



TRAZADO GEOMÉTRICO

ÍNDICE

1. Introducción
2. Bibliografía consultada
3. Limitaciones
4. Trazado en planta
5. Trazado en alzado
6. Puntos singulares
7. Análisis de la consistencia



1. Introducción

En el presente anejo se definen las características geométricas del nuevo diseño de la carretera CV-700, comprendida entre los términos municipales de Benialí y Alpatró (Alicante).

La cartografía utilizada se ha obtenido de la base de datos del Instituto Geológico de España (Hoja nº821 “Alcoy”), a partir del modelo digital de superficies obtenido mediante sensores LIDAR.

En todo momento se han seguido las indicaciones de la Norma 3.1 IC de Trazado.

2. Bibliografía consultada

- Norma 3.1. IC Trazado.

3. Limitaciones

Puesto que se trata de una mejora de trazado de una carretera ya existente, se ha intentado adaptar lo máximo posible al trazado existente, resultando complicado en algunos puntos dado que en prácticamente la totalidad de la carretera las características no son compatibles con el cumplimiento de la normativa de trazado.

Además, se ha tenido en cuenta la disposición de las curvas de nivel del terreno natural, con el fin de minorar el movimiento de tierras y los cambios de rasante, para conseguir un trazado cómodo y seguro. Debido al tipo de terreno, no ha sido posible a lo largo de todo el tramo.

La vía proyectada se define como una carretera convencional de dos carriles y doble sentido de circulación, con una velocidad de proyecto $v_p = 40$ km/h a lo largo de todo el recorrido. La longitud total es de 3478 metros, manteniéndose el eje de definición en planta como línea de separación de ambos sentidos de circulación.

En el epígrafe 6 del presente documento se pueden consultar los puntos singulares de la carretera.

4. Trazado en planta

Para el diseño en planta se han tenido en cuenta las limitaciones de la Norma 3.1 IC, en función de si se trataba de una recta, curva circular o curva de transición.

Rectas

$$L_{\min, s} = 1.39 V_p$$

$$L_{\min, o} = 2.78 V_p$$

$$L_{\max} = 16.70 V_p$$

Siendo:

$L_{\min, s}$ = longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min, o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

Curvas circulares

De acuerdo con la instrucción, para una velocidad de proyecto de 40 km/h, corresponde un radio mínimo de 50 m y un peralte del 7%.

Curvas de transición

Las longitudes mínimas y máximas, así como el parámetro A de la clotoide, deberán cumplir las condiciones dispuestas en el Documento “Situación actual” del presente proyecto.

En la tabla 1 se puede consultar el estadiño de alineaciones final.

Tipo	PK	Coord.X	Coord.Y	Azimet	Radio	A	Longitud
Recta	0+000.00	737929,5323	4300308,835	121,87	0.000	0.000	38.581
Clotoide	0+038.58	737965,86	4300295,843	12,19	80.000	59.700	44.551
Curva	0+083.13	738006,1003	4300277,085	139,59	80.000	0.000	10.984
Clotoide	0+094.12	738014,5611	43002,7009	148,33	80.000	59.700	44.551
Recta	0+138.67	738040,5708	4300234,113	166,06	0.000	0.000	102.060
Clotoide	0+240.73	738092,4431	4300146,218	166,06	-53.000	54.000	55.019
Curva	0+295.75	73812,7704	4300104,842	133,01	-53.000	0.000	66.388
Clotoide	0+362.13	738189,4761	4300111,521	53,27	-53.000	54.000	55.019
Recta	0+417.15	738215,0781	4300159,478	202,28	0.000	0.000	1.367
Clotoide	0+418.52	738215,5053	4300160,777	202,28	75.000	70.000	65.333
Curva	0+483.85	738244,4224	430021,8749	479,56	75.000	0.000	14.968
Clotoide	0+498.82	738255,6793	430022,8576	606,62	75.000	70.000	65.333
Recta	0+564.15	738317,0239	4300249,405	883,90	0.000	0.000	153.259
Clotoide	0+717.41	738467,7415	4300277,2	883,90	-60.000	50.000	41.667
Curva	0+759.08	738507,3589	4300289,368	662,85	-60.000	0.000	1.086
Clotoide	0+760.17	738508,2912	4300289,925	651,33	-60.000	50.000	41.667
Recta	0+801.83	738537,7748	430031,905	430,28	0.000	0.000	197.403
Clotoide	0+999.24	73866,12675	4300473,055	430,28	90.000	65.000	46.944
Curva	1+046.18	738693,6047	430050,689	596,31	90.000	0.000	33.841
Clotoide	1+080.02	738723,9546	430052,1405	835,69	90.000	65.000	46.944
Recta	1+126.97	738770,5916	4300525,341	100,17	0.000	0.000	239.884
Clotoide	1+366.85	739010,4746	4300524,691	100,17	90.000	64.300	45.939
Curva	1+412.79	739056,1044	4300520,678	116,42	90.000	0.000	1.388
Clotoide	1+414.18	739057,4433	4300520,314	117,40	90.000	64.300	45.939
Recta	1+460.12	739098,8172	4300500,657	13,36	0.000	0.000	197.038



Clotoide	1+657.15	739268,9664	4300401,293	133,65	-25.000	20.000	16.000
Curva	1+673.15	739283,4965	4300394,77	113,28	-25.000	0.000	34.681
Clotoide	1+707.83	739311,7754	4300409,675	249,62	-25.000	20.000	16.000
Recta	1+723.83	739314,6061	4300425,349	459,03	0.000	0.000	44.098
Clotoide	1+767.93	739317,783	4300469,332	459,03	38.000	25.000	16.447
Curva	1+784.38	739320,1418	4300485,575	183,68	38.000	0.000	40.533
Clotoide	1+824.91	739348,4407	4300511,883	862,73	38.000	25.000	16.447
Recta	1+841.36	739364,8122	4300513,053	100,05	0.000	0.000	65.378
Clotoide	1+906.74	73943,01901	4300513,001	100,05	55.000	48.000	41.891
Curva	1+948.63	739471,4734	4300507,706	124,29	55.000	0.000	27.039
Clotoide	1+975.67	739493,1431	4300491,991	155,59	55.000	48.000	41.891
Recta	2+017.56	739511,0036	4300454,397	179,84	0.000	0.000	0.790
Clotoide	2+018.35	739511,2497	4300453,646	179,84	-50.000	45.000	40.500
Curva	2+058.85	739528,7935	4300417,47	154,05	-50.000	0.000	32.157
Clotoide	2+091.01	739556,1025	4300401,561	113,11	-50.000	45.000	40.500
Recta	2+131.51	739596,225	4300404,142	87,33	0.000	0.000	77.327
Clotoide	2+208.83	739672,0248	4300419,434	873,27	50.000	44.200	39.073
Curva	2+247.91	739710,7408	4300422,109	112,20	50.000	0.000	11.548
Clotoide	2+259.45	73972,17239	4300418,625	12,69	50.000	44.200	39.073
Recta	2+298.53	73975,182	430039,4124	151,78	0.000	0.000	55.437
Clotoide	2+353.96	739789,9089	4300353,844	151,78	-50.000	44.200	39.073
Curva	2+393.04	739820,005	4300329,343	126,91	-50.000	0.000	67.397
Clotoide	2+460.43	739880,4532	4300344,864	410,93	-50.000	44.200	39.073
Recta	2+499.51	739895,0219	4300380,834	16,22	0.000	0.000	0.457
Clotoide	2+499.96	739895,137	4300381,276	162,18	50.000	54.100	58.536
Curva	2+558.50	739920,1767	4300433,204	53,48	50.000	0.000	0.822
Clotoide	2+559.32	739920,7932	4300433,747	545,30	50.000	54.100	58.536
Recta	2+617.86	73997,54538	4300452,069	917,95	0.000	0.000	290.011
Clotoide	2+907.87	740263,0596	430048,9341	917,95	50.000	53.500	57.245
Curva	2+965.11	740319,3689	4300485,879	128,24	50.000	0.000	52.505
Clotoide	3+017.62	740347,7618	4300444,571	195,09	50.000	53.500	57.245
Recta	3+074.86	740330,8186	4300390,76	23,15	0.000	0.000	0.476
Clotoide	3+075.34	740330,5924	4300390,341	231,53	-50.000	54.000	58.320
Curva	3+133.66	740313,5353	4300335,489	194,41	-50.000	0.000	76.504
Clotoide	3+210.16	74036,56994	4300289,933	969,98	-50.000	54.000	58.320
Recta	3+268.48	740417,756	4300314,219	598,70	0.000	0.000	56.306
Clotoide	3+324.79	740463,2412	4300347,408	598,70	50.000	44.200	39.073
Curva	3+363.86	740497,2934	4300366,023	847,45	50.000	0.000	47.522
Clotoide	3+411.38	740541,7831	4300355,344	145,25	50.000	44.200	39.073
Recta	3+450.46	740563,6744	4300323,299	170,13	0.000	0.000	27.909
	3+478.36	740576,2952	4300298,407	170,13			

Tabla 1. Estadillo de alineaciones final

En la tabla 2 se puede consultar el estadillo de puntos singulares de peralte.

P.K	Tipo	Carril Exterior Izquierdo (%)	Carril Exterior Derecha (%)
0+000.00	Inicio Alineación	-2.00 %	-2.00 %
0+034.42	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
0+038.58	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
0+042.74	Reverse	2.00 %	-2.00 %
0+053.13	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
0+083.13	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
0+094.12	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
0+124.12	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
0+170.96	Reverse	2.00 %	-2.00 %
0+189.70	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
0+209.70	Reverse	-2.00 %	2.00 %
0+295.75	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
0+362.13	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
0+401.92	Reverse	-2.00 %	2.00 %
0+417.84	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
0+428.13	Reverse	2.00 %	-2.00 %
0+453.85	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
0+483.85	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
0+498.82	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
0+528.82	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
0+554.06	Reverse	2.00 %	-2.00 %
0+564.15	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
0+574.25	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
0+714.08	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
0+717.41	Desvanecimiento Bombeo	-2.00 %	0.00 %
0+720.75	Reverse	-2.00 %	2.00 %
0+729.08	Inicio Peralte Máximo(desfase)	-7.00 %	7.00 %
0+759.08	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
0+760.17	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
0+790.17	Final Peralte Máximo(desfase)	-7.00 %	7.00 %
0+798.50	Reverse	-2.00 %	2.00 %
0+801.83	Desvanecimiento Bombeo	-2.00 %	0.00 %
0+805.17	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
0+985.82	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
0+999.24	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
1+012.65	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+046.18	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+080.02	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+113.55	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+126.97	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
1+140.38	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %



1+362.30	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
1+366.85	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
1+371.40	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+382.79	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
1+412.79	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+414.18	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+444.18	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
1+455.56	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+460.12	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
1+464.67	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
1+652.58	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
1+657.15	Desvanecimiento Bombeo	-2.00 %	0.00 %
1+661.72	Reverse	-2.00 %	2.00 %
1+673.15	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
1+707.83	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
1+735.01	Reverse	-2.00 %	2.00 %
1+745.88	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
1+756.88	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+784.38	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+824.91	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+841.36	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+906.74	Reverse	2.00 %	-2.00 %
1+918.63	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
1+948.63	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
1+975.67	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
2+005.67	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
2+014.44	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+017.95	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
2+029.64	Reverse	-2.00 %	2.00 %
2+058.85	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
2+091.01	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
2+150.17	Reverse	-2.00 %	2.00 %
2+170.17	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
2+183.81	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+217.91	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
2+247.91	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
2+259.45	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
2+289.45	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
2+315.73	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+326.25	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
2+345.33	Reverse	-2.00 %	2.00 %
2+393.04	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
2+460.43	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
2+488.51	Reverse	-2.00 %	2.00 %
2+499.73	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %

2+507.95	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+528.50	Inicio Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
2+558.50	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
2+559.32	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
2+589.32	Final Peralte Máximo(desfase)	7.00 %	-7.00 %
2+609.70	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+617.86	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
2+626.01	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
2+891.51	Final Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
2+907.87	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
2+924.22	Reverse	2.00 %	-2.00 %
2+965.11	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
3+017.62	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
3+058.68	Reverse	2.00 %	-2.00 %
3+075.10	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
3+091.83	Reverse	-2.00 %	2.00 %
3+133.66	Inicio Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
3+210.16	Final Peralte Máximo	-7.00 %	7.00 %
3+276.64	Reverse	-2.00 %	2.00 %
3+296.64	Bombeo nulo	0.00 %	0.00 %
3+315.84	Reverse	2.00 %	-2.00 %
3+363.86	Inicio Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
3+411.38	Final Peralte Máximo	7.00 %	-7.00 %
3+439.29	Reverse	2.00 %	-2.00 %
3+450.46	Desvanecimiento Bombeo	0.00 %	-2.00 %
3+461.62	Inicio Bombeo	-2.00 %	-2.00 %
3+478.36	Final Alineación	-2.00 %	-2.00 %

Tabla 2. Estadillo de puntos singulares de peralte

5. Trazado en alzado

En la Tabla 3 se puede consultar el estado final de la rasante.

P.K	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente (%)
0+000.00	419,40	0,00	0,00	0	-2,77
0+088.40	4169,48	256,50	15,29	0,456	9,15
0+174.08	424,79	-624,57	62,41	3,119	-10,83
0+339.12	406,91	1963,09	73,15	1,363	-3,38
0+628.11	397,14	1309,96	43,66	0,727	3,28
0+879.28	405,39	-1660,64	48,48	0,708	-2,55
1+560.00	388,00	-2130,31	89,63	1,886	-10,97
1+805.86	361,03	637,68	30,41	0,725	-1,43
2+163.71	355,91	-1253,59	37,48	0,56	-7,41
2+410.88	337,59	1425,61	48,27	0,817	-0,64
2+556.85	336,65	-1250,54	48,89	0,956	-8,46
2+706.01	324,04	1374,00	64,11	1,495	0,87
2+981.38	326,44	-1034,35	50,06	1,211	-8,81
3+154.87	311,16	999,64	56,54	1,599	2,5
3+294.91	314,67	-1092,77	28,24		-2,67
3+478.36	309,78				

Tabla 3. Estadillo final de la rasante

6. Puntos singulares

Punto singular 1

El primer punto singular corresponde al tramo comprendido entre los P.K.'s 1+260 y 1+410 donde, sin ser objeto de este proyecto, se dispondría un puente. Se ha considerado la mejor solución ya que lograr una curva con el radio mínimo de 50 m suponía un trazado muy forzado, además de poco seguro. También suponía un volumen importante de movimiento de tierras.

En la imagen 1 se puede consultar dicho tramo.



Imagen 1. Punto singular 1

Punto singular 2

El segundo punto singular corresponde al tramo comprendido entre los P.K.'s 1+657.15 y 1+840.00 m. En este tramo se encuentra el municipio de La Carroja, por ello, hay dos curvas que no cumplen el radio mínimo de 50 m, por la imposibilidad de aumentar el radio de la curva, al encontrarse está dentro del municipio. Ello suponía no poder cambiar la curva anterior, a la que le precede una recta de aproximadamente 200 m, por lo que, reducir la velocidad antes de llegar a ese punto se ha considerado la mejor solución.

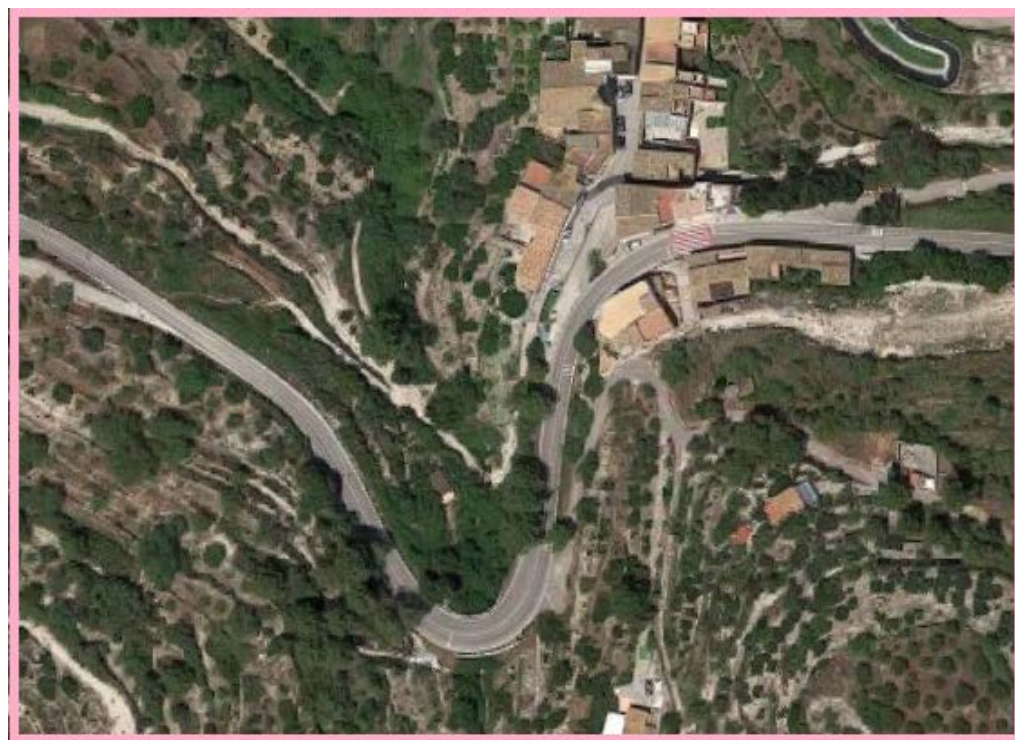


Imagen 2. Punto singular 2

7. Análisis de la consistencia

El criterio seguido es el mismo que en el documento “Análisis de la situación actual”, el criterio II de Lamm, que establece unos umbrales en que si las deceleraciones son menores a 10 km/h la consistencia es buena. Si la deceleración está entre 10 y 20 km/h, habría que hacer una mejora de la señalización o bien rediseñar; y si supera los 20 km/h se debe rediseñar.

A continuación se exponen los perfiles de velocidad de operación de la carretera proyectada, para sentido creciente se los PKs y para sentido decreciente.

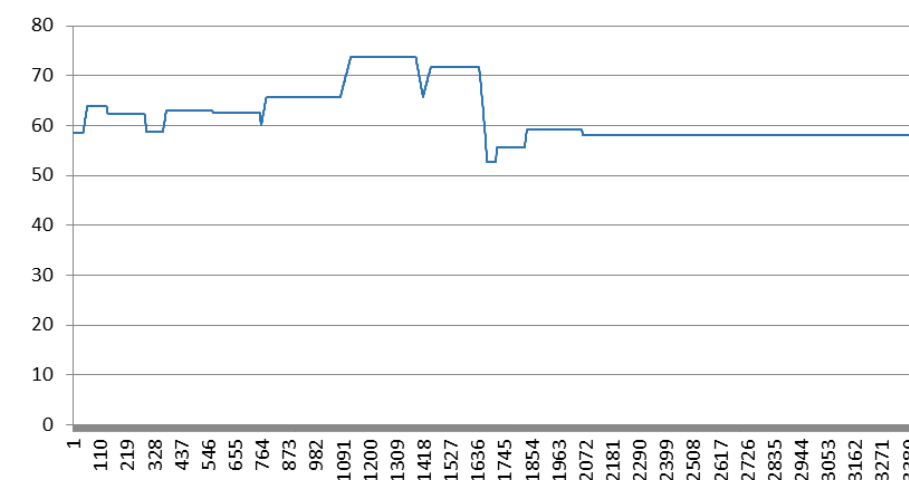


Imagen 3. Perfil de velocidad para sentido creciente de PKs

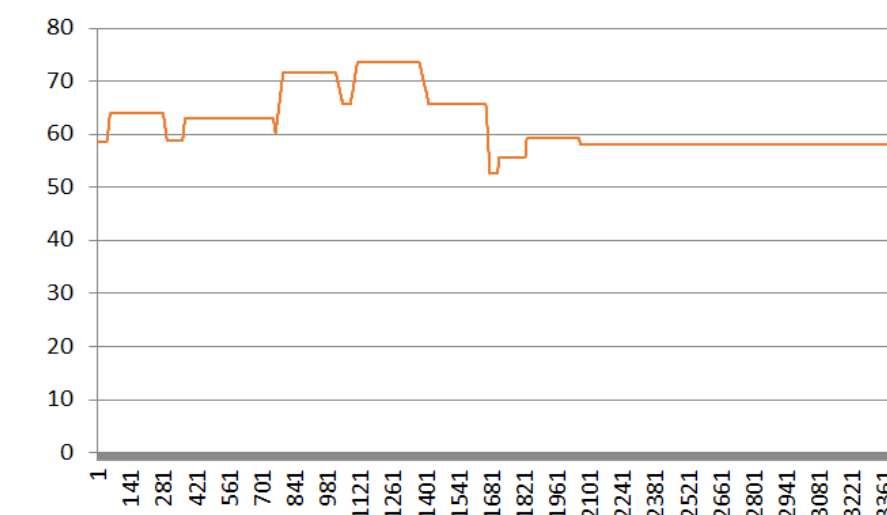


Imagen 4. Perfil de velocidad para sentido decreciente de PKs

Se puede observar que en el único tramo en que la consistencia se podría definir como media o mala es el correspondiente al punto singular 2, descrito en el epígrafe anterior. El resto de deceleraciones no son mayores a 10 km/h.

Teniendo en cuenta las limitaciones que se han tenido en este trabajo debido al terreno, la mejora es notablemente buena.

Además, igual que en el documento “Análisis de situación actual”, se estudia también el método Camacho.

$$C = \sqrt[3]{\frac{\bar{v}_{85}}{\bar{d}_{85}}}$$



El método Camacho define tres umbrales para valorar la consistencia. Un valor menor a 3.9 indica una mala consistencia, mientras que un valor de 3.9 a 5 una consistencia media, y por último un valor mayor a 5 una buena consistencia.

A continuación se exponen las tablas en las que se ha valorado la consistencia según el método de Camacho.

SENTIDO CRECIENTE					
Vf	Vf (m/s)	V0	V0 (m/s)	DL	Tasa
62,30	17,31	63,99	17,59	5,00	-1,66
58,81	16,34	62,30	17,26	9,00	-1,93
62,61	17,39	63,07	17,52	2,00	-1,12
60,21	16,72	62,61	17,39	7,00	-1,63
65,76	18,27	73,69	20,33	29,00	-1,47
52,77	14,66	71,64	19,90	33,00	-2,74
58,20	16,17	59,21	16,41	3,00	-1,99
33,38	9,27	58,20	16,17	28,00	-3,13

Tabla 4. Sentido creciente

Para el sentido creciente de PK, la velocidad promedio es de 61.67 km/h y el promedio de las deceleraciones de 1.79, con lo que la consistencia adquiere un valor de 3.25. El último valor no es representativo, ya que es una zona en la que se entra a una población.

SENTIDO DECRECIENTE					
Vf	Vf (m/s)	V0	V0 (m/s)	DL	Tasa
58,81	16,34	63,99	17,78	17,00	-1,44
60,21	16,72	63,07	17,52	11,00	-1,24
65,76	18,27	71,64	19,90	31,00	-1,00
65,76	18,27	73,69	20,47	42,00	-1,02
58,20	16,17	59,21	16,45	4,00	-1,15
57,84	16,07	58,20	16,17	2,00	-0,80
52,77	14,66	65,76	18,27	17,00	-3,50

Tabla 5. Sentido decreciente

Para el sentido decreciente, la velocidad promedio es de 62.12 km/h y el promedio de las deceleraciones de 1,10, con lo que la consistencia adquiere un valor de 3.83. El último valor no es representativo, ya que es una zona en la que se entra a una población.

De nuevo, las conclusiones son que se ha mejorado la consistencia notablemente con este método, aunque no llegue a salir del umbral de mala, por las limitaciones que se han tenido en esta carretera.