



# ANEXOS

## ANEXO 1 - ESTUDIO DE LA CARRETERA EXISTENTE

### Elementos de trazado horizontal

Elemento	Estación	Longitud	Radio	Parámetro	Peralte
Recta	0+179.477	179.477	0.000		
Espiral	0+253.086	73.609	450.000	182.000	
Circun.	0+619.656	366.570	450.000		6.139
Espiral	0+693.265	73.609	0.000	182.000	
Recta	0+853.398	160.134	0.000		
Espiral	0+931.016	77.618	-500.000	197.000	
Circun.	1+022.996	91.980	-500.000		-5.728
Espiral	1+100.614	77.618	0.000	197.000	
Recta	1+153.229	52.615	0.000		
Espiral	1+257.269	104.040	-900.000	306.000	
Circun.	1+352.482	95.213	-900.000		-3.794
Espiral	1+456.522	104.040	0.000	306.000	
Recta	1+582.535	126.012	0.000		
Espiral	1+660.153	77.618	-500.000	197.000	
Circun.	1+780.845	120.692	-500.000		-5.728
Espiral	1+858.463	77.618	0.000	197.000	
Recta	1+936.967	78.504	0.000		
Espiral	2+010.576	73.609	450.000	182.000	
Circun.	2+182.741	172.165	450.000		6.139
Espiral	2+256.350	73.609	0.000	182.000	
Espiral	2+329.958	73.609	-450.000	182.000	
Circun.	2+518.096	188.138	-450.000		-6.139
Espiral	2+591.705	73.609	0.000	182.000	
Recta	2+813.402	221.697	0.000		
Espiral	2+899.418	86.016	615.000	230.000	
Circun.	3+320.818	421.400	615.000		4.964
Espiral	3+406.834	86.016	0.000	230.000	
Espiral	3+480.443	73.609	-450.000	182.000	
Circun.	3+762.280	281.838	-450.000		-6.139
Espiral	3+835.889	73.609	0.000	182.000	
Espiral	3+933.889	98.000	800.000	280.000	
Circun.	3+987.890	54.000	800.000		4.122
Espiral	4+033.015	45.125	0.000	190.000	
Espiral	4+106.623	73.609	-450.000	182.000	
Circun.	4+200.378	93.755	-450.000		-6.139
Espiral	4+280.600	80.222	0.000	190.000	
Espiral	4+375.652	95.052	750.000	267.000	
Circun.	4+389.173	13.520	750.000		4.314
Espiral	4+484.225	95.052	0.000	267.000	
Recta	4+567.339	83.114	0.000		
Espiral	4+659.504	92.166	700.000	254.000	
Circun.	4+746.299	86.794	700.000		4.530

Espiral	4+838.464	92.166	0.000	254.000	
Recta	5+121.995	283.531	0.000		
Espiral	5+199.613	77.618	-500.000	197.000	
Circun.	5+340.706	141.093	-500.000		-5.728
Espiral	5+418.324	77.618	0.000	197.000	
Recta	5+536.986	118.662	0.000		
Espiral	5+622.092	85.106	470.000	200.000	
Circun.	5+997.900	375.808	470.000		5.969
Espiral	6+076.652	78.752	0.000	192.389	
Espiral	6+150.679	74.027	-500.000	192.389	
Circun.	6+382.158	231.479	-500.000		-5.728
Espiral	6+456.388	74.230	0.000	192.652	
Espiral	6+572.372	115.984	2,000.000	481.631	
Circun.	6+635.373	63.001	2,000.000		2.265
Espiral	6+760.373	125.000	0.000	500.000	
Recta	7+032.434	272.061	0.000		
Espiral	7+233.101	200.667	1,800.000	601.000	
Circun.	7+469.320	236.219	1,800.000		2.409
Espiral	7+495.671	26.351	700.000	173.736	
Circun.	7+618.365	122.694	700.000		4.530
Espiral	7+655.482	37.117	0.000	161.188	
Espiral	7+713.219	57.737	-450.000	161.188	
Circun.	7+744.400	31.182	-450.000		-6.139
Espiral	7+839.082	94.681	0.000	206.414	
Espiral	7+933.763	94.681	450.000	206.414	
Circun.	8+055.542	121.779	450.000		6.139
Espiral	8+135.764	80.222	0.000	190.000	
Recta	8+403.005	267.241	0.000		
Espiral	8+483.227	80.222	-450.000	190.000	
Circun.	8+615.948	132.720	-450.000		-6.139
Espiral	8+696.170	80.222	0.000	190.000	
Recta	8+921.022	224.852	0.000		
Espiral	9+001.244	80.222	450.000	190.000	
Circun.	9+127.740	126.496	450.000		6.139
Espiral	9+207.962	80.222	0.000	190.000	
Recta	9+368.632	160.670	0.000		
Espiral	9+448.632	80.000	-500.000	200.000	
Circun.	9+522.059	73.426	-500.000		-5.728
Espiral	9+593.717	71.658	0.000	189.286	
Espiral	9+676.272	82.555	700.000	240.393	
Circun.	9+752.546	76.274	700.000		4.530
Espiral	9+835.989	83.443	0.000	241.682	
Espiral	9+930.297	94.308	-2,400.000	475.752	
Circun.	10+034.329	104.031	-2,400.000		-2.046
Espiral	10+163.492	129.163	0.000	556.768	
Espiral	10+292.654	129.163	2,400.000	556.768	

Circun.	10+363.464	70.809	2,400.000		2.046
Espiral	10+467.630	104.167	0.000	500.000	
Recta	10+660.620	192.990	0.000		
Espiral	10+752.786	92.166	700.000	254.000	
Circun.	10+920.237	167.451	700.000		4.530
Espiral	11+037.975	117.738	0.000	287.082	
Circun.	11+294.451	256.476	-3,000.000		-2.000
Espiral	11+470.967	176.517	-700.000	401.457	
Circun.	11+532.392	61.425	-700.000		-4.530
Espiral	11+614.678	82.286	0.000	240.000	
Recta	11+760.823	146.146	0.000		
Espiral	11+858.823	98.000	-800.000	280.000	
Circun.	11+923.459	64.636	-800.000		-4.122
Espiral	12+021.459	98.000	0.000	280.000	
Recta	12+377.311	355.851	0.000		

### Sinuosidad sentido Colmenar Viejo – Cerceda

Progresiva	Elemento	Grad Sin	Dif
0+000.000 a 0+178.625	Recta		
0+178.625 a 0+252.234	Clotoide	0.082	0.000
0+252.234 a 0+619.447	450		
0+619.447 a 0+693.056	Clotoide		
0+693.056 a 0+853.562	Recta		
0+853.562 a 0+931.180	Clotoide	0.067	-0.015
0+931.180 a 1+023.160	-500		
1+023.160 a 1+100.778	Clotoide		
1+100.778 a 1+153.393	Recta		
1+153.393 a 1+257.433	Clotoide	0.058	-0.009
1+257.433 a 1+352.646	-900		
1+352.646 a 1+456.686	Clotoide		
1+456.686 a 1+582.698	Recta		
1+582.698 a 1+660.316	Clotoide	0.056	-0.002
1+660.316 a 1+781.008	-500		
1+781.008 a 1+858.626	Clotoide		
1+858.626 a 1+937.130	Recta		
1+937.130 a 2+010.739	Clotoide	0.059	0.003
2+010.739 a 2+182.904	450		
2+182.904 a 2+256.513	Clotoide		
2+256.513 a 2+330.122	Clotoide	0.064	0.005
2+330.122 a 2+518.260	-450		
2+518.260 a 2+591.869	Clotoide		
2+591.869 a 2+813.565	Recta		
2+813.565 a 2+899.582	Clotoide	0.063	-0.001
2+899.582 a 3+320.981	615		

3+320.981 a 3+406.998	Clotoide		
3+406.998 a 3+480.606	Clotoide		
3+480.606 a 3+762.444	-450	0.068	0.005
3+762.444 a 3+836.053	Clotoide		
3+836.053 a 3+934.053	Clotoide		
3+934.053 a 3+988.053	800	0.066	-0.002
3+988.053 a 4+033.178	Clotoide		
4+033.178 a 4+106.787	Clotoide		
4+106.787 a 4+200.542	-450	0.066	0.001
4+200.542 a 4+280.764	Clotoide		
4+280.764 a 4+375.816	Clotoide		
4+375.816 a 4+389.336	750	0.065	-0.002
4+389.336 a 4+484.388	Clotoide		
4+484.388 a 4+567.502	Recta		
4+567.502 a 4+659.668	Clotoide		
4+659.668 a 4+746.462	700	0.062	-0.002
4+746.462 a 4+838.628	Clotoide		
4+838.628 a 5+122.159	Recta		
5+122.159 a 5+199.777	Clotoide		
5+199.777 a 5+340.870	-500	0.060	-0.002
5+340.870 a 5+418.488	Clotoide		
5+418.488 a 5+537.149	Recta		
5+537.149 a 5+622.256	Clotoide		
5+622.256 a 5+998.064	470	0.063	0.003
5+998.064 a 6+076.816	Clotoide		
6+076.816 a 6+150.843	Clotoide		
6+150.843 a 6+382.322	-500	0.064	0.002
6+382.322 a 6+456.552	Clotoide		
6+456.552 a 6+572.536	Clotoide		
6+572.536 a 6+635.537	2000	0.062	-0.002
6+635.537 a 6+760.537	Clotoide		
6+760.537 a 7+032.598	Recta		
7+032.598 a 7+233.265	Clotoide		
7+233.265 a 7+469.484	1800	0.057	-0.005
7+469.484 a 7+495.835	Clotoide		
7+495.835 a 7+618.529	700	0.058	0.000
7+618.529 a 7+655.645	Clotoide		
7+655.645 a 7+713.382	Clotoide		
7+713.382 a 7+744.564	-450	0.058	0.000
7+744.564 a 7+839.245	Clotoide		
7+839.245 a 7+933.926	Clotoide		
7+933.926 a 8+055.706	450	0.058	0.001
8+055.706 a 8+135.928	Clotoide		
8+135.928 a 8+403.169	Recta		
8+403.169 a 8+483.391	Clotoide	0.057	-0.001

8+483.391 a 8+616.111	-450		
8+616.111 a 8+696.334	Clotoide		
8+696.334 a 8+921.186	Recta		
8+921.186 a 9+001.408	Clotoide	0.057	-0.001
9+001.408 a 9+127.904	450		
9+127.904 a 9+208.126	Clotoide		
9+208.126 a 9+368.796	Recta		
9+368.796 a 9+448.796	Clotoide	0.056	-0.001
9+448.796 a 9+522.222	-500		
9+522.222 a 9+593.881	Clotoide		
9+593.881 a 9+676.436	Clotoide	0.056	0.000
9+676.436 a 9+752.710	700		
9+752.710 a 9+836.153	Clotoide		
9+836.153 a 9+930.461	Clotoide	0.054	-0.001
9+930.461 a 10+034.492	-2400		
10+034.492 a 10+163.655	Clotoide		
10+163.655 a 10+292.818	Clotoide	0.053	-0.001
10+292.818 a 10+363.628	2400		
10+363.628 a 10+467.794	Clotoide		
10+467.794 a 10+660.784	Recta		
10+660.784 a 10+752.950	Clotoide	0.052	-0.001
10+752.950 a 10+920.401	700		
10+920.401 a 11+038.138	Clotoide		
11+038.138 a 11+294.614	-3000	0.052	0.000
11+294.614 a 11+471.131	Clotoide	0.052	-0.001
11+471.131 a 11+532.556	-700		
11+532.556 a 11+614.841	Clotoide		
11+614.841 a 11+760.987	Recta		
11+760.987 a 11+858.987	Clotoide	0.051	-0.001
11+858.987 a 11+923.623	-800		
11+923.623 a 12+021.623	Clotoide		
12+021.623 a 12+377.475	Recta		
	Total	0.049	-0.001

### Sinuosidad sentido Cerceda – Colmenar Viejo

Progresiva	Elemento	Grad. Sin	Dif
12+021.623 a 12+377.475	Recta		
11+923.623 a 12+021.623	Clotoide	0.015	0.000

11+858.987 a 11+923.623	-800		
11+760.987 a 11+858.987	Clotoide		
11+614.841 a 11+760.987	Recta		
11+532.556 a 11+614.841	Clotoide	0.017	0.002
11+471.131 a 11+532.556	-700		
11+294.614 a 11+471.131	Clotoide		
11+038.138 a 11+294.614	-3000	0.025	0.008
10+920.401 a 11+038.138	Clotoide	0.032	0.006
10+752.950 a 10+920.401	700		
10+660.784 a 10+752.950	Clotoide		
10+467.794 a 10+660.784	Recta		
10+363.628 a 10+467.794	Clotoide	0.026	-0.006
10+292.818 a 10+363.628	2400		
10+163.655 a 10+292.818	Clotoide		
10+034.492 a 10+163.655	Clotoide	0.024	-0.002
9+930.461 a 10+034.492	-2400		
9+836.153 a 9+930.461	Clotoide		
9+752.710 a 9+836.153	Clotoide	0.026	0.002
9+676.436 a 9+752.710	700		
9+593.881 a 9+676.436	Clotoide		
9+522.222 a 9+593.881	Clotoide	0.029	0.003
9+448.796 a 9+522.222	-500		
9+368.796 a 9+448.796	Clotoide		
9+208.126 a 9+368.796	Recta		
9+127.904 a 9+208.126	Clotoide	0.032	0.003
9+001.408 a 9+127.904	450		
8+921.186 a 9+001.408	Clotoide		
8+696.334 a 8+921.186	Recta		
8+616.111 a 8+696.334	Clotoide	0.034	0.002
8+483.391 a 8+616.111	-450		
8+403.169 a 8+483.391	Clotoide		
8+135.928 a 8+403.169	Recta		
8+055.706 a 8+135.928	Clotoide	0.035	0.001
7+933.926 a 8+055.706	450		
7+839.245 a 7+933.926	Clotoide		
7+744.564 a 7+839.245	Clotoide	0.036	0.001
7+713.382 a 7+744.564	-450		
7+655.645 a 7+713.382	Clotoide		
7+618.529 a 7+655.645	Clotoide	0.037	0.001
7+495.835 a 7+618.529	700		
7+469.484 a 7+495.835	Clotoide		
7+233.265 a 7+469.484	1800	0.036	-0.001
7+032.598 a 7+233.265	Clotoide		
6+760.537 a 7+032.598	Recta		
6+635.537 a 6+760.537	Clotoide	0.033	-0.003

6+572.536 a 6+635.537	2000		
6+456.552 a 6+572.536	Clotoide		
6+382.322 a 6+456.552	Clotoide		
6+150.843 a 6+382.322	-500	0.036	0.003
6+076.816 a 6+150.843	Clotoide		
5+998.064 a 6+076.816	Clotoide		
5+622.256 a 5+998.064	470	0.042	0.005
5+537.149 a 5+622.256	Clotoide		
5+418.488 a 5+537.149	Recta		
5+340.870 a 5+418.488	Clotoide		
5+199.777 a 5+340.870	-500	0.043	0.001
5+122.159 a 5+199.777	Clotoide		
4+838.628 a 5+122.159	Recta		
4+746.462 a 4+838.628	Clotoide		
4+659.668 a 4+746.462	700	0.041	-0.001
4+567.502 a 4+659.668	Clotoide		
4+484.388 a 4+567.502	Recta		
4+389.336 a 4+484.388	Clotoide		
4+375.816 a 4+389.336	750	0.040	-0.001
4+280.764 a 4+375.816	Clotoide		
4+200.542 a 4+280.764	Clotoide		
4+106.787 a 4+200.542	-450	0.041	0.001
4+033.178 a 4+106.787	Clotoide		
3+988.053 a 4+033.178	Clotoide		
3+934.053 a 3+988.053	800	0.041	0.000
3+836.053 a 3+934.053	Clotoide		
3+762.444 a 3+836.053	Clotoide		
3+480.606 a 3+762.444	-450	0.044	0.003
3+406.998 a 3+480.606	Clotoide		
3+320.981 a 3+406.998	Clotoide		
2+899.582 a 3+320.981	615	0.046	0.002
2+813.565 a 2+899.582	Clotoide		
2+591.869 a 2+813.565	Recta		
2+518.260 a 2+591.869	Clotoide		
2+330.122 a 2+518.260	-450	0.047	0.001
2+256.513 a 2+330.122	Clotoide		
2+182.904 a 2+256.513	Clotoide		
2+010.739 a 2+182.904	450	0.048	0.001
1+937.130 a 2+010.739	Clotoide		
1+858.626 a 1+937.130	Recta		
1+781.008 a 1+858.626	Clotoide		
1+660.316 a 1+781.008	-500	0.049	0.000
1+582.698 a 1+660.316	Clotoide		
1+456.686 a 1+582.698	Recta		
1+352.646 a 1+456.686	Clotoide	0.048	-0.001

1+257.433 a 1+352.646	-900		
1+153.393 a 1+257.433	Clotoide		
1+100.778 a 1+153.393	Recta		
1+023.160 a 1+100.778	Clotoide	0.048	0.000
0+931.180 a 1+023.160	-500		
0+853.562 a 0+931.180	Clotoide		
0+693.056 a 0+853.562	Recta		
0+619.447 a 0+693.056	Clotoide	0.050	0.002
0+252.234 a 0+619.447	450		
0+178.625 a 0+252.234	Clotoide		
0+000.000 a 0+178.625	Recta		
Total		0.049	-0.001

### Revisión de la normativa en el trazado horizontal

Elemento	Estación	Radio	Parámetro	Peralte	Incidencia
Recta	0+179.477	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (179.477<278.000)
Espiral	0+253.086	450	182		Correcto
Circun.	0+619.656	450		6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	0+693.265	0	182		Correcto
Recta	0+853.398	0			Correcto
Espiral	0+931.016	-500	197		Correcto
Circun.	1+022.996	-500		-5.728	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (11.7) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	1+100.614	0	197		Correcto
Recta	1+153.229	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (52.615<278.000)
Espiral	1+257.269	-900	306		Correcto
Circun.	1+352.482	-900		-3.794	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (6.7) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	1+456.522	0	306		Correcto
Recta	1+582.535	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (126.012<278.000)
Espiral	1+660.153	-500	197		Correcto

Circun.	1+780.845	-500		-5.728	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (15.4) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	1+858.463	0	197		Correcto
Recta	1+936.967	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (78.504<139.000)
Espiral	2+010.576	450	182		Correcto
Circun.	2+182.741	450		6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	2+256.350	0	182		Correcto
Espiral	2+329.958	-450	182		Correcto
Circun.	2+518.096	-450		-6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	2+591.705	0	182		Correcto
Recta	2+813.402	0			Correcto
Espiral	2+899.418	615	230		Correcto
Circun.	3+320.818	615		4.964	Correcto
Espiral	3+406.834	0	230		Correcto
Espiral	3+480.443	-450	182		Correcto
Circun.	3+762.280	-450		-6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	3+835.889	0	182		Correcto
Espiral	3+933.889	800	280		Correcto
Circun.	3+987.890	800		4.122	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (4.3) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	4+033.015	0	190		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (190.000<280.000)
Espiral	4+106.623	-450	182		Correcto
Circun.	4+200.378	-450		-6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	4+280.600	0	190		Correcto
Espiral	4+375.652	750	267		Correcto

Circun.	4+389.173	750		4.314	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (1.1) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	4+484.225	0	267		Correcto
Recta	4+567.339	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (83.114<278.000)
Espiral	4+659.504	700	254		Correcto
Circun.	4+746.299	700		4.53	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (7.9) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	4+838.464	0	254		Correcto
Recta	5+121.995	0			Correcto
Espiral	5+199.613	-500	197		Correcto
Circun.	5+340.706	-500		-5.728	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (18.0) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	5+418.324	0	197		Correcto
Recta	5+536.986	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (118.662<139.000)
Espiral	5+622.092	470	200		Correcto
Circun.	5+997.900	470		5.969	Correcto
Espiral	6+076.652	0	192.389		Correcto
Espiral	6+150.679	-500	192.389		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (192.389<197.000)
Circun.	6+382.158	-500		-5.728	Correcto
Espiral	6+456.388	0	192.652		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (192.652<197.000)
Espiral	6+572.372	2000	481.631		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (481.631<667.000)
Circun.	6+635.373	2000		2.265	ERROR[4.5 ]:Tabla 4.9 giro = 5.8 radio = 2,000.000 desarrollo = 63.001
Espiral	6+760.373	0	500		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (500.000<667.000)
Recta	7+032.434	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (272.061<278.000)
Espiral	7+233.101	1800	601		Correcto

Circun.	7+469.320	1800		2.409	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (8.4) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	7+495.671	700	173.736		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (173.736<258.000)
Circun.	7+618.365	700		4.53	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (11.2) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	7+655.482	0	161.188		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (161.188<254.000)
Espiral	7+713.219	-450	161.188		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (161.188<182.000)
Circun.	7+744.400	-450		-6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	7+839.082	0	206.414		Correcto
Espiral	7+933.763	450	206.414		Correcto
Circun.	8+055.542	450		6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	8+135.764	0	190		Correcto
Recta	8+403.005	0			Correcto
Espiral	8+483.227	-450	190		Correcto
Circun.	8+615.948	-450		-6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	8+696.170	0	190		Correcto
Recta	8+921.022	0			Correcto
Espiral	9+001.244	450	190		Correcto
Circun.	9+127.740	450		6.139	ERROR[4.3.3 Tablas 4.3 y 4.4]:Radio menor que el mínimo (450.000 < 452.530)
Espiral	9+207.962	0	190		Correcto
Recta	9+368.632	0			Correcto
Espiral	9+448.632	-500	200		Correcto
Circun.	9+522.059	-500		-5.728	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (9.3) sea $\geq 20$ gonios

Espiral	9+593.717	0	189.286		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (189.286<197.000)
Espiral	9+676.272	700	240.393		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (240.393<254.000)
Circun.	9+752.546	700		4.53	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (6.9) sea >= 20 gonios
Espiral	9+835.989	0	241.682		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (241.682<254.000)
Espiral	9+930.297	-2400	475.752		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (475.752<801.000)
Circun.	10+034.329	-2400		-2.046	ERROR[4.5 ]:Tabla 4.9 giro = 5.7 radio = -2,400.000 desarrollo = 104.031
Espiral	10+163.492	0	556.768		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (556.768<801.000)
Espiral	10+292.654	2400	556.768		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (556.768<801.000)
Circun.	10+363.464	2400		2.046	ERROR[4.5 ]:Tabla 4.9 giro = 5.0 radio = 2,400.000 desarrollo = 70.809
Espiral	10+467.630	0	500		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (500.000<801.000)
Recta	10+660.620	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (192.990<278.000)
Espiral	10+752.786	700	254		Correcto
Circun.	10+920.237	700		4.53	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (15.2) sea >= 20 gonios
Espiral	11+037.975	0	287.082		Correcto
Circun.	11+294.451	-3000		-2	Correcto
Espiral	11+470.967	-700	401.457		ERROR[4.4.4 ]:Clotoide larga (401.457>312.310)
Circun.	11+532.392	-700		-4.53	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (5.6) sea >= 20 gonios
Espiral	11+614.678	0	240		ERROR[4.4.3 ]:Clotoide corta (240.000<254.000)
Recta	11+760.823	0			ERROR[4.2 ]:Recta corta (146.146<278.000)

Espiral	11+858.823	-800	280		Correcto
Circun.	11+923.459	-800		-4.122	ADVERTENCIA[4.3.4 ]:Es deseable que la variación de azimut entre extremos de la curva (5.1) sea $\geq 20$ gonios
Espiral	12+021.459	0	280		Correcto
Recta	12+377.311	0			Correcto

### Elementos del alzado

Elemento	Estación	Longitud	Pendiente	Radio(kv)
Pendiente	0+018.403	18.403	-2.340	
Parábola	0+018.403	96.378		-7,125.000
Pendiente	0+119.446	4.665	-3.693	
Parábola	0+119.446	149.111		4,348.000
Pendiente	0+390.607	122.050	-0.264	
Parábola	0+390.607	28.543		-7,125.000
Pendiente	0+431.935	12.785	-0.664	
Parábola	0+431.935	306.957		-7,125.000
Pendiente	0+820.341	81.448	-4.972	
Parábola	0+820.341	108.608		5,000.000
Pendiente	0+963.127	34.178	-2.800	
Parábola	0+963.127	132.074		4,348.000
Rampa	1+262.577	167.375	0.237	
Parábola	1+262.577	223.176		-15,000.000
Pendiente	1+593.712	107.960	-1.250	
Parábola	1+593.712	44.905		4,348.000
Pendiente	1+910.351	271.734	-0.218	
Parábola	1+910.351	85.424		-7,125.000
Pendiente	2+097.788	102.013	-1.417	
Parábola	2+097.788	50.751		4,348.000
Pendiente	2+188.470	39.931	-0.249	
Parábola	2+188.470	293.070		-7,125.000
Pendiente	2+905.866	424.325	-4.363	
Parábola	2+905.866	378.596		4,348.000
Rampa	3+461.022	176.560	4.345	
Parábola	3+461.022	146.283		-7,125.000
Rampa	4+271.754	664.449	2.292	
Parábola	4+271.754	262.820		-7,125.000
Pendiente	4+703.167	168.592	-1.397	
Parábola	4+703.167	427.994		9,000.000
Rampa	5+153.388	22.227	3.358	
Parábola	5+153.388	471.552		-7,125.000
Pendiente	5+667.195	42.255	-3.260	

Parábola	5+667.195	273.938		6,000.000
Rampa	6+110.000	168.867	1.306	
Parábola	6+110.000	130.327		-7,125.000
Pendiente	6+325.301	84.973	-0.523	
Parábola	6+325.301	135.728		5,000.000
Rampa	6+483.748	22.719	2.191	
Parábola	6+483.748	224.832		-7,125.000
Pendiente	6+730.416	21.837	-0.964	
Parábola	6+730.416	115.495		4,348.000
Rampa	6+932.718	86.806	1.692	
Parábola	6+932.718	88.892		-10,000.000
Rampa	7+158.032	136.422	0.803	
Parábola	7+158.032	106.264		5,000.000
Rampa	7+298.902	34.606	2.928	
Parábola	7+298.902	216.523		-8,000.000
Rampa	7+934.349	418.923	0.222	
Parábola	7+934.349	166.463		4,348.000
Rampa	8+660.222	559.410	4.050	
Parábola	8+660.222	335.884		-7,125.000
Pendiente	9+412.159	416.053	-0.664	
Parábola	9+412.159	104.009		12,000.000
Rampa	10+036.626	520.458	0.203	
Parábola	10+036.626	75.411		5,000.000
Rampa	10+456.480	344.443	1.711	
Parábola	10+456.480	113.368		-15,000.000
Rampa	10+643.823	73.975	0.955	
Parábola	10+643.823	116.682		-10,000.000
Pendiente	10+778.083	17.578	-0.212	
Parábola	10+778.083	210.726		7,000.000
Rampa	11+038.115	49.306	2.799	
Parábola	11+038.115	336.097		-7,125.000
Pendiente	11+662.826	288.613	-1.918	
Parábola	11+662.826	170.676		-7,125.000
Pendiente	11+893.073	59.571	-4.314	
Parábola	11+893.073	252.184		4,348.000
Rampa	12+219.354	74.097	1.486	
Parábola	12+219.354	33.619		-7,125.000
Rampa	12+377.475	124.501	1.014	

### Análisis de visibilidad sentido Colmenar Viejo – Cerceda

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
0+140.000	190	0+330.000	193	-2	Fuera de sección	99
0+160.000	170	0+330.000	191	-20	Fuera de sección	94

0+180.000	170	0+350.000	189	-18	Fuera de sección	95
<b>0+200.000</b>	<b>150</b>	<b>0+350.000</b>	<b>187</b>	<b>-36</b>	<b>Fuera de sección</b>	<b>89</b>
0+220.000	150	0+370.000	185	-34	Fuera de sección	90
0+240.000	150	0+390.000	183	-32	Fuera de sección	90
0+260.000	150	0+410.000	181	-30	Fuera de sección	91
0+280.000	150	0+430.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+300.000	150	0+450.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+320.000	150	0+470.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+340.000	150	0+490.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+360.000	150	0+510.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+380.000	150	0+530.000	180	-30	Fuera de sección	91
0+400.000	150	0+550.000	181	-30	Fuera de sección	91
0+420.000	150	0+570.000	182	-31	Fuera de sección	90
0+440.000	150	0+590.000	182	-32	Fuera de sección	90
0+460.000	150	0+610.000	183	-33	Fuera de sección	90
0+480.000	150	0+630.000	184	-34	Fuera de sección	90
0+500.000	150	0+650.000	186	-35	Fuera de sección	89
0+520.000	150	0+670.000	187	-36	Fuera de sección	89
0+540.000	170	0+710.000	188	-18	Fuera de sección	95
1+920.000	170	2+090.000	180	-10	Fuera de sección	97
1+940.000	170	2+110.000	182	-11	Fuera de sección	96
1+960.000	150	2+110.000	183	-32	Fuera de sección	90
1+980.000	150	2+130.000	184	-33	Fuera de sección	90
2+000.000	150	2+150.000	185	-34	Fuera de sección	90
2+020.000	150	2+170.000	185	-34	Fuera de sección	90
<b>2+040.000</b>	<b>150</b>	<b>2+190.000</b>	<b>185</b>	<b>-34</b>	<b>Fuera de sección</b>	<b>90</b>
2+060.000	150	2+210.000	185	-34	Fuera de sección	90
2+080.000	150	2+230.000	185	-34	Fuera de sección	90
2+100.000	170	2+270.000	185	-14	Fuera de sección	96
2+800.000	190	2+990.000	198	-8	Fuera de sección	98
2+820.000	190	3+010.000	198	-8	Fuera de sección	98
2+840.000	190	3+030.000	198	-8	Fuera de sección	98
<b>2+860.000</b>	<b>190</b>	<b>3+050.000</b>	<b>198</b>	<b>-8</b>	<b>Fuera de sección</b>	<b>98</b>
2+880.000	190	3+070.000	198	-8	Fuera de sección	98
2+900.000	190	3+090.000	198	-8	Fuera de sección	98
2+920.000	190	3+110.000	197	-6	Fuera de sección	98
2+940.000	190	3+130.000	195	-4	Fuera de sección	98
2+960.000	190	3+150.000	192	-2	Fuera de sección	99
5+520.000	170	5+690.000	186	-16	Fuera de sección	95
5+540.000	170	5+710.000	188	-17	Fuera de sección	95
5+560.000	170	5+730.000	189	-18	Fuera de sección	95
5+580.000	150	5+730.000	190	-40	Fuera de sección	88

5+600.000	150	5+750.000	191	-41	Fuera de sección	88
5+620.000	150	5+770.000	193	-42	Fuera de sección	88
5+640.000	150	5+790.000	193	-43	Fuera de sección	88
5+660.000	150	5+810.000	193	-43	Fuera de sección	88
5+680.000	150	5+830.000	192	-42	Fuera de sección	88
5+700.000	150	5+850.000	190	-40	Fuera de sección	88
5+720.000	150	5+870.000	189	-38	Fuera de sección	89
5+740.000	150	5+890.000	187	-37	Fuera de sección	89
5+760.000	150	5+910.000	186	-36	Fuera de sección	89
5+780.000	150	5+930.000	185	-34	Fuera de sección	90
5+800.000	150	5+950.000	183	-33	Fuera de sección	90
5+820.000	150	5+970.000	182	-31	Fuera de sección	90
5+840.000	150	5+990.000	181	-30	Fuera de sección	91
5+860.000	150	6+010.000	179	-29	Fuera de sección	91
5+880.000	150	6+030.000	178	-27	Fuera de sección	91
5+900.000	170	6+070.000	177	-6	Fuera de sección	98
7+840.000	170	8+010.000	178	-8	Fuera de sección	97
7+860.000	170	8+030.000	178	-8	Fuera de sección	97
7+880.000	150	8+030.000	178	-28	Fuera de sección	91
7+900.000	150	8+050.000	178	-28	Fuera de sección	91
7+920.000	150	8+070.000	178	-28	Fuera de sección	91
7+940.000	150	8+090.000	178	-27	Fuera de sección	91
7+960.000	170	8+130.000	176	-6	Fuera de sección	98
7+980.000	170	8+150.000	174	-4	Fuera de sección	98
8+900.000	170	9+070.000	176	-6	Fuera de sección	98
8+920.000	170	9+090.000	178	-7	Fuera de sección	97
8+940.000	150	9+090.000	179	-28	Fuera de sección	91
8+960.000	150	9+110.000	180	-29	Fuera de sección	91
8+980.000	150	9+130.000	181	-30	Fuera de sección	91
9+000.000	150	9+150.000	182	-31	Fuera de sección	90
9+020.000	150	9+170.000	182	-31	Fuera de sección	90
9+040.000	170	9+210.000	182	-11	Fuera de sección	96

### Análisis de visibilidad sentido Cerceda – Colmenar Viejo

<u>Estación</u>	<u>Visibilidad</u>	<u>Última estación</u>	<u>D.parada</u>	<u>Err.</u>	<u>No cumple por</u>	<u>V.Máx</u>
9+600.000	170	9+430.000	180	-9	Fuera de sección	97
9+580.000	170	9+410.000	180	-9	Fuera de sección	97
9+560.000	170	9+390.000	180	-9	Fuera de sección	97
9+540.000	170	9+370.000	180	-9	Fuera de sección	97

8+740.000	190	8+550.000	191	-1	Fuera de sección	99
8+720.000	170	8+550.000	193	-22	Fuera de sección	94
8+700.000	170	8+530.000	194	-24	Fuera de sección	93
8+680.000	170	8+510.000	196	-25	Fuera de sección	93
8+660.000	150	8+510.000	197	-46	Fuera de sección	87
8+640.000	150	8+490.000	197	-46	Fuera de sección	87
8+620.000	150	8+470.000	197	-46	Fuera de sección	87
8+600.000	150	8+450.000	197	-46	Fuera de sección	87
8+580.000	170	8+410.000	197	-26	Fuera de sección	93
8+560.000	170	8+390.000	197	-26	Fuera de sección	93
8+100.000	190	7+910.000	197	-6	Fuera de sección	98
8+080.000	190	7+890.000	195	-4	Fuera de sección	98
7+840.000	170	7+670.000	180	-9	Fuera de sección	97
7+820.000	170	7+650.000	180	-9	Fuera de sección	97
6+460.000	170	6+290.000	188	-18	Fuera de sección	95
6+440.000	170	6+270.000	186	-16	Fuera de sección	95
6+420.000	170	6+250.000	185	-14	Fuera de sección	96
6+400.000	170	6+230.000	183	-12	Fuera de sección	96
6+380.000	170	6+210.000	181	-11	Fuera de sección	96
6+360.000	170	6+190.000	180	-9	Fuera de sección	97
6+340.000	170	6+170.000	178	-8	Fuera de sección	97
6+320.000	170	6+150.000	177	-7	Fuera de sección	98
6+300.000	170	6+130.000	177	-7	Fuera de sección	98
6+280.000	170	6+110.000	177	-7	Fuera de sección	98
6+260.000	170	6+090.000	177	-7	Fuera de sección	98
5+420.000	170	5+250.000	178	-7	Fuera de sección	97
5+400.000	170	5+230.000	179	-8	Fuera de sección	97
5+380.000	170	5+210.000	180	-9	Fuera de sección	97
5+360.000	170	5+190.000	181	-10	Fuera de sección	97
5+340.000	170	5+170.000	182	-11	Fuera de sección	96
5+320.000	170	5+150.000	183	-13	Fuera de sección	96
5+300.000	170	5+130.000	184	-14	Fuera de sección	96
4+300.000	170	4+130.000	187	-16	Fuera de sección	95
4+280.000	170	4+110.000	188	-18	Fuera de sección	95
4+260.000	150	4+110.000	189	-38	Fuera de sección	89
4+240.000	150	4+090.000	189	-38	Fuera de sección	89
4+220.000	150	4+070.000	189	-38	Fuera de sección	89
4+200.000	170	4+030.000	189	-18	Fuera de sección	95
3+860.000	170	3+690.000	189	-18	Fuera de sección	95

3+840.000	170	3+670.000	189	-18	Fuera de sección	95
3+820.000	150	3+670.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+800.000	150	3+650.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+780.000	150	3+630.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+760.000	150	3+610.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+740.000	150	3+590.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+720.000	150	3+570.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+700.000	150	3+550.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+680.000	150	3+530.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+660.000	150	3+510.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+640.000	150	3+490.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+620.000	150	3+470.000	189	-38	Fuera de sección	89
3+600.000	150	3+450.000	189	-39	Fuera de sección	89
3+580.000	150	3+430.000	190	-40	Fuera de sección	88
3+560.000	170	3+390.000	192	-21	Fuera de sección	94
2+560.000	150	2+410.000	164	-14	Fuera de sección	95
2+540.000	150	2+390.000	164	-14	Fuera de sección	95
2+520.000	150	2+370.000	164	-14	Fuera de sección	95
2+500.000	150	2+350.000	164	-14	Fuera de sección	95
2+480.000	150	2+330.000	164	-14	Fuera de sección	95
2+460.000	150	2+310.000	165	-15	Fuera de sección	95
2+440.000	150	2+290.000	166	-16	Fuera de sección	94
1+860.000	170	1+690.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+840.000	170	1+670.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+820.000	170	1+650.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+800.000	170	1+630.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+780.000	170	1+610.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+760.000	170	1+590.000	178	-8	Fuera de sección	97
1+100.000	170	0+930.000	180	-9	Fuera de sección	97
1+080.000	170	0+910.000	179	-8	Fuera de sección	97
1+060.000	170	0+890.000	177	-6	Fuera de sección	98
1+040.000	170	0+870.000	175	-5	Fuera de sección	98
1+020.000	170	0+850.000	174	-3	Fuera de sección	99

### Análisis de consistencia sentido Colmenar Viejo – Cerceda

Table 2. Design Speed Assumption, Increasing Stations

From Station	To Station	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
0.000	0.000	0	0	4
0.000	150.039	0	10	1
150.039	248.601	10	16	2
248.601	251.563	0	10	1
251.563	702.423	-2	0	4
702.423	856.431	0	2	1
856.431	1+076.326	-1	0	4
1+076.326	1+584.963	0	3	1
1+584.963	1+833.808	-1	0	4
1+833.808	1+916.347	0	1	1
1+916.347	2+601.563	-2	0	4
2+601.563	2+895.412	0	3	1
2+895.412	3+322.908	-0	0	4
3+322.908	3+351.411	0	0	1
3+351.411	3+875.768	-3	0	4
3+875.768	4+000.075	0	1	1
4+000.075	4+313.766	-3	0	4
4+313.766	5+078.050	0	4	1
5+078.050	5+426.016	-2	0	4
5+426.016	5+534.931	0	1	1
5+534.931	6+464.946	-2	0	4
6+464.946	7+493.416	0	6	1
7+493.416	9+210.922	-10	0	4
9+210.922	9+374.009	0	2	1
9+374.009	9+574.881	-1	0	4
9+574.881	9+647.133	0	1	1
9+647.133	9+763.406	-0	0	4
9+763.406	10+722.119	0	5	1
10+722.119	10+929.015	-0	0	4
10+929.015	11+624.052	0	4	1
11+624.052	12+230.715	-2	0	4

**Design Speed Assumption Check Conditions Key**

- Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$
- Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$
- Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$
- Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

$V_{85}$ : estimated 85th percentile operating speed  
 $V_{\text{design}}$ : design speed

Table 3. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Increasing Stations

Station of Max Speed on Preceding Element	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start of Curve	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
246.826	116	252.234	98	18	2
766.150	102	931.180	99	3	1
1+166.283	102	1+257.433	102	1	1
1+409.209	103	1+660.316	99	5	1
1+872.436	101	2+010.739	98	3	1
2+251.649	100	2+330.122	98	2	1
2+694.419	103	2+899.582	100	3	1
3+336.327	100	3+480.606	97	3	1
3+898.201	101	3+934.053	100	0	1
4+000.075	100	4+106.787	97	3	1
4+329.865	100	4+375.816	100	0	1
4+477.819	102	4+659.668	101	2	1
4+870.323	104	5+199.777	98	6	1
5+474.457	101	5+622.256	98	3	1
6+052.689	100	6+150.843	98	2	1
6+464.946	100	6+572.536	103	-3	1
6+744.418	106	7+233.265	103	3	1
7+493.416	100	7+495.835	100	0	1
7+495.835	100	7+713.382	97	3	1
7+832.989	99	7+933.926	97	2	1
8+138.305	99	8+483.391	90	9	1
8+929.516	99	9+001.408	98	2	1
9+278.406	102	9+448.796	99	3	1
9+593.910	101	9+676.436	100	1	1
9+895.871	104	9+930.461	103	0	1
10+084.170	105	10+292.818	103	1	1
10+722.119	100	10+752.950	100	0	1
10+929.015	100	11+038.138	104	-4	1
11+038.138	104	11+471.131	101	3	1
11+624.052	100	11+858.987	98	2	1

**Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key**

- Condition 1:  $0 \text{ km/h} (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}}) \leq 10 \text{ km/h}$
- Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}}) \leq 20 \text{ km/h}$
- Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}})$

where:

$V_{85\text{Tangent}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent  
 $V_{85\text{Curve}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve

**Análisis de consistencia sentido Cerceda – Colmenar Viejo**

Table 5. Design Speed Assumption, Decreasing Stations

From Station	To Station	Min (km/h)	Max (km/h)	Condition
12+377.475	12+013.065	-30	0	4
12+013.065	11+562.106	0	5	1
11+562.106	11+460.422	-0	0	4
11+460.422	9+641.580	0	6	1
9+641.580	9+363.637	-2	0	4
9+363.637	9+257.747	0	1	1
9+257.747	8+887.870	-3	0	4
8+887.870	8+811.114	0	1	1
8+811.114	8+311.630	-5	0	4
8+311.630	8+150.577	0	2	1
8+150.577	7+851.604	-2	0	4
7+851.604	7+838.536	0	0	1
7+838.536	7+640.440	-2	0	4
7+640.440	6+443.556	0	6	1
6+443.556	6+098.278	-1	0	4
6+098.278	6+084.881	0	0	1
6+084.881	5+552.082	-2	0	4
5+552.082	5+415.545	0	2	1
5+415.545	5+146.557	-1	0	4
5+146.557	4+776.075	0	3	1
4+776.075	4+649.030	-0	0	4
4+649.030	4+295.150	0	2	1
4+295.150	4+032.251	-2	0	4
4+032.251	3+857.099	0	2	1
3+857.099	3+398.090	-2	0	4
3+398.090	3+325.112	0	1	1
3+325.112	2+897.629	-0	0	4
2+897.629	2+649.268	0	3	1
2+649.268	1+574.950	-3	0	4
1+574.950	1+143.476	0	2	1
1+143.476	846.070	-2	0	4
846.070	749.215	0	1	1
749.215	92.200	-3	0	4

**Design Speed Assumption Check Conditions Key**

- Condition 1:  $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$
- Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$
- Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$
- Condition 4:  $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

V85: estimated 85th percentile operating speed  
 V<sub>design</sub>: design speed

Table 6. Speed Differential of Adjacent Design Elements, Decreasing Stations

Station of Max Speed on Preceding Element	Max Speed on Preceding Element (km/h)	Start of Curve	Speed on Curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
11+938.395	105	11+923.623	100	5	1
11+789.906	102	11+532.556	100	2	1
11+319.060	104	11+294.614	104	0	1
11+294.614	104	10+920.401	101	3	1
10+563.822	106	10+363.628	104	1	1
10+243.140	106	10+034.492	104	1	1
10+034.492	104	9+752.710	101	4	1
9+641.580	100	9+522.222	98	2	1
9+314.086	101	9+127.904	97	4	1
8+851.871	101	8+616.111	95	6	1
8+236.924	102	8+055.706	98	4	1
7+845.501	100	7+744.564	98	2	1
7+640.440	100	7+618.529	101	-1	1
7+618.529	101	7+469.484	104	-3	1
7+145.531	106	6+635.537	103	3	1
6+443.556	100	6+282.322	99	1	1
6+092.304	100	5+998.064	98	2	1
5+495.526	102	5+340.870	99	3	1
5+048.980	103	4+746.462	100	3	1
4+558.187	102	4+389.336	101	1	1
4+358.160	102	4+200.542	98	4	1
4+032.251	100	3+988.053	101	-1	1
3+924.235	102	3+762.444	98	4	1
3+375.030	101	3+320.981	100	1	1
2+780.712	103	2+518.260	97	6	1
2+261.377	99	2+182.904	97	2	1
1+898.834	100	1+781.008	98	2	1
1+507.552	102	1+352.646	101	1	1
1+228.073	102	1+023.160	98	4	1
800.746	101	619.447	97	4	1

**Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key**

Condition 1:  $0 \text{ km/h} < (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2:  $10 \text{ km/h} < (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3:  $20 \text{ km/h} < (V_{85\text{Tangent}} - V_{85\text{Curve}})$

where:

$V_{85\text{Tangent}}$ : estimated 85th percentile operating speed on tangent

$V_{85\text{Curve}}$ : estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve



## ANEXO 2 – DIAGNÓSTICO DE LA CARRETERA EXISTENTE POR P.K.

### Diagnóstico sentido Colmenar Viejo – Cerceda

Progresiva	Elemento	ERROR VISIBILIDAD	COORDINACIÓN PLANTA-AIZADO	OBSERVACIONES	ANÁLISIS CONSISTENCIA
0+000.000 a 0+178.625	Recta				
0+178.625 a 0+252.234	Clotoide	36		EL TALUD IMPIDE LA VISUALIZACIÓN	CONDICIÓN2 EN V85 CON VD Y V85 ENTRE CURVAS
0+252.234 a 0+619.447	450		PERDIDA DE TRAZADO		
0+619.447 a 0+693.056	Clotoide				
0+693.056 a 0+853.562	Recta				
0+853.562 a 0+931.180	Clotoide				
0+931.180 a 1+023.160	-500				
1+023.160 a 1+100.778	Clotoide				
1+100.778 a 1+153.393	Recta				
1+153.393 a 1+257.433	Clotoide		PERDIDA DE ORIENTACIÓN		
1+257.433 a 1+352.646	-900				
1+352.646 a 1+456.686	Clotoide				
1+456.686 a 1+582.698	Recta				
1+582.698 a 1+660.316	Clotoide				
1+660.316 a 1+781.008	-500				
1+781.008 a 1+858.626	Clotoide				
1+858.626 a 1+937.130	Recta				
1+937.130 a 2+010.739	Clotoide	34			

				PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN	EL TALUD IMPIDE LA VISUALIZACIÓN
2+010.739 a 2+182.904	450				
2+182.904 a 2+256.513	Clotoide				
2+256.513 a 2+330.122	Clotoide				
2+330.122 a 2+518.260	-450				
2+518.260 a 2+591.869	Clotoide				
2+591.869 a 2+813.565	Recta				
2+813.565 a 2+899.582	Clotoide				
2+899.582 a 3+320.981	615	8		PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN	
3+320.981 a 3+406.998	Clotoide			PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN	
3+406.998 a 3+480.606	Clotoide				
3+480.606 a 3+762.444	-450				
3+762.444 a 3+836.053	Clotoide				
3+836.053 a 3+934.053	Clotoide				
3+934.053 a 3+988.053	800				
3+988.053 a 4+033.178	Clotoide				
4+033.178 a 4+106.787	Clotoide				
4+106.787 a 4+200.542	-450				
4+200.542 a 4+280.764	Clotoide				
4+280.764 a 4+375.816	Clotoide				
4+375.816 a 4+389.336	750				
4+389.336 a 4+484.388	Clotoide			PÉRDIDA DINÁMICA	
4+484.388 a 4+567.502	Recta				
4+567.502 a 4+659.668	Clotoide				
4+659.668 a 4+746.462	700				

4+746.462 a 4+838.628	Clotoide				
4+838.628 a 5+122.159	Recta				
5+122.159 a 5+199.777	Clotoide				
5+199.777 a 5+340.870	-500		<b>PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN</b>		
5+340.870 a 5+418.488	Clotoide				
5+418.488 a 5+537.149	Recta				
5+537.149 a 5+622.256	Clotoide				
5+622.256 a 5+998.064	470	43	<b>PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN</b>	<b>EL TALUD Y VEGETACIÓN IMPIDE LA VISUALIZACIÓN Y LA CURVA ES CERRA Y LARGA</b>	
5+998.064 a 6+076.816	Clotoide				
6+076.816 a 6+150.843	Clotoide				
6+150.843 a 6+382.322	-500				
6+382.322 a 6+456.552	Clotoide				
6+456.552 a 6+572.536	Clotoide		<b>PÉRDIDA DEL TRAZADO</b>		
6+572.536 a 6+635.537	2000				
6+635.537 a 6+760.537	Clotoide				
6+760.537 a 7+032.598	Recta				
7+032.598 a 7+233.265	Clotoide				
7+233.265 a 7+469.484	1800				
7+469.484 a 7+495.835	Clotoide				
7+495.835 a 7+618.529	700				
7+618.529 a 7+655.645	Clotoide				
7+655.645 a 7+713.382	Clotoide				
7+713.382 a 7+744.564	-450				

7+744.564 a 7+839.245	Clotoide				
7+839.245 a 7+933.926	Clotoide				
7+933.926 a 8+055.706	450	28		TRAMO SINUOSO DONDE LA VEGETACIÓN IMPIDE LA VISIBILIDAD EN UN PEQUEÑO TRAMO DE LA CURVA	
8+055.706 a 8+135.928	Clotoide				
8+135.928 a 8+403.169	Recta				
8+403.169 a 8+483.391	Clotoide				
8+483.391 a 8+616.111	-450				
8+616.111 a 8+696.334	Clotoide				
8+696.334 a 8+921.186	Recta				
8+921.186 a 9+001.408	Clotoide	31	PÉRDIDA DE TRAZADO Y ORIENTACIÓN	CURVA CERRADA DONDE EL TALUD IMPIDE VISUALIZAR EL TRAMO EN EL DESARROLLO DE LA CURVA	
9+001.408 a 9+127.904	450				
9+127.904 a 9+208.126	Clotoide				
9+208.126 a 9+368.796	Recta				
9+368.796 a 9+448.796	Clotoide				
9+448.796 a 9+522.222	-500				
9+522.222 a 9+593.881	Clotoide				
9+593.881 a 9+676.436	Clotoide				
9+676.436 a 9+752.710	700				
9+752.710 a 9+836.153	Clotoide				
9+836.153 a 9+930.461	Clotoide				
9+930.461 a 10+034.492	-2400				

10+034.492 a 10+163.655	Clotoide				
10+163.655 a 10+292.818	Clotoide				
10+292.818 a 10+363.628	2400				
10+363.628 a 10+467.794	Clotoide				
10+467.794 a 10+660.784	Recta				
10+660.784 a 10+752.950	Clotoide				
10+752.950 a 10+920.401	700				
10+920.401 a 11+038.138	Clotoide				
11+038.138 a 11+294.614	-3000				
11+294.614 a 11+471.131	Clotoide				
11+471.131 a 11+532.556	-700				
11+532.556 a 11+614.841	Clotoide				
11+614.841 a 11+760.987	Recta				
11+760.987 a 11+858.987	Clotoide				
11+858.987 a 11+923.623	-800				
11+923.623 a 12+021.623	Clotoide				
12+021.623 a 12+377.475	Recta				

PÉRDIDA DE TRAZADO

### Diagnóstico sentido Cerceda – Colmenar Viejo

Progresiva	Elemento	ERROR VISIBILIDAD	COORDINACIÓN PLANTA - ALZADO	OBSERVACIONES	ANÁLISIS CONSISTENCIA
12+021.623 a 12+377.475	Recta				
11+923.623 a 12+021.623	Clotoide				CONDICIÓN 1 Y 4
11+858.987 a 11+923.623	-800		PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN		
11+760.987 a 11+858.987	Clotoide				
11+614.841 a 11+760.987	Recta				
11+532.556 a 11+614.841	Clotoide				
11+471.131 a 11+532.556	-700				
11+294.614 a 11+471.131	Clotoide				
11+038.138 a 11+294.614	-3000		PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN		
10+920.401 a 11+038.138	Clotoide				
10+752.950 a 10+920.401	700				

10+660.784 a 10+752.950	Clotoide				
10+467.794 a 10+660.784	Recta			<b>PÉRDIDA DE TRAZADO</b>	
10+363.628 a 10+467.794	Clotoide				
10+292.818 a 10+363.628	2400				
10+163.655 a 10+292.818	Clotoide				
10+034.492 a 10+163.655	Clotoide				
9+930.461 a 10+034.492	-2400				
9+836.153 a 9+930.461	Clotoide				
9+752.710 a 9+836.153	Clotoide				
9+676.436 a 9+752.710	700				
9+593.881 a 9+676.436	Clotoide				
9+522.222 a 9+593.881	Clotoide				
9+448.796 a 9+522.222	-500				
9+368.796 a 9+448.796	Clotoide	6			
9+208.126 a 9+368.796	Recta				
9+127.904 a 9+208.126	Clotoide			<b>PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN Y TRAZADO</b>	
9+001.408 a 9+127.904	450			<b>PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN</b>	
8+921.186 a 9+001.408	Clotoide				
8+696.334 a 8+921.186	Recta				
8+616.111 a 8+696.334	Clotoide		46	<b>PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN Y TRAZADO</b>	<b>CURVA CERRADA DE LARGO DESARROLLO DONDE LA VEGETACIÓN IMPIDE LA VISIBILIDAD</b>
8+483.391 a 8+616.111	-450				
8+403.169 a 8+483.391	Clotoide				

8+135.928 a 8+403.169	Recta				
8+055.706 a 8+135.928	Clotoide				
7+933.926 a 8+055.706	450	6			
7+839.245 a 7+933.926	Clotoide		PÉRDIDA DINÁMICA		
7+744.564 a 7+839.245	Clotoide				
7+713.382 a 7+744.564	-450				
7+655.645 a 7+713.382	Clotoide				
7+618.529 a 7+655.645	Clotoide				
7+495.835 a 7+618.529	700		PÉRDIDA DEL TRAZADO		
7+469.484 a 7+495.835	Clotoide				
7+233.265 a 7+469.484	1800				
7+032.598 a 7+233.265	Clotoide		PÉRDIDA DEL TRAZADO		
6+760.537 a 7+032.598	Recta				
6+635.537 a 6+760.537	Clotoide				
6+572.536 a 6+635.537	2000		PÉRDIDA DINÁMICA		
6+456.552 a 6+572.536	Clotoide				
6+382.322 a 6+456.552	Clotoide				
6+150.843 a 6+382.322	-500	18	PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN	VEGETACIÓN IMPIDE LA VISIBILIDAD EN LA CURVA	
6+076.816 a 6+150.843	Clotoide				
5+998.064 a 6+076.816	Clotoide				
5+622.256 a 5+998.064	470				
5+537.149 a 5+622.256	Clotoide				
5+418.488 a 5+537.149	Recta				
5+340.870 a 5+418.488	Clotoide				
5+199.777 a 5+340.870	-500	14	PÉRDIDA DEL TRAZADO		





### ANEXO 3 - MATRICES DE LEOPOLD

#### Matrices de Leopold

#### -Alternativa 2.

	Mantenimiento de drenaje				Elementos de seguridad			Mejora de visibilidad			Carril bici	Reha. Firme	Total							
	Cunetas		ODT		Balizas		Barreras metálicas		Mant. Arboles y arbustos	Perfilado de desmontes				plataforma	fres y pav					
Factores medioambientales	Impacto paisajístico		-4	8	-2	4	-1	2	-4	2	-3	7	-5	8	-6	9	-7	8	-21.00	32.00
	Residuos		-1	5	-3	7	-1	1	-1	1	-7	3	-7	8	-6	8	-3	8	-39.00	51.00
	Contaminación de aire		-1	3	-1	5	-1	3	-1	3	8	9	-2	3	-5	7	-2.00	28.00	-2.00	28.00
	Aff. Flora		-1	3	-1	3	-1	3	-6	3	8	9	-2	3	-3	7	-5.00	24.00	-5.00	24.00
	Aff. Fauna		-1	3	-1	3	-1	3	-6	3	8	9	-2	3	-3	7	-5.00	24.00	-5.00	24.00
Total		-6.00	16.00	-5.00	26.00	-2.00	22.00	-2.00	3.00	-11.00	6.00	-2.00	19.00	-20.00	27.00	-27.00	39.00	-85.00	174.00	
													Magnitud	Importancia						

	Mantenimiento de drenaje				Elementos de seguridad			Mejora de visibilidad			Carril bici	Reha. Firme	Total								
	Cunetas		ODT		Balizas		Barreras metálicas		Mant. Arboles y arbustos	Perfilado de desmontes				plataforma	fres y pav						
Factores sociales	Accesos						8	9	2	5	6	5	7	6	7	8	7	9	44.00	47.00	
	Accidentalidad						8	9	9	10	6	5	7	6	7	8	7	9	17.00	15.00	
	Turismo																			-2.00	3.00
	Expropiaciones																				
	Total		0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	9.00	11.00	15.00	6.00	5.00	7.00	6.00	14.00	20.00	15.00	15.00	61.00	70.00	
													Magnitud	Importancia							

## -Alternativa 3.

	Mantenimiento de drenaje				Elementos de seguridad				Mejora de visibilidad				Total					
	Cunetas	ODT	PS	Balizas	Barreras metálicas	Mant. Arboles y arbustos	Carril bici	Carril 2+1	Reha. Firme	Reha. Firme	Reha. Firme	Reha. Firme						
Factores medioambientales	Impacto paisajístico	-2	4		-1	2	-4	2	-3	5	-6	9	-8	9	-7	8	-24.00	31.00
	Residuos	-5	7	-3	-1	1	-1	1	-7	2	-7	8	-8	9	-7	8	-42.00	50.00
	Contaminación de aire	-1	5	-1							-6	8	-7	7	-3	8	-19.00	38.00
	Aff. Flora	-1	3	-1			5	6			-5	7	-7	8			-10.00	30.00
Aff. Fauna			2				-6	3			-3	7	-5	7			-12.00	24.00
Total	-7.00	15.00	-5.00	-2.00	3.00	-11.00	6.00	-5.00	13.00	-27.00	39.00	-35.00	40.00	-10.00	16.00	-107.00	173.00	
																Magnitud	Importancia	

	MANT. OBRAS DE DRENAJE				Elementos de seguridad				Mejora de visibilidad				Total					
	Cunetas	ODT	PS	Balizas	Barreras metálicas	Mant. Arboles y arbustos	Carril bici	Carril 2+1	Reha. Firme	Reha. Firme	Reha. Firme	Reha. Firme						
Factores sociales	Accesos				2	5										2.00	5.00	
	Accidentalidad				8	9	10	6	5	7	8	9	9	9	7	9	46.00	50.00
	Turismo				9					9	9	10	8	8	6	27.00	23.00	
	Expropiaciones									-2	3	-5	5			-7.00	8.00	
Total	0.00	0.00	0.00	8.00	9.00	11.00	15.00	6.00	5.00	14.00	20.00	14.00	22.00	15.00	15.00	68.00	86.00	
																Magnitud	Importancia	



## **ANEXO 4 - CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE**

### **1. CLIMATOLOGÍA**

#### **1.1. Introducción**

El clima es uno de los factores físicos más importantes y condicionantes del territorio, ya que influye de manera notoria en procesos tales como la formación del relieve, la erosión, la formación de los cursos de agua, la vegetación, la fauna, así como su influencia en la posibilidad y forma de llevar a cabo la ejecución de las distintas unidades de obra. En el presente apartado se recogen y analizan los valores más representativos de los fenómenos que definen la climatología del área de estudio.

#### **1.2. Estaciones de Referencia**

Para la determinación de las características y valores climáticos se ha tomado como referencia los datos de las estaciones meteorológicas más próximas al área de estudio. En este caso se tomarán los datos de las siguientes estaciones meteorológicas:

- Presa de Manzanares en Real.
- Navacerrada Puerto.
- Manzanares el Real.
- Hoyo de Manzanares. Matalasgrajas.

### **1.3. Aspectos climáticos**

#### **1.3.1. Precipitaciones**

Atendiendo a los datos meteorológicos ofrecidos por las distintas estaciones nombradas anteriormente, se puede tomar la de Manzanares el Real como la más representativa para el estudio de la Carretera de Colmenar Viejo. Debido a que la estación es la más cercana a la zona de estudio.

Las precipitaciones mensuales por encima de 150 mm son en su mayoría zonas húmedas y las precipitaciones por debajo de 30 mm en la mayor parte secadas.

El Parque Regional de la Cuenca Alta de Manzanares el real tiene un clima cálido y templado. La precipitación anual esta en torno a 463 mm, siendo noviembre el mes más lluvioso con una precipitación de 63 mm. Por otro lado, los meses de julio y agosto son los meses menos lluviosos con una precipitación de 5 mm .

El verano es la época más seca del año, durante las épocas de invierno y primavera las precipitaciones son parecidas con precipitaciones entre 44 y 49 mm. En otoño se presentan las mayores precipitaciones del año.

Durante los meses de julio y agosto la mayoría de día secos son 27.9 días. Los 2.3 días restantes se existen precipitaciones < 2mm. En abril, los días secos son 19.5 días el menor ratio de todo el año.

En noviembre, los días de lluvia alcanzan sus máximos valores de precipitaciones por día. En los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril, baja la cota de nieve.

Otro aspecto importante es la evapotranspiración, que es muy intensa en la zona. Sin embargo, no existe un déficit de agua debido a la presencia de embalses y cuencas, presentes en el parque regional.

#### **1.3.2. Temperaturas**

En la estación de Manzanares el Real, la temperatura media es de 11.9 °C, siendo los meses más cálidos los de julio y agosto, con 31 °C y 30 °C, respetivamente. Desde diciembre a febrero, ambos inclusive, la temperatura media es inferior a la media anual. Los meses más fríos son enero y febrero, con 1°C para ambos respectivamente.

La época de otoño tienen temperaturas más elevadas que en primavera. La temperatura media de las máximas es de 18.4 °C de promedio anual y la media de mínimas es de 6.9 °C.

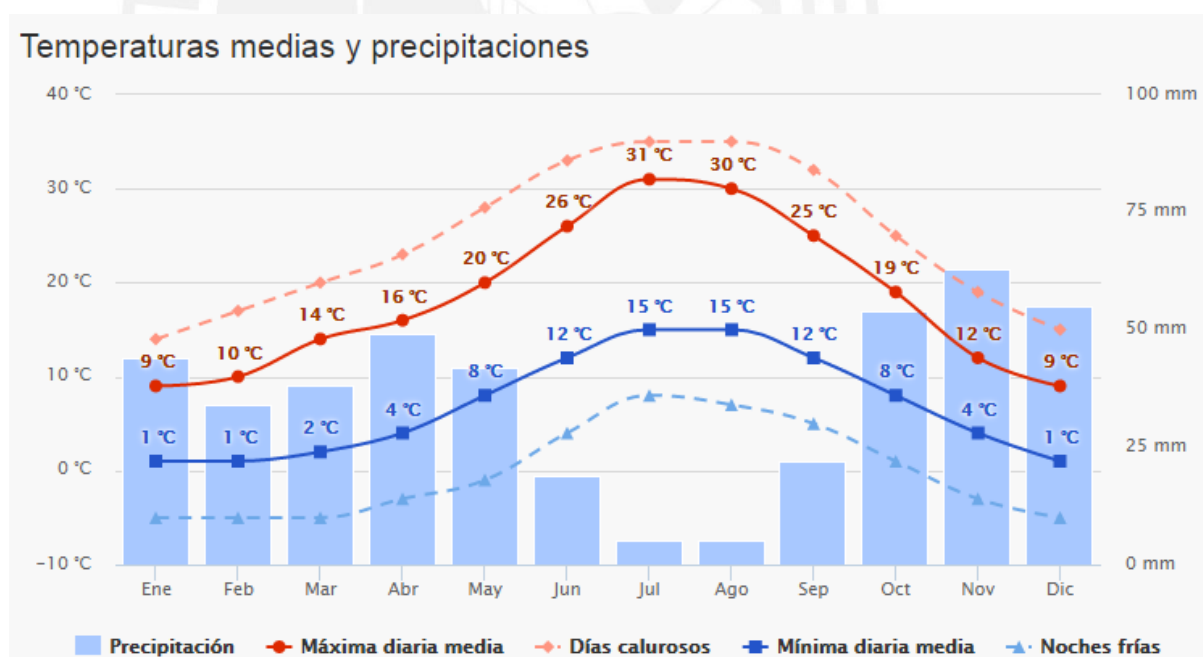
En los meses más fríos la temperatura media depende de la altitud de la meseta.

Invierno fresco	entre 500 y 1000 m. de altitud.
Invierno frío	entre 1000 y 1600 m. de altitud
Invierno muy frío	entre 1600 y 2000 m. de altitud
Invierno extremadamente frío	más de 2000 m.

Siendo las temperaturas de inviernos frescos, muy fríos y extremadamente fríos, de 0 a -3 °C, -3 a -6 °C y -6 °C , respectivamente.

### 1.3.3. Diagrama ombrotérmico

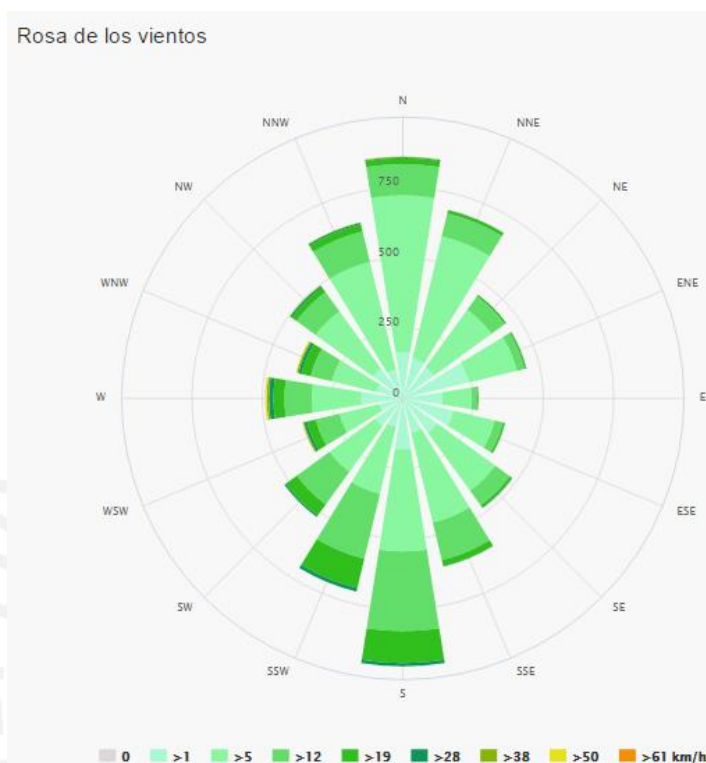
Se muestra el diagrama ombrotérmico que representa los valores de precipitación y temperatura recogidos en la estación meteorológica.



### 1.3.4. Viento

Los vientos constituyen un elemento climático de gran interés. Es otro elemento destacado especialmente en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

La velocidad del viento esta en promedio entre los 5 y 28 km/h. El viento es fresco y helado, proveniente de la sierra de Madrid. Los vientos más fuertes se presentan entre enero y abril, incluyendo a ambos. Los vientos más débiles se presentan en los meses de junio a agosto.



La rosa de vientos muestra que predominan los vientos en tanto en la dirección sur como en la dirección norte.

### 1.3.5. Balance climático

El balance hídrico determina las condiciones hídricas superficiales promedio de escurrimiento o exceso de agua en la zona de estudio. Para el establecimiento del balance hídrico de la zona, se ha empleado el método de Thornthwaite.

Thornthwaite propuso una clasificación climática cuya principal característica fue la utilización de la evapotranspiración potencial como parámetro fundamental para la delimitación de los distintos tipos climáticos. Considera cuatro criterios básicos: el índice global de humedad, la variación estacional de la humedad efectiva, el índice de eficiencia térmica y la concentración estival de la eficacia térmica.

**Índice de humedad (Ih):** viene dado por la relación existente entre el exceso de agua anual (E) y la evapotranspiración potencial anual (Etp), en porcentaje.

$$I_h = (E/Etp) * 100$$

**Índice de aridez (Ia):** está dado por la relación existente entre la deficiencia anual de agua (D) y la evapotranspiración potencial anual (Etp) en porcentaje.

$$I_a = (D/Etp) * 100$$

$$I_m = I_h - (0.6 * I_a)$$

A continuación, se describen los pasos a seguir para nombrar la clasificación climática de Thornthwaite.

A partir de estos índices se define el tipo de humedad según las siguientes condiciones:

$I_m$	Símbolo	Tipo Climático
100,1 y más	A	Super húmedo
80,1 a 100,0	B <sub>4</sub>	Muy húmedo
60,1 a 80,0	B <sub>3</sub>	Húmedo
40,1 a 60,0	B <sub>2</sub>	Moderadamente húmedo
20,1 a 40,0	B <sub>1</sub>	Ligeramente húmedo
0,1 a 20,0	C <sub>2</sub>	Semihúmedo
-20,0 a 0,0	C <sub>1</sub>	Semiseco
-40,0 a -20,1	D	Semiárido
-60,0 a -40,1	E	Árido

La variación estacional de la humedad da lugar a los siguientes tipos:

Para los tipos de humedad A, B, C<sub>2</sub>:

Índice en porcentaje (Ia)	Símbolo	Déficit de agua
0,0 a 16,7	r	Falta de agua pequeña o nula
16,7 a 33,3 Falta estival	s	Falta de agua estival moderada
16,7 a 33,3 Falta invernal	w	Falta de agua invernal moderada
≥ 33,3 Falta estival	s <sub>2</sub>	Falta de agua estival grande
≥ 33,3 Falta invernal	w <sub>2</sub>	Falta de agua invernal grande

Para los tipos climáticos en función de la humedad C<sub>1</sub>, D, E:

Índice en porcentaje (Ih)	Símbolo	Déficit de agua
0,0 a 10,0	d	Exceso de agua pequeño o nulo
10,0 a 20,0 Exceso invernal	s	Exceso de agua invernal moderado
10,0 a 20,0 Exceso estival	w	Exceso de agua estival moderado
≥ 20 Exceso invernal	s <sub>2</sub>	Exceso de agua invernal grande
≥ 20 Exceso estival	w <sub>2</sub>	Exceso de agua estival grande

Según la evapotranspiración potencial o eficacia térmica se definen los siguientes tipos:

ETP (mm)	Símbolo	Clima
< 142	E <sup>1</sup>	Helada permanente
142-285	D <sup>1</sup>	Tundra
285-427	C <sup>1</sup>	Microtérnico
427-570	C <sup>2</sup>	Microtérnico
570-712	B <sup>1</sup>	Mesotérnico
712-855	B <sup>2</sup>	Mesotérnico
855-997	B <sup>3</sup>	Mesotérnico
997-1140	B <sup>4</sup>	Mesotérnico
> 1140	A <sup>1</sup>	Megatérnico

### 1.3.6. Clasificación climática.

Finalmente, al realizar los cálculos señalados en el apartado anterior, llevamos a la conclusión de que la zona de estudio, corresponde a un clima Moderadamente húmedo, falta de agua pequeña o húmeda. B<sub>2</sub>.

## 2. HIDROLOGÍA

### 2.1. Introducción

El presente apartado tiene como objeto determinar toda la información referente a los cálculos necesarios para la determinación de las secciones de las obras de drenaje y cunetas para el drenaje de la carretera que nos ocupa.

La metodología empleada para determinar el método de cálculo es la marcada por la vigente instrucción de carreteras 5.2. IC "Drenaje Superficial" Orden del 14 de Mayo de 1990, entre los que podemos citar:

1. Obtención de los datos de la precipitación a través de la Función de Distribución de Gumbel y a partir de los datos registrados en las estaciones.
2. Aplicación del método de Témez para el estudio hidrológico de las cuencas.
3. Aplicación del método tradicional racional o hidrometeorológico para el cálculo del caudal de máxima avenida.

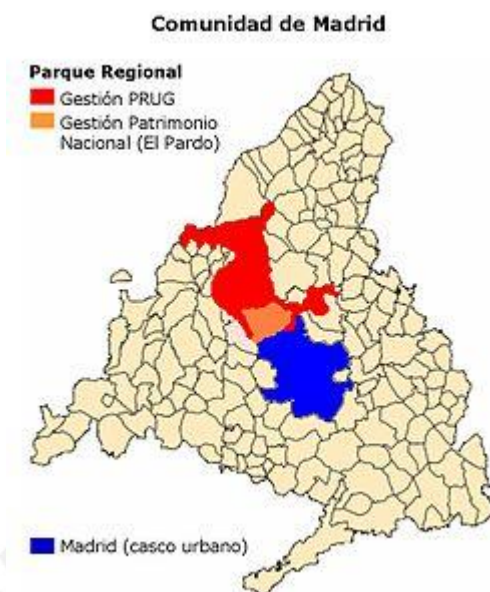
## 2.2. Características generales de las cuencas y ríos.

El área de estudio está comprendida por tres cuencas: la cuenca de Manzanares, del Jarama y del Guadarrama.

El Manzanares pertenece a la cuenca del Tajo y desde su nacimiento, en la base del alto de las Guarramillas, numerosos arroyos van a verter sus aguas configurando el caudal del río.



Dentro de la cuenca hidrográfica del Tajo se encuentra Madrid, al este de la cuenca. Y en la comunidad de Madrid, la cuenca alta del manzanares, se ubica en el noroeste de la Comunidad Autónoma de Madrid. La gestión de la cuenca, donde se encuentra la carretera Colmenar Viejo, es competencia del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.



El embalse de Santillana, también conocido como embalse de Manzanares el Real, está situado en el noroeste de la Comunidad de Madrid, en los términos municipales de Manzanares el Real y Soto el Real, cerca de la sierra de Guadarrama. Tiene una superficie de 1052 ha (como máximo), y una distancia entre orillas opuestas de 30 km, lo que ofrece una capacidad total de 91hm<sup>3</sup>.

La presa está en servicio desde 1971 y fue construida en tan solo 12 meses. En cuanto a su construcción, la presa es de escollera, pantalla asfáltica y planta mixta, con una altura sobre los cimientos de 40 m y una longitud de 1355 m.

Regula el caudal del río Manzanares y en ella tiene su origen el Canal de Santillana. Además del Manzanares, vierten en él sus aguas el río Samburiel y el arroyo del Mediano entre otros. Es parte del espacio protegido del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

La presa a su vez es el origen de cauces a menor escala que atraviesan la carretera de Colmenar Viejo, siendo los ríos Samburiel y Manzanares los que tienen mayor incidencia en la carretera, por lo que existe la presencia de puentes para atravesar los puntos de intersección.



### 3. DRENAJE

#### 3.1. Introducción

Como se dijo en el apartado anterior, la M-607 a lo largo de trazado del proyecto está atravesado por dos cauces principales:

- Río Manzanares.
- Río Samburiel.

Así mismo, al sur de la calzada actual existe el arroyo Navahuerta, que en dirección Oeste- Este discurre hacia el Manzanares.

Además de esta estructura hidrográfica principal, hay multitud de pequeños cauces que atraviesan la M-607.

Con objeto de evaluar el caudal generado en estas cuencas, y verificar la capacidad de las obras de drenaje existentes se ha evaluado el caudal aportados por cada una de ellas.

### **3.2. Áreas vertientes**

En el cuadro de áreas vertientes, se indica, referido a cada una de las áreas que comprenden, la longitud del cauce principal (en km) y el desnivel, en porcentaje. Con estos datos se calcula el tiempo de concentración de escorrentía, se obtienen el caudal aportado por cada una de las cuencas. Los datos se obtuvieron de la Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid.



AREA	PK	PK	S	L	I	Tc	It	Q	O.F.
VERTIENTE	INICIO	FIN	(Ha)	(Km)	%	(Horas)	(mm/h)	(l/s)	EXISTENTES
A	0+000	1+066	24.50	0.4	1.0	0.36	56.97	1023.55	NO HAY
B	1+066	1+066	54.00	1.0	3.0	0.58	43.81	1734.94	OF N°1
C	1+066	1+640	21.00	0.7	2.0	0.48	48.71	750.17	NO HAY
D	1+640	1+640	123.00	1.7	1.5	1.00	32.35	2918.13	NO IDENT.
E	1+640	2+270	7.50	0.1	0.5	0.14	90.50	497.74	OF N°2
F	2+270	3+100	11.25	0.3	2.5	0.24	69.75	575.43	OF EN RAMAL
RIO MANZANARES (REGULADO POR EL EMBALSE)									
G									
H	3+100	3+830	96.00	1.4	2.5	0.78	37.24	2621.56	OF N° 3,4 Y 5
I	3+830	4+980	24.00	0.2	2.5	0.18	81.31	1431.00	OF N°6,7 Y 8
J	4+980	4+980	56.00	0.8	5.0	0.45	50.66	2080.32	OF N°9
K	4+980	6+060	31.00	0.3	8.0	0.19	77.89	1770.78	OF N°10 Y 11
L	6+060	6+060	18.00	0.7	7.0	0.38	55.32	730.29	OF N°12
M	6+060	6+850	15.00	0.4	8.0	0.24	69.83	768.15	OF N°13 Y 14
N	6+850	6+850	190.00	2.5	4.5	1.09	30.79	4290.76	OF N°15
O	6+850	7+930	36.00	0.4	7.5	0.24	69.40	1832.18	OF N°16 Y 17
P	7+930	7+930	175.00	2.3	6.0	0.96	32.99	4233.83	OF N°18
Q	7+930	9+130	44.00	0.7	7.0	0.38	55.32	1785.15	OF N°19 Y 20
R	9+130	9+680	126.00	1.1	5.5	0.56	44.85	4144.55	OF N°21
S	9+680	11+240	99.00	0.7	7.0	0.38	55.32	4016.58	OF N°22,23Y24

### 3.3. Criterios de diseño

Para el drenaje tanto transversal como longitudinal, se han seguido las indicaciones de la instrucción 5.2.1.C.

#### 3.3.1. Periodo de retorno

Dado que la vía proyectada tiene una IMD alta, se han seguido las siguientes indicaciones de la instrucción 5.2.1.C.

- Drenaje de la plataforma y márgenes: 25 años.
- Obras de drenaje transversal: 100 años.

#### 3.3.2. Fórmula de Cálculo

Se ha empleado el método hidrometeorológico:

$$Q = C \times A \times I / 0.3$$

Siendo:

$Q$ (l/seg) = Caudal de referencia.

$C$  = Coeficiente de escorrentía medio de la cuenca o superficie.

$I$ (mm/h) = Intensidad mínima de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado en cada caso, y a un intervalo igual al tiempo de concentración.

#### 3.3.3. Intensidad media de precipitación

Obtenida de acuerdo con la fórmula de la Instrucción:

$$I_t / I_d = (I_1 / I_d)^B$$

Donde:

$$B = (28^{0.1} - t^{0.1}) / 0.4$$

$T$  = Duración del intervalo en horas al que se refiere  $I_t$ .

$I_1$ (mm/h) = Intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho periodo de retorno.

$I_d$ (mm/h) = Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado, correspondiendo a un valor de  $P_d/24$ .

$P_d$  (mm) = Precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno. Obtenida a partir de los datos facilitados por el Instituto Meteorológico.

$I/Id$  = parámetro que se obtiene de la Instrucción. En este caso el valor es 10.

### 3.3.4. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía viene dado, según la instrucción por:

$$C = \frac{\left[\left(\frac{P_d}{P_o}\right) - 1\right] * \left[\left(\frac{P_d}{P_o}\right) + 23\right]}{\left[\left(\frac{P_d}{P_o}\right) + 11\right]^2}$$

Siendo:

$P_o$  = El umbral de escorrentía obtenido a partir de la instrucción y multiplicada por el coeficiente de corrección.

### 3.3.5. Calculo del Caudal

Para convertir la intensidad de proyecto, se utiliza la fórmula racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{K}$$

Siendo:

$C$  = Coeficiente de escorrentía.

$I$  = Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado.

$A$  = Área de la cuenca vertiente en Ha.

$K$  = Coeficiente igual a 0.3 en este caso.

### 3.4. Obras de drenaje transversal

Como se ha indicado más arriba, a lo largo del trazado de la M-607 hay gran cantidad de pequeños cauces que la cruzan en sentido transversal.

Estos cauces cruzaban bajo la calzada sur, existente, a través de una serie de obras de fábrica que se han procurado mantener siempre que ha sido posible.

Bajo la nueva calzada se colocan obras de drenaje transversal consistentes, en su mayor parte, en tuberías de hormigón armado de diámetro variable, que conectan con las obras de fábrica existentes mediante juntas para impermeabilizan el paso del agua.

Para garantizar la capacidad de las obras de paso existentes se procede evaluar el caudal generado por las cuencas vertientes.

Para el cálculo de las obras de drenaje transversal se utiliza un periodo de retorno de 100 años.

La precipitación máxima diaria para este periodo de retorno se toma como el valor medio de las cuatro estaciones estudiadas:

- Presa de Manzanares el Real: 81.2 mm
- Navacerrada Puerto: 92.2 mm
- Manzanares el Real: 71.8 mm
- Hoyo de Manzanares: 64.7 mm

El valor medio es 77.5 mm

La intensidad diaria  $I_d = P_d/24$ , en este caso es  $I_d = 77.5/24 = 3.23$  mm/h

#### Tiempo de concentración

La duración del aguacero se tomará igual al tiempo de concentración que viene dado por:

$$T_c = 0.3 * \left[ \left( \frac{L}{J^{0.25}} \right)^{0.76} \right]$$

Siendo:

L en kilómetros.

J pendiente en tanto por uno.

La relación  $I_1/I_d$  se toma del mapa de isóneas que figura en la instrucción:

$$I1/d = 10$$

Por tanto, el valor de  $I_t = 31.11$  mm/h

Para la conversión de intensidades en caudales, se utiliza el método racional explicado anteriormente.

### **Coefficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía según la instrucción viene dado por la aplicación de la fórmula anterior.

En el caso del drenaje transversal, el umbral de escorrentía de las cuencas es:

$P_o = 13$  (Pradera con buenas características hidrológicas y pequeño litosuelo).

Factor de corrección = 2.3

$$P_o = 13 * 2.3 = 29.9$$

El coeficiente de escorrentía obtenido es  $C = 0.22$ .

### **Determinación del caudal**

Para convertir la intensidad de proyecto en caudal, se utiliza la fórmula racional:

$$Q = \frac{C * I * A}{K}$$

En la tabla de vertientes se ha determinado mediante este procedimiento el caudal aportado por cada una de las áreas vertientes.

En el cuadro adjunto, se indican las obras de fábrica existentes indicando su sección actual, el lado y longitud de su prolongación y la sección proyectada. Se incluyen así mismo las nuevas obras de drenaje transversal proyectadas.

O.F.	PROLONGACIÓN	SECCIÓN PROLONGACIÓN	LONGITUD PROLONGACIÓN	I%	COTA ENTRADA	COTA SALIDA
1	LADO SUR	Ø 1.20	8.5 m	0.7	887.682	887.468
4	LADO SUR	3 x Ø 0.80 y arqueta	8.5 m	3.1	871.980	871.357
5	LADO SUR	Ø 0.80	12.5 m	1.5	874.019	873.552
6	LADO SUR	Ø 1.00	13.0 m	0.9	884.413	884.127
7	LADO SUR	Ø 0.80	10.5 m	1.4	882.219	881.871
8	LADO SUR	Ø 0.80	13.0 m	1.0	882.034	881.716
9	LADO SUR	Ø 0.80	13.0 m	0.4	882.929	882.802
10	LADO SUR	Ø 1.00	17.5 m	2.6	890.040	888.909
11	LADO SUR	Ø 1.00	15.5 m	1.4	883.549	883.009
12	LADO SUR	Ø 1.00	15.0 m	2.2	885.803	884.992
13	LADO SUR	Ø 0.80	15.5 m	1.9	886.917	886.185
14	LADO SUR	Ø 0.80	12.5 m	1.9	890.053	889.480
15	LADO SUR	3 x Ø 0.80 y arqueta	13.5 m	0.6	889.689	889.488
16	LADO SUR	Ø 0.60	17.0 m	1.4	896.777	896.191
17	LADO SUR	Ø 0.80	14.5 m	0.8	898.223	897.942
18	LADO SUR	Ø 1.20	16.5 m	2.6	899.275	898.230
19	LADO SUR	Ø 1.00	15.5 m	0.2	912.784	912.707
20	LADO SUR	Ø 1.00	13.5 m	3.2	926.329	925.265
21	LADO SUR	Ø 1.20 y arqueta	16.5 m	2.3	927.975	927.050
22	LADO SUR	Ø 1.00	15.0 m	2.4	929.948	929.064
23	LADO SUR	Ø 1.00	13.0 m	1.3	937.025	936.611
24	LADO SUR	Ø 1.00	13.0 m	0.7	940.069	939.979

### 3.5. Drenaje para la plataforma

La evacuación de las aguas de la plataforma se hace mediante cunetas y caces.

Con objeto de minimizar los desmontes en roca, se propone continuar con la utilización de cunetas reducidas revestidas. En la zona entre el carril bici y la plataforma, se proyectarán caces que se colocarán debajo de la barrera rígida.

El periodo de retorno empleado es de 25 años. La precipitación máxima diaria media de las cuatro estaciones meteorológicas, para este periodo de retorno es:

$$Pd = 58 \text{ mm}$$

$$Id = Pd/24 = 2.42 \text{ mm/h}$$

#### Tiempo de concentración

Buscamos el tramo más desfavorable. En este caso es el tramo comprendido entre el PK 8+740 y el PK 9+140, con una pendiente media del 1.05 %.

Aplicando la fórmula dada por la instrucción, el  $T_c = 0.36 \text{ h}$ .

Luego, el valor de  $I_t = 42.60 \text{ mm/h}$ .

#### Coefficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es:

$P_o$  = Umbral de escorrentía es 1

Coefficiente corrector es 2.3

De la fórmula de escorrentía se obtiene que el valor es de  $C=0.89$ .

Suponiendo una anchura vertiente a la cuneta 30 m , como el caso más desfavorable, la superficie drenante es:

$$A = 30 \times 400 = 12000 \text{ m}^2 = 1.2 \text{ Ha}$$

El caudal aportado se calcula con la fórmula racional :

$$Q=0.89 \times 42.6 \times 1.2 / 0.3 = 151.65 \text{ l/seg.}$$

La capacidad de la cuneta reducida, cuyas dimensiones son de 1.00 m x 0.30 m de altura ,en estas condiciones es:

$$\text{Area} = 0.15 \text{ m}^2$$

$$\text{Radio hidráulico} = 0.126$$

Coeficiente de rugosidad de maning (n) = 0.015

La pendiente de 1.05 %.

Aplicando la fórmula de Maning:

$$Q = \frac{\text{Area} \times \text{Radio Hidráulico} \times \text{Pendiente}^{1/2}}{\text{Coeficiente de Maning}}$$

En este caso el valor del caudal es de Q= 258 l/s.

Al comparar ambos caudales se puede observar que la capacidad de la cuneta es mayor que el caudal aportado por tanto las dimensiones de la cuneta son correctas.

La capacidad del caz (50 cm de diámetro), para la evacuación de las aguas superficiales de por el lado donde estará la barrera rígida es:

Area = 0.1963 m<sup>2</sup>

Radio hidráulico = 0.125

Coeficiente de rugosidad de maning (n) = 0.015

La pendiente de 1.05 %.

Aplicando la fórmula de Maning:

$$Q = \frac{\text{Area} \times \text{Radio Hidráulico}^{2/3} \times \text{Pendiente}^{1/2}}{\text{Coeficiente de Maning}}$$

En este caso el valor del caudal es de Q= 335 l/s. También supera el caudal de demanda.

### 3.5.1. Los pasos salvacunetas

En los puntos donde la cuneta quede interrumpida por vías de acceso que interceptan el tronco principal y sea necesario el drenaje continuo se colocaron pasos salvacunetas de una sección de 0.50 m de diámetro, cuya sección tiene la capacidad suficiente para soportar el caudal producido por la cuneta. En la zona donde se amplía la plataforma y se coloca una barrera rígida (lado sur), estos pasos salvacunetas serán reemplazados por los caces propuestos previamente.

## **ANEXO 5 - FIRMES Y PAVIMENTOS**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En este anexo se determinará la solución de firme más adecuada para la Carretera de Colmenar Viejo de acuerdo con la Instrucción 6.1 – IC “Secciones de firmes”, la Instrucción 6.3 – IC “Rehabilitación de firmes” y el pliego de prescripciones técnicas generales para las obras de carreteras y puentes, incluidas todas las modificaciones realizadas hasta la Orden FOM 891/2004, la O.C. 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), la Orden FOM/3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera. (BOE 27/12/07) y la Orden Circular 24/08 que modifica los artículos 542 “Mezclas bituminosas en Caliente tipo hormigón bituminoso” y 543 “Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas”.

En este apartado se dimensionará el carril adicional de dimensionamiento con su respectivo arcén y el carril bici según el manual de la comunidad de Madrid. Esta sección debe ser adecuada a los condicionantes propios de la zona tales como disponibilidad de materiales, calidad de la explanada y climatología, y debe soportar las cargas transmitidas por el tráfico estimado para la puesta en servicio y la vida útil.

### **2. DATOS DE PARTIDA**

La calzada actual tiene dos carriles de doble sentido de circulación de 3.5 m de ancho en todo el trazado y un arcén de 1.5 m en todo en tramo. Se proyectará un carril extra de 3.5 m y una plataforma paralela a la vía de 2.5 m de ancho para el carril bici. Se adjunta la tabla resumen de los tramos donde se instalará firmes nuevos.

Tramo	Elemento	Pk inicial	Pk final	Longitud	Plataforma	Arcén
1	Carril adicional	-	-	-	-	-
	Carril bici	0+000.00	1+600.00	1600.00	2.50	-
2	Carril adicional	1+660.00	2+900.00	1240.00	3.50	1.50
	Carril bici	1+600.00	2+720.00	1120.00	2.50	-
3	Carril adicional	3+240.00	10+300.00	7060.00	3.50	1.50
	Carril bici	3+240.00	10+620.00	7380.00	2.50	-
4	Carril adicional	10+620.00	11+980.00	1360.00	3.50	1.50
	Carril bici	10+620.00	11+920.00	1300.00	2.50	-

## 2.1. Tráfico

Según los datos de la DGT del Madrid en el año 2014, el IMD de la carretera en estudio es de 14075 veh/día con un porcentaje de pesados de 4.13 %. Por tanto el porcentaje de pesados será:

$$\text{IMD (2014)} = 14075 \text{ veh/día}$$

$$\text{IMDp (2014)} = 0.0413 \times 14075 = 582 \text{ vehp/día}$$

Considerando una puesta en servicio al año 2018 con un crecimiento de 0.1 % desde el 2014. Posteriormente, asumiendo la peor situación posible: los 8 primeros años a partir del 2018 la carretera tiene un crecimiento de tráfico constante equivalente a 5% obtenemos la demanda de tráfico estimado al año 2026. Con este valor, se va a dimensionar el firme del carril adicional.

$$\text{IMD (2026)} = 20879 \text{ veh/día}$$

$$\text{IMDp (2026)} = 0.0413 \times 20879 = 863 \text{ vehp/día}$$

Considerando un reparto por sentido del 70 - 30 %, resulta una intensidad de vehículos en el carril de proyecto en la puesta de servicio es de :

$$\text{IMDp (2026)} = 0.7 \times 863 = 605 \text{ vehp/día}$$

Por lo tanto, la categoría de tráfico pesado corresponde al carril adicional de la M-607 entre Colmenar Viejo y Cerceda es la T2, de la tabla 1.A según la Instrucción 6.1 IC – Secciones de firme.

## 2.2. Explanada

Se exigirá una explanada de categoría E2 ( $E_{v2} \geq 120$  Mpa) sobre la cual se colocarán las capas de firmes. Para asegurar esta categoría de explanada se deberán hacer tratamientos en el suelo existente.

Para la ampliación de calzada tanto para el carril bici y el carril adicional, se puede considerar que el terreno natural existente en la zona de ampliación de la calzada es un suelo tolerable tipo S0 y se obtiene una E2 añadiendo 25 cm de suelo estabilizado tipo 1 (S-EST1) y 25 cm de suelo seleccionado tipo 3 (S3).

CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	MATERIAL SUBYACENTE	FORMACIÓN DE LA EXPLANADA	
E2	Suelo tolerable (0)	25 cm S-EST1	25 cm S3

El suelo estabilizado “in situ” tipo S-EST1 cumplirá con los que establece el artículo 512 “Suelos estabilizados in situ del PG-3”.

El suelo seleccionado tipo 3 cumplirá lo que establece el artículo 330 del PG-3.

En estos tramos se tendrá cuidado con la construcción del terraplén para evitar posibles asentamientos diferenciales entre el nuevo terraplén y el terraplén existente bajo la carretera actual, ya consolidada. Se extenderán capas de 30 cm como máximo compactadas al 100 % del PM. Se prevé una partida alzada a justificar en el presupuesto para la realización de precargas en terraplenes, a criterio de la Dirección de la Obra.

## 3. SECCIONES DE FIRME NUEVAS

Según la Instrucción 6.1 – IC “Secciones de firmes” se dimensionan las siguientes secciones de firme.

### 3.1. Ampliación de calzada – carril adicional

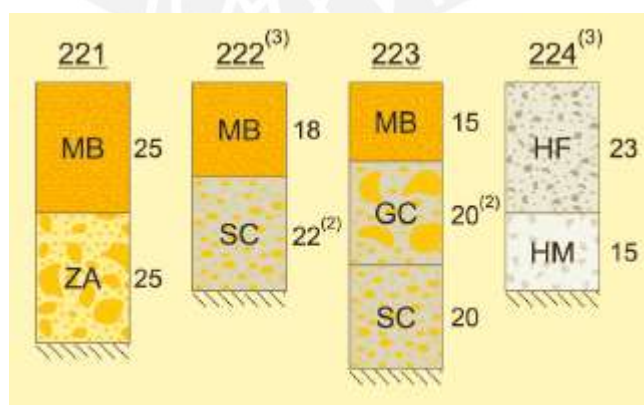
### 3.1.1. Tipo de firme

La sección del firme se obtiene los datos de tipo de tráfico y explanada. Con estos datos, se establece en la Figura 2.1. de la Norma 6.1. – IC Secciones de Firme “Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, en función de la categoría de explanada”, un resumen de las secciones de firme referidas al carril de proyecto. En este caso se seleccionará entre ellas la más adecuada técnicamente y económicamente, teniendo en cuenta las posibilidades de formar una u otra explanada, las disponibilidades de materiales para ejecutar las distintas unidades de obra, su medición y coste.

Cada sección se designa por un número de tres o cuatro cifras:

- La primera (si son tres cifras) o las dos primeras (si son cuatro cifras) indican la categoría de tráfico pesado, desde T00 a T42.
- La penúltima expresa la categoría de explanada, desde E1 a E3.
- La última Hace referencia al tipo de firme, con el siguiente criterio:
  - 1: Mezclas bituminosas sobre capa granular.
  - 2: Mezclas bituminosas sobre suelocemento.
  - 3: Mezclas bituminosas sobre gravacemento construida sobre suelocemento.
  - 4: Pavimento de hormigón.

Las secciones propuestas son:



Se eligió la sección tipo 223. Las dimensiones propuestas son las mínimas a establecer. La capa tratada con cemento deberá cumplir con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

### 3.1.2. Definición de la sección estructural

#### 3.1.2.1. Tipo de mezcla bituminosa y espesores

Los tipos de mezclas bituminosas y espesores para cada capa vendrán determinados por los valores dados en la Tabla 542.9 del Artículo 542 del PG-3 y en la Tabla 6 de la Norma 6.1.-IC *Secciones de Firme*. En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores:

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.



**TABLA 542.9 - TIPO DE MEZCLA EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA**

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

(\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.

(\*\*) Espesor mínimo seis centímetros (6 cm).

(\*\*\*) Espesor máximo trece centímetros (13 cm).

(\*\*\*\*) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

La sección estructural del paquete de firmes estará compuesto de:

- 15 cm de Mezcla bituminosa en caliente.
- 20 cm de suelo tratado con cemento.

### 3.1.2.2. Tipo de riegos

Los tipos de riegos para la sección estructural del firme están determinados por los Artículos 530 y 531 del PG-3 (Enero 2015), que tratan de riegos por adherencia e imprimación respectivamente.

- Entre capas bituminosas se dispone un riego de adherencia tipo C60B3 ADH y C60B3 TER, depende de la disponibilidad en el mercado. La dotación estará comprendido entre 0.5 Kg/m<sup>2</sup>.

- Para el riego de imprimación se dispone de las siguientes emulsiones: C50BF4 IMP o C60BF4 IMP. La dotación no será inferior de 0.2 Kg/m<sup>2</sup> y para rehabilitación superficial no será menor de 0.25 Kg/m<sup>2</sup>

### 3.1.2.3. Tipos de ligante bituminoso

Para la elección del tipo de betún asfáltico se tendrá en cuenta la zona térmica estival del proyecto definida por la figura 3 “Zonas Térmicas Estivales” de la instrucción 6.1 IC.

Teniendo en cuenta que la carretera se encuentra en el Norte de Madrid, ésta pertenece a una zona media. Posteriormente siguiendo lo indicado en el artículo 542 del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PG-3), se utilizará un betún BC50/70 en todas las capas bituminosas.

**TABLA 542.1.a - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE (\*)** (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
<b>CÁLIDA</b>	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
<b>MEDIA</b>	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
<b>TEMPLADA</b>	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60		BC50/70	

(\*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 de este Pliego. En ese caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituration de neumáticos fuera de uso.

Se podrán emplear también betunes multigrados, que sean equivalentes en el intervalo de penetración, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 211 de este Pliego.

**TABLA 542.1.b - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE BASE, BAJO OTRAS DOS (\*)** (Artículos 211 y 212 de este Pliego, y reglamentación específica vigente DGC)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65	50/70	35/50	50/70 BC50/70
MEDIA			50/70	70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 70/100 BC50/70		70/100	

(\*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 de este Pliego. En ese caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

Se podrán emplear también betunes multigrados, que sean equivalentes en el intervalo de penetración, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 211 de este Pliego.

#### 3.1.2.4. Características de los áridos

No todos los áridos empleados en cada una de las capas del firme son iguales. Éstos presentan distintas características según las necesidades y, por tanto, se requiere de un estudio la elección del árido idóneo. El árido grueso y el fino deberán cumplir con los siguientes parámetros establecidos en el artículo 542 de la PG-3.

#### 3.1.2.5. Tipos de polvo mineral (Filler)

Según las tablas 542.7 y 543.6 de la Orden 24/2008 "Firmes y pavimentos. Pliego de Prescripciones Técnicas para Obras de Carreteras y Puentes PG-3", las proporciones mínimas de polvo mineral de aportación para las categorías de tráfico presente en este proyecto son las siguientes:

**TABLA 542.6 - PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN**  
(% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

TIPO DE CAPA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y ARGENES	T4
RODADURA	100			≥ 50	
INTERMEDIA	100		≥ 50		
BASE	100	≥ 50			

Se deduce de la siguiente tabla que para las características del proyecto la proporción de polvo será 100% en capa de rodadura, 50 % como mínimo en capa intermedia y 50 % en capa base. Para los arcenes, las proporciones de filler en rodadura e intermedia es de 50% como mínimo, en base no es necesario.

### 3.1.2.6. Relación ponderal filler-betún

La relación para las mezclas densas, semidensas y gruesas se deduce del artículo 542 de la PG-3:

**TABLA 542.11 - RELACIÓN PONDERAL (\*) RECOMENDABLE DE POLVO MINERAL-LIGANTE EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2**

TIPO DE CAPA	ZONA TÉRMICA ESTIVAL	
	CÁLIDA Y MEDIA	TEMPLADA
RODADURA	1,2	1,1
INTERMEDIA	1,1	1,0
BASE	1,0	0,9

(\*) Relación entre el porcentaje de polvo mineral y el de ligante expresados ambos respecto de la masa total del árido seco, incluido el polvo mineral.

Según las características de la zona estival del proyecto la relación de filler-betún será de 1.2, 1.1 y 1.0 en las capas de rodadura, intermedia y de base, respectivamente.

### 3.1.2.7. Sección de firme de carril adicional

En el cuadro se muestra el resumen del firme obtenido para el carril adicional.

CAPAS	MATERIAL	ESPESOR (cm)
Explanada	S-EST 1	25
	Riego de curado C60B3 CUR	
	S3	25
Subbase	Suelo cemento	20
Riego de curado C60B3 CUR y adherencia C60B3 ADH		
Base	Grava cemento	20
Riego de imprimación C50BF4 IMP, curado C60B3 CUR y adherencia C60B3 ADH		
MBC Base	AC22 base BC50/70 G	9
Riego de adherencia C60B3 ADH		
MBC Rodadura	AC22 surf BC50/70 S	6

El arcén constituirá las mismas características del resto de la calzada.

### 3.2. Ampliación de calzada – carril bici

La explanada de carril bici tiene las características descritas anteriormente es decir tipo E2. También, se seguirá las recomendaciones del manual de la DGT para el dimensionamientos de firmes en carriles bici.

La estructura del carril bici, tal como va a ser considerada en este apartado, es aquella destinada exclusivamente al tráfico de bicicletas y por lo tanto preparada para soportar únicamente las cargas de éstas y, naturalmente, de la maquinaria necesaria para su construcción y para su mantenimiento y conservación.

El firme de una carretera se dimensiona en función del tráfico y de la capacidad portante de la explanada. El dimensionamiento del firme de un carril bici debe enfocarse de modo diferente, ya que las cargas transmitidas por los ciclos pueden considerarse despreciables, incluso comparadas con las soportadas por la propia construcción del carril bici.

La estructura del carril bici debe diseñarse en función de la superficie del pavimento a emplear, de la capacidad portante de la explanada y de los materiales disponibles para la ejecución del firme.

La determinación de tráfico para un carril bici es el menor posible, es decir tipo T42 de la instrucción 6.1 IC.

Las opciones para seleccionar en tipo de firme son:



Se seleccionará la sección 4222, ya que la sección de firme para el carril adicional también tiene este material.

La capa de rodadura será la misma que la empleada en el carril adicional, sólo que estará pintada de color naranja.

La sección será:

CAPAS	MATERIAL	ESPESOR (cm)
Explanada	S-EST 1	25
	Riego de curado C60B3 CUR	
	S3	25
Base	Suelo cemento	22
Riego de imprimación C50BF4 IMP, curado C60B3 CUR y adherencia C60B3 ADH		
MBC Rodadura	AC22 surf BC50/70 S (tinte naranja)	6

#### 4. REFUERZO DE FIRME EXISTENTE

Con el objetivo de uniformizar los firmes de la nueva carretera y la propuesta anteriormente, se contemplaron trabajos de mantenimiento del firme existente. Para

el estudio de refuerzo de las deflexiones habrá que tener en cuenta los siguientes indicadores:

- La capacidad portante: representado por el valor de las deflexiones. A mayor deflexión, menor vida residual.
- Rozamiento transversal: Es el grado de resistencia del deslizamiento del firme. Al ser la fricción entre pavimento-neumático lo que establece el deslizamiento. El CRT depende de la condiciones del firme, velocidad del vehículo y climatología.
- Regularidad: Medido por medio del IRI, grado de confort que los usuarios perciben durante la rodadura del vehículo.

Los umbrales para reforzar el firme se muestran en la tabla:

DEFLEXIÓN	CRT	IRI
>150	<45	>4

Los valores obtenidos, luego del análisis de los parámetros medidos en campo en 2008, proporcionados por la Dirección General de Carreteras de Madrid son:

DEFLEXIÓN	CRT	IRI
120	61	3

Posteriormente, se realiza una extrapolación al año de puesta en marcha 2018.

DEFLEXIÓN	CRT	IRI
140	65	5

Revisando la tabla 12 de la Norma 6.3 IC – Rehabilitación de firmes, el diagnóstico obtenido del firme es de una rehabilitación artificial.

#### 4.1. Rehabilitación superficial

La rehabilitación o renovación superficial tiene por objeto restaurar o mejorar las características superficiales del pavimento, adecuándolas a sus necesidades

funcionales y de durabilidad. A diferencia de la rehabilitación estructural, no tiene como finalidad aumentar la capacidad resistente del firme, aun cuando en determinados casos pueda mejorarla.

Los procedimientos y técnicas específicas para la rehabilitación superficial se explicarán a continuación.

#### **4.1.1. Adherencia neumático-pavimento (textura y resistencia al deslizamiento).**

La extensión de una capa de rodadura de mezclas bituminosas, proyectada para la mejora de la regularidad superficial, o para una rehabilitación estructural, contribuirá también a regenerar la adherencia neumático-pavimento. Por ello, la resolución específica de una inadecuada textura superficial de un tramo de carretera se llevará a cabo sólo si se dispone de un adecuado perfil longitudinal y transversal, así como de una suficiente capacidad estructural del firme.

Como solución en tramos localizados, a la espera de otra más definitiva con aportación de materiales, podrán emplearse para la mejora de la textura superficial técnicas de microfresado superficial o de ranurado.

Las actuaciones de renovación de la textura deberán extenderse siempre a la totalidad de la plataforma, excepto si su espesor es menor de 1 cm, en cuyo caso podrá limitarse a la anchura completa de uno o de varios carriles.

#### **4.1.2. Regularidad Superficial**

Para corregir deficiencias de regularidad superficial en cualquier tipo de pavimento, se utilizarán técnicas de eliminación (mediante cepillado o fresado), recrecimiento o combinación de ambas. Cuando se evalúe la conveniencia de este tipo de actuaciones y se decida su aplicación, los valores máximos de IRI a alcanzar serán los establecidos en la tabla 10.

Siempre que sea posible, y al objeto de evitar soluciones basadas en recrecimientos de espesores muy variables y difíciles de construir con la calidad adecuada, los defectos de regularidad superficial se corregirán mediante la eliminación de los puntos altos por cepillado de la superficie. En el caso de una rehabilitación estructural con un espesor de recrecimiento inferior a 10 cm y con

necesidades de adecuación del perfil longitudinal o transversal, se deberán analizar técnica y económicamente, los posibles métodos para la corrección del perfil mediante cepillado o fresado, antes de proceder a la extensión de la capa o capas específicas de la rehabilitación estructural.

TABLA 10. VALORES MÁXIMOS DEL IRI (dm/hm) QUE DEBEN OBTENERSE EN LOS RECRECIMIENTOS (\*)

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS DEL TRAMO	TIPO DE VÍA			
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10
50	1,5	1,5	1,5	2,0
80	1,8	2,0	2,0	2,5
100	2,0	2,5	2,5	3,0

(\*) Los valores de IRI obtenidos con los equipos de medida deberán incluir los coeficientes de corrección establecidos por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento para cada equipo.

#### 4.1.3. Materiales específicos de rehabilitación superficial

Las características generales de los materiales y la ejecución de las unidades de obra serán las definidas en el articulado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) o del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras y Puentes (PG-4).

Teniendo en cuenta estos procedimientos para la rehabilitación superficial se determinó las siguientes actuaciones:

- Saneamiento de blandones, deformaciones y roderas con profundidad variables.
- Fresado de 6 cm de espesor y reposición con una mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 surf S con empleo de betún tipo BC 50/70 con un riego de adherencia tipo C60B3 ADH y un recrecimiento de 6 cm de la misma mezcla bituminosa.

## 5. AMPLIACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Para la proyección de ensanches, se tomará en cuenta lo establecido en la Instrucción 6.3 –IC “Rehabilitación de firmes”. Habrá que tener cuidado no sólo de no perjudicar el drenaje del firme, sino de mejorarlo, siempre que sea posible, realizando

el ensanche con un material realmente drenante o colocando los dispositivos adecuados de drenaje del firme.

Dadas las dificultades de ejecución de este tipo de obras (estado de los bordes de la zona excavada, dificultades de extensión y compactación de las distintas capas, etc.), deberán realizarse de acuerdo con una programación detallada aprobada con suficiente antelación. La excavación se proyectará escalonada y saneando suficientemente los bordes del firme existente (figura 1). Si el suelo de la explanada es inadecuado o marginal según el artículo 330 del PG-3, se estabilizará con cemento o con cal, según corresponda, para conseguir un material homogéneo y de capacidad de soporte suficiente, así como para evitar una excavación más profunda que pueda modificar la evacuación del agua y dificultar la construcción.

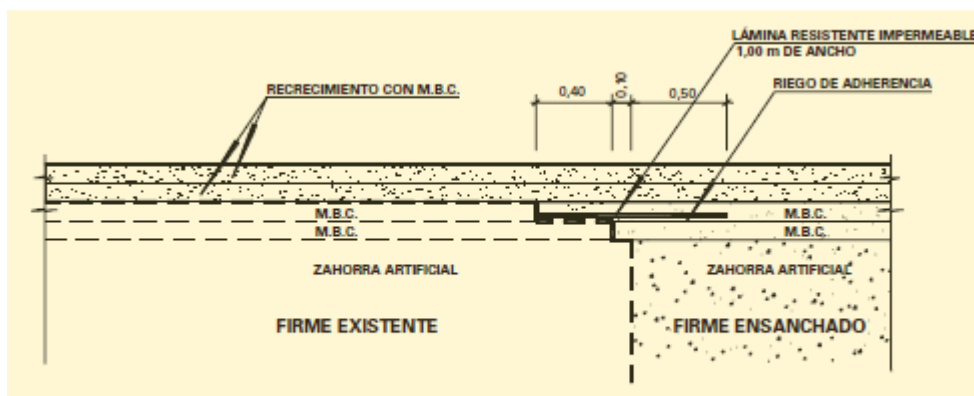


FIGURA 1. ESQUEMA DE SECCIÓN TIPO DE ENSANCHE DE FIRME

Los ensanches deberán proyectarse con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección del firme, y compactando convenientemente los materiales para que no se produzca, por asiento diferencial, un escalón o una grieta longitudinal. Además, el contacto entre el firme existente y el ensanche nunca deberá coincidir con la futura zona de rodada de los vehículos pesados.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Planos del Proyecto fijarán la longitud máxima de excavación sin rellenar y la señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos que se necesiten, así como el plazo máximo de tiempo que puede transcurrir entre el inicio y la terminación del ensanche.

La zona de ensanche se señalizará y balizará de forma adecuada, según la Norma 8.3 IC de Señalización de Obras, y, salvo justificación en contrario, se colocará una barrera de seguridad rígida tipo TD.

El dimensionamiento de los ensanches se realizará adaptando al caso que corresponda, las secciones de la Norma 6.1 IC de Secciones de firme. Para paliar los efectos derivados de la dificultad de ejecución, podrá aumentarse en una la categoría del tráfico pesado considerada en el proyecto de la rehabilitación estructural. Por razones constructivas, podrá ser conveniente enrasar la base o subbase del ensanche con la capa superior del firme existente y extender sobre ambos firmes el recrecimiento necesario.



## **ANEXO 6 - SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente anexo se recogen los criterios y normativas utilizadas para la definición de la señalización horizontal y vertical, el balizamiento y las defensas necesarias en el Proyecto de “Análisis y mejora de la Carretera M-607 entre Colmenar viejo y Cerceda - Madrid”.

La señalización de carreteras constituye la actividad que mayores prestaciones facilitan a los usuarios de la misma con un costo relativamente bajo.

La finalidad principal de la señalización es la de facilitar a los conductores la información necesaria para poder circular adecuadamente, de forma que pueda maniobrar con tiempo suficiente su vehículo adaptando a la velocidad a las condiciones de la vía en cada tramo e informándole de las maniobras que puede o no realizar, así como de las direcciones que debe seguir para llegar a su destino. La información a comunicar puede clasificarse en tres grupos, según la finalidad específica de la misma:

- Advertir de la existencia de posibles peligros que de otra forma podrían pasar desapercibidos.
- Comunicar la existencia de ciertas reglamentaciones que rigen en un determinado tramo de carretera.
- Proporcionar indicaciones que permitan al conductor orientarse, seguir la ruta más adecuada para sus fines o encontrar determinados lugares o instalaciones auxiliares.

Se define la señalización como un elemento básico del equipamiento de la carretera destinado a guiar al usuario y cuyo fin es aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación.

La señalización debe cumplir una serie de características como son: claridad, sencillez, uniformidad, homogeneidad y coherencia. No deben de sembrar dudas en el conductor, tienen que avisar con la suficiente antelación y estar bien emplazadas en el terreno.

### **2. OBJETIVO**

El objetivo fundamental del presente anejo es realizar una descripción de la señalización vertical y las marcas viales utilizadas en este proyecto, con el fin de

conseguir el máximo grado de seguridad y fluidez del tráfico posibles, tanto en lo que se refiere a la circulación de vehículos como al paso de los peatones.

Todas las marcas viales, señalización vertical, balizamiento y defensa de la carretera a realizar se ajustarán a lo dispuesto en las Recomendaciones de la normativa alemana para carreteras 2+1 y en la Instrucción 8.1.-IC "Señalización Vertical" y 8.2-IC "Marcas Viales", así como en lo establecido en la actualización del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes en los relativo a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos aprobada por la Orden del 28 de diciembre de 1999.

El objetivo fundamental de la señalización es aumentar la seguridad, la eficacia y la comodidad de la circulación.

De ello se hace especial mención a la repercusión que tiene la señalización sobre la seguridad vial. Los accidentes se producen mayoritariamente, por una mala interpretación de la carretera y su funcionamiento por parte del conductor. Éste debe percibir perfectamente con tiempo suficiente y forma continua, y en todo tipo de condiciones climatológicas (lluvia, niebla, nieve, noche), el desarrollo de la carretera.

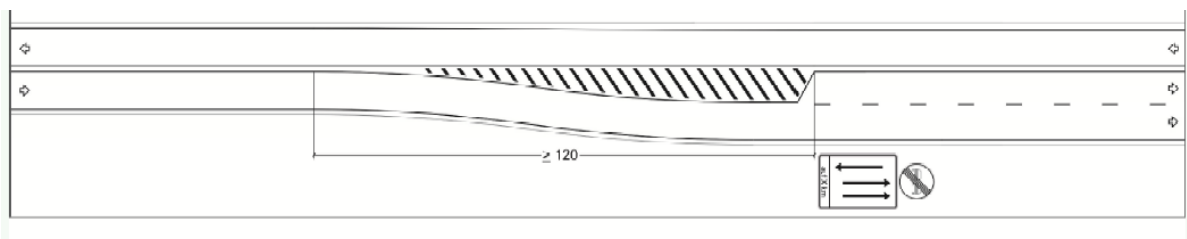
Para ello la mejor guía de la que dispone es la señalización.

### **3. SEÑALIZACIÓN DE CARRETERA 2+1**

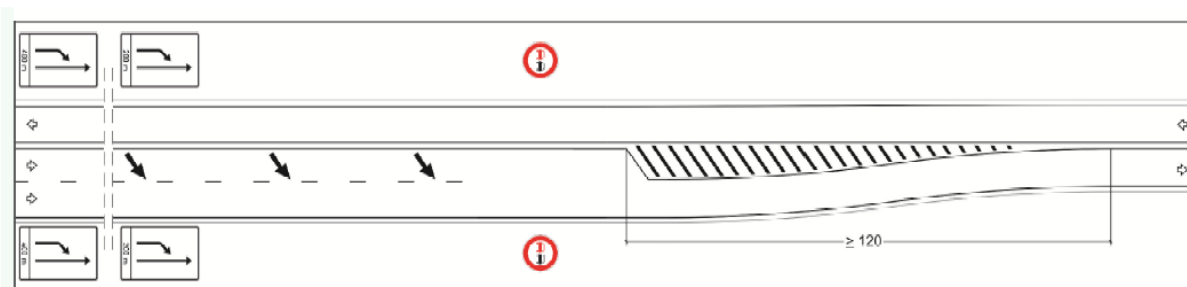
La carretera de Colmenar Viejo será acondicionada para poder funcionar como una carretera 2+1. Tal como se explica en apartados anteriores, la norma española no contempla información precisa sobre la puesta en obra de este tipo de sistemas. Por tanto, se recurrió a la normativa alemana y su reglamento para este tipo de sistemas.

#### **3.1. Inicio y final de carril**

Para la implantación de una carretera 2+1 en este proyecto se construirá un carril extra, en los tramos mencionados en el anejo del trazado e inmediatamente después del carril se habilitará un carril de adelantamiento. Así mismo, cuando finaliza el carril extra, se debe finalizar el carril de adelantamiento proyectando una transición para retornar al carril de un solo sentido. La señalización requerida para estas transiciones al inicio y al final se muestra en la siguiente figura.



Detalle de inicio de carril adicional en carretera 2+1.

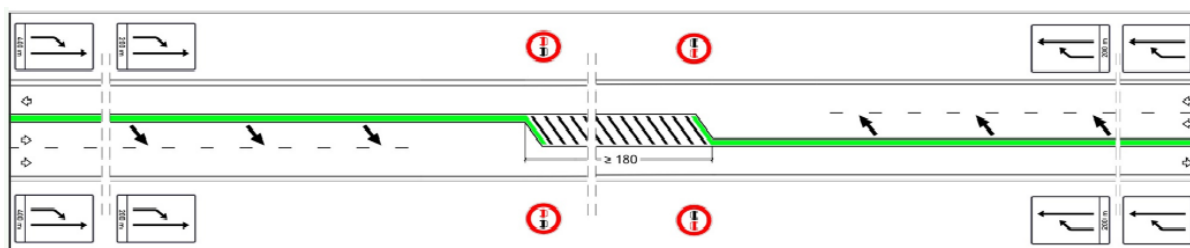


Detalle de final de carril adicional en carretera 2+1.

En este caso se tomará como mínimo al inicio del carril una longitud de 120 m y al final del carril una longitud de 180 m y se colocarán las señalizaciones verticales.

### 3.2. Transición crítica y no crítica

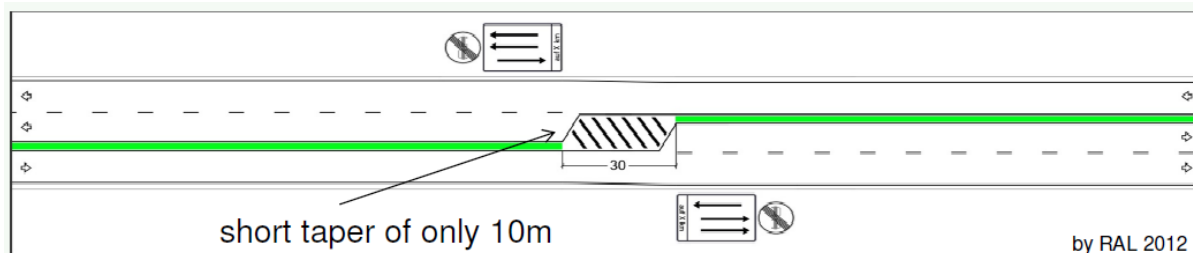
La transición crítica se refiere a los casos donde finaliza en carril de adelantamiento y se tienen que volver a fusionar para ser sólo un carril en ese sentido. La longitud de transición crítica requiere mayor longitud por seguridad. Como se muestra en la figura se tomará una longitud mínima de 180 m para la transición y se colocarán las señalizaciones verticales.



Longitud mínima de transición crítica.

La transición no crítica trata del inicio del carril de adelantamiento donde la longitud para la transición no es tan restrictiva como la anterior. Se observa

dimensionará una longitud de 30 m como mínimo para la transición y se colocarán las señalizaciones verticales.



#### 4. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL. MARCAS VIALES

Para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en las normas vigentes actualmente: norma 8.2 IC “Marcas viales” de la instrucción de carreteras actualizada en julio de 1987.

En los planos de proyecto se definen las plantas generales de señalización, los detalles y dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas: líneas continuas, discontinuas, preavisos, etc.

Las características de los materiales a utilizar y de la ejecución de las distintas marcas viales están definidas en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La función fundamental de la señalización horizontal es dar información visual al conductor tanto en condiciones diurna como nocturna, bajo los faros de su propio vehículo. Las carreteras deben dotarse de aquellos elementos que, sobre todo en condiciones de conducción nocturna, proporcionen una información visual a la mayor distancia y con la mayor claridad posible.

Las marcas viales empleadas son las siguientes:

a) Discontinuas:

M-1.7. Línea discontinua utilizada para separación de carriles de entrada o salida. Separa el carril principal y el carril de entrada o salida o de trenzado. También se utiliza para la separación de carriles especiales; en este caso, separación de carril adicional para tráfico lento, y recomendado para el resto

de la circulación con el objetivo de facilitar el adelantamiento. Para una  $VM \leq 100$  Km/h su ancho es de 30 cm, el trazo es de 1 m y el vano es de 1 m.

Línea de separación de sentido en carril bici (C.B. 2): Según el manual de diseño del ayuntamiento de Madrid: se pintan líneas discontinuas de 1 m de trazo con 1 m de vano y 10 cm de ancho, con el objetivo de separar los sentidos del carril bici bidireccional.

b) Continuas:

M-2.2 : Línea continua que separa los carriles de la calzada con doble dirección, utilizada como indicativo de prohibición del adelantamiento por no disponer de la visibilidad necesaria para completarlo, una vez iniciado, o para desistir de él. Anchura de 10 cm.

M-2.6: Línea continua utilizada como borde de calzada, siendo su anchura de 15 cm con arcén superior o igual a 1.50 m. Este tipo de línea también se utiliza para el contorno de la isleta.

Delimitación de carril bici (C.B. 1) : Se usará una línea continua de 10 cm de ancho.

c) Marcas transversales:

M-4.1: Marca transversal continua de 40 cm de espesor, pintado a lo largo de uno o varios carriles. En este caso es para señalar que el vehículo debe obedecer la señal de STOP según indican los planos.

Línea de detención para vía ciclista (C.B. 5): Se colocará al inicio y final del carril bici.

d) Flechas:

M-5.1: Se indican la flechas el los movimientos permitidos u obligados a los conductores que circulan por ese carril en el próximo nudo.

M-5.4: Señal que indica que el carril en que está situado termina próximamente y es preciso seguir su indicación. Según la normativa alemana se colocarán a 200 m antes de la zona de fusión del doble carril.

Fechas de sentido en vía ciclista (C.B. 4): Se utilizarán los indicados por el manual de diseño del ayuntamiento de Madrid. Se utilizarán los de giro a la derecha e izquierda así como la señalización de sentido directo.

e) Inscripciones:

Tienen como objeto proporcionar al conductor una información complementaria. La longitud depende de la velocidad máxima en este caso serán de 4 m.

M-6.3: STOP. Indicación al conductor de detener su vehículo ante la próxima línea de detención.

Símbolo de bicicleta (C.B. 3): Se colocará al inicio y al final del carril bici en ambos sentidos. Las dimensiones están en el manual de Ayuntamiento de Madrid.

f) Otra marcas:

M-7.1: Cebreado que prohíbe que los vehículos pasen por encima de estas marcas. Se utilizará en este caso para la transición del carril de adelantamiento tanto al inicio como al final, así como en los accesos ubicados en la primera parte. La colocación es tanto en doble sentido como en sentido único como se observa en el plano.

### **Materiales empleados**

Para las marcas viales anteriormente descritas se utilizará pintura plástica en frío de dos componentes. La aplicación de la misma se realizará por pulverización.

El carácter retrorreflectante de las marcas viales se consigue mediante la incorporación, para premezclarlo y/o postmezclarlo, de microesferas de vidrio a la pintura anteriormente citada.

Las proporciones de la mezcla así como la calidad de los materiales utilizados en la aplicación de las marcas viales serán las utilizadas para estos materiales en el ensayo de la durabilidad, realizado según lo que especifica el método "B" de la norma UNE 135 200.

## **5. SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

Para determinar las señales necesarias, así como el punto de localización de cada una de ellas, se ha seguido la Norma de la Dirección General de Carreteras

vigente en este momento, la Norma 8.1-IC “Señalización vertical”, de la Instrucción de Carreteras, aprobada el 28 de diciembre de 1999.

En los planos de planta correspondiente, se han dibujado las señales marcando el lugar donde deben instalarse, e indicando el código de cada una de ellas según el Catalogo de la Dirección General de Carreteras.

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En este caso, las señales verticales existentes en el lado sur se reacomodarán y se instalarán empotrados en la barrera rígida que separa el carril bici y la carretera. También, se modificarán las señales para la correcta señalización de la carretera 2+1 y la inclusión del carril bici, el resto de señalizaciones seguirán en su misma posición salvo que deba ser reemplazado por temas de mantenimiento.

La señalización vertical tendrá una diferencia de cota entre el borde de la señal o cartel y el borde de la calzada correspondiente a 1.5 m debido a que es una carretera con arcén de 1.5 m de ancho y una reflectancia de nivel 2. Algunas señales irán con flechas y carteles de distancia adicionales.

Las nuevas señales a colocar son las siguientes:

### 5.1. Señales de advertencia de peligro

a) Ciclistas (P-22)

Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas o de un lugar donde frecuentemente los ciclistas a la vía o la cruzan.



## 5.2. Señales de reglamentación

a) Prohibida entrada a vehículos de motor (R-102)

Prohíbe el acceso a vehículos a motor, especial para ciclistas.



b) Señales de adelantamiento prohibido (R-305)

De forma circular, indica la prohibición de todos los vehículos de adelantar a los vehículos de motor que circulen por la calzada.



c) Fin de la prohibición de adelantamiento (R-502)

Señala el lugar desde donde deja de ser aplicable una anterior señal de "Adelantamiento prohibido"



d) Vía reservada para carril bici (R-407 a)

La obligación para los conductores de ciclos de circular por la vía a cuya entrada este situada y prohibición a los demás usuarios de la vía de utilizarla



e) Fin de vía reservada para carril bici (R-505)

Señala el lugar donde deja de ser aplicable una anterior señal de “Vía reservada para ciclos”.



### 5.3. Señales de indicación

a) Final de un carril de en calzada de doble sentido (S-52 a y b)

Pre señala, en una calzada de doble sentido de circulación el carril que va a cesar de ser utilizable en indica el cambio de carril preciso.



S-52 a



S-52 b

b) Paso de uno a dos carriles de circulación (S-53)

Indica, en un tramo de un carril en un sentido de circulación, que en el próximo tramo se va a pasar a disponer de dos carriles en el mismo sentido de la circulación.



c) Señal informativa de carril bici

Informará a los usuarios de la vía la presencia de una infraestructura especial para ciclistas.



### **Materiales empleados**

Las señales de código se realizarán en chapa de acero galvanizado, siendo su nivel de reflectancia el indicado.

Las señales de diseño variable estarán formadas por paneles de aluminio tipo 6060 y la perfilera del tipo 6062. Los palos de sustentación de las señales de código son secciones tubulares de acero al carbono según norma UNE 36093.

### **6. BALIZAMIENTO**

Se entiende por balizamiento la utilización de determinados elementos perceptibles por el conductor, a fin de destacar determinadas características de la vía. Con el objetivo de aumentar la seguridad y comodidad de los usuarios.

Considerando como elemento de balizamiento vertical aquellos que se sitúan sobre el nivel de la calzada figuran los siguientes:

- Hitos de arista de borde de calzada.
- Capta faros sobre barrera de seguridad.

#### **6.1. Hitos de arista**

Se utilizará el tipo de arista I para calzada única, se sección abierta, definido en la Orden Circular nº 309/90 C.E.

Se colocarán según su situación transversal a 30 cm de la parte exterior del arcén, formando un ángulo de 15 grados en el sentido opuesto a la circulación. Se colocará un hito cada 50 m.

## 6.2. Capta faros reflectantes

Su cuerpo o soporte será de PVC, sobre el que se alojan dos captadriópticos trapezoidales con óptica de vidrio, reflectantes, con un poder de reflexión no inferior a 6'15 C/LUX, dividido en tres celdillas cada uno y sujeto a carcasa mediante tornillos antirrobo. Su altura es de 120 mm y su profundidad de 80 mm

Se han previsto capta faros a la barreras metálicas. Distribuidos en recta a una distancia de 12 m, en curva cada 8 m en situaciones normales y cada 4 m en tramos de protección especial (Estructuras, obras de drenaje, etc).

Sobre barreras de hormigón se emplearán captadriópticos circulares con idéntico poder de reflexión, sujetos a elemento de polietileno a la barrera, a una distancia de 20 m. y a una altura sobre el pavimento de 55 cm.

Al igual que los hitos de borde de calzada el captadrióptico blanco se sitúa sobre el margen derecho y el ámbar sobre el izquierdo.

## 7. DEFENSAS

Una parte importante de la seguridad que se le ofrece al conductor reside en las instalaciones de protección como dispositivos que, en caso de accidente, impidan al vehículo salirse de la carretera y le ayuden a reducir las consecuencias nocivas de esta situación.

A la hora de proyectar la colocación y el tipo de sistemas de contención se debe partir de las características de la carretera (intensidad de tráfico, velocidad de proyecto, trazado), así como de los riesgos existentes para los vehículos que abandonen incontroladamente la calzada. Dependiendo de estos parámetros, se seleccionarán los sistemas cuyas características se adecuen a ellos en mayor medida, teniendo en cuenta además las posibilidades presupuestarias.

El comportamiento de un sistema de contención se puede evaluar mediante cuatro parámetros:

- **Nivel de contención** o resistencia del sistema ante el impacto.
- **Severidad del impacto:** consecuencias para los vehículos y sus ocupantes.
- **Deformación del sistema,** necesaria para absorber la energía del impacto y suavizar las deceleraciones.
- **Redireccionamiento:** el vehículo vuelve suavemente a su trayectoria original.

Actualmente, la carretera cuenta con la presencia de barreras metálicas puestas en servicio en el año 2013 los trabajos en defensas será trasladar las barreras de seguridad del lado sur hasta el borde de límite del carril bici y se implementará una barrera rígida de hormigón para separar el carril bici y la carretera.

### **7.1. Barrera de Hormigón**

Para su dimensionamiento nos guiamos de la Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios De Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos.

Los datos de IMDp del estudio de tráfico y de los tipos de accidentes obtenidos del análisis de accidentalidad nos dan como resultados que el tipo de contención requerido es para un accidente normal y con  $IMDp < 400$ . Por tanto necesitamos unas barreras con un nivel de contención N2-H1 según la Orden Circular.

La barrera seleccionada es la de perfil New Jersey, tipo "F", la cual es la barrera de hormigón más usada. Se emplea como barrera mediana en caminos de dos calzadas y dos sentidos o como un componente de una barrera de puente.

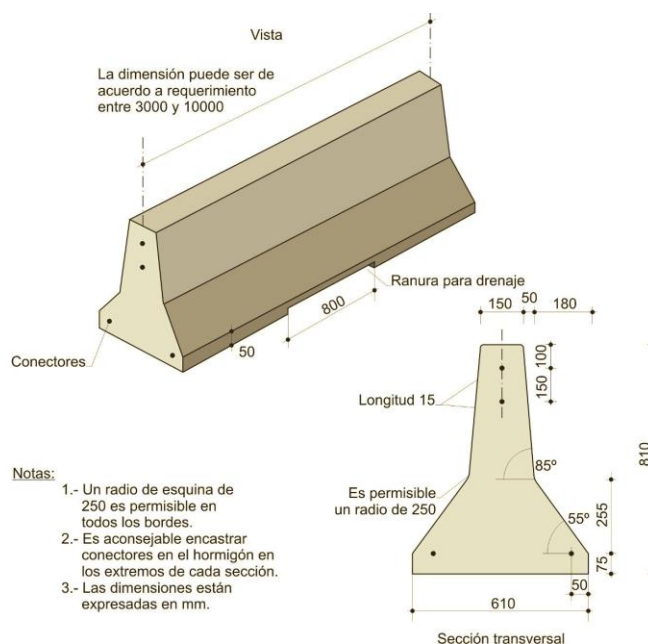
Las barreras de hormigón se desarrollaron para varios propósitos:

- Minimizar el número de camiones errantes que penetras las barreras.
- Eliminar la necesidad de costosas y peligrosas tareas de mantenimiento de la barrera de mediana en lugares de altas tasas de accidentes con medianas angostas.

También sirve para otras aplicaciones:

- Protección contra cortes de rocas y reducción del volumen de excavación en roca.
- Soporte de postes de iluminación y señales, ranura para drenaje transversal hacia un caz colocado en la base de la barrera.
- Contención y conducción de cables de energía eléctrica y otros servicios públicos.

En modelo se muestra en la siguiente figura:



### Disposición Transversal

Las barreras de protección se colocan al menos a 50 cm del borde de la calzada.

### Disposición Longitudinal

Es necesario hacer uso de la barrera un espacio antes y después de los tramos esto es lo que se conoce como “anticipación del comienzo” y “prolongación de la terminación.”

Únicamente habría que tener en cuenta una anticipación al inicio de la carretera tanto en un sentido como en otro, y una prolongación de la terminación.

### 7.2. Cimentación de barrera metálica

Los postes se cimentarán por hinca en el terreno, salvo que resulte imposible por la dureza del terreno o por la falta de resistencia del mismo.

En terrenos de escasa resistencia se cajeará a lo largo de la línea de cimentación de los postes en una anchura de 50 cm y profundidad de 15 cm. Dicho cajero será de hormigón armado.

En terrenos demasiado duros se alojará el poste en un taladro de diámetro adecuado.

## ANEXO 7 - REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Detalle de bajante



Paso salvacuneta



Obra de drenaje transversal



Cuneta triangular con vegetación



Paso Salvacuneta.



Obra de drenaje transversal



Cuneta con vegetación



Paso salvacuneta tapado con vegetación



Obra de drenaje transversal



Carretera M-607 P.K. 36



Intersección nudo M-607 con M-609



Detalle del pavimento



Problemas de visibilidad



Detalle de pavimento



Barrera metálica averiada



## Vía pecuaria progresiva 1+500



Puente de ferrocarril



Puente de ferrocarril



Via pecuaria progresiva 1+780



Carretera M-607 P.K. 38



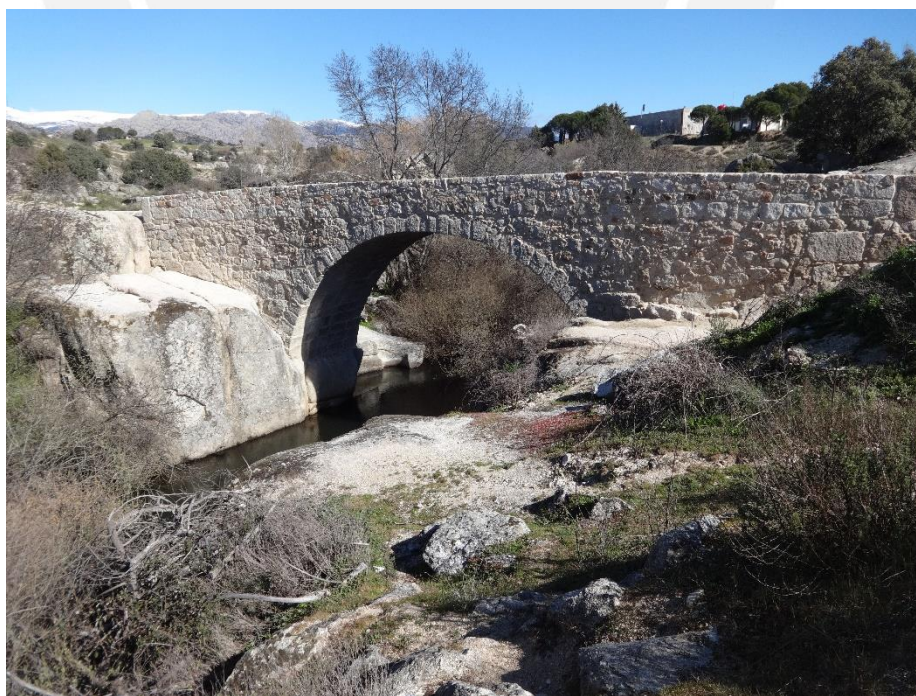
Barrera metálica dañada.



Carretera M-607 progresiva 2+400



Puente sobre el Río Manzanares



Puente del Batán



Carretera M-607 P.K.40



Carretera M-607. Tramo de adelantamiento en dirección a Cerceda



Carretera M-607. P.K. 43



Carretera M-607



Detalle de pavimento



Carretera M-607. P.K. 45



Cañada Real Segoviana.



Cañada Real Segoviana.



M-607. Entrada a Cerceda (P.K. 48)



Puente sobre Río Samburriel



Puente sobre Río Samburiel.



Estación de servicio P.K. 46.



Pelotón de coches.

