



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES

Unidad 3: Combustibles y aditivos



Ing. Christian Ismael Montaleza Guamán, M.Sc.



OBJETIVO DE LA UNIDAD



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- ❑ Entender los diferentes tipos de combustibles y aditivos utilizados en los motores automotrices, tales como gasolina, diésel y otros combustibles alternativos, así como las propiedades que influyen en su rendimiento y eficiencia.



CONTENIDO UNIDAD 3

3.1 Factores de los combustibles (poder calorífico, volatilidad, punto de inflamación).

3.2 Combustibles sintéticos.

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible.

3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción de emisiones mediante aditivos.

3.5 Aditivos para combustibles.

3.5.1 Clasificación de aditivos.

3.5.2 Funciones y aplicaciones en motores diésel y gasolina.

3.6 Octanaje.

3.7 Cetanaje.

3.1 Factores de los combustibles



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

En la ingeniería automotriz, el desempeño de un motor depende de manera directa de la calidad del combustible. Tres factores determinantes para su comportamiento son:

- Poder calorífico
- Volatilidad
- Punto de inflamación



Comprenderlos permite evaluar la eficiencia energética, seguridad operativa y compatibilidad del combustible con los sistemas de inyección modernos.

3.1 Factores de los combustibles

Poder Calorífico del Combustible

El **poder calorífico (PC)** es la cantidad de energía liberada por unidad de masa o volumen cuando un combustible se quema completamente.



3.1 Factores de los combustibles

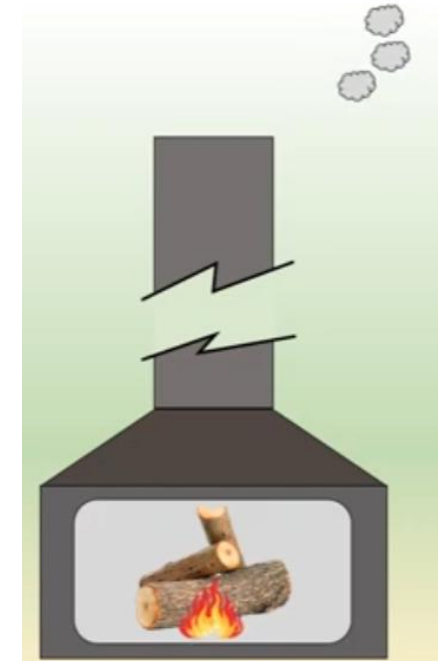
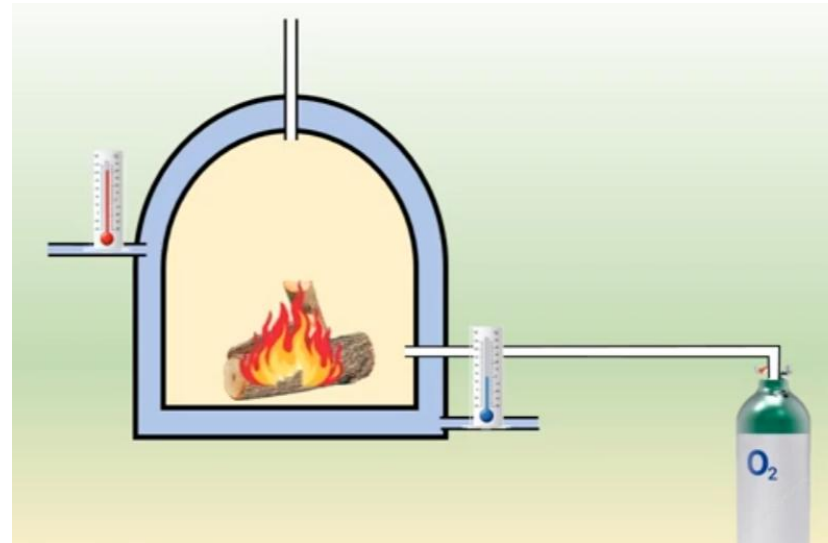
Poder Calorífico del Combustible

Tipos:

- **Poder Calorífico Superior (PCS):** Incluye el calor de condensación del vapor de agua.
- **Poder Calorífico Inferior (PCI):** No considera la energía del vapor de agua.

Este es el parámetro más usado en motores de combustión interna.

$$PC = \frac{Q}{m} \begin{cases} \text{Poder calorífico superior, PCS} \\ \text{Poder calorífico inferior, PCI} \end{cases}$$



3.1 Factores de los combustibles

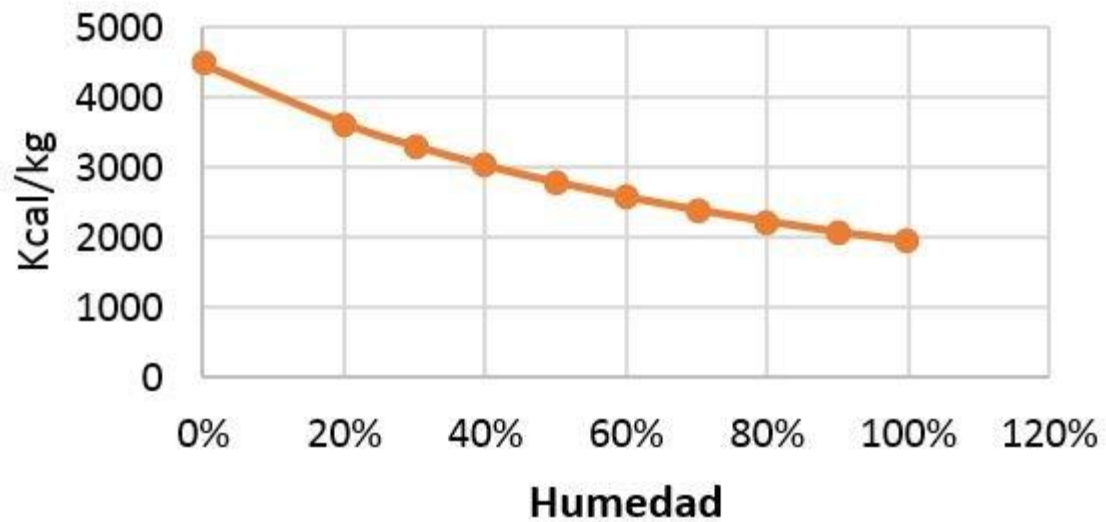
Poder Calorífico del Combustible

¿La humedad afecta el poder calorífico?

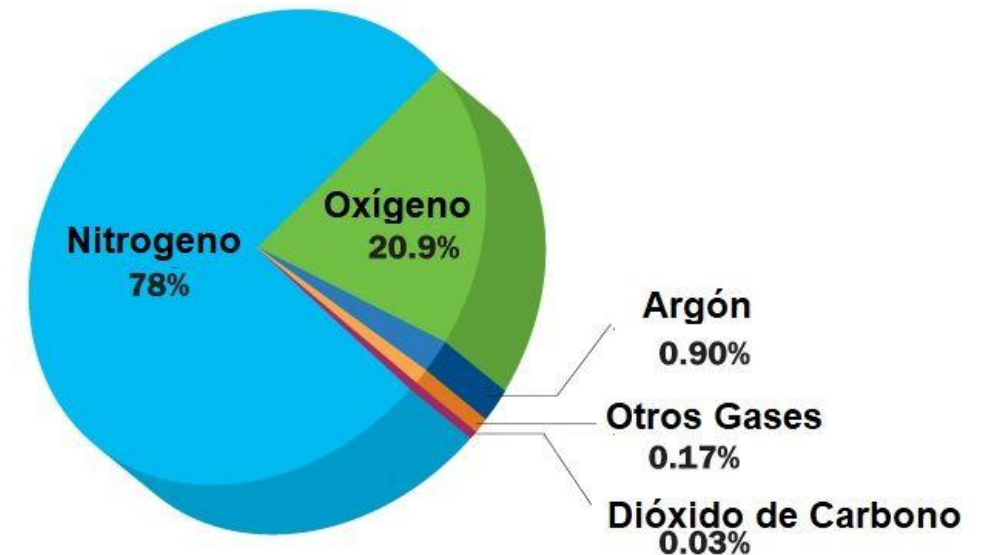


INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Poder Calorífico



COMPONENTES DEL AIRE



3.1 Factores de los combustibles

Poder Calorífico del Combustible



El poder calorífico de un combustible es la cantidad de **calor** liberado durante la **combustión** de una cantidad especificada. Puede expresarse de varias maneras:

- (1) energía/masa de combustible (kJ/kg)
- (2) energía/volumen de combustible (kJ/m³)
- (3) energía/mol de combustible (kJ/mol)

A mayor poder calorífico, mayor energía en el combustible.

Valores típicos:

Combustible	PCI aproximado
Gasolina	42–44 MJ/kg
Diésel	43–45 MJ/kg
Etanol	26–28 MJ/kg
Biodiésel	37–40 MJ/kg
Gas Natural	34–38 MJ/kg

Implicaciones en el motor

- Un combustible con **alto PCI** entrega mayor energía → mejor rendimiento.
- En biocombustibles el PCI suele ser menor → aumenta el consumo específico.

3.1 Factores de los combustibles

Poder Calorífico del Combustible

¿Por qué el etanol tiene menor poder calorífico que la gasolina?

✓ *Respuesta:* Porque su estructura molecular contiene oxígeno, lo que reduce la energía disponible por unidad de masa.



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

3.1 Factores de los combustibles



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Volatilidad del Combustible

Definición

La volatilidad es la capacidad del combustible para pasar de estado líquido a vapor. Es clave para la formación de mezcla aire–combustible.

En gasolina

Una volatilidad adecuada asegura:

- Arranque en frío
- Evaporación uniforme
- Prevención de bloqueos por vapor (vapor lock)



En diésel

La volatilidad es menor, pero debe ser suficiente para:

- Mejor atomización
- Combustión más limpia



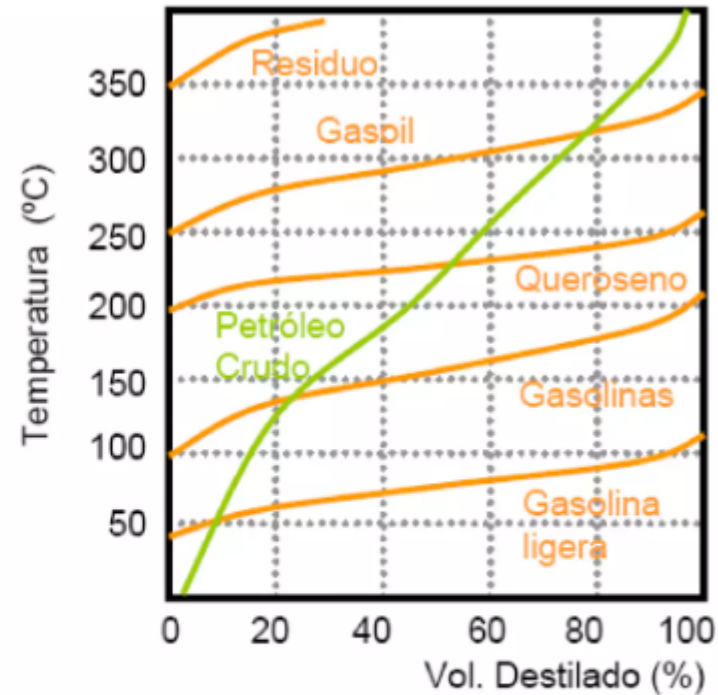
3.1 Factores de los combustibles

Volatilidad del Combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- Tendencia que presenta una sustancia a evaporarse en determinadas condiciones de presión y temperatura.
- Combustibles como mezclas de diferentes hidrocarburos → fracciones de dif. volatilidades. Se determina por la curva de destilación ASTM D-86



- Punto 10% excesivamente alto puede dar lugar a problemas de arranque en frío (gasolinas MEP). Si muy bajo excesiva evaporación.
- Punto 90% muy alto problemas de dilución de aceite y residuos en cámara de combustión (MEC y MEP)

3.1 Factores de los combustibles

Volatilidad del Combustible

¿Qué problema causa una gasolina con volatilidad demasiado alta en climas cálidos?

✓ *Respuesta:* Provoca “vapor lock”, interrumpiendo el flujo de combustible y generando fallas de encendido.



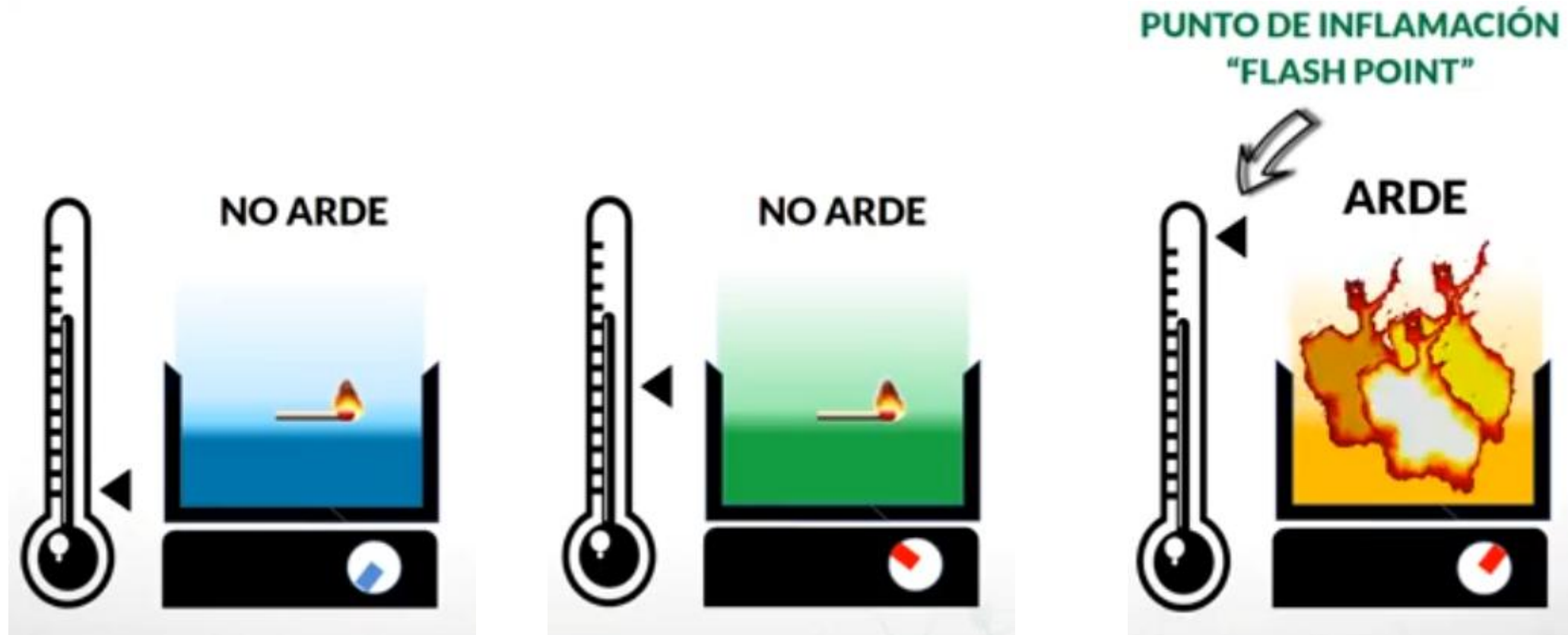
INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

3.1 Factores de los combustibles

Punto de inflamación del Combustible

Definición

El punto de inflamación es la temperatura mínima a la cual un combustible emite vapores capaces de inflamarse por una fuente externa.



3.1 Factores de los combustibles

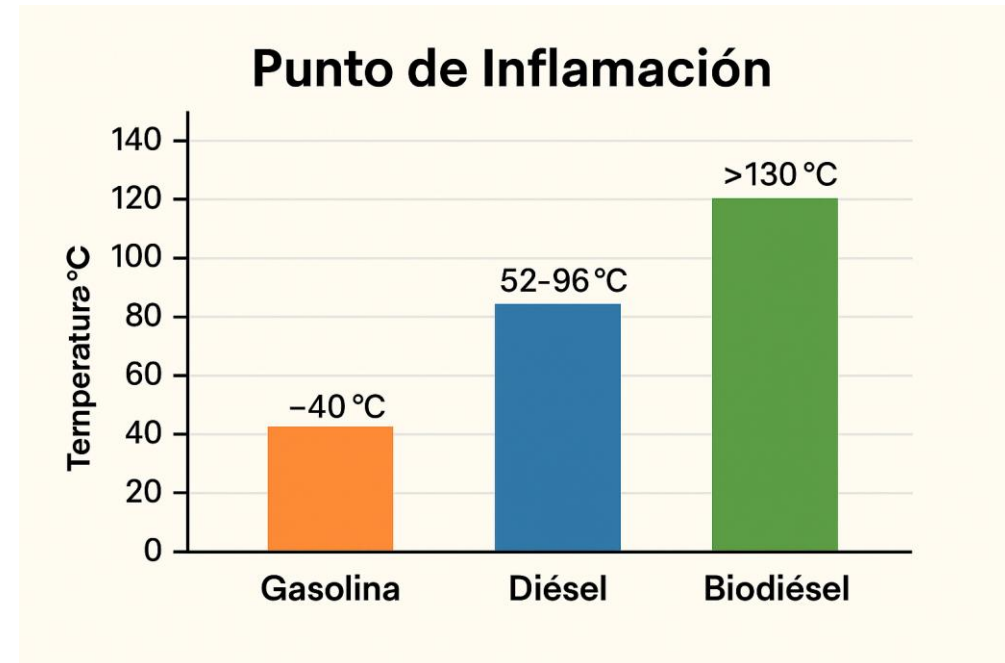
Punto de inflamación del Combustible

Valores típicos

Combustible	Punto de inflamación
Gasolina	-40 °C
Diésel	52-96 °C
Biodiésel	>130 °C
Alcohol etílico	12 °C

Interpretación:

- Gasolina → muy volátil → **alto riesgo de incendio.**
- Diésel → menos volátil → más seguro en manipulación.
- Biodiésel → combustible de bajo riesgo → adecuado para estándares ambientales.



3.1 Factores de los combustibles

Punto de inflamación del Combustible

¿Por qué el biodiésel tiene un punto de inflamación mayor que el diésel?

✓ *Respuesta:* Porque su estructura química (ésteres de ácidos grasos) es menos volátil y requiere mayor temperatura para liberar vapores combustibles.



3.1 Factores de los combustibles

Relación entre los tres factores

Factor	Impacto en el motor	Impacto en seguridad
Poder calorífico	Potencia, rendimiento, consumo	Bajo
Volatilidad	Atomización, formación de mezcla, arranque	Moderado–alto
Punto de inflamación	No influye directamente en rendimiento	Muy alto

Un combustible ideal para motores modernos requiere equilibrio entre:

- **Alto PCI** → eficiencia
- **Volatilidad adecuada** → mejor combustión
- **Punto de inflamación seguro** → prevención de accidentes

3.1 Factores de los combustibles



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Pregunta integradora:

Indique cuál de los siguientes combustibles es más seguro en almacenamiento y justifique según el punto de inflamación: gasolina, diésel o biodiésel.

Pregunta de análisis:

Si una gasolina presenta volatilidad muy bajo, ¿qué efecto tendría en el arranque en frío?

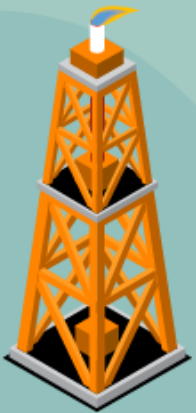
3.2 Combustibles Sintéticos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

¿Podemos vivir sin combustibles?

**¿Contamos con suficientes reservas de
petróleo?**



3.2 Combustibles Sintéticos

Introducción

Los **combustibles sintéticos**, también conocidos como **e-fuels**, son hidrocarburos líquidos o gaseosos producidos artificialmente a partir de **hidrógeno** y **dióxido de carbono (CO_2)** capturado. Son considerados **neutros en carbono**, ya que el CO_2 emitido en su combustión es el mismo que se capturó durante su producción.

Importancia en la ingeniería automotriz moderna

- Permiten descarbonizar el transporte sin reemplazar los motores actuales.
- Son compatibles con motores gasolina, diésel y turbinas aeronáuticas.
- Reducen emisiones sin alterar la infraestructura existente.



3.2 Combustibles Sintéticos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

¿Qué son los combustibles sintéticos?

Los **combustibles sintéticos** son combustibles fabricados mediante procesos químicos industriales, donde el **hidrógeno renovable (H₂)** reacciona con **CO₂** para generar hidrocarburos líquidos o gaseosos similares a los derivados del petróleo.

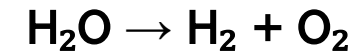
Tipos principales:

- E-gasolina
- E-diésel
- E-queroseno (para aviación)
- Metanol sintético
- Gas sintético (e-gas)

Materias primas esenciales

Hidrógeno verde (H₂)

Se obtiene mediante **electrólisis del agua**, usando energía 100% renovable.



Captura de CO₂

Puede provenir de:

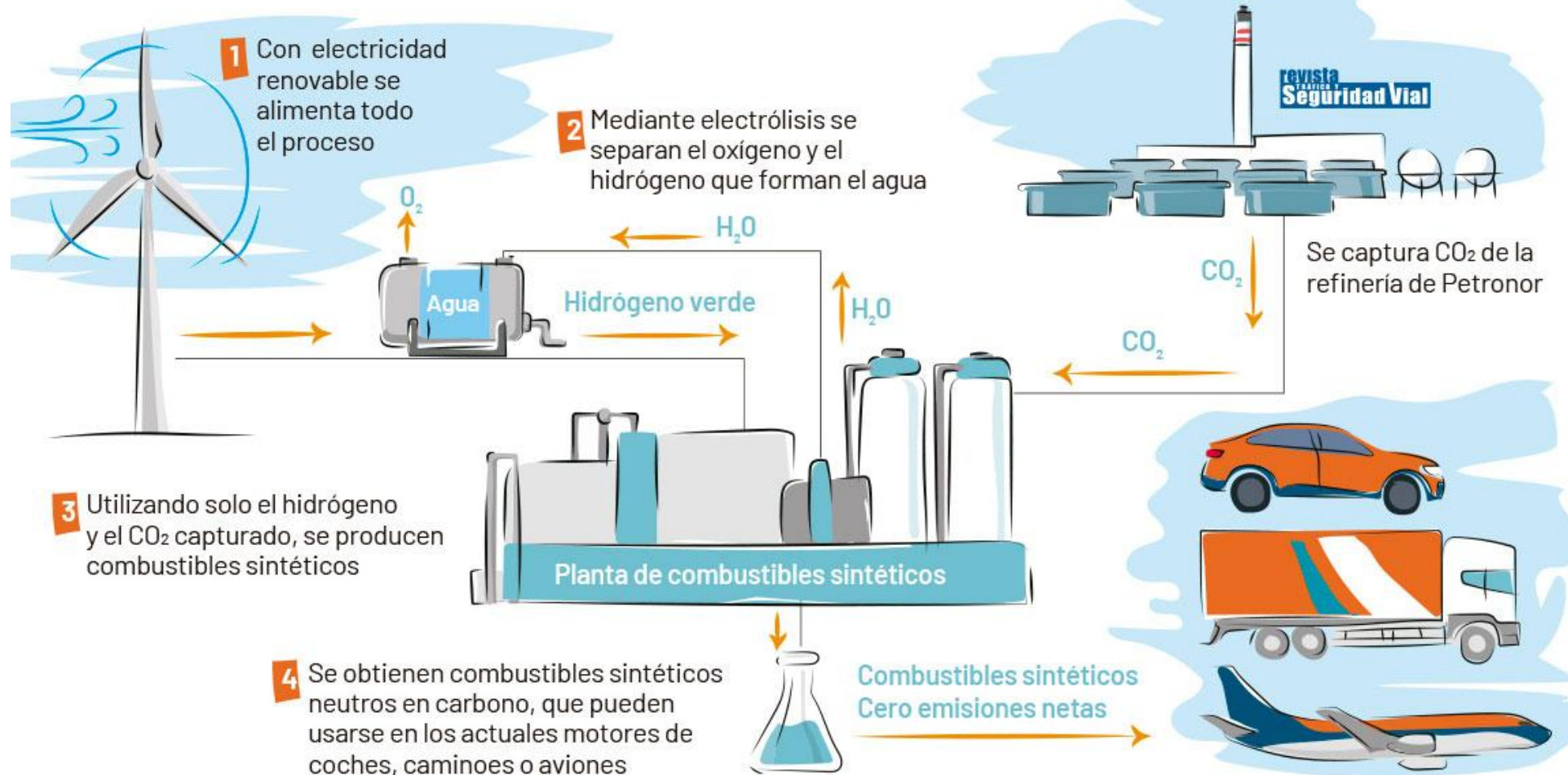
- Refinerías
- Plantas industriales
- Captura directa del aire (DAC)

La captura de CO₂ es esencial para lograr la **neutralidad de carbono**.

3.2 Combustibles Sintéticos

ASÍ SE PRODUCEN LOS **COMBUSTIBLES "0" EMISIONES NETAS**

Si los combustibles sintéticos que parten de CO₂ emitido en un proceso industrial se fabrican utilizando hidrógeno verde se convierten en 0 emisiones netas.

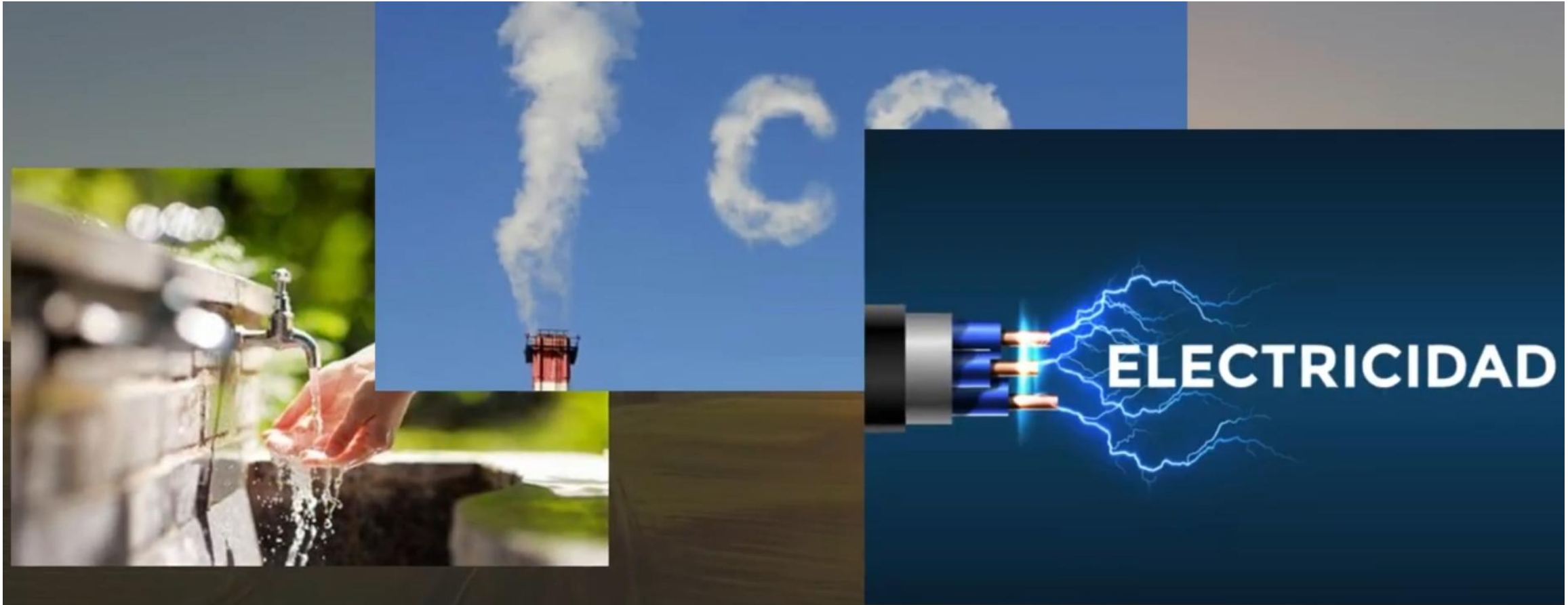


3.2 Combustibles Sintéticos

¿Cómo se obtiene?



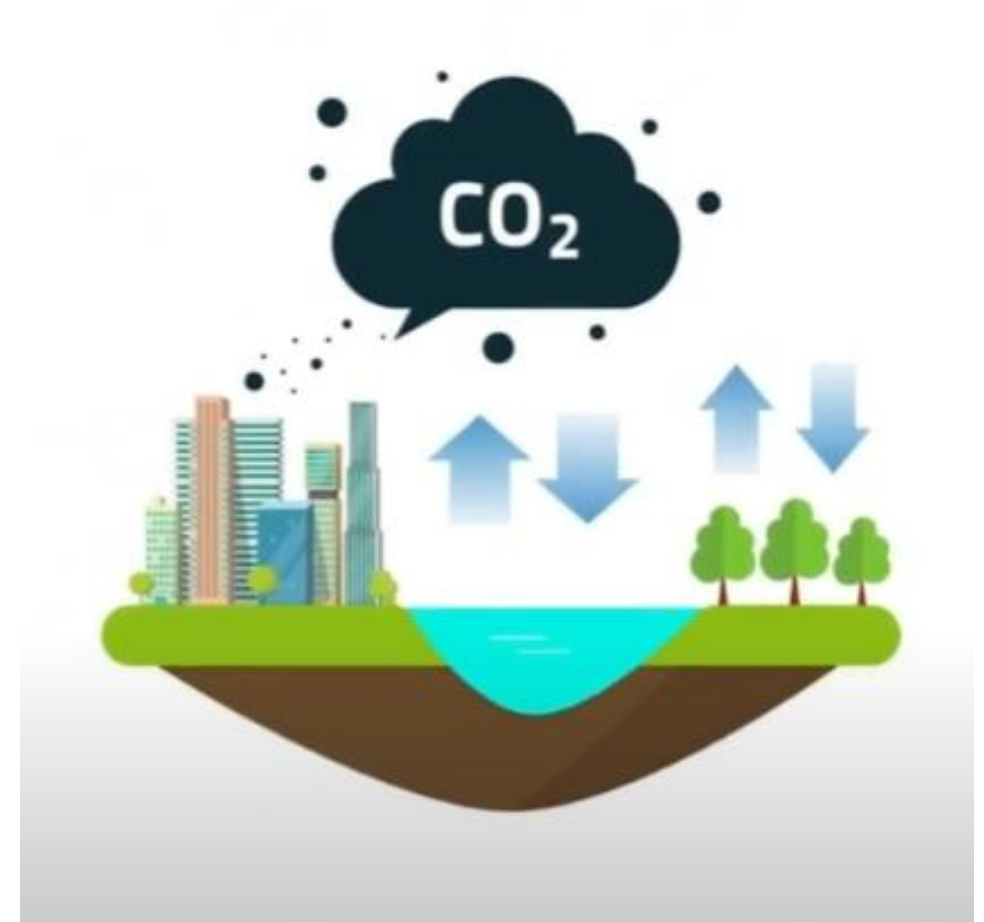
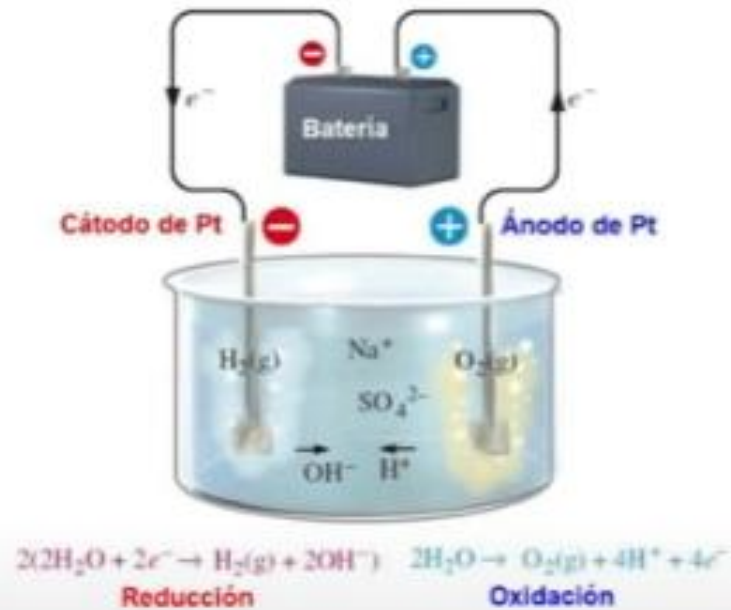
INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



Se necesita agua, CO2 y electricidad.

3.2 Combustibles Sintéticos

¿Cómo se obtiene?



La oxidación es el proceso en el que una sustancia:

- ✓ Pierde electrones
- ✓ Aumenta su número de oxidación
- ✓ Generalmente se combina con oxígeno o cede electrones

La reducción es el proceso en el que una sustancia:

- ✓ Gana electrones
- ✓ Disminuye su número de oxidación
- ✓ Generalmente se "reduce" al ganar electrones

3.2 Combustibles Sintéticos

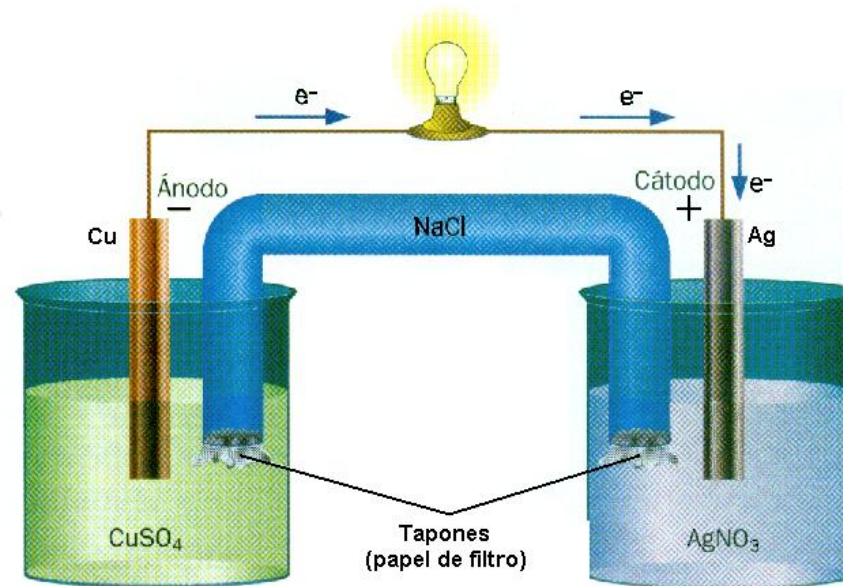
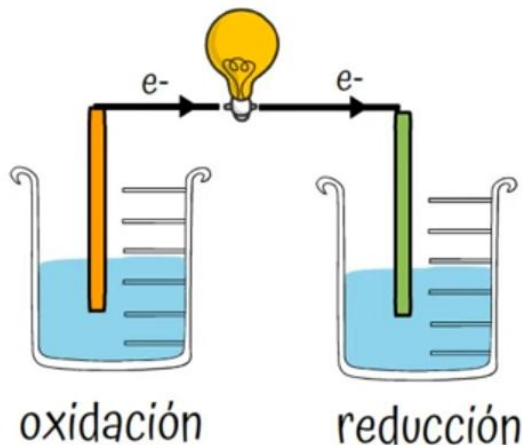
¿Qué es la electrolisis?

Electroquímica

Rama de la química que estudia la transformación entre la energía eléctrica y la energía química

Reacciones Espontaneas

Redox



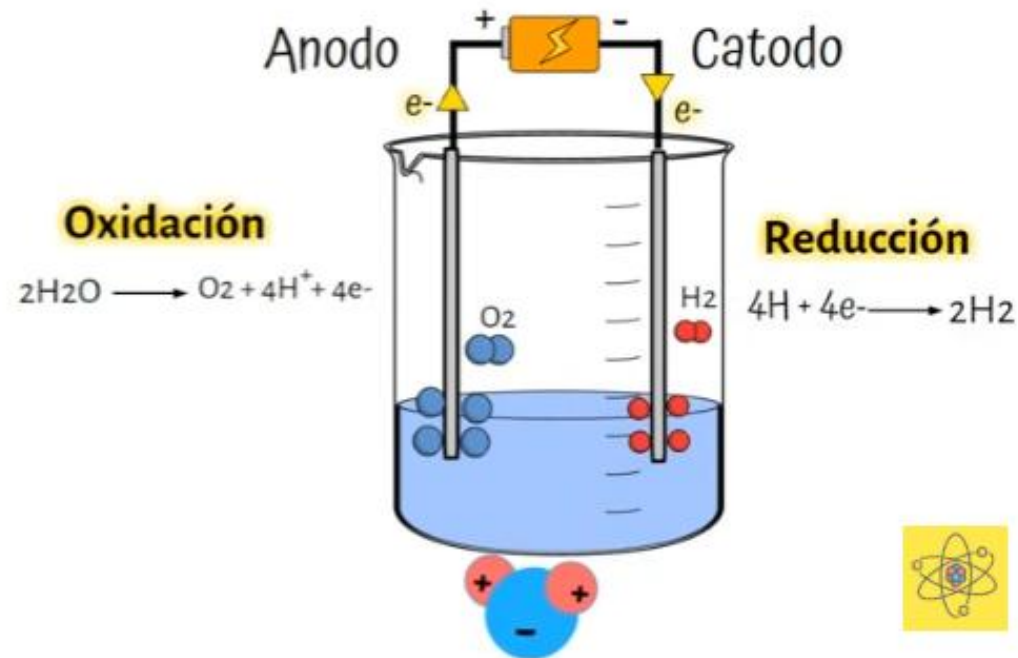
Electrolisis

Reacciones no Espontaneas

¿Qué es la electrolisis?

Electrolisis

Utiliza la energía eléctrica para inducir
Reacciones no Espontaneas



¿Qué es la electrolisis?

La electrólisis es un proceso químico que utiliza electricidad para separar los componentes de un compuesto, descomponiendo un electrolito a través de una corriente eléctrica

3.2 Combustibles Sintéticos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

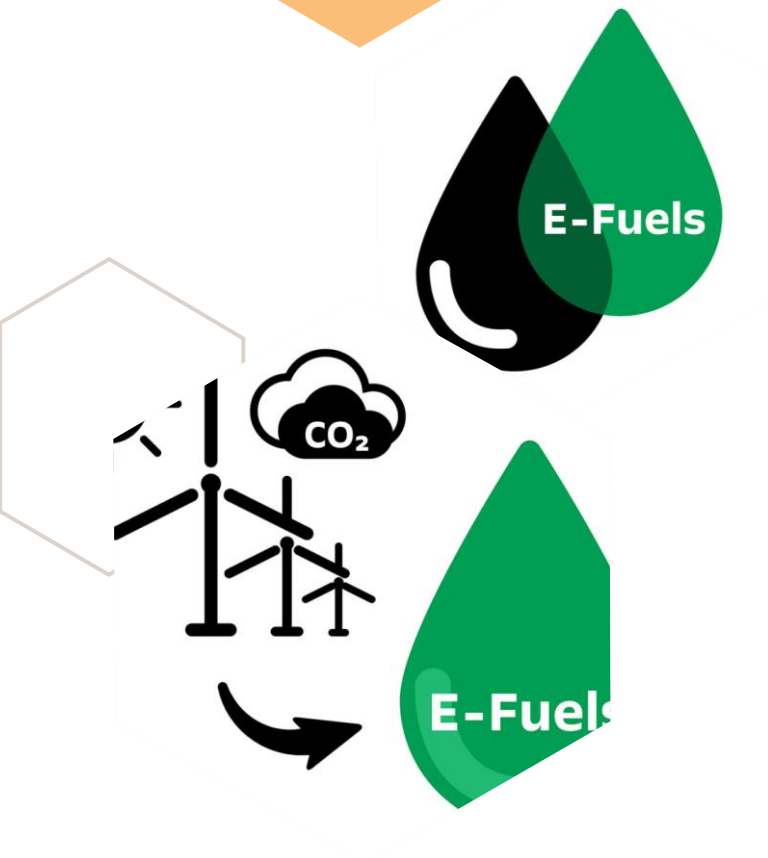
VENTAJAS

Ventajas ambientales

- Cero emisiones netas de CO₂.
- Uso de CO₂ como insumo → economía circular del carbono.
- Reducción de óxidos de azufre y material particulado.
- Baja huella ecológica si se usa energía renovable.

Ventajas técnicas

- Misma infraestructura de distribución (gasolineras).
- Compatibilidad total con motores actuales.
- Alto índice de octano y buen rendimiento.
- Reducción de dependencia de combustibles fósiles.



3.2 Combustibles Sintéticos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



Desventajas

Riesgos o limitaciones

- Alto costo de producción (actualmente mayor que combustibles fósiles).
- Requiera gran cantidad de energía renovable.
- Complejidad tecnológica de captura de CO₂.
- Aún baja disponibilidad a nivel global.



¿Cuál es la principal razón por la que los combustibles sintéticos aún no reemplazan totalmente a los combustibles fósiles?

✓ **Respuesta:** Su alto costo de producción y la necesidad de gran capacidad de energía renovable.

Usos

- Gasolina sintética
- Diésel sintético
- Queroseno sintético
- Gas de síntesis (combustible gaseoso)



3.2 Combustibles Sintéticos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Si todos los combustibles sintéticos se obtienen de la materia prima $H_2 + CO_2$ ¿cómo se obtienen los diferentes tipos de combustibles e-gasolina, e-diésel, e-queroseno?

Etapas 4 – Síntesis de combustibles

A través de procesos como:

- Fischer-Tropsch
- Síntesis de metanol
- Metanación (Sabatier)

Proceso	Reactivos	Producto principal	Tipo de combustible resultante	Catalizador es típicos	Uso final
Fischer–Tropsch	$CO + H_2$	Hidrocarburos largos	E-gasolina, E-diésel, E-queroseno	Fe, Co	Autos, camiones, aviones
Síntesis de metanol	$CO_2/CO + H_2$	CH_3OH	Metanol sintético / base para gasolina	Cu, ZnO	Combustibles, industria
Metanación (Sabatier)	$CO_2 + H_2$	CH_4	E-gas (metano sintético)	Ni	Motores a gas / redes GN

3.2 Combustibles Sintéticos

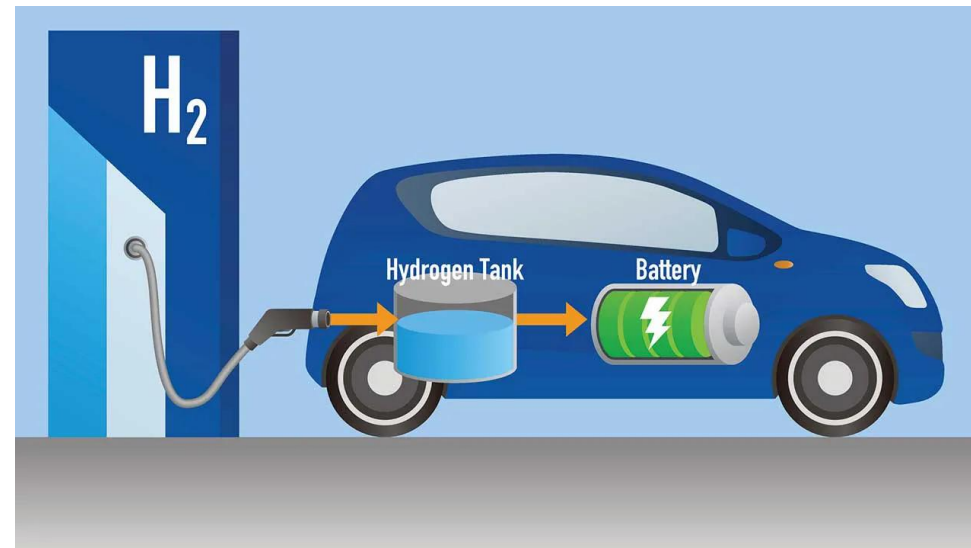
TABLA COMPARATIVA DE LOS PRINCIPALES COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Tipo de combustible	Materias primas	Proceso de síntesis	Propiedades clave	Uso principal	Diferencia distintiva
E-gasolina	H ₂ + CO ₂	Fischer–Tropsch + craqueo/isomerización	Alto octanaje, alta volatilidad	Motores gasolina	Igual a gasolina fósil pero sin contaminantes (azufre, aromáticos)
E-diésel	H ₂ + CO ₂	Fischer–Tropsch	Alto cetano, baja emisión de PM	Motores diésel	Combustión más limpia y estable que el diésel fósil
E-queroseno	H ₂ + CO ₂	Fischer–Tropsch o síntesis de alcoholes	Alto punto de inflamación, baja congelación	Aviación (Jet A/A1)	Cumple normas aeronáuticas y permite 100% reemplazo
Metanol sintético	H ₂ + CO ₂	Síntesis de metanol (Cu/Zn catalizadores)	Oxigenado, baja viscosidad, bajo PCI	Motores adaptados, barcos, industria química	Sirve como base para producir gasolina sintética
Gas sintético (E-gas)	H ₂ + CO ₂	Reacción Sabatier	CH ₄ puro, alta relación H/C	Motores a gas, redes de GN	Almacena energía renovable en forma de metano sintético

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

El hidrógeno (H_2) es el vector energético más prometedor para lograr una movilidad de cero emisiones en vehículos que requieren gran autonomía, abastecimiento rápido y alta densidad energética.

En los vehículos, el hidrógeno no se quema en un motor convencional, sino que se utiliza para generar electricidad mediante una pila de combustible (Fuel Cell), la cual alimenta uno o varios motores eléctricos.



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



EL HIDRÓGENO COMO
COMBUSTIBLE
CONTIENE MAYORES
PRESTACIONES
POTENCIALES EN
RELACIÓN ENERGÍA Y
PESO QUE
CUALQUIER OTRO
COMBUSTIBLE,
ADEMÁS GENERA UNA
EMISIÓN MÍNIMA, YA
QUE SÓLO LIBERA
VAPOR DE AGUA EN
SU COMBUSTIÓN.

FUNCIONAMIENTO

1

- Los motores de hidrógeno funcionan gracias a una reacción química que se produce, después de que se crea la energía necesaria para poner en funcionamiento el vehículo.

2

- Se combinan tanto el hidrógeno como el aire que son constantemente introducidos en el motor.

3

- A partir de la combinación de estos, se produce la electricidad necesaria para mover el vehículo y también el agua, que saldrá en estado gaseoso por los tubos de escape del vehículo.

COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DEL MOTOR DE HIDRÓGENO



El motor de hidrógeno está compuesto de dos partes:



Las células de combustible o pila de combustible que hace que se produzca electricidad a partir del hidrógeno.



El motor eléctrico que hace posible el movimiento del coche. El motor eléctrico es habitual en nuestro entorno.

TIPOS DE MOTORES

Motores de hidrógeno de combustión interna:

Características constructivas similares a los motores de combustión interna convencionales.



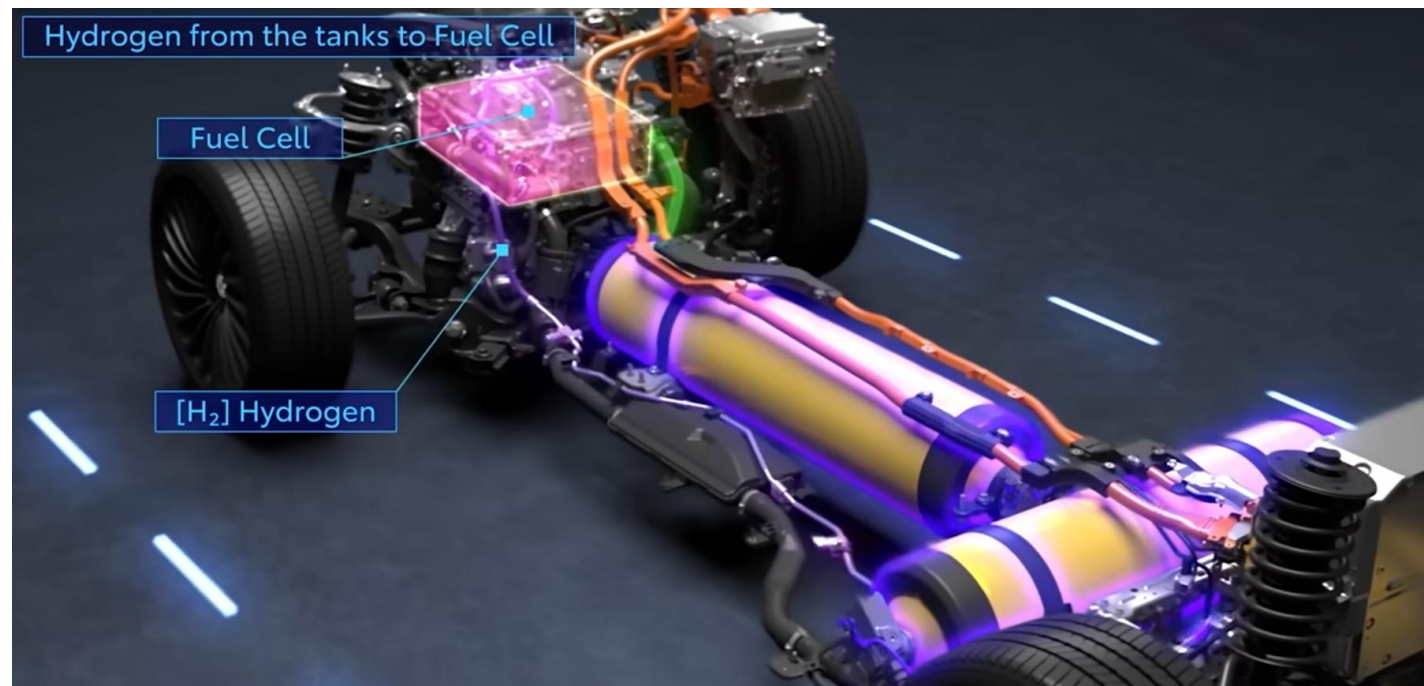
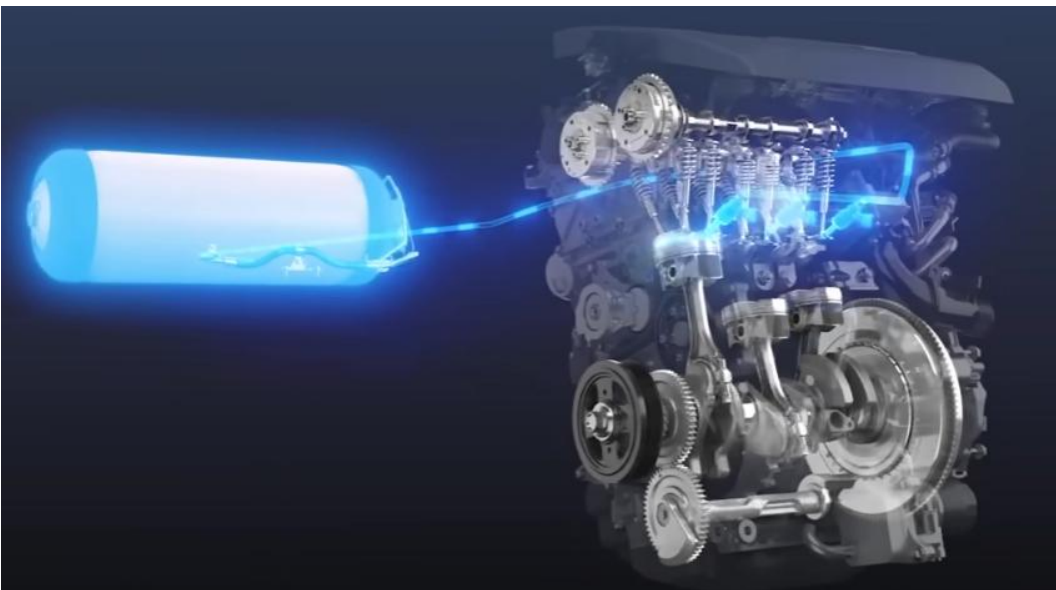
Motores eléctricos con celdas de hidrógeno de combustible.

Características constructivas diferenciales con motor eléctrico alimentado por medio de "celdas de combustible"

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

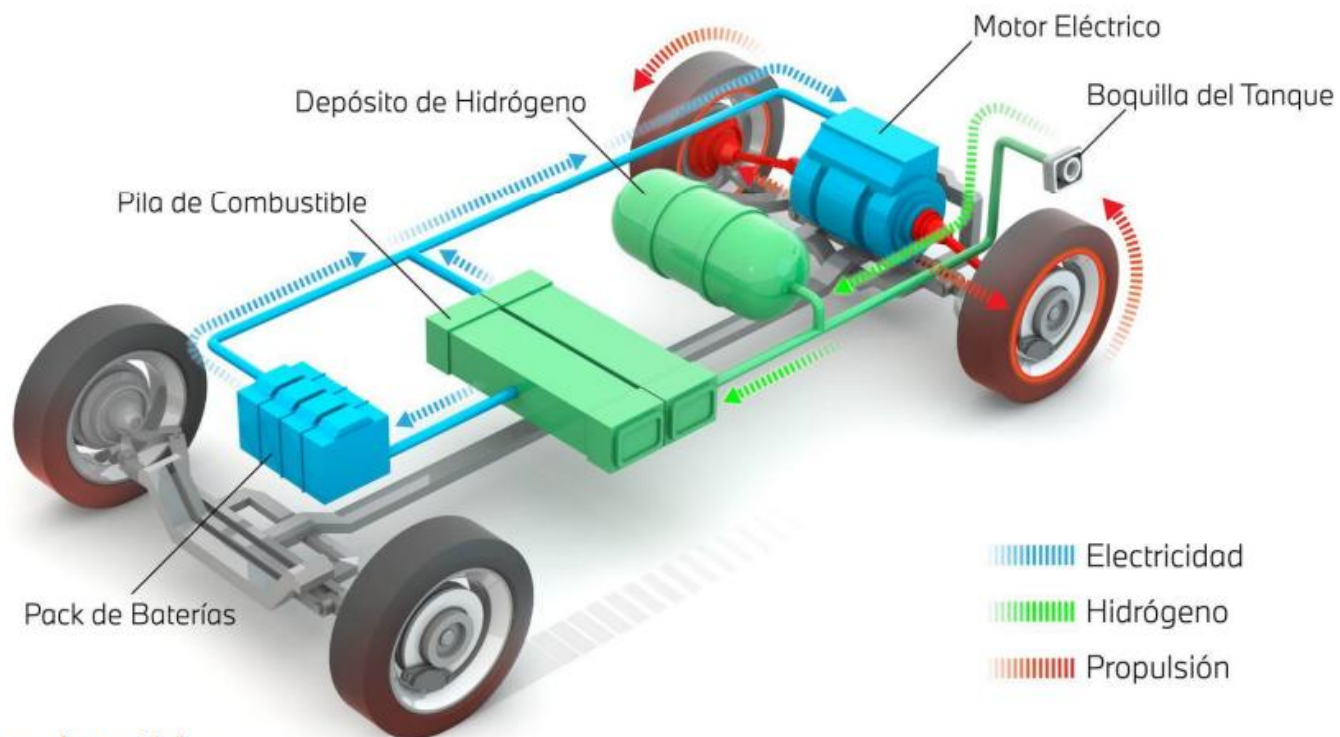


3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO





Boquereles especiales

Pila de combustible



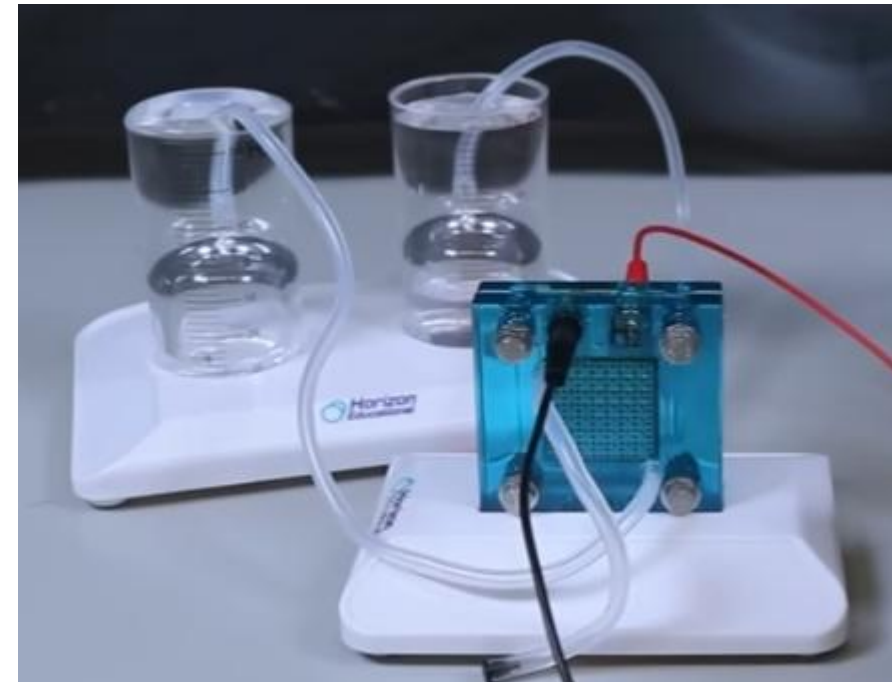
Depósitos de H₂



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

¿Qué es una pila de combustible? (Fuel Cell)

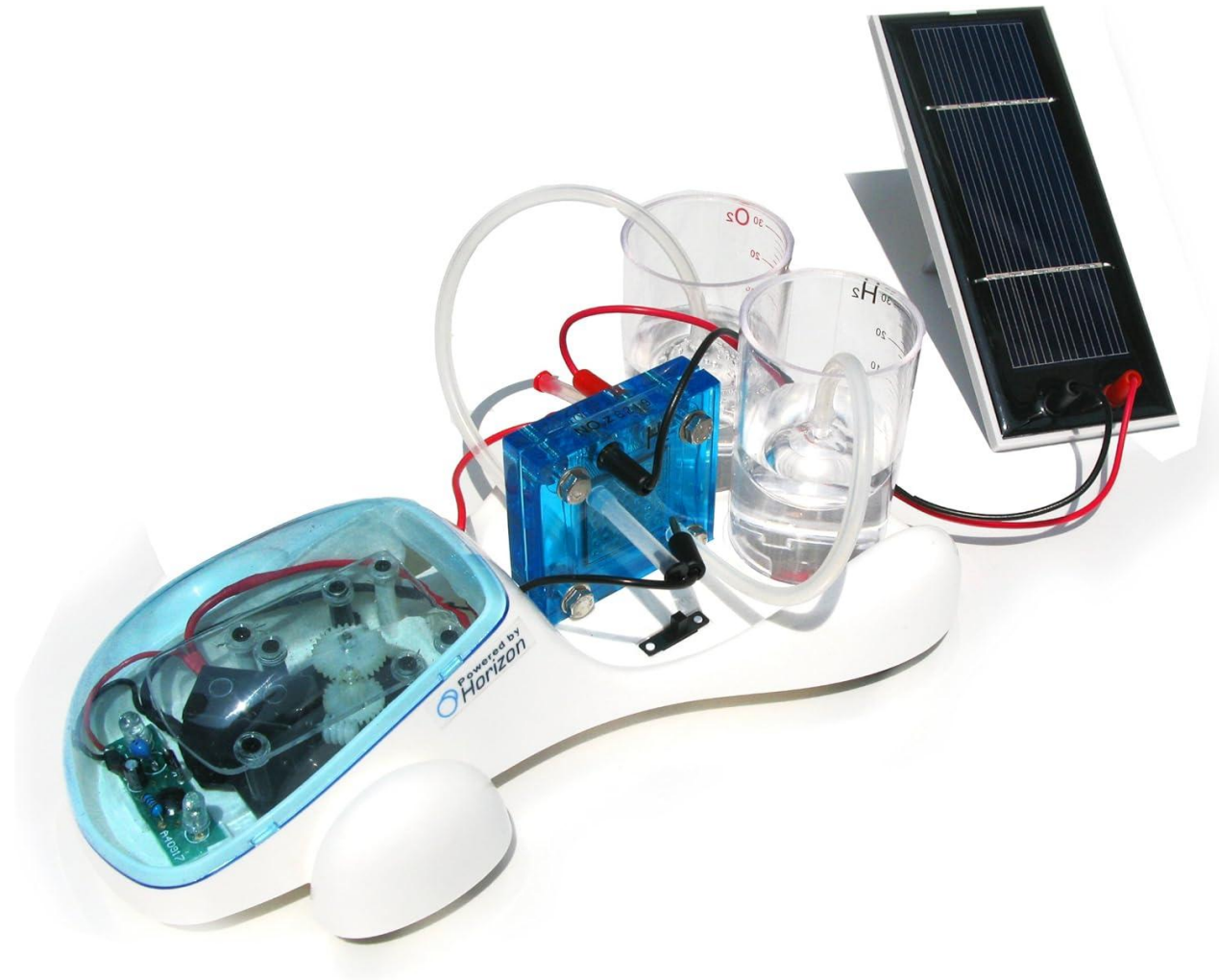
Dispositivo electroquímico que convierte hidrógeno y oxígeno en electricidad, sin combustión y sin emisiones contaminantes.



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

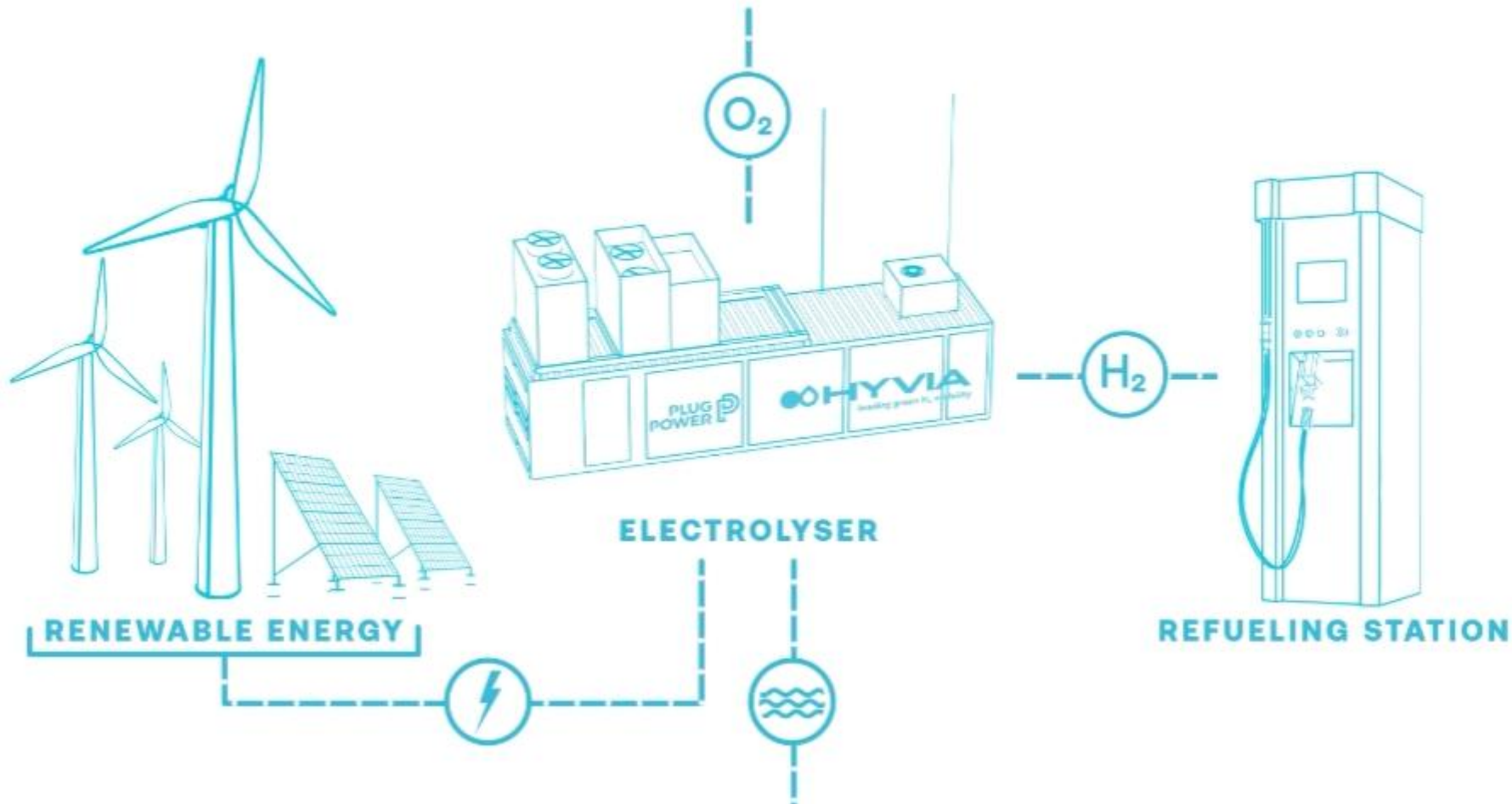


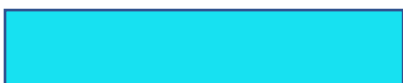
INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

CARBON-FREE **MOBILITY**

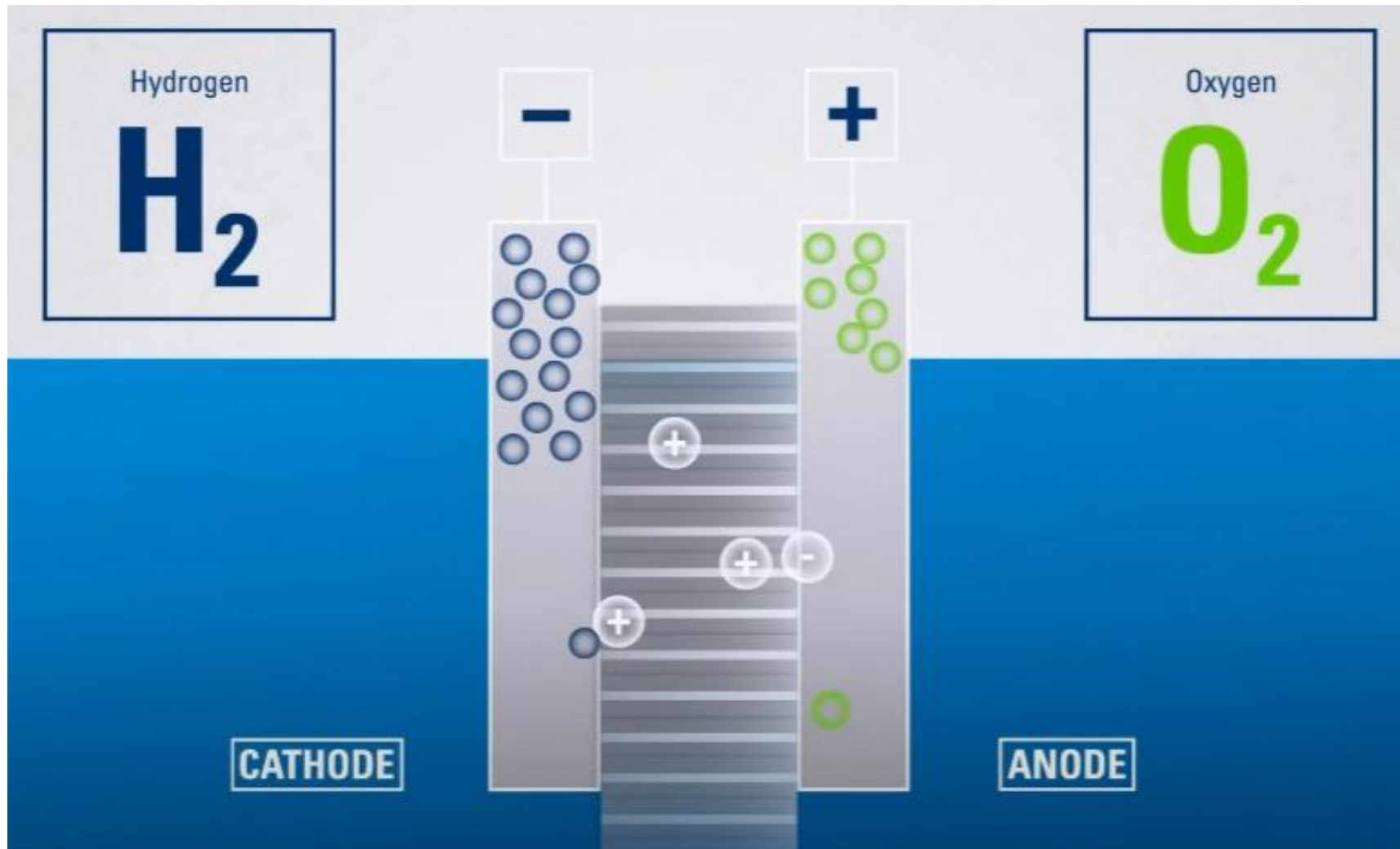


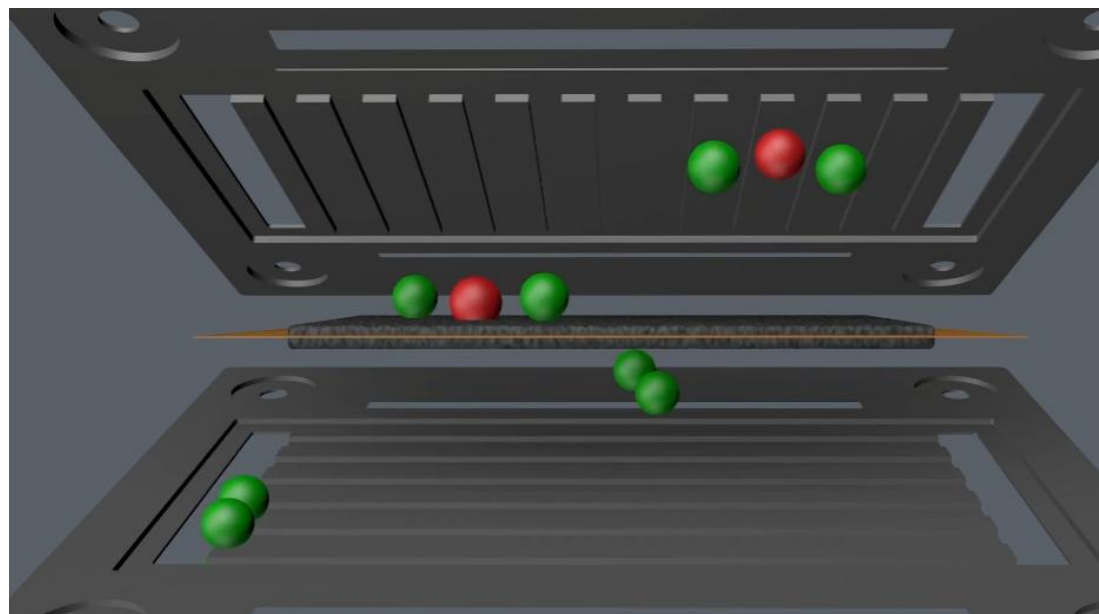
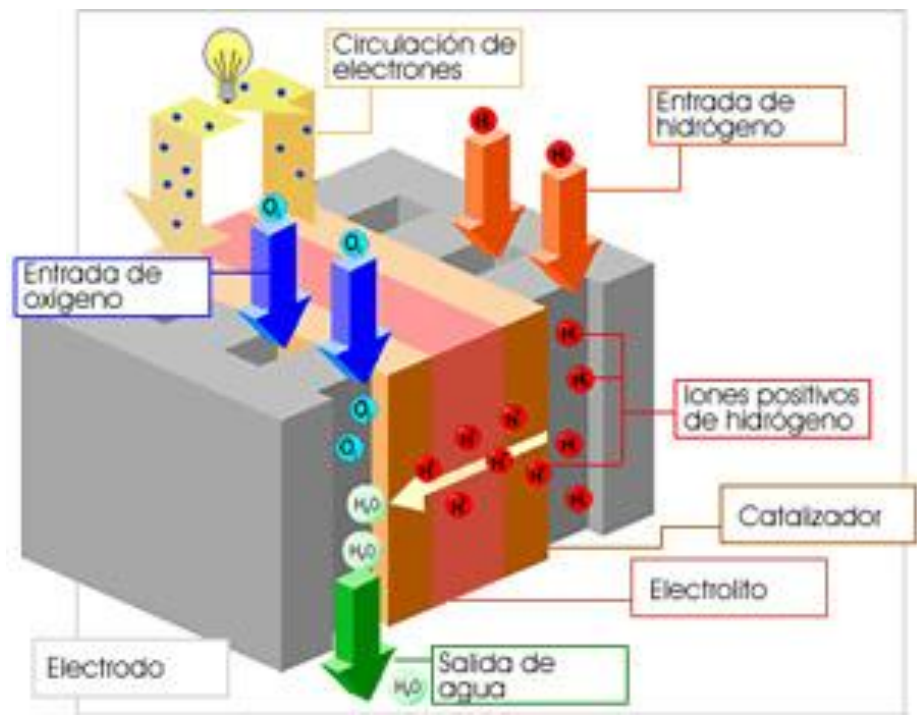
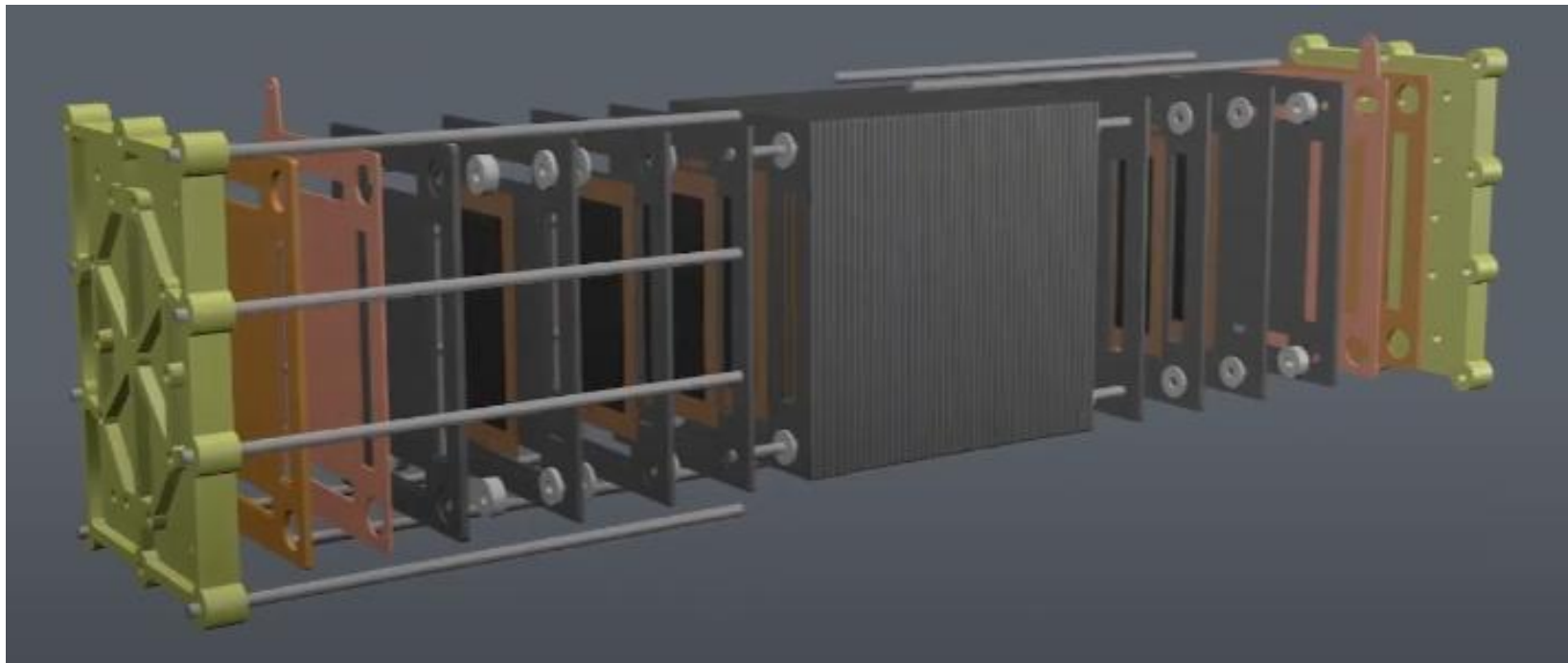
- 
Gas Natural e Hidrocarburos
- 
Captura del CO2 generado
- 
Elimina las emisiones CO2
- 
Electrólisis H2O

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

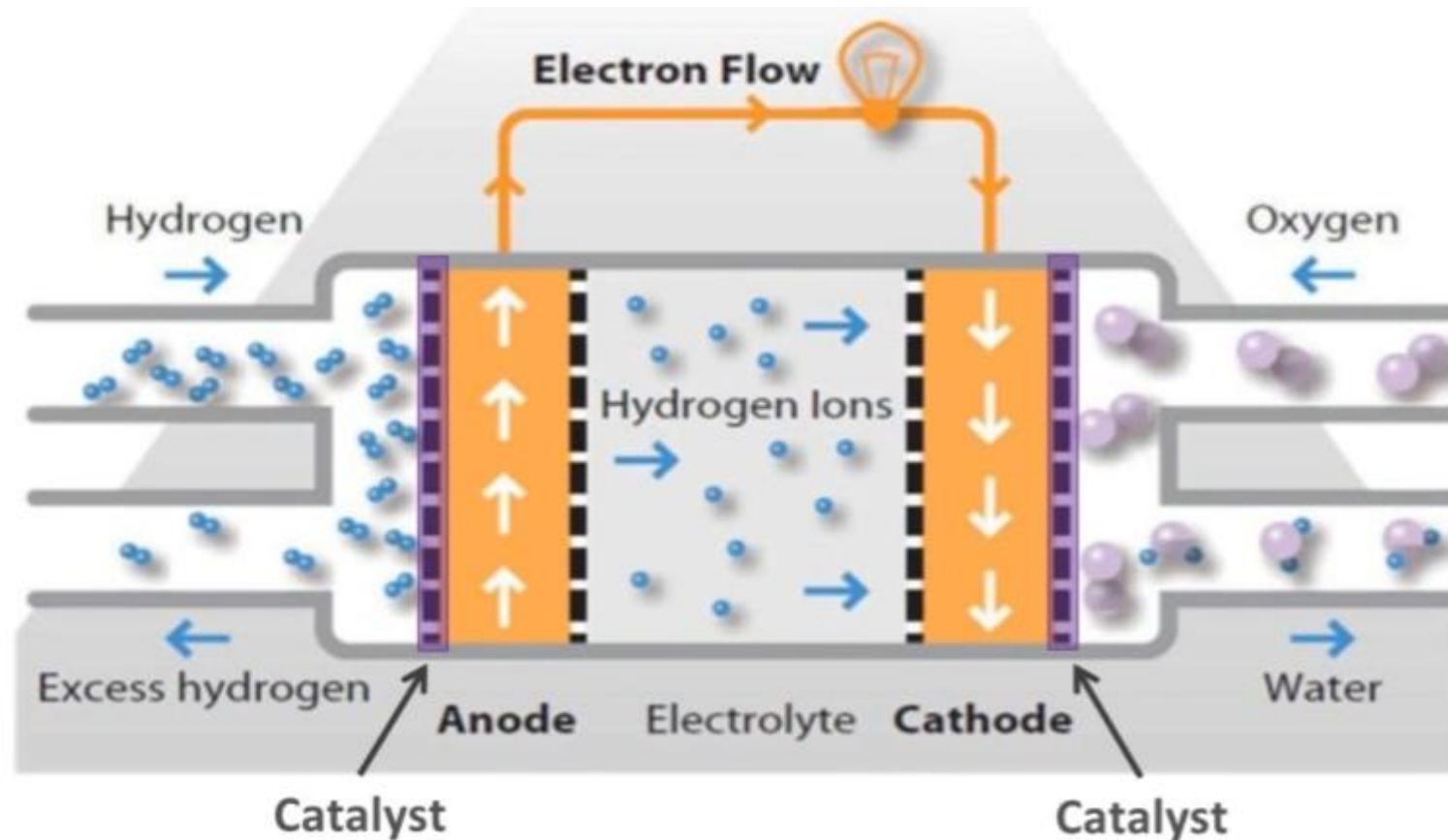


INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

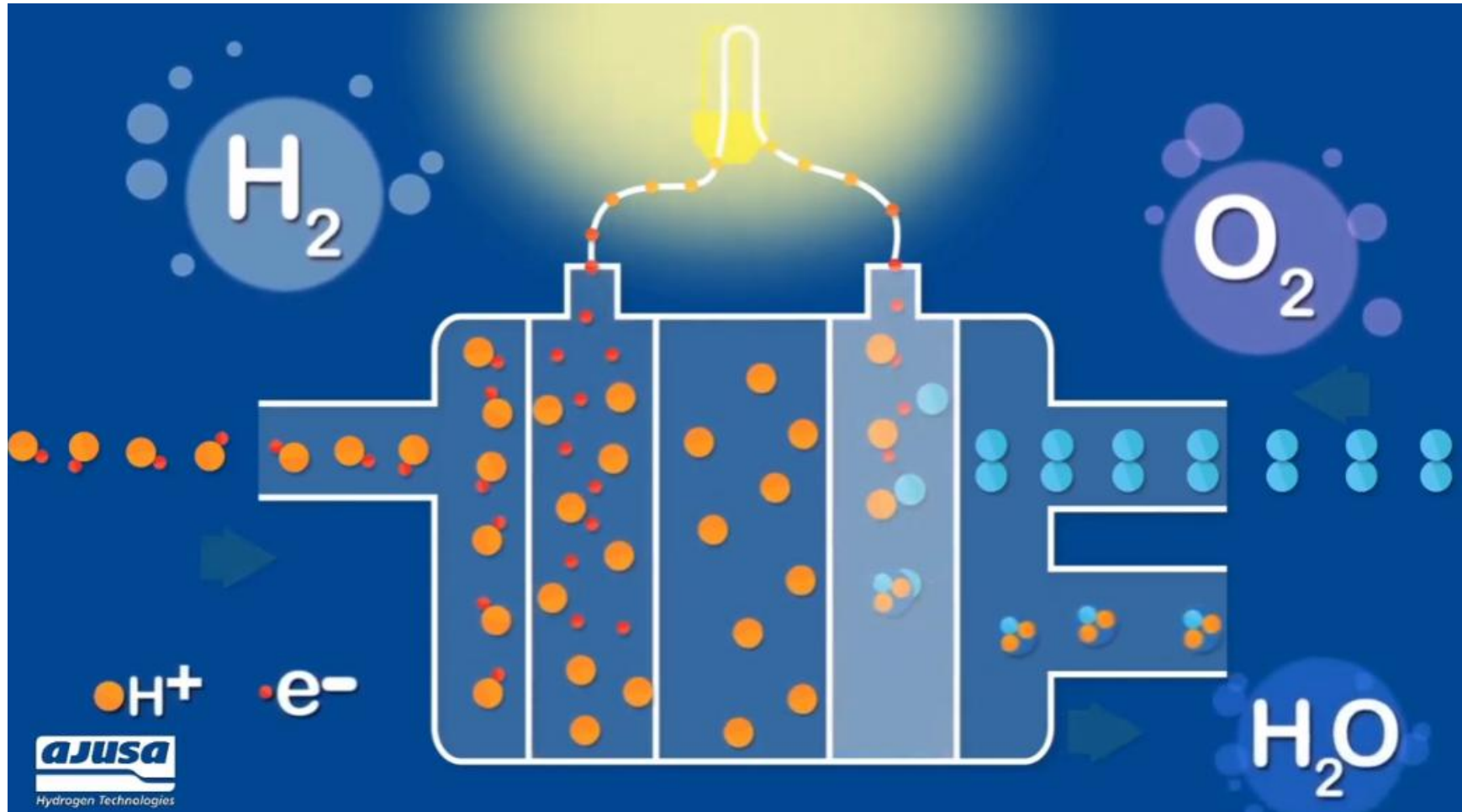




3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- **VENTAJAS**

- Altas eficiencias en la utilización del combustible.
- Emisión cero de contaminantes.
- Reducción del peligro medioambiental inherente de las industrias extractivas.
- Funcionamiento silencioso.
- Admisión de diversos combustibles.
- Altas densidades energéticas.
- Bajas temperaturas y presiones de operación.
- Flexibilidad de emplazamiento.
- Carácter modular.
- Simplicidad del dispositivo.
- Seguridad energética
- Independencia de la red de suministro energético



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

- **DESVENTAJAS**
- La producción del hidrógeno resulta muy costosa al no ser éste una fuente primaria.
- La obtención del hidrógeno puro supone un precio elevado.
- Alto coste destinado a los sistemas de almacenamiento y suministro (de hidrógeno, metanol o gas natural).
- Elevado gasto energético para licuar el hidrógeno.
- La producción no es en masa.
- Aun es una tecnología emergente.
- Limitaciones en el tamaño.





3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

Almacenamiento del hidrógeno en vehículos

El hidrógeno es muy liviano, por lo que se almacena comprimido:

- 350 bar → vehículos pesados
- 700 bar → automóviles

Características de los tanques:

- Construidos en fibra de carbono.
- Resisten choques y perforaciones.
- Cuentan con válvulas de seguridad.

Pregunta:

¿Por qué el hidrógeno debe almacenarse a tan alta presión?

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

Comparación entre vehículos eléctricos a batería y vehículos de hidrógeno

Característica	Eléctrico a batería (BEV)	Vehículo de hidrógeno (FCEV)
Recarga	Lenta (30–60 min)	Rápida (3–5 min)
Autonomía	250–500 km	500–700 km
Peso del sistema	Alto (baterías)	Bajo (tanques + pila)
Eficiencia	Alta	Media
Emisiones locales	Cero	Cero
Aplicación ideal	Autos pequeños, ciudad	Camiones, buses, larga distancia

Pregunta:

¿Si es tan bueno porque no se utiliza más en vehículos?

3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

Aplicaciones actuales

Vehículos comerciales:

- Toyota Mirai (automóvil)
- Hyundai Nexo
- Camiones Hydrogen Fuel Cell de Hyundai y Daimler
- Buses urbanos de hidrógeno (Europa y Asia)
- Trenes Alstom Coradia iLint



3.3 Hidrógeno en vehículos con pila de combustible

Pregunta de análisis:

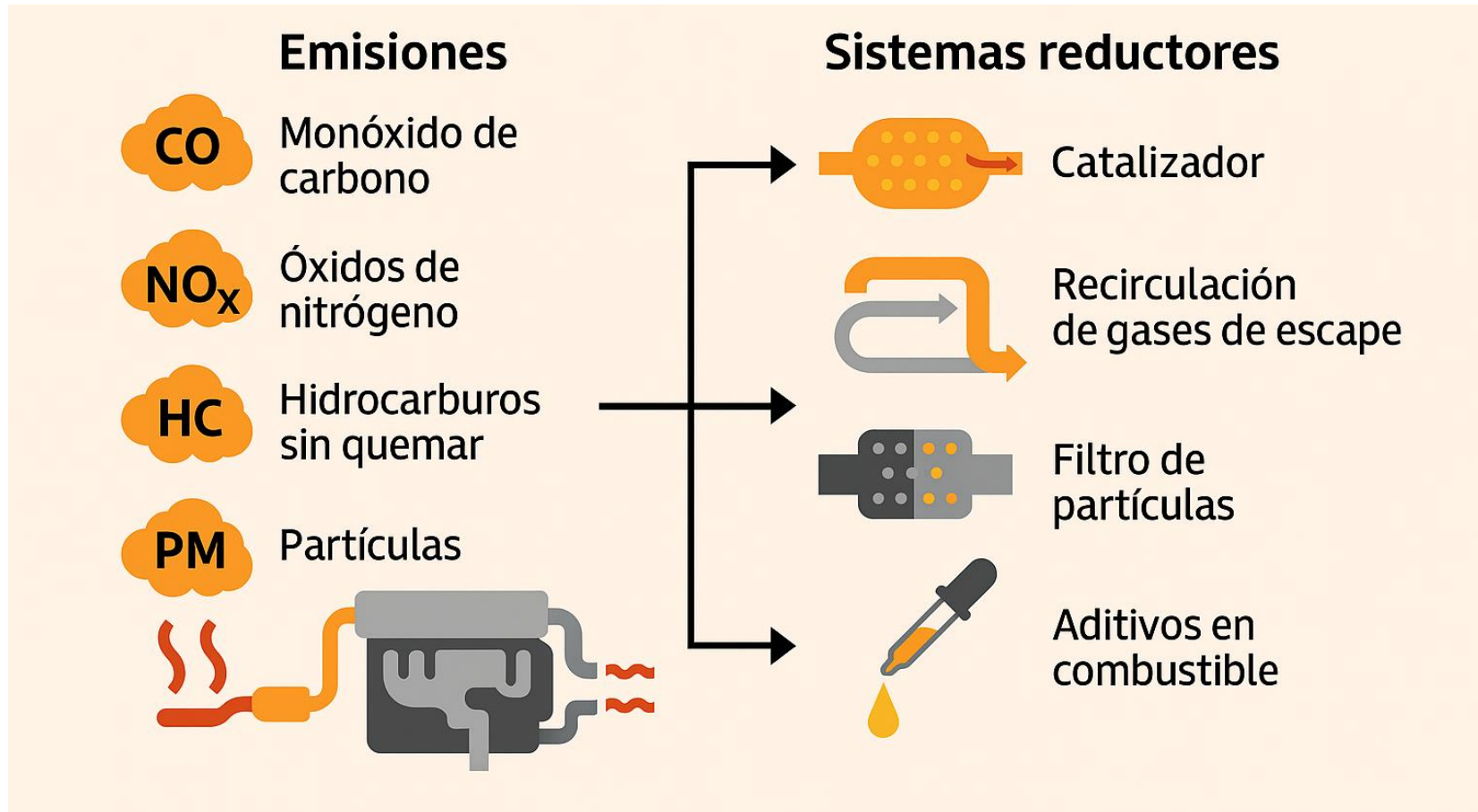
Explique por qué un vehículo de hidrógeno también utiliza una batería interna.

Describa la reacción electroquímica que ocurre dentro de una pila de combustible.

3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción

Principales contaminantes generados

Contaminante	Origen	Impacto
CO (monóxido de carbono)	Combustión incompleta	Tóxico para humanos, reduce el transporte de oxígeno
HC (hidrocarburos no quemados)	Evaporación, mala ignición	Precursores del smog, irritación respiratoria
NOx (óxidos de nitrógeno)	Altas temperaturas de combustión	Lluvia ácida, ozono troposférico
SO ₂ (dióxido de azufre)	Presencia de azufre en el combustible	Lluvia ácida y corrosión
PM (material particulado)	Incompleta atomización del diésel	Daños pulmonares, cáncer
CO ₂ (dióxido de carbono)	Producto de la combustión completa	Gas de efecto invernadero
Aromáticos y benceno	Gasolinas con altos compuestos aromáticos	Carcinogénicos

3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

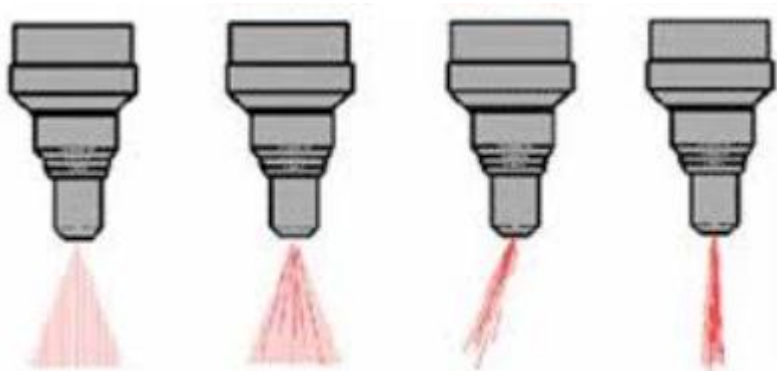
Pregunta de análisis:

¿Qué contaminante es producto de una combustión incompleta y perjudica el transporte de oxígeno en la sangre?

3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción

Factores que incrementan las emisiones contaminantes

- Combustión incompleta.
- Calidad deficiente del combustible (alto azufre, agua, sedimentos).
- Mala atomización en inyectores.
- Baja relación aire–combustible.
- Desgaste de bujías, filtros y EGR.
- Motores mal calibrados.



3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción

Estrategias para reducir las emisiones mediante aditivos

1. ADITIVOS

Los aditivos se incorporan en bajas concentraciones al combustible y permiten:

- Mejorar la combustión.
- Reducir contaminantes.
- Proteger componentes.
- Incrementar eficiencia.

Se dividen en gasolina y diésel.



3.4 Impacto ambiental de los combustibles y estrategias de reducción

Estrategias para reducir las emisiones mediante aditivos

2. ESTRATEGIAS NO QUÍMICAS

Sistemas anticontaminación

- **Catalizadores de tres vías (TWC)** → reducen HC, NOx y CO.
- **Filtro DPF** → elimina PM en diésel.
- **SCR (Reducción Catalítica Selectiva)** → $\text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ mediante AdBlue.
- **EGR** → reduce la formación de NOx.

Mantenimiento preventivo

- Cambio de aceite y filtros.
- Limpieza de inyectores.
- Calibración del motor.
- Evitar combustibles adulterados.





3.5 Aditivos

¿Para qué nos sirven los aditivos?

Los **aditivos para combustibles** son sustancias químicas que se incorporan en pequeñas cantidades a la gasolina o al diésel para mejorar su comportamiento químico, físico y operativo dentro del motor de combustión interna.

Su uso es esencial para:

- Mejorar el rendimiento del motor.
- Reducir emisiones contaminantes.
- Prevenir la formación de depósitos.
- Proteger los componentes del sistema de inyección.
- Permitir el cumplimiento de normativas ambientales modernas.



3.5 Aditivos

¿Qué son los aditivos?

Los aditivos para combustibles son compuestos químicos diseñados para modificar o mejorar determinadas propiedades del combustible, optimizando el proceso de combustión o protegiendo al sistema de inyección y al motor.

¿Por qué los aditivos se agregan en bajas concentraciones?

Porque su acción es catalítica o estabilizadora; cantidades mínimas generan cambios significativos en la combustión o en la estabilidad del combustible.

Se agregan en proporciones pequeñas (ppm), pero su efecto es significativo.

3.5 Aditivos

Razones para utilizar aditivos

- Variación en la calidad del combustible según origen.
- Presencia de impurezas o humedad.
- Necesidad de cumplir normas ambientales (Euro 4, 5, 6).
- Mejorar el arranque en frío.
- Reducir depósitos en inyectores y válvulas.
- Proteger bombas e inyectores de alta presión (GDI y common rail).



3.5 Aditivos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

CLASIFICACIÓN



Deteigentes



Mejoradores
de octanaje



Mejoradores
de cetano



Anticorrosivos



Antioxidantes



Antiespumantes



Depresores
del punto de fluidez



Antihumo

3.5 Aditivos

Aditivos detergentes o limpiadores

Eliminan depósitos en inyectores, válvulas y cámaras de combustión.

Beneficios:

- Menos HC y CO.
- Mejor atomización.
- Mayor eficiencia del motor.

Aditivos mejoradores del índice de octano (gasolina)

Incrementan la resistencia a la autodetonación.

Beneficios:

- Reduce el golpeteo (knocking).
- Mejora la combustión.
- Reduce NOx.



3.5 Aditivos

Aditivos mejoradores del índice de cetano (diésel)

Aceleran el tiempo de ignición del diésel.

Beneficios:

- Menor retardo de ignición.
- Reducción de ruido y vibraciones.
- Disminución de hollín (PM) y NOx.



Inhibidores de corrosión

Protegen el sistema de inyección frente a agua, azufre y contaminantes.

Aplicación:

Motores diésel de inyección directa, common rail



3.5 Aditivos

Aditivos antioxidantes

Evitan la degradación del combustible durante el almacenamiento.

Beneficios:

- Mantienen estabilidad química.
- Evitan formación de gomas y resinas.

Aditivos antiespumantes

Evitan la formación de espuma durante el llenado del tanque.

Beneficios:

- Llenado más rápido.
- Lectura precisa del nivel.

Depresores del punto de fluidez (motores diésel en frío)

Evitan que el diésel se vuelva gelatinoso en bajas temperaturas.

Beneficios:

- Flujo adecuado en tuberías.
- Protección de bombas e inyectores.



3.5 Aditivos

Funciones y aplicaciones de aditivos en motores gasolina y diésel

APLICACIONES



Motores Gasolina

- ✓ Mejoradores de octanaje
- ✓ Detergentes para inyección
- ✓ Anticorrosivos
- ✓ Antioxidantes



Motores Diésel

- ✓ Mejoradores de cetano
- ✓ Detergentes
- ✓ Depresores de fluidez
- ✓ Anticorrosivos
- ✓ Biocidas

3.5 Aditivos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Funciones y aplicaciones de aditivos en motores gasolina

Función	Tipo de aditivo	Efecto en el motor
Mejorar octanaje	Mejoradores de octano	Más potencia, menos detonación
Limpiar sistema	Detergentes	Reducción de HC y CO
Proteger	Anticorrosivos	Protegen bomba e inyectores
Estabilizar	Antioxidantes	Mantiene calidad del combustible



3.5 Aditivos



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Funciones y aplicaciones de aditivos en motores Diésel

Función	Aditivo correspondiente	Efecto
Facilitar la ignición	Mejorador de cetano	Arranque suave, menos ruido
Reducir humo	Antihumo / detergentes	Menos PM
Proteger inyección	Anticorrosivos y lubricantes	Prolongan vida útil
Evitar gelificación	Depresores de fluidez	Mejora el desempeño en frío



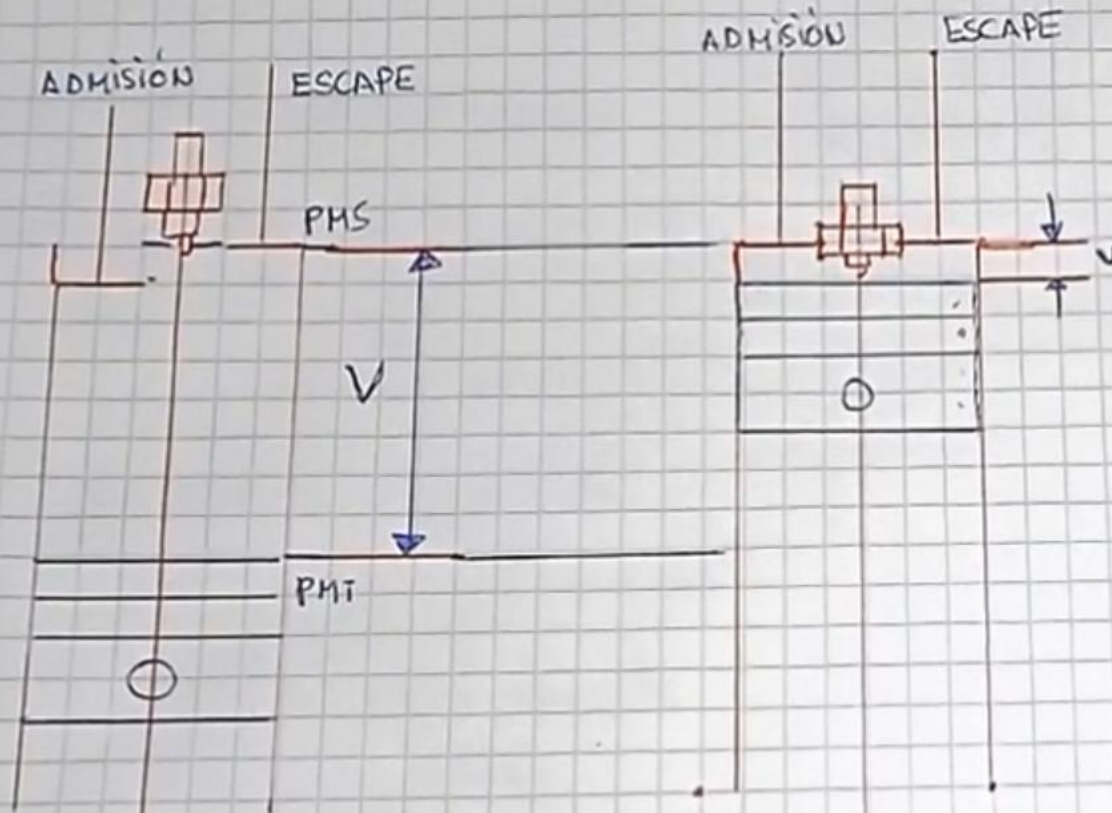
3.6 Octanaje



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

El término **octanaje** hace referencia a la capacidad de resistencia que tiene la gasolina a la detonación durante el proceso de compresión que ocurre en el interior de los cilindros de los motores de los vehículos.





RELACIÓN DE COMPRESIÓN

$$R_c = \frac{V+v}{v}$$

Motores de baja compresión { 6 - 8 : 1 }

Motores de compresión media o moderada { 9 - 11 : 1 }

Motores de alta compresión { > 11 : 1 }

Relación estequiométrica

$$14,7 : 1$$

OXIDACIÓN: reacción muy lenta

COMBUSTIÓN: reacción rápida
↓
calor gases

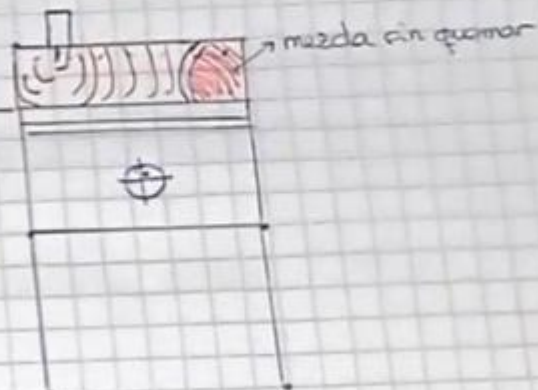
EXPLOSIÓN: reacción muy rápida
↓
calor, gases, aumento súbito de presión.

EXPLOSIÓN {
- DEFLAGRACIÓN { $< 360 \text{ m/s}$
- DETONACIÓN { $> 360 \text{ m/s}$

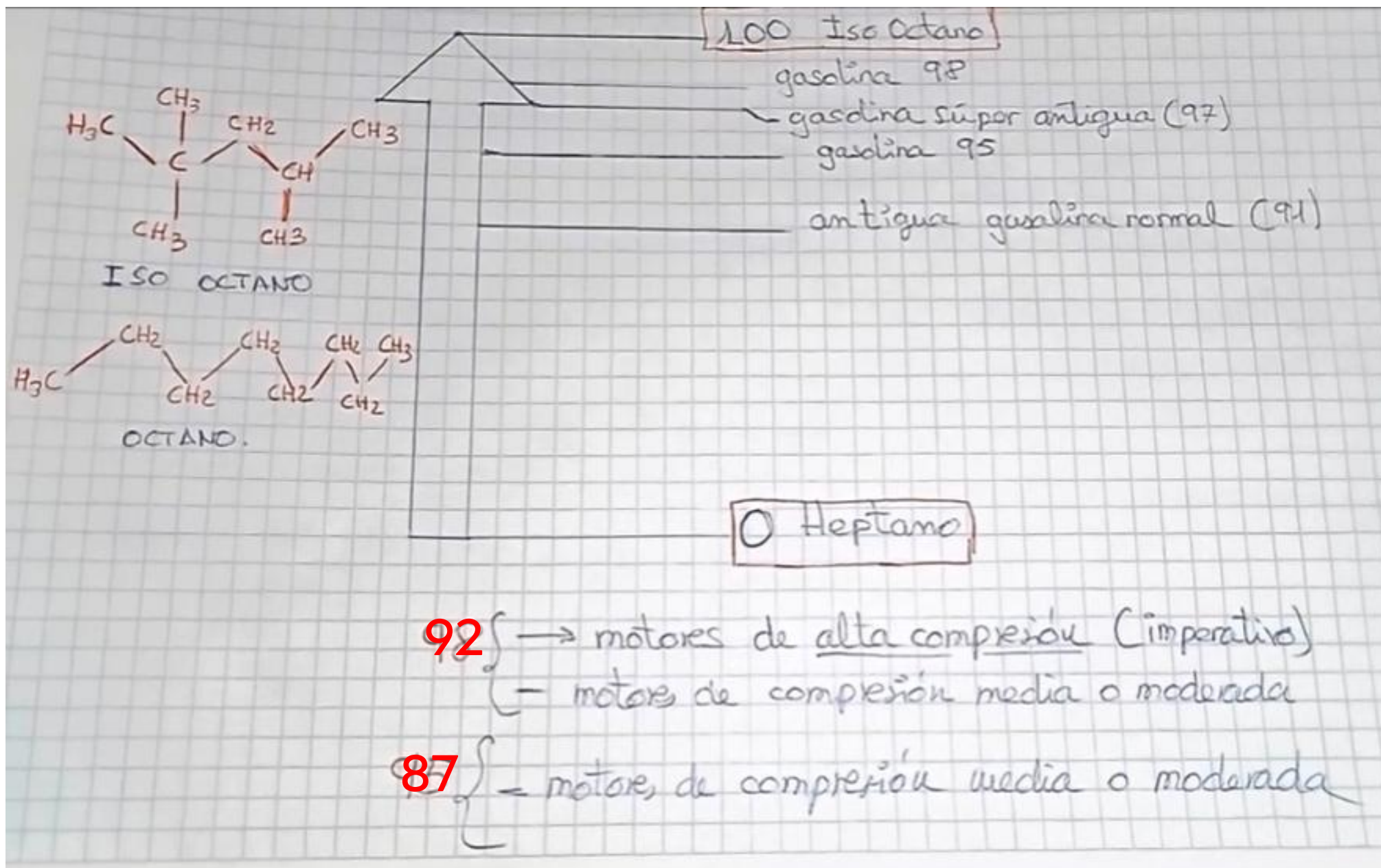
COMBUSTIÓN DESEABLE



COMBUSTIÓN DETONANTE



Para evitar las detonaciones se agrega aditivos o el octanaje





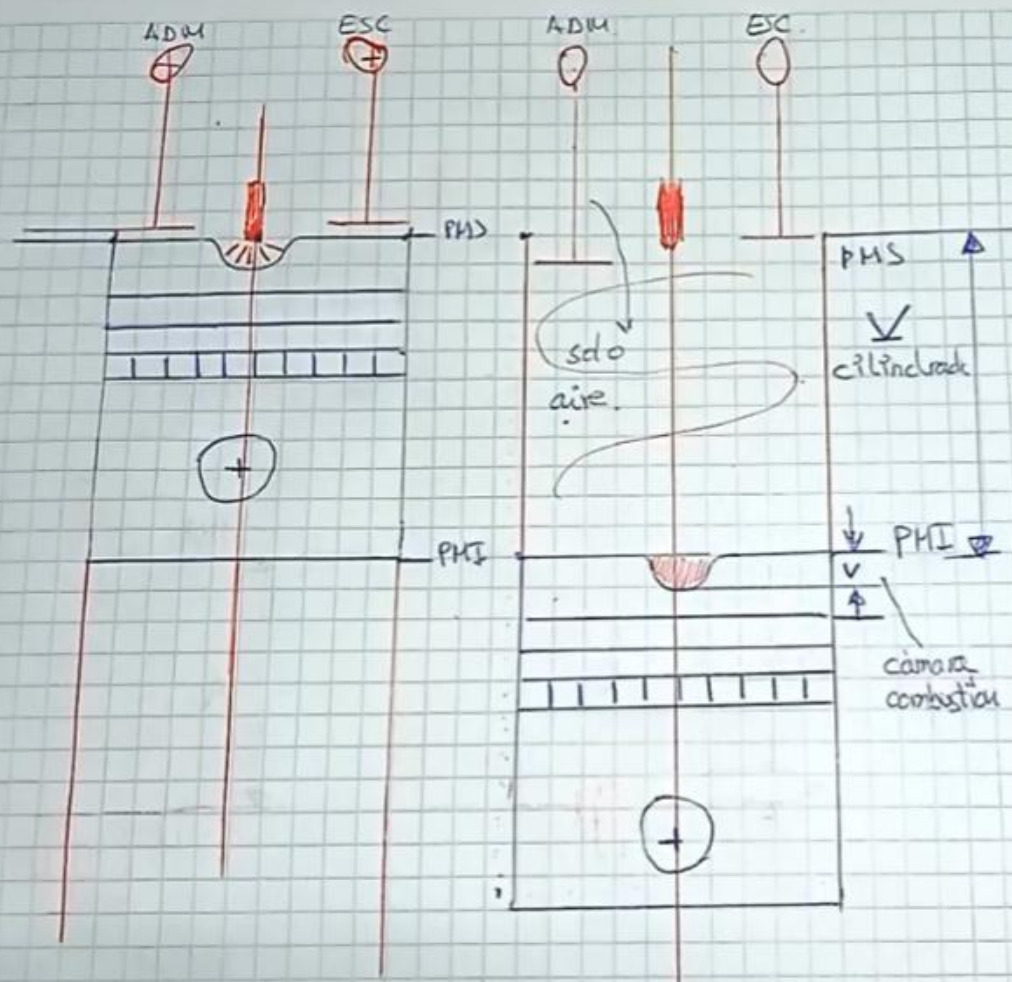
3.7 Cetanaje



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

El **número de cetano** (CN) es un indicador de su capacidad de ignición, es decir, su facilidad para encenderse en un motor diésel.





$$R_c = \frac{V + v}{v}$$

motores I.D. { 16-19:1

motores I.I. { 21-23:1

**Pistón
Gasolina**



**Pistón
Diesel**



R. Compresi	Temp. °C	presión (bar)
12	665	27
14	700	33
16	731	40
18	759	46
20	786	54
22	810	60

