

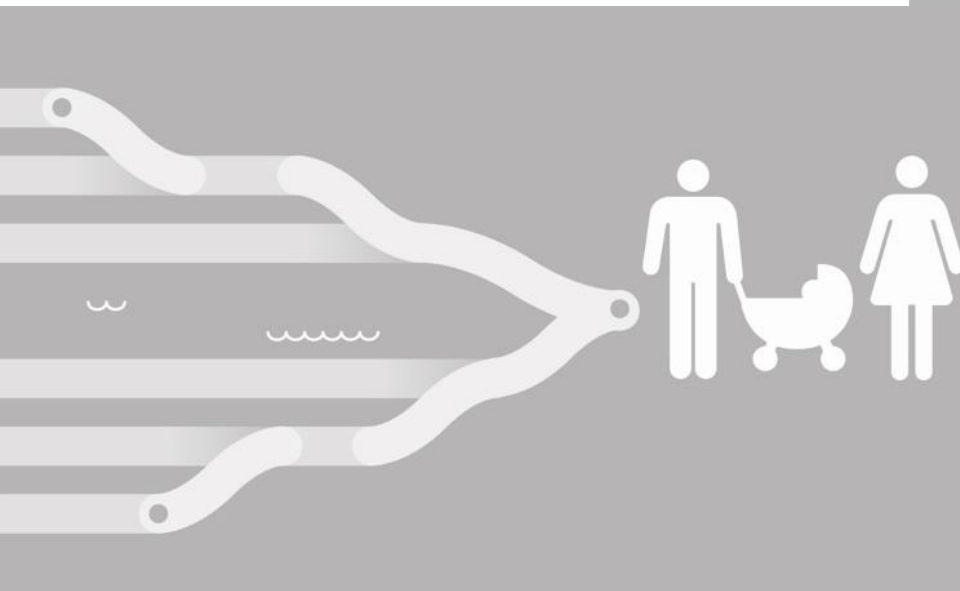


Revisión del  
**PLAN**  
**MOVILIDAD**  
**URBANA**  
**SOSTENIBLE**  
 **ZARAGOZA**



Marzo 2018

# OBJETIVOS GENERALES





# OBJETIVOS



## SEGURA Y SALUDABLE

- **Disminuir el número de vehículos privados** circulando por a ciudad, pero, considerando las necesidades de desplazamientos puerta a puerta.
- **Reducir la contaminación** atmosférica y acústica.
- **Reducir** el número y la gravedad de **los accidentes de tráfico**.



## INTERMODAL

- **Desarrollar un planteamiento Sistémico** entre todos los modos de transporte.
- **Mejorar la intermodalidad** del sistema de transporte público, evitando solapamientos en los servicios y desarrollando una integración tarifaria.
- Facilitar el **intercambio modal** a modos de desplazamiento sostenibles.



## ACCESIBLE

- Garantizar la **Accesibilidad Universal** al Sistema de Movilidad.
- **Reequilibrar y redistribuir** el espacio disponible en la vía pública, poniendo en valor la movilidad no motorizada.
- **Fomentar la equidad social** en el acceso de la ciudadanía al Sistema de Movilidad.



## EFICIENTE

- Desarrollar un **TTE. Público Eficiente**.
- Plantear un modelo eficiente de **Distribución Urbana de Mercancías**.
- Impulsar e incentivar los **vehículos menos contaminantes**.
- Fomentar el uso de **energías limpias y renovables**.
- Aplicar las **Nuevas Tecnologías** en la gestión de la movilidad.

# GENERALES

**IGUALDAD DE GÉNERO**

**MEDIO AMBIENTE**

Aplicables de modo transversal a todos los Objetivos Generales del PMUS Zaragoza

# MODELO DE T.PÚBLICO





# Transporte Público

## Estudios e informes considerados: PMUS 2006-07

### Propuesta de red de tranvía-metro para el año 2015

Tramos de arranque:

- A: Av. De Madrid
- B: Duquesa de Villahermosa y Vicente Berdusán
- C: Fray Julian Garcés y Av. De América

Tramos finales:

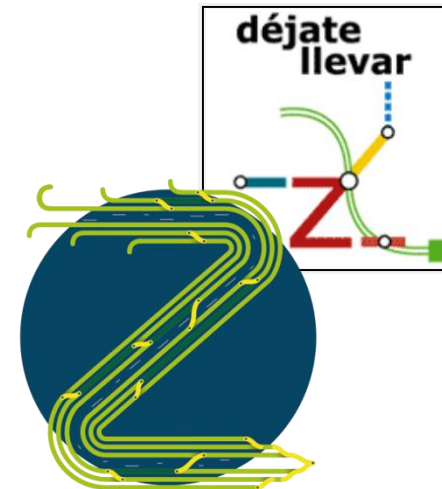
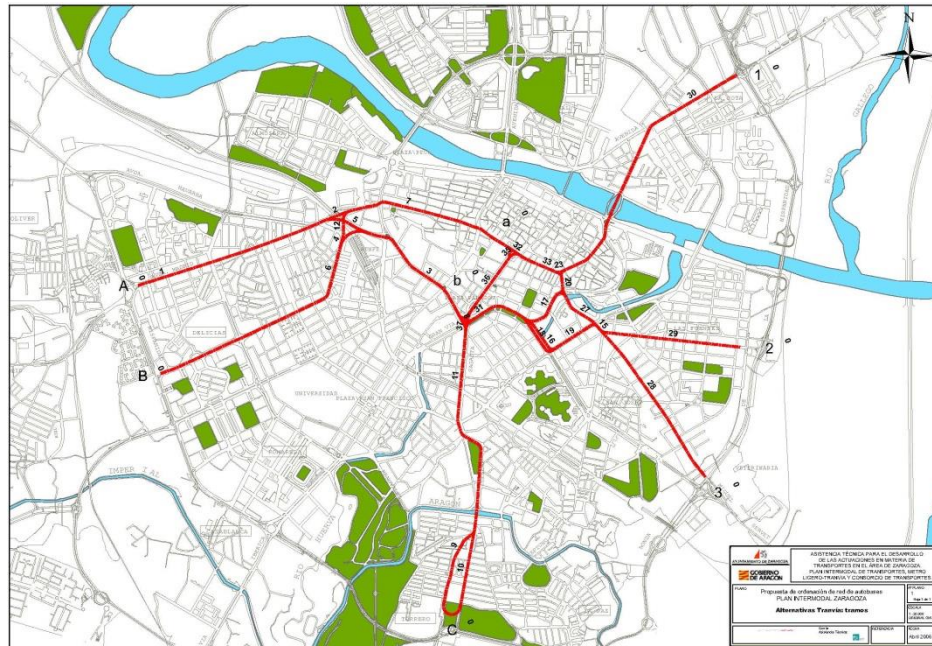
- A: Puente del Pilar y Av. Cataluña
- B: Compromiso de Caspe
- C: Miguel Servet

Componentes de enlace:

- a: Conde de Aranda
- b: P<sup>o</sup> María Agustín

**Tabla 16. Alternativas de red de tranvía-metro ligero para el horizonte 2.015 por tramos de arranque y componentes principales**

Delicias: avenida de Madrid	Delicias: Duquesa de Villahermosa	Torero: avenida de América
Aa1	Ba1	CaA
Aa2	Ba2	CbA
Aa3	Ba3	CaB
Ab1	Bb1	CbB
Ab2	Bb2	C1
Ab3	Bb3	C2

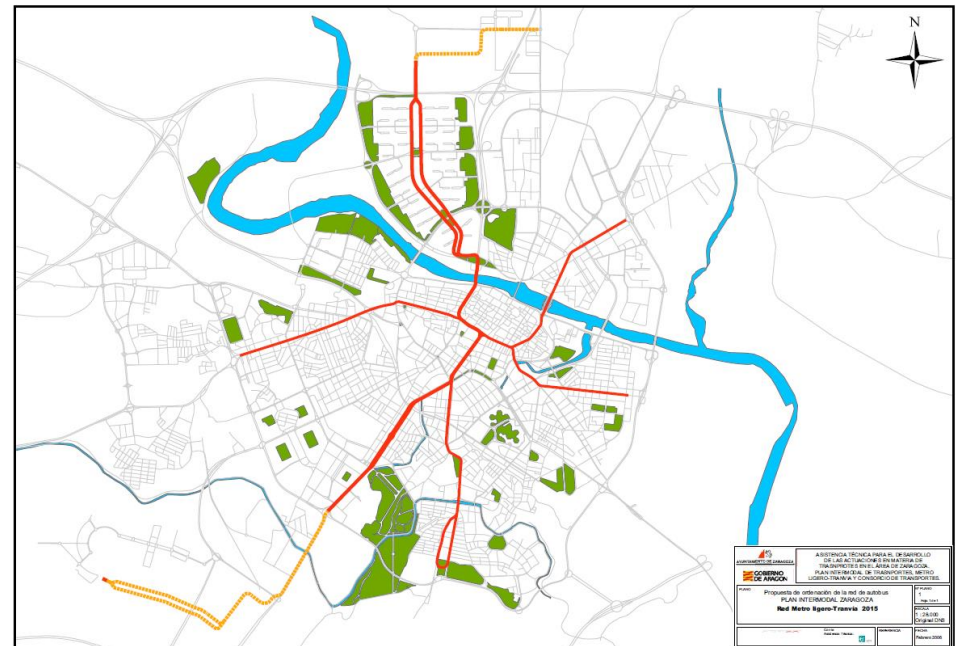
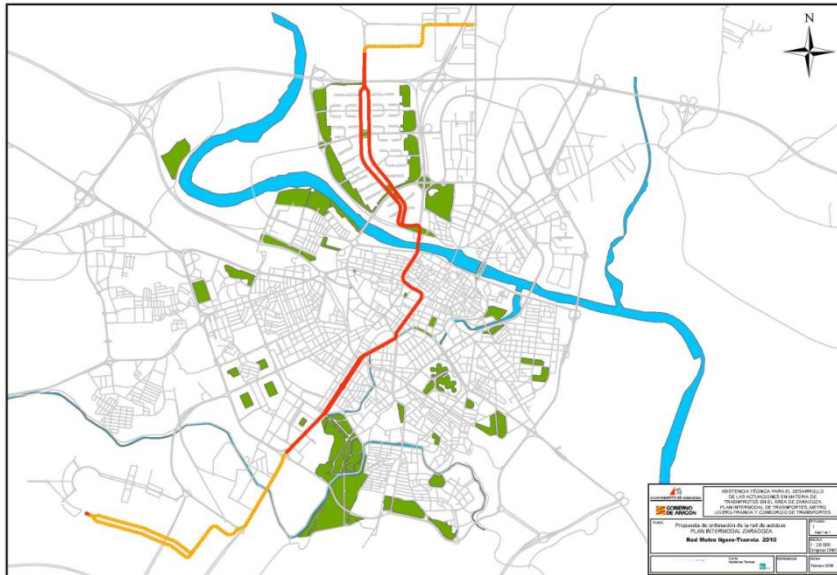




# Transporte Público

Estudios e informes considerados: PMUS 2006-07

Conclusión: Red Propuesta para 2010 y 2015

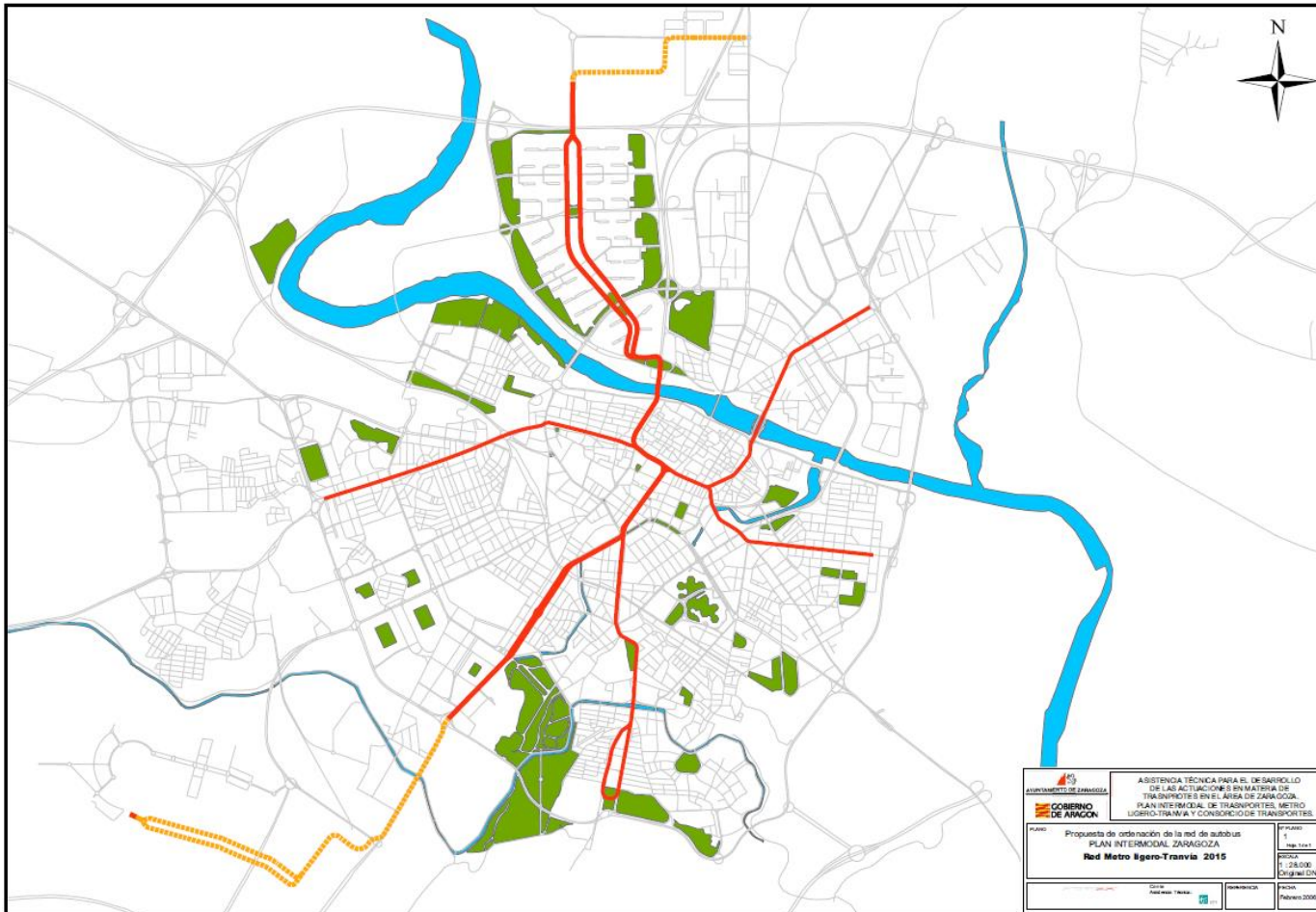




# Transporte Público

Estudios e informes considerados: PMUS 2006-07

Conclusión: Red Propuesta para 2015



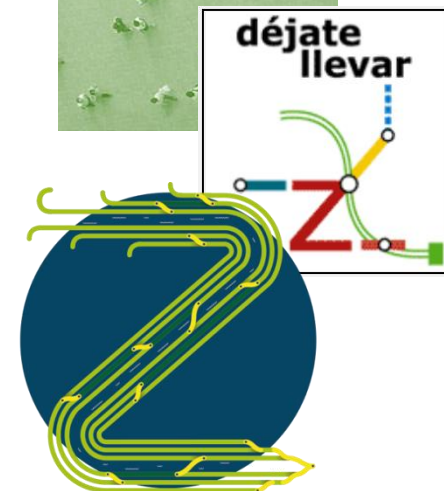


# Transporte Público

Estudios e informes considerados: PMUS 2006-07

## Conclusión: Red Propuesta para 2015

- La propuesta de red y servicios ferroviarios de cercanías, en razón de su mayor rigidez, debe acompañar una red de tranvías – metro ligero.
- La primera a desarrollar sería línea Norte-Sur → anteproyecto en fase de ejecución.
- El trazado de la línea Norte – Sur, del tranvía – metro ligero, es idóneo para desarrollar una red más amplia, a partir de diferentes alternativas.
- Aquellas otras alternativas que pudieran precisarse requerirán, para su entrada en funcionamiento, plazos superiores, y teniendo en cuenta los volúmenes de inversión se situarían en el año 2015.
- La definición de esta red completa si bien debe basarse en el volumen de demanda, en relación con la inversión y los gastos aparejados, también debe considerar:
  - el favorecer la consolidación de áreas peatonales
  - incentivar el calmado de tráfico
  - aumentar y mejorar la accesibilidad, así como la conectividad metropolitana, la capacidad y complementariedad del sistema, y la permanencia en él.



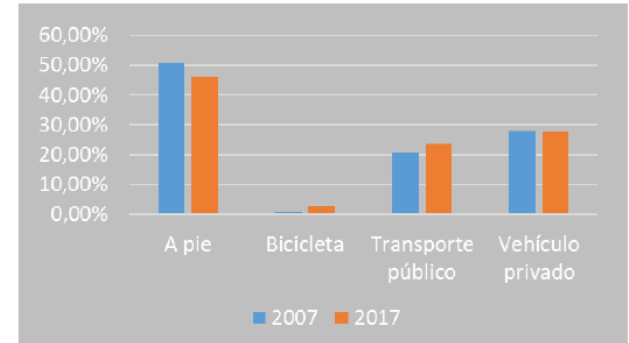




# Reparto Modal EDM realizadas

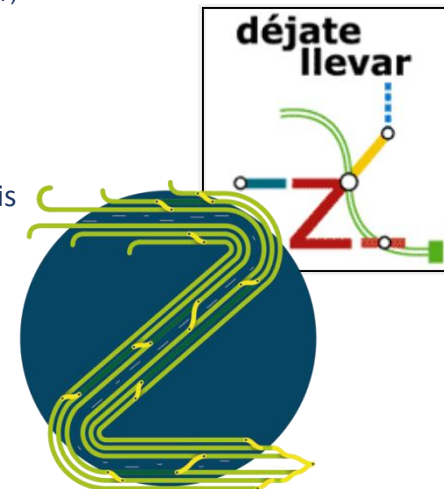
## Evolución y situación actual:

MODO PRINCIPAL	2007		2017	
	Nº viajes diarios	%	Nº viajes diarios	%
A pie	864.358	50,5%	794.060	45,9%
Bicicleta	15.740	0,9%	50.170	2,9%
Transporte público	353.648	20,7%	410.053	23,7%
Vehículo privado	475.465	27,8%	475.321	27,5%
Total	1.710.922	100,0%	1.729.604	100,0%



\* En los viajes a pie del año 2007 se han descontado aquellos con duración inferior a 5 minutos, para ser comparable el dato con el del 2017, cuya consideración es igual.

- Resultados 2007 → EDM del Ayuntamiento de Zaragoza, Informe Agosto 2008.
- EDM 2017 → 13.113 encuestas realizadas; 10 años de diferencia entre ambas; Expo 2008; crisis económica de por medio; nuevos sistemas de Transporte (BIZI, Tranvía L1)
- Leve incremento en el número total de desplazamientos
- Aumento del porcentaje de T.Público (20,7% → 23,7%) y de Bicicleta (0,9% → 2,9%).
- Estabilización V.Privado (27,8% → 27,5%). Pequeño descenso del modo A Pie (50,5% → 45,9%)





# Transporte Público

## Evolución y situación actual:

Año	BIZI	Tranvía	Cercanías	Autobús P	Autobús U	Total
2014	2.867.388	26.869.683	298.100	3.866.309	88.478.692	122.385.072
2015	2.124.199	27.578.757	292.100	3.608.322	87.993.125	121.304.403
2016	2.125.475	27.963.700	299.300	3.629.235	80.659.078	114.676.788
2017	2.134.874	28.236.574	296.500	3.784.007	88.989.785	123.441.740



- Estabilidad número global de desplazamientos realizados en Zaragoza (121-123 Mill./año), salvo años atípicos: 2008, Expo; y 2016, huelga autobuses.
- BIZI y Tranvía → crecimiento desde su puesta en marcha.
- Autobús urbano en 2017 ha recuperado sus niveles de demanda anteriores a la huelga finales 2015-principios 2016 → recuperación de la confianza en el sistema.
- Buena percepción del TP por parte de los usuarios
- Cercanías → demanda estable





# Transporte Público

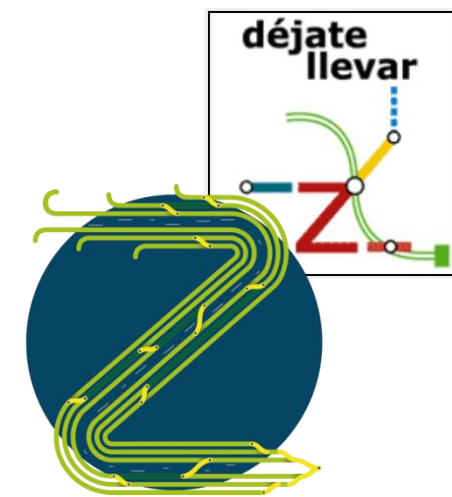
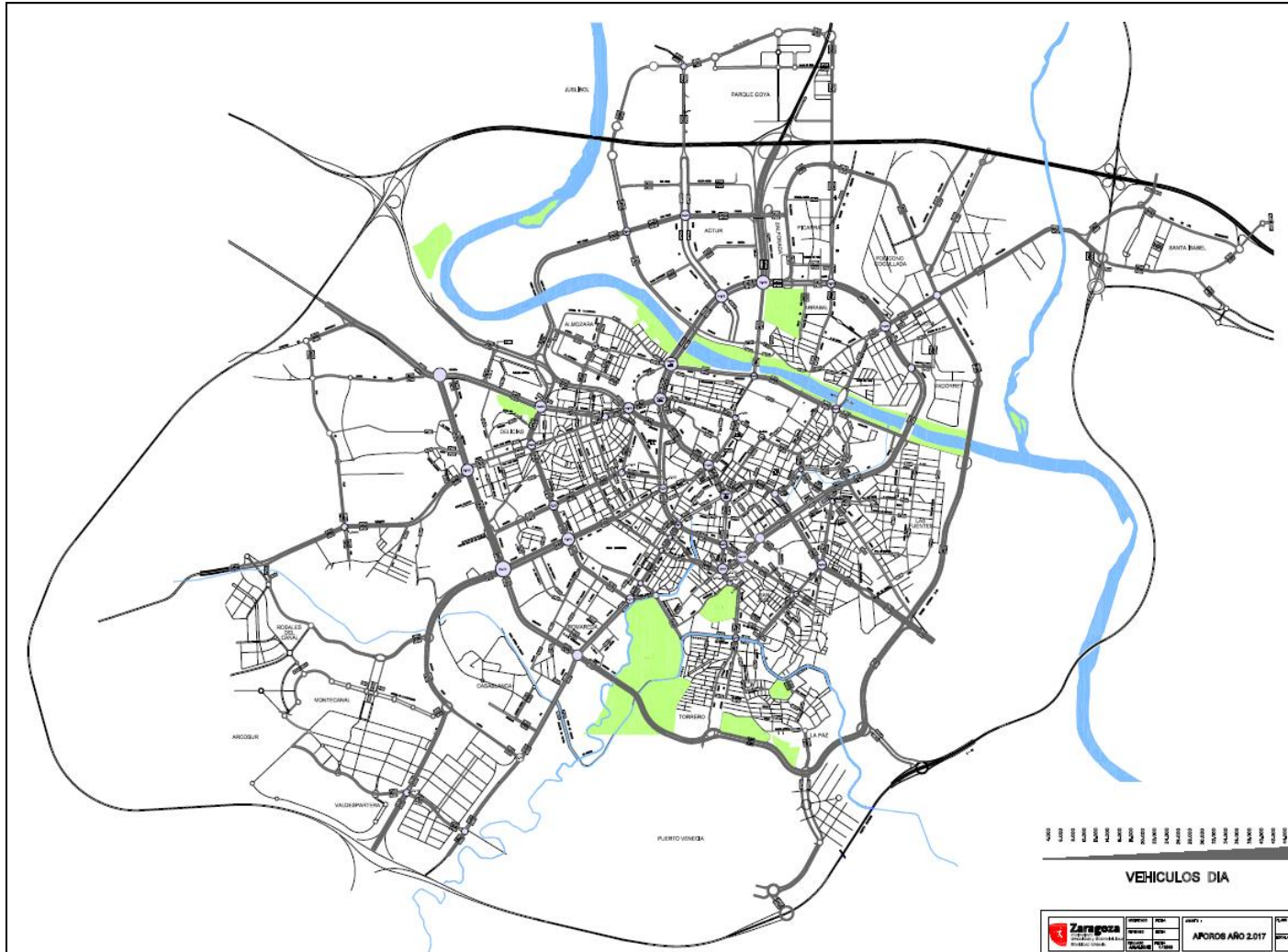
## PROPIEDADES DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE SOSTENIBLE:

- Se parte de la base que todo sistema de transporte colectivo se fundamenta en tres pilares básicos:
  - Desarrollo económico
  - Protección ambiental
  - Equidad social
- Por otro lado, las principales Expectativas de un sistema de transporte colectivo sostenible son:
  - Dar acceso a los bienes y servicios de modo económico
  - Proteger el medio ambiente y limitar las externalidades
  - Se accesible y asequible para todos los usuarios del sistema
- Por tanto, los objetivos para la selección de modos públicos de una red de transporte colectivo son:
  - 1.- Ser accesible
  - 2.- Favorecer la disminución de la congestión y otras externalidades
  - 3.- Reducir el consumo de energía en los desplazamientos, ser eficiente (confort y velocidad VS consumo)
  - 4.- Contemplar los costes de construcción y mantenimiento, y adecuar la inversión a la realidad del sistema
  - 5.- Hacer uso de las tecnologías más adaptadas
  - 6.- Conseguir rapidez y fiabilidad contemplando el confort del usuario y la seguridad
  - 7.- Ser sostenible, desde su origen y durante su esperanza de vida
  - 8.- Ser robusto y resiliente ante las contingencias



# Transporte Público

Situación Actual PMUS 2017-18 → Ejes principales de demanda: Norte-Sur y Este-Oeste

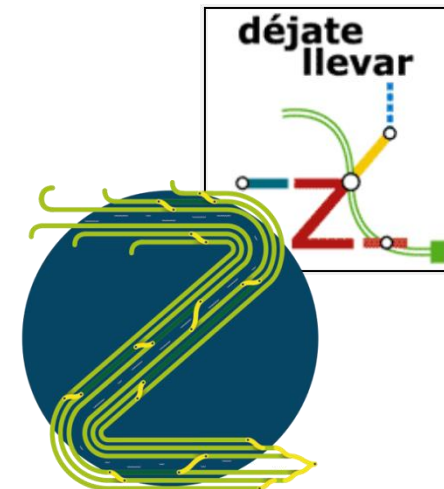
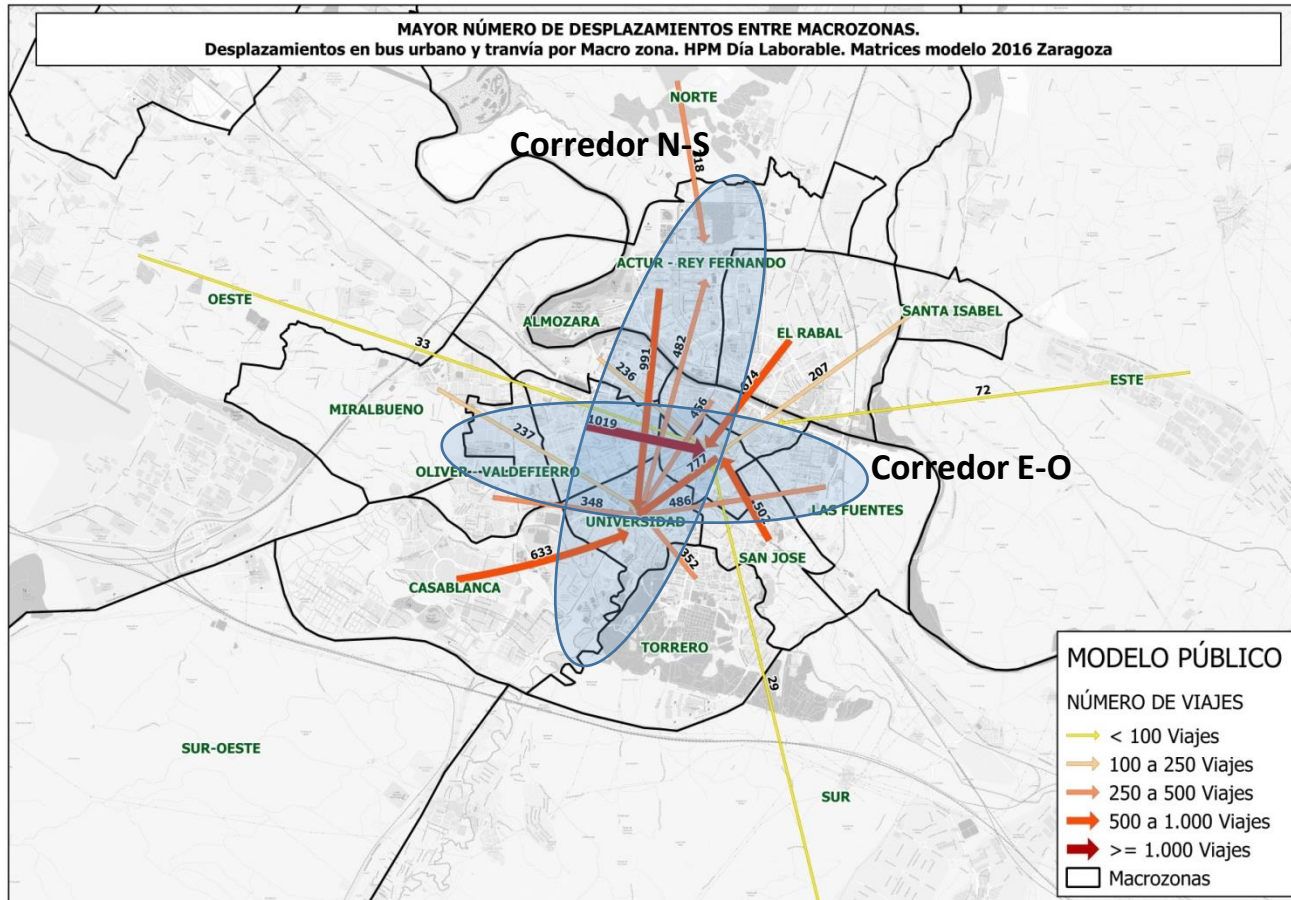




# Transporte Público. Adecuación a la demanda

Situación Actual PMUS 2017-18 → incremento del % de uso del TP (del 20% al 24%)

Ejes principales de demanda: Norte-Sur y Este-Oeste

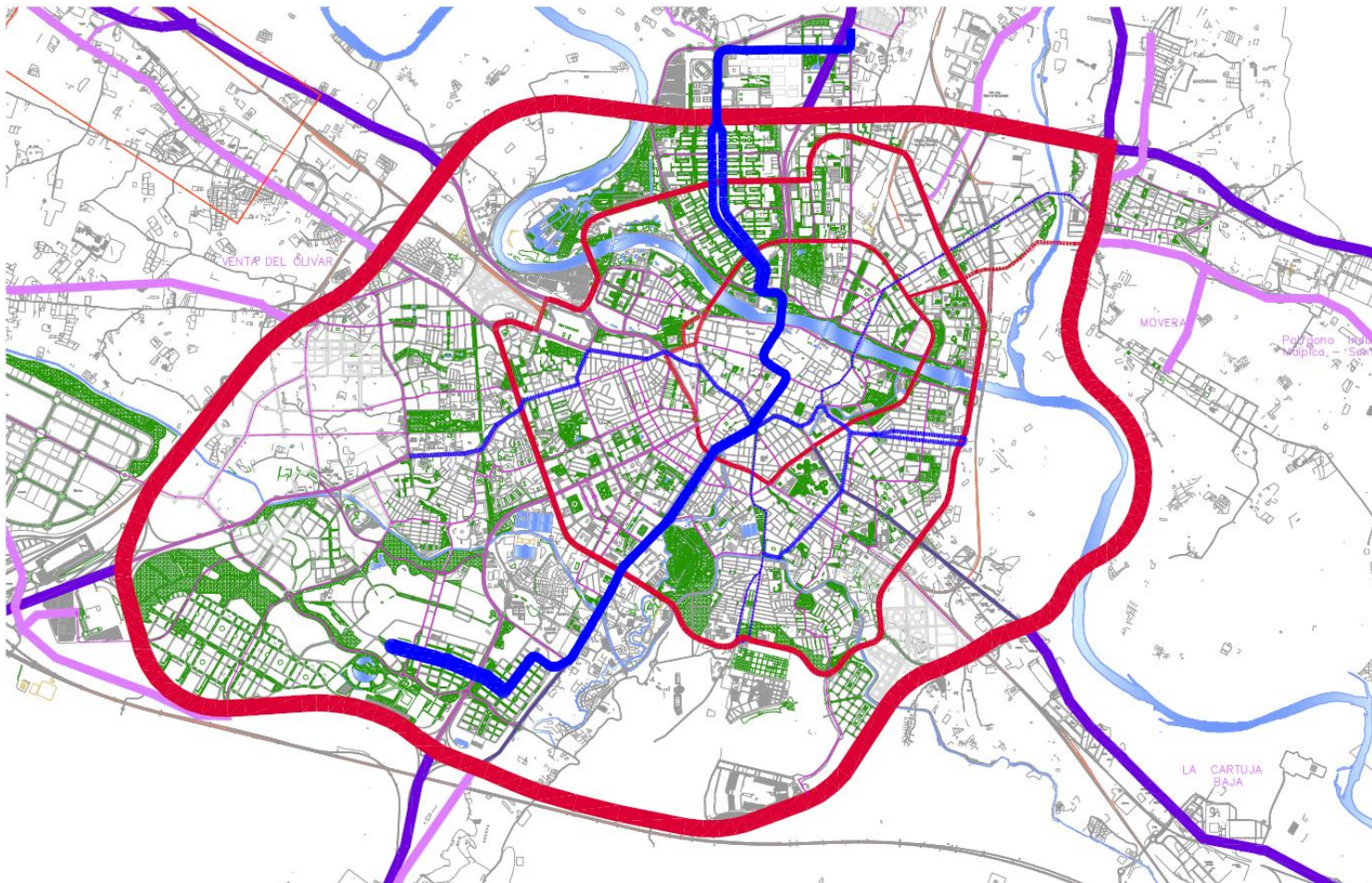




# Transporte Público. Adecuación a la demanda

Situación Actual PMUS 2017-18 → consolidación de una Red de Alta Capacidad

Complementada con una nueva jerarquía y malla básica

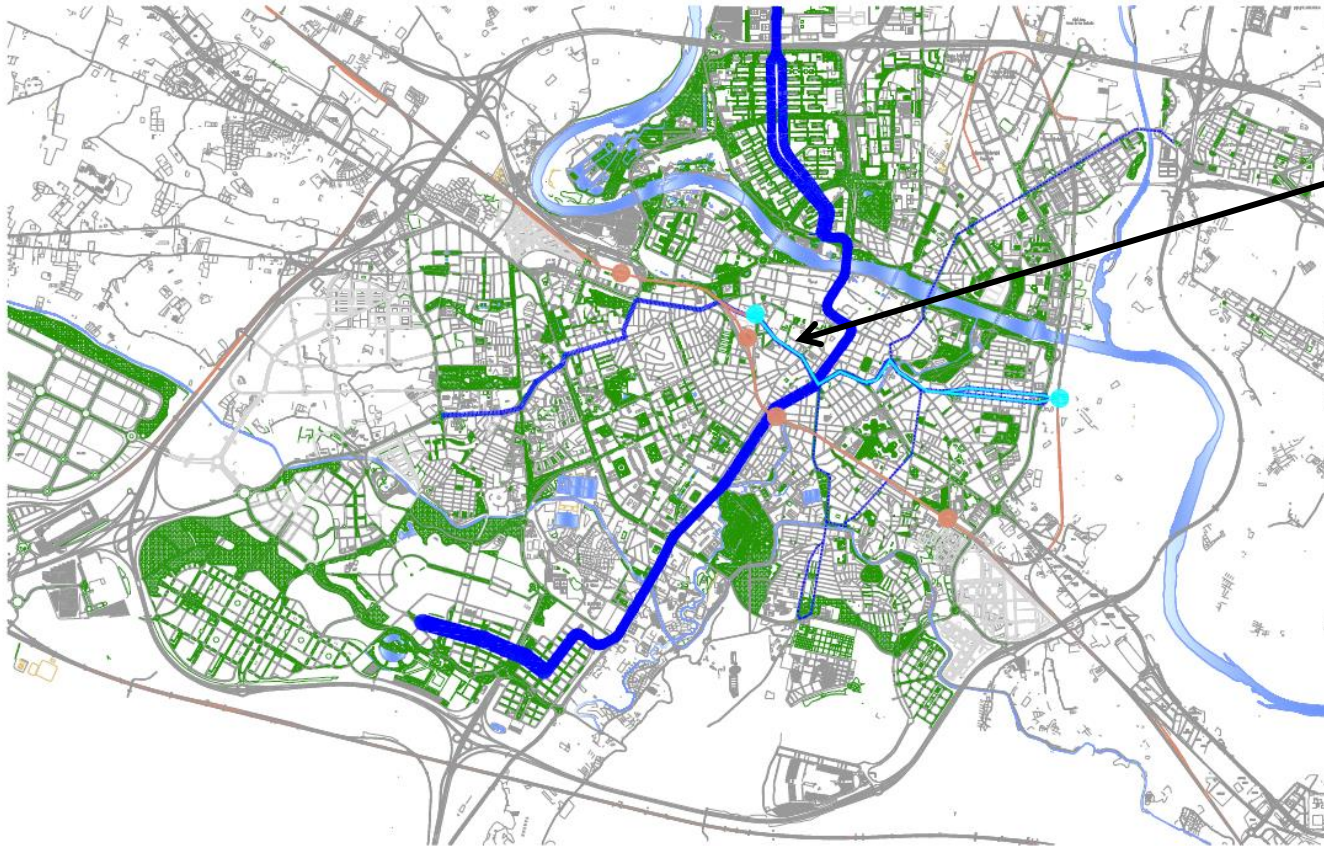




# Transporte Público. Adecuación a la demanda

Situación Actual PMUS 2017-18 → consolidación de una Red de Alta Capacidad

## - Propuesta de línea de Tren-Tram



- Conexión de la red ferroviaria con la línea 2 del tranvía desde Paseo María Agustín hasta Las Fuentes.
- Frecuencia de paso intercalada y ajustada a la de la línea 2 del Tranvía.
- (\*) Esta propuesta se encuentra dentro del marco del programa comunitario europeo "Linking Zaragoza", a iniciativa política.



# Transporte Público. Adecuación a la demanda

## DEMANDA POTENCIAL EN LOS CORREDORES DE ALTA CAPACIDAD 2007 Y 2017. MILLONES USUARIOS ANUALES - Adecuación de la oferta a la demanda

- Demanda estimada por alternativas – PMUS 2007:

**Tabla 23. Demanda potencial diaria y anual por alternativa**

Alternativas A	Diaria	Anual	Alternativas B	Diaria	Anual	Alternativas C	Diaria	Anual
Aa1	48.997	13.719.372	Ba1	30.296	11.002.844	CaA	68.325	19.131.085
Aa2	46.026	12.887.301	Ba2	36.631	10.256.777	CbA	55.445	15.524.555
Aa3	45.738	12.808.630	Ba3	38.195	10.694.585	CaB	56.108	15.710.135
Ab1	53.502	14.980.652	Bb1	36.518	10.224.917	CbB	38.315	10.728.204
Ab2	43.504	12.181.165	Bb2	28.277	7.917.555	C1	33.589	9.404.852
Ab3	44.851	12.558.270	Bb3	28.231	7.904.633	C2	19.954	5.587.003

- Demanda anual estimada por alternativas – Estudio Viabilidad L2 - 2017:

ALTERNATIVA	COCHES (*)	BUS	TRANVÍA	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
<b>Situación Actual</b>					
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	26.848.118	
<b>Alternativas sin extensión</b>					
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	45.136.948	29.411.382	15.725.565
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	48.610.575	30.801.916	17.808.659
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	48.553.822	30.073.088	18.480.734
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	45.106.227	28.583.309	16.522.918
<b>Alternativas con extensión (**)</b>					
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	46.313.607	29.458.464	16.855.143
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	49.787.235	30.848.997	18.938.238
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	49.730.481	30.120.169	19.610.312
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	46.282.887	28.630.390	17.652.496

- Las dos alternativas finalistas, la 2A y la 3A, a partir del total de viajeros anuales, entre 18,9 y 19,6 millones de viajeros, suponen una demanda superior a los 60.000 viajeros/día laboral medio (considerando un factor de 280 días laborales medio/año), y superior a los 5.000 viajeros/Hora Punta (HP) (considerando alrededor del 9%-10% del total diario) → la oferta del servicio de Transporte Público propuesto debe tener capacidad suficiente, en número de plazas por unidad y por frecuencia de paso, para cubrir esta demanda diaria y en HP.

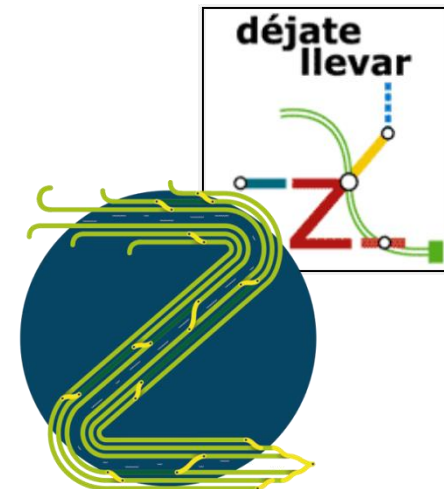




# Transporte Público. Adecuación a la demanda

## CONSIDERACIONES para la IMPLANTACIÓN de CORREDORES de ALTA CAPACIDAD

- El volumen de demanda a abastecer en los corredores principales implica la necesidad de implantar plataformas reservadas y adecuar la selección del material móvil.
- El uso de plataformas reservadas es una solución a la conjunción de vehículos de TP con obstáculos en el viario, principalmente filas dobles
- Actúan como “efecto barrera” para los tráficos de penetración y de paso
- Permiten implantar sistemas de priorización semafórica, en dichas plataformas, que disminuyen los tiempos de recorrido
- Fundamental la elección del material rodante para un corredor de transporte público de alta capacidad → Tranvía, BRT (Bus Rapid Transit), trolebús, estos dos últimos mediante autobuses articulados o biarticulados
- Factores para la elección del material rodante:
  - al tratarse de un transporte en superficie, lleva asociado un componente estratégico para la imagen de calidad del transporte público de la ciudad
  - La ejecución de obra de la plataforma reservada es similar, con independencia del modo seleccionado, ya que supone realizar una segregación viaria y una reserva de espacio público, con una disminución de la capacidad para el vehículo privado que incentive el uso del TP y que mejore la velocidad comercial del transporte colectivo, y por tanto reduzca el coste temporal en los desplazamientos.
  - La implantación de la línea 1 de tranvía marca un antecedente del tipo de modelo por el que se ha apostado en Zaragoza: unidades de 33 m (5 módulos) ampliables a 43 m (7 módulos)



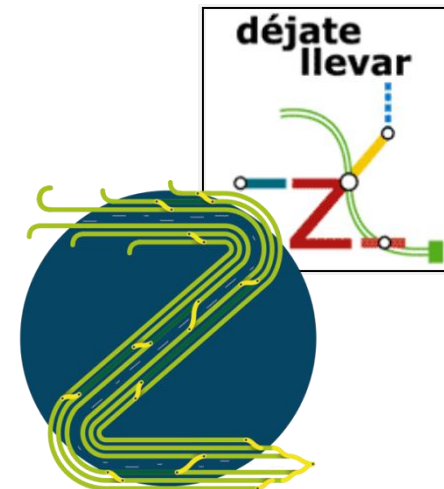


# Transporte Público

Situación Actual PMUS 2017-18 → consolidación de una Red de Alta Capacidad  
Complementada con una nueva jerarquía y malla básica

## CONSIDERACIONES

- Otros factores a tener en cuenta:
  - **Sostenibilidad ambiental** → la selección más adecuada es un material móvil sin emisión de gases (tracción eléctrica), bajo consumo energético (pax/km) y con menor impacto acústico, dando cumplimiento a las iniciativas medioambientales recogidas en la Agenda 21 adoptada por muchas ciudades, entre ellas Zaragoza
  - **Adaptable a la demanda** → adaptabilidad por módulos, a igual frecuencia, pudiendo incrementar el número de plazas ofertadas según crezca la demanda a medio y largo plazo
  - **Confort del viajero** → disponiendo de espacios de entre 3,5-4 pax/m<sup>2</sup>, sistemas embarcados, máquinas expendedoras, sistemas de información al usuario, cámaras de seguridad, impacto de rodadura cero, impacto por bacheo cero
  - **Seguridad de marcha y Seguridad vial** → trayectorias: sistemas guiados VS sistemas libres
  - **Accesibilidad y estaciones** → sistemas de rampas inclinada VS a nivel; sistemas de plataformas tanto para tranvía (reservada) como para BRT o trolebus (reservada o compartida) → inversión similar



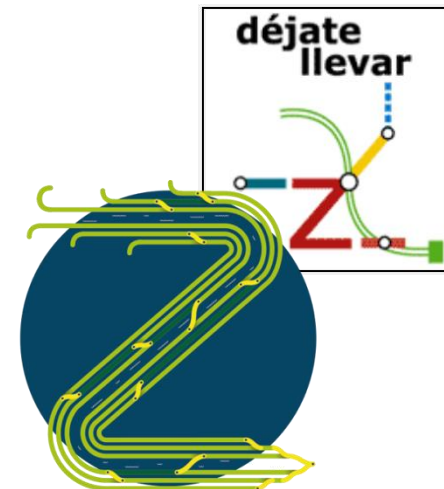


# Transporte Público

Situación Actual PMUS 2017-18 → consolidación de una Red de Alta Capacidad  
Complementada con una nueva jerarquía y malla básica

## CONSIDERACIONES

- Otros factores a tener en cuenta:
  - **Prioridad semafórica** → para conseguir velocidades comerciales competitivas y ahorros de tiempos de viaje es necesario disponer de sistemas de prioridad semafórica, lo cual implica un sistema de plataforma reservada en todos los recorridos y modificación de las intersecciones.
  - **Puntualidad del servicio** → plataformas reservadas
  - **Vida útil del material rodante** → autobuses: 15-20 años / tranvía: 35 años
    - Buses híbridos: cambio de batería a los 8 años





# Transporte Público

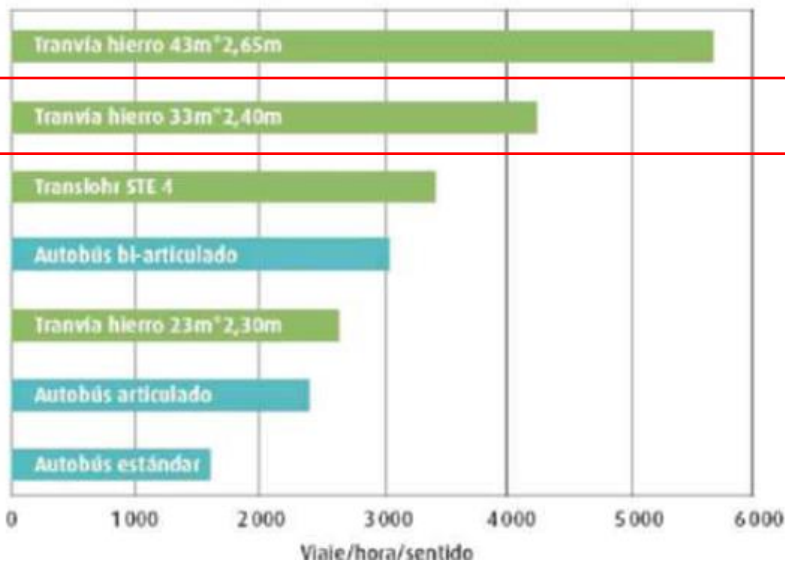
## ANÁLISIS MULTICRITERIO

### Alternativas de modos en corredores de Alta Capacidad.

Adecuación a la demanda y a sus posibilidades de crecimiento, partiendo de dos premisas:

- prioridad semafórica y carril reservado.

Capacidad máxima de los materiales (4 pers./m<sup>2</sup> - frecuencia de min.) (fuente: Certu)



Fuente: CERTU (<http://urbact.eu/certu>)

- **FACTORES PARA LA ELECCIÓN DEL MATERIAL RODANTE:**
- Considerando entre 3,5 y 4 personas por m<sup>2</sup>:
  - Bus estándar: 100-120 plazas
  - Bus articulado: 120-140 plazas
  - Bus bi-articulado: 166-180 plazas
  - Tranvía composición simple: 194-272 plazas (5 módulos-7 módulos)
  - Tranvía composición doble: 388-544 plazas (5 módulos-7 módulos)
- Un autobús articulado necesitaría una frecuencia menor a los 5 minutos para dar servicio a la demanda teórica supuesta (mayor a 60.000 viajeros/día)
- Por tanto, dada la demanda diaria y en hora punta del año base, solo se han de considerar por su capacidad de plazas: **Bus Bi-articulado, Trole-Bus Bi-Articulado o Tranvía.**



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo)

- ACCESIBILIDAD: en relación a la existencia o no de paradas a nivel o adecuación de un sistema de rampas.

MODO	ACCESIBILIDAD
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5





# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo)

- INTEGRACIÓN URBANÍSTICA: en el entorno, siempre que se adecúe una plataforma reservada dentro del sistema completo de transporte.

MODO	INTEGRACIÓN URBANÍSTICA
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5





# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo)

- CONFORT: en marcha de los viajeros, existencia o no de efecto bache, nivel de balanceo, nivel de rodadura del material, espacio interior,... entre otros aspectos a considerar.

MODO	CONFORT
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5



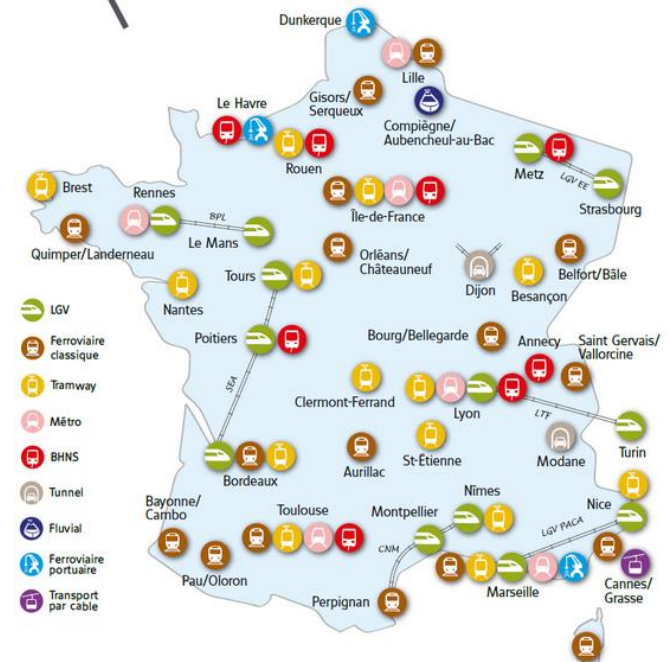


# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo)

- GRADO DE ÉXITO EN OTRAS CIUDADES: teniendo en cuenta su puesta en servicio en otras ciudades tanto españolas como europeas, en cuanto a su integración en el sistema y grado de satisfacción de los usuarios (ej, España y Francia). Según información facilitada por la empresa Vanhool ([sales.bc@vanhool.be](mailto:sales.bc@vanhool.be)), en el caso del Bus Bi-Articulado eléctrico puro ahora mismo solo hay 2 unidades en la ciudad de Hamburgo, que operan desde 2016; por otro lado, el Bus Bi-Articulado híbrido es el más probado hasta la fecha en otras ciudades europeas. Este hecho condiciona las puntuaciones siguientes:

MODO	GRADO ÉXITO EN OTRAS CIUDADES (España y Europa)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	5
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	1
Trole-Bus Bi-Articulado	3
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5







# Transporte Público

## TOTAL MULTICRITERIO (cualitativo)

MODO	CUALITATIVOS (1 a 5 máximo)					TOTAL
	ACCESIBILIDAD	INTEGRACIÓN URBANÍSTICA	CONFORT	GRADO ÉXITO EN OTRAS CIUDADES (España y Europa)		
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4	4	4	5	17	
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4	4	4	1	13	
Trole-Bus Bi-Articulado	4	4	4	4	16	
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5	5	5	5	20	





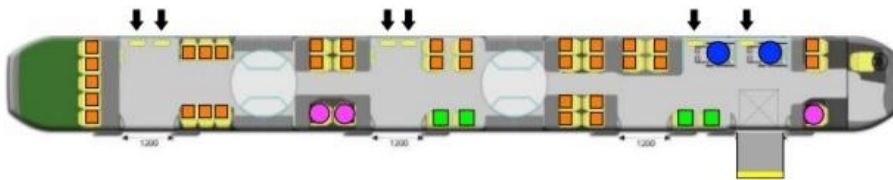
# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (TRACCIÓN): la selección más adecuada es un material móvil sin emisión de gases (tracción eléctrica), bajo consumo energético (pax/km) y con menor impacto acústico, dando cumplimiento a las iniciativas medioambientales recogidas en la Agenda 21 adoptada.

MODO	TRACCIÓN	LONGITUD (metros)	GRADO DE OCUPACIÓN (pax/m <sup>2</sup> )	PLAZAS OFERTADAS	CAPACIDAD VIAJERO/SENTIDO	CAPACIDAD ANUAL VIAJEROS
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	Híbrida	25	3,5	166-180	3.000	1.716.000
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	Eléctrica	25	3,5	166-180	3.000	1.716.000
Trole-Bus Bi-Articulado	Eléctrica	25	3,5	166-180	3.000	1.716.000
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	Eléctrica	33	3,5	194-272	4.100	2.304.200

- CAPACIDAD ANUAL DE VIAJEROS: como se aprecia, en cuanto a número de plazas ofertadas el tranvía puede desplazar un mayor número de viajeros al año.



- 40 seients: 3 tipus "Jumbo" i 6 plegables
- 124 places dempeus: 5 pax/m<sup>2</sup>
- 4 places PMR
- 2 places per a cadira de rodes
- 1 rampa automàtica a la porta davantera

MODO	TRACCIÓN	CAPACIDAD ANUAL VIAJEROS
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	0	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	2	4
Trole-Bus Bi-Articulado	5	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5	5





# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- ACCIDENTALIDAD: atendiendo a los últimos datos anuales oficiales de 2017, considerando los accidentes en los que se hay visto involucrado algún vehículo de transporte público en Zaragoza, consideramos el total respecto al nº de pasajeros transportados.

ACCIDENTALIDAD 2017 – Zaragoza	Pasajeros anuales	Accidentes totales	Accidentes por M pasajeros	Accidentes por M pasajeros (de 1 a 5)
Autobuses Urbanos	88.989.785	116	1,30	3
Tranvía	28.236.574	15	0,53	5

- SEGURIDAD: en el caso de utilizar plataformas reservadas, podemos suponer que se minimice de alguna forma si bien, al tener menor capacidad de plazas, el número de vehículos circulando sería mayor (mayor frecuencia), por lo que la probabilidad también sería algo mayor. De tal forma que la puntuación quedaría como sigue.

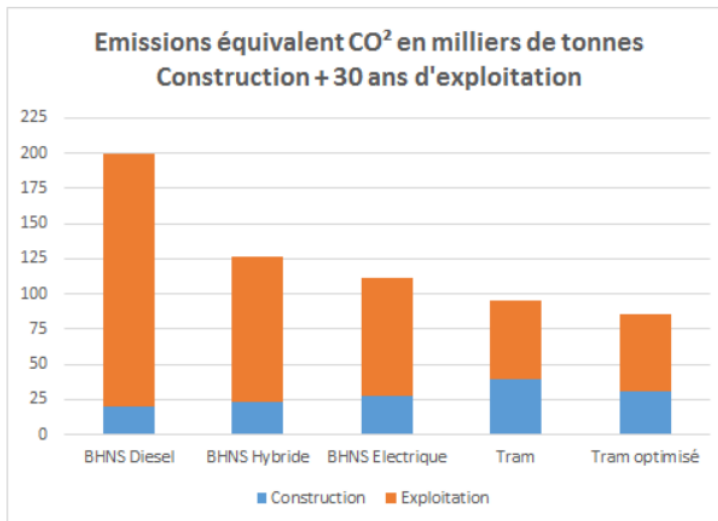
MODO	SEGURIDAD (accidentes/pax)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- EMISIONES EQUIVALENTE CO<sub>2</sub> (en Mill. De toneladas): considerando la fase de construcción y la suma de 30 años de explotación (fuente: <http://transporturbain.canalblog.com>).
- Los resultados están basados en un estudio de Alstom, posterior a la publicación del estudio de TTK y KCW para la FNAUT (Fédération Nationale des Associations d'Usagers des Transports), asociada con la firma Carbone 4, para evaluar la huella ambiental global (construcción y operación) de los dos modos. Siendo Francia uno de los países de Europa donde, en comparación con España, más sistemas de BHNS están implantados.



MODO	EMISIONES EQUIVALENTES (M Tn CO <sub>2</sub> / construcción y explotación)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	2
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- EFICIENCIA ENERGÉTICA LOCAL (KW / pax): el consumo energético local del material rodante, en los tres casos eléctricos es similar, si bien, atendiendo al número de pasajeros que pueden ser transportados por unidad, es ligeramente más eficiente el tranvía al poder transportar más pasajeros por unidad (194 pax frente a 166 pax), en composición simple.

MODO	EFICIENCIA ENERGÉTICA LOCAL (KW / pax)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	3
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5

- COSTES DE CONSTRUCCIÓN E INVERSIÓN (M€/ Km): en el caso del eje Este-Oeste, dada una longitud de la línea de 11,07 Km, se estima un coste de construcción de 13,82 M€/Km y un coste de inversión de 18,11 M€/Km (sin IVA). Estos costes incluyen la regeneración integral de la sección viaria. Dado que con ambos materiales rodantes la ejecución de la plataforma reservada sería similar, los costes se asumen iguales. En relación al coste de inversión por servicios afectados, la sobrecarga del material móvil no determinaría la modificación de servicios.

MODO	COSTES CONSTRUCCIÓN (M euros/KM)	COSTES INVERSIÓN (M euros/KM)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	3	3
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	3	3
Trole-Bus Bi-Articulado	3	3
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	3	3



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- ELECTRIFICACIÓN (M€):** para el eje Este-Oeste, el coste para el tranvía sería de unos 11,8 M€, mientras que en el caso del autobús biarticulado, suponiendo dos pantógrafos en cabecera que de servicio para unos 10-11 Km, el coste sería de unos 0,6 M€, a los que habría que sumar las acometidas necesarias y sistemas auxiliares, siempre asumiendo un sistema de carga por oportunidad. Por tanto, hay que considerar la inversión en electrificación en carga por oportunidad.

MODO	ELECTRIFICACIÓN (M euros)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	5
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	3
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	3

- COSTES DE SISTEMA DE PRIORIDAD SEMAFÓRICA, SISTEMAS DE COMUNICACIÓN EN PARADAS:** son similares en ambos sistemas en cuanto a costes, por lo que su valoración numérica no supone diferencias.

MODO	PRIORIDAD SEMAFÓRICA (M euros)	COMUNICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN (M euros)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	3	3
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	3	3
Trole-Bus Bi-Articulado	3	3
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	3	3



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- COSTES MATERIAL MÓVIL (M€):** para el eje Este-Oeste, en base a los cálculos de demanda estimados diarios (> 60.000 pasajeros día medio laboral), a las capacidades de plazas (194 Tranvía, 166 Bus Bi-Articulado) y a las frecuencias necesarias para dar servicio, se consideran 12 unidades de material para el Tranvía (11 + 1 de reserva) (3,08 M€/unidad), y 15 unidades para el bus biarticulado (13 + 2 de reserva) (1,5 M€/unidad). Esto supone unos costes totales de material móvil de 37 M€ en el caso del tranvía; 22,5 M€ en el caso del bus bi-articulado eléctrico; y 15 M€ en el caso del bus bi-articulado híbrido.

MODO	MATERIAL MÓVIL TOTAL (M euros)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	5
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	3

- VELOCIDAD COMERCIAL (Km/h):** son similares en ambos sistemas, con pequeñas diferencias. En el caso del bus biarticulado, velocidades comerciales entre 13-16 Km/h (se considera efecto acordeón), mientras que en el caso del tranvía entre 15-20 Km/h.

MODO	VELOCIDAD COMERCIAL (Km/h)
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO DE FRECUENCIAS:** ante aumentos puntuales, o prolongados de la demanda, sobre todo en períodos de hora punta, las capacidades de plazas ofertadas del material móvil (166 plazas Bus Bi-Articulado VS 194 plazas Tranvía (en composición simple)) condiciona la posibilidad de mantener las frecuencias de paso.

MODO	CAPACIDAD MANTENIMIENTO FRECUENCIAS
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	3
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	3
Trole-Bus Bi-Articulado	3
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5

- POSIBILIDAD ADECUACIÓN A DEMANDA FUTURA:** de igual forma, hay que tener en cuenta los posibles crecimientos de la demanda durante los 35 años de explotación. Al respecto, el Bus Bi-Articulado y el Trole-Bus Bi-Articulado deberían aumentar sus frecuencias de paso, si bien éstas están acotadas a valores de 3-4 minutos, mientras que el Tranvía tiene la posibilidad de mantener la misma frecuencia cambiando de la composición simple (de 5 a 7 módulos, pasando de 194 plazas a 272 plazas), incluso pasando de composición simple a composición doble, duplicando estas plazas. En el caso de los autobuses o trolebuses bi-articulados, en el año 12 con la prognosis de crecimiento estimada en la línea 2 del tranvía, no serían capaces de dar servicio, y a esa edad ni siquiera está amortizado el material móvil, lo cual les penaliza.

MODO	POSIBILIDAD ADECUACIÓN A DEMANDA FUTURA
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	0
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	0
Trole-Bus Bi-Articulado	0
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5





# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cuantitativo)

- FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA:** ante contingencias encontradas en el viario (vehículo ocupando plataforma, etc.). En el caso del Bus Bi-articulado, al no estar condicionado por un sistema guiado o de vías, es más flexible a la hora de poder salir y volver a entrar en la plataforma. En el caso del Trole-Bus, también es posible si bien está limitado a la capacidad de la tracción auxiliar.

MODO	FLEXIBILIDAD SISTEMA
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	5
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	5
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	2

- ROBUSTEZ DEL SISTEMA:** en relación al número de incidencias detectadas en el caso de unidades BRT o BHNS, y Trole-Buses, el hecho de necesitar más unidades móviles de material para dar servicio a la misma demanda la probabilidad de incidencias es mayor, sólo por este hecho, independientemente del sistema de tracción o motorización empleado.

MODO	ROBUSTEZ SISTEMA
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4
Trole-Bus Bi-Articulado	4
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5



# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo y cuantitativo)

- CUALITATIVO: el Tranvía obtiene 25 puntos, el Bus Bi-Articulado 21 puntos, el Trole-Bus 19.

MODO	CUALITATIVOS (1 a 5 máximo)				TOTAL
	ACCESIBILIDAD	INTEGRACIÓN URBANÍSTICA	CONFORT	GRADO ÉXITO EN OTRAS CIUDADES (España y Europa)	
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4	4	4	5	17
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4	4	4	1	13
Trole-Bus Bi-Articulado	4	4	4	4	16
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5	5	5	5	20

- CUANTITATIVO: el Tranvía obtiene 60 puntos, el Bus Bi-Articulado Eléctrico 52 puntos, el Híbrido 51 y el Trole-Bus 50 puntos.

MODO	CAPACIDAD ANUAL VIAJEROS	SEGURIDAD (accidentes/pax)	EMISIONES EQUIVALENTES (M Tn CO <sub>2</sub> / construcción y explotación)	EFICIENCIA ENERGÉTICA LOCAL (KW / pax)	COSTES CONSTRUCCIÓN (M euros/KM)	COSTES INVERSIÓN (M euros/KM)	ELECTRIFICACIÓN (M euros)	PRIORIDAD SEMAFÓRICA (M euros)	COMUNICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN (M euros)	MATERIAL MÓVIL TOTAL (M euros)	VELOCIDAD COMERCIAL (Km/h)	CAPACIDAD MANTENIMIENTO FRECUENCIAS	POSIBILIDAD ADECUACIÓN A DEMANDA FUTURA	FLEXIBILIDAD SISTEMA	ROBUSTEZ SISTEMA	TOTAL
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	4	4	2	3	3	3	5	3	3	5	4	3	0	5	4	51
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	0	5	4	52
Trole-Bus Bi-Articulado	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	0	4	4	50
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	2	5	60

- TOTAL SIN PONDERAR: de la suma de las anteriores puntuaciones, considerando aspectos cualitativos y cuantitativos, se obtiene la tabla siguiente con el total, si bien no están ponderadas por temáticas.

MODO	CUALITATIVOS	CUANTITATIVOS	TOTAL
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido	17	51	68
Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico	13	52	65
Trole-Bus Bi-Articulado	16	50	66
Tranvía composición simple (5-7 módulos)	20	60	80





# Transporte Público

## ANÁLISIS MULTICRITERIO (cualitativo y cuantitativo - puntuaciones ponderadas)

PUNTUACIONES PONDERADAS - Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Híbrido											TOTAL
ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS	30%	3	3	5	3	3	5				6,6
ASPECTOS FUNCIONALES	30%	4	4	4	4	4	3	0	5	4	9,6
ASPECTOS DE INTEGRACIÓN	20%	4	5								1,8
ASPECTOS AMBIENTALES	20%	2	3								1,0
	100%										<b>19,0</b>

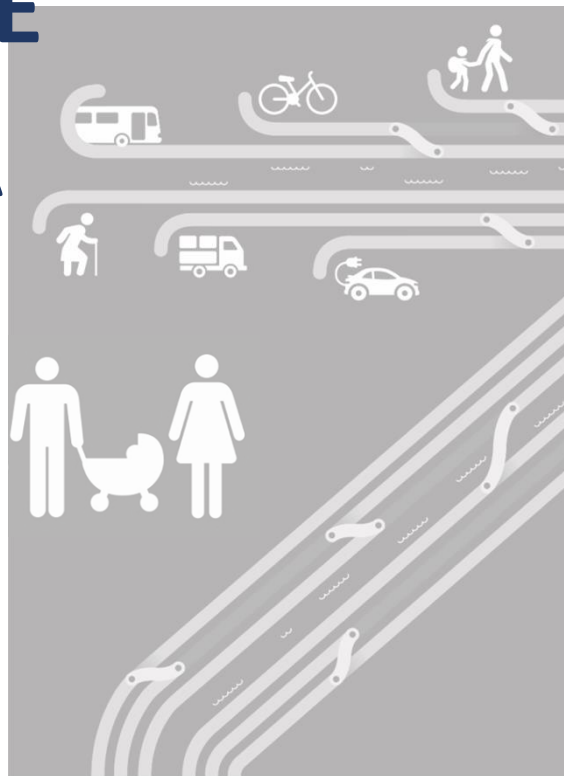
PUNTUACIONES PONDERADAS - Bus Bi-Articulado (BRT-BHNS) Eléctrico											TOTAL
ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS	30%	3	3	4	3	3	4				6,0
ASPECTOS FUNCIONALES	30%	4	4	4	4	4	3	0	5	4	9,6
ASPECTOS DE INTEGRACIÓN	20%	4	1								1,0
ASPECTOS AMBIENTALES	20%	4	4								1,6
	100%										<b>18,2</b>

PUNTUACIONES PONDERADAS - Trole-Bus Bi-Articulado											TOTAL
ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS	30%	3	3	3	3	3	4				5,7
ASPECTOS FUNCIONALES	30%	4	4	4	4	4	3	0	4	4	9,3
ASPECTOS DE INTEGRACIÓN	20%	4	4								1,6
ASPECTOS AMBIENTALES	20%	4	4								1,6
	100%										<b>18,2</b>

PUNTUACIONES PONDERADAS - Tranvía											TOTAL
ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIOECONÓMICOS	30%	3	3	3	3	3	3				5,4
ASPECTOS FUNCIONALES	30%	5	5	5	5	5	5	5	2	5	12,6
ASPECTOS DE INTEGRACIÓN	20%	5	5								2,0
ASPECTOS AMBIENTALES	20%	5	5								2,0
	100%										<b>22,0</b>

- En base a todas las consideraciones y factores tenidos en cuenta, distinguiendo entre cualitativos y cuantitativos, discriminándose por temáticas, y aplicándoles pesos independientes, el Tranvía resulta el más adecuado de los modos analizados.

# Revisión del PLAN MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE ZARAGOZA



Gracias 

Marzo 2018

consultrans



cotesa

