



- ÍNDICE -

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.- ANTECEDENTES.....	1
2.- EXPERIENCIA PERSONAL.....	10
3.- PROBLEMÁTICA.	11
4.- OBJETO.....	16
5.- ALCANCE Y DESCRIPCIÓN.	17

1.- ANTECEDENTES.

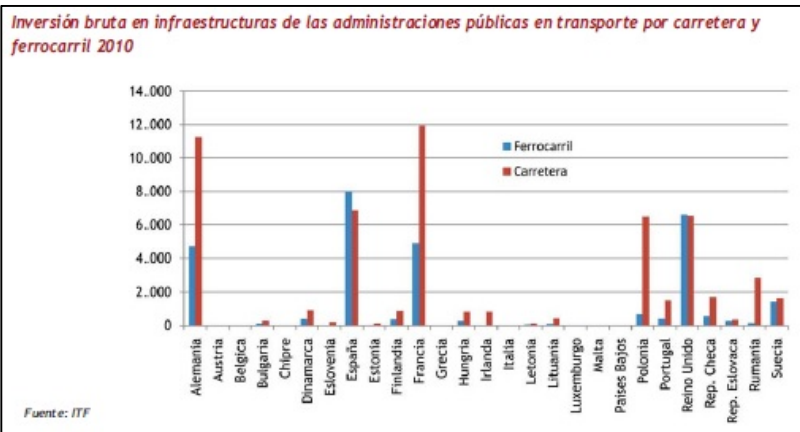
El transporte público de viajeros por carretera es un elemento de articulación territorial que viene siendo considerado el hermano menor del otro transporte público terrestre, el ferrocarril, en sus distintas variantes de AVE, Servicio Regionales, Cercanías y Ferrocarrils de la Generalitat (Metro, Tren, etc.).

Sin embargo, por su carácter capilar puede llegar con su oferta de transporte a numerosos puntos no servidos por los trazados ferroviarios. Para alcanzar su máximo nivel de eficacia el transporte por carretera también necesita de una infraestructura adecuada: por un lado las estaciones e intercambiadores, en los nodos del sistema, y por otro lado **las paradas y marquesinas** a lo largo de todo su recorrido.

La versatilidad de la extensa red de carreteras existentes, frente a la rigidez de los trazados ferroviarios, es el motivo principal que nos influye a pensar que el transporte por autobús siempre tendrá una demanda pública importante, de la cual como ingenieros no debemos olvidarnos.

Aun así, estos últimos años se ha venido haciendo una gran inversión pública en el transporte ferroviario de media y larga distancia, sin observarse una mejora sustancial en el transporte público por carretera, siendo más bien al revés, ya que se está reduciendo la conservación de lo ya existente.

Si comparamos con el resto de Europa, podemos ver como España está a la cabeza en inversión en transporte por ferrocarril en los últimos años:



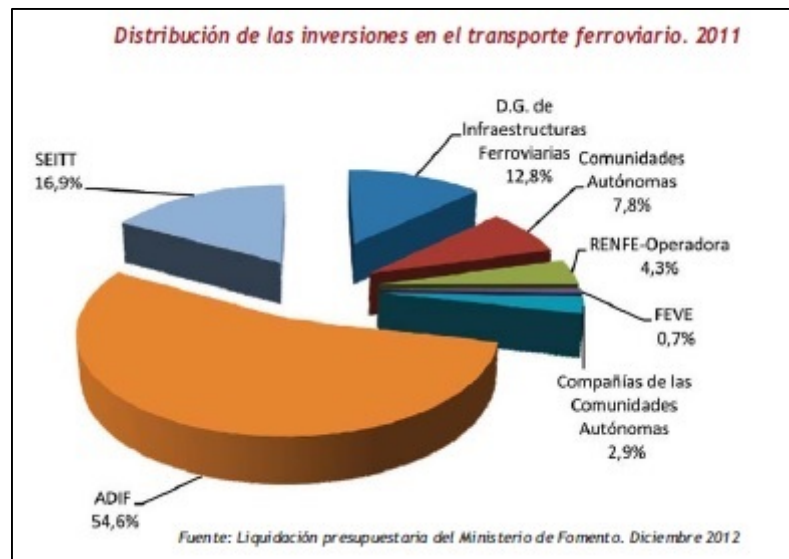
Inversión bruta en infraestructuras de las administraciones públicas en transporte por ferrocarril 2005 - 2010

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Alemania	5.305	5.481	7.437	7.233	6.417	4.284	4.860	4.716	4.715	4.340	4.720
Austria	1.199	1.071	1.191	1.145	1.335	1.330	1.489	1.489	*	*	*
Bélgica	1.012	856	1.049	959	976	916	1.012	1.009	1.223	1.223	*
Bulgaria	78	78	51	26	31	46	39	44	72	50	130
Chipre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinamarca	564	460	478	338	342	241	178	232	373	357	396
Eslovenia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
España (*)	1.840	2.456	3.652	3.791	4.368	5.764	6.336	7.243	7.016	8.584	8.006
Estonia	20	15	18	16	22	21	22	27	21	29	34
Finlandia	233	204	225	275	326	281	234	211	327	338	363
Francia	2.955	2.444	3.045	3.634	3.680	4.118	4.214	4.505	5.119	5.047	4.915
Grecia	591	304	983	1.699	1.786	278	239	253	n.a.	n.a.	n.a.
Hungría	197	228	278	267	155	171	91	376	298	318	275
Irlanda	85	141	237	247	184	184	172	244	*	*	*
Italia	4.549	4.856	5.525	7.403	8.809	10.175	8.970	7.702	7.109	5.687	*
Letonia	38	30	36	49	33	40	33	37	61	64	78
Lituania	18	25	58	94	70	68	50	76	85	67	107
Luxemburgo	39	72	69	88	107	127	104	138	150	150	n.a.
Malta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Países Bajos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Polonia	198	113	108	221	220	236	353	647	904	650	690
Portugal	401	418	523	704	484	415	307	329	392	360	403
Reino Unido	4.874	5.876	6.749	8.716	5.450	5.758	7.940	7.890	7.576	6.319	6.630
Rep. Checa	371	394	474	416	412	484	485	612	1.218	741	563
Rep. Eslovaca	53	170	241	91	91	160	225	287	215	175	273
Rumanía	43	57	106	105	58	109	102	311	316	177	169
Suecia	590	557	666	647	943	1.124	1.061	1.253	1.319	1.319	1.434

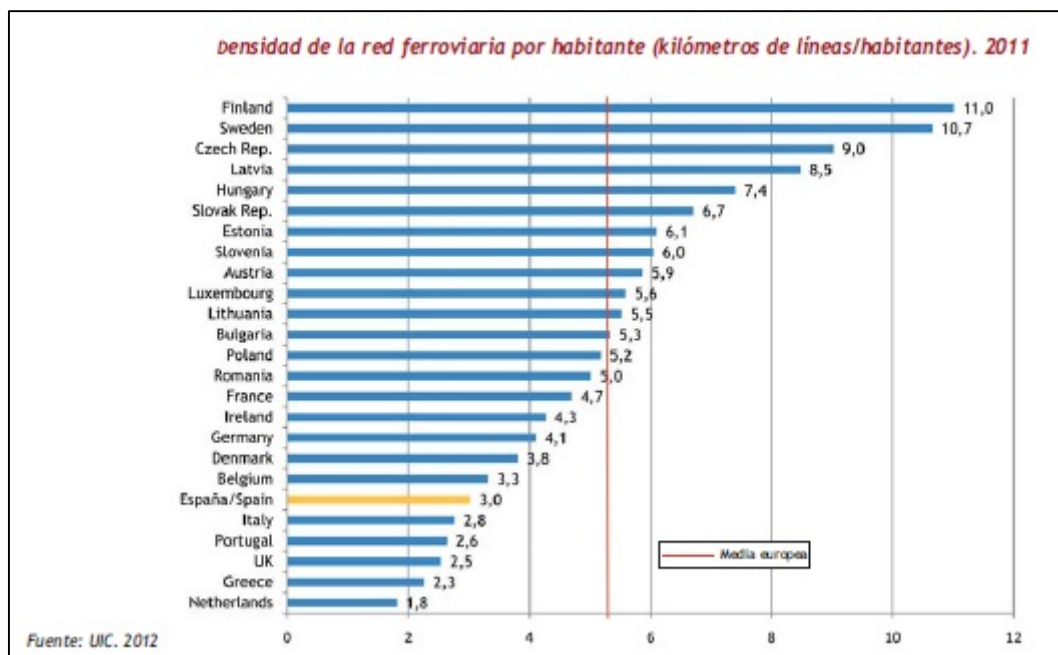
* sin datos
- sin red ferroviaria
Ud: millones de euros
(*) No incluye Adif al ser ente público empresarial

Fuente: ITF. Datos disponibles a diciembre de 2012

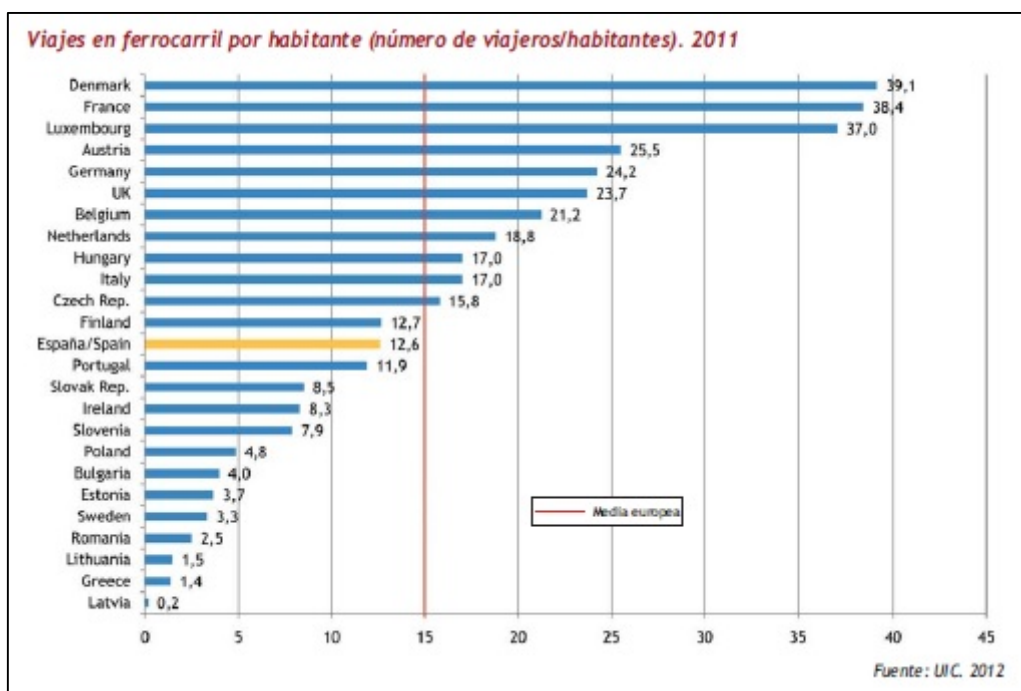
Hay que tener en cuenta que en los datos aportados no se incluye la inversión de ADIF por ser un ente público empresarial, siendo que en 2011 supuso un 54,6% de la distribución de las inversiones en el transporte ferroviario:



Es verdad que España tiene una densidad de red ferroviaria por habitante por debajo de la media Europea, como vemos en el siguiente gráfico:



Pero, como también se observa en el siguiente gráfico, eso no está directamente relacionado con el número de viajeros:

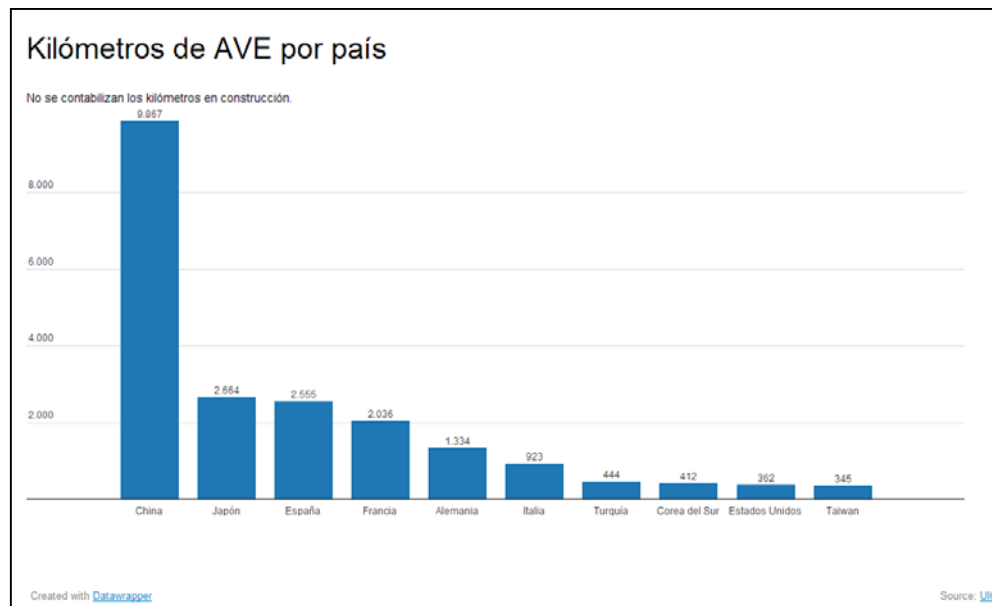


Países como Dinamarca, Holanda o Reino Unido, con unas densidades de red ferroviaria similares a España tienen muchos más viajeros por habitante que utilizan el ferrocarril.

Estos datos nos indican que el uso de los medios de transporte depende de otros factores a parte de la densidad de la red o infraestructura de transporte.

Por ello, la decisión de la inversión en transporte público es un tema complejo y no se deberían tomar decisiones al respecto por intereses meramente políticos, como hemos sido testigos en este país en algunas ocasiones, sin contrastar técnica y económicamente las distintas soluciones y necesidades. Esto es más importante, si cabe, en estos tiempos de crisis.

En este contexto, no deja de ser curioso que España sea el país europeo con la Red de Alta Velocidad más extensa, sólo superada a nivel internacional por China, y con los mismos kilómetros aproximadamente que Japón.

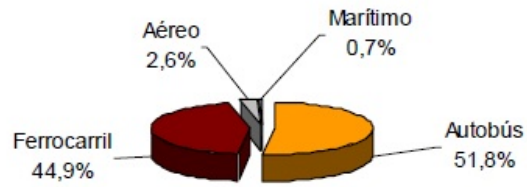


Esto a pesar de que los viajeros transportados por la AV en España son poco más del 15% de los transportados por el Train à Grande Vitesse (TGV) en Francia, y del 5% de los transportados por el Shinkansen en Japón.

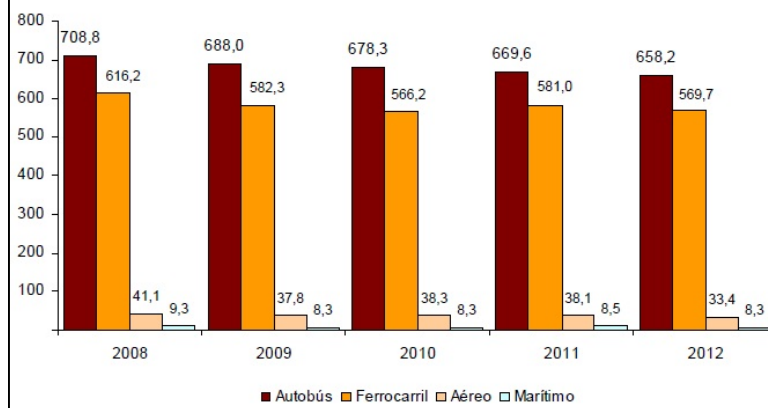
Sin entrar en la polémica de la necesidad de mayores inversiones en ferrocarriles en España, si consultamos los datos de viajeros en la web del INE (Instituto Nacional de Estadística), parece evidente la competitividad del transporte con autobús, sobre todo en el transporte interurbano de media distancia (menos de 300 kms), con respecto al ferrocarril.

Según la Estadística de Transporte de Viajeros (TV) del año 2012, sabemos que más de 1.269,6 millones de viajeros utilizaron el transporte interurbano en dicho año. El 51,8% utilizaron el autobús en sus desplazamientos, mientras que el 44,9% utilizaron el ferrocarril:

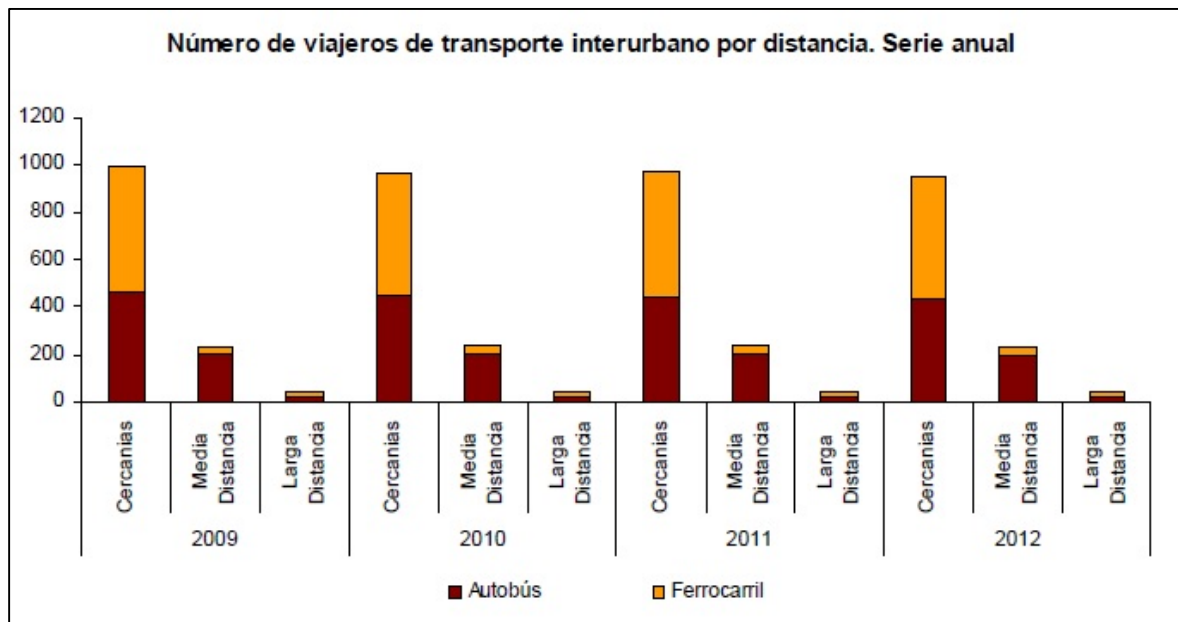
Número de viajeros de transporte interurbano por modos de transporte en 2012



Número de viajeros por tipo de transporte interurbano. Serie anual (en millones)



En esos últimos cinco años todos los modos de transporte han perdido usuarios. El que más ha descendido ha sido el aéreo (−18,7%), seguido del marítimo (−10,7%), ferroviario (−7,5%) y por último el autobús (−7,1%).



Los usuarios del transporte de media distancia por autobús alcanzaron los 201,4 millones, representando un 86,3% del total de media distancia. La tasa anual en este tipo de transporte descendió un 1,4% respecto al año anterior. En el transporte ferroviario, el número de viajeros de media distancia fue de 32,0 millones, un 3,0% menos que en 2011.

En las siguientes tablas podemos comprobar la importancia del autobús por el número de viajeros, sobre todo en la media distancia:

Transporte interurbano			
	Viajeros transportados 2011 (millones)	Viajeros transportados 2012 (millones)	% de variación Anual
TOTAL	1.297,2	1.269,6	-2,1
Autobús	669,6	658,2	-1,7
Cercanías	446,8	438,5	-1,9
Media distancia	204,3	201,4	-1,4
Larga distancia	18,5	18,2	-1,3
Ferrocarril⁽¹⁾	581,0	569,7	-1,9
Cercanías	525,2	515,4	-1,9
Media distancia	33,0	32,0	-3,0
Larga distancia	22,8	22,3	-2,1
Aéreo (interior)	38,1	33,4	-12,5
Marítimo (cabotaje)	8,5	8,3	-2,1

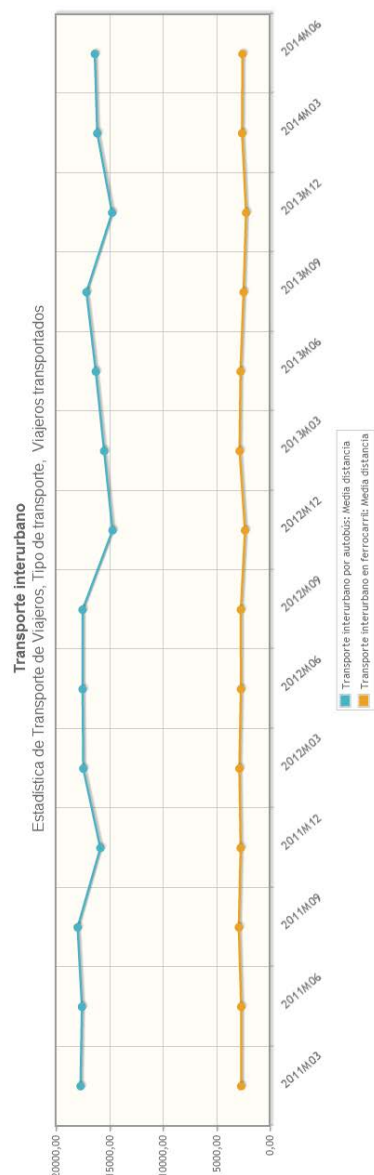
⁽¹⁾ Cercanías y media distancia incluye todos los operadores ferroviarios y larga distancia sólo a Renfe

Estadística de Transporte de Viajeros

Estadística de Transporte de Viajeros

Transporte interurbano
Units: Miles Viajeros

	Viajeros transportados															
	2014M06	2014M03	2013M12	2013M09	2013M06	2013M03	2012M12	2012M09	2012M06	2012M03	2011M12	2011M09	2011M06	2011M03		
Transporte interurbano	106414	108073	100200	103110	110596	106053	99564	106498	112563	113618	104371	110041	112483	116333		
Transporte interurbano por autobús	55928	55590	50501	56138	58083	52570	50976	57742	59671	57776	53733	58040	57654	59198		
Transporte interurbano por autobús: Cercanías	38177	38265	34431	37591	40388	35638	34907	38693	40629	38857	36342	38500	38442	40048		
Transporte interurbano por autobús: Media distancia	16339	16108	14726	17120	16246	15467	14682	17486	17480	17418	15819	17945	17541	17674		
Transporte interurbano por autobús: Larga distancia	1412	1217	1344	1427	1449	1464	1386	1563	1563	1502	1572	1595	1671	1476		
Transporte interurbano por ferrocarril	46895	49715	47052	43420	49030	50585	45863	44845	48993	52544	47432	47586	50650	53486		
Transporte interurbano en ferrocarril: Cercanías	41768	44805	42598	38747	43904	45640	41849	40236	44316	47829	42918	42745	45922	48865		
Transporte interurbano en ferrocarril: Media distancia	2540	2573	2200	2434	2720	2805	2300	2687	2683	2825	2706	2876	2655	2662		
Transporte interurbano en ferrocarril: Larga distancia	2588	2338	2255	2239	2406	2140	1714	1921	1994	1889	1808	1966	2074	1959		
Aéreo (interior)	2706	2248	2091	2602	2599	2291	2200	3046	3096	2746	2688	3487	3380	3229		
Marítimo (cabotaje)	885	520	555	951	883	607	525	865	803	553	518	929	799	421		



Notas:
INE. Julio 2014



Si a todo esto le sumamos que España está entre los 20 países del mundo con mayor densidad vial (km de caminos por cada 100 km² de superficie terrestre), del orden de unos 132 km/km², en la media de la Unión Europea, es destacable que con una "pequeña" inversión en estaciones y paradas de autobús eficazmente diseñadas, acompañada de un soporte económico a las concesiones para mejorar sus horarios y frecuencias, podrían potenciar sustancialmente el transporte público interurbano en general y el autobús en particular.

Además de esto, cabe destacar que gran número de las paradas de autobús existentes se utilizan para transportes escolares y discrecionales de viajeros, y que combinándolas y distribuyéndolas junto con otros medios de transporte es la mejor manera de vertebrar y hacer realmente eficaz el transporte público.

2.- EXPERIENCIA PERSONAL.

Anteriormente a la realización del Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería de Obras Públicas, el alumno tuvo la oportunidad, en su condición de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, de colaborar con la Conselleria en la realización de un inventario de las paradas de autobús de la Red de Transportes de la Generalitat Valenciana en la Provincia de Valencia. Se trataba, en resumen, de elaborar un Catálogo de paradas de autobús y propuestas de actuación, organizado por concesiones y municipios.

Para la elaboración de dicho Catálogo, de cada parada de autobús, se rellenaba una ficha con todas sus características (concesiones, líneas, localización, horarios, frecuencias, estado de conservación, accesibilidad, sección transversal de la vía, pavimentación, iluminación, señalización, información al usuario, mobiliario urbano, datos de fachada/parcela anexa, datos climáticos de la zona, fotografías y otras observaciones), y se presupuestaba una propuesta de actuación con diferentes niveles de adecuación, indicando el grado de urgencia de la misma, priorizando después entre todo el listado de actuaciones según su necesidad y su valoración económica.

Durante dicha colaboración el alumno pudo observar con detalle el diseño y estado de conservación de unas ochenta paradas de autobús distribuidas entre unos cuarenta municipios de la Provincia de Valencia, comprobando la gran heterogeneidad y falta de criterio técnico en cuanto al diseño de este tipo de infraestructuras.

3.- PROBLEMÁTICA.

Aunque diseñar o proyectar una parada de autobús pueda parecer muy sencillo en un principio, para hacerlo de una manera adecuada hay que tener en cuenta bastantes factores, que no en pocas ocasiones son obviados, como podemos observar si nos fijamos con detenimiento en algunas de las paradas existentes en nuestro entorno más cercano.

Los errores de diseño más usuales van desde la elección de la ubicación de la parada hasta un diseño de marquesina incorrecto. Es muy importante la ubicación en las zonas más densas de población, integrándolas con la zona urbana, pero huyendo de zonas de retención de tráfico que puedan restar competitividad al transporte.

En los proyectos de urbanización es usual tener en cuenta las paradas de autobús una vez ya construidas, "encajándolas" donde se puede en vez de integrarlas en la fase de proyecto. Lo mismo pasa en proyectos de carreteras y circunvalaciones.

En muchos sitios, como por ejemplo en los alrededores de la vivienda del alumno, se considera suficiente la solución de colocar un poste de señalización de parada de autobús, sin ningún tipo de información del servicio:



Actuaciones de este tipo en una zona como la de la fotografía, con muchísimas posibilidades de diseño, son las que contribuyen a que el transporte público no tenga una mayor demanda. Primero, porque hay suficiente ancho y longitud como para definir una zona de parada adecuada, dándole preferencia al autobús para facilitar sus maniobras de parada y reincorporación a la vía y, después, porque no se dispone ningún tipo de información ni de refugio para los usuarios que, por lo menos en el sentido de carga de viajeros (en el sentido contrario al de la señal), debería evitar que las personas estuvieran de pie y desprotegidas del sol o la lluvia.

Hay zonas más complicadas que otras para el diseño de las paradas, pero en todas debe estudiarse la mejor opción poniéndose en el lugar de los usuarios potenciales del transporte, teniendo en cuenta, por ejemplo, factores como el horario y frecuencia o la demanda (aforos) para que las marquesinas estén correctamente dimensionadas y sirvan verdaderamente de refugio.

Otro factor muy importante en el diseño es el confort climático de los usuarios, teniendo que estudiarse la orientación de la marquesina, la climatología de la zona y el entorno de la parada. Un ejemplo de la falta de consideración de estos aspectos puede observarse en algunas de las marquesinas del Paseo de la Castellana de Madrid, en las que algunos usuarios esperan al autobús de pie, detrás de las marquesinas, para estar a la sombra. La orientación norte-sur de la Castellana dificulta que a primera y última hora del día la sombra esté bajo la marquesina, pero se deberían buscar otras soluciones que solucionarían dicha problemática, siendo que las características de dicha vía dan mucho margen en cuanto a, por ejemplo, la disposición de árboles o el aprovechamiento de los edificios para proveer de sombra a los puntos de parada, aparte de poder diseñar marquesinas que protejan mejor del sol con cubiertas más adecuadas.

Aun así, cabe destacar que no siempre hay una solución perfecta, ya que lo que puede llegar a ser una molestia durante los meses de verano, puede ser positivo durante el invierno. Estos obstáculos en el diseño deben servir de estímulo a los proyectistas e ingenieros para estudiar todos los factores intervinientes con el fin de alcanzar una solución óptima en cada caso.

En cuanto al diseño de las paradas, otro de los errores más comunes es el de separarlas del tráfico, con lo cual, a no ser que exista un carril bus independiente, se suele penalizar la reincorporación del autobús a la vía. Para evitar esta falta de prioridad al transporte público, es interesante realizar un estrangulamiento del carril adyacente a la parada y del propio carril del autobús, limitándolos a un ancho de 2,50 metros, consiguiéndose así dos ventajas simultáneamente:

1. Mejora de la prioridad del autobús: cuando el autobús está detenido en su parada se crea un efecto túnel que hace que los vehículos tiendan a reducir la velocidad facilitando así la reincorporación del autobús a la vía.
2. Mejora de la accesibilidad de los usuarios: el autobús tiene que acercarse mucho al bordillo de la parada para no afectar al tráfico, lo que hace que los autobuses de suelo bajo sean totalmente accesibles.

Como desarrollaremos en el Documento de "Diseño de paradas de autobús", segundo apartado del presente trabajo, también son muy importantes las transiciones de entrada y salida de las paradas, ya que los autobuses tienen una maniobrabilidad limitada y no tiene sentido quitar superficie de acera cuando realmente no va a ser utilizada por el autobús en sus maniobras de detención y reincorporación a la vía.

Por ejemplo, en la siguiente fotografía podemos ver que los radios de la alineación del bordillo en la transición de entrada a la parada son muy pequeños y, por lo tanto, el autobús parado quedará más adelantado de lo que pudiera parecer inicialmente si se aproximara al bordillo. Además, los coches que puedan girar a la derecha delante del autobús parado dificultarán la reincorporación del mismo. Todo esto se hubiera resuelto adelantando más la parada con una transición de entrada más suave.



El proyecto, o memoria valorada, incluido en el quinto apartado del presente trabajo trata de dar solución a una situación similar a la anterior, justificándose la idoneidad de ajustar las alineaciones a curvas de transición, o clotoides, cuando se pretende que el autobús se detenga lo más próximo posible al bordillo de la parada.

Otros de los problemas más usuales los podemos apreciar en el mobiliario urbano de la parada, sobre todo en cuanto a la ubicación, diseño y configuración de las marquesinas.

Existen casos que denotan la escasa implicación de algunas administraciones en cuanto al diseño e integración de las paradas de autobús:



Por último, también cabe destacar la importancia de una correcta configuración de las marquesinas. En la siguiente fotografía se puede observar como la publicidad del lateral de la marquesina tapa la aproximación del autobús a los usuarios que estén sentados hasta que no está en la parada, además que el banco de asientos es demasiado bajo, factores que reducen notablemente la comodidad del usuario en la marquesina.



La problemática descrita en este apartado fundamenta la necesidad de establecer unos criterios básicos que puedan servir para homogeneizar y mejorar el diseño de este tipo de infraestructuras que no dispone de una normativa específica en la actualidad.

4.- OBJETO.

Para el diseño de una parada de autobús hay que tener en cuenta un gran número de variables, actuales y futuras, siendo necesaria la elaboración previa de un Estudio de Movilidad y Transporte del ámbito que corresponda, en el cual se tendrán que establecer las características generales del transporte público de viajeros por carretera y, más concretamente, las necesidades en cuanto a localización, frecuencias y horarios, y sentidos de carga/descarga de usuarios de las paradas de autobús. El presente TFG se ha centrado en el diseño de las paradas de autobús, que será útil siempre y cuando se hayan establecido previamente las citadas necesidades.

El objeto principal del presente trabajo, por tanto, es el de establecer unos criterios básicos que puedan servir para homogeneizar y mejorar el diseño de paradas de autobús, para no cometer errores como los descritos en el punto anterior entre otros posibles. Dicho objeto tiene especial interés debido a que en la actualidad no existe una normativa específica en cuanto al diseño de este tipo de infraestructuras.

Para ello nos centraremos en la normativa existente en materia de Accesibilidad y de Transporte Público por Carretera que les es de aplicación, así como en otros conceptos que desarrollaremos más adelante, como son: tipologías de paradas, trazado en planta, definición de bordillo, drenaje, marcas viales, seguridad, etc.

En este Trabajo se pretenden definir las características que debe tener una parada de autobús siguiendo unos principios generales de funcionalidad, comodidad, accesibilidad y seguridad vial. En el mismo se plantean unas directrices que aunque no pueden ser llevadas a cabo en todas las ubicaciones posibles, por necesidad de espacio básicamente, sí que pueden hacer pensar a los técnicos a los que se les encarguen estos tipos de infraestructuras en buscar una mejor ubicación y, en todo caso, en seguir unas recomendaciones generales con la finalidad principal de potenciar el transporte público haciéndolo más eficiente, por el bien de todos.

5.- ALCANCE Y DESCRIPCIÓN.

Al hablar de parada de autobús, aquí se entiende en el concepto más amplio de su acepción, sin centrarse únicamente en la marquesina, la zona de espera o el punto de carga y descarga de pasajeros desde el autobús a la vía pública. En este caso se define la parada como el entorno completo de este punto de carga y descarga.

En el segundo apartado del presente TFG se definen los elementos necesarios para la aproximación del autobús a dicha zona, así como para la incorporación de nuevo a la circulación del tráfico.

De igual modo, en el ámbito peatonal, se describen los elementos que facilitan el acceso de los peatones a la zona de espera y se definen los espacios a respetar en este ámbito en el diseño de la parada. El diseño del andén incrementa la seguridad de los peatones que en él se encuentren y facilita el acceso de los mismos al autobús así como el descenso de los mismos.

El diseño de las transiciones de los bordillos, así como su geometría permitirá la maniobra de aproximación del autobús al andén, así como su reincorporación al tráfico. Los anchos establecidos para los distintos carriles también serán fundamentales para tal fin.

En el tercer apartado del TFG se predimensiona una marquesina tipo con una geometría determinada que sirva para la mayoría de puntos de parada de carga de usuarios del autobús. En este apartado se incluyen los cálculos de la marquesina tipo con distintos materiales (Acero Estructural, Hormigón Convencional y Hormigón de Muy Alto Rendimiento).

En el cuarto apartado se incluye un Estudio de Soluciones, de carácter fundamentalmente económico, sobre la ejecución de dicha marquesina tipo con distintos materiales en función de factores como puedan ser sus costes de fabricación, puesta en obra y mantenimiento, así como su durabilidad o vida útil, manteniendo los principios generales de funcionalidad, comodidad, accesibilidad y seguridad vial.

Para el desarrollo de dicho Estudio de Soluciones se tienen en cuenta distintos materiales de construcción y su aplicación en la ejecución de una estructura como es la de una marquesina, analizando la viabilidad de materiales de última tecnología que ofrece el mercado, como es el caso del Hormigón de Muy Alto Rendimiento, ya que su mayor coste inicial previsto podría quedar justificado por el aporte de otras características que lo hagan más rentable a medio o largo plazo con respecto a otros materiales más convencionales. Se pretende así alcanzar unos criterios de selección de materiales para el tipo de estructura que nos ocupa.

En el quinto apartado se redacta un proyecto, o memoria valorada, de una parada de autobús en la Avenida de Serra del término municipal de Massamagrell (Valencia) con la solución más adecuada según las conclusiones alcanzadas, adaptándose a las características concretas de la zona de implantación de la infraestructura.

Al final del presente TFG se incluyen las conclusiones alcanzadas y las fuentes consultadas por el alumno durante la redacción del mismo.