



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

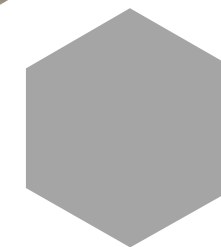
LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES

Unidad 1: Combustibles

Unidad 2: Biocombustibles

Unidad 3: Combustibles y aditivos

Unidad 4: Lubricantes



Ing. Christian Ismael Montaleza Guamán, M.Sc.



Unidad 1: Combustibles

Objetivos:

- Explicar los procesos de obtención y refinamiento de combustibles fósiles y derivados.
- Clasificar los combustibles según su origen y aplicación automotriz.
- Analizar las propiedades y aplicaciones de la gasolina, diésel, gas natural y combustibles Jet A/Jet A-1 en motores.



Contenido de la Unidad 1:

1.1 Fundamentos.

1.2 Energía solar y su relación con los combustibles.

1.3 Obtención y procesos de refinamiento del combustible .

1.4 Clasificación de combustibles según su origen.

1.5 Combustible fósiles y sus características generales.

1.6 Gasolina.

1.7 Diésel.

1.8 Gas Natural.

1.9 Combustibles Jet A/Jet A-1.

1.1 Fundamentos del Combustible

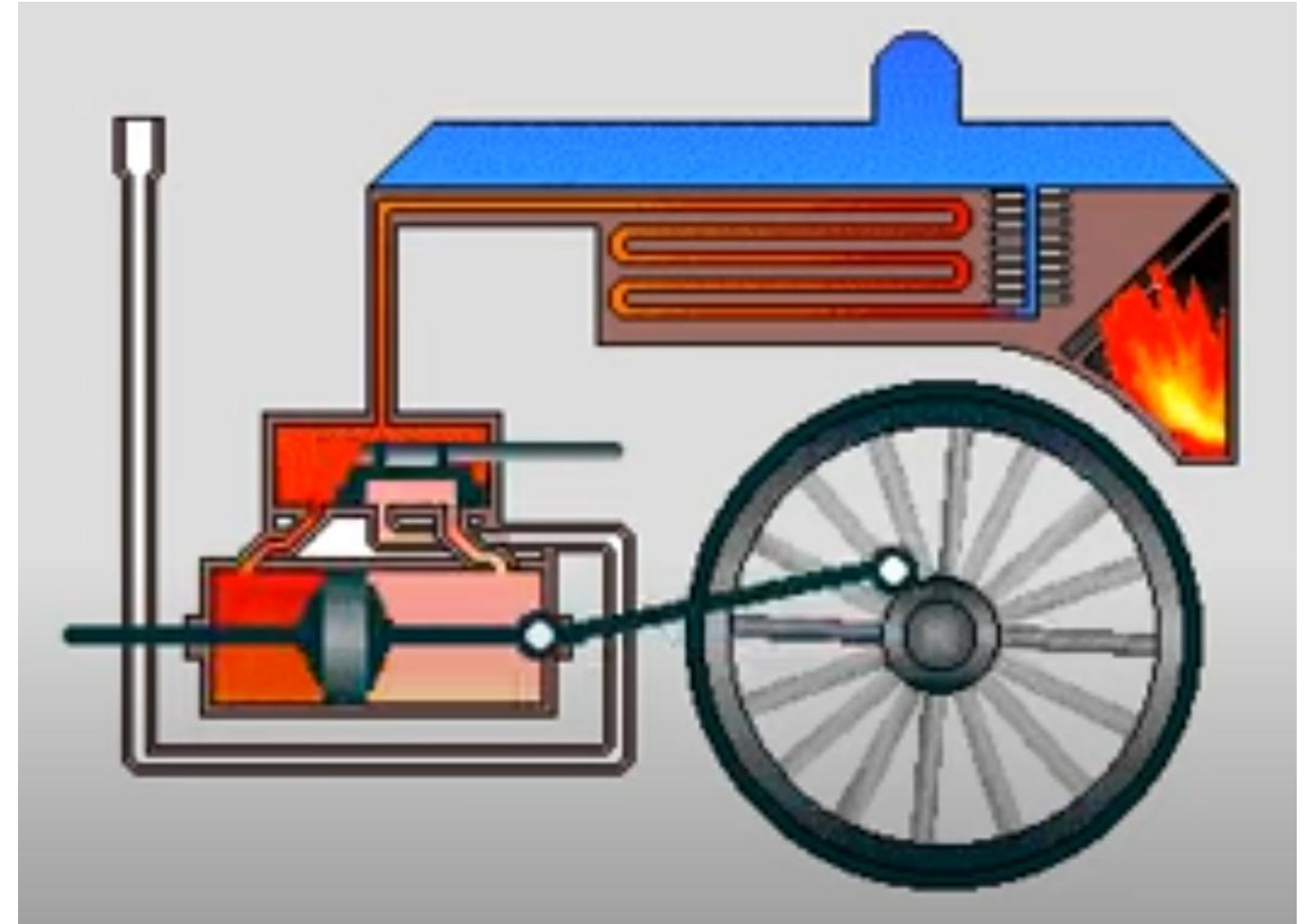
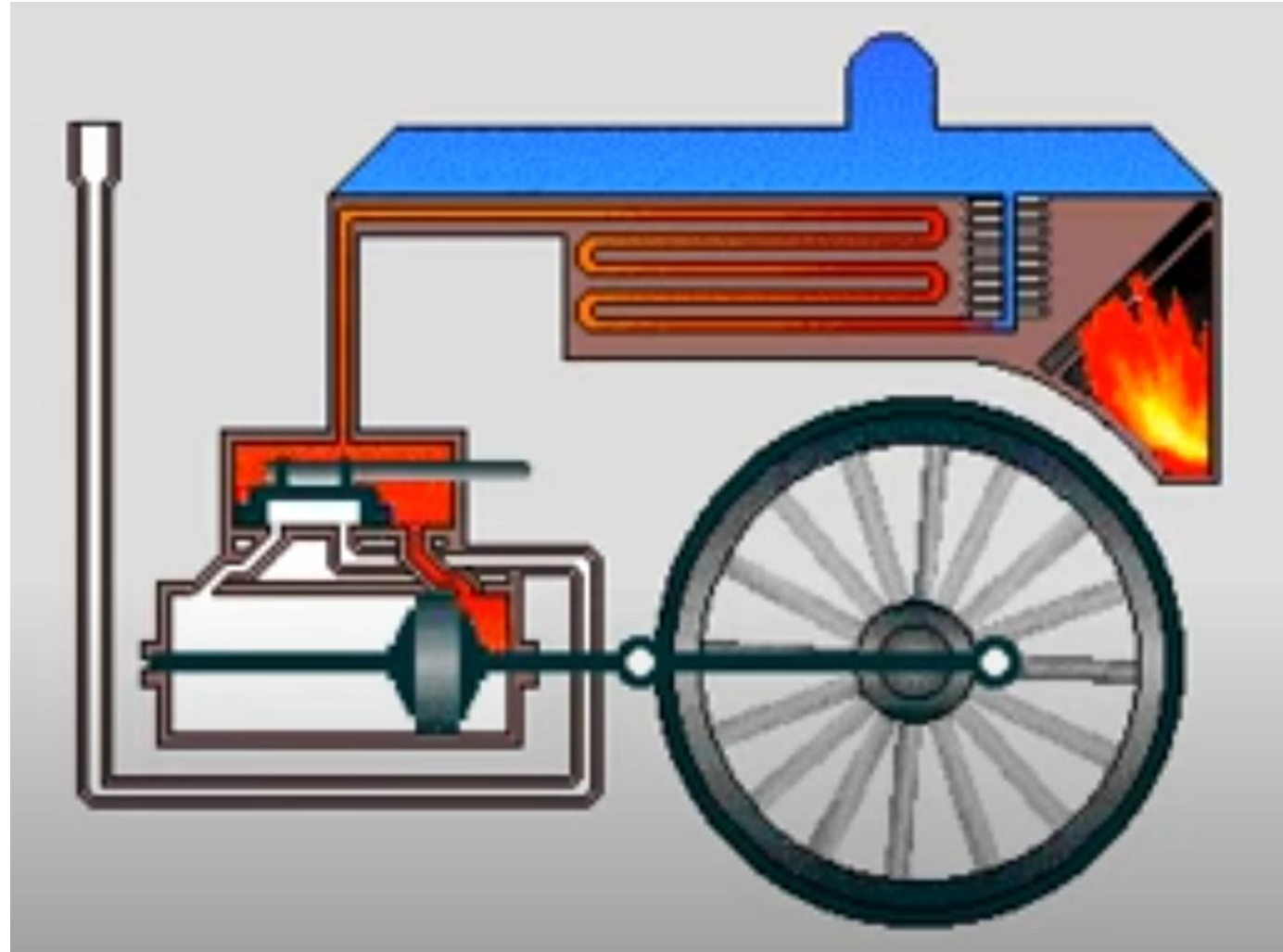


Introducción

Los combustibles son sustancias capaces de liberar energía química a través de un proceso de oxidación o combustión, transformándola en energía térmica y posteriormente en energía mecánica. Esta conversión ha permitido el desarrollo de la industria automotriz, el transporte aéreo y marítimo, así como la generación eléctrica en muchas regiones del mundo.



¿Máquina de Vapor?



Densidad Energética

La densidad de un combustible es su masa por unidad de volumen, es decir la cantidad de energía almacenada por unidad de volumen.

Densidad energética de la gasolina: 34.78 MJ/L

Densidad energética de diésel: 45.5 MJ/L



Ejercicio 1: Calcular la densidad de la gasolina si 500g de dicha sustancia ocupan un volumen de 450cm³.

Ejercicio 2: Calcular la densidad del diésel si 600g de dicha sustancia ocupan un volumen de 500cm³. Expresar en Kg/m³.

Definición y clasificación básica

¿Qué es combustible?

Definición 1: Es aquel material que al ser quemado puede producir calor, energía o luz.

Definición 2: Toda sustancia que, al reaccionar con un comburente (generalmente oxígeno), libera energía utilizable.

Clasificación general:

COMBUSTIBLES	GAS	5~12% <i>exceso de aire</i>
	LÍQUIDOS	5~20% <i>exceso de aire</i>
	SÓLIDOS	15~20% <i>exceso de aire</i>



Relación aire-combustible:

Gasolina: 14,7:1

Diésel: 14,5:1

Combustión

Completa

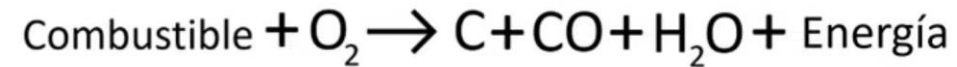


Cantidad suficiente de oxígeno ✓



Residuos ✗

Incompleta



Cantidad suficiente de oxígeno ✗

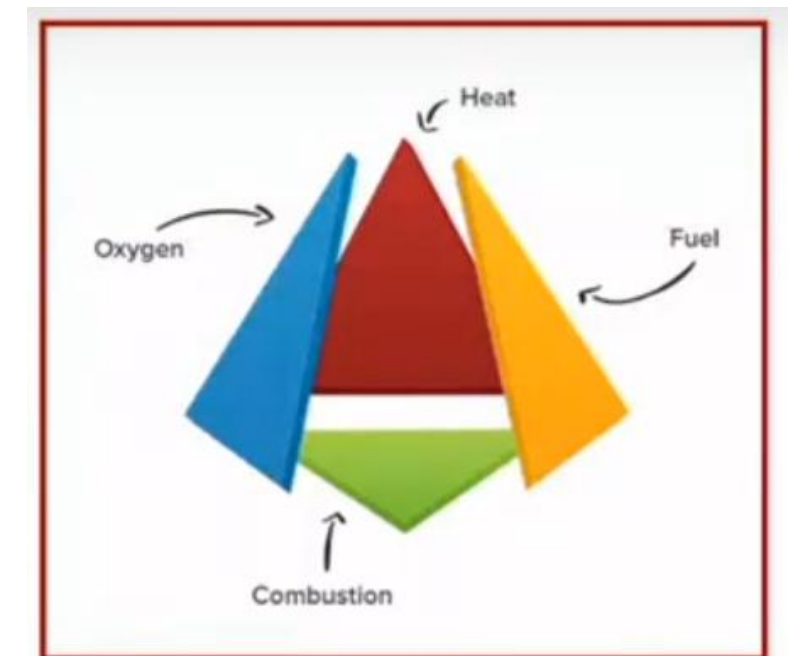
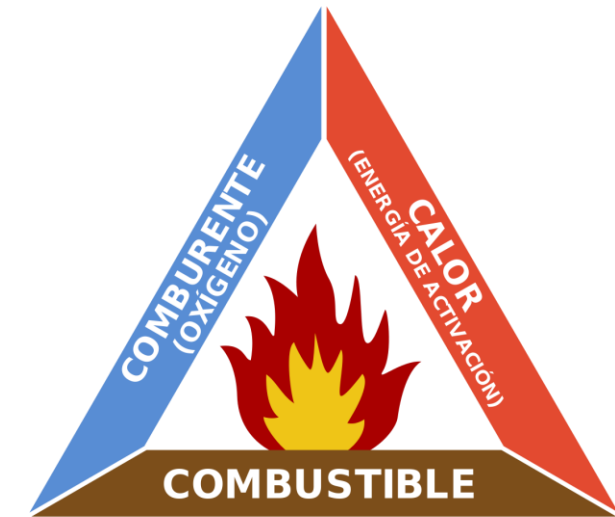
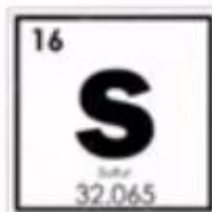
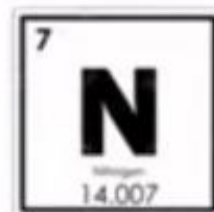
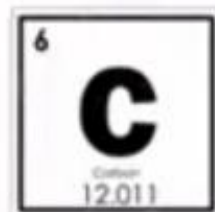


Residuos ✓

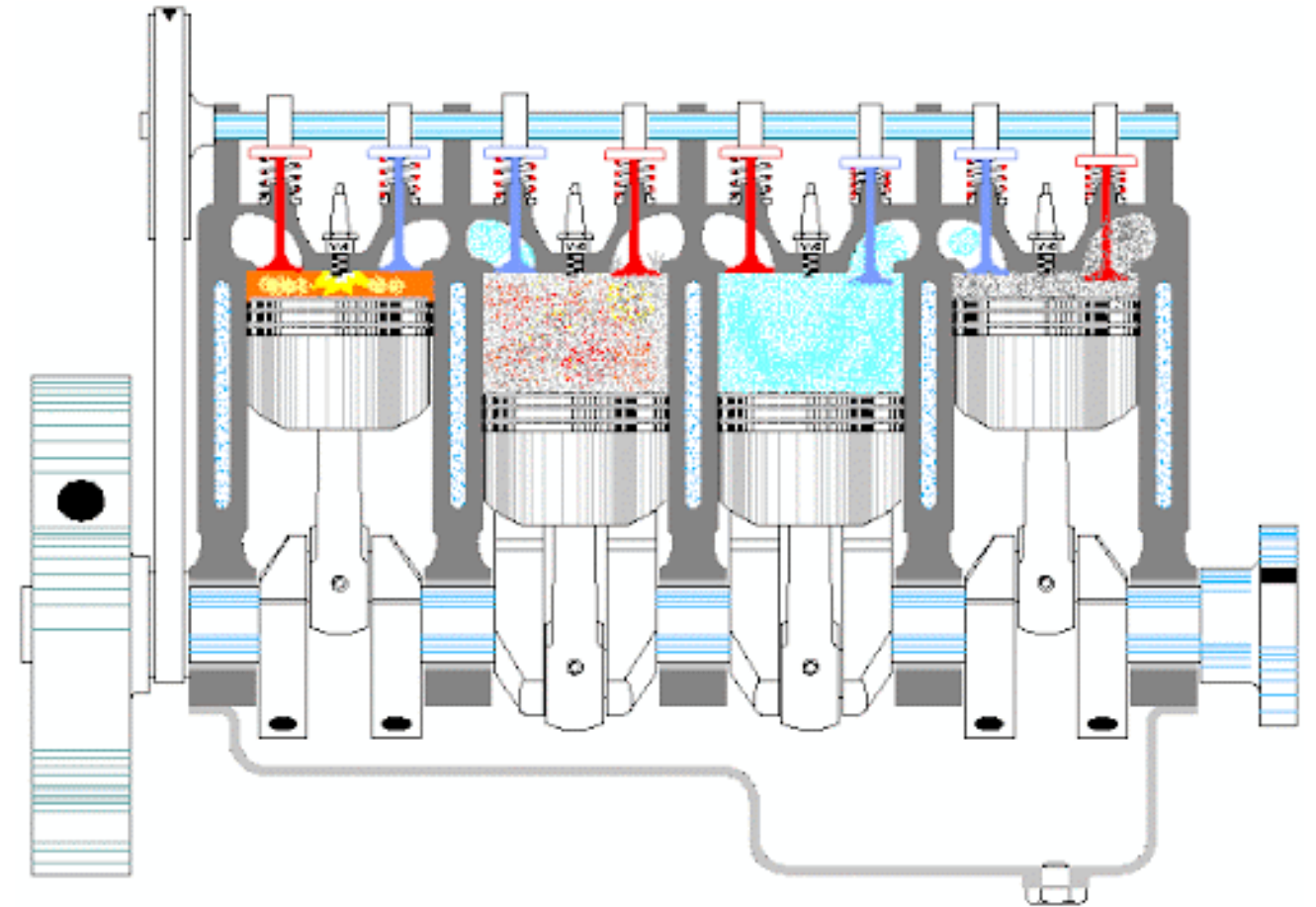
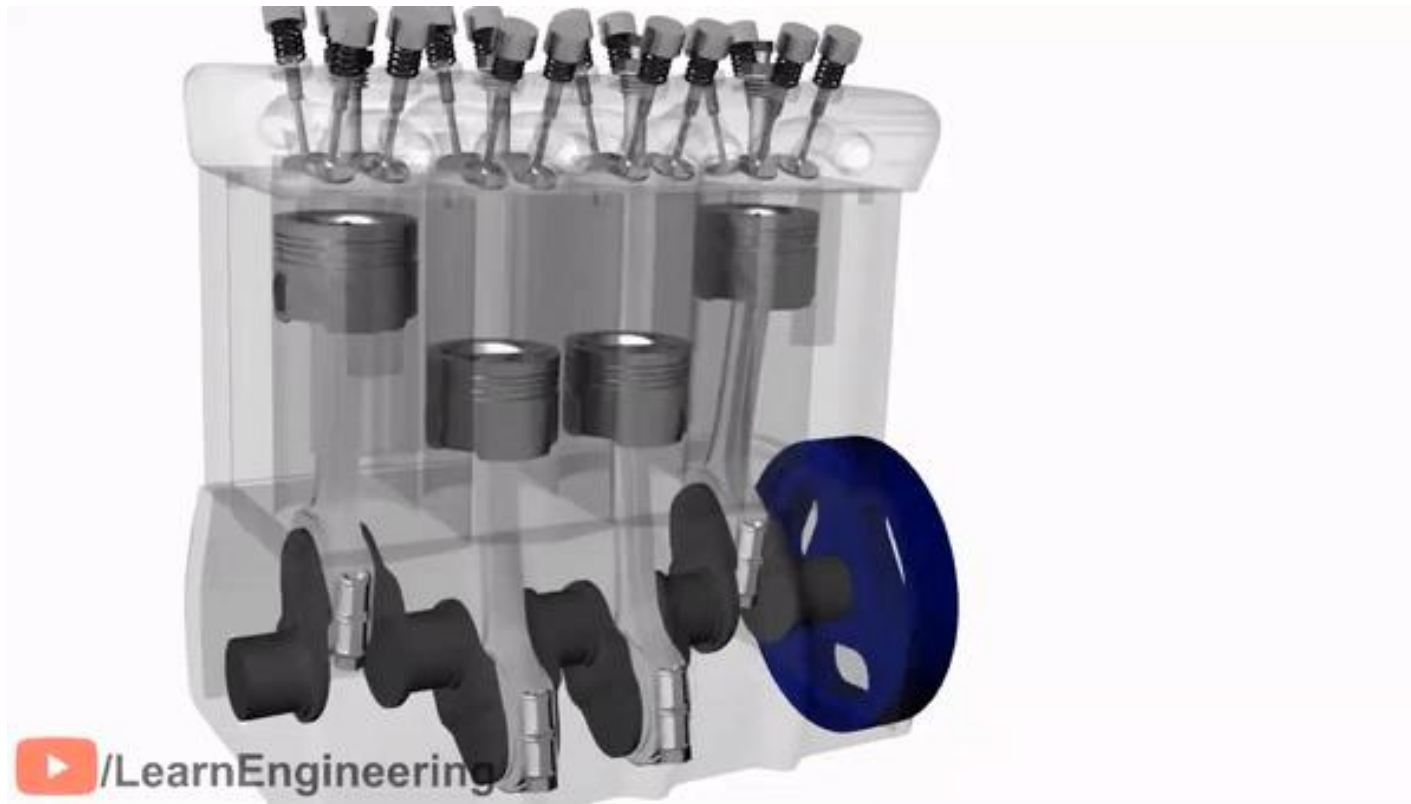


Hollín

Reacción: *RÁPIDA* y *EXOTÉRMICA*
OXIDACIÓN DE COMBUSTIBLES

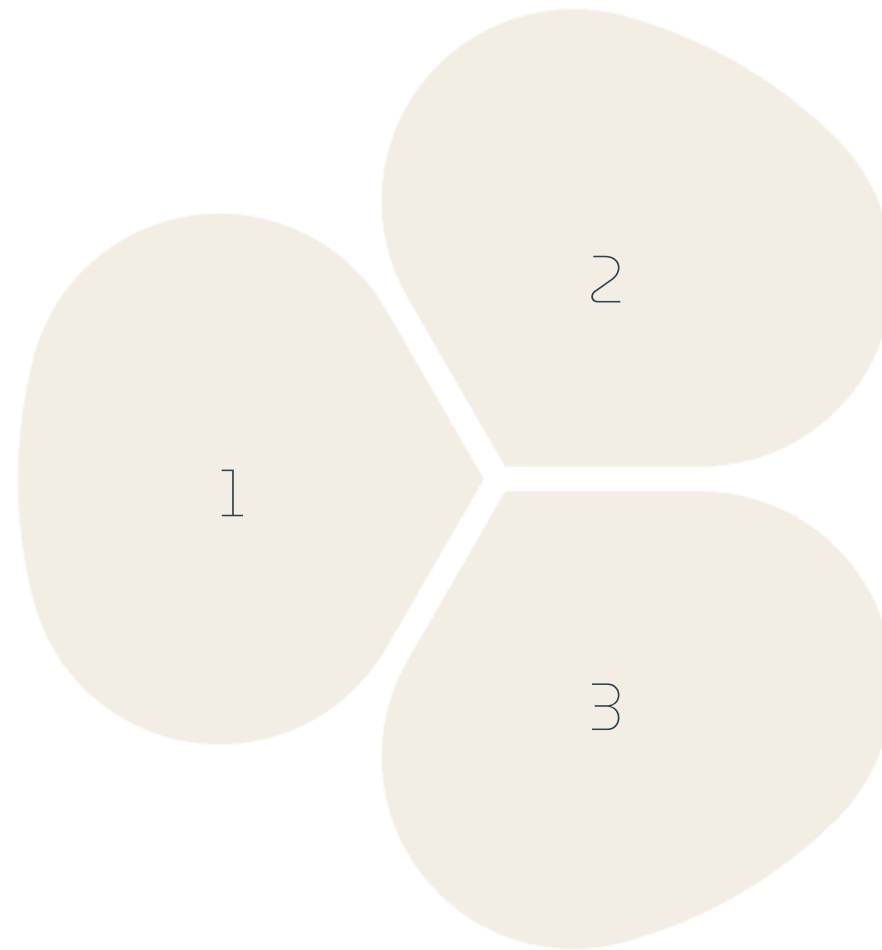


Definición y clasificación básica



¿Cómo se ajusta la combustión?

Relación Aire/Combustible
Ajuste preciso para eficiencia.



Control de Temperatura
Mantener la temperatura óptima.

Monitorización de Gases
Medir emisiones y eficiencia.

¿Cómo se libera la energía?

1

Reacción Química

El combustible se combina con un oxidante (como el oxígeno).

2

Calor Generado

Esta reacción libera energía en forma de calor.

3

Gases de Escape

Se producen gases como CO_2 y H_2O .



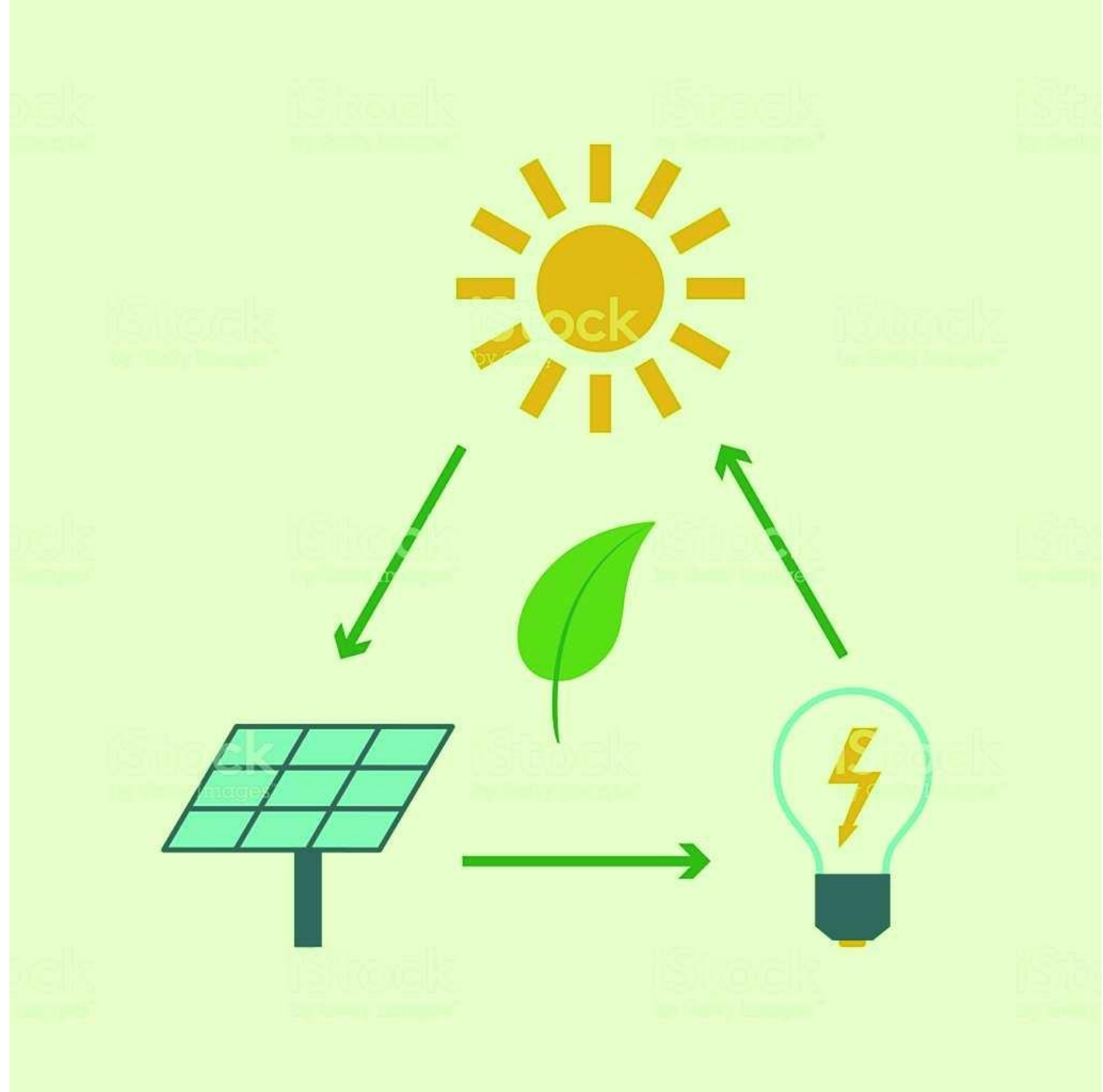
Ejemplo aplicado:

Nota: Poder calorífico (PC): cantidad de energía liberada por unidad de masa o volumen de combustible al quemarse completamente.

1. En un motor de gasolina, si se emplea un combustible con un poder calorífico inferior de **44 MJ/kg** y el motor tiene una eficiencia térmica del **30%**, la energía útil obtenida será:
2. En un motor de gasolina, si se emplea un combustible con un poder calorífico inferior de **43,1 MJ/kg** y el motor tiene una eficiencia térmica del **45%**, la energía útil obtenida será:



1.2 Energía Solar y su relación con los combustibles





La energía solar es el recurso energético más abundante en la Tierra. Cada hora, el planeta recibe 173,000 teravatios de energía solar. Esta energía tiene el potencial de transformar la producción energética global. Adoptar la energía solar puede reducir nuestra dependencia de combustibles fósiles.



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO



Origen solar de los combustibles fósiles

Fotosíntesis

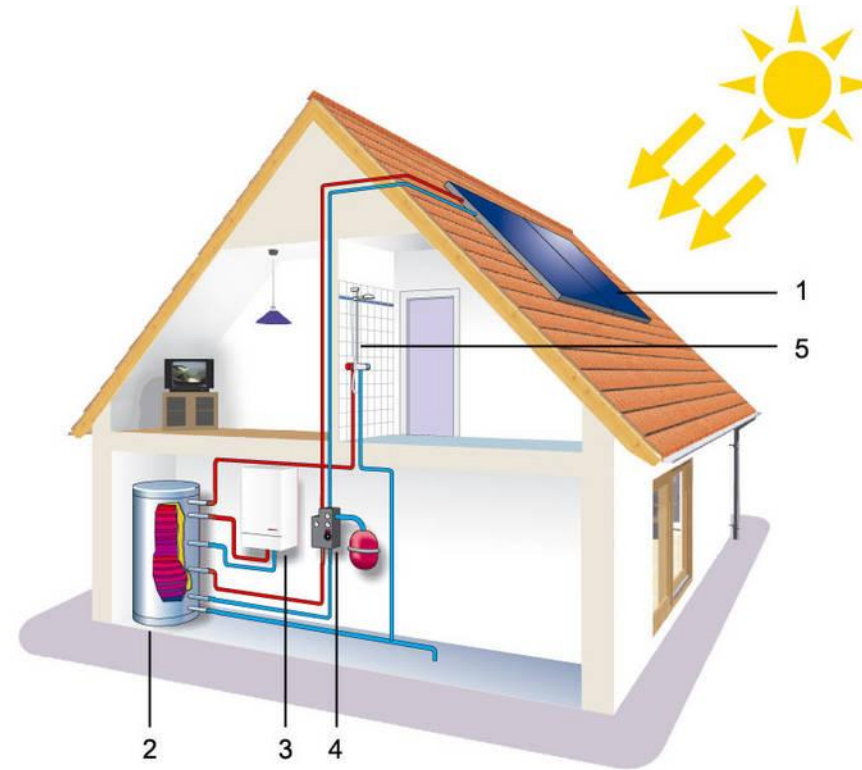
Proceso para transformar la energía solar en energía química.

Transformación geológica

Restos animales y vegetales se someten a presión y temperatura.

De esta forma, los combustibles fósiles son energía solar almacenada en forma química.

Energía solar directa y movilidad



Impacto en la transición energética

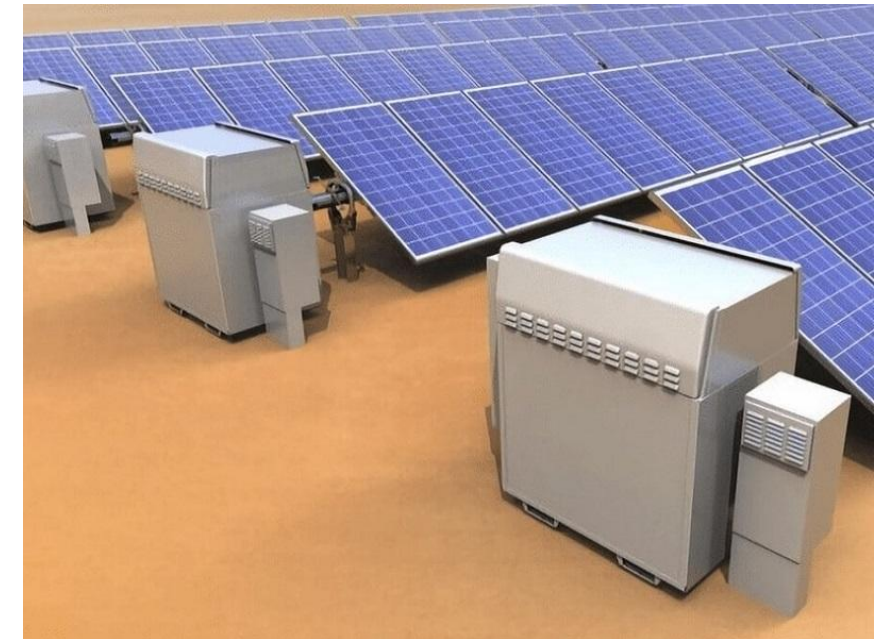
Reducción de dependencia de fósiles: Al considerar la energía solar como fuente primaria, los sistemas de transporte pueden reducir las emisiones de CO₂.



Diversificación de fuentes: Los biocombustibles y el hidrógeno solar complementan a la electricidad en aplicaciones donde los fósiles aún son dominantes (aviación, transporte pesado).



Retos: almacenamiento de energía solar, eficiencia de conversión y costos de implementación.



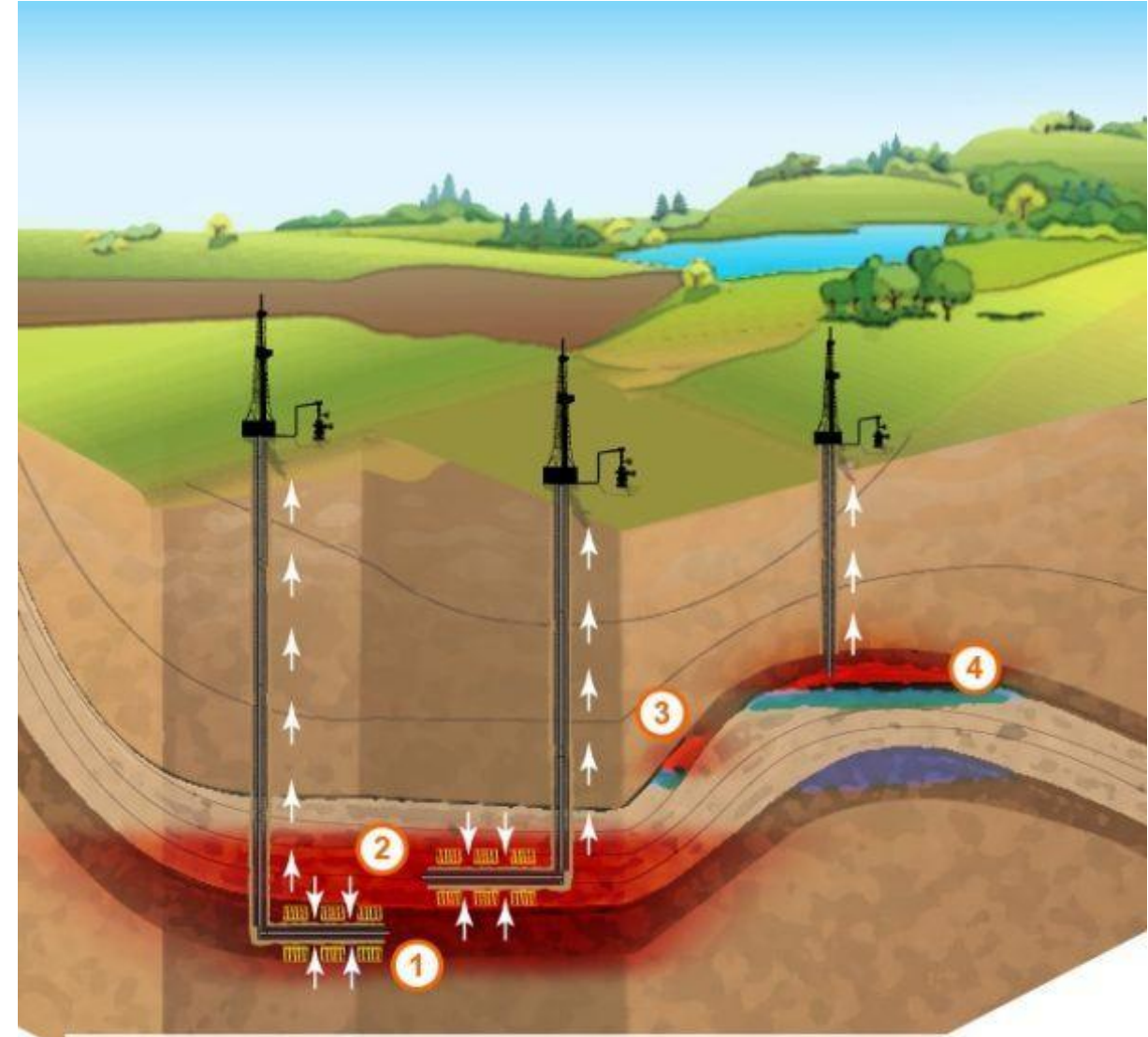
1.3 Obtención de Combustible



Introducción

¿Cómo se forma el petróleo?

Los combustibles líquidos como la gasolina, el diésel y el queroseno se obtienen a partir del petróleo crudo, el cual debe someterse a procesos de refinamiento para transformarse en productos aptos para su uso en la industria automotriz y aeronáutica. El refinamiento busca separar, purificar y mejorar las fracciones del petróleo para maximizar la eficiencia y reducir impurezas.



Extracción del crudo

•**Prospección y perforación:** Métodos de exploración sísmica y perforación para obtener petróleo de yacimientos convencionales y no convencionales.

<https://www.youtube.com/watch?v=c4PQsaMkNro>

Producción primaria, secundaria y terciaria:

Diferentes técnicas para aumentar la recuperación del crudo (inyección de agua, gas, vapor o químicos).

<https://www.youtube.com/watch?v=Lm4eTKfa6ek>



Proceso principal de refinamiento





Proceso principal de refinamiento

<https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E>

Destilación del Petróleo



El crudo no se usa directamente; debe ser refinado en refinerías mediante procesos físico-químicos:

Proceso	Descripción	Productos principales
Destilación fraccionada	Separación por puntos de ebullición en torres de destilación.	Gases, gasolina, queroseno, gasóleo, fuel-oil.
Craqueo térmico y catalítico	Ruptura de cadenas largas en fracciones más ligeras.	Gasolina, diésel, GLP.
Reformado catalítico	Mejora el octanaje de la gasolina.	Gasolina reformada.
Alquilación e isomerización	Generación de compuestos ramificados para mejorar calidad.	Gasolinas de alto octanaje.
Hidrocraqueo e hidrotratamiento	Uso de hidrógeno para eliminar azufre, nitrógeno y metales.	Combustibles limpios y bajo azufre.

Impacto en la calidad y normativas

La calidad final de un combustible depende del grado de refinamiento y de su cumplimiento con normativas internacionales. A continuación, se presenta una tabla comparativa de las principales normas que regulan la calidad de combustibles:

Norma	Alcance	Parámetros clave	Ejemplo de límite
ASTM (Estados Unidos)	Estándares de combustibles líquidos y gaseosos	Azufre, viscosidad, densidad, índice de cetano/octano	Diésel ≤ 15 ppm S (ULSD)
ISO (Internacional)	Normas globales de calidad y ensayo de combustibles	Poder calorífico, estabilidad, contaminantes	ISO 8217: límite de agua $\leq 0,5\%$ en fuelóleo
EN (Europa)	Normativa europea para combustibles automotrices	Número de cetano, contenido de biodiésel, azufre	EN 590: diésel con ≤ 10 ppm S
INEN (Ecuador)	Normas nacionales de combustibles	Viscosidad, octanaje, densidad, contenido de azufre	INEN 935: gasolina ≥ 85 octanos

1.4 Clasificación de los combustibles



1.4 Clasificación de los combustibles

Clasificación general

1. Combustibles fósiles (derivados de procesos geológicos):

1. Petróleo y sus derivados (gasolina, diésel, queroseno).
2. Carbón.
3. Gas natural.

2. Biocombustibles (origen vegetal/animal):

1. Bioetanol (caña, maíz).
2. Biodiésel (aceites vegetales).
3. Biogás (digestión anaeróbica).

3. Combustibles sintéticos:

1. Producidos mediante síntesis química.
2. Hidrógeno, e-fuels.

4. Otros combustibles alternativos:

1. Hidrógeno.
2. Electricidad (aunque no es combustible químico, se considera fuente de energía vehicular).



1.4 Clasificación de los combustibles

Tabla 1. Comparación de combustibles según su origen

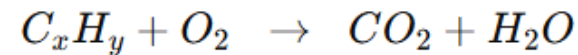
Tipo de combustible	Origen	Disponibilidad	Aplicaciones principales
Fósiles (carbón, petróleo, gas natural)	Materia orgánica fosilizada durante millones de años, sometida a presión y temperatura.	Amplia, pero no renovable ; reservas limitadas y en declive progresivo.	Transporte (gasolina, diésel, jet fuel), generación eléctrica, industria petroquímica.
Biocombustibles (bioetanol, biodiésel, biogás)	Biomasa vegetal y animal (caña de azúcar, maíz, aceites, residuos orgánicos).	Renovable, depende de disponibilidad agrícola; puede competir con alimentos y tierras cultivables.	Mezclas con gasolina/diésel, transporte, generación eléctrica distribuida, calefacción.
Sintéticos (hidrógeno, e-fuels)	Síntesis química a partir de gas natural, carbón o electricidad renovable (power-to-fuel).	Limitada actualmente; producción costosa y en desarrollo tecnológico.	Transporte de alta exigencia (aviación, marítimo), almacenamiento de energía, industria química.

1.4 Clasificación de los combustibles

EJEMPLO 1:

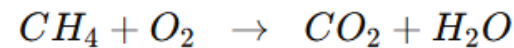
La combustión del gas metano (CH_4) en presencia de oxígeno O_2 produce dióxido de carbono (CO_2) y agua H_2O . ¿Cuál es el peso del CO_2 que se obtiene a partir de 50g de CH_4 ?

Regla general para un hidrocarburo C_xH_y :



2. Escribir la reacción sin balancear

Para el caso del metano (CH_4):



3. Balancear los átomos

Se deben igualar el número de átomos de cada elemento a ambos lados:

- **Carbono (C):**

A la izquierda hay **1 C** en CH_4 .

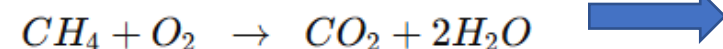
A la derecha ponemos **1 CO_2** → ya está balanceado.

- **Hidrógeno (H):**

En CH_4 hay **4 H**.

En H_2O , cada molécula tiene 2 H → necesitamos **2 H_2O** para tener 4 H.

Ahora la ecuación es:



- **Oxígeno (O):**

A la derecha hay:

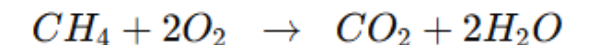
- 2 O en CO_2
- $2 \times 1 = 2$ O en $2\text{H}_2\text{O}$

Total = **4 O**.

A la izquierda, cada O_2 tiene 2 O.

Para tener 4 O necesitamos **2 O_2** .

Entonces queda:



De la ecuación balanceada:



Es decir, 16 g de CH_4 producen 44 g de CO_2 .



1.4 Clasificación de los combustibles

4. Regla de tres

Si 16 g de CH_4 producen 44 g de CO_2 , entonces 50 g de CH_4 producirán:

$$X = \frac{50 \times 44}{16}$$
$$X = \frac{2200}{16} = 137.5 \text{ g } \text{CO}_2$$

137.5 g de CO_2



1.4 Clasificación de los combustibles. TAREA 1

Ejercicio 1

Se queman **32 g de metano (CH_4)** en presencia de oxígeno.
¿Cuántos gramos de CO_2 se producen?

Respuesta: 88 g de CO_2

Ejercicio 2

Se queman **60 g de butano (C_4H_{10})** en presencia de oxígeno.
¿Cuántos gramos de CO_2 se producen?

Respuesta: 45.42 g de CO_2

Ejercicio 3

Se queman **80 g de propano (C_3H_8)** en presencia de oxígeno.
¿Cuántos gramos de agua (H_2O) se producen?

1.3×10^2 g de $\text{H}_2\text{O} \approx 131$ g

Ejercicio 4

Si se queman **10 g de etano (C_2H_6)**, ¿cuántos gramos de agua (H_2O) se forman?

Respuesta: 18 g de H_2O

Ejercicio 5

¿Cuántos litros de oxígeno (O_2) se necesitan para quemar **22 g de propano (C_3H_8)** en condiciones normales (CN: 22.4 L/mol)?

Respuesta: 56 L de O_2



1.5 Combustibles fósiles y sus características generales



1.5 Combustibles fósiles y sus características generales

¿Qué es un fósil? Son restos o señales de seres vivos del pasado que en su momento quedaron enterrados y nos han llegado a nosotros formando rocas sedimentadas.

Combustibles fósiles: Petróleo, gas natural y carbón.

Combustibles fósiles se generan por plantas y microorganismos enterrados en millones de años y han sido sometidos a altas presiones y temperaturas.

El petróleo y el gas son por el plancton y el carbón por pantanos enterrados



1.5 Combustibles fósiles y sus características generales

Características generales:

- **Alta densidad energética** (gran cantidad de energía por unidad de masa/volumen).
- **No renovables** (formación geológica lenta).
- **Impacto ambiental elevado** (emisiones de CO₂, NO_x, SO_x, partículas).
- **Dependencia tecnológica** (gran parte de los motores actuales están diseñados para fósiles).



1.6 Gasolina

Introducción

La gasolina es uno de los combustibles más utilizados en motores de combustión interna, especialmente en automóviles, motocicletas y maquinaria ligera. Se obtiene a partir del **refinamiento del petróleo crudo**, y su calidad influye directamente en el rendimiento, la eficiencia y la durabilidad del motor. Comprender sus propiedades, tipos y comportamiento es fundamental para el técnico automotriz moderno.



1.6 Gasolina

¿Qué es la Gasolina?

La **gasolina** es una mezcla compleja de **hidrocarburos líquidos volátiles** (entre 4 y 12 átomos de carbono por molécula), con pequeñas cantidades de aditivos para mejorar su desempeño



Autocasión

Tipo de hidrocarburo	Fórmula general	Características principales
Alcanos (parafinas)	C_nH_{2n+2}	Alta energía, baja detonación
Cicloalcanos	C_nH_{2n}	Buena estabilidad térmica
Aromáticos	C_nH_{2n-6}	Aumentan octanaje, pero generan más emisiones
Olefinas	C_nH_{2n}	Mejoran la combustión, pero oxidan fácilmente

1.6 Gasolina

Propiedades Físico-Químicas

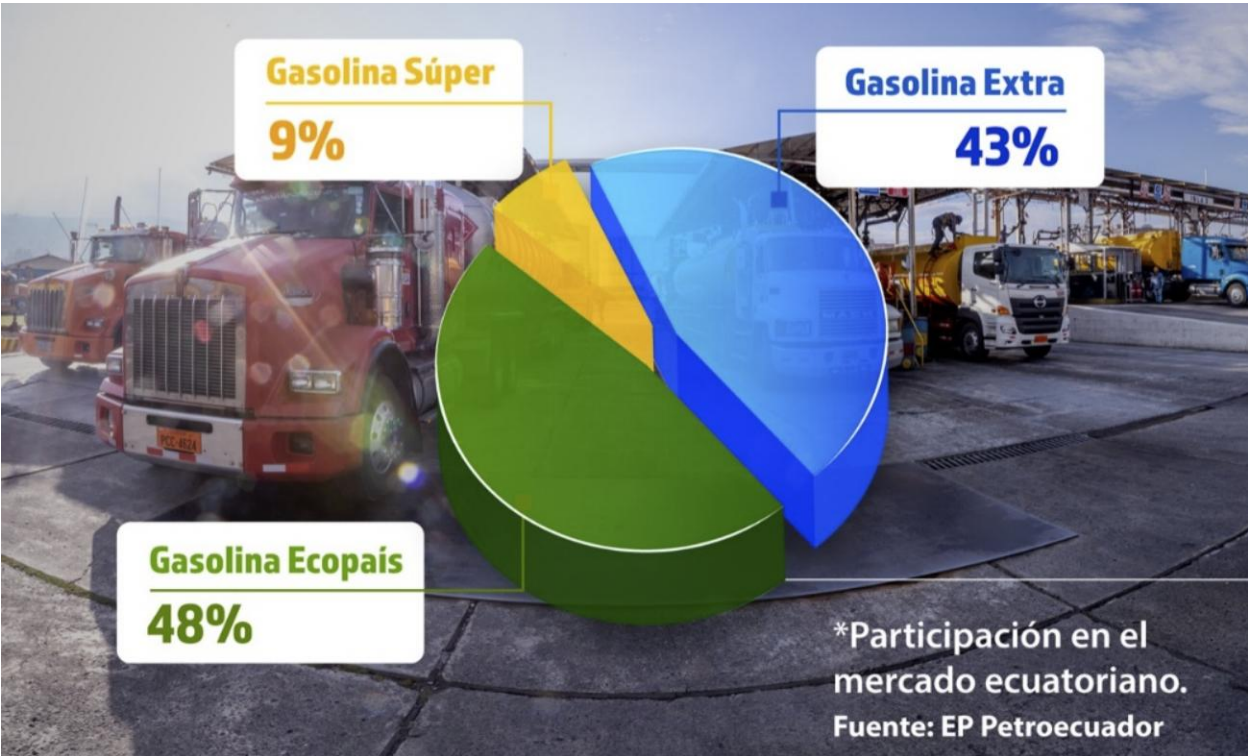
Las propiedades de la gasolina determinan su comportamiento en el motor:

Propiedad	Descripción	Valor típico
Densidad	Masa por unidad de volumen	0.72–0.78 g/cm ³
Volatilidad	Facilidad para evaporarse	Alta
Punto de inflamación	Temperatura mínima de ignición	-40 °C
Poder calorífico	Energía liberada en la combustión	44–46 MJ/kg
Índice de octano	Resistencia a la detonación	87–98 según tipo

1.6 Gasolina

Tipos de Gasolina

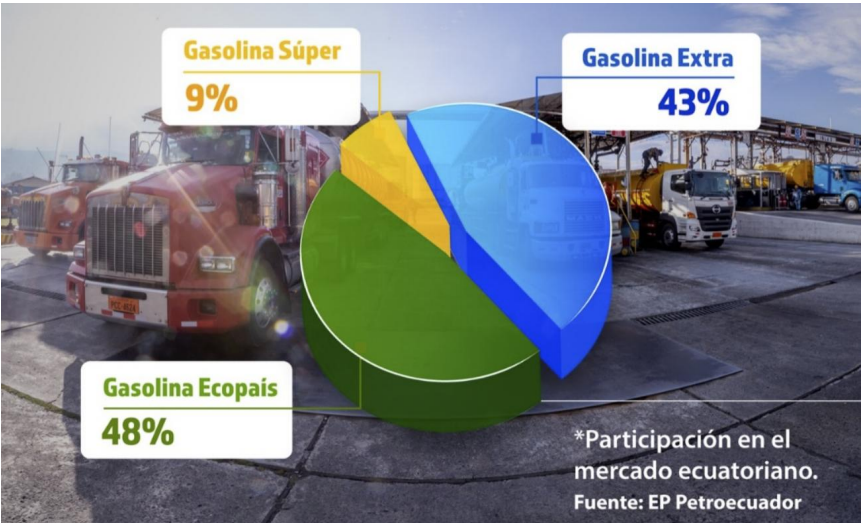
La clasificación depende principalmente del **índice de octano**, que mide la resistencia a la autodetonación:



Tipo de gasolina	Octanaje (RON)	Descripción técnica	Aplicaciones recomendadas
Gasolina Eco	85	Mezcla de gasolina con 5 % de etanol anhidro (bioetanol). Posee menor octanaje y menor poder antidetonante.	Vehículos de baja compresión (antiguos o de tecnología básica).
Gasolina Extra	87	Gasolina regular, actualmente con hasta 5 % de etanol . Ofrece mejor rendimiento y combustión más limpia que la Eco.	Motores de compresión media (vehículos de uso urbano y familiar).
Gasolina Súper	92	Gasolina premium , con alto octanaje, libre de plomo, mejor rendimiento y aditivos detergentes.	Motores modernos de alta compresión o con turboalimentación.

1.6 Gasolina

Tipos de Gasolina



Característica	Gasolina Eco	Gasolina Extra
Octanaje (RON)	85	87
Composición	Gasolina con 5 % de etanol anhidro (E5)	Gasolina convencional (también con hasta 5 % de etanol) pero de mejor refinamiento
Color	Ligero tono verde claro	Amarillo pálido
Contenido de azufre	≤ 200 ppm	≤ 150 ppm
Poder calorífico	Menor (por el etanol)	Mayor, proporciona más energía por litro
Rendimiento en motor	Menor rendimiento y potencia	Mejor desempeño, más estabilidad térmica
Aplicación	Motores de baja compresión (vehículos antiguos o utilitarios)	Motores de compresión media (vehículos modernos de uso urbano)
Impacto ambiental	Menor emisión de CO ₂ por el uso de bioetanol	Emisiones algo mayores, pero más eficiente
Precio referencial	Más económica	Ligeramente más costosa

1.6 Gasolina

Tipos de Gasolina

A partir de la década de **1970**, diversos países comenzaron a **prohibir el uso del plomo** en combustibles. Las razones fueron principalmente:

- Desarrollo de **gasolinas sin plomo** de alto octanaje.
- Introducción del **catalizador de tres vías** en los sistemas de escape.
- Legislación ambiental internacional (EPA, Unión Europea, ONU).

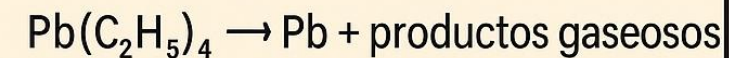
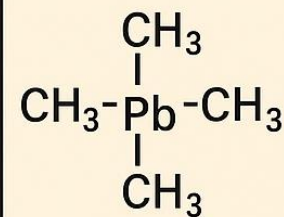
Región	Año de prohibición
EE. UU.	1996
Europa Occidental	2000
América Latina	2002–2005
África (último país, Argelia)	2021

GASOLINA CON PLOMO

La gasolina con plomo es aquella a la que se añade tetraetilo de plomo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) como antidetonante

FUNCIÓN DEL PLOMO

- Aumenta el índice de octano
- Previene el "golpeteo" en el motor
- Mejora la potencia y la eficiencia



PROBLEMAS ASOCIADOS



Depósitos en bujías y válvulas



Emisión de partículas de plomo



Efectos tóxicos en la salud



Daño al convertidor catalítico



1.6 Gasolina

Tipos de Gasolina:

GASOLINA CON PLOMO

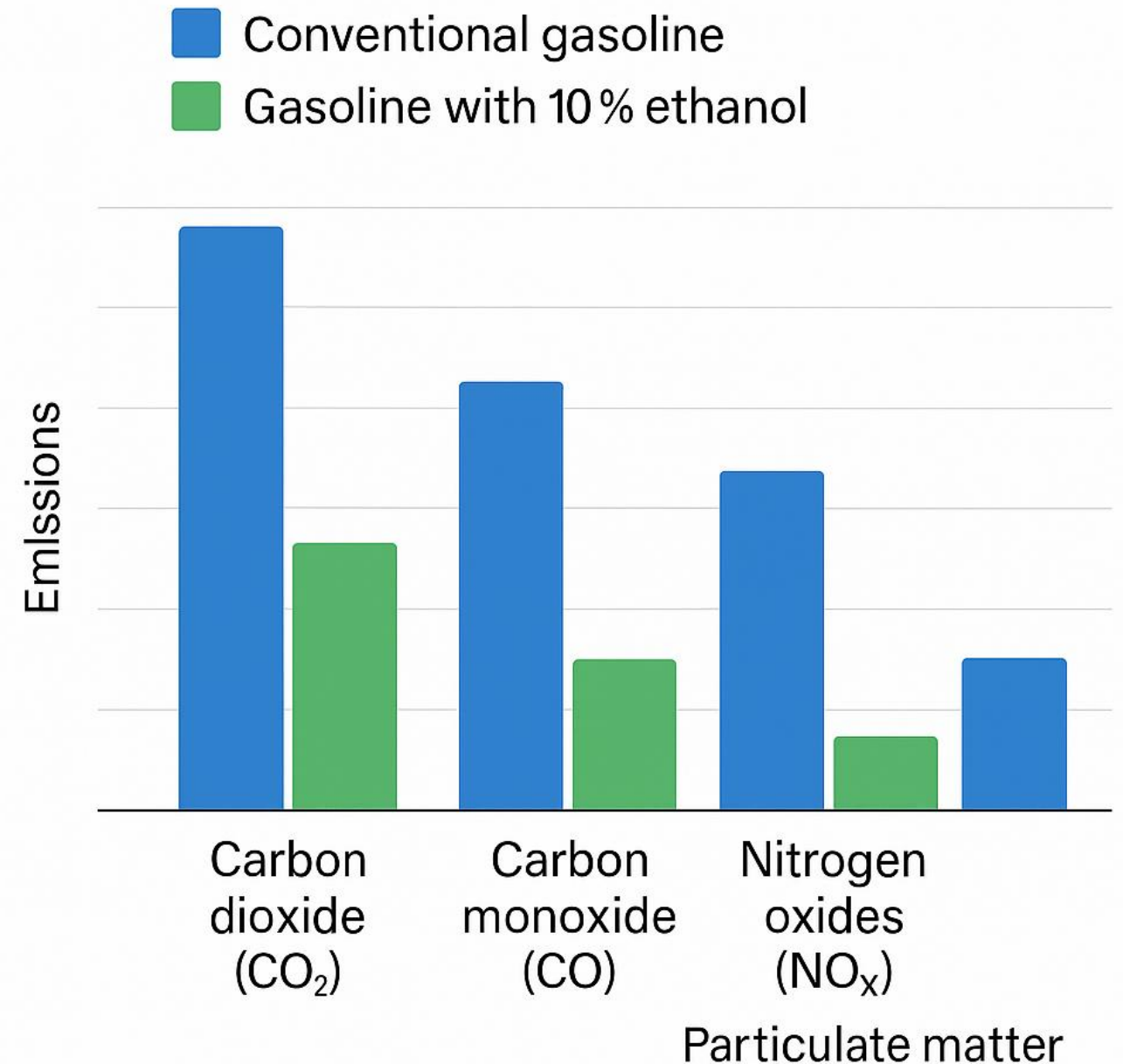
La **gasolina con plomo** causaba y sigue causando **intoxicación por plomo (saturnismo)**, una enfermedad crónica que afecta múltiples órganos y sistemas del cuerpo humano.

Sistema afectado	Efecto principal	Consecuencias
Nervioso	Daño en neuronas	Pérdida de memoria, retraso mental, convulsiones
Hematológico	Inhibe la síntesis de hemoglobina	Anemia
Renal	Acumulación en túbulos renales	Insuficiencia renal crónica
Cardiovascular	Aumento de presión arterial	Hipertensión
Reproductivo	Afecta espermatogénesis y embarazo	Infertilidad, abortos espontáneos
Infantil	Mayor vulnerabilidad cerebral	Disminución del coeficiente intelectual (CI) y problemas de conducta

1.6 Gasolina

Impacto ambiental:

La combustión de gasolina produce **CO₂**, **CO**, **NO_x** y **partículas**, contribuyendo al efecto invernadero y a la contaminación atmosférica. Sin embargo, las regulaciones modernas (Euro 6, EPA Tier 3) y el uso de **gasolinas oxigenadas** con etanol han reducido significativamente las emisiones nocivas.



1.6 Gasolina

Ejercicio Práctico:

Problema:

Un motor consume 15 litros de gasolina durante 1 hora. Si el poder calorífico es de 44 MJ/kg y la densidad es 0.74 kg/L, calcula la energía total liberada.

$$m = 15 \text{ L} \times 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 11.1 \text{ kg}$$

$$E = 11.1 \text{ kg} \times 44 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 488.4 \text{ MJ}$$

Resultado: La energía liberada es $\approx 488 \text{ MJ}$.

Un automóvil consume **20 litros de gasolina** durante un recorrido de **80 km**. Sabiendo que la **densidad de la gasolina** es de **0.74 kg/L** y su **poder calorífico** es de **44 MJ/kg**, calcula la **energía total liberada** por la combustión del combustible.

Datos conocidos:

$$V = 20 \text{ L}$$

$$\rho = 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$P_c = 44 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

1 Calcular la masa total de gasolina consumida

$$m = V \times \rho$$

$$m = 20 \text{ L} \times 0.74 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$m = 14.8 \text{ kg}$$

2 Calcular la energía liberada

$$E = m \times P_c$$

$$E = 14.8 \text{ kg} \times 44 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

$$E = 651.2 \text{ MJ}$$

✓ Resultado final:

La energía total liberada durante la combustión de 20 litros de gasolina es de:

$$E = 651.2 \text{ MJ}$$

1.7 Diésel

Introducción

El **diésel** es un combustible líquido derivado del petróleo, empleado principalmente en motores de **encendido por compresión** (motores diésel). Su importancia radica en su **alta eficiencia energética**, **mayor torque** y **bajo consumo** comparado con la gasolina, lo que lo convierte en el combustible preferido para transporte pesado, maquinaria industrial y agrícola.



1.7 Diésel

¿Qué es el Diésel?

El **combustible diésel** es una mezcla de **hidrocarburos** que contienen entre **12 y 20 átomos de carbono por molécula**, con un rango de ebullición entre **200 y 350 °C**. Se obtiene del **refinamiento del petróleo crudo** y puede mezclarse con biocombustibles (como el biodiésel) para mejorar su sostenibilidad.



1.7 Diésel

Propiedades Físico-Químicas

Las propiedades de la gasolina determinan su comportamiento en el motor:

Propiedad	Descripción	Valor típico
Densidad	Masa por volumen	0.83–0.85 g/cm ³
Viscosidad cinemática	Capacidad de flujo a 40 °C	2–4.5 cSt
Punto de inflamación	Temperatura mínima de ignición	55–80 °C
Poder calorífico	Energía liberada por combustión	42–45 MJ/kg
Índice de cetano	Medida de facilidad de autoencendido	45–55

1.7 Diésel

TIPOS DE DIÉSEL

Tipo	Características principales	Uso típico
Diésel fósil (petrodiesel)	Derivado 100 % del petróleo	Motores convencionales
Diésel bajo en azufre (ULSD)	Menos de 15 ppm de azufre	Motores modernos con catalizador
Biodiésel (B5, B20, B100)	Mezclas con ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME)	Alternativa renovable
Diésel sintético (GTL/BTL)	Obtenido de gas natural o biomasa	Alta pureza, sin azufre

Ventajas y desventajas

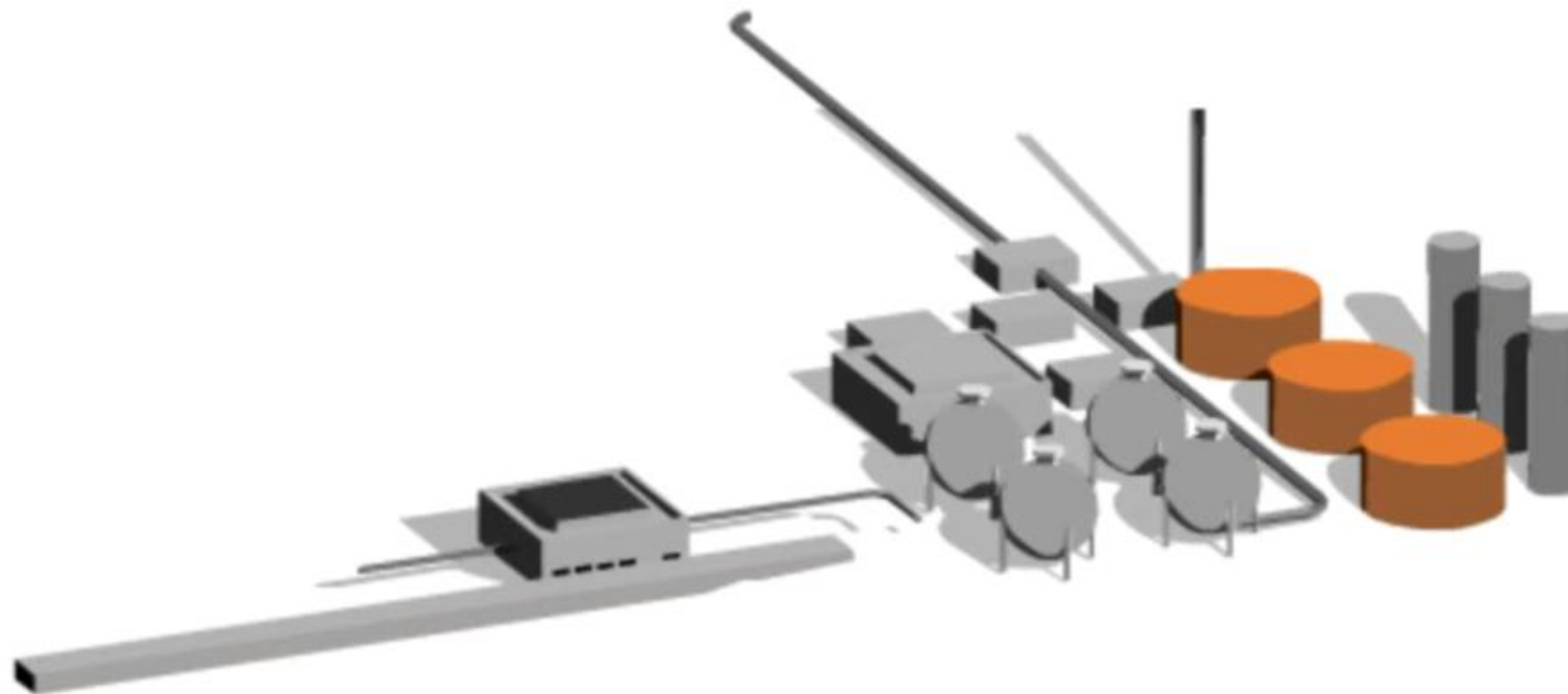
Ventajas	Desventajas
Mayor eficiencia térmica (30–40 % más que gasolina)	Mayor emisión de NO _x y partículas (PM)
Larga duración del motor	Ruido y vibraciones más altos
Alto torque a bajas revoluciones	Más costoso en mantenimiento
Menor consumo de combustible	Contaminantes si no hay control de emisiones

1.8 Gas Natural



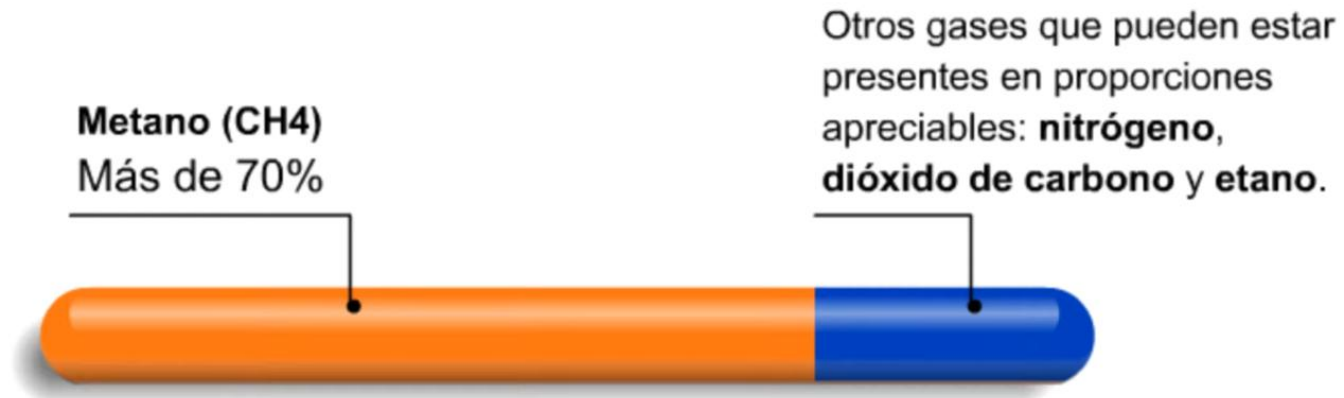
INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

Es una energía fósil que se encuentra en el subsuelo de la tierra, procedente de la descomposición de la materia orgánica.

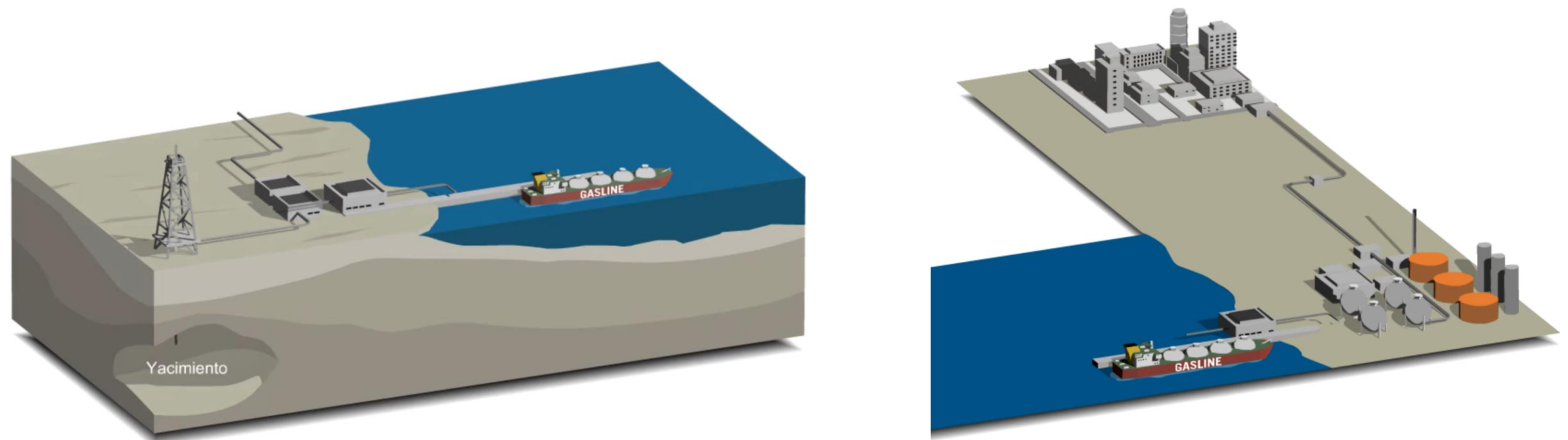




Composición:



Extracción:





1.8 Gas Natural

Utilización:



Generación de electricidad

Es una importante fuente para producir energía eléctrica mediante turbinas de gas y turbinas de vapor o de ciclo combinado.

Combustible para vehículos

El gas natural comprimido es utilizado como una alternativa menos costosa y más limpia que otros combustibles.

Uso doméstico

En las ciudades se utiliza el gas natural para cocinar y calentar las casas. En las zonas rurales o donde no hay tuberías se utilizan las bombonas de gas natural comprimido.

Uso industrial

El gas natural también es utilizado por numerosas industrias, entre ellas, la textil, la del plástico y la del acero. También es empleado como materia prima en la fabricación de abonos nitrogenados.



Impacto medioambiental:

Menor emisión de dióxido de carbono (CO₂) en la combustión

Las emisiones de gas natural son un **40-50%** menores que las del carbón y un **25-30%** menores que las del fuel-oil lo que reduce el impacto sobre el efecto invernadero.

La quema del gas natural produce menores cantidades de **óxidos de Azufre y Nitrógeno**, responsables de la lluvia ácida. La propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NO_x que el fuel-oil y 2,5 veces menos que el fuel-oil.

Combustibles Derivados del Gas Natural

Gas Natural Licuado (GNL)

Se enfría para facilitar su transporte.

Gas Natural Comprimido (GNC)

Se comprime para su uso en vehículos. Es una alternativa más limpia que la gasolina.

Hidrógeno

Se produce a partir del gas natural. Es un combustible prometedor para el futuro.





1.8 Gas Natural

¿Porqué no se usa más en los vehículos?

Autonomía

GNC es una buena opción para trayectos interurbanos, mientras que el GNL es ideal para recorridos largos.

Estaciones de servicio

Hay menos estaciones de servicio de GNC que de gasolina. Las estaciones de servicio de GNL requieren equipos criogénicos complejos.

Seguridad

El GNL es más peligroso que el GNC. El GNL puede causar quemaduras por congelación.

[Cómo se fabrica el Toyota MIRAI auto de serie propulsión hidrógeno.](#)



1.9 Jet

AVTUR

JET A JET A-1
JET B

JP1

.
.
.

JP7



JET A-1

PUNTO DE INFLAMACIÓN: 38 GRADOS C.

TEMPERATURA DE AUTO IGNICIÓN: 210 GRADOS C.

PUNTO DE CONGELACIÓN: -47 GRADOS C.

PESO: 0.804 KILOGRAMOS X LITRO 6.7 LBS POR GALÓN

PRECIO GALÓN: 3.2 US LATAM 2 US USA

1.9 Jet

AVGAS

80 ROJO



100 AZUL

100LL VERDE

AVGAS100LL

OCTANAJE :100/130 100: CRUCERO 130: DESPEGUES

PUNTO DE INFLAMACIÓN: -30 GRADOS C

PUNTO DE CONGELACION: -60 GRADOS C

PESO: 6 LIBRAS X GALÓN

PRECIO GALÓN: 3.5 US LATAM 2.5 US USA



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

1.9 Jet



INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
DEL AUSTRO

