



IMPACTO Y MITIGACIÓN AMBIENTAL DE LOS TRANSPORTES

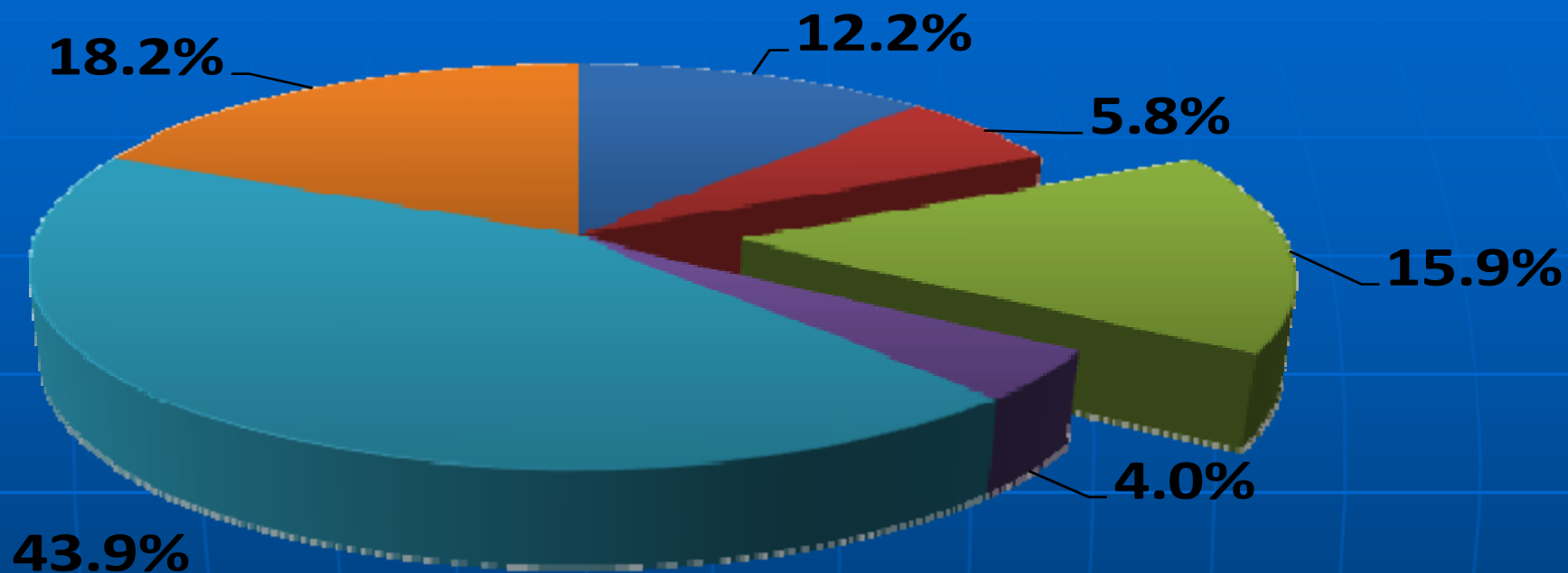
Dr. Octavio A. Rascón Chávez
Presidente de la Academia de Ingeniería de México

**Foro Panamericano de Contribuciones de la Ingeniería al
Mejoramiento del Medio Ambiente**
México, D.F., septiembre de 2009

RECONOCIMIENTOS

- Esta ponencia forma parte del estudio “Estado del arte y prospectiva de la Ingeniería en México y el Mundo”, patrocinado por CONACYT; se agradecen las aportaciones de Carlos Morán Moguel y Enrique Jiménez Espriú.

% Emisiones de CO₂ mundiales por fuente de origen



- Quema de combustible para otros usos
- Transporte no carretero
- Transporte carretero (Autos, Camiones y Autobuses)
- Otros
- Generación de electricidad y calefacción
- Industria y construcción

Fuente: The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers

Emisiones de CO₂ por vehículo nuevo

Fabricante	Promedio emisiones CO ₂ (g/Km)		Variación
	2007	2006	
Fiat	141	144	-2.13%
PSA Peugeot Citroën	141	142	-0.71%
Renault	146	147	-0.68%
Toyota	149	153	-2.68%
General Motors	156	157	-0.64%
Honda	156	154	1.28%
Hyundai	160	167	-4.38%
Suzuki	162	164	-1.23%
Ford	162	162	0.00%
Volkswagen	163	166	-1.84%
Nissan	167	168	-0.60%
BMW	170	184	-8.24%
Mazda	171	173	-1.17%
Daimler	181	188	-3.87%

COMBUSTIBLES ALTERNOS

COMBUSTIBLES ALTERNOS

- **Situación:** Creciente demanda y utilización de hidrocarburos.
- **Consecuencia:** Cambio climático del planeta.
- **Urgentes los avances tecnológicos para:** mejores combustibles, mayor rendimiento y menos daños al medio ambiente.
- **Necesidad imperiosa:** fuentes alternas de energía.
 - **Uso del hidrógeno:**
 - Mayor relación energía/peso que otro combustible.
 - Producción a partir de una amplia variedad de fuentes como: el gas natural, el carbón, la biomasa, el agua.
 - No es tóxico y no es contaminante. Altamente volátil (sistemas de seguridad para el manejo más estrictos).
 - Es difícil de detectar sin sensores adecuados, ya que es incoloro e inodoro, y su flama al aire es casi invisible.

COMBUSTIBLES ALTERNOS

□ *Alcoholes:*

- *Etanol y metanol :*
- Principales ventajas: pueden ser utilizados en motores normales, con ligeras modificaciones; en algunos motores modernos éstas no son necesarias.
- Emisiones contaminantes menores del 50% del motor a gasolina.

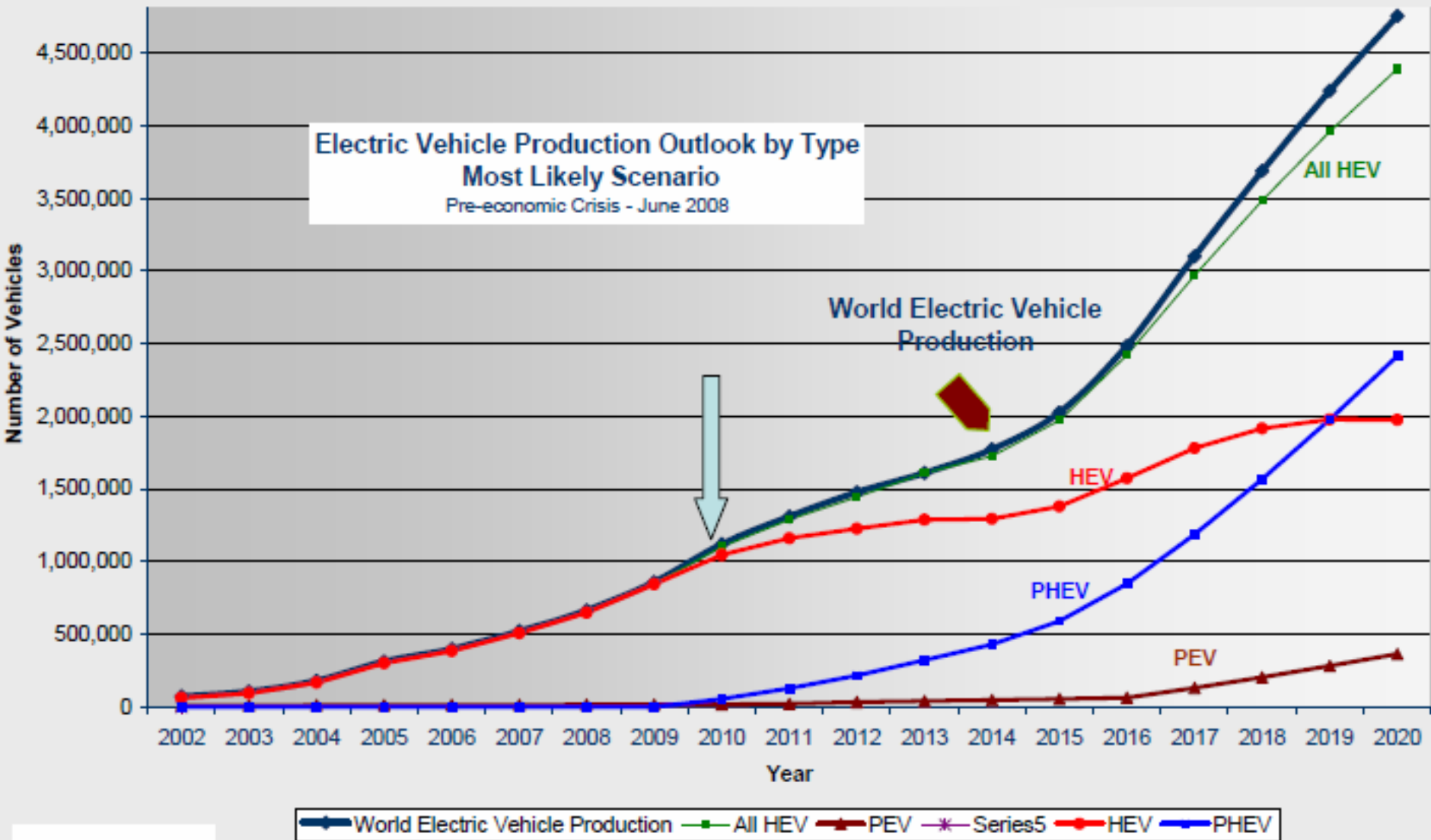
□ *Celdas de Combustible:*

- Distintos tipos, de acuerdo con el electrolito utilizado: celdas de electrolito polimérico sólido, alcalina, de carbonatos fundidos, de óxido sólido y ácido fosfórico.
- Alta eficiencia, modulación, operación limpia y silenciosa, rápida respuesta de carga, confiabilidad, mantenimiento reducido y flexibilidad en cuanto al combustible utilizado.

Tendencias de vehículos más amigables con el medio ambiente

- Motores más eficientes
- Vehículos más pequeños
- Vehículos híbridos (HEV)
- Vehículos híbridos enchufables (PHEV)
- Vehículos eléctricos (PEV)
- Biocombustibles
- Celdas de hidrógeno
- Motores de combustión interna de hidrógeno
- Uso cada vez más intensivo de la mecatrónica y la nanotecnología
- Uso de nuevos materiales y materiales reciclables

Prospectiva de la producción de vehículos (híbridos y eléctricos)



Tipos de baterías recargables

Tipo de Batería Recargable	Energía (WH/Kg)	Energía/Volumen (WH/litro)	Potencia/Peso (W/Kg)	Número de Ciclos	Eficiencia Energética (%)
Zebra (NaNiCl)	125	300	-----	1000	92.5
Polímero de litio	200	300	>3000	1000	90
Iones de litio	125	270	1800	1000	90
Niquel-Hidruro Metálico (NiMH)	70	140-300	250-1000	1350	70
Niquel Cadmio (NiCd)	60	50-150	150	1350	72.5
Plomo-Ácido	40	60-75	180	500	82.5

La clave del futuro del vehículo eléctrico es la batería recargable, ya que condiciona la velocidad máxima, la autonomía entre recargas, el tiempo de recarga y la duración de la batería.

Vehículos que usan hidrógeno

Ventajas

- Bajo nivel de emisiones contaminantes (nula emisión de CO₂, CO, hidrocarburos y, si es un vehículo con celda de combustible, nula emisión de óxidos de nitrógeno) .
- Son silenciosos.
- Los de hidrógeno con celda de combustible tienen alta eficiencia energética.
- Bajo nivel de vibraciones.

Desventajas

- Costo del proceso de generación de hidrógeno.
- Requiere de sistemas de almacenamiento costosos.
- Falta de infraestructura para el abastecimiento de hidrógeno .
- Costo elevado de las celdas de combustible.
- Los altos voltajes a los que funcionan los vehículos con pila de combustible harán necesario aislar ciertas partes del vehículo.
- Costo elevado.

Vehículos híbridos

Ventajas

- Mayor eficiencia del combustible, son entre 15 -30% más eficientes que los vehículos convencionales.
- Recuperación de energía en el frenado (frenado regenerativo).
- Menores emisiones de gases de efecto invernadero, se pueden reducir entre 20 y 57%.
- No necesita una carga eléctrica externa.
- Menos ruido.
- Beneficios fiscales.

Desventajas

- Alto costo.
- Mayor peso que un vehículo convencional.
- No son vehículos de cero emisiones.
- Mayor complejidad en el sistema, por lo que se dificulta el mantenimiento.

Vehículos híbridos enchufables

Ventajas

- Mayor eficiencia del combustible.
- Menores emisiones de gases de efecto invernadero.
- Recuperación de energía en el frenado
- Menor ruido.

Desventajas

- Costo, peso y el tamaño del paquete de baterías.
- Falta de infraestructura para recargar las baterías en la calle.

Comparación entre un auto híbrido y uno normal

Marca	Honda	Honda2
Modelo	Civic Híbrido	Civic Sedan LX
Año	2009	2009
Combustible	Gasolina	Gasolina
Potencia	110 HP	140 HP
Rendimiento (Km/l)	21.8	13.5
Emisiones CO2 (g/Km)	100	142
Emisiones NOx (g/1000Km)	6	6
Precio (miles de pesos)	310	225.6

Diseños y vehículos mexicanos

Vehizero EggO

(Taxi híbrido para uso urbano)

- Ahorro en gastos energéticos del 35% al 50%.
- Reducción en gastos de mantenimiento 50%.
- Deducibilidad fiscal del 100% en el año de compra.
- Tenencia reducida al 0.17% del valor del vehículo.
- Circula todos los días y no hay verificaciones en 4 años y 2 de extensión.
- Primas de seguro más bajas.
- Reducción de contaminantes.



Vehizero ECCOC

Carga ligera, híbrido para uso urbano

Especificaciones

- Motor Eléctrico: 26.5 HP nominales 70 HP máx.
- Motor Combustión Interna: 4 HP, 1 cilindro 4 tiempos.
- Transmisión: Manual de 5 velocidades al frente y reversa.
- Fuente de Energía: Eléctrica y gasolina.
- Velocidad Máxima: 100 km/hr.
- Capacidad de Carga: 1000 kg.
- Superficie disponible de carga: 2520 x 1800 mm.



Tecnoidea SA de CV (Mastretta Design)



EVI Electric People Movers



EVI Electric Cargo Van



Proyecto Autobús BRT (Metrobús)



Suma SCD

ECOVIA

- Desarrollado por la UNAM
- La carrocería y la estructura fueron hechas en la UNAM
- Funciona con hidrógeno, celdas de combustible y energía eléctrica
- Tiene 300 km de autonomía con los dos tanques de hidrógeno, y 70 km con la batería cargada
- Velocidad máxima de 80 Km/h
- Mide de largo 3.50 m; 1.50 m de altura y 1.40 m de ancho



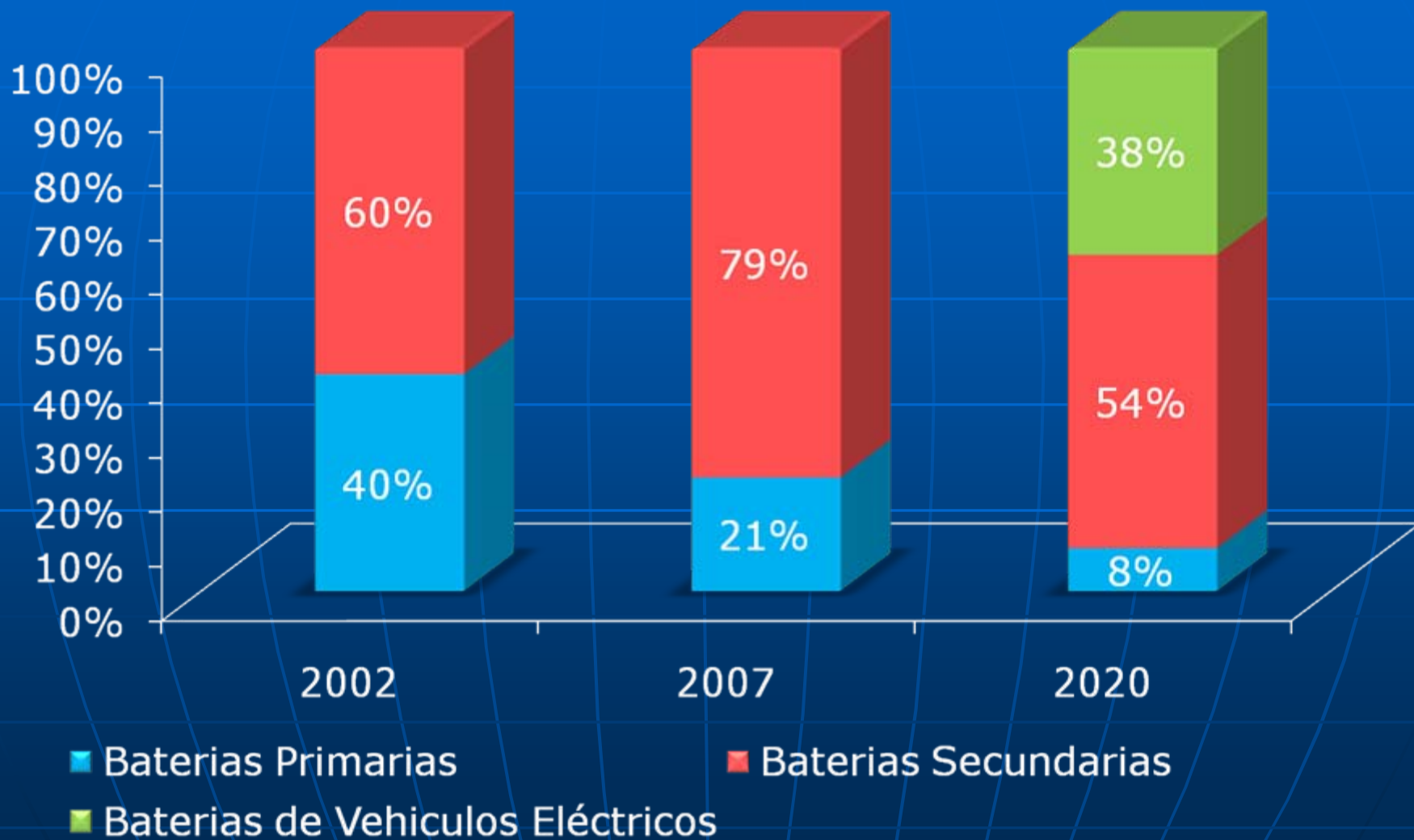
Vehículos híbridos en México

- General Motors fabrica el Chevrolet Captiva Sport Híbrido en su planta de Ramos Arizpe, Coahuila. En Toluca se fabrica un motor de tercera generación para unidades híbridas.
- Ford Motor realiza el ensamble del Mercury Milán y el Fusion en versión híbrida en su planta de Hermosillo.
- Vehizero, empresa mexicana, tiene una planta de autos híbridos en Aguascalientes.
- El Civic híbrido de Honda es el único híbrido de uso doméstico que se comercializa actualmente en el país (vendiendo 466 en el 2006 y 465 en el 2007).

Normas de emisiones de CO₂ que la Unión Europea tiene previstas

- Se tiene como objetivo para el 2015 reducir las emisiones promedio de CO₂ de los automóviles nuevos a **130 g/km**.
- El objetivo es un promedio para todos los vehículos vendidos, no un límite fijo que no podrá exceder un automóvil.
- Los objetivos varían según el fabricante, ya que las emisiones están en función del peso del automóvil.
- La multa que los fabricantes tendrán que pagar va a ser de 5 euros por el primer gramo de CO₂ que supere el objetivo, 15 euros por el segundo gramo, 25 euros por el tercero y 95 euros por el cuarto gramo y los siguientes.
- El límite de emisiones de CO₂ para los coches nuevos en 2020 será de **95 gramos por kilómetro**.

Uso de la batería de litio por tipo



Fuente: Tru Group

Ejemplos de nuevas tecnologías amigables con el ambiente

Nissan Leaf

- Su batería de ion-litio pueden ser recargada al 80% de su capacidad en media hora con los sistemas de carga rápida; en conexión domestica tarda 8 horas.
- Estará disponible comercialmente en Europa, Estados Unidos y Japón a finales de 2010.



Toyota iQ

➤ Se exhibió por primera vez como prototipo en el Salón del Automóvil de Frankfurt de 2007.

La versión de producción se presentó en el Salón del Automóvil de Ginebra de 2008.

Su concepto se desarrolló para bajo consumo de combustible.

Consumo de 4.9 litros de gasolina por cada 100 km.

Las emisiones de CO2 son de 99 g/km.

Alcanza una velocidad de 150 km/h.

Su precio va desde los 12,500 euros.

Se puso a la venta en Japón en octubre de 2008 y en Europa en enero de 2009.



Michelin Active Wheel

- **En el neumático van montados dos motores eléctricos.**
- Un motor es el encargado de la tracción y el otro funciona como suspensión activa y se ocupa de la estabilidad, confort y amortiguación.
- Pueden ser instalados para ofrecer tracción trasera, delantera o total.
- Hará que los vehículos sean más ligeros y simplificará la transmisión de movimiento.
- El Venturi Volage y el Opel Heuliez Will ya emplean el Michelin Active Wheel.



Michelin Active Wheel



Pivo 2 Nissan (Prototipo)

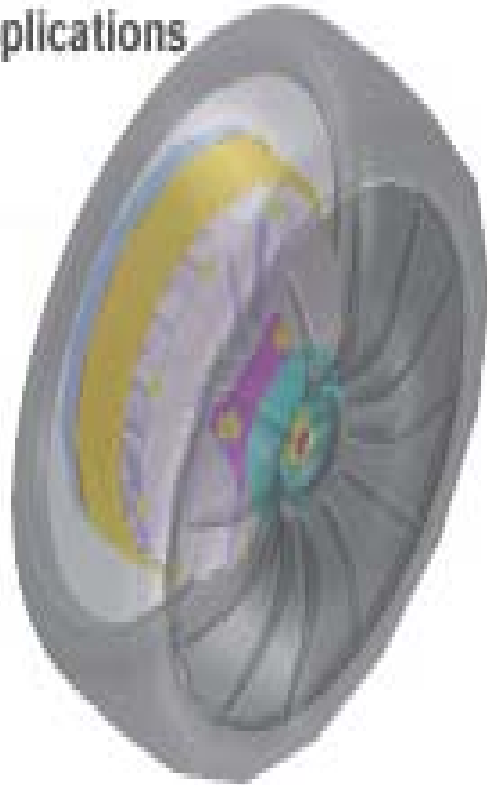
- Fue presentado en el Tokio Motor Show 2007
- Es totalmente eléctrico
- Funciona gracias a baterías de ión litio
- El habitáculo puede girar 360°



- Cada rueda tiene su propio motor
- Las ruedas pueden girar 90°
- Cuenta con un robot que funciona como asistente

■ As a motor for EV applications

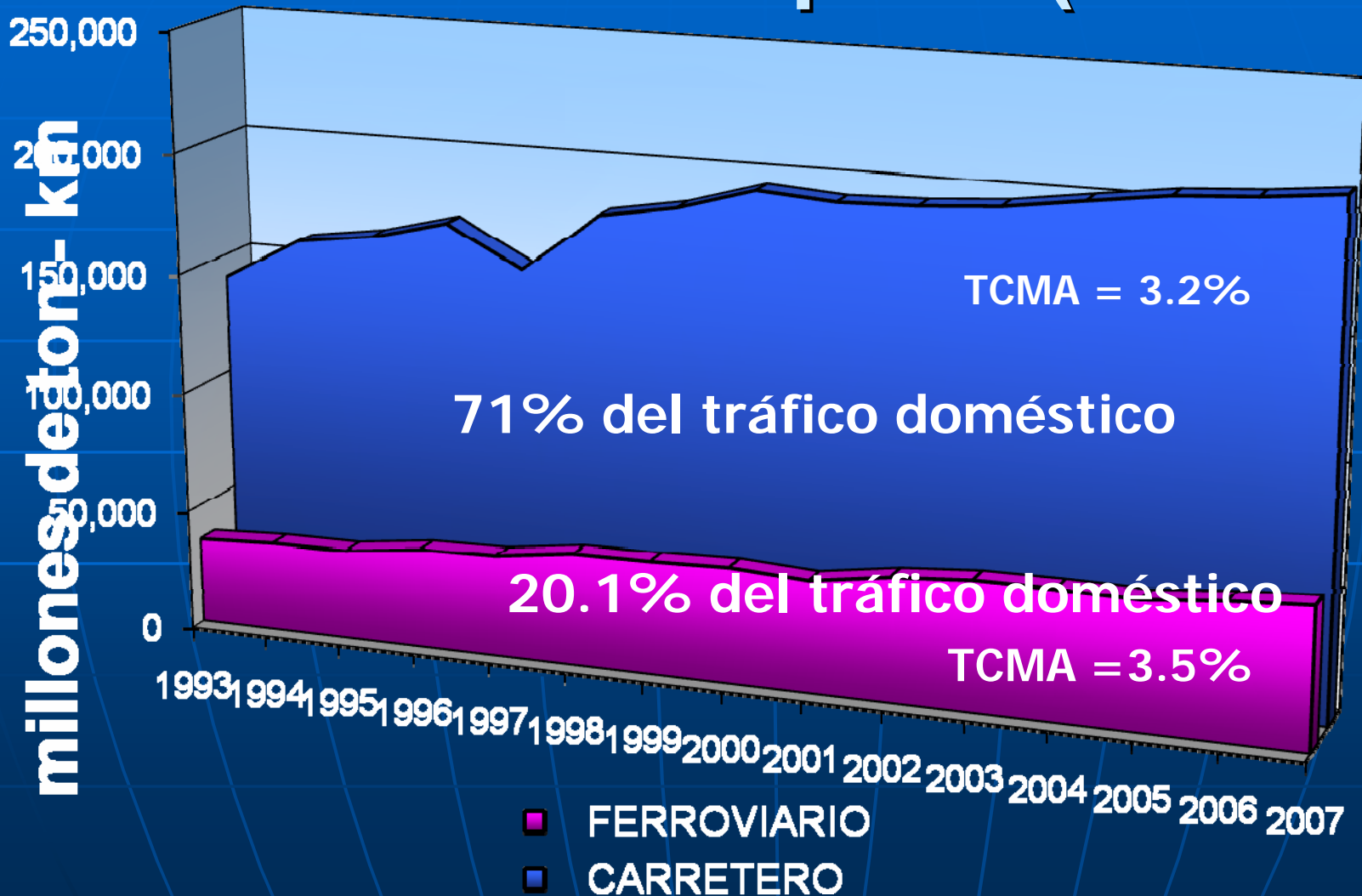
Placed within the wheel assembly to optimise packaging



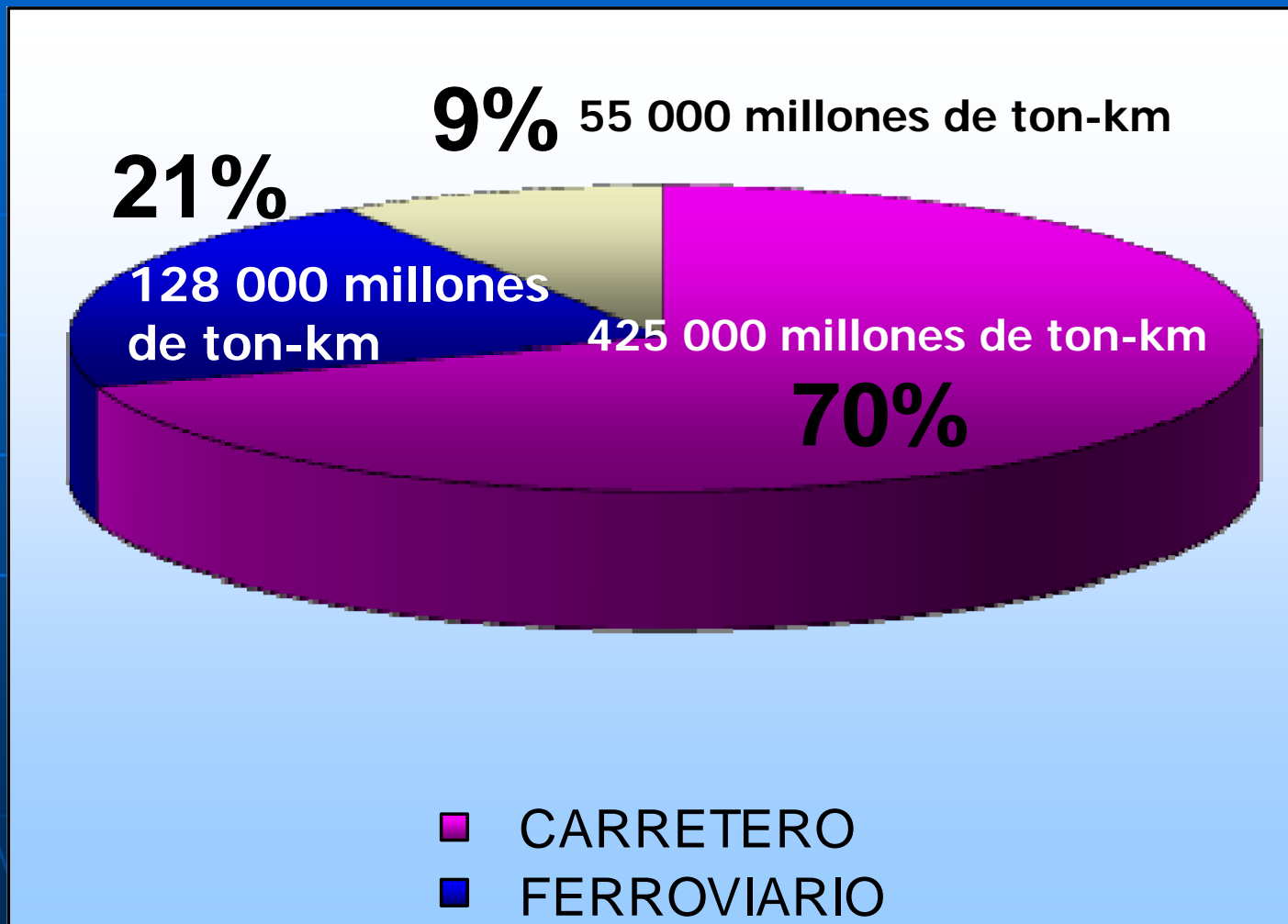


- TRANSPORTE
TERRESTRE EN MÉXICO
E IMPACTOS EN EL
MEDIO AMBIENTE

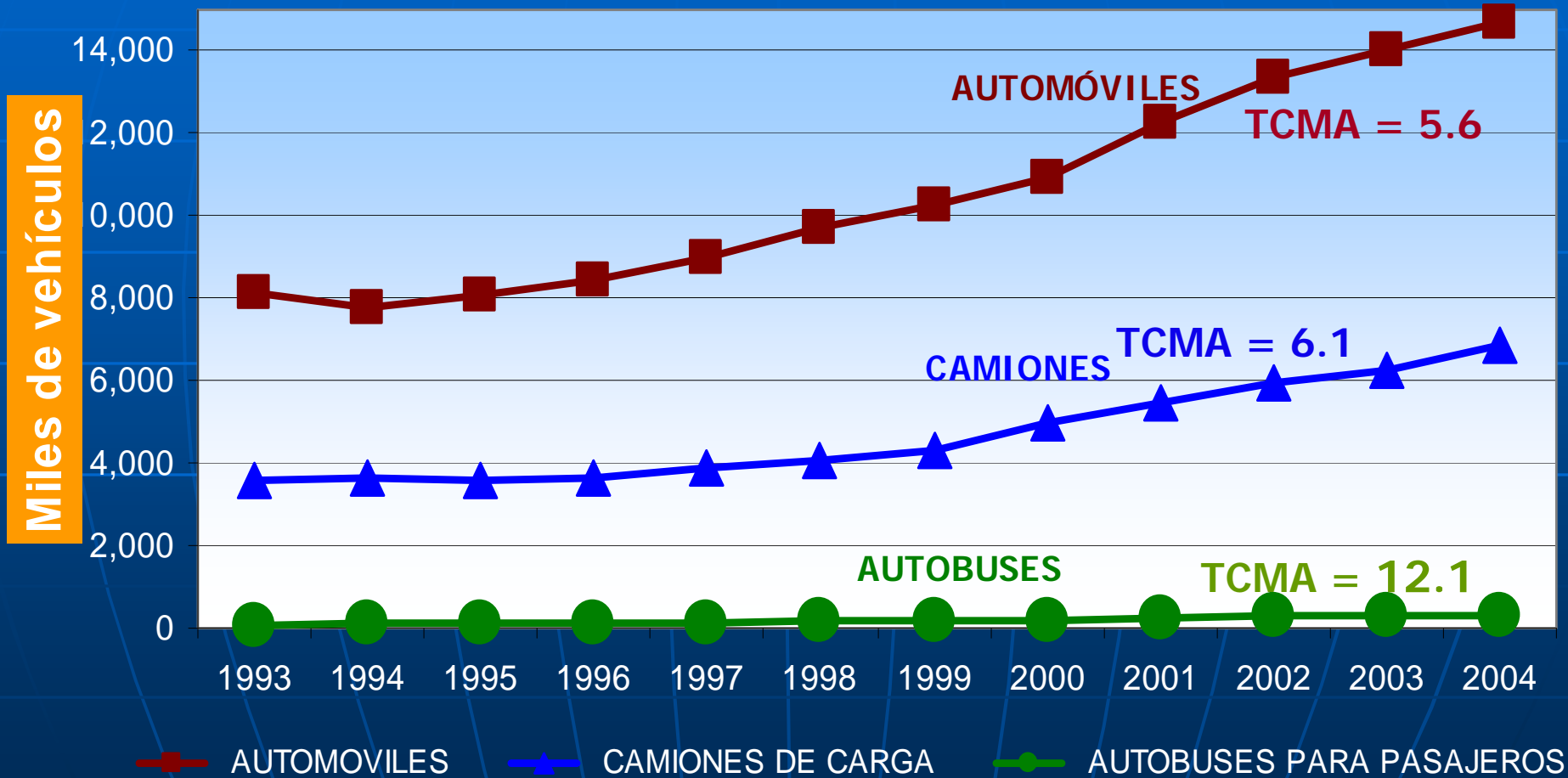
Evolución de la carga doméstica por modo de transporte (ton-km)



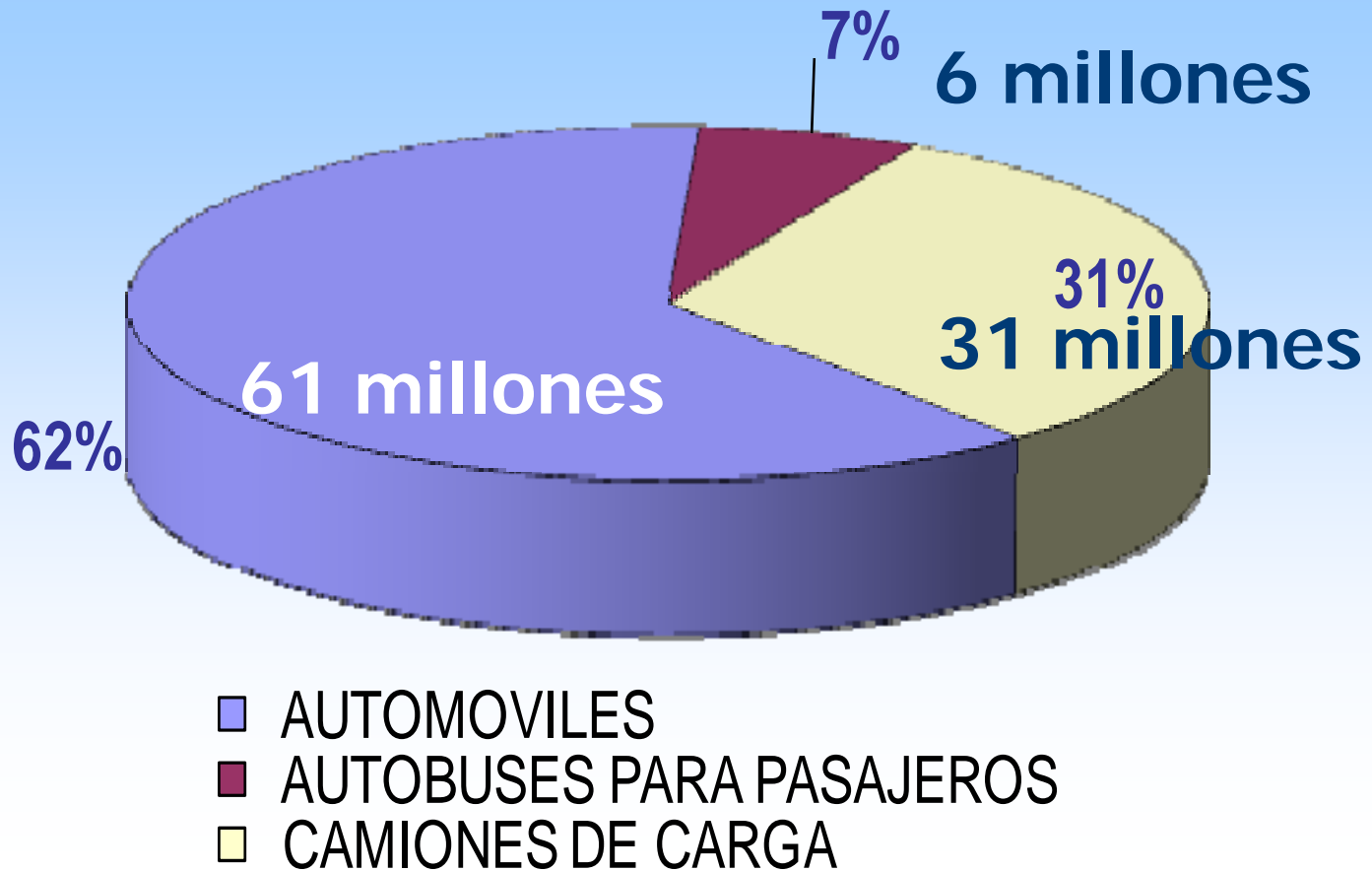
Prospectiva de la carga doméstica en 2030 (ton-km)



Evolución del parque de vehículos automotores



Prospectiva del parque vehicular en 2030



ALGUNAS SOLUCIONES URGENTES

Transporte urbano masivo de pasajeros

Metro

Metrobús

Camiones eléctricos de alta capacidad (trolebús)

Trenes suburbanos de baja a mediana velocidad con vía confinada

Trenes de mediana y alta velocidad interurbanos con vía confinada



EL TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS

Es el de mayor eficiencia energética por pasajero.

Se debe privilegiar la energía eléctrica sobre la de combustibles.

Da el mejor índice de utilización de la infraestructura (pasajero/vehículo-km).

Da el menor consumo total de horas-hombre en el sistema de transporte.



EL TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS

Da el menor impacto ambiental por pasajero.

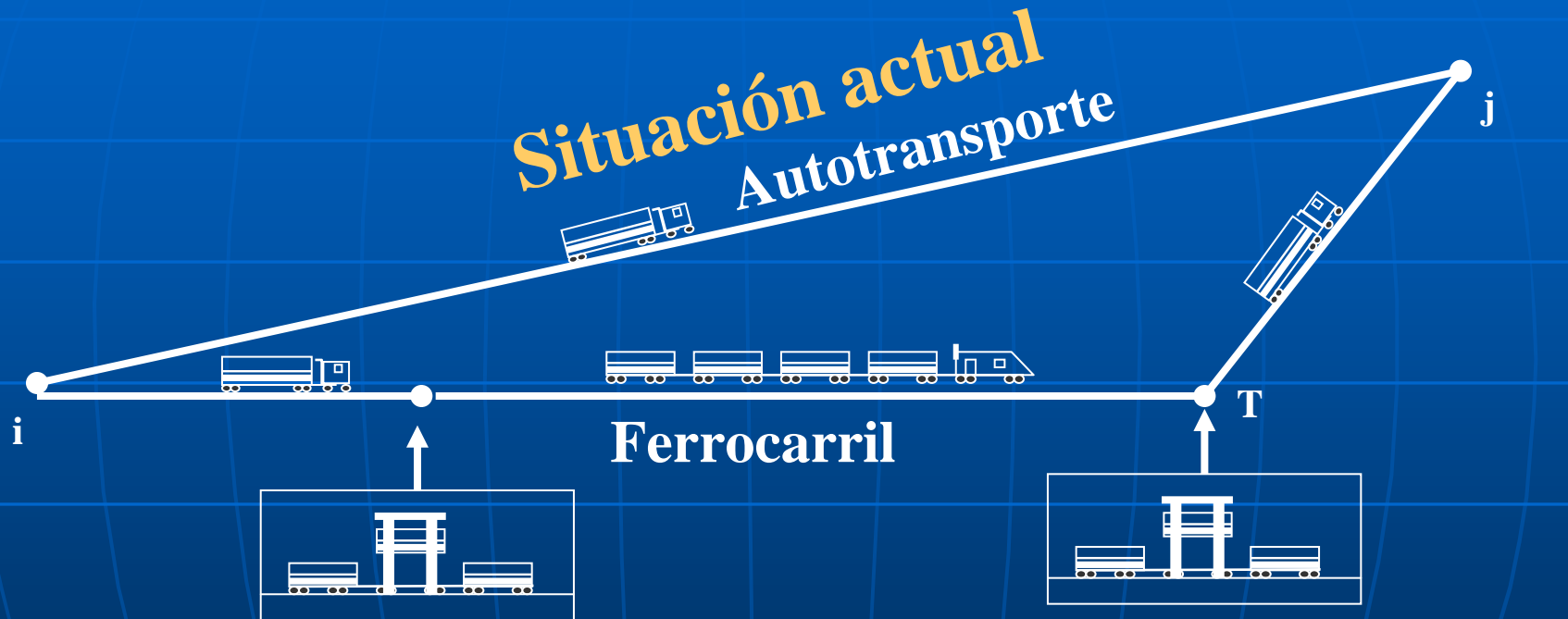
Da el menor costo total por pasajero/km.

Posibilita un desarrollo territorial más ordenado, y sirve para estructurar y organizar las actividades productivas.

Da mayores índices de seguridad.

“Libera” espacio para el transporte individualizado.

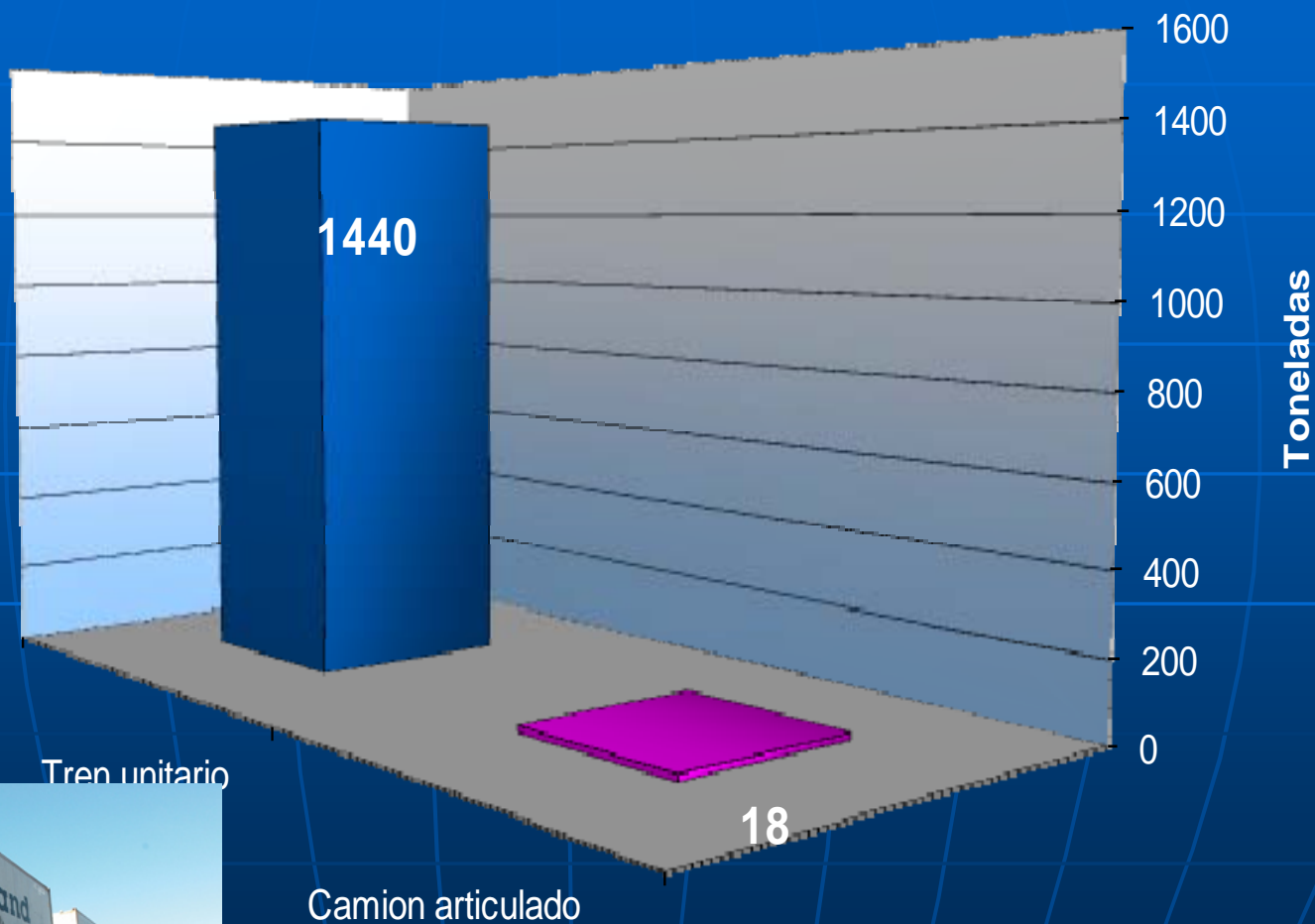
Multimodalismo



Alternativa posible:

Transporte multimodal

Carga promedio por unidad de transporte



Infraestructura y transporte multimodal

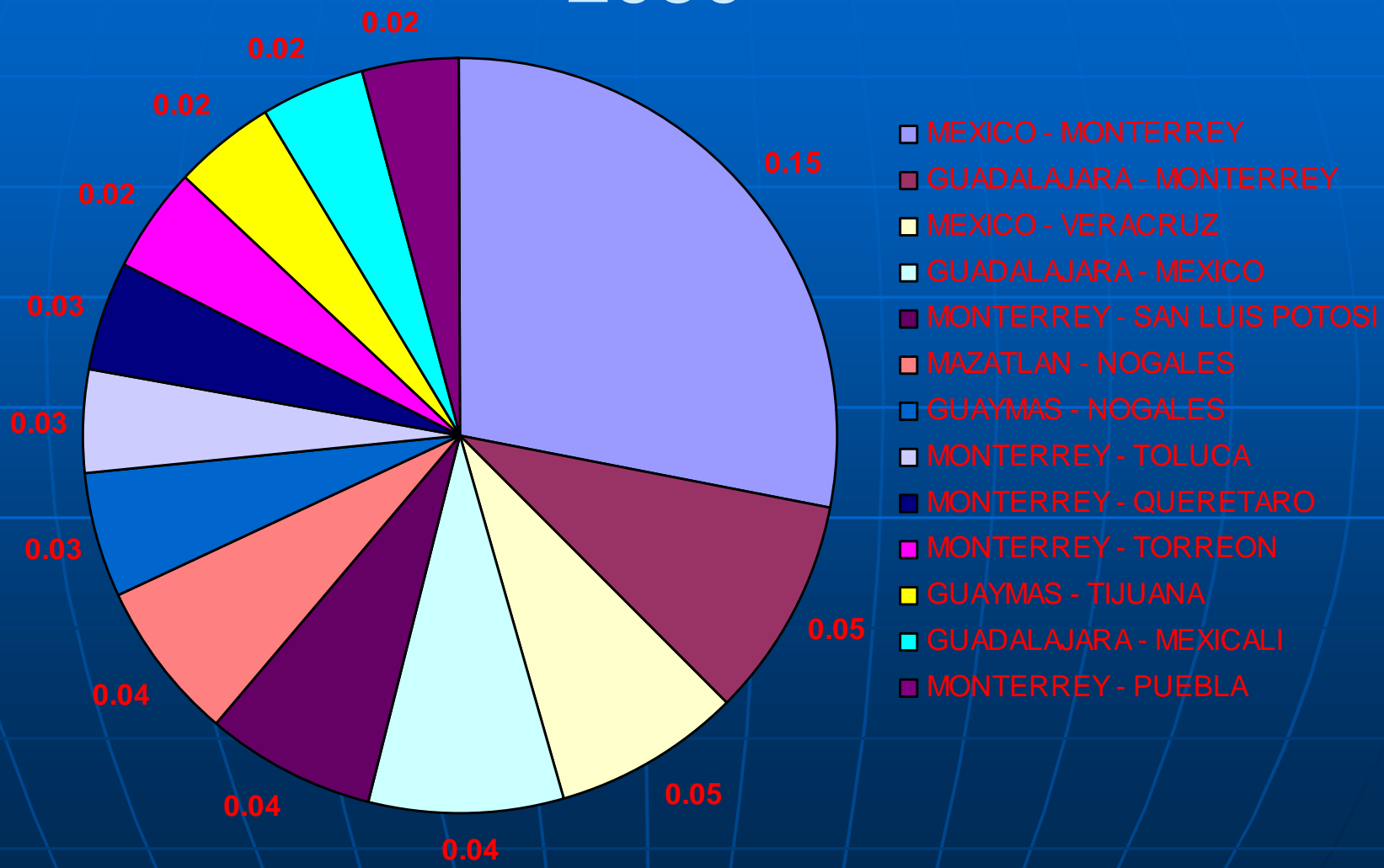
Antecedente:

En junio de 2004 se firmó el **Acuerdo Nacional de Transporte Multimodal**, con 22 participantes, públicos y privados, con el fin de desarrollar cadenas logísticas.



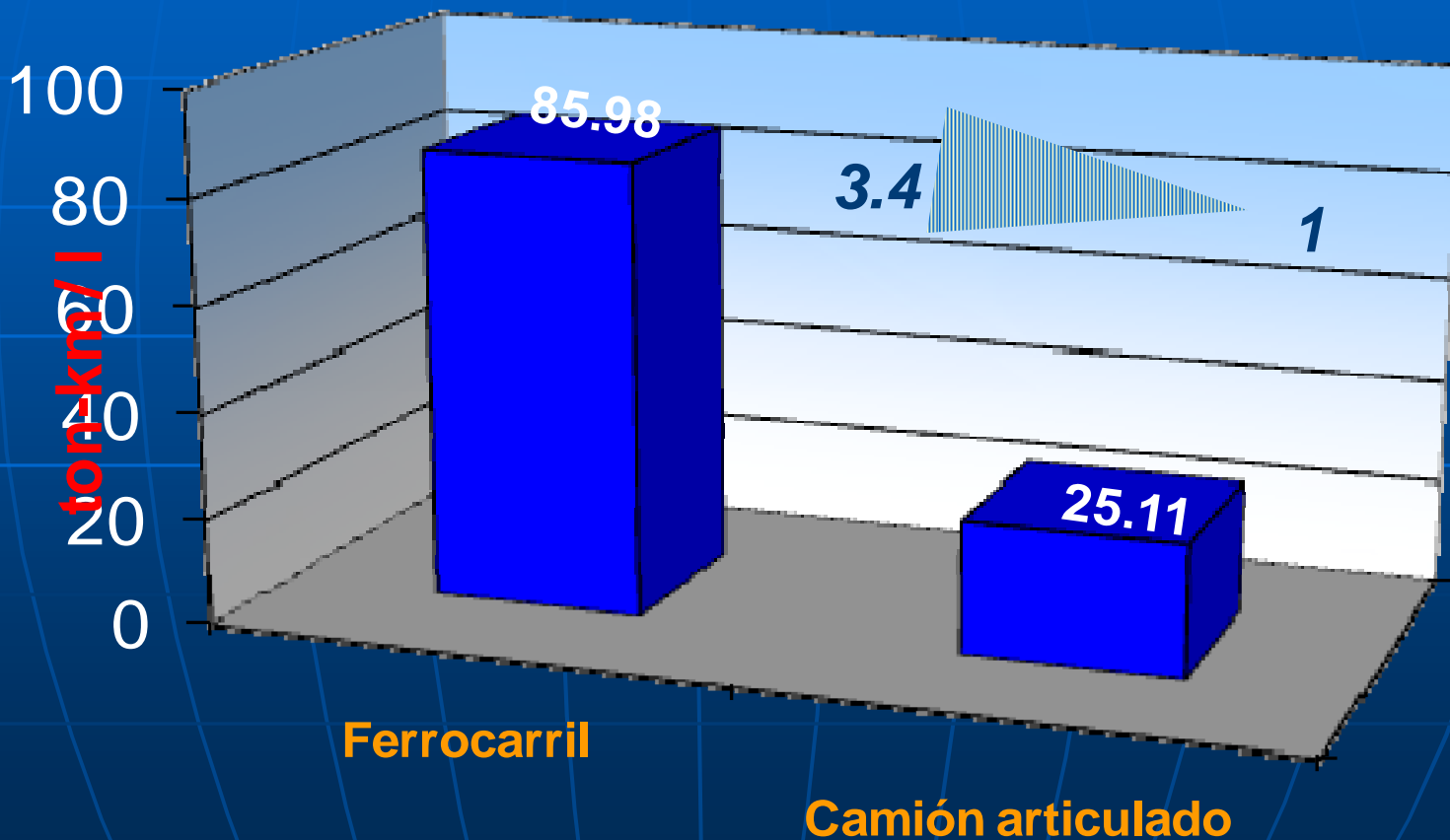


Concentración en 13 pares origen-destino con el 56% de la carga potencial, 2030



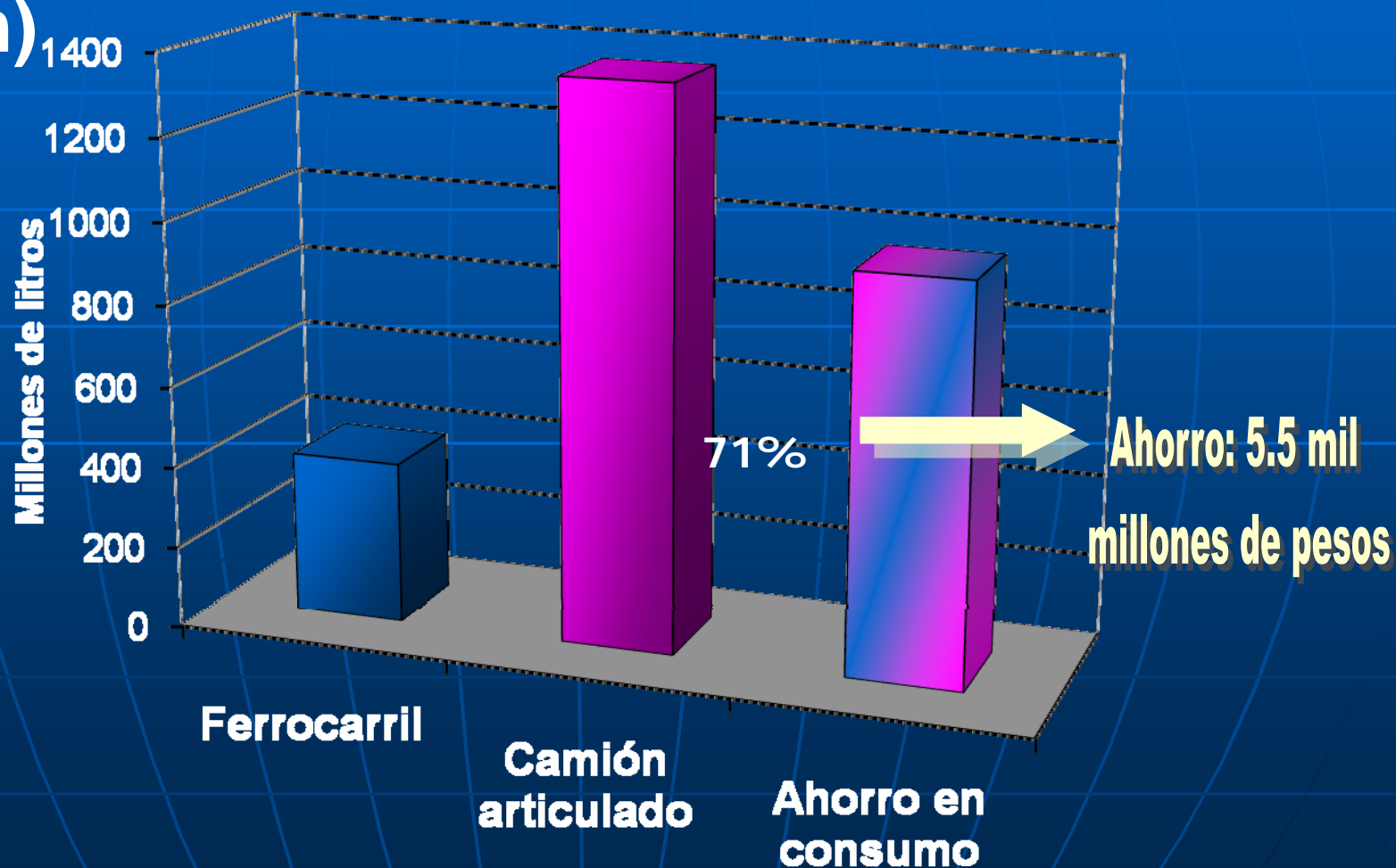
Beneficios del uso del ferrocarril en el multimodalismo

Rendimiento de combustible en toneladas-kilómetro por litro



Beneficios del uso del ferrocarril en el multimodalismo

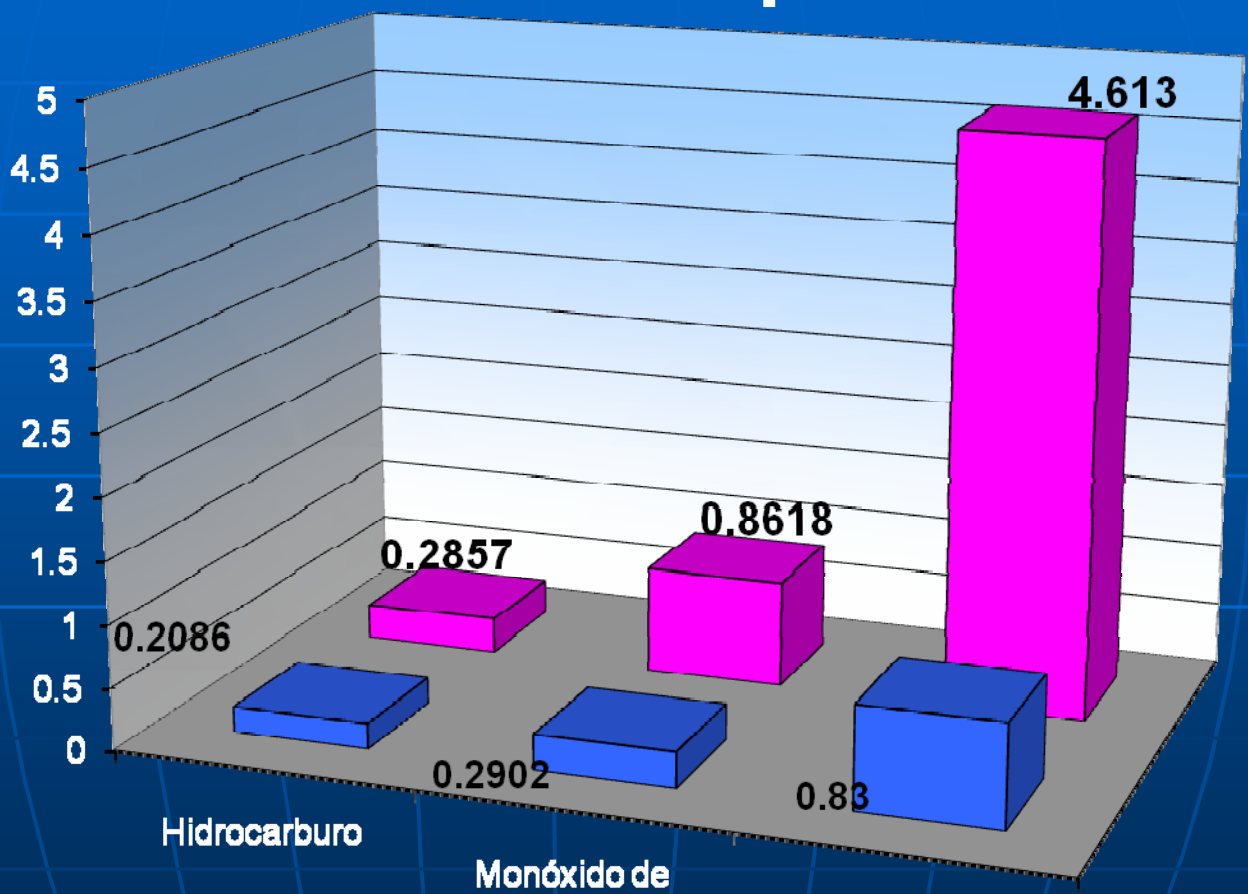
Consumo de combustible para atender demanda potencial en 2030 (34 mil millones de ton-km)



Beneficios del uso del ferrocarril en el multimodalismo

Comparación de emisiones por tonelada movida

lb

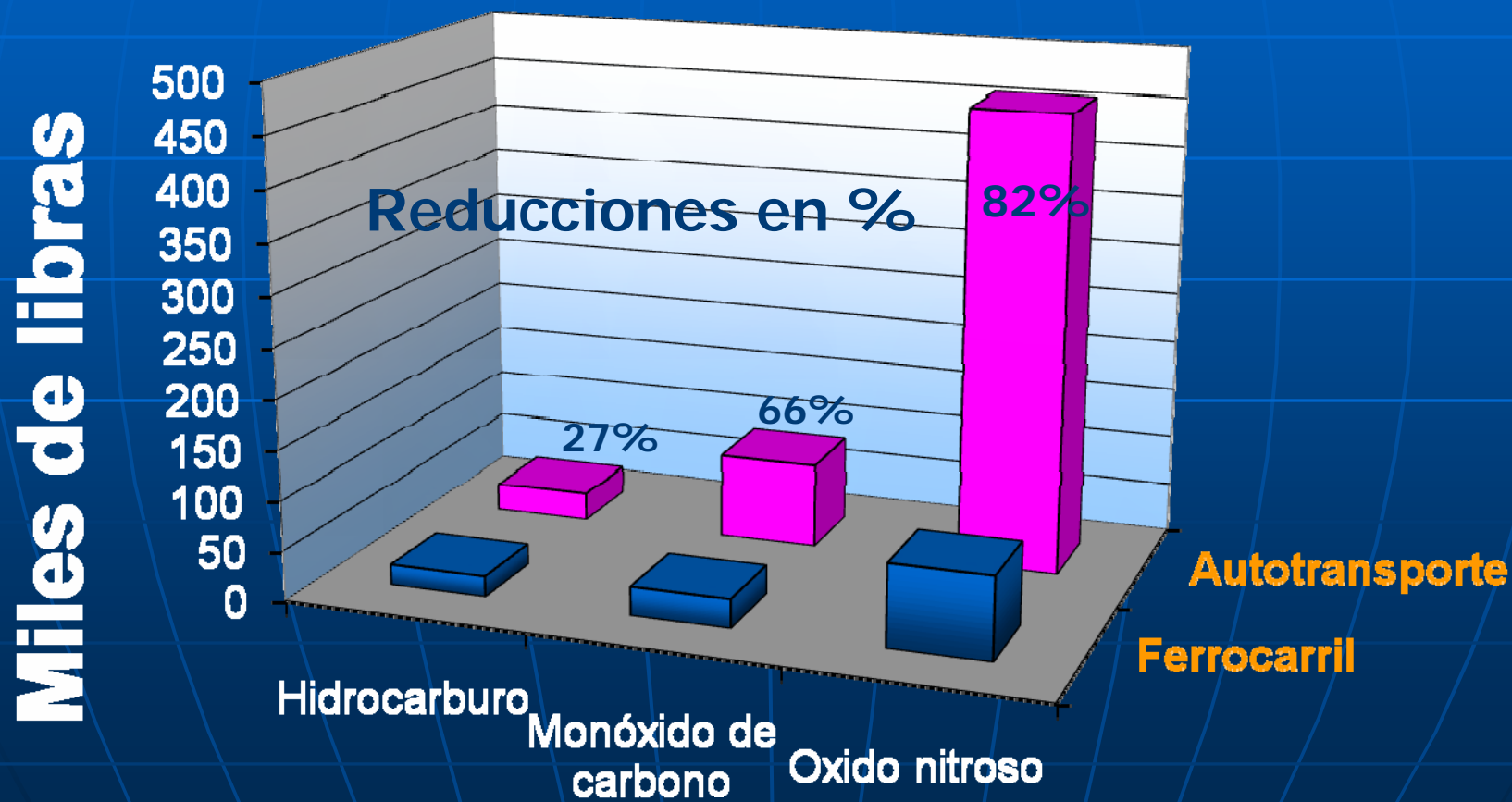


■ Ferrocarril
■ Camión articulado

Fuente: Emission Control Lab, Environmental Protection Agency U.S.A.

Beneficios del uso del ferrocarril en el multimodalismo

Emisiones contaminantes por atender demanda potencial en 2030

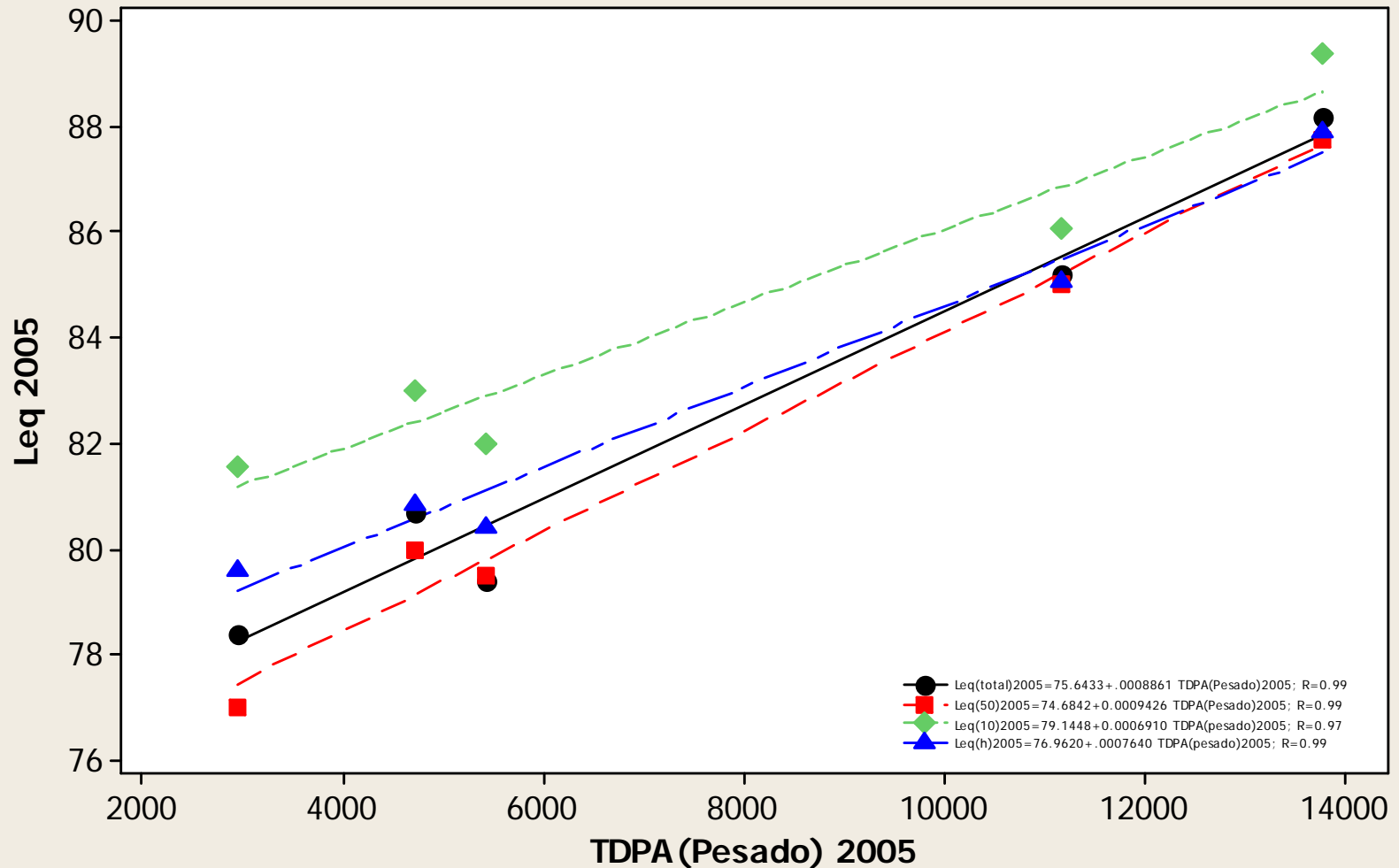


Ruido ocasionado por el transporte automotor

El ruido es un factor muy importante que se ha catalogado como un contaminante ambiental que afecta a la salud de las personas, y se ha reconocido que es un problema grave en todo el mundo.

En México no se cuenta con una normatividad que regule los niveles de ruido del transporte en carreteras.

Relación de los niveles de ruido versus el TDPA de tránsito pesado en 2005, en Querétaro (publicación del IMT)



La **propuesta de norma** que ha hecho el IMT para esto, en el Documento Técnico No 30 de 2003, es de **limitar inicialmente el nivel a 75dB, con una reducción paulatina de 1dB cada año, durante diez años, para llegar a los 65dB que propone la OCDE para horario diurno, en tramos que cruzan zonas habitacionales**

REFLEXIÓN FINAL

La formulación de una estrategia de **adaptación y mitigación al cambio climático** en México, debe reconocer la necesidad de utilizar **diversos instrumentos en forma continua y con visión de largo plazo.**

Entre ellos, resulta indispensable **construir una estructura de precios congruente con un desarrollo sustentable.**

Esto es, los precios de ciertos bienes deben reflejar adecuadamente la presencia de las externalidades negativas que produce su consumo, y son instrumentos para controlar el desperdicio y el consumo excesivo, mejorar la gestión de los recursos, y apoyar la innovación y transferencia de tecnologías asociadas.

En consecuencia, resulta fundamental atender, con visión de largo plazo, el papel de los precios de algunos de los bienes, tales como la energía, las gasolinas y el agua, y de los servicios públicos, como los transportes, considerando, desde luego, las implicaciones de las crisis, como la actual, en los distintos sectores de la sociedad.

Muchas gracias