



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANTEPROYECTO DEL TRAMO DE CARRETERA N-232 A SU PASO POR HÍJAR (TERUEL). MODELADO BIM.

Documento Nº1: Memoria

TRABAJO FINAL DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2018/2019

Fecha: Valencia, septiembre 2019

Autores: Víctor Baeza López

Jorge Mateo Carmona

Tutor: José Ángel Aranda Domingo

Índice

1. Antecedentes	1
2. Localización	1
3. Objeto del estudio.....	2
4. Método de trabajo	2
5. Descripción de anejos.....	4
5.1. Reseña geológica y geotécnica.....	4
5.2. Estudio de trafico y Nivel de Servicio	5
5.3. Diseño de firmes	5
5.4. Estudio Hidrológico y Diseño de red de drenaje.....	7
5.5. Diseño geométrico.....	9
6. Valoración económica de la obra.	11
7. Conclusión.....	12

1. Antecedentes

La travesía de estudio presenta problemas en épocas lluviosas que afectan al funcionamiento de la carretera como tal. Esto se debe a carencias en el diseño de la red de drenaje, a la vista de los problemas ocasionados, el último de ellos en 2018.

Por este motivo se procede a la ejecución del presente anteproyecto, en el que se estudiarán las condiciones actuales de la travesía, así como en un año horizonte.

Trabajaremos la información con diversos programas informáticos, que nos ayudarán a comprender el problema que presenta, optando por la adecuación de la rasante de la carretera en los puntos críticos y la elaboración de una red de drenaje, previo estudio hidrológico.

2. Localización

La carretera objeto de estudio del documento es la N-232, concretamente un tramo específico localizado en el municipio de Híjar, Teruel. Este tramo de carretera convencional suburbana está formado por dos carriles, uno por cada sentido de circulación.

La carretera N-232 cruza transversalmente la península, desde Vinaroz a Santander, atravesando las provincias de:

- Castellón (comienza en N-340)
- Teruel
- Zaragoza
- Comunidad foral de Navarra
- La Rioja
- Burgos
- Santander (finaliza en N-623)

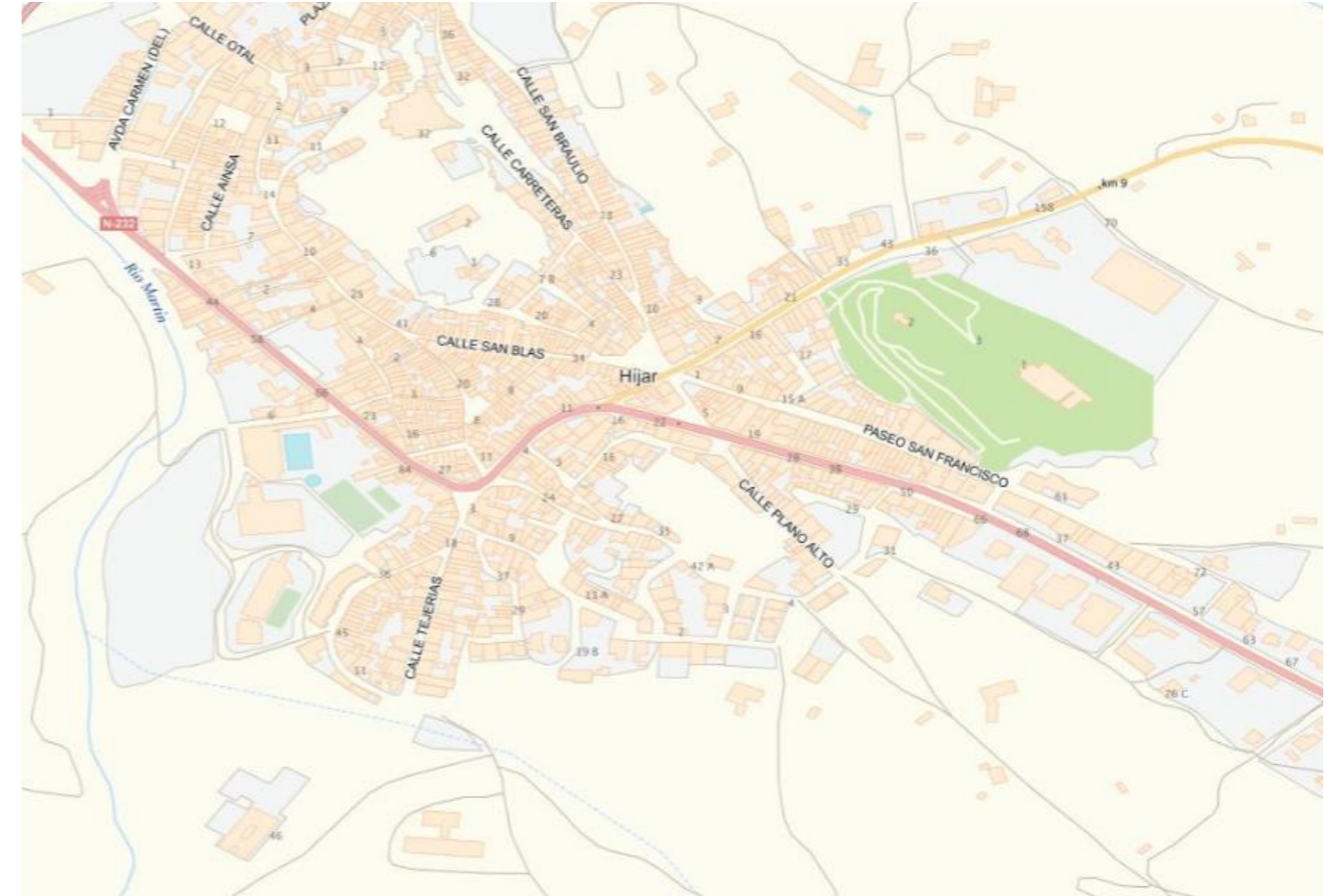


Figura 1 - Mapa del municipio de Híjar

3. Objeto del estudio

El presente del Trabajo Final de Grado “Anteproyecto del tramo de carretera N-232 a su paso por Híjar (Teruel). Modelado BIM.” consiste en la definición de un nuevo diseño para el tramo P.K. 164+800 a P.K. 165+750 de la carretera N-232 para reducir o eliminar los problemas que coexisten en este tramo y que hemos mencionado en los antecedentes.

La carretera discurre, en su entrada al casco urbano desde Alcañiz, por el fondo de un valle, por lo que todas las aguas de escorrentía terminan canalizándose por la propia carretera hasta la salida del pueblo de Híjar.



Figura 2 - Vista del tramo de carretera situado en el centro urbano de Híjar.

Pero el principal problema que se pretende abordar en este estudio se encuentra en las proximidades del PK. 165, donde la carretera presenta un tramo de unos 150 m con acuerdo ligeramente cóncavo, provocando el estancamiento del agua y la formación de pequeñas balsas en este tramo. Esta situación se ha intentado resolver en proyectos anteriores ejecutando unos sumideros longitudinales pegados al bordillo en ambos márgenes. Las aguas se canalizan por colectores enterrados que terminan uniéndose en la margen izquierda de la carretera en una arqueta y el agua captada retorna a la superficie discurriendo nuevamente por la carretera.

Cabe destacar que las afecciones a las edificaciones colindantes son numerosas en todo el trazado de la travesía, de ahí la importancia de su estudio.

Se propone un nuevo diseño de la rasante, junto con el rediseño de una nueva red de drenaje que no permita la acumulación indebida de agua en el tramo objeto, permitiendo la correcta circulación de vehículos y peatones por la calle principal del municipio de Híjar.

4. Método de trabajo

Ya que se trata de un Trabajo Final de Grado cooperativo, el objetivo principal de su realización es el trabajo en equipo, gracias a la recopilación de información y la puesta en común de esta.

Para la realización del Trabajo se han completado los 5 anejos siguientes, junto con planos y apéndices correspondientes:

I	Reseña geológica y geotécnica	Víctor José Baeza López
II	Estudio de tráfico y Nivel de Servicio	Víctor José Baeza López
III	Diseño de firmes	Víctor José Baeza López
IV	Estudio Hidrológico y Diseño de red de drenaje	Jorge Mateo Carmona
V	Diseño geométrico	Víctor José Baeza López

Antes del inicio de la redacción de estos apartados, los componentes del grupo recopilamos información y nos documentamos para planificar y ejecutar el anteproyecto de la mejor manera:

- Reuniones con distintos profesores especialistas en cada área del estudio de los anejos del anteproyecto.
- Reuniones internas de los miembros del grupo para una puesta en común de la situación actual del proceso del Trabajo Final de Grado, propuestas de mejora y dudas que puedan surgir durante la realización de este. Además, conforme avanzamos en la ejecución del trabajo, el tutor supervisaba su correcta realización.

Otro objetivo importante a la hora de realizar este trabajo ha sido la implantación de la metodología BIM a lo largo del proyecto. Este sistema de aplicación de la información se empieza a considerar esencial en el ámbito de la ingeniería civil. Para esto, nos centraremos en el uso del software de obras lineales Istram, apoyándonos también en los resultados obtenidos del programa Hec Ras, retroalimentado a su vez de datos obtenidos de Istram.

Además, esta metodología implica un trabajo de desarrollo en equipo fundamental, habilidad que obviamente también pretendemos desarrollar y demostrar con la realización de nuestro Trabajo de Final de Grado. Apoyándonos en datos aportados por cada miembro del equipo junto con una comunicación constante y excelente, podemos afirmar que creamos un entorno de trabajo similar al que nos encontraremos a lo largo de nuestro periodo profesional en el mundo de la Ingeniería Civil.

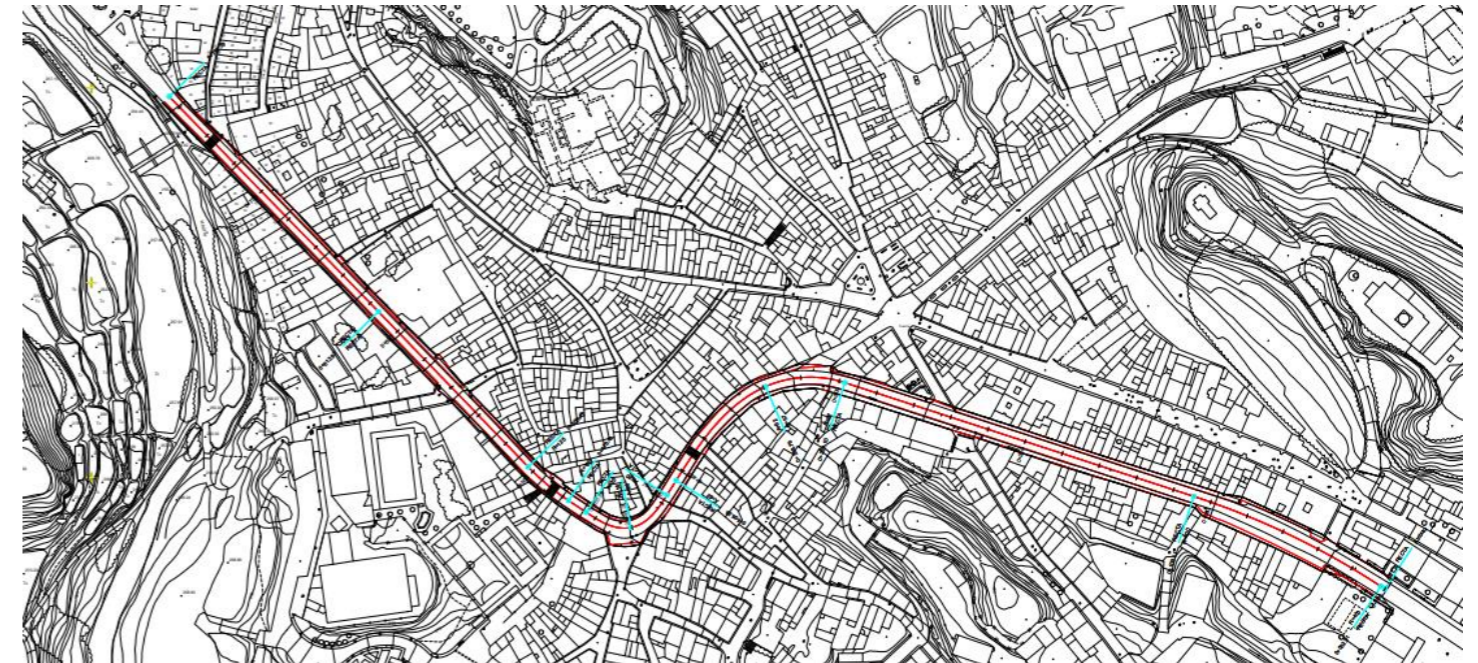


Figura 3 – Planta general de la travesía.



Figura 4 – Red de drenaje.

5. Descripción de anejos

5.1. Reseña geológica y geotécnica

Este estudio tiene por objetivo conocer las características básicas geológico-geotécnicas de la zona de estudio. Su interpretación nos ayudará a conocer los parámetros geotécnicos necesarios para el desarrollo completo de este anteproyecto.

La recopilación de información se realiza desde la plataforma virtual del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Para la ejecución de este anejo se han utilizado los siguientes mapas:

- Mapa geológico de España y Portugal escala 1:1.000.000, realizado por el IGME y el LNEG (Figura 1 y Figura 2).
- Mapa de Edades de España 1/1.000.000.
- Mapa de Litologías de España 1/1.000.000.
- Magna 50 – Hoja 441.
- Estudio geológico de la Hoja 441.

Se realiza un encuadre geológico de la zona, y se observan las series estratigráficas para obtener las unidades geológicas que aparecen en la travesía. Además se analiza la hidrogeología y las características geotécnicas de nuestro tramo objeto del estudio.

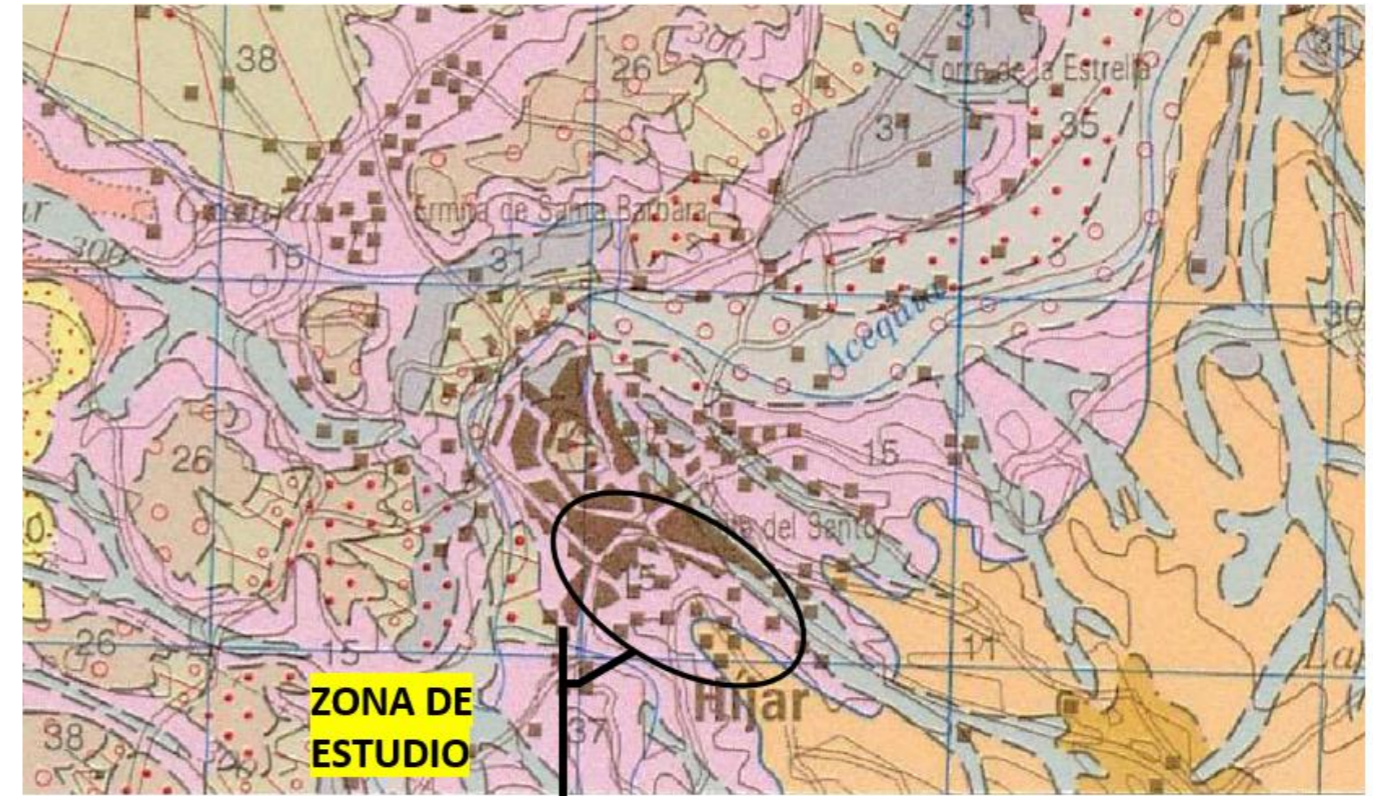


Figura 5 - Mapa geológico de Híjar. Escala 1:50.000

La zona de estudio se enmarca en la margen derecha de la Depresión del Ebro, próxima a la zona de enlace entre la Cadena Ibérica y los Catalánides, con afloramientos de materiales de edad terciario (Oligoceno superior - Mioceno inferior) y en menor proporción materiales cuaternarios.

En cuanto a la geotécnica cabe destacar a modo de síntesis cualitativa que los materiales presentes en el área de estudio están clasificados como terrenos con condiciones constructivas aceptables, aunque pueden aparecer problemas de tipo litológico, hidrológico y geotécnico.

5.2. Estudio de tráfico y Nivel de Servicio

El objetivo de este anejo es el estudio de los efectos de la ejecución del nuevo trazado, previo análisis del tráfico.

Para ello, se estudiará tanto el trazado existente como el trazado de la solución futura.

Para el desarrollo de este anejo será necesario seleccionar un aforo que nos proporcione datos históricos de intensidades del tráfico. Para ello, usaremos webs como la del Ministerio de Fomento o la del Gobierno Autonómico de Aragón para obtener dicha información.

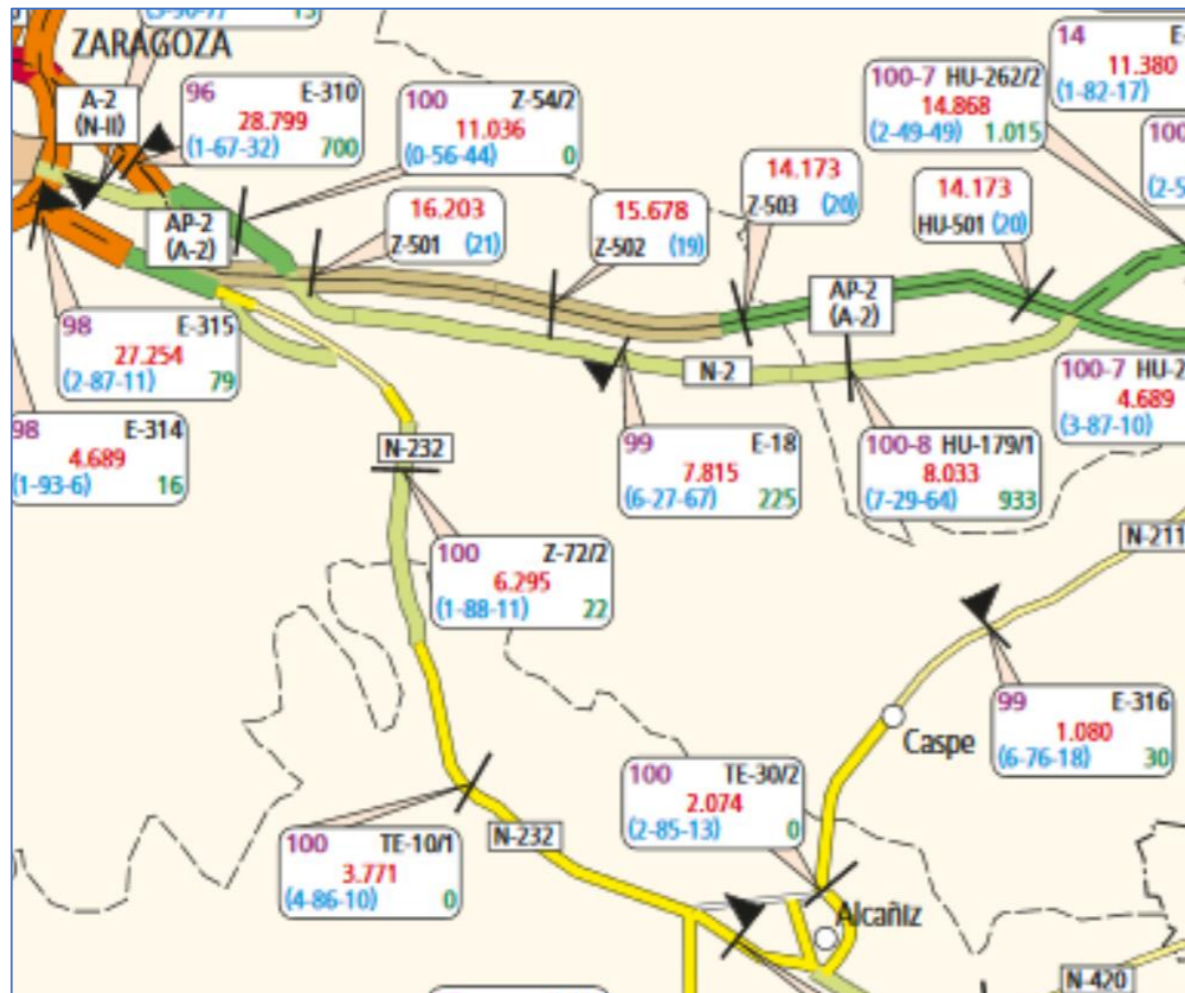


Figura 6 - Mapa de tráfico del año 2017 con las estaciones de aforo. Fuente: Red de Carreteras, del Ministerio de Fomento.

El primer paso será el cálculo de la IMD e IMDp en los próximos veinte años, para entender el tráfico futuro al que será sometida nuestra carretera.

Se introducirán además de los datos del IMD una serie de condiciones de partida:

- La longitud del tramo, que es de 950 metros (PK. 164+800 - 165+750).
- Número de carriles: la N-232 es una carretera convencional de 2 carriles, uno en cada sentido de circulación.
- El ancho de carril es variable, pero se toma una media de 3,5 metros.
- No hay arcenes.
- Suponemos un 40% de zona de adelantamiento no permitido.
- Terreno ondulado.
- Consideramos 10 accesos por kilómetro.
- Tráfico repartido al 50-50 en cada sentido.
- Carretera suburbana (PHF = 0,95).
- Porcentaje de vehículos pesados, indicado en el epígrafe 2 de este anejo.
- Porcentaje de vehículos recreacionales (0%).

El procedimiento a utilizar es el que indica el manual de capacidad de carreteras (Highway Capacity Manual (HCM) 2010).

El resultado final del Nivel de Servicio es una C, que supone una zona estable, aunque una demora de hasta el 65% del total del viaje de cada conductor.

5.3. Diseño de firmes

Este anejo tiene como objetivo principal el dimensionamiento del firme de la carretera de estudio. Una vez conseguida la rasante de la carretera y ejecutadas las obras de canalizaciones se procederá al afirmado nuevamente de la travesía.

Será necesario obtener los datos de Intensidad Media Diaria de vehículos pesados (IMDp) del Anexo I Estudio de tráfico y Nivel de Servicio, e información extraída de la Norma 6.1 I.C. "Sección de firmes".



ANTEPROYECTO DEL TRAMO DE CARRETERA N-232 A SU PASO POR HÍJAR (TERUEL). MODELADO BIM



Se diseñará la explanada en función de la categoría de tráfico y el firme en función de la explanada obtenida anteriormente, siguiendo los siguientes criterios:

- Factores técnicos.
- Mapa de zonas térmicas estivales.
- Mapa de pluviometría.
- Factores económicos.

Centrándonos en el firme, pues la explanada no está pensada que se vaya a cambiar (pese a haberla calculado), tras estudiar la Norma 6.1 y ajustarla a nuestra situación, concluimos que el firme a utilizar es el **3121**. Además, la mezcla bituminosa calculada sería la siguiente:

- Rodadura: 6 cm deMBC tipo AC16 Surf BC 50/70 S.
- Base: 10 cm de MBC tipo AC32 Base BC 50/70 G.

Por otro lado, nuestro tutor de Trabajo Final de Grado, José Ángel Aranda, nos comunicó que el firme actual es el siguiente:

- Rodadura: 6 cm de MBC tipo AC22 surf 50/70 S SILICEO.
- Intermedia: 6 cm de MBC tipo AC22 bin 50/70 S CALIZO.
- Base: 8 cm de MBC tipo AC32 base 50/70 G CALIZO.

Comprobamos y vemos que el firme calculado es menos restrictivo que el actual. Por consiguiente, con el objetivo de alargar la vida útil de nuestra carretera y por motivos de continuidad del firme, concluimos que el firme a utilizar es el existente.

Dicho firme se muestra en la siguiente figura:

6 CM - MBC tipo AC22 surf 50/70 S SILICEO
6 CM - MBC tipo AC22 surf 50/70 S CALIZO
8 CM - MBC tipo AC32 surf 50/70 G CALIZO
25 CM - ZAHORRA ARTIFICIAL
EXPLANADA EXISTENTE

- 1 - Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH
- 2 - Riego de adherencia con emulsión C60B3 ADH
- 3 - Riego de imprimación con emulsión C50Bf4 IMP

Figura 7 – Capas resultantes del firme

5.4. Estudio Hidrológico y Diseño de red de drenaje

El objetivo del anejo hidrológico es diseñar hidráulicamente la red de pluviales que discurre por la travesía del tramo de carretera nacional N-232, con una capacidad hidráulica tal que sea capaz de evacuar la escorrentía superficial generada por las aguas de lluvia que recogen las cuencas hidrológicas que desembocan a la misma.

Para el dimensionamiento de la red de drenaje superficial de las aguas pluviales se inicia con el estudio hidrológico de las cuencas vertientes que nos permita determinar los caudales de diseño a evacuar. Determinados los caudales se debe ejecutar el cálculo hidráulico de los diferentes elementos que forman la red de pluviales.

La información relacionada con este anejo ha sido obtenida de los siguientes documentos/normativa:

- Instrucción 5.2-I.C “Drenaje superficial” de carreteras, obtenida por el Ministerio de Fomento, y desarrollada por el extinto Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, utilizada para el cálculo hidrológico y el diseño de la red de drenaje.
- Datos de distintas estaciones pluviométricas/ termopluviométricas, obtenidos directamente de la web del Gobierno de Aragón.
- “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, del Ministerio de Fomento, junto con el Software adjunto MAXPLU.
- Modelos digitales de elevaciones (LIDAR), extraídos del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), utilizados para la creación de mapas de apoyo informativo y extracción de datos de las cuencas afectadas para el estudio.

En primer lugar, debemos obtener datos de pluviometría y temperatura de estaciones próximas. Incluyendo la definición de cuencas afectadas, se podrán calcular los caudales a partir de los cuales podremos diseñar la red de drenaje.

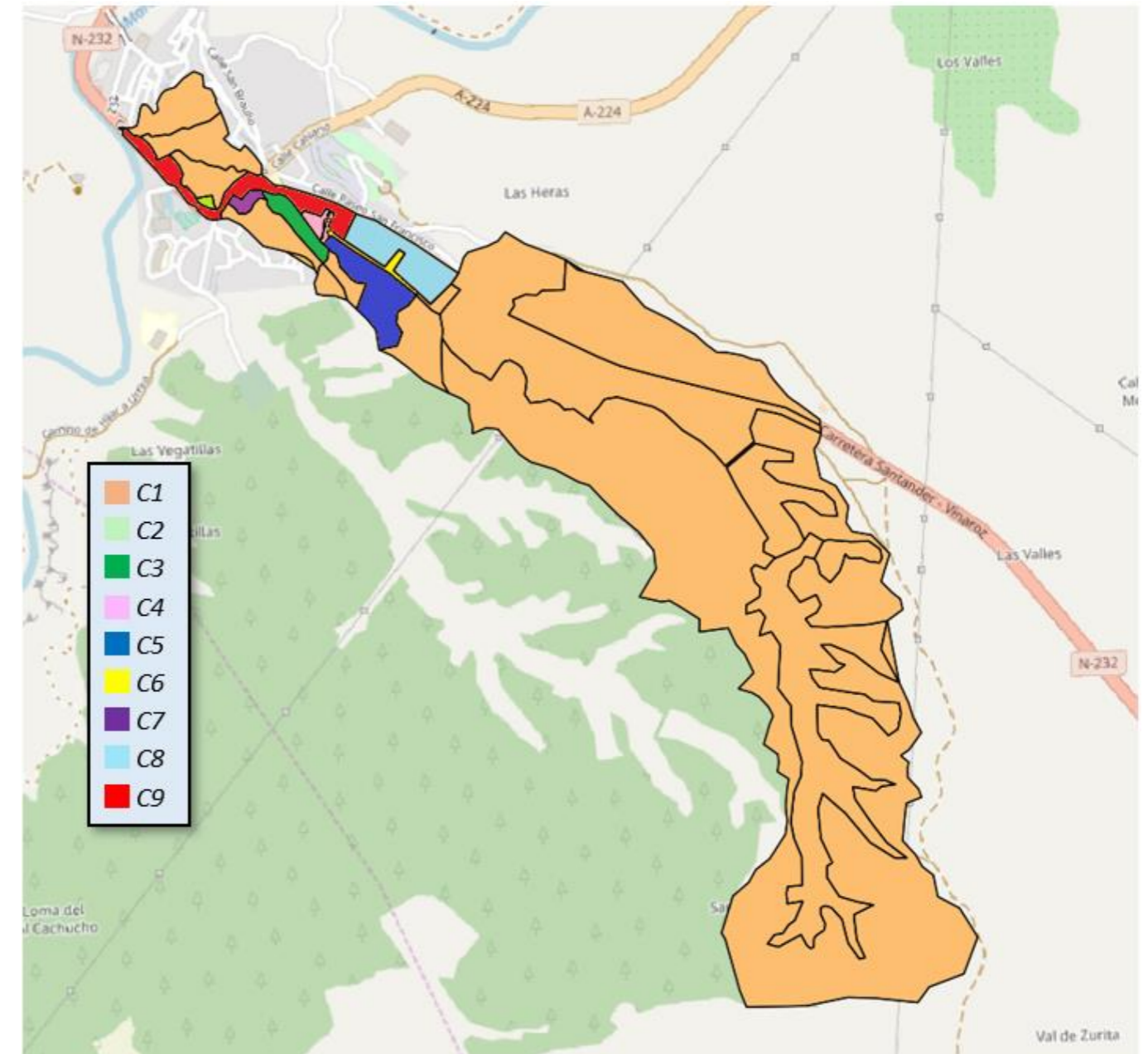


Figura 8 – Cuencas afectadas en el tramo de carretera.

	Area km2	J (m/m)	L(m)	Po mm	tc(h)	K	C con formula secund	i(d)	l(t) con esta C	Q (m3/s)
C-1	1,071	0,04	2664	13,12	0,79	1,05	0,57	3,76	32,29	5,444
C-2	0,004	0,10	90	1,00	0,01	1,00	0,99	3,75	318,59	0,349
C-3	0,013	0,07	340	6,00	0,14	1,01	0,79	3,75	91,99	0,262
C-4	0,003	0,09	120	1,00	0,01	1,00	0,99	3,75	277,51	0,228
C-5	0,019	0,08	360	3,74	0,09	1,00	0,88	3,75	120,08	0,560
C-6	0,001	0,08	40	1,00	0,01	1,00	0,99	3,75	339,58	0,093
C-7	0,012	0,06	190	1,00	0,02	1,00	0,99	3,75	259,86	0,854
C-8	0,021	0,08	450	2,67	0,03	1,00	0,93	3,75	186,91	1,012
C-9	0,021	0,12	330	4,00	0,02	1,00	0,87	3,75	219,40	1,116
C-10	0,020	0,04	725	1,00	0,11	1,00	0,99	3,75	120,30	0,659
TOTAL										10,577

Tabla 1 – Datos sobre las diferentes cuencas.

Con estos los caudales, podremos diseñar una red de drenaje, tanto longitudinal como transversal capaz de impedir la escorrentía superficial acumulada en la carretera N-232.

Se proyecta la colocación de rejillas, imbornales, sumideros y colectores, aplicando formulación extraída de la Norma 5.2 I.C. y estudios/ ensayos con un índice de eficiencia destacado.

La modelación y realización de perfiles del resultado final se realizan con HEC – RAS, y el calculo de cuencas y características importantes se ejecutan con datos de Modelos de Elevación Digital LIDAR de la zona de estudio, introducidos en QGIS.

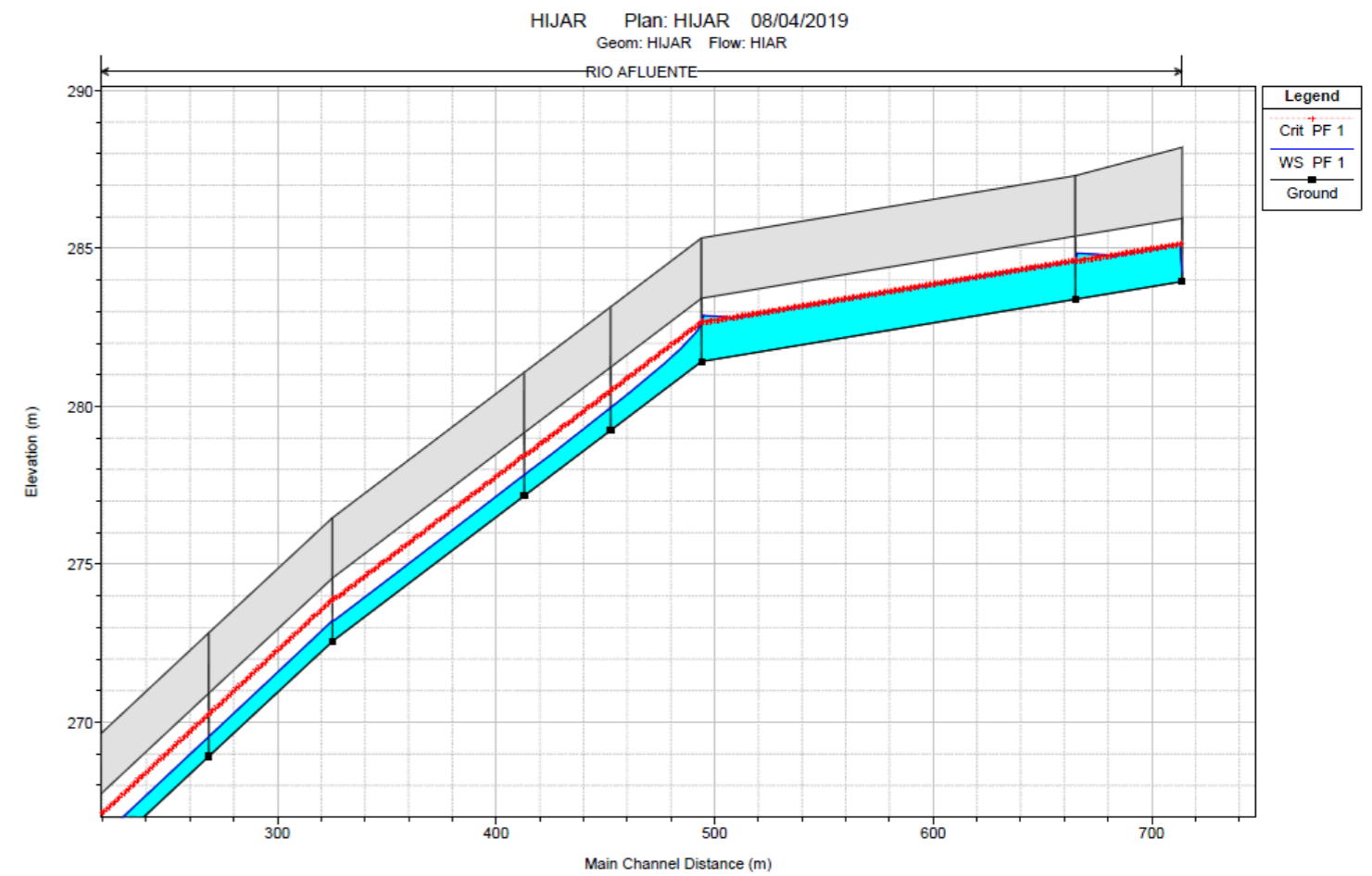


Figura 9 – Perfil longitudinal de la red de drenaje-

La red de drenaje final esta compuesta por 2 colectores que conectan las arquetas de captación inicial con la arqueta que da inicio al colector principal, desembocando en un desagüe ya instalado hasta el rio. cumple con toda normativa vigente,

5.5. Diseño geométrico

El objeto del Anejo V es la modificación del diseño geométrico de la travesía N-232 entre los PK. 164+800 - 165+750, con el fin de proponer una solución al problema hidráulico que presenta nuestro tramo de estudio. Utilizaremos el programa de diseño de obras lineales Istram para la resolución de este anejo y pondremos en prácticas la metodología de trabajo BIM.

La cartografía utilizada para el desarrollo de este anejo procede del Ministerio de Fomento, que se lo entregó a nuestro tutor del Trabajo Final de Grado José Ángel Aranda, y este a nosotros.

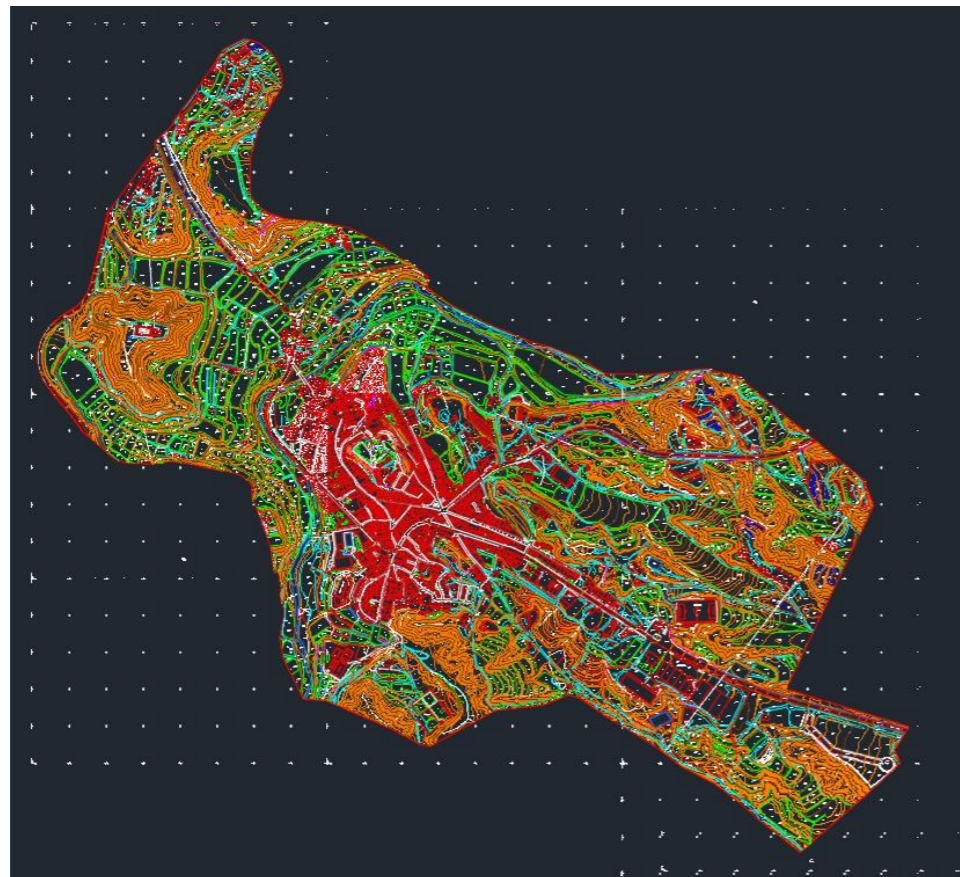


Figura 10 – Cartografía escala 1:1000.

Puesto que la travesía cuenta con edificaciones a su alrededor y no disponemos de arcenes, el margen de maniobra para cambiar la planta es nulo, por tanto, introducimos taxativamente la planta actual en nuestro modelo Istram.

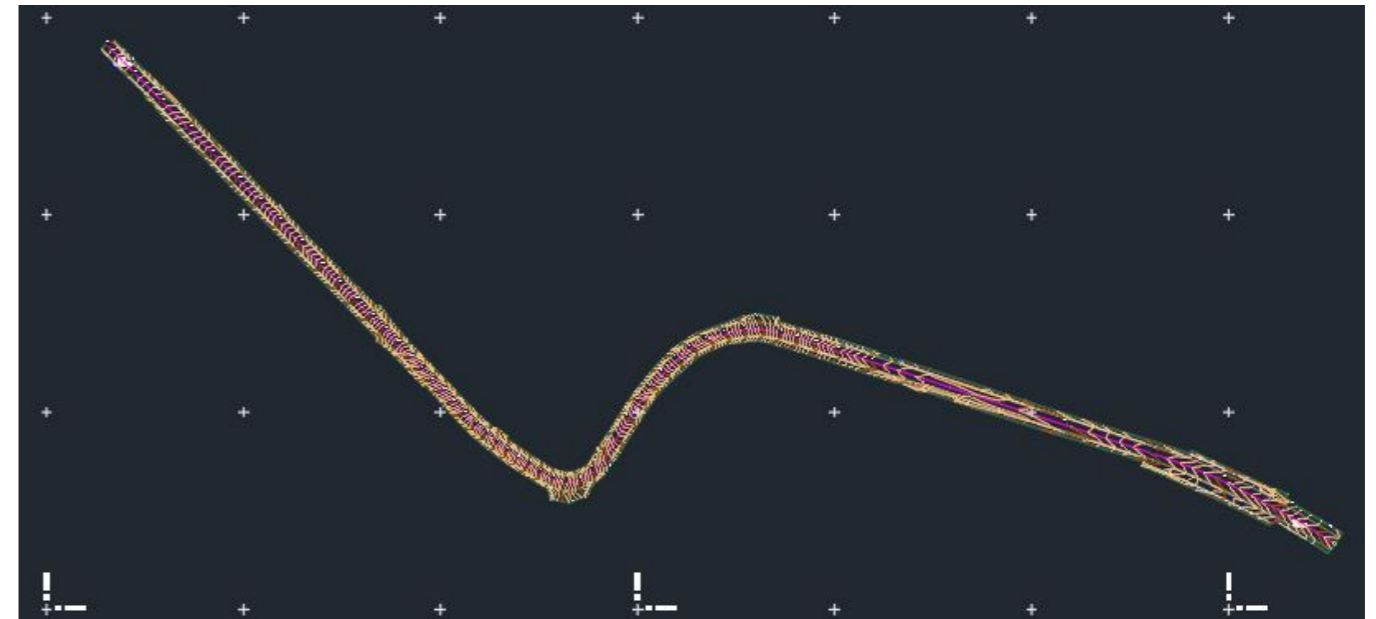


Figura 11 – Cartografía de la travesía de estudio.

Asimismo, observamos que la mejor solución para solucionar los problemas de drenaje es una adecuación de la rasante. Apoyándonos en la Norma 3.1 IC, en el capítulo 5, modelamos una rasante que evite la formación de balsas de agua en la carretera, permitiendo que el agua no se estanque y se recircule mediante la pendiente natural del terreno hacia los sumideros de la red pluviométrica diseñada y que también hemos modelado en Istram.

El resultado de la rasante es el siguiente:

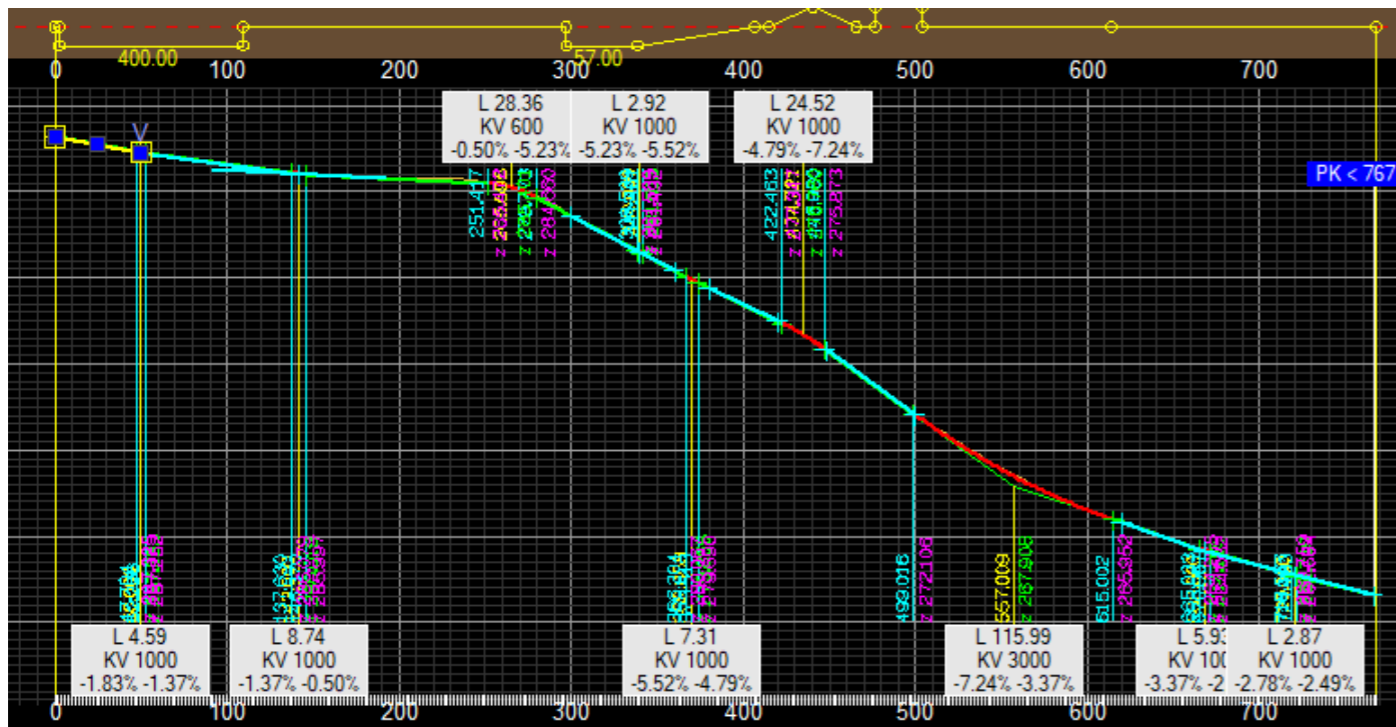


Figura 12 – Cálculo de la rasante en Istram.

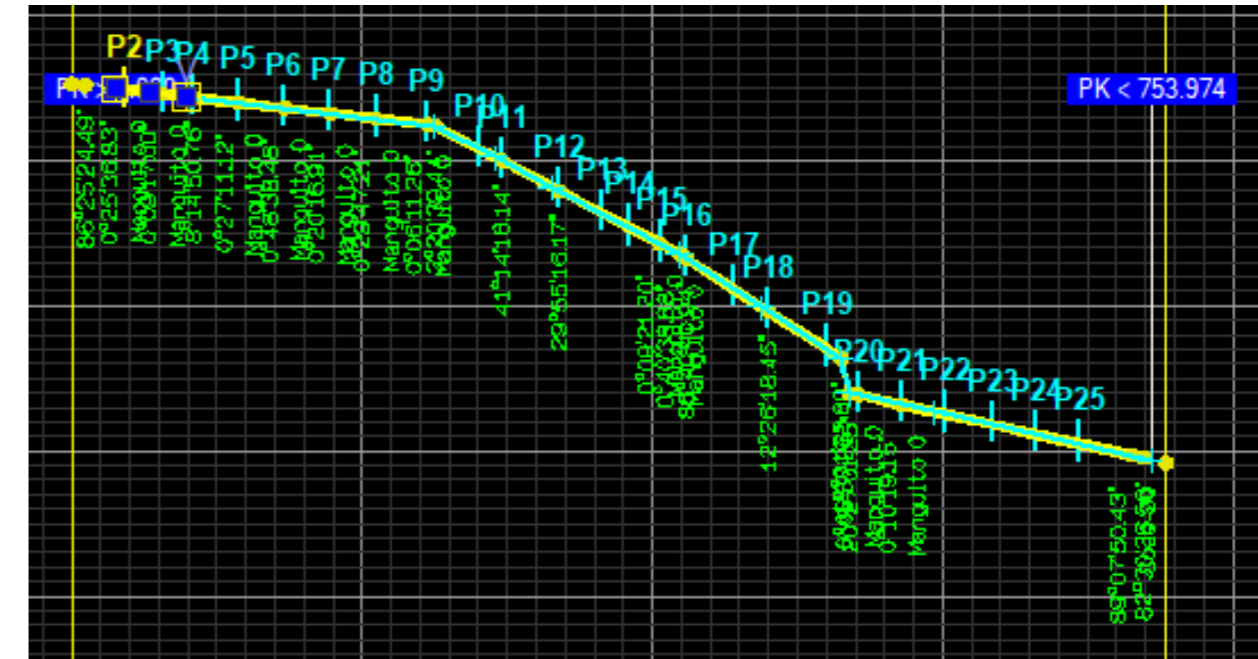


Figura 13 – Rasante de la red de drenaje obtenida en Istram.

Lo último que modelamos en Istram es la red de drenaje. Es en este apartado, donde más se puede apreciar el trabajo colaborativo, pues para su cálculo hidráulico es necesario datos de pendientes que sacamos de Istram y para el modelado de la red de drenaje es necesario a su vez un dimensionamiento hidráulico previo, que nos estime la cantidad de agua a transportar en cada tramo.

De esta manera, podemos comprobar cómo se diseña la rasante de la red de drenaje y la sección transversal de la zanja.

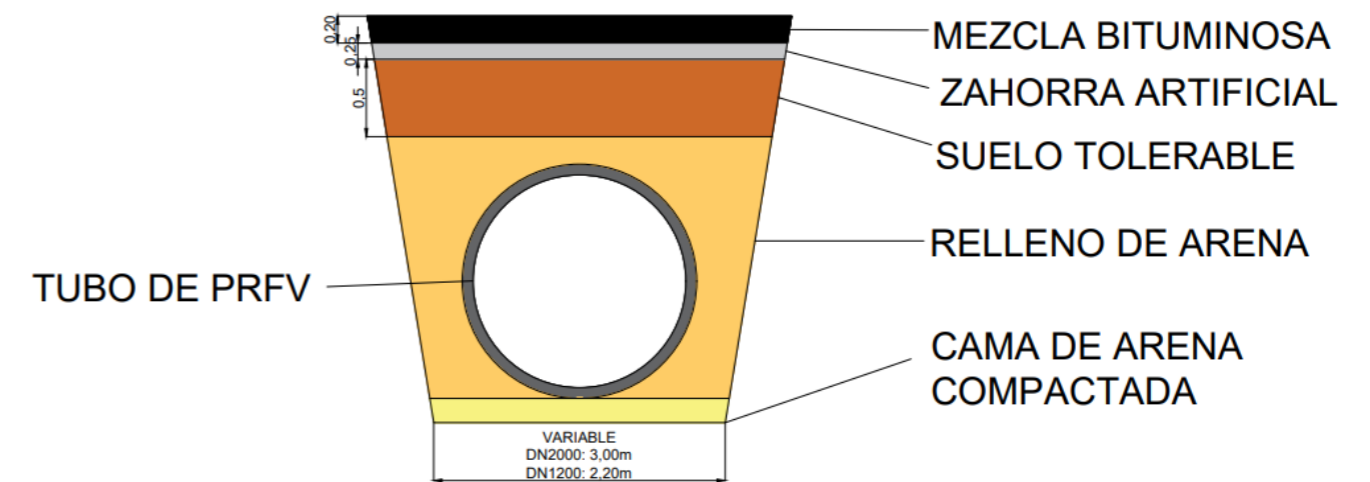


Figura 14 – Diseño de la zanja.



ANTEPROYECTO DEL TRAMO DE CARRETERA N-232 A SU PASO POR HÍJAR (TERUEL). MODELADO BIM



6. Valoración económica de la obra.

UNIDAD DE OBRA	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
FRESADO DE FIRME POR SECCIÓN COMPLETA EN CALIENTE. CARGA, DESCARGA Y BARRIDO. TRANSPORTE A VERTEDERO O PLANTA DE RECICLAJE.	m2	5374.43	4.51	24,238.68 €
EXCAVACIÓN DE LA ZANJA PARA COLECTOR DE 1200MM. INCLUYE ACOPIO DEL MATERIAL EXCAVADO PARA SU FUTURA UTILIZACIÓN.	m3	138.57	27.37	3,792.66 €
EXCAVACIÓN DE LA ZANJA PARA COLECTOR DE 2000MM. INCLUYE ACOPIO DEL MATERIAL EXCAVADO PARA SU FUTURA UTILIZACIÓN.	m3	4436.22	32.33	143,422.99 €
RELLENO Y COMPACTACIÓN PRINCIPAL DE ZANJAS PARA INSTALACIONES, CON TIERRA DE LA PROPIA EXCAVACIÓN AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO MEDIANTE EQUIPO MANUAL	m3	914.958	2.31	2,113.55 €
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE POLIESTER (PRFV) DE RED DE PLUVIALES, DE SECCIÓN CIRCULAR Y UNIÓN POR MANGUITO, DE 1200 MM DE DIÁMETRO Y RIGIDEZ 5000N/M2.	ml	35.83	537.85	19,271.17 €
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE POLIESTER (PRFV) DE RED DE PLUVIALES, DE SECCIÓN CIRCULAR Y UNIÓN POR MANGUITO, DE 2000 MM DE DIÁMETRO Y RIGIDEZ 5000N/M2.	ml	728.69	696.25	507,350.41 €
SUMINISTRO, COLOCACIÓN, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN DE ZAHORRA ARTIFICIAL, MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE JUNTO BETUN ASFALTICO Y RIEGOS DE IMPRIMACION Y ADHERENCIA, PUESTA EN OBRA, EXTENDIDO Y COMPACTADO.	ml	767.78	510.38	391,859.56 €
SEGURIDAD Y BALIZAMIENTO DE LA ZONA.	ml	767.78	8.35	6,410.96 €
ARQUETA PARA ALOJAMIENTO DE CONEXIÓN DE COLECTORES, CONSTRUIDA CON FÁBRICA DE LADRILLO MACIZO, SOBRE BASE DE HORMIGÓN.	ud	1	35588.13	35,588.13 €
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLAS, DE LA RED DE DRENAJE DE PLUVIALES. INCLUYE SUMIDEROS Y CONEXIÓN DE TUBERÍAS PARA DISTRIBUCIÓN AL COLECTOR PRINCIPAL.	ud	49	2027.39	99,342.11 €
MARCA VIAL TERMOPLASTICA DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE EN TRAVESIA, INCLUIDOS, EJECUCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE.	m	2320	15.62	36,238.40 €
MARCA VIAL TERMOPLASTICA DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE EN TRAVESIA, EN SIMBOLOS Y CEBREADOS, INCLUYEN MATERIALES Y PREMARCAJE.	m2	160	27.74	4,438.40 €
MANTENIMIENTO DE SERVICIO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE TRAVESÍA, CONEXIONES A DOMICILIOS Y DEPÓSITOS, DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	ud	1	123500	123,500.00 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD CON LAS CORRESPONDIENTES VISITAS A OBRA	ud	1	9450	9,450.00 €
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	ud	1	13500	13,500.00 €
			PEM	1,420,517.02 €
			PBL (19%)	1,690,415.26 €
			PRESUPUESTO TOTAL	2,045,402.46 €



7. Conclusión

Se puede decir con toda seguridad, que la solución proyectada soluciona el problema de drenaje que presenta la travesía de estudio. El cambio de rasante, junto con una eficaz red de drenaje permite la correcta evacuación de la escorrentía superficial que se produce en la carretera, además de las aguas que llegan de la parte de mayor cota del valle.

Destacamos que, pese a no hacer valoración económica, la solución propuesta no contempla grandes movimientos de tierra (desmontes y terraplenes), lo que abarata el presupuesto de la obra.