

Energía Sustentable: una estrategia real para la agricultura

Aplicación de las Bioenergías



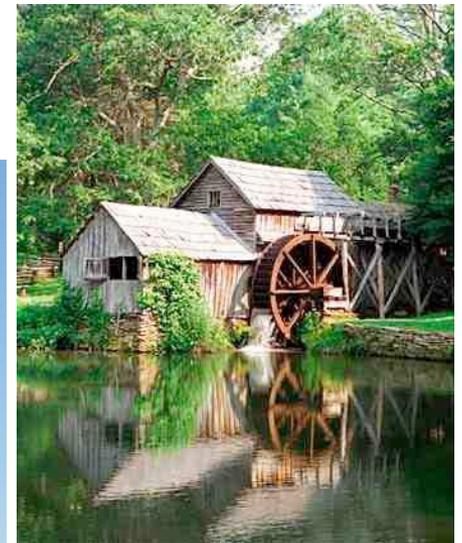
Carolina Pizarro, PhD.

Energías Sustentables

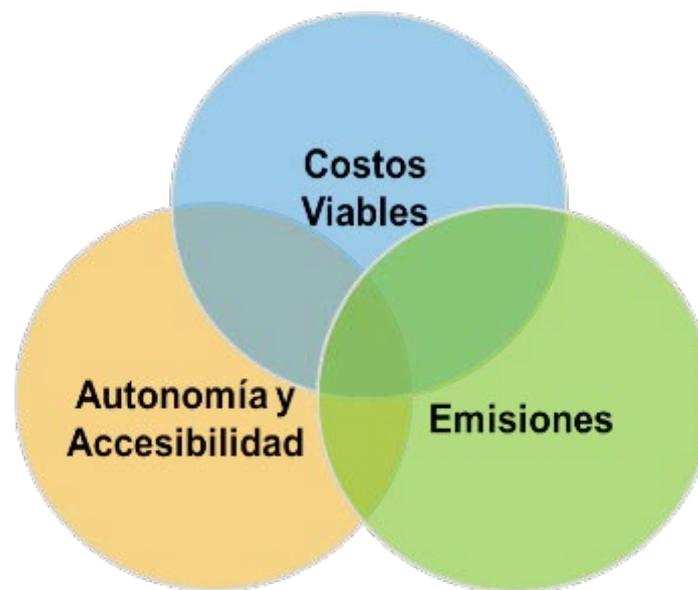
= Energías Renovables?

No necesariamente

Las Energías Renovables, son hoy la forma de producir energía más moderna y a su vez la más ancestral...



Energías Sustentables



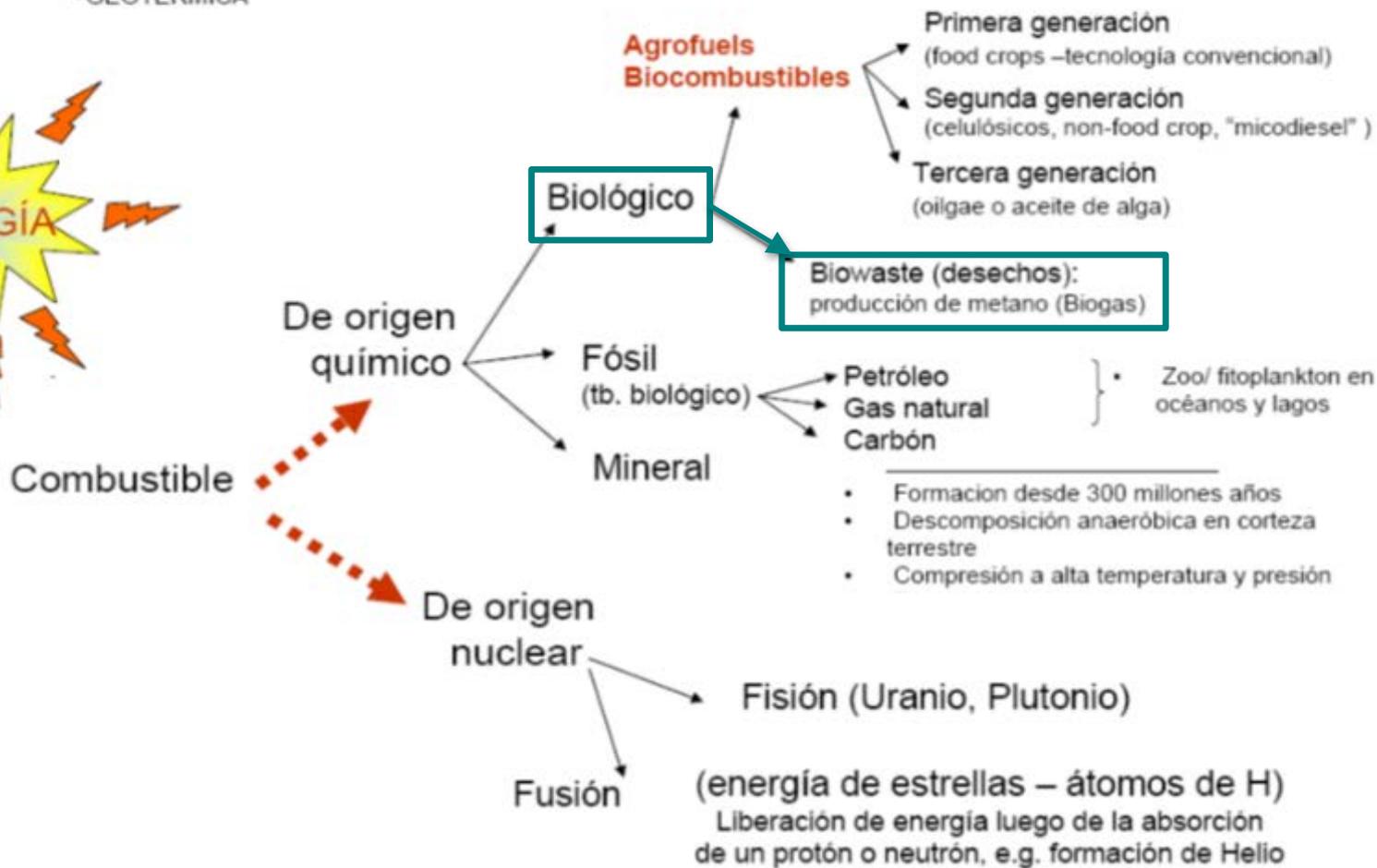
Uso de recursos energéticos naturales de mayor autonomía y accesibilidad para seguridad en suministro

Costos viables y máxima cobertura para la sociedad, con tecnologías apropiadas

Control del impacto ambiental en todo el ciclo de vida del recurso

Fuentes Renovables

- HIDRO
- SOLAR
- EÓLICA
- GEOTÉRMICA



Biocombustibles

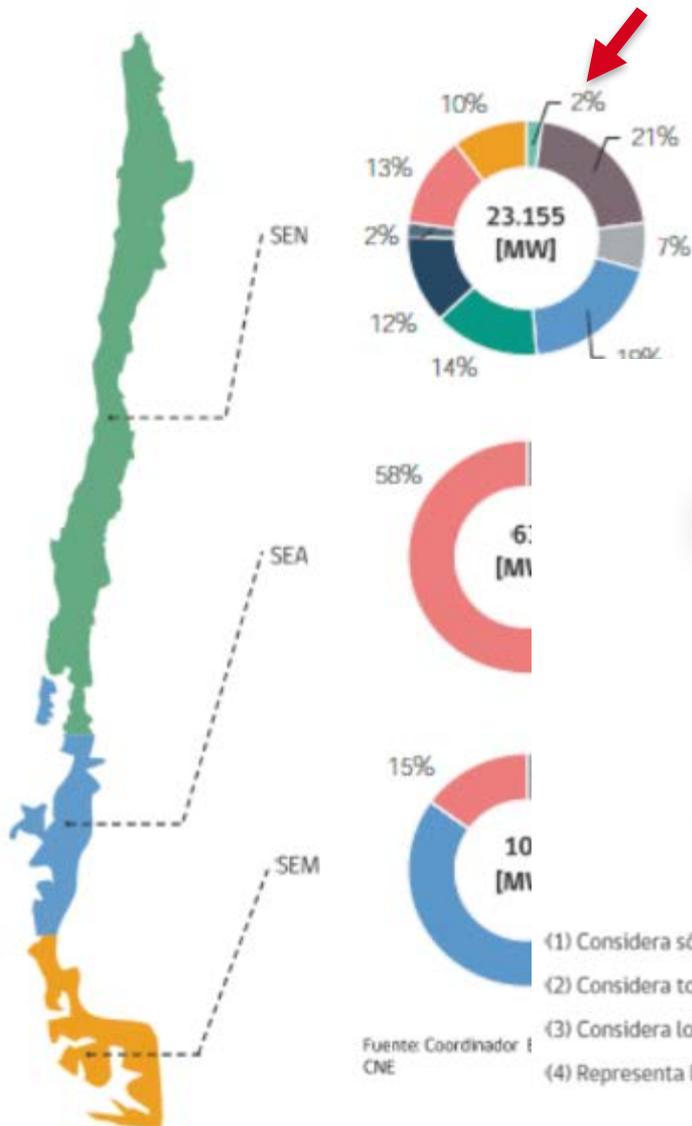
cualquier combustible de origen biológico

■ Biogás

■ Biomasa

■ Biocarburantes
(bioetanol y biodiesel)

Capacidad instalada neta por tecnología



Capacidad instalada neta por sistema

| Sistema | Capacidad [MW] | Capacidad [%] |
|--------------|----------------|---------------|
| SEN | 23.155 | 99,3% |
| SEA | 63 | 0,3% |
| SEM | 107 | 0,4% |
| Total | 23.325 | 100% |

Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional y CNE



El total nacional de capacidad instalada

Cuadro Resumen—Estado de Proyectos ERNC

| Tecnología | Operación (1) [MW] | En Pruebas [MW] | Construcción [MW] | RCA Aprobada (2) [MW] | En Calificación [MW] |
|----------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Biomasa (3) | 501 | 6 | 6 | 1.074 | 12 |
| Eólica | 1.524 | 212 | 820 | 10.621 | 1.508 |
| Geotermia | 0 | 40 | 0 | 120 | 50 |
| Mini Hidro (4) | 495 | 23 | 75 | 749 | 67 |
| Solar - PV | 2.342 | 61 | 307 | 16.363 | 2.308 |
| Solar - CSP | 0 | 0 | 110 | 2.775 | 0 |
| Total | 4.861 | 342 | 1.317 | 31.701 | 3.945 |

Fuente: CNE, Ministerio de Energía, Coordinador Eléctrico Nacional.

- (1) Considera sólo proyectos entregados a explotación comercial.
- (2) Considera todos los proyectos aprobados a la fecha.
- (3) Considera los proyectos de biogás.
- (4) Representa las centrales hidroeléctricas de pasada con capacidad instalada inferior a 20 MW.



BIOGÁS

energía a partir de la fracción orgánica los
residuos

digestión anaeróbica



consorcio bacteriano



degrada la materia orgánica



biogás



CH_4 (50-80%) y CO_2 (50-20%)

- convertible en **energía calorífica y energía eléctrica**
- **fuentes renovables de energía**
- **Si no es bien manejado**
contribución al aumento de gases con efecto invernadero



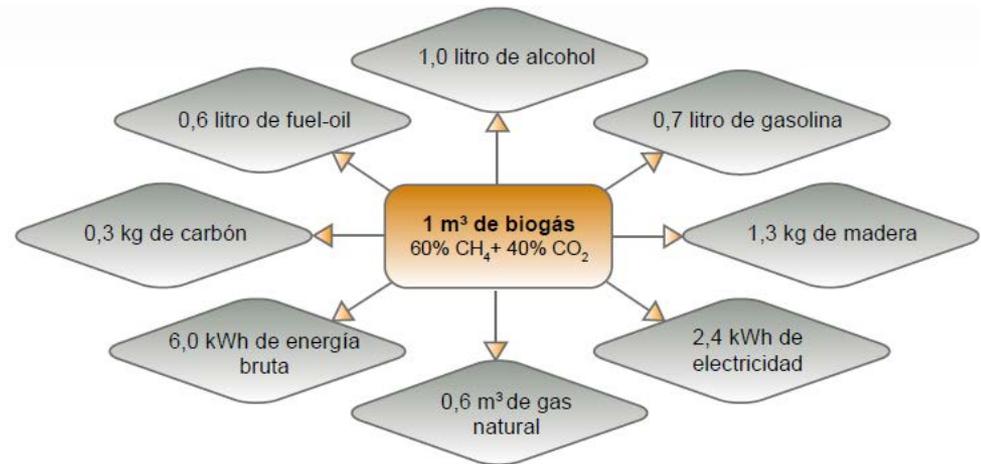
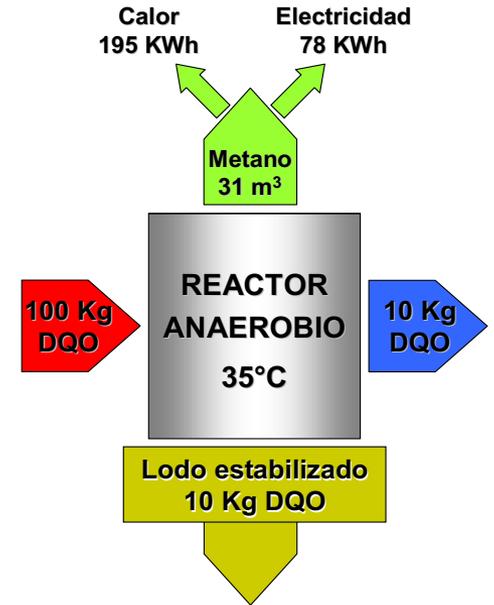
BIOGÁS

- **Residuos sólidos** orgánicos urbanos y agropecuarios
- **Lodos** de plantas de tratamiento de aguas
- **Efluentes líquidos** de instalaciones industriales con elevada carga orgánica

RILEs de industrias



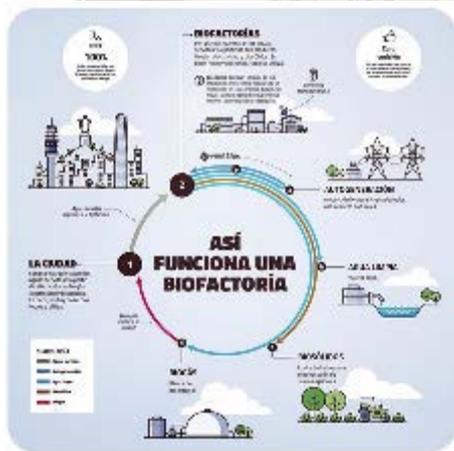
- Cervecera
- Azucarera
- Conservas
- Destilados
- Láctea
- Papeleras
- ... otras.



equivalencia de biogás con otras fuentes de energía



BIOGÁS

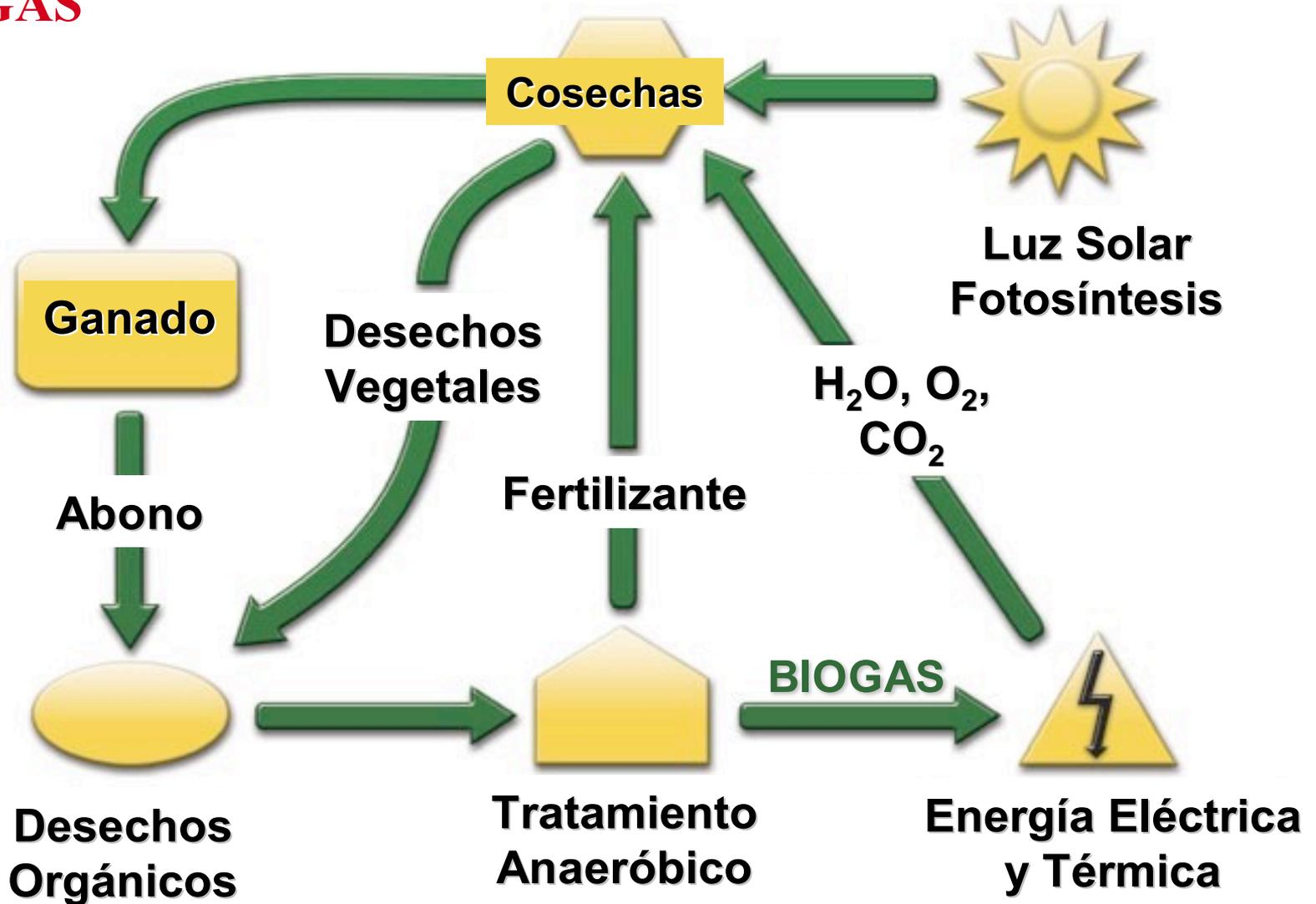


Potencia: 7,8 MWe
Prod de biogás: 2.740 m³/h
Inversión: 5.180.175 USD
Caudal: 8m³/s agua a tratar

Potencia: 18 MWe (70 mil hogares)
Prod de biogás: 9.000 m³/h
Inversión: 40.200.000 USD
Caudal: 6.000 ton/d basura



BIOGÁS



BIOGÁS



1 vaca lechera

330 a 500 m³/anual biogás

0,09 - 0,15 kWe

36 vacas → 180 kWh/mes → consumo mensual 1 casa

En el marco del Programa Estratégico del FMAM-5 (área focal del Fondo para el Medio Ambiente Mundial para el cambio climático), el Ministerio de Energía, asistido técnicamente por la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) lidera el proyecto **promoviendo el desarrollo de la energía a biogás en pequeñas y medianas agroindustrias seleccionadas.**



BIOGÁS

Planta de biogás Baja Sajonia, Alemania



Planta de biogás agrícola de codigestión
1,3 animales por há, con 170 há de tierra cultivable
Potencia: 500 kWe, 605 kWt
Sustratos: 1.910 t/año excretas animales
6.390 t/año cultivos energéticos (maíz)
Producción de biogás: 219 m³/h
Inversión: 779.278 USD

Planta de biogás Niederbayern, Alemania



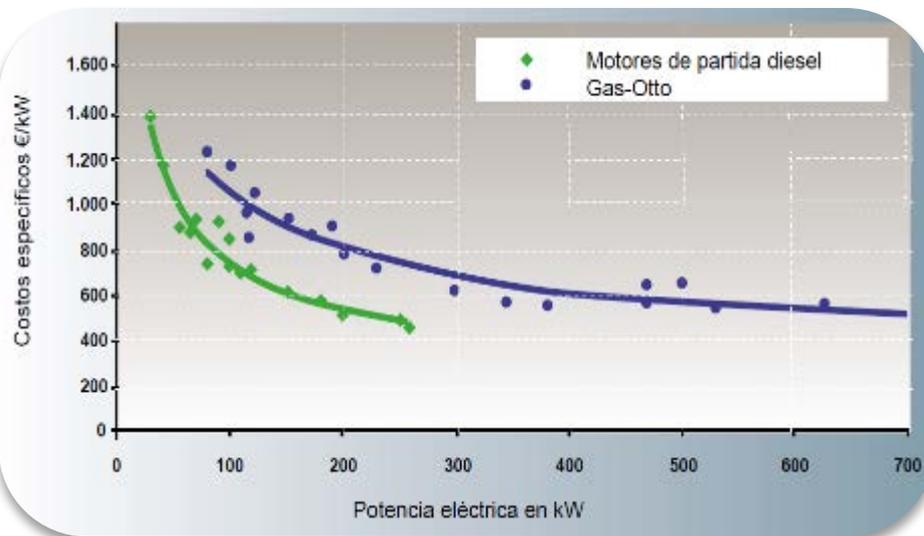
Planta de biogás agrícola de codigestión
0,8 animales por há, con 140 há de tierra cultivable
Potencia: 260 kWe, 315 kWt
Sustratos: 5.375 t/año excretas animales
7.125 t/año residuo de gastronomía
Producción de biogás: 108 m³/h
Inversión: 952.138 USD

BIOGÁS

Distribución de costos de inversión en plantas de biogás

| Item | 100 kW | 1.000 kW |
|-----------------------------|---------|----------|
| Obras civiles (%) | 30 - 35 | 43 - 50 |
| Maquinarias y equipos (%) | 9 - 12 | 8 - 10 |
| Electrotecnia y control (%) | 10 - 12 | 2 - 3 |
| Grupo Electrógeno (%) | 33 - 38 | 25 - 30 |
| Otros (%) | 12 - 15 | 12 - 15 |

Costos de inversión para grupos generadores en función de la potencia instalada



Ejemplo: Acuicultura Sustentable y Biogás

Digestato como
biofertilizante



Digestión
anaeróbica de
residuos
acuícolas

Biogás

261.000 Ton residuos
/año

Potencial 254 m³ biogás
/ Ton residuos

66 millones m³ biogás
/año

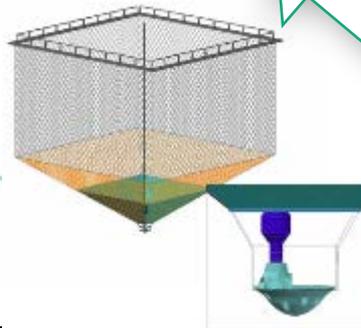
99,441 GWh / año

Energía

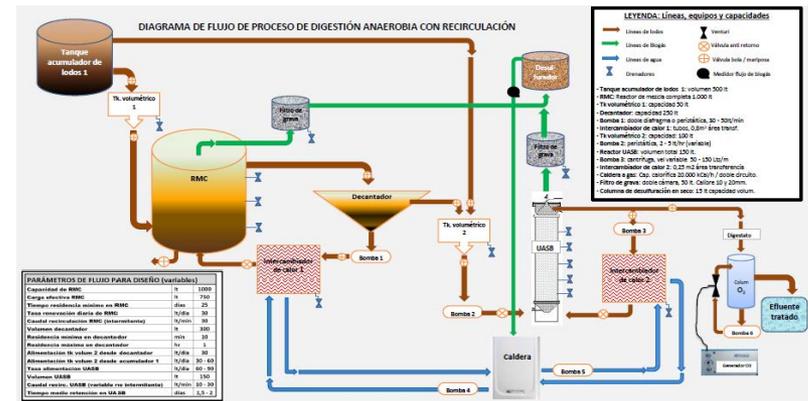
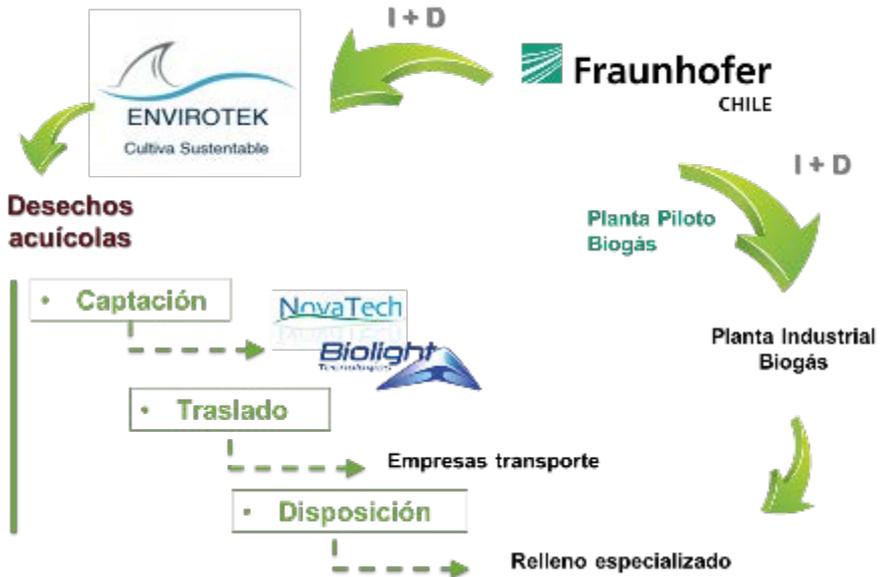
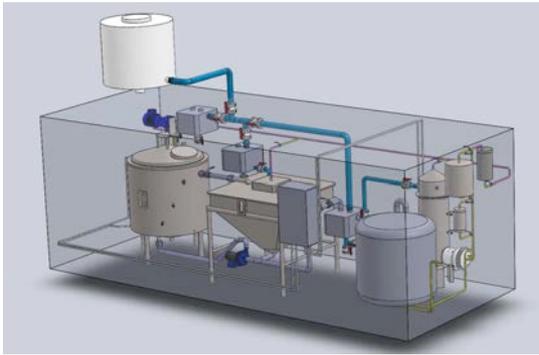
Otros usos
para la comunidad

Granjas Salmoneras

Sistema de recolección de
residuos sólidos
desarrollado por FCR



Planta Piloto de tratamiento anaeróbico de residuos y generación de biogás



Biocombustibles

cualquier combustible de origen biológico

■ Biogás

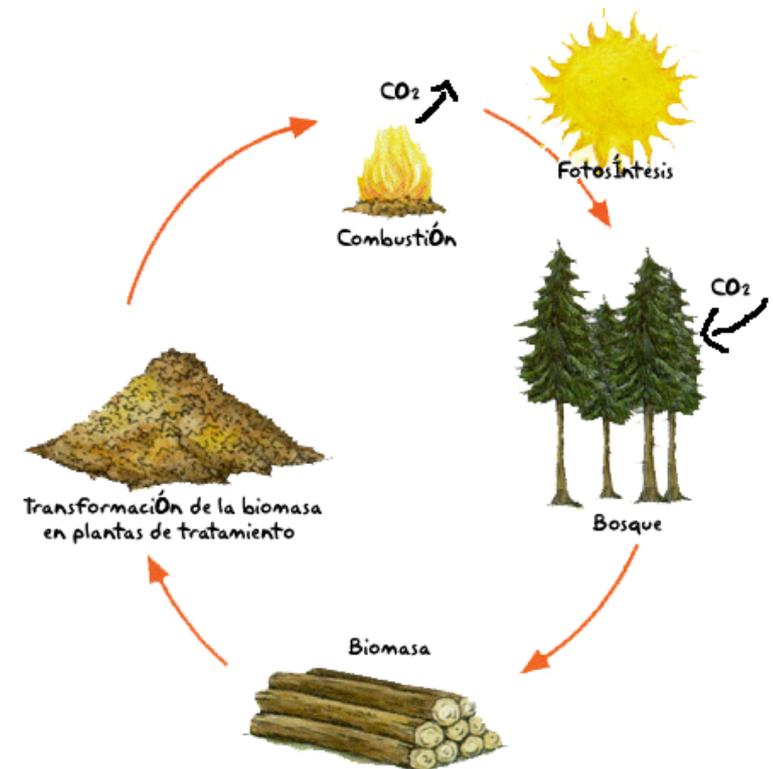
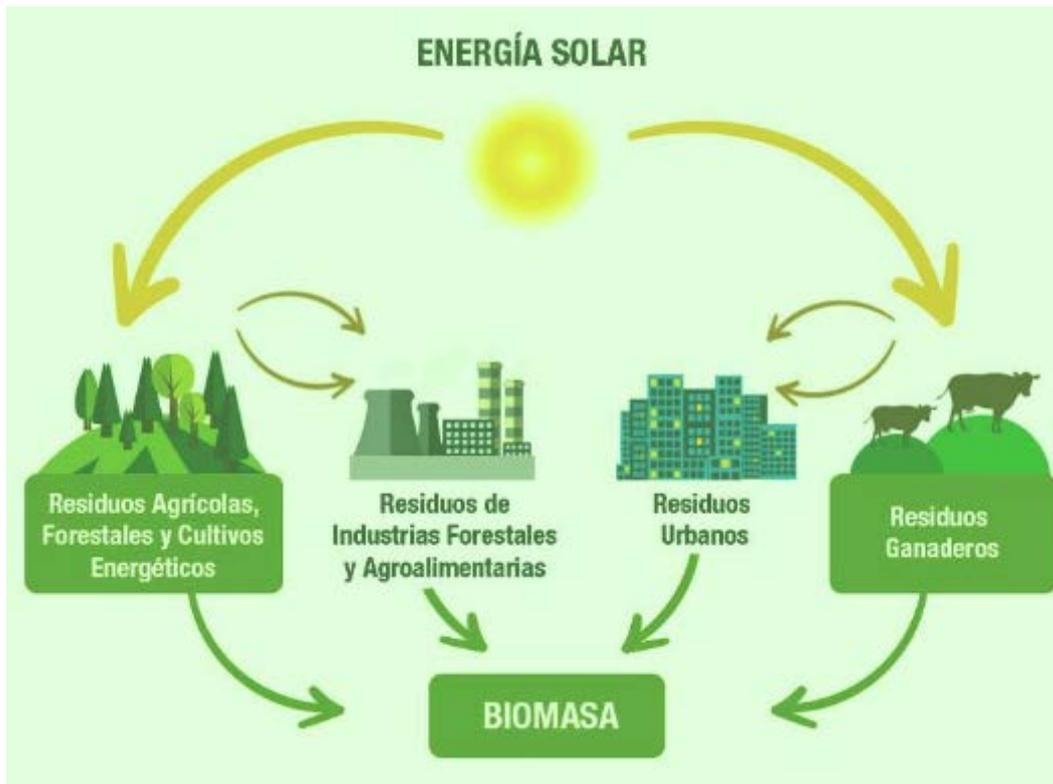
■ Biomasa

■ Biocarburantes
(bioetanol y biodiesel)

BIOMASA

cualquier tipo de materia viva, ya sea animal, vegetal o microorganismos

Por medio del proceso de fotosíntesis, los vegetales son capaces de captar la energía solar y almacenarla en los enlaces de las moléculas orgánicas que forman su biomasa



BIOMASA

arauco

<https://www.arauco.cl/chile/>



BIOMASA

- Los **pellets** de madera (Wood pellets), son un combustible orgánico en forma de **partículas cilíndricas**, producido a partir de desechos de la industria forestal y de desechos de faenas silviculturales.
- Emisión CO₂ puede ser del orden de 2% respecto del petróleo, con plan de reforestación certificado.



- Presentan el doble del poder calorífico que la madera original (concentrado, humedad 10%)

\$83/Kwh

• 1 Kg de gas natural

\$35/Kwh

• 1 Kg de pellet

BIOMASA

- El mercado en Chile para los pellets alcanza los 10 millones USD
- Este mercado se encuentra repartido en forma equitativa entre los dos sectores (industrial y domiciliario)
- Estimaciones para el año 2021, indican que la disponibilidad de biomasa, como subproductos en Chile será de 22,4 millones de m³
- Ello implicaría que el 20% de la energía eléctrica, se podría producir utilizando biomasa como fuente de energía

| Origen | Precio | Condición |
|--------------|------------------------|------------------------------------|
| USA | 257 USD/ton | Mercado interno detalle |
| Argentina | 150 USD/ton | FOB |
| España | 500 USD/ton | Mercado interno detalle |
| Chile | 320 USD/ton | Mercado interno detalle |

BIOMASA



- Proyección de la demanda en Chile de pellets fabricados en base a desechos de nueces
- Crecimiento sostenido entre el 40% y el 50% al año, partiendo el año 2012 con 21.000 toneladas
- Por lo tanto el mercado podría llegar a superar los US\$ 120 millones para el año 2020



Revalorización y Economía Circular

Tecnología de Carbonización Hidrotermal (HTC)

Residuos de:



Agroindustria



Guano y purines



Acuicultura



Ind alimentaria



Lodos PTAs



Forestales

Biomasa



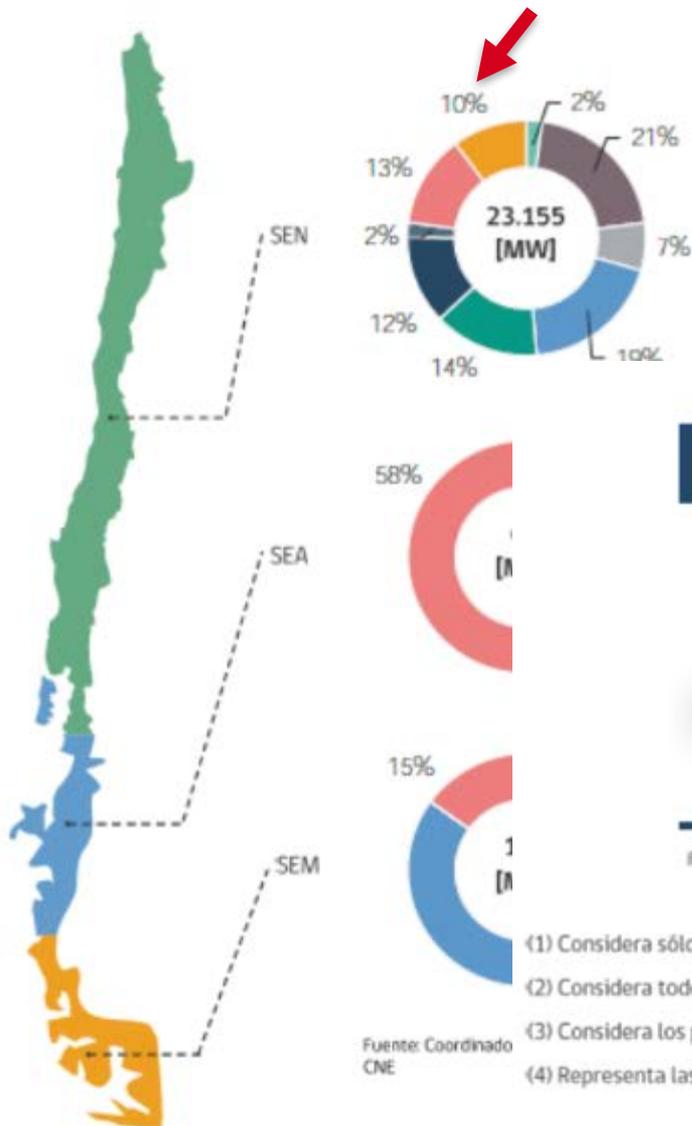
Fracción gaseosa
Principalmente CO₂

Fracción líquida
Azúcares, ácidos carboxílicos, compuestos fenólicos, NPK, etc.

Fracción sólida
Partículas carbonosas de diferentes formas y tamaños con grupos funcionales en su superficie



Capacidad instalada neta por tecnología



Capacidad instalada neta por sistema

| Sistema | Capacidad [MW] | Capacidad [%] |
|--------------|----------------|---------------|
| SEN | 23.155 | 99,3% |
| SEA | 63 | 0,3% |
| SEM | 107 | 0,4% |
| Total | 23.325 | 100% |

Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional y CNE



El total nacional de capacidad instalada

Cuadro Resumen—Estado de Proyectos ERNC

| Tecnología | Operación (1) [MW] | En Pruebas [MW] | Construcción [MW] | RCA Aprobada (2) [MW] | En Calificación [MW] |
|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Biomasa (3) | 501 | 6 | 6 | 1.074 | 12 |
| Eólica | 1.524 | 212 | 820 | 10.621 | 1.508 |
| Geotermia | 0 | 40 | 0 | 120 | 50 |
| Mini Hidro (4) | 495 | 23 | 75 | 749 | 67 |
| Solar - PV | 2.342 | 61 | 307 | 16.363 | 2.308 |
| Solar - CSP | 0 | 0 | 110 | 2.775 | 0 |
| Total | 4.861 | 342 | 1.317 | 31.701 | 3.945 |

Fuente: CNE, Ministerio de Energía, Coordinador Eléctrico Nacional.

- (1) Considera sólo proyectos entregados a explotación comercial.
- (2) Considera todos los proyectos aprobados a la fecha.
- (3) Considera los proyectos de biogás.
- (4) Representa las centrales hidroeléctricas de pasada con capacidad instalada inferior a 20 MW.



SOLAR FOTOVOLTAICO

Arica



3.120 kWh/m²/año

Santiago



2.980 kWh/m²/año

Frankfurt



1.289 kWh/m²/año

Global Horizontal Irradiation (GHI) Latin America and the Caribbean



Global Horizontal Irradiation (GHI) Chile Mainlands



SOLAR FOTOVOLTAICO

AgroPV

- Combina el uso eficiente de suelo agrícola para la producción de hortalizas (biomasa) y generación de energía solar.

El Monte



- Pequeños productores independientes, agrupados
- Consumo domestico y bombeo de pozo
- 5 casas
- cebollín, melones, zanahorias, betarraga
- fue necesario instalar sistema de riego por goteo**

LAMPA



- pequeños productores formalizados como empresa
- Consumo frio, packing, invernadero, casas y bombas
- hortalizas verdes

CURACAVÍ



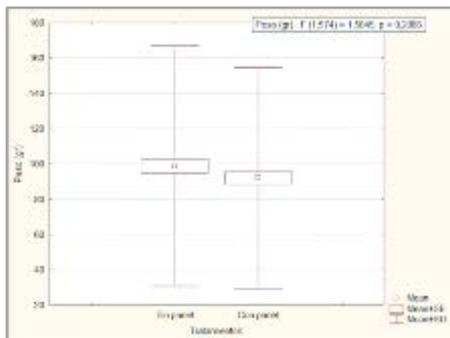
- Pequeños productores formalizados como empresa
- Consumo frio, packing, casas, bombas y oficinas
- Hortalizas verdes, papas, zapallo, repollo, brócoli, coliflor, Kale

SOLAR FOTOVOLTAICO

Efectos del sombreado parcial en la producción de hortalizas bajo sistemas AgroPV

Tabla 1. Peso de lechugas bajo sombreado parcial.

| Tratamiento | Peso de lechugas (prom. ± DE) |
|-------------|-------------------------------|
| Sin panel | 98,84 ± 68,24 |
| Con panel | 91,96 ± 62,64 |



Resultados concordantes con matriz de relación Agro PV, con diversos cultivos en Europa

Clasificación de vegetales de acuerdo a su potencialidad



Muchas Gracias

Carolina Pizarro, PhD.
Project Leader - Biosustainability
carolina.pizarro@fraunhofer.cl



www.fraunhofer.cl



Energía Sustentable: una estrategia real para la agricultura

Aplicación de las Bioenergías

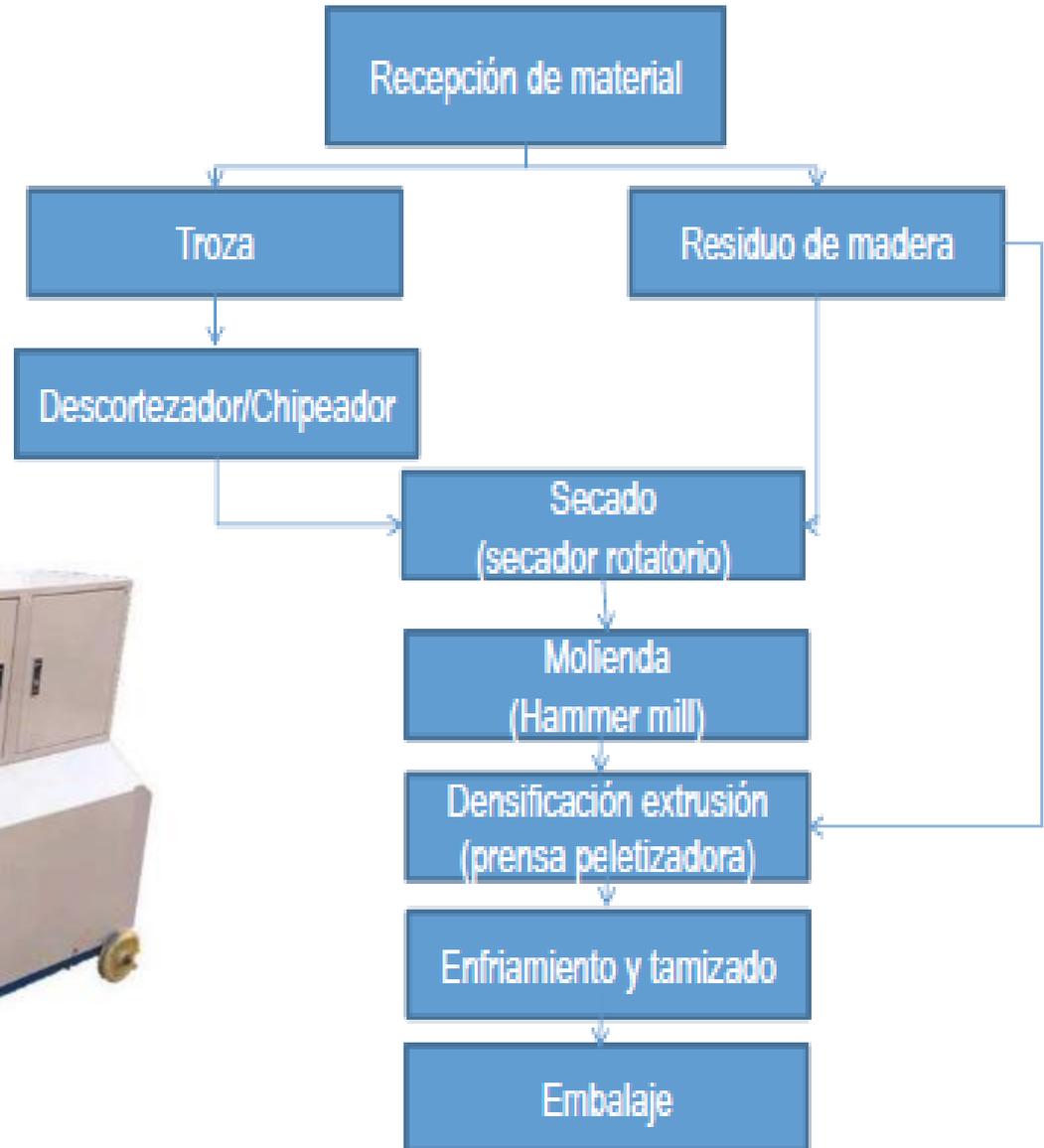
ANEXOS



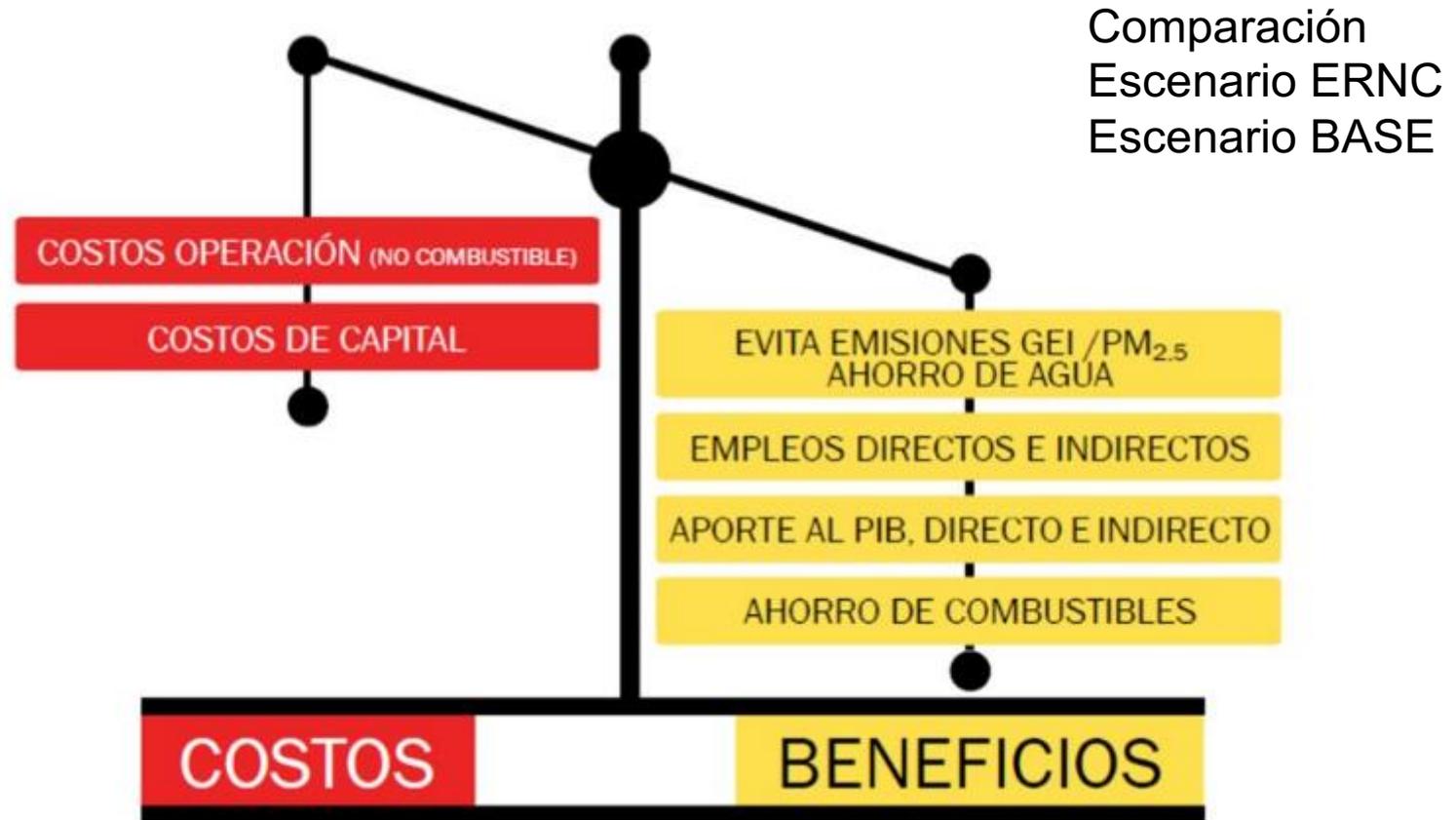
Carolina Pizarro, PhD.

BIOMASA

\$500.00 - \$3,900.00 USD



Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile

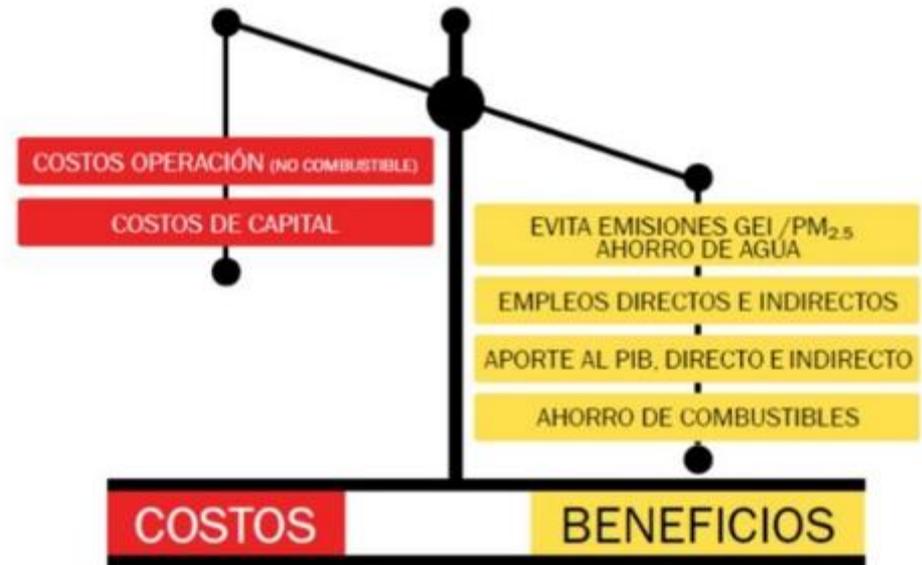


Natural Resources Defense Council (NRDC)
Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)
Septiembre 2013

Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile

Natural Resources Defense Council (NRDC)
Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)
Septiembre 2013

Escenario ERNC



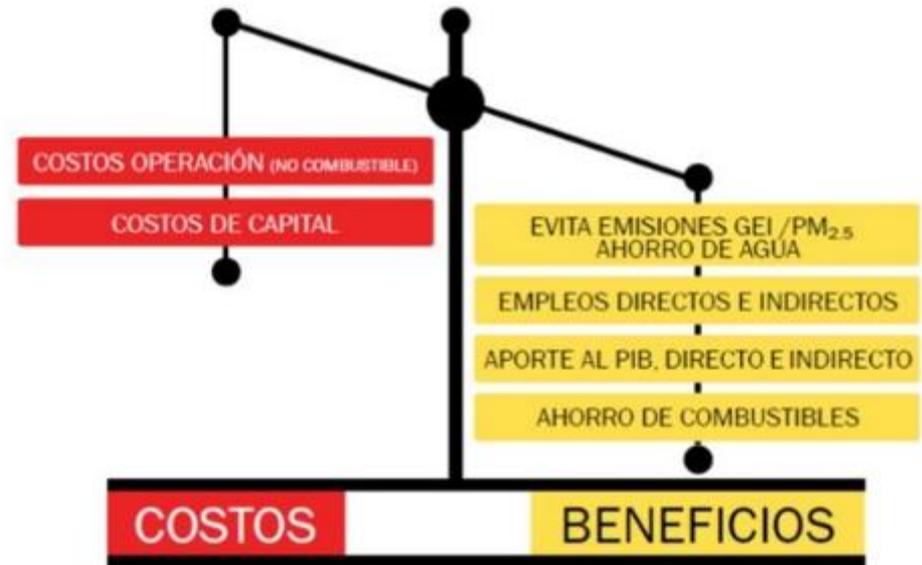
✓ representa un **beneficio neto de US\$ 1,6 mil millones** para el período 2013-2028, considerando sólo aquellos impactos que fueron valorizados monetariamente.

✓ **genera más empleo** que el Escenario Base: 3.444 empleos directos adicionales y 4.325 empleos indirectos adicionales, para dar **un total de 7.769 empleos adicionales**.

Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile

Natural Resources Defense Council (NRDC)
Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)
Septiembre 2013

Escenario ERNC



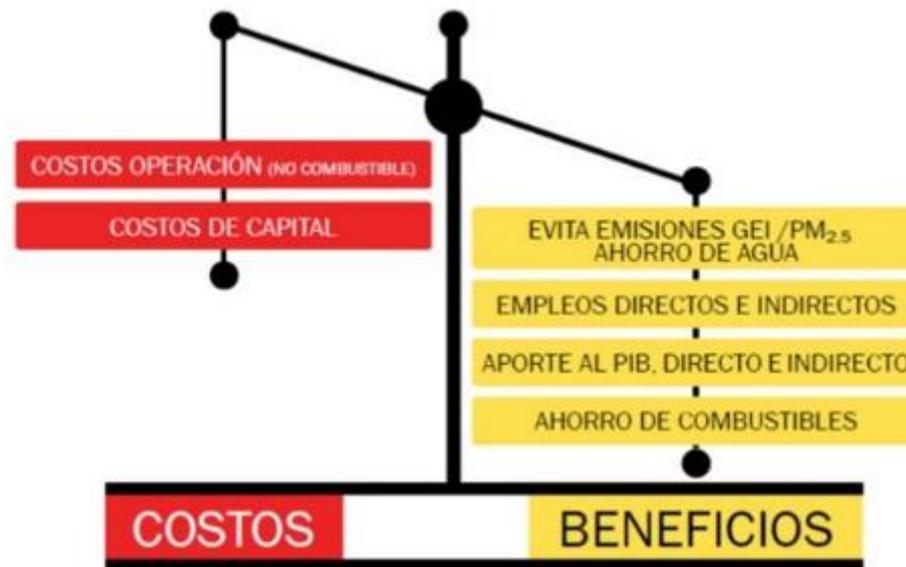
✓ en comparación con el Escenario Base, genera un **aporte adicional al producto interno Bruto (PIB) de más de US\$ 2,3 mil millones**, entre impactos macroeconómicos directos e indirectos.

✓ tiene la capacidad de activar un **mayor número de encadenamientos con otras actividades económicas** del país en comparación con el desarrollo de fuentes térmicas convencionales.

Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile

Natural Resources Defense Council (NRDC)
Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)
Septiembre 2013

Escenario ERNC



✓ permite **mitigar cerca de 9 mil toneladas de emisiones de PM 2,5**. En el caso hipotético evaluado (termoeléctrica a carbón de 200 MW en Santiago) esto acarrea costos en salud del orden de US\$ 20 millones anuales, equivalente a 14,5 US\$/MWh.

✓ **evita la emisión de 83 millones de toneladas de CO₂ equivalente** para el período 2011-2028. Esto representa un beneficio neto a la sociedad y el clima que equivale a US\$ 272 millones.

BIOETANOL

Producido por fermentación anaeróbica de la materia vegetal

Cultivo de especies altas en acumulación de azúcares

- *Caña de azúcar Saccharum officinarum*
- *Remolacha*
- *Sorgo dulce*

Cultivo de especies ricas en almidón

- *Maíz*



- En motores de ciclo Otto se puede utilizar alcohol etílico procedente de la fermentación del azúcar.
- Hasta un 15% puede ser añadido directamente a la gasolina corriente sin necesidad de modificar el motor



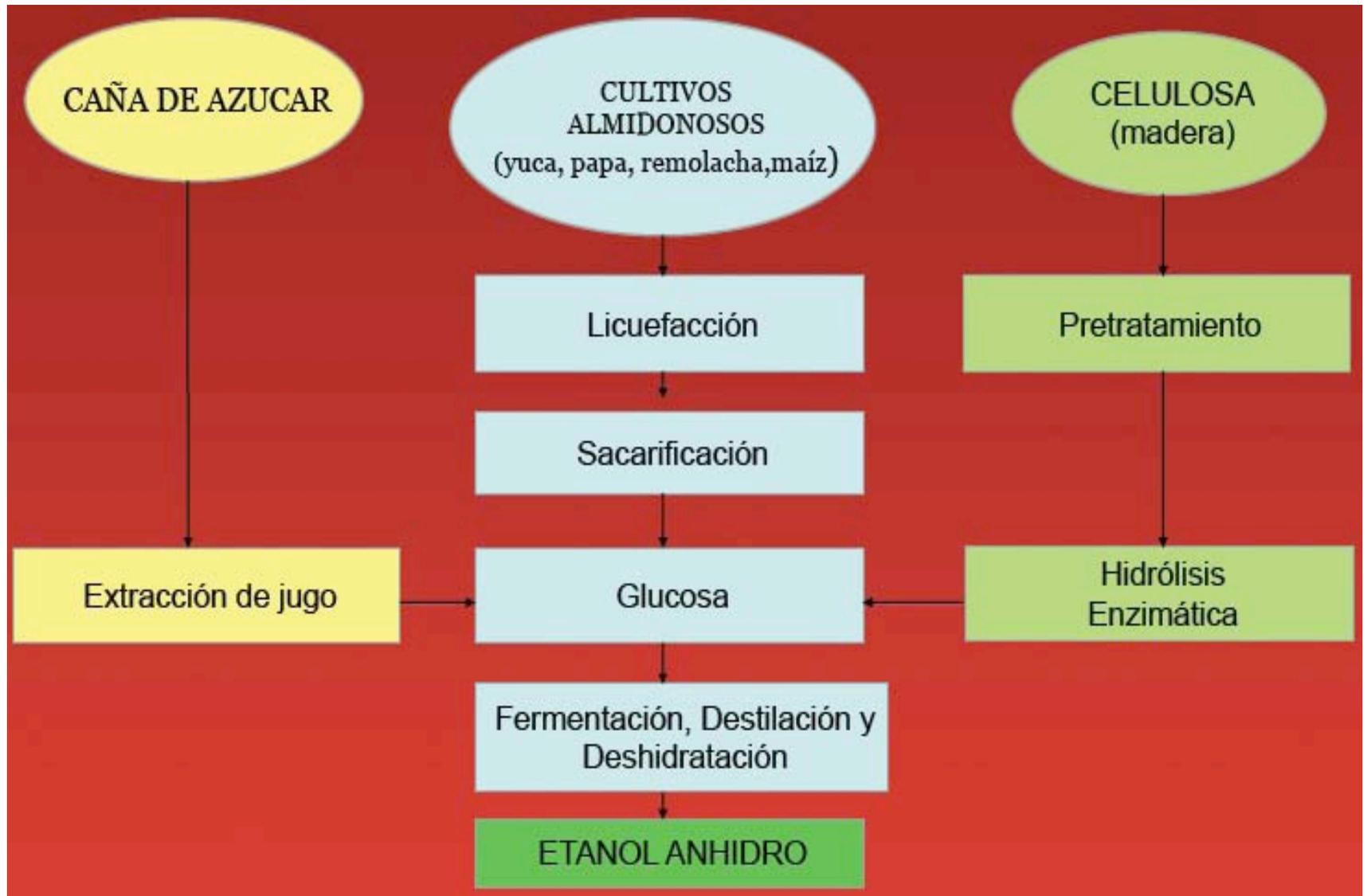
A diferencia del biosiesel, es altamente corrosivo y requiere sistemas distintos de almacenamiento, transporte y descarga





www.editorial-comiccartoons

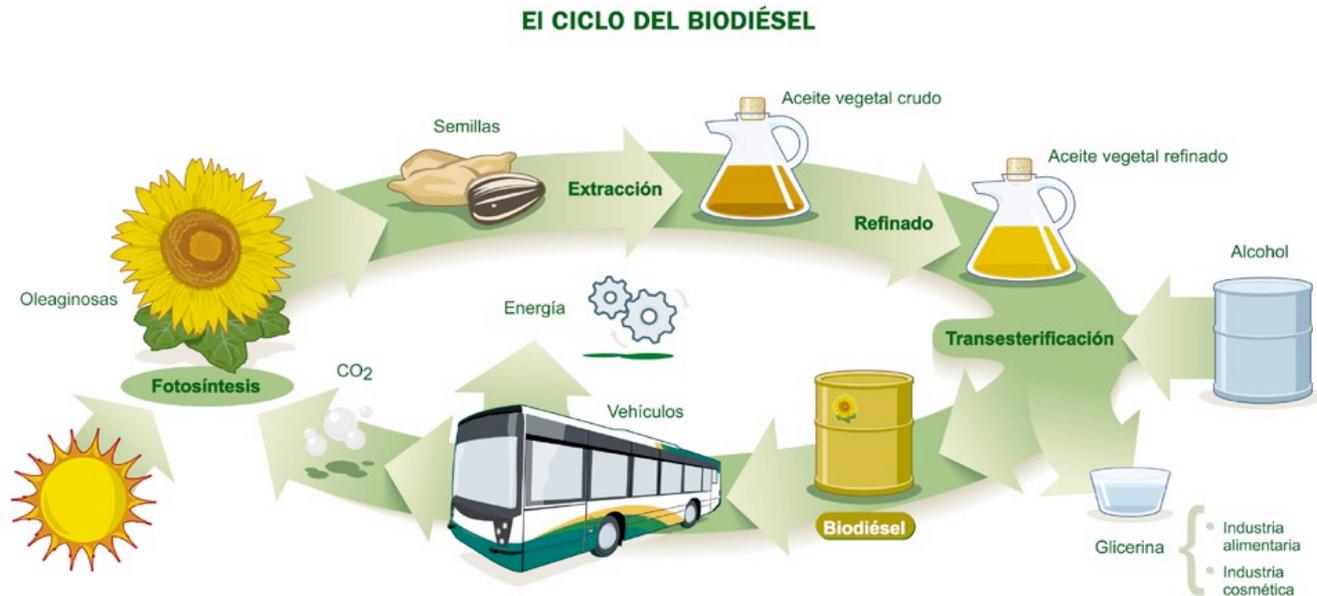




BIODIESEL

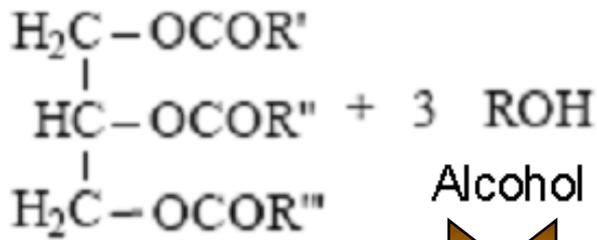


- El **biodiesel** es un producto de origen vegetal, que se obtiene a partir de aceites vegetales (girasol, colza, maíz), frescos o usados, mediante un proceso de **transesterificación** (alcoholisis)



BIODIESEL

TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITES



Triglicéridos



Aceite de palma

Algas

Girasol

Grasa animal

Soya



Alcohol



Metanol

Etanol

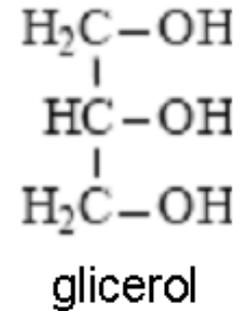
Propanol

Butanol



Biodiesel

+



Transesterificación Química

Álcalis: **NaOH**, KOH, carbonatos

Ácidos: sulfúrico, clorhídrico

Transesterificación Enzimática

Triacilglicerol acilhidrolasas EC 3.1.1.3
(LIPASAS)



BIODIESEL



EcoDiesel

La mayor planta productora de biodiesel del Uruguay

Se utiliza sebo vacuno como materia prima

emprendimiento privado

capitales 100 % uruguayos

formada en 2000

