



ADVANCING  
PUBLIC  
TRANSPORT

# **MOVILIDAD Y METROS – EVOLUCION MUNDIAL**

Miryam Hernández Irigoyen  
Monterrey, 2 de mayo de 2016

# UITP = LA CADENA DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

## **1300** empresas miembros

- Compañías operadores (todos los modos)
- Autoridades de transporte y responsables de la toma de decisiones
- Institutos de investigación y académicos
- La industria de servicios, proveedores y consultorías en aras de la movilidad sostenible
- Asociaciones

## **14,000** expertos y profesionales de la movilidad

## **92** países

# UNA ASOCIACION MUNDIAL

Oficina central en Bruselas y 15 oficinas regionales



## EUROPE

- Brussels, Belgium | UITP Main Office, Europe Regional Office, Central & Eastern Europe Liaison Office
- Rome, Italy | Liaison Office
- Istanbul, Turkey | Liaison Office

## EURASIA

- Moscow, Russian Federation | Regional Office
- Astana, Kazakhstan | Liaison Office **NEW**

## ASIA-PACIFIC

- Hong Kong, China | Regional Office
- Bangalore, India | Regional Office
- Singapore | Centre for Transport Excellence

## AFRICA

- Abidjan, Ivory Coast | Regional Office
- Johannesburg, South Africa | Liaison Office

## AUSTRALIA & NEW ZEALAND

- Melbourne, Australia | Regional Office

## LATIN AMERICA

- São Paulo, Brazil | Regional Office

## NORTH AMERICA

- New York, United States | Regional Office **NEW**

## MIDDLE EAST & NORTH AFRICA

- Dubai, United Arab Emirates | Regional Office & Centre for Transport Excellence
- Casablanca, Morocco | Liaison Office **NEW**
- Tehran, Iran | Liaison Office

# **TENDENCIAS MUNDIALES EN MOVILIDAD URBANA**

Base de datos UITP “Mobility in cities 2015” &  
UITP Public Transport Trends Report 2015

[www.uitp.org/MCD2015](http://www.uitp.org/MCD2015)



# TENDENCIAS GLOBALES

## URBANIZACION CRECIENTE

## CRECIMIENTO ECONOMICO

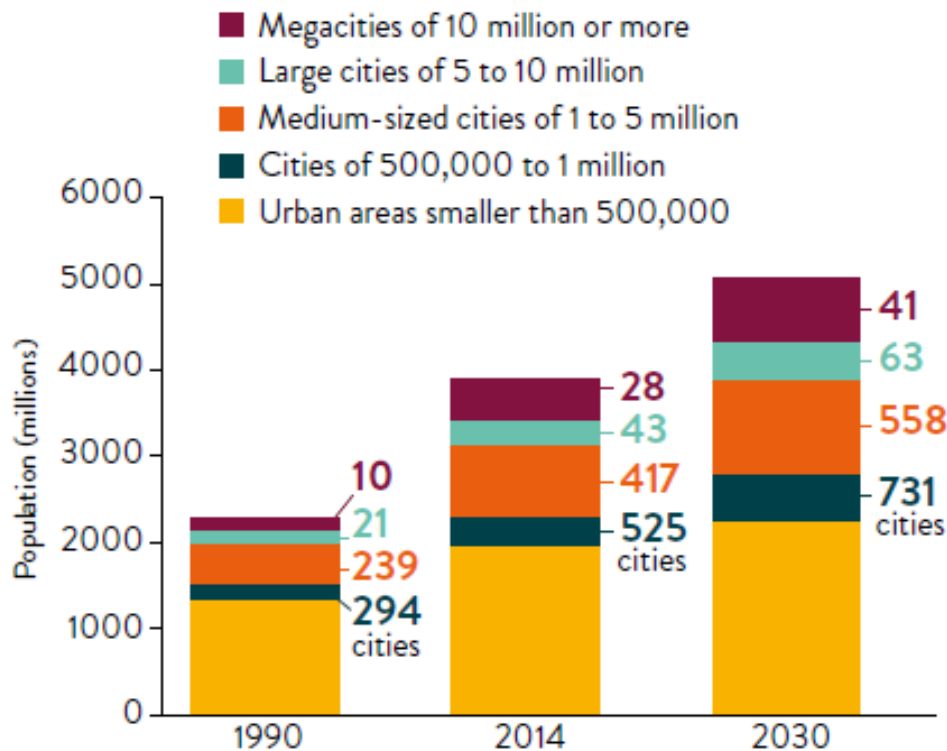


# TENDENCIAS GLOBALES:

## URBANIZACION CRECIENTE Y CRECIMIENTO ECONOMICO

**FIGURE 1: GLOBAL URBAN POPULATION GROWTH IS PROPELLED BY THE GROWTH OF CITIES OF ALL SIZES**

Source: Undesa (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights, 2014 - page 13 2)



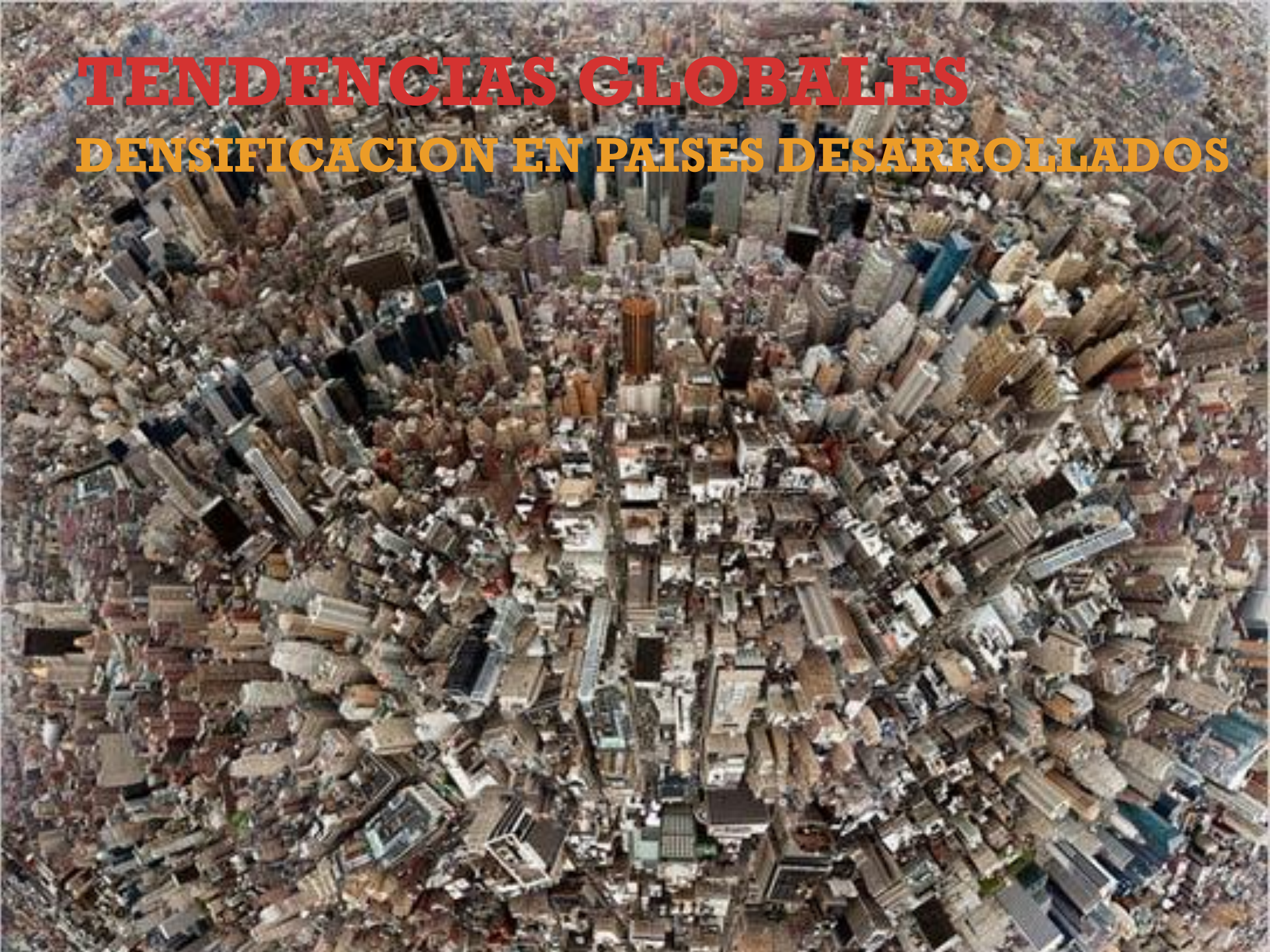
Tres países: India, China y Nigeria representarán el 37% del crecimiento mundial de población urbana entre 2015 and 2050.

Para 2025, el **40% del crecimiento tendrá lugar en ciudades de menos de 10 millones de habitantes en países en desarrollo**

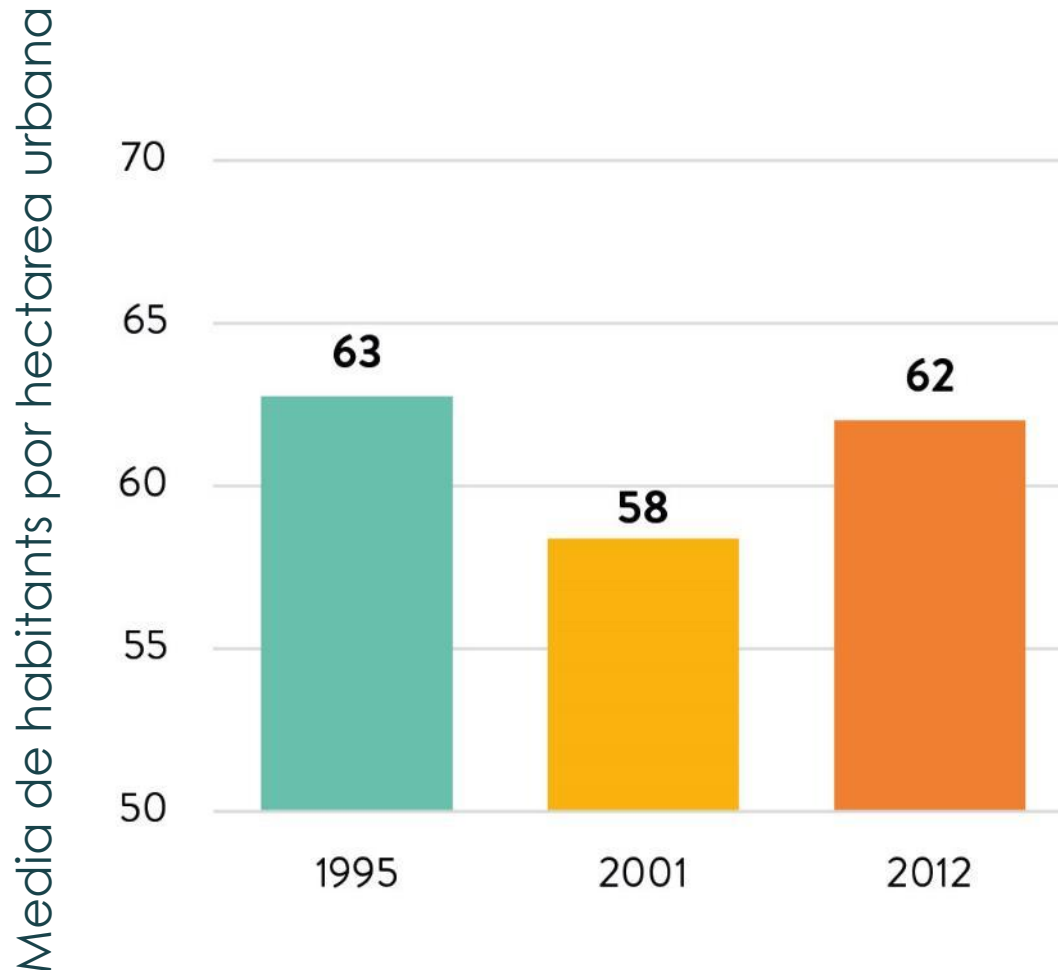


# **TENDENCIAS GLOBALES**

## **DENSIFICACION EN PAISES DESARROLLADOS**



# TENDENCIAS GLOBALES: DENSIFICACION EN PAISES DESARROLLADOS





# TENDENCIAS GLOBALES

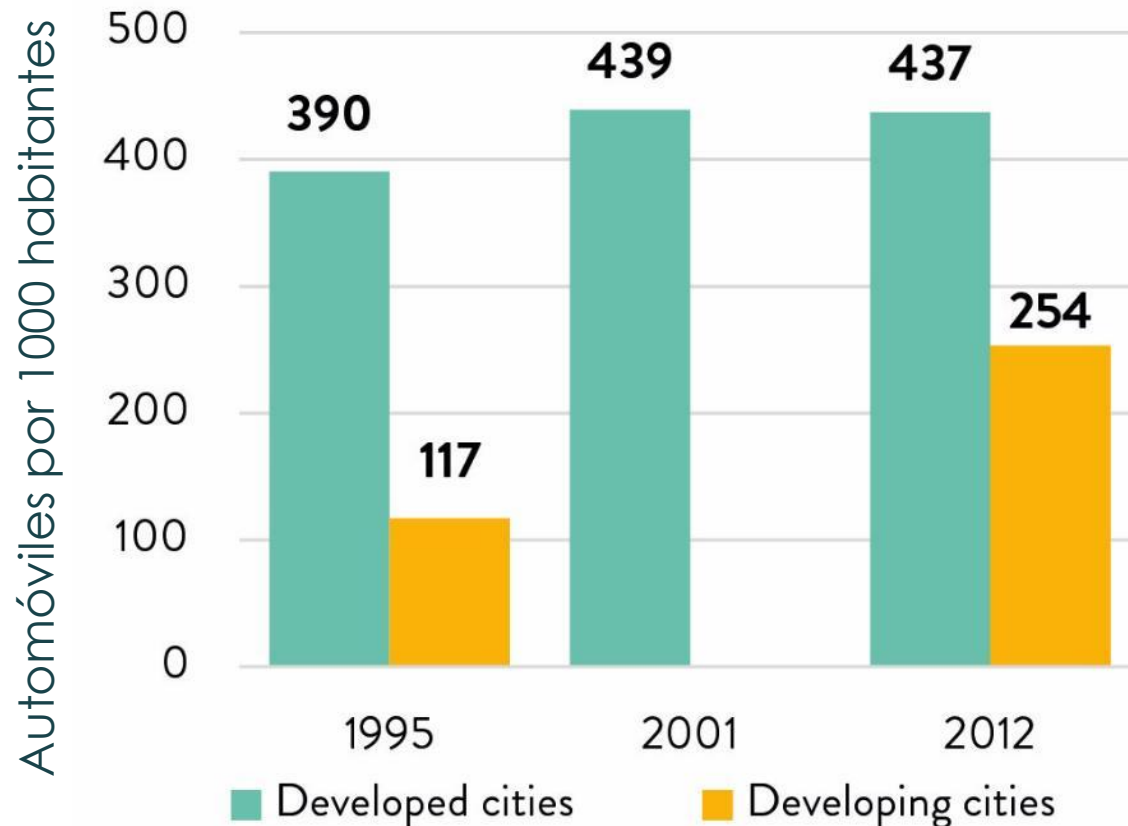
## MOTORIZACION



# TENDENCIAS GLOBALES

## MOTORIZACION

La tasa de motorización de la población se estabiliza en ciudades desarrolladas, pero mantiene niveles de crecimiento acelerado en ciudades en desarrollo

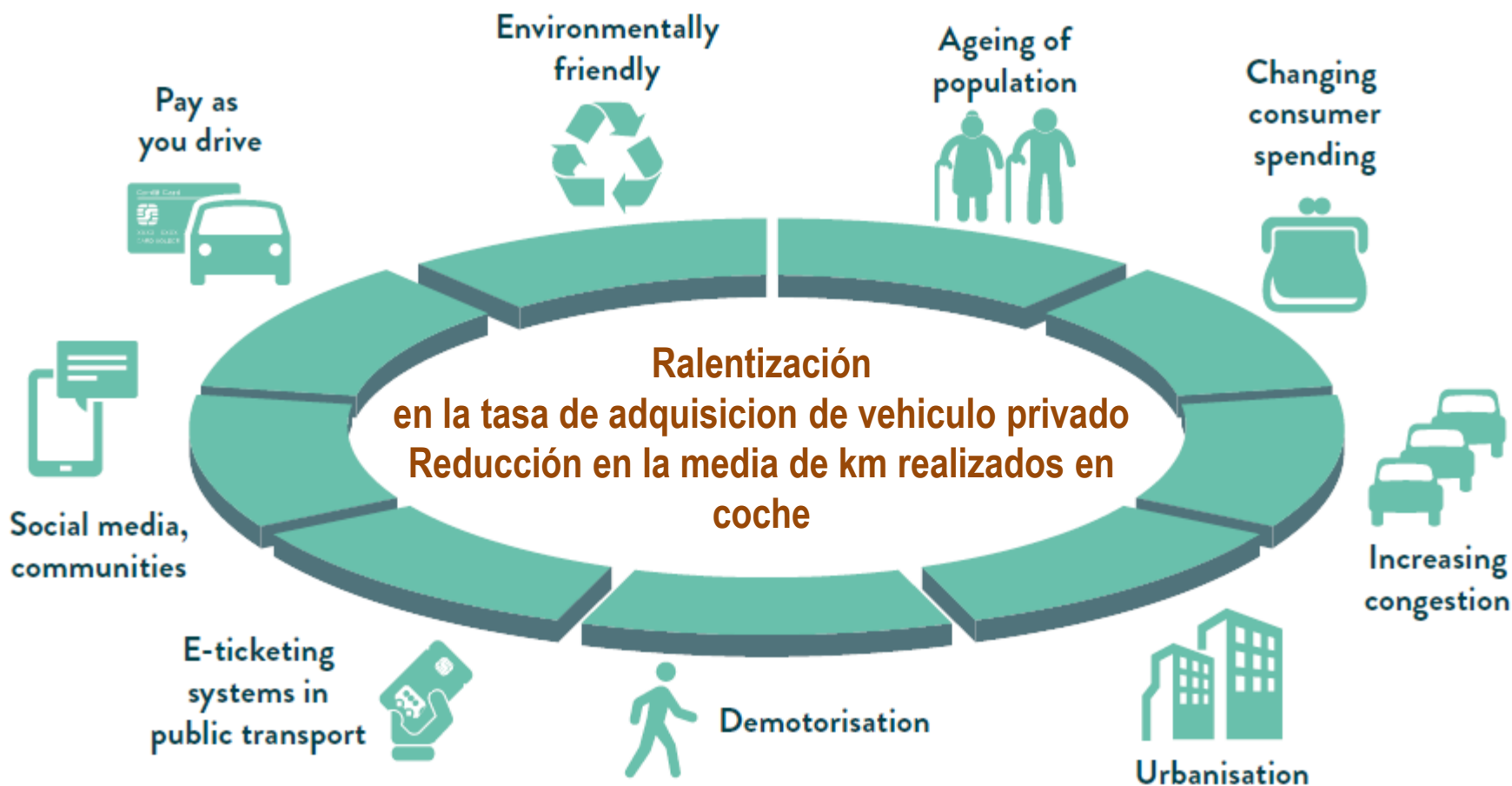


# TENDENCIAS GLOBALES:

## DES-MOTORIZACION EN PAISES EN DESARROLLO

**FIGURE 5: TRENDS DRIVING A CHANGE IN THE RELATIONSHIP WITH THE CAR**

Inspired by: Frontier Group/U.S. PIRG Education Fund: 'A New Direction - Our Changing Relationship with Driving and the Implications for America's Future', 2012





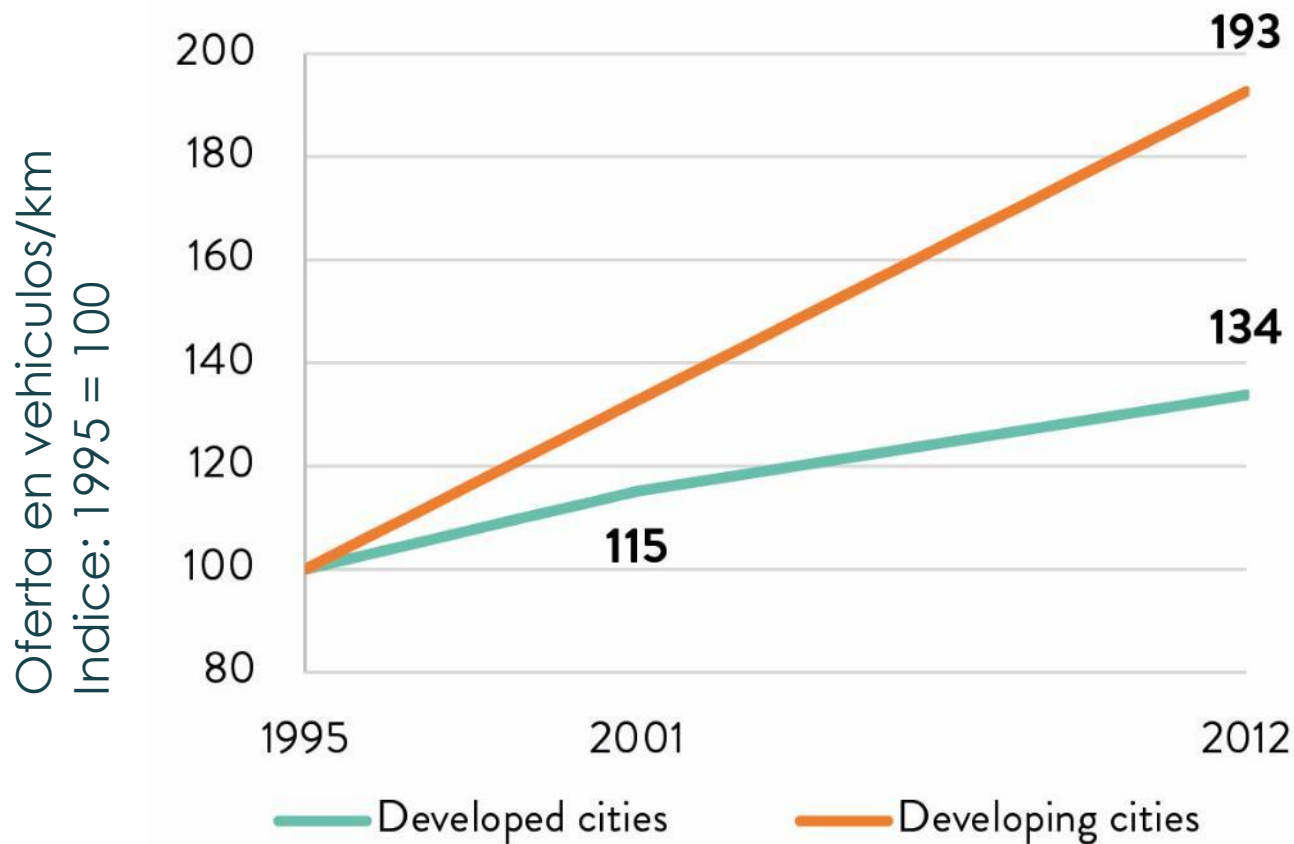
# **TENDENCIAS GLOBALES**

## **CRECE LA OFERTA EN TRANSPORTE PÚBLICO**



# TENDENCIAS GLOBALES:

## CRECE LA OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO





# TENDENCIAS GLOBALES

## TASA MODAL DIVERGENTE





# TENDENCIAS GLOBALES:

## TASA MODAL DIVERGENTE

La tasa modal de transporte público crece en las ciudades desarrolladas pero desciende en ciudades en desarrollo



# TENDENCIAS MUNDIALES EN SISTEMAS DE METRO

Base de datos UITP “World Metro Figures 2014”

<http://www.uitp.org/world-metro-and-automated-metro-latest-figures>

[www.metroautomation.org](http://www.metroautomation.org)

# METROS: PANORAMA MUNDIAL



CADA DIA

160

MILLONES



# METROS: PANORAMA MUNDIAL



MEXICO

125

MILLONES

CADA DIA

160

MILLONES

# METROS: PANORAMA MUNDIAL



**8° NACION**  
**MAS POBLADA DEL MUNDO**

**50 000** MILLONES **AL AÑO**



# METROS: PANORAMA MUNDIAL

50 000 MILLONES AL AÑO - METRO



3 300 MILLONES AL AÑO - AVIÓN





# METROS: PANORAMA MUNDIAL

11300 km

INFRAESTRUCTURA  
DE METRO

549

LINEAS DE METRO



9200

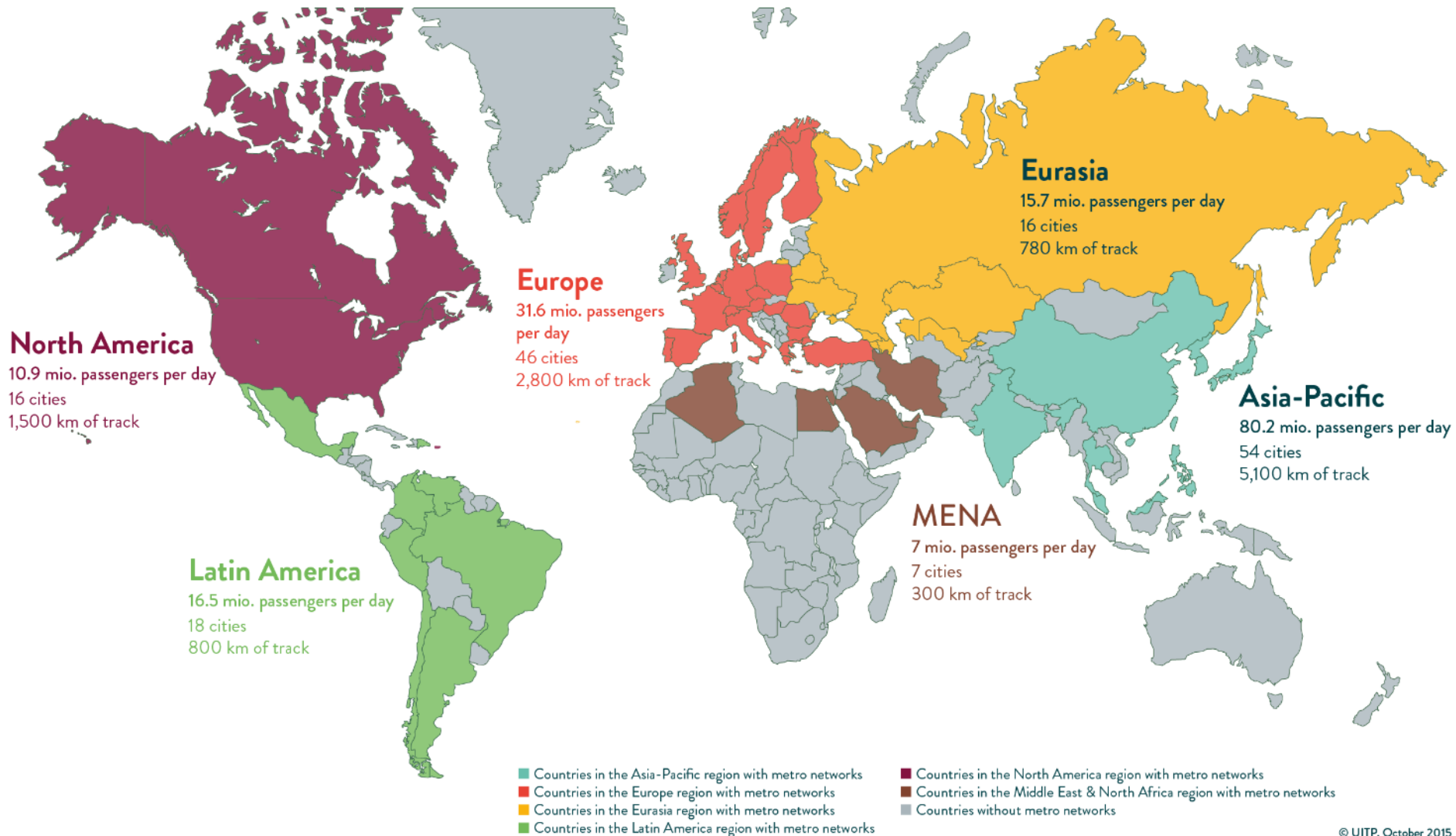
ESTACIONES

157

CIUDADES

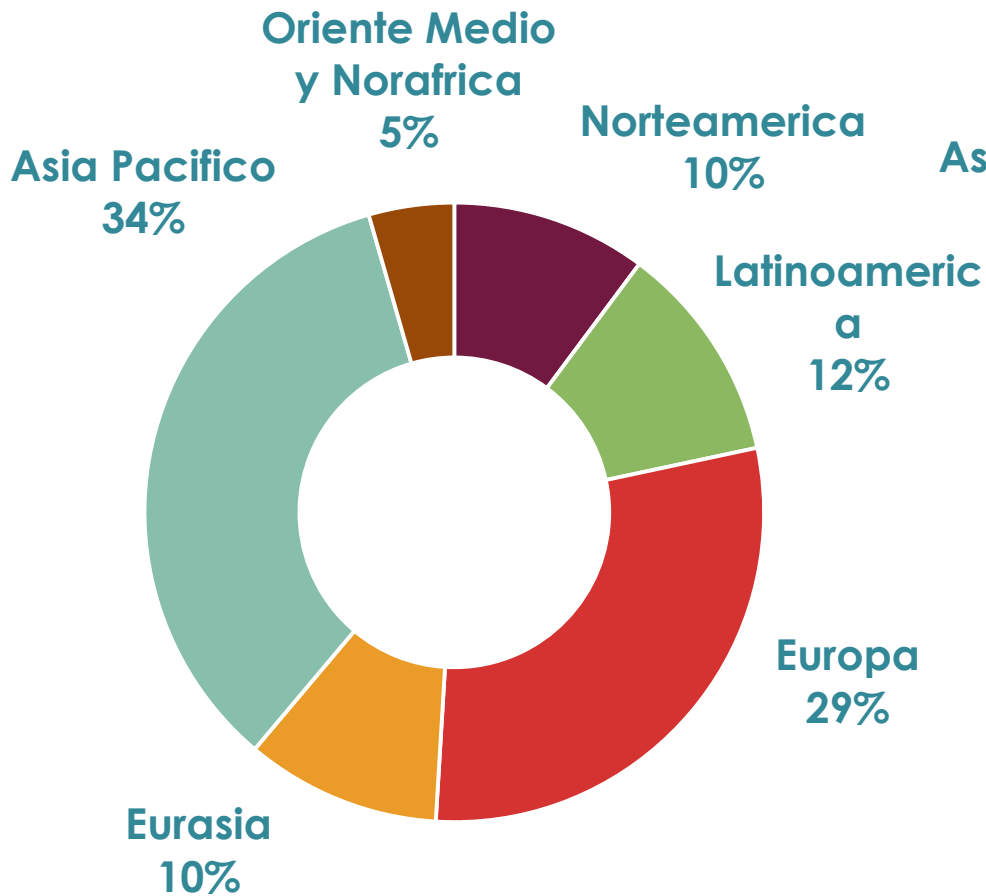
# METROS: PANORAMA MUNDIAL

157 sistemas en operación en el mundo (2014)

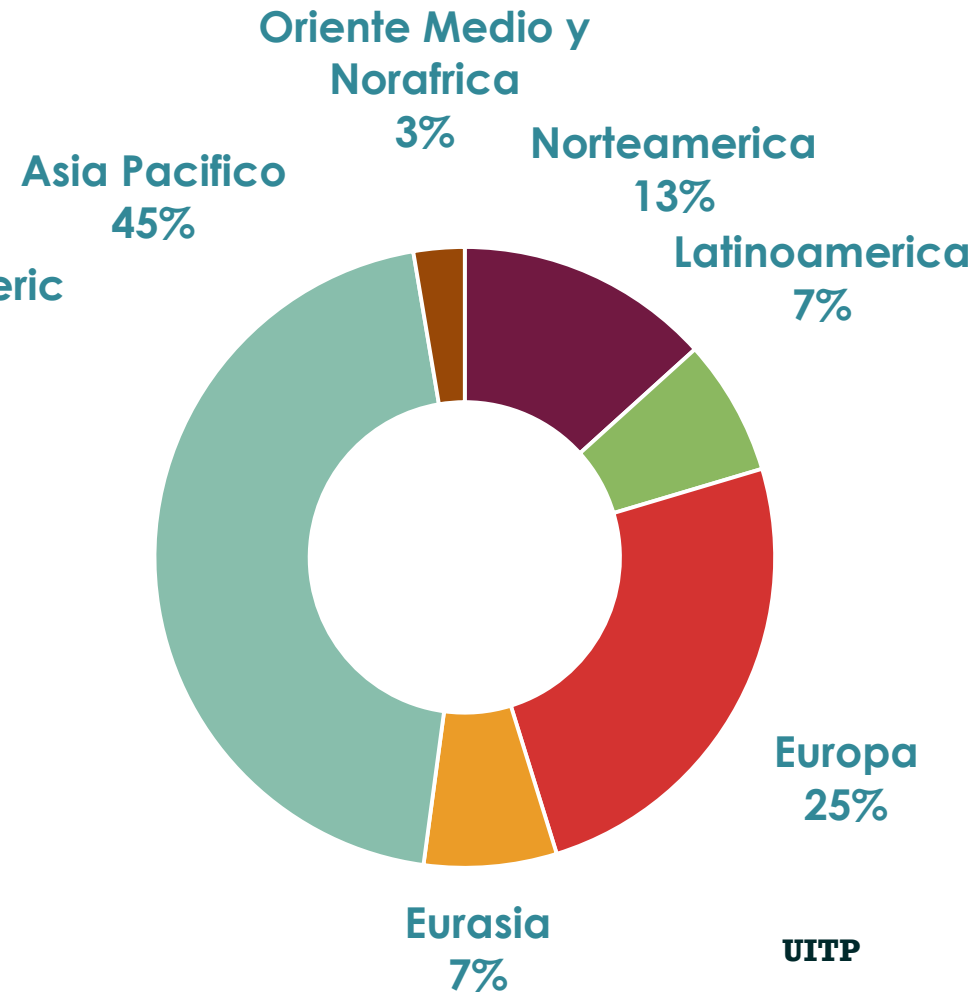


# METROS: PANORAMA MUNDIAL

% de sistemas

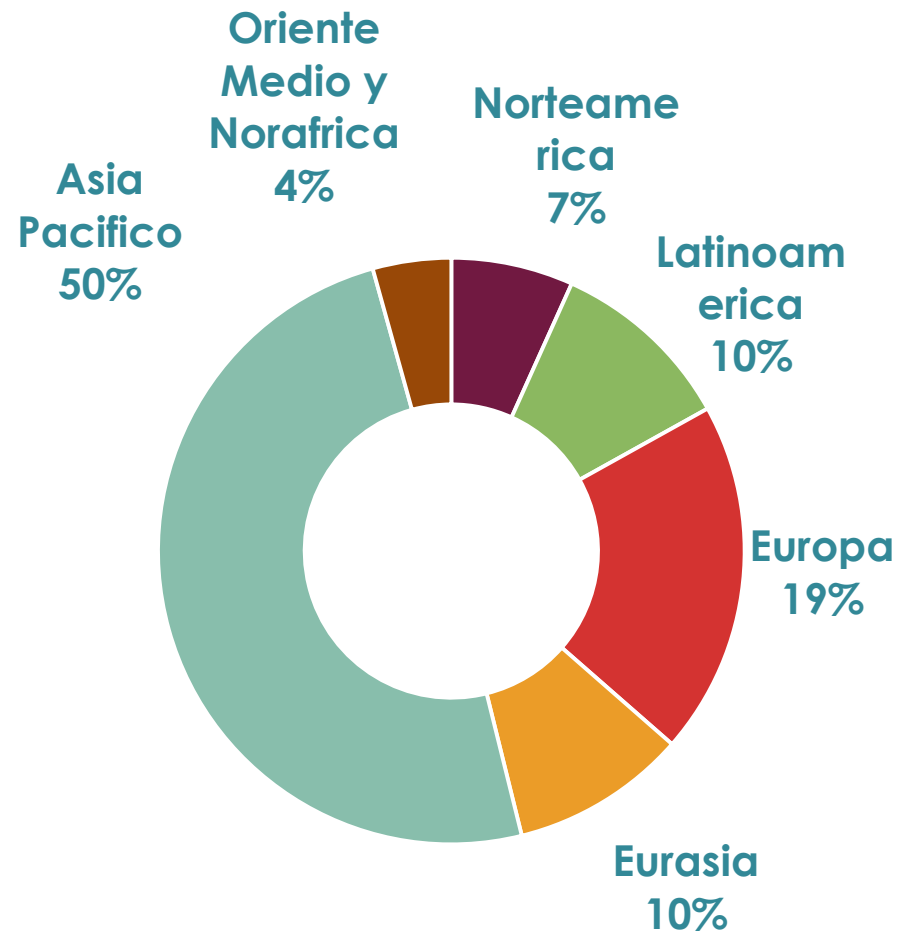


% de km de infraestructura de metro

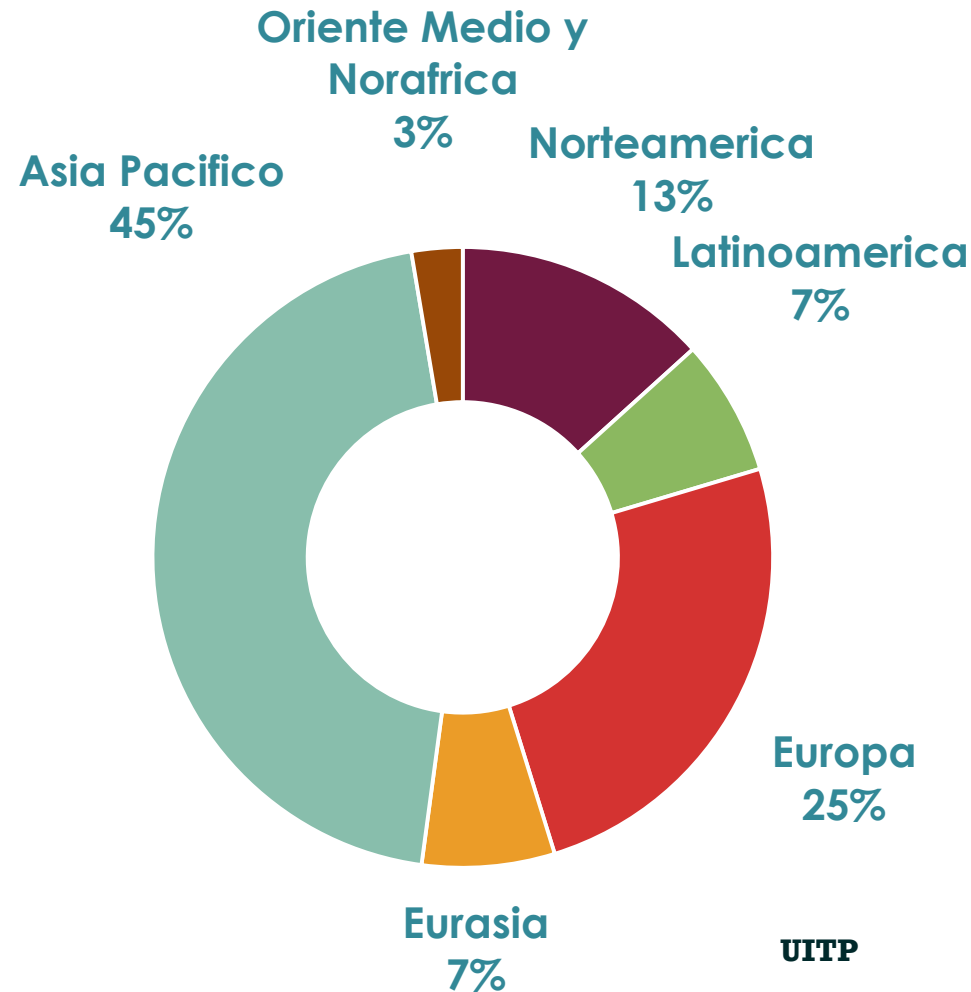


# METROS: PANORAMA MUNDIAL

% de pasajeros



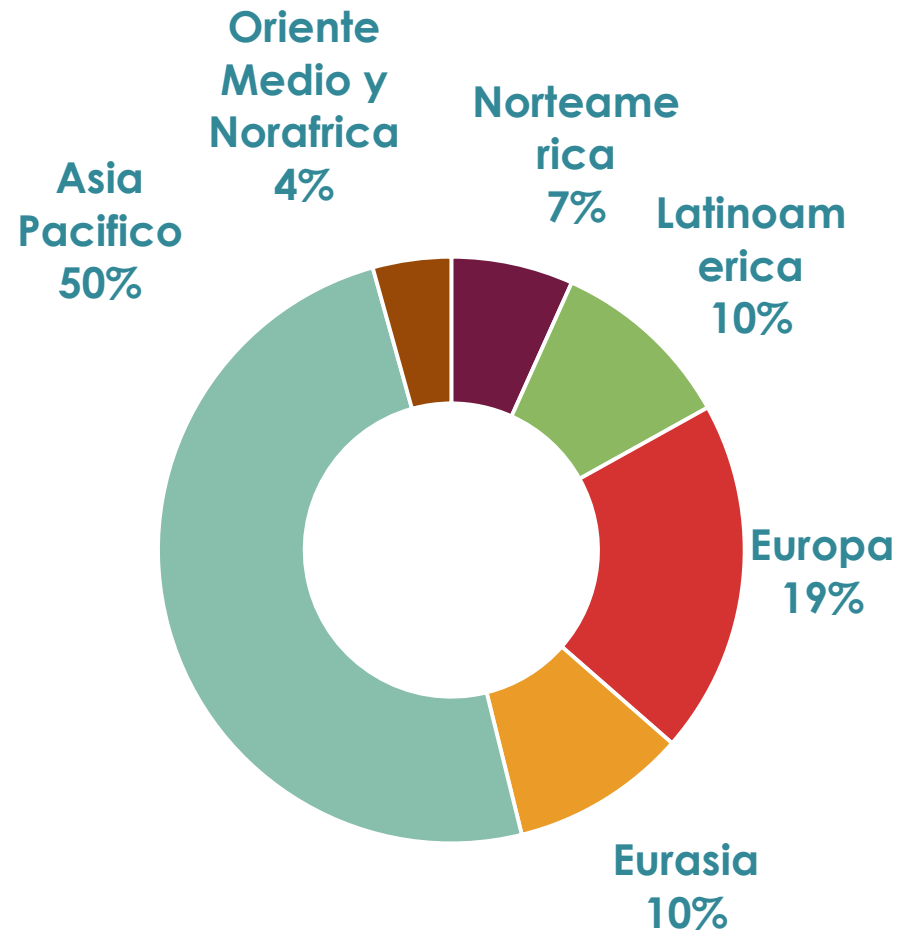
% de km de infraestructura de metro



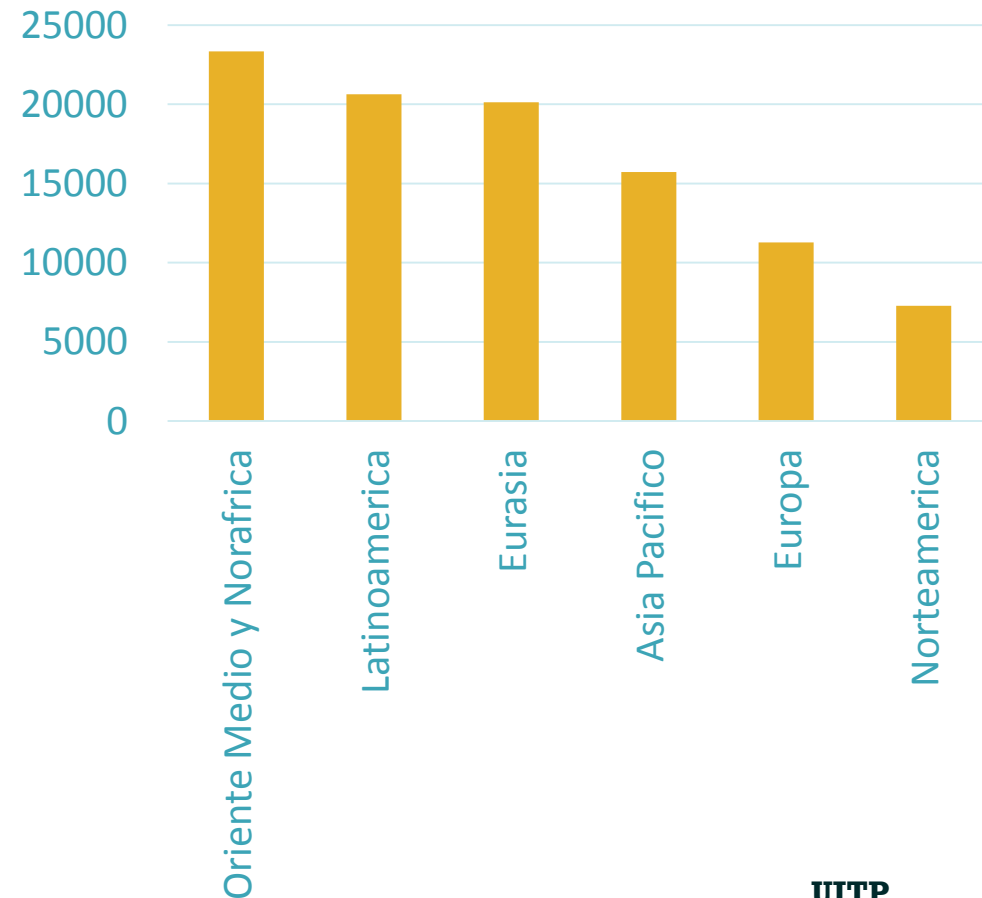


# METROS: PANORAMA MUNDIAL

% de pasajeros



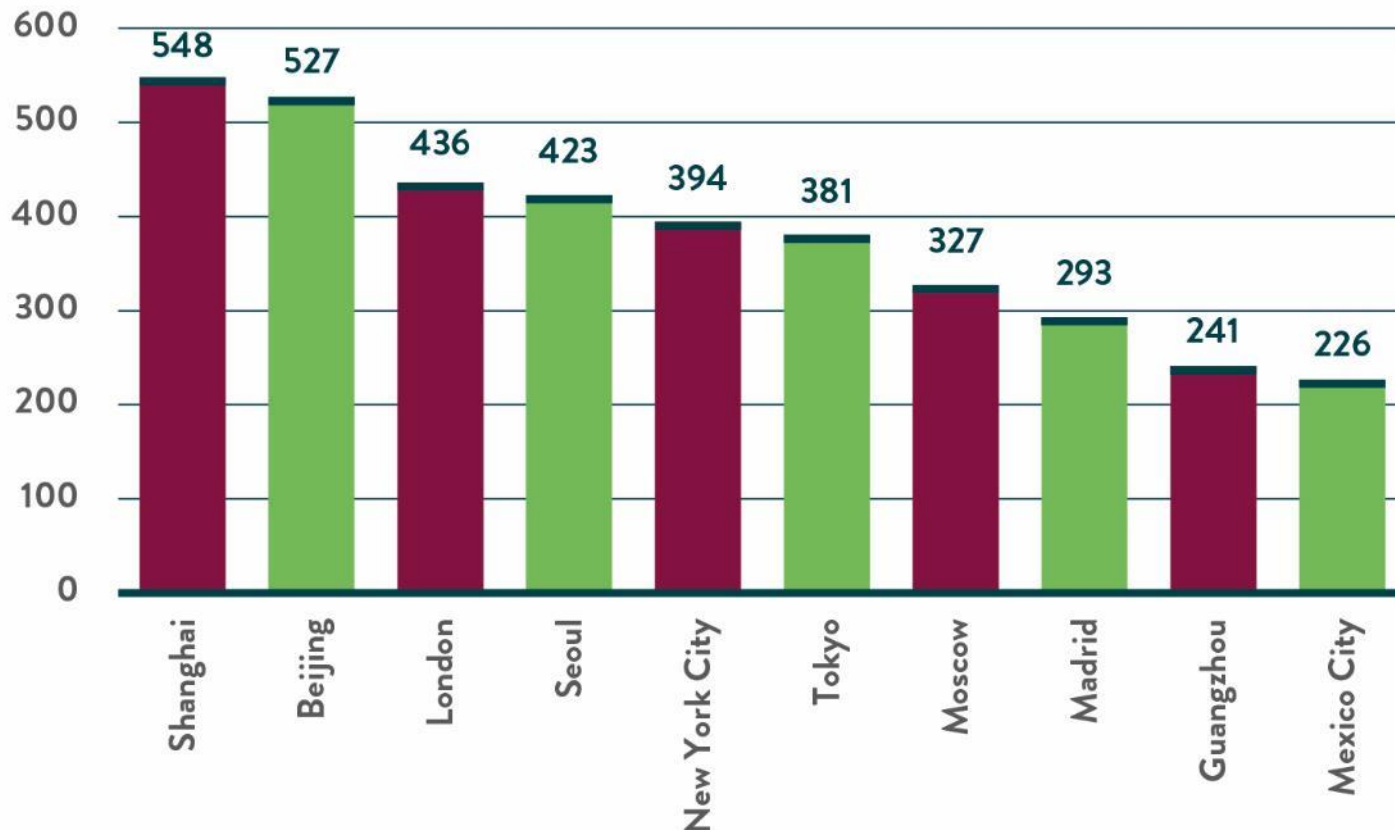
Densidad



# METROS: PANORAMA MUNDIAL



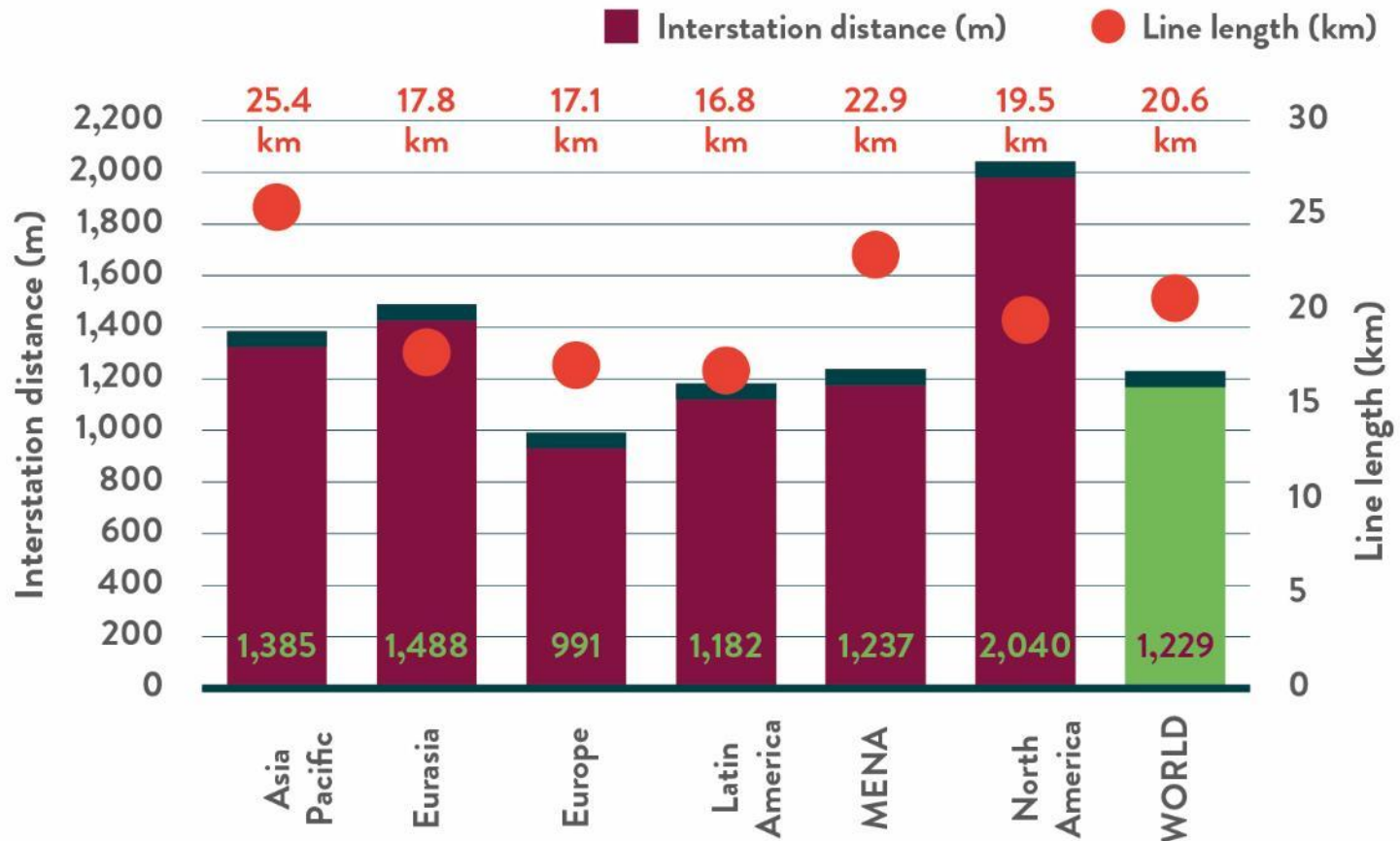
## REDES DE METRO DE MAYOR LONGITUD



# METROS: PANORAMA MUNDIAL



## CARACTERISTICAS POR REGION



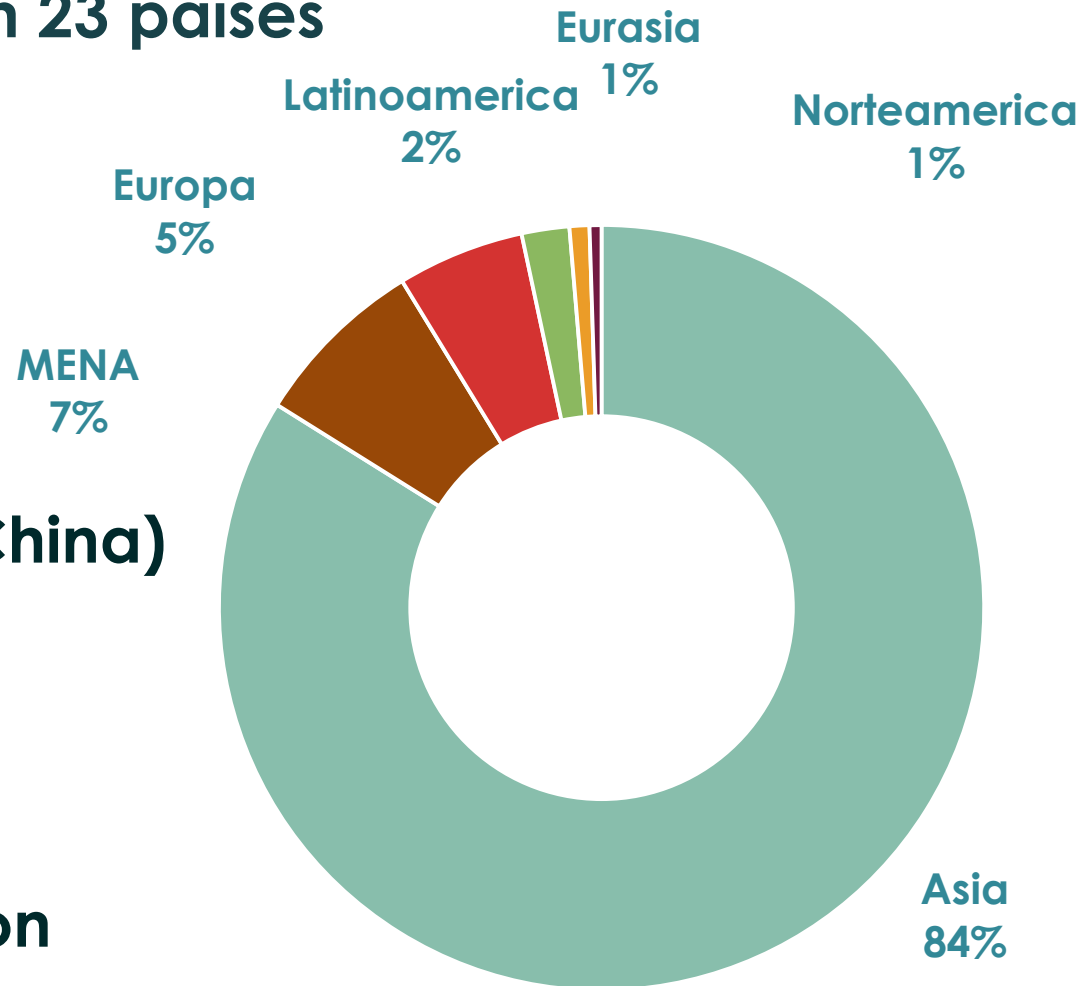
# METROS – EVOLUCION

596 km de nueva infraestructura de metro inaugurados en 2015 en 23 países

- 34% extensiones
- 66% nuevas líneas

6 nuevas redes:  
Qingdao, Nanchang (China)  
Jaipur, Chennai (India)  
Tabriz, Isfahan (Iran)

+  
2700 km en construcción





# METROS : EVOLUCION



## SEÑALIZACION

**CBTC** Mas de 150 lineas en operacion. En 15 años ha pasado de una cuota del 25% al 85% en nuevas lineas urbanas.

## MATERIAL MOVIL

## CONSOLIDACION



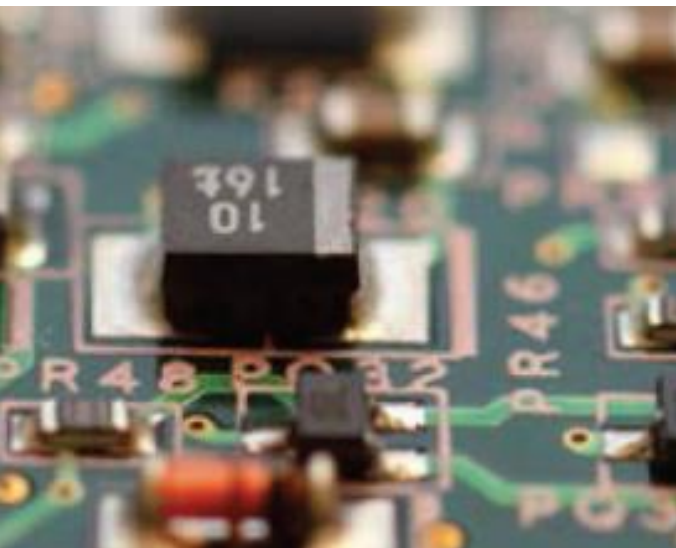
*Representación proporcional de las ventas mundiales de los principales proveedores de trenes en 2014*

# METROS : EVOLUCION



## PROTECCION PLATAFORMA / TREN PUERTAS DE ANDEN

Cerca del 30% de las redes de metro cuenta con (algunas) plataformas protegidas con puerta de andén, principalmente en Asia.



## ELECTRONICA Y DIGITALIZACION





### DATOS MASIVOS

monitorizacion en tiempo real de activos, mantenimiento en base a la condicion.

### OBSOLESCENCIA

ciclos de vida cortos, mercado secundario

# METROS : EVOLUCION

Grade of Automation	Type of train operation	Setting train in motion	Stopping train	Door closure	Operation in event of disruption
GoA1 	ATP* with driver	Driver	Driver	Driver	Driver
GoA2 	ATP and ATO* with driver	Automatic	Automatic	Driver	Driver
GoA3 	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
GoA4 	UTO	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

ATP – Automatic Train Protection

ATO – Automatic Train Operation

# AUTOMATIZACION DE METRO

**737**

km

**54**

líneas

UTO  
HOY

**785**

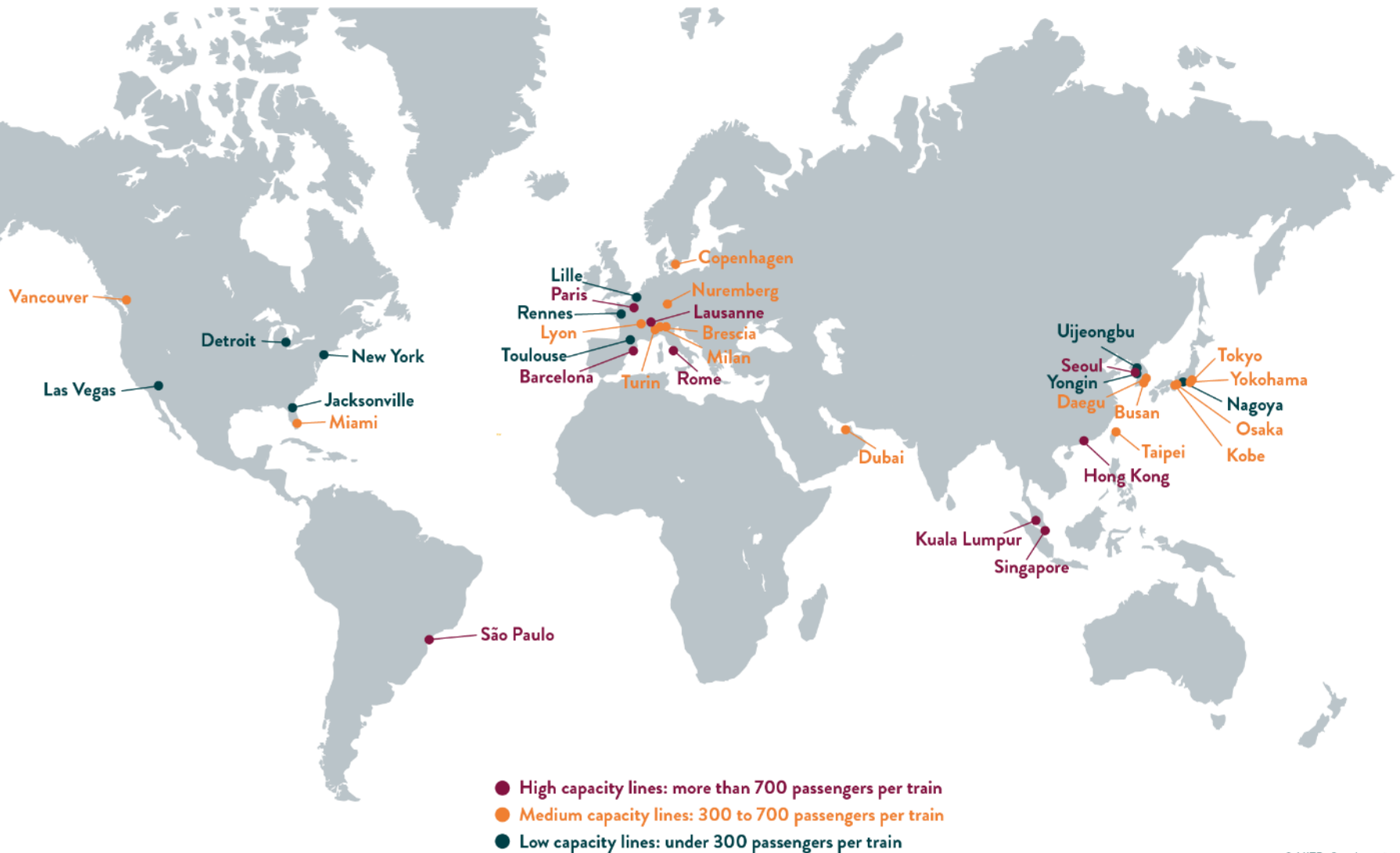
estaciones

**36**

ciudades



# AUTOMATIZACION DE METRO



# **TENDENCIAS EN AUTOMATIZACION DE METRO**

**Sistemas inaugurados desde 2006:**

## **Proteccion de via**

- 85% Puertas de andén
- 15% otros sistemas de detección de intrusiones

## **Capacidad de trenes**

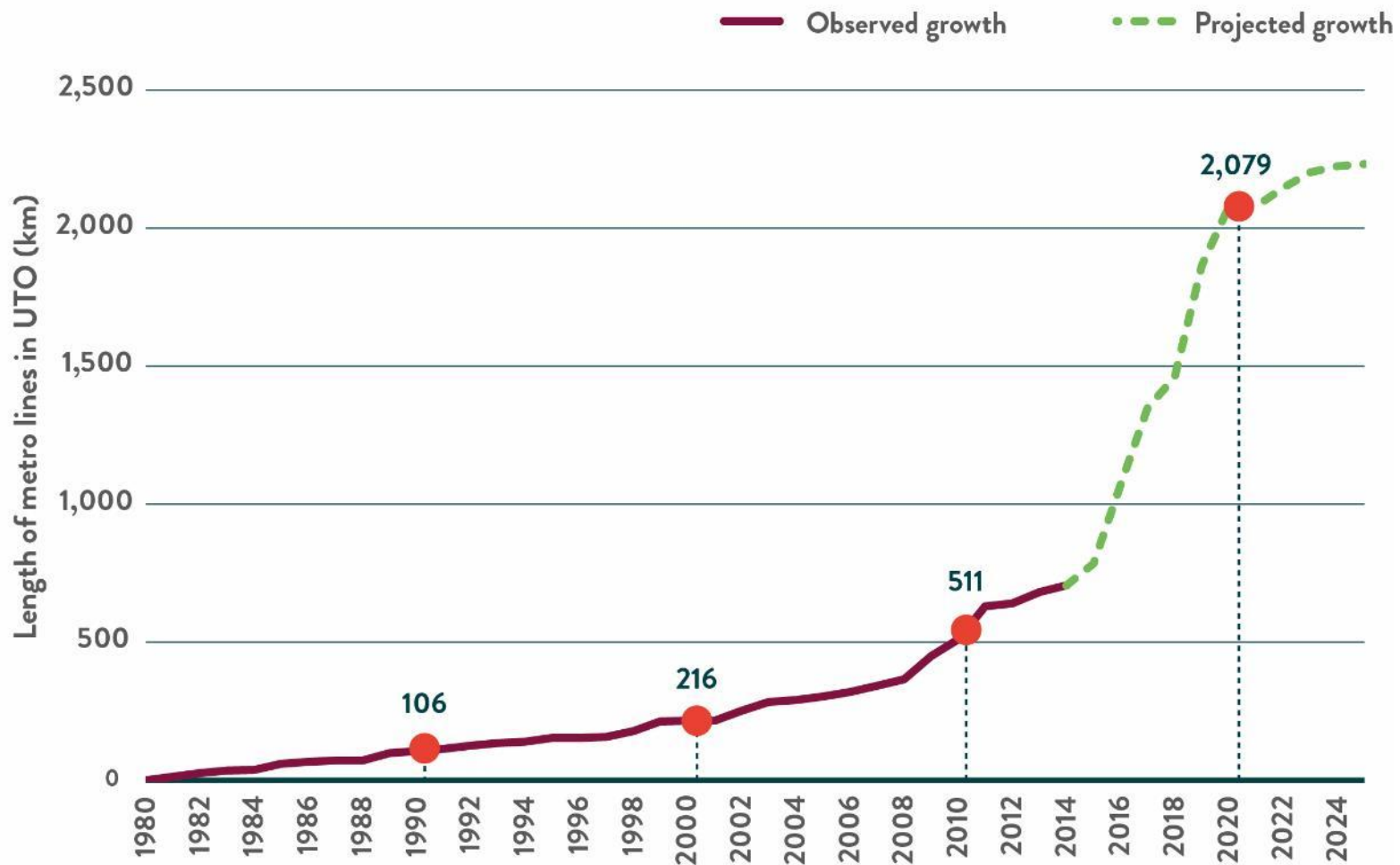
- 29% alta – más de 700 pasajeros por tren
- 61% media – 300-700 pasajeros por tren
- 10% baja – menos de 300 pasajeros por tren

## **Señalización**

- 72% de los nuevos sistemas emplean CBTC

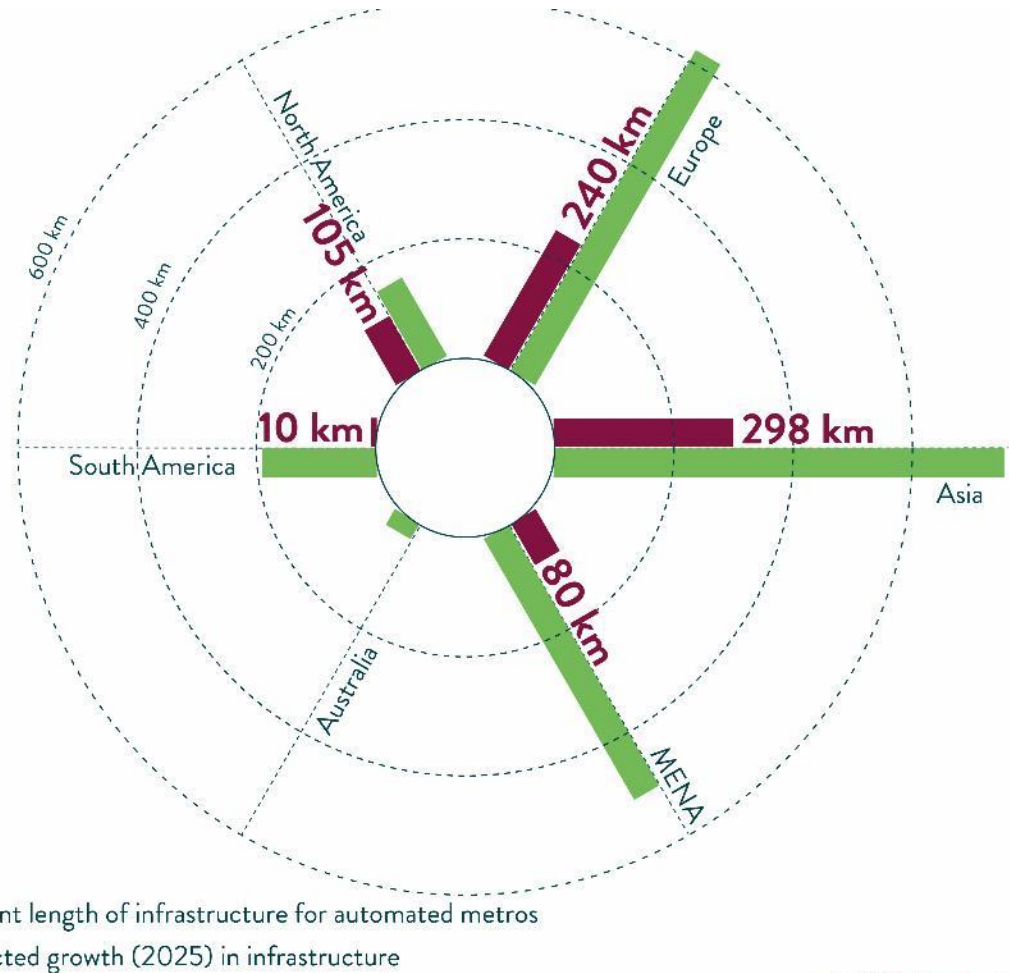
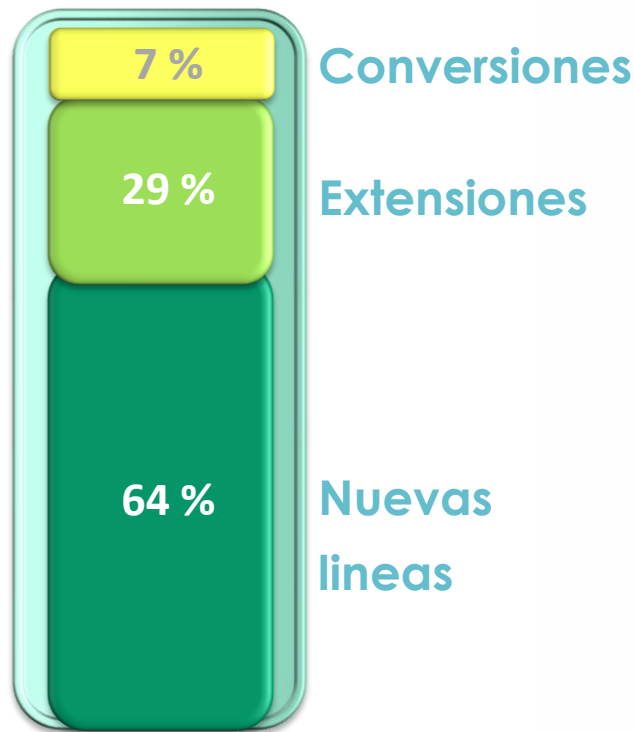
# TENDENCIAS EN AUTOMATIZACION DE METRO

Mas de 2200 km de metro automático para 2025



# TENDENCIAS EN AUTOMATIZACION DE METRO

MENA y Asia lideraran el crecimiento en automaticos





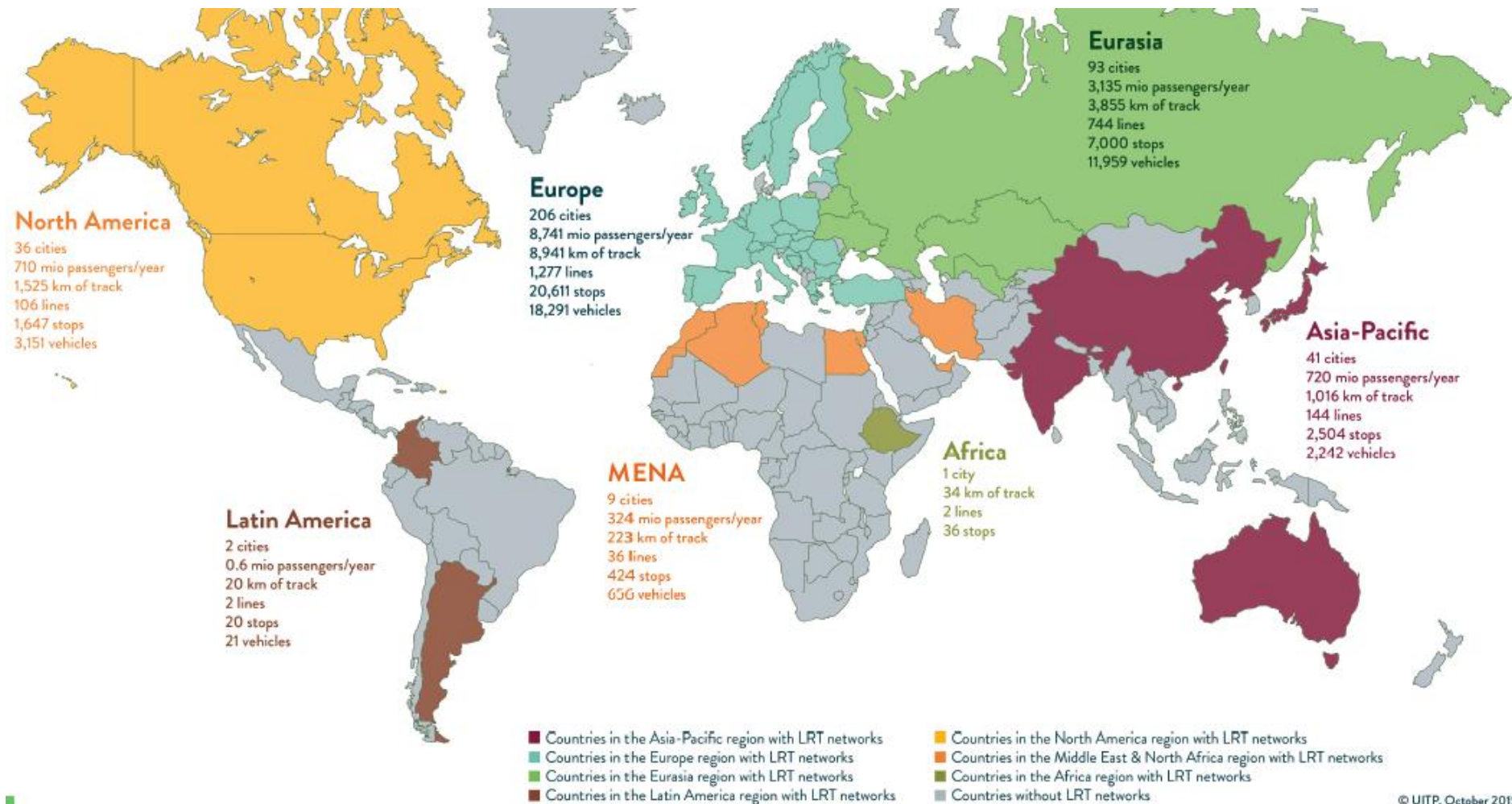
# **COMPARATIVA CON OTROS MODOS DE TRANSPORTE MASIVO**

METROS LIGEROS Y BRT

# METROS LIGEROS : PANORAMA

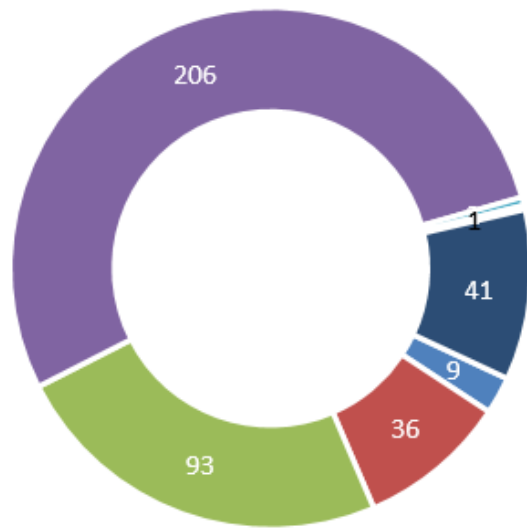
388 sistemas en operacion en el mundo (2015)

2350 km en planificacion y 850 km en construccion (2015)

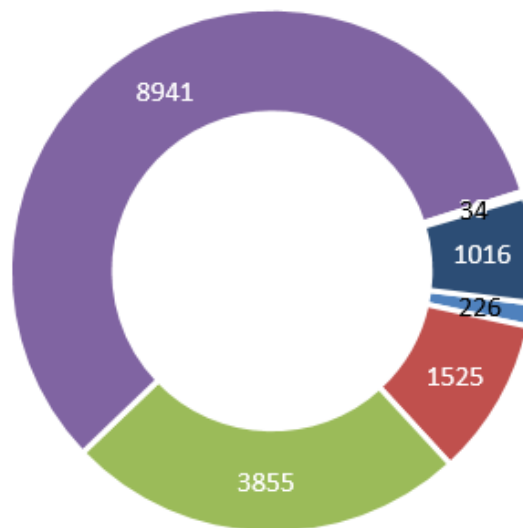


# METROS LIGEROS : PANORAMA

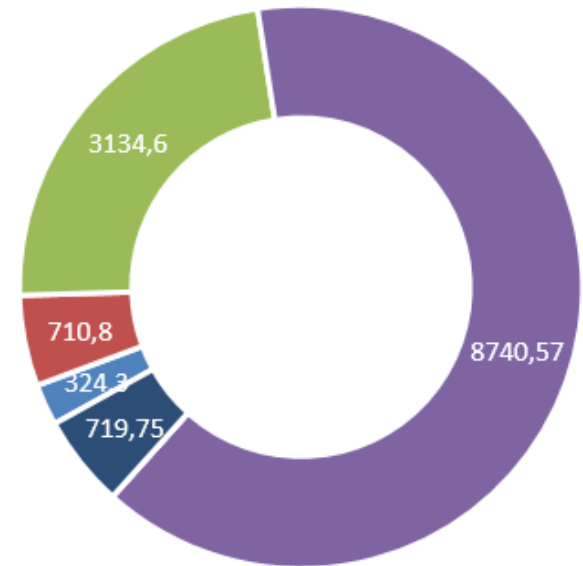
# LRT systems



track length (km)



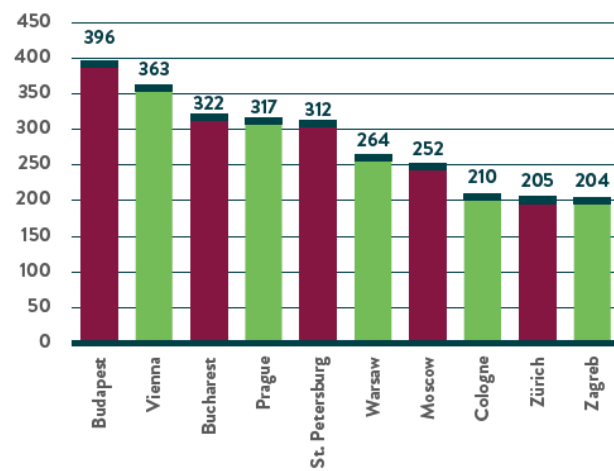
# pax p.a. (million)



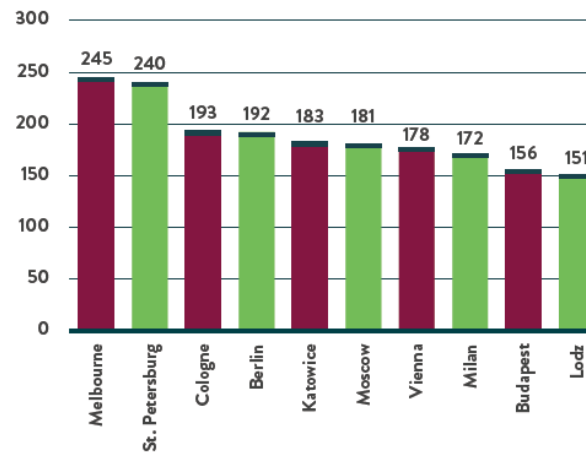
■ MENA ■ North Am ■ Eurasia ■ Europe ■ South Amer. ■ Africa ■ Asia Pacif.

# METROS LIGEROS : PANORAMA

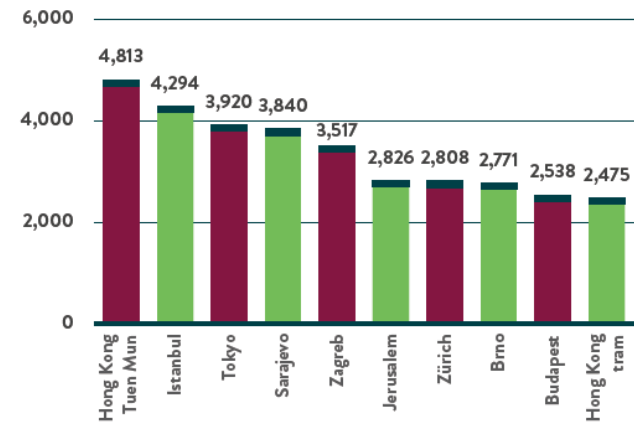
LRT SYSTEMS WITH THE HIGHEST NUMBER OF ANNUAL PASSENGERS (MILLIONS)



LONGEST LRT NETWORKS (KM OF TRACK)



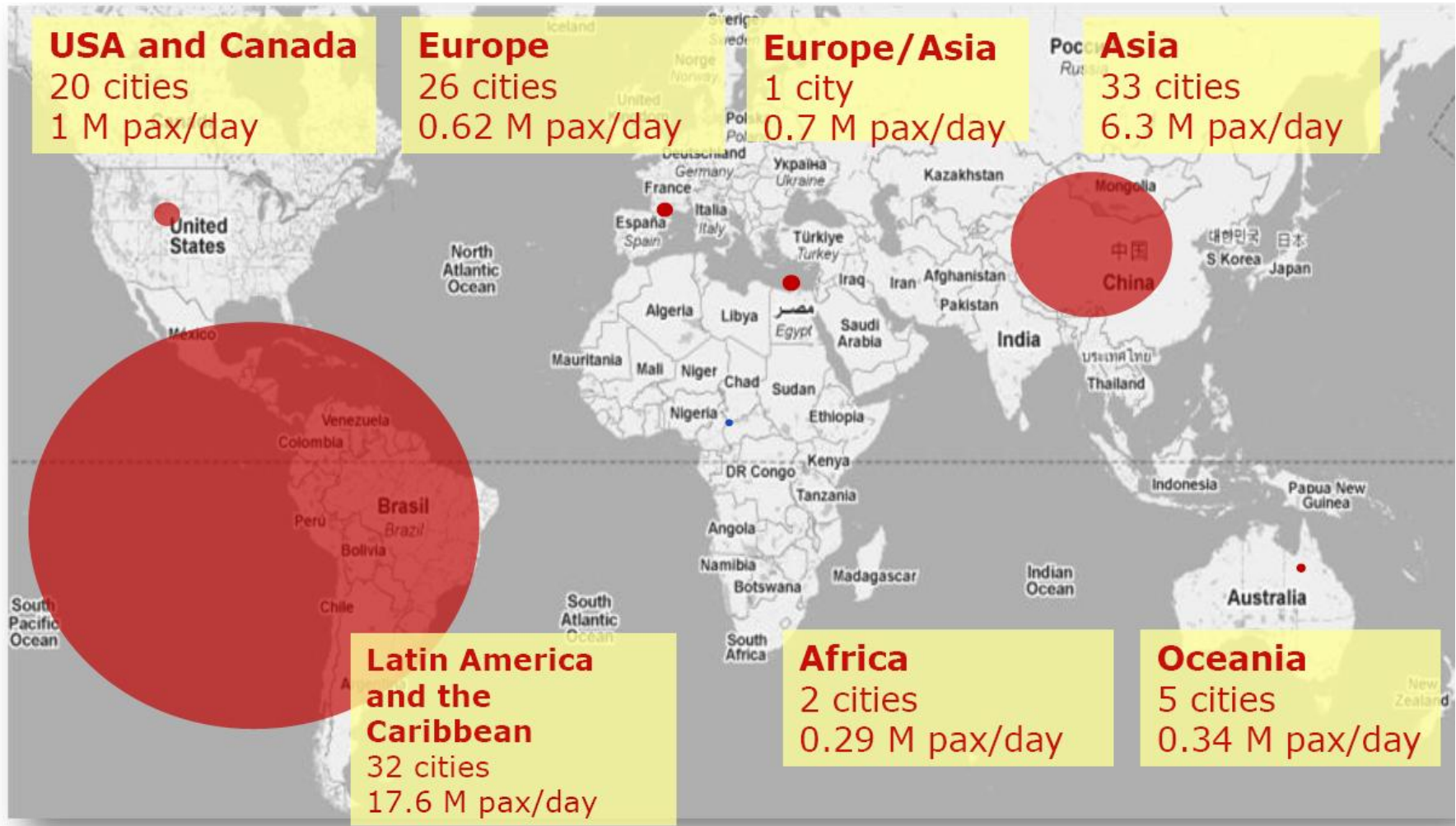
BUSIEST LRT NETWORKS (THOUSANDS OF ANNUAL PASSENGERS PER KM OF TRACK)



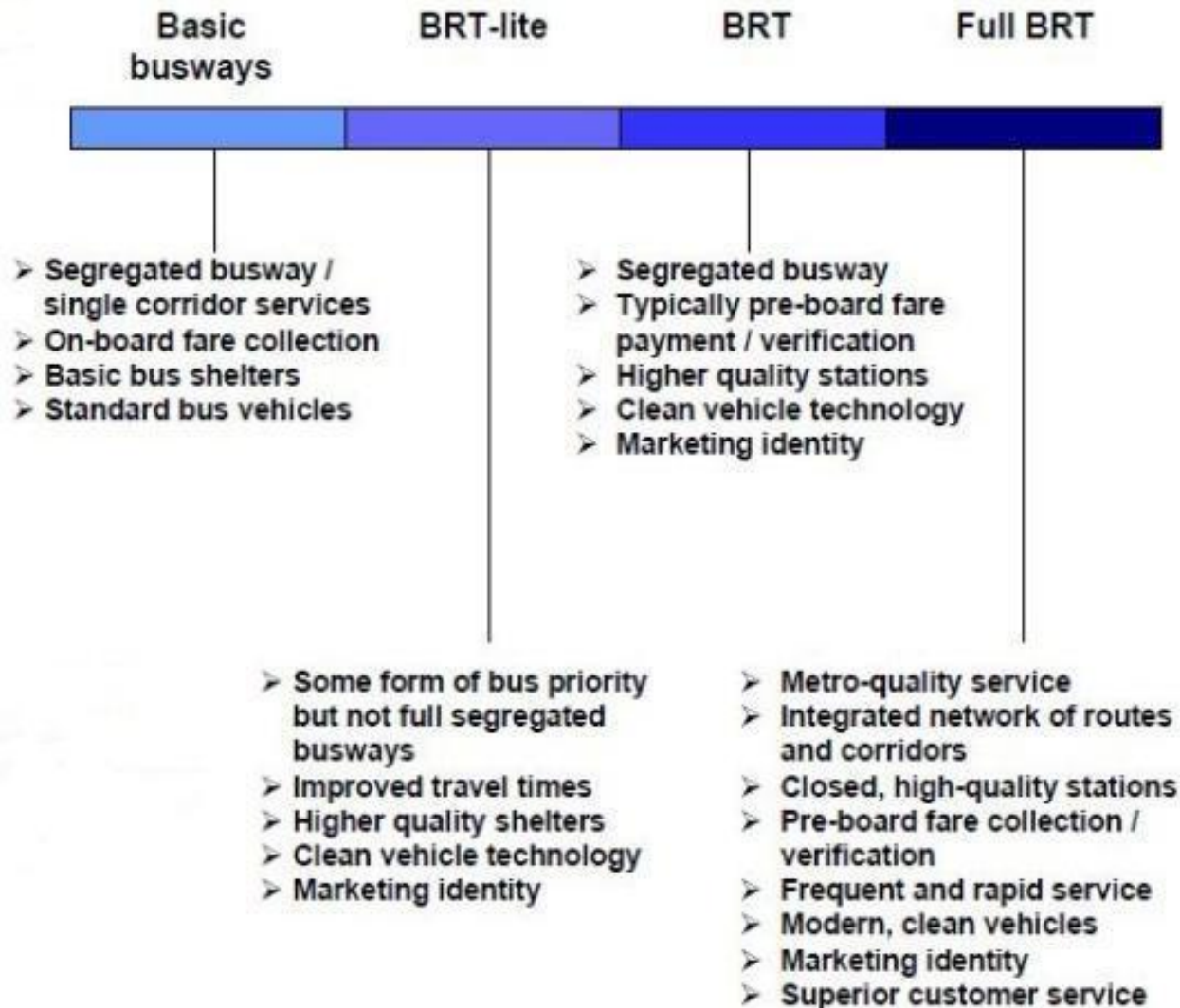


# BRT: PANORAMA

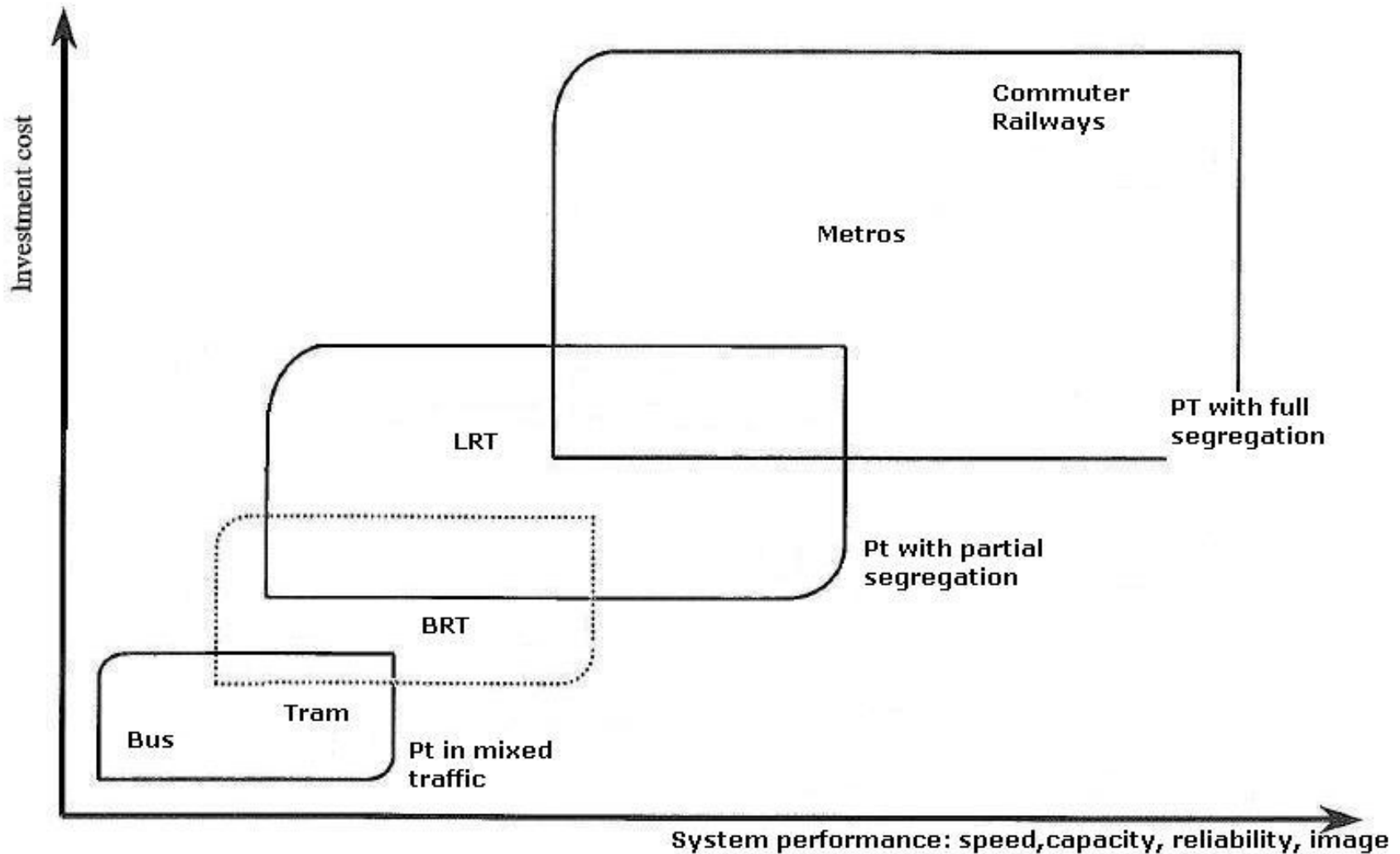
# 65% pasajeros se concentra en 32 ciudades en America Latina



# BRT: PANORAMA

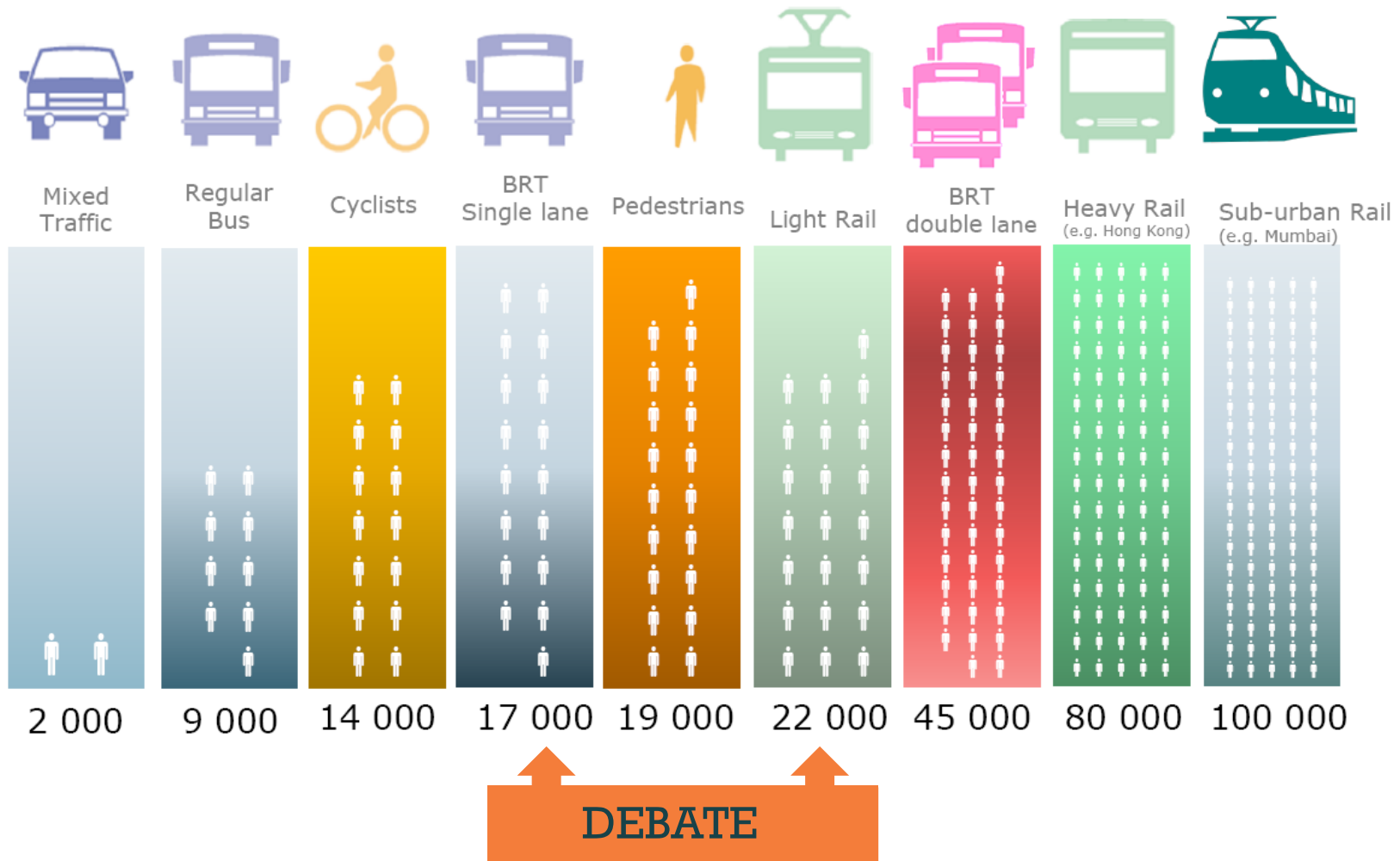


# SELECCION MODAL: CAPACIDAD



# SELECCION MODAL: CAPACIDAD

## Capacidad de corredores

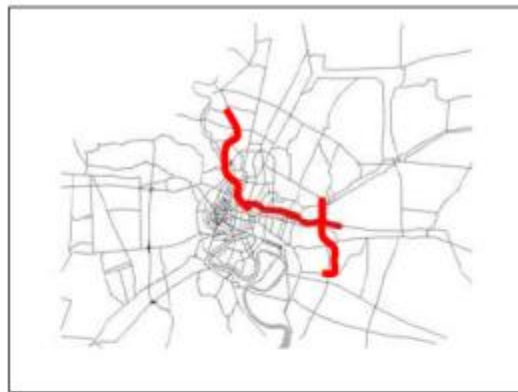


# SELECCION MODAL: COSTE

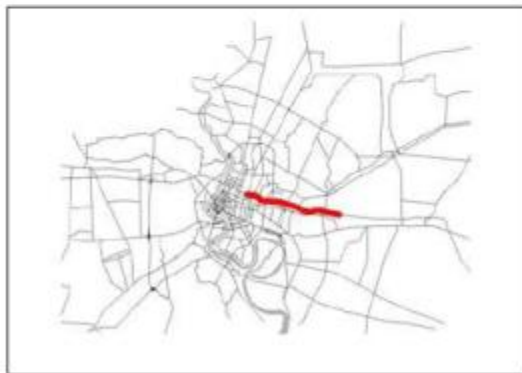
¿Que se puede comprar con un billon de dólares?



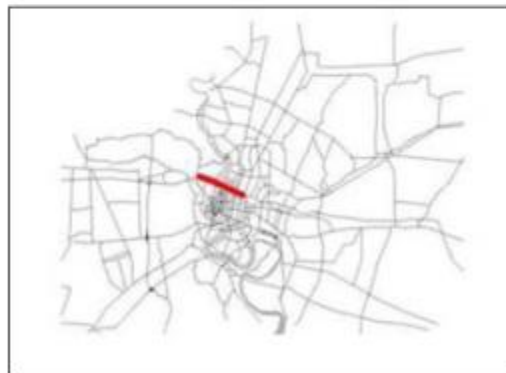
**426 kilometres of BRT**



**40 kilometres of LRT**



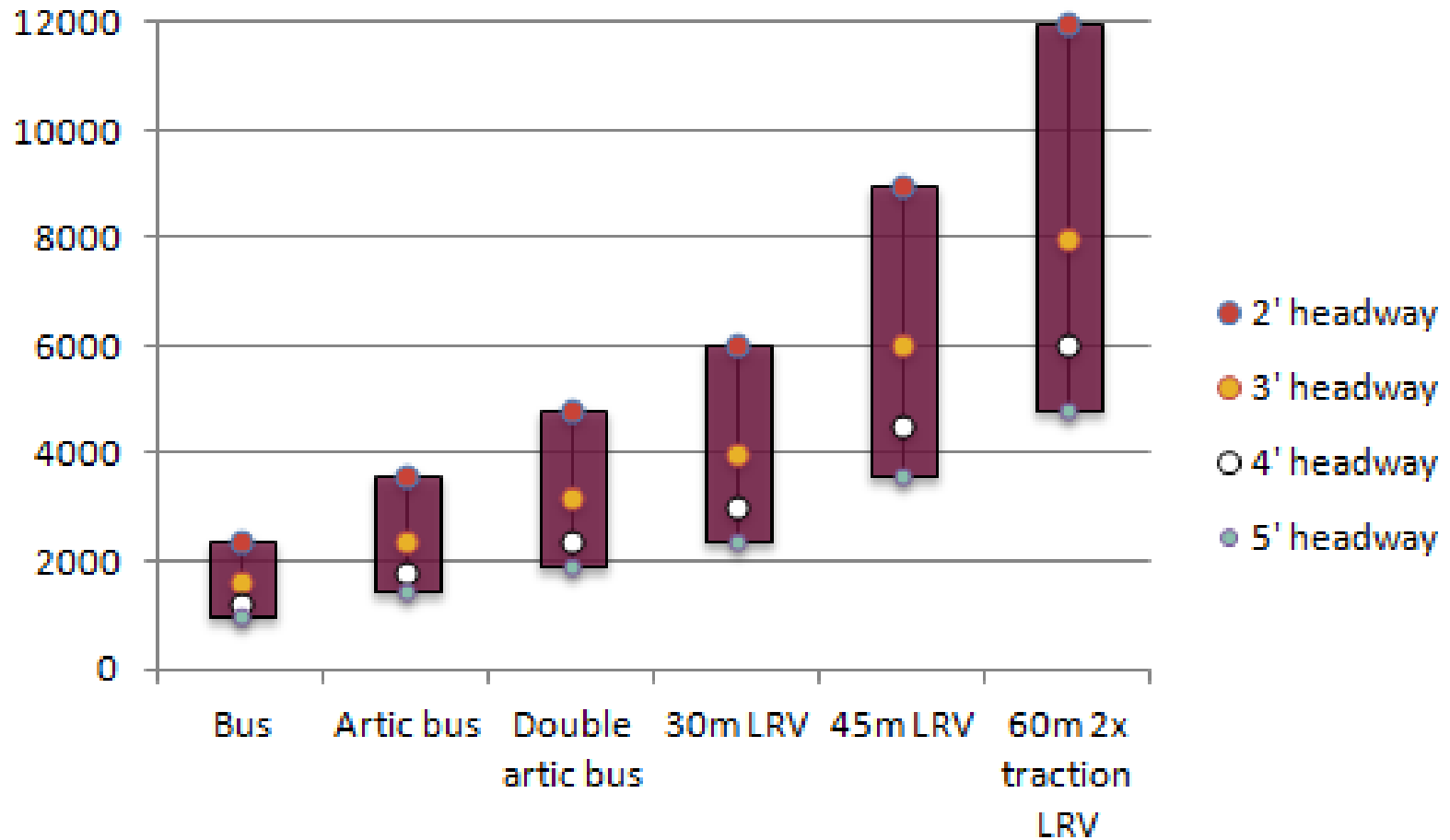
**14 kilometres of  
elevated rail**



**7 kilometres of  
subway**



# SELECCION MODAL: CAPACIDAD



A intervalos equivalentes, el diagrama de capacidad “tradicional” continua siendo valido en gran medida

# SELECCION MODAL: CAPACIDAD

9,000-12,000 pasajeros por hora y direccion con bus es posible...



CON 90 AUTOBUSES POR HORA POR DIRECCION  
= 1 BUS CADA 40 SEG. EN CADA DIRECCION

# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

1 BUS CADA 40 SEG. EN CADA DIRECCION

## ¿QUE IMPACTO?

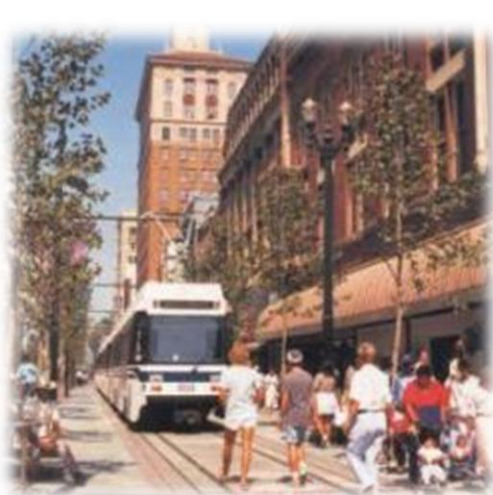
- Calidad de vida e impacto ambiental a lo largo del corredor
- Capacidad de las intersecciones, necesidad de regular con policia cada interseccion (coste)
- Costo operacional (conductores)
- Eficiencia energetica por pasajero
- Velocidad y fiabilidad del sistema
- Requisitos espaciales – terminal de linea, talleres y cocheras
- Confort y calidad del viaje

# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

## BRT requiere mas espacio

- Vehiculos mas amplios
- Adelantamiento en las estaciones
- Terminus: grandes aparcamientos
- Valor del espacio urbano debe considerarse

**Modos ferroviarios como el metro ligero son mas conductivos a la regeneracion urbana y conviven mejor con la movilidad no motorizada (peaton, bicicleta)**



# **SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD**

- **Expectativas ciudadanas & nivel de desarrollo economico**
  - Servicio de alta calidad para revertir la tendencia de motorizacion – atraer al usuario no captivo
- **“Bonus ferroviario” atrae a 10-15% mas de pasajeros, particularmente entre los usuarios de automovil**
  - Calidad del viaje
  - Mayor fiabilidad de los sistemas ferroviarios
  - Otros factores de imagen



# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

## IMPACTO AMBIENTAL

- Calidad del aire
  - Cero emisiones en areas sensibles con modos ferroviarios
- Menor dependencia de combustibles fósil
  - Calentamiento global
  - Volatilidad de precio del petroleo
  - Estabilidad geopolitica
- Eficiencia energetica, recuperacion de energia de frenado
- Menor emision de ruido



**AUTOBUS  
ELECTRICO**

# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD COMPARACION DE COSTES

Proyectos equivalentes en superficie (2012 **precio**<sup>1</sup>)

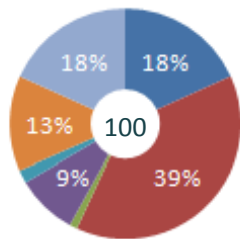
- Línea de 10 km
- Plataforma viaria reservada de calidad (separación física, cruces controlados)
- Paradas equipadas con venta automática de billetes, información al pasajero en tiempo real, CCTV etc
- 2 P+R
- Centro de control, talleres, cocheras
- Paisajismo urbano básico y algunos árboles
- Misma capacidad vehicular, diferente ciclo de vida
- BRT sin capacidad de adelantamiento en parada
- Sistema de tarjeta inteligente

27 m.€/km vs 8 m.€/km

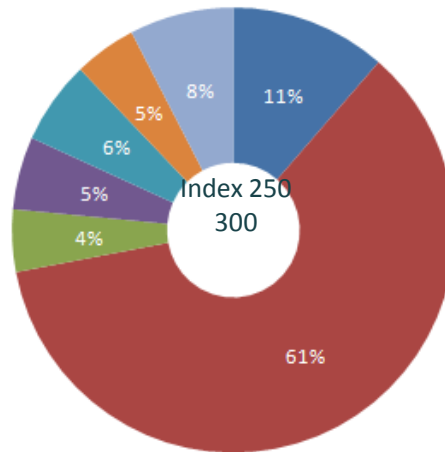
# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

## COMPARACION DE COSTES

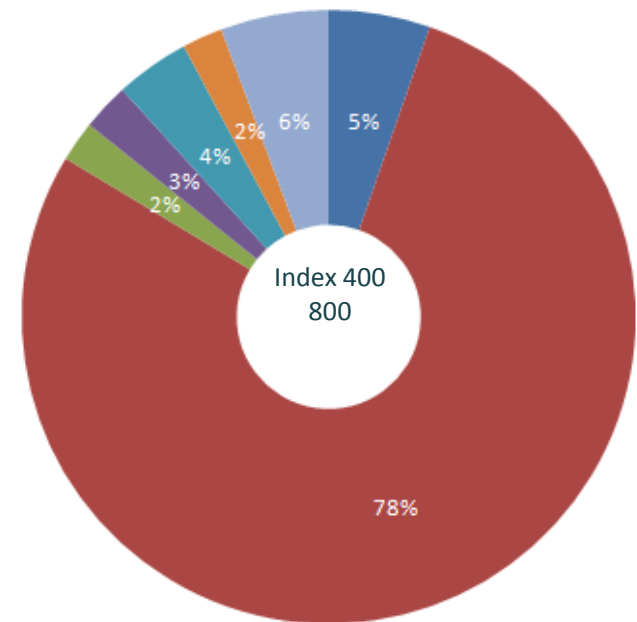
At-grade rail alignment



Elevated rail alignment



Underground rail alignment



Rolling stock  
Power  
Studies & Pr.Manag.

Civil work

Mechanical & electrical

Signalling and commu

Track

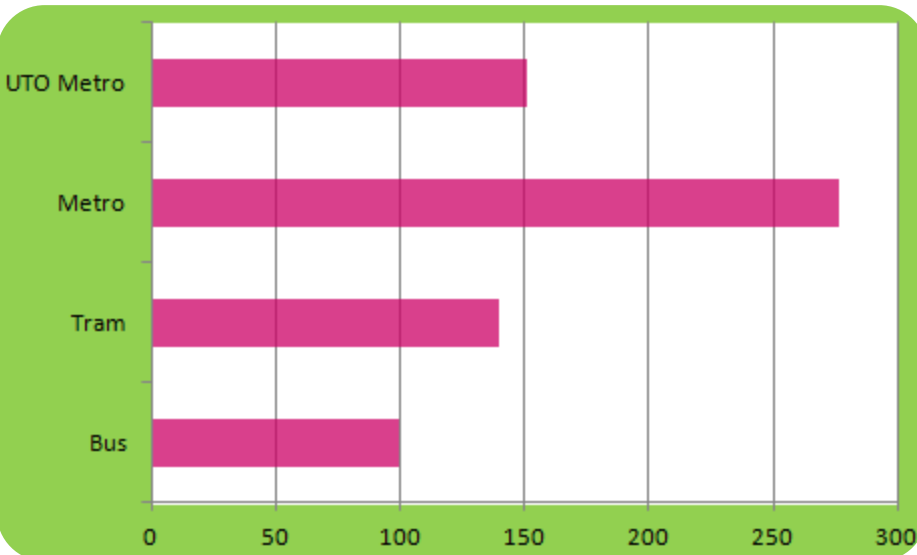
# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

## COSTE DE OPERACION

- En bus, depende principalmente del sueldo del conductor  
En Europa, coste de personal ~65% de opex de bus contra ~45% para metro ligero
- Menos conductores, trenes mas largos  
Conductores para 10,000 pphpd: bus ~90 vs. LRT~30 vs. Metro 10
- A mayor demanda, mayor ventaja para los modos ferroviarios

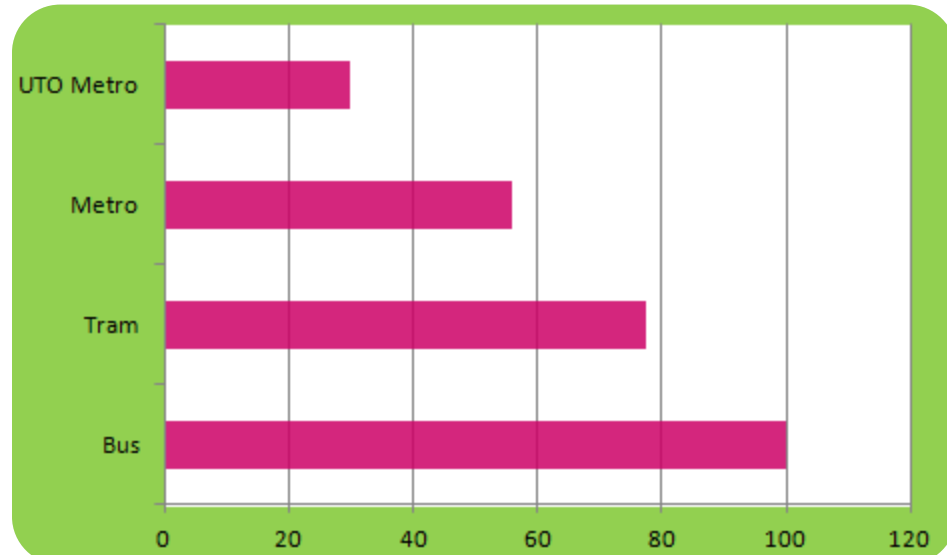
### Coste por vehiculo-km

Index 100 = Bus



### Coste por asiento-km

Index 100 = Bus



# SELECCION MODAL: MAS ALLÁ DE LA CAPACIDAD

Qualitative criteria Systems	Commercial speed (km/h)	Service reliability	Space occupation	Air pollution	Noise in street	Energy consumpt°	City network coverage	Image	CAPEX Costs
Bus	10-20	☹	😊😊	☹	😊	☹	😊😊😊	☹☹	😊😊😊
BRT	15-25	😊	☹	☹	☹	😊	😊😊	😊	😊
LRT	18-35	😊😊	😊	😊😊😊	😊😊	😊😊	😊	😊😊 😊	☹
Metro	30-45	😊😊😊	😊😊😊	😊😊😊	😊😊 😊	😊😊😊	☹	😊😊	☹☹



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

[miryam.hernandez@uitp.org](mailto:miryam.hernandez@uitp.org)