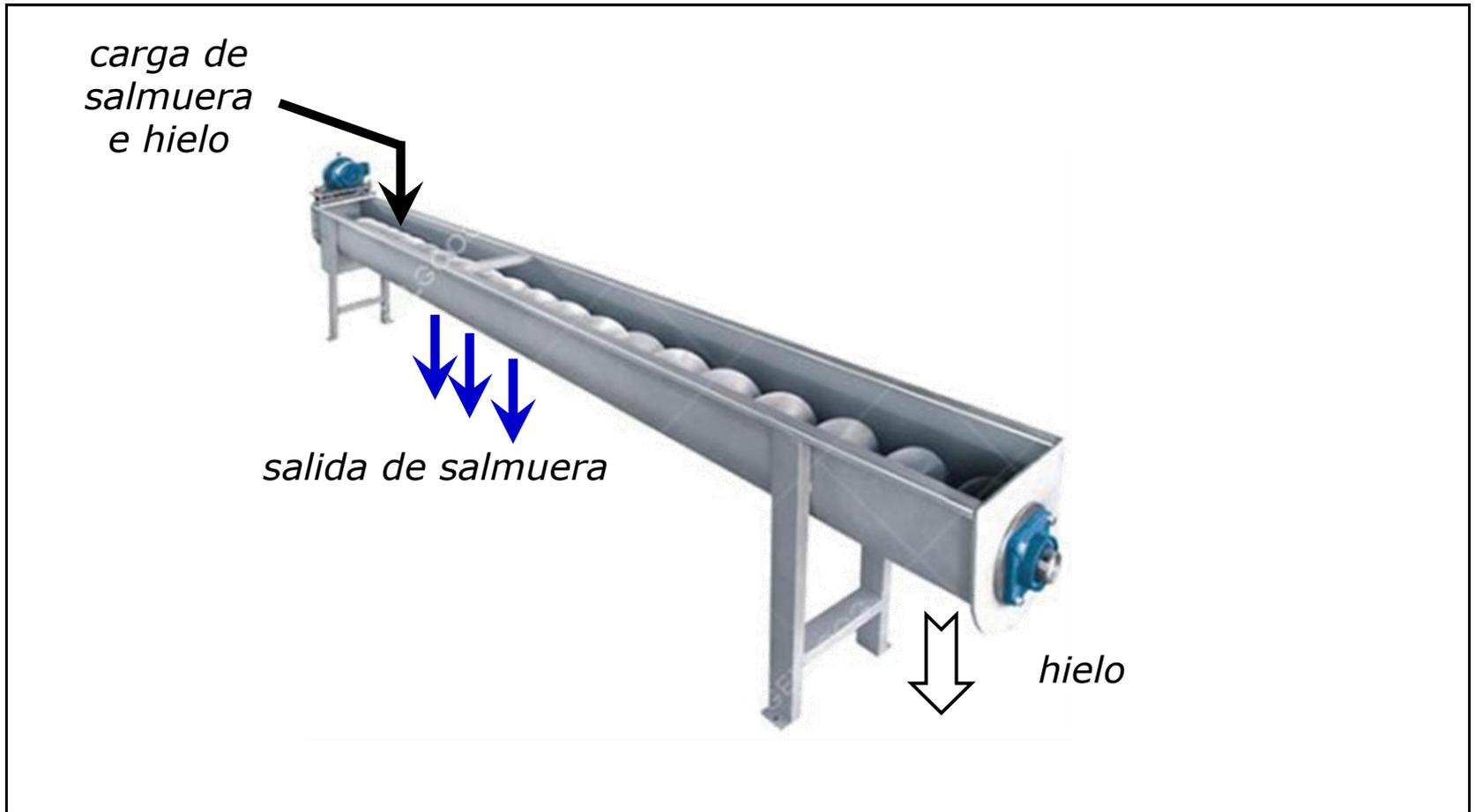
*NOTA: Este dibujo es sólo para ejemplificar la transferencia de calor indirecta entre corrientes de fluido que están a diferentes temperaturas. Hay varios tipos de intercambiadores de calor para estos fines que estudiarán en cursos futuros.*

# Desalinización por congelación

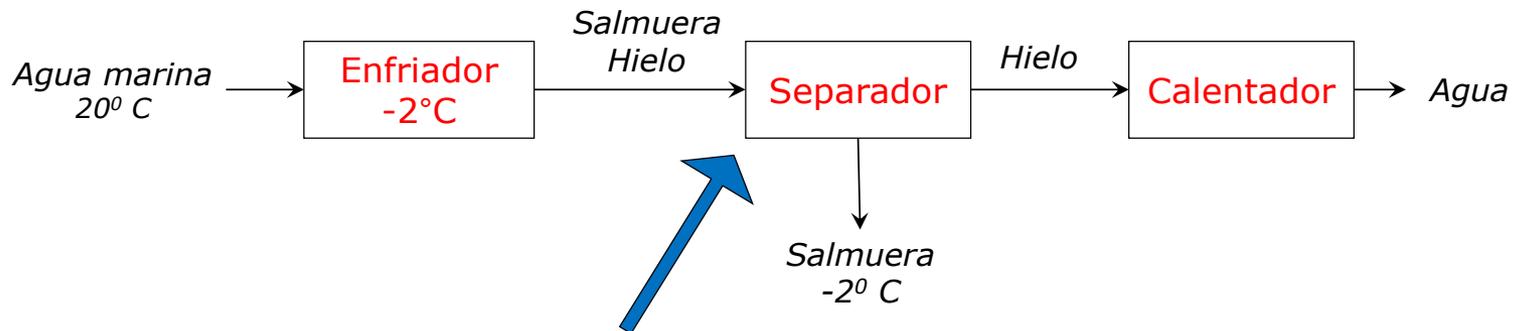




84



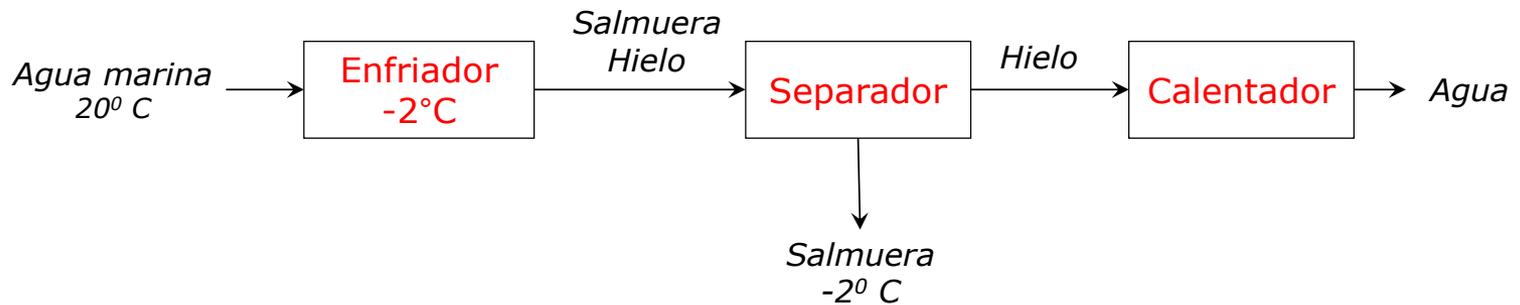
# Desalinización por congelación



Resp: Retención del sólido (colador, cinta transportadora perforada, etc...)

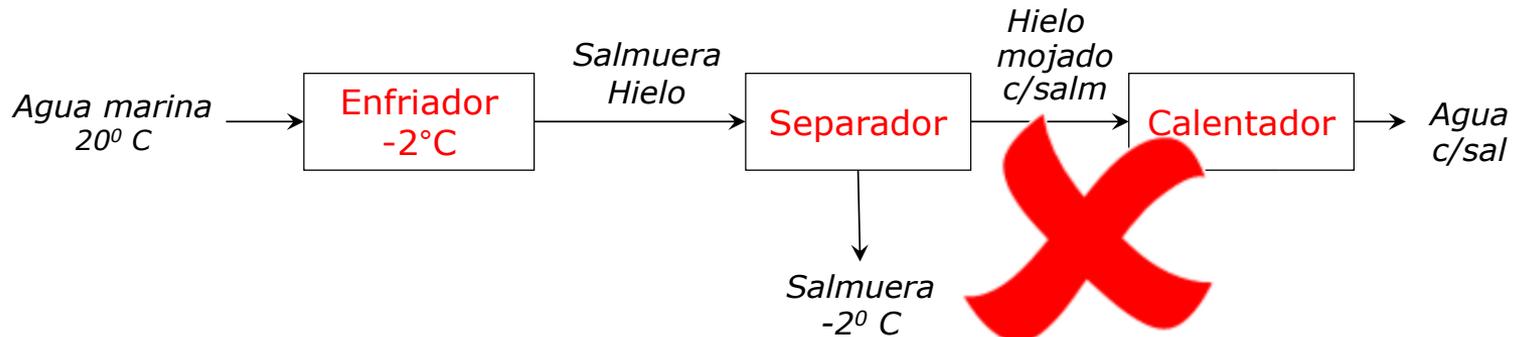


# Desalinización por congelación



Pero... el hielo va a salir mojado en salmuera...

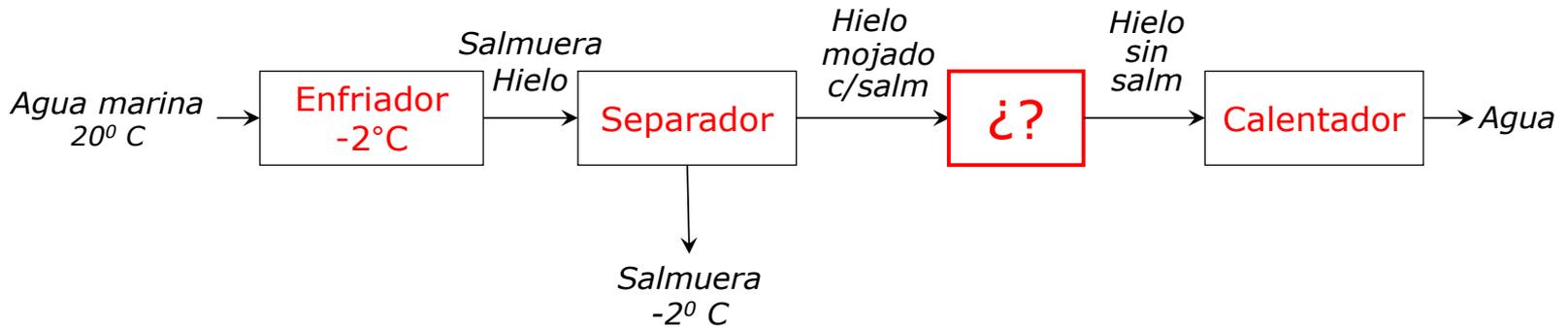
# Desalinización por congelación



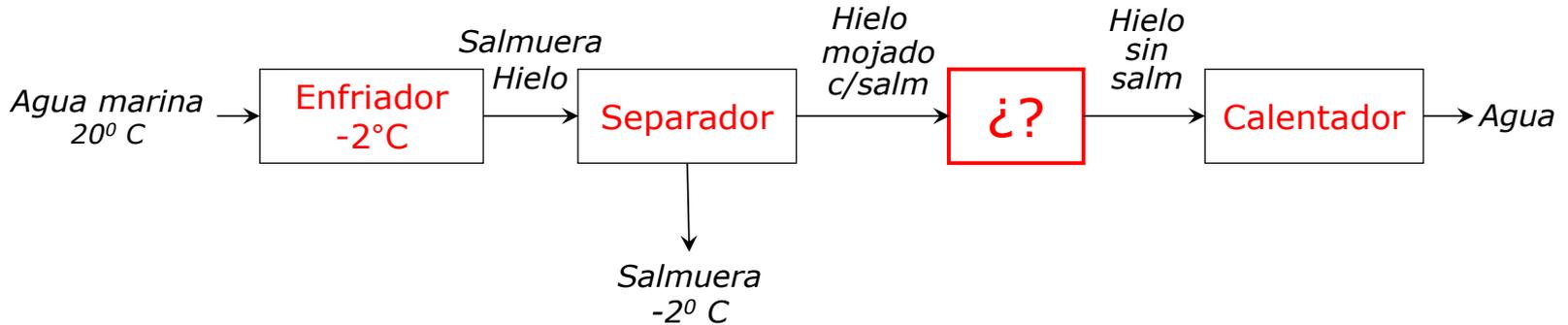
Pero... el hielo va a salir mojado en salmuera...

(cuando se derrita va a dejar agua con más sal de la deseada)

# Desalinización por congelación

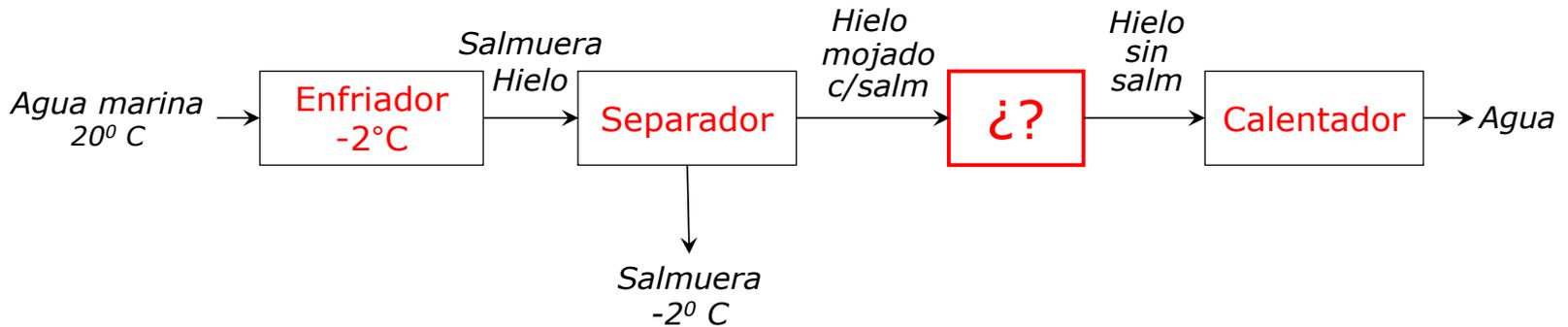


# Desalinización por congelación



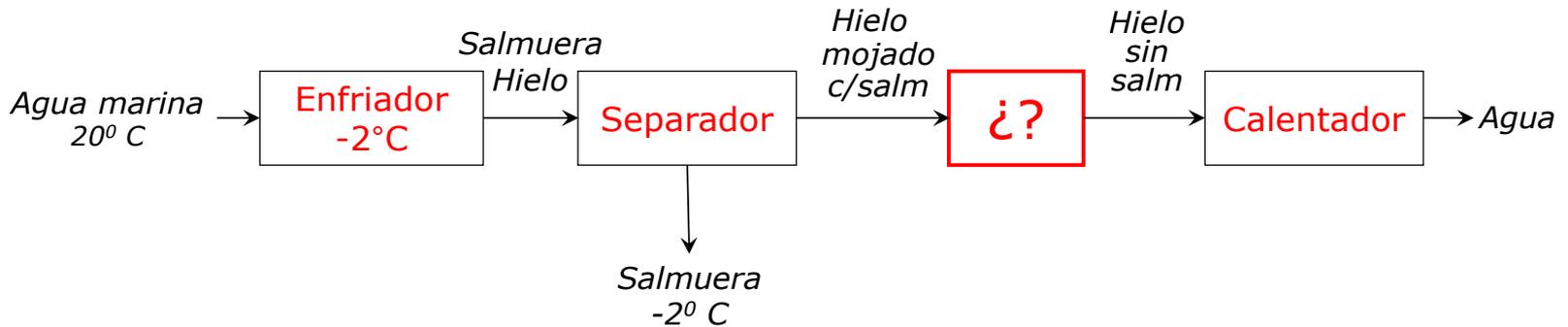
¿Cómo “secamos” los trozos de hielo para que no arrastren salmuera?

# Desalinización por congelación



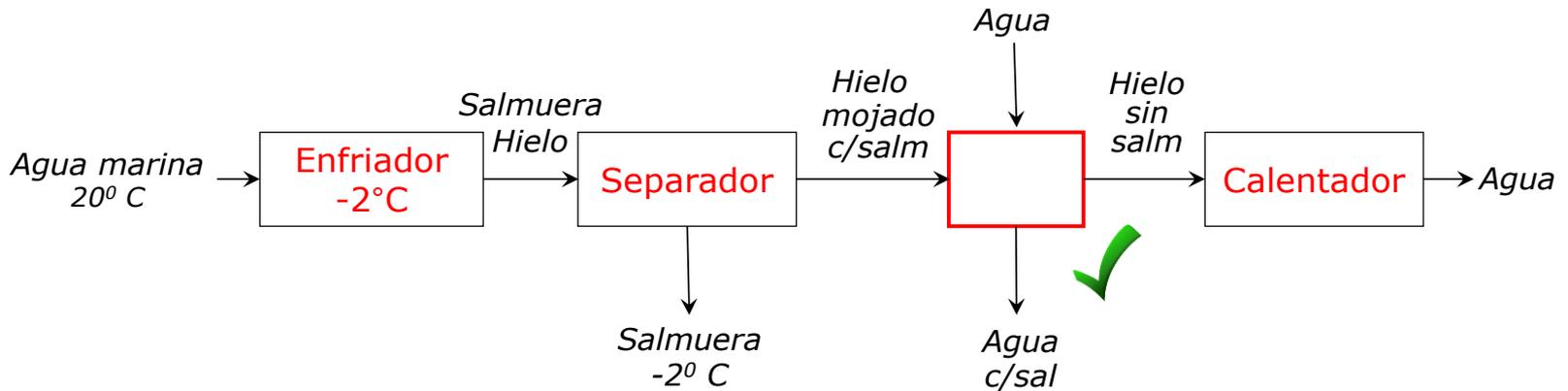
El problema no es que el hielo salga mojado, sino que el líquido que moja es salmuera...

# Desalinización por congelación



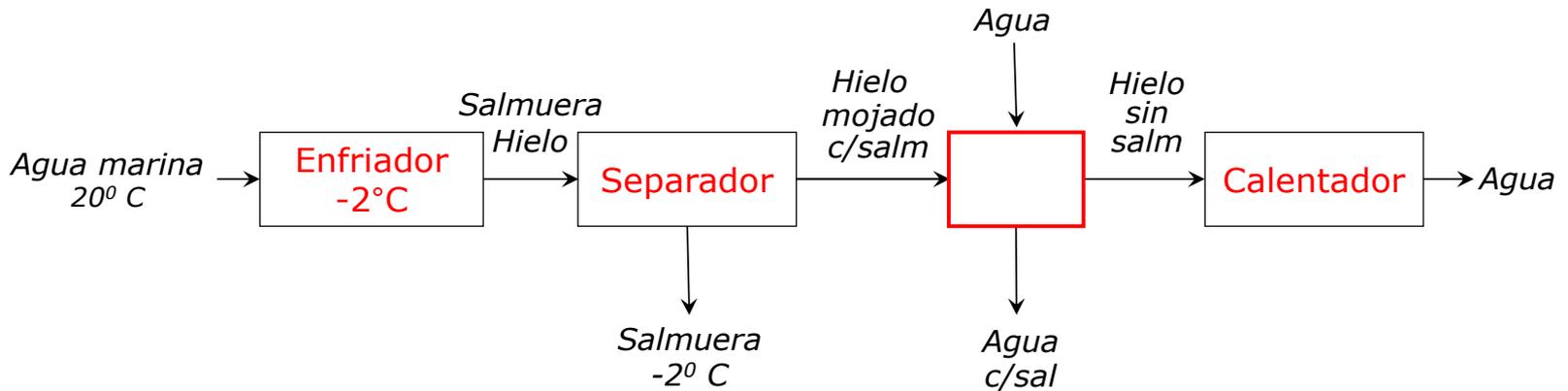
Una alternativa...  
Lavar el hielo con agua sin sal

# Desalinización por congelación

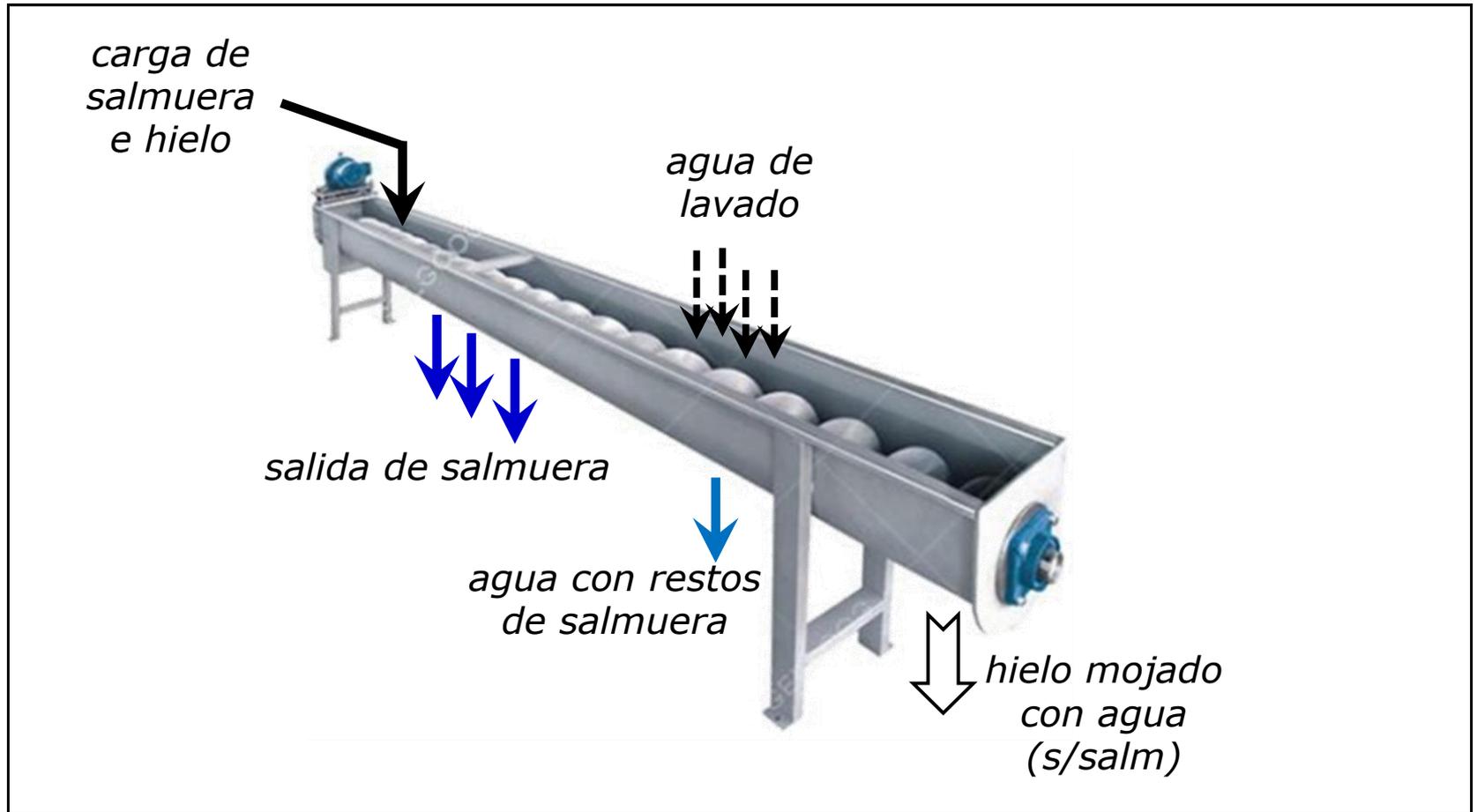


Una alternativa...  
Lavar el hielo con agua sin sal

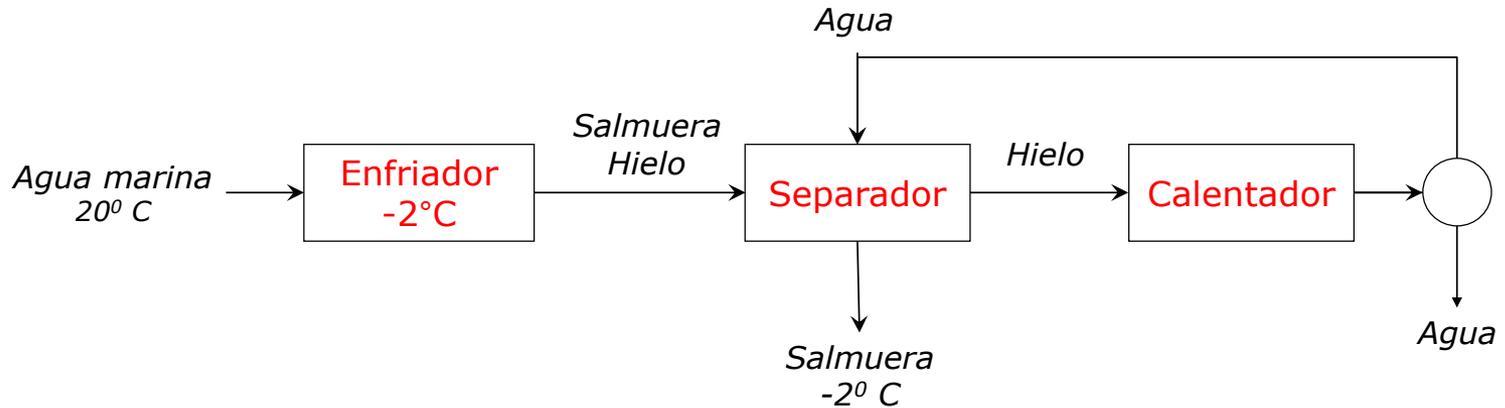
# Desalinización por congelación



Se lava el hielo en el mismo separador

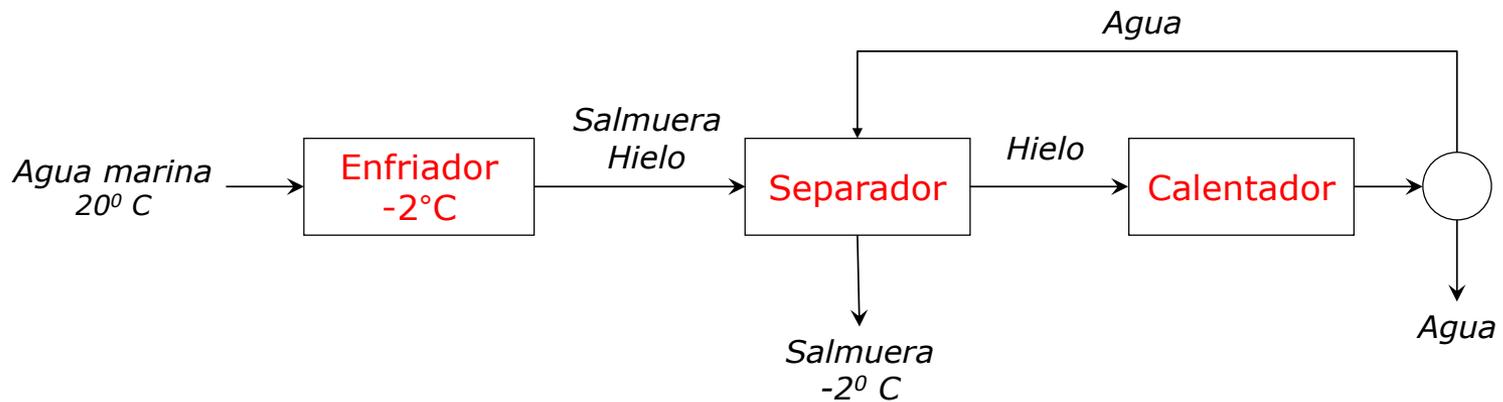


# Desalinización por congelación



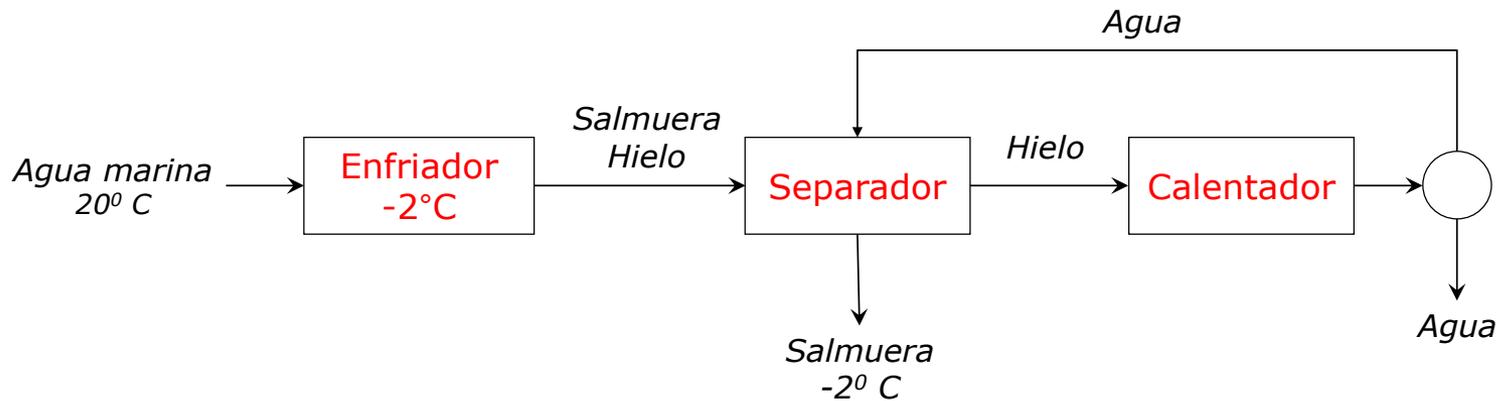
Para lavar se recircula parte del agua obtenida

# Desalinización por congelación



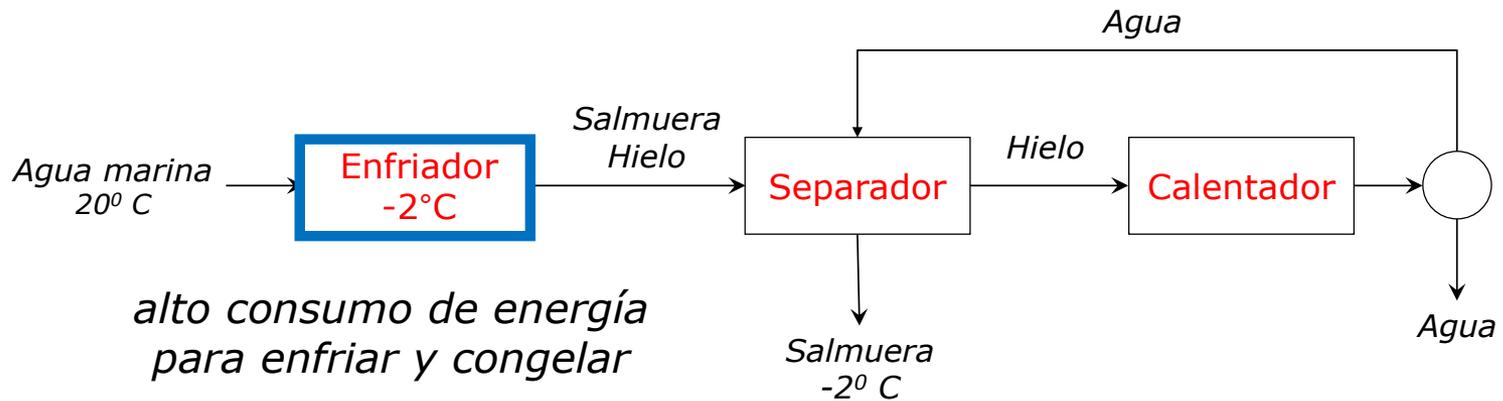
ESTE PROCESO FUNCIONA!

# Desalinización por congelación

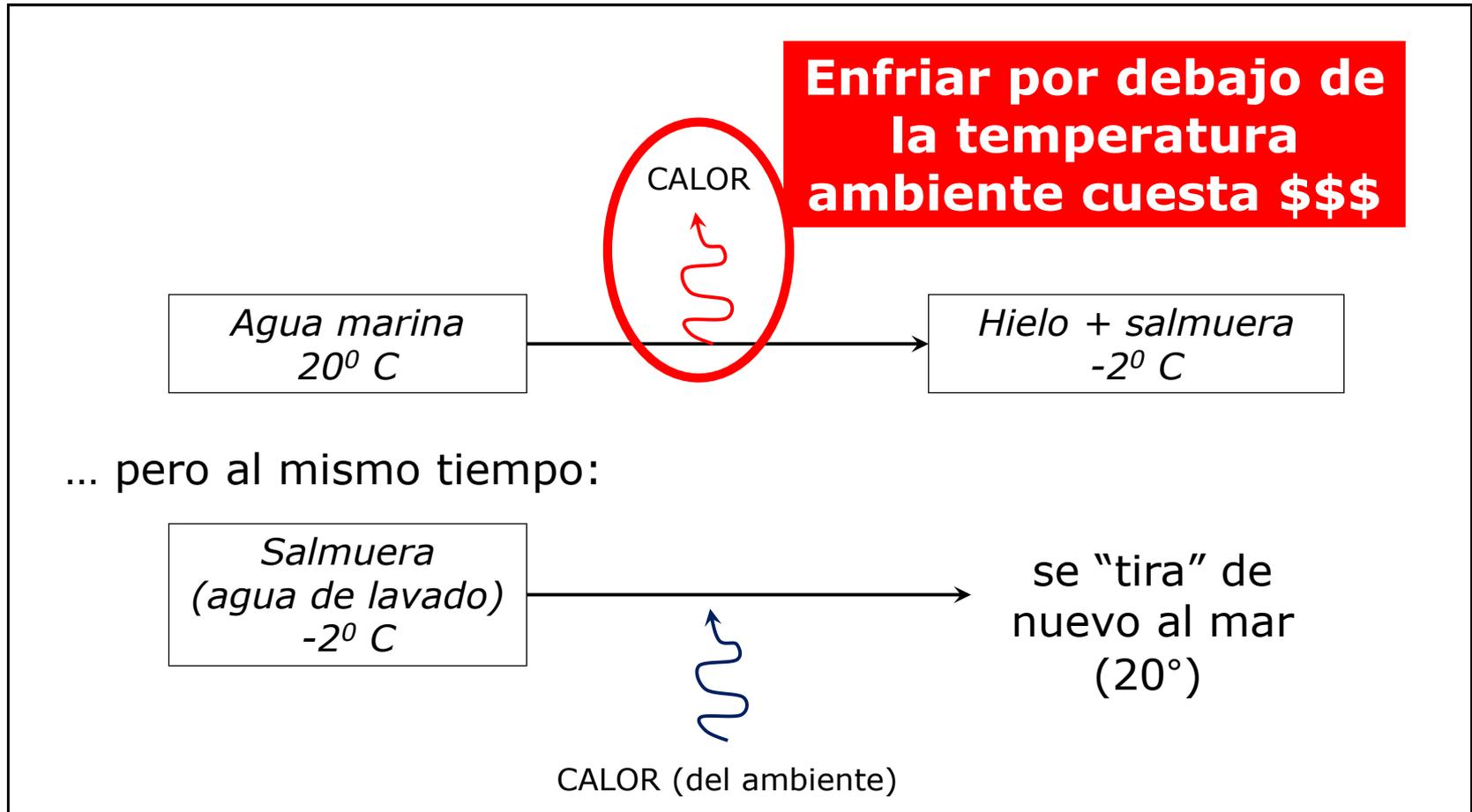


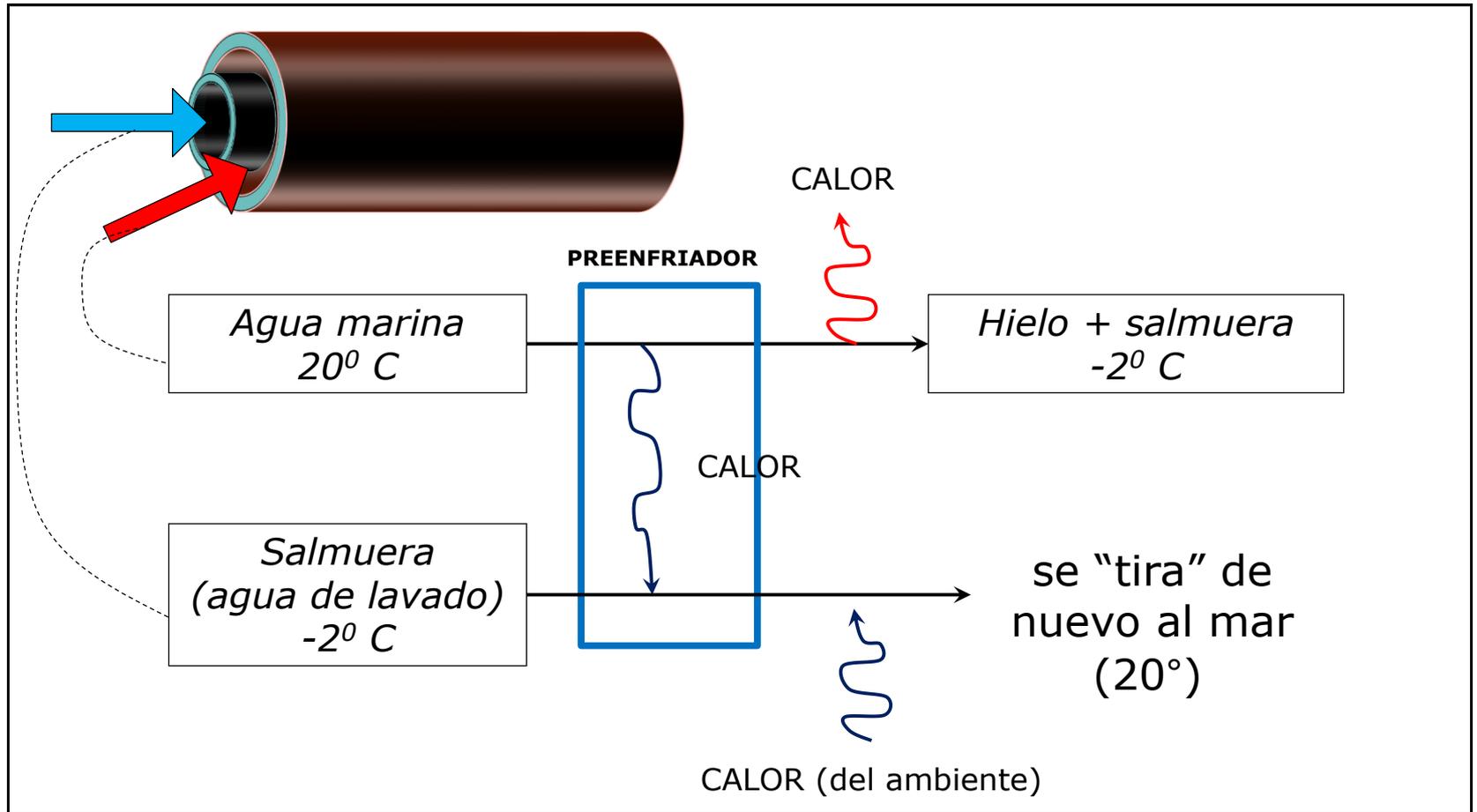
¿Podemos mejorar algo?

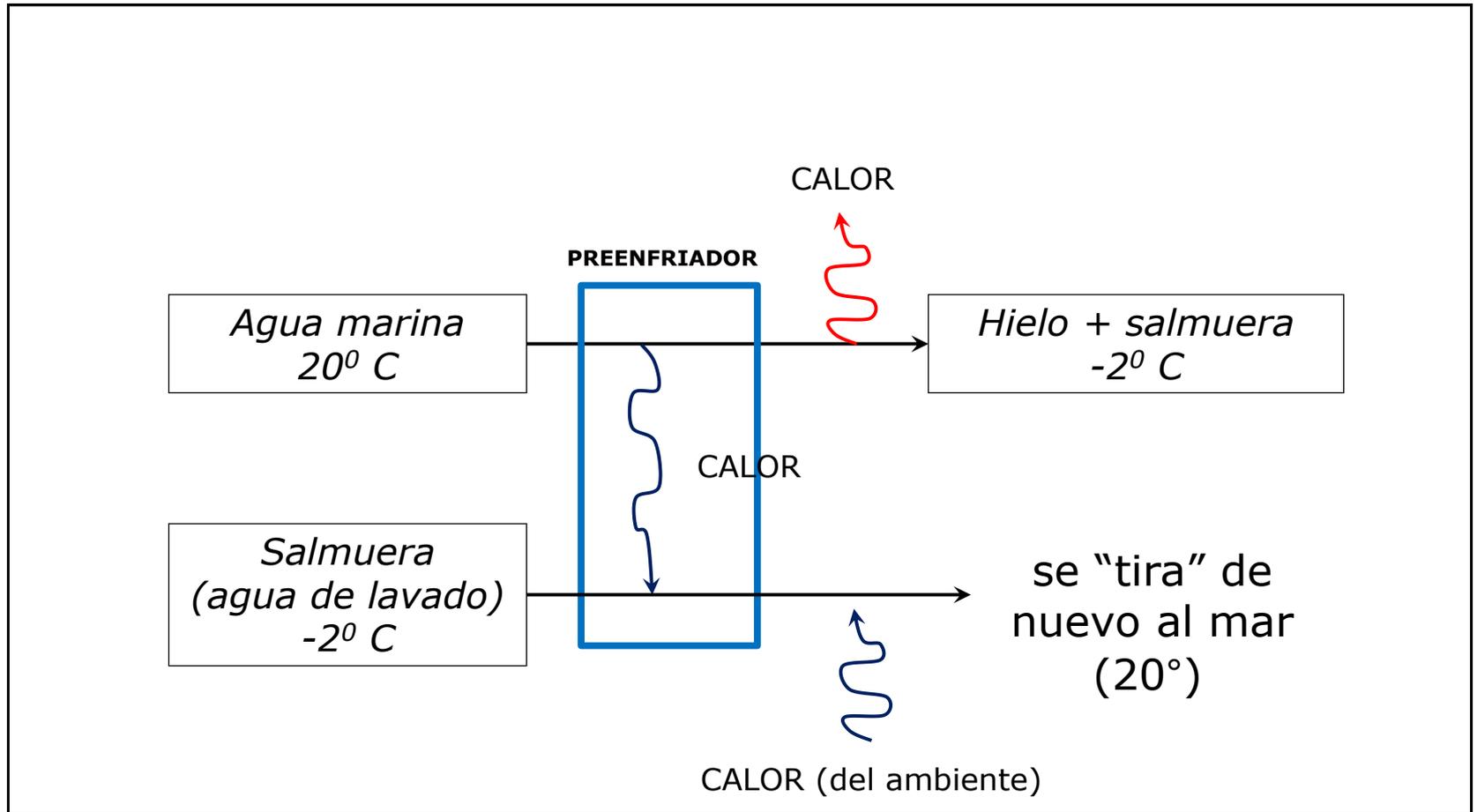
# Desalinización por congelación



¿Cómo podemos aprovechar mejor la energía?

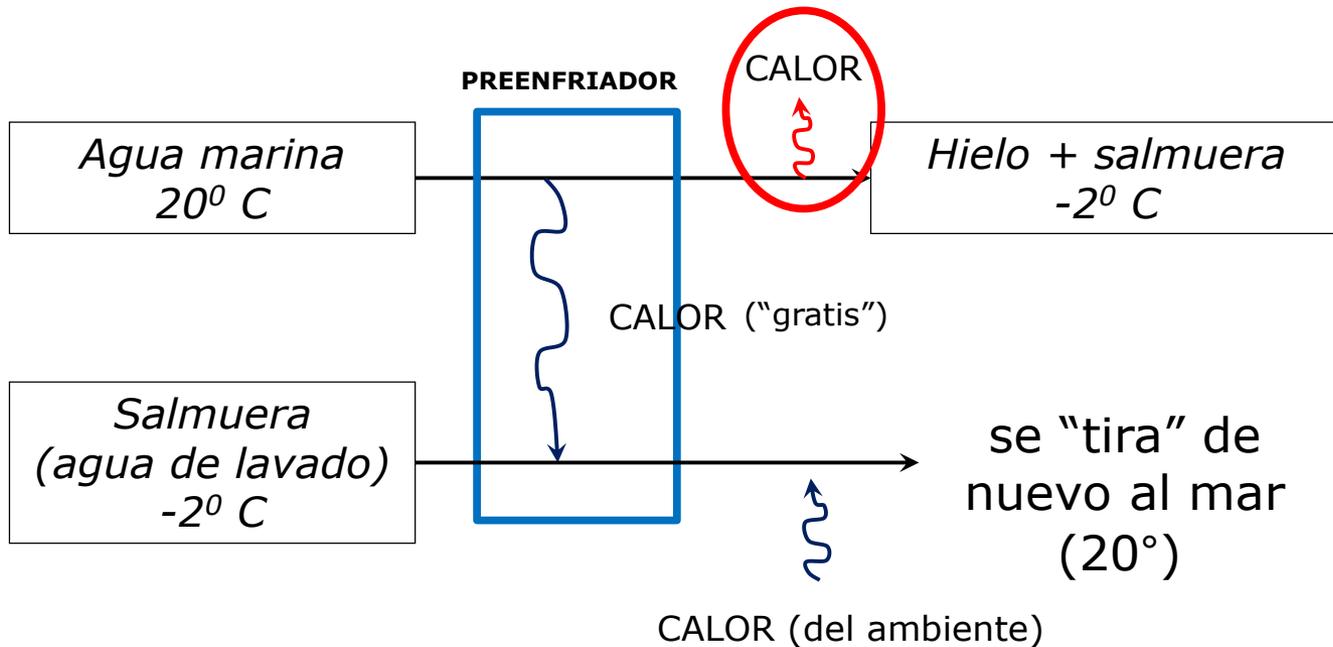




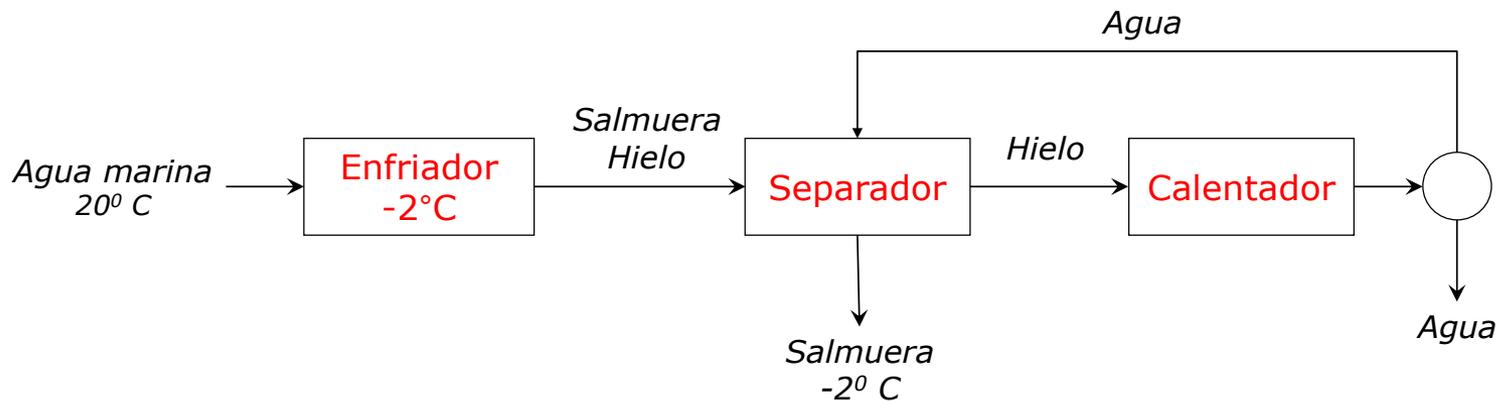


102

**El enfriador tiene que enfriar menos,  
el costo de energía es menor**

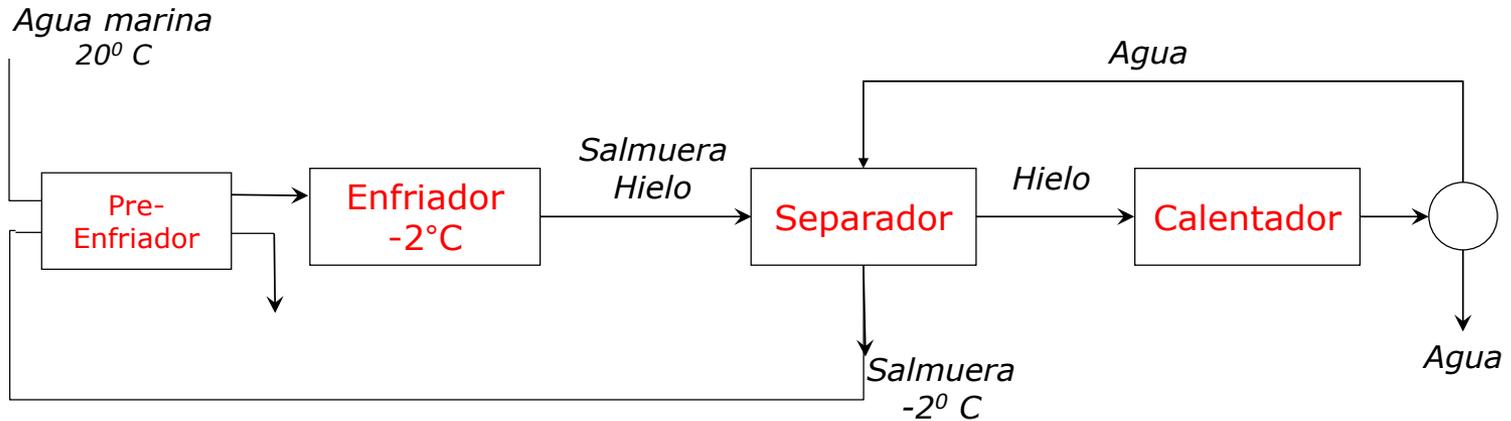


# Desalinización por congelación



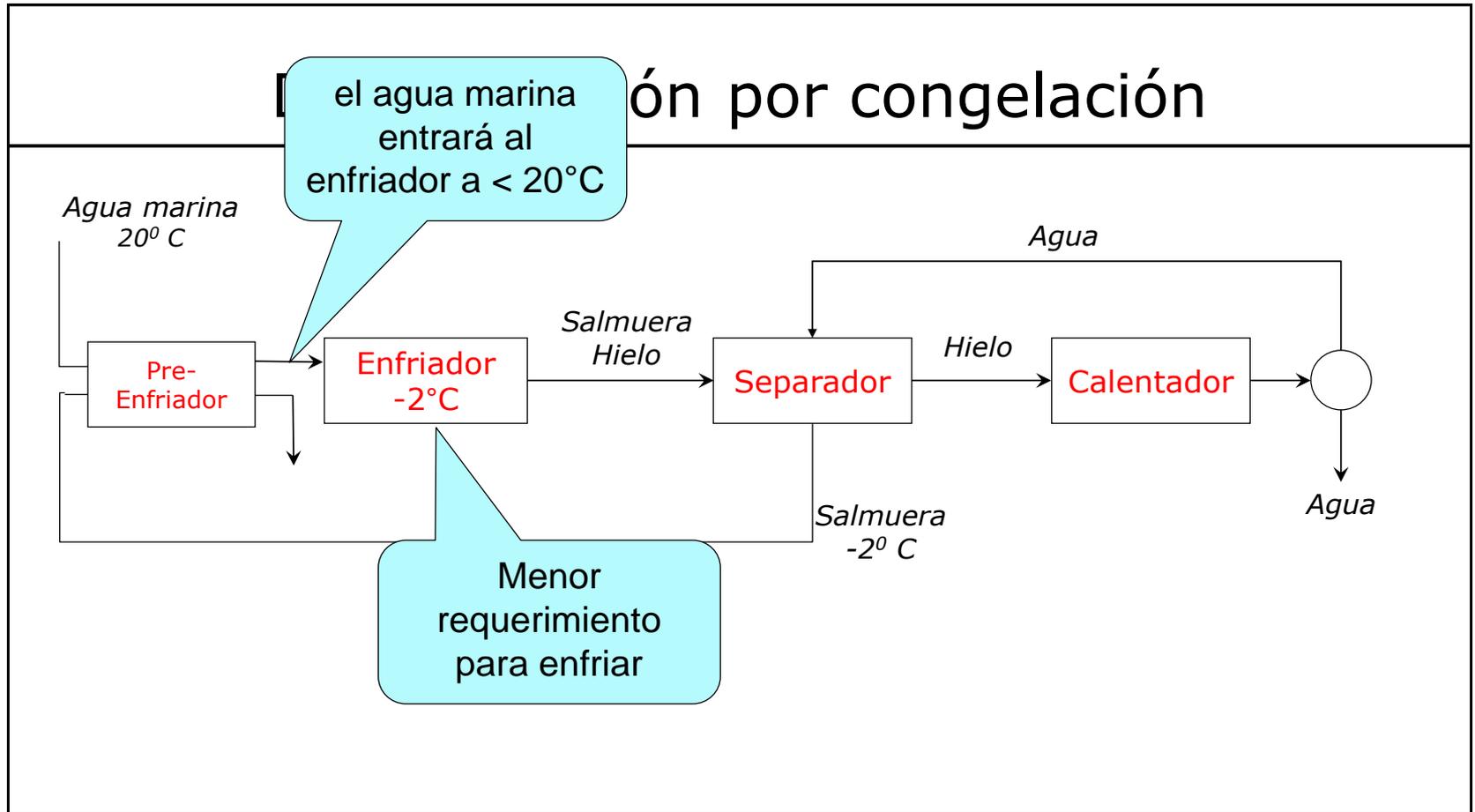
¿Cómo podemos aprovechar mejor la energía?

# Desalinización por congelación



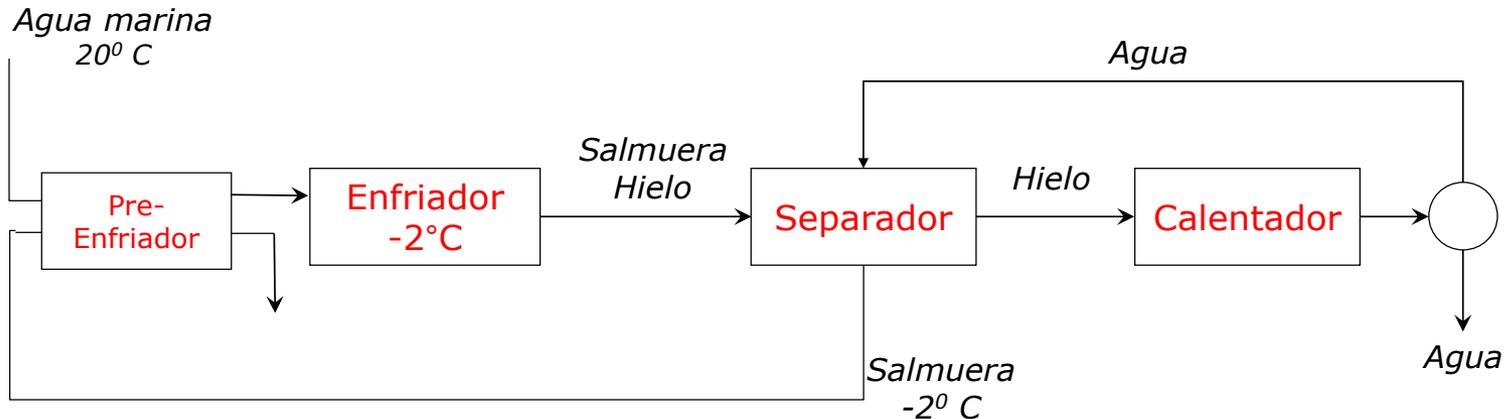
¿Cómo podemos aprovechar mejor la energía?

# ión por congelación



106

# Desalinización por congelación



Este es un **Diagrama de Bloques** que representa al proceso de transformación de una manera muy simple.

(NOTA: los dibujos y fotos mostrados de posibles equipos fueron sólo a efectos demostrativos y no son los equipos que se usan en procesos reales)

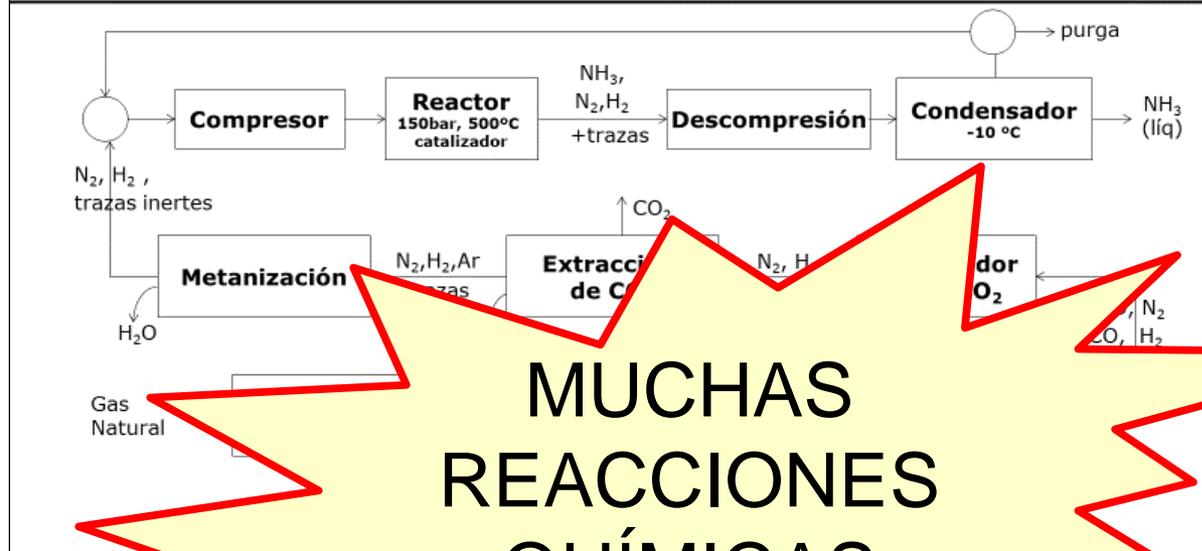
# Procesos de Transformación

## Consideraciones finales

- La Ingeniería Química no sólo es útil para auxiliar en la ejecución a escala industrial de procesos de transformación que involucran reacciones químicas

(Hay procesos de transformación donde se requiere ingeniería química y que no involucran reacciones químicas)

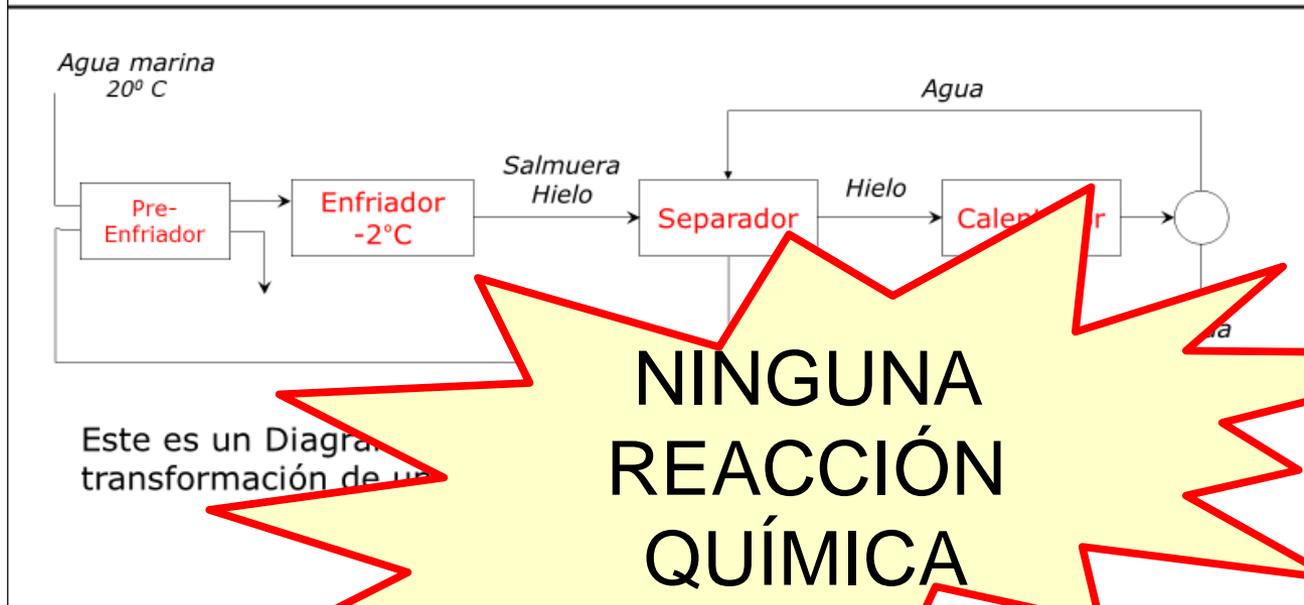
## Proceso de obtención NH<sub>3</sub> usando Gas Natural



**MUCHAS  
REACCIONES  
QUÍMICAS**

Este Diagrama representa el proceso de obtención de amoníaco.

## Desalinización por congelación



## Tipos de "transformaciones"

La transformación de materiales (cosas) disponibles en productos finales de interés requiere la ocurrencia de cambios en los materiales de partida a través de un conjunto de pasos ordenados.

Esos pasos pueden involucrar

- cambios físicos,
- reacciones químicas (incluyendo reacciones electroquímicas, bioquímicas y fotoquímicas),
- ~~y/o reacciones nucleares (\*)~~

(\*) En la industria los procesos de transformación más comunes no involucran cambios nucleares.

# Procesos de Transformación

## Consideraciones finales

- La Ingeniería Química no sólo es útil para auxiliar en la ejecución a escala industrial de procesos de transformación que involucran reacciones químicas

(Hay procesos de transformación donde se requiere ingeniería química y que no involucran reacciones químicas)

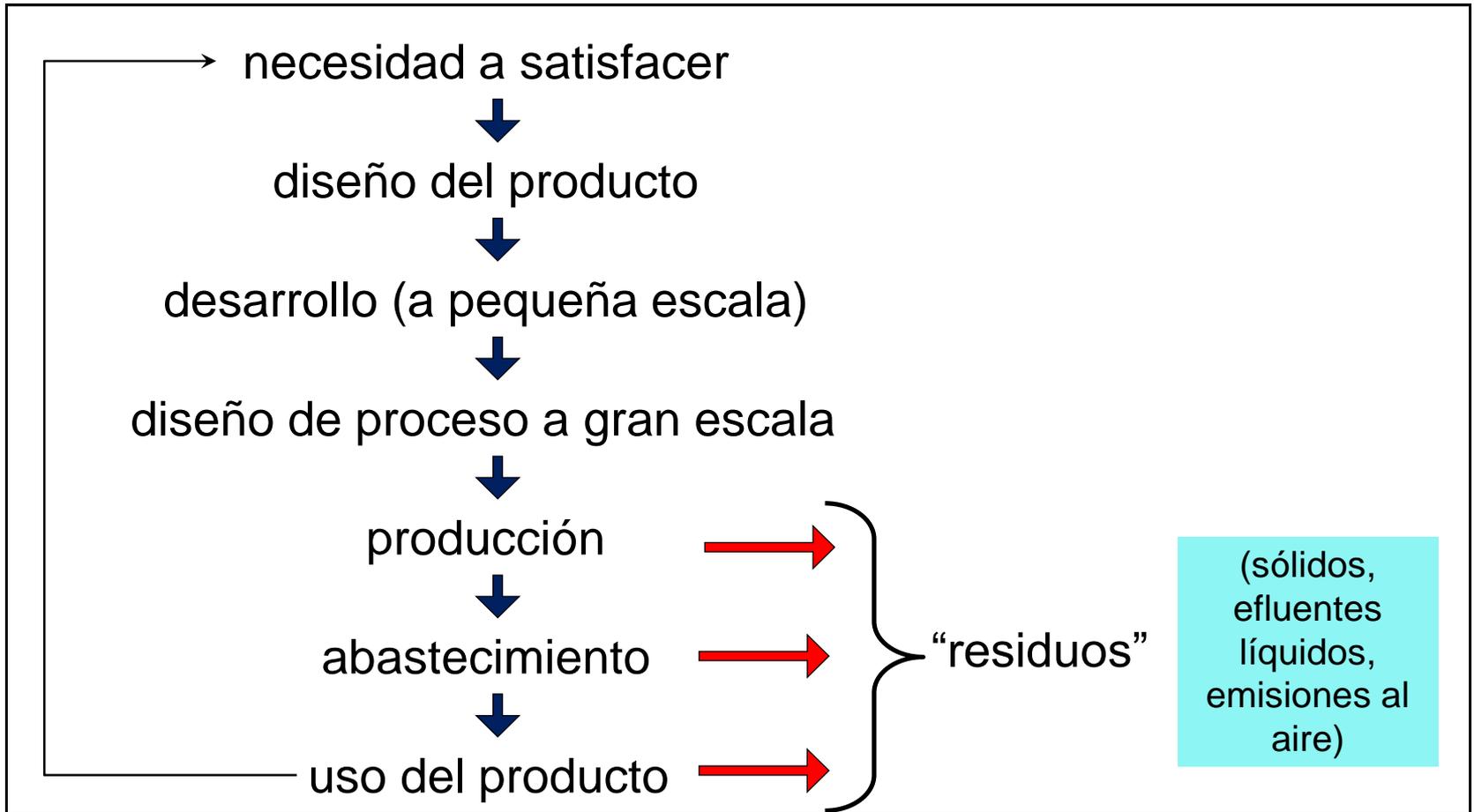
- La Ingeniería Química no sólo es útil para auxiliar en procesos de transformación cuyo objetivo es la obtención de productos que son útiles para la sociedad.

(También es útil para ayudar a combatir el impacto negativo que la contaminación pudiera estar causando sobre el ambiente)

# “Quienes son Generadores Residuos”

(sólidos, efluentes líquidos, emisiones al aire)

- “Nuestros” procesos de transformación (los realizados por el ser humano a gran escala).
- Otras actividades humanas (ajenas a la actividad industrial y a la Ingeniería Química)
- Otros procesos de transformación o eventos naturales



## ¿Qué hacer con los “residuos”?

1. Evitar que se produzcan
2. Reciclarlos
3. Valorizarlos
4. Disponerlos de manera segura y sustentable

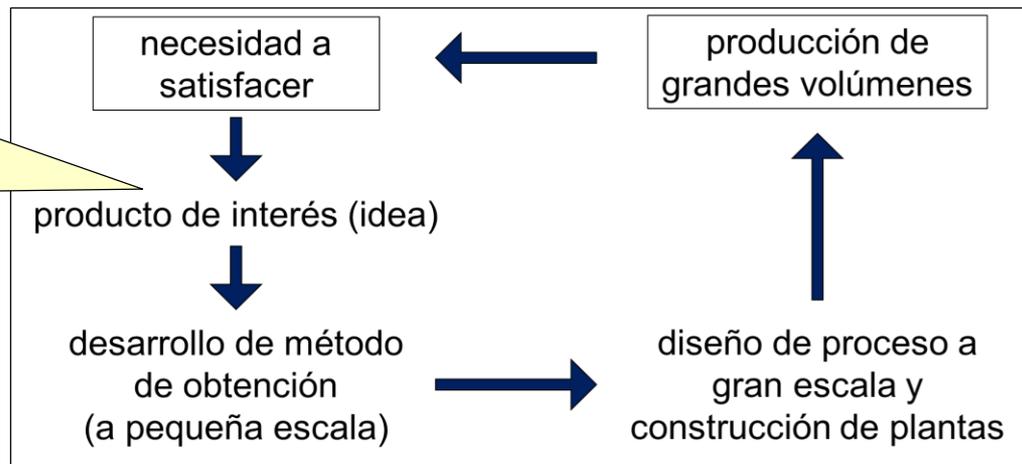
Tener esto presente en todas las etapas de “diseño”  
Poner cuidado en todas las etapas de operación

Acá hay trabajo para los IQs

# Disposición segura y sustentable de “residuos”

Dado un “residuo” que no puede ser reciclado ni valorizado, su disposición segura y sustentable es una “NECESIDAD A SATISFACER”

Producto “no nocivo”  
partiendo de “materias  
primas” que son residuos  
nocivos para el medio  
ambiente



# Disposición segura y sustentable de “residuos”

Dado un “residuo” que no puede ser reciclado ni valorizado, su disposición segura y sustentable es una “NECESIDAD A SATISFACER”

Muchas veces esta necesidad se satisface a través de procesos de transformación que convierten “residuos nocivos” en “materiales no nocivos” que pueden ser dispuestos en el medio ambiente.

Tanto el procesamiento de los residuos que se generan debido a operaciones presentes como la remediación del daño ya causado por operaciones pasadas, también es parte del campo de acción de la ingeniería química.