



# INSIA

Instituto Universitario de Investigación del Automóvil



Curso de especialización en vehículos eléctricos e híbrido

**MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VEHÍCULOS AUTOMÓVILES**

D. Francisco Aparicio Izquierdo

- Catedrático Emérito de la UPM
- Presidente del INSIA, Presidente de ASEPA. Presidente de FEIBIM/FEIBEM

# ¿SE INICIA UNA NUEVA ERA PARA EL AUTOMÓVIL?

## • CUATRO DISRUPCIONES

- NUEVOS SISTEMAS DE PROPULSIÓN-ENERGÍAS
- VEHÍCULOS AUTÓNOMOS
- VEHÍCULOS CONECTADOS
- NUEVOS MODELOS DE USO

## • NUEVO ESCENARIO

- DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS
- PREOCUPACIÓN POR LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES
- IMPUTACIÓN DE EFECTOS AL COCHE
- DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGÍAS Y FUENTES ENERGÉTICAS
- NUEVOS HÁBITOS Y MEDIOS DE MOVILIDAD
- .....

# ¿SE INICIA UNA NUEVA ERA PARA EL AUTOMÓVIL?

- ¿SEGUIRÁ OCUPANDO EL AUTOMÓVIL UN PAPEL ANÁLOGO EN LA MOVILIDAD HUMANA DEL FUTURO?
- ¿CUALES SERÁN LAS TECNOLOGÍAS DE PROPULSIÓN DOMINANTES EN AL FUTURO?
- ¿CON QUÉ RAPIDEZ EVOLUCIONARÁN LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS?
- ¿SEGUIRÁ CRECIENDO EL PARQUE MUNDIAL DE VEHÍCULOS?
- ¿.....?

## MEDITACIÓN DE LA TÉCNICA...Ortega y Gasset, 1939

“la técnica, cuya misión es resolver al hombre problemas se ha convertido de pronto en un nuevo y gigantesco problema”

- EN NUESTRO CASO EL PROBLEMA QUE RESUELVE “LA TÉCNICA” ES **LA MOVILIDAD HUMANA**
- PARA COMPRENDER LA EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DEBEMOS COMPRENDER LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD Y SU **CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO HUMANO**



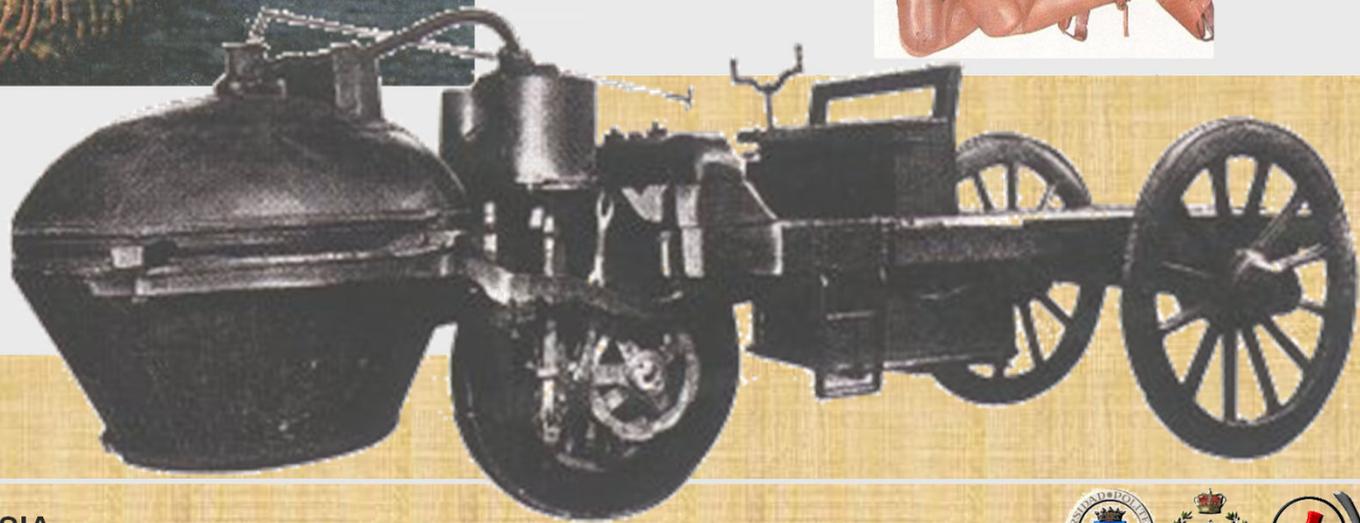
# MOVILIDAD Y TRANSPORTE

- BREVE MIRADA RETROSPECTIVA A LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD HUMANA
- EL SIGLO XIX CAMBIA EL PANORAMA DE LA MOVILIDAD
- LA SOCIALIZACIÓN DE LA MOVILIDAD, FRUTO DE NUESTRO TIEMPO
- CON LA MOVILIDAD “PARA TODOS” LLEGAN IMPORTANTES PROBLEMAS.
- TAMBIEN DIFERENTES ESTRATEGIAS PARA SOLUCIONARLOS
- HACIA COCHES MUCHO MÁS SEGUROS Y LIMPIOS
- CON TODO ELLO ¿ES POSIBLE UN INCREMENTO SOSTENIBLE DE LA MOVILIDAD?.
- PRINCIPALES RETOS
- CONCLUSIONES

# MOVILIDAD HUMANA

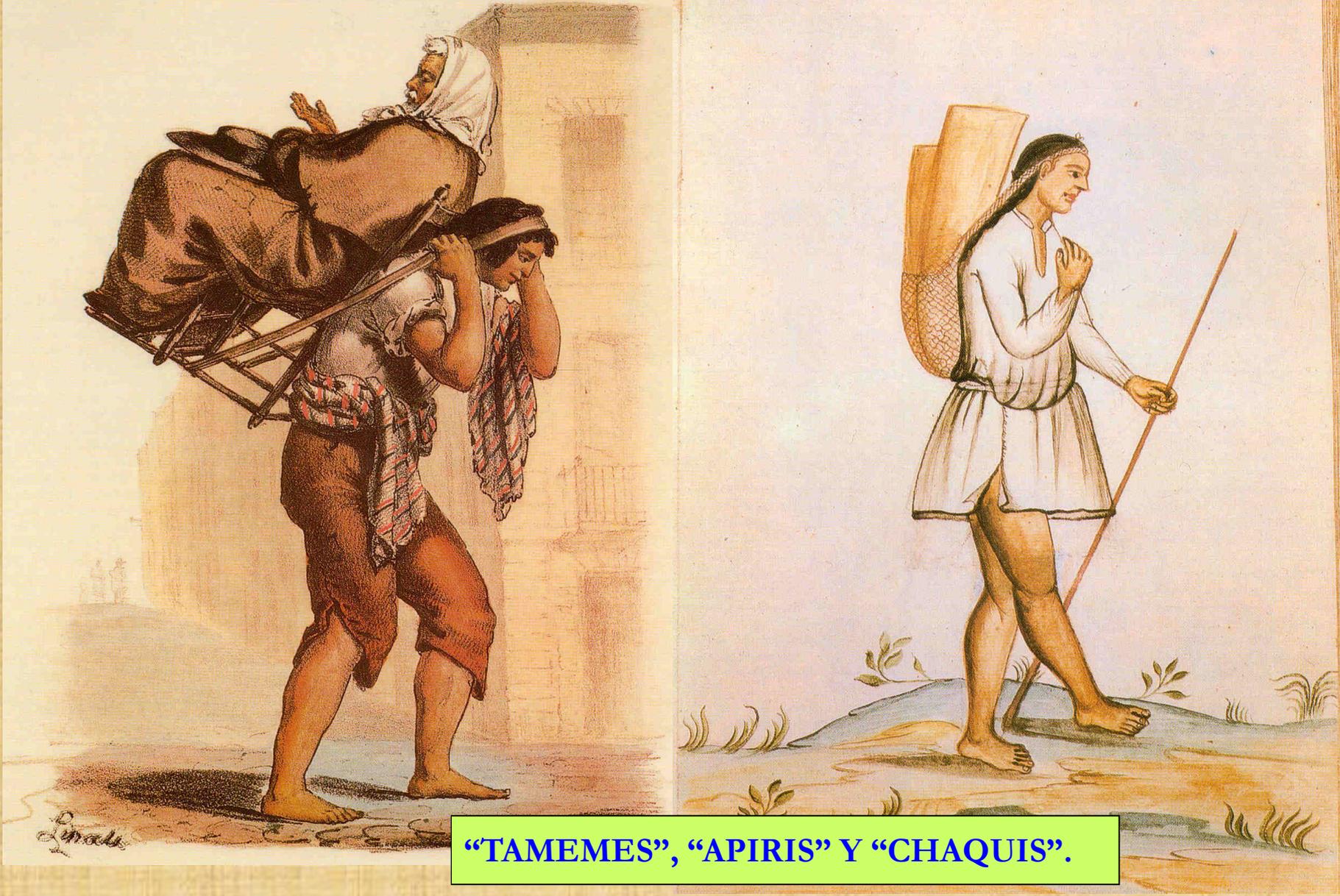
**“UN DESEO ATÁVICO QUE NOS IMPULSA A QUERER DOMINAR EL ESPACIO Y EL TIEMPO, ... NO UN MODO SUSCEPTIBLE DE MODIFICACIÓN, SINO UNA MANIFESTACIÓN DE NUESTRO SER MÁS PROFUNDO”**



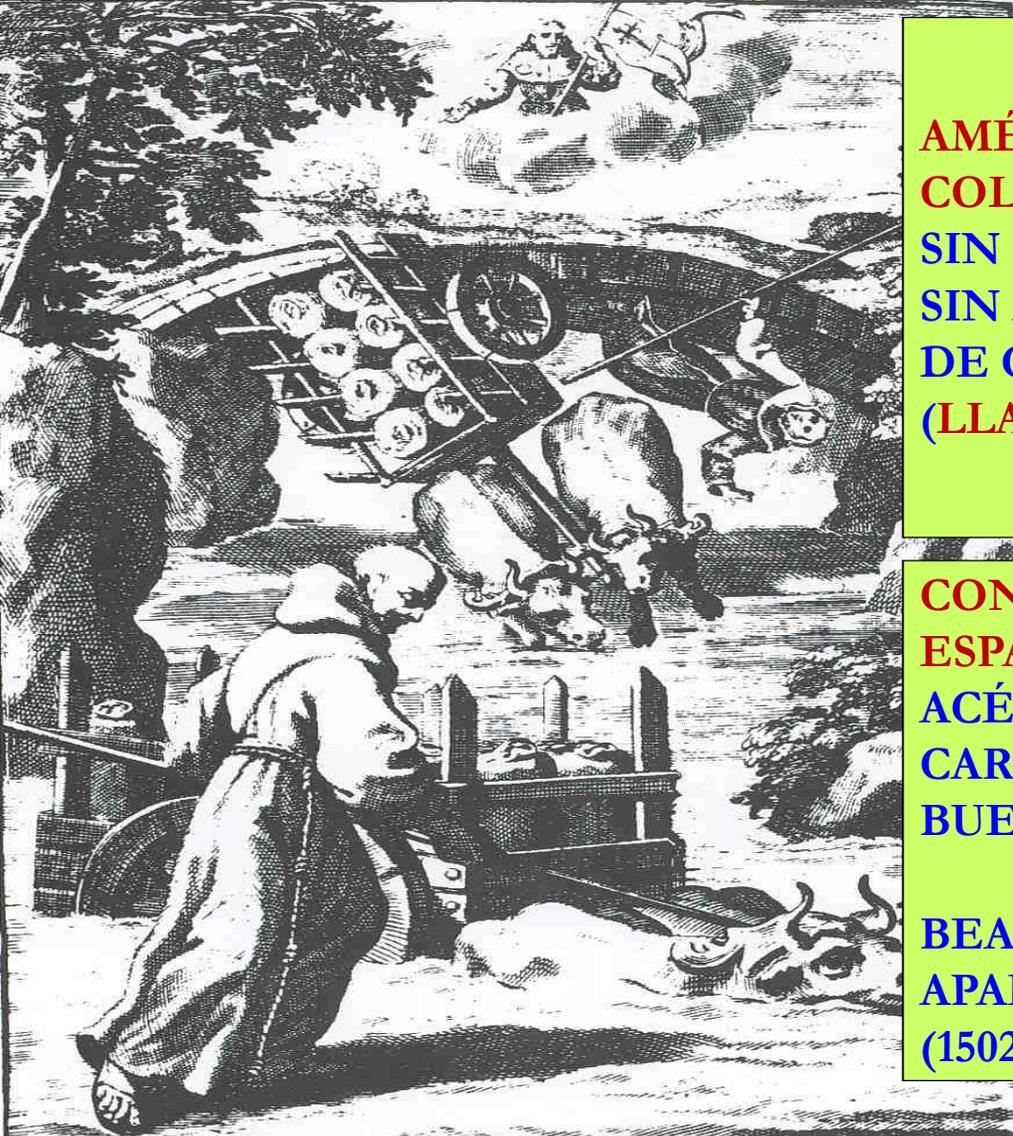


INSIA  
CENTRO SUPERIOR DE INVESTIGACIÓN DEL AUTOMÓVIL DE LA COMUNIDAD DE MADRID





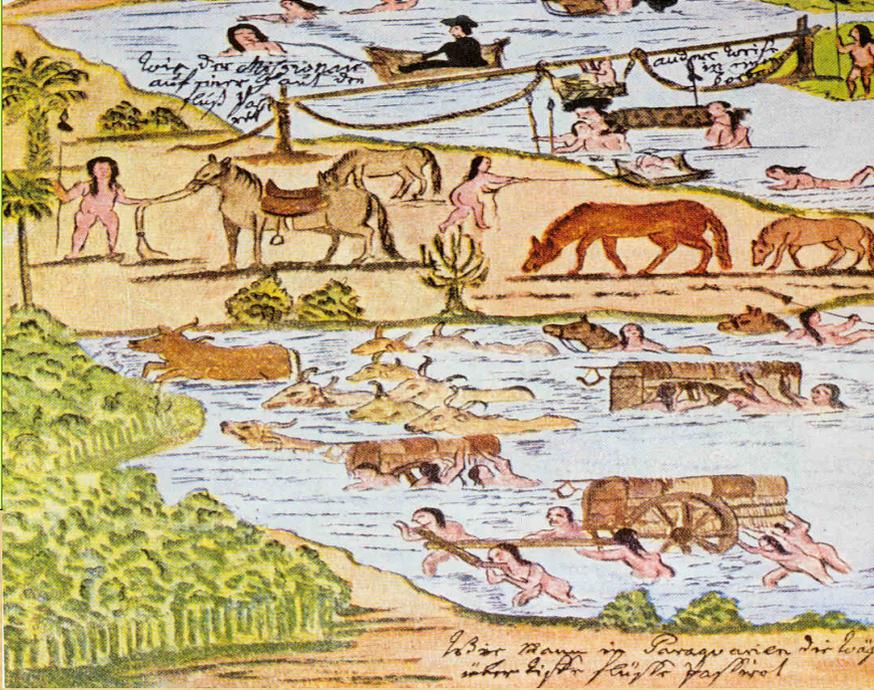
**“TAMEMES”, “APIRIS” Y “CHAQUIS”.**



**AMÉRICA PRE-COLOMBINA:**  
**SIN RUEDA**  
**SIN ANIMALES**  
**DE CARGA**  
**(LLAMA)**

**CON LOS ESPAÑOLES:**  
**ACÉMILAS**  
**CARRETAS DE BUEYES**  
**BEATO APARICIO**  
**(1502-1600)**

*Caen del Puente al Río la Carreta, y Bueyes. invoca el B.<sup>o</sup> Aparicio á su Patron Santiago, y no succede desgraci*



*Der Mann in Paraguarien die Lüge über die Flüßte Jagd!*



22/07/2019

**SIGLO XIX**

# MOVILIDAD HUMANA

**“ERAN POCAS Y GRAVES LAS CAUSAS PARA EFECTUAR UN VIAJE AL ESTAR ÉSTE CATALOGADO COMO UNA NECESIDAD, NUNCA COMO PLACER Y SIEMPRE COMO UNA DESGRACIA”**

**“AYER, HOY Y MAÑANA”**  
Antonio Flores (1816-1865)



# MOVILIDAD HUMANA

“HACÍA POCOS AÑOS QUE SOLO SE ACOMETÍA UN VIAJE POR MOTIVOS MUY PODEROSOS Y NO SE CONCEBÍA CÓMO EL HOMBRE PODÍA APARTARSE DE UN LUGAR, EN UN SOLO DÍA, MÁS DE SEIS O SIETE LEGUAS”

“LOS TIEMPOS HAN CAMBIADO EXTRAORDINÁRIAMENTE”

“VIAJAR POR EL INTERIOR ES PURA BAGATELA”

“LA DILIGENCIA” Mariano José de Larra (1835)



# MADRID-BARCELONA



22/07/2019

*Aparicio, F.*

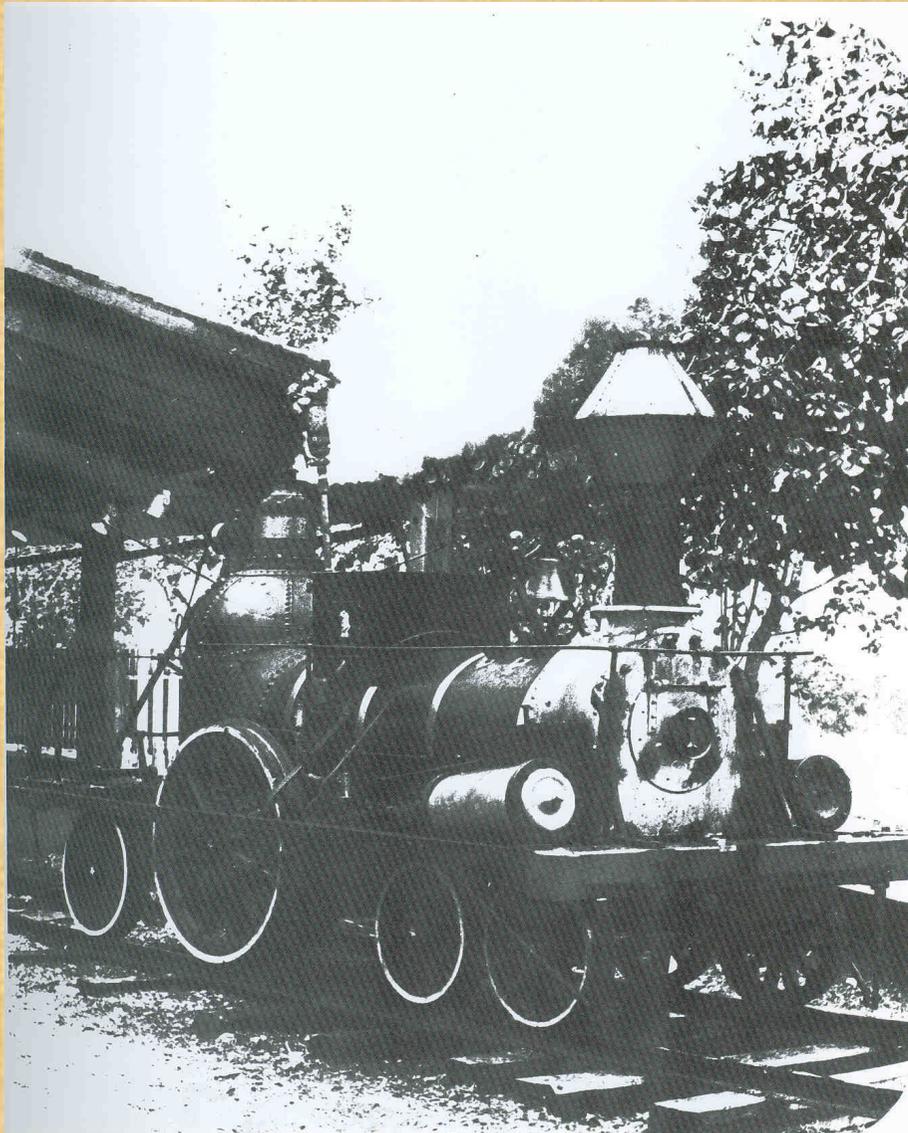


# “ROCKET”

(LOCOMOTORA MÁS RÁPIDA DEL MUNDO EN 1829)



Robert  
STEPHENSON



1837

**FERROCARRIL**

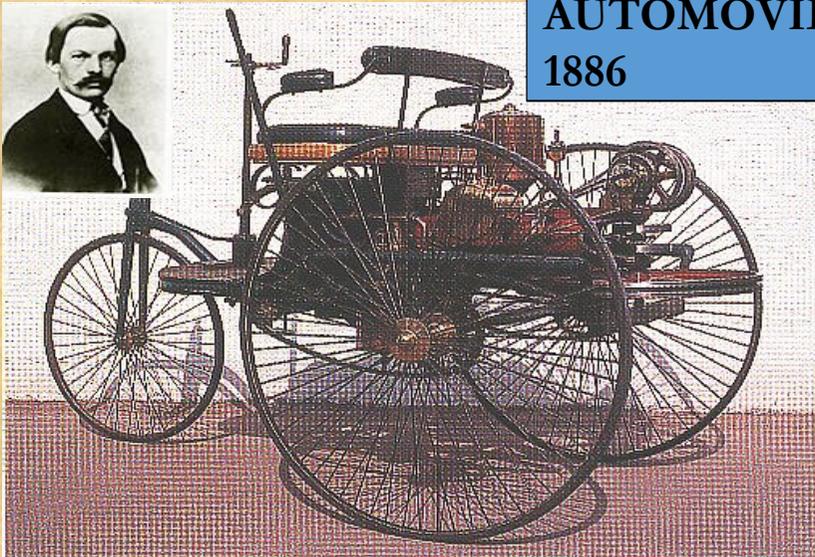
**1825**



**FLYER  
HERMANOS WRIGHT  
KITTY HAWK. 1903**



**AUTOMÓVIL  
1886**

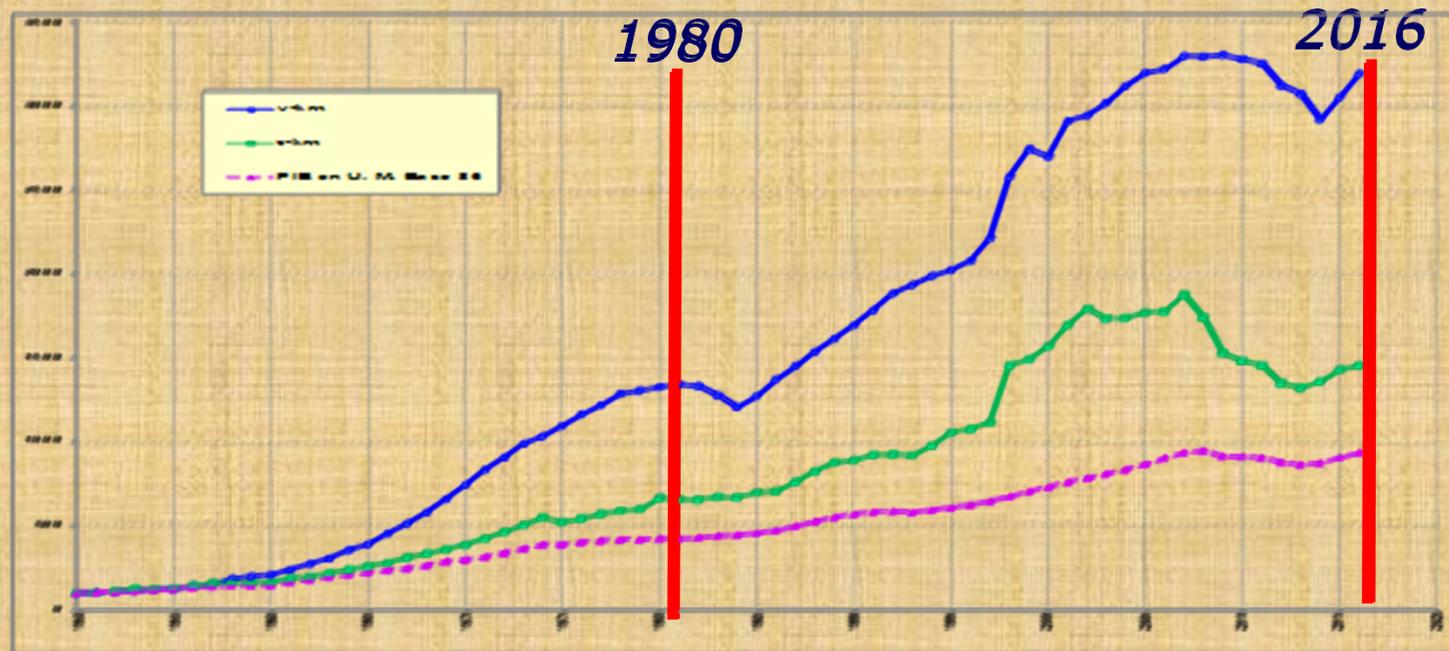




22/07/2019

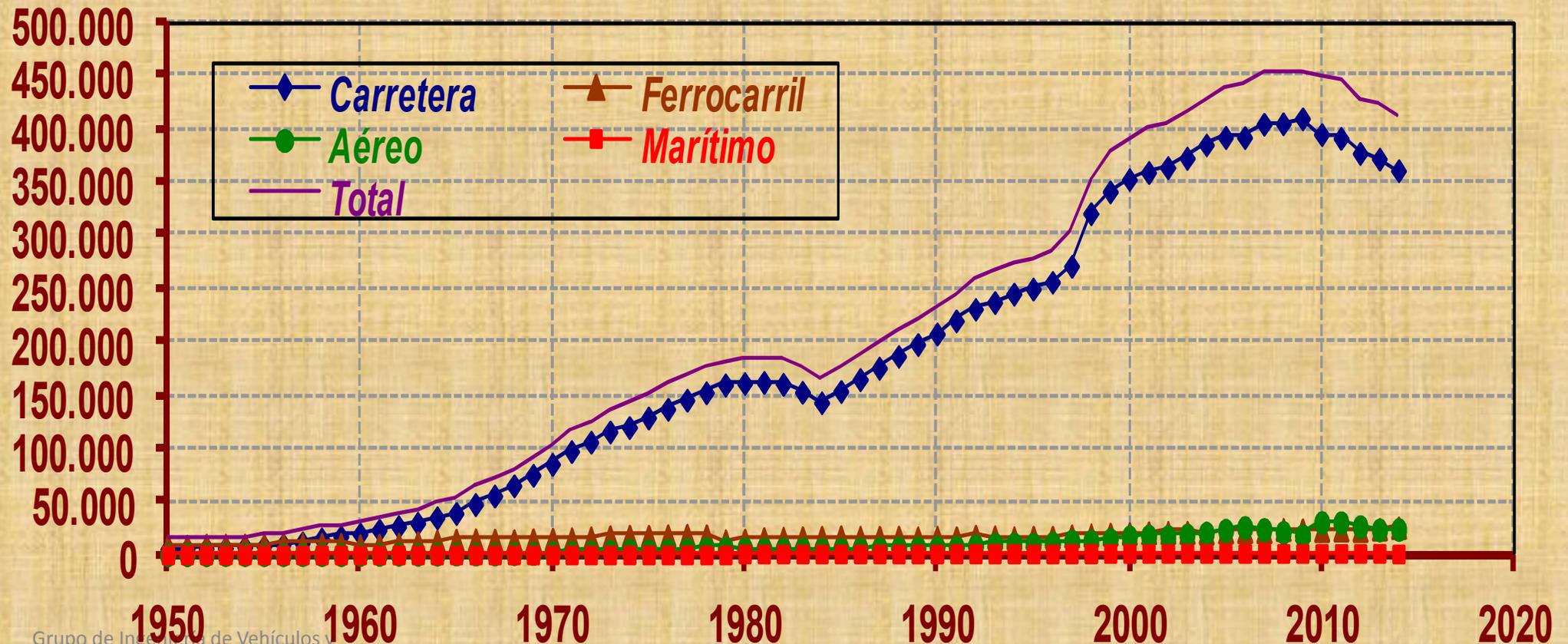
## ***Evolución de la movilidad (Viajeros.km; toneladas.km) y el PIB en España. 1950-2016***

### **MOVILIDAD: CAUSA Y EFECTO DE DESARROLLO**

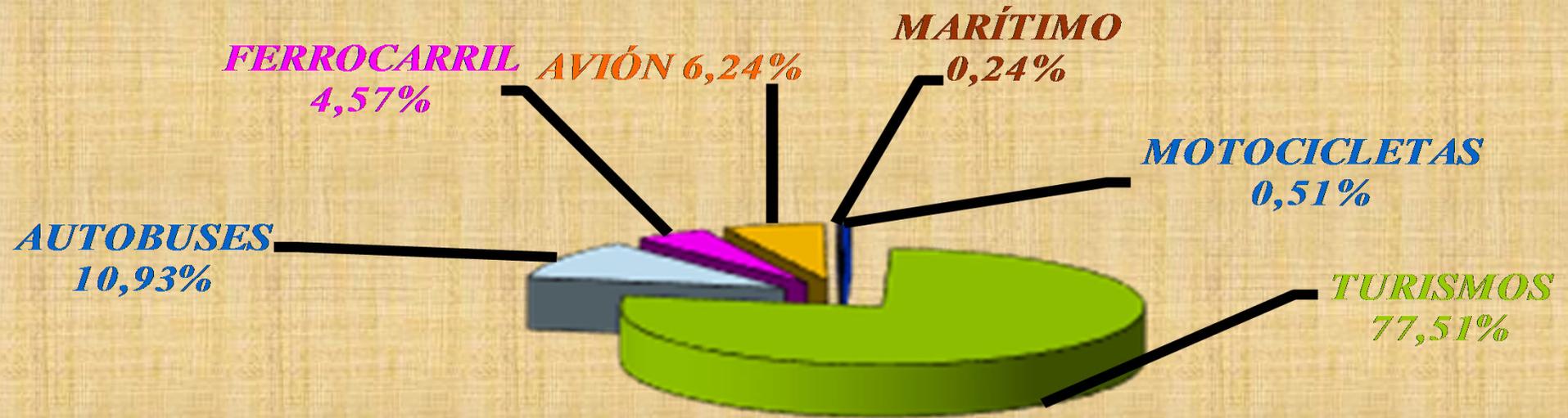


# EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD INTERIOR INTERURBANA DE VIAJEROS EN ESPAÑA- 2015

MILLONES DE VIAJEROS-KM



# DISTRIBUCIÓN DE LOS VIAJEROS-KM GENERADOS DURANTE EL PERÍODO 1950-2015



**1950**

**13.732·10<sup>6</sup> viajeros-km**

**x 30,53**



**2015**

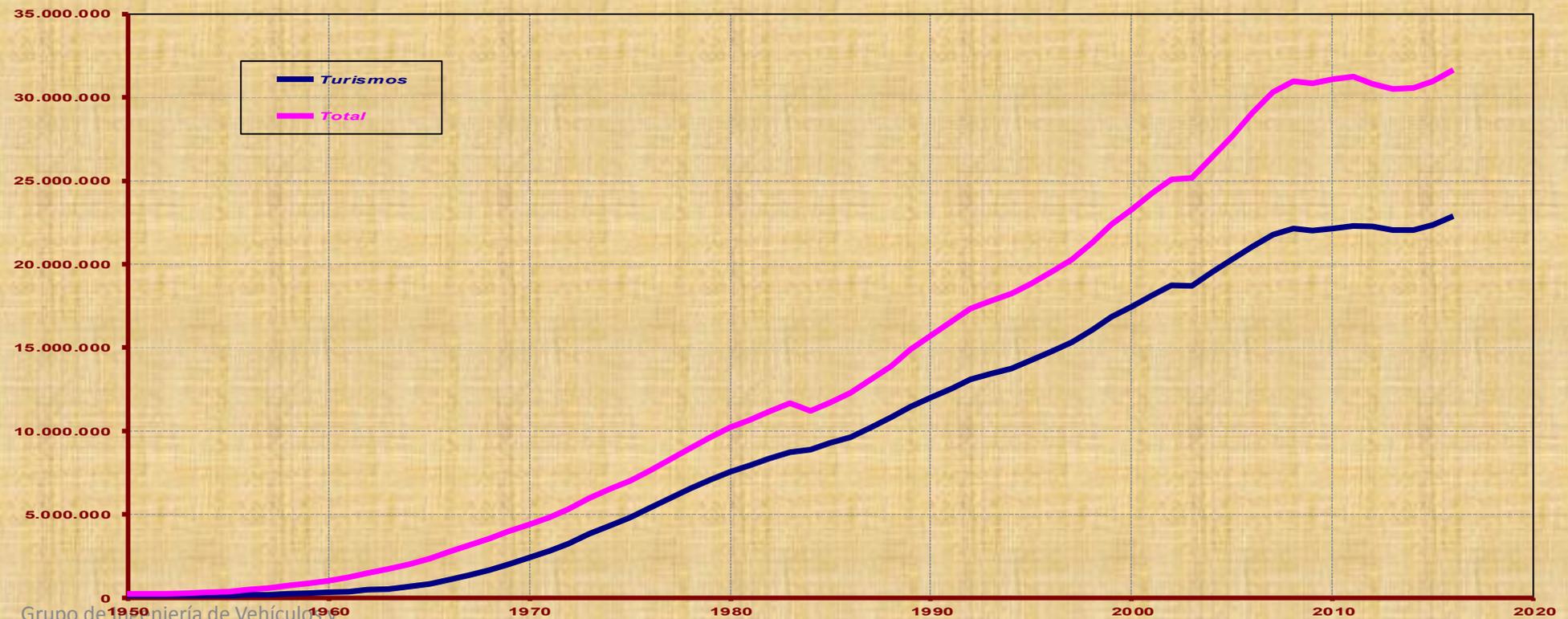
**419.196·10<sup>6</sup> viajeros-km**

**EL 88.5% DE LA NUEVA MOVILIDAD SE REALIZA EN VEHÍCULOS DE CARRETERA**

# PARQUE DE VEHÍCULOS DE CARRETERA

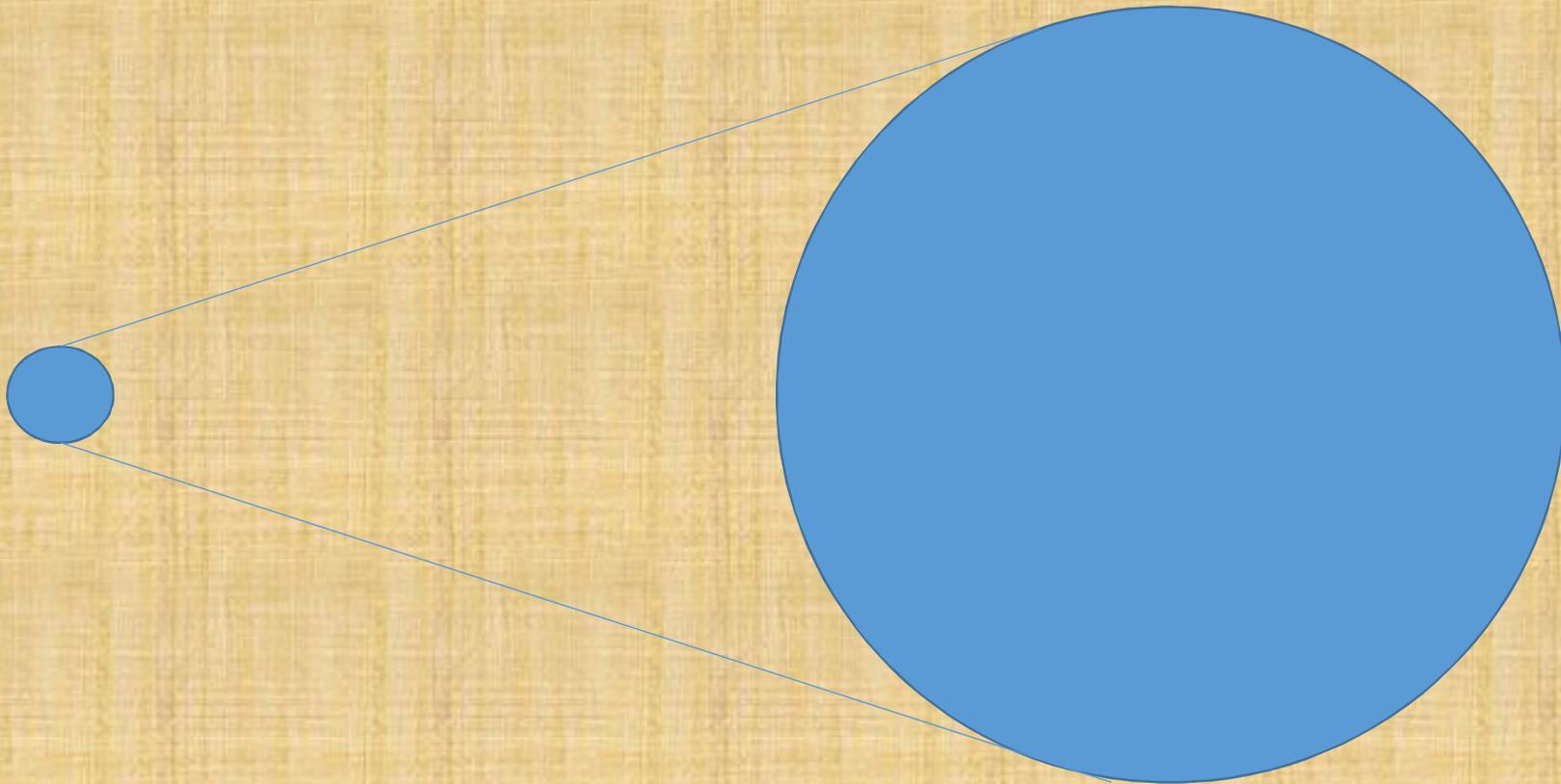
**EL AUTOMÓVIL HA CONTRIBUIDO A LA SOCIALIZACIÓN DE LA MOVILIDAD**

NÚMERO DE VEHÍCULOS



Grupo de Ingeniería de Vehículos y Transportes, GIVET. Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación, DIMF E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM.

# DE LA CIUDAD PEATONAL A LA MEGACIUDAD



## CIUDAD PEATONAL

$V_m=5 \text{ km/h}$

$T=30 \text{ m}$

$S= 20\text{km}^2$

## CIUDAD Y AUTOMÓVIL

$V_m=35 \text{ km/h}$

$T=30 \text{ m}$

$S= 1000 \text{ km}^2$

## El papel de las tecnologías de automoción

**LAS TECNOLOGÍAS DE AUTOMOCIÓN AYUDAN A HACER UN MUNDO MÁS DESARROLLADO Y MÁS IGUALITARIO**



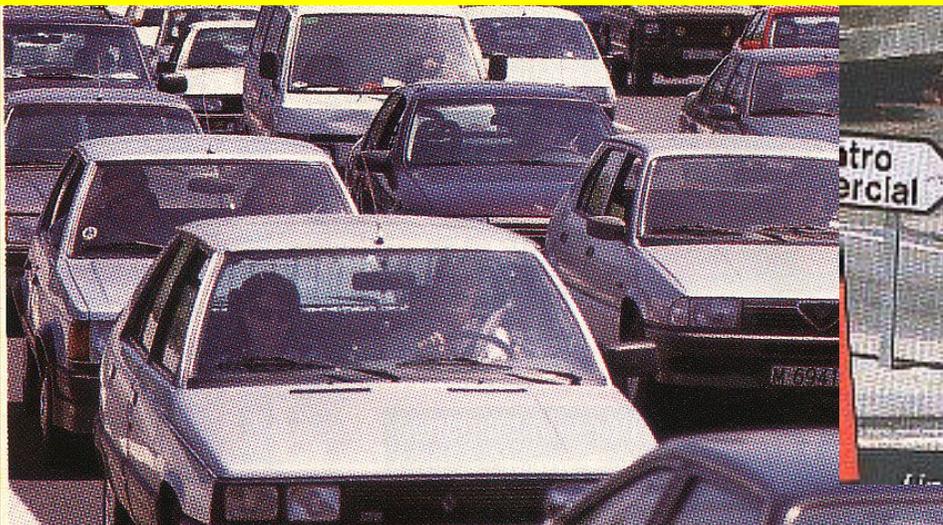
# VEHÍCULOS AUTOMÓVILES Y DESARROLLO

**LOS VEHÍCULOS AUTOMÓVILES HAN JUGADO Y JUEGAN UN PAPEL FUNDAMENTAL EN EL DESARROLLO HUMANO, EL PROGRESO ECONÓMICO Y LA SOCIEDAD DE BIENESTAR DE LOS PUEBLOS**

**“Cuando la gente en los próximos siglos reflexione sobre el siglo XX, el coche puede simbolizar bien nuestra civilización” Jesse H. Ausubel (2014)**

**ES DIFÍCIL DE IMAGINAR CÓMO SERÍA HOY LA VIDA DE LOS SERES HUMANOS Y EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD EN UN MUNDO SIN AUTOMÓVILES.**

“..se ha convertido de pronto en un nuevo y gigantesco problema”



22/07/2019

Aparicio, F.

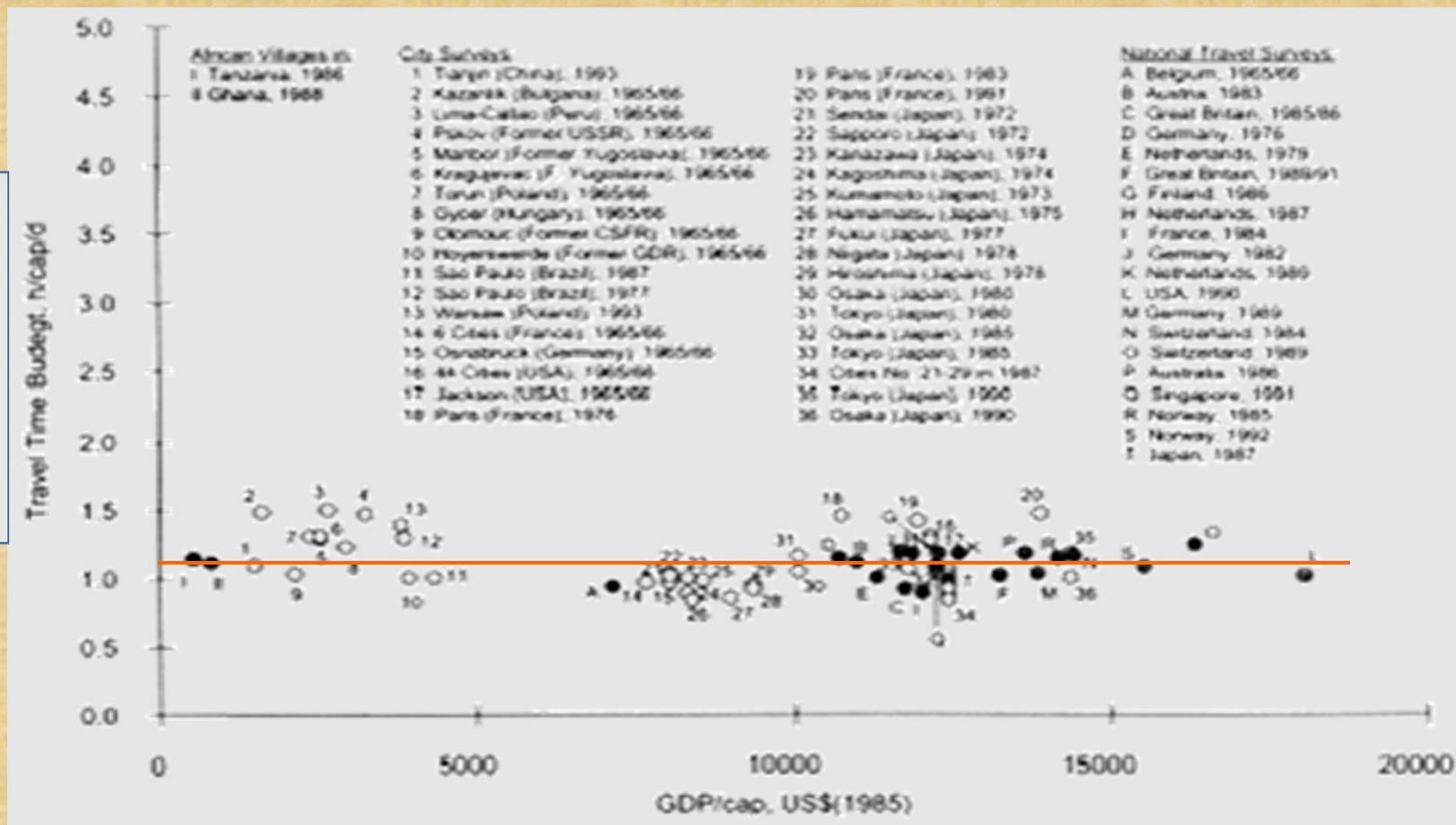
# MOVILIDAD HUMANA

**¿CÓMO EVOLUCIONARÁ LA MOVILIDAD HUMANA EN EL FUTURO IMAGINABLE?**

**¿CÓMO EVOLUCIONARÁN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE?**

# VALORES MEDIOS DEL TIEMPO DIARIO UTILIZADO EN VIAJES (44 CIUDADES Y 20 ESTADÍSTICAS NACIONALES)

TIEMPO MEDIO DE VIAJE h/per/día

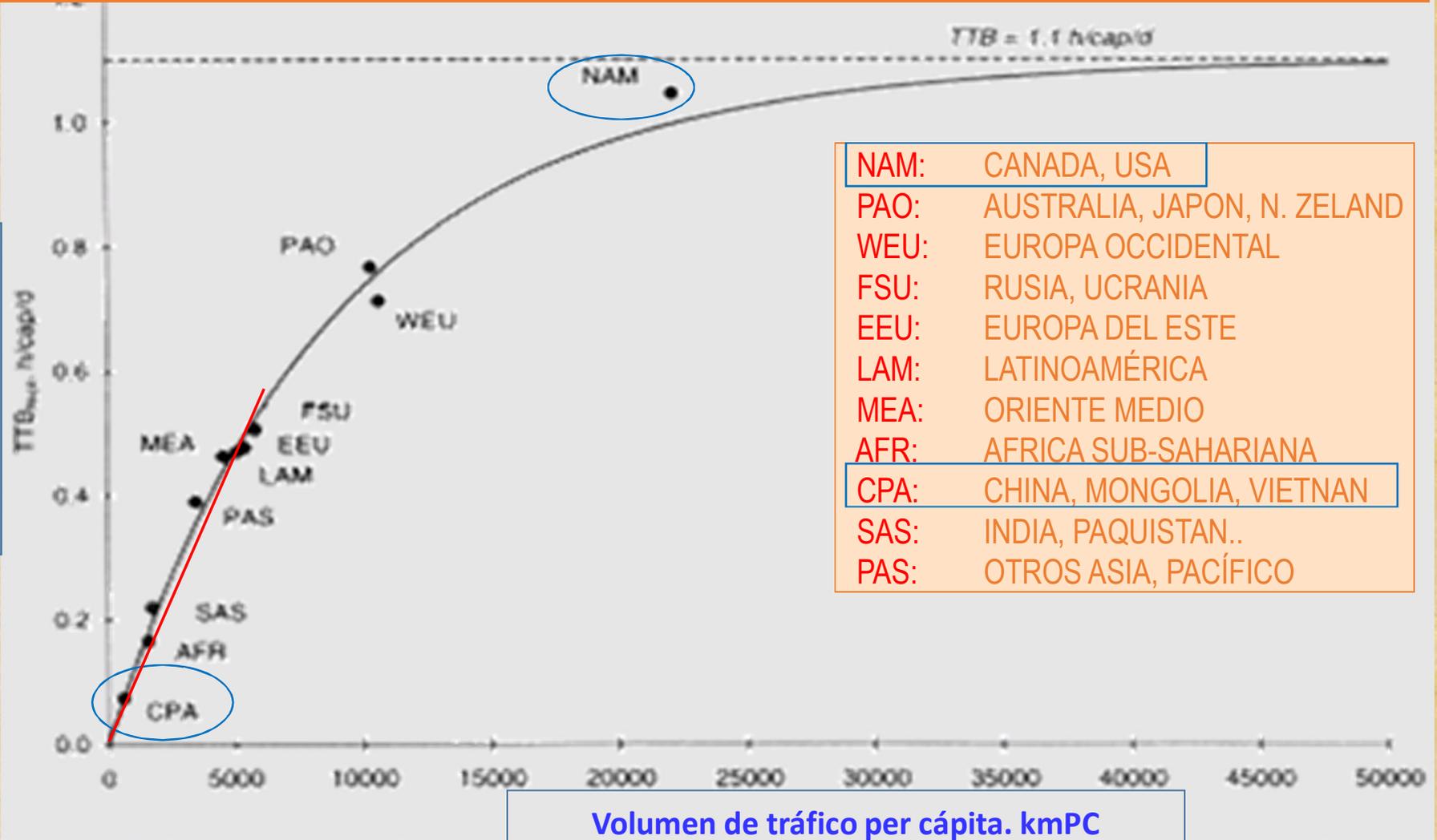


PIB/per capita, \$ USA

Shafer y Víctor (MIT)

# TIEMPO MEDIO GASTADO EN MODOS DE TRANSPORTE MOTORIZADOS EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO PER CÁPITA

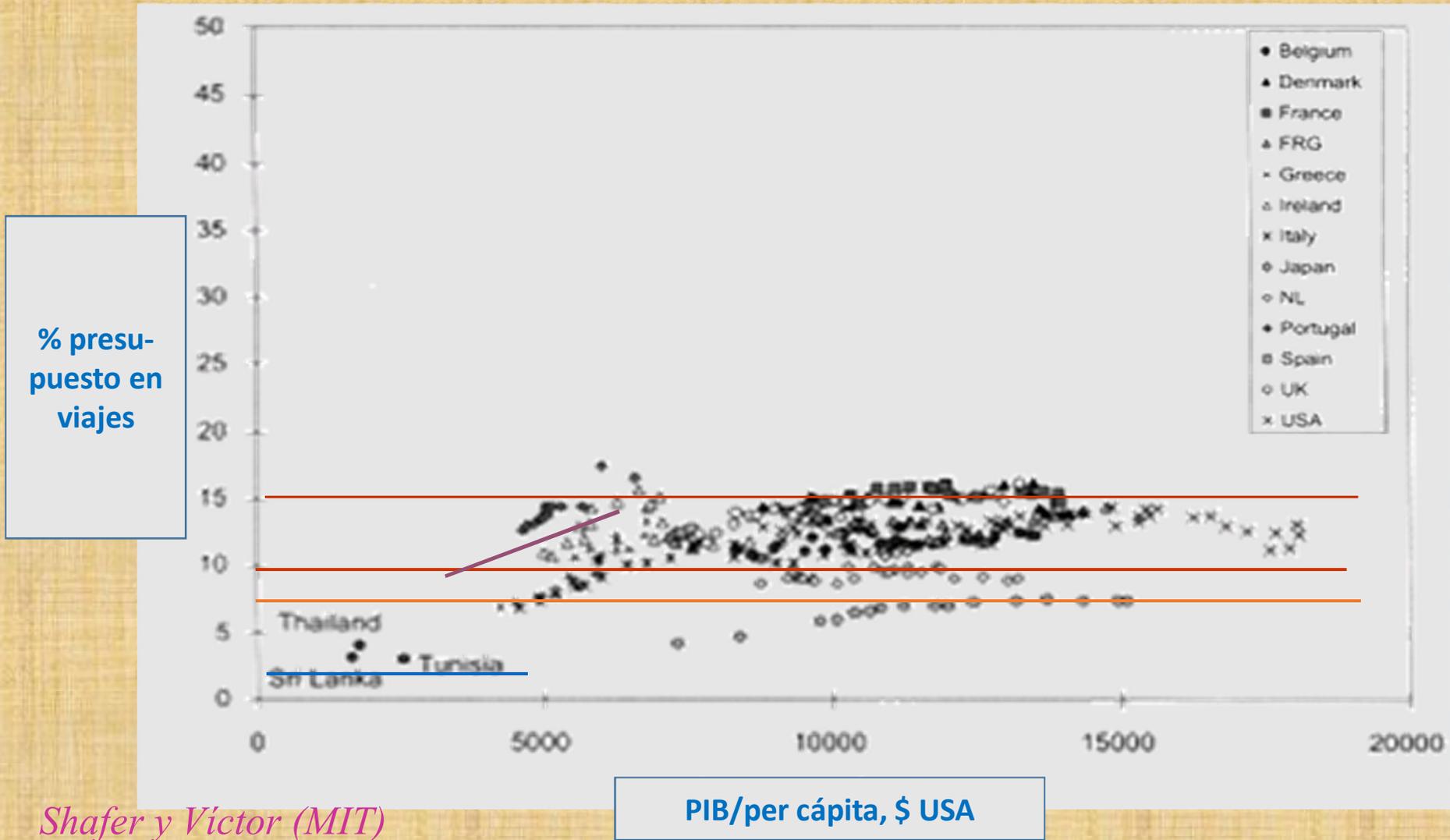
TIEMPO MEDIO DE VIAJE (MOTORIZADO) h/PC/día



- NAM: CANADA, USA
- PAO: AUSTRALIA, JAPON, N. ZELAND
- WEU: EUROPA OCCIDENTAL
- FSU: RUSIA, UCRANIA
- EEU: EUROPA DEL ESTE
- LAM: LATINOAMÉRICA
- MEA: ORIENTE MEDIO
- AFR: AFRICA SUB-SAHARIANA
- CPA: CHINA, MONGOLIA, VIETNAN
- SAS: INDIA, PAQUISTAN..
- PAS: OTROS ASIA, PACÍFICO

Shafer y Victor (MIT)

# % DE LOS INGRESOS GASTADOS EN VIAJE (13 PAÍSES INDUSTRIALIZADOS)

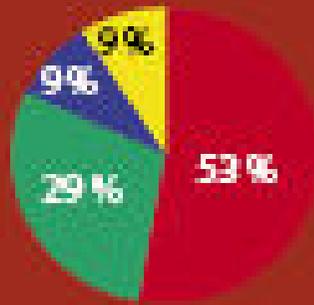


*Shafer y Víctor (MIT)*

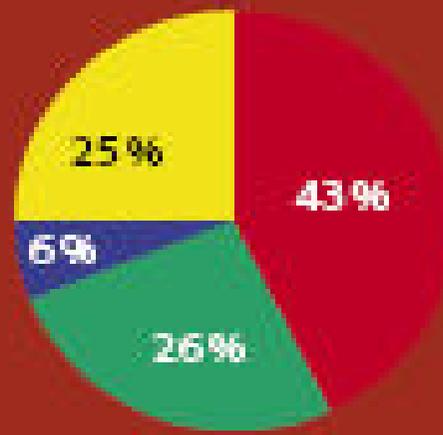
## MOVILIDAD FUTURA DE LA POBLACIÓN MUNDIAL

- 1 EL TIEMPO MEDIO DEDICADO POR UNA PERSONA A VIAJAR ES *1,1h/día* – **ES UN VALOR ESTABLE EN EL TIEMPO** (Zahavi, 1981)
- 2 LA FRACCIÓN DE LOS INGRESOS DESTINADA A VIAJAR ES TAMBIÉN ESTABLE EN EL TIEMPO (Zahavi, 1981)
- 3 LA MOVILIDAD CRECE DE FORMA CASI PROPORCIONAL CON LOS INGRESOS.
- 4 HASTA UN CIERTO VALOR DE LA RIQUEZA, LA MOVILIDAD, EN MEDIOS MOTORIZADOS, CRECE PROPORCIONALMENTE AL PIBPC
- 5 RECORRER MÁS DISTANCIA CON UN TIEMPO CASI CONSTANTE REQUIERE USAR MEDIOS MÁS RÁPIDOS.
- 6 EL DESARROLLO DEPENDE DE LAS INFRAESTRUCTURAS, ÉSTAS CAMBIAN LENTAMENTE.
- 7 LA DEMANDA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BAJA VELOCIDAD DEPENDE PARCIALMENTE DE LA DENSIDAD DE LA POBLACIÓN.

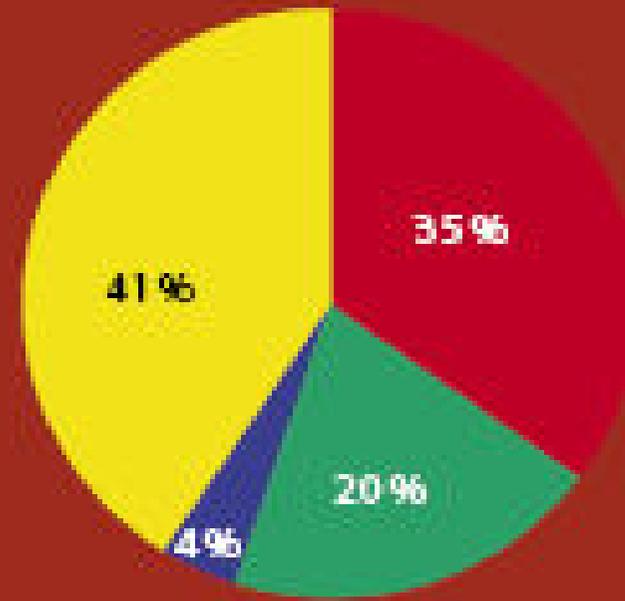
# DEMANDA GLOBAL DEL TRANSPORTE



23.4 Billion Pkm  
1990



53 Billion Pkm  
2020



103 Billion P km  
2050

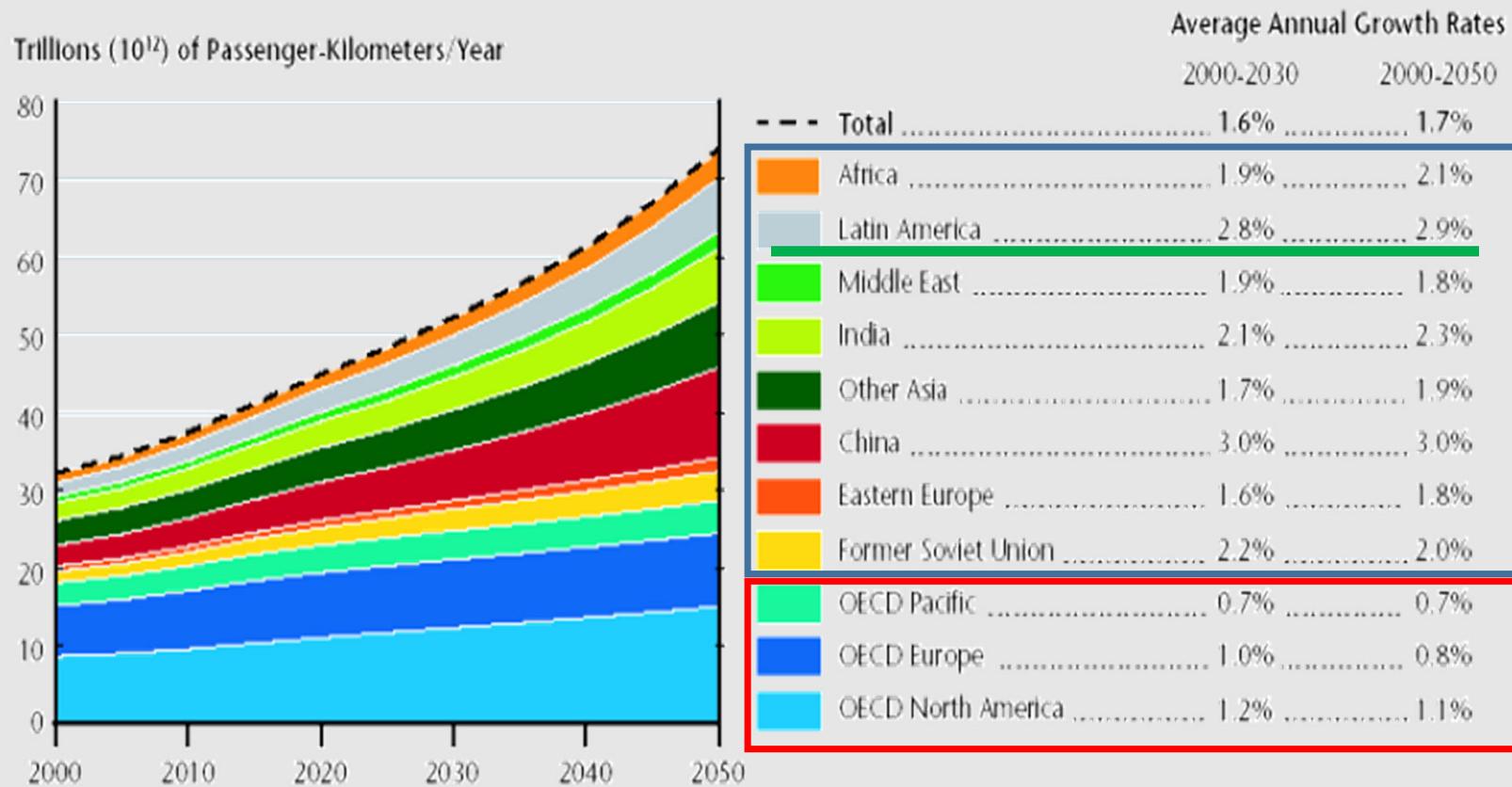
FFCC

BUS

AUTOMOVIL

TRANSP. ALTA VELOCIDAD

# DEMANDA GLOBAL DEL TRANSPORTE



Fuente: WBDSC

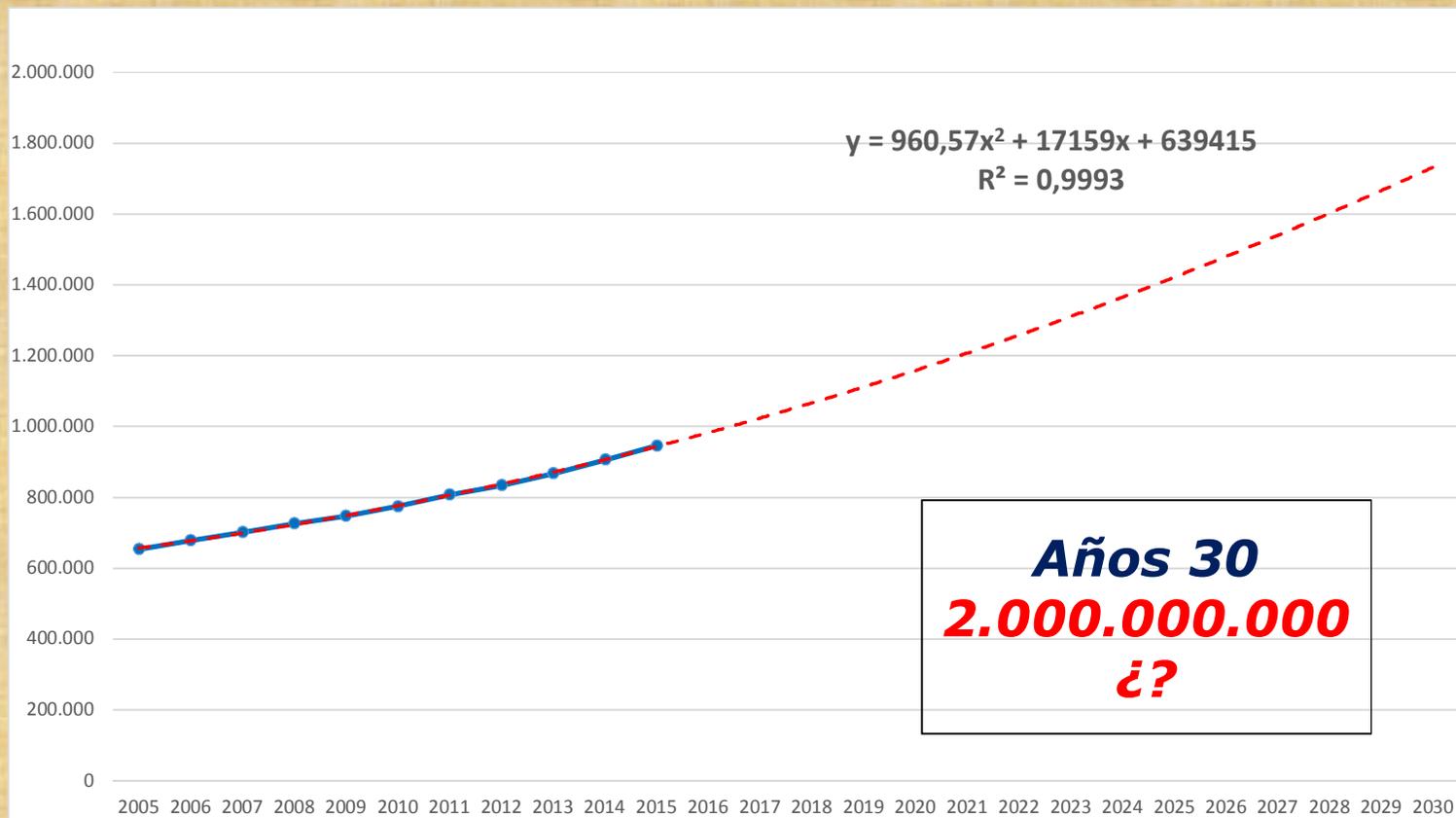
## ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS EN 2050 (EN BASE A ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE *Shafer y Víctor MIT*)

- ➔ MOVILIDAD TOTAL MUNDIAL:  $105 \cdot 10^{12}$  p Km./año
- ➔ MOVILIDAD EN AUTOMÓVIL (42%):  $44 \cdot 10^{12}$  p Km./año
- ➔ Km./vehículo . Año: 15.000
- ➔ OCUPACIÓN: 1,5 PERSONA / VEHÍCULO

◆ NÚMERO DE VEHÍCULOS:  $\approx 2 \cdot 10^9$

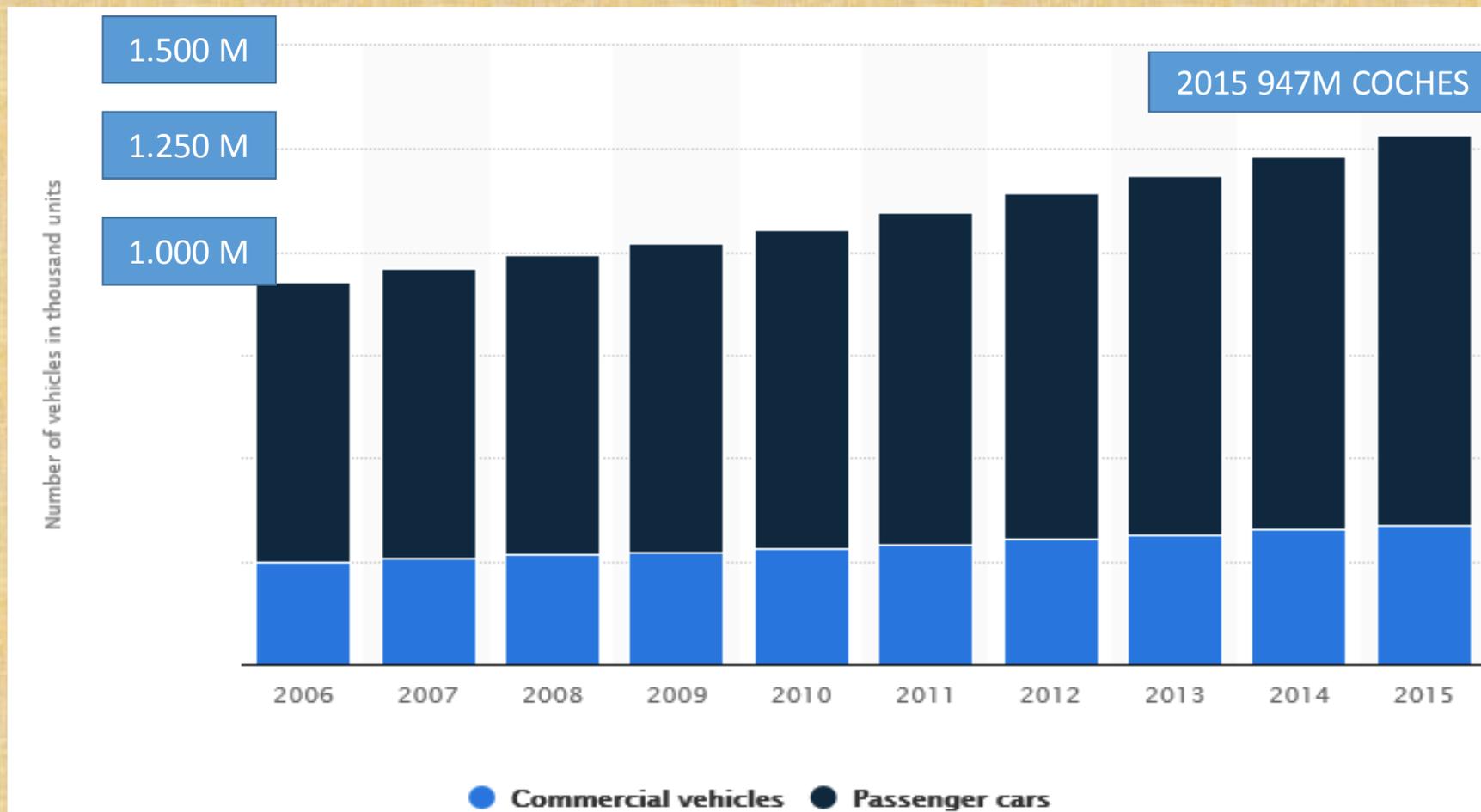
◆ OTRAS ESTIMACIONES:  $\approx 3 \cdot 10^9$

## PARQUE MUNDIAL DE TURISMOS. PROYECCIÓN A 2030

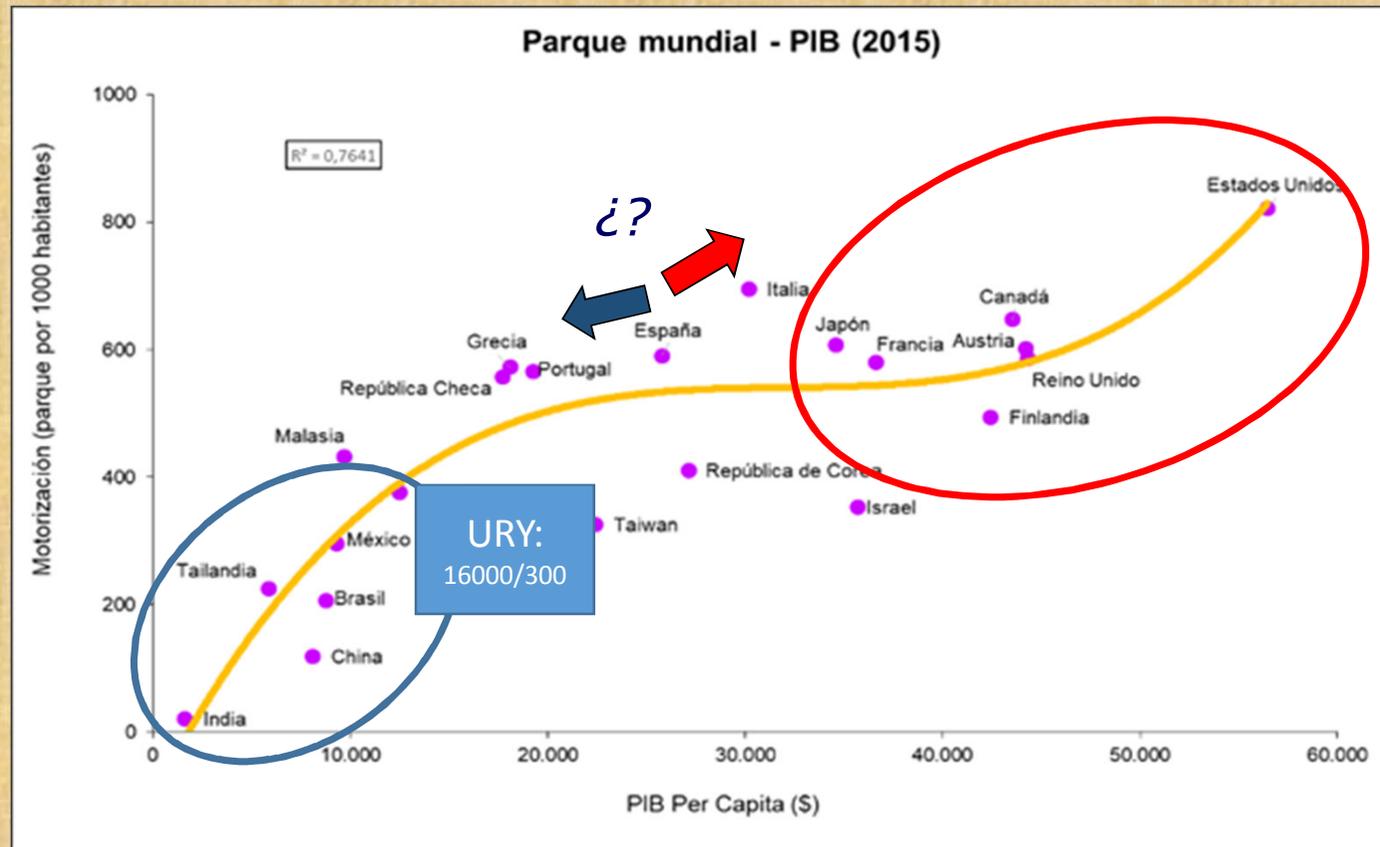


Elaboración: INSIA

# PARQUE MUNDIAL E VEHÍCULOS EN USO



## Nivel de motorización-PIB per cápita en varios países (2015)



# MOVILIDAD HUMANA

**¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES RETOS QUE PRESENTARÁ LA EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD?**

**¿CUÁLES PUEDEN SER LAS PRINCIPALES SOLUCIONES A DICHS RETOS**

# “Un futuro sostenible para el transporte” Comisión Europea (2009)

## Preocupación creciente por los efectos del impacto medioambiental del Transporte

- Emisiones GEI de la UE27: 24%
- Partículas (2ª fuente)
- NOx

Calentamiento global

**TODOS ELÉCTRICOS**

Calidad del aire

**DIESEL NO**

## Creciente escasez de combustibles fósiles

- Crecimiento de la población mundial (9000M en 2050)
- Parque mundial de automóviles (3000M en 2050)
- Incremento de desplazamientos en AV
- Incorporación de otras fuentes de energía

## Creciente “urbanización” de la población

- Del 72% actual al 84% en 2050
- Expansión de la superficie urbana
- Gran parte de los desplazamientos diarios: <100km
- Distribución “última milla”

## **MOVILIDAD HUMANA: PRINCIPALES RETOS**

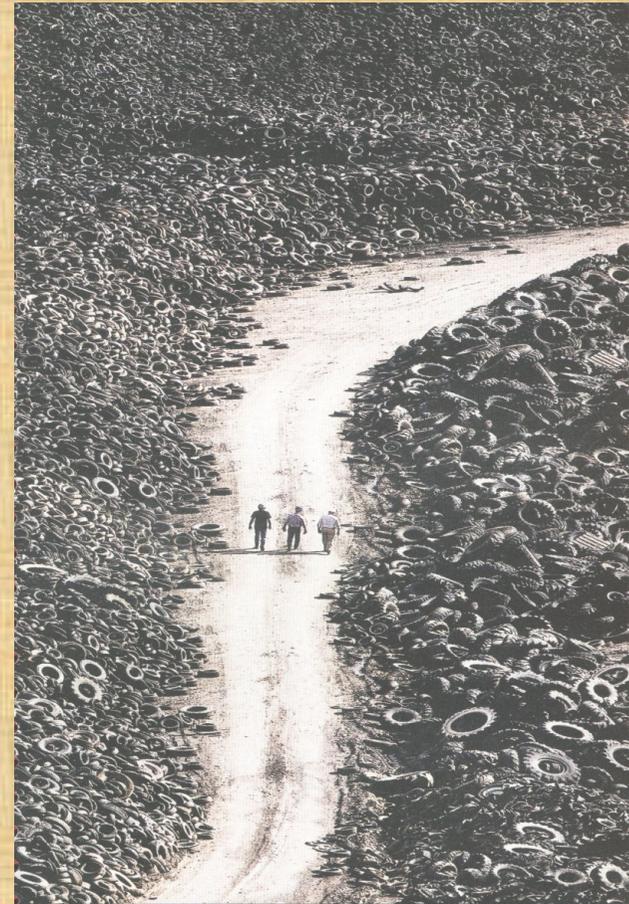
### **MOVILIDAD PARA TODOS**

- 1. DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA EN GENERAL Y SU ADECUACIÓN A LAS EXIGENCIAS DE LOS VEHÍCULOS**
- 2. REDUCCIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE NATURAL Y URBANO**
- 3. REDUCCIÓN DE LA CONGESTIÓN EN CIUDADES**
- 4. REDUCCIÓN DE LOS ACCIDENTES Y SUS VÍCTIMAS**
- 5. ADECUACIÓN A NUEVAS EXIGENCIAS DE LOS CIUDADANOS**

# REDUCCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

- **EMISIONES CONTAMINANTES. GASES Y PARTÍCULAS.**
- **CO2 Y OTROS GASES DE EFECTO INVERNADERO**
- **RECICLABILIDAD O VALORIZACIÓN ENERGÉTICA.**
- **RUIDO**

22/07/2019

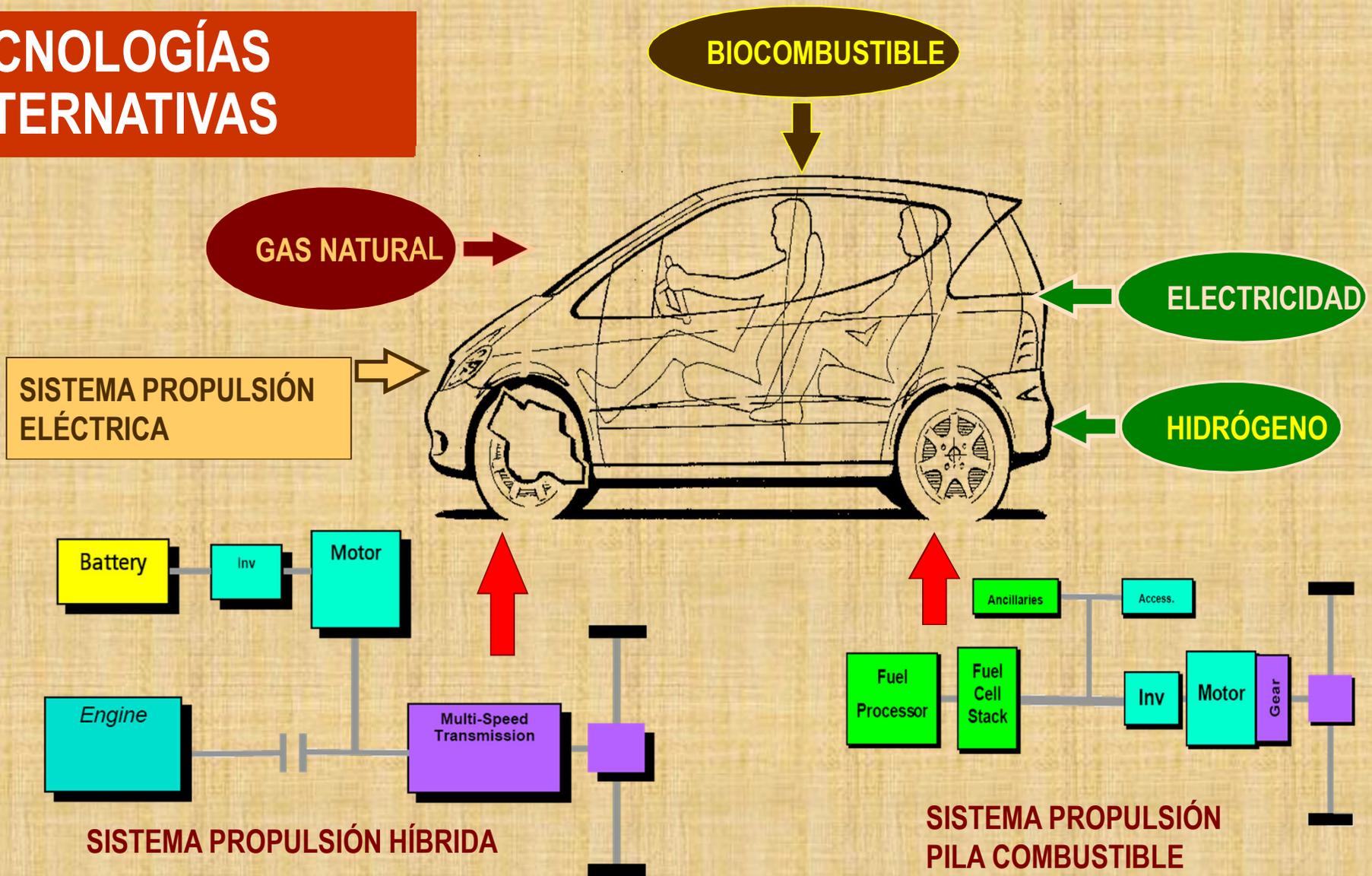


# ESTRATEGIAS

- **REDUCCIÓN DE RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO**
- **OPTIMIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS ACTUALES DE PROPULSIÓN**
- **NUEVAS TECNOLOGÍAS DE PROPULSIÓN**
- **NUEVOS COMBUSTIBLES**



# TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS



## MOVILIDAD HUMANA: PRINCIPALES RETOS EN AMBITOS DE LA II

### ADECUACIÓN A NUEVAS EXIGENCIAS DE MOVILIDAD DE PERSONAS Y MERCANCÍAS Y REDUCCIÓN DE IMPACTOS

1. VEHÍCULOS MEJOR ADAPTADOS A ENTORNOS URBANOS
2. VEHÍCULOS MEJOR ADAPTADOS A PERSONAS CON DISCAPACIDADES Y PERSONAS MAYORES
3. VEHÍCULOS MÁS SEGUROS DENTRO DE LA “VISIÓN CERO”
4. **VEHÍCULOS LIMPIOS: CONSUMOS REDUCIDOS Y EMISIONES LOCALES CERO**
5. VEHÍCULOS INTELIGENTES, AUTÓNOMOS Y CONECTADOS DENTRO DE SIT
6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS
7. MEJORA DE LOS MEDIOS PÚBLICOS DE TRANSPORTE
8. POTENCIACIÓN DE OTRAS ALTERNATIVAS. BICICLETA....
9. DIVERSIFICACIÓN DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS. CAMIONES DE MAYOR TONELAJE....
10. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE EN SU CONJUNTO
11. ....

# CONCLUSIONES

- ✿ **LA MOVILIDAD HUMANA SEGUIRÁ CRECIENDO EN EL FUTURO A ESCALA MUNDIAL.** SUS LÍMITES SE ENCONTRARÁN ÚNICAMENTE EN LOS MEDIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS CON LOS QUE CUENTEN LOS CIUDADANOS PARA SATISFACER ESTA NECESIDAD.
- ✿ **SEGURAMENTE SE MANTENDRÁN INVARIANTES,** DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, ALGUNOS PARÁMETROS OBSERVADOS EN EL PASADO COMO SON: TIEMPO MEDIO DIARIO UTILIZADO EN DESPLAZAMIENTOS POR PERSONA Y EL PORCENTAJE DE LOS INGRESOS DESTINADOS A TRANSPORTE.

# CONCLUSIONES

- ✿ **LOS MEDIOS DE ALTA VELOCIDAD** EXPERIMENTARÁN UN INCREMENTO MUY SUPERIOR A LOS DE VELOCIDADES MEDIAS EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS.
- ✿ **EL PARQUE MUNDIAL DE AUTÓMÓVILES PODRÍA DUPLICARSE** ENTRE DOS Y TRES DÉCADAS
- ✿ **LAS POLÍTICAS DE SEGURIDAD VIAL:** MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS, MEJORAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS, INCREMENTO DE MEDIOS DE VIGILANCIA Y SANCIÓN DE CONDUCTAS SUCEPTIBLES DE CAUSAR ACCIDENTES, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN CIUDADANA DEBEN TENDER AL OBJETIVO **“VISIÓN CERO”**

# CONCLUSIONES

- ✿ **LOGRAR EL OBJETIVO DE UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE REQUERIRÁ DE ACCIONES DECIDIDAS** ENCAMINADAS A LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO MEDIO DE LOS VEHÍCULOS, REDUCCIÓN DE SUS EMISIONES, USO DE TECNOLOGÍAS DE PROPULSIÓN Y COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS QUE OFREZCAN MEJORES RESULTADOS EN EVALUACIONES “DEL POZO A LA RUEDA”, TANTO EN EMISIONES CONTAMINANTES COMO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.
- ✿ **LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN JUGARAN PAPELES DE GRAN RELEVANCIA PARA AFRONTAR LOS RETOS**
- ✿ **LOS INGENIEROS ESTAN LLAMADOS A JUGAR UN AMPLIO PAPEL EN LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS QUE TRANSFORMARAN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS**



# INSIA

Instituto Universitario de Investigación del Automóvil



Curso de especialización en vehículos eléctricos e híbrido

**MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VEHÍCULOS AUTOMÓVILES**

D. Francisco Aparicio Izquierdo

- Catedrático Emérito de la UPM
- Presidente del INSIA, Presidente de ASEPA. Presidente de FEIBIM/FEIBEM