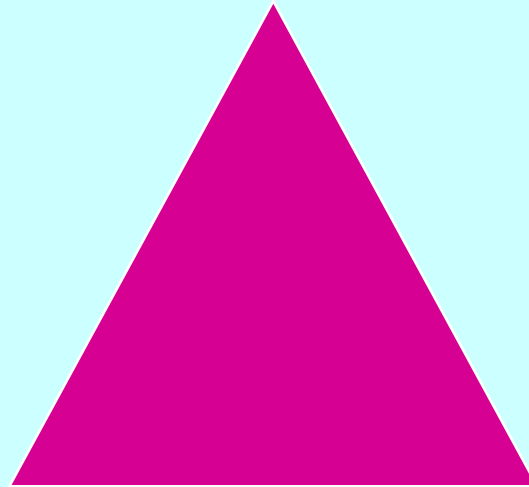


Opciones de mitigación en el sector transporte

M. C. Jorge Gasca

Razones para mitigar las emisiones de gases con efecto invernadero

Seguridad energética



Reducción del
impacto ambiental
local

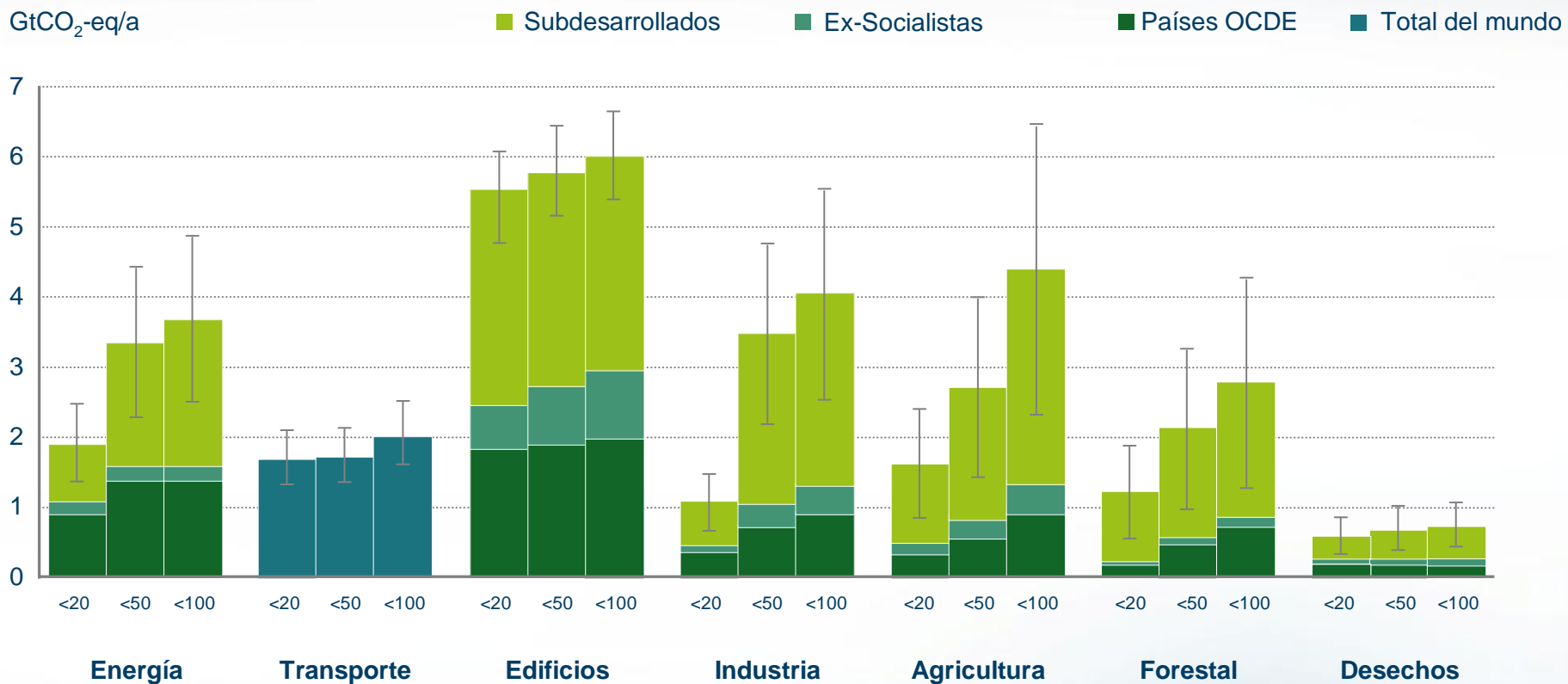
Reducción del impacto global

IPCC 4o informe

Mitigation potential

- ◆ *Economic potential:*
 - ◆ takes into account social costs and benefits and social discount rates,
 - ◆ assuming that market efficiency is improved by policies and measures and
 - ◆ barriers are removed
- ◆ *Market potential:*
 - ◆ based on private costs and private discount rates
 - ◆ expected to occur under forecast market conditions
 - ◆ including policies and measures currently in place
 - ◆ noting that barriers limit actual uptake

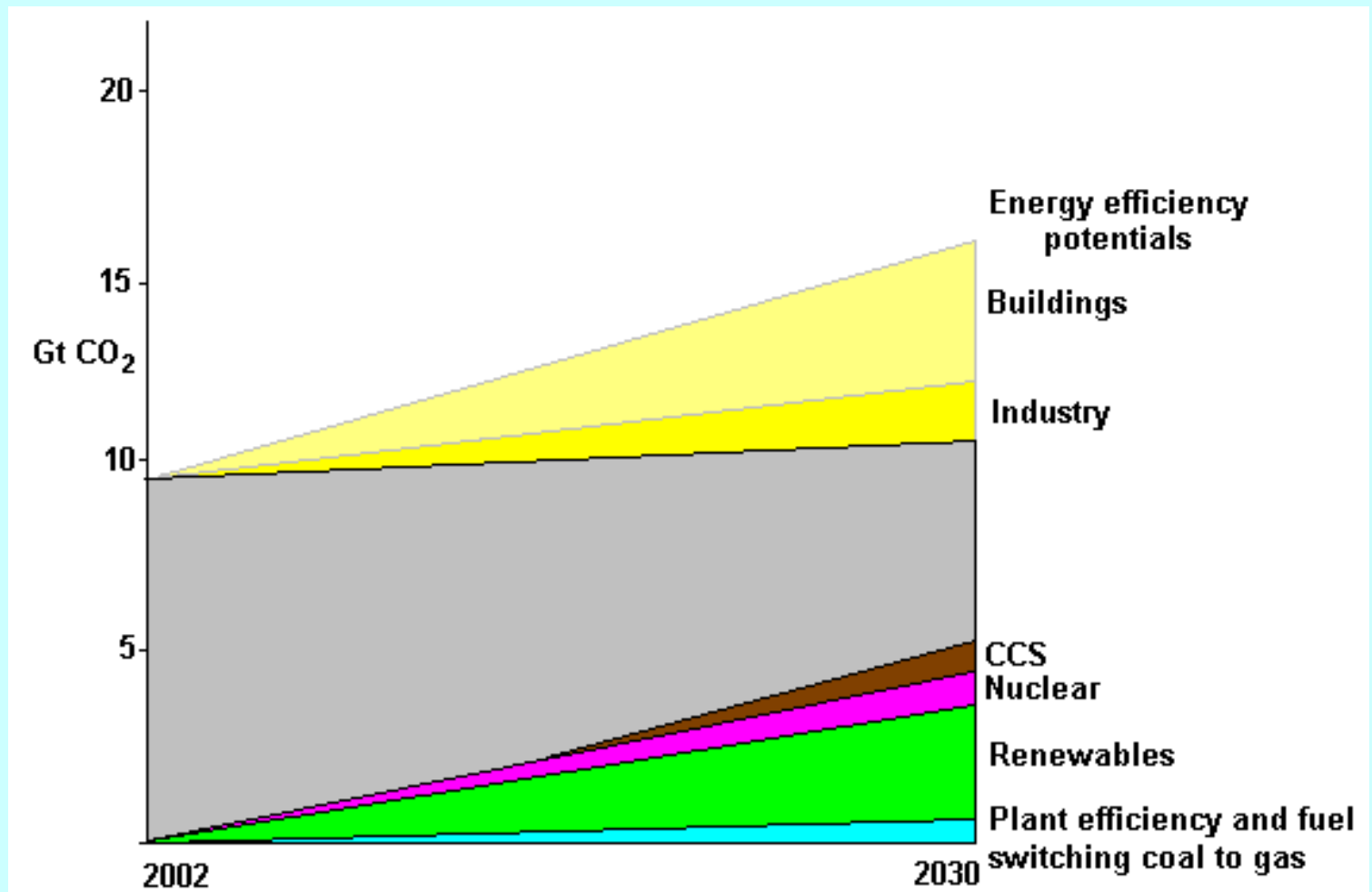
Todos los sectores y las regiones poseen potencial para contribuir



Reducción de emisiones basada en el uso final de la energía

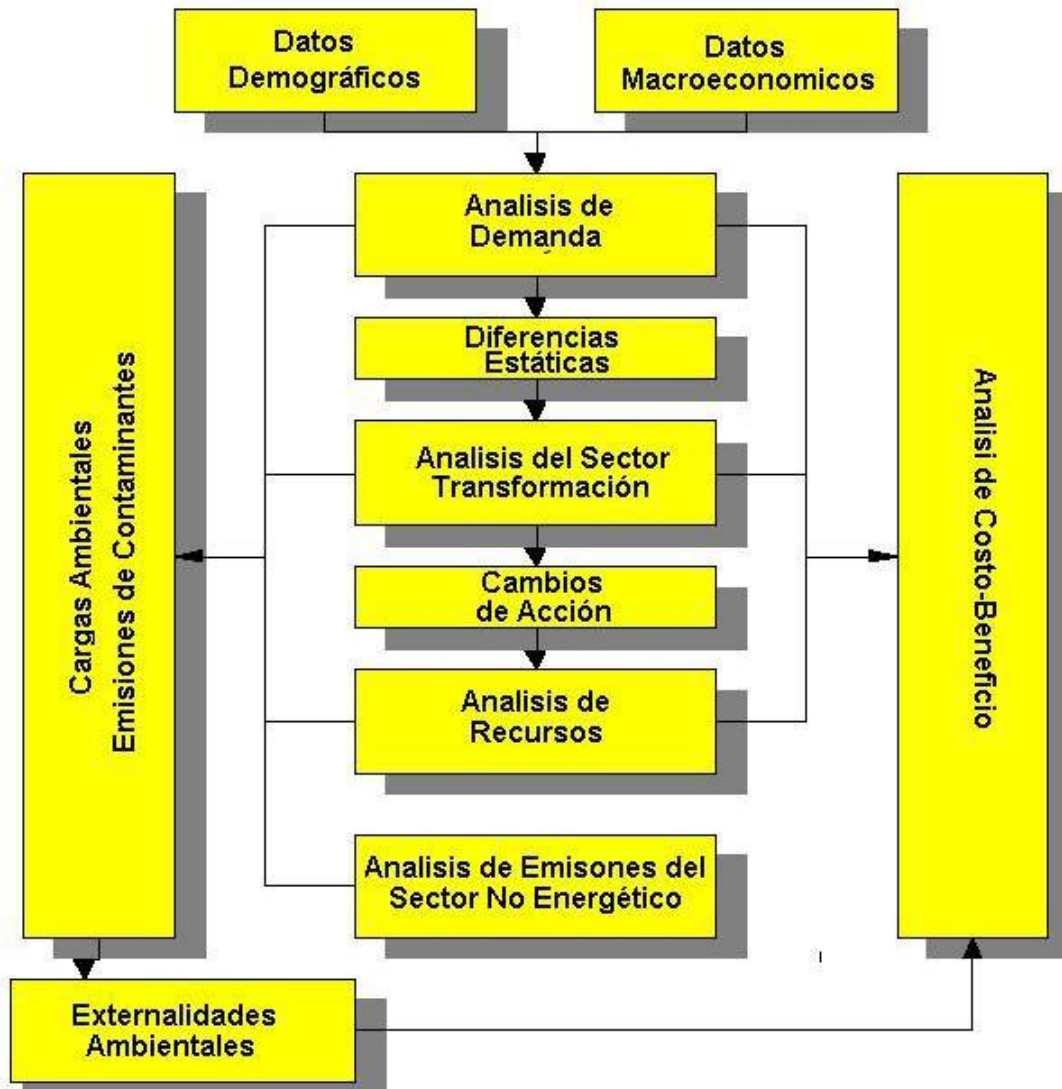
Potential from several technologies

at <US\$ 50 /tCO₂



Fossil fuel share of electricity generation without CCS drops to < 50% of total supply by 2030

Modelo LEAP

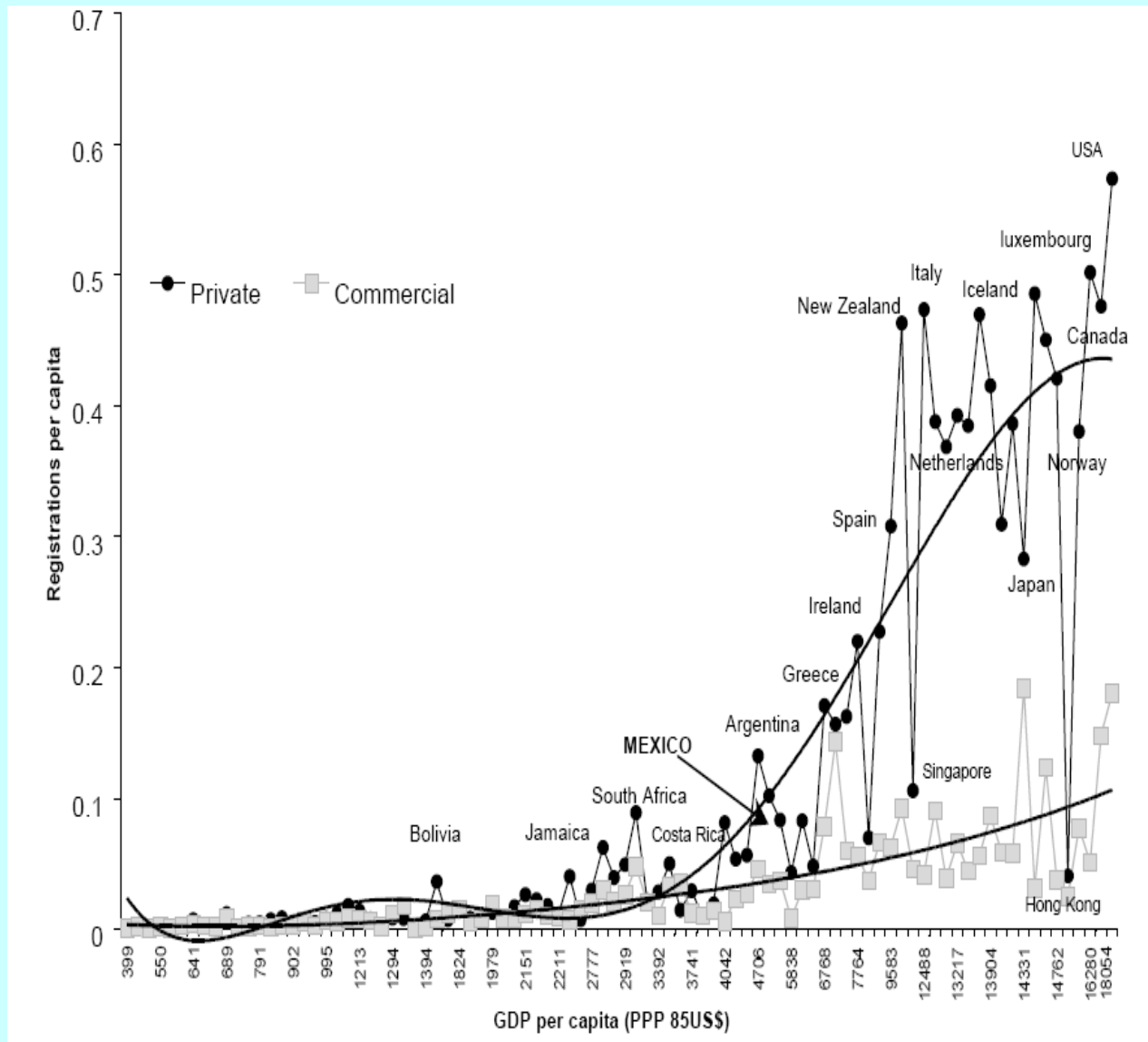


Igualdad de Kaya

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Contenido de Carbón/Unidad de Energía} \times \text{Unidad de Energía/ PIB} \times \text{PIB/Persona} \times \text{Población}$$

- _____ Aumentará, cuando menos a 2030
- _____ Deseable que aumente
- _____ Tendencia a disminuir pero no a la velocidad deseada. “Estrategia” USA
- _____ Su disminución limitada por la disponibilidad física, técnica y/o económica de las energías renovables. Energía nuclear a debate. Disponibilidad de tierra para producción de combustibles a debate.

Relación entre el número de vehículos y el PIB por persona



Modelo de Gompertz

$$V_t = (1-\theta) * V_{t-1} + \theta * \gamma * \exp (\alpha \exp ((\beta * \text{PIB}/p)))$$

V_t número de vehículos por 1000 personas.

Se necesita la serie histórica. En la página del ITAM se tienen datos INEGI desde 1920.

PIB/p Producto Interno Bruto por persona.

Se necesita la serie histórica. Cuidado con año referencia del dólar, expresado en poder de compra.

θ velocidad de ajuste

γ número de vehículos en la saturación

α, β parámetros de forma

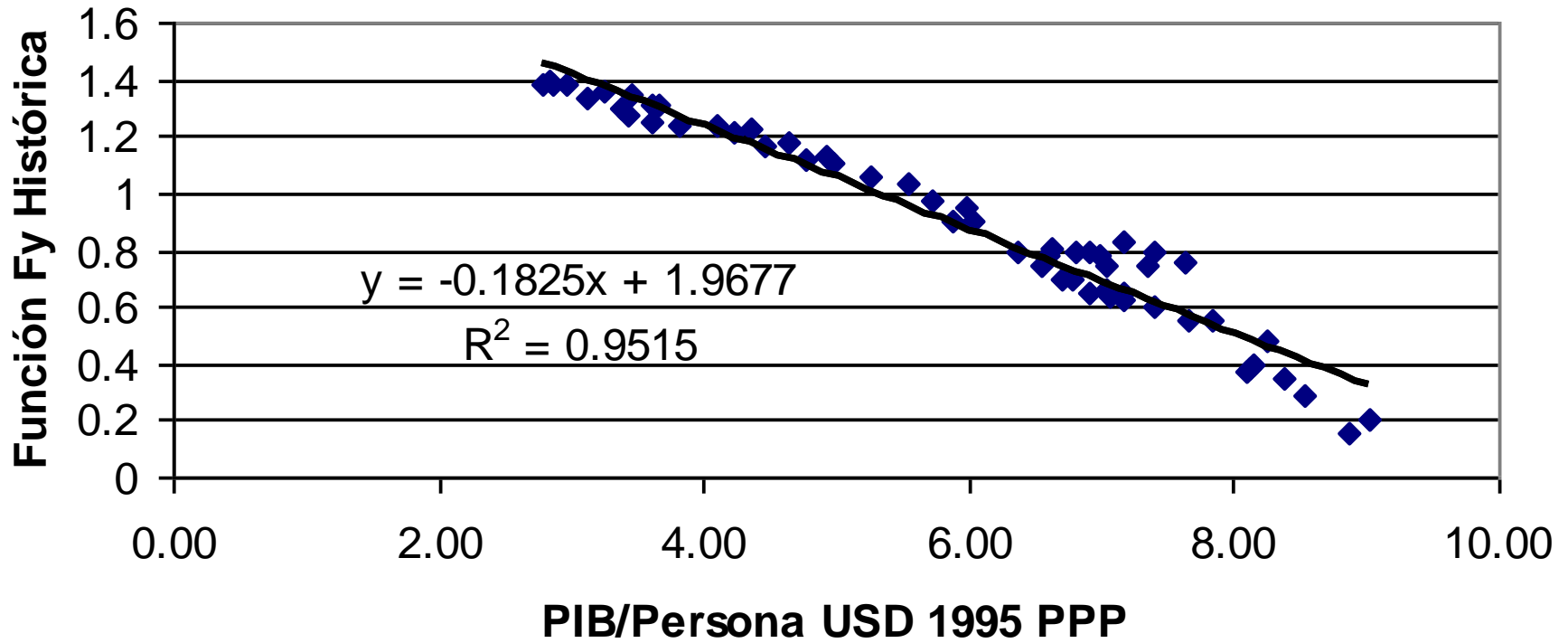
Modelo de Gompertz (Forma lineal)

$$F_Y = \text{Ln} (-1 * \{ \text{Ln} [V_t (1-\theta) * V_{t-1} / \theta * \gamma] \}) =$$

$$\text{Ln} (-\alpha) + \beta * \text{PIB}/p$$

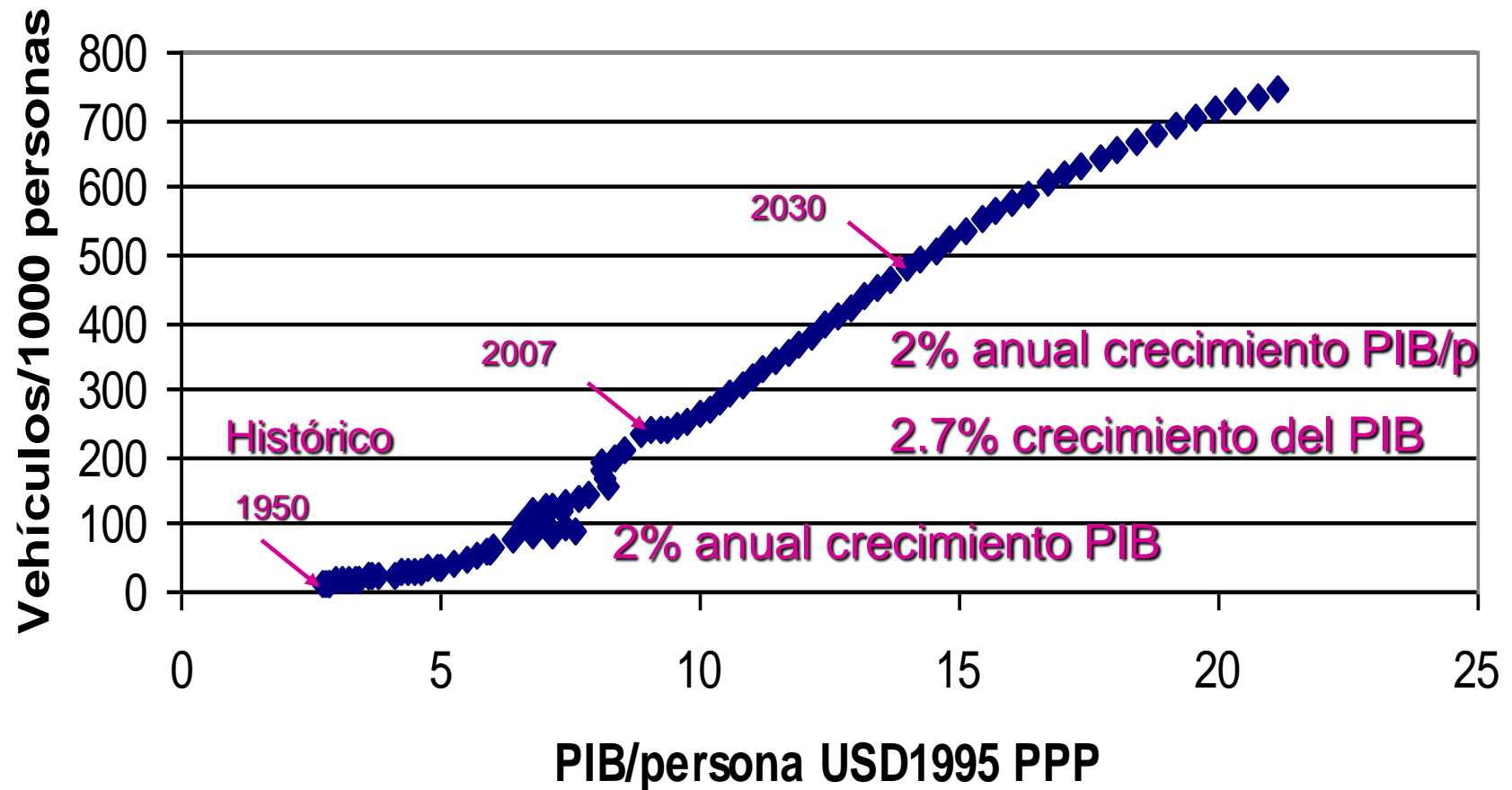
Relación entre el número de vehículos y el PIB por persona

Linearización Modelo Gompertz



Relación entre el número de vehículos y el PIB por persona

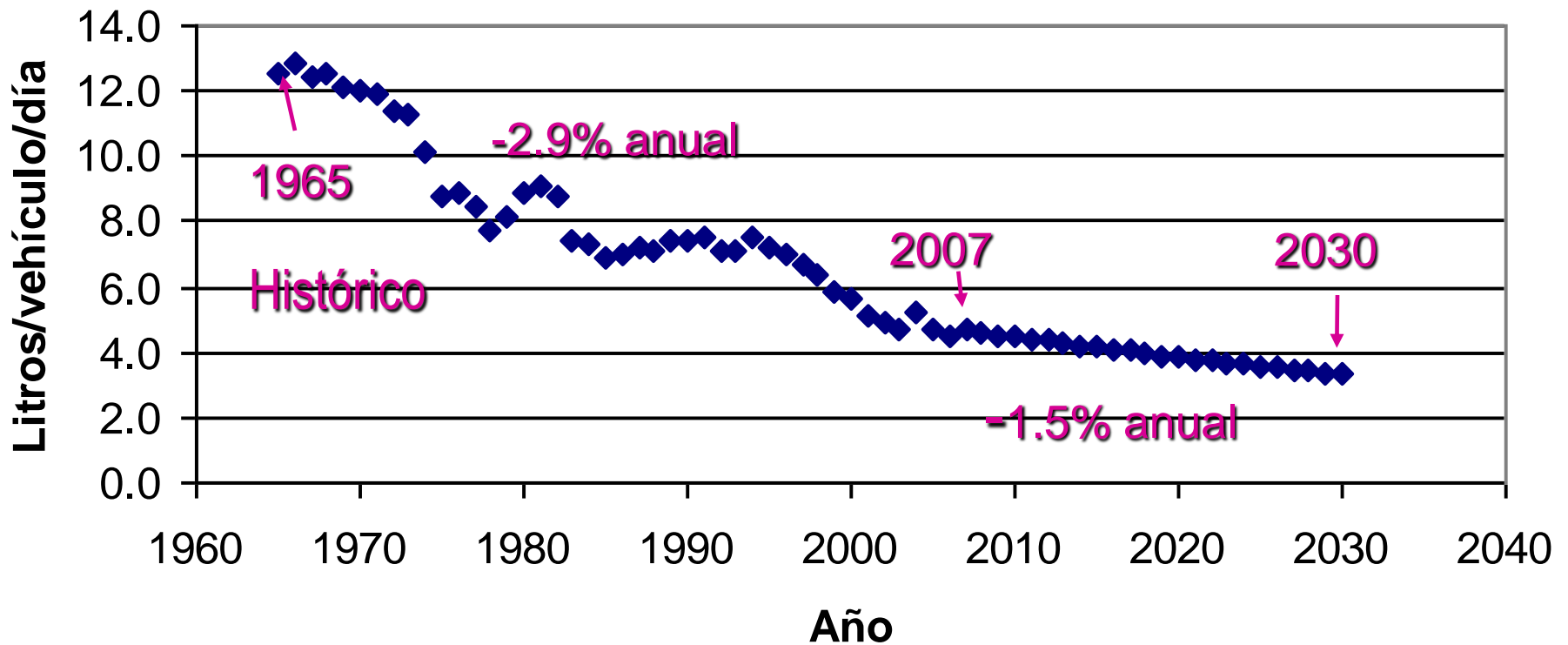
Modelo crecimiento vehicular



Consumo de gasolina

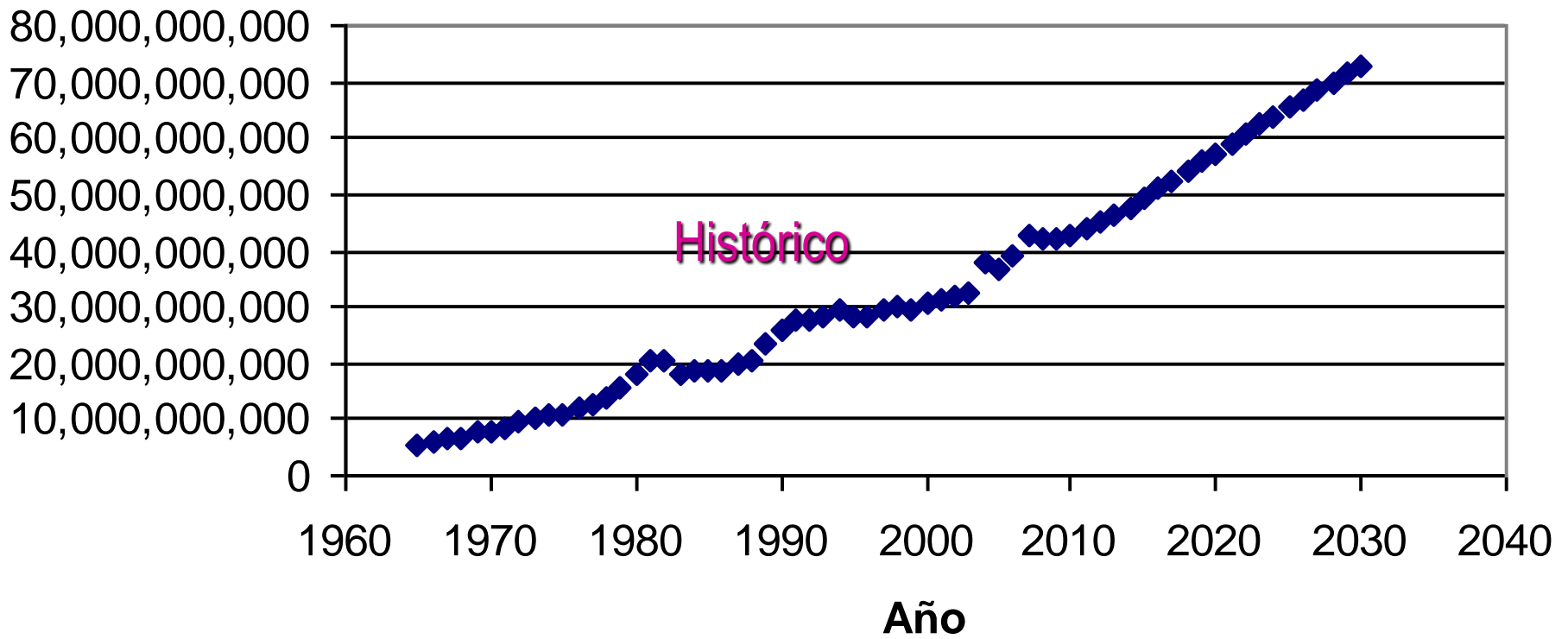
Fuente: Balance Nacional de Energía e ITAM (INEGI)

Consumo por vehículo a gasolina



Consumo de gasolina

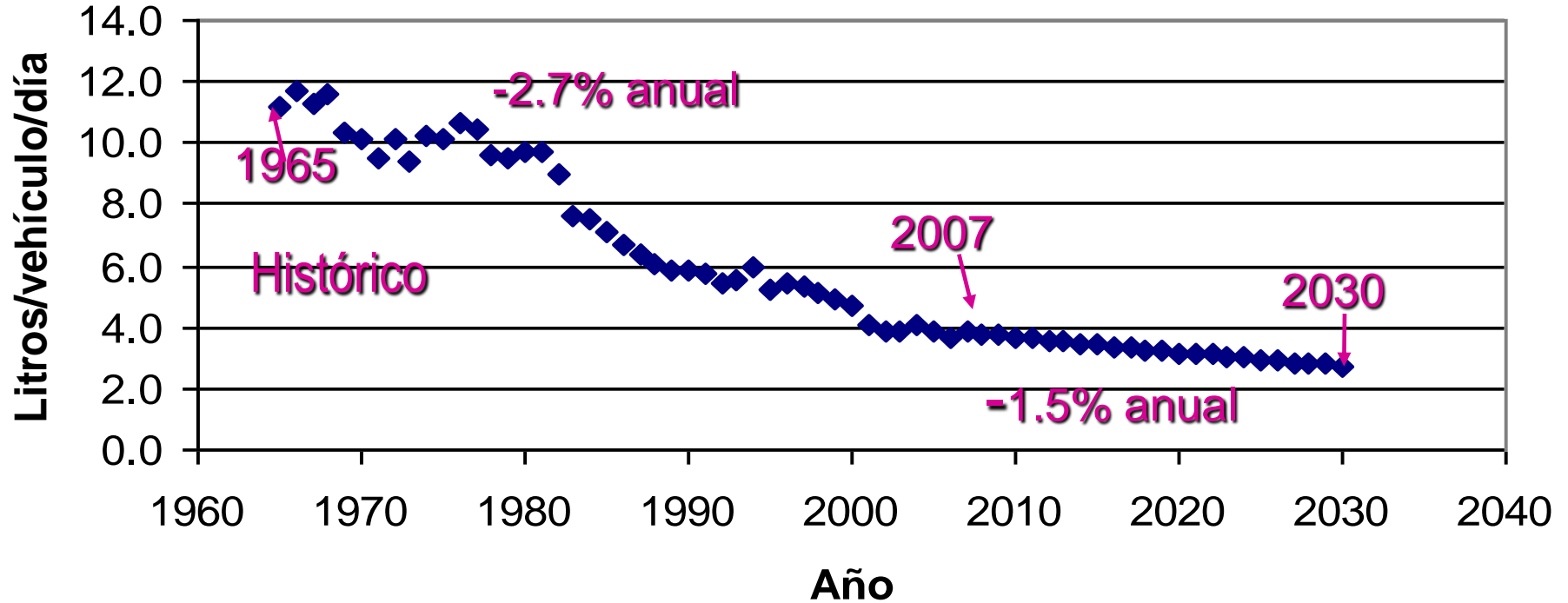
Consumo de gasolina (Litros)



Consumo de diesel

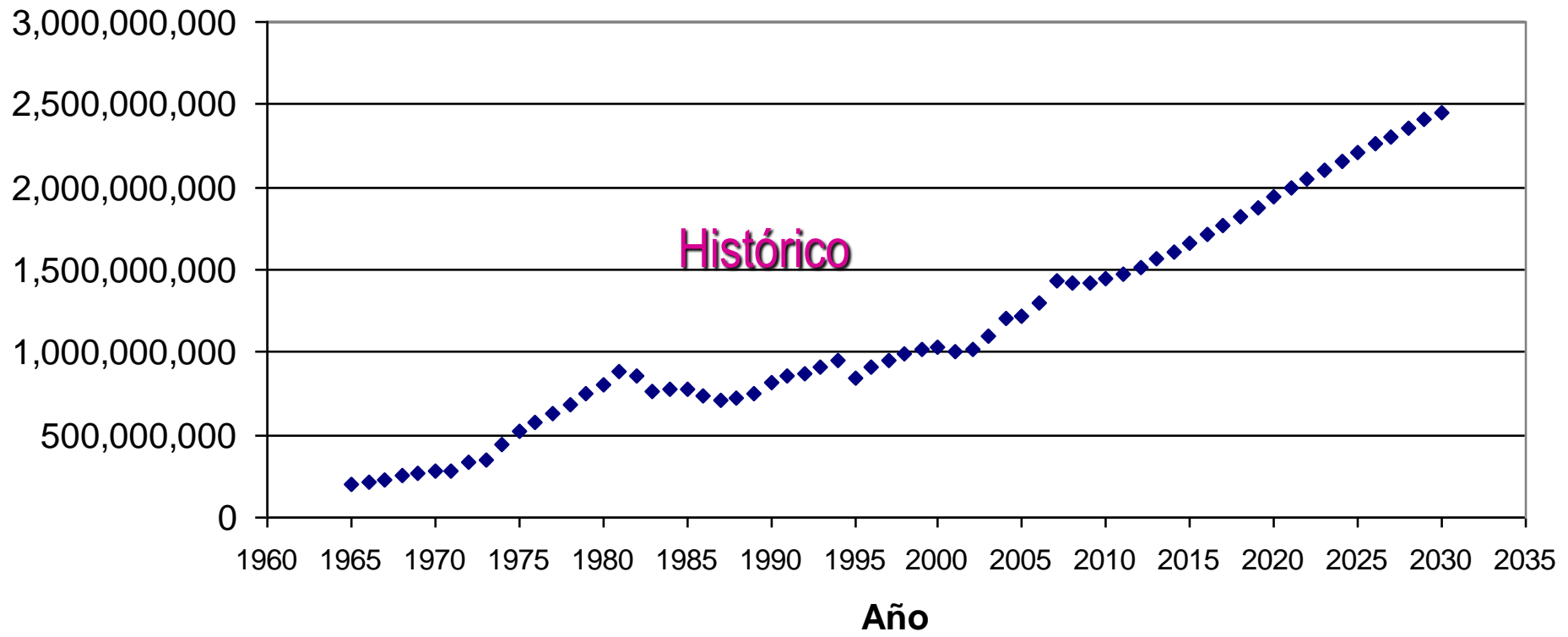
Fuente: Balance Nacional de Energía e ITAM (INEGI)

Consumo de vehículos a diesel



Consumo de diesel

Consumo de diesel (Litros)



Características de la flota de vehículos nacional en 2000

	Número	Recorrido diario	Rendimiento de combustible
Tipo de vehículo		km	km/l
Privado gasolina	10,116,521	20	8.16
Taxi gasolina	389,702	100	8.16
Carga ligero gasolina	4,185,000	50	4.75
SUV gasolina	413,954	20	4.75
Carga pesado gasolina	156,868	100	1.97
Autobús gasolina	2,649	150	1.97
Motocicleta	309,050	20	10.80
Total gasolina	15,573,744		
Privado diesel	1,560	20	9.79
Carga ligero diesel	12,000	50	5.70
Carga pesado diesel	393,430	100	2.36
Autobús diesel	199,010	150	2.36
Total diesel	606,000		

Características de la flota de vehículos nacional en 2000

	Número	Recorrido diario	Rendimiento de combustible
Privado LP	31,550	20	6.36
Carga ligero LP	208,500	50	3.716
Carga pesado LP	13,588	100	1.53
Autobús LP	362	150	1.53
Total LP	254,000		3.25
Privado GNC	415	20	6.36
Carga ligero GNC	750	50	3.71
Carga pesado GNC	141	100	1.53
Total GNC	1,306		

Crecimiento del número de vehículos y su impacto

en el caso base

	Año				
	2000	2010	2013	2015	2020
Número de vehículos	16,435,050	26,633,270	31,116,912	34,541,234	45,423,463
Consumo energía PJ	1,384.71	1,983.68	2,258.73	2,473.30	3,226.87
Emisiones CO₂ Gg	97,329.53	139,174.19	158,354.95	173,356.13	226,079.28

Opciones de mitigación

Número	Opción	Descripción
1	Diesel	En 2020 las ventas de vehículos ligeros a diesel 64% de la venta total. Eficiencia 33% mayor que gasolina
2	Norma Europea	Eficiencia de los automóviles nuevos de 15.73 km/l en condiciones reales de manejo. Norma americana en camiones ligeros que equivaldría a 7.52 km/l.
3	Norma Japonesa	Eficiencia de los automóviles nuevos de 16.31 km/l en condiciones reales de manejo. Norma americana en camiones ligeros que equivaldría a 7.52 km/l.
4	Vehículos Híbridos	En 2020 las ventas de vehículos ligeros a diesel 64% de la venta total. Rendimiento 18 km/l.
5	Etanol 10%	El contenido energético por unidad de volumen del etanol es el 69% del contenido energético de la gasolina. Reducciones similares a Brasil. 6,500 litros de etanol por hectárea de tierra cultivada con caña de azúcar.
6	Biodiesel 10%	El contenido energético por unidad de volumen del biodiesel es el 88% del contenido energético del diesel. Reducciones del 63%. 500 litros de biodiesel por hectárea de tierra cultivada con soya,

Comparación del consumo de combustibles fósiles en el transporte por carretera entre cinco opciones y el escenario base

		Año			
		2010	2013	2015	2020
Número	Opción	Consumo de combustibles Fósiles (PJ)			
	Base	1,983.7	2,258.7	2,473.3	3,226.9
1	Diesel	1,977.0	2,239.4	2,412.7	2,933.5
2	Norma Europea	1,941.08	2,165.4	2,340.8	2,975.5
4	Vehículos Híbridos	1,924.8	2,143.3	2,309.8	2,984.5
5	Etanol 10%	1,969.8	2,211.5	2,386.3	2,996.2
6	Biodiesel 10%	1,978.7	2,241.9	2,443.1	3,151.1
7	Combinación	1,904.6	2,067.1	2,168.9	2,495.6

Reducción anual de las emisiones de gases con efecto invernadero de las seis principales opciones de mitigación con respecto al escenario base

(%).

		Año			
		2010	2013	2015	2020
Número	Opción				
1	Diesel	0.26	0.67	2.2	8.3
2	Norma Europea	2.1	4.1	5.3	7.7
3	Norma Japonesa	2.2	4.2	5.5	8.0
4	Vehículos Híbridos	3.0	5.3	7.0	8.0
5	Etanol 10%	0.6	1.9	3.2	6.5
6	Biodiesel 10%	0.17	0.51	0.86	1.73
	Combinación	3.7	7.8	11.3	20.4

Necesidad de tierra de cultivo en los diferentes escenarios de introducción de etanol en la gasolina

	Año			
	2010	2013	2015	2020
	Necesidad de tierra de cultivo (Ha)			
Caso	Total			
Etanol 3 %	4,752	53,611	117,254	447,890
Etanol 5%	9,495	106,155	337,965	717,166
Etanol 10%	93,260	305,972	541,153	1,297,075
	Necesidad de tierra de cultivo			
Caso	Porcentaje de la tierra cultivada actualmente para Caña de Azúcar			
Etanol 3 %	0.73	8	18	69
Etanol 5%	1.46	16	52	110
Etanol 10%	14	47	83	200

Necesidad de tierra de cultivo en los diferentes escenarios de introducción de biodiesel

	Año			
	2010	2013	2015	2020
	Necesidad de tierra de cultivo (Ha)			
Caso	Total			
Soya	307,953	996,194	1,711,170	3,886,441
Girasol	153,977	498,097	855,585	1,943,221
Cebada	139,979	452,815	777,804	1,766,564
Cánola	128,314	415,081	712,987	1,619,351
	Necesidad de tierra de cultivo			
Caso	Porcentaje de la tierra cultivada actualmente para producto específico			
Soya	319	1,033	1,775	4,031
Girasol	148,000	479,000	823,000	1,868,000
Cebada	42	136	234	532
Cánola	9,362	30,285	52,020	118,149

- ◆ Las políticas que limitan las emisiones de CO₂ en el sector transporte pueden ocasionar beneficios adicionales como:
 - ◆ Reducción de la congestión vehicular.
 - ◆ Mejoría en la calidad del aire local.
 - ◆ Mejoría en la eficiencia energética del país

Dado el mayor costo efectividad social de las mejoras en el sector transporte, se necesitan políticas gubernamentales para incentivar la introducción de estas mejoras tecnológicas.

Las medidas aplicadas típicamente al sector transporte son:

- ✓ Políticas de precios
- ✓ Impuestos a los combustibles,
- ✓ Incentivos en los impuestos de registro de vehículos nuevos y en impuestos anuales para circular.
- ✓ Cuotas para circular en zonas controladas
- ✓ Cuotas de estacionamiento
- ✓ Impulso al transporte público

Conclusiones

Se deben impulsar lo más pronto posible las opciones que promueven el aumento de la eficiencia en el uso de los combustibles fósiles (opciones de la 1 a la 4).

El efecto de estas opciones es apreciable sólo en el mediano plazo, debido a que la renovación de la flota de vehículos es un proceso lento.

La opción 1, en la que se propone incrementar el uso del diesel requeriría de un cambio apreciable en el sistema de refinación, como puede apreciarse en la tabla 6, dada la proporción de diesel necesaria para el año 2020 en comparación con el escenario base.

Conclusiones

Las opciones 2 y 3 que promueven un mayor rendimiento de los vehículos a gasolina tienen un efecto más temprano, como ya se mencionó y han demostrado, a nivel internacional y en nuestro país, su eficacia.

En el escenario base, la proporción de camiones ligeros privados a gasolina en el total de vehículos privados a gasolina puede llegar a más del 30% en el año 2020. Por lo tanto, se requiere una mayor atención a la norma para el rendimiento de este tipo de vehículos.