

ANEJO N°4

Tráfico

Índice

1	Introducción	1
2	Datos básicos	2
2.1	Datos de tráfico	2
3	Análisis del tráfico actual	3
4	Prognosis de tráfico (Previsión de demanda futura)	7
4.1	Consideraciones de cálculo	7
4.2	Cálculo de la IMD en el año de puesta en funcionamiento	7
4.3	Previsión de la demanda	8
5	Categorías de tráfico	9
6	Estudio de Capacidad y Niveles de Servicio	10
6.1	Introducción	10
6.2	Análisis de la circulación	11

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es la determinación de las intensidades de tráfico que circulan por el tramo de carretera objeto del proyecto, así como la obtención del nivel de servicio prestado por la misma.

El estudio se realiza tanto en el momento de puesta en servicio como en el año horizonte. Éste tiene como objetivo servir de apoyo en el diseño de la misma: características geométricas, firmes, etc.

El presente anejo se estructura según lo establecido en la Nota de Servicio 5/2014. *Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras*. Debido a que el tramo objeto del proyecto se trata de una carretera comarcal con poca intensidad de tráfico, se ha redactado el anejo en base a los contenidos mínimos necesarios para la realización del estudio:

En primer lugar, se describen y sitúan las estaciones de aforo empleadas para la recopilación de los datos.

En base a esa información, se recopilan y analizan los datos de tráfico obtenidos de los registros correspondientes a las estaciones de aforo de la Diputación Foral de Álava.

En el siguiente apartado, se realiza la prognosis de tráfico. Con dichas estimaciones, se acomete el análisis de la categoría de tráfico para el dimensionamiento de firme.

Por último, se calcula el nivel de servicio en el tramo objeto de proyecto.

2 Datos básicos

2.1 Datos de tráfico

Para definir la evolución del tráfico, se dispone de los datos de tráfico obtenidos en las estaciones de aforo próximas a la zona, recopilados por la Diputación Foral de Álava. A partir de estos datos se ha procedido a efectuar una previsión del tráfico que discurrirá por dichas carreteras en el año horizonte.

La identificación y localización de las estaciones de aforo de las distintas carreteras se muestra a continuación:



CARRETERA	ESTACIÓN	PK.	LOCALIZACIÓN	TIPO
A-2622	680	16+500	Montevite	Primaria
A-2622	700	22+800	Paul	Cobertura
A-3310	702	30+100	Mimbredo	Cobertura
A-3314	690	19+580	Techa	Permanente
A-3314	699	19+500	Subijana-Morillas	Cobertura
A-3318	710	22+300	Ormijana	Cobertura
A-3322	701	21+300	Anúcita	Cobertura
A-4316	4316	22+100	Caicedo-Sopeña	Cobertura
A-4317	4317	23+070	Arbígano	Cobertura

De los datos proporcionados por cada una de las estaciones se ha extraído la siguiente información: el año de recogida del dato, la IMDtotal, la IMDligeros, la IMDpesados y el porcentaje de pesados correspondientes a ese año.

3 Análisis del tráfico actual

Para el estudio del tráfico que va a circular por la zona objeto del proyecto, se han estudiado los datos aportados por las estaciones **680, 699, 700 y 4316** por ser las estaciones más cercanas a la actuación.

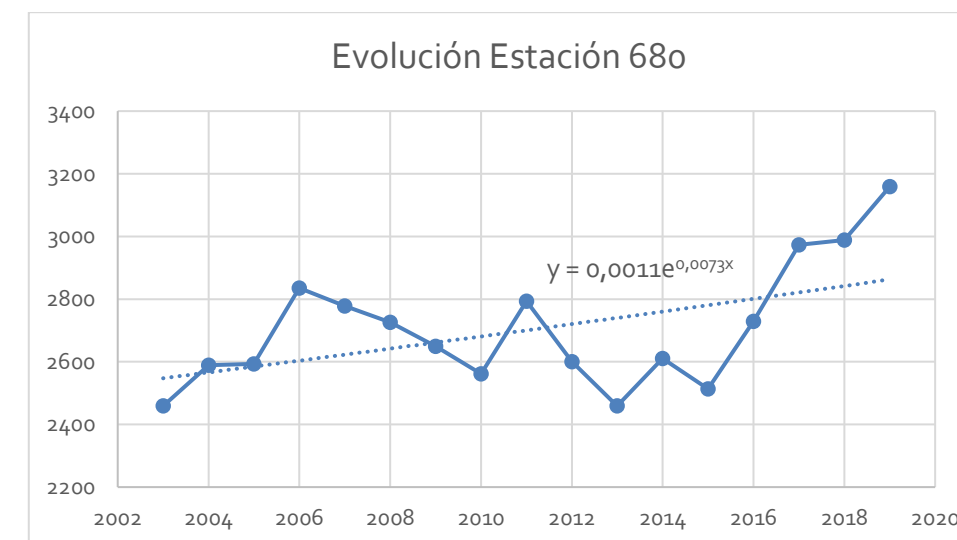
Asimismo, se incluyen los datos de las estaciones **701 y 702** por contemplar los datos de carreteras con las que conecta la actuación (A-3322 y A-3310 respectivamente).

A continuación, se muestran los datos obtenidos de las tablas de Aforos del Servicio de Carreteras de la Diputación Foral de Álava:

- 680 (Carretera A-2622)

AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2003	2.459	2.355	104	4%
2004	2.589	2.466	123	5%
2005	2.593	2.454	139	5%
2006	2.835	2.678	157	6%
2007	2.778	2.606	172	6%
2008	2.726	2.597	129	5%
2009	2.649	2.460	189	7%
2010	2.562	2.452	110	4%
2011	2.793	2.638	155	6%
2012	2.600	2.496	104	4%
2013	2.459	2.375	84	3%
2014	2.611	2.491	120	4,6%
2015	2.514	2.410	104	4,1%
2016	2.729	2.628	101	3,7%
2017	2.973	2.847	126	4,2%
2018	2.989	2.886	103	3,4%
2019	3.159	3.044	115	3,6%
2020	2.672	2.565	107	4,0%
2021	2.947	2.831	116	3,9%
2022	3.218	3.066	152	4,7%

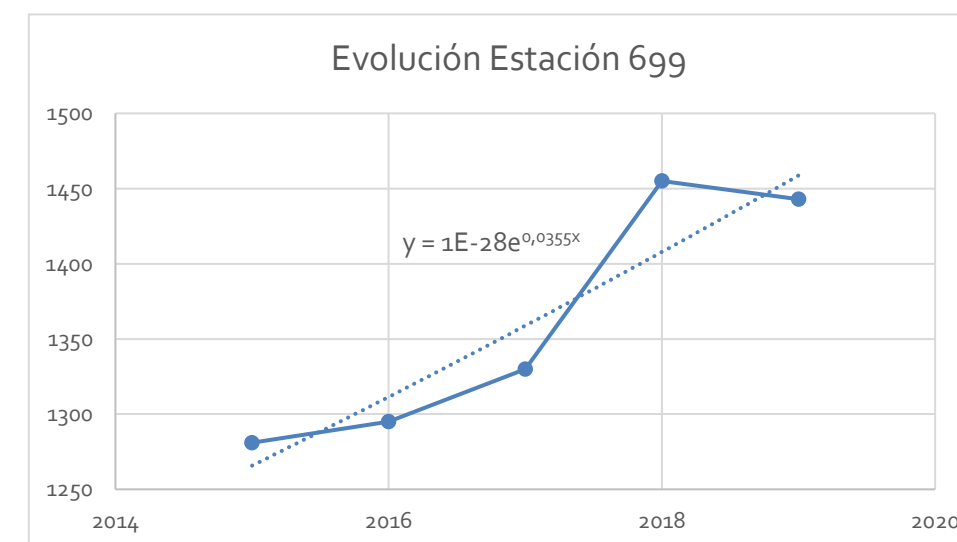
Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



- 699 (Carretera A-3314)

AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2015	1281	1230	51	4%
2016	1295	1243	52	4%
2017	1330	1277	53	4%
2018	1455	1397	58	4%
2019	1443	1380	63	4,4%
2020	1181	1132	49	4,1%
2021	1292	1232	60	4,6%
2022	1444	1382	62	4,3%

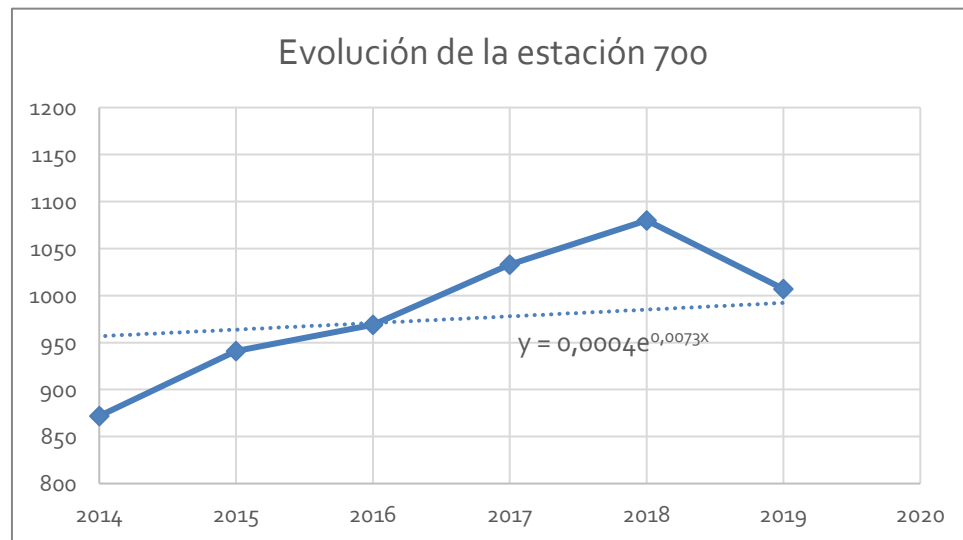
Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



• 700 (Carretera A-2622)

AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2003	903	860	43	4,8
2004	900	862	38	4,2
2005	846	799	47	5,6
2006	1001	943	58	5,8
2007	999	949	50	5
2008	934	879	55	5,9
2009	857	809	48	5,6
2010	908	868	40	4,4
2011	798	762	36	4,5
2012	997	946	51	5,1
2013	917	872	45	4,9
2014	872	831	41	4,7
2015	941	903	38	4
2016	969	908	61	6,3
2017	1033	984	49	4,7
2018	1080	1023	57	5,3
2019	1007	941	66	6,6
2020	795	746	49	6,2
2021	973	920	53	5,4
2022	1006	946	60	6

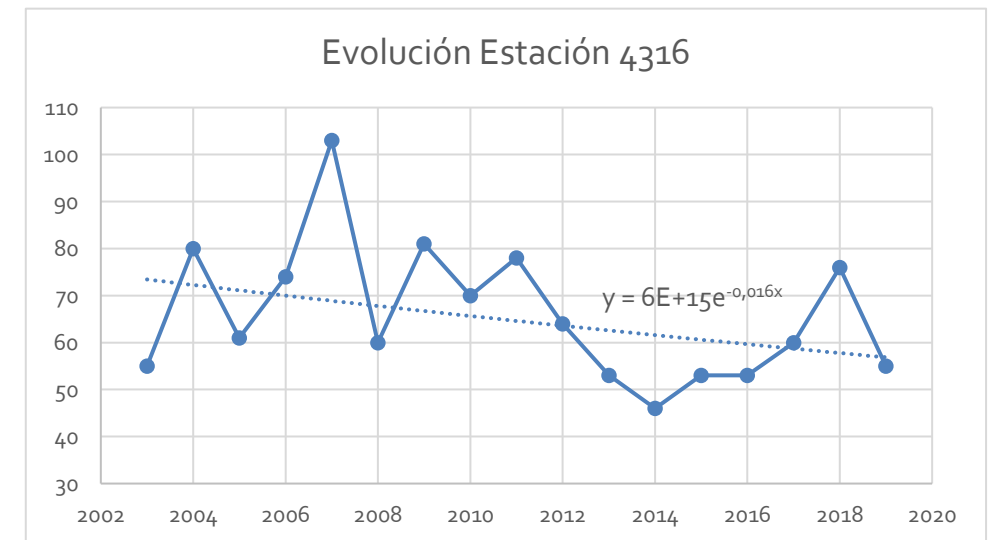
Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



• 4316 (Carretera A-4316)

AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2003	55	52	3	5,5
2004	80	77	3	3,8
2005	61	58	3	4,9
2006	74	72	2	2,7
2007	103	99	4	3,9
2008	60	58	2	3,3
2009	81	78	3	3,7
2010	70	68	2	2,9
2011	78	75	3	3,8
2012	64	61	3	4,7
2013	53	51	2	3,8
2014	46	44	2	4,3
2015	53	51	2	3,8
2016	53	51	2	3,8
2017	60	58	2	3,3
2018	76	72	4	5,3
2019	55	52	3	5,5
2020	51	47	4	7,8
2021	54	50	4	7,4
2022	43	40	3	7,0

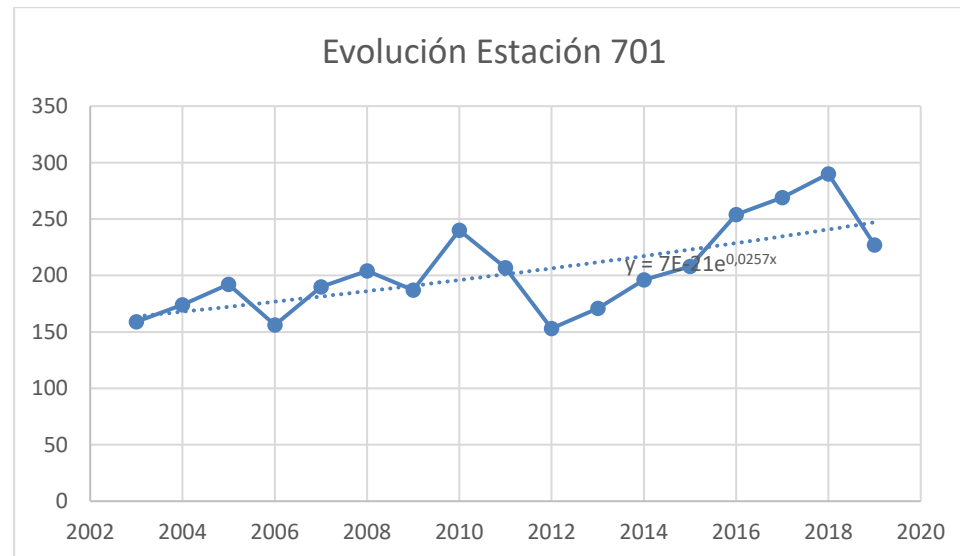
Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



• 701 (Carretera A-3322)

Año	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2003	159	153	6	3.8
2004	174	170	4	2.3
2005	192	186	6	3.1
2006	156	152	4	2.6
2007	190	184	6	3.2
2008	204	197	7	3.4
2009	187	182	5	2.7
2010	240	232	8	3.3
2011	207	203	4	1.9
2012	153	148	5	3.3
2013	171	166	5	2.9
2014	196	189	7	3.6
2015	208	202	6	2.9
2016	254	241	13	5.1
2017	269	262	7	2.6
2018	290	280	10	3.4
2019	227	220	7	3.1
2020	192	187	5	2.6
2021	300	290	10	3.3
2022	347	337	10	2.9

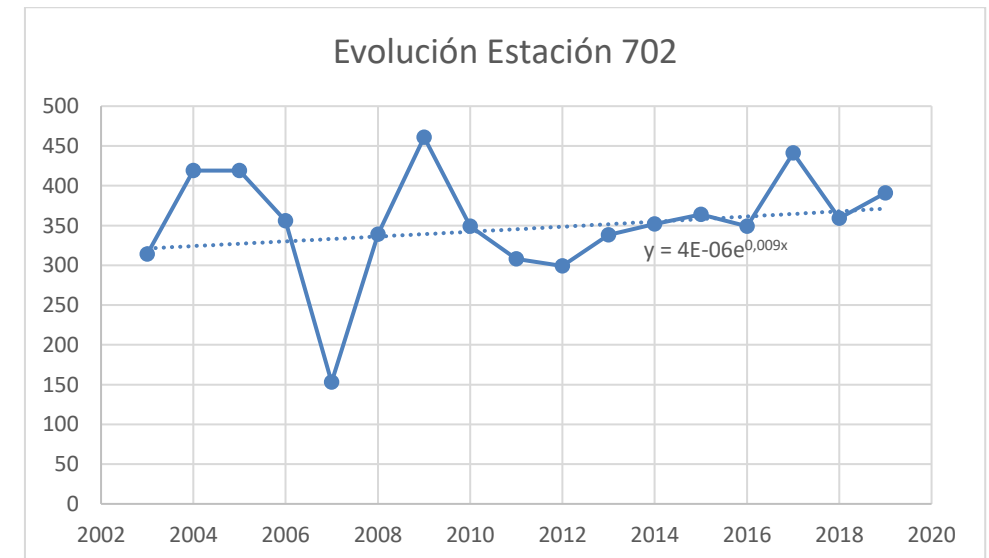
Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



• 702 (Carretera A-3310)

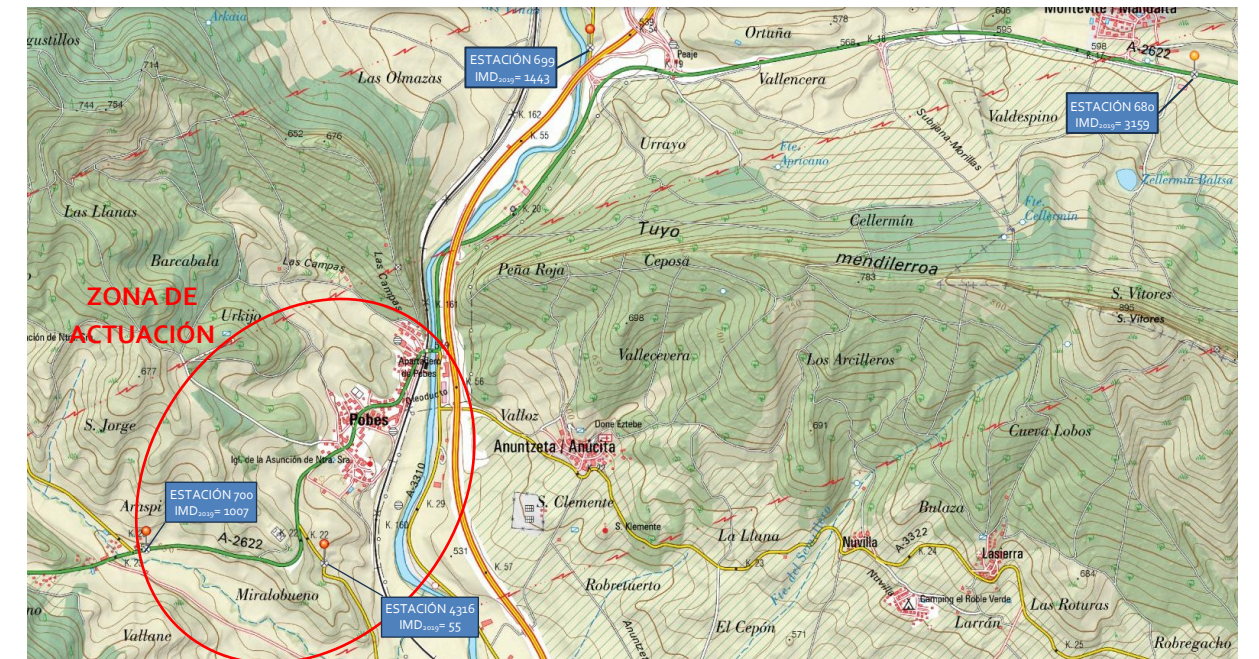
Año	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2003	314	303	11	3.5
2004	419	406	13	3.1
2005	419	402	17	4.1
2006	356	344	12	3.4
2007	153	147	6	3.9
2008	339	325	14	4.1
2009	461	443	18	3.9
2010	349	338	11	3.2
2011	308	300	8	2.6
2012	299	288	11	3.7
2013	338	326	12	3.6
2014	352	336	16	4.5
2015	364	351	13	3.6
2016	349	333	16	4.6
2017	441	426	15	3.4
2018	359	343	16	4.5
2019	391	373	18	4.6
2020	261	242	19	7.3
2021	422	404	18	4.3
2022	323	310	13	4

Los resultados gráficos de los aforos de tráfico de la estación, así como el ajuste exponencial de la evolución de la IMD se recogen a continuación:



La última actualización obtenida de las series de datos del Servicio de Carreteras de la Diputación Foral de Álava es de 2022. Sin embargo, debido a los confinamientos y restricciones a la movilidad decretados durante la pandemia de COVID-19, los datos de tráfico mostrados a partir del año 2020 no son representativos del comportamiento normal del tráfico en las carreteras y, por lo tanto, se ha tomado como año base de los datos para la realización de la prognosis del tráfico, el año 2019.

Se representa a continuación un plano donde se recoge la información de las estaciones de aforo analizadas en el año 2019:



4 Prognosis de tráfico (Previsión de demanda futura)

4.1 Consideraciones de cálculo

La realización de un estudio sobre la posible demanda futura del tramo tiene por objeto el poder estudiar los niveles de servicios que se tendrán en un futuro en el tramo considerado, así como deducir la conveniencia de diseñar tratamientos específicos en tramos puntuales para mejora de la capacidad.

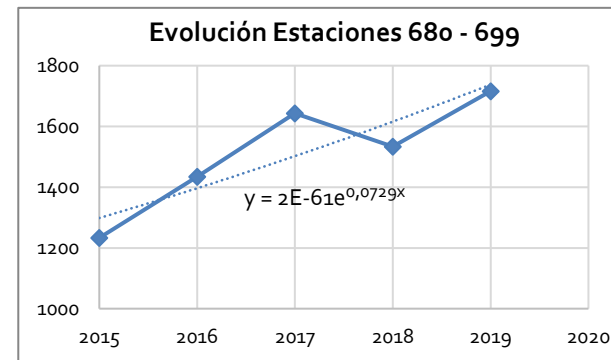
Se considera como año horizonte 20 años después de la fecha prevista para la entrada en servicio de la carretera.

Se estima que el Año de Puesta en Servicio (APS) será el año 2025 y, por lo tanto, el año horizonte 2045.

Tras el análisis de los datos de las estaciones, se ha considerado utilizar los datos de intensidades de tráfico aportados por la estación de aforo 680 (en la A-2622, previa a la intersección con la carretera a Subijana-Morillas) restando los tráficos registrados por la estación de aforo 699, situada ya en la carretera A-3314. Se ha considerado que la resta de tráficos de estas dos estaciones es la muestra más representativa de la circulación prevista para la nueva variante. El tráfico registrado por la estación A-4316 se supone despreciable a efectos del presente estudio.

Por lo tanto, se ha realizado la estimación de las previsiones de los tráficos durante la vida del proyecto en función de la tendencia del tráfico de la resta de la estación 680 menos la 699, lo que representa un 7,3% de crecimiento.

AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes
2015	1233	1180	53	4,3
2016	1434	1385	49	3,4
2017	1643	1570	73	4,4
2018	1534	1489	45	2,9
2019	1716	1664	52	3
2020	1491	1433	58	3,9
2021	1655	1599	56	3,4
2022	1774	1684	90	3,60



Debido a lo mencionado por la pandemia COVID-19, los datos de tráfico mostrados a partir del año 2020 no son representativos del comportamiento normal del tráfico y, por lo tanto, se partirá de las intensidades recogidas en el año 2019 para la realización de la prognosis del tráfico, suponiendo un crecimiento nulo para los años 2020 y 2021.

Por otra parte, de acuerdo con la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, en ausencia de datos fiables podrá adoptarse una tasa constante del 4% para IMDs de vehículos pesados en el año puesta en servicio de 1.600 o superior. Y del 2% en otro caso.

En resumen, las tasas de crecimiento utilizadas para este proyecto son las siguientes:

- Tasa de crecimiento de 0% para los años 2020 y 2021.
- Tasa de crecimiento de 7,3% hasta el año de puesta en servicio (2025).

- Tasa de crecimiento de 2% hasta el año horizonte (2045).

En cuanto al tráfico pesado, atendiendo al promedio de los valores de la última década se ha definido un porcentaje de pesados de 5%.

Con respecto a las carreteras A-3322 y A-3310 con las que conecta la variante, se realiza la misma estimación: crecimiento hasta el año de puesta en servicio según la evolución ajustada (2,6% para la A-3322 y 1% para la A-3310) y, a partir del año de puesta en servicio, una tasa de crecimiento del 2%.

4.2 Cálculo de la IMD en el año de puesta en funcionamiento

Se ha estimado que el año de puesta en funcionamiento será el 2025, por lo que será a partir de este año cuando se considere que empieza a transcurrir el periodo de proyecto.

Como se ha comentado anteriormente, se ha realizado un ajuste exponencial para los datos de la resta de la estación 680 menos la 699, obteniendo los siguientes datos hasta el año de puesta en funcionamiento:

VTE.A-2622					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2019	1716	1664	52	3	7,3
2020	1841	1767	74	4	0
2021	1841	1749	92	5	0
2022	1841	1749	92	5	7,3
2023	1976	1877	99	5	7,3
2024	2120	2014	106	5	7,3
2025	2275	2161	114	5	7,3

A-3322					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2019	227	220	7	3,1	2,6
2020	233	219	14	6	0
2021	233	219	14	6	0
2022	233	219	14	6	2,6
2023	239	225	14	6	2,6
2024	245	230	15	6	2,6
2025	252	237	15	6	2,6

A-3310					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2019	391	373	18	4,6	1
2020	395	371	24	6	0
2021	395	371	24	6	0
2022	395	371	24	6	1
2023	399	375	24	6	1
2024	403	379	24	6	1
2025	407	383	24	6	1

4-3 Previsión de la demanda

- Metodología

Para la obtención de la demanda previsible durante la vida del proyecto se ha procedido de tres formas:

1. Se ha supuesto que, hasta el año de puesta en servicio, el tráfico seguirá la misma tendencia de crecimiento que la procedente del ajuste, con un 7,3% de tasa de incremento anual para el tronco de la Variante de la A-2622, y un 2,6% y 1% para la A-3322 y A-3310 respectivamente.
2. De acuerdo con la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, se realiza una hipótesis de crecimiento a partir del año de puesta en servicio del 2% de crecimiento anual.
3. Como la variante proyectada no reduce significativamente el tiempo ni distancia de recorrido entre destinos, ni supone un cambio de opción por ser una mejor ruta, ni se prevé que vaya a conllevar una revalorización en el uso del suelo debido a las características del entorno, no se espera tráfico inducido una vez concluya la obra.

A continuación, se incluye la tabla con la intensidad de tráfico prevista para el año horizonte:

VTE.A-2622					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2025	2275	2161	114	5	7,3
2026	2441	2319	122	5	2
2027	2490	2366	124	5	2
2028	2539	2412	127	5	2
2029	2590	2460	130	5	2
2030	2642	2510	132	5	2
2031	2695	2560	135	5	2
2032	2749	2612	137	5	2
2033	2804	2664	140	5	2
2034	2860	2717	143	5	2
2035	2917	2771	146	5	2
2036	2975	2826	149	5	2
2037	3035	2883	152	5	2
2038	3095	2940	155	5	2
2039	3157	2999	158	5	2
2040	3220	3059	161	5	2
2041	3285	3121	164	5	2
2042	3351	3183	168	5	2
2043	3418	3247	171	5	2
2044	3486	3312	174	5	2
2045	3556	3378	178	5	2

A-3322					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2025	252	237	15	6	2.6
2026	258	243	15	6	2
2027	263	247	16	6	2
2028	269	253	16	6	2
2029	274	258	16	6	2
2030	279	262	17	6	2
2031	285	268	17	6	2
2032	291	274	17	6	2
2033	296	278	18	6	2
2034	302	284	18	6	2
2035	308	289	19	6	2
2036	315	296	19	6	2
2037	321	302	19	6	2
2038	327	307	20	6	2
2039	334	314	20	6	2
2040	341	321	20	6	2
2041	347	326	21	6	2
2042	354	333	21	6	2
2043	361	339	22	6	2
2044	369	347	22	6	2
2045	376	353	23	6	2

A-3310					
AÑO	IMD total	IMD lig	IMD pes	% pes	r
2025	407	383	24	6	1
2026	411	386	25	6	2
2027	419	394	25	6	2
2028	428	402	26	6	2
2029	436	410	26	6	2
2030	445	418	27	6	2
2031	454	427	27	6	2
2032	463	435	28	6	2
2033	472	444	28	6	2
2034	481	452	29	6	2
2035	491	462	29	6	2
2036	501	471	30	6	2
2037	511	480	31	6	2
2038	521	490	31	6	2
2039	532	500	32	6	2
2040	542	509	33	6	2
2041	553	520	33	6	2
2042	564	530	34	6	2
2043	575	540	35	6	2
2044	587	552	35	6	2
2045	599	563	36	6	2

5 Categorías de tráfico

El tráfico se ha categorizado según lo recogido en la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco. Según esta Norma, la asignación de la categoría de tráfico se hace en base al Tráfico de Proyecto, que se define como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el período de proyecto.

La Norma considera diez categorías de tráfico en función del Tráfico de Proyecto y que son las que se especifican a continuación:

CATEGORÍA DE TRÁFICO		TRÁFICO DE PESADOS (millones)
T ₀₀		43,8-87,6
T ₀		21,9-43,8
T ₁	T _{1A}	15,3-21,9
	T _{1B}	8,8-15,3
T ₂	T _{2A}	4,4-8,8
	T _{2B}	2,2-4,4
T ₃	T _{3A}	1,1-2,2
	T _{3B}	0,55-1,1
T ₄	T _{4A}	0,27-0,55
	T _{4B}	<0,27

Para el cálculo del tráfico de proyecto se sigue la siguiente expresión:

$$TP = IMD_p^{APS} \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_C \cdot \gamma_R \cdot \gamma_L$$

Donde:

IMD_p^{APS} = Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de Puesta en Servicio.

F= Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el período de proyecto y se obtiene a partir de la tasa de crecimiento anual del tráfico de vehículos pesados (r) de la siguiente manera:

$$F = [(1 + r)^n - 1] / r$$

γ_C = Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto (Tabla 5.2 de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco)

γ_R = Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto (Tabla 5.3 de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco)

γ_L = Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto de proyecto. Se adoptará un coeficiente de valor 1,3 en aquellos subtramos del proyecto en rampa cuya pendiente longitudinal sea superior al 5% y se mantenga en una longitud de, al menos, 500 m. En el resto de los casos se tomará el valor 1.

Como se ha indicado anteriormente, según la Norma, la tasa de crecimiento anual del tráfico de vehículos pesados se ha considerado del 2%.

A continuación, se incluye una tabla con los resultados del presente proyecto para el cálculo de la categoría de tráfico de acuerdo con la Norma de Firmes del País Vasco:

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO VTE A-2622		
IMD ^{APS}	2.275	
IMD _p ^{APS}	114	
r	0.02	
F	25	
γ_C	0,5	
γ_R	1,1	
γ_L	1	
γ_T	0,55	
TP	572.132	0,572

Según la tabla incluida, se concluye que el tronco de la Variante contempla una categoría de tráfico: **T_{3B}**.

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO A-3322		
IMD ^{APS}	252	
IMD _p ^{APS}	15	
r	0.02	
F	25	
γ_C	0.5	
γ_R	1	
γ_L	1	
γ_T	0.5	
TP	68.438	0.068

Según la tabla incluida, se concluye que la conexión con la A-3322 contempla una categoría de tráfico: **T_{4B}**.

CALCULO TRÁFICO DE PROYECTO A-3310		
IMD ^{APS}	407	
IMD _p ^{APS}	24	
r	0.02	
F	25	
γ_C	0.5	
γ_R	1	
γ_L	1	
γ_T	0.5	
TP	109.500	0.110

Según la tabla incluida, se concluye que la conexión con la A-3322 contempla una categoría de tráfico: **T_{4B}**.

6 Estudio de Capacidad y Niveles de Servicio

6.1 Introducción

Se calcula a continuación el Nivel de Servicio de la variante A-2622, de acuerdo al *Highway Capacity Manual 7th Edition del Transportation Research Board*.

La carretera A-2622 se trata de una carretera convencional de dos carriles. Para este tipo de vías, el Manual divide las carreteras según el límite de velocidad establecido. En la A-2622 el límite de velocidad es de 80 km/h, por lo que se clasifica como "Higher-Speed Highways" y sigue el criterio establecido en la siguiente tabla:

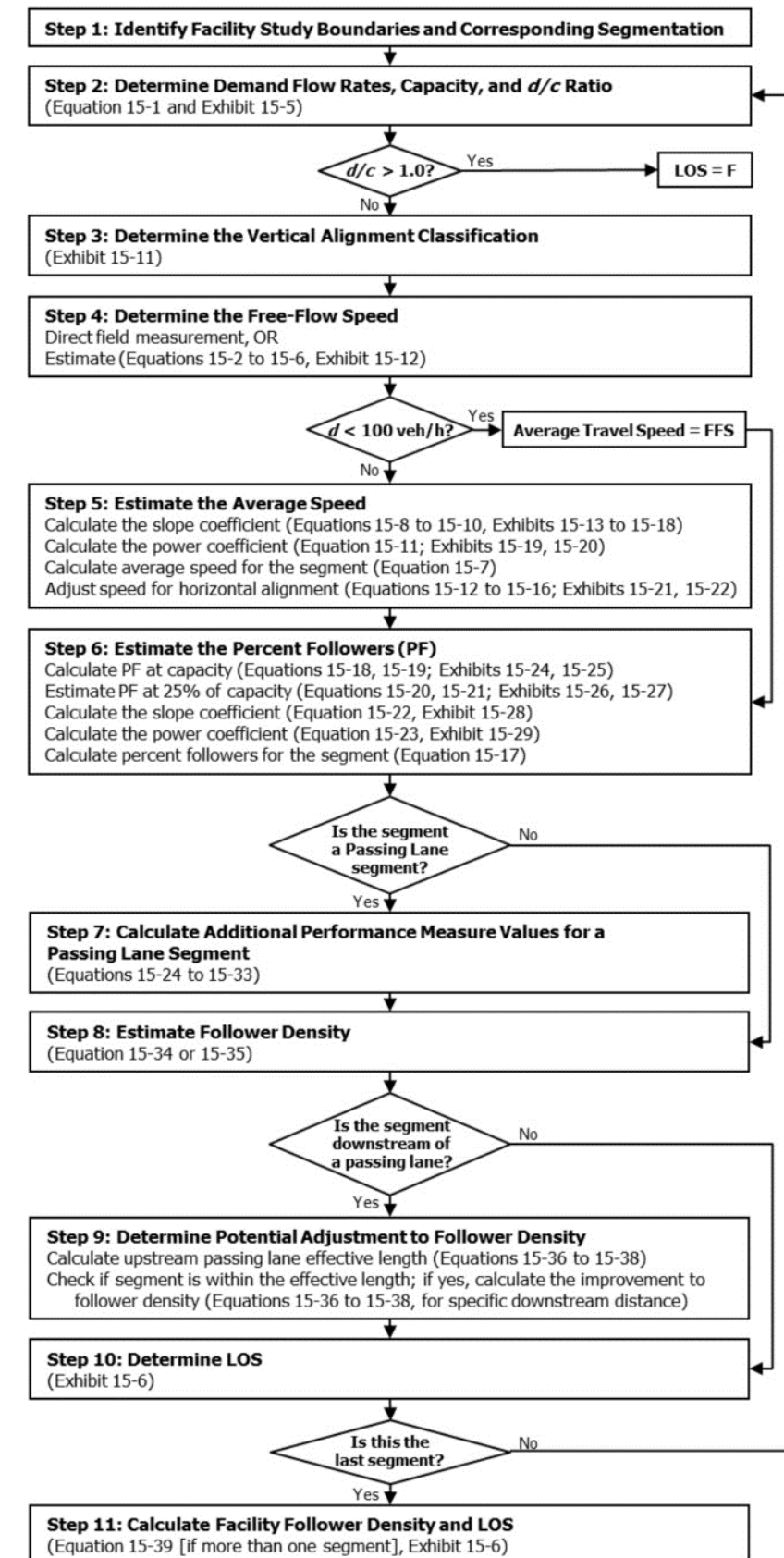
Exhibit 15-6: Motorized Vehicle LOS Criteria for Two-Lane Highways

LOS	Follower Density (followers/mi/ln)	
	Higher-Speed Highways Posted Speed Limit \geq 50 mi/h	Lower-Speed Highways Posted Speed Limit < 50 mi/h
A	≤ 2.0	≤ 2.5
B	$> 2.0 - 4.0$	$> 2.5 - 5.0$
C	$> 4.0 - 8.0$	$> 5.0 - 10.0$
D	$> 8.0 - 12.0$	$> 10.0 - 15.0$
E	> 12.0	> 15.0
F	Demand exceeds capacity	

En el Highway Capacity Manual 7th Edition se indica una metodología para el cálculo del LOS (Level Of Service) mediante la cual se analizan las variables que tienen influencia en su determinación:

- Velocidad de flujo libre (FFS).
- Velocidad promedio (S).
- Porcentaje de seguidores (PF).
- Densidad de seguidores (FD).

Esta metodología se incluye a continuación y reúne los pasos que se han seguido en el siguiente apartado para el cálculo del Nivel de Servicio:



6.2 Análisis de la circulación

Datos de partida

- Longitud de segmento: 0,488 km
- Pendiente máx. del segmento: 3,30%
- Vertical Alignment: 2 (de la ecuación 15-11)
- Ancho de carriles: 3,5 m
- Ancho de arcenes: 1,0 m
- Tipo de terreno: montañoso
- Adelantamiento no permitido en el segmento analizado para el análisis de la situación más desfavorable.
- Límite de velocidad: 80 km/h
- IMD previsto para el año 2045: 3556
- Reparto por sentidos en hora punta: 60/40
- Factor de hora punta (PHF): dada la ausencia de datos reales, se toma por defecto el valor 0,9
- % Intensidad horaria: 9
- % Vehículos pesados: 5 %
- La capacidad máxima de un tramo de carretera de dos carriles sin carril de adelantamiento es por defecto 1700 veh/h/carril.

PASO 1.

Para el cálculo del Nivel de Servicio del tramo objeto del proyecto, se ha analizado el segmento más desfavorable y extrapolado así a todo el tramo. El segmento analizado es de 0,488 km de longitud y 3,30% de pendiente ascendente, una velocidad de 80 km/h e intensidad horaria total de 320 veh/h.

PASO 2.

Para determinar la tasa del flujo de demanda en la dirección de análisis, se ha aplicado la ecuación 15-1 del Highway Capacity Manual 7th Edition. Se considera la dirección de análisis aquella por la que circula el 60% del tráfico:

$$v_d = V_d / PHF$$

En este caso:

$$V_d = 320 * 0,6 = 192 \text{ veh/h y PHF} = 0,9$$

Por lo tanto:

$$v_d = 192 / 0,9 = 213 \text{ veh/h}$$

Como la capacidad de la carretera es mayor que el flujo de demanda, el tramo no estará congestionado y se procede con el cálculo del Paso 3.

PASO 3.

Para una longitud de segmento de 0,488 km y pendiente del 3,30%, según la tabla 15-11 del Highway Capacity Manual, la alineación vertical es clase 2.

PASO 4.

Estimación de la Velocidad en flujo libre (FFS)

Aplicando la ecuación 15-3 del Highway Capacity Manual 7th Edition:

$$FFS = BFFS - a * (HV\%) - f_{LS} - f_A$$

Donde,

$$BFFS = 1,14 * S_{pl} = 56,67 \text{ millas/h; } S_{pl} = \text{Límite de velocidad establecido de } 80 \text{ km/h} = 49,71 \text{ millas/h}$$

a viene dada a partir de la ecuación 15-4 del Highway Capacity Manual 7th Edition con $v_o = 1500$ por no permitirse el adelantamiento. $\rightarrow a = 0,0359$

$$HV\% = 6$$

$$f_{LS} \text{ viene dada a partir de la ecuación 15-5 del Highway Capacity Manual 7th Edition} \rightarrow f_{LS} = 2,216$$

$$f_A \text{ viene dada a partir de la ecuación 15-6 del Highway Capacity Manual 7th Edition} \rightarrow f_A = 0$$

Por lo tanto:

$$FFS = 56,67 - 0,0359 * 6 - 2,216 - 0 = 54,13 \text{ millas/h} = 87,11 \text{ km/h}$$

Como $v_d = 213 \text{ veh/h} > 100 \text{ veh/h}$ \rightarrow La velocidad promedio (S) será diferente de la velocidad de flujo libre (FFS) y, por lo tanto, hay que calcularla según el Paso 5.

PASO 5

Estimación de la Velocidad Promedio (S)

La velocidad promedio se calcula aplicando la ecuación 15-7 del Highway Capacity Manual 7th Edition para el caso de un flujo de demanda en la dirección de análisis mayor que 100 vehículos a la hora:

$$S = FFS - m * (v_d / 1000 - 0,1) ^ p$$

Donde,

$$FFS = 54,27 \text{ millas/h}$$

$$v_d = 213 \text{ veh/h}$$

Mediante la ecuación 15-8 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula m obteniendo un valor de 3,1155.

Mediante la ecuación 15-11 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula p obteniendo un valor de 0,41622.

Por lo tanto:

$$S = 54,27 - 3,1155 * (213 / 1000 - 0,1) ^{0,41622} = 53,01 \text{ millas/h} = 85,31 \text{ km/h}$$

PASO 6.

Estimación del Porcentaje de cola (PF)

Para el cálculo de este porcentaje se aplica la ecuación 15-17 del Highway Capacity Manual 7th Edition:

$$PF = 100 * [1 - e^{\{m * (\frac{vd}{1000})^p\}}]$$

Mediante la ecuación 15-18 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula el PF_{cap} obteniendo un valor de 89,27%.

Mediante la ecuación 15-20 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula el PF_{25cap} obteniendo un valor de 59,51%.

Mediante la ecuación 15-22 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula m obteniendo un valor de -1,577.

Mediante la ecuación 15-23 del Highway Capacity Manual 7th Edition se calcula p obteniendo un valor de 0,6598.

Por lo tanto:

$$PF = 100 * [1 - e^{\{-1,577 * (\frac{213}{1000})^{0,6598}\}}] = 43,40\%$$

Como no hay carril de adelantamiento, se procede con el cálculo del Paso 8.

PASO 8.

Estimación de la Densidad de cola (FD)

Para el cálculo de la densidad se aplica la ecuación 15-35 del Highway Capacity Manual 7th Edition por tratarse de un tramo sin adelantamiento permitido:

$$FD = PF/100 * V_d / S$$

Sustituyendo, $FD = 43,4/100 * 213/ 53,01 = 1,75$ followers/milla/carril

Como en el tramo objeto no existe carril de adelantamiento, se procede finalmente con el cálculo del Paso 10.

PASO 10.

Determinación del Nivel de Servicio

Teniendo en cuenta los criterios definidos en la Tabla 15-6 del Highway Capacity Manual 7th Edition, incluida anteriormente, para tramos con velocidades mayores de 50 millas a la hora y una densidad de cola (FD) de 1,75 followers/milla/carril, el tramo analizado cuenta con un LOS: A.

En LOS A, los conductores experimentan velocidades de operación cercanas a la velocidad permitida el flujo es continuo y el pelotón es mínimo.

Se concluye, por lo tanto, que el tramo de la carretera A- 2622 operará en **Nivel de Servicio A** en el año 2045.