

PROYECTO CONSTRUCTIVO

**ACONDICIONAMIENTO, ENSANCHE Y RECTIFICACIÓN DE TRAZADO DE LA
CARRETERA BI-630**

TRAMO: EL CALLEJO – LA CADENA (L.P.)

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 8 – TRÁFICO

● CONTROL DE CALIDAD			
DOCUMENTO	ANEJO Nº 8 – TRAFICO		
CÓDIGO	RD5292-PC-AN-08-TRAFICO-D01.docx		
EDICIÓN Nº	1	Fecha edición	Enero 2021
REVISIÓN Nº	1	Fecha revisión	Enero 2021
REALIZADO POR	Nombre	ASE	Firma:
	Fecha	29/01/2021	
REVISADO POR	Nombre	SGC	Firma:
	Fecha	29/01/2021	
APROBADO POR	Nombre	AGU	Firma:
	Fecha	29/01/2021	

● REGISTRO DE MODIFICACIONES				
EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1/1	Enero /21		-	Edición inicial

■ ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2 ANÁLISIS DEL TRÁFICO	1
2.1. DATOS DE PARTIDA	1
2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
2.3. PREVISIÓN DEL TRÁFICO	2
3. CALCULO DE TRÁFICO DE PROYECTO	3
4. NIVEL DE SERVICIO.....	4
4.1. INTRODUCCIÓN	4
4.2. VOLUMEN DE TRÁFICO PREVISTO	4
4.3. METODOLOGÍA.....	5
4.4. CÁLCULOS	5
4.4.1. Nivel de servicio del año puesta en servicio (2027)	5
5. CONCLUSIONES	6

■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tráfico 2019	1
Tabla 2: Aforos 2019	2
Tabla 3: Crecimientos estimados	3
Tabla 4: Tráfico estimado estación 65A	3
Tabla 5: Tráfico estimado estación 65B	3
Tabla 6. IMD de pesados para el cálculo de tráfico de proyecto.	3
Tabla 7. Tabla resumen de crecimientos indicados	4
Tabla 7. Intensidad horaria equivalente	4
Tabla 9. Tabla 15-3 del Manual de Capacidad HCM	6

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de aforos de 2019.....	2
---------------------------------------	---

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la determinación de las intensidades de tráfico que circulan por el tramo de la carretera BI-630 objeto del presente 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.

Para definir la evolución del tráfico, se ha partido de los datos de aforo existentes de la Diputación Foral de Bizkaia. A partir de estos datos se ha procedido a efectuar una previsión del tráfico que discurrirá por esta carretera en el año horizonte.

2. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

2.1. DATOS DE PARTIDA

Se analiza el comportamiento de la red viaria en el tramo El Callejo – La Cadena (BI-630).

Se tienen en cuenta diversos escenarios, analizando el tráfico tanto en situación de puesta en servicio (año 2023) como futura, a 30 años (año 2053), y teniendo en cuenta el tráfico del tramo a estudiar.

Se cuenta con los datos de los aforos realizados por la Diputación Foral de Bizkaia en la zona durante los últimos años. En concreto con los correspondientes a la estación de aforo 65A y 65B, las cuales se encuentran situadas en la carretera de estudio BI-630.

A partir de estos datos, se efectúa una previsión del tráfico que discurrirá por esta carretera en el año 2.020, supuesto éste como año de puesta en servicio y 2.050 año horizonte.

En resumen, la situación del tráfico en el 2.019, se concreta en los siguientes valores:

Carretera y Estación	IMD (veh/día)	Pesados (%)	IMDp
BI-630 Estación 65A	1.880	11,3	212
BI-635 Estación 65B	1.600	12,6	202

Tabla 1: Tráfico 2019

2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El tramo El Callejo – La Cadena se sitúa íntegramente en el término municipal de Karrantza. En la actualidad la calzada está formada por dos carriles, uno por cada sentido de circulación, sin arcenes.

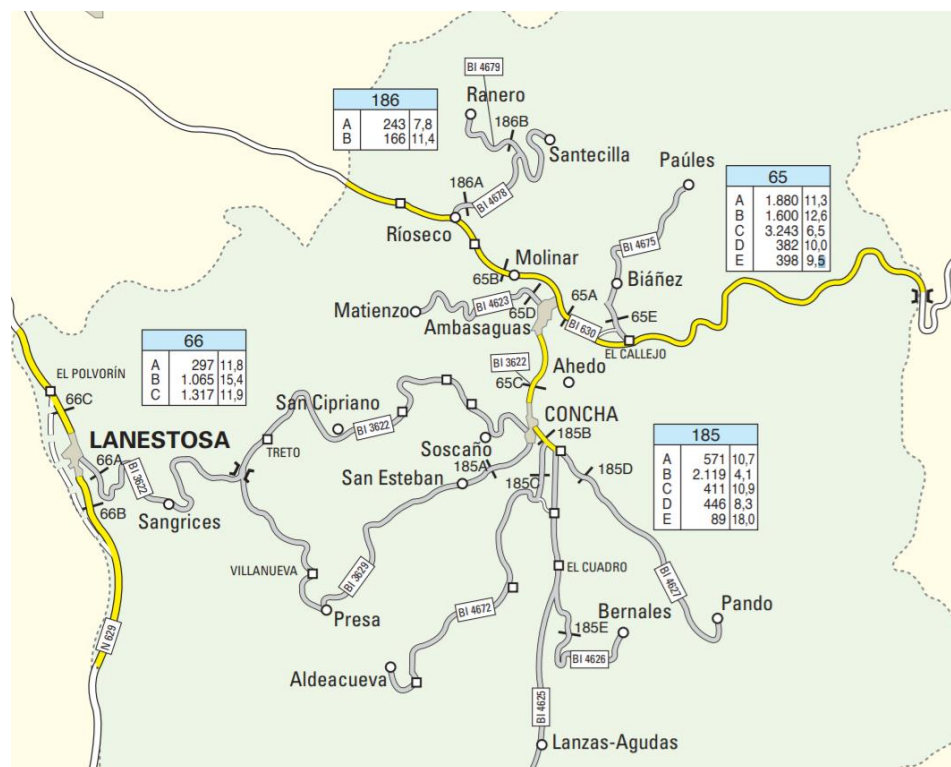


Figura 1: Mapa de aforos de 2019

AFOROS DE BIZKAIA

Resultados año 2019

Estación	Tipo	Carretera	Localidad	Tramo	% Pes. D. Med.	VEHÍCULOS/DÍA (Media Anual)				Día Laborable Medio	
						IMD	Laborable	Sábado	Domingo	% pesados	Nº Veh. Pes.
65A	3	BI-630	Karrantza	Turtzioz- Ambasaguas	11,3	1.880	1.930	1.805	1.708	12,4	240
65B	3	BI-630	Karrantza	Ambasaguas- L.P.(Ramales)	12,6	1600	1.599	1.695	1.505	14,7	235

Tabla 2: Aforos 2019

2.3. PREVISIÓN DEL TRÁFICO

Para el análisis del tráfico futuro se han barajado distintas tasas de crecimiento. En el libro “Evolución del tráfico en las Carreteras de Bizkaia” de 2.019, publicado por la Diputación Foral de Bizkaia, para las carreteras de la Red Básica, a la cual pertenece la carretera BI-630, señalan un descenso del 0,8% para el periodo 2.014-2.019 y un descenso similar del 0,5% para el 2.018-2.019. Teniendo en cuenta los principales corredores de la red básica, en el año 2919 se ha registrado un decrecimiento del -0,1% respecto al año 2018 y un 1,3% de media anual en el periodo 2014-2019.

En vista a los crecimientos obtenidos con los datos de las estaciones y los indicados para las redes y corredores en el libro “Evolución del tráfico en las Carreteras de Bizkaia”, en su mayoría negativos y teniendo en cuenta las previsiones realizadas en estudio de tráfico previos, se han establecido tres tendencias de crecimiento que suponen un abanico suficientemente amplio para englobar el crecimiento futuro esperado.

En las dos primeras tendencias se definen dos tramos de crecimiento, el primer tramo corresponde a los primeros diez años con un crecimiento nulo o muy bajo y un segundo tramo hasta el año horizonte (2.057). La primera opción se trata de un planteamiento muy conservador que supondría un enfriamiento de la economía, con un crecimiento del tráfico nulo en el primer tramo y un aumento del 0,5% en el segundo tramo. En la segunda opción se trata de una hipótesis más optimista, se plantea un aumento del tráfico del 0,5% en el primer periodo de crecimiento y un crecimiento del 1,5% en el segundo tramo. Se realiza una tercera hipótesis, teniendo en cuenta lo recomendado por la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, la cual consiste en un incremento constante del 2 %. Esta norma recomienda que en ausencia de datos fiables, se puede adoptar una tasa constante del 2% para tráfico T2 o inferiores.

En la siguiente tabla se resumen los crecimientos indicados

En cuanto al tráfico, la intensidad media diaria en el año 2019 según la estación de aforo 65B situada en el tramo Ambasaguas-La Cadena, ha sido de 1.600 veh/día y en el tramo El Callejo-Ambasaguas, ha sido de 1.880 veh/día según la estación de aforo 65A. La evolución del flujo de vehículos en los últimos años ha sido decreciente, probablemente debido a la crisis económica y a la deficiente accesibilidad a la zona.

Destaca el elevado porcentaje de pesados del 12,6 % en el tramo objeto de estudio, en un día laborable medio, según la estación 65 B, tal y como se refleja en el extracto del Mapa de Aforos de 2019.

El uso prioritario actual de la vía, es el de dar accesibilidad al valle de Karrantza, siendo necesario el acondicionamiento y mejora del corredor para superar las restricciones de trazado existentes (radios reducidos, velocidades bajas, ausencia de arcones, etc.)

Se tendrá en cuenta la reposición de todos los accesos existentes.

El Proyecto responde a la necesidad de conseguir un aumento sustancial de la seguridad vial en la zona comprendida en el proyecto.

Por otra parte se pretende integrar el elevado tráfico ciclista que soportan ambas carreteras aumentando la seguridad para los ciclistas.

	Crecimiento 1	Crecimiento 2	Crecimiento 3
2019-2027	0%	0,5%	2,0%
2027-2037	0%	0,5%	2,0%
2037-2047	0,5%	1,5%	2,0%
2047-2057	0,5%	1,5%	2,0%

Tabla 3: Crecimientos estimados

Se utiliza una fórmula del tipo:

$$IMD^{FUT} = IMD^{AFO} \times (1 + r)^P$$

Siendo:

IMD^{FUT}	IMD en el año futuro (puesta en servicio y año horizonte)
IMD^{AFO}	IMD obtenida de aforos de tráfico
r	Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico entre el año del aforo y el año futuro, en tanto por uno
P	Periodo comprendido entre el año del aforo y el año futuro, en años

Como resultado de todo ello, se obtiene para el año de puesta en servicio 2.027 y para el año horizonte 2.057, un tráfico para este tramo de la carretera BI-630 con las siguientes características:

Estación 65A

Año	Crecimiento 1			Crecimiento 2			Crecimiento 3		
	IMD	ligeros	IMD v.p.	IMD	ligeros	IMD v.p.	IMD	ligeros	IMD v.p.
2.019	1.880	1.640	240	1.880	1.640	240	1.880	1.640	240
2027	1880	1640	240	1955	1706	250	2181	1902	278
2.037	1.880	1.640	240	2.055	1.793	262	2.658	2.319	339
2047	1976	1724	252	2385	2081	304	3241	2827	414
2.057	2.077	1.812	265	2.768	2.415	353	3.950	3.446	504

Tabla 4: Tráfico estimado estación 65A

Estación 65B

Año	Crecimiento 1			Crecimiento 2			Crecimiento 3		
	IMD	ligeros	IMD v.p.	IMD	ligeros	IMD v.p.	IMD	ligeros	IMD v.p.
2.019	1.600	1.365	235	1.600	1.365	235	1.600	1.365	235
2027	1.600	1.365	235	1.664	1.420	244	1.856	1.583	273
2.037	1.600	1.365	235	1.749	1.492	257	2.262	1.930	332
2047	1.682	1.435	247	2.030	1.732	298	2.758	2.353	405
2.057	1.768	1.508	260	2.356	2.010	346	3.362	2.868	494

Tabla 5: Tráfico estimado estación 65B

3. CALCULO DE TRÁFICO DE PROYECTO

Según la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, el tráfico de Proyecto se define como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el periodo de proyecto. Se toma como año de puesta en servicio el año 2027 y un periodo de proyecto de 20 años, para el año horizonte 2047. Para su cálculo se usará la siguiente expresión:

$$TP = IMD_p \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_T$$

En donde:

- IMD_p : Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo (se toma el año 2027).

TRAMO	IMD	%P	IMD _p
Turtzioz Ambasaguas	2181	12,4	278

Tabla 6. IMD de pesados para el cálculo de tráfico de proyecto.

- F : Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados.

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

Siendo,

- r = Tasa de crecimiento anual del tráfico de vehículos pesados:

La norma recomienda que, en ausencia de datos fiables, se puede adoptar una tasa de crecimiento anual del tráfico de vehículos pesados debe estimarse a partir de un estudio de tráfico específico. No

obstante, en ausencia de datos fiables podrá adoptarse una tasa constante del 4% para una IMD de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo de 1.600 ó superior, y del 2% en otro caso. Por lo que suponemos una tasa de crecimiento de 2%.

n = Periodo de proyecto = 20 años

Por lo que $F = 25$

- γ_T : Coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico.

$$\gamma_T = \gamma_C \cdot \gamma_R \cdot \gamma_L$$

- γ_C Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto.

Es una vía de calzada única con una anchura mayor de seis metros, por lo que se toma el valor de 0,50.

- γ_R Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto.

Es de 1,1 por no ser red principal con $IMD \geq 2.000$

- γ_L Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto de proyecto.

Se toma $\gamma_L = 1,0$ al no tener tramos con pendiente longitudinal superior al 5% en longitudes de al menos 500 m.

Así, el valor del coeficiente γ_T es:

$$\gamma_T = 0,50 \times 1,1 \times 1,0 = 0,55$$

Por tanto, el tráfico de proyecto será de:

- $TP = 278 \times 365 \times 25 \times 0,55 = 1.395.213$ vehículos.

Los tráficos comprendidos entre 1,1 y 2,2 millones de vehículos pesados, se corresponden con la categoría de tráfico de proyecto **T3A**.

Utilizando la Instrucción de carreteras 6.1-IC, a una IMDp de entre 50 y 200 vehículos pesados diarios, le corresponde una categoría de tráfico **T3**.

Estos valores se utilizan para el dimensionamiento del firme, descrito en el *Anejo Nº 10. Firmes*.

4. NIVEL DE SERVICIO

4.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se obtiene el nivel de servicio que prestará la carretera en el año horizonte, para determinar si resulta necesario establecer tratamientos destinados a la mejora de la circulación.

Para obtener el nivel de servicio se aplica el Manual de Capacidad de Carreteras y la Instrucción de Trazado 3.1-I.C. del Ministerio de Fomento. En este caso se va a aplicar la metodología para carreteras de dos carriles, que presentan dos líneas de acción: el análisis bidireccional o análisis unidireccional de tramos de carreteras de doble sentido (en rampas especiales).

4.2. VOLUMEN DE TRÁFICO PREVISTO

Para obtener el volumen de tráfico de cálculo en la carretera, se fija el año horizonte para el que se realiza el análisis de la capacidad. Se establece que dicho año se sitúa 30 años después de la puesta en servicio, que comienza 6 años después de la redacción de este proyecto. Por consiguiente, el año horizonte es el 2.057.

Las hipótesis de crecimiento del tráfico durante el período de tiempo comprendido entre el año de puesta en servicio y el año horizonte se han expuesto en el apartado 2.3.

La primera opción se trata de un planteamiento muy conservador que supondría un enfriamiento de la economía, con un crecimiento del tráfico nulo en el primer tramo y un aumento del 0,5% en el segundo tramo.

En la segunda opción se trata de una hipótesis más optimista, se plantea un aumento del tráfico del 0,5% en el primer periodo de crecimiento y un crecimiento del 1,5% en el segundo tramo.

En la siguiente tabla se resumen los crecimientos indicados

	Crecimiento 1	Crecimiento 2	Crecimiento 3
2019-2027	0%	0,5%	2,0%
2027-2037	0%	0,5%	2,0%
2037-2047	0,5%	1,5%	2,0%
2047-2057	0,5%	1,5%	2,0%

Tabla 7. Tabla resumen de crecimientos indicados

La Instrucción de Carreteras (Norma 3.1-IC) establece que la hora de proyecto para la que se debe realizar el análisis debe estar comprendida entre la hora 30 y la hora 150.

De acuerdo con lo anterior se decide utilizar, de forma conservadora, una intensidad horaria de proyecto del 10 % de la IMD.

Dado que el análisis de intensidades para una carretera se realiza para un período punta de 15 minutos, es preciso aplicar a la cantidad anterior un factor de hora punta. De acuerdo con la tabla 12.9 del Manual de Capacidad, y en ausencia de datos locales concretos, para un entorno eminentemente rural se adopta un valor de 0,88 para el FHP. Por consiguiente, la intensidad horaria equivalente correspondiente a la tasa del cuarto de hora de mayor tráfico total de la calzada es la que se refleja en la tabla de resultados:

Tasa de Crecimiento	r=2%	IMD v.p.
IMD ₂₀₂₇ (v/d)	1.902	278
IMD ₂₀₅₇ (v/d)	2827	414
I ₁₅ (v/h)	283	41
I=I ₁₅ /FHP (v/h)	321	47

Tabla 8. Intensidad horaria equivalente

4.3. METODOLOGÍA

En el presente apartado se va a obtener el nivel de servicio que presta la carretera en el año horizonte utilizando para ello la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento y el Manual de Capacidad de Carreteras (en su versión Highway Capacity Manual 2.010).

Para la obtención del nivel de servicio se procede a aplicar los contenidos del manual de capacidad. En este caso es aplicable la metodología para carreteras de 2 carriles (Two Lane Highways).

4.4. CÁLCULOS

4.4.1. Nivel de servicio del año puesta en servicio (2027)

4.4.1.1. Datos

Los datos estimativos para el año en puesta en servicio son de 2027:

- Clase III
- $IMD_{2027} = 2827$
- $V = 2827 \cdot 0,1 = 283 \text{ veh/h}$
- Reparto entre carriles de 40/60%.
- Porcentaje de pesados: 12,4%
- Velocidad base libre (BFFS): 60 km/h
- PHF: 0.88
- Densidad de accesos: 9 acc/Km
- Tipo de terreno: Ondulado

Dado que estamos ante una vía de circulación Clase II, los aparados de la metodología relativos a la estimación de la demora-PSTF no son aplicables.

4.4.1.2. Cálculo de la velocidad libre

Se trata de realizar el ajuste de la velocidad base respecto a la anchura de la plataforma y el número de accesos por km del tramo.

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

Donde:

- FFS: velocidad libre (km/h)
- BFFS: Velocidad de base libre (Km/h)
- f_{ls} : Ajuste de anchura de carril y arcén (Tabla 15-7): 4.8
- f_A : Ajuste por densidad de accesos (Tabla 15-8) : 2.5

Resultando una velocidad (FFS) de 52.7 km/h.

4.4.1.3. Ajuste de la Demanda para ATS

El volumen total de demanda se divide entre los dos carriles con un reparto 40/60.

- $V_1(\text{carril más desfavorable}/60) = 283 \cdot 0,6 = 113 \text{ veh/h}$
- $V_2(\text{carril menos desfavorable}/40) = 283 \cdot 0,4 = 170 \text{ veh/h}$

El volumen de demanda en las dos direcciones (en carril de estudio y el contrario) se debe convertir en un caudal de flujo equivalente acorde a la siguiente fórmula:

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde

- $v_{i,ATS}$ caudal de demanda para ATS, (veh/h)
- i dirección ("D" sentido de análisis; "O" sentido opuesto)
- V_i Volumen de demanda por dirección
- $F_{g,ATS}$ Factor de ajuste por pendiente (tabla 15-10): 0.75
- $F_{HV,ATS}$: factor de ajuste por vehículos Pesados:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)} = 0,86$$

Donde

- P_T tanto por uno de vehículos pesados: 0,124
- P_R tanto por uno de caravanas y autocaravanas.
- E_T Coeficiente de equivalencia a vehículos ligeros de vehículos pesados. 2,3
- E_R Coeficiente de equivalencia a vehículos ligeros de caravanas y autocaravanas
- PHF coeficiente de variación del flujo de tráfico en una hora. 1,00.

Aplicando las fórmulas anteriormente expuestas el ajuste de la demanda por carril es el siguiente:

- $v_{1,ATS} = 176 \text{ veh/h}$
- $v_{2,ATS} = 264 \text{ veh/h}$

4.4.1.4. Estimación ATS

La estimación de la velocidad media de viaje se estima teniendo en cuenta la velocidad libre, el volumen de demanda por dirección y el porcentaje de zonas sin cruces.

$$ATS_d = FFS - 0.00776 \cdot (v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

Donde

- ATS_d velocidad media de viaje en la dirección de estudio (km/h)
- FFS: velocidad libre (km/h)
- $v_{d,ATS}$ caudal de demanda para ATS, en la dirección de estudio (veh/h)
- $v_{o,ATS}$ caudal de demanda para ATS, en la dirección contraria a la de estudio (veh/h)
- $f_{g,ATS}$ factor de ajuste de las zonas de adelantamiento, en porcentaje. (Tabla 15-15)

Aplicando la fórmula expuesta el ajuste de la velocidad media de viaje en cada dirección es el siguiente:

- $ATS_1 = 49,98$ km/h
- $ATS_2 = 50,02$ km/h

4.4.1.5. Estimación PFFS

Para una carretera de doble sentido clase III, la estimación del porcentaje de circulación a velocidad libre es un cálculo directo; el cual consiste en la división de la velocidad media de viaje y la velocidad libre.

En este caso resulta de:

- $PFFS_1 = 94,84$ %
- $PFFS_2 = 94,91$ %

4.4.1.6. Cálculo del nivel de servicio y Capacidad

Una vez obtenida la PFFS se compara con los valores de referencia del manual, expuestos en la siguiente tabla, y se consigue obtener el nivel de servicio de la carretera.

Nivel de Servicio (Clase III)	PFFS (%)
A	>91.7
B	> 83.3-91.7
C	> 75.0-83.3
D	> 66.7-75.0
E	> 66.7

Tabla 9. Tabla 15-3 del Manual de Capacidad HCM

El nivel de servicio de la carretera de ambos carriles sería el **nivel de servicio A**.

4.4.1.7. Análisis de la capacidad

Para alcanzar la capacidad en una carretera de dos carriles es necesario alcanzar el nivel de servicio F, según el Manual de Capacidad Vigente, este tipo de carreteras alcanzan su capacidad cuando:

- Los veh/h en el carril más desfavorable > 1.700 v/h.
- Los veh/h en la calzada con ambos carriles combinados > 3.200 v/h.

Luego teniendo en cuenta el año 2057 como año horizonte, no se alcanza la capacidad de la carretera durante su vida útil.

5. CONCLUSIONES

Acorde con los cálculos desarrollados en los apartados anteriores, el Nivel de Servicio que se obtiene para el año horizonte (2.057) es el A, en función de la tasa decrecimiento adoptada de 2%.

Por otro lado, la Norma 3.1-I.C., en la tabla 7.1, indica el nivel de servicio que ha de cumplir la carretera en función de la clase de carretera, de su sección transversal y la velocidad de proyecto prevista. Para una carretera convencional de 60 km/h el nivel de servicio mínimo en la hora de proyecto del año horizonte es el D.

Pro lo que se puede concluir que no son necesarias medidas adicionales de mejora de la circulación, independientemente de la evolución del tráfico, siempre dentro de los parámetros analizados.