

# ENERGÍA SUSTENTABLE Y TRANSPORTE

Ing. Orlando Grassetti

- Ing. Gabriel Francou

- Ing. Martín Orlando



Ministerio de Transporte  
Secretaría de Gestión de Transporte  
Subsecretaría de Transporte Automotor



Julio 2017

# Introducción

El sector transporte es la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a nivel global.

1- En Argentina, los automóviles y los vehículos de carga y pasajeros emiten alrededor del once por ciento (11%) de las emisiones de GEI.

2- Teniendo en cuenta la amenaza que representa el cambio climático global para el medio ambiente, existe la necesidad de **reducir las emisiones asociadas a las fuentes móviles.**

# Introducción

3- Las nuevas tecnologías aplicadas al transporte, como ser: **vehículos eléctricos** y los combustibles alternativos (**biocombustibles bajos en carbono de celulosa**), ofrecen la oportunidad de reducir significativamente las emisiones de GEI.

4- En el desarrollo de políticas públicas que alienten la aplicación de los combustibles alternativos será necesario considerar el **impacto completo del ciclo de vida**.

# Energía Sustentable y Transporte

**TRANSPORTE**



**Energía empleada: 95% derivados del petróleo**



**DIESEL (B10)**

**GASOLINA (E12)**

**GNC**

# Transporte Automotor

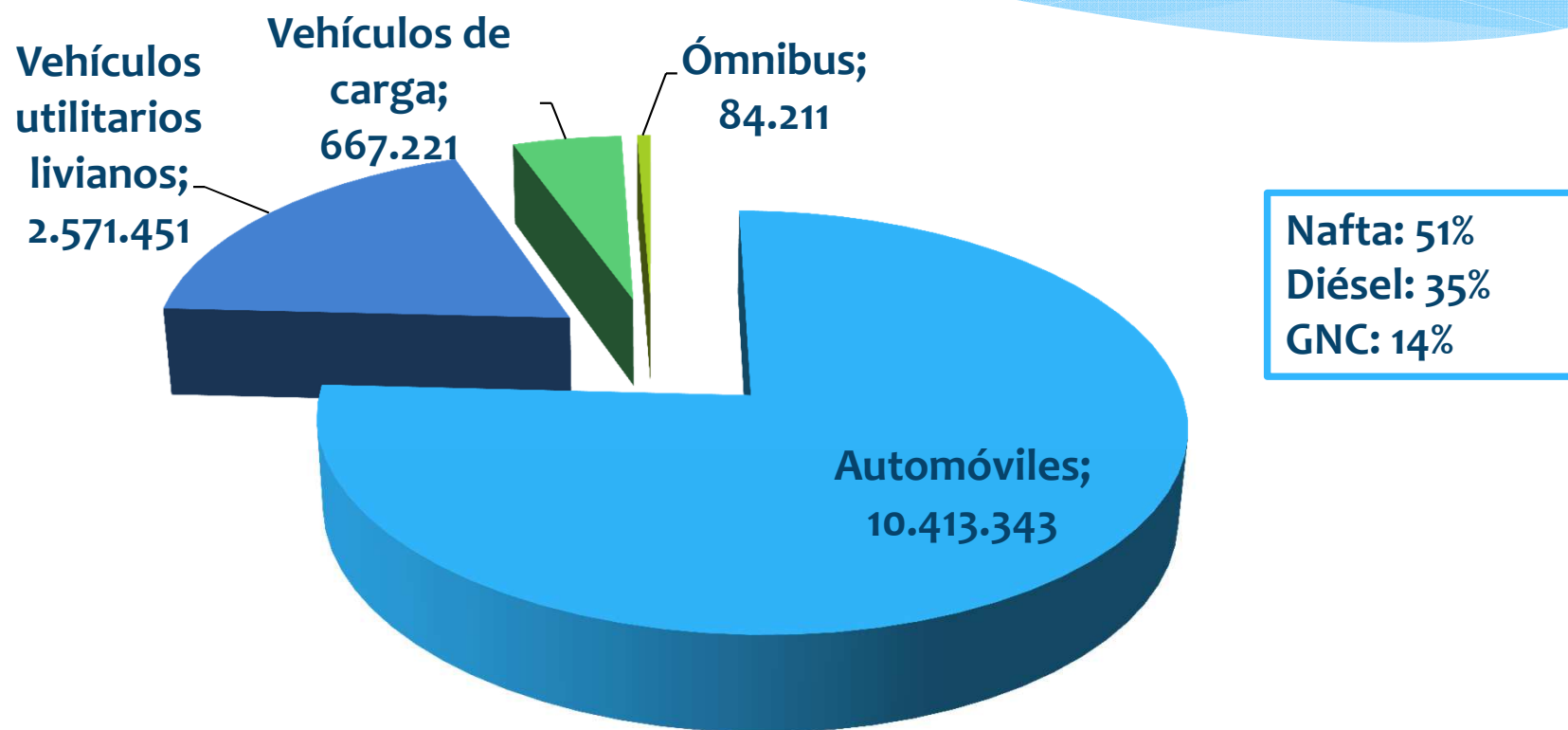
## Análisis Primario



**Selección de la tecnología más conveniente para la región y su viabilidad:**

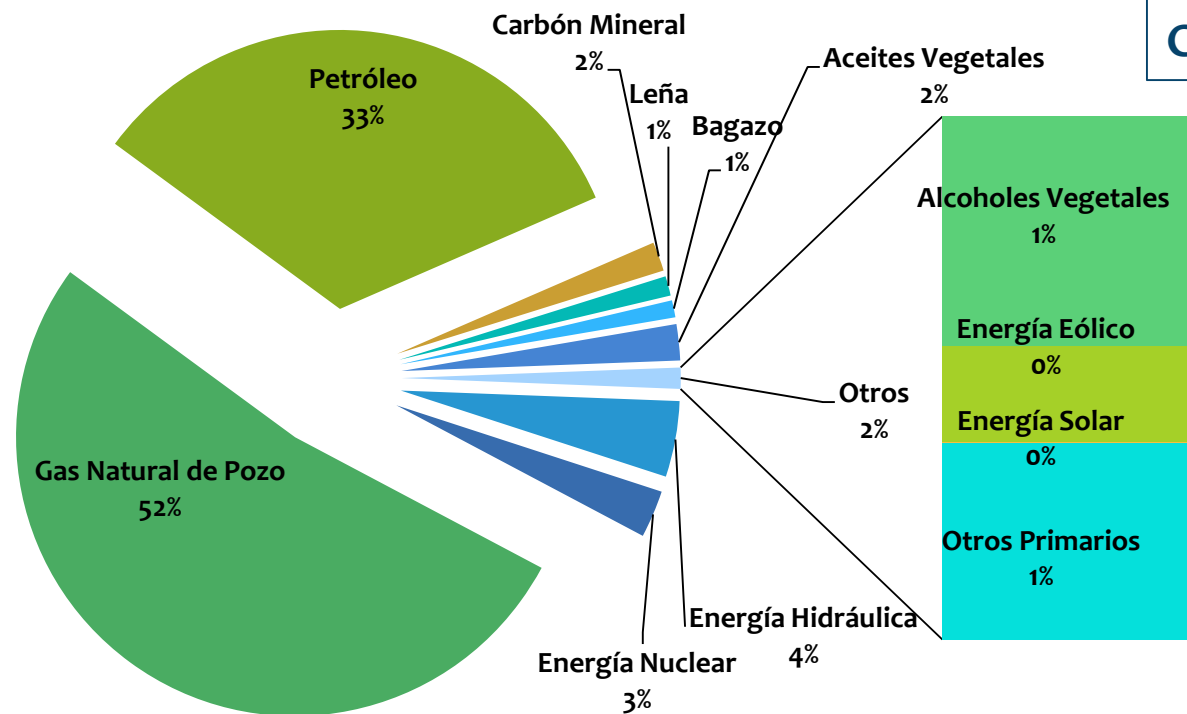
- ✓ Relevamiento de la situación actual global y en Argentina.
- ✓ Definición del sector: pasajeros, carga, particulares.
- ✓ Análisis del impacto (político, económico, ambiental, de escala).
- ✓ Estudio de compatibilidad.

# Parque Automotor Actual Argentina



Fuente: ADEFA

# Matriz Energética Argentina



Capacidad Instalada: 33,9 GW  
Consumo Anual: 135 TWh

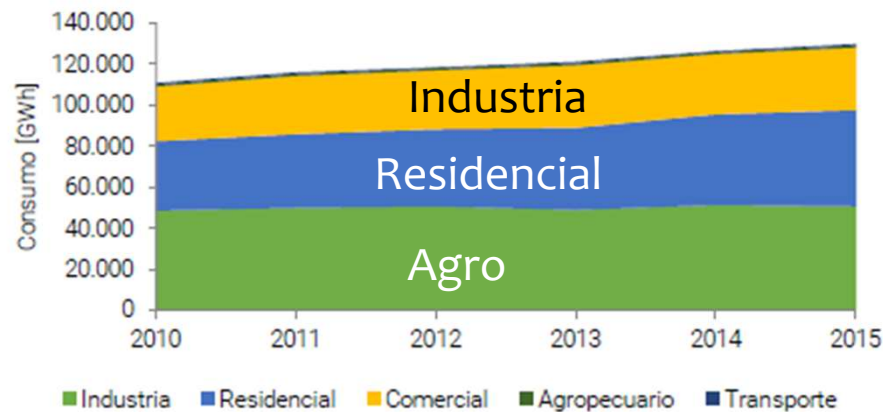
Fuente: Ministerio de  
Energía y Minería

# Consumo Energético en Argentina

Figura: Intercambio comercial de energía eléctrica. 2010-2015 [GWh]



Figura: Consumo de energía eléctrica por sector. 2010-2015 [GWh]



Fuente: Ministerio de  
Energía y Minería



# Emisiones de GEI en Argentina

(kg CO<sub>2</sub> equivalentes)

GEI	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total	432.502,7	441.564,6	443.714,2	451.190,3	447.642,2	435.604,5	429.437,4
CO <sub>2</sub>	248.625,8	257.180,2	274.861,8	272.490,9	290.179,9	285.029,6	273.540,3
CH <sub>4</sub>	104.987,1	105.290,8	103.591,3	100.278,7	81.343,6	80.957,6	81.896,2
N <sub>2</sub> O	78.679,3	78.589,4	65.007,8	78.227,6	75.813,8	69.301,5	73.638,0
PFC + HFC + SF <sub>6</sub>	210,5	504,3	253,4	193,2	304,8	315,7	362,9

CO <sub>2</sub> procedente de fuentes móviles de combustión: transporte carretero	CO <sub>2</sub>	47.803	11%
--	-----------------	--------	-----

11% de las Emisiones de GEI de Argentina provienen del sector transporte

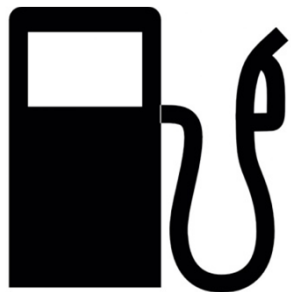
Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable

# Vehículos convencionales (alta eficiencia) vs Vehículos eléctricos

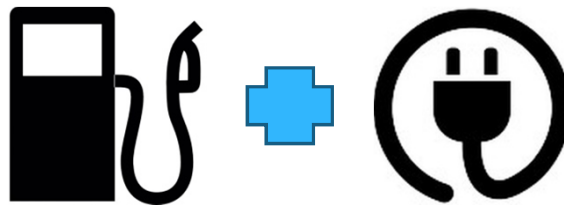
## OPCIONES ENERGÉTICAS SUSTENTABLES



Vehículos Híbridos



Vehículos Eléctricos  
Enchufables



Vehículos Eléctricos



# Elección de la Tecnología

## Introducción a los vehículos de propulsión eléctrica

**HEV:** Los HEV funcionan con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. La batería se carga a través del frenado regenerativo y del motor de combustión interna. El vehículo no se puede conectar para cargar la batería.



**PHEV:** Los PHEV funcionan con un motor de combustión interna y un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. La batería se puede cargar conectándola a una fuente de energía eléctrica, mediante el frenado regenerativo y a través del motor de combustión interna.




**EV:** Los EV funcionan con un motor eléctrico que utiliza energía almacenada en una batería. Las baterías del EV se cargan al conectar el vehículo a una fuente de energía eléctrica y mediante el frenado regenerativo.



Fuente: NREL (National Renewable Energy Lab)


# Beneficios

## ¿Cuáles son los beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica?

Beneficios	Vehículos eléctricos híbridos	Vehículos eléctricos híbridos enchufables	Vehículos totalmente eléctricos
<b>Ahorro de combustible</b> 	<b>Mejor que los vehículos convencionales similares</b> El ahorro de combustible al conducir un Honda Civic Híbrido, en comparación con un Civic convencional, es de aproximadamente 36 % en ciudad y 11 % en carretera.	<b>Mejor que los HEV y vehículos convencionales similares</b> La mayoría de los PHEV alcanza tasas combinadas de ahorro de combustible de más de 144 kilómetros por galón de gasolina equivalente*.	<b>Mejor que los HEV y vehículos convencionales similares</b> La mayoría de los EV alcanza tasas de ahorro de combustible de más de 160 kilómetros por galón de gasolina equivalente*.

# Beneficios

## ¿Cuáles son los beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica?

Beneficios	Vehículos eléctricos híbridos	Vehículos eléctricos híbridos enchufables	Vehículos totalmente eléctricos
<b>Reducción de la emisión de gases</b> 	<b>Menos emisión que los vehículos convencionales similares</b> La emisión de los HEV varía según el vehículo y el tipo de sistema de alimentación híbrida. Los HEV suelen utilizarse para compensar la emisión de gases de las flotas, a fin de cumplir las normas federales y las estrategias locales de mejora de la calidad del aire.	<b>Menos emisión que los HEV y vehículos convencionales similares</b> Los PHEV no emiten gases de escape cuando funcionan en el modo totalmente eléctrico. Las emisiones durante el ciclo de vida dependen de las fuentes de electricidad, que varían de región a región.	<b>Cero emisión de gases de escape</b> Los EV no emiten gases de escape. Las emisiones durante el ciclo de vida dependen de las fuentes de electricidad, que varían de región a región. La reducción de la emisión de gases es sustancial en la mayoría de las regiones de los Estados Unidos.

- Matriz energética regional sucia
- Impacto de la ampliación de la infraestructura
- Mayores emisiones embebidas
- Menor uso total (km de vida útil)

# Beneficios

## ¿Cuáles son los beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica?


Beneficios	Vehículos eléctricos híbridos	Vehículos eléctricos híbridos enchufables	Vehículos totalmente eléctricos
<p><b>Ahorro en el costo de combustible</b></p> 	<p><b>Funcionamiento más económico que el de un vehículo convencional</b></p> <p>El ahorro en el costo de combustible de los HEV varía de acuerdo con el modelo de vehículo y el tipo de sistema de alimentación híbrida. Para muchos modelos de HEV, el ahorro anual en el costo de combustible varía entre USD 400 y USD 1000 en relación con sus equivalentes convencionales.</p>	<p><b>Funcionamiento más económico que el de un HEV o un vehículo convencional</b></p> <p>En el modo totalmente eléctrico, los costos de combustible de los PHEV pueden variar entre USD 0,012 y USD 0,025 por kilómetro. Solo con gasolina, los costos varían entre USD 0,03 y USD 0,06 por kilómetro. Para los sedanes convencionales, los costos varían, aproximadamente, entre USD 0,06 y USD 0,09 por kilómetro.</p>	<p><b>Funcionamiento más económico que los vehículos convencionales</b></p> <p>Los EV funcionan solo con electricidad. Los costos de combustible para un EV típico varían entre USD 0,012 y USD 0,025 por kilómetro.</p>

- **Mantenimiento**
- **Cambios de Baterías**
- **Costo de la energía**



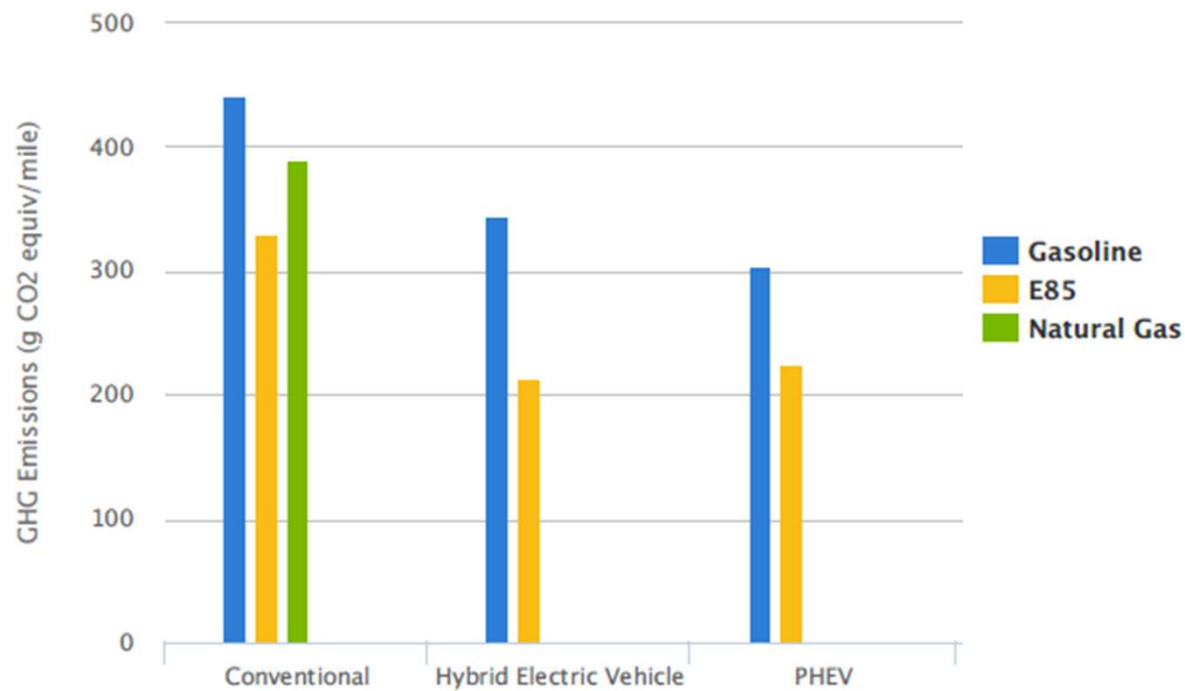
# Beneficios

## ¿Cuáles son los beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica?

Beneficios	Vehículos eléctricos híbridos	Vehículos eléctricos híbridos enchufables	Vehículos totalmente eléctricos
Flexibilidad en el abastecimiento de combustible 	Se pueden abastecer en las gasolineras	Se pueden abastecer en las gasolineras y se pueden cargar en el hogar, en las estaciones públicas de carga y en algunos lugares de trabajo	Se cargan en el hogar, en las estaciones públicas de carga y en algunos lugares de trabajo

- Cargan la matriz energética
- Necesitan de una infraestructura adicional

# Emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible





# Comparación de Consumos

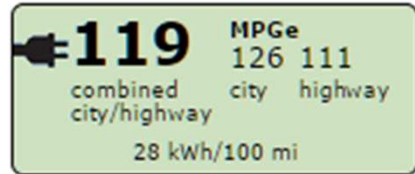
2017 Volkswagen e-Golf X



Automatic (A1)

MSRP: \$28,995 - \$35,595

**Electricity**



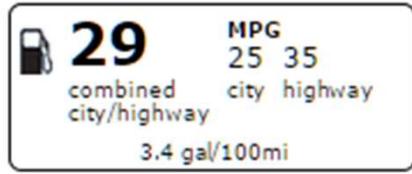
2017 Volkswagen Golf X



1.8 L, 4 cyl, Automatic (S6), Turbo

MSRP: \$19,895 - \$27,995

**Regular Gasoline**



2017 Toyota Prius Eco X



1.8 L, 4 cyl, Automatic (variable gear ratios)

MSRP: \$25,165

**Regular Gasoline**



2017 Toyota Prius Prime X

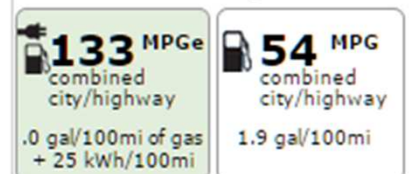


1.8 L, 4 cyl, Automatic (variable gear ratios)

MSRP: \$27,100











[Plug-in Hybrid Calculator](#)

**Elec + Gas      Reg. Gas**



Fuente: Fuel Economy Government

# Comparación de Consumos

2017 Ford Fusion Hybrid FWD	2017 Ford Fusion FWD	2017 Ford Fusion Energi Plug-in Hybrid	
 <p>Hybrid Vehicle Gasoline</p>  <p>2.0 L, 4 cyl, Automatic (variable gear ratios)</p> <p>MSRP: \$25,675 - \$37,020</p>	 <p>Gasoline Vehicle</p>  <p>2.0 L, 4 cyl, Automatic (S6), Turbo</p> <p>MSRP: \$22,610 - \$36,750</p>	 <p>Plug-in Hybrid Vehicle Gasoline-Electricity</p>  <p>2.0 L, 4 cyl, Automatic (variable gear ratios)</p> <p>MSRP: \$33,120 - \$41,120</p> <p>Plug-in Hybrid Calculator</p>	
<p><b>Regular Gasoline</b></p>  <p><b>42</b> MPG combined city/highway</p> <p>2.4 gal/100mi</p>	<p><b>Regular Gasoline</b></p>  <p><b>25</b> MPG combined city/highway</p> <p>4.0 gal/100mi</p>	<p><b>Elec + Gas</b></p>  <p><b>97</b> MPGe combined city/highway</p> <p>.0 gal/100mi of gas + 35 kWh/100mi</p>	<p><b>Reg. Gas</b></p>  <p><b>42</b> MPG combined city/highway</p> <p>2.4 gal/100mi</p>

Fuente: Fuel Economy Government

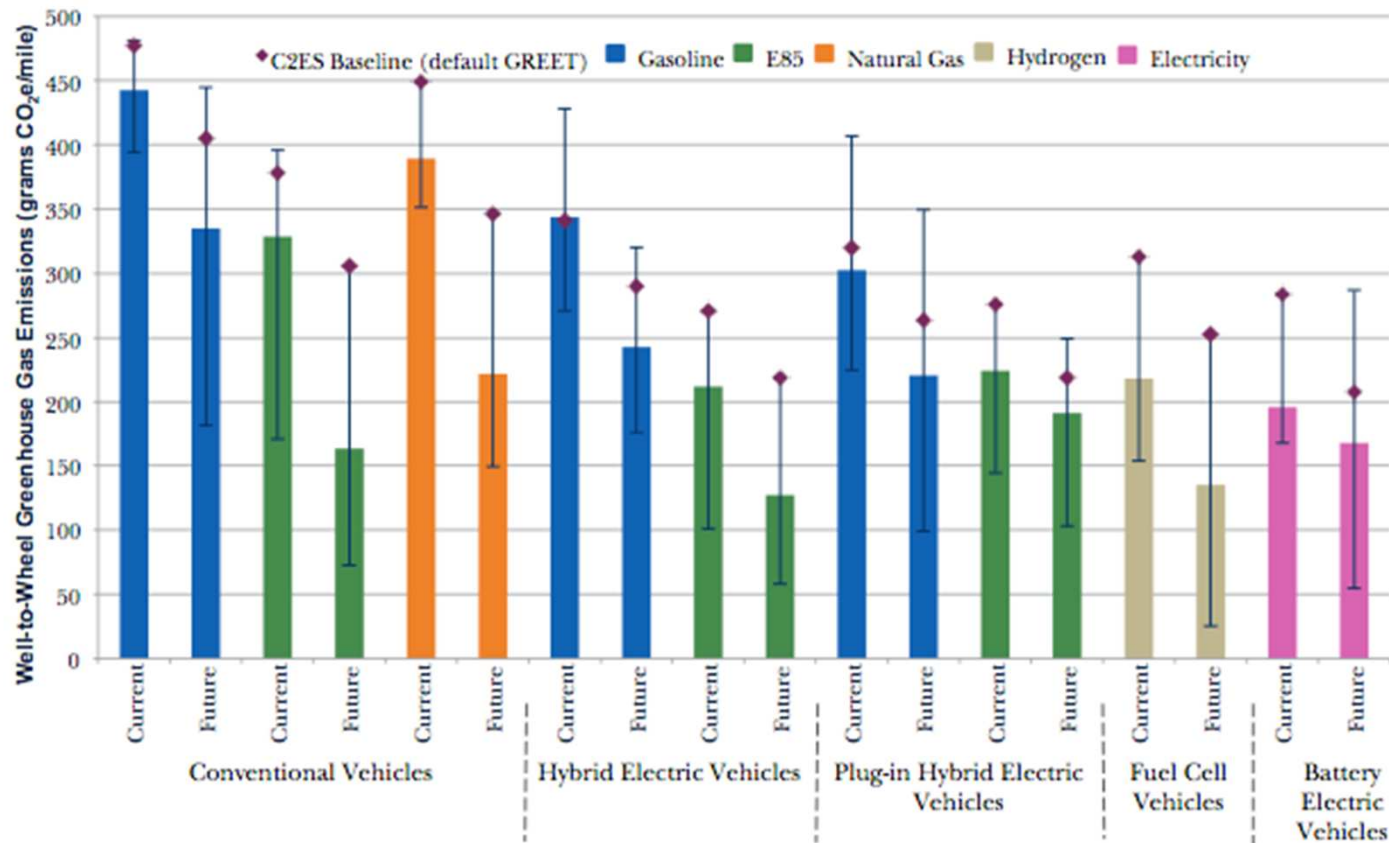
# Comparación de Consumos

PARÁMETROS			Año	Vehículos patentados	Vehículos tecnológicos
Crecimiento de patentamiento (anual)	[%]	2	0	690000	-
Incorporación de vehículos tecnológicos	[%]	5	1	703800	35190
Kilómetros recorridos en un año	[km/año]	15000	2	717876	35894
			3	732234	36612
Consumo promedio (tradicional)	[l/100km]	8,00	4	746878	37344
Consumo promedio (híbrido)	[l/100km]	4,26	5	761816	38091
Consumo promedio (eléctrico)	[kWh/100km]	17,50	6	777052	38853
			7	792593	39630
LÍNEA BASE			8	808445	40422
Total de vehículos patentados en Argentina (2016)	[u]	710000	9	824614	41231
Vehículos patentados (automóviles, pick-up, utilitarios)	[u]	690000	10	841106	42055
			<b>Total</b>	<b>7706414</b>	<b>385321</b>

VEHÍCULO: TRADICIONAL		
Consumo de combustible	[Ml/año]	462
Energía que se podría producir en una central de ciclo combinado anualmente (ver *Consideraciones)	[GWh]	2055
VEHÍCULO: HÍBRIDO		
Consumo de combustible	[Ml/año]	246
Energía que se podría producir en una central de ciclo combinado anualmente (ver *Consideraciones)	[GWh]	1094

VEHÍCULO: ELÉCTRICO		
Consumo de energía (anual)	[GWh]	1011,5
Porcentaje del total de Energía consumida	[%]	0,75
Consumo de energía total en el país (anual)	[GWh]	135000,0
*Consideraciones:		
Eficiencia de una Central (ciclo combinado)	[%]	50
Densidad energética (combustible)	[kWh/l]	8,89

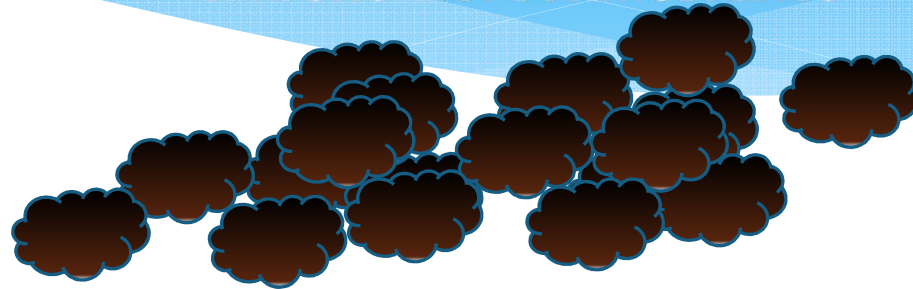
# Emisiones Actuales y futuras por tipo de Combustible





# Ciclo de Carbono Combustibles Tradicionales

Carbono Libre Atmosférico



Feedstock



Transport



Refining



Fueling



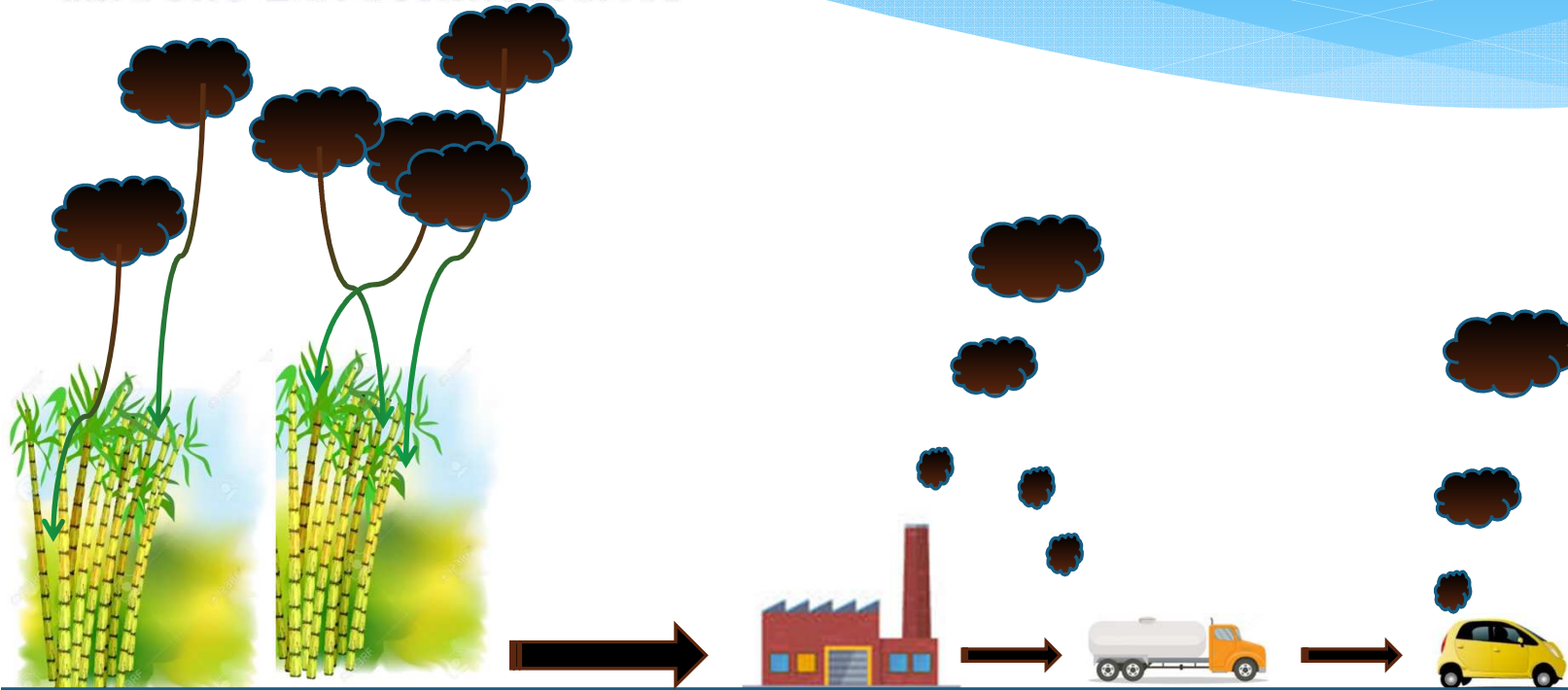
Tank to Wheels



Carbono Depositado

# Ciclo de Carbono Biocombustibles

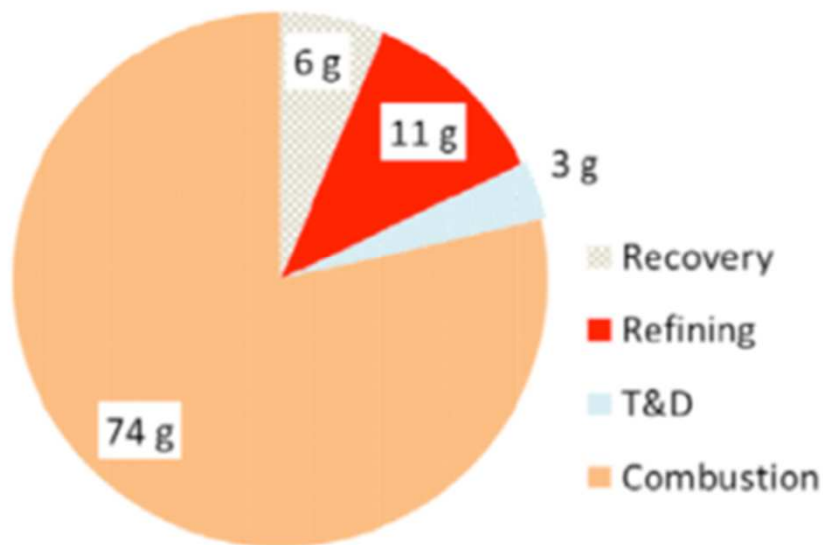
Carbono Libre Atmosférico



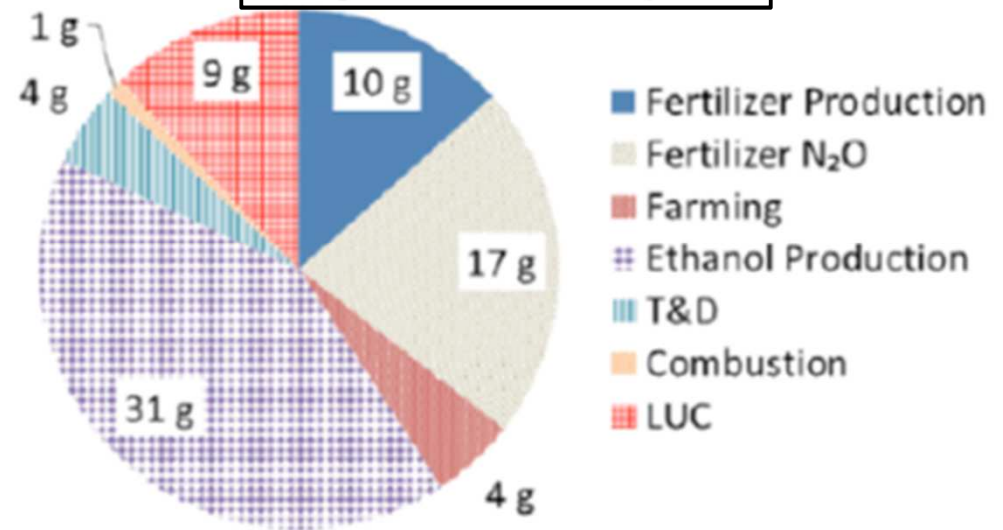
Carbono Depositado

# Emisiones por tipo de combustible

a) **Gasoline (94 g CO<sub>2</sub>e/MJ)**

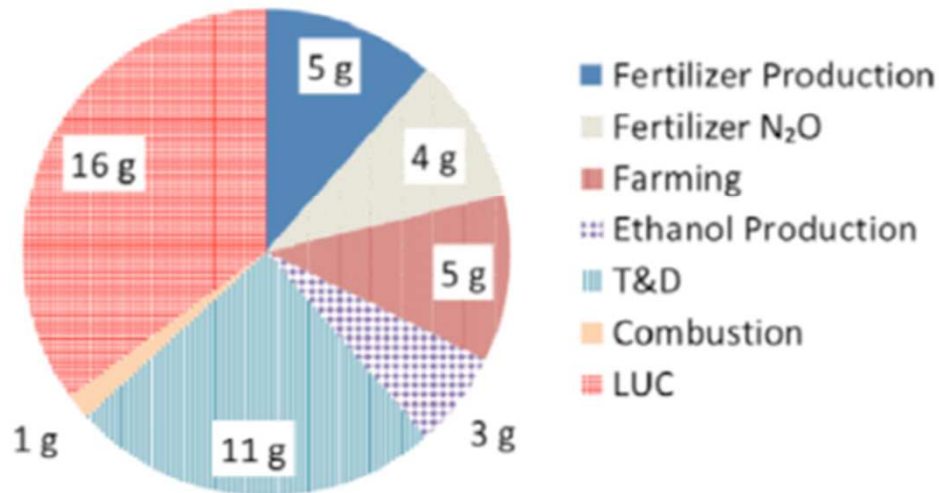


b) **Corn Ethanol: 76 g CO<sub>2</sub>e/MJ  
(Plus DGS Credit: -14)**

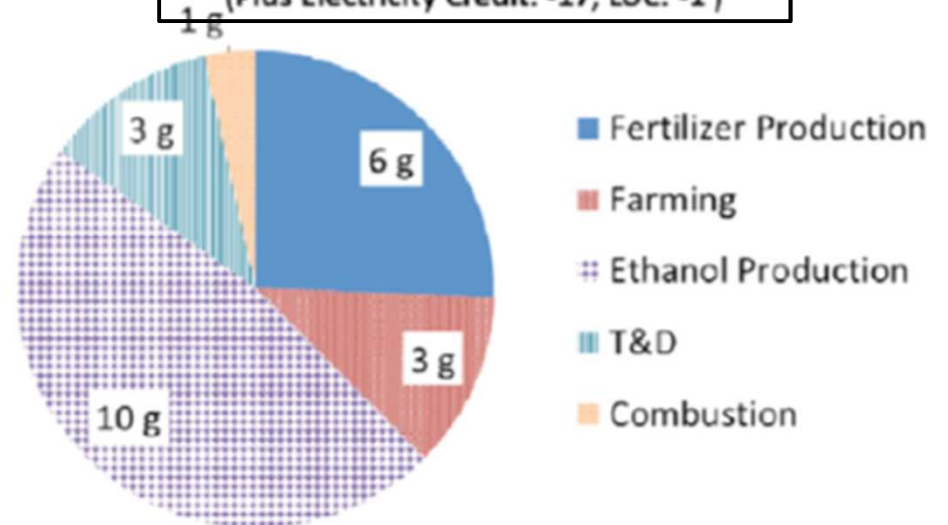


# Emisiones por tipo de Combustible

c) Sugarcane Ethanol: 45 g CO<sub>2</sub>e/MJ  
(After Energy-based Allocation)



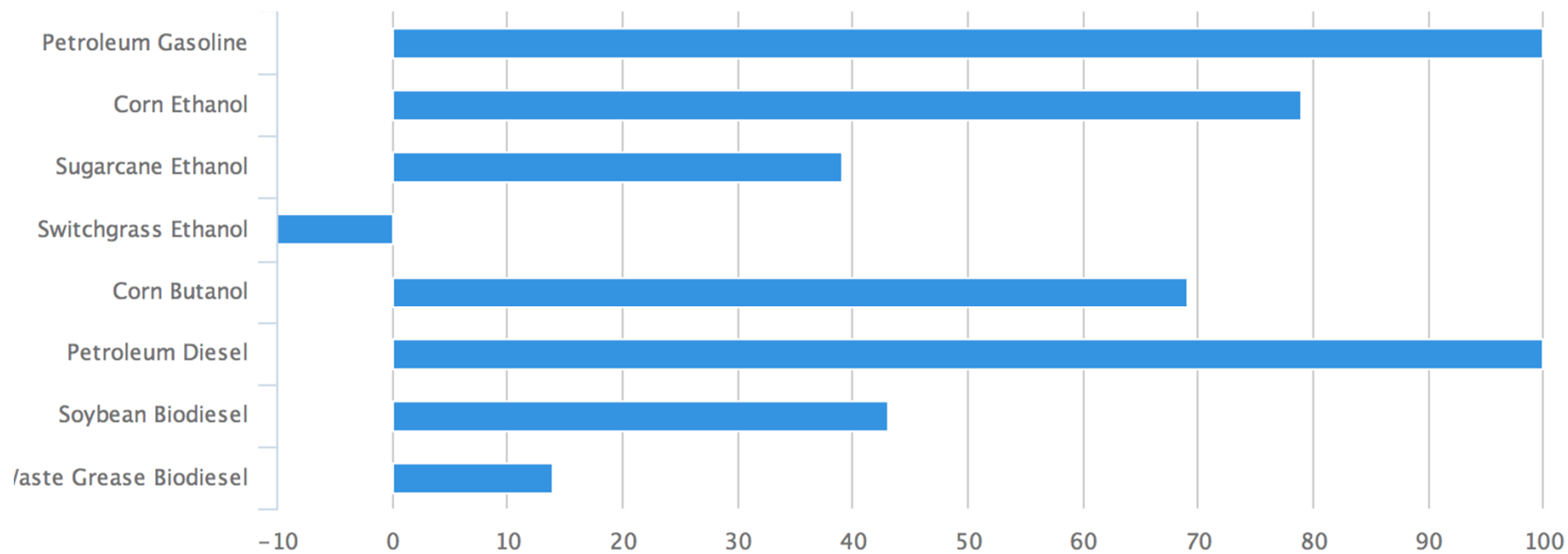
d) Corn Stover Ethanol: 23 g CO<sub>2</sub>e/MJ  
(Plus Electricity Credit: -17, LUC: -1)





# Emisiones de GEI

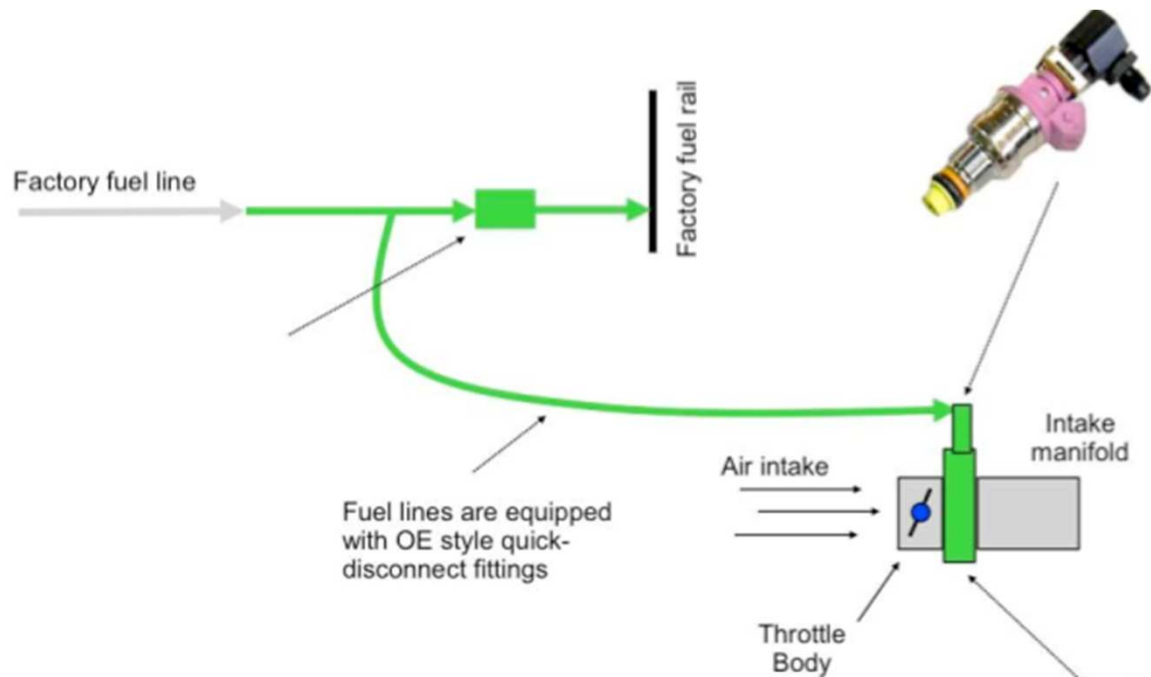
## Comparadas a su contraparte de Gasolina – Diesel Tradicional



# Transición a Biocombustibles

Combustible	Corte Actual	Corte Propuesto	Desventajas	Ventajas
Nafta	12%	85%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe invertir en surtidores separados</li> <li>• Hay que aumentar la producción de caña</li> <li>• Hay que supervisar el crecimiento de la frontera de cosecha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conversión es sencilla y económica</li> <li>• Las ventajas ambientales son potencialmente sustanciales</li> <li>• El 70% de los vehículos patentados actualmente son producidos en plantas donde se producen sus gemelos FLEX</li> <li>• Se reemplazaría la importación de combustible</li> <li>• Se generan trabajos y crece la economía local</li> </ul>
Diesel	10%	100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad del biodiesel</li> <li>• Problemas técnicos asociados al biodiesel (depósito e inyectores)</li> <li>• La flota actual no es transformable de manera sencilla</li> <li>• El proceso de obtención no es muy limpio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La disponibilidad a nivel local es muy grande</li> <li>• Se reemplaza la importación de combustible</li> <li>• Gran aplicación en el sector agroindustrial, las mejoras ambientales y productivas podrían ser significativas</li> </ul>

# Modificación para Etanol



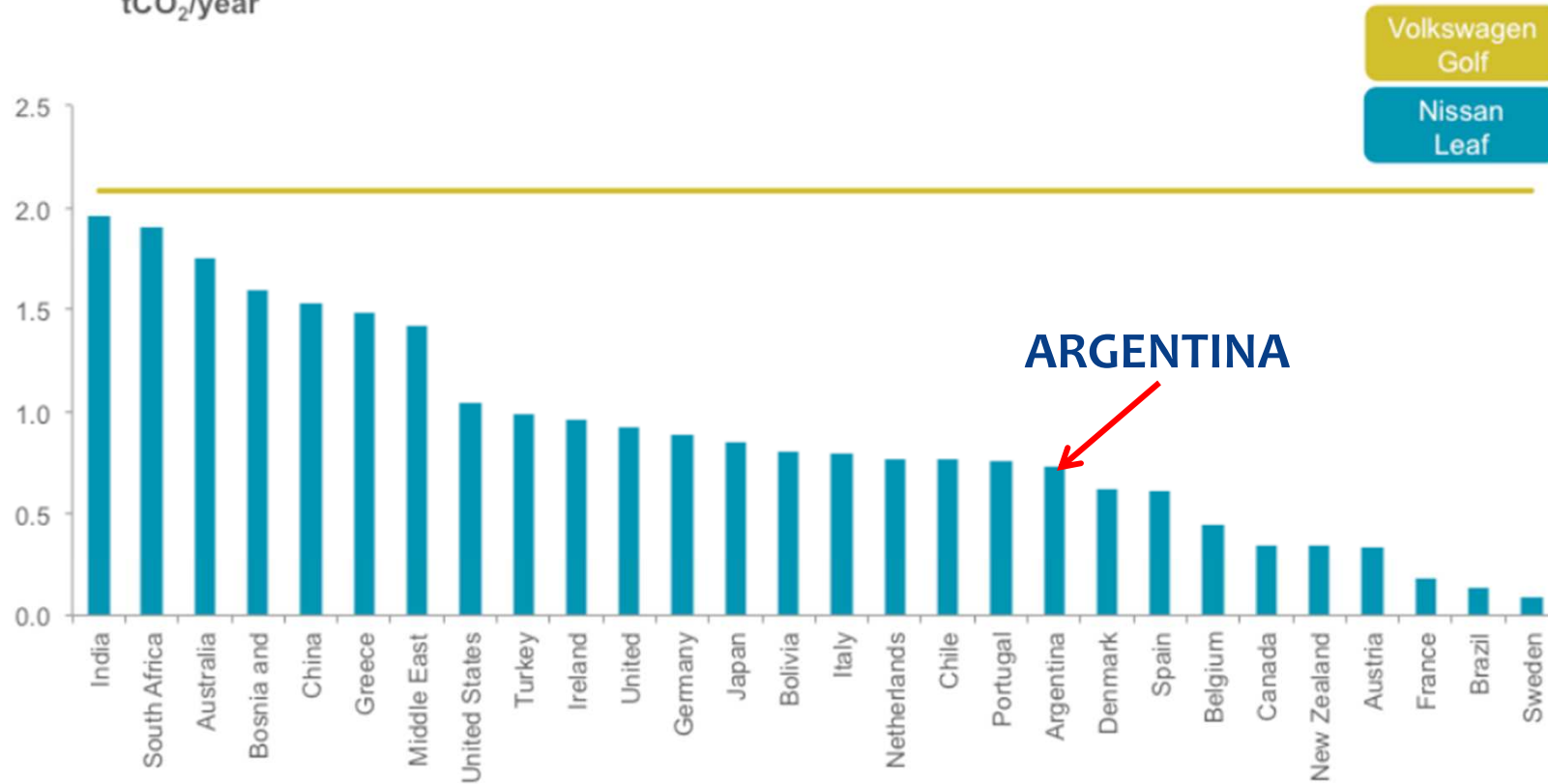
## Fuel Flex

- Costo: 319.19 USD (4 cilindros)
- Incluye cable, conectores, manual de instalación.
- Admite E85. Para E100 requiere ajustes adicionales dependiendo la disponibilidad del vehículo y combustible.
- Agregado de inyector en el multiple de admision.
- Único homologado en estados unidos, no modifica el estado original de dosificación de combustible.



# Emisiones Embebidas por país Convencional vs. Eléctrico

Yearly emissions  
tCO<sub>2</sub>/year



Source: GHG Protocol; Assumptions: 15.000 km/year; Emissions were quantified based on average consumption of both vehicles.

# ¿Es lógico incorporar vehículos eléctricos particulares?

## SABIENDO QUE:

- \* La matriz energética Argentina no es limpia
- \* La disponibilidad energética es baja
- \* La infraestructura no está preparada