

ESTUDIO DE MEJORA DEL CAMÍ DE LES VALLS ENTRE LA
POBLACIÓ DE FAURA Y LA AUTOVÍA DEL
MEDITERRÁNEO A-7. PROVINCIA DE VALENCIA.

ANEJO N.º 6
ESTUDIO DE TRÁFICO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS





ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. OBJETO DEL ESTUDIO.....	2
2. ESTUDIO DEL TRÁFICO.	2
2.1. Datos preliminares.....	2
2.2. Evolución del Tráfico.....	7
2.3. Previsión del Tráfico.	8
2.3.1. Cálculo del tráfico actual.	8
2.3.2. Previsión del Tráfico.....	12
3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO.....	12
4. NIVEL DE SERVICIO.	13
4.1. Metodología.....	13
4.2. Datos básicos.....	14
4.3. Velocidad de flujo libre.	15
4.4. Flujo de tráfico.....	16
4.5. % de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento (PTSF). ...	17
4.6. Nivel de servicio.....	18
APÉNDICE N.º 1. Mapa del área de carreteras de la CCVV.....	19



1. OBJETO DEL ESTUDIO.

El presente estudio tiene por objeto la determinación del volumen de tráfico que corresponde al Camí de Les Valls en el tramo comprendido entre la población de Faura y el enlace con la Autopista del Mediterráneo AP-7 ('El Pontasgo'), a fin de proyectar adecuadamente la sección de firme a ejecutar en las obras que se describen en este Trabajo Final de Grado, en el año de entrada en servicio previsto.

Con este objetivo, se analizan los valores de intensidad media diaria (IMD) aforados en la carretera objeto del estudio y se realiza una prognosis del tráfico al año previsto de puesta en servicio, que se estima en 3 años, desde la fecha de realización del presente documento.

Según la vigente normativa de la Comunidad Valenciana relativa al dimensionamiento de capas de firme, la sección de firme a proyectar depende del volumen de tráfico pesado en el carril de proyecto y del año de puesta en servicio (año 2022), por lo que se realiza la estimación de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_p) al año citado.

2. ESTUDIO DEL TRÁFICO.

2.1. Datos preliminares.

Dado que 'El Camí de Les Valls' es de titularidad municipal, más concretamente, de los municipios de Sagunto y Benifairó de les Valls, no se suelen realizar aforos de tráfico como si se hacen en otras carreteras similares, cuya titularidad recae, por ejemplo, en la Diputación de Valencia, o bien, en la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Comunidad Valenciana.

Por este motivo, se ha visto la necesidad de realizar un aforo manual con el propósito de obtener tanto la IMD, como el porcentaje de vehículos pesados que discurren por el tramo de carretera objeto de estudio.

A lo largo del tramo que se está estudiando no existen enlaces importantes que puedan suponer una entrada o salida de un gran número de vehículos. Más bien, las pocas bifurcaciones que hay en el mismo, dos en concreto, sirven de acceso a las fincas cercanas a la carretera. Por este motivo, se ha dispuesto la realización de un solo aforo. El puesto de aforo se ha colocado entre el enlace del Camí de Les Valls con la carretera N-340 y el lugar donde se sitúa el almacén de naranjas que se sitúa a la entrada de la población de Faura. De este modo, se consigue aforar la totalidad de vehículos pesados que utilizan el Camí de Les Valls como vía de acceso al almacén de naranjas, y por otro, la práctica totalidad de vehículos ligeros que entran y salen de los Valles.

Por otro lado, cabe destacar que se ha decidido realizar el aforo manual en el mes de noviembre ya que en esta época del año es cuando más actividad existe en el almacén de naranjas, por lo que el número de vehículos pesados es más real que en el resto del año.

A continuación, se expone una figura donde se puede observar el lugar exacto donde se ha realizado el aforamiento.



FIGURA 1. SITUACIÓN DEL PUESTO DE AFORO MANUAL.

Tal y como recoge el Ministerio de Fomento, las estaciones de aforamiento manual realizan un único día de aforamiento a lo largo del año durante un tiempo de 6 horas, que van desde las 8.00h has las 14:00h. A partir de los datos de campo recogidos y de los coeficientes de las estaciones de afines se obtiene la IMD en el tramo que se pretende estudiar.

A continuación, se muestra una tabla donde se recogen los datos obtenidos en el aforo manual realizado.

<i>Sentido</i>	<i>Ligeros</i>	<i>Motos</i>	<i>Camiones</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Faura</i>	443	12	19	474
<i>‘El Pontasgo’</i>	474	14	23	511
TOTAL	917	26	42	985

TABLA 1. DATOS OBTENIDOS EN EL AFORO MANUAL DEL CAMÍ DE LES VALLS.

A modo de resumen, los datos obtenidos en el aforo manual y que se exponían en la tabla 1, son los que se muestran a continuación:

Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados	II, noviembre, 6h	% Pesados
917	42	959	4.38 %

TABLA 2. RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL AFORO DEL CAMÍ DE LES VALLS.

Para completar nuestro estudio de tráfico necesitamos conocer algunos datos adicionales. Para ello, nos apoyaremos en los datos que se recogen en otras estaciones de carreteras afines al Camí de Les Valls.

Si nos fijamos en carreteras de la zona, podemos encontrar estaciones de aforo de cobertura que aparecen en los libros de aforos de la Diputación de Valencia. Todas ellas coinciden en cuáles son sus estaciones afines.

Nos parece importante resaltar el caso de la carretera CV-323. Esta carretera une la carretera N-340 con el municipio de Quartell, pueblo vecino de Faura y Benifairó de los Valles, y que pertenece al igual que los dos primeros, a la Mancomunidad de Los Valles.

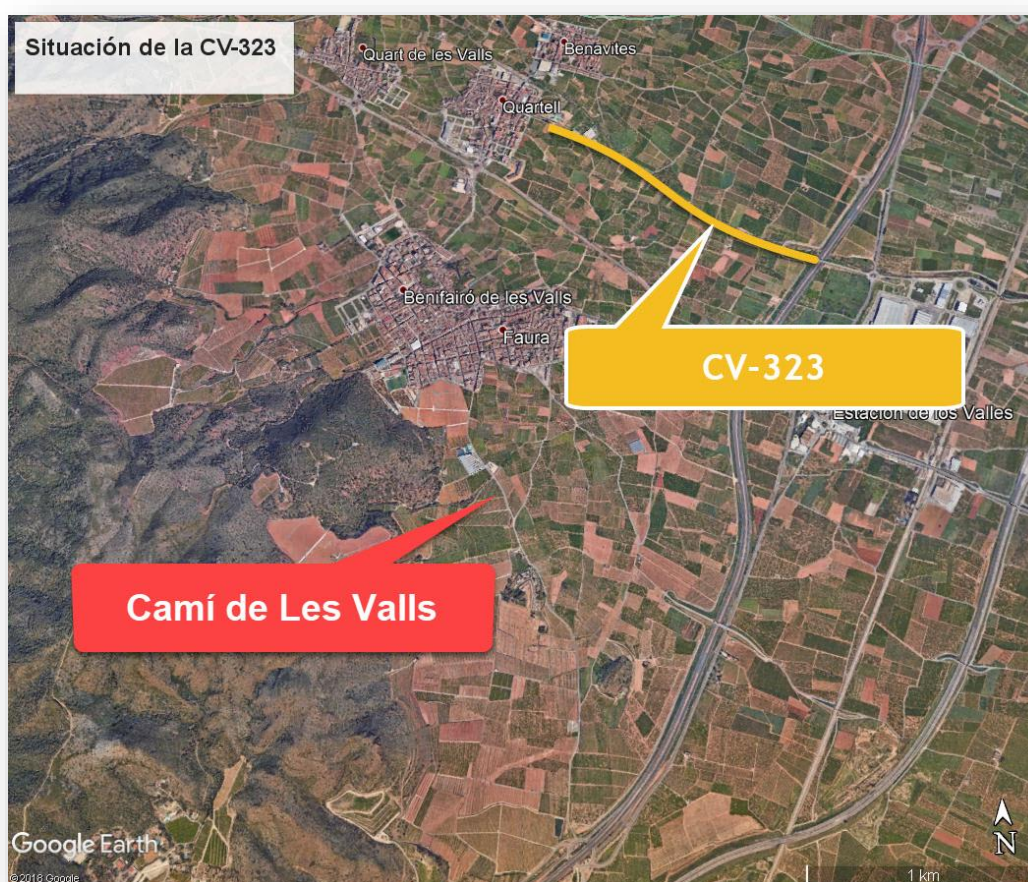


FIGURA 2. SITUACIÓN DE LA CV-323 RESPECTO AL CAMÍ DE LES VALLS.

La CV-323 ha sufrido un cambio similar al experimentado por el Camí de Les Valls. Tras la construcción del nuevo tramo de la Autopista del Mediterráneo A-7, la CV-323 pasó a ser una vía de entrada y salida alternativa a la población de Quartell. Además, esta carretera también sirve de acceso a un almacén de naranjas situado a la entrada de Quartell, por lo que su funcionamiento es muy parecido al del Camí de les Valls. A continuación, vemos la situación que ocupa la CV-323 respecto al Camí de les Valls.

Dado el comportamiento tan similar que el Camí de les Valls tiene con todas ellas, y en particular con la CV-323, supondremos que las estaciones afines de estas carreteras también lo son del Camí de Les Valls.

Las estaciones afines que se van a considerar son las que se enumeran a continuación:

- CV-324 Enlace N-234 y N-340 por Petrés. Tramo A-23 (Sagunto) a Petrés. A continuación, se muestran las tablas extraídas de los libros de aforos del 2016 y 2017 de la citada estación.

CV-324 ENLACE N-234 Y N-340 POR PETRÉS							Demarcación: Serra			
Código: 324010		Tipo estación: Secundaria			PK aforo: 1,00		PK inicial: 0,00			
Tramo: A-23 (Sagunto) a Petrés					Longitud tramo: 1,60		PK final: 1,60			
IMD: 2.173 vh/d		Pesados: 0,93 %		Motos: 2,08 %			Estaciones Afines			
Int-reg Lab (vh/d): 2.356		Pesados-Lab (vh/d): 22		Motos-Lab (vh/d): 49			Datos Históricos			
Int-reg Fes (vh/d): -		Pesados-Fes (vh/d): -		Motos-Fes (vh/d): -						
Aforo		feb	abr	jun	ago	oct	dic	Estacional (L): 324010		
ID (vh/d):		2.356	2.414	2.335	2.285	2.325	2.421	L1: 1,0859 L2: 1,0000 L3: 1,0129		
ID motos:		46	20	75	85	21	47	L4: 0,9758 L5: 0,9289 L6: 1,0090		
% pesados:		1,02 %	0,95 %	0,90 %	0,83 %	0,82 %	1,07 %	L7: 1,0316 L8: 1,0315 L9: 0,9962		
								L10: 1,0135 L11: 0,9584 L12: 0,9734		
								Festivos (S): 310020		
								S: 0,9224		

- CV-310 de Godella a Torres Torres. Tramo Godella a 'By-pass'. Mostramos a continuación los datos obtenidos de los libros de aforos de los años 2016 y 2017.

CV-310 DE GODELLA A TORRES-TORRES							Demarcación: Serra			
Código: 310020		Tipo estación: Primaria			PK aforo: 5,70		PK inicial: 3,50			
Tramo: By-pass a Bétera (Inicio variante)					Longitud tramo: 3,50		PK final: 7,00			
IMD: 14.654 vh/d		Pesados: 2,07 %		Motos: 1,32 %			Estaciones Afines			
Int-reg Lab (vh/d): 15.887 Pesados-Lab (vh/d): 389 Motos-Lab (vh/d): 213				Datos Históricos				Estacional (L): 310020 L1: 1,0350 L2: 1,0345 L3: 1,0154 L4: 0,9757 L5: 0,9902 L6: 0,9602 L7: 0,9586 L8: 1,0404 L9: 0,9806 L10: 0,9923 L11: 1,0246 L12: 1,0020		
Int-reg Fes (vh/d): 11.569 Pesados-Fes (vh/d): 91 Motos-Fes (vh/d): 147										
Aforo	ene	mar	may	jul	sep	nov				
ID (vh/d):	14.158	14.431	14.798	15.286	14.944	14.302				
ID motos:	219	42	222	113	317	250				
% pesados:	2,23 %	1,75 %	2,06 %	1,81 %	2,70 %	1,87 %				
				IMD-2015: 14.800 vh/d Pesados: 1,76 %						
				IMD-2014: 14.407 vh/d Pesados: 1,67 %						
				IMD-2013: 14.533 vh/d Pesados: 1,78 %						
				IMD-2012: 14.355 vh/d Pesados: 1,83 %						
				IMD-2011: 13.519 vh/d Pesados: 4,77 %				Festivos (S): 310020		
				IMD-2010: 18.946 vh/d Pesados: 9,95 %				S: 0,9224		

FIGURA 5. TABLA DE AFOROS DE LA CV-310 EN EL AÑO 2016.

CV-310 DE GODELLA A TORRES-TORRES							Demarcación: Serra			
Código: 310020		Tipo estación: Primaria		PK aforo: 5,70		PK inicial: 3,50				
Tramo: By-pass a Bétera (Inicio variante)				Longitud tramo: 3,50		PK final: 7,00				
IMD: 15.354 vh/d		Pesados: 2,17 %			Motos: 2,02 %					
Int-reg Lab (vh/d): 16.619		Pesados-Lab (vh/d): 422		Motos-Lab (vh/d): 343		Datos Históricos				
Int-reg Fes (vh/d): 12.193		Pesados-Fes (vh/d): 110		Motos-Fes (vh/d): 229						
Aforo		ene	abr	jun	jul	oct	dic			
ID (vh/d):	14.382	15.716	15.606	16.235	15.002	15.181				
ID motos:	193	379	368	365	315	240				
% pesados:	2,17 %	2,23 %	2,21 %	1,68 %	2,43 %	2,31 %				
IMD-2016:		14.654	-	%Pesados:		2,07				
IMD-2015:		14.800	-	%Pesados:		1,76				
IMD-2014:		14.407	-	%Pesados:		1,67				
IMD-2013:		14.533	-	%Pesados:		1,78				
IMD-2012:		14.355	-	%Pesados:		1,83				
IMD-2011:		13.519	-	%Pesados:		4,77				

FIGURA 6. TABLA DE AFOROS DE LA CV-310 EN EL AÑO 2017.

En el Anexo N.º 1 podemos ver el Mapa de Aforos de la Diputación de Valencia para el año 2017. En el se pueden localizar todas las estaciones de Aforo a las que hacemos referencia en el presente anejo.

Además de los datos que nos dan los aforos realizados por la Diputación de Valencia, se decidió realizar un aforo manual en el mismo mes de noviembre de 2018 sobre la carretera CV-324. Este aforo, viene a completar los datos realizados por la Diputación, y permitirán obtener el Factor Diario (D_m) necesario para el cálculo de la IMD del Camí de Les Valls.

Los datos recogidos en este aforo manual se pueden consultar en la siguiente tabla.



<i>Sentido</i>	<i>Ligeros</i>	<i>Motos</i>	<i>Camiones</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Petrés</i>	414	7	6	427
<i>Sagunto</i>	376	8	5	389
<i>TOTAL</i>	790	15	11	816

TABLA 3. DATOS OBTENIDOS EN EL AFORO MANUAL DE LA CV-324.

A modo de resumen, los datos obtenidos en el aforo manual y que se exponían en la tabla 3, son los que se muestran a continuación:

Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados	I₁,noviembre,6h	% Pesados
790	11	801	1,37 %

TABLA 4. RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL AFORO DE LA CV-323.

2.2. Evolución del Tráfico.

La tasa de crecimiento anual del tráfico depende de varios factores que, en general, van vinculados al crecimiento económico y desarrollo urbanístico de la zona en la que se ubica la infraestructura objeto de estudio.

El Camí de Les Valls, como ya hemos comentado en varias ocasiones, se utiliza tanto como entrada y salida de los pueblos de Faura y Benifairó de Les Valls, así como de acceso a un almacén de naranjas situado a unos 200 m del municipio de Faura. Además, también se suele utilizar para acceder al “Parc de la Rodana”, zona de ocio muy frecuentada los fines de semana, donde se pueden realizar rutas senderistas, o disfrutar de una comida en las zonas habilitadas a tal efecto.

El almacén de naranjas sufrió una ampliación de sus instalaciones hace un par de años, y según fuentes consultados, no se prevén futuras ampliaciones a corto o medio plazo. Por este motivo, se descarta un incremento del tráfico de vehículos pesados anormal en los próximos años. La variabilidad del número de estos dependerá exclusivamente de la salud del mercado de cítricos en los próximos años.

La Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, del Ministerio de Fomento, aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de carreteras, estableciendo en su Anexo II, los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios y proyectos de carreteras.

Estos incrementos que se van a utilizar para realizar la prognosis del tráfico son los que se indican en la tabla siguiente:

PERIODO	INCREMENTO ANUAL ACUMULATIVO
2010 – 2012	1.08 %
2013 – 2016	1.12 %
2017 – EN ADELANTE	1.44 %

TABLA 5. INCREMENTOS ANUALES ACUMULATIVOS.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la evolución del tráfico no deja clara la tendencia de este, que no se tiene previsto el incremento de vehículos por actuaciones en la zona y atendiendo a la normativa indicada, se adopta un incremento de 1,44 % para el año 2017 y posteriores.

2.3. Previsión del Tráfico.

2.3.1. Cálculo del tráfico actual.

Para el cálculo de la IMD en el momento actual partiremos de los datos obtenidos en el aforo manual, los cuales volvemos a ver en la siguiente tabla:

Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados	$I_{l, \text{noviembre}, 6h}$	% Pesados
917	42	959	4.38 %

TABLA 6. DATOS OBTENIDOS EN EL AFORO MANUAL DEL CAMÍ DE LES VALLS.

Para obtener la IMD a partir de un Aforo Manual necesitamos aplicar la siguiente fórmula:

$$IMD = I_{l,m,6} * D_m * L_m * S$$

Donde:

IMD = Intensidad Media Diaria para el año de realización del estudio.

$I_{l,m,6}$ = Intensidad en un día laboral (I), en un mes determinado (m), durante un periodo de 6 horas (entre las 8:00h y las 14:00h).

D_m = Factor Diario del mes correspondiente.

L_m = Factor de Estacionalidad del mes correspondiente.

S = Factor de Festivos.

Particularizando la fórmula anterior para el mes y año en el que se ha realizado el aforo (noviembre de 2018), tenemos:

$$IMD_{2018} = I_{l,noviembre,6} * D_{noviembre} * L_{noviembre} * S$$

A continuación, obtendremos los coeficientes necesarios para el cálculo de nuestra IMD.

En primer lugar, el Factor de Festivos (S), lo podemos calcular a partir de la fórmula que se muestra a continuación:

$$S = \frac{IMD}{I_{l,24}}$$

Donde:

IMD = Intensidad Media Diaria para el año de realización del estudio.

$I_{l,24}$ = Intensidad en un día laboral (I).

Para el cálculo del Factor de Festivos (S), utilizaremos los datos que nos ofrece la estación 310020, ya que es esta estación de aforo, la que se utiliza para el cálculo de este valor en las carreteras más cercanas al Camí de Les Valls. Al tratarse de una estación primaria, se realizan mediciones durante una semana entera, cada dos meses. Esta estación da un Factor de Festivos $S = 0,9224$ para el año 2016.

Como podemos ver, en el aforo del año 2017 no aparece este Factor de Festivos, por lo que lo calcularemos nosotros a partir de los datos que esta estación nos ofrece para el año 2017.

Código:	310020
Tramo:	By-pass a Bétera (Inicio variante)
IMD:	15.354 vh/d
Int-reg Lab (vh/d):	16.619

FIGURA 7. CÁLCULO DE S.

Los datos que necesitaremos para el cálculo del Factor de Festivos, los extraemos de la tabla de aforos, y son los que se muestran en la figura de la izquierda.

Así pues:

$$S = \frac{15354}{16619} = 0,9239$$

Nos quedamos con este último valor, ya que lo hemos calculado con datos más recientes y además es algo más restrictivo que el que ofrecían los datos del 2016.

En segundo lugar, pasamos a obtener el Factor de Estacionalidad (L_m). Este factor lo podemos obtener aplicando la siguiente fórmula:

$$L_m = \frac{I_{l,24}}{I_{l,m,24}}$$

Para el cálculo de este nuevo Factor, las estaciones cercanas al Camí de Les Valls toman como estación afín la 324010 que afora el tramo de carretera que une la A-23 (Sagunto) a Petrés. Esta estación, es una estación secundaria, por lo que en ella se toman los datos de 2 días laborales completos cada 2 meses.

Para el año 2016, esta estación nos da directamente el valor de los Factores de Estacionalidad para cada mes. Sin embargo, utilizaremos los datos que nos ofrece en el año 2017 para calcularlo directamente.

CV-324 ENLACE N-234 Y N-340 POR PETRÉS						
Código:	324010		Tipo estación:		Secundaria	
Tramo: A-23 (Sagunto) a Petrés						
IMD: 2.214 vh/d			Pesados: 0,92 %			
Int-reg Lab (vh/d):	2.396	Pesados-Lab (vh/d):	22	Motos-Lab (vh/d):	59	
Int-reg Fes (vh/d):	-	Pesados-Fes (vh/d):	-	Motos-Fes (vh/d):	-	
Aforo	ene	mar	may	jul	ago	nov
ID (vh/d):	2.284	2.438	2.607	2.401	2.205	2.440
ID motos:	43	58	82	40	50	78
% pesados:	1,05 %	1,15 %	1,04 %	0,67 %	0,59 %	0,94 %

Al tratarse de una estación secundaria los valores que necesitamos conocer son los que aparecen remarcados en la figura de la izquierda, los cuales provienen del aforo de la estación 324010.

FIGURA 8. CÁLCULO DE L_M .

Con todo esto, obtenemos directamente el valor de nuestro Factor de Estacionalidad:

$$L_{\text{noviembre}} = \frac{I_{l,24}}{I_{l,\text{noviembre},24}} = \frac{2396}{2440} = 0.98197$$

Al igual que nos pasa con el Factor de Festivos, nos quedamos con este último valor del año 2017, al ser más actual y ser un poco más restrictivo del que nos ofrecía el año 2016.

Por último, nos queda obtener el Factor Diario (D_m) para el mes de noviembre. Este factor se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$D_m = \frac{I_{l,m,24}}{I_{l,m,6}}$$

Donde:

$I_{l,m,24}$ = Intensidad de un día laboral del mes m.

$I_{l,m,6}$ = Intensidad de un día laboral del mes m durante 6 horas.

Para el cálculo de este último factor, nos apoyaremos en los datos de la estación afín 324010 del año 2017 y en los datos que hemos obtenido mediante el aforo manual realizado en este mismo tramo de carretera. Además, utilizaremos los incrementos anuales acumulativos para el cálculo de la IMD en años posteriores.



Si partimos de los datos obtenidos en el aforo manual, tenemos que:

$$IMD_{2018} = (I_{l,noviembre,6})_{2018} * D_{noviembre} * L_{noviembre} * S$$

Si partimos de los datos que nos ofrece la estación de aforo de la CV-324, tenemos que, dado que se trata de una estación Secundaria, la IMD para el año que se realizó el aforo la obtendríamos de la siguiente manera:

$$IMD_{2017} = (I_{l,noviembre,24})_{2017} * L_{noviembre} * S$$

Así pues, la IMD para el año 2018 es:

$$IMD_{2018} = IMD_{2017} * 1.0144$$

$$IMD_{2018} = (I_{l,noviembre,24})_{2017} * L_{noviembre} * S * 1.0144$$

Si igualamos ambas IMD para el año 2018 y despejamos:

$$(I_{l,noviembre,6})_{2018} * D_{nov} * L_{nov} * S = (I_{l,noviembre,24})_{2017} * L_{nov} * S * 1.0144$$

$$D_m = \frac{(I_{l,noviembre,24})_{2017}}{(I_{l,noviembre,6})_{2018}} * 1.0144$$

De nuestro aforo manual tenemos que $(I_{l,noviembre,6})_{2018} = 801 \text{ veh/6h}$.

De la estación de aforo tenemos que $(I_{l,noviembre,24})_{2017} = 2440 \text{ veh/día}$.

Sustituyendo en la expresión obtenida, conseguimos nuestro valor D_m .

$$D_{noviembre} = \frac{2440}{801} * 1.0144 = 3.09$$

Resumiendo, los factores calculados son los siguientes:

$$\begin{cases} S = 0.9239 \\ L_{noviembre} = 0.98197 \\ D_{noviembre} = 3.09 \end{cases}$$

Recordemos también, que el aforo realizado en el Camí de Les Valls nos arrojó el siguiente resultado: $I_{l,noviembre,6} = 959 \text{ veh/6h}$.

Con todo esto, ya podemos calcular la IMD del año 2018, que es el año en el que realizamos nuestro aforo manual.

$$IMD_{2018} = (I_{l,noviembre,6})_{2018} * D_{noviembre} * L_{noviembre} * S$$

$$IMD_{2018} = 959 * 3.09 * 0.98197 * 0.9239$$

$$IMD_{2018} = 2689 \text{ veh/día}$$



2.3.2. Previsión del Tráfico.

A continuación, se realiza la prognosis del tráfico para el año de puesta en servicio de las obras propuestas. La IMD para un año cualquier “n” viene dada por la expresión:

$$IMD_n = IMD_i * (1 + t)^{n-i}$$

Donde:

IMD_n = IMD del año n.

IMD_i = IMD del año actual o año base.

t = Tasa de crecimiento medio anual acumulado en tanto por uno.

n = Año horizonte.

Considerando un periodo, hasta la puesta en servicio de la obra, de 4 años, desde la fecha de redacción de este Trabajo Final de Grado, la IMD por crecimiento natural correspondiente a nuestro punto de aforo es de:

$$IMD_{2022} = IMD_{2018} * (1 + 0.0144)^{2022-2018}$$

$$IMD_{2022} = 2689 * (1.0144)^4$$

$$IMD_{2022} = 2848 \text{ veh/día}$$

3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO.

Los valores obtenidos anteriormente, servirán para obtener la categoría de tráfico, dentro de la cual se incluye la carretera de estudio.

A efectos de aplicación de la Norma de Secciones de Firme de la Comunidad Valenciana, se definen nueve categorías de tráfico pesado, según la IMD_p para el nivel inferior de información, que es el que se aplica ya que la información disponible es únicamente la intensidad media diaria de vehículos en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio ($(IMD_p)_{2022}$).

La tabla siguiente, extraída de la Norma de Secciones de Firmes de la Comunidad Valenciana, presenta dichas categorías de tráfico:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T21	T22	T31	T32	T41	T42
IMD_p	≥ 4.000	< 4.000 ≥ 2.000	< 2.000 ≥ 800	< 800 ≥ 500	< 500 ≥ 200	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 20	< 20

TABLA 7. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO. NIVEL INFERIOR DE INFORMACIÓN.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la $IMD_p/carril$:

AÑO HORIZONTE (2022)	
IMD	2848 veh/día
IMD _{CARRIL}	1424 veh/día
% PESADOS	4.38 %
IMD _{P/CARRIL}	63 veh/día

TABLA 8. CÁLCULO DE LA $IMD_p/carril$.

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, y la clasificación de la tabla 7, se establece una categoría de tráfico **T32** (50 – 100 veh pesados/día en carril de proyecto) para el dimensionamiento de los firmes de esta carretera.

4. NIVEL DE SERVICIO.

4.1. Metodología.

Para obtener el nivel de servicio de la carretera se ha aplicado la metodología descrita en el capítulo 15 del Manual de Capacidad de Carreteras en su edición 2010 (Highway Capacity Manual 2010 – HCM-2010) dedicado a carretera de dos carriles.

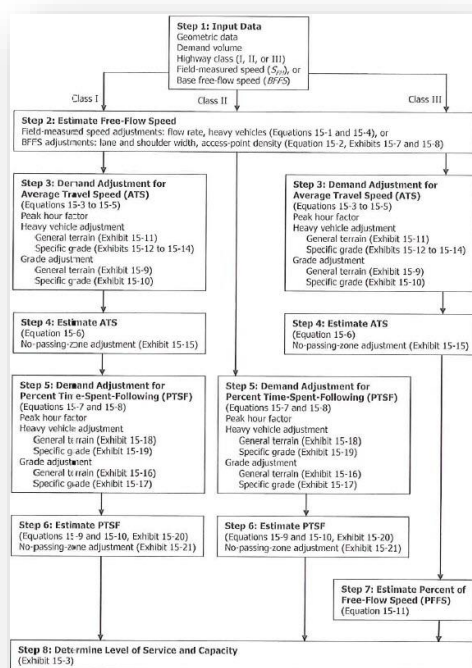


TABLA 9. METODOLOGÍA A SEGUIR.

El Manual de Capacidad distingue tres tipos de carreteras basándose en la función para la que está destinada. En nuestro caso nos encontramos con una carretera CLASE II ya que se trata de una vía en la que los usuarios no esperan una velocidad elevada y que complementa a la red principal interurbana.

En función de la clase de carretera el Manual de Capacidad establece un criterio para obtener el nivel de servicio. En carreteras clase I se utiliza como variable la velocidad media de recorrido (ATS) y el porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento (PTSF) mientras que para carreteras clase II y clase III se emplea sólo el porcentaje de tiempo circulando



en cola detrás de un vehículo más lento. En la siguiente tabla (tabla 15-3 del Highway Capacity Manual) se muestran los valores de dichos parámetros para cada nivel de servicio:

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50–55	>35–50	>40–55	>83.3–91.7
C	>45–50	>50–65	>55–70	>75.0–83.3
D	>40–45	>65–80	>70–85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

TABLA 10. NIVELES DE SERVICIO EN CARRETERAS CONVENCIONALES DE DOS CARRILES.

Como “El Camí de Les Valls” se considera una vía de Clase II la metodología que se ha utilizado se basa en determinar el porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento (PTSF).

Obtendremos los niveles de servicio de la carretera para el año de puesta en servicio de la carretera (2022) y en los años horizonte (2032 y 2042).

4.2. Datos básicos.

Como paso previo en la determinación del nivel de servicio, definiremos los datos básicos de la carretera que sirven de base para la obtención del porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento.

Las unidades de medida utilizadas por el Manual de Capacidad de Carreteras en su edición 2010 se corresponden con el sistema americano por lo que en la relación de datos de la carretera que se enumeran a continuación se expresarán tanto el sistema internacional como el americano de medición. Además, es importante colocar el número correcto de decimales a cada dato, esto se irá indicando en las descripciones de las variables que se introducen en cada una de las fórmulas.

- Velocidad de proyecto: 60 km/h (37,28 mi/h)
- Ancho del carril: 3,2 m (10,496 ft)
- Ancho del arcén: 1,0 m (3,28 ft)
- Número de accesos por milla (en los dos sentidos de circulación): 23
- Tipo de terreno: Llano (según la definición del Manual de Capacidad, *un terreno será llano cuando se trate de cualquier combinación de desnivel y alineación horizontal y vertical que permite que los vehículos pesados mantengan la misma velocidad que los vehículos ligeros. (Pendientes inferiores al 2 %).* En nuestro caso lo consideraremos así, ya que apenas hay pendientes salvo en un pequeño tramo en el que se llega al 3,5% durante unos pocos metros.
- Distribución de tráfico entre carriles: 50/50, se ha considerado que los dos carriles soportan la misma cantidad de vehículos.



- Porcentaje de longitud de prohibido adelantar: 80 % (extraído del Anejo N.º 9: "Trazado Geométrico")
- Porcentaje de vehículos pesados: 4,38 % (supondremos que el tráfico de vehículos pesados en la hora punta coincide con el del día medio anual)
- Porcentaje de vehículos de recreo: 0 %
- Intensidad de tráfico en la hora punta: 10% (Por falta de datos en la estación de aforo de la carretera de estudio, se considerará que el tráfico supone en la intensidad de hora punta el 10 % del tráfico total).
- Factor de hora punta: 0.91 (el Manual de Capacidad de Carreteras en su edición de 2010 establece que, para carreteras en zona urbana, esta variable tenga un valor entre 0,80 y 0,98. Hemos tomado el valor que se extrae de la edición de manual del año 1995 donde se relación el valor del factor de hora punta con la intensidad horaria.)
- Intensidad media diaria en el año 2022: 2.848 vehículo / día
- Intensidad media diaria en el año 2032: 3.285 vehículo / día
- Intensidad media diaria en el año 2042: 3.790 vehículo / día

4.3. Velocidad de flujo libre.

La velocidad de flujo libre es la que desarrollaría un automóvil en el tramo considerado si la densidad de tráfico fuera nula. Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

- FFS es la velocidad de flujo libre, expresada en mi/h (1 decimal).
- BFFS es la velocidad básica en flujo libre, expresada en mi/h. El manual determina que una buena aproximación es considerarla igual a la velocidad de proyecto más 10 mi/h por lo que en nuestro caso será de 47,3 mi/h (1 decimal).
- f_{LS} es el factor de corrección que depende del ancho del carril (10,496 ft) y del ancho el arcén (3,28 ft) y que se extrae de la tabla 15-7 del Manual de Capacidad. o caso toma un valor de 3,0 (1 decimal).

Lane Width (ft)	Shoulder Width (ft)			
	≥0 <2	≥2 <4	≥4 <6	≥6
≥9 <10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥10 <11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥11 <12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥12	4.2	2.6	1.3	0.0

TABLA 11. TABLA 15-7 DEL HIGHWAY CAPACITY MANUAL.

- f_A es el factor de corrección que depende del número de accesos por milla (considerando los dos sentidos de circulación) y que se extrae de la tabla 15-8 del Manual de Capacidad. En nuestro caso toma un valor de 5,8 (1 decimal).



Access Points per Mile (Two Directions)	Reduction in FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Note: Interpolation to the nearest 0.1 is recommended.

TABLA 12. TABLA 15-8 DEL HIGHWAY CAPACITY MANUAL.

Aplicando la fórmula y los valores de cada una de las variables que intervienen, obtenemos una velocidad de flujo libre (FFS) de **61,96 km/h (38,5 mi/h)**.

4.4. Flujo de tráfico.

Para obtener el flujo equivalente de tráfico el Manual de Capacidad plantea dos métodos en función del tipo de carretera. En nuestro caso aplicaremos el método que se desarrolla en el apartado “Step 5: Demand Adjustment for PTSF” y que se aplica para carreteras de Clase I y II.

La expresión que utilizaremos para obtener el flujo equivalente de tráfico será:

$$v_{i,PTFS} = \frac{V_i}{PHF * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTFS}}$$

Donde:

- $v_{i,PTFS}$ es el flujo equivalente de tráfico en el sentido de circulación i. Como la distribución de tráfico en la carretera es 50/50 no distinguiremos entre sentidos de circulación. Se expresa en veh.eq/h (0 decimales).
- V_i es el volumen de demanda en una hora en el sentido de circulación i, expresado en veh/h, y que se obtiene aplicando el porcentaje de distribución por sentido a la intensidad horaria, que a su vez se obtiene aplicando a la Intensidad Media Diaria el porcentaje de intensidad de tráfico en la hora punta (10%).

Año	Intensidad Horaria (veh/h)	Volumen de demanda por sentido (veh/h)
2022	285	143
2032	329	165
2042	379	190

TABLA 12. VALORES DE VOLÚMENES DE DEMANDA POR SENTIDO (VEH/H).

- PHF es el factor de hora punta que tiene un valor de 0,91.
- $f_{g,PTSF}$ es el factor de corrección que depende de la pendiente y que se extrae de la tabla 15-16 del Manual de Capacidad. En nuestro caso tiene un valor de 1.
- $f_{HV,PTFS}$ es el factor de corrección que depende de los vehículos pesados y los vehículos de recreo y se obtiene a partir de la siguiente expresión:



$$f_{HV,PTFS} = \frac{1}{1 + P_T * (E_T - 1) + P_R * (E_R - 1)}$$

siendo:

- P_T y P_R el porcentaje de vehículos pesados (4,38%) y vehículos de recreo (0%) respectivamente.
- E_T y E_R son factores de equivalencia que se extraen de la tabla 15-18. El factor E_T tomará un valor de 1,1 en los años 2022, 2032 y 2042 y el factor E_R tendrá un valor de 1 en los tres casos.

El factor $f_{HV,PTFS}$ tiene un valor de **0,996** en los años 2022, 2032 y 2042.

Los valores del flujo equivalente de tráfico en cada sentido serán:

Año	Flujo equivalente de tráfico (veh.eq/h)
2022	158
2032	182
2042	210

TABLA 13. FLUJO EQUIVALENTE DE TRÁFICO POR SENTIDO (VEH.EQ/H).

4.5. % de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento (PTSF).

Para carreteras clase I y clase II el porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento se obtiene con la siguiente expresión:

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} * \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{Od,PTSF}} \right)$$

Donde:

- $PTSF_d$ es el porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento por sentido de circulación y que en nuestro caso será igual en ambos sentidos.
- $F_{np,PTSF}$ es el factor de tramos prohibidos de adelantamientos y descompensación de sentidos. Se obtiene de la tabla 15-21. Su valor para cada año es:

Año	$F_{np,PTSF}$
2022	56,44
2032	59,26
2042	62,46

TABLA 13. VALORES PARA $F_{np,PTSF}$.

- $BPTSF_d$ es el porcentaje básico de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento por sentido de circulación y se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$BPTSF_d = 100 * (1 - \exp(a * V_d^b))$$

Siendo:

- v_d el flujo equivalente de tráfico del sentido de circulación que estamos estudiando y que se ha obtenido en el apartado anterior.
- a y b son dos constantes que se extraen de la tabla 15-20 del Manual de Capacidad y que dependen del flujo equivalente de tráfico del sentido de circulación opuesto. Los datos extraídos de esta tabla los podemos ver en la siguiente.

Año	a	b
2022	-0.0014	0.973
2032	-0.0014	0.973
2042	-0.00144	0.9705

TABLA 14. VALOR DE LAS CONSTANTES A Y B EXTRAÍDAS DE LA TABLA 15-20.

- $v_{d,PTSF}$ es el flujo equivalente de tráfico en el sentido de circulación que estamos analizando
- $v_{o,PTSF}$ es el flujo equivalente de tráfico en el sentido de circulación opuesto al que estamos analizando

Aplicando la formulación obtenemos los siguientes valores de porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento por sentido en función del año de análisis:

Año	Porcentaje de tiempo circulando en cola en cada sentido (%)
2022	45,77
2032	49,49
2042	54,00

TABLA 15. % DE TIEMPO CIRCULANDO EN COLA DETRÁS DE UN VEHÍCULO MÁS LENTO POR SENTIDO PARA LOS AÑOS 2022, 2032 Y 2042.

4.6. Nivel de servicio.

A partir de los anteriores valores de porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento por sentido de circulación ya podemos establecer el nivel de servicio de la carretera para cada uno de los años de estudio.

En el año de puesta en servicio, año 2022, y para el año 2032 el nivel de servicio será B que se corresponde con unas condiciones de circulación estable con gran comodidad física y psicológica para los conductores.

En el año 2042, aunque el nivel sigue siendo B, se encuentra a las puertas de pasar a nivel C, esto supone que la circulación sigue siendo estable, pero las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disparar sin llegar a una detención total.



APÉNDICE N.º 1

MAPA DE TRÁFICO DEL ÁREA DE CARRETERAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

