



## Trabajo Fin de Grado

Geomorfología, geodiversidad y riesgos en el río  
Seco (cuenca del río Martín, Teruel)

Autor/es

Iván Noguera Corral

Director/es

Alfredo Ollero Ojeda

Geografía y Ordenación del Territorio

Facultad de Filosofía y Letras  
2015/2016

## **Agradecimientos**

En primer lugar quisiera dar las gracias a todas aquellas personas que han colaborado de forma directa o indirecta en la elaboración este estudio, ya que sin su ayuda esto no habría sido posible:

A mis familiares y amigos y a todo aquellos que me ayudaron a realizar todo el trabajo de campo, porque sin duda alguna que ha sido una de las partes más duras, pero también una de las piezas clave de este proyecto.

A José Ramón Sánchez Puertas, técnico de la CHE, quien me facilito la difícil tarea de buscar datos acerca del río Seco proporcionándome gran cantidad de información.

A José Luis Ferrer, alcalde de La Hoz de la Vieja, por facilitarme los datos acerca de la población del municipio. Y en general a todos los vecinos del pueblo por compartir conmigo sus vivencias y proporcionarme información de gran utilidad.

A Pedro Duarte Yago, amigo y compañero, por formar parte de este proyecto y ofrecerme su ayuda siempre que la he necesitado. Sin duda que este trabajo también es tuyo.

A Luis Alberto Longares, por ayudarme a identificar algunas de las muchas especies vegetales de la cuenca el río Seco.

A Miguel Sánchez Fabre, por su buena predisposición y amabilidad siempre que he necesitado ayuda o cualquier tipo de información. Sin duda que tus consejos me han sido de gran ayuda.

Y sobre todo a Alfredo Ollero Ojeda, tutor del proyecto, por acceder a dirigir este trabajo y compartir sus conocimientos conmigo. Así como por su interés e implicación en este proyecto de principio a fin, y por ayudarme en todo lo posible y más. Muchas gracias.

## Resumen

Los ríos efímeros se encuentran entre los cursos fluviales menos estudiados en los ámbitos científico y técnico. Sin embargo, no sólo representan un elemento de interés por su propio valor intrínseco, sino también por su problemática vinculada a los eventos de crecidas relámpago que generan situaciones de riesgo para la población. En el presente trabajo se aplica una propuesta metodológica hidrogeomorfológica al estudio de cursos efímeros, en concreto sobre el caso particular del río Seco (cuenca del río Martín, Teruel). Es un curso fluvial que destaca por su diversidad geomorfológica y que asistió a una crecida relámpago muy notable en 2013. Se ha realizado una detallada caracterización hidrogeomorfológica, aplicada al riesgo y a su representatividad y geodiversidad como curso efímero en la cuenca del Ebro.

## Abstract

The ephemeral rivers are between the least studied watercourses in both scientific and technical areas. However, they are not just an element of interest because of their intrinsic value but also for its problems related to the flash floods events which generates risk situations for the population. In the following work, a hydrogeomorphological methodological proposal will be applied to the ephemeral water courses study, in particular about the particular case of the Seco river (the Martín river basin, Teruel). It is a river course which is characterized by its geomorphological diversity and it assisted a very remarkable flash flood in 2013. A detailed hydrogeomorphological characterization has been made, applied to its risk and its representation and geodiversity as an ephemeral water course in the Ebro basin.

**Palabras clave:** Sistema fluvial - Río efímero - Cuenca hidrográfica - Geodiversidad - Geomorfología fluvial - Dinámica fluvial - Bankfull - Peligrosidad - Vulnerabilidad - Riesgo - Crecida - Inundación fluvial - SIG (Sistemas de información Geográfica)

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Área de estudio.....	2
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Conceptualización.....	6
1.5 Antecedentes.....	8
1.6 Plan de trabajo.....	9
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	11
2.1 Trabajo de gabinete.....	11
2.1.1 Análisis de cuenca mediante el uso de las herramientas SIG.....	11
2.1.2 Análisis de las variables hidrológicas.....	13
2.1.3 El uso de los datos LIDAR en la simulación de crecidas.....	14
2.2 Tratamiento de los datos hidrológicos.....	16
2.3 Tramificación y aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica del MAGRAMA.....	17
2.4 Trabajo de campo y de laboratorio.....	18
2.4.1 Secciones.....	18
2.4.2 Aplicación del protocolo del MAGRAMA.....	18
2.4.3 Sedimentos.....	19
<b>3. RESULTADOS</b> .....	21
3.1. Caracterización de la cuenca.....	21
3.1.1 Factores condicionantes del comportamiento hidrológico.....	21
3.1.1.1 Clima.....	21
3.1.1.2 Pendientes.....	23
3.1.1.3 Litología.....	25
3.1.1.4 Vegetación y usos.....	29

3.1.2 Variables morfométricas de la cuenca.....	31
3.1.2.1 Variables topológicas.....	31
3.1.2.2 Variables de longitud de los cauces.....	34
3.1.2.3 Variables de intensidad fluvial.....	35
3.1.2.4 Variables geométricas de la cuenca.....	36
3.1.2.5 Variables del relieve.....	36
3.1.3 Comportamiento hidrológico: un análisis comparativo del río Martín y el río Seco.....	39
3.1.3.1 Caudalosidad.....	39
3.1.3.2 Variación estacional.....	40
3.1.3.3 Irregularidad interanual.....	42
3.1.3.4 Fenómenos externos.....	43
3.1.3.4.1 Crecidas.....	43
3.1.3.4.2 Estiajes.....	46
3.1.3.5 Similitudes en el comportamiento hidrológico del río Martín y el río Seco.....	47
3.2 Crecidas históricas del río Seco.....	48
3.2.1 Referencias históricas.....	49
3.2.2 Crecida de 1915-1913.....	49
3.2.3 Crecida de 1945.....	49
3.2.4 Crecida de 2013.....	50
3.3 Caracterización hidrogeomorfológica del río Seco.....	55
3.3.1 Aplicación del protocolo del MAGRAMA.....	55
3.3.1.1 Tramo de Armillas-Hoz.....	57
3.3.1.2 Tramo urbano de La Hoz de la Vieja.....	67
3.3.1.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja.....	78
3.3.1.4 Tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja.....	88
3.3.1.5 Tramo del cañón de Josa.....	98

3.3.1.6 Tramo del valle abierto de Josa.....	109
3.3.1.7 Tamo de los estrechos del río Sus.....	119
3.3.1.8 Tramo del valle abierto de Oliete.....	130
3.3.1.9 Tramo del estrecho de Oliete.....	140
3.3.1.10 Tramo de la desembocadura del río Seco.....	150
3.3.1.11 Caracterización general de los tramos.....	160
3.3.2 Secciones transversales del cauce.....	163
3.3.2.1 Tramo de Armillas-Hoz.....	164
3.3.2.2 Tramo urbano de La Hoz de la Vieja.....	167
3.3.2.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja.....	183
3.3.2.4 Tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja.....	187
3.3.2.5 Tramo del cañón de Josa.....	188
3.3.2.6 Tramo del valle abierto de Josa.....	190
3.3.2.7 Tamo de los estrechos del río Sus.....	195
3.3.2.8 Tramo del valle abierto de Oliete.....	197
3.3.2.9 Tramo del estrecho de Oliete.....	199
3.3.2.10 Tramo de la desembocadura del río Seco.....	200
3.3.3 Análisis de sedimentos.....	204
3.3.3.1 Tramo de Armillas-Hoz.....	205
3.3.3.2 Tramo urbano de La Hoz de la Vieja.....	207
3.3.3.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja.....	209
3.3.3.4 Tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja.....	210
3.3.3.5 Tramo del cañón de Josa.....	211
3.3.3.6 Tramo del valle abierto de Josa.....	212
3.3.3.7 Tamo de los estrechos del río Sus.....	214
3.3.3.8 Tramo del valle abierto de Oliete.....	215
3.3.3.9 Tramo del estrecho de Oliete.....	216

3.3.3.10 Tramo de la desembocadura del río Seco.....	217
<b>4. INTERPRETACIÓN, APLICACIÓN Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>220</b>
4.1 Interpretación del funcionamiento fluvial.....	220
4.2 Aplicación al diagnóstico de peligrosidad y riesgo.....	223
4.2.1 Peligrosidad.....	224
4.2.2 Exposición.....	229
4.2.3 Riesgo.....	231
4.2.4 Factores intensificadores.....	233
4.2.5 Propuestas de gestión.....	234
4.3 Aplicación a la puesta en valor de los ríos efímeros: geodiversidad, biodiversidad y enclaves singulares.....	235
4.4 Discusión.....	248
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>250</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>252</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>258</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Los ríos efímeros son sistemas fluviales en los que solo circula agua superficialmente de manera esporádica o pasajera. Este carácter temporal queda reflejado en el propio origen del término efímero, que proviene de la palabra griega *ephémeros* (lo que solo dura un día). Por ello, este tipo de ríos presenta un funcionamiento fluvial restringido, ya que su actividad fluvial se limita principalmente a los momentos en los que se registra un episodio de precipitaciones. Podrían darse multitud de definiciones acerca de lo que entendemos por un río efímero, pudiendo ser todas ellas correctas, ya que no hay una única interpretación. En España, la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), definida por la Orden ARM 2656/2008, define los ríos efímeros como “*cursos fluviales en los que, en régimen natural, tan sólo fluye agua superficialmente de manera esporádica, en episodios de tormenta, durante un periodo medio inferior a 100 días al año*”. En Estados Unidos se considera río efímero el que lleva agua en menos del 10% de los días del año (Sutfin, 2013).

En el ámbito peninsular de clima mediterráneo caracterizado por unas precipitaciones muy irregulares, en cantidad y distribución a lo largo del tiempo, estos cursos fluviales son muy numerosos. De hecho existen numerosos ríos en España con la denominación de “Seco”, especialmente en aquellas zonas de la Península Ibérica como la Región de Murcia o la Comunidad Valenciana con un clima más extremo, donde los cursos fluviales presentan un comportamiento mucho más torrencial.

Mediante el presente estudio se pretende llevar a cabo un análisis de detalle de la cuenca hidrográfica del río Seco (afluente del Martín, provincia de Teruel) desde un punto de vista geomorfológico, poniendo en resalte su geodiversidad y su valor como curso efímero. Utilizando este caso de estudio concreto, se pretende también alcanzar una propuesta metodológica aplicable para la caracterización hidromorfológica de ríos efímeros. Otro aspecto de especial interés en este tipo de cursos fluviales de un funcionamiento torrencial es su peligrosidad, y por ello también se analizará desde esa perspectiva geomorfológica el riesgo de inundación en la cuenca del río Seco.

El carácter temporal de la hidrología de este tipo de ríos produce un comportamiento muy irregular e imprevisible, lo que constituye un claro factor de riesgo. De ahí la problemática, que puede darse en núcleos de población que se encuentran atravesados o próximos a estos cursos fluviales.

A pesar de ello, este tipo de cursos no ha sido todavía ampliamente estudiado. Los trabajos de carácter científico de mayor relevancia realizados en ríos efímeros han sido llevados a cabo en ramblas valencianas y murcianas, pero no hay trabajos específicos en Aragón. Por todo ello y por su interés y valor intrínseco, este estudio pretende aportar su pequeño granito de arena e intentar ayudar a conocer un poco mejor este tipo de ríos tan representativos del clima mediterráneo y de la Península Ibérica.

## 1.1 Justificación

El interés de este estudio surge a partir del episodio de crecida que se produjo el 3 de Agosto del 2013 en la cuenca del río Seco. Esta avenida afectó a los municipios de la Hoz de la Vieja, donde se produjeron cuantiosos daños materiales, y al municipio de Oliete, donde por desgracia se produjo una pérdida humana. Aunque este no es el único precedente que encontramos en la zona, ya que en 1945 se produjo una gran crecida que se estima (López Bustos, 1981) que pudo alcanzar los  $650 \text{ m}^3/\text{s}$ . El carácter torrencial de este sistema fluvial y la existencia de importantes antecedentes a lo largo del tiempo son una muestra de peligrosidad, que sin duda se pone de manifiesto en la situación de riesgo de los municipios por los que pasa.

Otro aspecto por el cual se ha decidido trabajar este río es su gran geodiversidad, ya que en un espacio relativamente reducido encontramos todo tipo de litologías, formaciones y morfologías fluviales, lo que lo dota sin duda alguna de un gran atractivo e interés científico. A pesar de que puede ser percibido por parte de la población como un río “muerto” y sin ningún tipo de valor, el río Seco es tremadamente interesante, desde el punto de vista geomorfológico y puede considerarse representativo de los cursos efímeros de nuestra región, destacando entre ellos por esa elevada diversidad y complejidad de tramos. Además, la ausencia de estudios previos y la dificultad para encontrar información previa, también han supuesto en este caso un aliciente a la hora de decidir abordar este estudio.

Este interés en sí mismo del río Seco y su carácter representativo como río efímero, hacen también que pueda servir como modelo para la aplicación de un protocolo de caracterización hidromorfológica (MAGRAMA, 2015) que está todavía en fase de estudio y borrador, para ver si dicho protocolo se adapta o no a este tipo de cursos fluviales.

## 1.2 Área de estudio

De acuerdo con la documentación del Plan Hidrológico del río Martín (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2004), el río Seco nace a partir del Barranco de los Calderones situado entre los municipios de Cortes de Aragón (Cuenca Minera, Teruel) y Muniesa (Cuenca Minera, Teruel), y desemboca en el río Martín aguas arriba de Oliete, constituyendo la masa de agua 132 de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, clasificada como “río mineralizado de baja montaña mediterránea”, con 11 km de longitud.

Ahora bien, es necesario considerar que el río Seco recibe un importante afluente, el río Sus, que por su entidad debe de configurar el cauce principal de la cuenca. Esto nos lleva a tener en cuenta como objeto de estudio este curso fluvial, cuyo nacimiento se encuentra cerca del núcleo de Armillas (Cuenca Minera, Teruel) y que en un primer tramo adquiere la denominación de río Armillas. Esto es algo fácilmente observable en campo e incluso desde imágenes satélite.

# Cuenca hidrográfica del río Seco

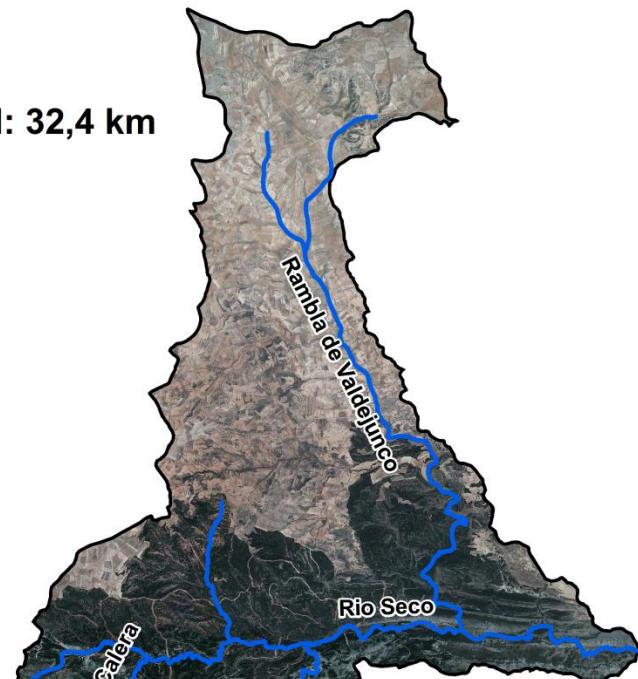
Longitud del cauce principal: 32,4 km

Superficie: 131,92 km<sup>2</sup>

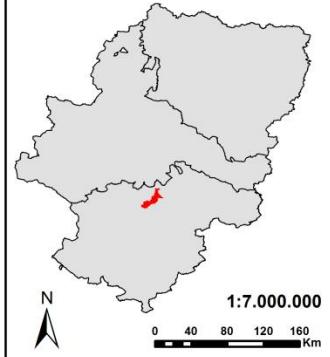
## Información complementaria

— Ríos

■ Núcleos de población



## Mapa de localización



Elaboración: Iván Noguera Corral  
Fuente: Instituto Geográfico Nacional

0 1.5 3 4.5 6 Km



676000,000000

680000,000000

684000,000000

688000,000000

692000,000000

1: 105.000

La cuenca hidrográfica del río Seco se localiza entre las comarcas de las Cuencas Mineras y de Andorra-Sierra de Arcos en la provincia de Teruel. Por su entidad es uno de los principales afluentes del río Martín, aunque sus aportaciones de caudal son muy irregulares y se limitan a unos pocos días a lo largo del año. El cauce principal de la cuenca del río Seco discurre a lo largo de algo más de 23 km desde su nacimiento junto al núcleo de Armillas hasta su desembocadura en el río Martín junto al núcleo de Oliete. A lo largo de su recorrido adquiere cuatro denominaciones diferentes:

- En la zona de la cabecera de la cuenca el cauce principal adquiere la denominación de **río de Armillas**, la cual mantiene hasta el Molino Bajo de la Hoz de la Vieja, donde se da un acusado encajonamiento del valle.
- En esta zona de encajamiento junto al Molino Bajo de la Hoz de la Vieja es donde el río adquiere la denominación **río de la Cantalera**, la cual mantendrá hasta el municipio de Josa.
- Tras pasar el pueblo de Josa el cauce principal adquiere la denominación de **río Sus**, la cual mantendrá hasta su confluencia con el río Seco.
- En la confluencia entre el río Sus y el río Seco el cauce principal adquiere la denominación de **río Seco**, aunque es el río Sus el que conforma el cauce principal de la cuenca y no el río Seco. Por lo que en realidad el río Seco debería de ser el afluente del río Sus y no al revés.

Sin embargo, se ha decidido en este trabajo utilizar la denominación de río Seco para toda la cuenca y todo el curso Armillas-Cantalera-Sus-Seco, por ser más conocida y así reconocida oficialmente por el organismo de cuenca. Así, el río Seco cuenta con una superficie de cuenca de casi 132 km<sup>2</sup> y una longitud de 32,4 km. En términos de caudal su aportación al Martín es inapreciable, ya que no presente un caudal superficial continuo, siendo sus aportaciones nulas salvo en momento de precipitaciones. A pesar de que no presenta un caudal continuo, encontramos ciertos puntos a lo largo del río Seco en los que es habitual encontrar agua circulando en ciertos períodos del año, aunque es una cantidad muy reducida. Pero durante los episodios de fuertes precipitaciones recoge las aportaciones de una densa red barrancos, por lo que se convierte en un tributario muy a tener en consideración, como demuestran los precedentes existentes de las crecidas del río Seco.

Los principales afluentes del sistema fluvial Armillas-Cantera-Sus-Seco son el Barranco del Vadiello, el Barranco del Salobre, el Barranco del Júncaro y la Rambla de Valdejuncos. Ninguno presenta caudales circulantes continuos. En suma, toda la red fluvial presenta un funcionamiento hidrológico efímero.

A lo largo de su recorrido el cauce principal de la cuenca del río Seco presenta unas morfologías muy diversas tanto en su cauce como en su valle, lo que se explica en buena medida por la presencia de diferentes litologías que responden de manera

totalmente diferente ante la acción fluvial. Esto hace posible que el río Seco presente una gran geodiversidad en sus poco más de 23 km de recorrido, siendo este su rasgo más distintivo.

La cuenca del río Seco cuenta con una muy escasa presión antrópica, con solo dos núcleos de población habitados, ya que actualmente no hay ningún habitante que viva de manera continua en el núcleo de Armillas. Estos dos núcleos poblacionales son **La Hoz de la Vieja** con 81 habitantes (INE, 2014) y **Josa** con 36 habitantes (INE, 2014), por lo que la población de la cuenca es de 117 habitantes y la densidad de 0,89 hab/km<sup>2</sup>. Además tampoco hay usos de suelo ni obras hidráulicas que generen efectos significativos sobre el cauce o que modifiquen la dinámica fluvial de río.

### 1.3 Objetivos

El objetivo general del trabajo es adaptar una metodología geomorfológica a ríos efímeros, aplicándola a un caso de estudio representativo, el río Seco, de máximo interés por su geodiversidad y situaciones de riesgo.

De este objetivo general emanan otros específicos:

- **Analizar cada uno de los factores condicionantes del comportamiento hidrológico de la cuenca del río Seco, así como las posibles relaciones existentes entre cada uno de ellos.**
- **Caracterizar el régimen hídrico del río Seco, así como los cuatro elementos principales del régimen hídrico: caudalosidad, fenómenos extremos (crecidas y estiajes), variación estacional e irregularidad interanual**
- **Analizar la peligrosidad del Río Seco desde la perspectiva de la geomorfología, estudiando el caso concreto de la situación de riesgo del núcleo de La Hoz de la Vieja.**
- **Determinar la adecuación o no del protocolo de caracterización hidromorfológica del Ministerio para ríos efímeros y de escaso recorrido como el río Seco, así como caracterizarlo desde el punto de vista hidromorfológico.**
- **Analizar desde el punto de vista morfológico y jerárquico la cuenca del río Seco mediante la utilización de cinco variables: variables topológicas, de longitud de los cauces, de relieve, de intensidad fluvial y de geometría de la cuenca**
- **Poner en valor la geomorfología y geodiversidad de los ríos efímeros en general y del Seco en particular.**

## 1.4 Conceptualización

Antes de entrar en lo que es propiamente el contenido del trabajo, es interesante e importante llevar a cabo una breve conceptualización de aquellos aspectos de especial relevancia dentro de este estudio. Estos conceptos constituyen las palabras clave del trabajo. La geomorfología es la pieza angular entorno a la cual vamos a trabajar el análisis del río Seco. Se definen a continuación conceptos de especial relevancia para la temática desarrollada en este trabajo.

- **Sistema fluvial:** es un sistema hidrogeomorfológico abierto, dinámico y complejo, con múltiples variables, elementos, procesos y relaciones causa-efecto. Junto con el sistema de vertientes y el sistema litoral conforma toda la geomorfología continental.
- **Río efímero:** cursos fluviales en los que, en régimen natural, tan sólo fluye agua superficialmente de manera esporádica a raíz de precipitaciones intensas o prolongadas, durante unas horas o unos pocos días. En las definiciones oficiales se establecen un número de días al año (menos de 100, por ejemplo en España).
- **Cuenca hidrográfica:** superficie de terreno bien definida y muy claramente delimitada topográficamente (divisorias de aguas), en cuyo interior hay una gran cantidad de componentes bióticos/abióticos (ambientales) que están interconectados entre ellos. Estos componentes ambientales condicionan el comportamiento hidrológico de la cuenca. Está definido por una entrada de agua a partir de las precipitaciones y por un movimiento del agua a través de los diferentes procesos hidrológicos y a través de un conjunto de cursos fluviales que integran la red fluvial/de drenaje. Esos cursos fluviales conducen no solamente el agua, sino también una serie de materiales sólidos hasta un punto de salida único o desembocadura.
- **Geodiversidad:** es la diversidad geológica y geomorfológica de un territorio, entendida como la variedad de rasgos geológicos presentes en un lugar, identificados tras considerar su frecuencia, distribución y cómo éstos ilustran la evolución geológica y el funcionamiento geomorfológico del mismo (Carcavilla et al., 2008).
- **Geomorfología fluvial:** ciencia que analiza los procesos de erosión, transporte y sedimentación, las formas de relieve del río y la variable sólida (sedimentos) en el funcionamiento fluvial. La geomorfología fluvial es también el objeto de estudio, es decir, las formas de relieve del río y sus procesos
- **Dinámica fluvial:** disciplina científica, integrada en la Geomorfología Fluvial e interactuante con otras disciplinas fluviales, que pone el acento en los procesos, en la gradación espacial y en la evolución temporal de los ríos. Los propios

procesos geomorfológicos y las morfologías del cauce intervienen en la dinámica espacio-temporal en cada punto, siendo a la vez consecuencia y causa de la propia dinámica. La dinámica fluvial necesita conectividad longitudinal, transversal y vertical

- **Bankfull:** es la línea que une la parte más alta de cada una de las orillas del cauce, es decir, el umbral de desbordamiento. Normalmente este nivel está bien marcado por un cambio en la pendiente de cada orilla, ya que ha sido modelado o labrado por las crecidas más frecuentes del sistema fluvial.
- **Peligrosidad:** fenómeno o proceso de carácter natural que puede originar daños a una comunidad, a sus actividades o al propio medio ambiente. Se mide como probabilidad de ocurrencia.
- **Vulnerabilidad:** la vulnerabilidad es la fragilidad o el grado de daño esperado ante la exposición a un peligro por parte de un grupo humano. Los usos del suelo, la tipología de actividades socioeconómicas, la calidad de los materiales con los que se construyen las infraestructuras, la densidad de población, el nivel cultural y tecnológico, la existencia o no de propuestas de evacuación, y un largo etcétera, son ejemplos de aspectos que influyen en la vulnerabilidad.
- **Riesgo:** el concepto de riesgo es antrópico, pues no hay riesgo sin presencia humana. Sin esta un proceso natural no puede dar lugar a riesgo por violento que sea; será simplemente un proceso natural. Es un problema de interacción entre la naturaleza y la sociedad humana, de adaptación del ser humano a la peligrosidad natural. El riesgo es variable y mutable en el tiempo y en el espacio, como lo son los niveles de civilización de las distintas sociedades, y lo que para cada una de ellas puede calificarse de riesgo.

### **Riesgo = Peligrosidad x Vulnerabilidad**

- **Crecida:** es un proceso natural sin periodicidad constituido por un incremento importante y generalmente repentino de caudal en un curso fluvial. Lleva consigo un ascenso del nivel de la corriente, que puede desbordar el cauce menor para inundar progresivamente el cauce mayor, hasta alcanzar un máximo o punta de caudal y descender a continuación. El incremento de caudal supone un notable incremento de la energía conducida por el río, lo que genera consecuencias ambientales muy diferentes a las de los procesos de escorrentía normal.
- **Inundación fluvial:** se produce cuando una crecida supera el umbral de desbordamiento y se expande fuera del cauce menor, cubriendo el cauce mayor o llanura de inundación. Es un sistema natural de auto-regulación por desbordamiento de la energía de la crecida.

- **SIG (Sistemas de información Geográfica):** es un potente equipo instrumental para la recogida, almacenamiento, recuperación, transformación y representación de datos espaciales relativos al mundo real.

## 1.5 Antecedentes

Los ríos efímeros han contado con escasa atención en estudios científicos y técnicos, a pesar de su notable dinámica geomorfológica, complejidad y variabilidad espacio-temporal.

En el ámbito anglosajón destacan los trabajos de la investigadora Janet Hooke (University of Liverpool), que analiza los efectos geomorfológicos de eventos extremos (Hooke y Mant, 2000; Sandercock et al., 2007; Hooke, 2007, Sandercock y Hooke, 2011, Marchamalo et al., 2014, Hooke, 2016), habiendo trabajado principalmente en el Sureste de la Península Ibérica. En Colorado State University se ha iniciado una línea de trabajo para la clasificación y caracterización geomorfológica de cursos efímeros (Sutfin, 2013, Sutfin et al., 2014). También en Australia (Tooth, 2000; Tooth and Nanson, 2011). Libros colectivos como Bull y Kirkby (Eds., 2002).

En el Sur de Italia los cursos efímeros reciben el nombre de “fiumara” y han sido estudiados por Sabato y Tropeano (2004) y Bombino et al. (2011).

En España se ha trabajado principalmente desde la Geografía en las universidades de Valencia y Murcia. En Valencia, a partir del trabajo pionero de Mateu et al. (1988), destacan las tesis doctorales de Segura (1990) y Camarasa (1995) y sus trabajos posteriores (Camarasa y Segura, 2001, Segura, 2004, Camarasa et al., 2007, Camarasa y Soriano, 2008, 2012, Segura y Sanchís, 2013, Sanchis y Segura, 2014, Camarasa, 2016). Se enfocan principalmente sobre las crecidas y riesgos de inundación en este tipo de cursos de agua, del mismo modo que la tesis más reciente, desde la Ingeniería, de Salazar (2013). En Murcia se ha evolucionado también desde el análisis morfológico (Conesa, 1987) hasta los factores de peligrosidad y el impacto de las presas de retención (Conesa y García Lorenzo, 2009, 2010, 2011, 2014, García Lorenzo, 2010). Desde la Ecología también se han estudiado y puesto en valor las ramblas murcianas (Vidal-Abarca et al., coords, 2003, Gómez Cerezo et al., 2003, Vidal-Abarca y Suárez, 2006, Suárez y Vidal-Abarca, 2007, Suárez et al., 2010). También destacan los trabajos en Ecología de la Universidad de Almería (Pulido, 1993) y desde la Geología también en las ramblas del SE peninsular (Garzón et al., 2009, Ortega et al., 2009, 2014). En Cataluña cabe destacar los trabajos en la riera de Les Arenes (García García y Martín Vide, 2001)

Sobre aplicaciones de metodologías y protocolos geomorfológicos, la literatura internacional es muy abundante. Tan solo se va a hacer referencia aquí a los estudios más próximos, que han sido consultados para establecer la metodología del presente trabajo. El principal es el protocolo emitido a escala estatal (MAGRAMA, 2015) cuya

aplicación constituye una de las bases y objetivos del presente trabajo. Muy relacionado con él se encuentran protocolos y sistemas de valoración hidromorfológica anteriores desarrollados por el equipo de trabajo en el que se enmarca el presente trabajo (Ollero et al., 2004; Díaz y Ollero, 2005; Ballarín et al., 2006; Sánchez Fabre y Ollero, 2007; Ollero et al., 2007, 2011; Ollero, 2011).

No existen trabajos anteriores en el área de estudio desde una perspectiva hidrogeomorfológica, salvo el mencionado que hace referencia a la crecida de 1945 (López Bustos, 1981).

Entre la abundantísima bibliografía sobre crecidas relámpago y riesgos en cursos efímeros, se han consultado principalmente para el presente estudio los trabajos de Thompson y Croke (2013) y de Marchi et al. (2016).

## **1.6 Plan de trabajo**

A la hora de abordar este estudio, la primera tarea que se llevó a cabo fue la delimitación de los temas a tratar y la planificación de las tareas que se iban a realizar. Para ello se diseñó un plan de trabajo en el que establecieron 7 etapas bien diferenciadas:

- 1. Revisión bibliográfica:** en primer lugar se revisó la escasa información acerca del Río Seco. También se realizó una revisión de artículos científicos relacionados con la temática del estudio, como los señalados en el apartado anterior.
- 2. Diseño del índice de trabajo:** una tarea fundamental fue el diseño de un primer índice en el que se establecieron cuales iban a ser los temas a tratar en el trabajo y la forma en la que estos iban a ser tratados. Este índice fue posteriormente revisado y reestructurado en varias ocasiones junto con la supervisión del tutor.
- 3. Trabajo de campo:** debido a la falta de datos en la zona de estudio fue necesario obtener datos propios mediante la realización de multitud de mediciones de campo y recogida de muestras. Para ello se elaboró una plantilla en la que se recogían todos aquellos aspectos a considerar a la hora de realizar las mediciones. Las mediciones de campo se llevaron a cabo en una serie de puntos de muestreo, los cuales fueron seleccionados de manera que fueran lo más representativos posibles. En este aspecto hay que señalar que la inexistencia de datos y la falta de accesibilidad de la zona, hicieron necesaria la dedicación de un buen número de horas para desempeñar estas funciones.
- 4. Trabajo de laboratorio:** una vez realizadas todas las mediciones y recogidas las muestras, estas fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Filosofía y Letras para su análisis y tratamiento.

5. **Trabajo de gabinete:** se centró especialmente en el tratamiento cartográfico, mediante el cual se realizaron diferentes tipos de análisis que permitieron obtener una gran cantidad de información acerca del Río Seco y su cuenca hidrográfica.
6. **Interpretación y resultados:** una vez se dispuso de los datos de campo, así como de toda la información obtenida a partir del análisis cartográfico de la zona, se comenzó a hacer las primeras interpretaciones y posteriormente a redactar los primeros resultados.
7. **Revisión final:** la última etapa en la elaboración de este estudio se dedicó a la redacción de las conclusiones obtenida a partir de los resultados del trabajo, así como a una revisión exhaustiva de todos los contenidos del trabajo.

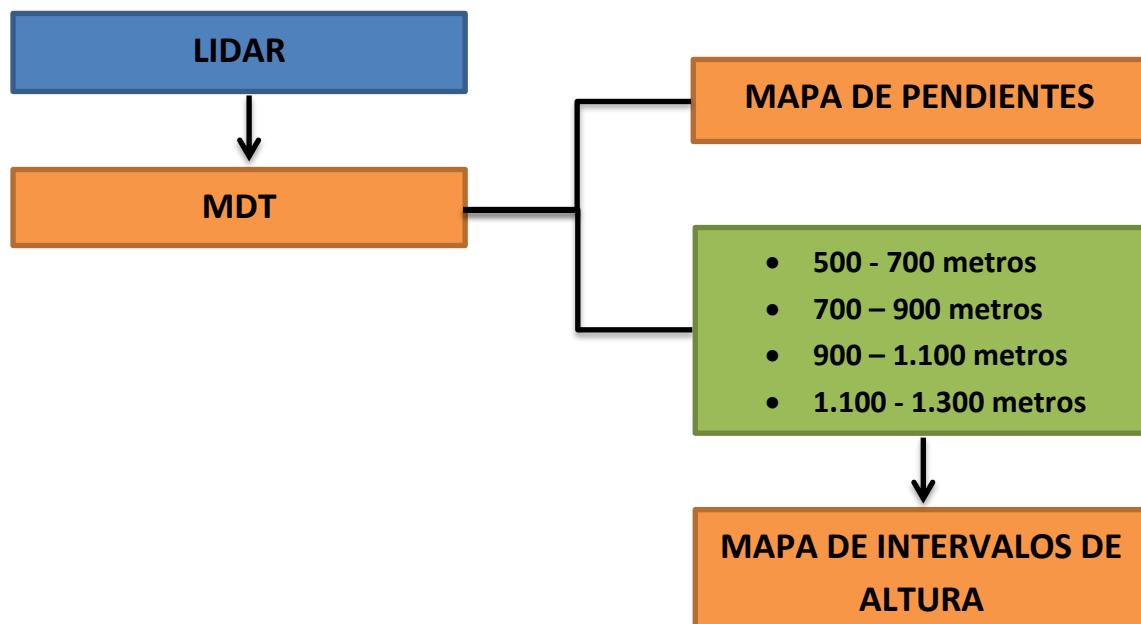
## 2. METODOLOGÍA

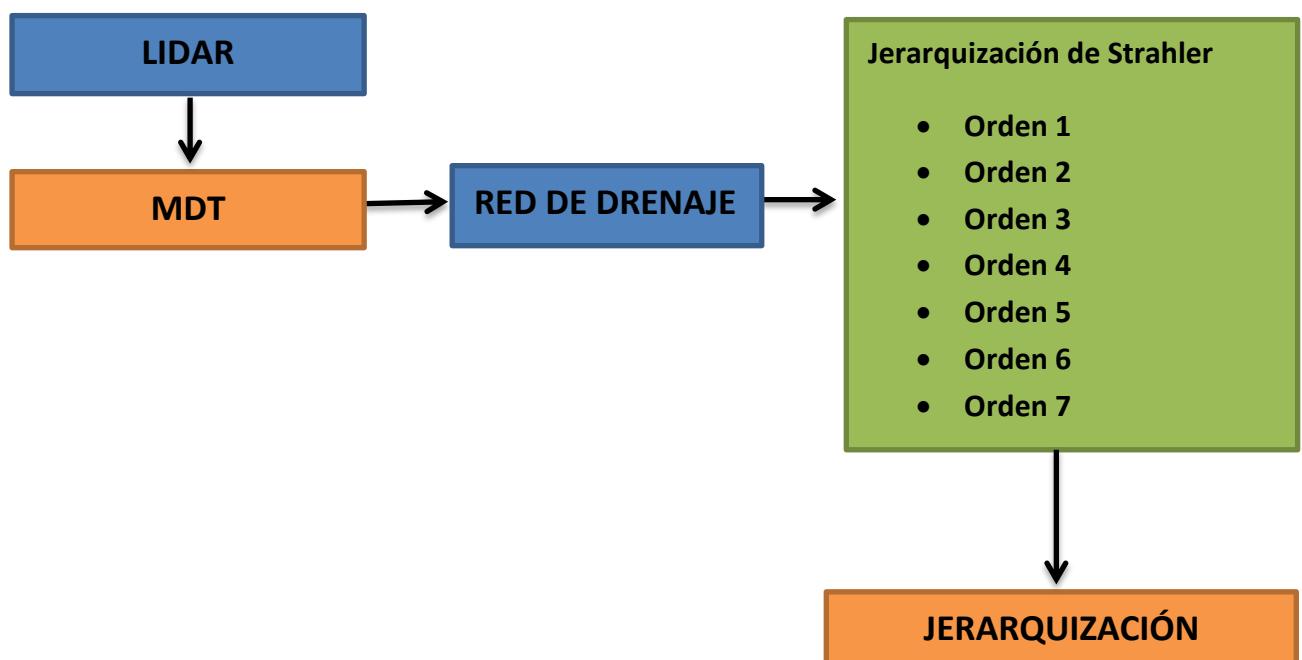
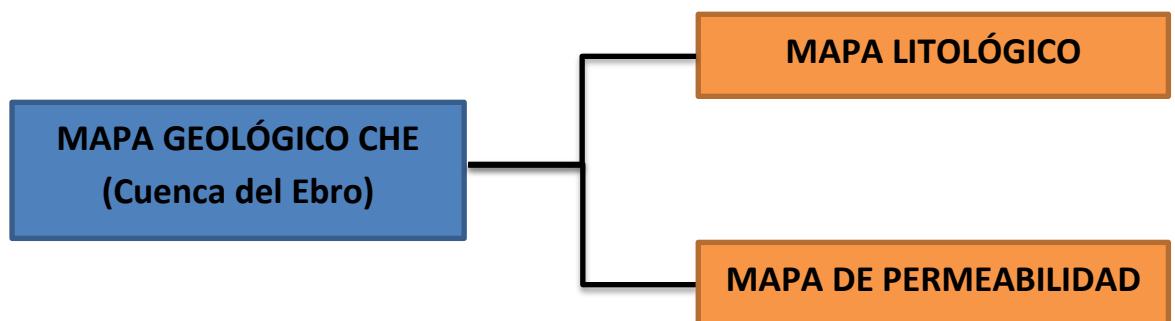
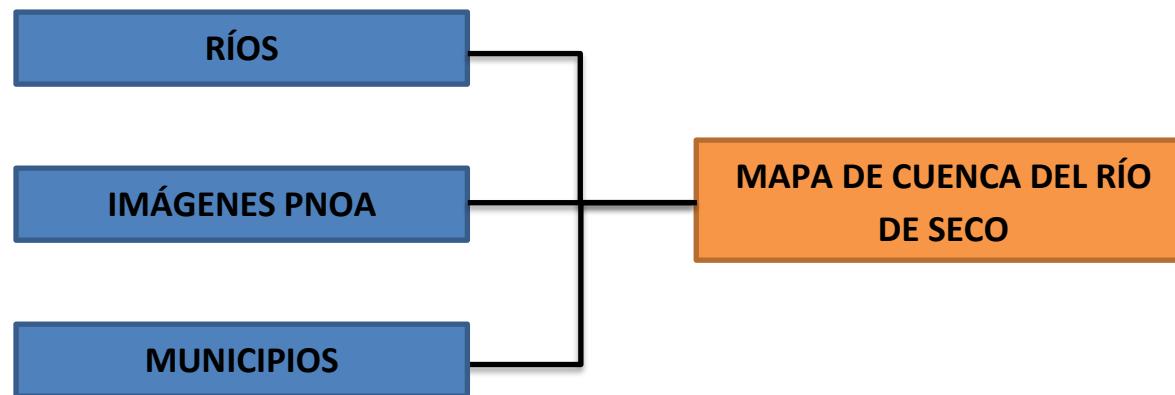
### 2.1 Trabajo de gabinete

#### 2.1.1 Análisis de cuenca mediante el uso de las herramientas SIG

A la hora de llevar a cabo el análisis de la cuenca hidrográfica del Río Seco se hizo uso de las herramientas SIG. El uso de este tipo de herramientas dentro de los estudios hidrológicos está cada vez más extendida, ya que permiten obtener de manera rápida y precisa todo tipo de información acerca de nuestra cuenca. Para llevar a cabo este análisis cartográfico se utilizaron los datos obtenidos de la página web del IGN (Instituto Geográfico Nacional), MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) y de la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro). Para el tratamiento de todos estos datos se hizo uso del software ArcMap 10.1, gracias al cual se han elaborado varios mapas de diferentes temáticas.

A continuación se presenta de forma sintética y esquemática el proceso metodológico que se ha seguido para realizar el análisis cartográfico de la cuenca del Río Seco, así como de todas las capas utilizadas para elaborar cada uno de los mapas.





La primera tarea que se abordó fue el delimitado de la cuenca a partir de sus divisorias de aguas. Para realizar esta delimitación se partió de la información publicada en el MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) correspondiente a las subcuenca de todo el territorio nacional, y se empleó también la capa de las curvas de nivel obtenida del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

Una vez establecidos los límites de la cuenca hidrológica se elaboraron los diferentes documentos cartográficos. Para ello se utilizó información obtenida principalmente del IGN (Instituto Geográfico Nacional), desde donde se obtuvieron las capas del BTN-BCN (ríos, curvas de nivel, núcleos de población...), el MDT-05, las imágenes del PNOA y el mapa del Corine Land Cover. En el caso del mapa litológico se obtuvieron las capas del mapa geológico de la CHE y se reestructuró y modificó parte de la leyenda para su mejor adecuación al área de estudio. En lo referente al mapa de usos del suelo se utilizó la información del Corine Land Cover, pero esta apenas se modificó, ya que la propia leyenda del Corine Land Cover se adaptaba correctamente a la zona de estudio. Para la elaboración del mapa jerárquico se utilizó información LIDAR (creación de un MDT), a partir de la cual se editó una capa representando la red de drenaje y luego se realizó una jerarquización de esta a partir del método de Strahler.

Por último se realizaron una serie de mapas para contextualizar la localización de la cuenca del río Seco respecto a las variables climáticas: temperaturas medias, precipitaciones medias, balance hídrico y dominios climáticos. Estos mapas se elaboraron a partir de la cartografía del *Atlas Climático de Aragón* (2000).

### **2.1.2 Análisis de las variables hidrológicas**

Para el análisis las variables hidrológicas se utilizó la información obtenida a partir de la elaboración del mapa de Jerarquización (método de Strahler), así como de la información correspondiente a diferentes parámetros morfológicos de la cuenca del río Seco como el área, la anchura, la longitud de los cauces o el desnivel. Esta fue obtenida a partir del uso de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica). Las variables utilizadas para realizar el análisis morfológico de la cuenca del río Seco fueron las más comúnmente empleadas en el ámbito científico para la realización de estudios hidrológicos:

- **Variables de relieve**
- **Variables topológicas**
- **Variables de longitud de los cauces**
- **Variables de intensidad fluvial**
- **Variables de geometría de la cuenca**
- **Tiempos de concentración**

### 2.1.3 El uso de los datos LIDAR en la simulación de crecidas

Para llevar a cabo la simulación de crecidas se hizo uso del programa HEC-RAS, software desarrollado por *Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers* que permite hacer mediante el uso de las herramientas SIG una simulación de una inundación. Se hizo uso de los datos LIDAR (Light Detection and Ranging), estos nos permitieron crear un MDT de gran resolución que pudo servir de base para la simulación de la crecida.

Las nuevas tecnologías LIDAR permiten por medio de un sensor láser transportado estimar la altura de la superficie del terreno según el tiempo de retardo que lleva el rayo láser desde que es lanzado, se refleja por la superficie y se registra de nuevo por el sensor. Así se genera un modelo digital de alturas y no de superficie, mucho más preciso porque considera la existencia de edificios e infraestructuras (puentes, carreteras, etc.). (Domenech, 2009)

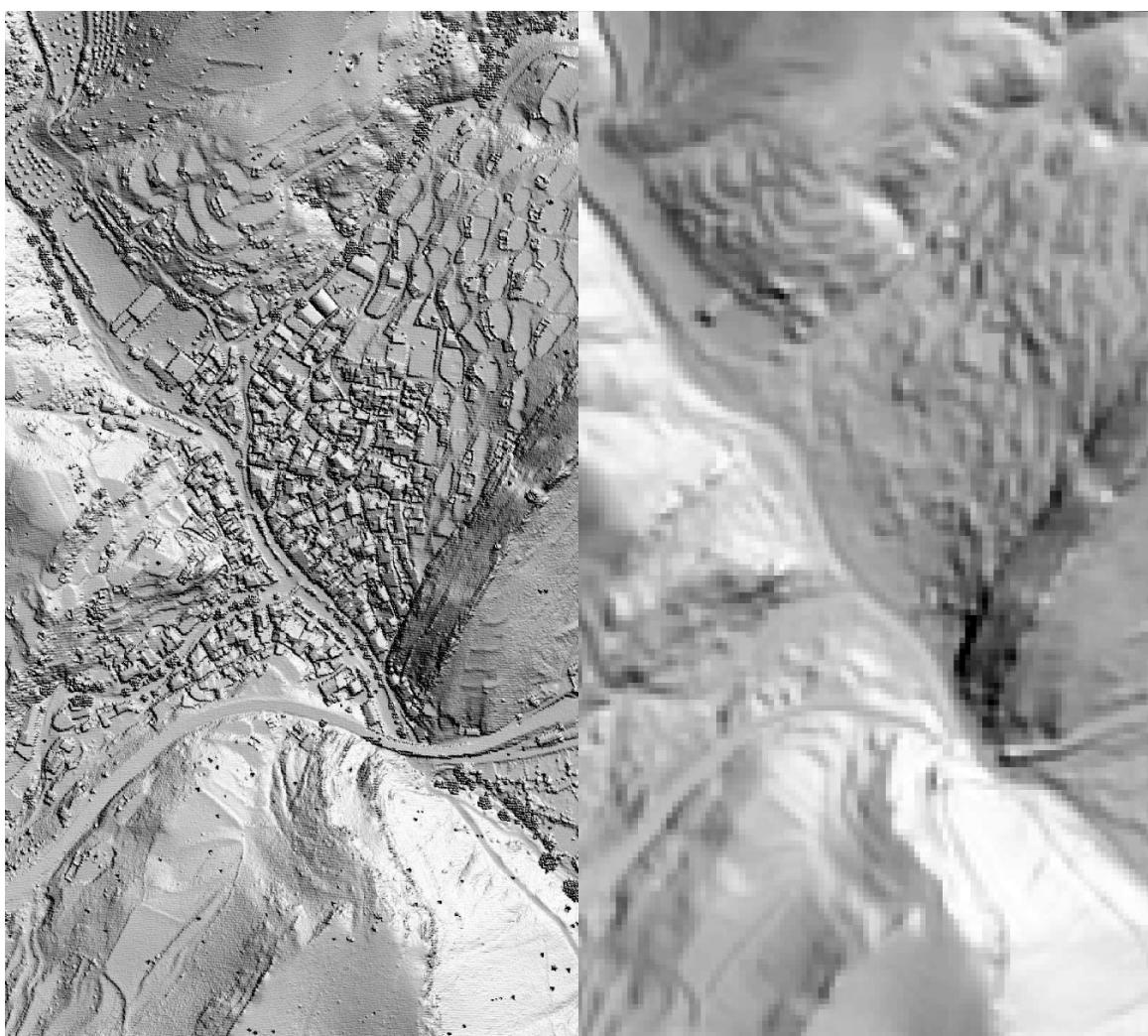


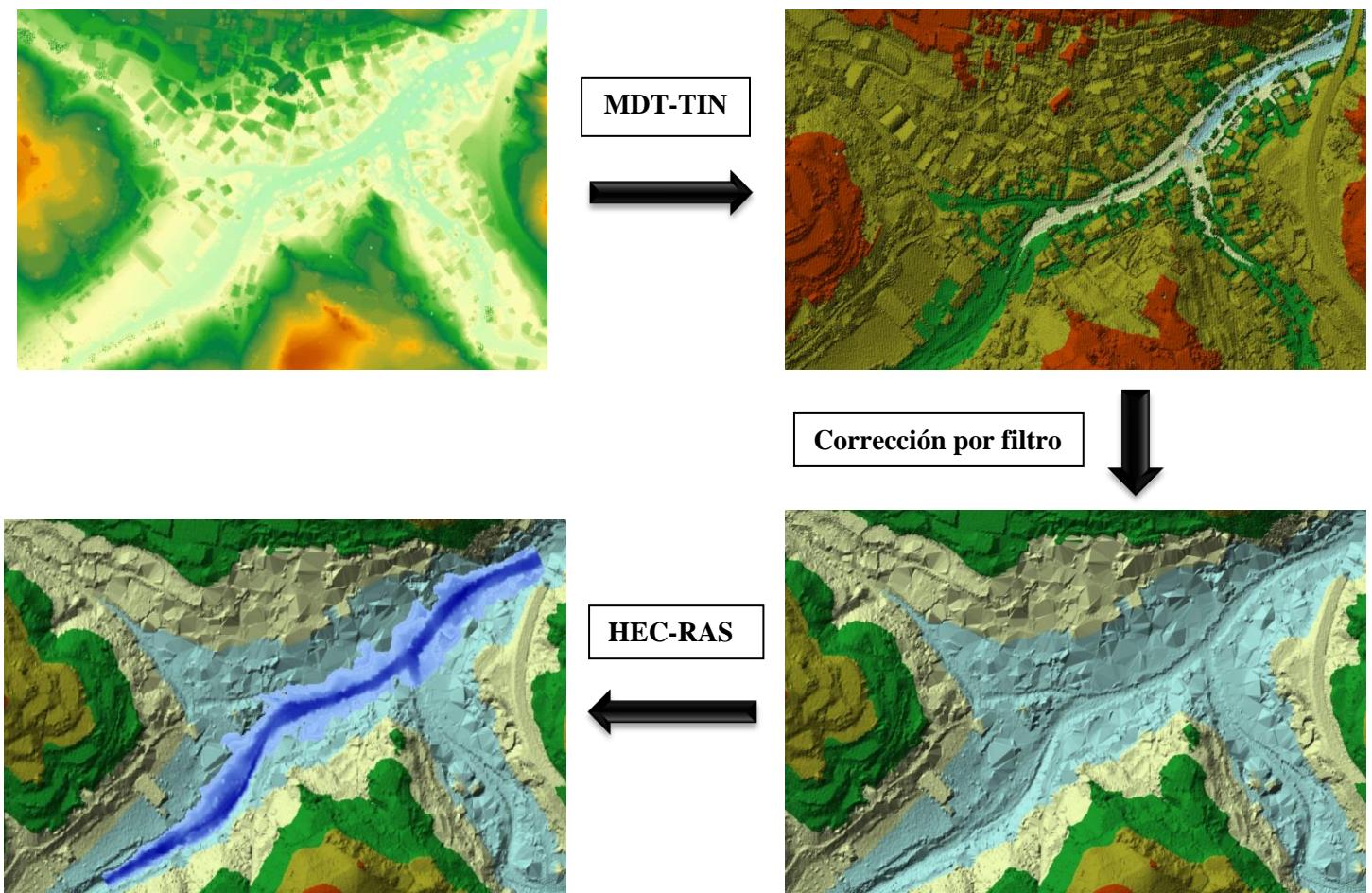
Figura: *Modelo de iluminaciones creado a partir de los datos LIDAR (imagen de la izquierda) y modelo de iluminaciones creado a partir del MDT-05 (imagen de la derecha)*

*Fuente: IGN*

Tal y como se puede ver en las imágenes anteriores, en la que se muestra una comparativa entre un modelo de iluminaciones elaborado a partir de los datos LIDAR y otro creado a partir de un MTD-05 (resolución de 5x5 metros por pixel), la diferencia es muy considerable. La resolución que presentan los datos LIDAR es considerablemente mayor, por lo que el uso de este tipo de tecnologías nos permite trabajar con un alto grado de precisión. Este mayor grado de detalle es especialmente importante a la hora de modelizar una crecida, ya que cuanto mayor sea el detalle de la superficie, más fiel será la simulación del movimiento del fluido.

Como principal desventaja, se puede señalar que los datos LIDAR son muy pesados, por lo que tratamiento es muy lento y es necesario disponer de un software de gran potencia. Otro inconveniente, al menos a la hora de aplicarlo a una simulación de una crecida, es que elementos como la vegetación o los puentes también son detectados por el láser, por lo que se han de llevar a cabo algunas correcciones para que estos no generen problemas en la simulación del movimiento del fluido.

Para el tratamiento de los datos LIDAR se hizo uso del software ArcGis 10.1. Este dispone de varias herramientas que nos permiten aplicar diferentes filtros para la corrección de los datos LIDAR. De esta forma, elementos como la vegetación o puentes son eliminados y no generan errores en la simulación de la crecida.



## 2.2 Tratamiento de los datos hidrológicos

A pesar de que dentro de la cuenca del río Seco encontramos una estación de aforo (nº 262), sus datos no aparecen publicados en el Anuario de Aforos para su descarga. Por ello se solicitó en la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) todos datos disponibles de esta estación y se pudieron obtener los datos quincenales disponibles desde el año 1997 hasta el año 2016, así como los datos medios mensuales en el periodo 2005-2016. El problema de esta estación es que, a pesar de estar en funcionamiento no ha sido objeto de ningún aforo directo por lo que no se ha estimado la “curva de gasto” (relación altura/caudal). Por ello los datos disponibles no son de caudal, sino que simplemente indican la altura de la escala.



Figura: *Estación de aforo del río Seco en Oliete, nº 262*

*Fuente: Elaboración propia*

Debido a esta falta de información se realizó de forma complementaria un análisis de la estación de aforo más cercana al río Seco, y a pesar de que sus datos no van a ser extrapolables al Río Seco sí que habrá ciertos elementos como su régimen fluvial que sí que pueden ser extrapolables. La estación de aforo sin modificaciones antrópicas más cercana al río Seco es la estación de aforo de Alcaine (nº 127), a partir del análisis de estos datos se busca detectar algunas características comunes entre estos dos ríos. Para ello se descargó desde el Anuario de Aforos los datos disponibles para esta estación de aforo en el periodo comprendido entre 1962-1963 y 2011-2012. Los datos utilizados para llevar a cabo este análisis fueron:

- **Aportación anual en Hm<sup>3</sup>**
- **Caudales máximo instantáneo del año en m<sup>3</sup>/s**
- **Caudales medios anual en m<sup>3</sup>/s**
- **Caudal medio diario en m<sup>3</sup>/s**
- **Caudal medio mensual en m<sup>3</sup>/s**
- **Caudal mínimo medio diario del mes en m<sup>3</sup>/s**
- **Caudal máximo instantáneo del mes en m<sup>3</sup>/s**

A partir de estos datos se elaboró con el software Microsoft Office (Excel) los gráficos correspondientes a la **irregularidad interanual**, los **fenómenos extremos** (estiajes y crecidas) y la **variabilidad estacional**.

## **2.3 Tramificación y aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica del MAGRAMA**

Para llevar a cabo la caracterización hidromorfológica del río Seco se utilizó el Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015). Este documento de 101 páginas se compone de cinco capítulos (1.Introducción y Metodología, 2.Caracterización del régimen hidrológico, 3.Caracterización de la continuidad del río, 4.Caracterización de las condiciones morfológicas del cauce y 5.Caracterización global) en los que se dan una serie de criterios y pautas genéricas a seguir a la hora de caracterizar un sistema fluvial, para lo que el documento cuenta con una serie de anexos en los que se nos proporcionan una serie de tablas que se han de llenar mediante trabajo de campo y de gabinete.

A la hora de aplicar dicho protocolo a nuestro estudio, la primera tarea que se tuvo que abordar fue la tramificación del río. A pesar de que en el propio Protocolo de caracterización hidromorfológica se dan unos criterios base para realizar dicha tramificación, en nuestro caso se utilizó un criterio más geomorfológico, ya que los criterios de delimitación de los tramos dado por el protocolo se centran más en aspectos como los hábitats o las condiciones físicas y ambientales de la masa de agua, dejando en un segundo plano los aspectos geomorfológicos. Sin embargo, estos criterios de tramificación difícilmente pueden ser utilizados en ríos de tipo efímero sin caudales circulantes continuos. Por todo ello la delimitación de los tramos se realizó con base en criterios como la morfología del cauce y del valle a lo largo del recorrido del río Seco.

En este punto también hay que señalar que, debido a la falta de adecuación de algunos puntos de dicho protocolo para la caracterización hidromorfológica de ríos efímeros, se readaptaron algunos apartados del protocolo y otros fueron suprimidos. De manera que se elaboró una nueva plantilla a partir de los anexos del Protocolo del MAGRAMA (ver anexo 1).

## 2.4 Trabajo de campo y de laboratorio

### 2.4.1 Secciones

Para llevar a cabo las estimaciones de caudal se tuvieron que realizar multitud de mediciones que permitieran conocer las dimensiones del *bankfull* en diferentes puntos de muestreo, así como la medición de varios puentes. Para realizar las mediciones se utilizó material técnico del Laboratorio de la Facultad de Filosofía y Letras y Matergeo. Este se componía de una mira topográfica, un trípode y un visor, una cinta métrica (50 metros), un metro (5 metros), un calibre y una pequeña pala para recoger los sedimentos.



Figura: *Material utilizado para las mediciones de campo*

*Fuente: Elaboración propia*

Para realizar el cálculo de los caudales se utilizó la **fórmula de Manning**, que tiene en consideración el área de la sección (A), el radio hidráulico (R), la pendiente (S) y la rugosidad del cauce (n). Fórmula de Manning:  $Q = A [(R^{2/3} S^{1/2}) / n]$ . Para el cálculo de la sección Bankfull y el perímetro mojado del río se utilizó el programa de diseño industrial *Solid Edge*, para que de esta forma estas medidas fueran lo más precisas posibles.

### 2.4.2 Aplicación del protocolo del MAGRMA

También hay que señalar, que parte del tiempo dedicado al trabajo de campo se utilizó para completar las plantillas elaboradas a partir de los anexos del protocolo del ministerio. Para completar las fichas del protocolo fue necesario recorrer el río desde su nacimiento hasta su desembocadura, anotando las observaciones de campo y mediciones que se creyeron oportunas.

### 2.4.3 Sedimentos

Además de las secciones, en muchos de estos puntos de muestreo, también se realizó un análisis de los sedimentos de la zona. Para ello se recogieron diferentes muestras para su posterior análisis en el laboratorio y se llevaron a cabo diferentes mediciones en campo:

- **Granulometría:** se medió el ancho mayor de 100 muestras de sedimento.
- **Centilo:** se midieron las 5 muestras de mayor tamaño de la zona.
- **Coraza:** en cada uno de los puntos de muestreo se recogieron unos 2 kg de la coraza del cauce, es decir, de la capa superficial de sedimentos del cauce.
- **Subcoraza:** en cada uno de los puntos de muestreo se recogieron unos 2 kg de la subcoraza del cauce, es decir, de la capa subsuperficial de sedimentos del cauce, exactamente debajo de donde se extrajo la muestra de la coraza.
- **Litología:** se recogieron 25 muestras de una misma litología, en nuestro caso arenisca, en cada uno de los puntos de muestreo.

Una vez se recogieron las muestras correspondientes a la coraza, la subcoraza y las muestras litológicas, fueron llevadas al laboratorio para ser analizadas. Antes de poder ser analizadas, estas fueron depositadas y extendidas en diferentes bandejas durante aproximadamente dos semanas, para que de esta forma estuvieran totalmente secas antes de ser pesadas.



Figura: *Muestras de subcoraza*

*Fuente:* Elaboración propia

Una vez secas, estas muestras fueron medidas y pesadas para el cálculo de diferentes índices. Para ello se utilizaron diferentes tamices que nos permitieron separar las gravas grandes (aquellas que no cabían en el tamiz), las gravas de tamaño medio ( $>$  de 8 mm), las gravas pequeñas (8-2 mm), la arena (2-0,062 mm) y el material más fino ( $<$  0,062 mm). A partir de los datos de laboratorio y de las mediciones de campo se calcularon los siguientes índices:

- **Índice de acorazamiento (coraza/subcoraza):** este pone en relación la coraza y subcoraza del cauce.
- **Índice de desgaste (Id = 2R / L):** cuanto más recorrido hayan sufrido unos materiales, más desgastados o redondeados estarán y más alto será el índice. Este se calcula a partir de las muestras de una misma litología.
- **Índice de aplanamiento [Ia = (L + l) / 2E]:** aumenta conforme decrece el espesor de los cantos.
- **Índice de esfericidad [Ie = [(l E) / L2]0,33]:** valores de 0 a 1, siendo 1 la esfera.
- **Centilo:** es la longitud del ancho mayor del bloque de mayor tamaño encontrado en el cauce.
- **Fórmula de Costa (V = 0,18 D<sup>0,487</sup>):** se calcula a partir de la longitud media en mm del lado menor de los 5 mayores bloques en el sitio. En cauces torrenciales con procesos de crecidas relámpago puede emplearse para calcular la velocidad de circulación (Costa, 1983).

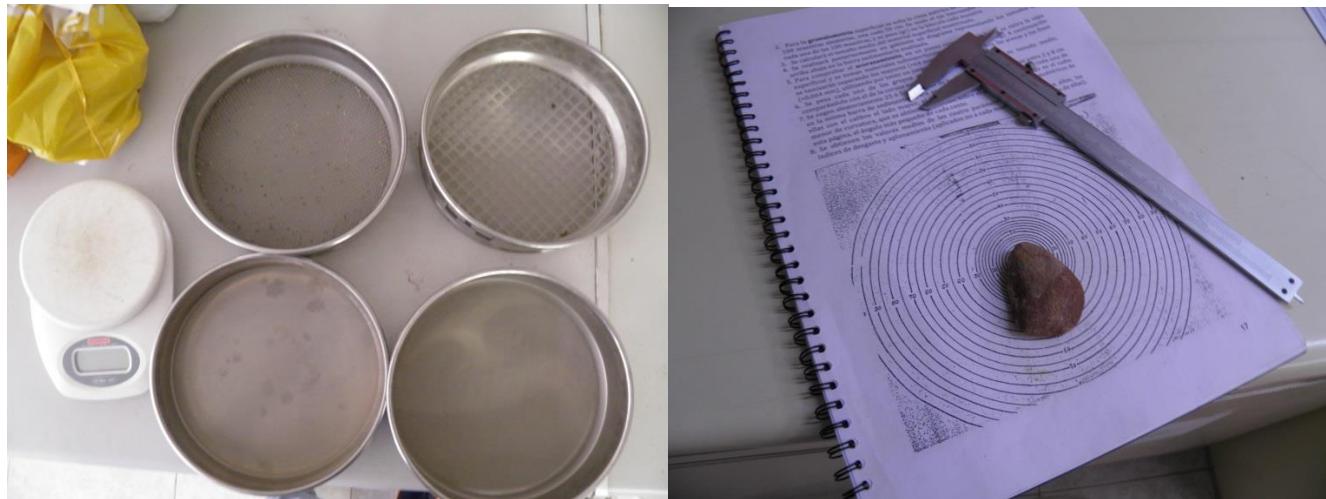


Figura: *Instrumentos de medición (báscula, tamices, calibre)*

Fuente: *Elaboración propia*

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Caracterización de la cuenca

#### 3.1.1 Factores condicionantes del comportamiento hidrológico

##### 3.1.1.1 Clima

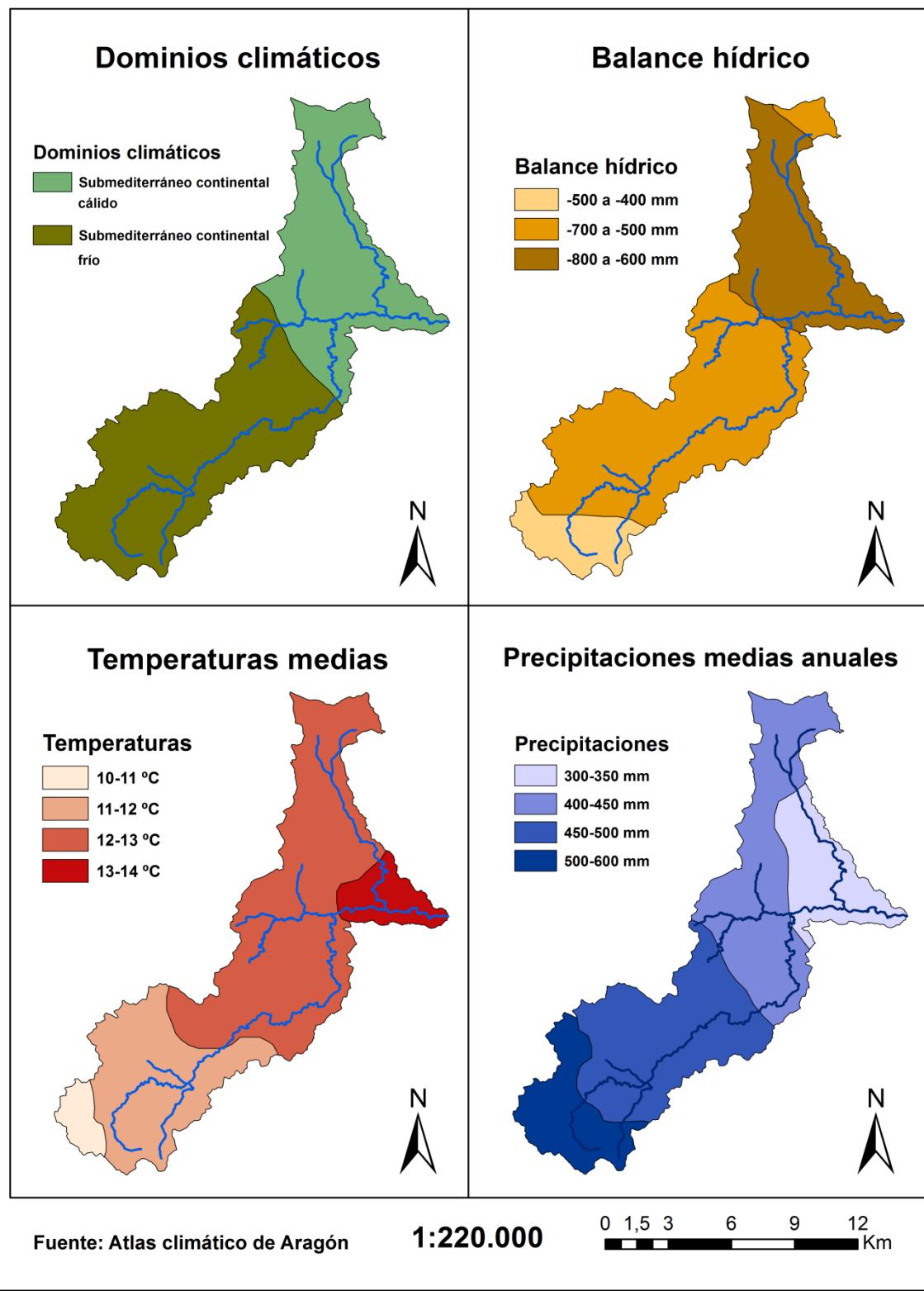
La cuenca del río Seco se localiza en el dominio climático **Mediterráneo continentalizado**. Este se caracteriza por tener unas temperaturas extremas con fuertes contrastes entre el invierno y el verano y escasas precipitaciones, las cuales se distribuyen de manera irregular a lo largo del año. Esta escasez de precipitaciones queda reflejada en los caudales reducidos que presentan los ríos de este ámbito y que en algunos casos como el del río Seco son prácticamente inapreciables. Esta distribución irregular de las precipitaciones a lo largo del año explica la presencia estacional de caudales circulantes de manera superficial en algunas zonas de la cuenca del río Seco.

La temperatura media anual en nuestra área de estudio presenta variaciones entre la parte alta de la cuenca, donde oscilaría entre los 10-12 °C debido a su mayor altitud, y su parte más baja donde la temperatura media se situaría entre los 12-14 °C. Las temperaturas presentan fuertes variaciones a lo largo del año alcanzando en verano temperaturas medias superiores a los 20 °C y valores entre los 4-6 °C de media en invierno. Mientras que en otoño y primavera las temperaturas medias presentan unos valores bastante parejos que rondan los 10-12 °C de media.

Las precipitaciones anuales oscilarían entre los 350-400 mm anuales en la parte baja de la cuenca y 500-600 mm anuales en la cabecera de la cuenca. Aunque debido a la irregularidad de las precipitaciones, a menudo las cantidades anuales de precipitación pueden presentar valores más bajos o más altos. Las precipitaciones presentan una importante variabilidad a lo largo del año, siendo la primavera y verano los momentos del año con mayor cantidad de precipitaciones. Aunque la primavera suele ser la estación más lluviosa, a menudo podemos encontrar los máximos pluviométricos en verano debido a las fuertes tormentas de carácter torrencial que se dan en la zona, como reflejo de ese rasgo más continentalizado.

Respecto al balance hídrico, hay que señalar que la cuenca del río Seco presenta valores dispares entre la parte alta y baja de la cuenca. Los valores del balance hídrico son negativos en toda la cuenca del río Seco y oscilan entre -400 y -800 mm, pudiendo diferenciar tres sectores dentro de la cuenca. En la zona de cabecera de la cuenca existe un déficit hídrico que oscila entre los 400 y 500 mm, en el sector medio el déficit se situaría entre los 500 y 700 mm, mientras que en la parte baja los valores de déficit hídrico se sitúan entre los 700 y 800 mm.

## Variables climáticas



Según el Atlas Climático de Aragón la cuenca del río Seco se localiza entre el dominio climático **Submediterráneo continental frío** y el **Submediterráneo continental cálido**, por lo que existen variaciones climáticas entre la parte alta y baja de la propia cuenca.

### 3.1.1.2 Pendientes

El río Seco presenta un desnivel total de **666,72 metros**, desde su nacimiento a unos **1200 msnm** hasta su desembocadura en el río Martin a **530 msnm**. La pendiente del cauce principal desde su nacimiento hasta su desembocadura tiene un descenso paulatino. Como podemos ver en el siguiente gráfico el cauce principal presenta una clara disposición en rampa y no existen saltos significativos. El mayor desnivel lo encontramos en la cabecera de la cuenca, especialmente en los primeros 7-8 km, desde su nacimiento hasta su llegada al núcleo de La Hoz de la Vieja. Mientras que a medida que descendemos las pendientes son más tenues, sobre todo en la parte baja de la cuenca y la zona de la desembocadura.

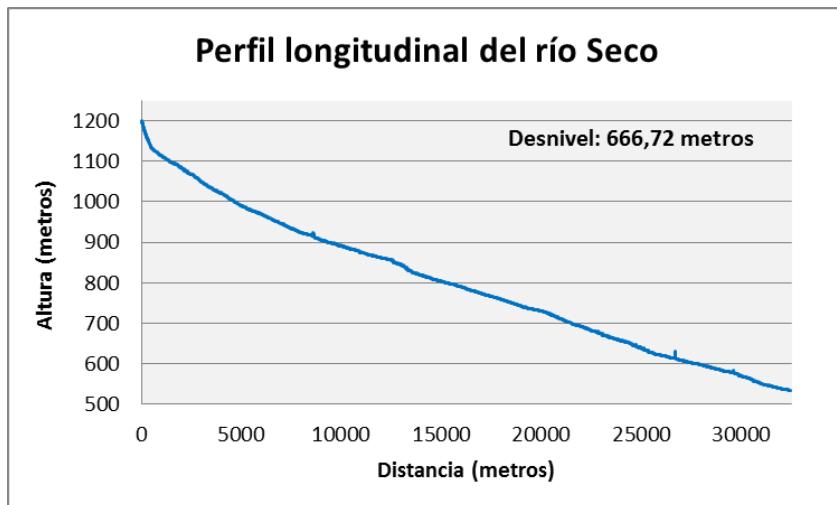


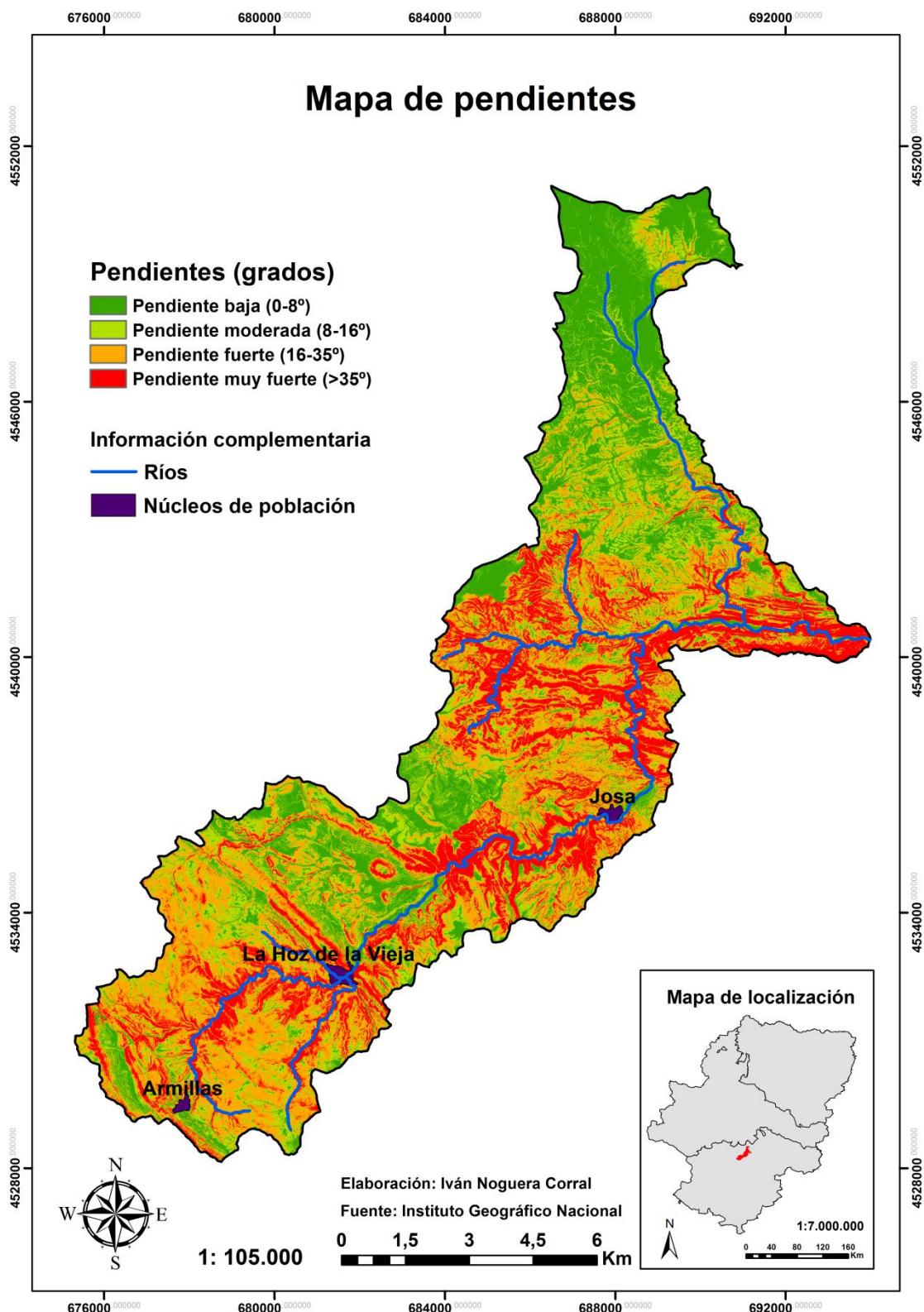
Figura: *Perfil longitudinal del río Seco*

Fuente: *Elaboración propia*

Si analizamos las pendientes a nivel de cuenca nos vemos que existen varios sectores que presentan diferentes pendientes. La parte alta de la cuenca correspondería con zonas de pendiente fuertes ( $16-35^\circ$ ) y muy fuertes ( $>35^\circ$ ), lo que favorecerá el proceso de escorrentía. La fuerte incisión de la red de drenaje en esta zona de cabecera explica la existencia de laderas escarpadas con fuertes pendientes. Inmediatamente después del núcleo de La Hoz de la Vieja encontramos una zona de mayor planicie, con pendientes bajas ( $0-8^\circ$ ) y moderada ( $8-16^\circ$ ) que favorecerán el proceso de infiltración. La disposición más plana de esta zona explica que haya sido aprovechada para un uso agrícola.

En el sector medio y bajo de la cuenca se localizan las pendientes más pronunciadas, con pendientes fuertes ( $16-35^\circ$ ) y muy fuertes ( $>35^\circ$ ) que aumentaran la cantidad de agua que se movilice por escorrentía. La presencia de litologías terciarias y mesozoicas más fácilmente erosionables ha dado lugar a un mayor encajamiento de ríos y barrancos, dando como resultado unas laderas mucho más escarpadas. En este sector encontramos zonas de cañones y cárcavas, de ahí que muchas zonas presenten unas pendientes tan fuertes ( $>35^\circ$ ). A pesar de que este sector las laderas son más escarpadas, el cauce presenta una escasa pendiente y a partir de la confluencia de los ríos Sus-Seco es prácticamente llano.

Por último, cabe destacar, la existencia de una extensa superficie de planicie situada al norte de la cuenca. En zona por la que discurre la Rambla de Valdejuncos hay un dominio claro de las pendientes bajas ( $0-8^\circ$ ) y en menor medida de pendientes moderadas ( $8-16^\circ$ ). Esto da lugar a un predominio claro de los procesos de infiltración y percolación frente al proceso de escorrentía.



Por lo tanto, aunque el río tiene una escasa longitud (32,4 km), el desnivel entre la zona de su nacimiento y su desembocadura es considerable (666,72 metros). Como podemos ver en el mapa de pendiente, buena parte de la cuenca tiene pendientes pronunciadas por la presencia de laderas escarpadas que favorecerán el proceso de escorrentía. Por ello, el factor pendiente será un aspecto muy a tener en cuenta de cara a realizar un análisis de la peligrosidad ante un posible episodio de crecida.

### 3.1.1.3 Litología

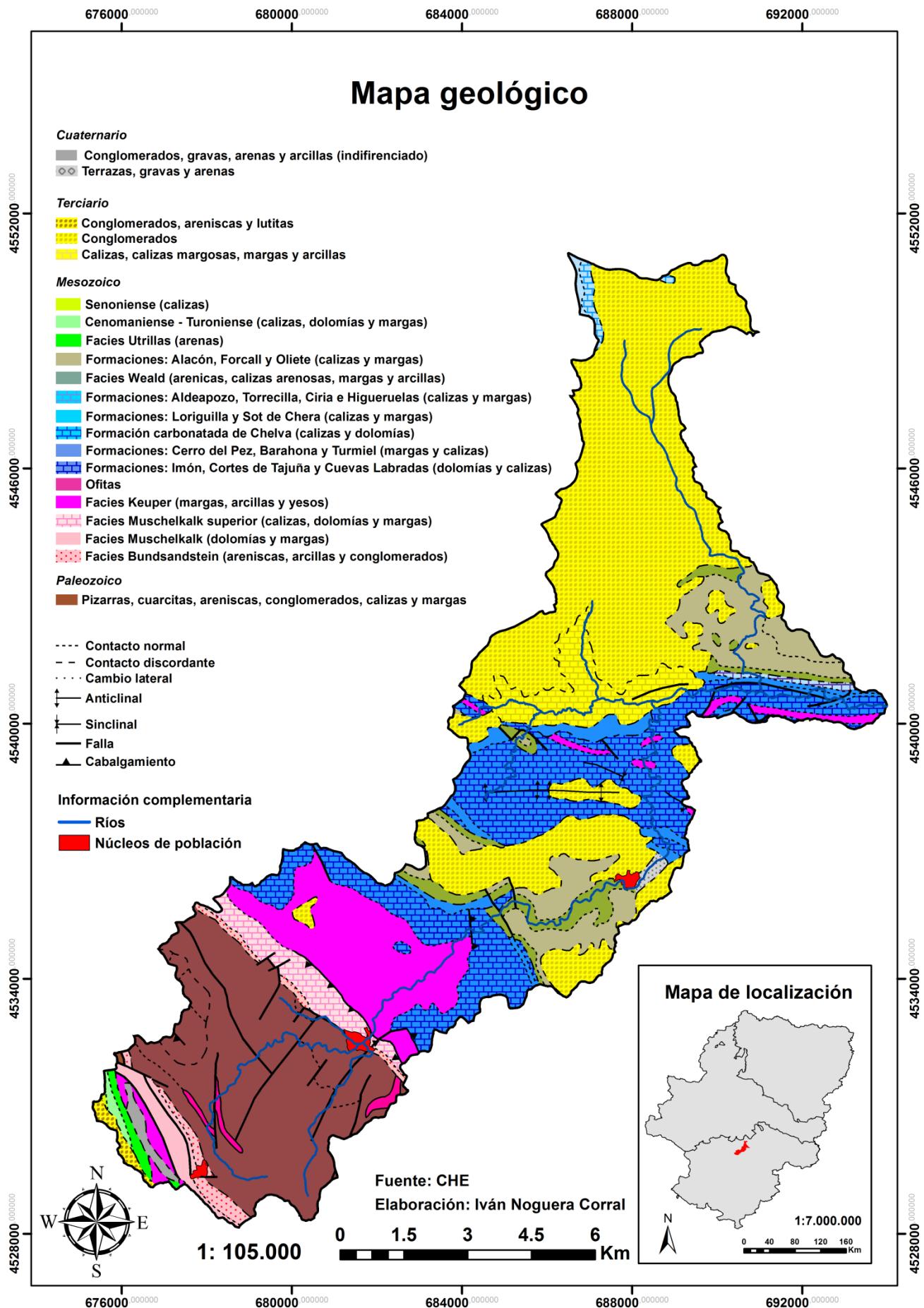
La cuenca del río Seco cuenta con diversos tipos de litologías, lo que hace posible que exista una gran diversidad de morfologías en un espacio reducido. Las litologías son en su mayor parte terciarias y mesozoicas, aunque también existen zonas con materiales paleozoicos y de manera más aislada cuaternarios. La existencia de varias litologías nos permite diferenciar varios sectores en base al criterio geológico. Este será determinante a la hora de explicar el comportamiento fluvial del río a lo largo de su recorrido, así como las variaciones en su valle y cauce.

En la cuenca del río Seco presenta un claro predominio de las litologías sedimentarias terciarias y mesozoicas (calizas, margas, conglomerados y arcillas), formadas principalmente por rocas blandas y fácilmente erosionables. Estas litologías se localizan en la parte media y baja de la cuenca, mientras que en la zona de cabecera encontramos litologías paleozoicas más antiguas y resistentes a la erosión (pizarras y cuarcitas).

La zona de la cabecera existe un predominio de las litologías metamórficas, siendo especialmente importante la presencia de rocas como la pizarra y las cuarcitas. Este tipo de litologías favorecerán el proceso de escorrentía, ya que son rocas poco permeables y de escasa porosidad. Este será un factor muy a tener en cuenta a la hora de analizar la situación de riesgo del núcleo de La Hoz de la Vieja, ya que la existencia de litologías poco permeables aumenta la peligrosidad en un episodio de crecida. En esta zona también podemos encontrar areniscas, conglomerados, calizas y margas, aunque su presencia es muy reducida.

Por su parte, las litologías terciarias, principalmente conglomerados y calizas, están presentes en buena parte de la cuenca del río Seco. Estas litologías se localizan en el entorno más próximo al municipio de Josa y sobre todo en el extremo norte de la cuenca, donde hay un dominio total de estas litologías. Este tipo de litologías formadas principalmente por conglomerados presentan una permeabilidad baja, por lo que se la escorrentía será el proceso dominante. Aunque en algunas ocasiones estos conglomerados aparecen acompañados de calizas que favorecen el proceso de filtración, por lo que no habrá un predominio claro del proceso de escorrentía. También hay que señalar que la presencia de estas litologías más fácilmente erosionables ha permitido la formación de una zona de cárcavas en la zona del nacimiento del río Seco.

# Mapa geológico



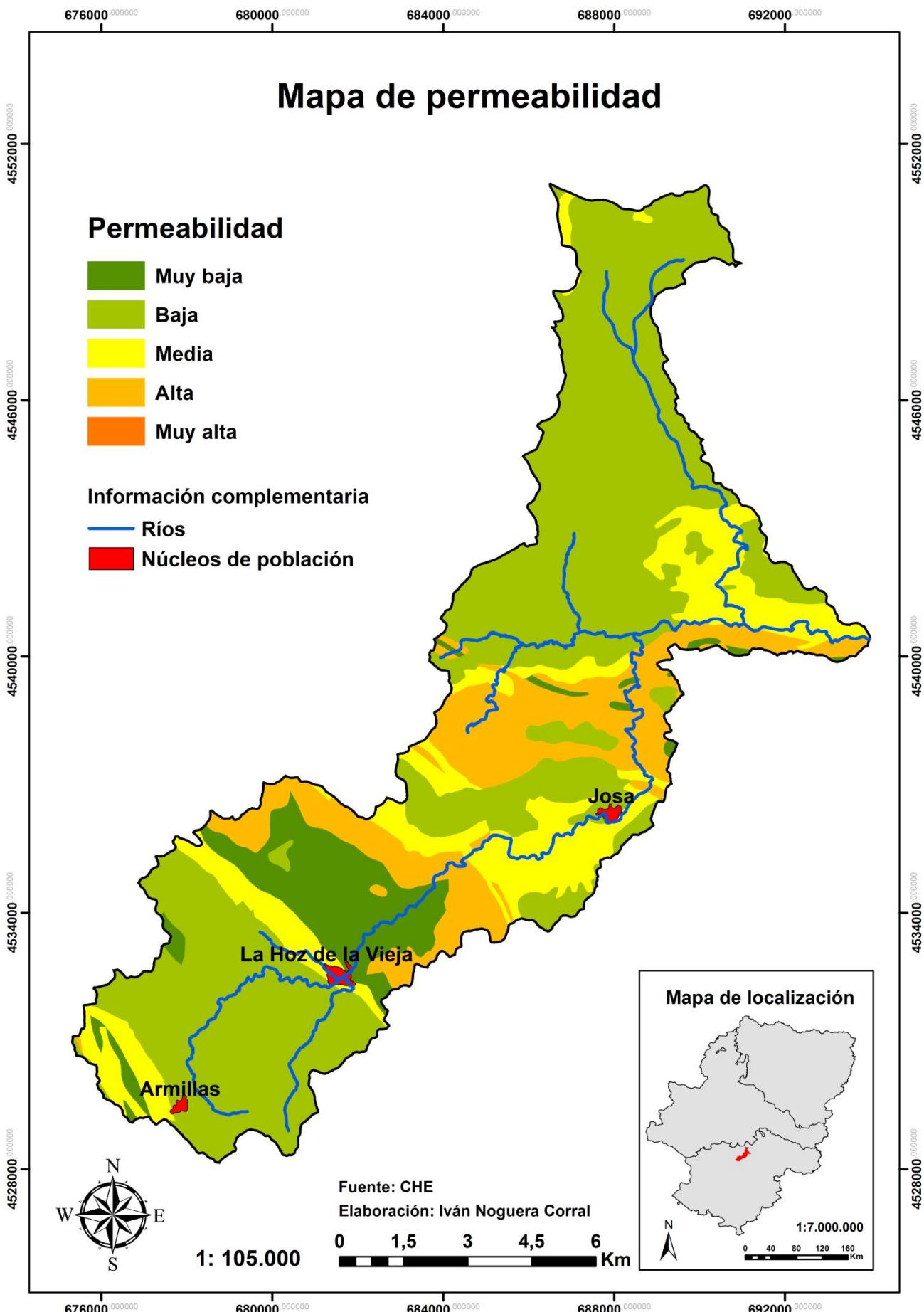
También es importante en toda cuenca la presencia de litologías carbonatadas mesozoicas (calizas y dolomías), estas han permitido la formación de pequeños cañones fluviokárstico con lechos en roca aguas abajo del núcleo de La Hoz de la Vieja y Josa, dotando a este espacio de una gran belleza. La mayor porosidad y permeabilidad de estas litologías carbonatadas favorecerán los procesos de infiltración y percolación en estas zonas. En la parte baja de la cuenca más cercana a la desembocadura vuelven a estar presentes este tipo de litologías, aunque en este caso encontramos un valle abierto con relieve tabulares.

De la misma forma, también hay que señalar, la existencia de litologías mesozoicas formadas principalmente por areniscas y margas. Este tipo de litologías presentan una permeabilidad media, por lo que no habrá un predominio ni del proceso de escorrentía ni del proceso de infiltración. Su presencia es especialmente importante en el sector situado aguas arriba del núcleo de Josa, la existencia de estas litologías fácilmente erosionables han hecho posible la formación un gran cañón. Además, es habitual encontrar algunas zonas donde la acción fluvial ha formado un cauce con un lecho en roca sobre estas litologías margosas. Este tipo de litologías también se localizan inmediatamente antes de la confluencia de la Rambla de Valdejuncos y el río Seco.

También hay que mencionar la presencia de litologías arcillosas y yesíferas mesozoicas en la zona situada aguas abajo del núcleo La Hoz de la Vieja. Estas litologías más arcillosas hacen que esta zona tenga una permeabilidad muy baja, por lo que habrá claro predominio del proceso de escorrentía y la infiltración será reducida. Por su parte, las litologías cuaternarias son prácticamente inexistentes en toda la cuenca.

A modo de conclusión, podemos decir que la cuenca del río Seco presenta un dominio de las rocas sedimentarias terciarias y mesozoicas, con una importante presencia de conglomerados y calizas. Aunque hay que señalar que, teniendo en cuenta las dimensiones de la cuenca, encontramos una amplia variedad de litologías. Esta diversidad de litologías da lugar a diferente tipo de formaciones y valles, así como una respuesta diferente ante la acción fluvial del río.

Esta diversidad de litologías también explica que el grado de permeabilidad del suelo varíe significativamente entre unas partes de la cuenca y otras. En la zona de la cabecera y en el extremo norte de la cuenca hay un predominio de litologías mucho más permeables que favorecerán el proceso de escorrentía. Mientras que en el sector medio y bajo de la cuenca, la existencia de litologías mucho más permeables, favorecerán el proceso de infiltración y percolación, especialmente en aquellas zonas con una importante presencia de litologías carbonatadas.



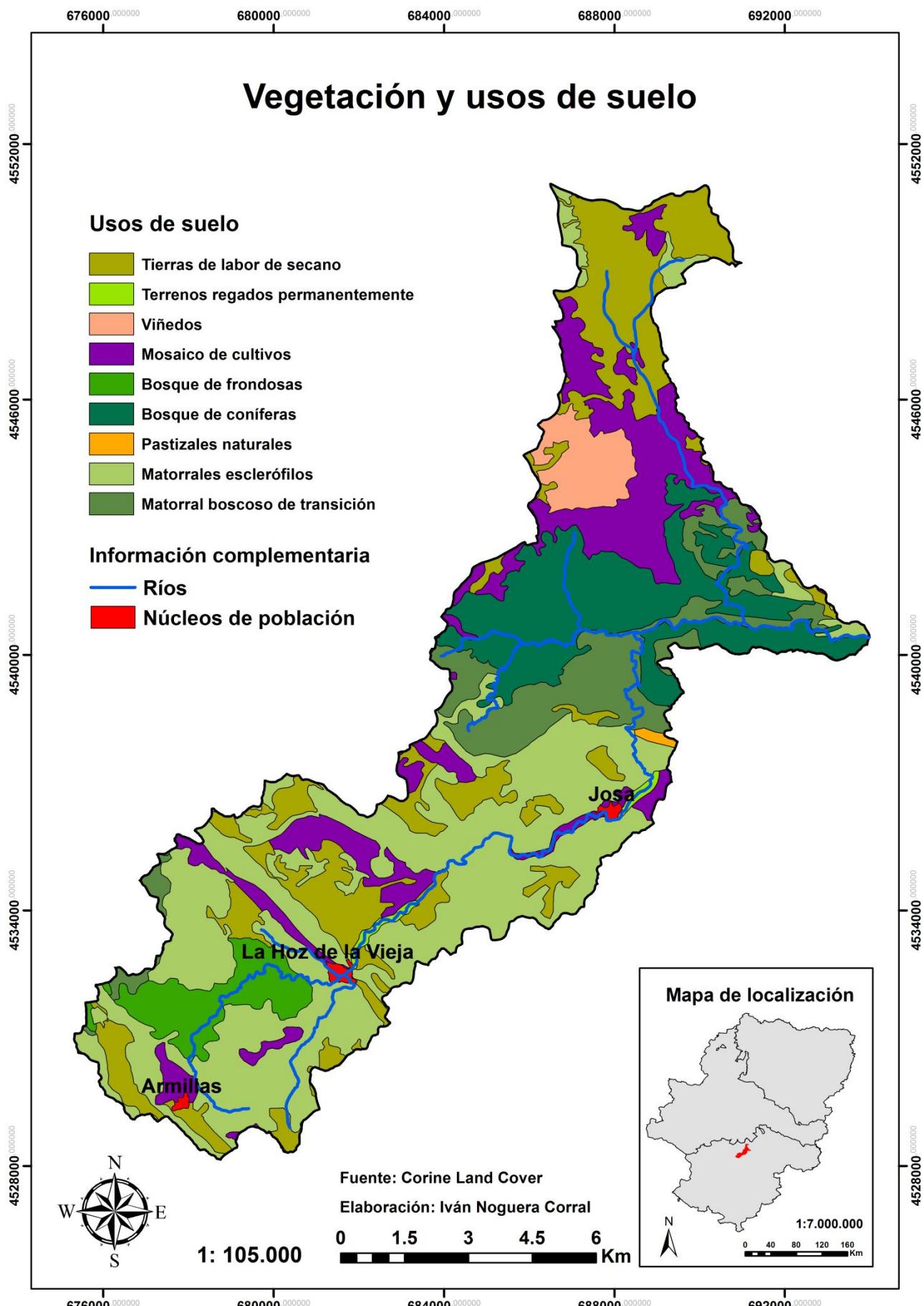
### 3.1.1.4 Vegetación y usos

En lo referente a los usos del suelo, existe un predominio del matorral esclerófilo, el cual está presente en la mayor parte de la cuenca. Este matorral esclerófilo se compone de especies de porte bajo, leñosas y adaptadas a climas extremos con escasas precipitaciones y que presentan algunos meses de sequía estival a lo largo del año. También hay zonas de matorral boscoso de transición con especies de mayor porte, pero que también presentan una gran adaptación a las escasas precipitaciones. Además, cabe destacar la presencia de una pequeña zona con pastizales naturales, aunque sus modestas dimensiones la hacen prácticamente inapreciable.

El uso agrícola es otro de los usos del suelo que ocupa una mayor superficie de la cuenca del río Seco. Son cuatro los tipos de usos agrícolas en la cuenca: tierras de labor de secano, terrenos regados permanentemente, mosaico de cultivos y viñedos. De todos estos usos agrícolas los que presentan una mayor extensión son las tierras de labor de secano, por su mejor adaptación a las condiciones de este medio, y el mosaico de cultivos. Estos dos usos agrícolas presentan una mayor extensión en la zona situada inmediatamente después del núcleo de La Hoz de la Vieja y en el extremo norte de la cuenca, coincidiendo con esas zonas de mayor planicie. También hay otros tipos de usos agrícolas con una menor extensión como los terrenos regados permanentemente junto a los núcleos de La Hoz de la Vieja y Josa, así como la presencia de una pequeña zona de viñedos.

También hay que mencionar la existencia de zonas de bosque de frondosas y de coníferas en la cuenca del río Seco. Estas primeras corresponderían con las zonas de bosque de carrascas situadas en la parte alta de la cuenca, junto al nacimiento del río Armillas. Por otro lado el bosque de coníferas los localizamos en la parte baja de cuenca y está formado por masas de *Pinus Halepensis* de repoblación. Además, encontramos algunas zonas de matorral boscoso de transición, sobre todo, en las zonas limítrofes al bosque de coníferas localizado en la parte baja de la cuenca.

Por último, el uso de núcleos de población, corresponde con las tres pequeñas localidades que hay en la cuenca hidrográfica del río Seco. Estos son los municipios de Armillas, La Hoz de la Vieja y Josa, y todos ellos forman parte de la comarca de las Cuencas Mineras de Teruel. Estos tres pequeños núcleos de población rural presentan una superficie urbanizada y un número de habitantes muy reducidos, por lo que la presión antrópico en este espacio es baja.



Como podemos ver en el mapa la cuenca del río Seco está ocupada principalmente por matorrales esclerófilos compuestos por especies como el romero, el tomillo, la sabina o la aliaga. Este tipo de vegetación sirve a modo de filtro en episodios de crecida, y aunque no tiene la capacidad de retención, absorción y de sujeción del suelo que otro tipo de vegetación de mayor porte, reduce considerablemente la cantidad de agua que se moviliza por escorrentía.

Los bosques no ocupan una gran superficie dentro de nuestra cuenca, pero su presencia tiene importantes efectos sobre los procesos de hidrológicos y la dinámica fluvial. Por un lado, encontramos un bosque frondoso de pequeña extensión, compuesto principalmente por carrascas y quejigos, el cual reduce considerablemente el proceso de escorrentía en la parte alta de la cuenca y favorece el proceso de infiltración. Por otro lado, en la parte baja de la cuenca hay un bosque de coníferas compuesto por *Pinus halepensis* de repoblación. Este también reduce considerablemente el proceso de escorrentía y favorece el proceso de infiltración. También hay que señalar, que tanto río Seco como sus afluentes, no cuentan con bosque de ribera bien definido. El escaso desarrollo de la vegetación en toda la cuenca del río Seco provoca que no sea mucha la cantidad agua interceptada en episodios de precipitación.

En referencia a los campos de cultivo, estos ocupan las partes altas de la cuenca del río Seco y en muchas ocasiones aparecen atravesados por pequeños barrancos, modificando de esta forma la morfología de los cauces y generando cierta desconexión entre las laderas y el cauce principal. Además, la presencia de tierras de labor de secano labradas favorecerá el proceso de infiltración en algunas zonas de la cuenca.

### 3.1.2 Variables morfométricas de la cuenca

En este epígrafe se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los parámetros más comúnmente empleados en los estudios de morfometría de cuencas fluviales (López Bermúdez, 1987). Las variables utilizadas para nuestro estudio han sido: **variables de intensidad fluvial, de geometría de la cuenca, topológicas, de longitud de los cauces y de relieve**. Para la elaboración de estos índices se utilizó la información obtenida a partir de la elaboración del mapa de jerarquización (método de Strahler) y de los datos LIDAR, a partir de los cuales se generó un modelo digital del terreno. A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada una de las variables:

#### 3.1.2.1 Variables topológicas

Para el cálculo de las variables topológicas se utilizaron los datos obtenidos a partir de la elaboración de la jerarquización de la cuenca, a continuación se adjuntan los resultados obtenidos:

Orden	Nº de tramos de cauce
<b>N1</b>	3280
<b>N2</b>	771
<b>N3</b>	162
<b>N4</b>	31
<b>N5</b>	7
<b>N6</b>	3
<b>N7</b>	1
<b>NT (número total de cauces)</b>	<b>4255</b>

	Rb (Relación de Bifurcación)
<b>N1/N2</b>	4,25
<b>N2/N3</b>	4,76
<b>N3/N4</b>	5,23
<b>N4/N5</b>	4,43
<b>N5/N6</b>	2,33
<b>N6/N7</b>	3,00

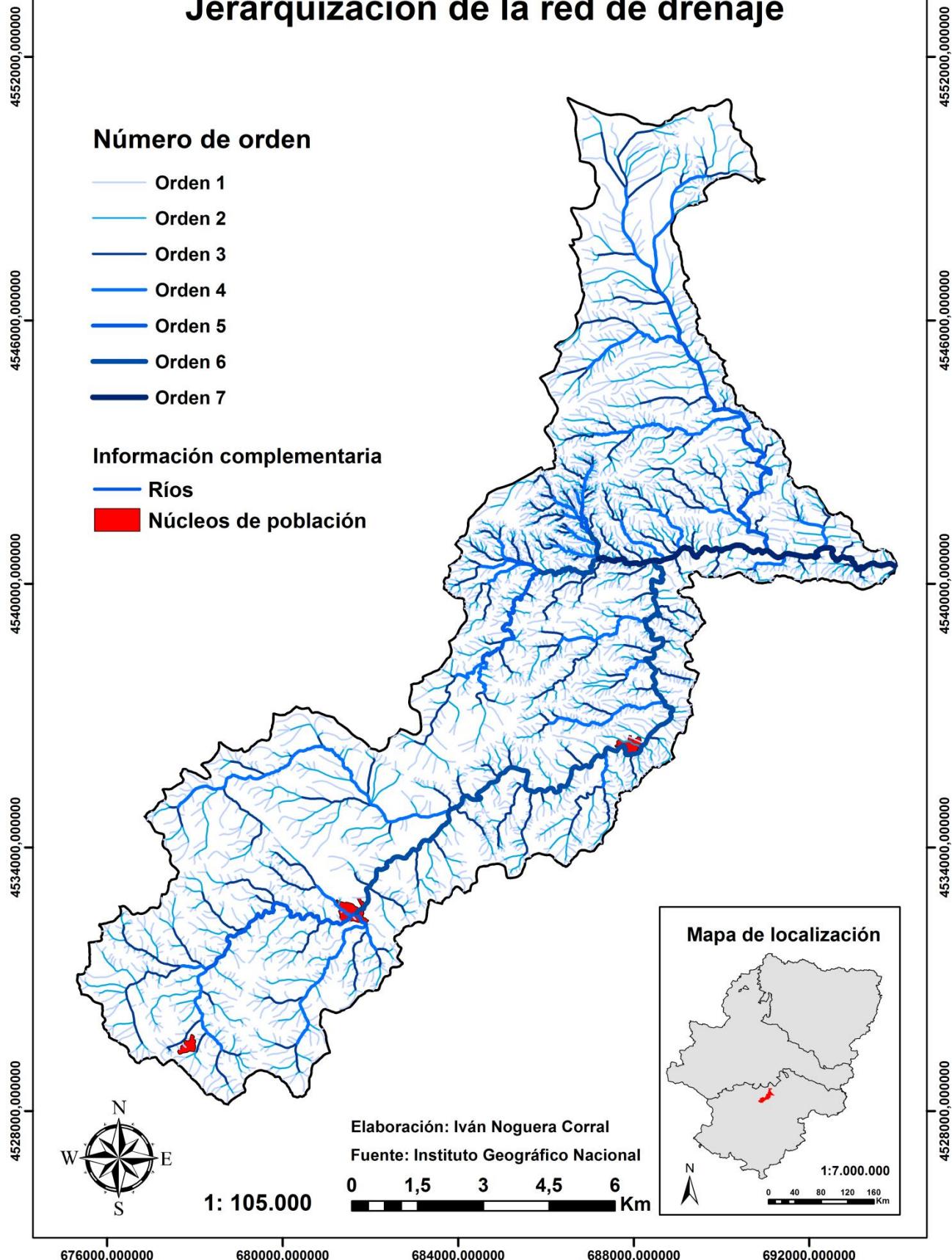
Tabla: *Variables topológicas*

Fuente: *Elaboración propia*

La cuenca hidrográfica del río Seco cuenta con un total de **4255 tramos** de cauce que se distribuyen en un total de **7 ordenes jerárquicos**. De estos 4255 tramos de cauce, **3280 tramos** corresponderían a los cauces de orden 1, siendo los más numerosos por una amplia diferencia respecto a los demás. Seguidos de estos están los cauces de orden 2 con un total de **771 tramos** de cauce, los de orden 3 con un total de **162 tramos** de cauce, los de orden 4 con un total de **31 tramos** de cauce, los de orden 5 con un total de **7 tramos** de cauce, los de orden 6 con un total de **3 tramos** de cauce y por último **1 cauce** de orden 7.

En este punto, tenemos que señalar que a pesar de que tal y como se muestra en nuestra jerarquización el cauce de mayor orden es el que corresponde con el río Seco, este no ha sido considerado como el cauce principal. Como ya se ha comentado con anterioridad, en este estudio se ha considerado como el cauce principal aquel compuesto por el sistema fluvial Armillas-Cantalera-Sus-Seco que nace junto al municipio de Armillas. Se considera este como cauce principal, ya que las observaciones en campo e incluso mediante imágenes satélite muestran claramente que es el cauce de mayor entidad y por el que circulan los mayores caudales. Además, hay que señalar que la razón por la que el río Seco presenta un orden jerárquico mayor, es la existencia de una zona de cárcavas. La presencia de esta zona de cárcavas y la utilización de datos LIDAR de gran precisión para la realización de la jerarquización, explican que este cauce presente una mayor jerarquía.

## Jerarquización de la red de drenaje



En cuanto a la **relación de bifurcación** de los cauces, los valores más bajos los encontramos en los ordenes jerárquicos más altos, con valores de bifurcación de 2,33 y 3. Mientras que los valores más altos de bifurcación los encontramos en los ordenes jerárquicos más bajos, con valores de entre 4,25 y 5,23.

### 3.1.2.2 Variables de longitud de los cauces

Para el cálculo de las variables de longitud de los cauces se utilizaron los datos obtenidos a partir de la jerarquización de la cuenca, a continuación se adjuntan los resultados obtenidos:

Longitud total de los tramos de cauce por orden	Distancia (km)
L1	495,53
L2	196,87
L3	104,16
L4	50,23
L5	20,43
L6	19,86
L7	8,33

Distancia (km)
LT (Longitud total de los cauces)
Lu (Longitud media de los cauces)
I (Longitud del cauce principal)

RI (Razón de longitud)
L1/L2
L2/L3
L3/L4
L4/L5
L5/L6
L6/L7

(IS) Índice de sinuosidad	1,25
---------------------------	------

Tabla: *Variables de longitud de los cauces*

Fuente: *Elaboración propia*

Si atendemos a la **longitud de los tramos de cauce por orden**, vemos como las máximas longitudes de cauce las encontramos con 495,53 Km en los cauces de orden 1, seguido de estos están los tramos de orden 2 con 196,87 km, los de orden 3 con 104,16 km, los de orden 4 con 50,23 km, los de orden 5 con 20,43 km, los de orden 6 con 19,86 km y por último los de orden 7 con 8,33 km. En cuanto a la **longitud media de los cauces (Lu)** de la cuenca, se situaría en los 210,44 metros, aumentando de un

modo progresivo a medida que aumenta el número de orden. La **longitud total de los cauces** de la cuenca del río Seco es de 895,4 km, siendo la **longitud del cauce principal** de 32,41 km.

Respecto a la **razón de longitud (Rl)**, la cuenca presenta valores que varían entre 2,52 (L1/L2) y 1,03 (L5/L6). Por último, el **índice de sinuosidad (IS)** elaborado a partir del método de Morisawa es de **1,25**, por lo que trata de un río sinuoso (entre 1,05 y 1,5).

### 3.1.2.3 Variables de intensidad fluvial

Para el cálculo de las variables de intensidad fluvial se utilizaron los datos obtenidos a partir de diversas mediciones y cálculos elaborados con el software ArcGis, a continuación se adjuntan los resultados obtenidos:

<b>Dd (Densidad de drenaje)</b>	<b>6,79</b>
	<b>If (Índice de frecuencia)</b>
<b>If= N1/A (Strahler)</b>	<b>24,86</b>
<b>If= NT/A (Horton)</b>	<b>32,26</b>
<b>Ct (Coeficiente de torrecialidad)</b>	<b>168,77</b>
<b>Cm (Constante de mantenimiento del cauce)</b>	<b>0,15</b>
<b>LD (Índice de longitud del flujo de escorrentía superficial)</b>	<b>3,39</b>

Tabla: *Variables de intensidad fluvial*

Fuente: *Elaboración propia*

La cuenca hidrográfica del río Seco tiene una **densidad de drenaje (Dd)** de **6,79 Km/Km<sup>2</sup>**, por lo que nos encontramos ante una textura media según la clasificación de Strahler de 1957 (entre 5 y 13,7 km/km<sup>2</sup>). Mientras que si utilizamos el método de Morisawa de 1985, obtenemos una textura gruesa (menos de 8). En cuanto al **índice de frecuencia (If)**, la cuenca tiene una cantidad de cauces de orden 1 respecto al área de 24,86 km/ km<sup>2</sup> por la fórmula de Strahler y de 32,26 km/ Km<sup>2</sup> por el método de Horton.

El **coeficiente de torrecialidad (Ct)** es de **168,77**, este índice pone en relación el número de cauces de orden 1 y la superficie de la cuenca. Por lo que en nuestro caso nos encontramos con un índice de torrecialidad muy alto, ya que hay un claro predominio de los cauces de orden 1 en una superficie relativamente pequeña. Por último, la **constante de mantenimiento del cauce** se encuentra en 0,15 y el **índice de longitud del flujo de escorrentía superficial** es de 3,39.

### 3.1.2.4 Variables geométricas de la cuenca

Para el cálculo de las variables geométricas se utilizaron los datos obtenidos a partir de diversas mediciones y cálculos realizados en la cuenca con el software ArcGis, a continuación se adjuntan los resultados obtenidos:

	Superficie (Km <sup>2</sup> )
A (Área)	131,92

	Distancia (Km)
P (Perímetro)	89,85
L (Longitud)	20,74
W (Anchura)	10,38

Ic (Índice de compacidad)	2,19
Re (Razón de elongación)	0,63
Rc (Razón de circularidad)	0,21
Fo (Forma de la cuenca)	3,26

Tabla: *Variables de geometría*

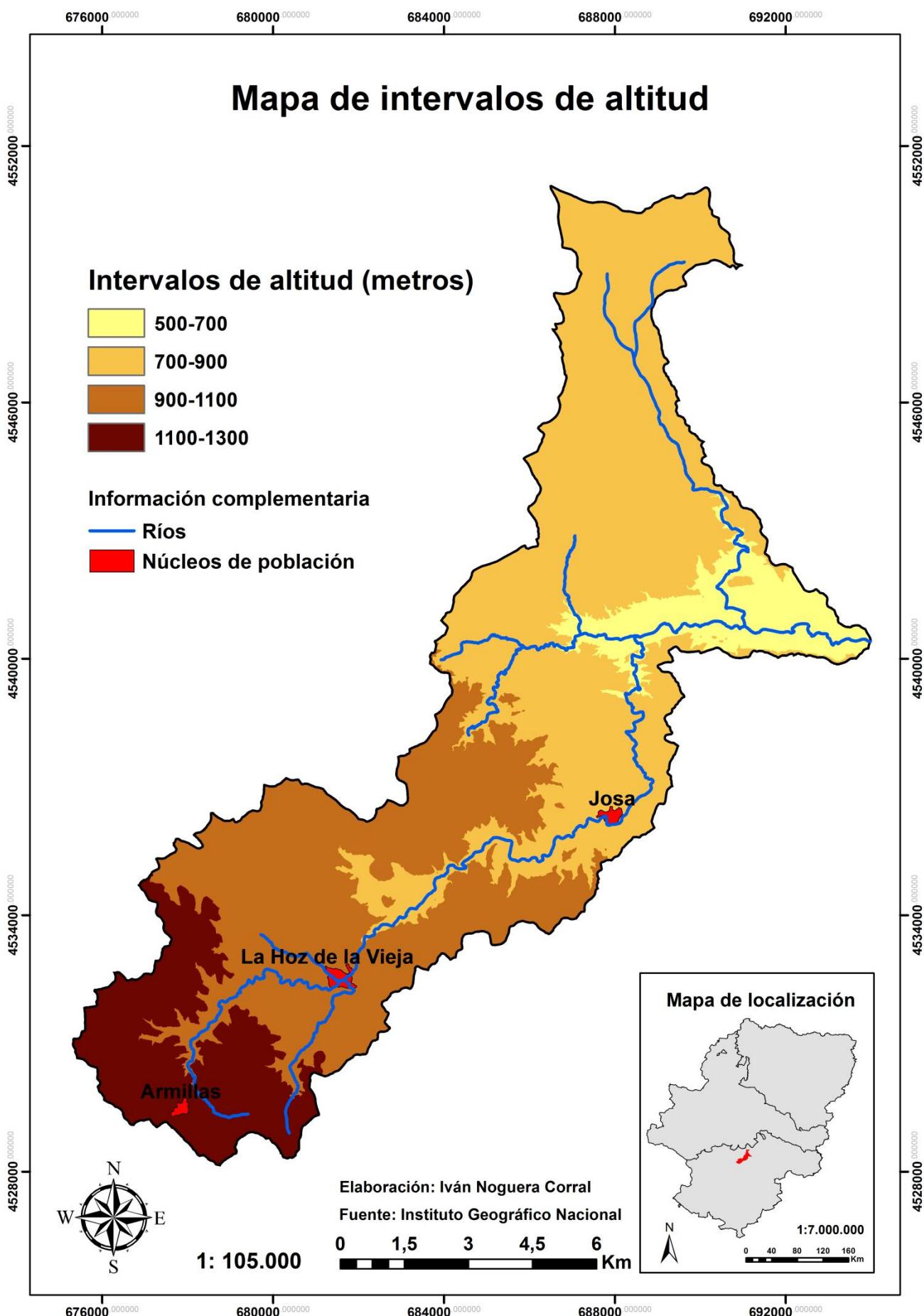
Fuente: *Elaboración propia*

La cuenca hidrográfica del río Seco presenta un **área (A)** de 131,92 Km<sup>2</sup>, un **perímetro (P)** de 89,85 kilómetros, una **longitud (L)** de 20,74 kilómetros y una **anchura (W)** de 10,38 kilómetros. El **índice de compacidad (Ic)** se sitúa en 2,19, por lo que nos encontramos ante una cuenca alargada.

La **razón de elongación (Re)** con un valor de 0,63 y la **razón de circularidad (Rc)** con un valor de 0,21, nos indican que nos encontramos ante una cuenca con una forma muy alargada. Por lo que la cuenca tiene con un valor de **forma de cuenca (Fo)** de 3,26, una morfología alejada de la forma circular (1,273). Estos indicadores son un reflejo de la morfología alargada de la cuenca del río Seco, lo que a priori, puede hacernos pensar que nos encontramos ante una cuenca con poca peligrosidad.

### 3.1.2.5 Variables de relieve

Para el cálculo de las variables de relieve se utilizaron los datos obtenidos del MDT generado a partir de los datos LIDAR y del mapa de intervalos de altitud que se adjunta a continuación junto con los resultados obtenidos:



Altitud (metros)	
HM: Altitud máxima de la cuenca (metros)	<b>1263,49</b>
Hm: Altitud mínima de la cuenca (metros)	<b>533,6</b>
AM: Altitud media (metros)	<b>892,68</b>

Intervalos de altura	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Porcentaje de la cuenca (%)
500-700	10,62	<b>8,05</b>
700-900	61,06	<b>46,29</b>
900-1.100	42,44	<b>32,17</b>
1.100-1.300	17,80	<b>13,49</b>

d: Desnivel absoluto de la cuenca (metros)	<b>729,89</b>
pca: Pendiente media del cauce principal (%)	<b>2,06</b>
Rr: Razón de relieve	<b>0,035</b>
NR: Número de rugosidad	<b>4954,24</b>
Ft: Factor topográfico	<b>22,6</b>

Tabla: *Variables de relieve*

Fuente: *Elaboración propia*

La cuenca hidrográfica del río Seco tiene una **altitud media** de 892,68 metros, siendo su **cota máxima** los 1.263,49 metros y su **cota mínima** los 533,6 metros. En lo referente a los intervalos de altura, la cuenca presenta en la mayoría de su extensión una altura en torno a los 700 – 900 metros (**46,29%**), seguido de estas estarían las zonas situadas en torno a los 900 - 1.100 metros (**32,17%**), las zonas de en torno a los 1.100 – 1.300 metros (**13,49%**) y por último las situadas en torno a los 500 – 700 metros (**8,05%**). Por lo que la cuenca tiene en la mayor parte de su extensión una altitud entre los 700 – 1.100 metros (78,46%), mientras que las zonas de mayor y menor altitud presentan una menor extensión.

En cuanto al **desnivel absoluto (d)** es de 729,89 metros, siendo poco más de 60 metros superior al desnivel absoluto del cauce, el cual se sitúa en los 666,72 metros. La **pendiente media del cauce (pca)** es del 2,06%, con lo que obtenemos un **Tiempo de concentración** [ $T_c=0,3(L/J^{0,25})^{0,76}$ ] de 8,82 horas (8 horas y 49 minutos) de acuerdo con la fórmula de Kirpich.

En cuanto a la **razón del relieve (Rr)** tiene un valor de 0,035, está pone en relación la diferencia de cotas de altitud. El **factor topográfico (Ft)**, índice complementario a la razón del relieve pero a nivel de la cuenca de drenaje, tiene un valor de 22,6. Por último el **Número de rugosidad (NR)** presenta un valor de 4954,24, este expresa el grado de resistencia que encuentran los cauces en función de la densidad de la red de drenaje.

### **3.1.3 Comportamiento hidrológico: un análisis comparativo del río Martín y el río Seco**

Para analizar el comportamiento hidrológico del río Seco se utilizaron los datos hidrológicos publicados en el Anuario de aforos, así como datos cedidos por la CHE que no están publicados. A pesar de que el río Seco tiene una estación de aforo (nº 262), los datos no están publicados en el Anuario de aforos, por lo que fue necesario consultar algunos datos en departamento de Hidrología y cauces de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Aunque finalmente se pudieron obtener los datos correspondientes a la estación de aforo del río Seco en Oliete, estos no nos permitían hacer una caracterización adecuada del comportamiento hidrológico de la cuenca el río Seco. Aunque estos fueron de gran utilidad a la hora de caracterizar las crecidas, no nos permitían caracterizar los otros elementos del régimen hídrico y además la serie de datos era relativamente corta.

Debemos tener en cuenta que la estación de aforo del río Seco se sitúa cerca de su desembocadura, donde sólo encontramos caudales circulantes en superficie durante episodios de crecida. Por lo que no hay forma de cuantificar y caracterizar los modestos caudales que pueden circular de manera estacional en la parte alta de la cuenca salvo mediante la comparación con otro sistema fluvial que presente un comportamiento similar. Por ello se analizaron los cuatro elementos del régimen hídrico en la estación más próxima del río Martín, ya que son dos ríos que discurren por zonas con unas características climáticas similares. En concreto se utilizaron los datos de la estación aforo nº 127, localizada en el río Martín, a su paso por el municipio de Alcaine (Cuenca Minera, Teruel).

Dicho esto, hay que señalar que estos datos no son representativos, ya que debemos tener en cuenta que el río Seco es sólo uno de los varios afluentes del río Martín. Además, al tratarse de un río con un régimen efímero su comportamiento es muy diferente al de un río como el Martín. A pesar de ello, se ha intentado identificar las similitudes existentes entre ambos ríos y aquellos los aspectos que puedan ayudar caracterizar el comportamiento hidrológico de los ríos de este ámbito.

Para llevar a cabo este análisis del comportamiento hidrológico, se han estudiado los cuatro elementos principales del régimen hídrico: **caudalosidad, variación estacional, irregularidad interanual y fenómenos extremos** (crecidas y estiajes). Para poder realizar este análisis comparativo se utilizaron todos los datos disponibles de la estación de aforo del río Martín en Alcaine (nº 127) en el periodo comprendido entre 1962-1963 y 2011-2012, los datos quincenariales de la estación de aforo del río Seco en Oliete (nº 262) en el periodo (1997-2016) y los datos medios mensuales en el periodo (2006-2016)

#### **3.1.3.1 Caudalosidad**

Las aportaciones anuales del río Martín son escasas, ya que se sitúa en torno a una media de 27,41 Hm<sup>3</sup> anuales (línea roja). Para que nos hagamos una idea, un río del ámbito pirenaico presenta unas aportaciones anuales que fácilmente superan los 1.000 Hm<sup>3</sup>. En vista de ello, podemos deducir que las aportaciones del río Seco van a ser muy

reducidas en su cómputo global y que además van a estar muy concentradas en el tiempo, coincidiendo con episodios de crecida. Aunque durante estos episodios de crecida el río Seco puede llegar a recoger caudales de gran magnitud muy superiores a los del propio río Martín.

En el caso del río Martín llama la atención el hecho de que se hayan reducido considerablemente las aportaciones en las últimas tres décadas, esto puede deberse a un aumento del uso de agua destinada al riego y al uso privado, así como al crecimiento de la masa forestal por el abandono de tierras antiguamente destinadas a la agricultura.

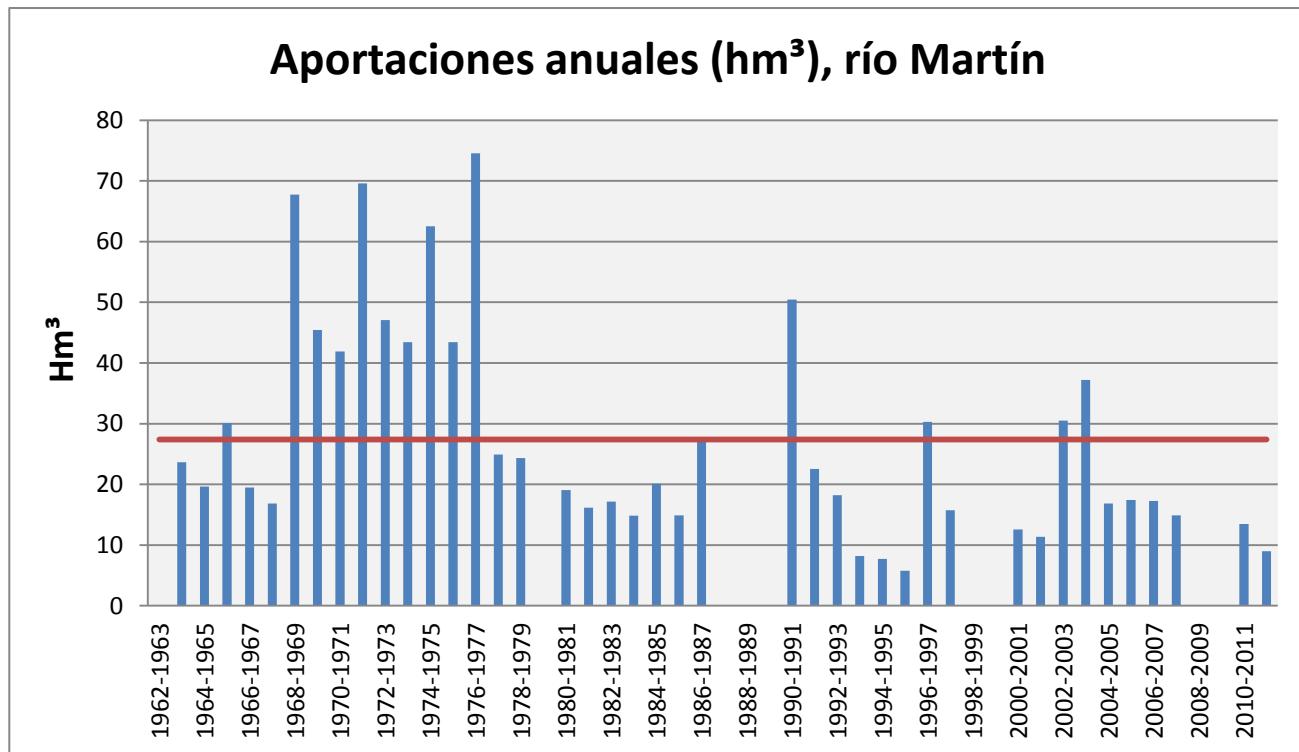


Figura: Aportación anual

Fuente: MAGRAMA

### 3.1.3.2 Variación estacional

En los que se refiere a la variación estacional, apreciamos que en el caso del río Martín el caudal presenta importantes variaciones a lo largo del año, presentando dos máximos y un mínimo de caudal. Como podemos ver en el siguiente gráfico, es en el mes de mayo cuando se da el principal máximo de caudal, el cual se sitúa como promedio en los **1,38 m<sup>3</sup>/s**. Este máximo coincide con los máximos pluviométricos en este ámbito, ya que estos se sitúan a finales de la primavera y principios de verano (abril, mayo y junio). También existe otro máximo en el mes de enero, aunque este con un caudal promedio de 1,07 m<sup>3</sup>/s, es menos marcado. Por otro lado, el mínimo de caudal se da en los meses de agosto y septiembre, con caudales promedio de 0,54 y 0,55 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

Es muy probable que estos máximos de caudal del río Martín en primavera coincidan con aquellos momentos en los que podemos encontrar caudales superficiales en la parte alta de la cuenca del río Seco. Mientras que los mínimos de caudal del río Martín en los meses de agosto y septiembre coincidirán con aquellos momentos en los que no haya caudales circulantes en superficie en ninguna parte de la cuenca del río Seco, a excepción de los momentos durante los que haya precipitaciones. El coeficiente de caudal como podemos ver refleja las variaciones en el caudal respecto al módulo, si el valor es  $> 1$  encontraremos caudales superiores al módulo (aguas altas), mientras que si por el contrario es  $< 1$  tendremos caudales inferiores al módulo (aguas bajas).

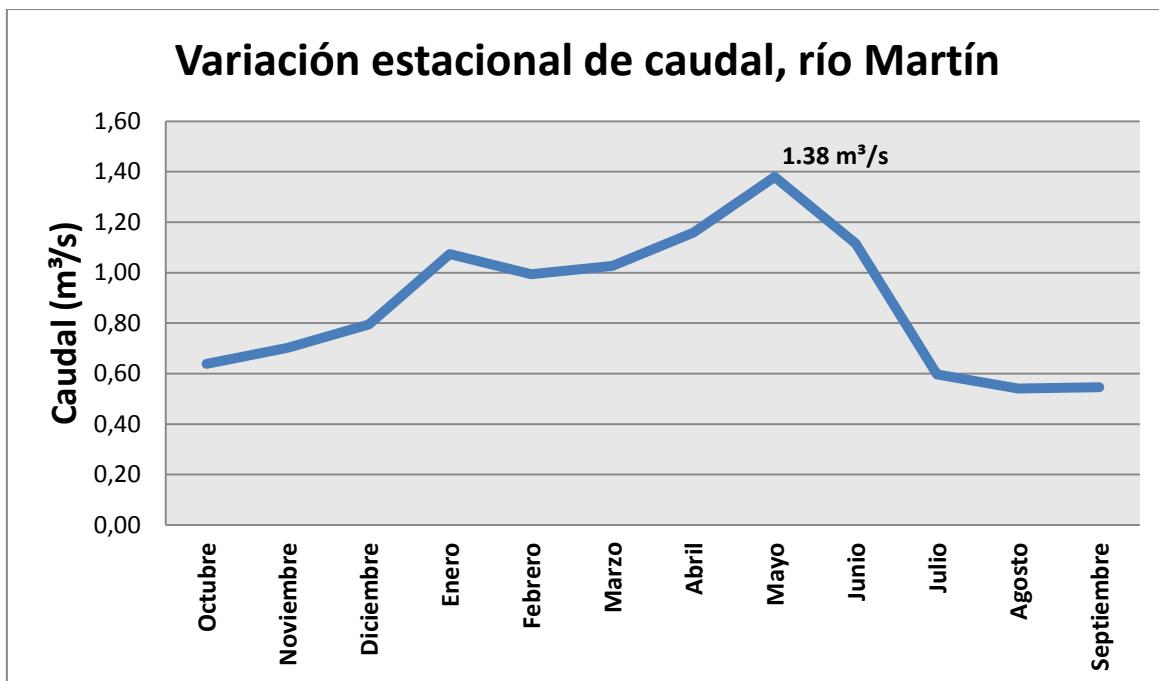


Figura: *Variación estacional de caudal, río Martín*

Fuente: MAGRAMA

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
<b>Coeficiente de caudal</b>	0,73	0,81	0,91	1,23	1,14	1,18	1,33	1,59	1,28	0,69	0,62	0,63

Tabla: *Coeficiente de caudal, río Martín*

Fuente: MAGRAMA

En el caso del río Seco, identificamos su máximo de caudal entre los meses de mayo y Junio, coincidiendo con el momento en el que producen episodios de precipitación. Mientras que el mínimo de caudal se sitúa en los meses de enero y febrero, con una media de 0 (H) en la altura de la lámina de agua. Como podemos ver, la irregularidad del río Seco es todavía mayor que la del río Martín, como reflejo de su funcionamiento efímero.

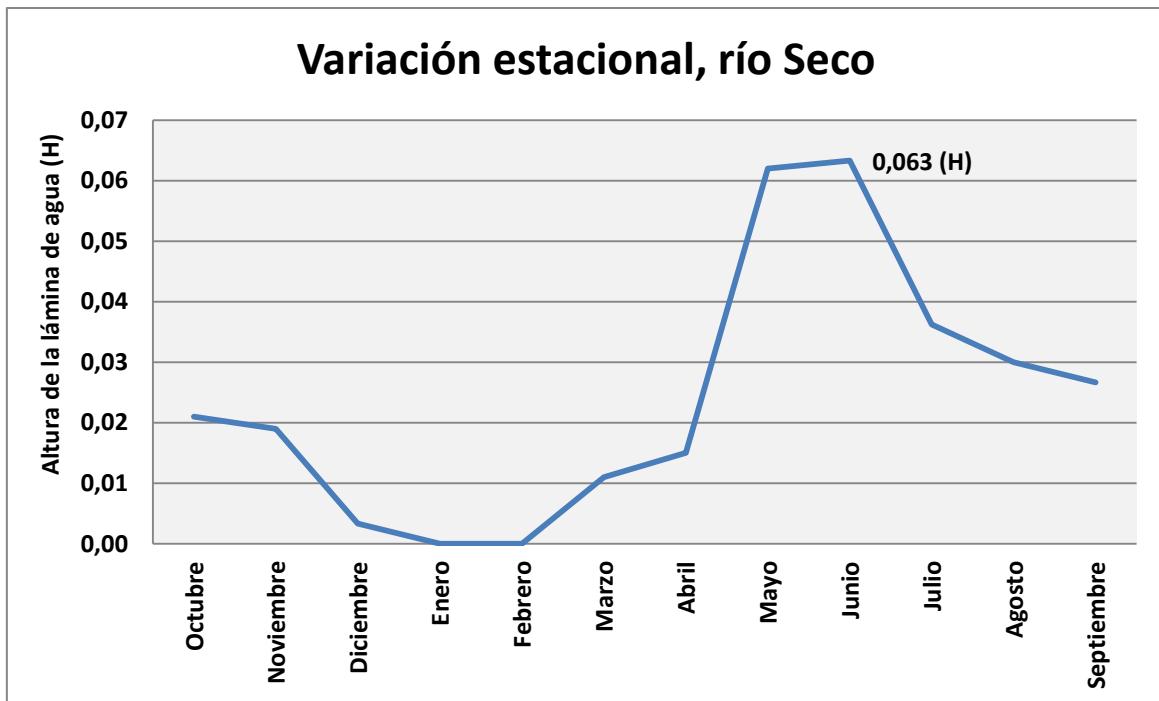


Figura: *Variación estacional de caudal, río Seco*

Fuente: MAGRAMA

### 3.1.3.3 Irregularidad interanual

Para el estudio de la irregularidad interanual se ha elaborado un gráfico, en el que podemos ver el caudal medio anual del río Martín en el periodo que comprende entre 1962-1963 y 2011-2012. Tal y como podemos ver en el siguiente gráfico, el río Martín presenta una gran irregularidad interanual, presentando de esta forma valores de caudal muy dispares entre años y que rara vez se sitúan en torno al módulo **0,87 m<sup>3</sup>/s** (línea roja). Además, como es lógico, de la misma forma que ocurría con las aportaciones anuales (datos absolutos), el caudal medio anual del río Martín presenta un importante descenso desde la década de los 80. El río Martín tiene un coeficiente de irregularidad interanual de **12,88**, por lo tanto se trata de un río con una gran irregularidad interanual.

En el caso del río Seco la irregularidad será todavía mayor, ya que a pesar de que las características climáticas de la zona son muy similares, la falta de una fuente continua de aporte de caudal provocara que su irregularidad esté totalmente condicionada por la cantidad de precipitaciones que se produzcan cada año. El carácter efímero de este río provoca que las diferencias en el caudal entre diferentes años sean abismales, ya que encontraremos años en los que el caudal presente valores entorno a los 0 m<sup>3</sup>/s y otros en los que se produzca una gran crecida como la del año 2013 que aumente considerablemente el caudal medio del año.

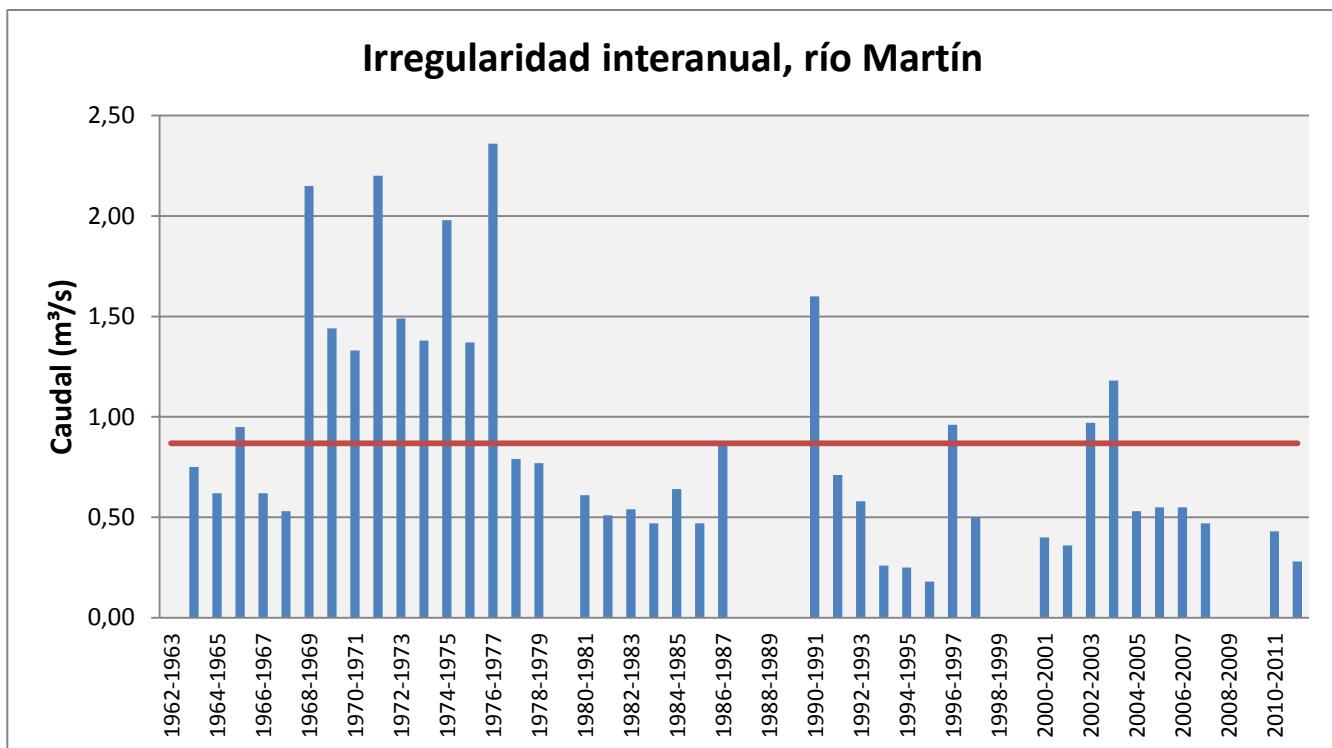


Figura: *Irregularidad interanual*

Fuente: MAGRAMA

<b>Coeficiente de irregularidad interanual</b>	<b>12,88</b>
--	--------------

Tabla: *Coeficiente de irregularidad interanual, río Martín*

Fuente: MAGRAMA

### 3.1.3.4 Fenómenos extremos

#### 3.1.3.4.1 Crecidas

Para el estudio de las crecidas del río Seco se utilizaron los datos obtenidos de la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro), aunque estos no corresponden con datos de caudal sino de altura de la lámina de agua. Si observamos el siguiente gráfico, en el que se muestra la altura de la lámina de agua en la estación de aforo del río Seco (nº 262) en el periodo comprendido entre el 1997 y 2016, vemos como las mayores puntas de caudal las encontramos en los meses de primavera y verano.

Estos máximos suelen darse sobre todo a finales de primavera y durante el verano, periodo en el que es muy habitual que en este ámbito se produzcan fuertes tormentas de carácter convectivo. Este tipo de tormentas suelen presentar una duración escasa pero pueden descargar grandes cantidades de precipitación, generando a menudo crecidas repentinas de ríos y barrancos.

## Nivel del río Seco en la estación de aforo nº 262 (datos quinceminales)

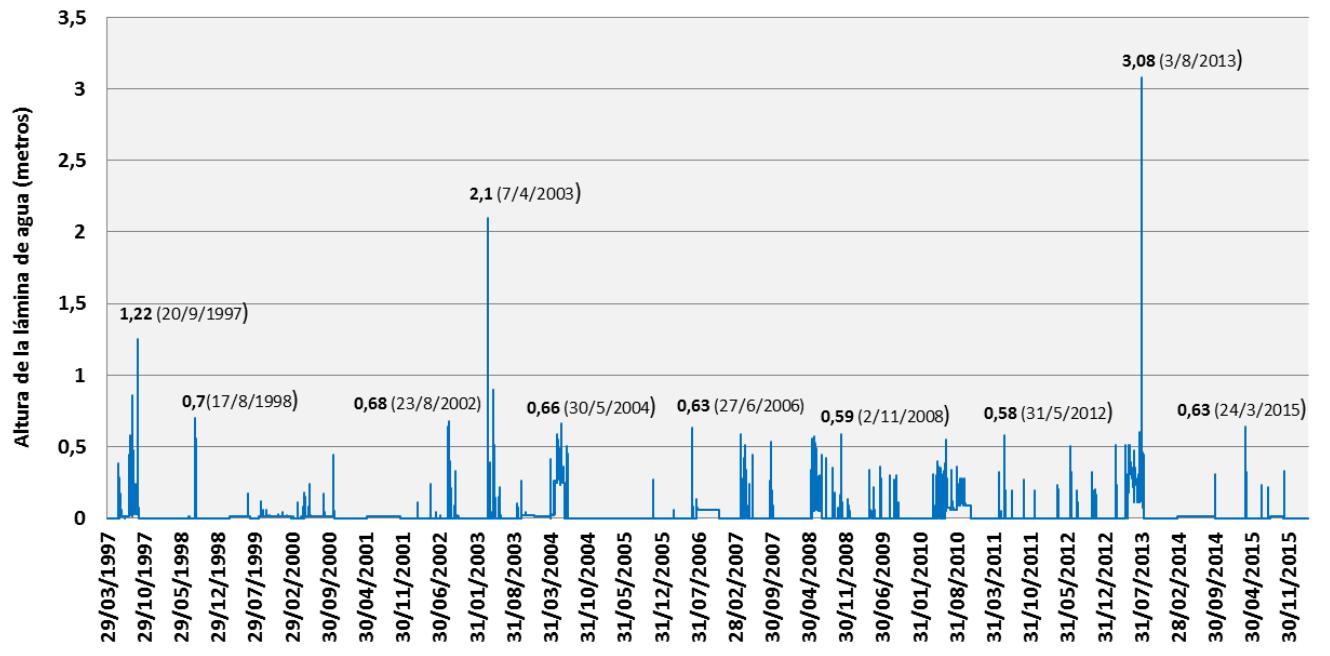


Figura: *Nivel del río Seco, datos quinceminales*

Fuente: MAGRAMA

En este periodo temporal de 19 años identificamos varias crecidas especialmente de diferentes magnitudes. Podríamos señalar algunas de las más importantes, como la que se produce el 7 de abril de 2003, en el que la lámina de agua alcanzó una altura de 2,1 metros a su paso por la estación de aforo. La del 20 de septiembre de 1997, en la que la lámina de agua alcanzo 1,2 metros de altura o la del 17 de agosto de 1998 con una altura de lámina de agua de 0,7 metros. Aunque la que más llama la atención por su magnitud y por ser la que realmente genero una situación de riesgo, es la correspondiente al episodio de crecida del 3 de Agosto de 2013. Pero esta será analizada de forma detallada en el epígrafe correspondiente a *Eventos de crecida*.

Con el fin de determinar en qué meses del año se producen los mayores episodios de crecida en nuestro ámbito, se ha realizado una tabla con los máximos instantáneos mensuales para toda la serie de datos disponibles del río Martín. Para ello se han seleccionado todos aquellos meses con máximos instantáneos que superen **3, 5 y 10 veces el modulo** ( $0,87 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en el periodo comprendido entre 1964 y 1965. Estos quedan representados con los colores amarillos (3 veces el módulo), naranjas (5 veces el módulo) y rojos (10 veces el módulo).

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
1964-1965												
1965-1966												
1966-1967												
1967-1968												
1968-1969												
1969-1970												
1970-1971												
1971-1972												
1972-1973												
1973-1974												
1974-1975												
1975-1976												
1976-1977												
1977-1978												
1978-1979												
1979-1980												
1980-1981												
1981-1982												
1982-1983												
1983-1984												
1984-1985												
1985-1986												
1986-1987												
1987-1988												
1988-1989												
1989-1990												
1990-1991												
1991-1992												
1992-1993												
1993-1994												
1994-1995												
1995-1996												
1996-1997												
1997-1998												
1998-1999												
1999-2000												
2000-2001												
2001-2002												
2002-2003												
2003-2004												
2004-2005												
2005-2006												
2006-2007												
2007-2008												
2008-2009												
2009-2010												
2010-2011												

Tabla: *Meses de crecidas, río Martín*

Fuente: MAGRAMA

A continuación, para presentar los datos de manera más esquemática lo resultados, se ha elaborado un gráfico en el cual podemos ver el número de meses en los cuales se ha superado 3, 5 y 10 veces el modulo en el período comprendido entre 1964-1965 y 2011-2012.

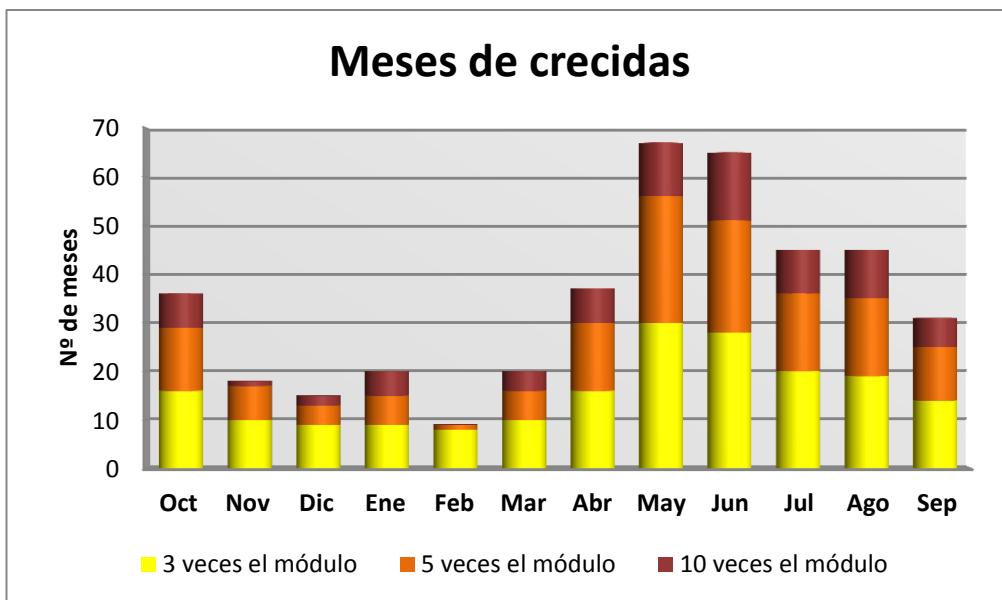


Figura: *Meses de crecidas, río Martín*

Fuente: MAGRAMA

Tal y como vemos en el gráfico, la mayoría de las crecidas se producen en los meses de **mayo** (30 ocasiones en las que se supera 3 veces el modulo, 26 en las que se supera 5 veces el modulo y 11 en las que se supera 10 veces el modulo), **junio** (28 ocasiones en las que se supera 3 veces el modulo, 23 en las que se supera 5 veces el modulo y 14 en las que se supera 10 veces el modulo), **julio** (20 ocasiones en las que se supera 3 veces el modulo, 16 en las que se supera 5 veces el modulo y 9 en las que se supera 10 veces el modulo) y **agosto** (19 ocasiones en las que se supera 3 veces el modulo, 16 en las que se supera 5 veces el modulo y 10 en las que se supera 10 veces el modulo). El periodo comprendido entre estos meses coincide con el periodo ya mencionado anteriormente en el que se producen las fuertes tormentas torrenciales, al igual que sucedía en el río Seco. Por lo tanto, podemos decir que tanto en el caso del río Martín como en el del río Seco los mayores episodios de crecidas se producirán a finales de primavera y en el verano, siendo especialmente importantes en los meses de mayo y junio, meses en los que se producen el mayor número de crecidas en nuestro ámbito de estudio.

### 3.1.3.4.2 Estiajes

Respecto a los estiajes, simplemente señalar que por lo general los ríos de este ámbito presentan estiajes muy marcados y de larga duración, como reflejo de esa irregularidad de las precipitaciones. Aunque en el caso del río Seco (río efímero), resulta difícil hablar de estiajes, ya que por su propia naturaleza no presenta caudales circulantes continuos.

A continuación se muestra un ejemplo de un de estiaje del río Martín en el periodo comprendido entre días 16 de Mayo de 1993 y el 29 de Septiembre de 1996. Este periodo de estiaje de casi 5 meses de duración es una muestra de los largos periodos de estiaje que se dan en los ríos de este ámbito mediterráneo continentalizado.

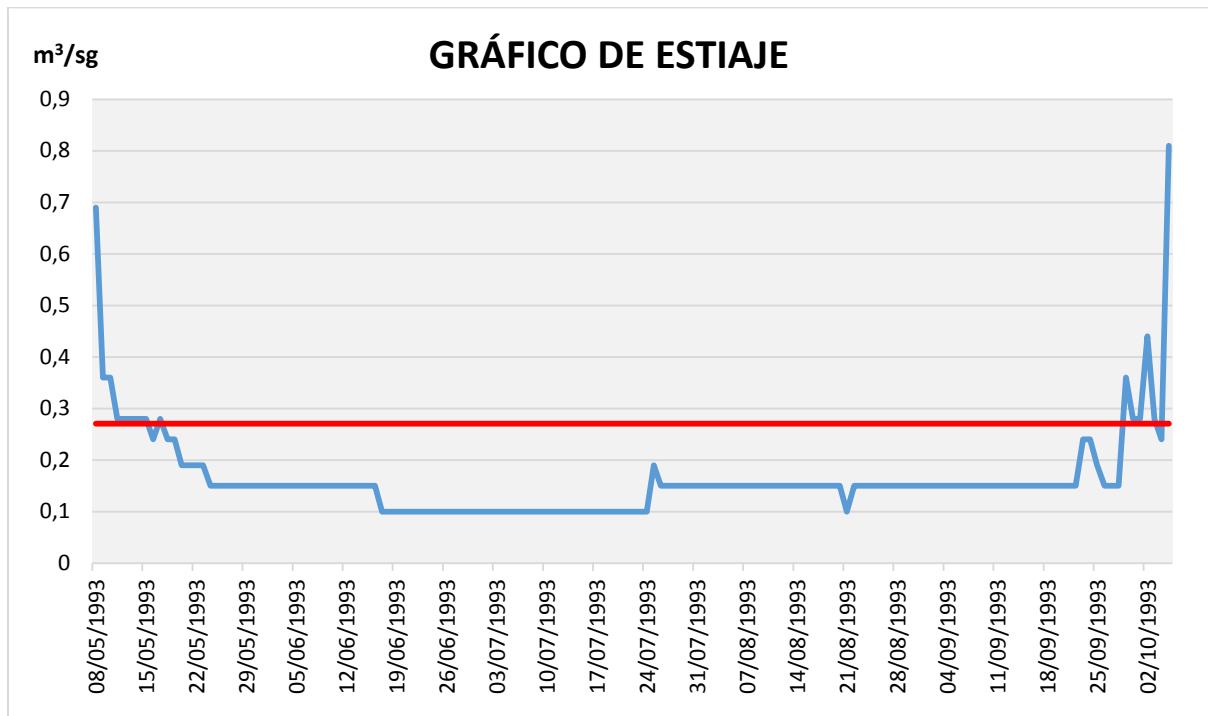


Figura: *Gráfico de estiaje*

Fuente: *MAGRAMA*

### 3.1.3.5 Similitudes en el comportamiento hidrológico del río Martín y el río Seco

Tras haber analizado todos los elementos del régimen hidrológico del río Martín y del río Seco podemos señalar una serie de aspectos similares en su comportamiento:

1. Escaso caudal a lo largo del año, prácticamente nulo en el caso del río Seco.
2. Los episodios de crecida se suelen dar a finales de la primavera y durante los meses de verano, especialmente en los meses de mayo y junio.
3. Estiajes muy acusados, tanto en verano como en invierno. En el caso del río Seco por su carácter efímero, podríamos decir que son permanentes.
4. En los meses de verano es habitual encontrar tanto episodios de crecida como de estiaje.
5. Los máximos de caudal en primavera del río Martín coinciden con los momentos en los que podemos encontrar caudales circulantes en la parte alta de la cuenca del río Seco. Es probable que el comportamiento del río Martín se asemeje más al comportamiento hidrológico en la zona de cabecera de la cuenca del río Seco, es decir, al comportamiento del río Armillas-Cantalera-Sus, donde sí que puede llegar a haber caudales circulantes de manera temporal.

6. Los mínimos de caudal entre agosto y septiembre del río Martín coinciden con esos momentos en los que no encontraremos caudales circulantes en superficie en ninguna zona de la cuenca del río Seco (exceptuando episodios de precipitaciones).
7. Alta irregularidad interanual
8. Régimen pluvial mediterráneo continentalizado



Figura: Estación de aforo de Alcaine (imagen izquierda) y del río Seco (imagen derecha)

Fuente: Anuario de aforos y elaboración propia

### 3.2 Crecidas históricas del río Seco

Son varios los antecedentes que existen acerca de grandes crecidas en la cuenca del río Seco, aunque la reducida presencia de población y la escasa frecuencia de estos extraordinarios episodios de crecida a lo largo del tiempo dificulta enormemente documentarse acerca de estos. Es tremadamente difícil encontrar información acerca de estas crecidas, y prácticamente imposible encontrar datos acerca de la posible magnitud que estas pudieron tener, por lo que la principal fuente de información son las vivencias de la población de los pequeños municipios rurales que habitan la cuenca del río Seco. Aunque muchos de ellos ni si quiera han sido testigos directos de estas, sino que se pueden tratar de historias o anécdotas contadas por sus padres o por la gente más anciana del pueblo.

Tras un intenso proceso de indagación acerca de estas grandes crecidas históricas, solamente se ha encontrado una publicación en la que se mencione y se aporte algún dato acerca de ellas, el artículo científico “*Tomando el pulso a las grandes crecidas de los ríos peninsulares*” (López Bustos, 1981). El precedente más reciente y que por lo tanto está mejor documentado es el episodio anteriormente mencionado del 3

de agosto del 2013, aunque tampoco encontramos ninguna publicación de carácter científico en la que se le haga algún tipo de referencia.

Con los problemas ya mencionados a la hora de recabar información acerca de estas grandes crecidas del río Seco, se ha intentado recopilar toda la información posible acerca de cada una de ellas. Para ello se ha utilizado información disponible en la prensa, informes de la Confederación Hidrográfica del Ebro, artículos científicos, así como la información recabada a partir de la consulta a la población local. A continuación se muestra una breve información acerca de cada uno de estos episodios de crecida:

### **3.2.1 Referencias históricas**

Se ha encontrado una referencia de tiempos del Cid, “Hace unos mil años, El Cid, tenía su campamento, en El Puerto de Alacon, desde donde asolaba, Montalban y Huesa del Comun. El Rio Seco, pertenecía a Alacon, pues su territorio, llegaba hasta Alcaine y Josa. En una de las salidas, del ejercito cidiano, hacia Albarracín, desde Alacon por Alcaine, Obón, Peñarroya, Montalban etc. que era el camino oficial del Martín, hubo una tan grande tormenta, que al cruzar el Rio Seco, fenebieron varios de los efectivos de su ejercito, y varios carros, fueron arrastrados por la corriente.” (Royo, 2015).

A priori puede parecer algo descabellado y resulta imposible saber de qué río se trata realmente, aunque el gran número de coincidencias y la conocida presencia del Cid en esta zona nos hacen pensar que podría tratarse del río Seco.

### **3.2.2 Crecida de 1915-1913**

Apenas existe información de esta crecida, de hecho, se conoció de su existencia por el testimonio de varios vecinos. Aunque había algunas contradicciones en la fecha, ya que algunos vecinos indicaban que se produjo en 1913 y otros señalaban que había sido en 1915. El informe de la CHE (Resumen de la avenida del Martín y Seco) al que se pudo acceder, indicaba que se produjo en 1915, por lo que es muy probable que sea el año en el que realmente se produjo esta gran avenida. El testimonio de los vecinos del municipio de La Hoz de la Vieja nos hace pensar que esta crecida fue muy similar a la del año 2013 e incluso de una mayor magnitud. Algunos vecinos decían que esta gran crecida llegó a dar la vuelta a la primer manzana de aquellas casas situadas en la margen izquierda del río Armillas. Todo ello nos hace pesar que fue una crecida de gran magnitud y que se produjo a partir de un fuerte episodio de precipitaciones en la cabecera de la cuenca.

### **3.2.3 Crecida de 1945**

Al igual que en el caso anterior, la crecida de 1945 apenas está documentada. Aunque en este caso encontramos una referencia en el artículo mencionado de López Bustos (1981). En este se señala que se pudo estudiar con detalle esta crecida ya que sus equipos se encontraban en ese momento en la zona, con motivo de la construcción

de la estación de aforo de Cueva Foradada (nº 118). Tal y como se menciona en el artículo, la crecida se produjo el día 30 de junio de 1945 y se apunta a que pudo llegar a alcanzar un caudal de  $650 \text{ m}^3/\text{s}$  (López Bustos, 1981). En este caso, los vecinos del municipio de La Hoz de la Vieja no hicieron mención a esta gran crecida. Esto nos hace pensar que el mayor grueso de caudal pudo proceder de la zona del nacimiento del propio río Seco y no de la cabecera del río Armillas como cabría esperar.

### 3.2.4 Crecida de 2013

Esta gran crecida es la más reciente y por lo tanto es la que está mejor documentada. El día 3 de agosto de 2013 se produce una tormenta que afecta a varias localidades de Teruel, pero especialmente a los municipios de La Hoz de la Vieja y Oliete, donde momentáneamente las calles se vieron convertidas en ríos. Esta tormenta de gran intensidad se forma bajo las siguientes condiciones atmosféricas. Por un lado, en superficie se observan dos masas de aire muy diferenciadas en humedad, tal y como se puede ver en las siguientes imágenes estas forman una especie de línea imaginaria que separa la masa de aire más húmedo procedente del mediterráneo y la masa de aire más seco que ocupa la mayor parte de la Península. Esta especie de línea imaginaria es conocida como línea seca (*dry line*) y presenta un comportamiento similar a la de un frente frío. Por otro lado, en altura encontramos una vaguada atlántica sobre la fachada mediterránea (masa de aire frío). Además, también se da una baja presión local que favorece la entrada de aire húmedo del Mediterráneo (bochorno) que retroalimenta la intensa tormenta.

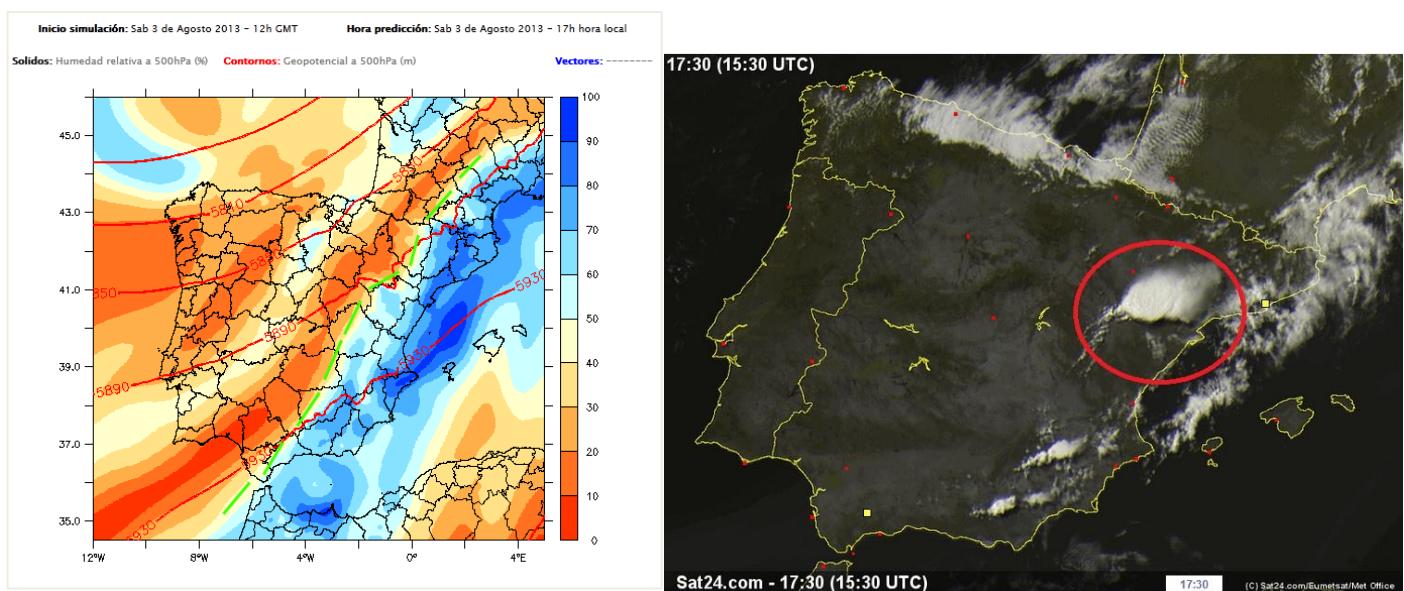


Figura: Situación atmosférica (imagen izquierda) e imagen satélite de la tormenta (imagen derecha)

Fuente: [www.cazatormentas.es](http://www.cazatormentas.es)

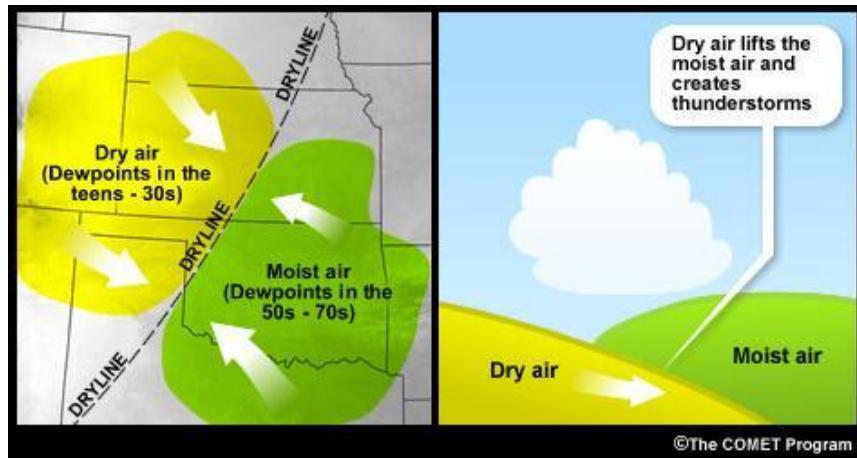


Figura: Representación esquemática del proceso de “dry line”

Fuente: [www.cazatormentas.es](http://www.cazatormentas.es)

El sistema SAIH recogió los siguientes datos de precipitación:

- **Vivel del Río** (P027): 66 l/m<sup>2</sup>
- **E. Cueva Foradada** (EM17): 58.4 l/m<sup>2</sup>
- **Alcaine** (R101): 27.8 l/m<sup>2</sup>

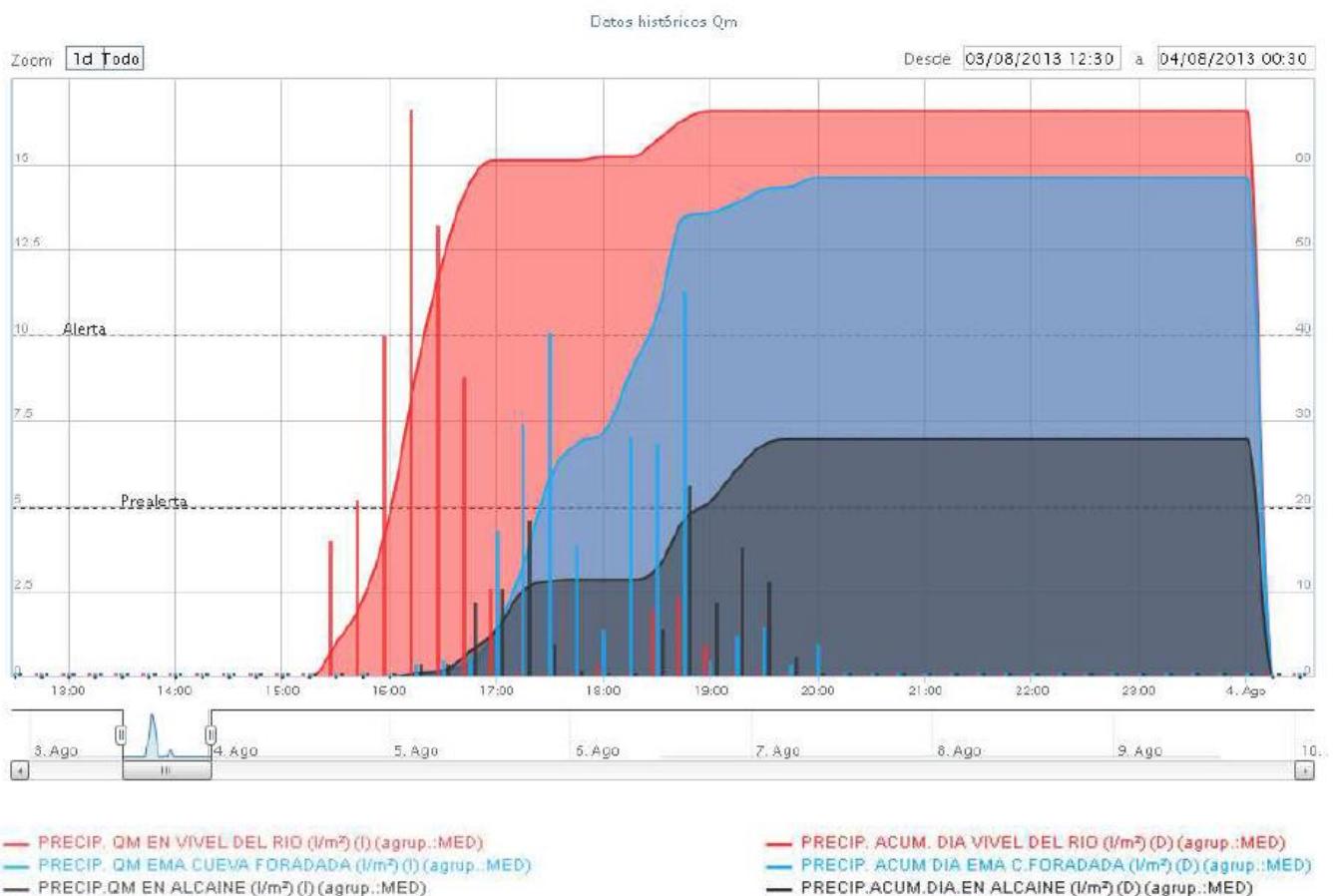


Figura: Registro pluviométrico del SAIH

Fuente: CHE

Tal y como se puede observar en el gráfico anterior, la mayor parte de estas lluvias se acumularon en apenas 2 horas. La caída de una gran cantidad de precipitación en un periodo de tiempo tan reducido produjo una saturación del suelo y la movilización de una gran cantidad de agua por escorrentía, dando lugar a una crecida repentina de tipo *flash floods*. Este tipo de crecidas representan un enorme peligro porque se trata de grandes aluviones de agua, piedras y barro que se desplazan a enorme velocidad y llegan sin previo aviso, más allá de la tormenta en sí misma.

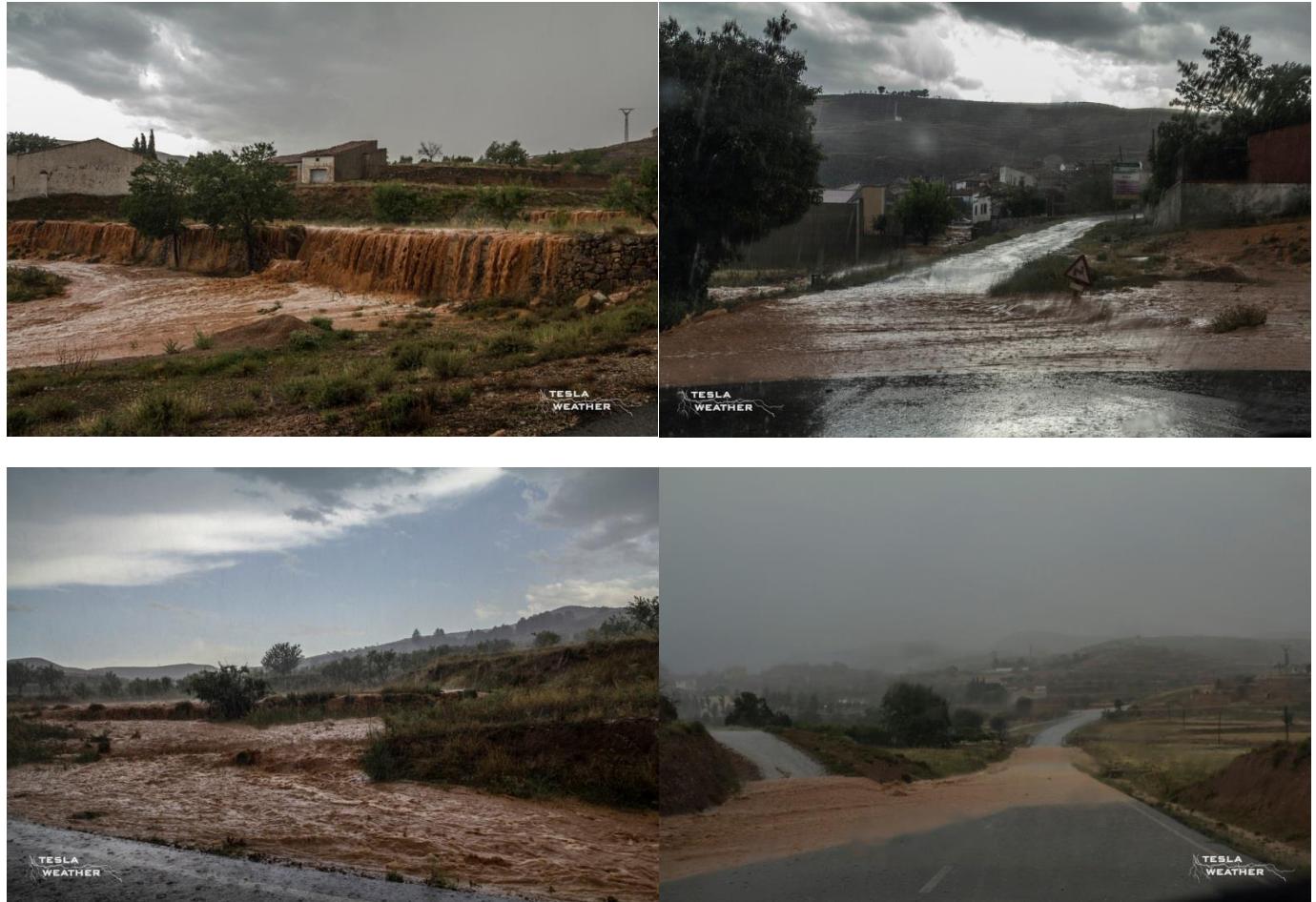


Figura: *Imágenes de la tormenta en diferentes puntos de la cuenca del río Seco*

Fuente: [www.cazatormentas.es](http://www.cazatormentas.es)

Los efectos de la crecida fueron especialmente importantes en la localidad de La Hoz de la Vieja donde el agua provocó infinidad de daños en las casas más cercanas al cauce. El agua entro en varias casas, especialmente en las situadas en la margen izquierda del río Armillas. En Oliete los daños materiales fueron mucho más reducidos, pero por desgracia un vehículo fue arrastrado por la corriente y uno de sus dos pasajeros falleció. Se estima que en total los daños materiales ocasionados por la crecida supero los 500.000 euros.



Figura: *Crecida a su paso por el municipio de La Hoz de la Vieja*

Fuente: [www.cazatormentas.es](http://www.cazatormentas.es)



Figura: *Desperfectos en la casas situadas junto al cauce*

Fuente: *Elaboración propia*

En el siguiente gráfico se muestra los dos hidrogramas de crecida correspondientes a las estaciones de aforo del río Seco en Oliete (nº 262) y del río Martin en Hijar (nº 14). Tal y como podemos ver, en el río Seco la crecida presenta dos picos de crecida, el primero de ellos presentan una mayor caudal (3,08 metros de altura de la lámina de agua) y se alcanzó a las 19:30. El segundo de los picos de crecida alcanzó una altura de 2,09 metros y se produjo a las 8:30, por lo que hubo un desfase de 1 hora entre los dos picos de crecida. En el caso de la estación de Hijar, sólo encontramos un pico de crecida, este alcanzó un caudal máximo de 158 m<sup>3</sup>/s y se produjo a las 5:00 del 4 de agosto de 2013. Por lo que encontramos un desfase temporal de 8 horas y media entre la estación del río Seco y la estación de Hijar, las cuales se encuentran a una distancia de unos 30 km. Según las estimaciones de la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro) la crecida pudo alcanzar un caudal de 80-120 m<sup>3</sup>/s a su paso por el municipio de la Hoz de la Vieja y de unos 180-240 m<sup>3</sup>/s a su paso por la estación de aforo del río Seco en Oliete.

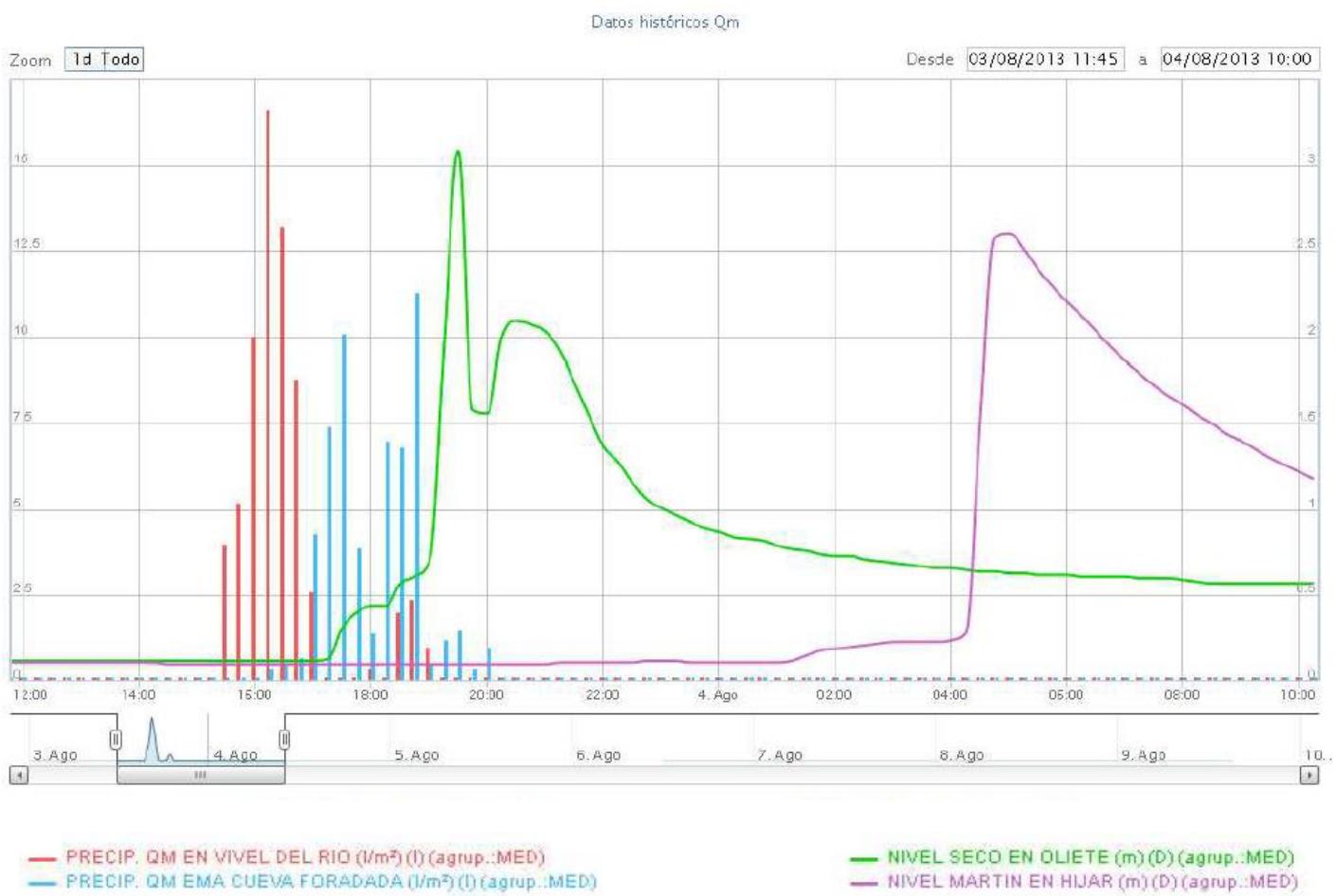


Figura: Registro SAIH de las estaciones de aforo del río Seco (nº262) y del río Martin en Hijar (nº 14)

Fuente: CHE

### 3.3. Caracterización hidrogeomorfológica del río Seco

#### 3.3.1 Aplicación del protocolo del MAGRAMA

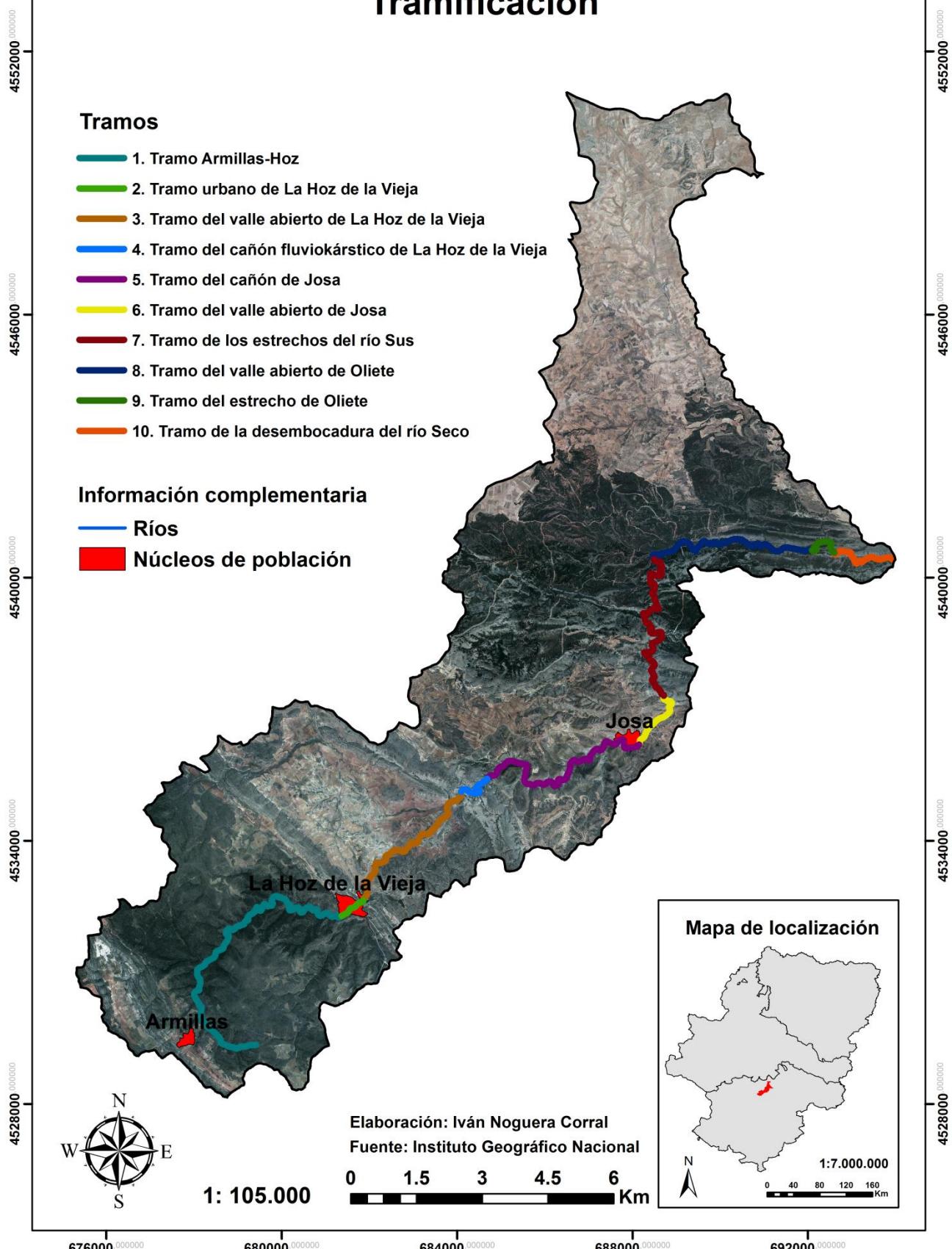
Para llevar a cabo la caracterización hidromorfológica del río Seco se utilizó el *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos* del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (M-R-HMF-2015, versión 0, MAGRAMA). Este documento de 101 páginas se compone de cinco capítulos (Introducción y Metodología, Caracterización del régimen hidrológico, Caracterización de la continuidad del río, Caracterización de las condiciones morfológicas del cauce y Caracterización global) en los que se dan una serie de criterios y pautas genéricas a seguir a la hora de caracterizar un sistema fluvial. Para ello el documento cuenta con una serie de anexos en los que se proporcionan una serie de tablas que se han de llenar mediante trabajo de campo y de gabinete.

La decisión de utilizar este protocolo de caracterización hidromorfológica se tomó por dos aspectos de especial interés. Por un lado y como es lógico, la propia caracterización del río Seco. Esta nos ha permitido conocer más acerca de este sistema fluvial y nos ha proporcionado una gran cantidad de información respecto a diferentes aspectos relacionados con la morfología del cauce, la sedimentación del río, la conexión con las aguas subterráneas, su grado de antropización o de la morfología de su bosque de ribera. Y por otro lado, saber si este protocolo, el cual a priori debería de tener un carácter general y poder ser utilizado para la caracterización de cualquier sistema fluvial, podía aplicarse correctamente en un río efímero y de escasa entidad en términos de tamaño como es el caso del río Seco. Hay que tener en cuenta que este protocolo se encuentra todavía en fase de borrador y abierto a alegaciones y modificaciones, y el MAGRAMA ha pedido a grupos de investigación y técnicos que lo apliquen a diferentes cursos fluviales para su posterior validación.

A la hora de aplicar dicho protocolo a nuestro estudio, la primera tarea que se realizó fue la tramificación del río, que se realizó principalmente con base en criterios como la morfología del cauce y del valle a lo largo del recorrido del río Seco. Como ya se ha mencionado anteriormente, a la hora de realizar este estudio se tomó como referencia el que debería conformar el cauce principal de la cuenca del Río Seco, es decir, el que nace en Armillas. Por ello, la tramificación se ha realizado desde el nacimiento en las proximidades de Armillas hasta la desembocadura en el río Martín, cerca del núcleo de Oliete. A lo largo de su recorrido se diferenciaron un total de 10 tramos internamente homogéneos y diferentes entre sí por la geomorfología del valle y del cauce.

A continuación se explica de forma detallada los resultados obtenidos a partir de la aplicación del *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos* para cada uno de los tramos diferenciados, así como un comentario general de los datos obtenidos a nivel de cuenca.

# Tramificación



### 3.3.1.1 Tramo Armillas-Hoz

Este tramo discurre desde el municipio de Armillas hasta el municipio de la Hoz de la Vieja a lo largo de unos 8 km y conforma el primero de los tramos del cauce principal de la cuenca del río seco, por lo que puede ser considerado como el nacimiento de sistema fluvial Armillas-Cantalera-Sus-Seco. En este primer tramo el cauce principal adquiere la denominación de río Armillas, denominación que recibe debido a su cercanía al municipio de Armillas. En la cabecera del río Armillas nos encontramos ante un cauce seco y poco marcado que queda todavía más difuminado por la presencia de cultivos en terrazas y de vegetación en los primeros metros de su cabecera. A medida que vamos descendiendo el cauce tiene una mayor incisión, llegando a alcanzar una profundidad de unos 2,5 metros tras poco más de 1,5 km de recorrido. Es aquí donde podemos encontrar por primera vez agua circulando en superficie de manera temporal, sin necesidad de que esté lloviendo. En los meses de invierno y primavera puede haber agua circulando de manera superficial en este primer tramo, aunque con unos caudales prácticamente inapreciables y de manera difusa, ya que principalmente nos encontramos ante una circulación del caudal subsuperficial y de manera muy intermitente en superficie.



Figura: *Zona de cabecera del río Armillas en el tramo Armillas-Hoz*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle presenta a lo largo de su recorrido algunas variaciones morfológicas, con zonas en las que el valle aparece con una estructura confinada y otras en las que tiene una llanura de inundación de pequeñas dimensiones, aunque podemos decir que principalmente se trata de un tipo de valle confinado en el que el cauce no llega a alcanzar grandes dimensiones. El cauce principal tiene una morfología sinuosa (1,21), una estructura longitudinal de tipo rampa y no presenta modificaciones significativas en su anchura y profundidad por la acción antrópica. El tipo de sustrato del lecho es mixto, ya que encontramos tanto zonas con cauce en roca como zonas con cauce aluvial. Los sedimentos presentan un tamaño dominante de cantos (6,4 cm a 25,6 cm), aunque encontramos importantes zonas de acumulación de gravas. En cuanto a la clasificación de los sedimentos, podemos decir que es limitada ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva en la mayor parte del tramo. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios. Estas son el resultado de los procesos transporte de sedimentos y de la erosión del río, aunque en muchas ocasiones, y debido a las dimensiones del cauce, aparecen de forma difusa y en una microescala.

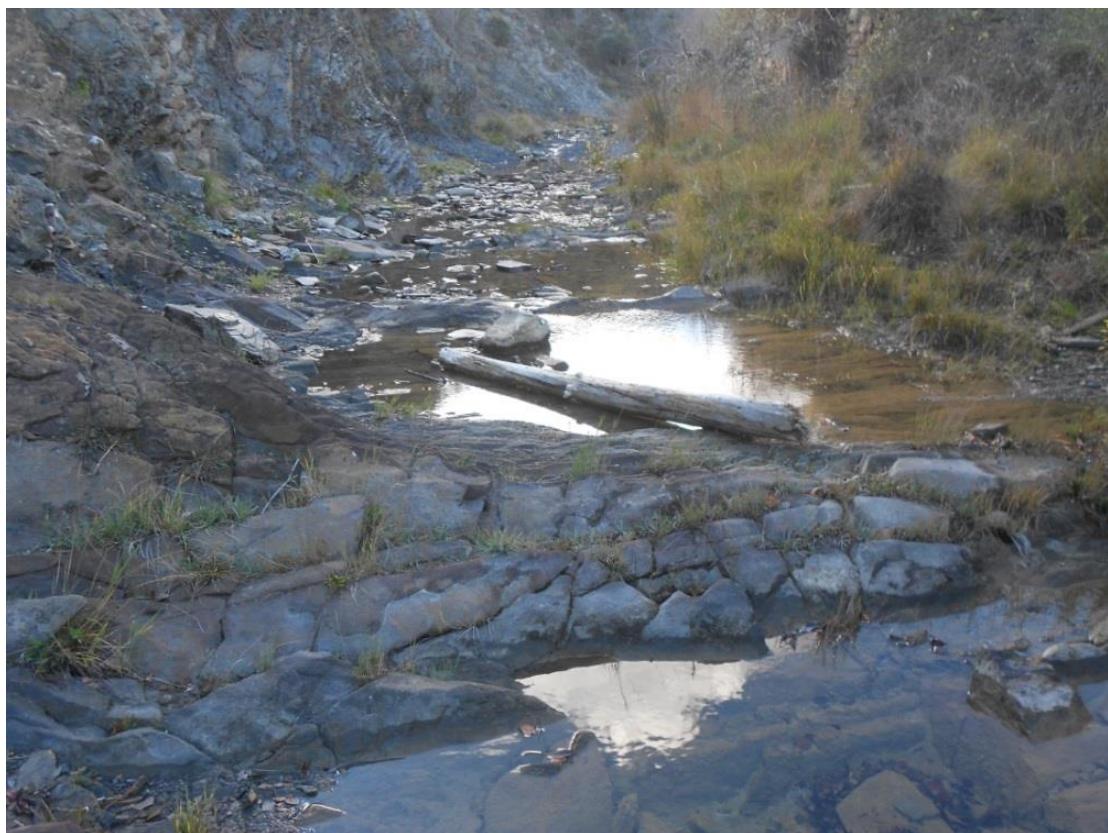


Figura: *Cauce principal del río Armillas sobre afloramientos de pizarras en el tramo Armillas-Hoz*

Fuente: *Elaboración propia*

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al ser una zona en la que no encontramos un caudal superficial continuo tiene serias dificultades para desarrollarse. A pesar de ello, encontramos multitud de especies en torno al cauce como el chopo cabecero, la aliaga, el espino blanco, juncos etc. También cabe destacar en este primer tramo, la presencia de un bosque de carrasca (*Quercus rotundifolia*) y de un pequeño quejigal (*Quercus faginea*) en la zona de cabecera.

Por último, señalar que este tramo presenta una reducida antropización ya que no encontramos ningún obstáculo, obras hidráulicas o modificaciones significativas en el cauce principal. Tampoco encontramos retenciones significativas de sedimentos ni usos del suelo que generen erosión. Los únicos elementos antrópicos a mencionar en este tramo son un camino de tierra que discurre de manera paralela al curso del río sin llegar a atravesarlo y una pequeña explotación minera de arcilla abandonada, aunque ninguno de estos dos elementos antrópicos tiene una afección significativa sobre la erosión o la retención de sedimentos.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

## **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	X
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

<b>CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m<sup>3</sup>/s (CAUMAX)</b>						
<i>Tiempo (T)</i>	<i>2 años</i>	<i>5 años</i>	<i>10 años</i>	<i>25 años</i>	<i>100 años</i>	<i>500 años</i>
<i>Caudal</i>						
<b>OBSERVACIONES</b>	Sin datos					

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		X
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		Difusa
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		Directa
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		Variable
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	X
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>	<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>	
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	Encontramos únicamente usos agrícolas, pero estos no llegan a generar una erosión significativa
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

## Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	Encontramos una pequeña explotación minera abandonada, aunque esta no tiene afección sobre el transporte de sedimentos
				X	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>					
<i>Nº de azudes colmatados</i>					
<i>Nº de azudes no colmatados</i>					
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos ningún azud
				X	

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

**Tipo de fondo de valle**

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	X
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

## Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,035		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		Estado natural o referencia	Estado actual		
		Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua	Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua
Recto					
<i>Sinuoso</i>	X	8,001	100	8,001	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL</i>		G		G	
<i>ROSGEN (1996)</i>					

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
Tipo de modificación	Longitud total del tramo modificado (km)	Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	1,3	0	1,3
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	16,48	0	8,24
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	1,3	0	1,3
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	16,48	0	8,24

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

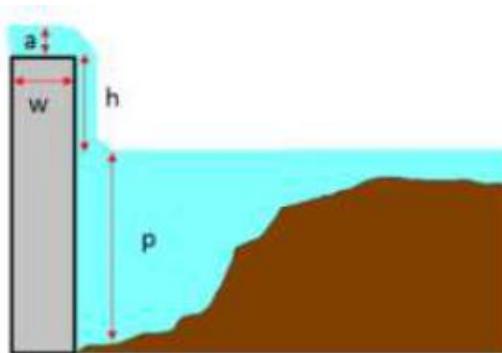
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0
<b>OBSERVACIONES</b>	Hay algunos muros de antiguos aterrazamientos agrícolas, pero sin afección aparente por su grado de deterioro		

Remansos por azudes y otros elementos y estructuras

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<i>OBSERVACIONES</i>	No hay ninguna otra estructura

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<i>OBSERVACIONES</i>	No hay ningún salto vertical



Variables para obstáculos de salto vertical

## CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguno obstáculo

## SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO

SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Armillas
<i>Nombre del tramo</i>	Armillas-Hoz
<i>Localización del tramo</i>	Entre los núcleos de población de Armillas y La Hoz de la Vieja
<i>Coordenadas UTM punto de inicio</i>	30T 679401.63m E 4529339.44m N
<i>Coordenadas UTM punto de fin</i>	30T 681366.56m E 4532283.85m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	
<i>Mixto</i>	<b>X</b>

### **Tipo de sedimento**

*Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		<b>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</b>
<i>Bloques</i>		<b>Más de 25,6 cm</b>
<i>Cantos</i>	<b>X</b>	<b>De 6,4 cm a 25,6 cm</b>
<i>Gravas</i>		<b>De 2 mm a 64 mm</b>
<i>Arenas</i>		<b>De 0,063 mm a 2 mm</b>
<i>Limos y arcillas</i>		<b>Menos de 0,063 mm</b>
<b>OBSERVACIONES</b>		

*Clasificación de sedimentos*

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS</b>		
<i>Efectiva</i>		<b>Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas</b>
<i>Limitada</i>	<b>X</b>	<b>Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos</b>
<i>Nula</i>		<b>Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros</b>

### **Tipo de estructura longitudinal**

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	<b>X</b>
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACCELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1,5 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## **ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA**

### **Ríos sin ribera definida**

<b>ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA</b>					
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>5,7</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>		<i>55</i>	
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>		Inapreciable			
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>
		X			
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>
		X			

### **3.3.1.2 Tramo urbano de La Hoz de la Vieja**

El tramo urbano de La Hoz de la Vieja es con unos 635 metros el tramo más corto y discurre en su totalidad por la zona urbana del núcleo de población de La Hoz de la Vieja. Este se encuentra altamente antropizado y es sin duda alguna la zona de mayor riesgo de toda la cuenca del río Seco. En este tramo el cauce principal mantiene la denominación de río Armillas, y es aquí donde se encuentra una de las confluencias más importantes de toda la cuenca, ya que confluyen en un pequeño espacio tres cursos fluviales de una entidad importante: el Barranco del Valdiello, el Barranco de la margen izquierda del río Armillas (sin denominación, aunque la propia calle hace referencia a este “calle el barranquillo”) y el propio río Armillas. Por todo ello, esta zona presenta un gran interés para nuestro estudio, pero se analizará de manera más detallada en el epígrafe *Aplicación al diagnóstico de peligrosidad y riesgo*. En este tramo no encontramos agua circulando de manera superficial, excepto durante episodios de precipitación, en los cuales es habitual encontrar caudales circulantes ya que en este punto se recoge agua de multitud de barrancos.



Figura: *Río Armillas en el tramo urbano de La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle presenta una llanura de inundación estrecha y discontinua, en la que encontramos un cauce con una morfología recta y una estructura longitudinal de tipo rampa. En esta zona tanto la morfología del valle como la del cauce ha sufrido importantes modificaciones, ya que el cauce principal se encuentra canalizado y en algunas zonas el suelo está revestido con hormigón, modificando de esta forma su anchura y profundidad. A pesar del alto grado de antropización del sistema fluvial en esta zona, es muy probable que el cauce en su estado natural presentase también una morfología recta, ya que la disposición geográfica de la zona a modo de sumidero favorece que el cauce presente este tipo de morfología. El tipo de sustrato del lecho es aluvial, con un predominio de los sedimentos de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), la clasificación de los sedimentos es limitada ya que no se observa imbricación clara y su movilidad es efectiva en la mayor parte del tramo. En este tramo no existen formas naturales, ya que la acción antrópica ha limitado mucho la dinámica natural del río. En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, más bien es inexistente, y únicamente se limita a las pocas especies vegetales de porte arbóreo que ocupan el lecho del canal.



Figura: *Azud en el tramo urbano de la Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

Por último, hay que señalar que este tramo presenta una elevada modificación por la acción antrópica. El alto porcentaje de suelo urbanizado en este tramo y la canalización del cauce ha supuesto además de importantes variaciones en la anchura y profundidad el cauce, una desconexión del cauce y las laderas, generando de esta forma un déficit en el aporte de sedimentos. Por otro lado, existe una excesiva acumulación de sedimentos debido a la construcción de vías hormigón para el paso de los coches transversales al cauce. Estos pasos provocan que se frene la corriente y generan una acumulación excesiva de sedimentos. También encontramos la presencia de varios obstáculos en este tramo, como puentes (3 puentes en el cauce principal), pasos de vehículos (dos pasos para vehículos con revestimientos de cemento y un paso sin revestimiento), una zona de amortiguación y un pequeño azud.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

## **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	X
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>						
<b>OBSERVACIONES</b>	Sin datos					

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		X
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	No hay conexión significativa	
	Los niveles del acuífero no están alterados significativamente	
	No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión	
<i>Con alteración parcial</i>	En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural	
<i>Con alteración significativa</i>	Los niveles del acuífero están alterados significativamente	
	Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	Nos encontramos ante un tramo urbano en el que la erosión es muy reducida
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	La urbanización de esta zona ha supuesto una desconexión casi total del cauce y las laderas
	X				

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>			<i>0</i>		
<i>Nº de azudes colmatados</i>			<i>0</i>		
<i>Nº de azudes no colmatados</i>			<i>1</i>		
<i>Grado d afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nulo</i>	Su afección sobre el transporte de sedimento es nula
				X	

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

### Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	X
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

### Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,014		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>	X	0,63	100	0,63	100
<i>Sinuoso</i>					
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL ROSGEN (1996)</i>		C		C	

### Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>	0,39	62,15
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	Este tramo se está canalizado en más de la mitad de su recorrido, encontrando algunas zonas donde el suelo está revestido con cemento	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA			
NO			
SI	Causas	Regulación por embalse	
		Cambios en cuenca	
		Acción directa	X
		No identificada	

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0,51	0,46	0,97
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	80	73	76,5
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0,38	0,17	0,55
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	59,3	26,34	42,82
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0,51	0,46	0,97
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	80	73	76,5

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

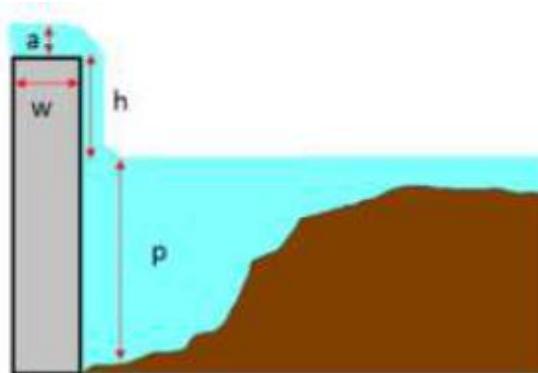
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0,39	0,39	0,79
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	80	73	76,5
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	7
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	11,4
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos dos pasos para vehículos con revestimientos de cemento, un paso para vehículos sin revestimiento y tres puentes y una zona de amortiguación

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	3,6 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	



Variables para obstáculos de salto vertical

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	7
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	90,57 metros
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos dos pasos para vehículos con revestimientos de cemento, un paso para vehículos sin revestimiento, tres puentes y una zona de amortiguación

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Armillas
<i>Nombre del tramo</i>	Tramo urbano de La Hoz de la Vieja
<i>Localización del tramo</i>	Núcleo de población de La Hoz de la Vieja
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 681366.56m E 4532283.85m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 681848.98m E 4532637.96m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales
<i>Bloques</i>		Más de 25,6 cm
<i>Cantos</i>		De 6,4 cm a 25,6 cm
<i>Gravas</i>	X	De 2 mm a 64 mm
<i>Arenas</i>		De 0,063 mm a 2 mm
<i>Limos y arcillas</i>		Menos de 0,063 mm
<b>OBSERVACIONES</b>		

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>		Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>	X	Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	
<i>Isla</i>	
<i>Canal secundario</i>	
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	X

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	SI

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	9,73	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>			64,2	
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>

### 3.3.1.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja

Este tramo discurre desde el “Molino Alto de la Hoz de la Vieja” hasta el azud del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja” a lo largo de unos 4 km y conforma el último tramo del río Armillas, ya que es a partir del azud del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja” cuando el cauce principal pasa a denominarse río de la Cantalera. En la primera parte de este tramo el cauce está más encajado y va ensanchándose a medida que vamos descendiendo. A lo largo de este tramo, pero especialmente en la primera parte de este, encontramos agua circulando en superficie temporalmente. Al igual que en el primer tramo (Armillas-Hoz), podemos encontrar agua circulando de manera superficial durante los meses de invierno y primavera, aunque con unos caudales prácticamente inapreciables y de manera difusa.



Figura: *Río Armillas en el tramo del valle abierto La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle en esta zona tiene una llanura de inundación amplia, en la que encontramos un cauce con una morfología sinuosa y una estructura longitudinal de tipo rampa. El cauce presenta algunas variaciones morfológicas, con zonas en las que presenta una profundidad mayor y una anchura reducida, y otras en las que el cauce presenta una anchura considerable y una profundidad reducida. Hay que señalar que aunque este encajamiento en la zona alta del tramo no se debe a una acción humana directa, se ha visto favorecido por la creación de zonas de cultivo, las cuales han “quitado” espacio al cauce y han generado un mayor encauzamiento del río. El tipo de sustrato del lecho es claramente aluvial con un predominio de los sedimentos de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), la clasificación de los sedimentos es limitada, ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es limitada debido a la ocupación de buena parte del cauce por la vegetación. Destacan la presencia del berro (*Nasturtium*

*officinale*), aunque tiende a ser menor en la parte baja del tramo, lo que da lugar a que haya una movilidad más efectiva de los sedimentos. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al no haber un caudal superficial continuo tiene serias dificultades para desarrollarse. A pesar de ello, en este tramo es muy destacable la presencia de un buen número de ejemplares de chopo cabecero, los cuales aparecen dispuestos longitudinalmente a lo largo de todo el cauce. También es destacable la presencia de berros como se ha señalado anteriormente y de juncos (*Juncus acutus*) que ocupan el lecho del cauce. Esto podría deberse a la aportación extra de nutriente proveniente de las filtraciones de los campos de cultivo limítrofes.



Figura: Obstáculos varios en el tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja (azud del “Molino Bajo” de la Hoz de la Vieja, paso de camino, muro y campos de cultivo).

Fuente: Elaboración propia

Aunque este tramo no presenta una antropización excesiva, sí que encontramos algunos elementos de carácter antrópico con cierta afección sobre la dinámica natural del río. En primer lugar, señalar que aunque no es un tramo ampliamente urbanizado encontramos la presencia de dos edificios, los cuales se sitúan junto a la margen izquierda del río, así como dos naves agrícolas. También hay diferentes construcciones humanas como muros o escolleras aunque con un escaso desarrollo, dos azudes y varios pasos de caminos de tierra transversales al río. Sin embargo, ninguno de estos tiene grandes afecciones sobre el cauce del río Armillas; los pasos de caminos a pesar de ser numerosos no generan importantes retenciones de sedimentos, los muros tienen un escaso desarrollo en muchos casos se encuentran muy deteriorados, y en lo que se refiere a los azudes, uno de ellos se encuentra colmatado y otro de ellos destruido. Otro elemento a tener en cuenta es la presencia de campo de cultivos que han ocasionado cierto estrechamiento del cauce y la desconexión de las laderas con el cauce. A modo de conclusión, podemos decir que a pesar de que el grado de antropización de este tramo no es alto, sí que hay ciertos elementos que sin llegar a tener una afección excesiva, afectan a la dinámica natural del cauce del río Armillas.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

## **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m<sup>3</sup>/s (CAUMAX)</b>						
<b>Tiempo (T)</b>	<b>2 años</b>	<b>5 años</b>	<b>10 años</b>	<b>25 años</b>	<b>100 años</b>	<b>500 años</b>
<b>Caudal</b>	4	7	10	16	31	62
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		X
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		Difusa
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		Directa
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		Variable
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	X
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>	<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>	
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	Encontramos únicamente usos agrícolas, pero estos no llegan a generar una erosión significativa
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

## Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua	Alta	Media	Baja	Nula	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	
Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua	Alta	Media	Baja	Nula	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua	Alta	Media	Baja	Nula	No encontramos extracciones de áridos
				X	
Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua	Alta	Media	Baja	Nula	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
Distancia media entre azudes (km)		0			
Nº de azudes colmatados		1			
Nº de azudes no colmatados		1			
Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos	Alta	Media	Baja	Nulo	Uno de los azudes se encuentra parcialmente destruido y el otro está colmatado, por lo que no tienen una afección significativa en el transporte de sedimentos

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

*Tipo de fondo de valle*

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
Confinado	
Con llanura de inundación estrecha y discontinua	
Con llanura de inundación amplia	X

## Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,015		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		Estado natural o referencia	Estado actual		
		Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua	Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	3,95	100	3,95	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<b>TIPOLOGIA GENERAL</b> <b>ROSGEN (1996)</b>		F		F	

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
Tipo de modificación		Longitud total del tramo modificado (km)
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<b>OBSERVACIONES</b>		No encontramos ninguna modificación significativa

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0,035	0	0,035
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0,88	0	0,44
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	3,8	0	3,8
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	96	0	48
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	3,8	0	3,8
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	96	0	48

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0,09	0,23	0,32
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0,88	0	0,44
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

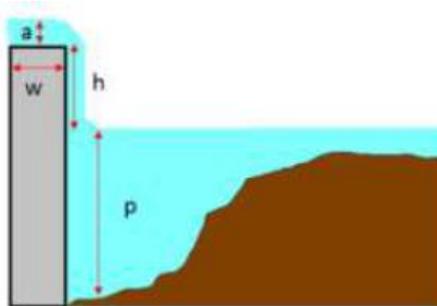
Remansos por azudes y otros elementos y estructuras

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	11
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	2,78
<b>OBSERVACIONES</b>	Se trata en su totalidad de pasos de caminos sin revestimiento de cemento que presentan una afección mínima sobre la morfología del cauce y sobre el transporte de los sedimentos

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	2,3 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	5,4 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	



Variables para obstáculos de salto vertical

## CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	13
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	304,15 metros
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos 11 pasos de caminos y 2 azudes

## SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO

SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Armillas
<i>Nombre del tramo</i>	Valle abierto de La Hoz de la Vieja
<i>Localización del tramo</i>	Aguas abajo del núcleo de población de La Hoz de la Vieja
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 681848.98m E 4532637.96m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 684088.43m E 4535112.55m N

## ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO

### Tipo de sustrato

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### Tipo de sedimento

#### *Tamaño dominante del sedimento*

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Sin sedimentos</i>	Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales
<i>Bloques</i>	Más de 25,6 cm
<i>Cantos</i>	De 6,4 cm a 25,6 cm
<i>Gravas</i>	X De 2 mm a 64 mm
<i>Arenas</i>	De 0,063 mm a 2 mm
<i>Limos y arcillas</i>	Menos de 0,063 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	

#### *Clasificación de sedimentos*

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X	Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

### Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

### Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

### Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>	X	El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

### 4.2.6 Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1,5-2 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	SI
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>16,53</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>		<i>66,5</i>		
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>		Inapreciable				
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				

### 3.3.1.4 Tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja

El tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja discurre a lo largo de algo menos de 1 km desde el “Molino Bajo de La Hoz de la Vieja” donde el cauce principal adquiere la denominación de río de la Cantalera, hasta el “Molino Alto de Josa”, conformando el primer tramo del río de la Cantalera. Este tramo presenta diferencias muy significativas respecto al tramo anterior, ya que pasamos de un valle con una amplia llanura de inundación y un lecho aluvial a un valle confinado de unos pocos metros de anchura con un lecho en roca. La presencia de litologías carbonatadas y la acción fluvial han hecho posible la formación de un pequeño cañón fluviokárstico de gran belleza. En esta zona encontramos nuevamente caudales circulantes en superficie de manera estacional, además la existencia de varias de pozas permite que haya agua en superficie a lo largo de buena parte del año (estancada), lo que a su vez hace posible la presencia en la zona de pequeños peces como el barbo culirrojo, anfibios como la rana común o insectos como zapatero o el escarabajo de agua entre otros.

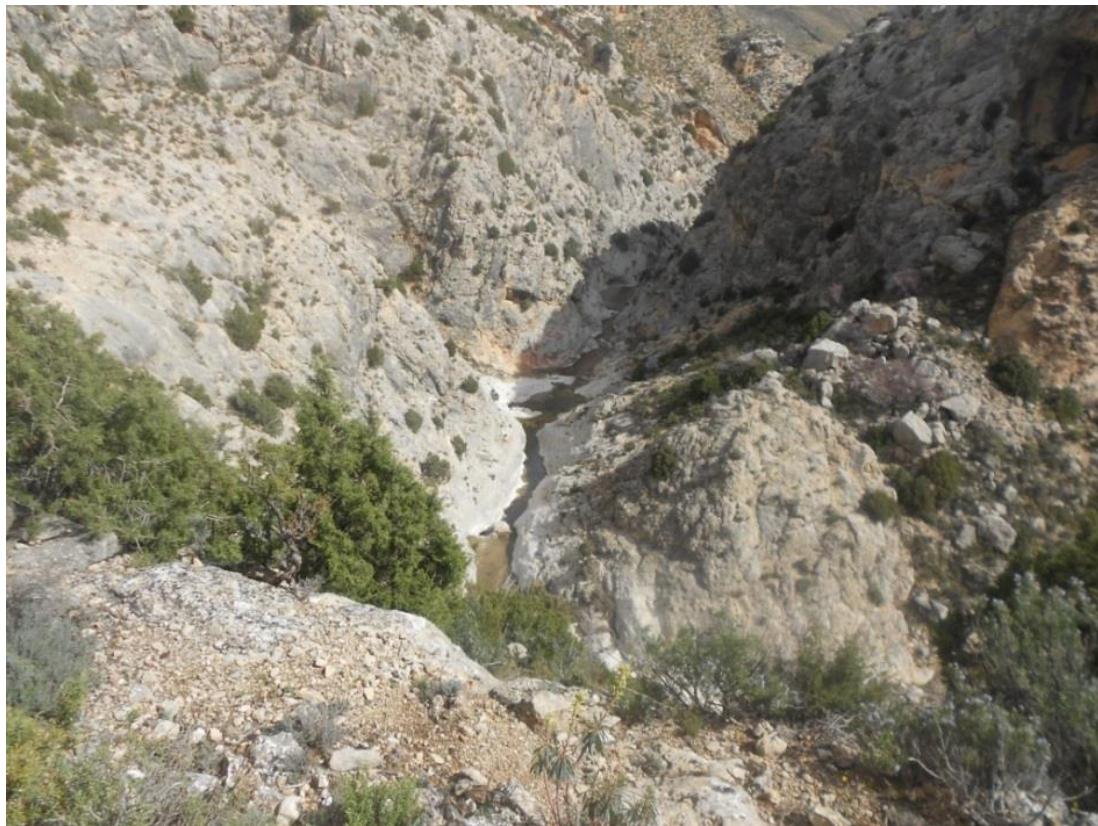


Figura: *Valle confinado en tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

El cauce aparece encajado sobre un lecho de roca caliza y presenta algunos depósitos sedimentarios, especialmente en aquellas zonas donde el valle tiene una mayor anchura. Su morfología es sinuosa, su estructura longitudinal tiene una disposición en rampa y en algunas zonas de salto/poza, y no encontramos modificaciones significativas en su anchura y profundidad por la acción antrópica. El tipo de sustrato del lecho, como hemos señalado anteriormente, es en su mayoría en roca, aunque hay algunas zonas de acumulación de sedimentos. Los sedimentos presentan un tamaño dominante de gravas (de 2 mm a 64 mm), su clasificación es limitada ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas, canales secundarios e incluso pequeñas marmitas de gigante como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, además la existencia de un lecho en roca dificulta enormemente el desarrollo de la vegetación en esta zona, por lo que apenas hay vegetación en la zona. Por un lado, en el lecho del cauce apenas hay vegetación y la única especie destacable son los juncos (*Juncus acutus*), mientras que en las laderas del cañón encontramos matorrales esclerófilo como la sabina rastrera, el tomillo o el romero.

Por último, cabe señalar que este tramo no presenta signos de antropización, ya que no encontramos ningún obstáculo, obras hidráulicas o modificaciones significativas en el cauce principal. Tampoco hay retenciones significativas de sedimentos, ni usos del suelo que generen erosión, por lo que en esta zona el cauce se encuentra en su estado natural.



Figura: *Río de la Cantalera en el tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

#### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	<b>X</b>
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	<b>X</b>

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
Caudal	4	7	10	16	31	62
OBSERVACIONES						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		X
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		Difusa
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		Directa
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		Variable
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	X
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>	<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>	
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No encontramos usos del suelo que generen erosión
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

## Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	

Extracciones de áridos

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>					
<i>Nº de azudes colmatados</i>					
<i>Nº de azudes no colmatados</i>					
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nulo</i>	No encontramos ningún azud
				X	

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	X
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

## Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,031		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		Estado natural o referencia	Estado actual		
		Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua	Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	956,67	100	956,67	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL</i> <i>ROSGEN (1996)</i>		G		G	

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	<i>Causas</i>	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	0	0	0

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

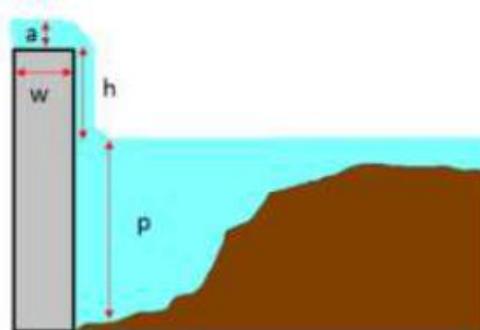
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

Remansos por azudes y otros elementos y estructuras

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ninguna otra estructura

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ningún salto vertical



Variables para obstáculos de salto vertical

## CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No encontramos ninguno obstáculo

## SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO

SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río de la Cantera
<i>Nombre del tramo</i>	Cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja
<i>Localización del tramo</i>	Aguas abajo del núcleo de población de La Hoz de la Vieja
<i>Coordenadas UTM punto de inicio</i>	30T 684088.43m E 4535112.55m N
<i>Coordenadas UTM punto de fin</i>	30T 684669.73m E 4535393.48m N

## ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO

### Tipo de sustrato

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO	
<i>En roca</i>	X
<i>Aluvial</i>	
<i>Mixto</i>	

### Tipo de sedimento

*Tamaño dominante del sedimento*

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Sin sedimentos</i>	Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales
<i>Bloques</i>	Más de 25,6 cm
<i>Cantos</i>	De 6,4 cm a 25,6 cm
<i>Gravas</i>	X De 2 mm a 64 mm
<i>Arenas</i>	De 0,063 mm a 2 mm
<i>Limos y arcillas</i>	Menos de 0,063 mm
<b>OBSERVACIONES</b>	

*Clasificación de sedimentos*

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS	
<i>Efectiva</i>	Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>	Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

### Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	X
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACCELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	No encontramos unos taludes bien definidos
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## **ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA**

### **Ríos sin ribera definida**

<b>ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA</b>					
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	15,92	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>		61	
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>		Inapreciable			
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>
		X			
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>
		X			

### **3.3.1.5 Tramo del cañón de Josa**

El tramo del cañón de Josa discurre a lo largo de 5,2 km desde el “Molino Alto de Josa” hasta el núcleo de población de Josa, en este tramo el río sigue manteniendo la denominación de río de la Cantalera. En este caso el río también discurre por un cañón, aunque presenta diferencias significativas respecto al cañón fluviokárstico de La Hoz de La Vieja. En este tramo nos encontramos ante un cañón mucho más amplio y escarbado sobre litologías compuestas fundamentalmente por areniscas y margas. El lecho en su mayor parte es aluvial, aunque hay algunas zonas donde aflora el sustrato rocoso (principalmente margas). Al igual que ocurría en el tramo anterior, en el tramo del cañón de Josa podemos encontrar caudales circulantes de manera estacional, especialmente en su parte alta, donde nuevamente volvemos a encontrar peces, ranas y otras especies animales.

El valle tiene una llanura de inundación estrecha y discontinua en su mayor parte, aunque en algunas zonas en las que tiene una mayor anchura El cauce principal presenta unas dimensiones mucho mayores que en el tramo anterior, una morfología sinuosa y una estructura longitudinal de tipo rampa. El tipo de sustrato del lecho es mixto, ya que hay tanto zonas con cauce en roca como zonas con cauce aluvial, aunque mayoritariamente el lecho es de tipo aluvial. Los sedimentos no presentan un tamaño

claramente dominante, sino que nos encontramos con sedimentos tamaño grava (2 mm a 64 mm) y con grandes acumulaciones de bloques (más de 25,6 cm), por lo que selecciono como tamaño medio de los sedimentos el tamaño de cantos (6,4 cm a 25,6 cm). La clasificación de los sedimentos es limitada, ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva en la mayor parte del tramo. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.



Figura: Cañón de Josa

Fuente: Elaboración propia

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al no ser una zona con un caudal superficial continuo la vegetación tiene serias dificultades para desarrollarse. A pesar de ello, hay que destacar la presencia de especies como *Artemisia herba-alba* y *Salsola kali* las cuales tienen una enorme presencia en las laderas de la zona, ocupando la mayor parte de los bancales dedicados antiguamente a la agricultura. En estas zonas de ladera también hay especies como el romero, el tomillo o la sabina rastrera. Por otro lado, en las zonas cercanas al cauce encontramos especies como el chopo cabecero o el juncos (*Juncus acutus*), los cuales aparecen en su mayor parte ocupando el lecho del cauce.



Figura: *Río de la Cantalera (imagen izquierda) y aterrazamiento en el tramo del cañón de Josa (imagen derecha)*

Fuente: *Elaboración propia*

Aunque no es un tramo urbano, con un grado de antropización elevado como en el caso del tramo urbano de La Hoz de la Vieja, sí que cuenta con algunos elementos de carácter antrópico con cierta afección sobre la dinámica natural del río. En este tramo son muy numerosos los aterrazamientos de las laderas, las cuales presentan multitud de niveles a lo largo de las laderas. Este aterrazamiento de las laderas genera dos efectos, por un lado produce que las laderas se desconecten del cauce, generando un déficit de sedimentos. Por otro lado, genera un aporte extra de sedimentos de tamaño bloque por la erosión y la degradación de los muros más cercanos al cauce. También hay un aporte importante de sedimentos de gran tamaño en la zona por la presencia de laderas con una gran inestabilidad y fácilmente erosionables durante episodios de crecidas. Cabe destacar que algunos de estos muros situados junto al cauce, o incluso dentro del propio cauce, ha supuesto en algunas zonas una modificación en la anchura y profundidad del cauce. En este tramo solamente hay un obstáculo, se trata de azud que proporciona agua durante algunos meses del año a los pocos agricultores del municipio de Josa. Este azud, el único realmente funcional de toda la cuenca del río Seco, capta el escaso caudal que puede circular por el río de la Cantalera durante algunos momentos del año.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

#### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<b>Río Efímero</b>	<b>X</b>
<b>Río intermitente o fuertemente estacional</b>	
<b>Río temporal o estacional</b>	
<b>Río permanente</b>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>	4	7	10	17	32	66
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

### Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		X
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		Difusa
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		Directa
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		Variable
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>		<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES				
	Alta	Media	Baja	Muy bajo
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>			X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Muy bajo

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

#### *Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES				
	Alta	Media	Baja	Nula
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>				X
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Nula

#### *Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS				
	Alta	Media	Baja	Nula
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>				X
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Nula

Azudes dentro de la masa de agua

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>					0
<i>Nº de azudes colmatados</i>					0
<i>Nº de azudes no colmatados</i>					1
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nulo</i>	El azud no presenta una afección significativa en el transporte de sedimentos
				X	

### VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	X
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
<i>Pendiente del cauce (m/m)</i>		<i>Caudal crecida ordinaria (m<sup>3</sup>/s)</i>			
0,013		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>		<i>Estado actual</i>	
		<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	5,26	100	5,26	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGÍA GENERAL ROSGEN (1996)</i>		F		F	

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<b>OBSERVACIONES</b>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
<i>NO</i>		
<i>SI</i>	<i>Causas</i>	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>
<b>OBSERVACIONES</b>	En algunas zonas se ha producido un estrechamiento del cauce por la construcción de muros en sus márgenes	

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	<b>Margen izquierda</b>	<b>Margen derecha</b>	<b>Valor global del tramo de estudio</b>
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0		0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	0	0	0

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

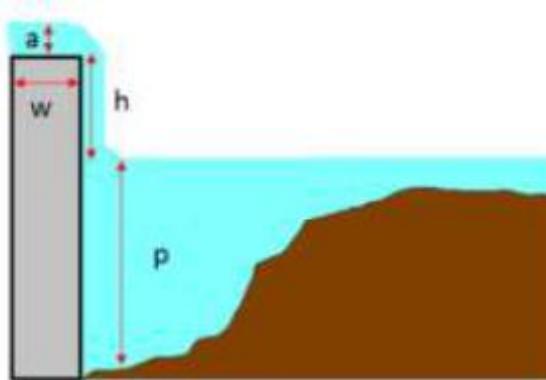
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0,36	0,4	0,76
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ninguna otra estructura

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO**

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	2,8 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	



**Variables para obstáculos de salto vertical**

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	1
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	0
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos un azud, este proporciona agua de manera estacional a los pocos agricultores del municipio de Josa

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río de la Cantera
<i>Nombre del tramo</i>	Cañón de Josa
<i>Localización del tramo</i>	Aguas arriba del núcleo de población de Josa
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 684669.73m E 4535393.48m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 688155.29m E 4536186.26m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	
<i>Mixto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		<i>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</i>
<i>Bloques</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Más de 25,6 cm</i>
<i>Cantos</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>De 6,4 cm a 25,6 cm</i>
<i>Gravas</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>De 2 mm a 64 mm</i>
<i>Arenas</i>		<i>De 0,063 mm a 2 mm</i>
<i>Limos y arcillas</i>		<i>Menos de 0,063 mm</i>
<b>OBSERVACIONES</b>	En este tramo nos encontramos ante importantes variaciones en el tamaño de los sedimentos, por lo que no hay un tamaño claramente predominante. Por un lado encontramos gran cantidad de gravas y por otro grandes acumulaciones de bloques (estos provienen de los muros anteriormente mencionados y a las laderas inestables, las cuales son numerosas en este tramo), por lo que se seleccionó un tamaño intermedio, el de cantos.	

### Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X	Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

### Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

### Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

### Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>	X	El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación
<b>OBSERVACIONES</b>	En la parte alta del tramo nos encontraríamos ante una movilidad de los sedimentos más limitada, ya que el cauce se encuentra en buena medida ocupado por la vegetación. Mientras que en su parte media y baja nos encontramos con una movilidad efectiva	

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1,5-2 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>8,4</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>	59			
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				

### 3.3.1.6 Tramo del valle abierto de Josa

El tramo del valle abierto de Josa es un tramo de escaso recorrido, aproximadamente de 1,5 km, y que discurre desde el núcleo de población de Josa hasta el “Molino Bajo de Josa”. Una vez atravesamos el municipio de Josa, el río adquiere la denominación de río Sus. El cauce sigue presentando una morfología muy similar a la del tramo anterior, pero el valle presenta una morfología con diferencias significativas. En esta zona no encontramos caudales circulantes de forma habitual, esto se explica en buena medida por la presencia de un azud aguas arriba del municipio de Josa que capta los modestos caudales circulantes que puede llevar el río de la Cantalera en ciertos momentos del año.



Figura: *Río Sus en el tramo del valle abierto de Josa*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle es abierto y cuenta una llanura de inundación amplia, y el cauce tiene una morfología sinuosa y una estructura longitudinal de tipo rampa. El cauce presenta algunas variaciones morfológicas, con zonas en las que presenta una profundidad mayor y una anchura reducida, y otras en las que el cauce presenta una anchura mayor y una profundidad reducida. El cauce está más encajado en la zona situada inmediatamente después de los puentes de Josa, ya que su escasa altura genera un efecto barrera que provoca una mayor incisión del cauce, aunque este vuelve a ensancharse poco después. El tipo de sustrato del lecho es claramente aluvial con un predominio de los sedimentos de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), en este tramo todavía hay una presencia considerable de sedimentos de tamaño bloque, aunque en cantidades mucho

más reducidas que en el tramo anterior. La clasificación de los sedimentos y su movilidad son limitadas, ya que el cauce presenta cierto acorazamiento y en algunas zonas está parcialmente ocupado por la vegetación. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida y la presencia de la vegetación es muy reducida en la zona. En este tramo encontramos especies como *Arundo donax* (cañas), chopo cabecero, romero, tomillo y una pequeña zona con *Pinus halepensis* de repoblación.



Figura: *Puentes en el tramo del valle abierto de Josa*

Fuente: *Elaboración propia*

Aunque este tramo no presenta una antropización excesiva, sí que encontramos ciertos elementos de carácter antrópico con cierta afección sobre la dinámica natural del río. En primer lugar, existen algunas construcciones humanas como escolleras (aunque con una extensión muy escasa), dos puentes y una perrera situada en la parte baja del tramo. Otro elemento a tener en cuenta, es la presencia de campo de cultivos que han favorecido el estrechamiento del cauce y cierta retención de los sedimentos.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

## **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

### Obtención de datos hidrológicos básicos

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	X
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

<b>CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m<sup>3</sup>/s (CAUMAX)</b>						
<i>Tiempo (T)</i>	<i>2 años</i>	<i>5 años</i>	<i>10 años</i>	<i>25 años</i>	<i>100 años</i>	<i>500 años</i>
<i>Caudal</i>	4	7	10	17	33	68
<b>OBSERVACIONES</b>	Sin datos					

## **CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS**

### Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>		
<b>GRADO DE CONEXIÓN</b>		
<i>Sin conexión</i>		X
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN</b>		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
<b>GRADO DE ALTERACIÓN</b>		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	X
	Los niveles del acuífero no están alterados significativamente	
	No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión	
<i>Con alteración parcial</i>		En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural
<i>Con alteración significativa</i>	Los niveles del acuífero están alterados significativamente	
	Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES				
	Alta	Media	Baja	Muy bajo
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>				X
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Muy bajo

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES				
	Alta	Media	Baja	Nula
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>				X
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Nula

### Extracciones de áridos

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS				
	Alta	Media	Baja	Nula
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>				X
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	Alta	Media	Baja	Nula

### Azudes dentro de la masa de agua

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA				
	Alta	Media	Baja	Nula
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>				
<i>Nº de azudes colmatados</i>				
<i>Nº de azudes no colmatados</i>				
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>				X

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

### Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	X

### Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,013		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>		
		<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	1,59	100	1,59	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL ROSGEN (1996)</i>		F		F	

### Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	Regulación por embalse
		Cambios en cuenca
		Acción directa
		No identificada

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0,18	0	0,18
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	11,4	0	5,7
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0,16	0,34	0,5
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	10,06	21,5	15,78
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0,18	0,34	0,52
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	11,4	21,5	16,45

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

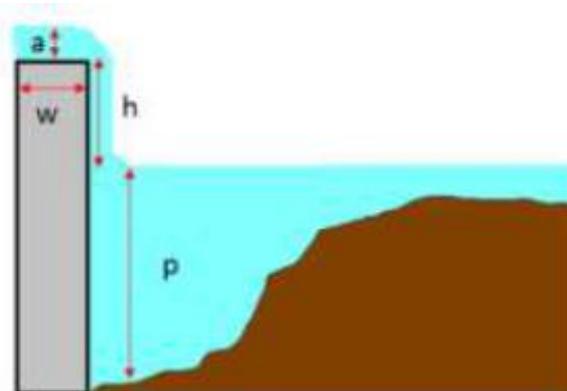
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0,065	0,03	0,95
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	11,4	0	5,7
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	<b>2</b>
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	<b>0,79</b>
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos dos puentes

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO**

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ningún salto vertical



**Variables para obstáculos de salto vertical**

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	2
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	795 metros
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos dos puentes

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Sus
<i>Nombre del tramo</i>	Valle abierto de Josa
<i>Localización del tramo</i>	En el municipio de Josa
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 688155.29m E 4536186.26m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 688719.49m E 4537295.91m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### **Tamaño dominante del sedimento**

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Sin sedimentos</i>	<i>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</i>
<i>Bloques</i>	X <i>Más de 25,6 cm</i>
<i>Cantos</i>	X <i>De 6,4 cm a 25,6 cm</i>
<i>Gravas</i>	X <i>De 2 mm a 64 mm</i>
<i>Arenas</i>	<i>De 0,063 mm a 2 mm</i>
<i>Limos y arcillas</i>	<i>Menos de 0,063 mm</i>
<b>OBSERVACIONES</b>	En este tramo nos encontramos, al igual que en el anterior, ante importantes variaciones en el tamaño de los sedimentos, por lo que no hay un tamaño claramente predominante. Por un lado encontramos gran cantidad de gravas, y por otro lado grandes acumulaciones de bloques (estos provienen principalmente de los muros anteriormente mencionados), por lo que se seleccionó un tamaño intermedio, el de cantos.

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X	Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>	X	El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/ <u>Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>11,6</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>	60			
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				

### 3.3.1.7 Tramo de los estrechos del río Sus

El tramo de los estrechos del río Sus discurre a lo largo de casi 4 km desde el “Molino Bajo de Josa” hasta la confluencia del río Sus y el río Seco. Este tramo es el que presenta las mayores diferencias morfológicas en su valle. Sin embargo, se mantuvo como un único tramo, ya que estas variaciones en la morfología del valle y en ocasiones del cauce son muy intermitentes, lo que podría suponer dividirlo en una gran cantidad de pequeños tramos que no representarían realmente la naturaleza de esta zona. En esta zona volvemos a encontrar caudales circulantes en superficie de manera estacional, además la existencia de algunas pozas permite la supervivencia de los pequeños peces, ranas e insectos de la zona.



Figura: *Valle abierto y cañón (en el fondo de la fotografía) en el tramo de los estrechos del río Sus*

Fuente: *Elaboración propia*

A pesar de las ya mencionadas variaciones en la morfología del valle, este es predominantemente de tipo confinado. El cauce presenta una morfología sinuosa y una estructura longitudinal de tipo rampa y ocasionalmente de salto/poza. El cauce, al igual que el valle, tiene algunas variaciones significativas a lo largo del tramo. El cauce en algunas zonas tiene un lecho aluvial y otras se encuentra excavado sobre un lecho en roca, además también encontramos algunas variaciones en su anchura y profundidad.

Los sedimentos son predominantemente de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), su clasificación es limitada ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.



Figura: *Cañón fluvio-kárstico en el tramo de los estrechos del río Sus*

Fuente: *Elaboración propia*

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, además la existencia de un lecho de roca en muchas zonas dificulta enormemente el desarrollo de la vegetación. Por lo que la mayoría de la vegetación se encuentra en aquellas zonas de ensanchamiento con un lecho aluvial y en las laderas. En el lecho del cauce apenas hay vegetación y la única especie destacable son los juncos (*Juncus acutus*), mientras que en las laderas del cañón encontramos especies como la sabina rastrera, el tomillo y el romero.

La antropización de este tramo es reducida y aunque hay cinco azudes y algunos muros, su afección sobre el cauce y el transporte de los sedimentos es muy reducida porque se encuentran total o parcialmente destruidos. Tampoco existen retenciones significativas de sedimentos ni usos del suelo que generen erosión, y solamente encontramos algunos signos de antiguos usos agrícolas en la zona.



Figura: *Azud en el tramo de los estrechos del río Sus*

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

#### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

##### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	X
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
Caudal	4	7	11	18	36	77
OBSERVACIONES						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		X
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		Difusa
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		Directa
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		Variable
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	Los niveles del acuífero no están alterados significativamente	
	No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión	
<i>Con alteración parcial</i>		En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural
<i>Con alteración significativa</i>	Los niveles del acuífero están alterados significativamente	
	Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No encontramos usos del suelo que generen erosión
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

## Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No existen zonas significativas de retención de sedimentos
				X	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	Encontramos varios azudes, aunque su grado de retención de sedimentos es muy reducido ya que se encuentran parcialmente destruidos
			X		

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>		0,99			
<i>Nº de azudes colmatados</i>		0			
<i>Nº de azudes no colmatados</i>		5			
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nulo</i>	Su grado de afección es muy reducido ya que se encuentran parcialmente destruidos
			X		

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

*Tipo de fondo de valle*

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	X
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

## Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,018		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		Estado natural o referencia	Estado actual		
		Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua	Longitud de la masa de agua (km)	Porcentaje de longitud la masa de agua
Recto					
<i>Sinuoso</i>	X	4,98	100	4,98	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL</i>		E		E	
<i>ROSGEN (1996)</i>					

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
Tipo de modificación	Longitud total del tramo modificado (km)	Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	0	0	0

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0
<b>OBSERVACIONES</b>	Hay algunos muros de antiguos aterrazamientos agrícolas, pero sin afección aparente por su grado de deterioro		

Remansos por azudes y otros elementos y estructuras

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No encontramos otras estructuras

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO**

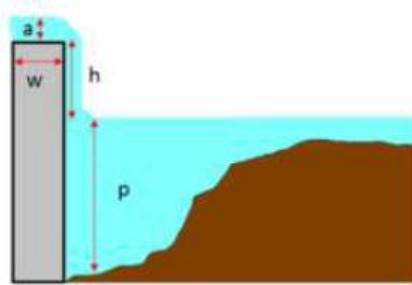
SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	2,4 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	4,6 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	3 metros
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	2,45 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	2 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	Inapreciable
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	1,9 metros
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	1,5 metros
<i>Anchura en coronación (w)</i>	Inapreciable
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	Inapreciable
<b>OBSERVACIONES</b>	



Variables para obstáculos de salto vertical

## CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	5
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	996,6 metros
<i>OBSERVACIONES</i>	Encontramos un total de 5 azudes, aunque su afección sobre el transporte de sedimentos es muy reducida ya que se encuentran parcialmente destruidos

## SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO

SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Sus
<i>Nombre del tramo</i>	Estrechos del río Sus
<i>Localización del tramo</i>	Aguas abajo del núcleo de población de Josa
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 688719.49m E 4537295.91m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 688487.74m E 4540421.12m N

## ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO

### Tipo de sustrato

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	
<i>Mixto</i>	X

### Tipo de sedimento

#### *Tamaño dominante del sedimento*

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES		
<i>Sin sedimentos</i>		<i>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</i>
<i>Bloques</i>		<i>Más de 25,6 cm</i>
<i>Cantos</i>		<i>De 6,4 cm a 25,6 cm</i>
<i>Gravas</i>	X	<i>De 2 mm a 64 mm</i>
<i>Arenas</i>		<i>De 0,063 mm a 2 mm</i>
<i>Limos y arcillas</i>		<i>Menos de 0,063 mm</i>
<i>OBSERVACIONES</i>		

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X	Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	X
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	No encontramos unos taludes bien definidos
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>13,7</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>	<i>62</i>			
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				

### 3.3.1.8 Tramo del valle abierto de Oliete

El tramo del valle abierto de Oliete tienen una longitud de 4,4 Km y discurre desde la confluencia del río Seco y el río Sus hasta la Huerta del Carote. Es en este tramo donde por primera vez el cauce principal adquiere la denominación de río Seco y donde el cauce principal adquiere sus mayores dimensiones, pudiendo llegar a superar los cien metros de ancho. En esta zona no hay caudales circulantes, salvo durante episodios de crecida.



Figura: *Río Seco en el tramo del valle abierto de Oliete*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle tiene una llanura de inundación amplia, en la que encontramos un cauce con una morfología general sinuosa, un estilo trenzado en el lecho y una estructura longitudinal de tipo rampa. El cauce presenta diferentes variaciones morfológicas, en algunas zonas el río tiene un cauce principal con unos límites bien definidos y en otras forma varios canales, presentando una estructura trenzada. Como ya se ha señalado anteriormente, el cauce presenta unas dimensiones considerables y supera fácilmente los 30 o 40 metros de anchura en la mayor parte del tramo. El tipo de sustrato del lecho es claramente aluvial con un predominio de los sedimentos de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm). La clasificación de los sedimentos es limitada, ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión. En este tramo, debido principalmente a la anchura del cauce, es donde resulta más fácil observar estas formaciones naturales y donde presentan unas mayores dimensiones, pudiendo identificar barras de sedimentos de más de 20 o 30 metros de anchura.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al ser una zona donde no encontramos un caudal superficial continuo tiene serias dificultades para desarrollarse. En esta zona encontramos un amplio pinar de *Pinus halepnesis* de repoblación y matorrales esclerófilos como la aliaga el tomillo o el romero. Por su parte, en el cauce la presencia de vegetación es muy reducida y únicamente se limita a unos pocos matorrales.



Figura: Azud destruido en el tramo del valle abierto de Oliete

Fuente: Elaboración propia

La antropización de este tramo es reducida y aunque hay tres azudes, su afección sobre el cauce y el transporte de los sedimentos es prácticamente nula porque se encuentran casi en su totalidad destruidos. Tampoco hay retenciones significativas de sedimentos ni usos del suelo que generen erosión, y al igual que en tramo anterior, sólo encontramos algunos signos de antiguos usos agrícolas en la zona.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

#### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<b>Río Efímero</b>	<b>X</b>
<b>Río intermitente o fuertemente estacional</b>	
<b>Río temporal o estacional</b>	
<b>Río permanente</b>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>	5	9	14	22	45	95
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

### Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		X
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	X
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>	<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>	
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No encontramos usos del suelo que generen erosión
				X	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	No existen afecciones recientes por incendios en la zona
				X	

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos zonas de retención de sedimentos
				X	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	Encontramos varios azudes, aunque su grado de retención de sedimentos es nulo ya que se encuentran totalmente destruidos
				X	

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	No encontramos extracciones de áridos
				X	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>			<i>1,45</i>		
<i>Nº de azudes colmatados</i>			<i>0</i>		
<i>Nº de azudes no colmatados</i>			<i>3</i>		
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	Su grado de afección es nulo ya que se encuentran totalmente destruidos
				X	

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

### Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	X

### Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m³/s)			
0,012		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>		
		<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	4,36	100	4,36	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL ROSGEN (1996)</i>		D		D	

### Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ninguna modificación significativa	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	Regulación por embalse
		Cambios en cuenca
		Acción directa
		No identificada

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0,78	0	0,78
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	17,9	0	8,9
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0,78	0	0,78
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	17,9	0	8,9
<b>OBSERVACIONES</b>	La vía de comunicación es una pequeña pista de tierra que no presenta una afección significativa		

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

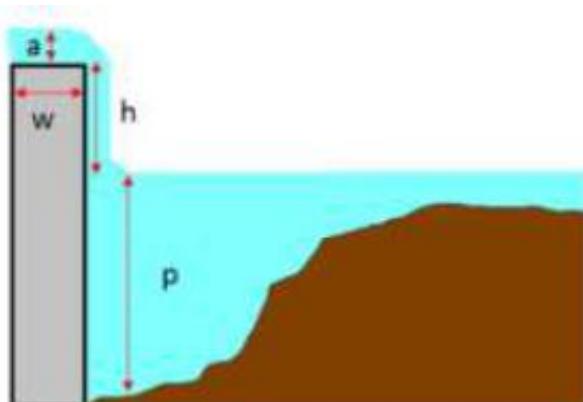
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No encontramos otras estructuras

### CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ningún salto vertical



Variables para obstáculos de salto vertical

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	3
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	1.453 metros
<b>OBSERVACIONES</b>	Encontramos un total de 3 azudes, aunque su afección sobre el transporte de sedimentos es nula, ya que están destruidos

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Seco
<i>Nombre del tramo</i>	Valle abierto de Oliete
<i>Localización del tramo</i>	Aguas arriba del núcleo de población de Oliete
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 688487.74m E 4540421.12m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 692057.08m E 4540644.60m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		<b>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</b>
<i>Bloques</i>		Más de 25,6 cm
<i>Cantos</i>		De 6,4 cm a 25,6 cm
<i>Gravas</i>	X	De 2 mm a 64 mm
<i>Arenas</i>		De 0,063 mm a 2 mm
<i>Limos y arcillas</i>		Menos de 0,063 mm
<b>OBSERVACIONES</b>		

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>		Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	2 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
Anchura cauce activo (m)	65,13	Longitud del tramo de muestreo (m)		59		
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>

### 3.3.1.9 Tramo del estrecho de Oliete

El tramo del estrecho de Oliete tiene un recorrido escaso de aproximadamente unos 900 metros. Este dibuja una curva y presenta un estrechamiento considerable del valle respecto al tramo anterior. En este tramo tampoco encontramos caudales circulantes salvo en episodios de crecidas, y el cauce aunque es muy similar al del valle abierto de Oliete presenta unas dimensiones mucho menores.

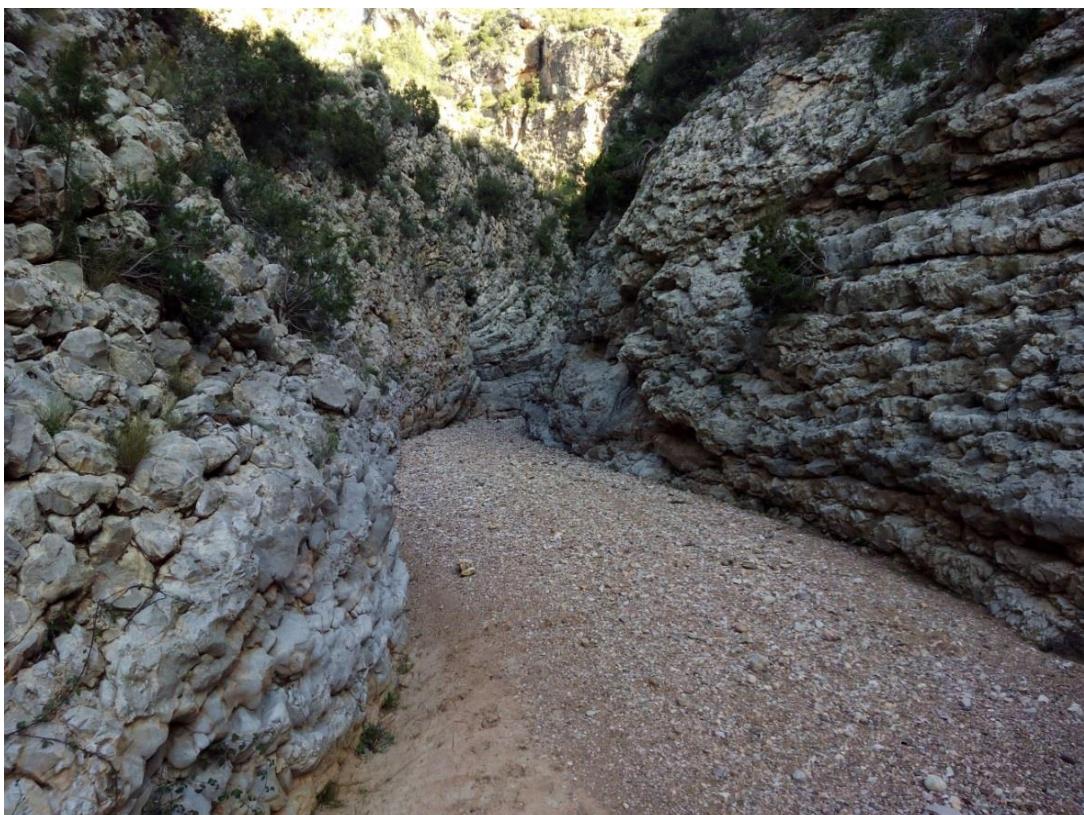


Figura: *Cañón sobre calizas en el tramo del estrecho de Oliete*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle es de tipo confinado pero presenta algunas zonas, especialmente en la parte alta del tramo, con una mayor anchura. El cauce tiene una estructura longitudinal de tipo rampa, una morfología sinuosa y un lecho aluvial. Los sedimentos son predominantemente de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), su clasificación es limitada ya que no se observa imbricación clara y su movilidad es efectiva. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al haber un caudal superficial continuo la vegetación tiene serias dificultades para desarrollarse. Al igual que en el tramo anterior, nos encontramos con un pinar de repoblación de *Pinus halepensis* y con especies de matorrales esclerófilos, y el cauce nuevamente está prácticamente desprovisto de vegetación.

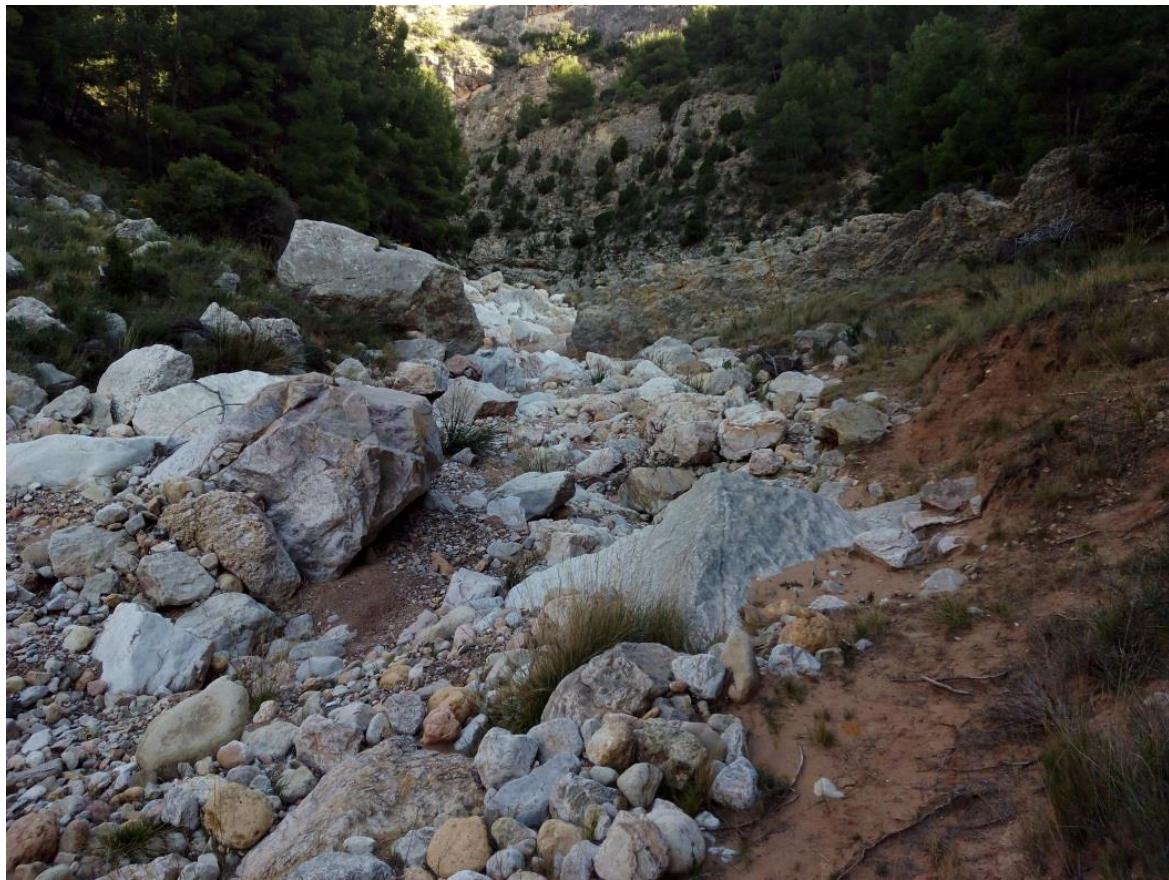


Figura: *Acumulaciones de bloques en el tramo del estrecho de Oliete*

Fuente: *Elaboración propia*

El tramo presenta una reducida antropización, ya que no encontramos ningún obstáculo, obras hidráulicas o modificaciones significativas en el cauce principal. Tampoco hay retenciones significativas de sedimentos ni usos del suelo que generen erosión. Los únicos elementos antrópicos a mencionar son las pocas zonas de cultivos de olivos que existen en la zona, las cuales pueden generar cierta retención de los sedimentos provenientes de las laderas.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

#### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	<b>X</b>
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>	5	9	14	23	45	96
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		X
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<i>No hay conexión significativa</i>	X
	<i>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</i>	
	<i>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</i>	
<i>Con alteración parcial</i>	<i>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</i>	
<i>Con alteración significativa</i>	<i>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</i>	
	<i>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</i>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES				
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>
				X
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>
				X

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES				
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS				
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA				
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>				
<i>Nº de azudes colmatados</i>				
<i>Nº de azudes no colmatados</i>				
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

### Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	X
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

### Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
<i>Pendiente del cauce (m/m)</i>	<i>Caudal crecida ordinaria (m<sup>3</sup>/s)</i>				
0,018	Sin dato				
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS	<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>			
	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	0,91	100	0,91	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL</i>		C		C	
<i>ROSGEN (1996)</i>					

### Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ningún modificaciones significativas	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	Regulación por embalse
		Cambios en cuenca
		Acción directa
		No identificada

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	0	0	0

*Estabilización de márgenes (muros, escolletas, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

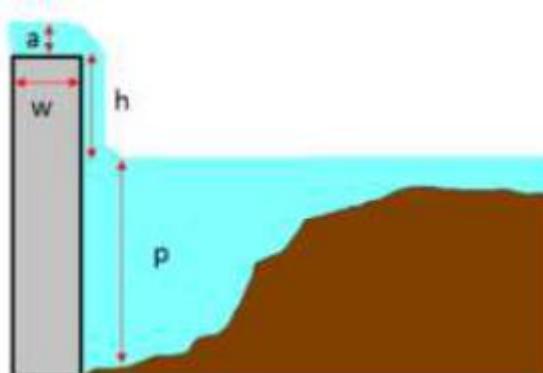
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolletas, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ninguna otra estructura

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO**

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ningún salto vertical



**Variables para obstáculos de salto vertical**

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No encontramos ninguno obstáculo

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Seco
<i>Nombre del tramo</i>	Estrecho de Oliete
<i>Localización del tramo</i>	Aguas arriba del núcleo de población de Oliete
<i>Coordenadas UTM punto de inicio</i>	30T 692057.08m E 4540644.60m N
<i>Coordenadas UTM punto de fin</i>	30T 693026.78m E 4540473.69m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		<i>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</i>
<i>Bloques</i>		<i>Más de 25,6 cm</i>
<i>Cantos</i>		<i>De 6,4 cm a 25,6 cm</i>
<i>Gravas</i>	X	<i>De 2 mm a 64 mm</i>
<i>Arenas</i>		<i>De 0,063 mm a 2 mm</i>
<i>Limos y arcillas</i>		<i>Menos de 0,063 mm</i>
<b>OBSERVACIONES</b>		

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>	X	Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>	X	El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	No encontramos unos taludes bien definidos
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	Nula/Baja/Media/Alta
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	9,85	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>			70,5	
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>

### 3.3.1.10 Tramo de la desembocadura del río Seco

El tramo de la desembocadura del río Seco tiene 1,7 km de longitud y discurre desde el estrechamiento de Oliete hasta la confluencia del río Seco y el río Martín, cerca del embalse de Cueva Foradada. En este último tramo nos encontramos con un valle y un cauce con una morfología muy similar al del tramo del valle abierto de Oliete, con un valle amplio y un cauce ancho con un lecho aluvial. Al igual que en los dos tramos anteriores, no hay caudales circulantes salvo en episodios de crecida.



Figura: *Desembocadura del río Seco*

Fuente: *Elaboración propia*

El valle tiene una llanura de inundación amplia, en la que encontramos un cauce con una morfología sinuosa y una estructura longitudinal de tipo rampa. Los sedimentos son predominantemente de tamaño grava (de 2 mm a 64 mm), su clasificación es limitada ya que no se observa una imbricación clara y su movilidad es efectiva. En este tramo existen diferentes formas naturales: barras laterales, barras longitudinales, islas y canales secundarios como resultado del transporte de sedimentos y de la erosión. En este tramo, al igual que sucedía en el tramo del valle abierto de Oliete las formas naturales son fácilmente diferenciables y presentan grandes dimensiones.

En este tramo no existe una zona de ribera bien definida, ya que al haber un caudal superficial continuo la vegetación tiene serias dificultades para desarrollarse. La especie predominante en la zona es el *Pinus halepensis*, aunque también encontramos algunos chopos y matorrales esclerófilos como el romero, el tomillo o la sabina.



Figura: *Río Seco en el tramo de su desembocadura*

Fuente: *Elaboración propia*

La antropización de este tramo vuelve a ser muy reducida, ya que no encontramos ningún obstáculo, obras hidráulicas o modificaciones significativas en el cauce principal. Tampoco hay retenciones significativas de sedimentos ni usos del suelo que generen erosión. El único elemento de carácter antrópico destacable en la zona es la estación de aforo del río Seco (nº 262), aunque al tratarse de un estación de cauce libre no presenta una afección significativa sobre la morfología del cauce o sobre la retención de los sedimentos.

A continuación se adjuntan las fichas con todos los datos obtenidos tras la aplicación del protocolo del MAGRAMA en este tramo:

### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

#### **Obtención de datos hidrológicos básicos**

<b>RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO</b>	
<i>Río Efímero</i>	<b>X</b>
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	X

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>	5	9	14	23	45	96
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		X
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<i>No hay conexión significativa</i>	X
	<i>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</i>	
	<i>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</i>	
<i>Con alteración parcial</i>	<i>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</i>	
<i>Con alteración significativa</i>	<i>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</i>	
	<i>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</i>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

### Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES				
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>
				X
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>
				X

### Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES				
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS				
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA				
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>				
<i>Nº de azudes colmatados</i>				
<i>Nº de azudes no colmatados</i>				
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>
				X

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

### Tipo de fondo de valle

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	X

### Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS					
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)			
0,011		Sin dato			
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA					
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>		
		<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>	<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>					
<i>Sinuoso</i>	X	1,76	100	1,76	100
<i>Meandriforme</i>					
<i>Divagante</i>					
<i>Trenzado</i>					
<i>Anastomosado</i>					
<i>Rambla</i>					
<i>Otro (especificar)</i>					
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>		1		1	
<i>TIPOLOGIA GENERAL ROSGEN (1996)</i>		F		F	

### Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<i>OBSERVACIONES</i>	No encontramos ningún modificaciones significativas	

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
NO		X
SI	Causas	Regulación por embalse
		Cambios en cuenca
		Acción directa
		No identificada

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud total afectada (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>	0	0	0

*Estabilización de márgenes (muros, escolletas, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

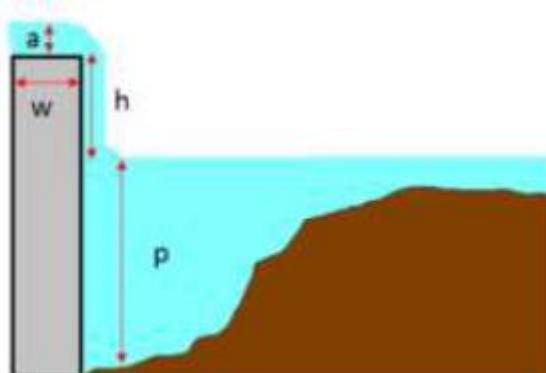
OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolletas, muros y/o gaviones (km)</i>	0	0,15	0,15
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>	0	0	0
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>	0	0	0
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>	0	0	0

*Remansos por azudes y otros elementos y estructuras*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ninguna otra estructura

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ninguna otra estructura



Variables para obstáculos de salto vertical

## **CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA**

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA</b>	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay ningún salto vertical

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	Río Seco
<i>Nombre del tramo</i>	Desembocadura del Río Seco
<i>Localización del tramo</i>	Junto al embalse de Cueva Foradada
<i>Coordinadas UTM punto de inicio</i>	30T 693026.78m E 4540473.69m N
<i>Coordinadas UTM punto de fin</i>	30T 694048.37m E 4540410.64m N

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	X
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>		
<i>Sin sedimentos</i>		<i>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</i>
<i>Bloques</i>		<i>Más de 25,6 cm</i>
<i>Cantos</i>		<i>De 6,4 cm a 25,6 cm</i>
<i>Gravas</i>	X	<i>De 2 mm a 64 mm</i>
<i>Arenas</i>		<i>De 0,063 mm a 2 mm</i>
<i>Limos y arcillas</i>		<i>Menos de 0,063 mm</i>
<b>OBSERVACIONES</b>		

## Clasificación de sedimentos

CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas
<i>Limitada</i>		Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos
<i>Nula</i>		Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros

## Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	X
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

## Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	X
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	X
<i>Isla</i>	X
<i>Canal secundario</i>	X
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

## Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>	X	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

## Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	X
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	1,5 metros
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	<u>Nula/Baja/Media/Alta</u>
<i>Hay síntomas de incisión</i>	NO
<i>Hay síntomas de acreción</i>	NO

## Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	NO
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	NO

## ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

### Ríos sin ribera definida

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>	<i>53,49</i>	<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>	<i>70</i>			
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>	Inapreciable					
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
		X				

### 3.3.1.11 Caracterización general de los tramos

A modo de conclusión, una vez aplicado el Protocolo de caracterización Hidromorfológica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015), hay que señalar que a pesar de que conforma una buena y completa guía para la caracterización de un río, este presenta una clara orientación hacia ríos de mayor entidad y con caudales superficiales continuos, por lo que en ciertos aspectos no muestra el nivel de detalle necesario y no acaba de adaptarse a las particularidades de ríos efímeros y de escaso recorrido como el río Seco.

Al no tratarse de un río con un caudal circulante continuo y que discurre por un entorno semiárido, algunos aspectos relacionados con los caudales líquidos, la continuidad piscícola y la vegetación de ribera no se tuvieron en consideración. Por este motivo se reestructuró parte del protocolo, siendo necesario suprimir algunos apartados y readaptar otros, obteniendo finalmente el guión que se muestra en los anexos.

Incluso los criterios de delimitación de los tramos dado por el protocolo se centran más en aspectos como los hábitats o las condiciones físicas y ambientales de la masa de agua, dejando en un segundo plano los aspectos geomorfológicos, lo que hace que difícilmente puedan utilizarse en ríos sin caudales circulantes continuos. En el caso del río Seco, un río efímero sin un caudal circulante continuo, los aspectos más relevantes son los geomorfológicos y por ello han sido en los que se ha hecho un mayor hincapié.

A grandes rasgos podemos decir que nos encontramos ante un río con un régimen efímero y pluvial mediterráneo, en el que de forma estacional podemos encontrar caudales circulando de manera superficial en ciertas zonas, especialmente en los tramos de Armillas-Hoz, del valle abierto de la Hoz de la Vieja, del cañón fluviokárstico de la Hoz de La Vieja y del cañón abierto de Josa. Mientras que a su paso por los municipios y en su parte baja no suele presentar caudales circulantes salvo durante episodios de precipitación. Aunque hay que señalar que, en estas zonas donde encontramos caudales circulantes, estos son muy reducidos y en su mayor parte circulan de manera subsuperficial y de manera intermitente en superficie.

El cauce principal de la cuenca del río Seco presenta importantes diferencias morfológicas en su valle y en su cauce, esto se explica principalmente por la presencia de diferentes litologías que responden de forma diferente ante la acción fluvial. Esto da lugar a una gran diversidad de tipos de valles y cambios en el lecho de cauce en sus poco más de 23,4 km de longitud. De forma, que encontramos valles confinados sobre lechos en roca como en el caso del tramo del cañón fluviokárstico de la Hoz de La Vieja o de los estrechos del río Sus, valles confinados con un lecho mixto como en el caso de los tramos de Armillas-Hoz o el tramo del cañón abierto de Josa y valles confinados con un lecho aluvial como en el caso del estrecho de Oliete. Por otro lado también encontramos tramos que presentan una amplia llanura de inundación como en el caso del tramo del valle abierto de Oliete, el tramo del valle abierto Josa, del valle abierto de la Hoz de la Vieja o el tramo de la desembocadura; e incluso tramos urbanos como el de

La Hoz de la Vieja. Estos cambios morfológicos tienen importantes efectos en la sedimentación del río y la velocidad del flujo, la presencia de importantes estrechamientos (el cauce en algunas zonas presenta una anchura de entre 2 y 4 metros) puede dar lugar a un incremento considerable en la velocidad del flujo. Por otro lado la presencia de ensanchamientos en el cauce y en el valle dará lugar a una reducción de la velocidad del flujo por la laminación y favorecerá los procesos de sedimentación. Esto explica la presencia de grandes depósitos sedimentarios en la parte baja de la cuenca, donde encontramos un tipo de valle con una amplia llanura de inundación.

La estructura longitudinal del cauce por lo general es de tipo rampa, aunque también encontramos algunas zonas con una disposición salto/poza en los tramos del cañón fluviokárstico de la Hoz de La Vieja y de los estrechos del río Sus donde el río forma pequeños cañones fluvio-kársticos. Si analizamos la morfología del cauce principal a nivel de cuenca, obtenemos una forma en planta sinuosa.



Figura: *Zona de estrechamiento (imagen de la izquierda) y de sedimentación (imagen derecha) en la cuenca del río Seco*

Fuente: *Elaboración propia*

Por lo general, los sedimentos presentan un tamaño predominante de grava (de 2 mm a 64 mm) a lo largo del cauce principal, aunque encontramos zonas como la del nacimiento donde los sedimentos presentan un tamaño de cantes (6,4 cm a 25,6 cm) o las zonas más cercanas al municipio de Josa y del estrecho de Oliete donde encontramos una importante presencia de bloques. La clasificación de los sedimentos es en todos los tramos limitada, ya que no presentan una imbricación clara y su movilidad es en la mayoría de tramos efectiva, aunque en algunas zonas como en el tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja presentan cierto acorazamiento por la presencia de vegetación en el cauce. A pesar de no ser un río de grandes dimensiones, encontramos un buen número de formaciones naturales, en la mayoría de tramos encontramos formaciones como barras laterales, longitudinales, islas o canales secundarios, aunque, como es

lógico, estas no presentan ni las dimensiones ni la variedad de otros ríos de mayores dimensiones y con caudales circulares continuos que presentan una dinámica fluvial mucho más activa.

En lo que se refiere a la ribera del río Seco, en ninguno de los tramos encontramos una estructura de ribera bien definida. La densidad de la vegetación en la mayor parte de la cuenca es muy baja y solamente encontramos bosque en la zona alta de la cuenca con un carrascal de una extensión considerable y un quejigar de pequeñas dimensiones, y en la zona baja de la cuenca con un pinar de repoblación de *Pinus halepensis*. También es muy destacable la presencia del chopo cabecero, el cual se encuentra presente en buena parte de la cuenca, especialmente en aquellas zonas con una mayor frecuencia de caudales circulantes y con un valle con una llanura de inundación amplia. Otras especies con especial importancia en la zona son los matorrales xéricos como el romero, el tomillo, la aliaga o la sabina entre otros que ocupan las laderas de la cuenca. Por su parte en el cauce encontramos especies como el junco o el berro, los cuales aparecen en algunas zonas ocupando el lecho del cauce, sobre todo en la parte alta y media de la cuenca; mientras que en la zona baja su presencia es prácticamente nula ante la falta de caudales circulantes.

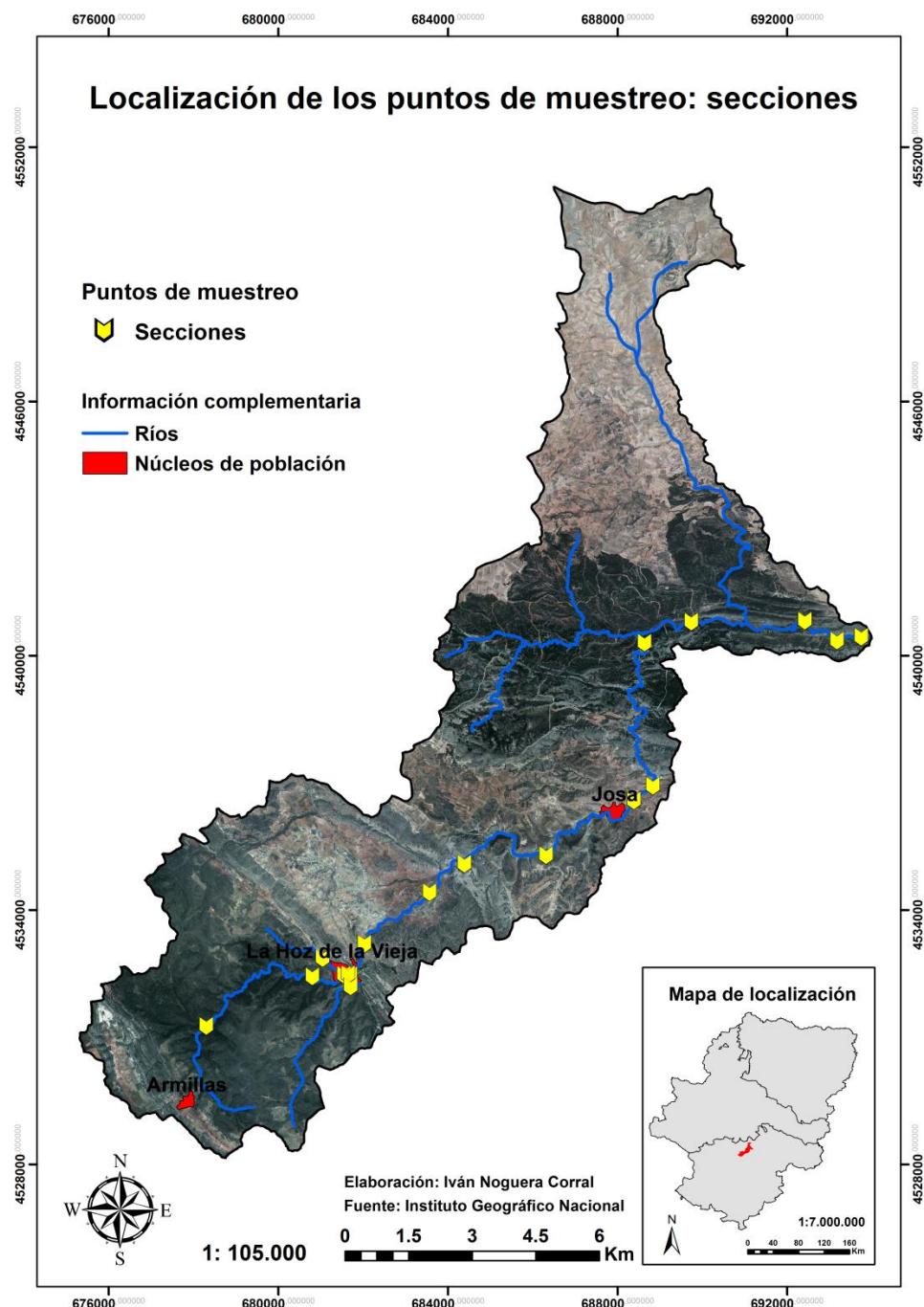
Por ultimo en lo que se refiera a las antropización de la cuenca del río Seco, hay que señalar que, aunque encontramos varios elementos de carácter antrópico, su afección sobre la morfología del cauce, el transporte de sedimentos y la dinámica fluvial de río es muy reducida. En la cuenca no encontramos presas ni modificaciones significativas del cauce, salvo en el caso del tramo urbano de La Hoz de la Vieja, y tampoco hay usos del suelo que generen mucha erosión. La cuenca se encuentra muy poco urbanizada, con solo dos municipios y de escasa entidad. Tampoco existe una red de comunicaciones densa, y en su mayoría se trata de caminos de tierra que, aunque en algunas ocasiones son transversales al río, presentan una escasa afección sobre el cauce. Quizás el punto más crítico en este aspecto es el que se sitúa en el puente de Josa, en la carretera TE-V-1145.

En lo referente a los obstáculos, encontramos algunos azudes, aunque estos en su mayoría se encuentran en desuso y muy deteriorados por la última gran avenida de 2013, por lo que apenas retienen sedimentos. También hay algunas zonas con muros y escolleras, aunque estos presentan una escasa afección sobre el cauce y en su mayoría se encuentran muy deteriorados. La cuenca cuenta con un total de siete puentes, aunque estos se analizarán de manera detallada en el epígrafe *Secciones*.

De manera general, a excepción del tramo urbano de la Hoz de la Vieja, puede afirmarse que el río Seco se encuentra en un estado ambiental bueno e incluso en algunas zonas como la del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja se encuentra en su estado natural.

### 3.3.2 Secciones transversales del cauce

Para llevar a cabo las estimaciones de caudal se realizaron un total de 26 secciones: 15 corresponden a cauces naturales, 4 a canalizaciones y 7 a puentes. Todas ellas, excepto cuatro, fueron realizadas en el cauce principal de la cuenca. Estas cuatro secciones se llevaron a cabo en los dos afluentes del río Armillas a su paso por La Hoz de la Vieja (barranco del Vadiello y el barranco de la margen izquierda o “barranquillo”), para así poder analizar con un mayor grado de detalle la situación de riesgo de dicho núcleo de población. Con estas se pretende no sólo caracterizar mejor el comportamiento del sistema fluvial, sino también poder ver cómo evolucionó la crecida del 3 de agosto de 2013 desde la cabecera de la cuenca hasta la desembocadura.



A continuación se muestran los datos obtenidos en cada una de las secciones realizadas, estas se han organizado por tramos:

### 3.3.2.1 Tramo Armillas-Hoz

La primera de las secciones del tramo Armillas-Hoz se realizó cerca de la zona del nacimiento del río Armillas, junto al núcleo de población de Armillas. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica. A partir de las evidencias geomorfológicas en las márgenes del cauce resultado de la erosión, se calculó la sección *bankfull*. Aunque esta no engloba el grueso de caudal que discurrió por este punto, ya que el río iba totalmente desbordado, prueba de ello son los restos de maleza que se encontraron en los árboles más próximos al cauce.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**7,34 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**7,7 metros**), la pendiente (**0,0157 m/m**), el radio hidráulico (**0,95**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,039**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **22,86 m<sup>3</sup>/s**.



Figura: Sección río Armillas nacimiento

Fuente: Elaboración propia

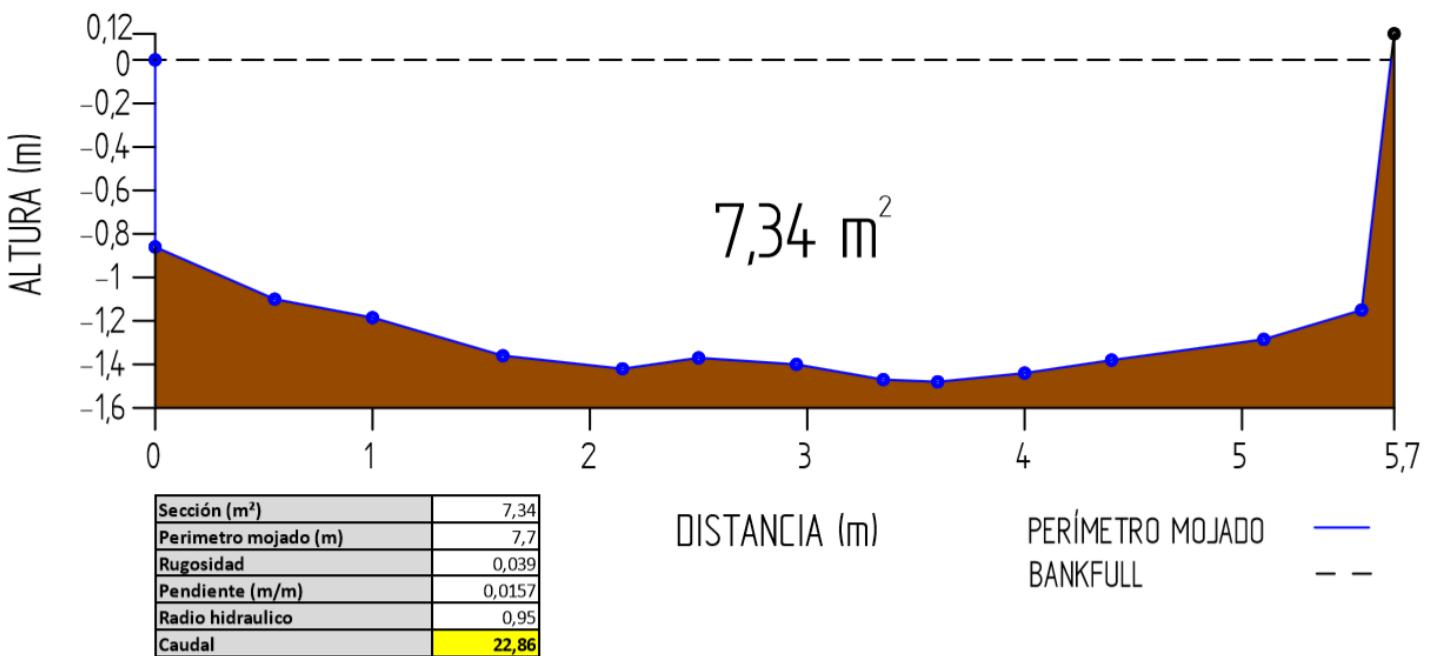


Figura: Sección río Armillas nacimiento

Fuente: Elaboración propia

La segunda de las secciones del tramo Armillas-Hoz se realizó en el río Armillas, aguas arriba del núcleo de población de La Hoz de la Vieja. En esta zona el cauce también se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica. A partir de las evidencias geomorfológicas en las márgenes del cauce resultado de la erosión se calculó la sección *bankfull*, aunque en este caso los límites no estaban tan bien definidos. Al igual que en el caso anterior, la sección no engloba el grueso de caudal que discurrió por este punto, aunque presenta unas dimensiones mayores que la sección realizada en la zona más próxima al nacimiento.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**20,45 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**15,36 metros**), la pendiente (**0,0197 m/m**), el radio hidráulico (**1,33**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,038**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **91,48 m<sup>3</sup>/s**. Por lo que se puede observar un claro aumento del caudal (22,86-91,48 m<sup>3</sup>/s) a medida que la crecida descendía hacia el núcleo de La Hoz de la Vieja.



Figura: Sección río Armillas aguas arriba de la Hoz de la Vieja

Fuente: Elaboración propia

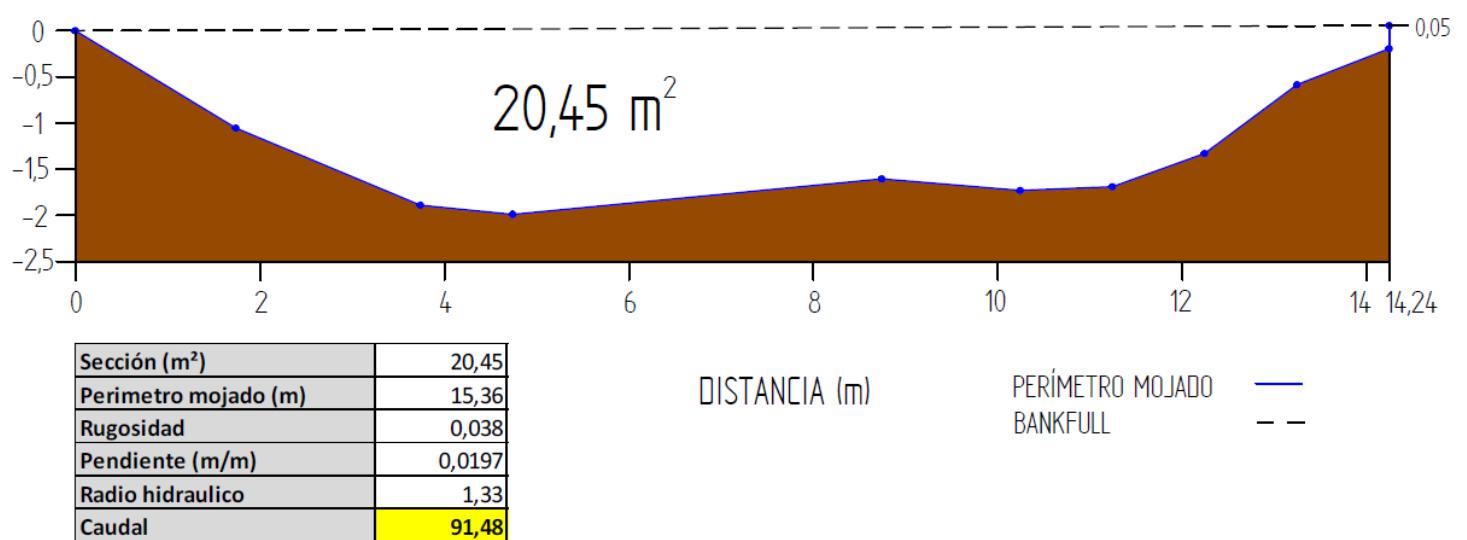


Figura: Sección río Armillas aguas arriba de la Hoz de la Vieja

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.2 Tramo urbano de Hoz de la Vieja

En el caso del tramo urbano de La Hoz de la Vieja y debido a su situación evidente de riesgos se realizaron un total de 11 secciones. Mediante las que se pretende no sólo saber el caudal que pudo discurrir el 3 de agosto de 2013 por el núcleo de La Hoz de la Vieja, sino también conocer cuál es la capacidad de los puentes y canales de dicho municipio. También se realizaron secciones de los dos afluentes del río Armillas a su paso por La Hoz de la Vieja, para averiguar cual pudo ser el caudal que discurrió por estos y saber cuál es la capacidad de sus respectivas canalizaciones.



Figura: *Confluencias del río Armillas a su paso por el municipio de la Hoz de la Vieja*

Elaboración: *Elaboración propia*

- **Secciones del barranco de la margen izquierda “barranquillo”**

La primera de las secciones del barranco de la margen izquierda o “barranquillo” se realizó aguas arriba del núcleo de población de La Hoz de la Vieja. En esta zona el cauce presenta su estado natural y tiene un fondo aluvial. Además, no muestra importantes modificaciones por la acción antrópica, a pesar de que hay algunos campos de cultivo cercanos al cauce.

Para realizar la estimación de caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**3,15 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**4,99 metros**), la pendiente (**0,0157 m/m**), el radio hidráulico (**0,63**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,037**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **7, 84 m<sup>3</sup>/s.**



Figura: Sección barranco de la margen izquierda aguas arriba del municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: Elaboración propia

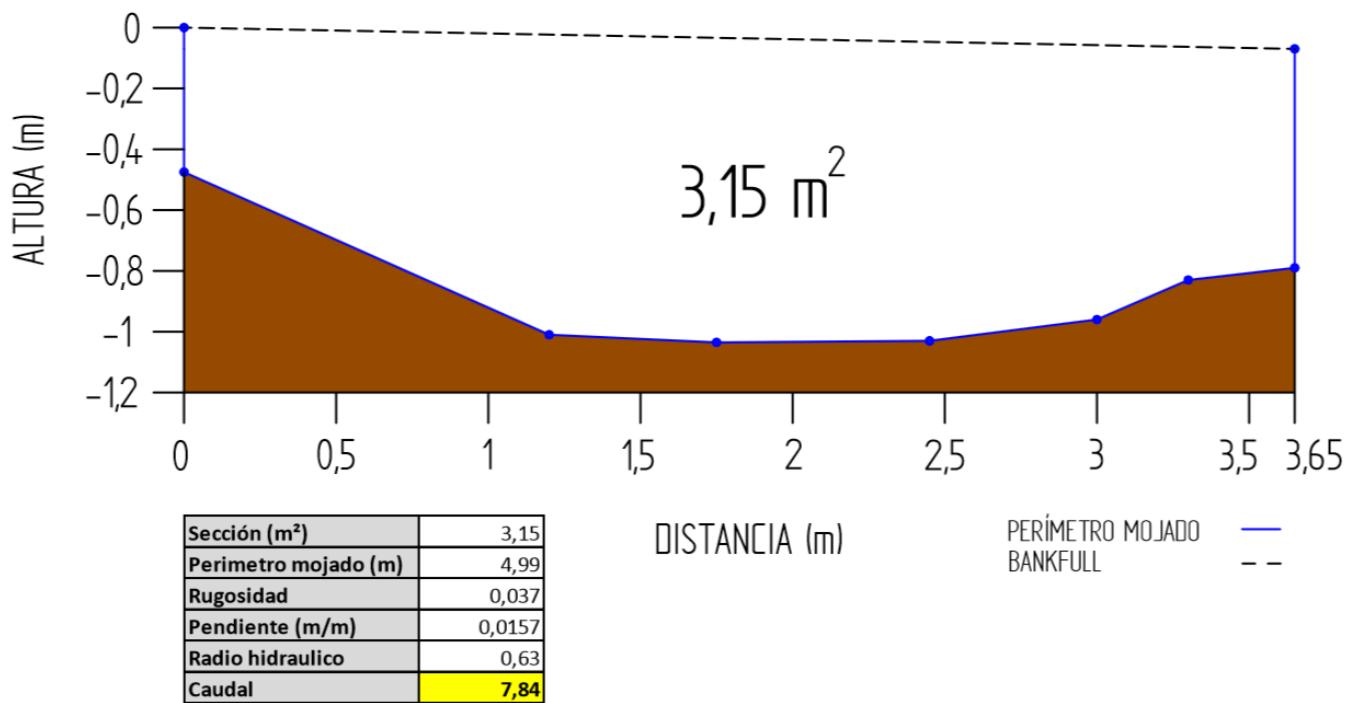


Figura: Sección barranco de la margen izquierda aguas arriba del municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: Elaboración propia

La segunda de las secciones del barranco de la margen izquierda o barranquillo se realizó dentro del propio núcleo de La Hoz de La Vieja. En esta zona el cauce se encuentra canalizado, aunque no está revestido de hormigón, por lo que podemos encontrar sedimentos y algo de vegetación en el cauce. Mediante esta sección se pretendía conocer cuál es la capacidad del canal, para de esta forma, saber cuál sería el caudal máximo a partir del cual se desbordaría el barranco.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**5,85 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**7,49 metros**), la pendiente (**0,0348 m/m**), el radio hidráulico (**0,78**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,034**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **27,22 m<sup>3</sup>/s**. Si tomamos como referencia la sección realizada en este mismo barranco aguas arriba del núcleo (7,84 m<sup>3</sup>/s), vemos como la capacidad del canal es adecuada, ya que se respeta el caudal *bankfull* aguas arriba.



Figura: Sección barranco de la margen izquierda en el municipio de La Hoz de la Vieja con pequeño paso entubado al fondo

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: Sección barranco de la margen izquierda en el municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

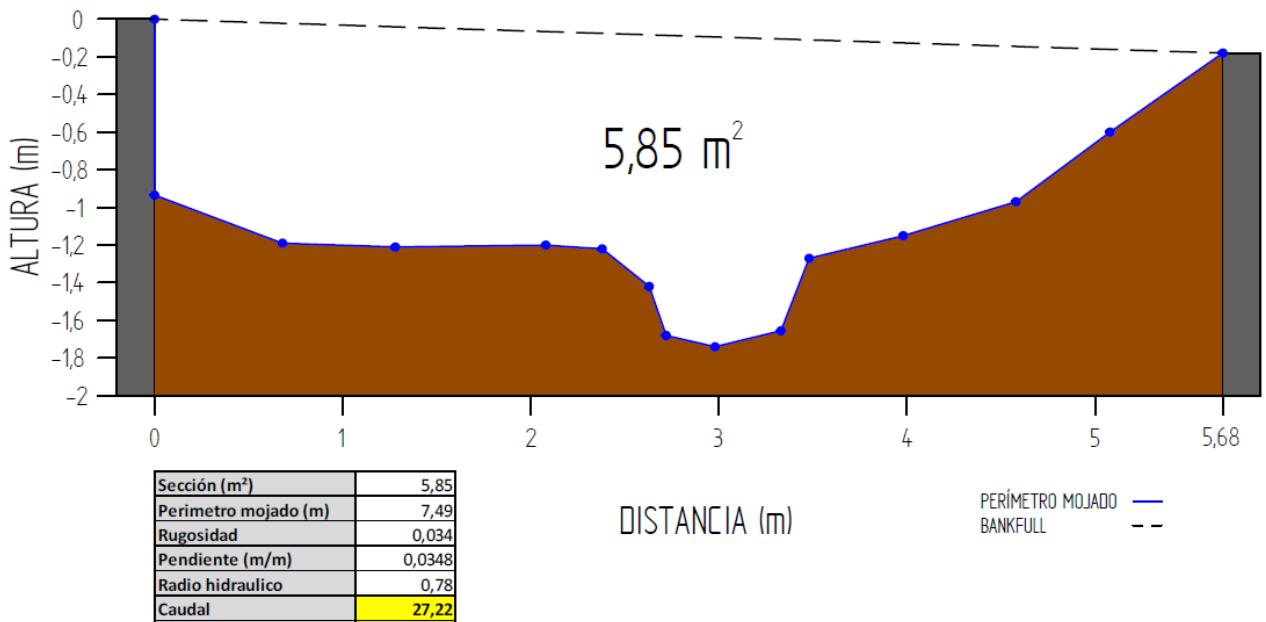


Figura: Sección barranco de la margen izquierda en el municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

También se creyó conveniente calcular la capacidad de un pequeño puente situado junto antes de la confluencia del barranco con el río Armillas, ya que podría generar un efecto tapón por sus reducidas dimensiones. El puente forma una especie de pequeño paso entubado y está revestido con hormigón.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**2,09 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**4,09 metros**), la pendiente (**0,0348 m/m**), el radio hidráulico (**0,51**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,025**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **9,97 m<sup>3</sup>/s**. La escasa capacidad de puente nos hace pensar que es muy probable que pueda generar un efecto embudo si se produce un episodio importante de crecida.

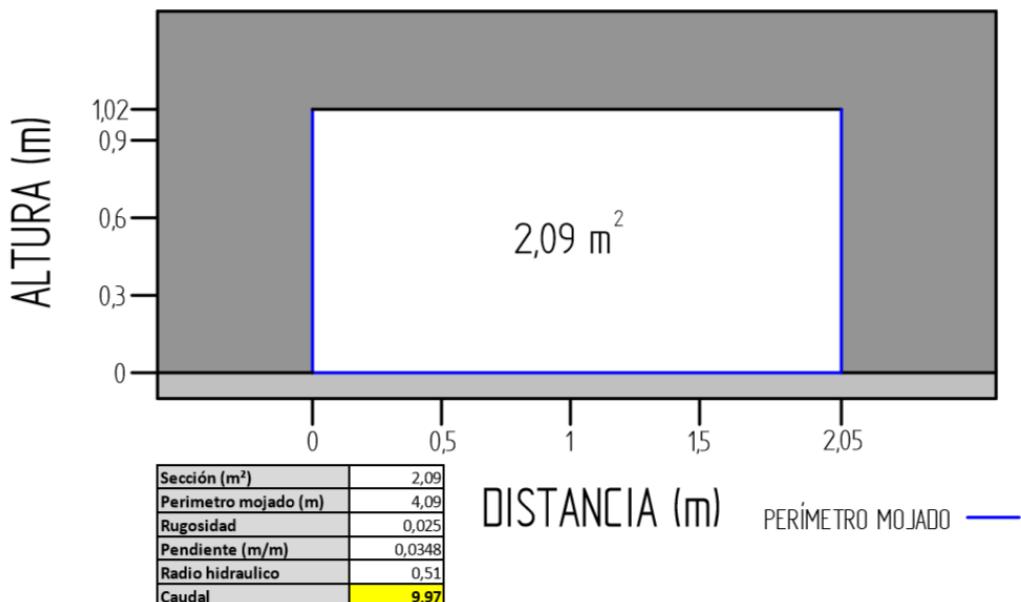


Figura: Sección puente, barranco de la margen en el municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

- **Secciones barranco del Vadiello**

La primera de las secciones del barranco del Vadiello se realizó aguas arriba del núcleo de población de La Hoz de la Vieja. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica.

Para realizar la estimación de caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**2,63 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**6,24 metros**), la pendiente (**0,0207 m/m**), el radio hidráulico (**0,42**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,036**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **5,91 m<sup>3</sup>/s**.



Figura: Sección barranco del Vadiello aguas arriba del municipio de la Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

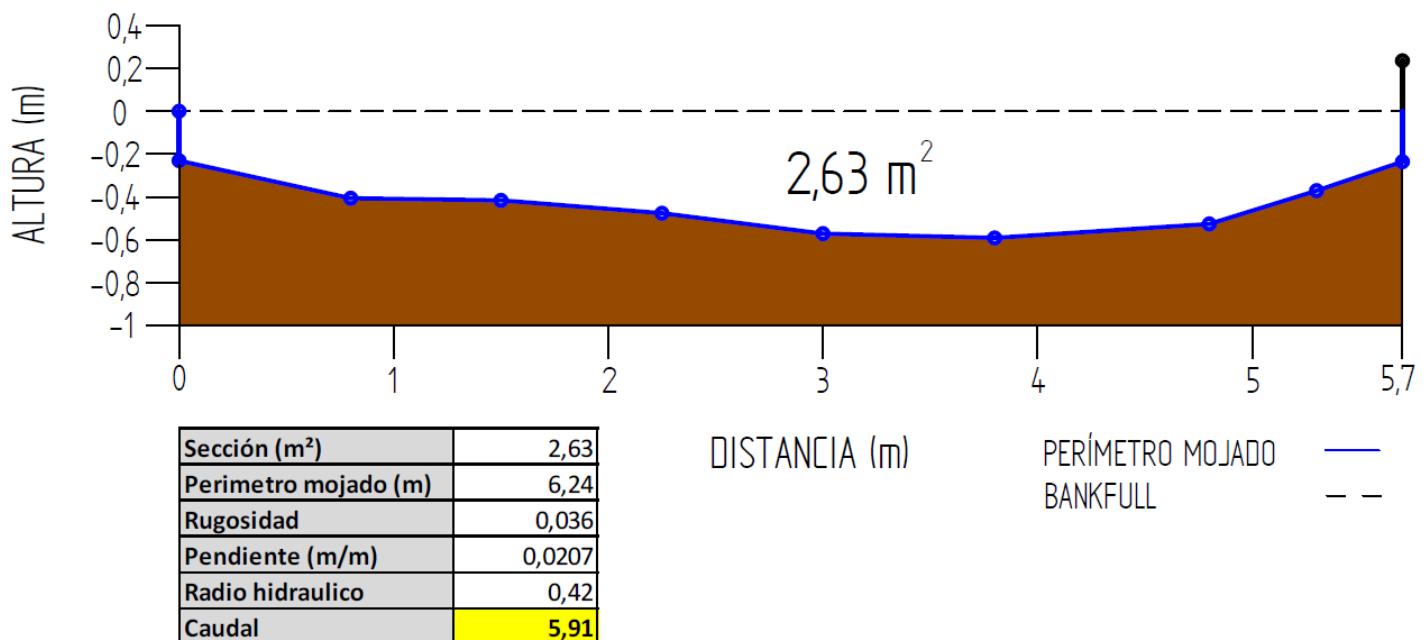


Figura: Sección barranco del Vadiello aguas arriba del municipio de la Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

La segunda de las secciones del barranco del Vadiello se realizó dentro del propio núcleo de población de La Hoz de la Vieja. En esta zona el cauce está canalizado, aunque no está revestido de hormigón, por lo que podemos encontrar sedimentos y algo de vegetación en el cauce. Mediante esta sección se pretendía conocer cuál es la capacidad del canal, para así saber cuál sería el caudal máximo a partir del cual se desbordaría el barranco.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**10,86 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**12,69 metros**), la pendiente (**0,0122 m/m**), el radio hidráulico (**0,86**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,032**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **33,84 m<sup>3</sup>/s**. Si tomamos como referencia la sección realizada en este mismo barranco aguas arriba del municipio (5,91 m<sup>3</sup>/s), vemos como la capacidad del canal es adecuada, ya que se respeta el caudal *bankfull* aguas arriba.



Figura: *Sección barranco del Vadiello a su paso por el municipio de la Hoz de la Vieja con puente al fondo*

Fuente: *Elaboración propia*

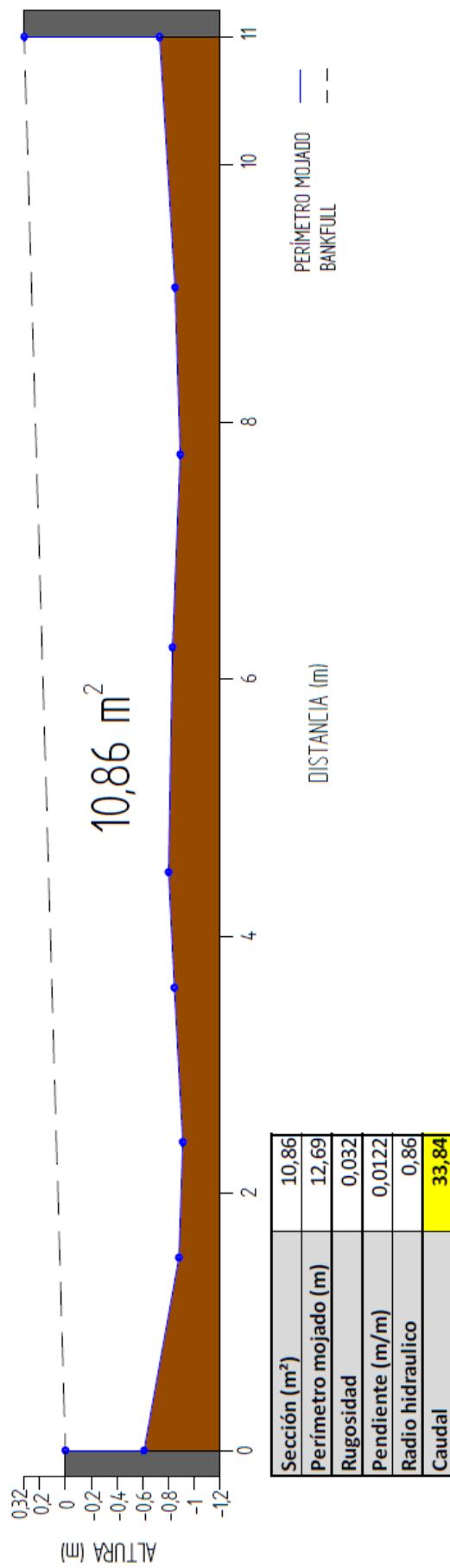


Figura: Sección barranco del Vadiello a su paso por el municipio de la Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

Por último, se calculó la capacidad de único puente que hay en el barranco del Vadiello. Este se localiza justo antes de la confluencia de dicho barranco con el río Amillas y se encuentra sobre el lecho natural del barranco, aunque inmediatamente después el suelo está revestido de hormigón.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**8,28 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**10,27 metros**), la pendiente (**0,0122 m/m**), el radio hidráulico (**0,82**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,032**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **25,50 m<sup>3</sup>/s**. Si tomamos como referencia la sección realizada en este mismo barranco aguas arriba del municipio (5,91 m<sup>3</sup>/s), vemos como a priori la capacidad que presenta el puente es adecuada, ya que se respeta el caudal *bankfull* aguas arriba. Aunque los antecedentes previos, nos indican que los caudales que puede llegar a recoger el barranco del Vadiello pueden ser superiores a los 25,50 m<sup>3</sup>/s. Po ello, no sería de extrañar que el agua superara este puente durante un episodio de crecida.

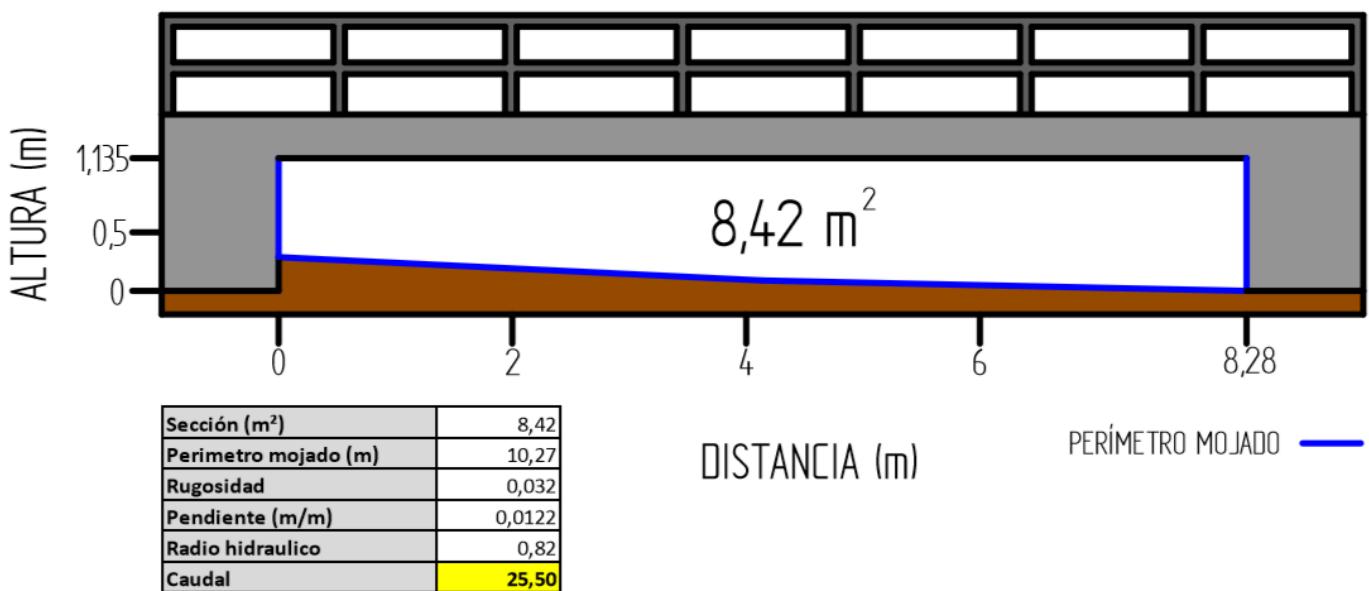


Figura: Sección puente, barranco del Vadiello a su paso por el municipio de la Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

- **Secciones río Armillas**

La primera de las secciones del río Armillas a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja se realizó aguas abajo de su confluencia con los barrancos de la margen izquierda, justo antes de su confluencia con el barranco del Vadiello. En esta zona el cauce se está canalizado, pero no revestido de hormigón, por lo que podemos encontrar sedimentos y algo de vegetación en el cauce. Mediante esta sección se pretendía conocer cuál es la capacidad del canal, es decir, el caudal máximo a partir del cual el río Armillas se desbordaría en este punto.

Para realizar la estimación de caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**10,62 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**11,68 metros**), la pendiente (**0,0136 m/m**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,031**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **37,05 m<sup>3</sup>/s**. Si tomamos como referencia la sección realizada aguas arriba del municipio (91,48 m<sup>3</sup>/s), vemos como la capacidad del canal es insuficiente para poder captar el caudal de un evento importante de crecida sin desbordarse. Además, a este caudal de 91,48 m<sup>3</sup>/s deberíamos de sumarle el procedente de los barrancos de la margen izquierda (7,84 m<sup>3</sup>/s), por lo que el caudal sería todavía mayor.



Figura: *Sección río Armillas a su paso por el municipio de La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

La segunda de las secciones del río Armillas a su paso por el núcleo de población de La Hoz de la Vieja se realizó aguas abajo de su confluencia con el barranco del Vadiello, en la parte final del tramo urbano de La Hoz de la Vieja. La sección se realizó a partir de una marca que puso un vecino en su fachada y que indicaba el nivel hasta el alcanzado por el agua en la riada del 3 de agosto 2013. Con fin de conocer cual pudo ser el caudal total que discurrió por el núcleo de la Hoz de la Vieja durante la crecida de 2013, se trazó una línea imaginaria a partir de dicha marca, hasta el otro extremo de la calle y se calculó la sección.

Para realizar la estimación de caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**64,65 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**29,94 metros**), la pendiente (**0,006 m/m**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,031**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **270,39 m<sup>3</sup>/s**. La CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro), en su informe apuntaba que el caudal de la crecida del 3 de agosto 2013 a su paso por la Hoz de la Vieja se situaba en torno a los 80-120 m<sup>3</sup>/s. Aunque en sus mediciones cometían un error grave, ya que realizaron la estimación antes de la confluencia del río Armillas y el barranco del Vadiello, obviando el caudal de este último. Por ello, y a pesar de que no podemos saber con exactitud si este caudal de 270,39 m<sup>3</sup>/s fue el que realmente se llegó a concentrar en el este punto, podemos decir que el caudal fue considerablemente superior a los 120 m<sup>3</sup>/s. Además, si realizamos el sumatorio de nuestras estimaciones de caudal hasta el punto en el que la CHE realizó su estimación de 80-120 m<sup>3</sup>/s, vemos como la cifra obtenida es muy similar: 91,48 m<sup>3</sup>/s (río Armillas aguas arriba) + 7,84 m<sup>3</sup>/s (barranco margen izquierda) = 99,32 m<sup>3</sup>/s



Figura: Sección río Armillas a su paso por el municipio de La Hoz de la Vieja, marca riada 2013 (imagen de la izquierda) y marca riada 2013 (imagen derecha)

Fuente: *Elaboración propia*

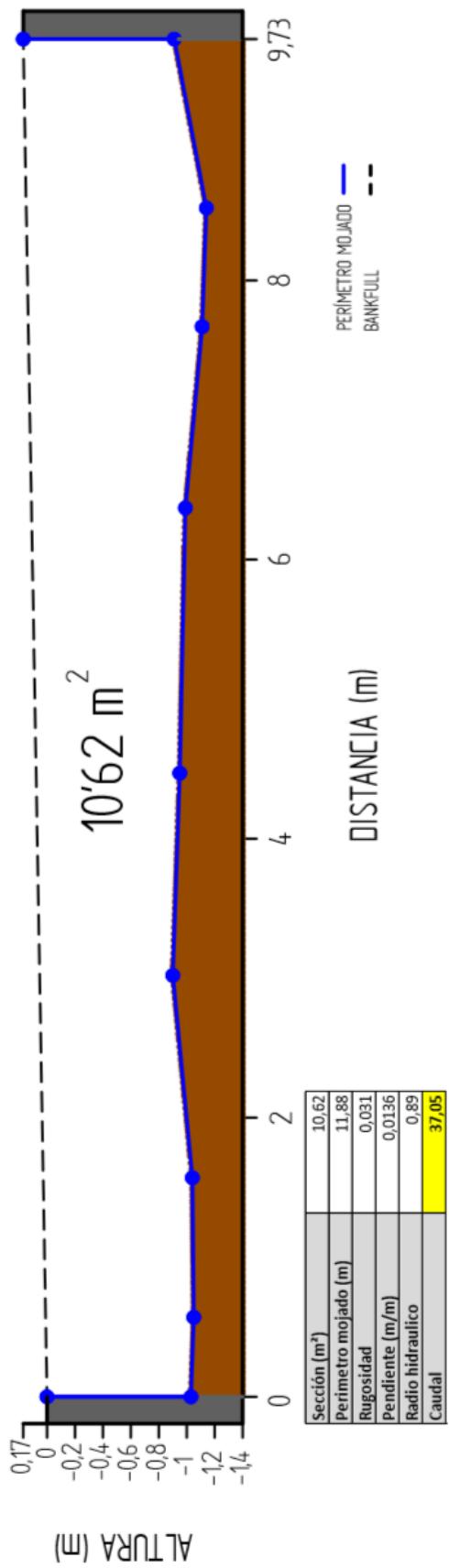


Figura: Sección río Armillas a su paso por el municipio de La Hoz de la Vieja

Fuente: *Elaboración propia*

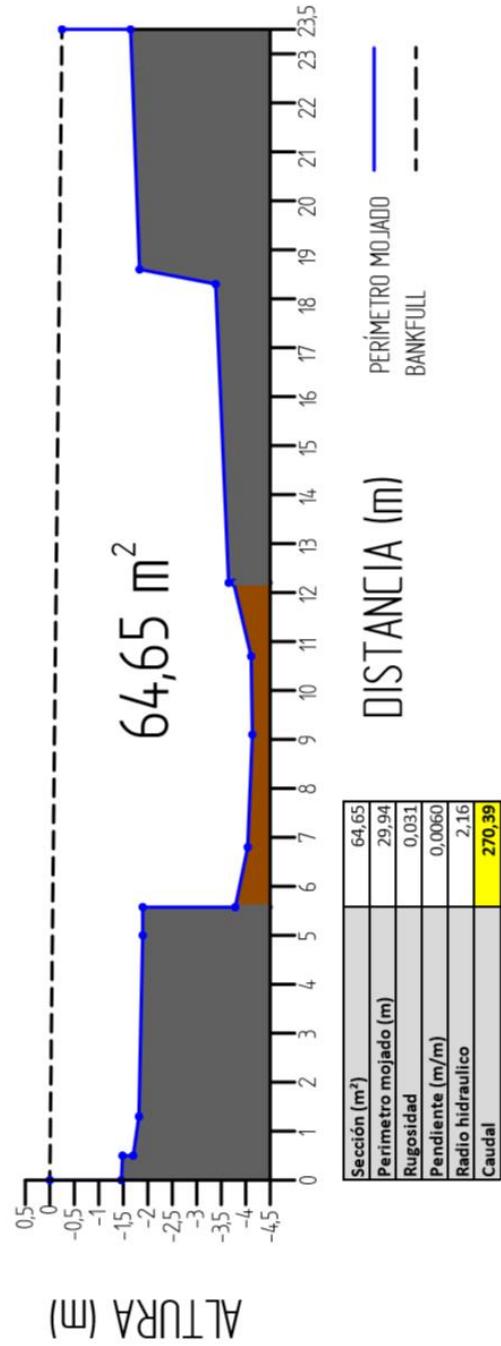


Figura: Sección río Armillas, marca riada 2013

Fuente: *Elaboración propia*

A su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja el río Armillas atraviesa un total de tres puentes. El primero de ellos se localiza pocos metros aguas abajo de la confluencia del río Armillas y del barranco de la margen izquierda o “barranquillo”. Este se encuentra sobre el cauce libre, aunque inmediatamente después hay una zona revestida con hormigón tal y como podemos ver en la foto.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**10,5 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**11,83 metros**), la pendiente (**0,0136 m/m**), el radio hidráulico (**0,89**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,029**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **38,97 m<sup>3</sup>/s**. Si tomamos como referencia la sección realizada en el río Armillas aguas arriba del núcleo (91,48 m<sup>3</sup>/s), vemos como la capacidad del puente es muy reducida y se vería fácilmente superada ante un episodio de crecida de cierta entidad. Además, a este caudal de 91,48 m<sup>3</sup>/s deberíamos de sumarle el caudal procedente de los barrancos de la margen izquierda (7,84 m<sup>3</sup>/s), por lo que el caudal total sería casi de unos 100 m<sup>3</sup>/s.



Figura: Sección puente, río Armillas

Fuente: Elaboración propia

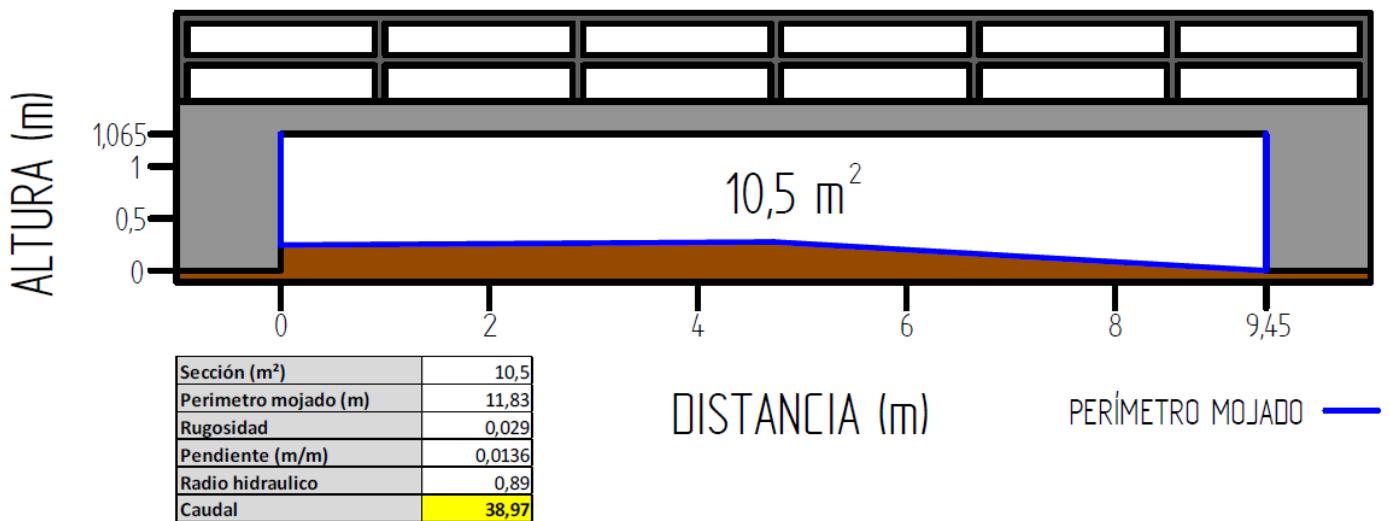


Figura: Sección puente, río Armillas

Fuente: Elaboración propia

El segundo de los puentes se localiza sobre un revestimiento de hormigón inmediatamente después de la confluencia del río Armillas y el barranco del Vadiello. Este podría ser considerado como el puente principal, ya es el que presenta unas mayores dimensiones.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**17,46 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**16,03 metros**), la pendiente (**0,0163 m/m**), el radio hidráulico (**1,09**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,025**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **94,36 m<sup>3</sup>/s**. En este caso el puente tiene una capacidad considerable, por lo que sólo se vería superado ante un episodio de crecida de una magnitud importante. Sin embargo, por su anchura de casi 14 metros y su escasa altura podría generar un efecto presa.

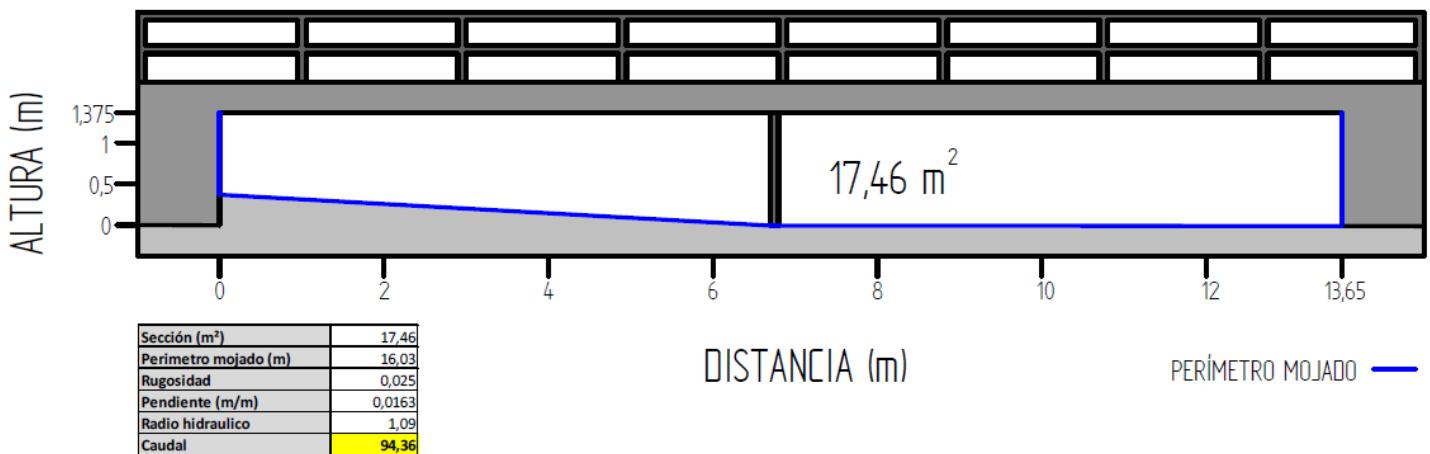


Figura: Sección puente, río Armillas

Fuente: Elaboración propia



Figura: *Sección puente, río Armillas*

Fuente: *Elaboración propia*

El tercero y último de los puentes se localiza a unos 100 metros aguas abajo del anterior, en la parte final del tramo urbano de La Hoz de la Vieja. En este caso el puente presenta unas dimensiones menores y se encuentra sobre un cauce libre de hormigón.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**15,58 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**13,95 metros**), la pendiente (**0,0133 m/m**), el radio hidráulico (**1,12**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,029**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **66,78 m<sup>3</sup>/s**. Por lo tanto, presenta una capacidad menor que en caso anterior, aunque nuevamente tendría que producirse una crecida de una magnitud considerable para que este se viera superado por el nivel del agua.



Figura: Sección puente, río Armillas

Fuente: Elaboración propia

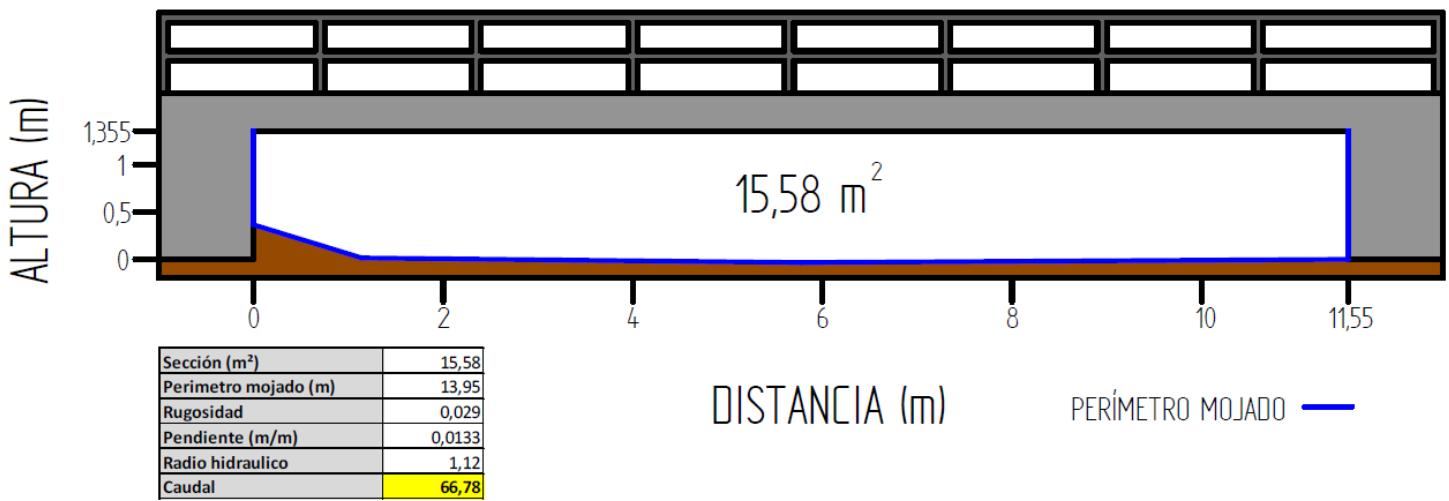


Figura: Sección puente, río Armillas

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los puentes, hay que señalar, que no presentan una gran capacidad (excepto el puente principal) y posiblemente se verían superados ante un nuevo episodio de crecida de una magnitud similar a la del año 2013. El principal problema de los puentes es su escasa altura, lo que en un episodio de crecida generaría un efecto presa y la rotura de alguno de ellos supondría la formación de una pequeña ola que aumentaría los efectos de la crecida en las casas más próximas al cauce. Tras la crecida de agosto de

2013 los antiguos puentes fueron destruidos y la CHE construyó los nuevos puentes que hemos medido. Estos ya se construyeron pensando en la posibilidad de una nueva crecida de una magnitud similar, por lo que se redujo el espesor de los puentes y se crearon fuertes sujetaciones para que estos no sean arrastrados por la corriente.



Figura: *Sujeción puentes*      Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.2.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja

La primera de las secciones del tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja se realizó en el río Armillas, junto al “Molino Alto de la Hoz de la Vieja”. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial, aunque la presencia de campos de cultivo a ambos lados del cauce ha favorecido el encajonamiento del cauce. En este punto el cauce tiene unas márgenes bien definidas, por lo que el *bankfull* queda claramente delimitado.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**30,67 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**18,79 metros**), la pendiente (**0,0214 m/m**), el radio hidráulico (**1,63**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,041**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **151,72 m<sup>3</sup>/s**. Si comparamos este dato de caudal con el obtenido en el municipio de la Hoz de la Vieja (270,39 m<sup>3</sup>/s), podemos deducir que en este punto el río iba desbordado durante la crecida, ocupando parte de las tierras de cultivo limítrofes.



Figura: Sección río Armillas en el “Molino Alto de la Hoz de la Vieja”

Fuente: *Elaboración propia*

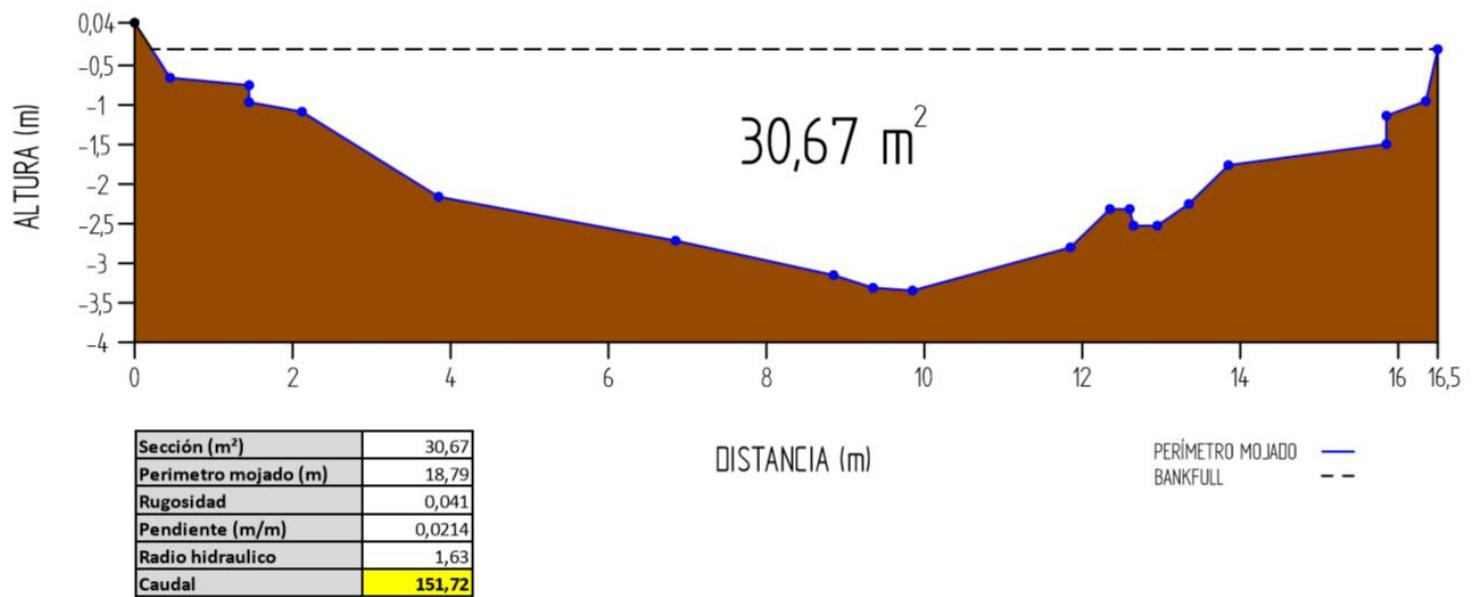


Figura: Sección río Armillas en el “Molino Alto de la Hoz de la Vieja”

Fuente: *Elaboración propia*

La segunda de las secciones del tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja se realizó en el río Armillas aguas arriba del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”. En esta zona el cauce también se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica. A partir de las evidencias geomorfológicas en las márgenes del cauce resultado de la erosión, se calculó la sección *bankfull*. Al igual que en el caso anterior, la sección no engloba el grueso de caudal de la crecida de 2013, ya que en este punto el río estaba totalmente desbordado y ocupaba buena parte de la llanura de inundación.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**15,38 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**17,28 metros**), la pendiente (**0,0074 m/m**), el radio hidráulico (**0,89**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,035**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **34,90 m<sup>3</sup>/s**. Por lo que sólo se recoge una mínima parte del caudal que discurrió por este punto el día de la crecida.



Figura: *Sección río Armillas aguas arriba del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”*

Fuente: *Elaboración propia*

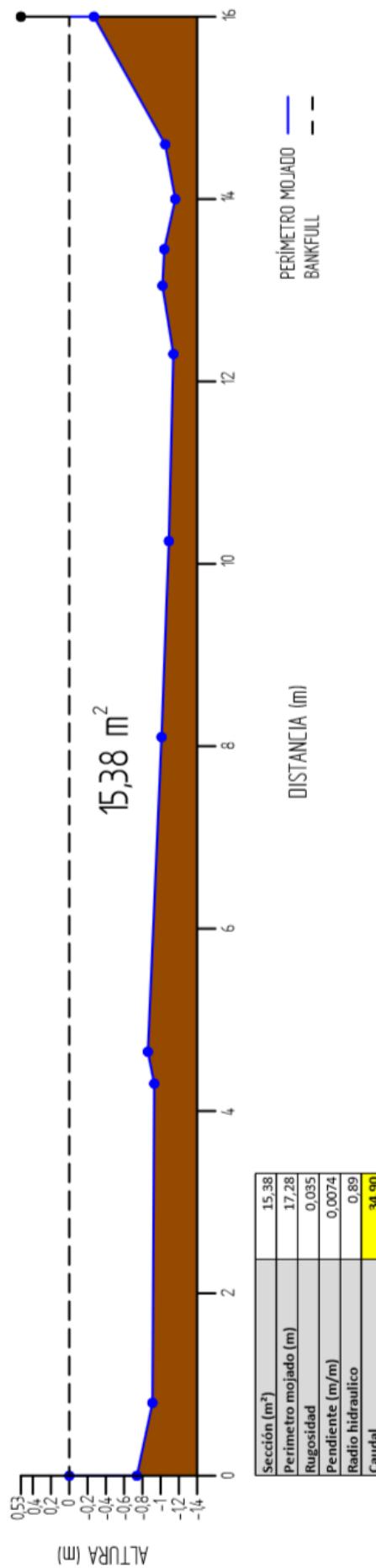


Figura: Sección río Armillas aguas arriba del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.4 Tramo del cañón fluviokárstico de la Hoz de La Vieja

La sección correspondiente al tramo del cañón fluviokárstico de la Hoz de La Vieja se realizó en el río de la Cantalera, aguas abajo del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”. En esta zona el cauce también se encuentra en su estado natural sobre un lecho en roca caliza y no muestra modificaciones por la acción antrópica. En este tramo resultó difícil realizar la sección, ya que al tratarse de un cañón escarbado en roca, no había evidencias geomorfológicas que permitieran delimitar el cauce *bankfull*. Por ello, se realizó en una de las pocas zonas donde se identificaban los márgenes del cauce.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**17,07 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**18,36 metros**), la pendiente (**0,0236 m/m**), el radio hidráulico (**0,93**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,039**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **64,06 m<sup>3</sup>/s**. En esta zona de encajamiento, la crecida alcanzó una altura considerable, superando claramente las márgenes a partir de las cuales calculamos el caudal *bankfull*. Tal y como podemos ver tanto en la imagen como en la representación esquemática de la sección en este punto, hay una gran barra de sedimentos que ocupa la mayor parte del lecho del cauce.



Figura: Sección río de la Cantalera aguas abajo del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”

Fuente: *Elaboración propia*

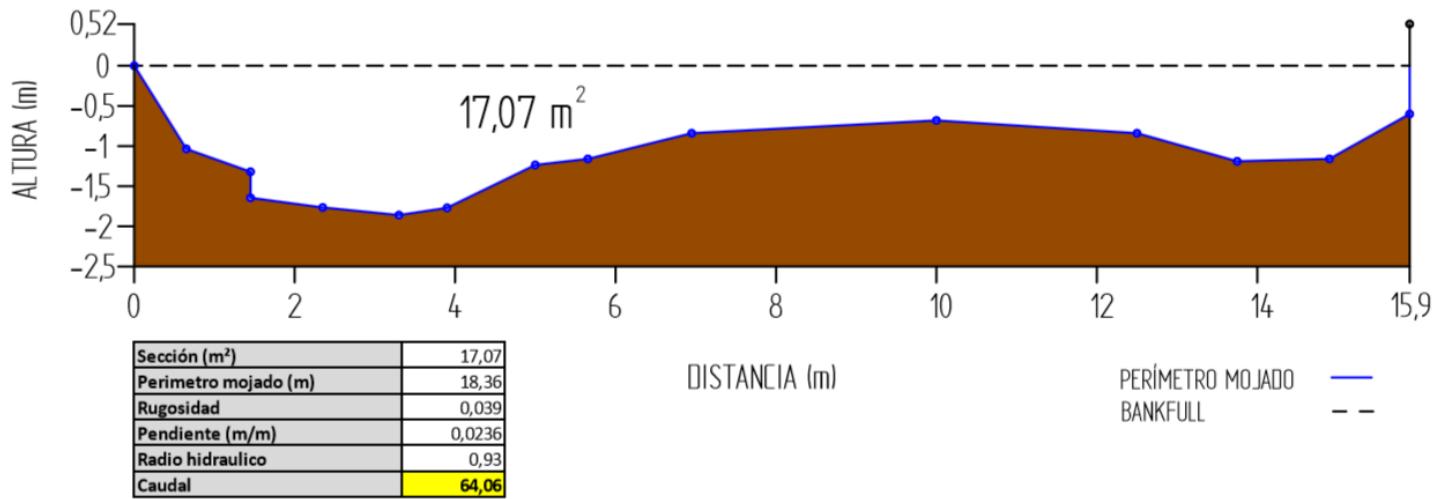


Figura: Sección río de la Cantalera aguas abajo del “Molino Bajo de la Hoz de la Vieja”

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.2.5 Tramo del cañón de Josa

La sección correspondiente al tramo del cañón de Josa se realizó en el río de la Cantalera, aguas arriba del núcleo de población de Josa. En esta zona el cauce también se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones significativas por la acción antrópica. En este caso existían unas márgenes bien delimitadas, por lo que resultó fácil definir el caudal *bankfull*. Al igual que en el caso anterior, la sección no engloba el grueso de caudal de la crecida, ya que en este punto el río estaba totalmente desbordado.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**9,42 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**10,63 metros**), la pendiente (**0,0136 m/m**), el radio hidráulico (**0,89**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,038**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **26,36 m<sup>3</sup>/s**. Por lo que sólo se recoge una mínima parte del caudal que discurrió por este punto el día de la crecida.



Figura: Sección río de la Cantalera aguas arriba del municipio de Josa

Fuente: Elaboración propia

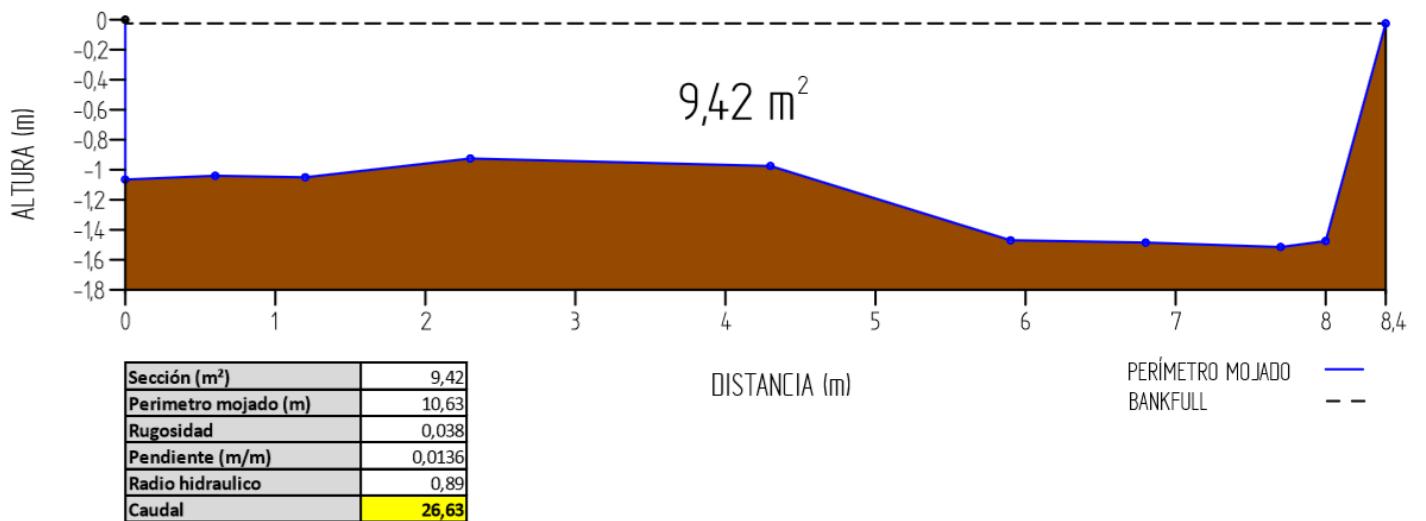


Figura: Sección río de la Cantalera aguas arriba del municipio de Josa

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.6 Tramos del valle abierto de Josa

La primera de las secciones del tramo del valle abierto de Josa se realizó en el río Sus, aguas abajo del núcleo de Josa y de los puentes de dicha localidad. Esta sección quizás sea una de las más representativas, al menos en términos cuantitativos, de la crecida del verano de 2013. En este punto nos situamos aguas abajo de los puentes de la localidad de Josa, la presencia de estos y de los campos de cultivos de la zona han favorecido el encajamiento del cauce sobre un lecho aluvial. Por lo que nos encontramos ante un cauce encajado de grandes dimensiones donde es posible que el río no se desbordara, y que presenta un caudal *bankfull* claramente delimitado.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**61,72 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**26,55 metros**), la pendiente (**0,0231 m/m**), el radio hidráulico (**2,32**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,038**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **433,1 m<sup>3</sup>/s**. Teniendo en cuenta el dato de caudal obtenido en el municipio de La Hoz de la Vieja (270,39 m<sup>3</sup>/s) y la distancia entre ambos puntos en la que caudal pudo aumentar considerablemente por el aporte de un gran número de cursos tributarios, podemos pensar que esta cifra de caudal de 433,1 m<sup>3</sup>/s podría acercarse al dato real de la crecida.



Figura: Sección río Sus aguas abajo del municipio de Josa

Fuente: *Elaboración propia*

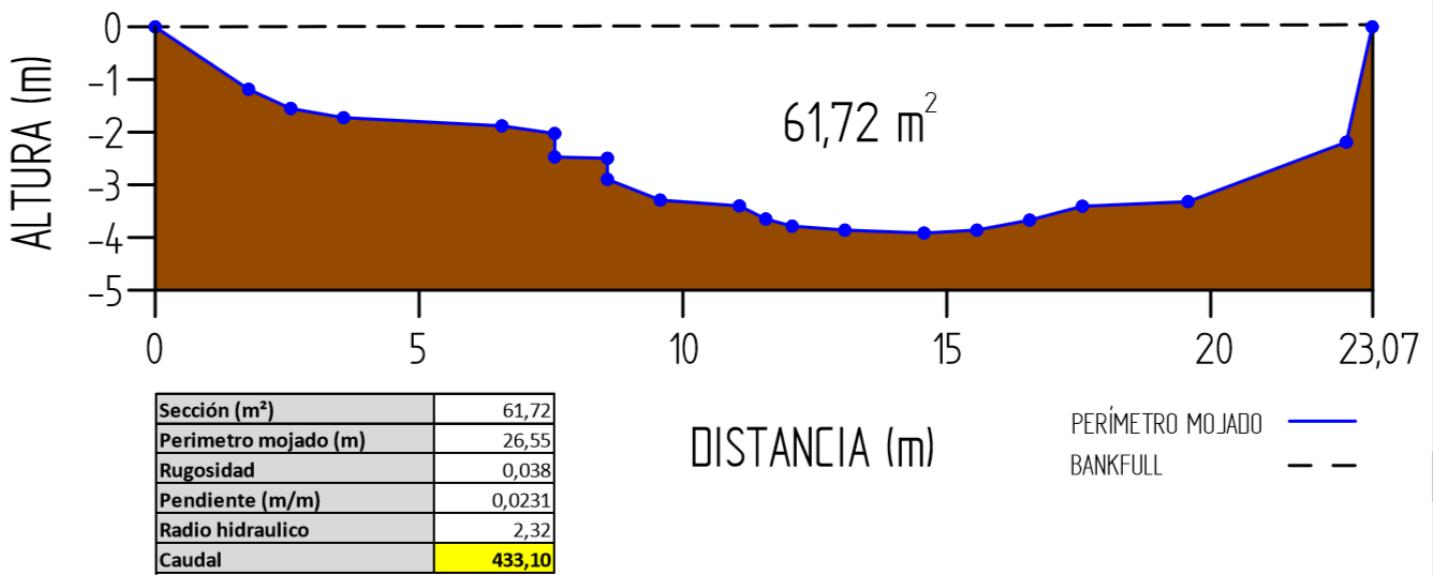


Figura: Sección río Sus aguas abajo del municipio de Josa

Fuente: Elaboración propia

En este tramo hay dos puentes separados por unos pocos metros, por un lado encontramos el puente antiguo de la localidad ahora ya en desuso, y por otro un puente más reciente por el que pasa la carretera TE-V-1145. Este puede ser considerado como un “punto negro”, ya que la escasa altura que presentan los puentes (especialmente el más reciente) puede generar un efecto tapón. De hecho, en la crecida de 2013, el río superó el puente por el que atraviesa la carretera TE-V-1145. En el caso de que hubiera sido destruido por la crecida de agosto de 2013, podría haber generado una ola de crecida con afección en el municipio de Oliete.

Ambos puentes se encuentran situados sobre un lecho aluvial y presentan una pendiente (**0,0185 m/m**) y rugosidad (**0,038**) similares. En el caso del puente antiguo de Josa se calculó un valor de sección de **41,54 m<sup>2</sup>**, un perímetro mojado de **31,73 metros** y un radio hidráulico de **1,33**. Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **177,75 m<sup>3</sup>/s**. En el caso del puente “nuevo” de Josa se calculó un valor de sección de **30,08 m<sup>2</sup>**, un perímetro mojado de **18,72 metros** y un radio hidráulico de **1,61**. Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **147,55 m<sup>3</sup>/s**.

Como podemos ver la capacidad de ambos puentes es reducida, por lo que no pueden asimilar una crecida de este calibre. Son varios los testimonios de los vecinos de la localidad que dicen que el puente “nuevo” fue superado por la lámina de agua, generando de esta forma un efecto tapón. La escasa capacidad y altura del puente más nuevo nos hace pensar que cuando fue construido no se tuvo en consideración este río, ya que presenta una capacidad incluso menor que el puente más antiguo.



Figura: *Antiguo puente de Josa*      Fuente: *Elaboración propia*

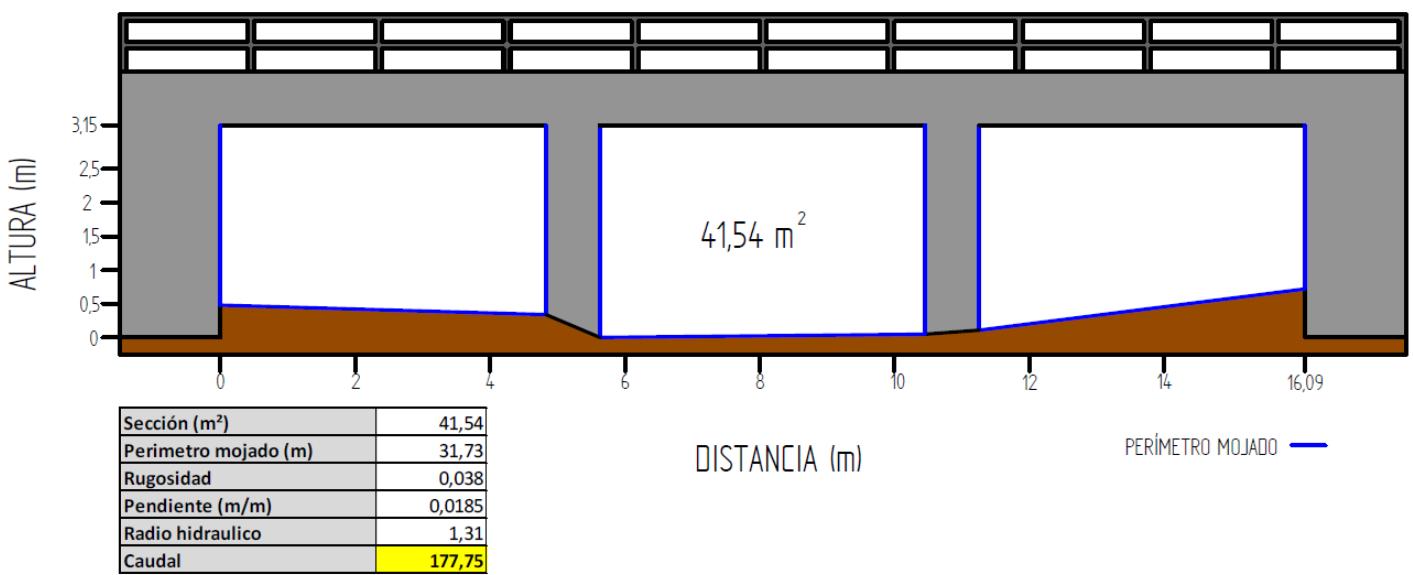


Figura: *Antiguo puente de Josa*      Fuente: *Elaboración propia*



Figura: Puente “nuevo” Josa

Fuente: Elaboración propia

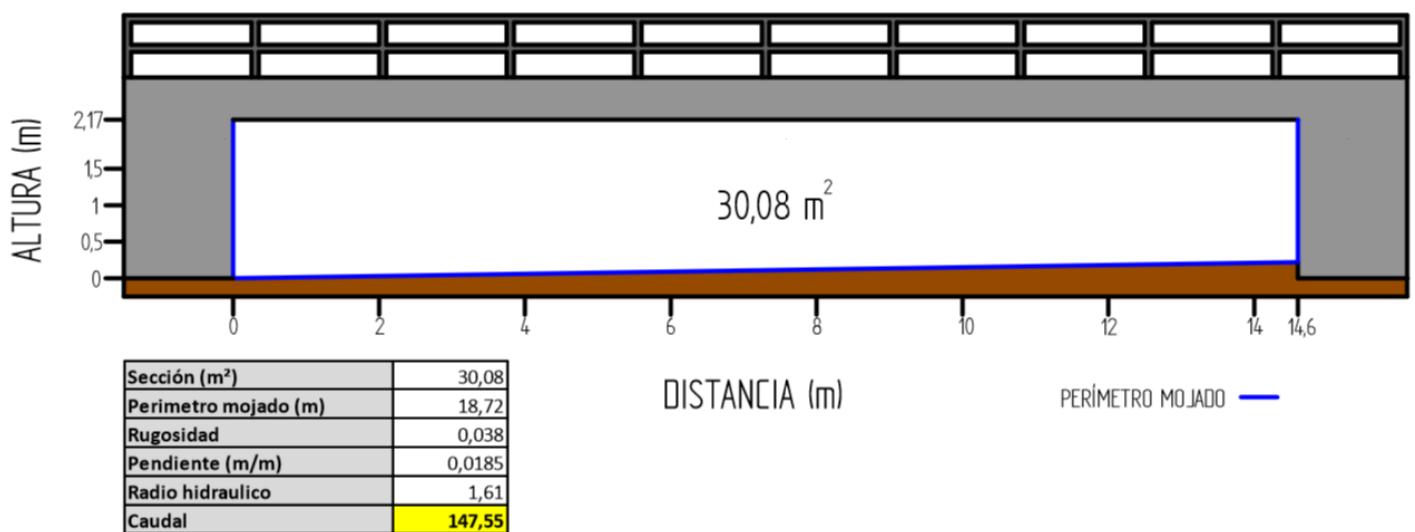


Figura: Puente “nuevo” de Josa

Fuente: Elaboración propia

La última de las secciones realizadas de este tramo se llevó a cabo en el río Sus, aguas abajo del núcleo de Josa, en la parte final de este tramo. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones significativas por la acción antrópica. En este caso encontramos unas márgenes bien delimitadas por lo que resultó fácil definir el caudal *bankfull*. En este caso la sección no engloba el grueso de caudal de la crecida, ya que aquí el cauce presenta una escasa profundidad, por lo que puede desbordarse con relativa facilidad.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**10,94 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**11,88 metros**), la pendiente (**0,0093 m/m**), el radio hidráulico (**0,92**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,036**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **27,33 m<sup>3</sup>/s**. En esta zona el río ocupaba buena parte de la llanura de inundación, por lo que sólo se recoge una mínima parte del caudal que discurrió por este punto el día de la crecida.



Figura: *Sección río Sus, aguas abajo del municipio de Josa*

Fuente: *Elaboración propia*

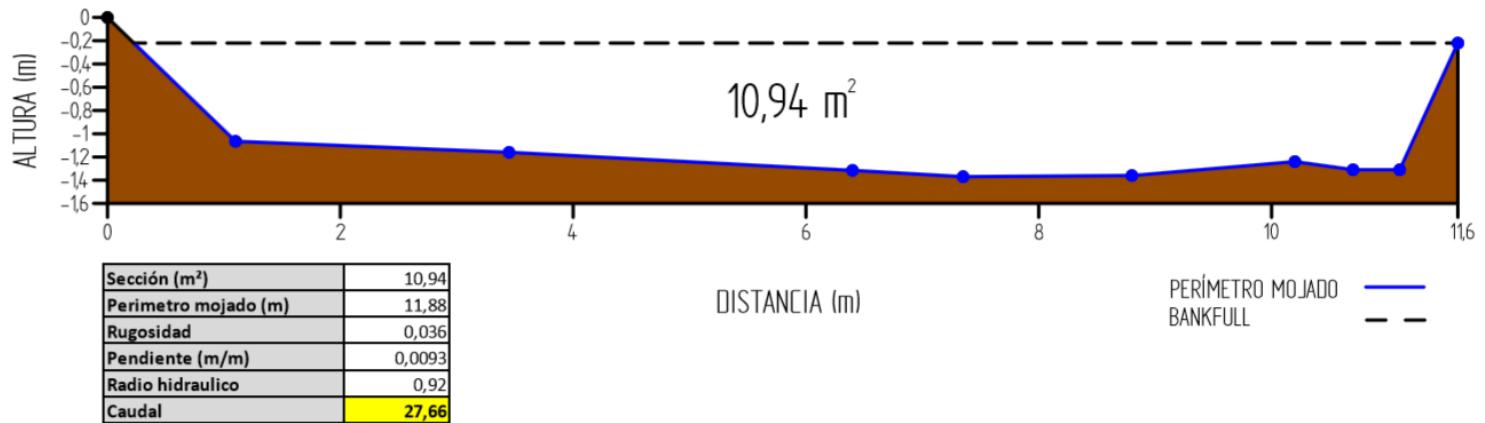


Figura: Sección río Sus, aguas abajo del municipio de Josa

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.7 Tramo de los estrechos del río Sus

La sección correspondiente al tramo los estrechos del río Sus se realizó en el interior del cañón que forma el río en este tramo. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho en aluvial (aunque en algunas zonas también cuenta con un lecho en rosa) y no muestra modificaciones por la acción antrópica. En este tramo, al igual que sucedió en el cañón fluviohistórico de La Hoz de La Vieja, resultó difícil realizar la sección, ya que al encontrarnos ante un cañón escarbado en roca no había evidencias geomorfológicas que permitieran delimitar el caudal *bankfull*. Por ello, se realizó en una de las pocas zonas donde se identificaban los márgenes del cauce.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**13,32 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**14,5 metros**), la pendiente (**0,0160 m/m**), el radio hidráulico (**0,92**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,036**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **44,18 m<sup>3</sup>/s**. Al igual que en el caso del cañón de La Hoz de la Vieja, en esta zona de mayor encajonamiento la crecida alcanzó una altura importante, superando claramente las márgenes a partir de las cuales calculamos el caudal *bankfull*.

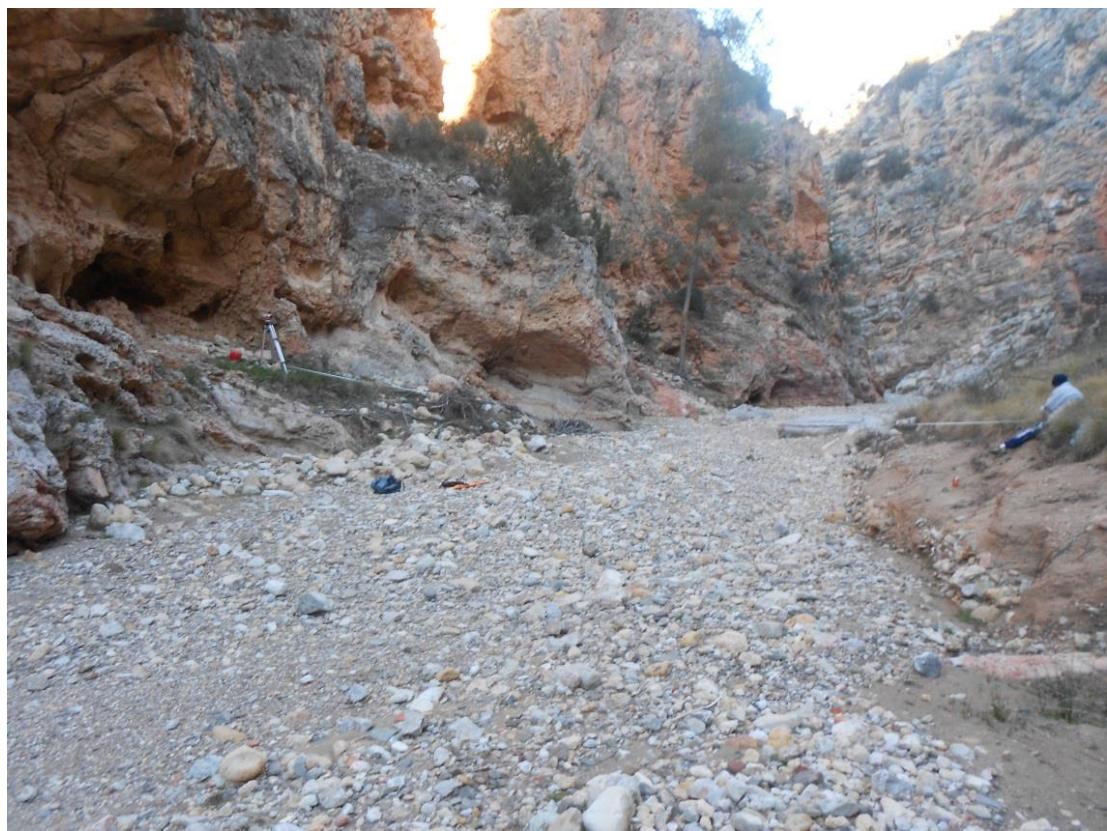


Figura: Sección en los estrechos del río Sus

Fuente: Elaboración propia

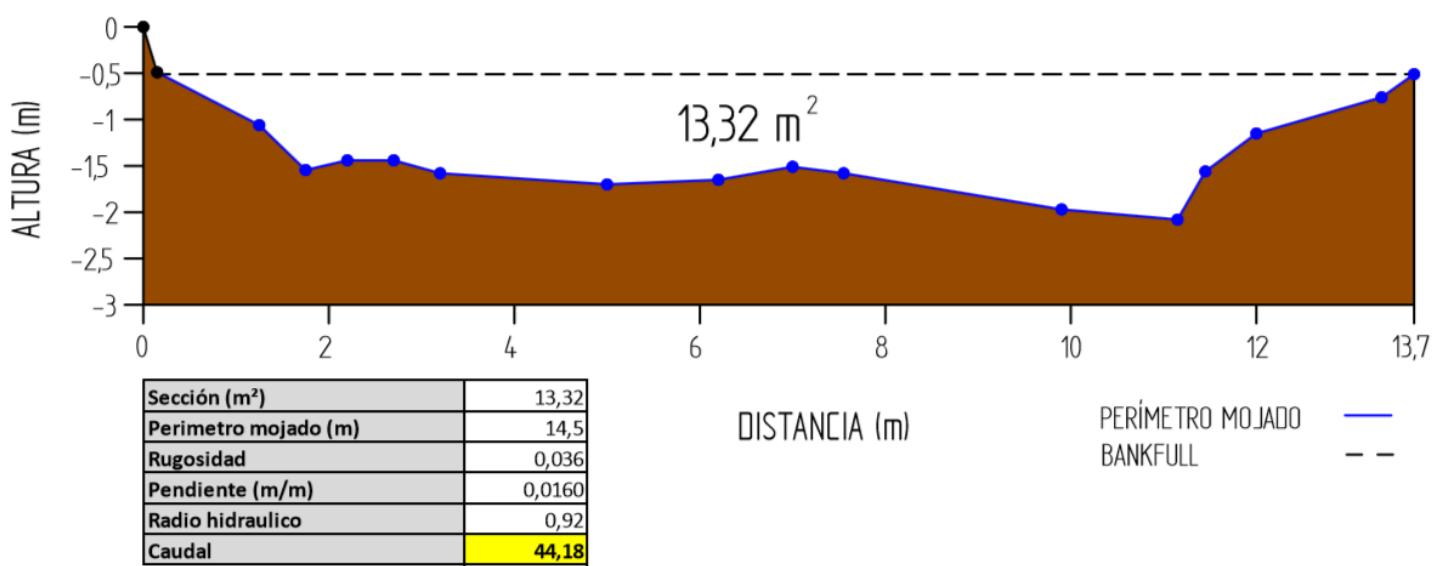


Figura: Sección en los estrechos del río Sus

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.8 Tramo del valle abierto de Oliete

Esta sección es, junto a la realizada aguas abajo del núcleo de Josa, una de las que más podría aproximar al caudal real de la crecida del 3 de agosto de 2013. Esta sección correspondiente al tramo del valle abierto de Oliete se realizó en el río Seco, aguas abajo de su confluencia con el río Sus. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones significativas por la acción antrópica. En este punto el cauce presenta unas dimensiones suficientemente grandes (65 metros) como para que la crecida circulara sin desbordarse, por lo que podría englobar todo el caudal que pasó por este punto el día de la crecida. Además, las márgenes están bien delimitadas, por lo resultó fácil definir el caudal *bankfull*.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**119,15 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**68,5 metros**), la pendiente (**0,0092 m/m**), el radio hidráulico (**1,74**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,04**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **412,17 m<sup>3</sup>/s**. Al igual que en el caso de Josa, obtenemos un caudal de algo más de 400 m<sup>3</sup>/s, lo que nos hace pensar que esta cifra podría aproximarse a la cifra real de caudal máximo de la crecida.



Figura: Sección río Seco en el valle abierto de Oliete

Fuente: Elaboración propia

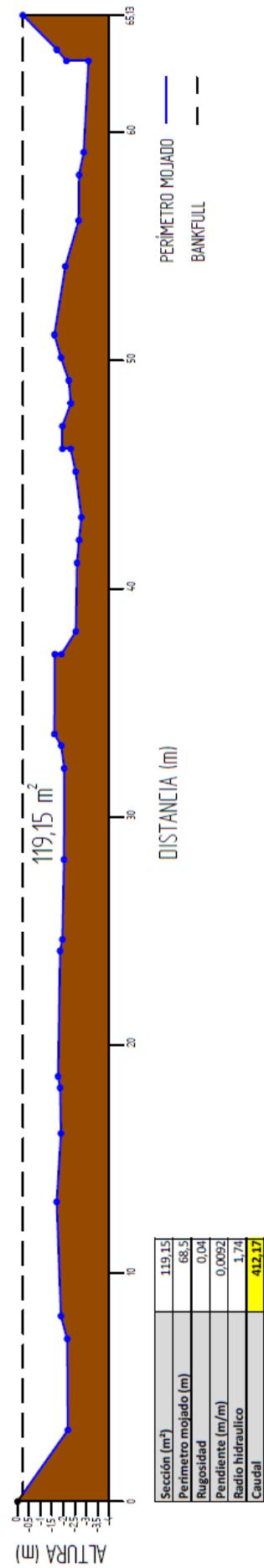


Figura: Figura: Sección río Seco en el valle abierto de Oliete

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.2.9 Tramo del estrecho de Oliete

La sección correspondiente al tramo de estrecho del río Seco se realizó en el interior de esta zona de encajamiento que forma el río en este punto. En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho en aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica. En este tramo resultó difícil realizar la sección, ya que en la mayor parte del tramo no se identificaban a partir de las evidencias geomorfológicas unas márgenes bien definidas que permitieran delimitar el cauce *bankfull*. Por ello, se realizó en una de las pocas zonas donde se identificaban los márgenes del cauce, aunque en este punto el cauce presentaba unas dimensiones muy reducidas.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**6,89 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**11,6 metros**), la pendiente (**0,0081 m/m**), el radio hidráulico (**0,62**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,035**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **12,83 m<sup>3</sup>/s**. En este caso el cauce menor presenta unas escasas dimensiones, en esta zona de mayor encajamiento, la crecida alcanzó una altura importante, por lo que sólo se recoge una mínima parte del caudal que discurrió por este punto el día de la crecida.



Figura: Sección río Seco en el estrecho de Oliete

Fuente: Elaboración propia

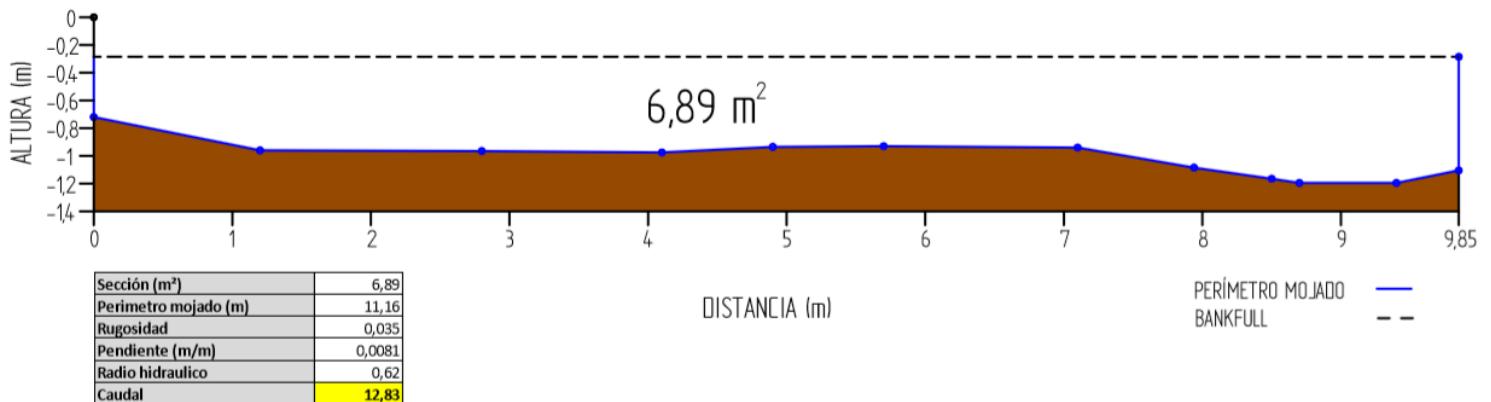


Figura: Sección río Seco en el estrecho de Oliete

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.10 Tramo de la desembocadura del río Seco

La primera de las secciones del tramo de la desembocadura se realizó en el río Seco, aguas arriba de la estación de aforo (nº262). En esta zona el cauce se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones por la acción antrópica. En este punto el cauce presenta unas grandes dimensiones (casi 54 metros), por lo que también podría haber llegado a circular el caudal de la crecida sin desbordarse. A partir de las evidencias geomorfológicas en las márgenes del cauce resultado de la erosión, se calculó la sección *bankfull*. Aunque en este caso estos límites del *bankfull* no estaban claramente definidos.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**61,71 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**56,18 metros**), la pendiente (**0,0156 m/m**), el radio hidráulico (**1,10**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,036**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **228,24 m<sup>3</sup>/s**. Esta sección realizada en el tramo final del río Seco presenta unos valores de caudal que se aproximan a los estimados por la CHE en la estación de aforo (180-240 m<sup>3</sup>/s). Esto nos hace pensar que o bien algunas de las estimaciones realizadas aguas arriba indicaban valores demasiado altos (~400 m<sup>3</sup>/s), o bien que en este punto la crecida también iba desbordada. Aunque basándonos en las estimaciones realizadas a lo largo de todo el río Seco no resulta difícil pensar que el caudal circulante el día de la crecida pudiera haber superado este *bankfull* de 228,24 m<sup>3</sup>/s.

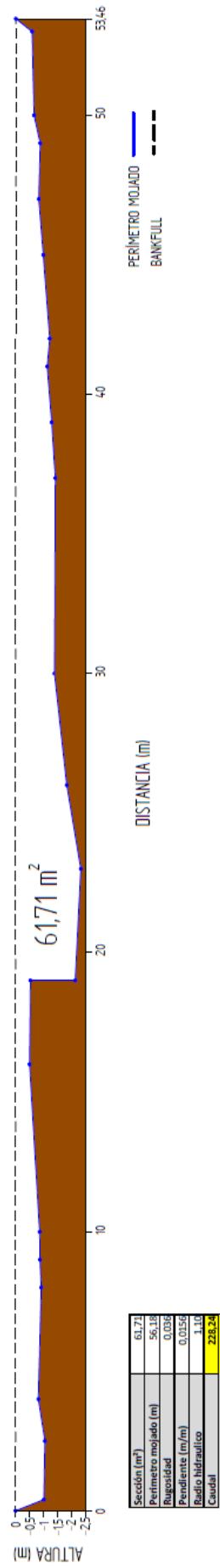


Figura: Sección río Seco en el tramo de la desembocadura

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: Sección río Seco en el tramo de la desembocadura

Fuente: Elaboración propia

La segunda de las secciones del tramo de la desembocadura se realizó en el río Seco, junto a la estación de aforo del río Seco en Oliete (nº262). En esta zona el cauce también se encuentra en su estado natural sobre un lecho aluvial y no muestra modificaciones significativas por la acción antrópica. A partir de las evidencias geomorfológicas en los laterales del cauce resultado de la erosión, se calculó la sección *bankfull*. En este caso la sección no engloba el grueso de caudal de la crecida, ya que aquí el cauce presenta unas dimensiones insuficiente y existen evidencias en la vegetación más cercana al cauce de que el río se desbordó en este punto.

Para realizar la estimación caudal a partir de la fórmula de Manning se calculó la sección (**35,33 m<sup>2</sup>**), el perímetro mojado (**21,41 metros**), la pendiente (**0,0167 m/m**), el radio hidráulico (**1,65**) y la rugosidad del lecho del cauce (**0,034**). Una vez se realizaron los diferentes cálculos y se aplicó la fórmula se obtuvo un caudal de **187,61 m<sup>3</sup>/s**. En este caso también obtenemos un valor aproximado a las estimaciones de la CHE (180-240 m<sup>3</sup>/s), ya que esta sección se sitúa a unos pocos metros de la estación de aforo a partir de la cual la CHE hizo sus estimaciones.

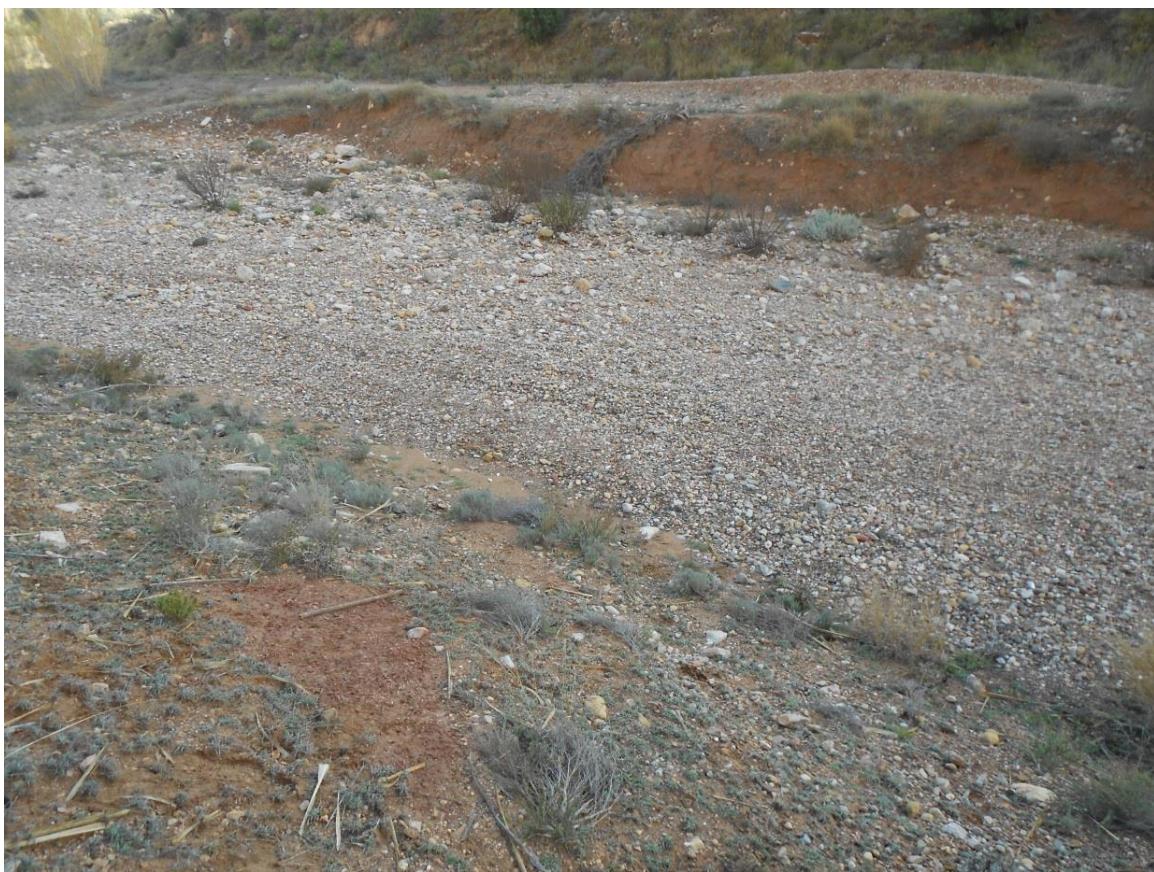


Figura: Sección río Seco, junto a la estación de aforo del río Seco en Oliete (nº 262)

Fuente: *Elaboración propia*

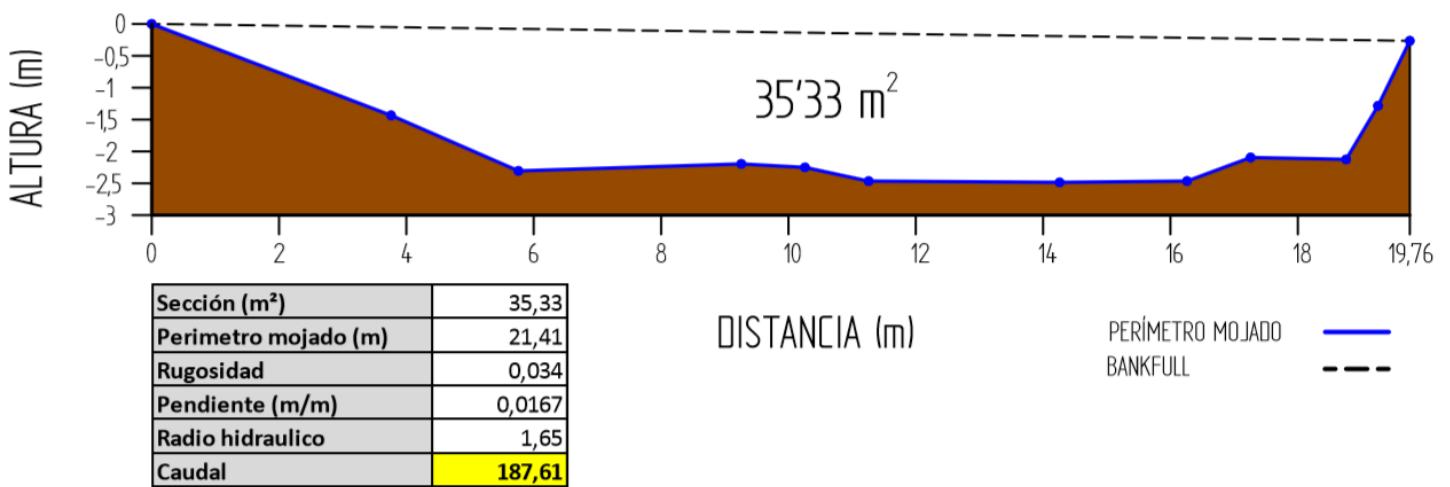
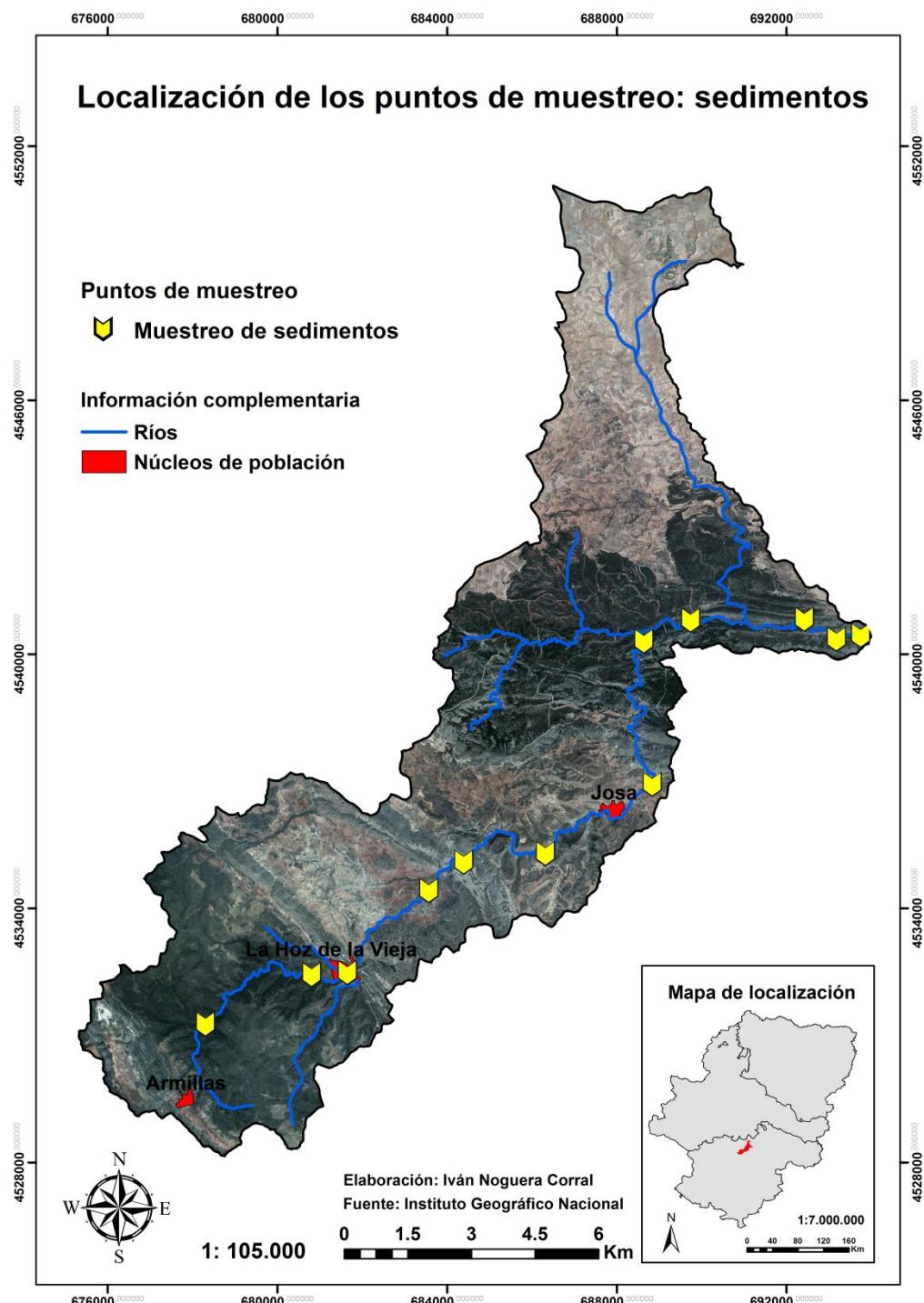


Figura: Sección río Seco, junto a la estación de aforo del río Seco en Oliete (nº 262)

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3 Análisis de sedimentos

Para realizar el estudio de los sedimentos se llevaron a cabo un total de 12 muestreos, en los que se aplicaron diferentes mediciones y se recogieron muestras para su posterior análisis en el laboratorio. Para que esta caracterización de los sedimentos fuera lo más representativa posible, se procuró que los muestreos se repartieran de forma homogénea a lo largo del sistema fluvial Armillas-Cantalera-Sus-Seco, y se realizó un mínimo de un muestreo en cada uno de los 10 tramos delimitados previamente.



En estos 12 puntos de muestreos se llevaron a cabo diferentes tipos de mediciones, así como la recogida de diferentes muestras:

- Medición del tamaño de 100 muestras de sedimentos.
- Medición de las 5 muestras de mayor tamaño para el cálculo del centílo (sedimento con una mayor anchura) y la fórmula de Costa.
- Recogida de muestras de la subcoraza y coraza del lecho del cauce, para posteriormente calcular el índice de acorazamiento.
- Recogida de 25 muestras de una litología similar (en nuestro caso arenisca) para calcular los índices de desgaste, esfericidad y aplanamiento.

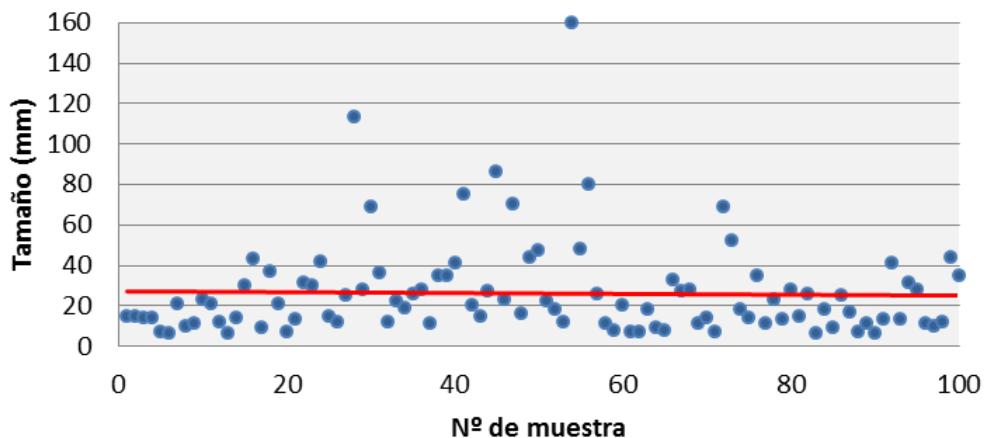
### **3.3.3.1 Tramo Armillas-Hoz (dos puntos de muestreo)**

El primero de los muestreos de este tramo se realizó cerca de la zona del nacimiento del río Armillas, junto al núcleo de población de Armillas. Tal y como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño no es especialmente dispersa. Sino que más bien nos encontramos con una distribución regular, lo que nos podría hacer pensar que el funcionamiento del río en este tramo no es especialmente torrencial. El tamaño medio de los sedimentos es de **26,7 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **3,65** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. El índice de desgaste es bajo (**0,17**), ya que al situarnos en la parte alta la cuenca los sedimentos han sido poco rodados y muestran un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor alto (**2,79**), por lo que los sedimentos presentarán un espesor reducido. Por último, el índice de esfericidad tiene un valor intermedio de **0,61** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada que han sido poco rodados.

El centílo tiene un ancho mayor de **77 cm**, muestra de la gran la velocidad y la capacidad de arrastre del río en esta zona. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **4,19**.

## Granulometría río Armillas en su nacimiento



Índice de acorazamiento **3,65**

Índice de desgaste **0,17**

Índice de aplanamiento **2,79**

Índice de esfericidad **0,61**

Centilo **77 cm**

Fórmula de Costa (V) **4,19**

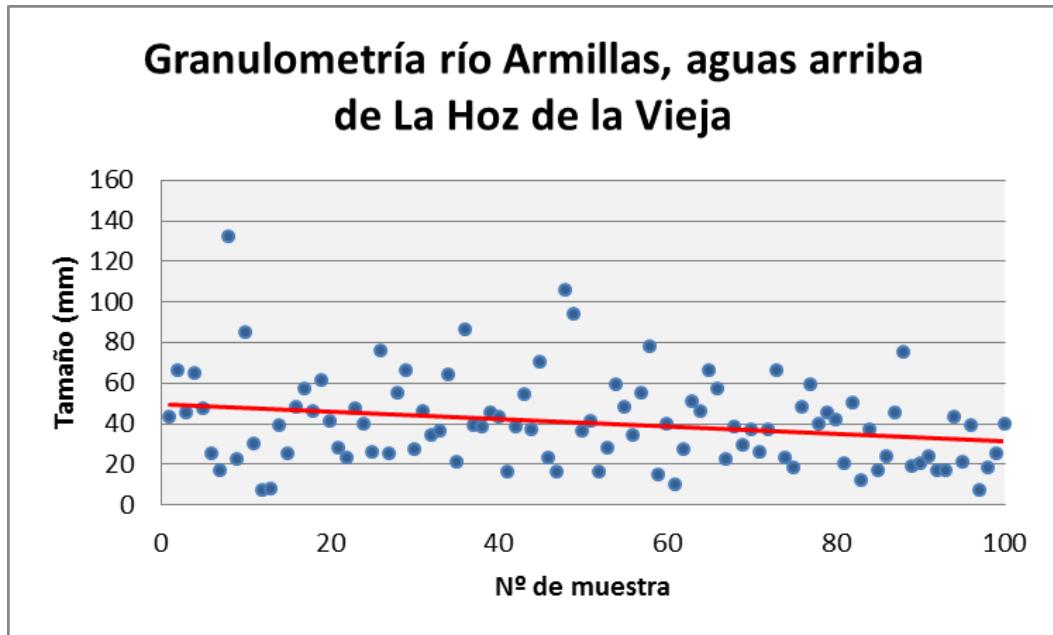
Figura: *Granulometría e índices*

Fuente: *Elaboración propia*

El segundo de los muestreos del tramo se realizó en el río Armillas, aguas arriba del núcleo de población de La Hoz de la Vieja. Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos tiene una distribución más anárquica que en el caso anterior. Esto significa que el río en este punto, al menos a priori, presenta un funcionamiento más torrencial en el que los sedimentos aparecen más desordenados. El tamaño medio de los sedimentos es de **40,35 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,21** es menor que en la zona del nacimiento y más típico de sistemas fluviales como barrancos con un funcionamiento más torrencial. El índice de desgaste presenta al igual que el anterior un valor bajo (**0,19**), ya que al situarnos en la parte alta la cuenca los sedimentos han sido poco rodados y muestran un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor alto (**2,55**), por lo que también en este punto los sedimentos presentarán un espesor reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor intermedio de **0,59** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que nuevamente nos encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada que han sido poco rodados.

El centilo tiene un ancho mayor de **62 cm**, por lo que es menor que el muestreo realizado en la zona del nacimiento. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,75**.



<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>2,21</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,19</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>2,55</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,59</b>

<b>Centilo</b>	<b>62 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>3,75</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

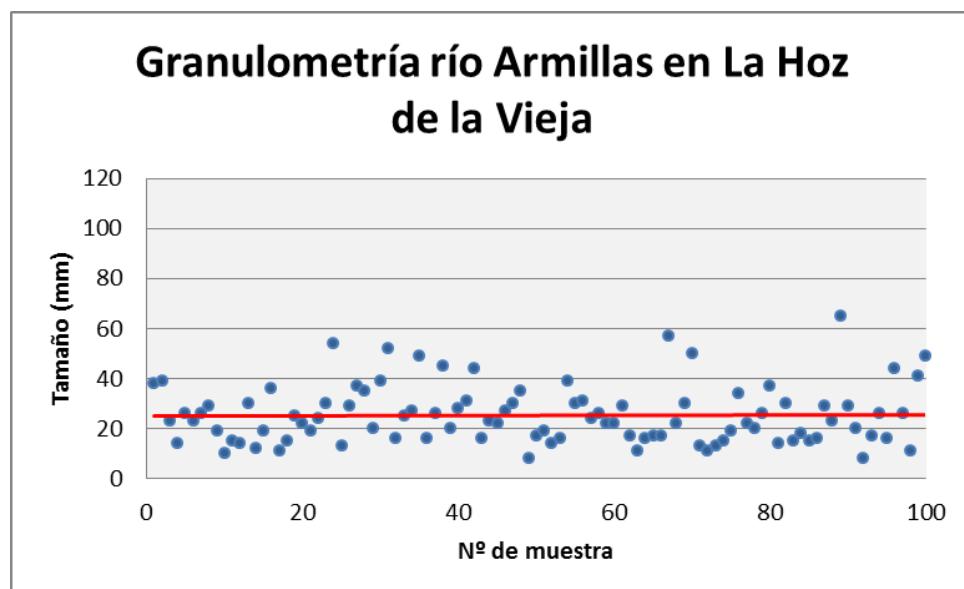
Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.2 Tramo urbano de Hoz de la Vieja (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río Armillas a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja. Tal y como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es bastante regular, más típica de ríos con un caudal continuo. Esto podría deberse a que nos encontramos en una zona tremadamente antropizada en la que las laderas están desconectadas del cauce principal y en la que los procesos de sedimentación del río se encuentran muy modificados. El tamaño medio de los sedimentos es de **25,35 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,79** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. El índice de desgaste presenta un valor mayor (**0,41**) que en la zona de cabecera, ya que al situarnos a unos 8 km aguas abajo del nacimiento del río Armillas los sedimentos ya han sido más rodados y presentan un mayor desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor intermedio (**1,98**), por lo que los sedimentos no presentaran un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,68** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada que ya han sufrido un mayor rodamiento.

El centílo tiene un ancho mayor de **38 cm**, por lo que los bloques en esta zona son de pequeño tamaño. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **2,88**. El menor tamaño del centílo y el valor más bajo de la fórmula de Costa son un claro efecto de la antropización de la zona.



<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>2,79</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,41</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>1,98</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,68</b>

<b>Centílo</b>	<b>38 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>2,88</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.3 Tramo del valle abierto de La Hoz de la Vieja (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río Armillas, aguas abajo del municipio de La Hoz de la Vieja. Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es al igual que en caso anterior bastante regular y más típica de ríos con un caudal continuo. Esto puede deberse a que nos encontramos ante una zona de mayor amplitud con un cauce más ancho en la que los procesos de sedimentación presentan una mayor organización. El tamaño medio de los sedimentos es de **25,83 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,68** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. El índice de desgaste presenta un valor bajo (**0,34**), ya que los sedimentos aparecen poco rodados y con un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor intermedio (**2,08**), por lo que los sedimentos no presentan un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,65** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada pero con un escaso rodamiento.

El centílo tiene un ancho mayor de **66 cm**, por lo que nuevamente encontramos bloques de un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,39**.

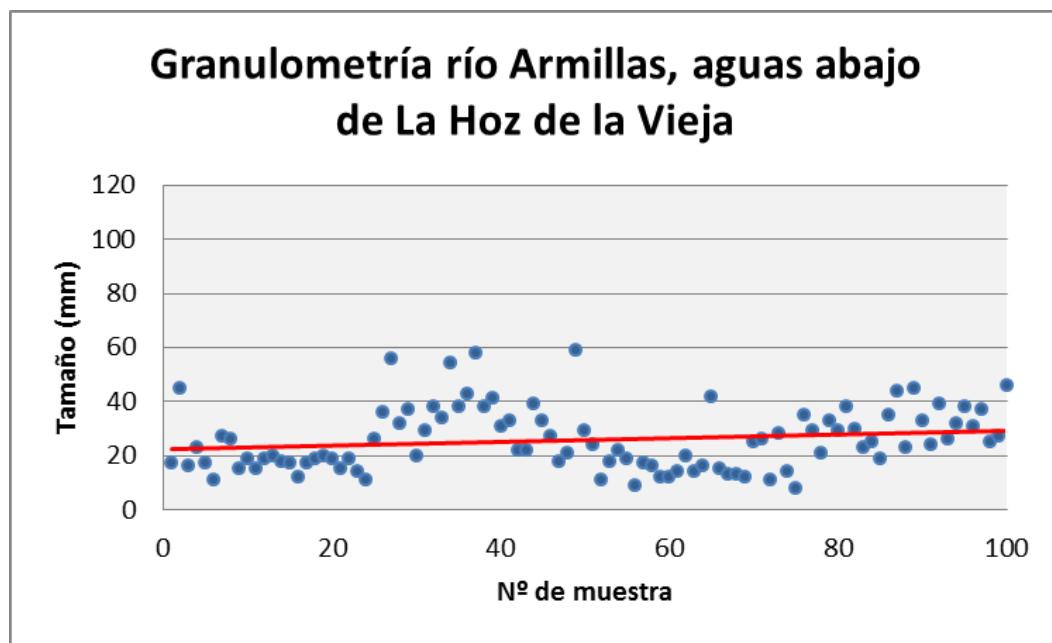


Figura: *Granulometría*

Fuente: *Elaboración propia*

<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>2,68</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,34</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>2,08</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,65</b>

<b>Centilo</b>	<b>66 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>3,39</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Índices*

Fuente: *Elaboración propia*

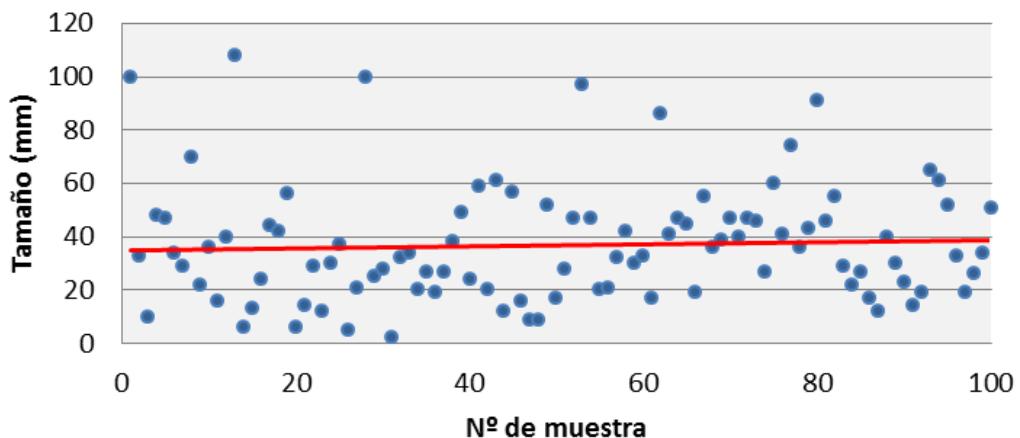
### 3.3.3.4 Tramo del cañón fluviokárstico de La Hoz de La Vieja (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río de la Cantalera, aguas abajo del “Molino bajo de La Hoz de la Vieja”. Tal y como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es irregular y presenta una distribución anárquica. Por lo que en este punto el río presenta un comportamiento más torrencial que se ajusta más a la naturaleza de un curso efímero. El tamaño medio de los sedimentos es de **36,78 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,16** es menor que en los tramos anteriores y se aproxima más a los valores de un sistemas más torrencial. El índice de desgaste presenta un valor relativamente bajo (**0,38**), por lo que los sedimentos no están muy rodados y presentan un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor intermedio (**1,89**), por lo que los sedimentos no presentaran un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,69** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada más próxima a la forma circular.

El centilo tiene un ancho mayor de **157 cm**, por lo que tiene un gran tamaño y muestra la energía que puede llegar a tener este sistema fluvial. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, tiene un valor de **4,81**. El gran tamaño de los bloques en este punto se debe a que se trata de una zona de estrechamiento en la que quedan retenidos muchos de los grandes bloques procedentes de las zonas más altas de la cuenca.

## Granulometría cañón fluviokárstico del río de la Cantalera



Índice de acorazamiento **2,16**

Índice de desgaste	<b>0,38</b>
Índice de aplanamiento	<b>1,89</b>
Índice de esfericidad	<b>0,69</b>

Centílo **157 cm**

Fórmula de Costa (V) **4,81**

Figura: *Granulometría e índices*

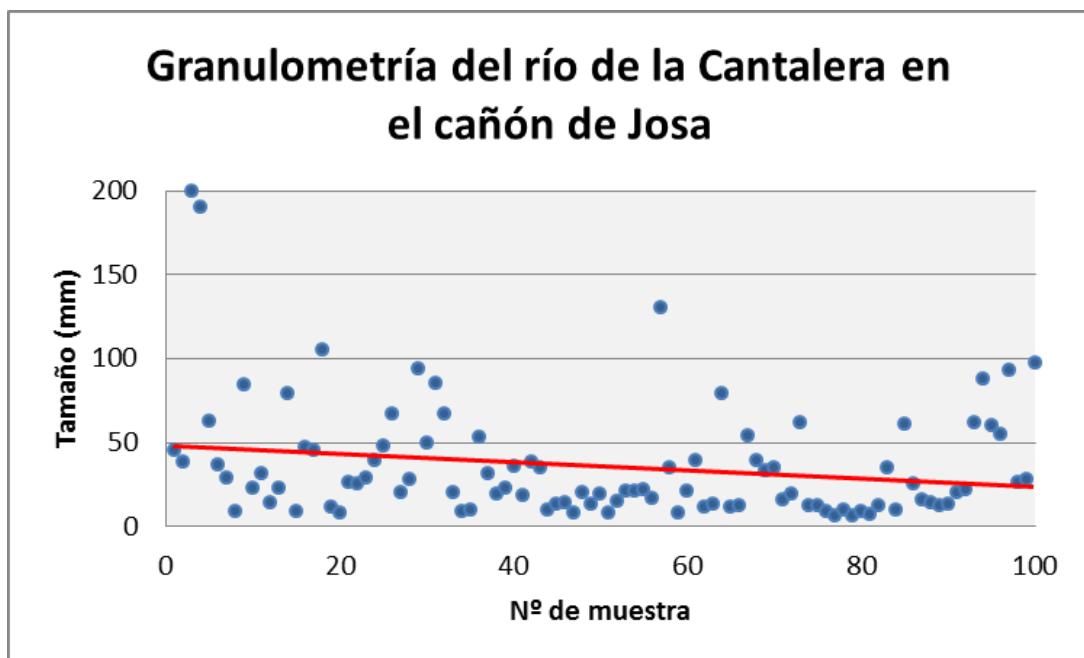
Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.5 Tramo del cañón de Josa (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río de la Cantalera, aguas arriba del municipio de Josa. Tal y como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño no presenta una gran irregularidad, aunque tampoco podría ser considerada como una distribución regular típica de un río con caudales continuos. El tamaño medio de los sedimentos es de **35,98 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,06** es menor que en caso anterior, por lo que se aproxima más a los valores de un sistema fluvial más torrencial. El índice de desgaste tiene un valor relativamente bajo (**0,36**), por lo que los sedimentos están no están muy rodados y presentan un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor más alto que los casos anteriores (**2,15**), por lo que los sedimentos presentarán un espesor más reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,66** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos nuevamente ante unos sedimentos de una forma ovalada.

El centilo tiene un ancho mayor de **75 cm**, por lo que nuevamente encontramos bloques de un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **4,16**. Por lo que en esta parte del cauce encontramos bloques de un tamaño considerable, aunque estos proceden de los muros de las terrazas de cultivo más cercanos al cauce y no de las partes altas de la cuenca.



<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>2,06</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,36</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>2,15</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,66</b>

<b>Centilo</b>	<b>75 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>4,16</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

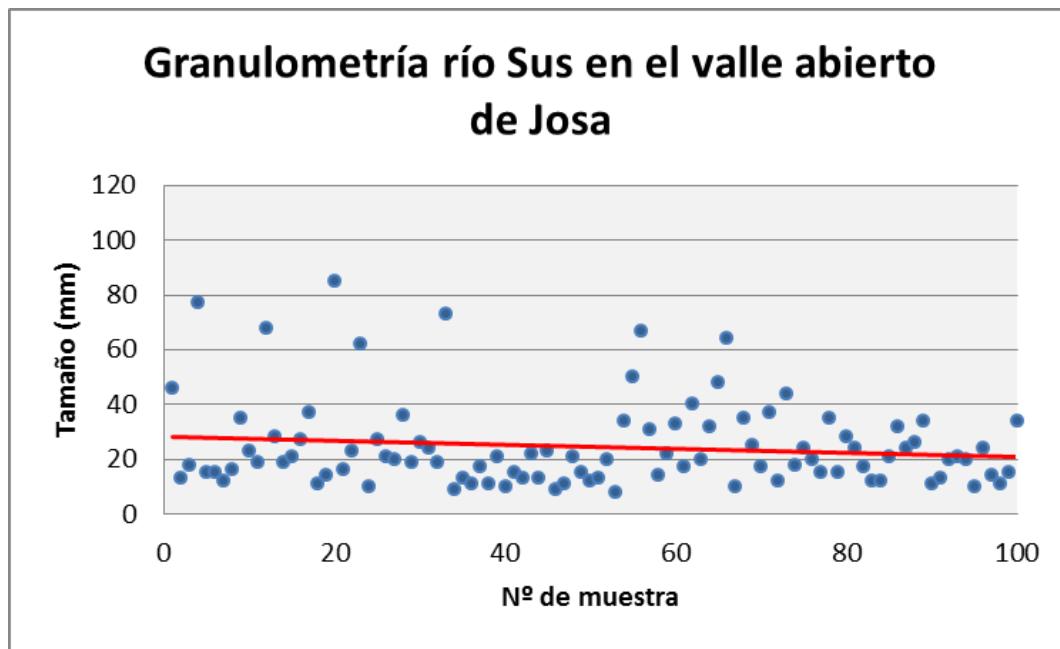
Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.6 Tramos del valle abierto de Josa (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río Sus, aguas abajo del núcleo de población de Josa. Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño presenta cierta regularidad. Esto se debe a que nos encontramos ante una zona de mayor amplitud con un en la que dominan los procesos de sedimentación. El tamaño medio de los sedimentos es de **24,64 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **4,62** es considerablemente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. El índice de desgaste tiene un valor bajo (**0,25**), por lo que los sedimentos aparecen poco rodados y con un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor intermedio (**2,13**), por lo que los sedimentos no tienen un espesor muy bajo. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,64** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos al igual que en el caso anterior ante unos sedimentos de una forma ovalada.

El centílo tiene un ancho mayor de **79 cm**, por lo que nuevamente encontramos bloques de un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **4,26**. En este punto del cauce también hay bloques de gran tamaño, al igual que sucedía en el caso anterior, seguimos encontramos una importante presencia de bloques procedentes de los muros de las terrazas de cultivo.



<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>4,62</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,25</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>2,13</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,64</b>

<b>Centílo</b>	<b>79 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>4,26</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.7 Tramo de los estrechos del río Sus (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río Sus, aguas arriba de su confluencia con el río Seco. Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es. Por lo que en este punto el río presenta un comportamiento más torrencial típico de un barranco. El tamaño medio de los sedimentos es de **31,26 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento tiene un valor bajo (**1,15**) típico de sistemas fluviales con un comportamiento torrencial. El índice de desgaste tiene un valor relativamente bajo (**0,33**), por lo que los sedimentos no están muy rodados y presentan un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento presenta un valor alto (**2,60**), por lo que los sedimentos presentan un espesor reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,61** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada.

El centílo tiene un ancho mayor de **57 cm**, por lo que los bloques tienen un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,37**. En este punto el tamaño de los bloques es menor que en los casos anteriores porque ya no encontramos esa presencia de bloques de gran tamaño procedentes de los muros de las terrazas de cultivo.

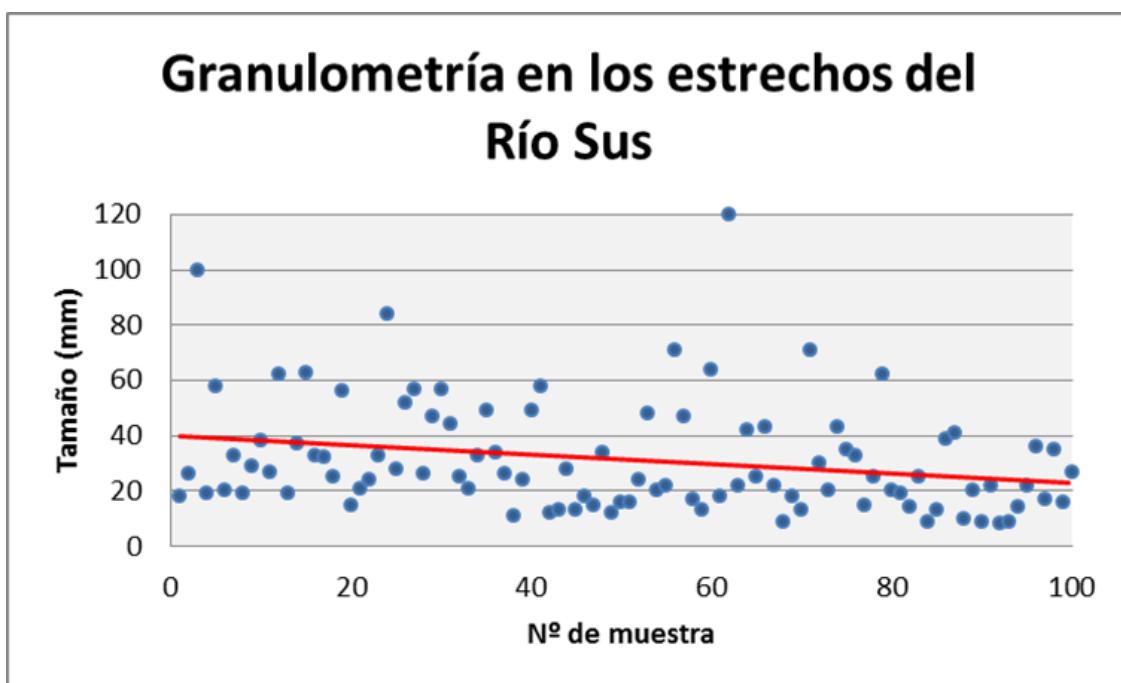


Figura: *Granulometría*

Fuente: *Elaboración propia*

Índice de acorazamiento	1,15
Índice de desgaste	0,33
Índice de aplanamiento	2,60
Índice de esfericidad	0,61
Centilo	57 cm
Fórmula de Costa (V)	3,73

Figura: *Índices*

Fuente: *Elaboración propia*

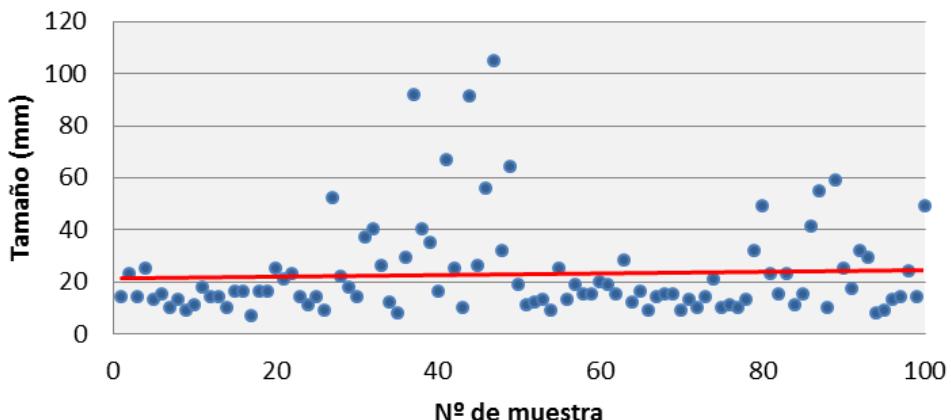
### 3.3.3.8 Tramo del valle abierto de Oliete (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el río Seco, aguas debajo de su confluencia con el río Sus. Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño presenta cierta regularidad. Esto puede deberse a que es una zona de mayor amplitud con un cauce muy ancho en la que los procesos de sedimentación tienen una mayor organización. El tamaño medio de los sedimentos es de **23 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,49** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. Algo normal si consideramos la gran anchura y la escasa pendiente que presenta el cauce en este punto. El índice de desgaste tiene un valor relativamente bajo (**0,32**), aunque en este tramo sería de esperar que los sedimentos estuvieran más rodados y desgastados. Por su parte el índice de aplanamiento tiene un valor intermedio (**2,33**), por lo que los sedimentos no presentan un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,61** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada pero con un escaso rodamiento.

El centilo tiene un ancho mayor de **145 cm**, por lo que tiene un gran tamaño y muestra la energía que puede llegar a tener este sistema fluvial. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **4,93**. Por lo que en este punto del cauce existen bloques de gran tamaño, quedando nuevamente reflejada la gran capacidad de arrastre del río Seco en episodios de crecida.

## Granulometría río Seco en el valle abierto de Oliete



Índice de acorazamiento	2,49
-------------------------	------

Índice de desgaste	0,32
Índice de aplanamiento	2,33
Índice de esfericidad	0,61

Centilo	145 cm
---------	--------

Fórmula de Costa (V)	4,93
----------------------	------

Figura: *Granulometría e índices*

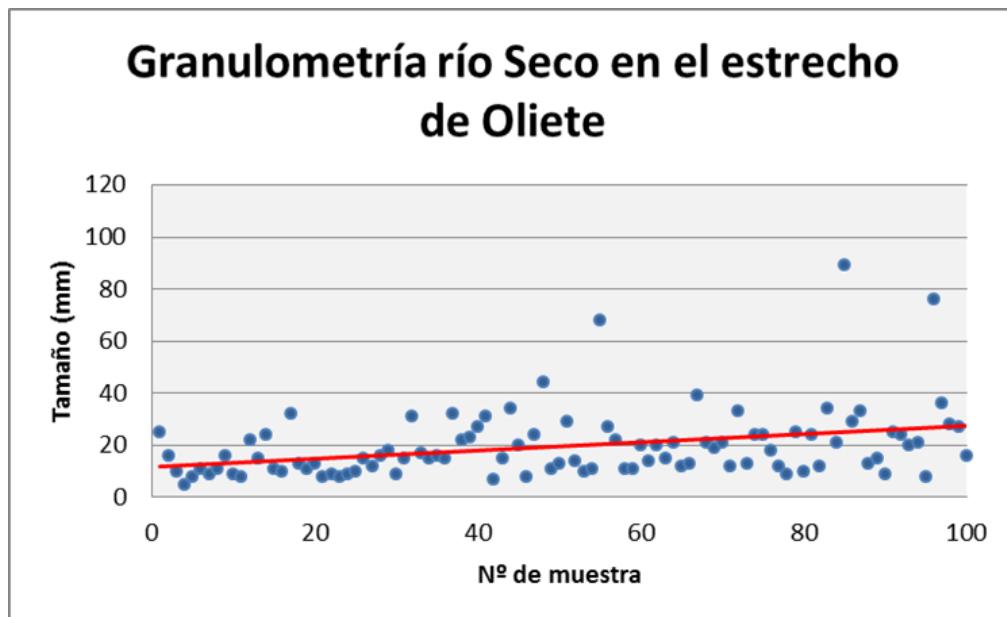
Fuente: *Elaboración propia*

### 3.3.3.9 Tramo del estrecho de Oliete (un punto de muestreo)

El muestreo realizado en este tramo se llevó a cabo en el encajamiento del río Seco aguas arriba de la estación de aforo (nº 262). Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es bastante regularidad, lo que nos podría hacer pensar que el funcionamiento del río en este tramo no es especialmente torrencial. El tamaño medio de los sedimentos es de **19,71 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,54** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y caudales continuos. El índice de desgaste tiene un valor bajo (**0,29**), ya que los sedimentos aparecen poco rodados y con un escaso desgaste. Por su parte el índice de aplanamiento cuenta con un valor intermedio (**2,37**), por lo que los sedimentos no presentan un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,61** (0-1, siendo 1 la esfera) al igual que en el caso anterior, por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada pero con un escaso rodamiento.

El centilo tiene un ancho mayor de **61 cm**, por lo que tiene un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,93**. Sin embargo, hay que señalar que en este caso la medida no es muy representativa de la naturaleza del tramo, ya que por lo general encontrábamos grandes bloques. Pero las mediciones se llevaron a cabo en un lugar donde la presencia de bloques era reducida ya que fue imposible realizarla en otro punto.



Índice de acorazamiento	2,54
-------------------------	------

Índice de desgaste	0,29
Índice de aplanamiento	2,37
Índice de esfericidad	0,61

Centilo	61 cm
---------	-------

Fórmula de Costa (V)	3,93
----------------------	------

Figura: *Granulometría e índices*

Fuente: *Elaboración propia*

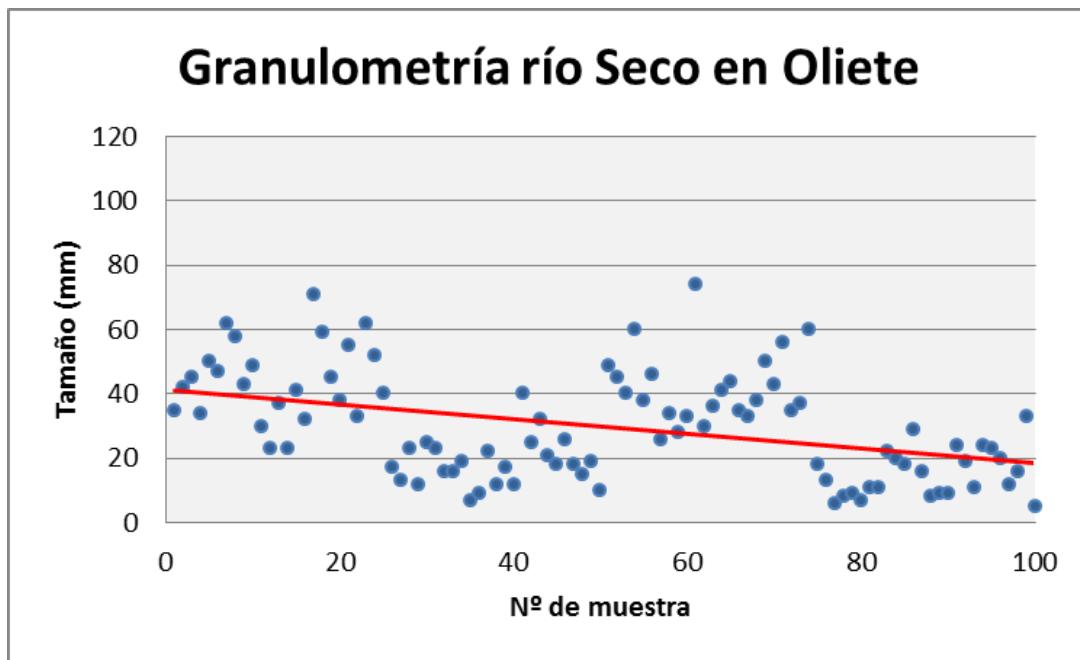
### 3.3.3.10 Tramo de la desembocadura del río Seco (dos puntos de muestreo)

El primero de los muestreos de este tramo se realizó en el río Seco, aguas arriba de la estación de aforo (nº 262). Como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño es irregular y anárquica. El tamaño medio de los sedimentos se situaría en los **29,85 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **1,96** es relativamente bajo y típico de sistemas fluviales con un comportamiento torrencial. El índice de

desgaste tiene un valor intermedio (**0,38**), ya que al situarnos en la parte baja de la cuenca los sedimentos ya están más rodados y desgastados. Por su parte el índice de aplanamiento cuenta con un valor intermedio (**2,28**), por lo que los sedimentos no presentarán un espesor especialmente reducido. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,64** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada.

El centílo tiene un ancho mayor de **68 cm**, por lo que tiene un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,68**.



Índice de acorazamiento	<b>1,96</b>
-------------------------	-------------

Índice de desgaste	<b>0,39</b>
Índice de aplanamiento	<b>2,28</b>
Índice de esfericidad	<b>0,64</b>

Centílo	<b>68 cm</b>
---------	--------------

Fórmula de Costa	<b>3,68</b>
------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

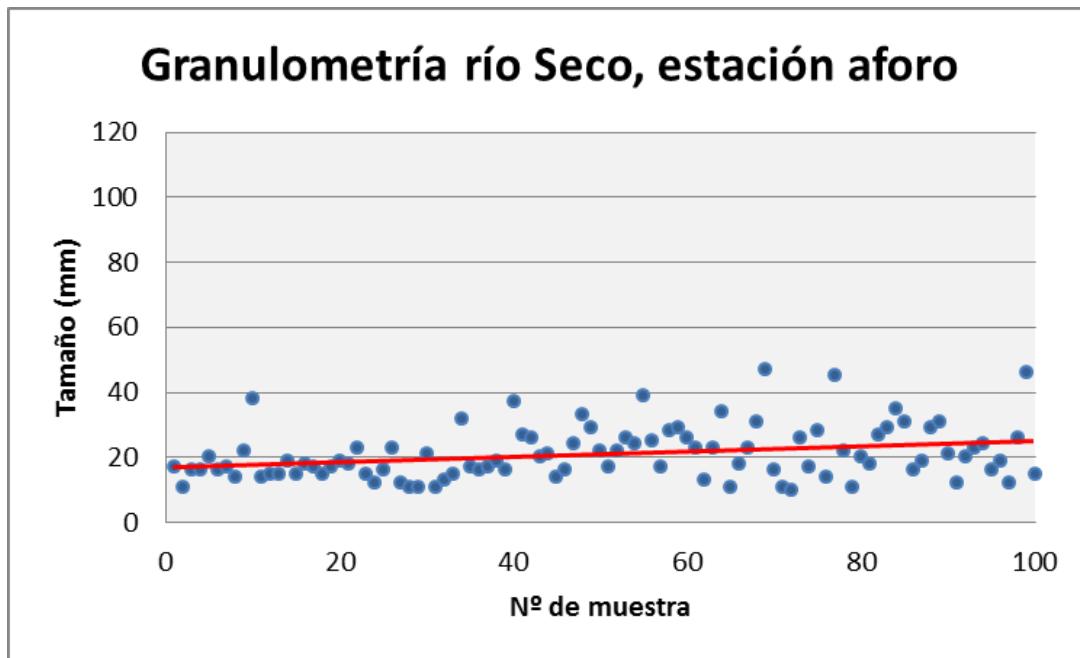
Fuente: *Elaboración propia*

El segundo de los muestreos del tramo se realizó cerca de la desembocadura del río Seco, junto a la estación de aforo del río Seco en Oliete (nº262). Tal y como podemos ver en el gráfico correspondiente a la granulometría, la distribución de los sedimentos según su tamaño en este punto es muy regular y se asemeja bastante a la distribución que puede presentar un río con caudales continuos. El tamaño medio de los

sedimentos se situaría en los **21,03 mm**, por lo que los sedimentos tienen un tamaño de grava (2 mm – 64 mm).

Por su parte, el índice de acorazamiento con un valor de **2,77** es relativamente alto y más típico de ríos con una escasa pendiente y una dinámica fluvial más activa. El índice de desgaste tiene un valor intermedio (**0,37**), ya que al situarnos en la parte baja de la cuenca los sedimentos ya están más rodados y desgastados. Por su parte el índice de aplanamiento cuenta con un valor bajo (**1,79**), por lo que los sedimentos presentarán un mayor espesor. Por último, el índice de esfericidad presenta un valor de **0,67** (0-1, siendo 1 la esfera), por lo que los encontramos ante unos sedimentos de una forma ovalada más próxima a la forma circular.

El centílo tiene un ancho mayor de **65 cm**, por lo que tiene un tamaño considerable. La fórmula de Costa, elaborada a partir de la longitud media del lado menor de los 5 bloques de mayor tamaño, obtiene una velocidad de **3,87**. Aunque el ancho mayor de los bloques de mayor tamaño es menor que en otros puntos, siguen presentando un tamaño considerable.



<b>Índice de acorazamiento</b>	<b>2,77</b>
--------------------------------	-------------

<b>Índice de desgaste</b>	<b>0,37</b>
<b>Índice de aplanamiento</b>	<b>1,96</b>
<b>Índice de esfericidad</b>	<b>0,67</b>

<b>Centílo</b>	<b>65 cm</b>
----------------	--------------

<b>Fórmula de Costa (V)</b>	<b>3,87</b>
-----------------------------	-------------

Figura: *Granulometría e índices*

Fuente: *Elaboración propia*

## 4. INTERPRETACIÓN, APLICACIÓN Y DISCUSIÓN

### 4.1 Interpretación del funcionamiento fluvial

El sistema fluvial Armillas-Cantalera-Sus-Seco tiene por su propia naturaleza efímera un funcionamiento fluvial esporádico y torrencial. Por lo que su actividad fluvial se limita prácticamente a los momentos en los que se dan episodios de precipitación en la cuenca, aunque en algunas zonas puede presentar un funcionamiento temporal de varios días de duración. Los máximos de caudal se sitúan a final de la primavera y el principio del verano. Estos máximos coinciden con el periodo en el que en este ámbito mediterráneo continentalizado se producen tormentas de carácter convectivo capaces de descargar grandes cantidades de precipitaciones en un breve periodo de tiempo, generando a menudo crecidas repentinas de ríos y barrancos.

La cuenca del río Seco cuenta con varios tipos de litologías que se comportan de manera diferente ante la acción fluvial, generando importantes variaciones en la morfología del valle y el cauce y en el grado de permeabilidad. Esto da lugar a la existencia de zonas donde predomina el proceso de escorrentía y la cantidad de agua que se moviliza de manera superficial es elevada, y otras zonas donde predominan los procesos de infiltración y percolación. La existencia de fuertes pendientes y la escasa presencia de vegetación explican que la interceptación sea reducida y que el proceso de escorrentía predomine en buena parte de la cuenca. Además, debemos de tener en cuenta que la masa de vegetal de mayor tamaño en la cuenca es repoblada (pinar de *Pinus halepensis* en la parte baja de la cuenca), por lo que en condiciones naturales la escorrentía sería todavía mayor.

A pesar de que la actividad fluvial es limitada, su energía e intensidad durante los episodios de crecida ha hecho posible la existencia de multitud de formaciones naturales como barras laterales, barras longitudinales, islas o canales secundarios. Estas formaciones naturales presentan unas dimensiones muy variables, siendo difícilmente reconocible en algunas partes del cauce principal. Sin embargo existen otras zonas, especialmente aquellas donde el cauce tiene unas mayores dimensiones, donde hay formaciones naturales de grandes dimensiones y fácilmente reconocible a simple vista. Las formaciones naturales más comunes en este sistema fluvial son las barras laterales y longitudinales, las cuales están presentes en la mayor parte de la cuenca.

A su vez, la distribución y características de los sedimentos reflejan el comportamiento efímero de este sistema fluvial. Tanto su distribución como su tamaño varían considerablemente a lo largo del cauce principal, aunque en su mayoría son sedimentos de tipo grava (2 mm – 64 mm). Esta distribución irregular de los sedimentos en función de su tamaño muestra la torrencialidad de este sistema fluvial. Además, en la mayoría de casas no muestran un rodamiento y desgaste excesivos, por lo que su forma tiende a ser ovalada. Indicadores como la fórmula de Costa o el centílo nos muestran la velocidad del flujo y la gran capacidad de arrastre que puede llegar a alcanzar este sistema fluvial.

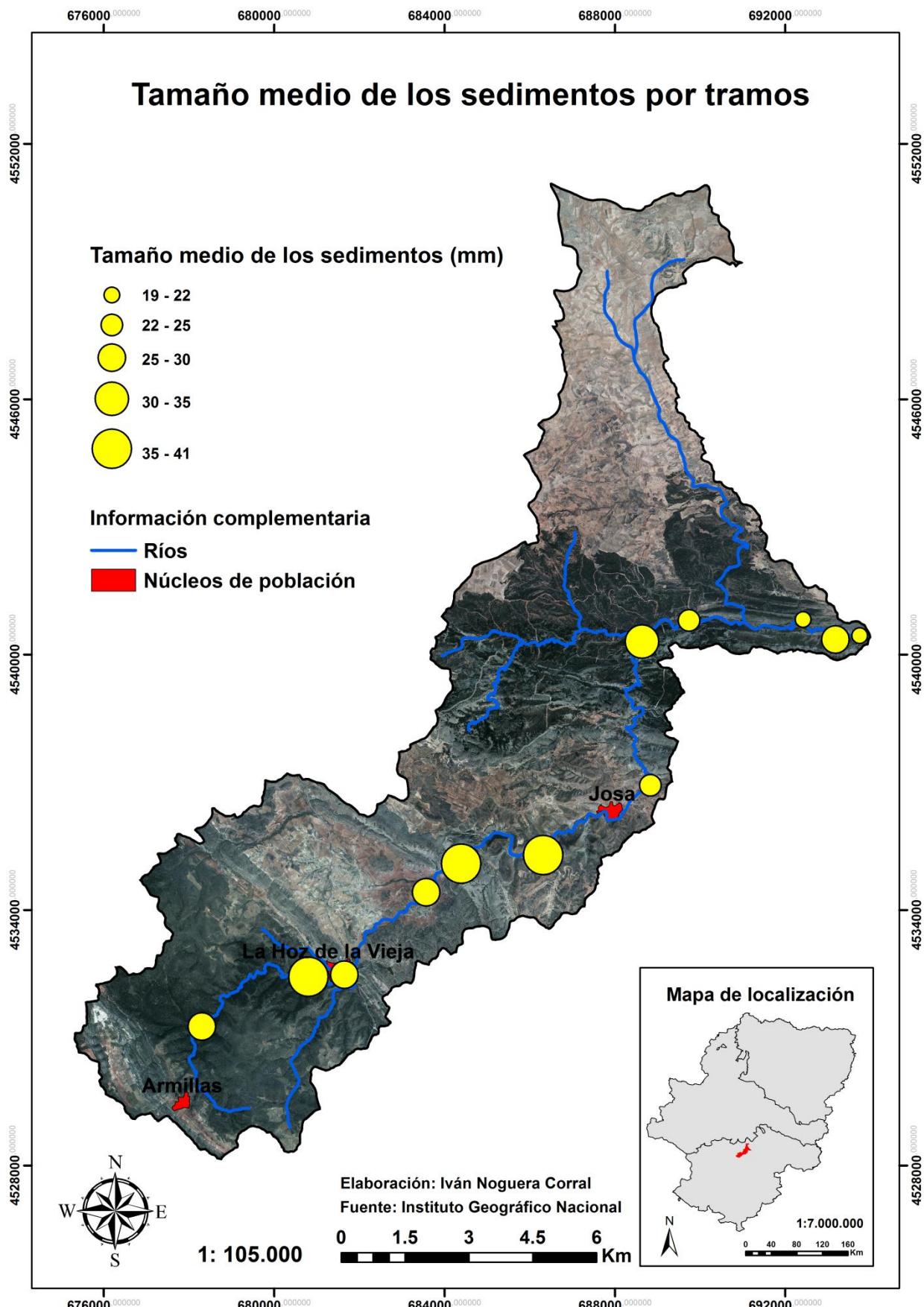




Figura: *Isla en el río Seco*

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Barra lateral en el río Armillas (imagen de la derecha) y barra longitudinal en el río Sus (imagen de la izquierda)*

Fuente: *Elaboración propia*

En base a las evidencias geomorfológicas, a partir de las que se realizaron las estimaciones de caudal y los antecedentes existentes en la cuenca, podemos decir que el sistema fluvial Armillas-Cantalera-Sus-Seco se caracteriza por tener grandes crecidas. Estas pueden llegar a presentar una gran magnitud y suponen un factor de riesgo para las poblaciones existentes en la cuenca. El precedente más reciente lo encontramos en el verano de 2013, cuando se produjo una gran crecida que afectó gravemente al núcleo de población de La Hoz de la Vieja. A partir de las estimaciones de caudal realizadas a lo largo del cauce principal de la cuenca del río Seco, podemos pensar que crecida de 2013 pudo alcanzar valores de caudal de en torno a los  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , superando con creces los  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  estimados por la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro).



Figura: Restos de la crecida de agosto de 2013

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Aplicación al diagnóstico de peligrosidad y riesgo

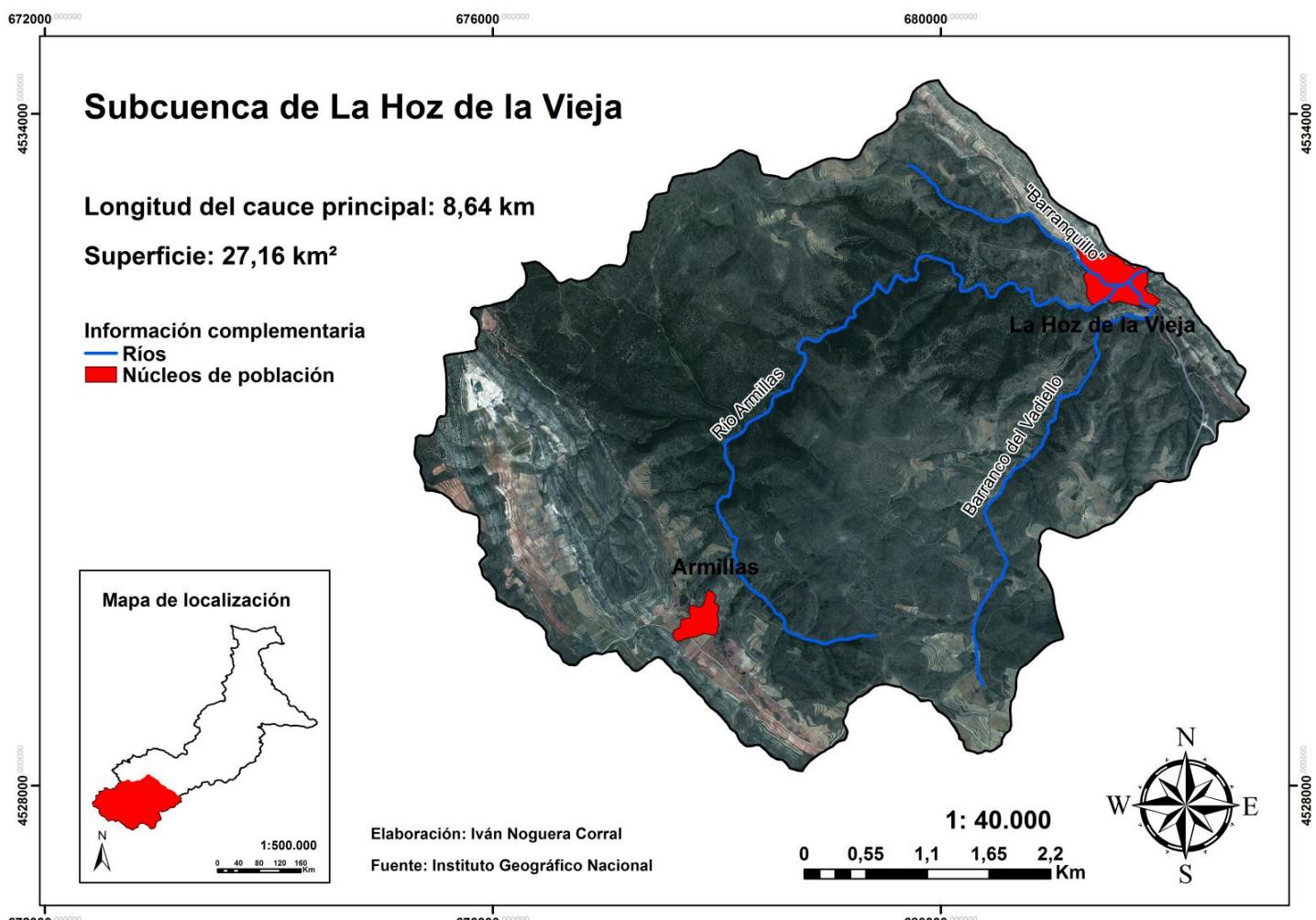
En la cuenca del río Seco hay tres núcleos de población, aunque es el núcleo de La Hoz de la Vieja el único que se encuentra en una situación evidente de riesgo. El núcleo de Armillas se encuentra alejado del cauce principal y el núcleo de Josa se localiza en una zona elevada, por lo que ninguno de ellos se encuentra en una situación de riesgo ante una crecida. Por lo tanto, en base a su situación de riesgo y a los precedentes existentes de otras crecidas, se decidió analizar el caso concreto del núcleo de La Hoz de la Vieja.

A la hora de hacer un análisis de la situación de riesgo del núcleo de población de La Hoz de la Vieja debemos tener en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar debemos tener en cuenta los factores de peligrosidad, es decir, aquellas características

del propio medio físico generan una situación de peligro para la población que hay en ese territorio. Por otro lado, también debemos considerar la exposición, esta se traduce en el número de personas y bienes que están expuestos a un peligro. Por último, también sería interesante considerar la vulnerabilidad, la cual se valora a partir de elementos como los usos del suelo, la tipología de actividades socioeconómicas, la calidad de los materiales con los que se construyen las infraestructuras, la densidad de población, distancia a hospitales, la edad de la población etc. Sin embargo, es difícil de cuantificar, y debido a la falta de tiempo y medios no ha sido considerada en este estudio. Aunque sería un factor muy a tener en cuenta de cara a la realización de futuros proyectos en esta zona.

#### 4.2.1 Peligrosidad

Son varios los factores que debemos tener en cuenta a la hora de hacer un diagnóstico de la peligrosidad a la que está expuesta el núcleo de La Hoz de la Vieja. Para poder analizar de una forma más detallada la situación de peligro del núcleo de La Hoz de la Vieja se llevó a cabo la delimitación de la pequeña subcuenca que forma el río Armillas hasta su llegada a dicho municipio



La propia disposición del terreno hace que núcleo se sitúe en una zona de evacuación o sumidero, por lo que todo el caudal recogido por la red de drenaje se concentrara en este punto. Además, el núcleo se localiza en la confluencia de tres cursos fluviales: el barranco del Valdiello, el barranco de la margen izquierda o “barranquillo” y el río Armillas. Además de la propia disposición de la zona ya comentada anteriormente, existen otros elementos de peligro en la zona como la pendiente, la permeabilidad o la propia morfología de la cuenca que hay que considerar al realizar un estudio de peligro de inundación

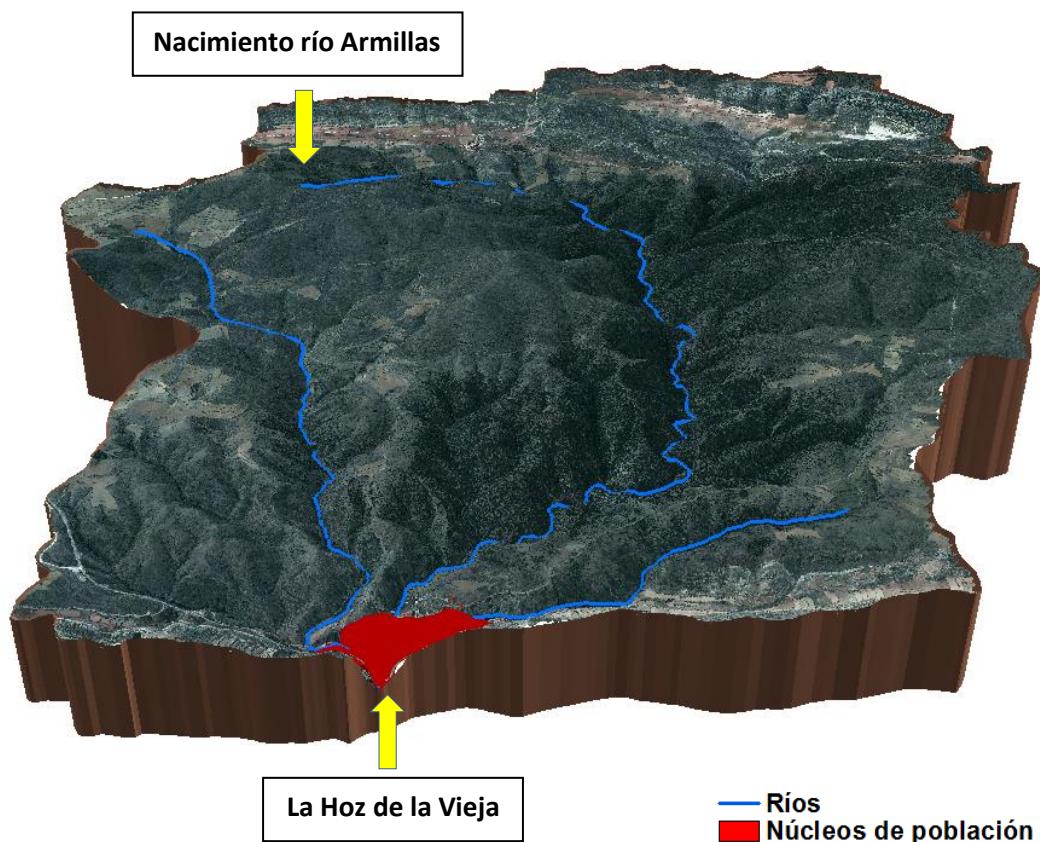


Figura: Visualización 3D de la subcuenca de La Hoz de la Vieja (disposición del relieve)

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto muy a tener en cuenta la hora de analizar la peligrosidad, es la pendiente. En los poco más de 8 km de distancia entre el nacimiento del río Armillas y el núcleo de población de La Hoz de la Vieja el cauce tiene un desnivel de unos 288 metros. Por lo que nos encontramos ante una zona con un desnivel importante, en la que las precipitaciones se movilizaran con rapidez. La **pendiente media del cauce (pca)** presenta un valor del 3,35%, con lo que obtenemos un **Tiempo de concentración**  $[T_c=0,3(L/J^{0,25})^{0,76}]$  de 2,78 horas (2 horas y 47 minutos).

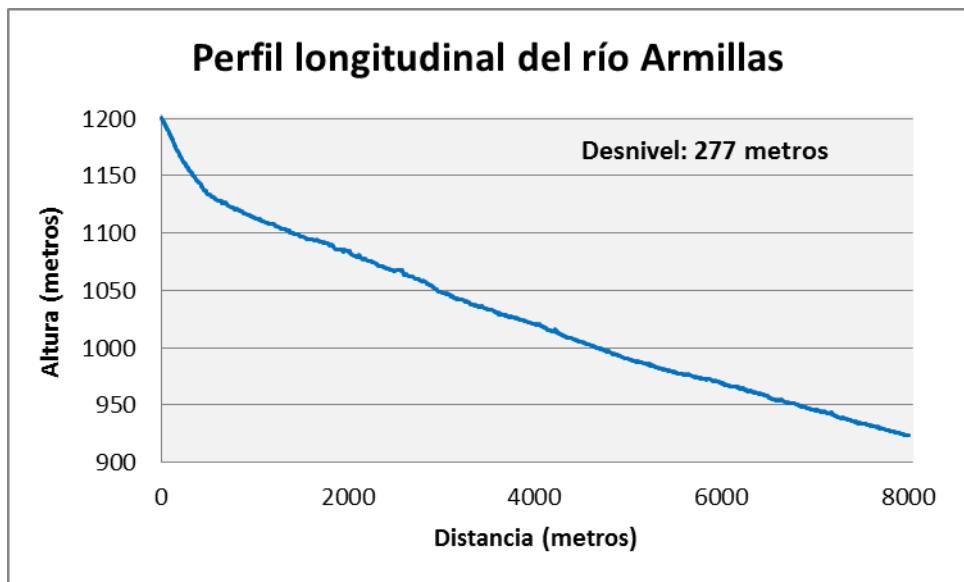
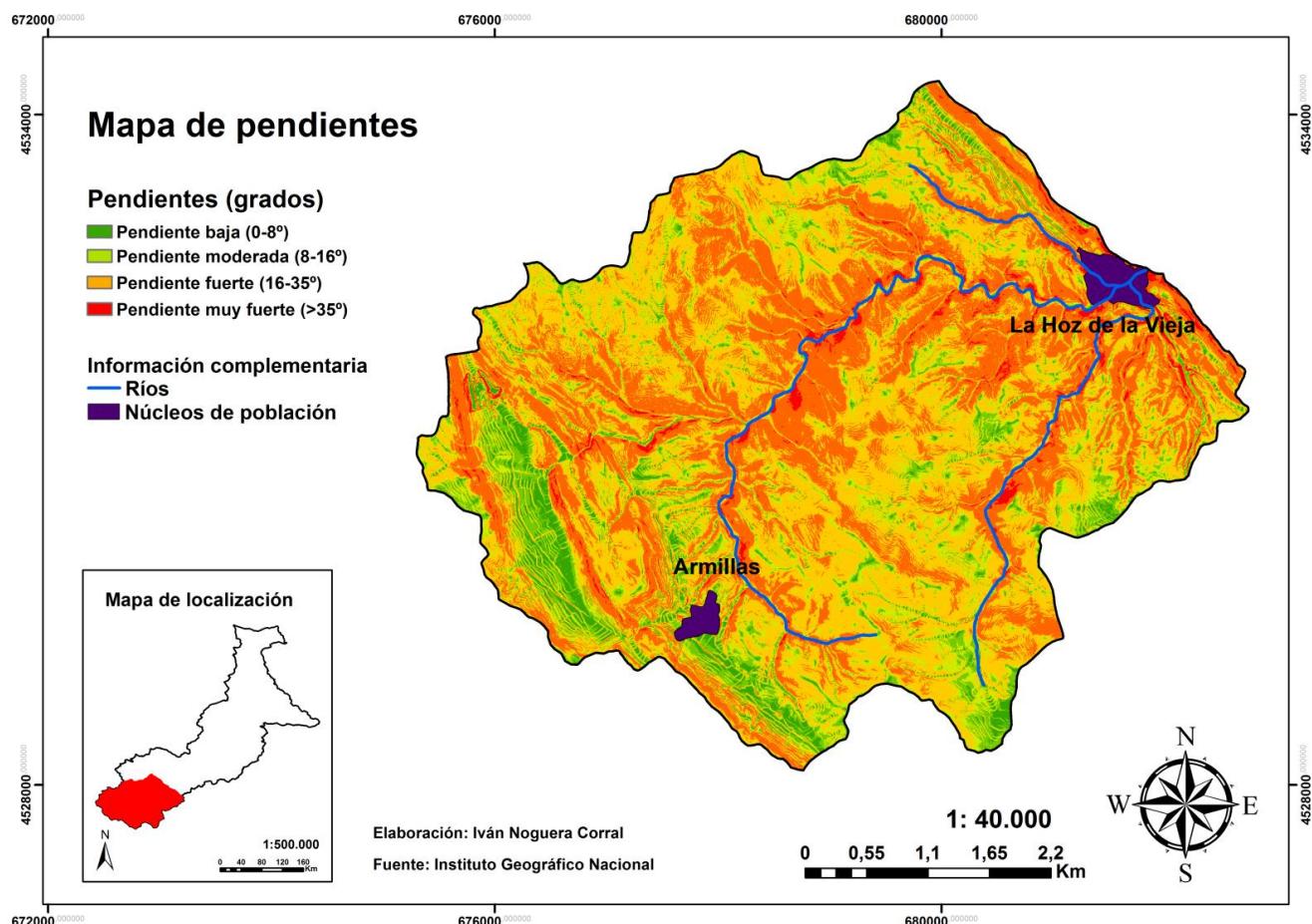


Figura: *Perfil longitudinal del río Armillas*

Fuente: *Elaboración propia*

Tal y como podemos ver en el siguiente mapa, la mayor parte de esta pequeña subcuenca presenta pendiente pronunciada, que varían entre pendientes fuertes ( $16-35^\circ$ ) y muy fuertes ( $>35^\circ$ ). La presencia en la zona de laderas escarpadas y una red de drenaje encajada, favorecerá el proceso de escorrentía y aumentara la velocidad del flujo, algo que sin lugar a dudas incrementa la peligrosidad ante un episodio de crecida.



La propia morfología de la cuenca es otro elemento a tener en cuenta a la hora de analizar la peligrosidad, ya que puede aumentar en gran medida el peligro ante un posible episodio de crecida. Por ello, al igual que se hizo para la cuenca del río Seco, se ha llevado a cabo el cálculo diferentes variables. Aunque en este caso en particular, sólo se han calculado las variables más relacionadas con el riesgo (variables geométricas de la cuenca).

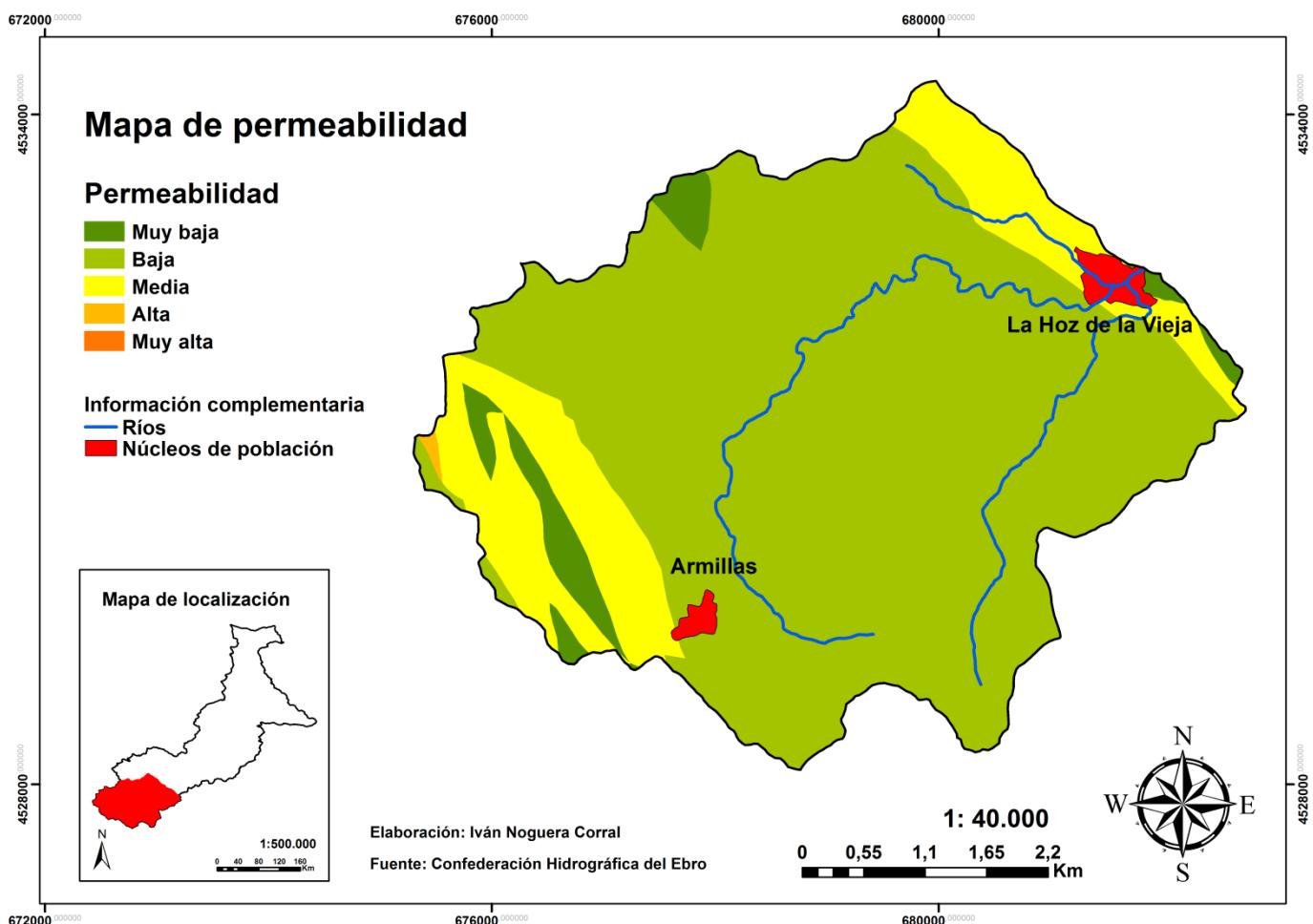
	Superficie (Km <sup>2</sup> )
A (Área)	27,16
	Distancia (Km)
P (Perímetro)	24,46
L (Longitud)	6,33
W (Anchura)	6,04
Ic (Índice de compacidad)	1,31
Re (Razón de elongación)	0,93
Rc (Razón de circularidad)	0,57
Fo (Forma de la cuenca)	1,47

Figura: *variables de geometría*

Fuente: *Elaboración propia*

La subcuenca hidrográfica de La Hoz de la Vieja tiene un **área (A)** de 27,16 Km<sup>2</sup>, un **perímetro (P)** de 24,46 kilómetros, una **longitud (L)** de 6,33 kilómetros y una **anchura (W)** de 6,04 kilómetros. El **índice de compacidad (Ic)** se sitúa en 1,31, por lo que es una cuenca ovalada (entre 1,25 y 1,50). La **razón de elongación (Re)** con un valor de 0,93, la **razón de circularidad (Rc)** con un valor de 0,57 y la **forma de cuenca (Fo)** con un valor de 1,47, nos indican que nos encontramos ante una cuenca con una forma que se asemeja mucho más a una forma circular que la cuenca del río Seco. Aun sin ser una cuenca circular, su forma ovalada supone un incremento la peligrosidad, ya que el tiempo de concentración desde cualquier punto de la cuenca se reduce considerablemente.

Otro factor de especial importancia en el caso de La Hoz de la Vieja es la permeabilidad, la cual se encuentra directamente relacionada con la litología de la zona. Como ya se señaló en el epígrafe correspondiente al análisis de la cuenca del río Seco, la zona de la cabecera presenta un claro dominio de litologías metamórficas de baja permeabilidad. La existencia de este tipo de litologías prácticamente en la totalidad de la subcuenca de La Hoz de la Vieja supone un factor de peligro, ya que provoca que la cantidad de agua que puede llegar a movilizarse por escorrentía durante un episodio de precipitación sea mucho mayor.



Por último, también hay que mencionar otro elemento tan importante como la ocupación del suelo. Esta pequeña subcuenca se encuentra en su mayor parte ocupado por un bosque de frondosas, formado principalmente por carrasca, lo que favorece el proceso de infiltración y reduce considerablemente la escorrentía. Si atendemos a la evolución histórica de este bosque, vemos que su densidad ha aumentado considerablemente en las últimas décadas. Esto supone una reducción de la cantidad de agua que se moviliza por escorrentía, por lo que al menos en este aspecto, la peligrosidad se ha visto reducida en las últimas décadas.

También sería interesante de cara al análisis del riesgo del núcleo de población de Oliete, donde recordemos falleció una persona durante la crecida de agosto de 2013, ver los efectos ha podido tener la repoblación de *Pinus halepensis* sobre los procesos de escorrentía e infiltración. Es probable que en alguna medida se haya reducido la cantidad de agua que se movilice por escorrentía. Sin embargo, en este estudio no se ha tenido en consideración, ya que el núcleo de Oliete forma parte de la cuenca del Martín pero no se encuentra dentro de la cuenca del río Seco.



Figura: *Municipio de La Hoz de la Vieja en el año 1957*

Fuente: *IGN*

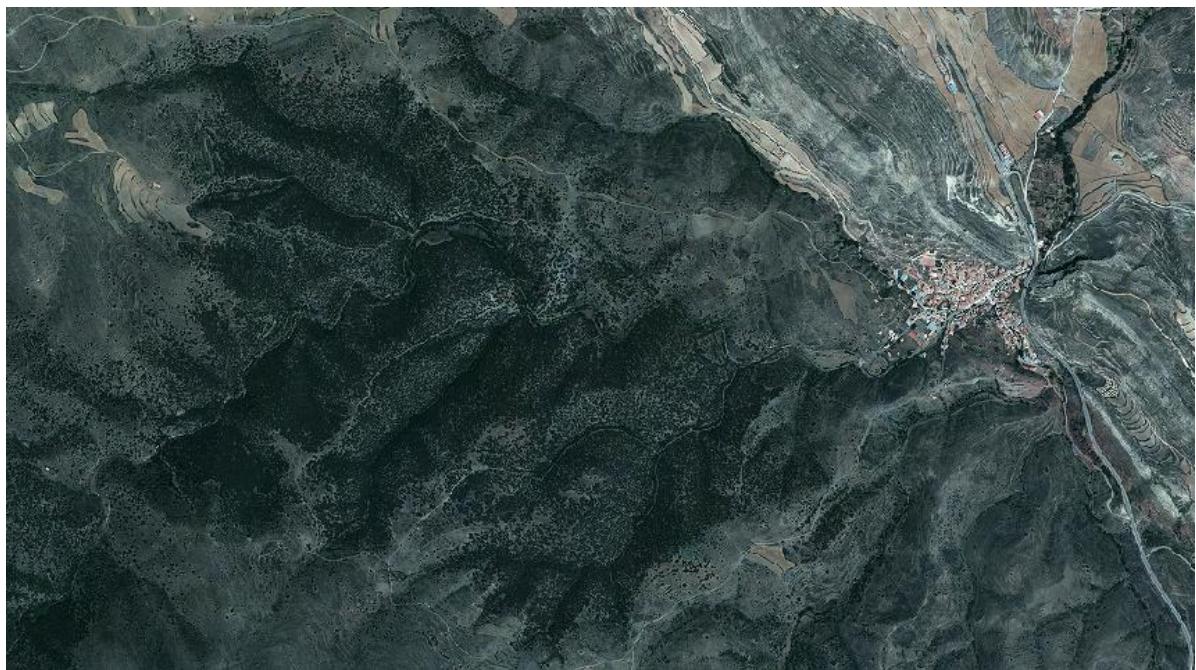


Figura: *Municipio de La Hoz de la Vieja en la actualidad*

Fuente: *IGN*

#### 4.2.2 Exposición

Resulta difícil establecer el grado de exposición del núcleo de población de La Hoz de la Vieja, principalmente por dos razones: la falta de datos acerca del valor económico de los bienes materiales del núcleo y el carácter estacional de la afluencia de población.

En lo que se refiere al valor económico de los bienes materiales del núcleo, resultó imposible conseguir datos fiables que permitieran evaluar el grado de exposición económica. Respecto a la población, gracias a la ayuda del alcalde del municipio de La Hoz de la Vieja se pudo determinar el número total de habitantes en las casas más próximas a los cauces principales, es decir, en aquellas que se encuentran expuestas ante un posible episodio de crecida. Según datos del INE (2014) el municipio de La Hoz de la Vieja tiene 81 habitantes, pero al igual que sucede en gran parte de los pueblos de Aragón, las diferencias entre el número de habitantes en verano y en invierno es considerable.

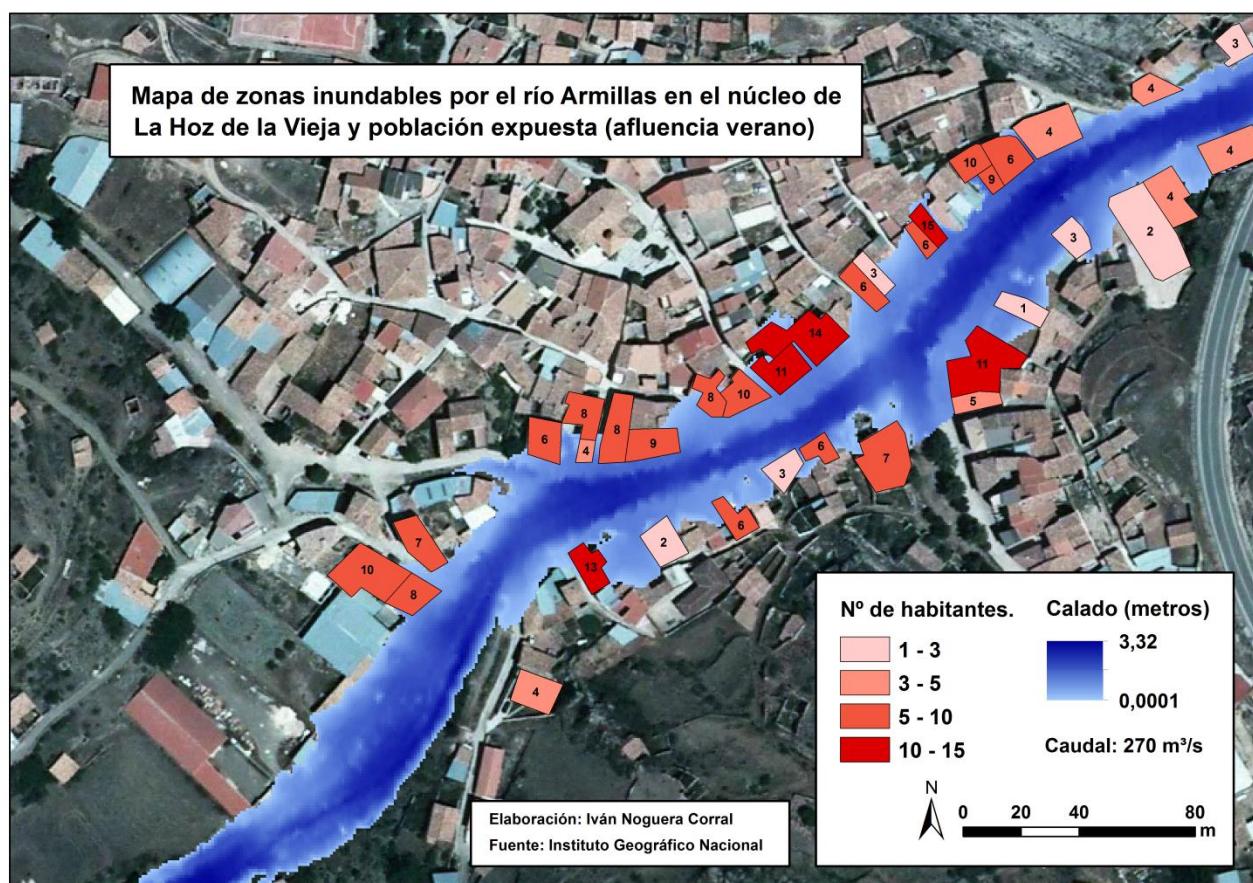
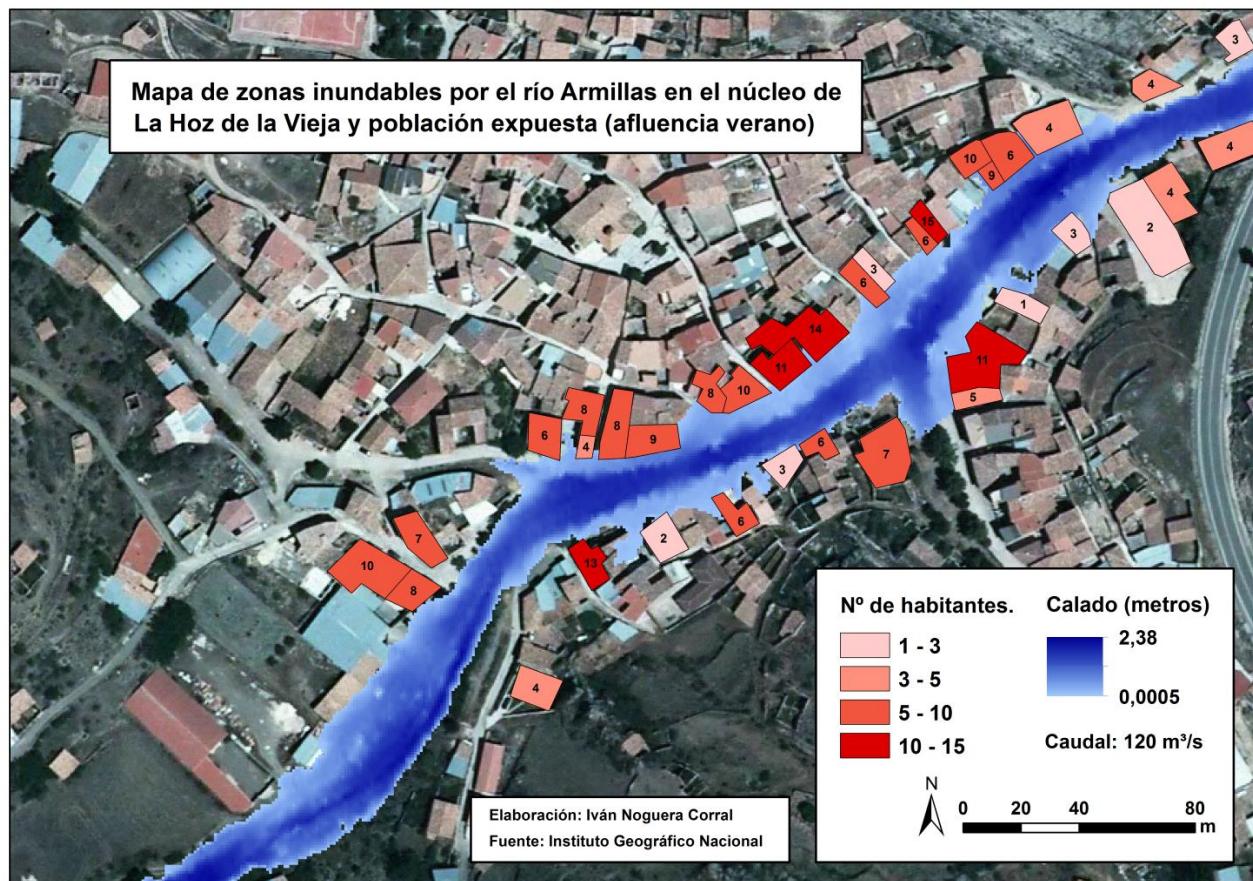
Tal y como podemos en los siguientes mapas, la afluencia de población en los meses de verano es mucho mayor que en los meses de invierno. Por lo que el grado de exposición aumenta considerablemente en este periodo. En total serían 385 los habitantes que se verían expuestos al riesgo por inundación en los meses de verano, mientras que en los meses de invierno la cifra descendería hasta los 38 habitantes. Por lo tanto, el periodo con más peligro de ocurrencia de una gran crecida (basándonos en los datos pluviométricos e hidrológicos y los antecedentes existentes en la zona), coincide con el momento en el que hay más habitantes en el municipio y una mayor exposición.





#### 4.2.3 Riesgo

Una vez analizada tanto la peligrosidad como la exposición, se elaboró una cartografía de zonas inundables a partir del software HEC-RAS 4.1.0. Esta no solo nos permite conocer la población que se encuentra en una situación de riesgo, sino también contrastar los diferentes datos de caudal del río Armillas a su paso por el núcleo de población de La Hoz de la Vieja. Mediante el uso de los datos LIDAR se generó un MDT y de gran precisión que nos sirvió como base para realizar la simulación de la crecida. Esta cartografía de zonas inundables se realizó a partir de los datos obtenidos en la sección realizada en el río Armillas correspondiente al nivel de la crecida de agosto de 2013 a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja ( $270 \text{ m}^3/\text{s}$ ) y de las estimaciones de la Confederación Hidrográfica del Ebro ( $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Además, se incluyó la información correspondiente a la población expuesta en época de máxima afluencia, ya que es el periodo en el que es más probable que se produzca un episodio de crecida. En este caso no se incluyó la población en riesgo localizadas en los afluentes (barranco de la margen izquierda o “Barranquillo” y barranco del Valdiello), por lo que solamente se consideró a aquellas situadas en las zonas más cercanas al curso principal y más peligroso, el río Armillas.



En vista a los resultados obtenidos, podemos decir que aunque resulta difícil saber cual pudo ser la punta de caudal del río Armillas a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja, es muy probable que fuera superior al caudal estimado por la CHE ( $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Sobre todo, si consideramos el nivel que llego a alcanzar el agua (cercano al techo) en algunas de las casa más próximas al cauce. Aunque no podemos saber con certeza si nuestra estimación de  $270 \text{ m}^3/\text{s}$  es realmente la cifra real del caudal punta de la crecida a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja. También podemos decir que prácticamente la totalidad de la población situada en las zonas cercanas al cauce se encuentra en una situación de riesgo e incluso con una crecida de menor magnitud se podrían ver afectada gravemente. Además, debemos tener en consideración a aquellas que se encuentran localizadas en las zonas cercanas a los afluentes, ya que también se encuentran expuesto a una situación de riesgo.

Por último, señalar que el uso de los datos LIDAR en los estudios de hidrología puede tener innumerables aplicaciones. Estos pueden ser de gran ayuda a la hora de realizar la caracterización de la cuenca, pero son especialmente útiles para las simulaciones de crecidas. El alto grado de detalle que estos pueden llegar a alcanzar resulta de vital importancia la hora de elaborar un mapa de inundabilidad, ya que cuanto mayor sea la resolución de la base tipográfica utilizada, mayor será la calidad de la simulación, y por consiguiente la cartografía de espacios inundables.

#### **4.2.4 Factores intensificadores**

El alto grado de antropización de este espacio es sin lugar a dudas un factor intensificador del riesgo, ya que ha favorecido que los posibles efectos de una inundación sean todavía más graves. Son varios los aspectos, fruto de la acción antrópica, que podríamos señalar como intensificadores del riesgo.

En primer lugar, existe un gran número de casas construidas junto a los barrancos, ocupando la llanura de inundación. Estas casas tienen una mayor exposición ante un evento de crecida, y por lo tanto, son las más vulnerables. Además, las calles y accesos al municipio se desarrollan sobre estos cursos fluviales, generando modificaciones en los cauces y un mayor grado de exposición de la población.

Las canalización del río Armillas a su paso por el núcleo de La Hoz de la Vieja no tiene las dimensiones suficientes como para que el río no se desborde en un episodio de crecida de cierta magnitud. En el caso de los afluentes del río Armillas, sí que se ha respetado el caudal *bankfull* aguas arriba, por lo que en principio, tienen capacidad como para que circulen sin desbordarse. Además, hay que señalar que los puentes presentan una escasa capacidad y altura, aunque la reducción de su espesor respecto a los antiguos y el refuerzo de sus sujetaciones muestran que estos se han hecho pensando en la posibilidad de un nuevo evento de crecida.

Algunos vecinos señalaban que la creación de pasos de hormigón transversales al cauce estaba ocasionando una gran acumulación de sedimentos en el lecho del cauce. En concreto, una vecina señalaba que antiguamente las alcantarillas situadas en el interior del cauce sobresalían, mientras que ahora están completamente cubiertas por sedimentos. Esto nos hace pensar que la presencia de estos pasos revestido de hormigones transversales al cauce está generando una acumulación excesiva de sedimentos, ocasionando que el canal disponga de una menor capacidad.



Figura: *Acumulaciones de sedimento en el canal del río Armillas a su paso por el núcleo de la Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.2.5 Propuestas de gestión

Tras la riada del 3 de agosto de 2013, se llevaron a cabo una serie de obras en el municipio de La Hoz de la Vieja con el fin de reparar los daños ocasionados. Estas obras de emergencia fueron llevadas a cabo por la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro) y se destinaron a la reparación de los daños producidos en las conducciones de abastecimiento de agua para el consumo humano y saneamiento y a la construcción de puentes peatonales.

La principal dificultad a la hora de gestionar la situación de riesgo de La Hoz de la Vieja, es que la propia localización del núcleo conlleva consigo una peligrosidad intrínseca enorme. Por ello, este un riesgo que no se puede evitar (salvo en el caso de que se abandone el municipio), por lo que las medidas de gestión han de estar principalmente orientadas al aspecto preventivo. Dicho esto, a continuación se plantean una serie de propuestas que puedan ayudar a evitar nueva situaciones de riesgo o a paliar las ya existentes:

- Crear un sistema de alerta equipado con un pluviómetro en la cabecera de la cuenca, para que los vecinos de La Hoz de la Vieja puedan saber si es posible que se produzcan una crecida.
- Evitar la puesta en marchas de nuevos usos y la construcción de nuevas viviendas en las zonas más cercanas al cauce, respetando el espacio de la llanura de inundación.
- Intentar preservar los cauces de los barrancos el estado más natural posible, evitando que estos sean modificados por la acción
- Eliminar los pasos revestidos de hormigón transversales al cauce, por su afección sobre los procesos de sedimentación.
- Aumentar la altura de los puentes.
- Crean un plan de actuación, para que ante un nuevo evento de crecida los vecinos sepan cómo han de actuar.
- Crear una zona de estacionamiento en alguna zona de mayor altitud para evitar que los vehículos estacionen junto al cauce.

#### **4.3 Aplicación a la puesta en valor de los ríos efímeros: geodiversidad, biodiversidad y enclaves singulares**

La cuenca del río Seco es un espacio dotado de una amplia geodiversidad, más aún, si consideramos sus pequeñas dimensiones (131 km <sup>2</sup>). Como ya se ha señala en innumerables ocasiones a lo largo de este estudio, existe una gran variedad de formas de relieve, litologías y formaciones fluviales. Además, la presencia de diversas litologías y la acción fluvial han hecho posible la existencia de diferentes tipos de valles y cauces. A continuación se muestra algunos de los muchos ejemplos de geodiversidad que se encontraron a lo largo y ancho del cauce principal de la cuenca del río Seco, desde su nacimiento hasta su desembocadura.



Figura: *Lecho en roca sobre pizarra (imagen de la izquierda) y afloramiento de pizarra paleozoicas (imagen de la derecha)*

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Cañones fluviokársticos de La Hoz de la Vieja (imagen de la izquierda) y de los estrechos del río Sus (imagen de la derecha)*

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Formación de tobas* (imagen de la izquierda) y *marmita de gigante* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Relieves tabulares sobre calizas* (imagen de la izquierda) y *areniscas* (imagen de la derecha) mesozoicas

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Lecho en roca sobre litologías margosas (imagen de la izquierda) y afloramiento de margas mesozoicas (imagen de la derecha)*

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Afloramientos de yesos junto al núcleo de La Hoz de la Vieja (imagen de la izquierda) y en la zona de la desembocadura (imagen de la derecha)*

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Lechos aluviales sobre litologías detriticas cuaternarias*

Fuente: *Elaboración propia*

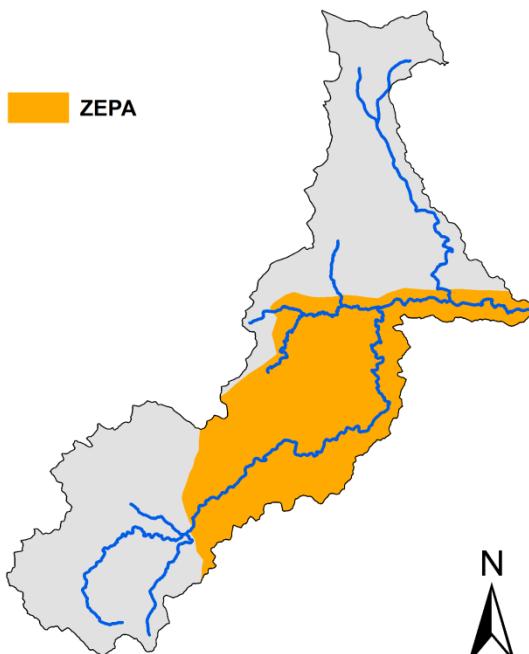
La cuenca hidrográfica del río Seco se localiza en un espacio que incluye zonas de LIC (Lugar de Importancia Comunitaria), ZEPAS (Zona de Especial Protección para la Aves) e incluso un LIG (Lugar de Interés Geológico). Por lo que casi el 40 % de la superficie de la cuenca forma parte de la red natura 2000. Además, una pequeña proporción de su superficie situada junto a la desembocadura forma parte del “Parque Cultural del río Martín”.

Este territorio engloba parte del espacio de ZEPA de los “Desfiladeros del río Martín”, del LIC del “Parque cultural del río Martín y el LIG del “Pliegue tumbado de La Hoz de la Vieja” (104). También es muy destacable la existencia de fósiles en la zona, especialmente en el municipio de Josa, donde por este motivo existe un museo paleontológico.

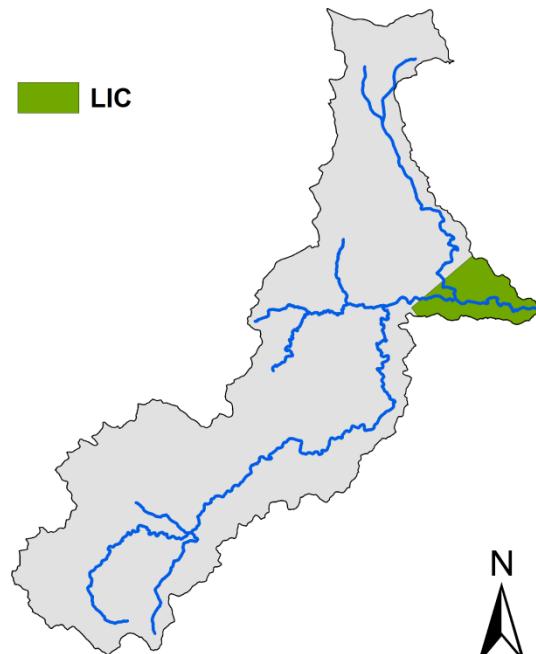
Por todo ello, nos encontramos ante un espacio de gran riqueza ambiental y que por su escaso grado de antropización se encuentra bien conservado. Por ello podría ser fomentado como espacio de turismo e interés científico. A pesar de que el único LIG que encontramos en la zona corresponde al Pliegue tumbado de La Hoz de la Vieja, existen varias zonas que presentan un especial interés. Especialmente aquellas donde el río forma pequeños cañones fluviokársticos de gran belleza y que dotan a este espacio de una gran singularidad.

## Geodiversidad, biodiversidad y enclaves singulares

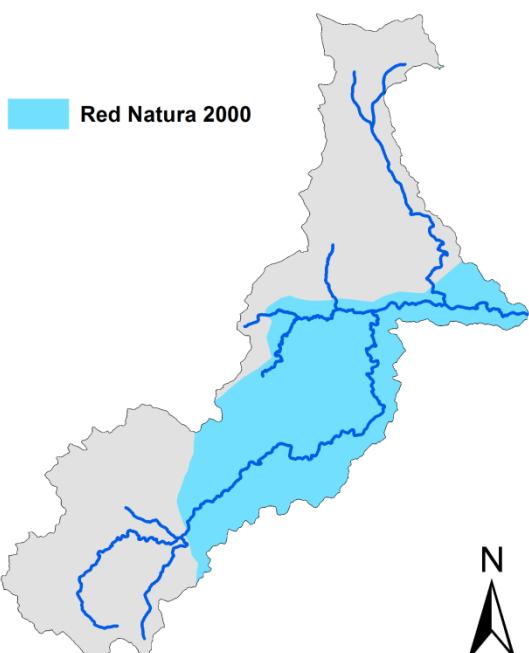
Zona de especial protección para la aves



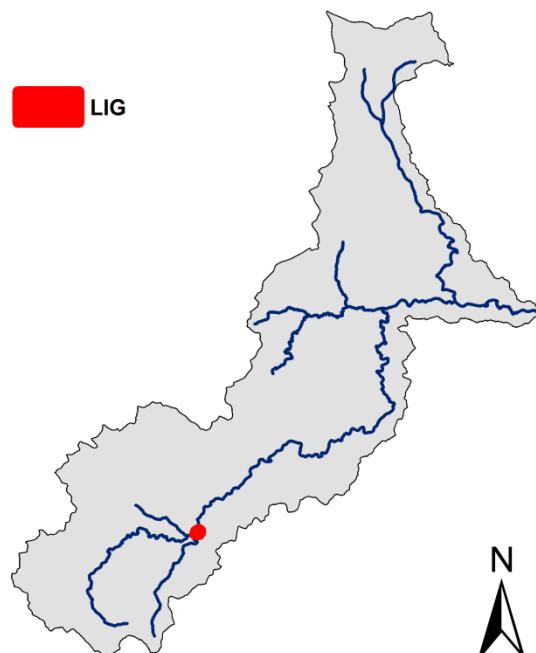
Lugar de importancia comunitaria



Red Natura 2000



Lugar de interés geológico



Fuente: MAGRAMA

1:220.000

0 1,5 3 6 9 12 Km

Aunque la biodiversidad no es un de los aspectos más destacables del este sistema fluvial, tras recorrer su cuenca se observaron algunas especies animales y vegetales que en un principio no se esperaban encontrar en un río de estas características. A pesar de que a priori, la cuenca del río Seco puede parecer un espacio “sin vida” por la falta de caudales circulantes continuos, la escasa agua que puede llegar a circular en ciertas zonas de la cuenca de manera temporal permite que multitud de especies puedan sobrevivir. Bien es cierto que el desarrollo de las especies en este territorio está muy limitado y condicionado por la falta de agua, especialmente en el caso de las especies acuáticas y las especies vegetales con mayores exigencias hidrológicas.

En la cuenca del río Seco existen varios puntos en los que la presencia temporal de caudales superficiales permite un mayor desarrollo de ciertas especies vegetales y la presencia de algunas especies animales acuáticas. Estas zonas corresponden a los tramos del cañón fluviokárstico de La Hoz de la Vieja, el cañón de Josa y los estrechos del río Sus. Los insectos acuáticos son unos de los seres vivos que se desarrollan con mayor facilidad, por ello, no es de extrañar que los encontremos en cualquier parte de la cuenca por mínima que sea la presencia de agua. Las especies de insectos más destacables en la zona son:

- Zapatero (*Gerris lacustris*)
- Escarabajo de agua (*Hydrophilus piceus*)
- Escorpión de agua (*Nepa cinerea*)
- Notonéctidos

Pero lo que lo más llamativo no es la presencia de otras especies animales de anfibios, reptiles, moluscos o peces, ya que estos pueden encontrar grandes limitaciones por la escasa presencia de agua en la zona. Además, hay que señalar que su presencia es muy importante en algunas zonas, principalmente en aquellas donde el río forma pequeñas pozas. Algunas de las principales especies animales de la cuenca del río Seco son:

- Rana común (*Pelophylax perezi*)
- Barbo culirrojo (*Barbus haasi*)
- Cangrejo americano (*Procambarus clarkii*)
- Caracol de agua
- Culebra de agua



Figura: *Rana común* (imagen de la izquierda) y *barbo culirrojo* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Cangrejo americano* (imagen de la derecha) y *culebra de agua* (imagen de la izquierda)

Fuente: *Elaboración propia*

Llama la atención la existencia de peces en este río de carácter efímero, pero la presencia de algunas pozas de cierta entidad en estos tramos con caudales circulantes de manera temporal, permite que algunos ejemplares puedan sobrevivir, ya que probablemente estas no lleguen a vaciarse por completo durante el verano. Dicho esto, hay que señalar que aunque estas especies pueden llegar a sobrevivir, su desarrollo está muy limitado. Esto es fácilmente observable en su tamaño, ya que ninguno de los ejemplares que se pudieron observar en campo presentaba un tamaño considerable, como muestra del escaso ciclo vital que llegan a desarrollar. También hay en la zona otros animales de especial relevancia como el jabalí, la cabra, el buitre leonado, el corzo o la zorra.

En lo que se refiere a la vegetación, existe un gran número de especies en la zona, por ello solamente haremos referencia a las más importantes. Como ya se ha señalado anteriormente, el río Seco no cuenta con una estructura de ribera bien definida y su desarrollo en la zona está muy limitado. La densidad de la vegetación varía de forma significativa a lo largo del cauce principal, de forma que encontramos zonas más ocupadas por la vegetación y otras donde apenas se desarrolla.

A continuación se enumeran las especies vegetales más numerosas en la cuenca del río Seco y se adjuntan algunas fotos de varios ejemplares:

- Pino carrasco (*Pinus halepensis*)
- Carrasca (*Quercus rotundifolia*):
- Quejigo (*Quercus faginea*)
- Romero (*Rosmarinus officinalis*)
- Sabina (*Juniperus phoenicea*)
- Tomillo (*Thymus vulgaris*)
- Aliga (*Genista scorpius*)
- Zarza (*Rubus lainzii*)
- Junco (*Juncus acutus*)
- Cañas (*Arundo donax*)
- Berros (*Nasturtium officinale*)
- *Nitella hyalina*
- Barrilla borde (*Salsola kali*)
- *Artemisia herba-alba*
- Graminias (*Stipa sp.*)
- Chopo cabecero



Figura: *Pinus halepensis* (imagen de la izquierda) y *Quercus faginea* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Rosmarinus officinalis* (imagen de la izquierda) y *Genista scorpius* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Juncus acutus* (imagen de la izquierda) y *Arundo donax* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Stipa sp.* (imagen de la izquierda) y *Rubus lainzii* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Juniperus phoenicea* (imagen de la izquierda) y *Artemisia herba-alba* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Nasturtium officinale* (imagen de la izquierda) y *Nitella hyalina* (imagen de la derecha)

Fuente: *Elaboración propia*



Figura: *Ejemplares de chopo cabecero aguas abajo de La Hoz de la Vieja*

Fuente: *Elaboración propia*

También cabe mencionar, la existencia de varias obras hidráulicas ahora ya en desuso, utilizadas antiguamente para el desarrollo de la agricultura en la cuenca del río Seco. Estas son especialmente numerosas en parte media y baja de la cuenca (estrechos del río Sus y valle abierto de Oliete), y aunque en la actualidad se encuentran muy deterioradas, pueden configurar un elemento de interés como parte del patrimonio hidráulico de la zona. Con el fin de recabar más información acerca de la posible existencia de actuaciones y otras obras hidráulicas en la zona se solicitó al Servicio Provincial de Teruel poder acceder a la información de sus registros. Sin embargo, debido a la incompatibilidad de fechas, se decidió posponer la consulta de cara a futuros estudios en la zona.



Figura: *Antiguas obras hidráulicas en los estrechos del río Sus*

Fuente: *Elaboración propia*

Por todo lo expuesto a lo largo de este epígrafe, creemos que sería conveniente incorporar este espacio al “Parque Cultural del río Martín”. Como ya se señaló con anterioridad, una pequeña proporción de la cuenca del río Seco (zona de la desembocadura) ya se encuentra incorporada. Pero en base a su geodiversidad, biodiversidad e interés desde el punto de vista ecológico, patrimonial y científico, presenta argumentos de sobra como para ser incluida en su totalidad. Esto supondría no sólo una puesta en valor de este espacio, sino también de los de cursos efímeros y la geomorfología fluvial.

De acuerdo con su naturalidad, representatividad geomorfológica y singularidades, el río Seco cuenta con un potencial importante para poder convertirse en el futuro en Reserva Natural Fluvial. Esta figura se integra en los planes hidrológicos de cuenca. En España se han declarado hasta el momento 82, 13 de ellas en la cuenca del Ebro. Son ríos o tramos con escasa o nula intervención humana y con una elevada naturalidad, a los que se les dota de protección para ser preservados sin alteraciones (Urquiaga et al., 2015). Se han protegido especialmente ríos de montaña, de cabecera, y es necesario y urgente iniciar también la protección de cursos efímeros.

#### **4.4 Discusión**

El estudio de las ramblas y barrancos secos o efímeros está poco extendido en ámbito científico, menos aún en la Comunidad Autónoma de Aragón, donde no se ha llevado a cabo ningún estudio sistemático sobre esta tipología fluvial. Los únicos precedentes a nivel nacional los encontramos en la Comunidad Valenciana y en la Región de Murcia, donde se han realizado estudios enfocados principalmente en las crecidas y riesgos de inundación en este tipo de cursos de agua. A nivel técnico, en el marco de los organismos de cuenca, el conocimiento y la información sobre estos cursos es también muy escaso, ya que en su mayoría no se encuentran ni siquiera catalogados en la red fluvial oficial. El propio río Seco sí está catalogado, pero no en todo se desarrollo longitudinal, sino solo, erróneamente, en lo que debería ser un afluente del sistema principal, alargado y complejo, constituido por la sucesión Armillas-Cantalera-Sus-Seco. La torrencialidad y peligrosidad del río Seco, demostrada por el evento de agosto de 2013, sí ha hecho que el organismo de cuenca integre el aforo del río Seco en la red SAIH, y es evidente el interés por mejorar el conocimiento sobre este curso efímero.

El presente trabajo trata de contribuir a solventar esta laguna de conocimiento, aportando, desde un enfoque hidrogeomorfológico, datos y mediciones que pueden ser útiles para la mejor comprensión del funcionamiento fluvial, para el diagnóstico de la peligrosidad y para la puesta en valor de los cursos efímeros. Así, el estudio conforma una guía metodológica que muestra todo un proceso de trabajo aplicable a cursos efímeros. A lo largo de este estudio se han utilizado diferentes tipos de procesos metodológicos, destacando entre ellos aquellos más relacionados con la geomorfología fluvial, como pueden ser el análisis de los sedimentos o la estimación de caudales de

crecida. Sin embargo, también se han utilizado otros métodos que priori están más orientados a su aplicación a ríos de gran entidad y caudales continuos.

El protocolo del MAGRAMA (M-R-HMF-2015, versión 0, MAGRAMA), todavía en fase de borrador y abierto a alegaciones, no había sido aplicado todavía a cursos de naturaleza efímera. A partir de los resultados obtenidos, podemos determinar que su adaptabilidad a cursos efímeros en algunos aspectos es reducida, ya que este protocolo incide más en aspectos como los hábitats o las condiciones físicas y ambientales de la masa de agua. Por ello, debería considerarse la posibilidad de que dicho protocolo incidiera más en los aspectos relacionados con la geomorfología fluvial.

Hay que señalar que la falta de estudios sobre otros ríos de la misma tipología hace difícil en algunos casos la interpretación y comparación de los resultados obtenidos. En consecuencia, muchos de los indicadores utilizados no nos aportan una información de especial relevancia. El desarrollo de nuevos estudios en ríos efímeros nos permitiría hacer una comparativa de los resultados y por consiguiente un mejor diagnóstico y caracterización. Por todo ello, el estudio de ríos efímeros podría conformar una nueva línea de trabajo en los estudios de hidrología, más aún si tenemos en consideración su amplia presencia tanto a nivel autonómico como nacional y su problemática vinculada a las crecidas de tipo relámpago. En este sentido, el presente Trabajo Fin de Grado pretende sentar las bases de una línea de investigación sobre esta temática, cuyo siguiente paso será abordar la metodología aquí aplicada a otros cursos efímeros aragoneses, para a continuación comparar, buscar singularidades, comprobar funcionamientos y, en suma, proponer medidas adecuadas de gestión de riesgos, ordenación del territorio, puesta en valor, educación ambiental, protección ambiental y restauración para esta tipología de cursos fluviales.

## 5. CONCLUSIONES

El estudio de caracterización hidrogeomorfológica realizado en el río Seco ha cumplido los objetivos previstos.

Se ha probado una metodología generalista de análisis hidrogeomorfológico que ha resultado aplicable, pero solo parcialmente, a ríos efímeros como el estudiado.

Ese protocolo se ha completado con un procedimiento más amplio de caracterización geomorfológica que ha permitido analizar la cuenca del río Seco a partir de diferentes variables, así como obtener abundante información morfológica y sedimentaria de su cauce, en el que se han diferenciado diez tramos. En efecto, el río Seco ha resultado ser un sistema fluvial efímero con una gran diversidad de litologías, lo que da lugar a variaciones en su comportamiento fluvial y en los procesos hídricos. Esto a su vez hace posible que existan cambios morfológicos en su valle y cauce a lo largo de recorrido, dotándolo de una gran belleza y geodiversidad. Además, el escaso grado de antropización de su cuenca ha permitido que este espacio se conserve en un buen estado ambiental, por lo que se trata de una espacio de gran valor ecológico y de interés científico.

Los resultados obtenidos en el río Seco a partir de los indicadores geomorfológicos medidos -morfología y secciones del cauce, caudal geomórfico y granulometría, morfometría y acorazamiento de sedimentos- son coherentes con esta tipología fluvial y al mismo tiempo resultan muy diversos comparando unos tramos con otros. Por consiguiente, y en espera de nuevos estudios sobre ríos efímeros, puede considerarse al río Seco representativo de los mismos, confirmándose también la elevada geodiversidad interna de este curso fluvial.

También se han trabajado los factores condicionantes del comportamiento hidrológico y se ha caracterizado su funcionamiento normal y en procesos extremos. Los ríos efímeros son sistemas fluviales con una naturaleza torrencial, por lo que presentan un funcionamiento hidrológico temporal que se limita principalmente a los momentos en los que se dan precipitaciones. En ocasiones este comportamiento torrencial puede dar lugar a crecidas de tipo relámpago o *flash floods*, lo que supone un factor de riesgo para los habitantes y núcleos de población.

El río Seco se caracteriza por registrar grandes crecidas, muestra de ello son las evidencias geomorfológicas que podemos encontrar a lo largo de su cauce principal. Los datos hidrológicos y pluviométricos, así como los antecedentes, nos indican que estas grandes crecidas se producen a finales de la primavera y principios del verano, periodo en el que es muy habitual que en este ámbito se produzcan fuertes tormentas de carácter convectivo, capaces de descargar grandes cantidades de precipitación en breves periodos de tiempo, generando crecidas repentinas. El evento del 3 de agosto de 2013 afectó especialmente al núcleo de población de La Hoz de la Vieja. Mediante este estudio se ha intentado hacer un análisis detallado acerca de dicha crecida, así como

evaluar la situación de riesgo de esta población. El riesgo es muy alto, ya que el núcleo se sitúa en un punto de concentración de caudales donde confluyen varios barrancos. Además, existen otros factores como la pendiente, la presencia de litológicas poco permeables en la cabecera o la propia morfología de la cuenca que aumentan la peligrosidad. La acción antrópica y la ocupación de la llanura de inundación han incrementado la exposición y vulnerabilidad de la población ante los posibles episodios de crecida. La escasa frecuencia de estos eventos y la existencia de amplios períodos de retorno pueden dar cierta sensación de falsa seguridad, por lo que es necesario llevar a cabo desde la perspectiva de la ordenación territorial las medidas de gestión pertinente y concienciar a la población del riesgo.

El trabajo, por tanto, puede contribuir a un mejor conocimiento geomorfológico e hidrológico del río Seco en particular y de los ríos efímeros de nuestra región en general, y puede haber resultado útil para definir mejor una situación de riesgo importante y para la puesta en valor de este tipo de cursos, representativos del ámbito mediterráneo, complejos, diversos y ambientalmente valiosos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

*Atlas climático de Aragón*. [En línea]. Gobierno de Aragón, 2016. [Fecha de consulta: 23 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://anciles.aragon.es/AtlasClimatico/tools.htm>

Ballarín, D., Mora, D., Díaz Bea, E., Echeverría, M.T., Ibisate, A., Montorio, R., Ollero, A. y Sánchez Fabre, M. (2006). “Criterios para la valoración hidrogeomorfológica de cursos fluviales. Aplicación en Aragón”. *Geographicalia*, 49, pp. 51-69.

Bombino, G., Denisi, P., Tamburino, V., Zema, D.A. & Zimbone, S.M. (2011). “Sistemazioni ed ecosistemi di fiumara in Calabria: analisi di un caso-studio di valutazione dell’Indice di Funzionalità Fluviale”. Convegno di Medio Termine dell’Associazione Italiana di Ingegneria Agraria.

Bull, L.J. & Kirkby, M.J. (Eds.) (2002). *Dryland rivers. Hydrology and geomorphology of semi-arid channels*. Chichester: Wiley.

Camarasa, A.M. (1995). *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas. Barranco de Carraixet y Rambla del Poyo*. Valencia: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Júcar.

Camarasa, A.M. (2016). “Flash floods in mediterranean ephemeral streams in Valencia region (Spain)”. *Journal of Hydrology* (in press).

Camarasa, A.M. & Segura, F. (2001). “Flood events in Mediterranean ephemeral streams (ramblas) in Valencia region, Spain”. *Catena*, 45, pp. 229-249.

Camarasa, A.M. y Segura, F. (2001). “Las crecidas en ramblas valencianas mediterráneas”. *Estudios Geográficos*, LXII(245), pp. 649-674.

Camarasa, A.M., López García, M.J. y Soriano, J. (2007). “Cartografía de vulnerabilidad frente a inundaciones en llanos mediterráneos. Caso de estudio del barranc de Carraixet y rambla de Poyo”. *Serie Geográfica*, 14, pp. 75-91.

Camarasa, A.M. y Soriano, J. (2008). “Peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundación en ramblas mediterráneas: los llanos de Carraixet y Poyo”. *Cuadernos de Geografía*, 83, pp. 1-26.

Camarasa, A.M. & Soriano, J. (2012). “Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain)”. *Landscape and Urban Planning*, 104, pp. 189–200.

Carcavilla, L., Durán, J.J. y López Martínez, J. (2008). “Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico”. *Geo-Temas*, 10, pp. 1299-1303.

*Cazatormentas*. [En línea]. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.cazatormentas.net/tormenta-severa-en-hoz-de-la-vieja-teruel-3-agosto-2013/>

*Centro de Descargas del CNIG (IGN)*. [En línea]. Instituto Geográfico Nacional, 2016. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Conesa, C. (1987). “Barras de grava en lechos de rambla del Campo de Cartagena (Murcia)”. *Papeles de Geografía (Física)*, 12, pp. 33-45.

Conesa, C. & García Lorenzo, R. (2009). “Bed texture changes caused by check dams on ephemeral channels in mediterranean semiarid environments”. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 52(4), pp. 437-461.

Conesa, C. y García Lorenzo, R. (2010). “Criterios hidromorfológicos para la mejora de la eficiencia de obras de drenaje pequeñas en pasos de carreteras sobre ramblas”. *Papeles de Geografía*, 51-52, pp. 85-94.

Conesa, C. y García Lorenzo, R. (2011). “Factores e índices de peligrosidad de las aguas de avenida en cruces de carreteras con ramblas. Estudio aplicado a la vertiente litoral sur de la región de Murcia”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 57, pp. 195-218.

Conesa, C. & García Lorenzo, R. (2014). “Flood hazard assessment for bridge crossings over ephemeral channels: a case study of the Murcia coast (SE Spain)”. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 40(1), pp. 119-146.

Díaz, E. y Ollero, A. (2005). “Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro”. *Geographicalia*, 47, pp. 23-45.

Domenech, S. (2009). *Peligrosidad de inundaciones del río Sosa (Monzón, Hueca): Modelización, cartografía y propuestas de actuación*. Trabajo fin de diploma, Área de mecánica de fluidos centro politécnico superior, Universidad de Zaragoza.

García García, C. y Martín Vide, J.P. (2001). “Caracterización granulométrica del lecho móvil de un río de gravas efímero: aplicación a un tramo de la riera de Les Arenes”. *Acta Geológica Hispánica*, 36(1-2), pp. 137-147.

García Lorenzo, R. (2010). *Peligrosidad de las aguas de avenidas en los cruces de carreteras con ramblas. Estudio aplicado a la franja costera meridional de la región de Murcia*. Tesis doctoral inédita, Dpto. de Geografía, Universidad de Murcia.

Garzón, G., Ortega, J.A. y Garrote, J. (2009). “Las avenidas torrenciales en cauces efímeros: ramblas y abanicos aluviales”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(3), pp. 264-276

Gómez Cerezo, R. , Hurtado, I. , Vidal-Abarca, M.R. y Suárez, M.L. (2003). "Las ramblas de la región de Murcia: valores naturales, paisajísticos y medidas para su conservación". Sevilla: III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas, Fundación Nueva Cultura del Agua.

Hooke, J.M. (2007). "Monitoring morphological and vegetation changes and flow events in dryland river channels". *Environmental Monitoring and Assessment*, 127, pp. 445-457.

Hooke, J.M. (2016). "Morphological impacts of flow events of varying magnitude on ephemeral channels in a semiarid region". *Geomorphology*, 252, pp. 128-143.

Hooke, J.M. and Mant, J.M. (2000). "Geomorphological impacts of a flood event on ephemeral channels in SE Spain". *Geomorphology*, 34, pp 163-180.

IBERPIX. *Ortofotos y cartografía raster*. [En línea]. Instituto Geográfico Nacional, 2016. [Fecha de consulta: 23 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.ign.es/iberpix2/visor/>

López Bustos, A. (1981). "Tomando el pulso a las grandes crecidas de los ríos peninsulares". *Revista de Obras Públicas*, 3190, pp. 179-192.

Marchamalo, M., Hooke, J.M. & Sandercock, P.J., (2014). "Flow and sediment connectivity in semiarid landscapes in SE Spain: patterns and controls" *Land Degradation and Developpement*, 27(4), pp. 1032-1044.

Marchi, L., Cavalli, M., Amponsah, W., Borga, M. and Crema, S. (2015). "Upper limits of flash flood stream power in Europe". *Geomorphology* (in press).

Mateu, J.F., Burguet, I., Fabregat, C., Nebot, J., Pardo, J. y Viñals, M.J. (1988). "Geomorfología y colonización vegetal en ramblas de zonas calcáreas: el Saltador de la rambla de la Viuda". *Cuadernos de Geografía*, 44, pp. 145-162.

Ollero, A. (2011). "Los cauces fluviales como indicadores de cambio global: propuesta metodológica". *Zubía monográfico*, 23, pp. 187-200.

Ollero, A., Echeverría, M.T., Sánchez Fabre, M., Auría, V., Ballarín, D. y Mora, D. (2004). "Metodología para la tipificación hidromorfológica de los cursos fluviales de Aragón en aplicación de la Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE)". *Geographicalia*, 44, pp. 7-25.

Ollero, A., Ballarín, D., Díaz Bea, E., Mora, D., Sánchez Fabre, M., Acín, V., Echeverría, M.T., Granado, D., Ibisate, A., Sánchez Gil, L. y Sánchez Gil, N. (2007). "Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales". *Geographicalia*, 52, pp. 113-141.

Ollero, A., Ibisate, A., Gonzalo, L.E., Acín, V., Ballarín, D., Díaz, E., Domenech, S., Gimeno, M., Granado, D., Horacio, J., Mora, D. & Sánchez Fabre, M. (2011). "The

IHG index for hydromorphological quality assessment of rivers and streams: updated version". *Limnetica*, 30(2), pp. 255-262.

Ortega, J.A., Garzón, G., García, J.C. y Rodríguez, A. (2009). "Funcionamiento de la rambla de Nogalte (Murcia) durante avenidas. Implicaciones para la cartografía de peligrosidad por riesgo de avenidas. En Romero, M.A., Belmonte, F., Alonso, F. y López Bermúdez, F. (Coords.) *Avances en estudios sobre desertificación: aportaciones al Congreso Internacional sobre Desertificación en memoria del profesor John B. Thorne*, Murcia: Universidad de Murcia, pp. 485-488.

Ortega, J.A., Razola, L. & Garzón, G. 2014, "Recent human impacts and change in dynamics and morphology of ephemeral rivers". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, pp. 713-730.

Pulido, A. (1993). "Las ramblas mediterráneas: condicionantes geomorfológicos e hidrológicos. En Cueto, M. y Pallarés, A. (Eds.) Regeneración de la cubierta vegetal. Las ramblas mediterráneas". *Actas de la V y VI Aula de Ecología*, Almería: Diputación de Almería, Instituto de Estudios Almerienses, pp. 131-140.

Romero, M.A y López Bermúdez, F. (1987). "Morfometria de redes fluviales: revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir". *Papeles de Geografía (Física)*, 16, pp. 47-62.

Royo, J. (2015). *Guía histórico-monumental de Oliete*. Zaragoza: Prames.

Sabato, L. & Tropeano, M. (2004). "Fiumara: a kind of high hazard river". *Physics and Chemistry of the Earth*, 29, pp. 707-715.

Salazar, S.A. (2013). *Metodología para el análisis y la reducción del riesgo de inundaciones: aplicación en la Rambla del Poyo (Valencia) usando medidas de "retención de agua en el territorio*. Tesis doctoral inédita, Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia.

Sánchez Fabre, M. y Ollero, A. (2007) "Caracterización y evaluación ambiental del río Martín y sus afluentes". *Revista de Andorra*, 7, pp. 85-104.

Sanchis, C. & Segura, F. (2014). "Spatial variability of channel changes in a Mediterranean ephemeral stream in the last six decades (1946-2006)". *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 40(1), pp. 89-118.

Sandercock, P.J., Hooke, J.M. & Mant, J.M. (2007). "Vegetation in dryland river channels and its interaction with fluvial processes". *Progress in Physical Geography*, 31(2), pp. 107-129.

Sandercock, P.J. & Hooke, J.M. (2011). "Vegetation effects on sediment connectivity and processes in an ephemeral channel in SE Spain". *Journal of Arid Environments*, 75, pp. 239-254.

Segura, F. (1990). *Las ramblas valencianas. Algunos aspectos de hidrología, geomorfología y sedimentología*. Tesis doctoral, Dpto. de Geografía, Universidad de Valencia.

Segura, F. (2004). “Ramblas y barrancos: los ríos de piedras”. *Mètode*, Universitat de València.

Segura, F. and Sanchis, C. (2013). “Assessment of channel changes in a Mediterranean ephemeral stream since the early twentieth century. The Rambla de Cervera, Eastern Spain”. *Geomorphology*, 201, pp. 199-214.

*Sistema de Información del Anuario de Aforos*. [En línea]. SIG MAGRAMA, 2016. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://sig.magrama.es/aforos/>

*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) - Gestión de los riesgos de inundación - Agua* [En línea]. SIG MAGRAMA, 2016. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://sig.magrama.es/aforos/> at: <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>

Suárez, M.L. y Vidal-Abarca, M.R. (2007). “Un índice para valorar el estado de conservación de las ramblas mediterráneas (Indice de Alteración de Ramblas = IAR)”. *Tecnología del Agua*, 293, pp. 67-78.

Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Navarro, I., Gómez Cerezo, R. y López Bermúdez, F. (2010). “Los Arroyos de Baja California Sur (Méjico) caracterización ambiental y aplicación de un índice de estado de alteración (IAR)”. *Cuaternario y Geomorfología*, 24(1-2), pp. 63-77.

Sutfin, N.A. (2013). *A geomorphic classification of ephemeral streams in arid regions*. Master Thesis, Dpt. of Geosciences, Colorado State University, Fort Collins.

Sutfin, N.A., Shaw, J., Wohl, E.E. & Cooper, D. (2014). “A geomorphic classification of ephemeral channels in a mountainous, arid region, southwestern Arizona, USA”. *Geomorphology*, 221, pp. 164-175.

Thompson, C.J. & Croke, J. (2013) “Geomorphic effects, flood power, and channel competence of a catastrophic flood in confined and unconfined reaches of the upper Lockyer valley, southeast Queensland, Australia”. *Geomorphology*, 197, pp. 156-169.

Tooth, S. (2000). “Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research”. *Earth-Science Reviews*, 51, pp. 67-107.

Urquiaga, R., Martín, S. y González, E. (2015). *Reservas Naturales Fluviales. Propuesta de nuevas reservas naturales fluviales en la cuenca del Segura*. Madrid: Ecologistas en Acción.

Vidal-Abarca, M.R., Esteve, M.A. y Suárez, M.L. (Coord.) (2003) *Humedales y ramblas de la región de Murcia*. Murcia: C.A. Región de Murcia.

Vidal-Abarca, M.R. y Suárez, M.L. (2006) “Los caminos del agua en el ámbito mediterráneo semiárido: un estudio ecológico-ambiental de las ramblas del Sureste Ibérico”. Faro: V Congreso Ibérico Gestión y Planificación del Agua, Fundación Nueva Cultura del Agua.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1:

#### **CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS**

##### Obtención de datos hidrológicos básicos

RÉGIMEN DE TEMPORALIDAD DEL FLUJO	
<i>Río Efímero</i>	
<i>Río intermitente o fuertemente estacional</i>	
<i>Río temporal o estacional</i>	
<i>Río permanente</i>	

RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES	
<i>Glacial</i>	
<i>Nival</i>	
<i>Nivo-pluvial</i>	
<i>Pluvio-nival</i>	
<i>Pluvial oceánico</i>	
<i>Pluvial mediterráneo</i>	

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL en m <sup>3</sup> /s (CAUMAX)						
Tiempo (T)	2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
<i>Caudal</i>						
<b>OBSERVACIONES</b>						

## CONEXIÓN CON MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS

Conclusiones a la caracterización de la conexión con masas de aguas subterráneas

CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN CON MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		
GRADO DE CONEXIÓN		
<i>Sin conexión</i>		
<i>Con conexión temporal</i>		
<i>Con alto grado de conexión</i>		
CARACTERIZACIÓN DE LA CONEXIÓN		
<i>Distribución espacial</i>		
<i>Continuidad o discontinuidad de la conexión</i>		
<i>Sentido (perdidas/ganancias)</i>		
GRADO DE ALTERACIÓN		
<i>Sin alteración</i>	<b>No hay conexión significativa</b>	
	<b>Los niveles del acuífero no están alterados significativamente</b>	
	<b>No hay alteraciones significativas en la morfología del cauce que impida su conexión</b>	
<i>Con alteración parcial</i>		<b>En determinadas partes de la masa de agua o épocas del año existe determinada alteración en la conexión natural</b>
<i>Con alteración significativa</i>	<b>Los niveles del acuífero están alterados significativamente</b>	
	<b>Hay alteraciones significativas en la morfología del cauce</b>	

## POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Fuentes de generación de sedimentos

ACTIVIDADES QUE GENERAN EXCESO DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: USOS DEL SUELO E INCENDIOS FORESTALES					
<i>Los usos del suelo en la cuenca y su tipología generan erosión y perdidas de suelo</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	
<i>El grado de afección por incendios forestales en la cuenca de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy bajo</i>	

## Fuentes de generación de déficits de sedimentos

*Retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: RETENCIÓN O DESCONEXIÓN DE SEDIMENTOS EN LADERAS Y AFLUENTES					
<i>Existencia de retenciones en la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	
<i>Existencia de retenciones en la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	

*Extracciones de áridos*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: EXTRACCIONES DE ÁRIDOS					
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	
<i>Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nula</i>	

*Azudes dentro de la masa de agua*

ACTIVIDADES QUE GENERAN DÉFICIT DE SEDIMENTOS EN LA CUENCA: AZUDES DENTRO DE LA MASA DE AGUA					
<i>Distancia media entre azudes (km)</i>					
<i>Nº de azudes colmatados</i>					
<i>Nº de azudes no colmatados</i>					
<i>Grado de afección de los azudes en el transporte de sedimentos</i>	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Nulo</i>	

## VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

**Tipo de fondo de valle**

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE	
<i>Confinado</i>	
<i>Con llanura de inundación estrecha y discontinua</i>	
<i>Con llanura de inundación amplia</i>	

## Tipo morfológicos en planta

VARIABLES CARACTERÍSTICAS			
Pendiente del cauce (m/m)		Caudal crecida ordinaria (m <sup>3</sup> /s)	
VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y LA ANCHURA: TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA			
TIPOS MORFOLÓGICOS		<i>Estado natural o referencia</i>	<i>Estado actual</i>
		<i>Longitud de la masa de agua (km)</i>	<i>Porcentaje de longitud la masa de agua</i>
<i>Recto</i>			
<i>Sinuoso</i>			
<i>Meandriforme</i>			
<i>Divagante</i>			
<i>Trenzado</i>			
<i>Anastomosado</i>			
<i>Rambla</i>			
<i>Otro (especificar)</i>			
<i>Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua</i>			
<b>TIPOLOGIA GENERAL</b> <b>ROSGEN (1996)</b>			

## Tramos modificados por acciones directas en el cauce

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS		
<i>Tipo de modificación</i>	<i>Longitud total del tramo modificado (km)</i>	<i>Porcentaje sobre la longitud de la masa de agua (%)</i>
<i>Desviado</i>		
<i>Acortado</i>		
<i>Simplificado</i>		
<i>Canalizado</i>		
<i>Modificación total</i>		
<b>OBSERVACIONES</b>		

## Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA: CAMBIO DE TIPO MORFOLÓGICO EN PLANTA		
<b>NO</b>		
<b>SI</b>	<b>Causas</b>	<i>Regulación por embalse</i>
		<i>Cambios en cuenca</i>
		<i>Acción directa</i>
		<i>No identificada</i>

## Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce

*Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OCUPACIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la margen del río urbanizada en la llanura de inundación (km)</i>			
<i>Porcentaje de longitud de la margen urbanizada (%)</i>			
<i>Longitud de la margen del río con vías de comunicación en llanura de inundación (km)</i>			
<i>Porcentaje de la longitud de la margen del río con vías de comunicación en la llanura de inundación (%)</i>			
<i>Longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (km)</i>			
<i>Porcentaje de longitud de otros elementos (rellenos, terraplenes, motas, etc..) en la llanura de inundación (%)</i>			
<i>Longitud total afectada (km)</i>			
<i>Porcentaje total de longitud afectada (%)</i>			

*Estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones...) y diques o motas en la ribera del cauce*

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS EN LAS RIBERAS			
	Margen izquierda	Margen derecha	Valor global del tramo de estudio
<i>Longitud de la masa con escolleras, muros y/o gaviones (km)</i>			
<i>Porcentaje de longitud de la masa de agua urbanizada (%)</i>			
<i>Longitud de la masa de agua con diques o motas en la ribera del cauce (km)</i>			
<i>Porcentaje de la longitud de la masa de agua con diques o motas en las riberas del cauce (%)</i>			

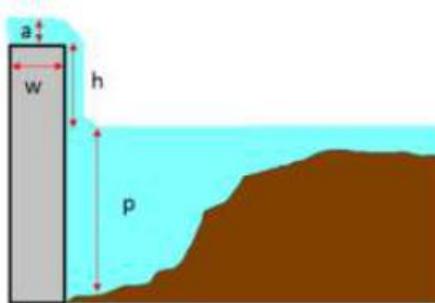
## Remansos por azudes y otros elementos y estructuras

OTRAS ACTUACIONES ANTRÓPICAS: OTRAS ESTRUCTURAS	
<i>Número de elementos transversales que afectan a la anchura y/o profundidad de la masa de agua</i>	
<i>Número de otros elementos por kilómetro</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	

## CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	

SALTO VERTICAL	
<i>Altura del salto (h)</i>	
<i>Profundidad de la poza de remonte (p)</i>	
<i>Anchura en coronación (w)</i>	
<i>Altura de la lámina en coronación (a)</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	



Variables para obstáculos de salto vertical

## CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LA MASA DE AGUA	
<i>Nº de obstáculos en la masa de agua</i>	
<i>Distancia media entre obstáculos</i>	
<b>OBSERVACIONES</b>	

## **SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO**

<b>SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL TRAMO DE MUESTREO</b>	
<i>Nombre de la masa de agua</i>	
<i>Nombre del tramo</i>	
<i>Localización del tramo</i>	
<i>Coordenadas UTM punto de inicio</i>	
<i>Coordenadas UTM punto de fin</i>	

## **ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO**

### **Tipo de sustrato**

<b>ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TIPO DE SUSTRATO</b>	
<i>En roca</i>	
<i>Aluvial</i>	
<i>Mixto</i>	

### **Tipo de sedimento**

#### *Tamaño dominante del sedimento*

<b>RÉGIMEN SEGÚN EL ORIGEN DE LAS APORTACIONES</b>	
<i>Sin sedimentos</i>	<b>Si el cauce es en roca no se observan sedimento superficiales</b>
<i>Bloques</i>	<b>Más de 25,6 cm</b>
<i>Cantos</i>	<b>De 6,4 cm a 25,6 cm</b>
<i>Gravas</i>	<b>De 2 mm a 64 mm</b>
<i>Arenas</i>	<b>De 0,063 mm a 2 mm</b>
<i>Limos y arcillas</i>	<b>Menos de 0,063 mm</b>
<b>OBSERVACIONES</b>	

#### *Clasificación de sedimentos*

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS</b>	
<i>Efectiva</i>	<b>Los sedimentos se muestran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas</b>
<i>Limitada</i>	<b>Falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos</b>
<i>Nula</i>	<b>Fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros</b>

### Tipo de estructura longitudinal

<i>Salto/poza</i>	
<i>Rápido/poza</i>	
<i>Rápido/remanso</i>	
<i>Rápido continuo</i>	
<i>Grada</i>	
<i>Rampa</i>	
<i>Tabla</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Modificada</i>	

### Formas naturales del lecho

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: PRESENCIA DE DIVERSAS FORMAS DEL LECHO	
<i>Barra lateral</i>	
<i>Barra de meandro</i>	
<i>Barra longitudinal</i>	
<i>Isla</i>	
<i>Canal secundario</i>	
<i>Canal de crecida</i>	
<i>Surco</i>	
<i>Brazo ciego</i>	
<i>Cauce abandonado</i>	
<i>Otra (especificar)</i>	
<i>Sin formas naturales</i>	

### Movilidad de sedimentos

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: MOVILIDAD DE SEDIMENTOS		
<i>Efectiva</i>		El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o esta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos
<i>Limitada</i>		El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada
<i>Nula</i>		El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubiertos de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación

### Síntomas de dinámica vertical acelerada

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA	
<i>No hay síntomas</i>	
<i>Altura media de los taludes del cauce (m)</i>	
<i>Accesibilidad de las orillas al cauce</i>	
<i>Grado de conexión transversal del cauce</i>	
<i>Hay síntomas de incisión</i>	
<i>Hay síntomas de acreción</i>	

**Actuaciones humanas que generen alteraciones en la estructura y sustrato del lecho**

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	
<i>Remociones, extracciones de áridos y dragados</i>	
<i>Azudes y otras estructuras de fondo</i>	

**ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA**

**Ríos sin ribera definida**

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA						
<i>Anchura cauce activo (m)</i>		<i>Longitud del tramo de muestreo (m)</i>				
<i>Ancho medio (m) de la ribera topográfica (relativa al valle)</i>						
<i>Estructura de la vegetación de ribera y calidad del hábitat y dimensiones de la zona ribereña</i>	<i>Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o uso humanos del suelo</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>
<i>Composición específica de la vegetación de ribera</i>	<i>Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas</i>	<i>Muy baja &lt;30%</i>	<i>Baja 30-50%</i>	<i>Moderada 50-70%</i>	<i>Alta 70-90%</i>	<i>Muy alta &gt;90%</i>