



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Titulo

Análisis coste-beneficio de las obras de ampliación a tres carriles de la autovía V-21, en los TM de Alboraya y Valencia.

Presentado por

Appelius Bassaletti, Joaquín

ANEJOS

Para la obtención del

Grado de Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2018/2019

Fecha: Valencia, junio de 2019

Tutor: Juan José Clemente Tirado



ÍNDICE

ANEJOS	3
ANEJO 1 : PREDICCIÓN DE LA DEMANDA.....	3
ANEJO 2 : CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN....	12
ANEJO 3: CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y LA VELOCIDAD MEDIA	13
Capacidad.....	13
Velocidad	16
ANEJO 4: CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS USUARIOS.....	19
<u>Costes de operaciones de los vehículos</u>	19
Combustible.....	19
Lubricantes	22
Neumáticos	25
Conservación.....	25
Ahorro en tiempo.....	26
Seguridad Vial.....	30
ANEJO 5: CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LAS EXTERNALIDADES	
.....	35
Contaminación Atmosférica	39
Cambio Climático	42
ANEJO 6: OBTENCION DE LOS VALORES (VAN, B/C).....	45
Valor actual neto (VAN)	45

ANEJOS

ANEJO 1 : PREDICCIÓN DE LA DEMANDA

El fin que se persigue con la predicción de la demanda es poder predecir su evolución en el tiempo. En nuestro caso se trata de un periodo de proyección de 30 años, fijando como año base 2017 y el año 2047 como horizonte.

Como ya se ha mencionado, la evolución del tráfico es una forma simplificada de representar el tráfico en el futuro, por lo que los resultados deben considerarse como un orden de magnitud.

Captación de tráfico: 15% de los vehículos ligeros que acceden a Valencia actualmente a través de la V-21, lo harán a través del Acceso Norte, tras la puesta en servicio de la Fase I del Acceso Norte al Puerto, su puesta en servicio se estima en 2025.

Intensidad horaria punta: se adopta el valor correspondiente a la IH 100.

Tráfico Pesado: se asume un porcentaje anual de pesados en todo el tramo del 0,72%.

La categoría de tráfico pesado: T2.

El nivel de servicio en la alternativa en el año horizonte (2047): Nivel de Servicio C.

Para el incremento de tráfico nos hemos apoyado en la tabla proporcionada por el Ministerio de Fomento:

Periodo	Incremento anual acumulativo
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

Boletín Oficial del Estado, 2010

A partir de los datos obtenidos de los mapas de tráfico y los datos obtenidos a través del proyecto se ha obtenido la demanda de tráfico para el caso base y para la alternativa para el tramo considerado.

ANEJOS

En las siguientes tablas se muestran las estimaciones de IMD en (vh/día) para el caso base y para la alternativa.

DEMANDA V-21					
TRAMO A: PK 12+900- 13+170					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	68.482	0,72%	67.989	493
2018	1,44%	69.249	0,72%	68.750	499
2019	1,44%	70.024	0,72%	69.520	504
2020	1,44%	71.032	0,72%	70.521	511
2021	1,44%	72.606	0,72%	72.083	523
2022	1,44%	73.093	0,72%	72.567	526
2023	1,44%	74.145	0,72%	73.611	534
2024	1,44%	75.213	0,72%	74.671	542
2025	1,44%	76.296	0,72%	75.747	549
2026	1,44%	77.395	0,72%	76.838	557
2027	1,44%	78.509	0,72%	77.944	565
2028	1,44%	79.040	0,72%	78.471	569
2029	1,44%	80.248	0,72%	79.670	578
2030	1,44%	81.949	0,72%	81.359	590
2031	1,44%	83.130	0,72%	82.531	599
2032	1,44%	84.327	0,72%	83.720	607
2033	1,44%	85.541	0,72%	84.925	616
2034	1,44%	86.119	0,72%	85.499	620
2035	1,44%	88.023	0,72%	87.389	634
2036	1,44%	89.290	0,72%	88.647	643
2037	1,44%	90.576	0,72%	89.924	652
2038	1,44%	91.880	0,72%	91.218	662
2039	1,44%	93.203	0,72%	92.532	671
2040	1,44%	94.545	0,72%	93.864	681
2041	1,44%	95.907	0,72%	95.216	691
2042	1,44%	97.288	0,72%	96.587	700
2043	1,44%	98.689	0,72%	97.978	711
2044	1,44%	100.110	0,72%	99.389	721
2045	1,44%	101.551	0,72%	100.820	731
2046	1,44%	103.014	0,72%	102.272	742
2047	1,44%	104.497	0,72%	103.745	752

ANEJOS

DEMANDA V-21					
TRAMO B: PK 13+170- 13+300					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	68.481	0,72%	67.988	493
2018	1,44%	69.248	0,72%	68.749	499
2019	1,44%	70.024	0,72%	69.520	504
2020	1,44%	71.180	0,72%	70.668	512
2021	1,44%	72.056	0,72%	71.537	519
2022	1,44%	73.093	0,72%	72.567	526
2023	1,44%	74.144	0,72%	73.610	534
2024	1,44%	75.212	0,72%	74.670	542
2025	1,44%	76.296	0,72%	75.747	549
2026	1,44%	77.394	0,72%	76.837	557
2027	1,44%	78.509	0,72%	77.944	565
2028	1,44%	79.640	0,72%	79.067	573
2029	1,44%	80.786	0,72%	80.204	582
2030	1,44%	81.950	0,72%	81.360	590
2031	1,44%	83.130	0,72%	82.531	599
2032	1,44%	84.326	0,72%	83.719	607
2033	1,44%	85.542	0,72%	84.926	616
2034	1,44%	86.774	0,72%	86.149	625
2035	1,44%	88.023	0,72%	87.389	634
2036	1,44%	89.290	0,72%	88.647	643
2037	1,44%	90.576	0,72%	89.924	652
2038	1,44%	91.880	0,72%	91.218	662
2039	1,44%	93.203	0,72%	92.532	671
2040	1,44%	94.545	0,72%	93.864	681
2041	1,44%	95.907	0,72%	95.216	691
2042	1,44%	97.288	0,72%	96.587	700
2043	1,44%	98.689	0,72%	97.978	711
2044	1,44%	100.110	0,72%	99.389	721
2045	1,44%	101.551	0,72%	100.820	731
2046	1,44%	103.014	0,72%	102.272	742
2047	1,44%	104.497	0,72%	103.745	752

ANEJOS

DEMANDA V-21					
TRAMO C: PK 13+300 13+380					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	53.193	0,72%	52.810	383
2018	1,44%	53.789	0,72%	53.402	387
2019	1,44%	54.392	0,72%	54.000	392
2020	1,44%	55.175	0,72%	54.778	397
2021	1,44%	55.970	0,72%	55.567	403
2022	1,44%	56.775	0,72%	56.366	409
2023	1,44%	57.185	0,72%	56.773	412
2024	1,44%	58.422	0,72%	58.001	421
2025	1,44%	59.263	0,72%	58.836	427
2026	1,44%	60.116	0,72%	59.683	433
2027	1,44%	55.453	0,72%	55.054	399
2028	1,44%	56.252	0,72%	55.847	405
2029	1,44%	56.618	0,72%	56.210	408
2030	1,44%	57.883	0,72%	57.466	417
2031	1,44%	58.717	0,72%	58.294	423
2032	1,44%	59.562	0,72%	59.133	429
2033	1,44%	60.420	0,72%	59.985	435
2034	1,44%	61.290	0,72%	60.849	441
2035	1,44%	62.173	0,72%	61.725	448
2036	1,44%	63.068	0,72%	62.614	454
2037	1,44%	63.976	0,72%	63.515	461
2038	1,44%	64.897	0,72%	64.430	467
2039	1,44%	65.832	0,72%	65.358	474
2040	1,44%	66.780	0,72%	66.299	481
2041	1,44%	67.742	0,72%	67.254	488
2042	1,44%	68.717	0,72%	68.222	495
2043	1,44%	69.707	0,72%	69.205	502
2044	1,44%	70.710	0,72%	70.201	509
2045	1,44%	71.729	0,72%	71.212	516
2046	1,44%	72.762	0,72%	72.238	524
2047	1,44%	73.809	0,72%	73.278	531

ANEJOS

DEMANDA V-21					
TRAMO D: PK 13+380- 14+010					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	72.227	0,72%	71.707	520
2018	1,44%	73.036	0,72%	72.510	526
2019	1,44%	73.854	0,72%	73.322	532
2020	1,44%	74.917	0,72%	74.378	539
2021	1,44%	75.997	0,72%	75.450	547
2022	1,44%	77.090	0,72%	76.535	555
2023	1,44%	78.201	0,72%	77.638	563
2024	1,44%	79.327	0,72%	78.756	571
2025	1,44%	80.469	0,72%	79.890	579
2026	1,44%	81.627	0,72%	81.039	588
2027	1,44%	77.274	0,72%	76.718	556
2028	1,44%	78.387	0,72%	77.823	564
2029	1,44%	79.515	0,72%	78.942	573
2030	1,44%	80.660	0,72%	80.079	581
2031	1,44%	81.822	0,72%	81.233	589
2032	1,44%	83.000	0,72%	82.402	598
2033	1,44%	84.195	0,72%	83.589	606
2034	1,44%	85.407	0,72%	84.792	615
2035	1,44%	86.638	0,72%	86.014	624
2036	1,44%	87.886	0,72%	87.253	633
2037	1,44%	89.151	0,72%	88.509	642
2038	1,44%	90.435	0,72%	89.784	651
2039	1,44%	91.737	0,72%	91.076	661
2040	1,44%	93.058	0,72%	92.388	670
2041	1,44%	94.398	0,72%	93.718	680
2042	1,44%	95.757	0,72%	95.068	689
2043	1,44%	97.136	0,72%	96.437	699
2044	1,44%	98.535	0,72%	97.826	709
2045	1,44%	99.954	0,72%	99.234	720
2046	1,44%	101.393	0,72%	100.663	730
2047	1,44%	102.853	0,72%	102.113	741

ANEJOS

DEMANDA V-21					
TRAMO E: PK 14+010- 15+680					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	73.854	0,72%	71.707	520
2018	1,44%	74.917	0,72%	72.510	526
2019	1,44%	75.996	0,72%	73.322	532
2020	1,44%	77.091	0,72%	74.378	539
2021	1,44%	78.201	0,72%	75.449	547
2022	1,44%	79.327	0,72%	76.535	555
2023	1,44%	80.469	0,72%	77.638	563
2024	1,44%	81.628	0,72%	78.756	571
2025	1,44%	82.803	0,72%	79.890	579
2026	1,44%	83.996	0,72%	81.040	588
2027	1,44%	85.205	0,72%	76.718	556
2028	1,44%	86.432	0,72%	77.822	564
2029	1,44%	87.677	0,72%	78.943	573
2030	1,44%	88.939	0,72%	80.080	581
2031	1,44%	90.220	0,72%	81.233	589
2032	1,44%	91.519	0,72%	82.402	598
2033	1,44%	92.837	0,72%	83.589	606
2034	1,44%	94.174	0,72%	84.793	615
2035	1,44%	95.530	0,72%	86.014	624
2036	1,44%	96.906	0,72%	87.252	633
2037	1,44%	98.301	0,72%	88.508	642
2038	1,44%	99.717	0,72%	89.784	651
2039	1,44%	101.153	0,72%	91.076	661
2040	1,44%	102.609	0,72%	92.388	670
2041	1,44%	104.087	0,72%	93.718	680
2042	1,44%	105.586	0,72%	95.068	689
2043	1,44%	107.106	0,72%	96.437	699
2044	1,44%	108.648	0,72%	97.826	709
2045	1,44%	110.213	0,72%	99.234	720
2046	1,44%	111.800	0,72%	100.663	730
2047	1,44%	113.410	0,72%	102.113	741

ANEJOS

DEMANDA V-21					
TRAMO F: PK 15+680- 17+100					
AÑO	INCREMENTO ANUAL	IMD	% PESADOS	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
2017	1,44%	72.227	0,72%	71.707	520
2018	1,44%	73.036	0,72%	72.510	526
2019	1,44%	73.854	0,72%	73.322	532
2020	1,44%	74.917	0,72%	74.378	539
2021	1,44%	75.996	0,72%	75.449	547
2022	1,44%	77.090	0,72%	76.535	555
2023	1,44%	78.201	0,72%	77.638	563
2024	1,44%	79.327	0,72%	78.756	571
2025	1,44%	80.469	0,72%	79.890	579
2026	1,44%	81.628	0,72%	81.040	588
2027	1,44%	77.274	0,72%	76.718	556
2028	1,44%	78.386	0,72%	77.822	564
2029	1,44%	79.516	0,72%	78.943	573
2030	1,44%	80.661	0,72%	80.080	581
2031	1,44%	81.822	0,72%	81.233	589
2032	1,44%	83.000	0,72%	82.402	598
2033	1,44%	84.195	0,72%	83.589	606
2034	1,44%	85.408	0,72%	84.793	615
2035	1,44%	86.638	0,72%	86.014	624
2036	1,44%	87.885	0,72%	87.252	633
2037	1,44%	89.150	0,72%	88.508	642
2038	1,44%	90.435	0,72%	89.784	651
2039	1,44%	91.737	0,72%	91.076	661
2040	1,44%	93.058	0,72%	92.388	670
2041	1,44%	94.398	0,72%	93.718	680
2042	1,44%	95.757	0,72%	95.068	689
2043	1,44%	97.136	0,72%	96.437	699
2044	1,44%	98.535	0,72%	97.826	709
2045	1,44%	99.954	0,72%	99.234	720
2046	1,44%	101.393	0,72%	100.663	730
2047	1,44%	102.853	0,72%	102.113	741

• CASO BASE

AÑO	DEMANDA V-21 CASO BASE					
	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	70.024	70.024	54.392	73.854	73.854	73.854
2018	71.032	71.032	55.175	74.917	74.917	74.917
2019	72.055	72.055	55.970	75.996	75.996	75.996
2020	73.093	73.093	56.776	77.091	77.091	77.091
2021	74.145	74.145	57.593	78.201	78.201	78.201
2022	75.213	75.213	58.423	79.327	79.327	79.327
2023	76.296	76.296	59.264	80.469	80.469	80.469
2024	77.395	77.395	60.117	81.628	81.628	81.628
2025	78.509	78.509	60.983	82.803	82.803	82.803
2026	79.640	79.640	61.861	83.996	83.996	83.996
2027	80.787	80.787	62.752	85.205	85.205	85.205
2028	81.950	81.950	63.656	86.432	86.432	86.432
2029	83.130	83.130	64.572	87.677	87.677	87.677
2030	84.327	84.327	65.502	88.939	88.939	88.939
2031	85.541	85.541	66.445	90.220	90.220	90.220
2032	86.773	86.773	67.402	91.519	91.519	91.519
2033	88.023	88.023	68.373	92.837	92.837	92.837
2034	89.290	89.290	69.357	94.174	94.174	94.174
2035	90.576	90.576	70.356	95.530	95.530	95.530
2036	91.880	91.880	71.369	96.906	96.906	96.906
2037	93.203	93.203	72.397	98.301	98.301	98.301
2038	94.546	94.546	73.439	99.717	99.717	99.717
2039	95.907	95.907	74.497	101.153	101.153	101.153
2040	97.288	97.288	75.570	102.609	102.609	102.609
2041	98.689	98.689	76.658	104.087	104.087	104.087
2042	100.110	100.110	77.762	105.586	105.586	105.586
2043	101.552	101.552	78.882	107.106	107.106	107.106
2044	103.014	103.014	80.017	108.648	108.648	108.648
2045	104.497	104.497	81.170	110.213	110.213	110.213
2046	106.002	106.002	82.339	111.800	111.800	111.800
2047	107.529	107.529	83.524	113.410	113.410	113.410

• ALTERNATIVA

AÑO	DEMANDA V-21 ALTERNATIVA					
	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	68.482	68.481	53.193	72.227	72.227	71.707
2018	69.249	69.248	53.789	73.036	73.036	72.510
2019	70.024	70.024	54.392	73.854	73.854	73.322
2020	71.032	71.180	55.175	74.917	74.917	74.378
2021	72.606	72.056	55.970	75.997	75.996	75.449
2022	73.093	73.093	56.775	77.090	77.090	76.535
2023	74.145	74.144	57.185	78.201	78.201	77.638
2024	75.213	75.212	58.422	79.327	79.327	78.756
2025	76.296	76.296	59.263	80.469	80.469	79.890
2026	77.395	77.394	60.116	81.627	81.628	81.040
2027	78.509	78.509	55.453	77.274	77.274	76.718
2028	79.040	79.640	56.252	78.387	78.386	77.822
2029	80.248	80.786	56.618	79.515	79.516	78.943
2030	81.949	81.950	57.883	80.660	80.661	80.080
2031	83.130	83.130	58.717	81.822	81.822	81.233
2032	84.327	84.326	59.562	83.000	83.000	82.402
2033	85.541	85.542	60.420	84.195	84.195	83.589
2034	86.119	86.774	61.290	85.407	85.408	84.793
2035	88.023	88.023	62.173	86.638	86.638	86.014
2036	89.290	89.290	63.068	87.886	87.885	87.252
2037	90.576	90.576	63.976	89.151	89.150	88.508
2038	91.880	91.880	64.897	90.435	90.435	89.784
2039	93.203	93.203	65.832	91.737	91.737	91.076
2040	94.545	94.545	66.780	93.058	93.058	92.388
2041	95.907	95.907	67.742	94.398	94.398	93.718
2042	97.288	97.288	68.717	95.757	95.757	95.068
2043	98.689	98.689	69.707	97.136	97.136	96.437
2044	100.110	100.110	70.710	98.535	98.535	97.826
2045	101.551	101.551	71.729	99.954	99.954	99.234
2046	103.014	103.014	72.762	101.393	101.393	100.663
2047	104.497	104.497	73.809	102.853	102.853	102.113

ANEJO 2 : CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN

Caso Base

En el caso base tenemos únicamente los costes de mantenimiento y conservación, ya que costes de inversión no tenemos. Estos costes se han supuesto menores que los de la alternativa, puesto que se trata de una situación de dos carriles por sentido de circulación en las que no se genera ninguna ampliación.

Por lo tanto el presupuesto de mantenimiento se ha considerado dos terceras partes del presupuesto de la alternativa, es decir,

Presupuesto de mantenimiento: 214.763€ por año.

Los costes totales de mantenimiento a lo largo del periodo de evaluación ascienden a 1.674.147€.

Alternativa

En este caso se consideran los presupuestos de mantenimiento y conservación un año después de la puesta en servicio del tercer carril. En este caso disponemos de un presupuesto de inversión proporcionado por el proyecto de ampliación V-21.

Presupuesto de Licitación mas I.V.A.	28.991.065,45
Presupuesto estimativo para expropiaciones.....	2.034.506,96
Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental	33.519,69
Partida Cultural, 1,5% sobre PEM (RD. 111-86)	302.010,79
TOTAL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	31.361.102,89

Los costes de mantenimiento y conservación serán de un 1,6% del coste de ejecución de la obra (20.134.082,54€). Este valor anual como medio durante la vida útil es el considerado más correcto en los presupuestos de conservación y reposición del Plan General de Carreteras. Por lo tanto, obtendremos un coste de mantenimiento y conservación para cada año de: $20.143.082,54€ \times 0,016 = 322.145,32€$

Los costes totales de la alternativa al final del periodo de evaluación ascienden a 36.061.435€. El valor es superior en la alternativa debido a que en el caso base no tenemos presupuesto de inversión.

ANEJO 3: CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y LA VELOCIDAD MEDIA

Capacidad

Como ya se ha mencionado antes, para el cálculo de la capacidad se propone utilizar la adaptación del modelo británico elaborado por el *Department for Transport (DFT)*. En este caso las carreteras que se analizan son autovías.

A continuación, se dan a conocer las capacidades máximas obtenidas para el caso base y para la alternativa, medidas en (vh/h) por sentido.

Para ello hemos utilizado la fórmula que nos proporciona el método para autovías:

$$Q_c = \frac{2.100}{1 + 0,015 PHV}$$

PHV: porcentaje de vehículos pesados.

- Para el Caso Base

CASO BASE	VALOR	Ud.
CWID	14	m
SWID	5	m
VWID	3	m
BEND	12,34	º/km
HILLS	0	m/km
JUNC	0	nº cruces/km
VISI	511,8585947	m
PHV	1,80%	
Qc	2099,433153	vh/hora sentido

- Alternativa

ALTERNATIVA	VALOR	Ud.
CWID	21	m
SWID	4	m
VWID	3	m
BEND	12,34	º/km
HILLS	0	m/km
JUNC	0	nº cruces/km
VISI	511,8585947	m
PHV	0,72%	
Qc	2099,97795	vh/hora sentido

ANEJOS

Para el cálculo de la velocidad media de recorrido, también optaremos por el método británico de *Department for Transport (DFT)*.

En él intervienen las mismas variables de antes para el cálculo de la capacidad, además de la intensidad horaria de tráfico.

Con respecto a los datos de tráfico, únicamente disponemos de los datos históricos de IMD y el porcentaje de pesados. No tenemos datos históricos ni predicciones de distribuciones semanales, diarias, horarias o entre sentidos de tráfico.

En este caso se recurre a un método más simplificado basado directamente como un porcentaje 8,23% de la IMD para la obtención de las intensidades horarias.

A continuación, se muestran las tablas para las intensidades horarias para el caso base y las alternativas, medidas en vehículos/hora por sentido:

INTENSIDADES HORARIAS CASO BASE (vh/hora)						
AÑO	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	1.459	1.459	1.133	1.539	1.539	1.539
2018	1.480	1.480	1.149	1.561	1.561	1.561
2019	1.501	1.501	1.166	1.583	1.583	1.583
2020	1.523	1.523	1.183	1.606	1.606	1.606
2021	1.545	1.545	1.200	1.629	1.629	1.629
2022	1.567	1.567	1.217	1.653	1.653	1.653
2023	1.590	1.590	1.235	1.676	1.676	1.676
2024	1.612	1.612	1.252	1.701	1.701	1.701
2025	1.636	1.636	1.270	1.725	1.725	1.725
2026	1.659	1.659	1.289	1.750	1.750	1.750
2027	1.683	1.683	1.307	1.775	1.775	1.775
2028	1.707	1.707	1.326	1.801	1.801	1.801
2029	1.732	1.732	1.345	1.827	1.827	1.827
2030	1.757	1.757	1.365	1.853	1.853	1.853
2031	1.782	1.782	1.384	1.880	1.880	1.880
2032	1.808	1.808	1.404	1.907	1.907	1.907
2033	1.834	1.834	1.424	1.934	1.934	1.934
2034	1.860	1.860	1.445	1.962	1.962	1.962
2035	1.887	1.887	1.466	1.990	1.990	1.990
2036	1.914	1.914	1.487	2.019	2.019	2.019
2037	1.942	1.942	1.508	2.048	2.048	2.048
2038	1.970	1.970	1.530	2.077	2.077	2.077
2039	1.998	1.998	1.552	2.107	2.107	2.107
2040	2.027	2.027	1.574	2.138	2.138	2.138
2041	2.056	2.056	1.597	2.168	2.168	2.168
2042	2.086	2.086	1.620	2.200	2.200	2.200
2043	2.116	2.116	1.643	2.231	2.231	2.231
2044	2.146	2.146	1.667	2.264	2.264	2.264
2045	2.177	2.177	1.691	2.296	2.296	2.296
2046	2.208	2.208	1.715	2.329	2.329	2.329
2047	2.240	2.240	1.740	2.363	2.363	2.363

ANEJOS

INTENSIDADES HORARIAS ALTERNATIVA (vh/hora)						
AÑO	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	1427	1427	1108	1505	1505	1505
2018	1443	1443	1121	1522	1522	1522
2019	1459	1459	1133	1539	1539	1539
2020	1480	1483	1149	1561	1561	1561
2021	1513	1501	1166	1583	1583	1583
2022	1523	1523	1183	1606	1606	1606
2023	1545	1545	1191	1629	1629	1629
2024	1567	1567	1217	1653	1653	1653
2025	1590	1590	1235	1676	1676	1676
2026	1612	1612	1252	1701	1701	1701
2027	1636	1636	1155	1610	1610	1610
2028	1647	1659	1172	1633	1633	1633
2029	1672	1683	1180	1657	1657	1657
2030	1707	1707	1206	1680	1680	1680
2031	1732	1732	1223	1705	1705	1705
2032	1757	1757	1241	1729	1729	1729
2033	1782	1782	1259	1754	1754	1754
2034	1794	1808	1277	1779	1779	1779
2035	1834	1834	1295	1805	1805	1805
2036	1860	1860	1314	1831	1831	1831
2037	1887	1887	1333	1857	1857	1857
2038	1914	1914	1352	1884	1884	1884
2039	1942	1942	1372	1911	1911	1911
2040	1970	1970	1391	1939	1939	1939
2041	1998	1998	1411	1967	1967	1967
2042	2027	2027	1432	1995	1995	1995
2043	2056	2056	1452	2024	2024	2024
2044	2086	2086	1473	2053	2053	2053
2045	2116	2116	1494	2082	2082	2082
2046	2146	2146	1516	2112	2112	2112
2047	2177	2177	1538	2143	2143	2143

Velocidad

Una vez obtenida la intensidad ya se puede proceder al cálculo de la velocidad media:

Autovías/autopistas:

- Si la intensidad de tráfico es inferior o igual a 1080 veh./h y carril en autovías o 1200 (veh/h) y carril en autopistas:

$$V_L = K_L - 0,1 BEND - 0,14 HILLS - 0,006 Q$$

BEND: curvatura (cambios de dirección, medidos en grados de ángulo/km).

HILLS: variación de la pendiente (en m/km).

KL: es un factor constante.

Tipo De Vía	Factor KL
Autovías con 2 carriles	108 km/h
Autovías con 3 carriles	115 km/h
Autopistas con 2 carriles	111 km/h
Autopistas con 3 o más carriles	118 km/h

- Si la intensidad de tráfico es superior a 1080 veh/hora y carril en autovías o 1200 veh/hora y carril en autopistas:

$$V_L = V_B - 0,033(Q - Q_B)$$

VB: velocidad media (km/h).

QB: 1080 o 1200 (veh/h) según autovía/autopista

- Terreno llano

$$V_L > 60 \text{ km/h} \quad V_P = 0,52V_L + 28,85$$

$$V_L \leq 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad V_P = V_L$$

VL: velocidad media de los vehículos ligeros.

VP: velocidad media de los vehículos pesados.

ANEJOS

VELOCIDAD MEDIA LIGEROS ALTERNATIVA (Km/hora)						
ALTERNATIVA	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	104	104	114	101	101	101
2018	103	103	114	100	100	100
2019	102	102	113	100	100	100
2020	102	102	113	99	99	99
2021	101	101	112	98	98	98
2022	100	100	112	98	98	98
2023	100	100	111	97	97	97
2024	99	99	110	96	96	96
2025	98	98	110	95	95	95
2026	97	97	109	95	95	95
2027	97	97	113	98	98	98
2028	96	96	112	97	97	97
2029	95	95	112	96	96	96
2030	94	94	111	95	95	95
2031	93	93	110	94	94	94
2032	93	93	110	94	94	94
2033	92	92	109	93	93	93
2034	91	91	109	92	92	92
2035	90	90	108	91	91	91
2036	89	89	107	90	90	90
2037	88	88	107	89	89	89
2038	87	87	106	88	88	88
2039	87	87	105	88	88	88
2040	86	86	105	87	87	87
2041	85	85	104	86	86	86
2042	84	84	103	85	85	85
2043	83	83	103	84	84	84
2044	82	82	102	83	83	83
2045	81	81	101	82	82	82
2046	80	80	101	81	81	81
2047	79	79	100	80	80	80

VELOCIDAD MEDIA PESADOS ALTERNATIVA (Km/hora)						
AÑO	TRAMO A	TRAMO B	TRAMO C	TRAMO D	TRAMO E	TRAMO F
2017	83	83	88	81	81	81
2018	82	82	88	81	81	81
2019	82	82	88	81	81	81
2020	82	82	87	80	80	80
2021	81	81	87	80	80	80
2022	81	81	87	80	80	80
2023	81	81	87	79	79	79
2024	80	80	86	79	79	79
2025	80	80	86	78	78	78
2026	80	80	86	78	78	78
2027	79	79	87	80	80	80
2028	79	79	87	79	79	79
2029	78	78	87	79	79	79
2030	78	78	86	78	78	78
2031	77	77	86	78	78	78
2032	77	77	86	78	78	78
2033	77	77	86	77	77	77
2034	76	76	85	77	77	77
2035	76	76	85	76	76	76
2036	75	75	85	76	76	76
2037	75	75	84	75	75	75
2038	74	74	84	75	75	75
2039	74	74	84	74	74	74
2040	73	73	83	74	74	74
2041	73	73	83	73	73	73
2042	72	72	83	73	73	73
2043	72	72	82	72	72	72
2044	71	71	82	72	72	72
2045	71	71	82	71	71	71
2046	70	70	81	71	71	71
2047	70	70	81	70	70	70

ANEJO 4: CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS USUARIOS

Costes de operaciones de los vehículos

Combustible

Es importante recordar que la pendiente en la zona la hemos considerado nula, por lo tanto, en el cálculo de combustible en las fórmulas no tendremos en cuenta la inclinación (p).

También tendremos en cuenta que el consumo de combustible dependiendo de si es rampa o pendiente, el consumo será mayor o menor según el caso.

Otro factor del que depende nuestros cálculos es el tipo de vehículos que estamos tratando, diferenciando entre vehículos ligeros y pesados, cuyos consumos serán respectivamente inferiores o mayores.

A continuación, las fórmulas para el consumo de combustible:

Vehículos ligeros en pendiente:

$$C = 92,76 - 1,3V + 10^{-3}V^2 - 6,77p + 0,33pV - 2,45 \cdot 10^{-3}V^2p$$

Vehículos ligeros en rampa o llano:

$$C = 117,58 - 1,76V + 1,21 \cdot 10^{-3}V^2 + 24,09p - 0,47Vp + 4,74 \cdot 10^{-3}V^2p$$

Vehículos pesados en pendiente:

$$C = 213,31 - 6,15V + 7,42 \cdot 10^{-2}V^2 + p[6,08 + 3,82 \cdot 10^{-2}V + 7,27 \cdot 10^{-4}V^2].$$

Vehículos pesados en rampa o llano:

$$C = 388,18 - 7,32V + 7 \cdot 10^{-2}V^2 + p[101,28 + 1,99 \cdot 10^{-2}V + 7,85 \cdot 10^{-3}V^2]$$

C: consumo de combustible en cm^3/km

P: inclinación en porcentaje

V: velocidad en km/h

Se multiplica cada fórmula por 0,001 para obtener los resultados en l/km.

ANEJOS

A continuación, los resultaos en (l/km):

AÑO	COMBUSTIBLES			
	CASO BASE		ALTERNATIVA	
	Consumo Ligeros	Consumo Pesados	Consumo Ligeros	Consumo Pesados
2017	0,355200737	1,447703826	0,394149073	1,578050586
2018	0,353245766	1,440333504	0,391831246	1,571144493
2019	0,351333231	1,432967469	0,389528066	1,5642246
2020	0,34946579	1,425608986	0,38652484	1,555109707
2021	0,3476462	1,41826146	0,383431774	1,545604492
2022	0,345877318	1,410928439	0,380817985	1,537477432
2023	0,344162106	1,403613624	0,37823821	1,529233697
2024	0,342503631	1,396320866	0,375172824	1,519578863
2025	0,340905073	1,389054179	0,372407354	1,510621378
2026	0,339369726	1,381817741	0,36968381	1,501663253
2027	0,337901001	1,374615901	0,376805389	1,523957482
2028	0,336502431	1,367453182	0,374272204	1,51582118
2029	0,335177676	1,360334291	0,371802339	1,507560778
2030	0,333930522	1,353264122	0,368632361	1,49715638
2031	0,332764893	1,346247765	0,365997305	1,48822654
2032	0,331684848	1,339290507	0,363413632	1,479310133
2033	0,330694589	1,332397846	0,360881864	1,470402216
2034	0,329798464	1,325575491	0,358607976	1,462297214
2035	0,329000973	1,318829373	0,355991821	1,452642546
2036	0,328306772	1,312165651	0,353641962	1,443804676
2037	0,327720677	1,30559072	0,351359482	1,434997344
2038	0,327247672	1,299111216	0,349147684	1,426222835
2039	0,326892909	1,29273403	0,347011914	1,417492395
2040	0,326661719	1,286466309	0,344955993	1,408808927
2041	0,326559614	1,280315467	0,342984251	1,400178411
2042	0,326592295	1,274289198	0,341101204	1,391606774
2043	0,326765653	1,268395476	0,339311523	1,383100176
2044	0,327085783	1,262642574	0,337620048	1,374665021
2045	0,327558982	1,257039064	0,33603179	1,366307964
2046	0,328191761	1,251593836	0,334551936	1,358035917
2047	0,32899085	1,246316101	0,333185854	1,349856061

Una vez obtenido el consumo en litros por vehículo y kilometro para los vehículos ligeros y pesados, se multiplica este valor por la longitud del recorrido para el caso base y alternativa. De esta forma ya se pueden obtener las diferencias de consumo entre ligeros y pesados.

Por último, se expresa en unidades monetarias la diferencia entre caso base y la alternativa. Para ello se multiplica el número de litros por el precio del combustible, sin incluir impuestos.

ANEJOS

A continuación, se muestra una tabla con los valores de los flujos:

AÑO	ALTERNATIVA
2017	-0,13320
2018	-0,13337
2019	-0,13351
2020	-0,13121
2021	-0,12855
2022	-0,12702
2023	-0,12539
2024	-0,12249
2025	-0,12016
2026	-0,11778
2027	-0,15340
2028	-0,15144
2029	-0,14935
2030	-0,14535
2031	-0,14253
2032	-0,13963
2033	-0,13665
2034	-0,13422
2035	-0,13045
2036	-0,12723
2037	-0,12392
2038	-0,12052
2039	-0,11703
2040	-0,11344
2041	-0,10976
2042	-0,10598
2043	-0,10210
2044	-0,09812
2045	-0,09402
2046	-0,08982
2047	-0,08550

Lubricantes

Primero se obtiene el consumo de aceite por kilómetro mediante las siguientes formulas:

- Vehículos ligeros:

$$Ca = 0,012 \cdot C \cdot PA$$

- Vehículos pesados:

$$Ca = 0,008 \cdot C \cdot PA$$

Donde:

Ca: Consumo de aceite por kilómetro.

C: Consumo de combustible en litros por kilómetro.

PA: precio del aceite sin impuestos = 5,00 €/litro.

El consumo de aceite va en función del consumo de combustible. El cálculo de costes que se emplea es más simple, puesto que, no hay distinción entre vehículos de gasolina y gasoil.

La tabla que se enseña a continuación muestra los consumos de combustible para el caso base y la alternativa:

ANEJOS

En esta tabla se pueden observar los costes derivados del consumo de lubricantes por kilómetros.

LUBRICANTES		
AÑO	CASO BASE	ALTERNATIVA
2017	0,10340	0,11254
2018	0,10285	0,11200
2019	0,10231	0,11146
2020	0,10177	0,11075
2021	0,10124	0,11002
2022	0,10071	0,10938
2023	0,10019	0,10873
2024	0,09967	0,10800
2025	0,09916	0,10732
2026	0,09866	0,10664
2027	0,09816	0,10858
2028	0,09767	0,10794
2029	0,09719	0,10730
2030	0,09672	0,10654
2031	0,09626	0,10587
2032	0,09581	0,10520
2033	0,09537	0,10454
2034	0,09494	0,10392
2035	0,09453	0,10323
2036	0,09412	0,10258
2037	0,09373	0,10195
2038	0,09336	0,10132
2039	0,09300	0,10070
2040	0,09266	0,10008
2041	0,09233	0,09948
2042	0,09202	0,09889
2043	0,09173	0,09831
2044	0,09146	0,09774
2045	0,09121	0,09718
2046	0,09098	0,09664
2047	0,08820	0,09611

ANEJOS

Una vez obtenidos los costes por euros y kilómetro (€/km), se multiplicará el consumo de aceite por la longitud del trayecto para el caso base y la alternativa. De esta forma obtenemos las diferencias entre ambos:

LUBRICANTES	
AÑO	ALTERNATIVA
2017	-0,01263
2018	-0,01265
2019	-0,01266
2020	-0,01242
2021	-0,01215
2022	-0,01197
2023	-0,01177
2024	-0,01148
2025	-0,01123
2026	-0,01098
2027	-0,01498
2028	-0,01473
2029	-0,01448
2030	-0,01409
2031	-0,01378
2032	-0,01345
2033	-0,01312
2034	-0,01283
2035	-0,01244
2036	-0,01208
2037	-0,01171
2038	-0,01133
2039	-0,01094
2040	-0,01054
2041	-0,01013
2042	-0,00970
2043	-0,00927
2044	-0,00882
2045	-0,00836
2046	-0,00789
2047	-0,00998

Neumáticos

Dentro de los costes de mantenimiento también se tendrá en cuenta los costes de los neumáticos, que con el paso del tiempo se deterioran al estar en contacto con el asfalto.

- Vehículos ligeros:

$$C_n = P_4 / R_T$$

- Vehículos pesados:

$$C_n = P_6 / R_c$$

Donde:

C_n : Coste de neumático por kilómetro.

P_4 = Precio de 4 ruedas (en el caso del vehículo ligero).

P_6 = Precio de 6 ruedas (en el caso del vehículo pesado).

R_T y R_P = Recorrido entre cambios de ruedas para vehículos ligeros y pesados.

El Ministerio de Fomento propone utilizar unos valores medios de 40.000 km para vehículos ligeros y 65.000 km para vehículos pesados.

Para los vehículos de 4 ruedas el precio estimado será de 200 € en total y para los vehículos de 6 ruedas el precio será de 497 € por cada neumático. En total por 6 neumáticos 2982 €.

El único factor variable en la fórmula es el de la distancia recorrida, por lo que sólo tendrá sentido considerar las fórmulas si hay diferencia de longitudes entre el caso base y la alternativa. En nuestro caso las distancias para el caso base y para la alternativa son las mismas. Concluimos que entre el caso base y la alternativa habrá un flujo nulo.

Conservación

En este apartado hemos seguido las recomendaciones del Ministerio de Fomento que propone utilizar 2 cent/km para vehículos ligeros y 5 cent/km para los vehículos pesados.

Una vez más apreciamos un flujo nulo debido a que en el caso base y en la alternativa la longitud de recorrido es la misma.

Ahorro en tiempo

Para obtener los ahorros de tiempo entre el caso base y la alternativa primero tendremos que obtener los tiempos de recorrido.

Para ello tendremos que dividir la longitud del recorrido por la velocidad media respectivamente:

$$Tr = \frac{Lt}{Vm}$$

Donde:

Tr: tiempo de recorrido.

Lt: longitud de trayecto.

Vm: velocidad media de recorrido.

Una vez obtenidos los tiempos de recorrido, hallamos la diferencia entre el caso base y la alternativa para obtener los ahorros de tiempo de la alternativa respecto al caso base. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

AHORROS DE TIEMPO (minutos)		
AÑO	LIGEROS	PESADOS
2017	0,55	0,42
2018	0,56	0,43
2019	0,58	0,44
2020	0,59	0,45
2021	0,60	0,45
2022	0,61	0,46
2023	0,62	0,46
2024	0,64	0,47
2025	0,65	0,47
2026	0,66	0,48
2027	0,82	0,60
2028	0,84	0,61
2029	0,86	0,62
2030	0,87	0,63
2031	0,89	0,64
2032	0,92	0,65
2033	0,94	0,66
2034	0,97	0,67
2035	0,99	0,68
2036	1,01	0,69
2037	1,04	0,71

ANEJOS

2038	1,07	0,72
2039	1,10	0,73
2040	1,13	0,75
2041	1,17	0,76
2042	1,20	0,77
2043	1,24	0,79
2044	1,28	0,81
2045	1,32	0,82
2046	1,37	0,84
2047	1,42	0,86

A continuación, para calcular los ahorros totales, se multiplicará los ahorros de tiempo por el número de vehículos, distinguiendo entre vehículos ligeros y pesados.

Por último, expresamos los resultados de ahorro de tiempo en unidades monetarias. Para obtener los tiempos de ahorro en valores monetarios, optaremos por la información contenida en el proyecto HEATCO y la encuesta MOVILIA 2007 elaborada por el Ministerio de Fomento.

El proyecto HEATCO realiza la distinción entre los motivos del viaje: ocio, trabajo y tráfico de mercancías. El proyecto tiene en cuenta la distinción entre los modos de transporte: automóvil, autobús y transporte de mercancías y los ahorros de tiempo: pequeños y grandes. En el caso de España:

		Pequeños ahorros de tiempo	Grandes ahorros de tiempo
Viajero - ocio	Autobús	5,2	8,3
	Automóvil	7,4	11,5
Viajero - trabajo	Autobús	13,7	23,2
	Automóvil	16,6	28,9
Tráfico de mercancías		2,8	3,7

Donde los valores están expresados en euros por pasajero y hora para los viajeros y euros por tonelada de carga y hora para la mercancía.

Se establecerá que:

- Vehículos ligeros: son los automóviles distinguiendo entre ocio y trabajo.
- Vehículos pesados: son los autobuses y camiones de mercancías distinguiendo entre ocio y trabajo.

Para llevar a cabo la distinción anterior mediante los datos aportados por la encuesta MOVILIA 2007 la tabla nos muestra los siguientes resultados:

Tipo de vehículo	Modo de transporte		Motivo del viaje	
Ligeros	Automóvil	100%	Trabajo	65%
			Ocio	35%
Pesados	Autobús	40%	Trabajo	70%
			Ocio	30%
	Camión	60%	Transporte mercancías	100%

Tabla de elaboración propia con datos de MOVILIA

ANEJOS

Finalizamos con la obtención de los flujos correspondientes a los ahorros de tiempo entre el caso base y la alternativa:

FLUJOS AHORROS DE TIEMPO			
AÑO	Ligeros	Pesados	Total
2017	1773762,02	92858,93	1866620,95
2018	1741729,99	90746,42	1832476,41
2019	1710972,88	88707,00	1799679,88
2020	1664866,49	85811,41	1750677,90
2021	1616616,48	82813,42	1699429,89
2022	1580911,13	80509,72	1661420,85
2023	1542294,68	78063,68	1620358,36
2024	1502644,52	75550,28	1578194,80
2025	1465913,47	73212,55	1539126,02
2026	1430692,19	70963,43	1501655,62
2027	1600246,64	79929,63	1680176,27
2028	1571064,19	77947,16	1649011,35
2029	1538280,86	75787,83	1614068,68
2030	1501692,21	73416,77	1575108,98
2031	1471664,19	71404,83	1543069,02
2032	1442999,15	69468,19	1512467,34
2033	1415639,65	67602,77	1483242,43
2034	1394304,86	66047,84	1460352,70
2035	1364751,73	64077,05	1428828,78
2036	1341210,03	62413,89	1403623,92
2037	1318882,59	60812,88	1379695,47
2038	1297726,72	59270,60	1356997,32
2039	1277784,84	57788,00	1335572,85
2040	1259011,49	56361,46	1315372,95
2041	1241403,14	54989,40	1296392,54
2042	1224953,43	53670,04	1278623,47
2043	1209659,37	52401,68	1262061,06
2044	1195521,60	51182,71	1246704,31
2045	1182544,61	50011,58	1232556,19
2046	1170737,10	48886,82	1219623,92
2047	1160112,36	47807,04	1207919,40

Seguridad Vial

Para cuantificar en valor monetario los costes derivados de este impacto se emplea un estudio financiado por la Dirección General de Tráfico (DGT). En definitiva se trata de asociar un valor para accidentes leves y graves, sobre un determinado porcentaje del valor de la vida estadística

Se tomará como valor monetario de una víctima no mortal grave un 14% y para una víctima no mortal leve un 0,4% sobre el valor de la vida estadística. A estos valores van incluidos la pérdida de bienestar de familiares y amigos, como también los costes indirectos que deben asumir el resto de la sociedad.

En la siguiente tabla quedan reflejados los valores en euros por víctima según la DGT:

Tipo de accidente	Valor (€)
Leve	5.600 €
Grave	196.000 €
Mortal	1.400.000 €

Primero se calculará el número de víctimas mortales y heridos mediante las fórmulas:

$$A_m = IM * 10^{-8} * L * 365 * IMD$$

$$A_{hg} = IP * 10^{-8} * L * 365 * IMD * \beta_g$$

$$A_{hl} = IP * 10^{-8} * L * 365 * IMD * \beta_l$$

Dónde:

A_m : número de víctimas mortales.

A_{hg} : número de heridos graves.

A_{hl} : número de heridos leves.

IM : índice de mortalidad.

IP : índice de peligrosidad.

β_g : número de heridos graves por accidente = 0,111

β_l : número de heridos leves por accidente = 1,205

L : longitud del tramo analizado.

ANEJOS

Para obtener los índices de mortalidad y peligrosidad se recurre al estudio: Evolución de la accidentalidad de la red de la Generalitat Valenciana. A partir de estos datos hemos supuesto la evolución hasta el año horizonte 2047.

AÑO	INDICE DE PELIGROSIDAD	INDICE DE MORTALIDAD
2007	20	0,88
2008	15	0,67
2009	15	0,4
2010	13	0,69
2011	12	0,37
2012	16	0,58
2013	19	0,27
2014	14	0,58
2015	14	37
2016	12	0,69
2017	11	0,4
2018	14	0,67
2019	16	0,88
2020	12	1,01
2021	9	0,78
2022	19	1,23
2023	20	1,45
2024	15	1,23
2025	15	0,78
2026	13	1,01
2027	12	0,88
2028	16	0,67
2029	19	0,4
2030	14	0,69
2031	14	0,37
2032	12	0,58
2033	11	0,27
2034	14	0,58
2035	16	0,37
2036	12	0,69
2037	9	0,4
2038	19	0,67
2039	20	0,88
2040	15	1,01
2041	15	0,78
2042	13	1,23
2043	12	0,78
2044	15	1,23
2045	17	0,78
2046	13	1,01
2047	9	0,88

ANEJOS

Para obtener información detallada sobre el número de víctimas mortales, heridos leves y graves nos apoyamos en los informes de los últimos años elaborados por la Dirección General de Tráfico:

TABLA 1.1. CC.AA. ACCIDENTES Y VICTIMAS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS						
TOTAL						
Provincia	Año	Accidentes Con Víctimas	Accidentes Mortales	Fallecidos	Heridos Hospitalizados	Heridos No Hospitalizados
Valencia	2016	4.402	67	69	433	5.422
	2015	4.227	61	64	402	5.116
	2014	3.914	58	71	559	4.596

Tabla de elaboración propia a partir de datos de la DGT.

A continuación se muestran los heridos leves, graves y fallecidos para el caso base y la alternativa:

SEGURIDAD VIAL (Caso Base)			
AÑO	Heridos leves	Heridos graves	Muertos
2017	35	3	2
2018	30	3	1
2019	28	3	1
2020	36	3	1
2021	42	4	2
2022	32	3	2
2023	24	3	2
2024	52	5	3
2025	56	5	3
2026	42	4	3
2027	43	4	2
2028	38	4	2
2029	35	4	2
2030	48	5	2
2031	58	5	1
2032	43	4	2
2033	44	4	1
2034	38	4	2
2035	35	4	1
2036	46	4	2
2037	53	5	1
2038	40	4	2
2039	31	3	1
2040	65	6	2
2041	70	7	3
2042	53	5	3
2043	54	5	2
2044	47	5	4

ANEJOS

2045	44	5	2
2046	56	5	4
2047	65	6	2

SEGURIDAD VIAL (Alternativa)			
AÑO	Heridos leves	Heridos graves	Muertos
2017	34	3	2
2018	29	3	1
2019	27	3	1
2020	35	3	1
2021	41	4	2
2022	31	3	2
2023	24	2	2
2024	51	5	3
2025	54	5	3
2026	41	4	3
2027	40	4	2
2028	35	3	2
2029	32	3	2
2030	44	4	2
2031	53	5	1
2032	40	4	2
2033	40	4	1
2034	35	3	1
2035	32	3	1
2036	42	4	1
2037	49	4	1
2038	37	4	2
2039	28	3	1
2040	60	5	2
2041	64	6	2
2042	49	4	3
2043	50	4	2
2044	44	4	3
2045	41	4	2
2046	52	5	4
2047	60	6	2

ANEJOS

Para poder determinar los costes en valor monetario para cada uno de los años del periodo de evaluación, multiplicaremos el coste de accidente con heridos por el número de heridos y el coste de accidente mortal por el número de víctimas mortales y después obtenemos los flujos:

SEGURIDAD VIAL				
AÑO	Heridos leves	Heridos graves	Muertos	Total
2017	4.282,35	52.479,09	62.862,40	119.623,85
2018	4.004,43	51.380,12	24.581,04	79.965,59
2019	3.942,87	51.063,31	10.922,53	65.928,72
2020	4.760,47	50.879,15	13.865,67	69.505,29
2021	5.080,19	49.169,34	14.463,34	68.712,88
2022	3.770,54	50.713,57	14.539,64	69.023,75
2023	2.769,56	43.634,35	10.005,68	56.409,59
2024	5.466,57	56.646,62	13.697,00	75.810,19
2025	5.507,03	56.218,01	14.572,27	76.297,32
2026	3.952,70	42.144,35	11.293,16	57.390,20
2027	10.626,65	63.183,14	18.563,34	92.373,13
2028	8.914,99	59.494,88	22.618,78	91.028,65
2029	7.929,68	57.752,23	18.588,20	84.270,11
2030	9.934,11	60.385,86	13.092,66	83.412,63
2031	11.289,32	65.860,27	7.402,60	84.552,20
2032	7.961,01	48.139,13	12.147,44	68.247,57
2033	7.618,44	45.103,82	6.220,25	58.942,51
2034	6.320,70	41.472,65	9.450,33	57.243,69
2035	5.481,57	38.949,51	4.180,34	48.611,42
2036	6.676,79	40.374,19	8.655,68	55.706,67
2037	7.302,66	40.346,07	5.335,50	52.984,24
2038	5.241,01	38.435,72	9.635,03	53.311,76
2039	3.761,72	31.844,83	5.420,34	41.026,89
2040	7.599,78	45.044,54	8.827,02	61.471,33
2041	7.655,62	44.840,15	11.291,35	63.787,12
2042	5.494,71	33.319,14	12.641,55	51.455,40
2043	5.258,34	31.264,70	9.537,39	46.060,43
2044	4.361,18	28.664,51	14.712,60	47.738,29
2045	3.852,52	27.115,18	9.138,61	40.106,32
2046	4.608,49	27.945,20	14.132,10	46.685,79
2047	4.928,73	14.218,64	8.798,18	27.945,55

ANEJO 5: CÁLCULO DE LOS IMPACTOS SOBRE LAS EXTERNALIDADES

Ruido

Para valorar la exposición a aquellos que se verán afectados por el ruido y elaborar una valoración monetaria, se propone el modelo alemán de ruido en carreteras. El modelo consiste en estudiar la dispersión que genera el ruido al paso de los vehículos. Se tiene en cuenta la intensidad del tráfico, la velocidad de los vehículos, la distancia a la que se encuentran los afectados a lo largo de toda la evaluación, el porcentaje de pesados y el tipo de pavimento.

Para calcular el nivel sonoro se utiliza las siguientes fórmulas:

$$L_r = L_m + D_V + D_D + D_S$$

$$L_m = 37,3 + 10 \cdot \log[M \cdot (1 + 0,082 p)]$$

$$D_V = L_P - 37,3 + 10 \cdot \log\left[\frac{100 + (10^{0,1D} - 1)p}{100 + 8,23 p}\right]$$

$$L_L = 27,7 + 10 \cdot \log[1 + (0,02 V_L)^3]$$

$$L_P = 23,1 + 12,5 \cdot \log V_P$$

$$D = L_L - L_P$$

$$D_D = 15,8 - 10 \cdot \log d - 0,0142 d^{0,9}$$

Dónde:

L_r : nivel sonoro en dB en un punto concreto.

L_m : nivel sonoro equivalente a 25 metros.

D_V : coeficiente corrector por la velocidad de los vehículos.

D_d : coeficiente corrector por distancia.

D_S : coeficiente de firme o pavimento. -2 para firme bituminoso y 2 para hormigón.

M: intensidad media horaria de vehículos.

p: porcentaje de vehículos pesados.

V_p y V_L : velocidad límite para vehículos pesados y ligeros respectivamente.

d: distancia media entre la carretera y los afectados.

A continuación se realiza la valoración económica de las molestias causadas a través de la valoración disponible en el Anejo: *Derivation of fall back values for impacts due to noise*, de HEATCO. En la tabla encontramos los valores en euros por persona afectada y año:

L_r(dB)	Valor								
≥51	7	≥58	53	≥65	99	≥72	186	≥79	263
≥52	13	≥59	59	≥66	105	≥73	197	≥80	274
≥53	20	≥60	66	≥67	112	≥74	208	≥81	285
≥54	26	≥61	72	≥68	118	≥75	219		
≥55	33	≥62	79	≥69	125	≥76	230		
≥56	39	≥63	86	≥70	132	≥77	241		
≥57	46	≥64	92	≥71	175	≥78	252		

Valores monetarios del impacto de ruido para España. HEATCO.

ANEJOS

Después de obtener los cálculos correspondientes del ruido en (dB), se muestran los resultados en unidades monetarias por persona afectada.

RUIDOS (Caso Base)												
AÑO	TRAMO A		TRAMO B		TRAMO C		TRAMO D		TRAMO E		TRAMO F	
	Lr	Valor										
2017	65,64	99	64,96	92	65,46	99	64,83	92	64,83	92	155,55	99
2018	65,62	99	64,92	92	65,44	99	64,79	92	64,79	92	155,51	99
2019	65,59	99	64,89	92	65,41	99	64,75	92	64,75	92	155,47	99
2020	65,55	99	64,85	92	65,39	99	64,71	92	64,71	92	155,43	99
2021	65,52	99	64,81	92	65,36	99	64,67	92	64,67	92	155,39	99
2022	65,49	99	64,78	92	65,34	99	64,63	92	64,63	92	155,35	99
2023	65,46	99	64,74	92	65,31	99	64,59	92	64,59	92	155,31	99
2024	65,42	99	64,70	92	65,28	99	64,54	92	64,54	92	155,26	99
2025	65,39	99	64,66	92	65,26	99	64,50	92	64,50	92	155,22	99
2026	65,36	99	64,62	92	65,23	99	64,45	92	64,45	92	155,17	99
2027	65,32	99	64,57	92	65,20	99	64,41	92	64,41	92	155,13	99
2028	65,28	99	64,53	92	65,17	99	64,36	92	64,36	92	155,08	99
2029	65,25	99	64,49	92	65,14	99	64,31	92	64,31	92	155,03	99
2030	65,21	99	64,44	92	65,11	99	64,26	92	64,26	92	154,98	99
2031	65,17	99	64,39	92	65,08	99	64,21	92	64,21	92	154,93	99
2032	65,13	99	64,35	92	65,05	99	64,15	92	64,15	92	154,87	92
2033	65,09	99	64,30	92	65,01	99	64,10	92	64,10	92	154,82	92
2034	65,04	99	64,25	92	64,98	92	64,04	92	64,04	92	154,76	92
2035	65,00	99	64,19	92	64,95	92	63,99	86	63,99	86	148,71	92
2036	64,96	92	64,14	92	64,91	92	63,93	86	63,93	86	148,65	92
2037	64,91	92	64,08	92	64,88	92	63,87	86	63,87	86	148,59	92
2038	64,86	92	64,03	92	64,84	92	63,80	86	63,80	86	148,52	92
2039	64,82	92	63,97	86	64,80	92	63,74	86	63,74	86	148,46	92
2040	64,77	92	63,91	86	64,76	92	63,67	86	63,67	86	148,39	92
2041	64,72	92	63,85	86	64,73	92	63,61	86	63,61	86	148,33	92
2042	64,67	92	63,79	86	64,69	92	63,53	86	63,53	86	148,25	92
2043	64,61	92	63,72	86	64,64	92	63,46	86	63,46	86	148,18	92
2044	64,56	92	63,65	86	64,60	92	63,39	86	63,39	86	148,11	92
2045	64,50	92	63,59	86	64,56	92	63,31	86	63,31	86	148,03	92
2046	64,45	92	63,51	86	64,52	92	63,23	86	63,23	86	147,95	92
2047	64,39	92	63,44	86	64,47	92	63,15	86	63,15	86	147,87	92

ANEJOS

RUIDOS (Alternativa)												
AÑO	TRAMO A		TRAMO B		TRAMO C		TRAMO D		TRAMO E		TRAMO F	
	Lr	Valor										
2017	66,37	105	66,37	105	66,79	105	66,26	105	66,26	105	66,26	105
2018	66,35	105	66,35	105	66,78	105	66,24	105	66,24	105	66,24	105
2019	66,33	105	66,33	105	66,76	105	66,21	105	66,21	105	66,21	105
2020	66,30	105	66,29	105	66,74	105	66,18	105	66,18	105	66,18	105
2021	66,25	105	66,27	105	66,72	105	66,15	105	66,15	105	66,15	105
2022	66,24	105	66,24	105	66,70	105	66,12	105	66,12	105	66,12	105
2023	66,21	105	66,20	105	66,69	105	66,08	105	66,08	105	66,08	105
2024	66,17	105	66,17	105	66,65	105	66,05	105	66,05	105	66,05	105
2025	66,14	105	66,14	105	66,63	105	66,01	105	66,01	105	66,01	105
2026	66,11	105	66,11	105	66,61	105	65,97	105	65,97	105	65,97	105
2027	66,07	105	66,07	105	66,73	105	66,11	105	66,11	105	66,11	105
2028	66,06	105	66,04	105	66,71	105	66,08	105	66,08	105	66,08	105
2029	66,02	105	66,00	105	66,70	105	66,04	105	66,04	105	66,04	105
2030	65,97	99	65,96	99	66,67	105	66,00	105	66,00	105	66,00	105
2031	65,93	99	65,93	99	66,64	105	65,97	99	65,97	99	65,97	99
2032	65,89	99	65,89	99	66,62	105	65,93	99	65,93	99	65,93	99
2033	65,85	99	65,85	99	66,60	105	65,89	99	65,89	99	65,89	99
2034	65,83	99	65,81	99	66,57	105	65,85	99	65,85	99	65,85	99
2035	65,77	99	65,77	99	66,55	105	65,81	99	65,81	99	65,81	99
2036	65,73	99	65,73	99	66,52	105	65,77	99	65,77	99	65,77	99
2037	65,68	99	65,68	99	66,50	105	65,73	99	65,73	99	65,73	99
2038	65,64	99	65,64	99	66,47	105	65,69	99	65,69	99	65,69	99
2039	65,59	99	65,59	99	66,45	105	65,64	99	65,64	99	65,64	99
2040	65,55	99	65,55	99	66,42	105	65,60	99	65,60	99	65,60	99
2041	65,50	99	65,50	99	66,39	105	65,55	99	65,55	99	65,55	99
2042	65,45	99	65,45	99	66,36	105	65,50	99	65,50	99	65,50	99
2043	65,40	99	65,40	99	66,34	105	65,45	99	65,45	99	65,45	99
2044	65,35	99	65,35	99	66,31	105	65,40	99	65,40	99	65,40	99
2045	65,30	99	65,29	99	66,28	105	65,35	99	65,35	99	65,35	99
2046	65,24	99	65,24	99	66,25	105	65,30	99	65,30	99	65,30	99
2047	65,19	99	65,18	99	66,21	105	65,25	99	65,25	99	65,25	99

Contaminación Atmosférica

Para calcular las emisiones de contaminantes anuales primero se determinan los factores de emisión de contaminante por vehículo, viaje y kilómetro recorrido. Luego se multiplica este factor por la longitud de la carretera, por la IMD y por los 365 días del año.

Emisiones anuales: $\text{factor de emisión (g/vh-km)} * L * \text{IMD} * 365$

Una vez obtenidas las cantidades anuales para el caso base y la alternativa tendremos que valorar los impactos monetariamente y para ello se propone utilizar el Inventario anual de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera – Volumen 2: Análisis por actividades SNAP, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

	NOx (g/km)	COVDM (g/km)	SO₂ (g/km)	PM_{2,5} (g/km)	PM₁₀ (g/km)
Ligero gasóleo	0,918	0,058	0,001	0,060	0,060
Ligero gasolina	0,182	0,055	0,001	0,001	0,001
Pesado gasóleo	4,987	0,095	0,004	0,070	0,070
Pesado gasolina	4,730	2,365	0,002	-	-

Factores de emisiones

Para calcular los impactos en términos económicos se usarán los siguientes valores:

Gas Contaminante	Valor (€/Tn)	Fuente
NOx	2.600	CAFE
COVDM	400	CAFE
SO₂	4.300	CAFE
PM_{2,5}	299.600	HEATCO
PM₁₀	119.900	HEATCO

Fuente: Maibach et al. (2008).

ANEJOS

En las siguientes tablas se muestran las cantidades de gases anuales emitidos en (kg) para el caso base y la alternativa durante todo el periodo de evaluación.

- CASO BASE**

TOTAL EMISIONES (Caso Base)					
año	NOX	COVDM	SOX	PM2,5	PM10
2017	125.136,27	11.749,51	216,86	6.064,16	6.064,16
2018	126.938,23	11.918,71	219,99	6.151,49	6.151,49
2019	128.766,14	12.090,33	223,16	6.240,07	6.240,07
2020	130.620,37	12.264,44	226,37	6.329,93	6.329,93
2021	132.501,31	12.441,04	229,63	6.421,08	6.421,08
2022	134.409,32	12.620,19	232,94	6.513,54	6.513,54
2023	136.344,82	12.801,93	236,29	6.607,34	6.607,34
2024	138.308,18	12.986,27	239,69	6.702,48	6.702,48
2025	140.299,82	13.173,28	243,14	6.799,00	6.799,00
2026	142.320,14	13.362,97	246,65	6.896,90	6.896,90
2027	144.369,55	13.555,40	250,20	6.996,22	6.996,22
2028	146.448,47	13.750,60	253,80	7.096,96	7.096,96
2029	148.557,33	13.948,60	257,45	7.199,16	7.199,16
2030	150.696,55	14.149,46	261,16	7.302,83	7.302,83
2031	152.866,58	14.353,22	264,92	7.407,99	7.407,99
2032	155.067,86	14.559,90	268,74	7.514,66	7.514,66
2033	157.300,84	14.769,56	272,61	7.622,87	7.622,87
2034	159.565,97	14.982,25	276,53	7.732,64	7.732,64
2035	161.863,72	15.197,99	280,51	7.843,99	7.843,99
2036	164.194,56	15.416,84	284,55	7.956,95	7.956,95
2037	166.558,96	15.638,84	288,65	8.071,53	8.071,53
2038	168.957,41	15.864,04	292,81	8.187,76	8.187,76
2039	171.390,40	16.092,49	297,02	8.305,66	8.305,66
2040	173.858,42	16.324,22	301,30	8.425,26	8.425,26
2041	176.361,98	16.559,29	305,64	8.546,59	8.546,59
2042	178.901,59	16.797,74	310,04	8.669,66	8.669,66
2043	181.477,78	17.039,63	314,51	8.794,50	8.794,50
2044	184.091,06	17.285,00	319,04	8.921,14	8.921,14
2045	186.741,97	17.533,90	323,63	9.049,60	9.049,60
2046	189.431,05	17.786,39	328,29	9.179,92	9.179,92
2047	242.509,93	18.042,51	415,75	11.625,61	11.625,61

• ALTERNATIVA

TOTAL EMISIONES (Alternativa)					
AÑO	NOX	COVDM	SOX	PM2,5	PM10
2017	112.688,99	11.406,80	205,57	5.840,88	5.840,88
2018	113.951,21	11.534,56	207,87	5.906,30	5.906,30
2019	115.227,55	11.663,76	210,20	5.972,46	5.972,46
2020	116.916,37	11.834,71	213,28	6.059,99	6.059,99
2021	118.682,67	12.013,50	216,50	6.151,54	6.151,54
2022	120.276,66	12.174,85	219,41	6.234,16	6.234,16
2023	121.925,83	12.341,79	222,42	6.319,64	6.319,64
2024	123.766,13	12.528,07	225,77	6.415,03	6.415,03
2025	125.548,17	12.708,45	229,03	6.507,39	6.507,39
2026	127.355,96	12.891,44	232,32	6.601,09	6.601,09
2027	122.408,65	12.390,66	223,30	6.344,67	6.344,67
2028	124.048,42	12.556,64	226,29	6.429,66	6.429,66
2029	125.758,91	12.729,78	229,41	6.518,32	6.518,32
2030	127.773,37	12.933,69	233,08	6.622,73	6.622,73
2031	129.613,26	13.119,94	236,44	6.718,09	6.718,09
2032	131.479,10	13.308,80	239,84	6.814,80	6.814,80
2033	133.372,55	13.500,46	243,30	6.912,94	6.912,94
2034	135.159,90	13.681,39	246,56	7.005,59	7.005,59
2035	137.242,22	13.892,17	250,36	7.113,52	7.113,52
2036	139.217,83	14.092,15	253,96	7.215,92	7.215,92
2037	141.222,07	14.295,02	257,62	7.319,80	7.319,80
2038	143.256,55	14.500,96	261,33	7.425,25	7.425,25
2039	145.319,25	14.709,75	265,09	7.532,16	7.532,16
2040	309.082,09	31.286,44	563,83	16.020,29	16.020,29
2041	313.532,87	31.736,96	571,95	16.250,98	16.250,98
2042	318.047,75	32.193,97	580,18	16.485,00	16.485,00
2043	322.627,63	32.657,57	588,54	16.722,38	16.722,38
2044	327.273,47	33.127,84	597,01	16.963,19	16.963,19
2045	331.986,21	33.604,88	605,61	17.207,46	17.207,46
2046	336.766,81	34.088,79	614,33	17.455,24	17.455,24
2047	341.616,25	34.579,67	623,18	15.527,15	17.706,60

Cambio Climático

Para el cálculo, como en el caso anterior, se determinarán los factores de emisión de contaminantes por vehículo, viaje y kilómetro recorrido. Multiplicaremos este factor por la longitud de la carretera, por la IMD y por los 365 días del año. De esta manera obtenemos las cantidades anuales de contaminantes emitidos.

A continuación una vez obtenidas las emisiones anuales de CO₂, CH₄ y N₂O, se pueden obtener las diferencias de emisiones entre el caso base y la alternativa.

Por último, se determinarán los resultados en unidades monetarias utilizando los valores que se especifican *en Maibach et. al. (2008)*.

Para la estimación de los factores de emisión de contaminantes volveremos a usar el Inventario anual de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera – Volumen 2: Análisis por actividades SNAP, proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

	CO ₂ (g/km)	CH ₄ (g/km)	N ₂ O (g/km)
Ligero gasóleo	239	0,001	0,007
Ligero gasolina	300,220	0,024	0,008
Pesado gasóleo	772,490	0,024	0,025
Pesado gasolina	491,460	0,113	0,006

Previamente es necesario transformar las cantidades de CH₄ y N₂O en su equivalente de CO₂, debido a que solo existe información económica de estudios que valoren los efectos de las emisiones de CO₂.

Las siguientes tablas muestran las cantidades de gases contaminantes emitidos en kg para el caso base y la alternativa durante todo el periodo de evaluación.

• CASO BASE

CASO BASE				
AÑO	CO2	CH4	N2O	EQUIVALENTE CO2
2017	57.706.916,11	2.753,93	1.708,99	58.276.118,78
2018	58.537.895,71	2.793,59	1.733,60	59.115.294,90
2019	59.380.841,40	2.833,82	1.758,57	59.966.555,14
2020	60.235.925,52	2.874,62	1.783,89	60.830.073,54
2021	61.103.322,85	2.916,02	1.809,58	61.706.026,59
2022	61.983.210,70	2.958,01	1.835,64	62.594.593,38
2023	62.875.768,93	3.000,60	1.862,07	63.495.955,52
2024	63.781.180,00	3.043,81	1.888,88	64.410.297,28
2025	64.699.628,99	3.087,64	1.916,08	65.337.805,56
2026	65.631.303,65	3.132,11	1.943,68	66.278.669,96
2027	66.576.394,42	3.177,21	1.971,66	67.233.082,81
2028	67.535.094,50	3.222,96	2.000,06	68.201.239,20
2029	68.507.599,87	3.269,37	2.028,86	69.183.337,05
2030	69.494.109,30	3.316,45	2.058,07	70.179.577,10
2031	70.494.824,48	3.364,21	2.087,71	71.190.163,01
2032	71.509.949,95	3.412,65	2.117,77	72.215.301,36
2033	72.539.693,23	3.461,79	2.148,27	73.255.201,70
2034	73.584.264,81	3.511,64	2.179,20	74.310.076,60
2035	74.643.878,23	3.562,21	2.210,58	75.380.141,71
2036	75.718.750,07	3.613,51	2.242,42	76.465.615,75
2037	76.809.100,07	3.665,54	2.274,71	77.566.720,61
2038	77.915.151,11	3.718,33	2.307,46	78.683.681,39
2039	79.037.129,29	3.771,87	2.340,69	79.816.726,40
2040	80.175.263,95	3.826,18	2.374,40	80.966.087,26
2041	81.329.787,75	3.881,28	2.408,59	82.131.998,92
2042	82.500.936,70	3.937,17	2.443,27	83.314.699,70
2043	83.688.950,18	3.993,87	2.478,45	84.514.431,38
2044	84.894.071,07	4.051,38	2.514,14	85.731.439,19
2045	86.116.545,69	4.109,72	2.550,35	86.965.971,91
2046	87.356.623,95	4.168,90	2.587,07	88.218.281,91
2047	88.614.559,33	4.228,93	2.624,33	89.488.625,17

• ALTERNATIVA

CASO BASE				
AÑO	CO2	CH4	N2O	EQUIVALENTE CO2
2017	55.346.722,70	2.669,77	1.634,40	55.891.909,56
2018	55.966.660,29	2.699,67	1.652,71	56.517.953,77
2019	56.593.525,12	2.729,91	1.671,22	57.150.993,46
2020	57.422.986,55	2.769,92	1.695,71	57.988.625,42
2021	58.290.497,59	2.811,77	1.721,33	58.864.681,78
2022	59.073.375,86	2.849,53	1.744,45	59.655.271,71
2023	59.883.360,71	2.888,60	1.768,37	60.473.235,23
2024	60.787.214,66	2.932,20	1.795,06	61.385.992,49
2025	61.662.456,10	2.974,42	1.820,90	62.269.855,40
2026	62.550.347,28	3.017,25	1.847,12	63.166.492,65
2027	60.120.493,12	2.900,04	1.775,37	60.712.703,48
2028	60.925.859,81	2.938,89	1.799,15	61.526.003,35
2029	61.765.963,09	2.979,42	1.823,96	62.374.381,97
2030	62.755.353,36	3.027,14	1.853,18	63.373.518,12
2031	63.659.006,51	3.070,73	1.879,86	64.286.072,61
2032	64.575.409,80	3.114,94	1.906,92	65.211.502,83
2033	65.505.366,38	3.159,79	1.934,39	66.150.619,85
2034	66.383.218,08	3.202,14	1.960,31	67.037.118,73
2035	67.405.939,41	3.251,47	1.990,51	68.069.914,27
2036	68.376.254,68	3.298,28	2.019,16	69.049.787,52
2037	69.360.625,21	3.345,76	2.048,23	70.043.854,49
2038	70.359.854,17	3.393,96	2.077,74	71.052.926,24
2039	71.372.937,60	3.442,83	2.107,66	72.075.988,94
2040	151.804.371,52	7.322,61	4.482,81	153.299.703,92
2041	153.990.354,47	7.428,06	4.547,36	155.507.219,66
2042	156.207.815,57	7.535,02	4.612,85	157.746.523,62
2043	158.457.208,11	7.643,53	4.679,27	160.018.073,56
2044	160.738.991,91	7.753,59	4.746,65	162.322.333,82
2045	163.053.633,40	7.865,25	4.815,00	164.659.775,43
2046	165.401.605,72	7.978,51	4.884,34	167.030.876,19
2047	167.783.388,84	8.093,40	4.954,68	169.436.120,81

ANEJO 6: OBTENCION DE LOS VALORES (VAN, B/C)

El Ministerio de Fomento sugiere para la evaluación de proyectos que se dividan los indicadores de rentabilidad en dos grupos:

- Los que dependen de la tasa de descuento.
- Los que no dependen de la tasa de descuento.

Indicadores que dependiente de la tasa de descuento

VAN: valor actual neto.

B/C: relación beneficio – coste

P.R.I.: periodo de recuperación de la inversión.

Valor actual neto (VAN)

En la fórmula más usada para este tipo de evaluaciones de análisis coste-beneficio y también es la que emplearemos en este documento. Consiste en descontar los flujos de costes y beneficios hasta un periodo común de referencia generalmente para (t=0).

La fórmula del valor actual neto:

$$VAN = \sum_{t=0}^t \frac{ABS_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

ABS: representa el cambio en el bienestar social (beneficios sociales menos costes sociales) cada año t.

i: este parámetro representa la tasa de descuento (constante para todos los años). Para este tipo de proyectos es preferible utilizar una tasa de descuento del 6%.

ANEJOS

En la siguiente tabla se muestran los valores actuales netos (VAN) para el periodo de evaluación en euros.

AÑO	VAN
2017	-29.374.858,24 €
2018	1.590.296,53 €
2019	1.561.697,77 €
2020	1.533.474,87 €
2021	1.497.663,21 €
2022	1.475.275,19 €
2023	1.436.042,08 €
2024	1.426.905,12 €
2025	1.401.178,18 €
2026	1.356.927,73 €
2027	1.581.871,90 €
2028	1.560.155,57 €
2029	1.528.636,50 €
2030	1.498.425,10 €
2031	1.476.586,77 €
2032	1.438.229,57 €
2033	1.407.764,80 €
2034	1.390.784,93 €
2035	1.357.806,75 €
2036	1.346.468,83 €
2037	1.326.206,35 €
2038	1.309.862,52 €
2039	1.281.838,82 €
2040	1.287.447,19 €
2041	1.275.842,78 €
2042	1.250.515,78 €
2043	1.233.061,96 €
2044	1.223.631,72 €
2045	1.205.859,79 €
2046	1.203.288,28 €
2047	1.176.410,77 €
TOTAL	12.265.299,11 €