

Trabajo Fin de Máster

PLAN DE RESTAURACIÓN DEL RÍO SERPIS Y SUS RIBERAS, TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS AZUDES “L’INFERN” Y “EN CARRÒS”. TT.MM. LORCHA (ALICANTE) Y VILLALONGA (VALENCIA)

Intensificación: *HIDRÁULICA URBANA*

Autora:

KATHERINE ELIZABETH CARRANZA ALCALDE

Tutor:

DR. JOSÉ ANDRÉS TORRENT BRAVO

Septiembre, 2017



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

máster en ingeniería
hidráulica y medio ambiente
mihma

Resumen del Trabajo de Fin de Máster

Datos del proyecto

Título del TFM en español: PLAN DE RESTAURACIÓN DEL RÍO SERPIS Y SUS RIBERAS, TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS AZUDES “L’INFERN” Y “EN CARRÒS”. TT.MM. LORCHA (ALICANTE) Y VILLALONGA (VALENCIA)

Título del TFM en Valenciano: PLA DE RESTAURACIÓ DEL RIU SERPIS I ELS SEUS RIBERES, TRAM COMPRES ENTRE ELS ASSUTS "L'INFERN" I "EN CARRÒS". TT.MM. LORCHA (ALACANT) I VILLALONGA (VALÈNCIA).

Título del TFM en inglés: RESTORATION PLAN OF THE SERPIS RIVER AND ITS RIBERAS, TRAM INCLUDED BETWEEN THE AZUDES "INFERN" AND "IN CARRÒS". TT.MM. LORCHA (ALICANTE) AND VILLALONGA (VALENCIA)

Alumno: KATHERINE ELIZABETH CARRANZA ALCALDE

Tutor: DR. JOSÉ ANDRÉS TORRENT BRAVO

Fecha de Lectura: SEPTIEMBRE 2017

Resumen

En español (máximo 5000 caracteres)

RESUMEN

La preocupación por los recursos hídricos se remonta a la antigüedad, debido a su fundamental importancia en desarrollo humano y productivo de la población. Dentro de estas actividades el uso del agua para la agricultura destaca por el gran consumo que implica, así como por las grandes infraestructuras hidráulicas como embalses, azudes, canales, etc., que han sido necesarias para su adecuada gestión. Estas estructuras hidráulicas y las diferentes actividades humanas desarrolladas en el entorno de los ríos y su ribera han provocado una notable transformación de la morfología y dinámica fluvial de los mismos.

La Directiva Marco del Agua de la Unión Europea ha establecido como principal objetivo alcanzar un buen estado ecológico de las masas de agua superficial y subterránea, utilizando como herramienta fundamental los planes hidrológicos de cada demarcación hidrográfica. En este sentido, el presente Proyecto Final de Grado tiene como objetivo desarrollar un Plan de Conservación del río Serpis y su Ribera, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”. La naturalización y el buen estado ecológico de este tramo están contemplados dentro del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). No obstante, si bien los indicadores biológicos y fisicoquímicos demuestran la existencia de presiones antrópicas tanto morfológicas como puntuales, hasta la actualidad no existe ningún tipo de actuación sobre esta masa de agua.

Para mejorar y devolver el buen estado este tramo de estudio del río Serpis el presente proyecto plantea diversas actuaciones de envergadura, como son el establecimiento de un régimen de caudales ecológico circulante; la eliminación de especies invasoras vegetales; la revegetación de la ribera y su llanura de inundación; la recuperación de la conectividad longitudinal mediante la permeabilización de azudes; y la recuperación del patrimonio histórico e industrial, entre otras.

Con todas estas actuaciones se procura la eliminación de las presiones que ponen en riesgo el buen estado del río Serpis, hasta conseguir su completa naturalización y correcto funcionamiento.

En valenciano (máximo 5000 caracteres)

RESUM

La preocupació pels recursos hídrics es remunta a l'antiguitat, per la seva fonamental importància en el desenvolupament humà i productiu de la població. Entre els diversos usos de l'aigua, les activitats agrícoles destaquen pel gran consum que impliquen, així com per les grans infraestructures hidràuliques com embassaments, assuts, canals, etc., que han estat necessàries per a la seva adequada gestió. Aquestes estructures hidràuliques i les diferents activitats humanes desenvolupades en l'entorn dels rius i les seves riberes han provocat una notable transformació de la morfologia i dinàmica fluvial dels mateixos.

La Directiva Marc de l'Aigua de la Unió Europea ha establert com a principal objectiu aconseguir un bon estat ecològic de les masses d'aigua superficial i subterrània, utilitzant com a eina fonamental els plans hidrològics de cada demarcació hidrogràfica. En aquest sentit, el present Projecte Final de Grau té com a objectiu desenvolupar un Pla de Conservació del riu Serpis i la seva ribera, en el tram comprès entre els assuts "l'Infern" i "En Carròs". La naturalització i el bon estat ecològic d'aquest tram estan contemplats dins del Pla Hidrològic de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer. No obstant això, si bé els indicadors biològics i fisicoquímics demostren l'existència de pressions antròpiques tant morfològiques com puntuals, fins ara no existeix cap tipus d'actuació sobre aquesta massa d'aigua.

Per millorar i tornar el bon estat a aquest tram d'estudi del riu Serpis el present projecte planteja diverses actuacions d'envergadura, com són l'establiment d'un règim de cabals ecològics circulants; la millora de la qualitat de l'aigua; l'eliminació d'espècies invasores vegetals; la revegetació de la ribera i la seva plana d'inundació; i la recuperació de la connectivitat longitudinal, mitjançant la permeabilització d'assuts i de la recuperació del patrimoni històric i industrial, entre d'altres.

Amb totes aquestes actuacions es procura l'eliminació de les pressions que posen en risc el bon estat del riu Serpis, fins a aconseguir la seva completa naturalització i correcte funcionament.

En inglés (máximo 5000 caracteres)

SUMMARY

The concern for water resources goes back to antiquity, due to its fundamental importance in Human and Productive Development. Within these activities the use of water for agriculture stands out for the great consumption that it implies, as well as for the great hydraulic infrastructures like the reservoirs, weirs, channels, etc. These hydraulic structures and the different human activities developed in the surroundings of the rivers and their banks have caused a remarkable transformation of their fluvial morphology and dynamics.

The Water Framework Directive of the European Union has established as its main objective to achieve good ecological status of surface and underground water, using the hydrological plans of each hydrographic demarcation as a fundamental tool. In this sense, this Project aims to develop a Conservation Plan for the Serpis River and its Bank, a stretch between the weirs called "l'Infern" and "En Carròs". The naturalization and good ecological status of this section are contemplated within the Hydrological Plan of the Júcar Hydrographic Confederation. However, although the biological and physicochemical indicators show the existence of anthropic pressures, both morphological and punctual, so far there has been no type of action implemented in this area.

In order to improve and restore the good condition of the Serpis river, the project presents several important actions, such as the establishment of a circulating ecological flow regime; the improvement of water quality; the elimination of invasive plant species; the revegetation of the riverbank and its floodplain; and the recovery of the longitudinal connectivity, through the permeabilization of weirs and the recovery of historical and industrial heritage, among others.

With all these actions the pressures that put at risk the good condition of the river Serpis should be eliminated, thus obtaining its complete naturalization and correct operation.

Palabras clave español (máximo 5): Caudales ecológicos, presiones, revegetación, biodiversidad, patrimonio.

Palabras clave valenciano (máximo 5): Cabals ecològics, pressions, revegetació, biodiversitat, patrimoni.

Palabras clave inglés (máximo 5): Ecological flows, pressures, revegetation, biodiversity, heritage.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	1
II.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
III.	ESTUDIO DEL ENTORNO	7
3.1	Características geográficas del río Serpis	7
3.2	Análisis de la cuenca vertiente	8
3.3	Análisis del medio social.....	16
3.4	Usos del agua.....	18
IV.	ESTUDIO DEL SISTEMA FLUVIAL.....	21
4.1	Características hidrológicas	21
4.2	Calidad del agua.....	23
4.3	Régimen de caudales.....	31
4.4	Morfología y dinámica del río.....	46
4.5	Alteraciones morfológicas	52
4.6	Estudio de las riberas.....	56
4.7	Características biológicas	62
4.8	Valor paisajístico del Serpis	66
V.	EVALUACIÓN DEL ESTADO Y COMPORTAMIENTO DEL RÍO. DIAGNÓSTICO DE SU PROBLEMÁTICA.	69
5.1	Régimen de caudales.....	69
5.2	Procesos fluviales	70
5.3	Calidad del agua.....	71
5.4	Vegetación de la ribera y de las orillas	71
5.5	Biodiversidad de la fauna acuática	71
5.6	Paisaje fluvial	72

VI. INGENIERIA DEL PROYECTO	73
6.1 Régimen de caudales	73
6.2 Procesos fluviales	83
6.3 Calidad del agua.....	83
6.4 Vegetación de la ribera y las orillas	83
6.5 Biodiversidad de la fauna acuática	96
6.6 Paisaje fluvial	99
6.7 Cronograma y presupuesto	103
VII. CONCLUSIONES	105
VIII. BIBLIOGRAFÍA	107
IX. ANEXOS	113
Anexo 1. Datos estación de aforo Beniarrés-8007 y Villalonga-8071.....	113
Anexo 2. Superficies regadas por la comunidad de regantes de la Safor.....	119
Anexo 3. Fichas de azudes.....	120
Anexo 4. Catálogo de flora.	129
Anexo 5. Catálogo de fauna	133
Anexo 6. Métodos para la eliminación de la caña común	138
Anexo 7. Permeabilización de estructuras transversales	143
Anexo 8. Ruta verde del Serpis-recorrido a pie.	146
Anexo 9. Restos del Patrimonio Histórico e Industrial.....	148

I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El presente Proyecto de Fin de Master se propone la restauración de un tramo del cauce del río Serpis y sus riberas, entendiendo ésta como la recuperación del sistema fluvial a partir de la eliminación de las presiones o alteraciones que degradan el río, hasta alcanzar un funcionamiento natural y autosostenible.

La relevancia de este proyecto se basa en la mejora de las condiciones ecológicas de un tramo del sistema fluvial del Serpis, entre el azud de Canals Alts y el azud de En Carròs, de 13.1 km de longitud, entre los municipios de Lorcha y Villalonga, que tiene un alto valor por la variedad de hábitats y de especies de flora y fauna que alberga, los elementos arquitectónicos de gran valor histórico vinculados al paisaje, su alto potencial turístico, etc. Además, todo el tramo guarda uniformidad en sus aspectos físicos más relevantes, permitiendo un análisis completo y adecuado del mismo.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha manifestado su preocupación por las masas de agua fluviales, a través de una nueva política hídrica basada en la gestión eficaz y sostenible de los recursos. Siguiendo las exigencias de la Directiva Marco de Agua, aprobada en diciembre de 2000, este ministerio ha impulsado la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, en la que se han identificado 10 tramos de ríos de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) que necesitan un proyecto de restauración, entre los que se encuentra el tramo de estudio.

Debido a las condiciones de la sociedad actual, que antepone las necesidades económicas a las necesidades de los ecosistemas naturales, con frecuencia la restauración es un objetivo muy difícil de plantear. Por esta razón se plantea una restauración basada en objetivos concretos y factibles que responda a criterios de naturalidad y minimización de los impactos ambientales, para lograr aproximarse a un estado aceptable de nuestro ecosistema. Así, se pretende cumplir con el deber moral de conservar y mejorar nuestro entorno para las futuras generaciones.

En el marco de la metodología empleada en este trabajo, se plantea el análisis y diagnóstico del sistema fluvial con la finalidad de poder evaluar el estado y el comportamiento del río, identificando las alteraciones más relevantes en el tramo de estudio y las presiones que las

producen como son: la regularización del régimen de caudales, la introducción de especies de vegetación invasoras, la pérdida de biodiversidad en el bosque de ribera, las alteraciones morfológicas y la pérdida de conectividad fluvial.

Tras este análisis, se plantean y analizan las posibles actuaciones que deberían llevarse a cabo para la eliminación de presiones, contribuyendo así a recobrar su funcionamiento como ecosistema fluvial y a recuperar de su buen estado ecológico. Debido a la complejidad de la estructura de cada componente del río y a la funcionalidad que permite la interrelación entre estos, la restauración del río y su riberas debe ser una acción multidisciplinar que demanda un mayor conocimiento en algunos aspectos, por lo que en algunos casos se requiere de proyectos específicos para cada presión y su eliminación.

Además, el tiempo es un factor relevante para conseguir la restauración, al necesitarse periodos largos para poder visualizar los resultados. Por ejemplo, en el caso de la vegetación, un proceso de revegetación natural del río, las orillas del cauce y sus riberas, necesitaría periodos muy prolongados para lograr la regulación de las comunidades vegetales. En este sentido, en el presente trabajo se plantea la aceleración del proceso de revegetación con plantaciones en las riberas y las orillas del cauce, lo cual contribuirá a embellecer la estética del paisaje, a acelerar la colonización vegetal, e incluso a estabilizar márgenes en un período de tiempo mucho más corto.

El presente documento se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta el objetivo principal que se pretende conseguir a largo plazo y un conjunto de objetivos secundarios, más inmediatos, fundamentales para lograrlo; en la Sección 3 se describen las características físicas del sistema fluvial y las características socioeconómicas del entorno; en la Sección 4 se exponen los factores más importantes de la estructura y funcionamiento del sistema fluvial, como condiciones hidrológicas, régimen de caudales, morfología y dinámica del río, estudio de las riberas y la fauna acuática; en la Sección 5 se evalúa el estado actual y comportamiento del tramo de estudio, de acuerdo a las observaciones hechas en campo y del análisis realizado en las secciones anteriores, identificando la problemática existente en cuanto a estructura y funcionamiento; en la Sección 6 se describe la ingeniería del proyecto, que constituye el desarrollo formal de las soluciones propuestas para resolver los problemas

detectados en el tramo de estudio; y finalmente en la Sección 7 se presentan las conclusiones a las que se han llegado con la realización del presente trabajo.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

II. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal es la restauración del río Serpis y su ribera, en el tramo de estudio descrito en el apartado anterior, mediante el establecimiento de un plan de actuaciones que procurarán la eliminación de las presiones que ponen en riesgo el buen estado del río, hasta conseguir su completa naturalización y correcto funcionamiento, en línea con lo establecido en la Directiva Marco del Agua.

Para lograr este objetivo principal, se establece un conjunto de objetivos secundarios que resultan de fundamental importancia:

- Establecimiento de un régimen de caudales ecológicos circulante que sea capaz de mantener el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial.
- Eliminación de especies alóctonas o invasoras con el propósito de recuperar la biodiversidad de la vegetación riparia.
- Conservación del equilibrio y estabilidad del cauce controlando la erosión de los taludes mediante la revegetación de la ribera y su llanura de inundación.
- Fortalecimiento del desarrollo del bosque de ribera.
- Recuperación de la conectividad longitudinal mediante la permeabilización de azudes.
- Recuperación y conservación del patrimonio histórico e industrial.
- Promoción del uso social y recreativo del ecosistema del Serpis que asegure un comportamiento respetuoso con el medio.

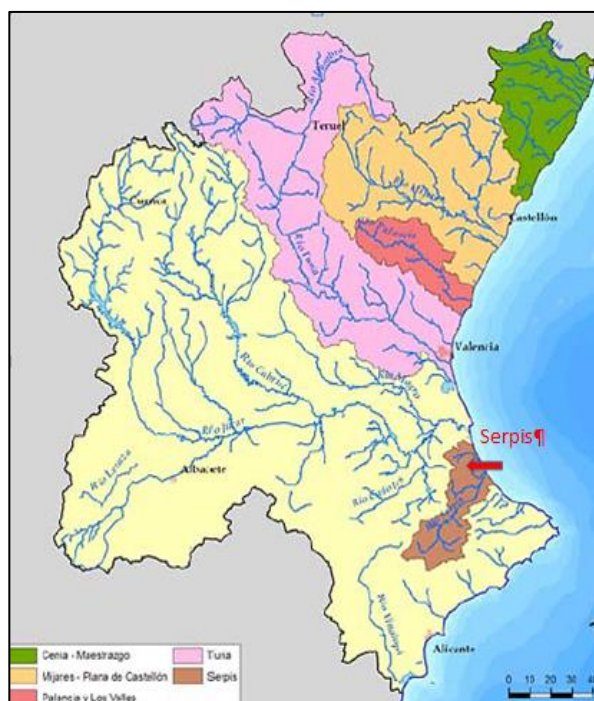
Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

III. ESTUDIO DEL ENTORNO

El estudio del entorno está dado por las características geográficas del río, su cuenca vertiente, el medio social y el uso del recurso hídrico. A continuación se describen cada uno de ellos.

3.1 Características geográficas del río Serpis

Entre las principales características geográficas del río Serpis podemos destacar que pertenece a la CHJ. El río Serpis es un río que desemboca sus aguas en el mar Mediterráneo, pertenece a las provincias de Alicante y Valencia, en la Comunidad Valenciana, en el sureste de España. A continuación se presentan las características geográficas de mayor relevancia.



Mapa 1. Ubicación geográfica de río Serpis España.
Fuente: (CHJ, 2014)



Mapa 2. Río Serpis y sus principales afluentes.
Fuente: Wikipedia



Fotografía 1. El río Serpis.
Tomada el 03-07-2015

- Municipio: **Gandía**
- Comarca: **Gandía**
- Provincia: **Valencia**
- CCAA: **Comunidad Valenciana**
- Superficie de la cuenca: **752. 8 Km²**
- Longitud del río : **74.5 km**
- Caudal medio del rio: **2.5 m3/s**
- Latitud en grados decimales: **38.983**
- Longitud en grados decimales: **-0.15**

- Huso UTM: **30**
- Coordenada X UTM Huso 30: **746877**
- Coordenada Y UTM Huso 30: **4318864**
- Cuadrícula UTM: **YJ41**
- Latitud:**38° 59' 00''**
- Longitud:**00° 9' 00''**
- Código Ine: **46131**
- Hoja del MTN 1:50000 : **796**

3.2 Análisis de la cuenca vertiente

Entre las principales características de la cuenca vertiente consideramos la climatología; la geología y suelos; la vegetación de la ribera y los diferentes usos del suelo; y por último la red de drenaje. Estas características nos permitirán determinar el trazado del río, sus caudales y la extensión de su cuenca.

3.2.1 Climatología

En esta sección se presenta el análisis de temperatura, humedad y precipitaciones del tramo de estudio. Para ello se ha utilizado la base de datos de la estación meteorológica de Gandía por ser la más próxima. Esta estación meteorológica ha registrado datos desde 2009.

Temperatura y humedad

El tramo de estudio pertenece a la región de clima mediterráneo, destacando periodos fríos poco frecuentes y de escasa intensidad. Las temperaturas medias mensuales varían desde los 11.2 °C registrados en el mes de enero hasta los 26.1°C en el mes de agosto, con un promedio de temperaturas medias anuales de 17.95 °C.

Las temperaturas más elevadas se dan durante el verano, con una máxima de 30,9°C en el mes de agosto, mientras que las temperaturas más bajas corresponden al periodo de invierno con una mínima de 6.4 °C en el mes de enero.

Tanto en verano como en invierno la humedad es alta, alcanzado valores del 70% o superiores, salvo cuando se producen periodos de viento este que reducen la humedad por debajo del 40%. El episodio de humedad más alto registrado fue del 99%, el 15 de marzo de 2016.

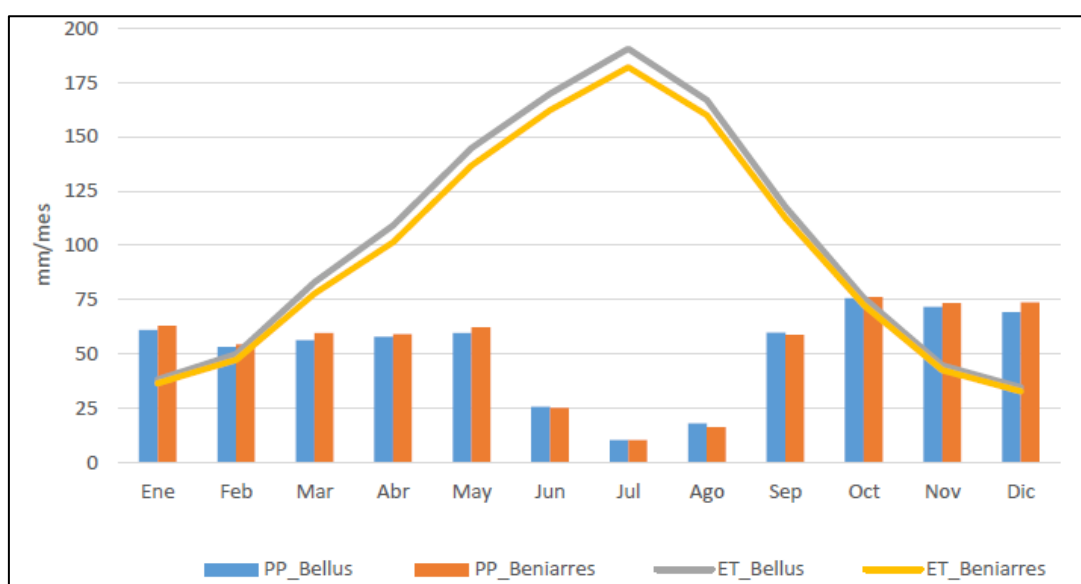
Tabla 1. Temperaturas registradas, serie 2009-2017.
 Fuente: <https://es.climate-data.org/location/659430/>

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.2	11.3	13.7	15.9	18.8	22.5	25.2	28.1	23.4	19.6	15.4	12.3
Temperatura mín. (°C)	6.4	6.7	8.5	10.8	13.7	17.5	20.1	21.4	18.3	14.7	10.6	7.6
Temperatura máx. (°C)	16	16	19	21.1	24	27.5	30.4	30.9	28.5	24.5	20.2	17.1
Temperatura media (°F)	52.2	52.3	56.7	60.6	65.8	72.5	77.4	79.0	74.1	67.3	59.7	54.1
Temperatura mín. (°F)	43.5	44.1	47.3	51.4	56.7	63.5	68.2	70.5	64.9	58.5	51.1	45.7
Temperatura máx. (°F)	60.8	60.8	66.2	70.0	75.2	81.5	86.7	87.6	83.3	76.1	68.4	62.8

Precipitaciones y evapotranspiración

Las precipitaciones son escasas e irregulares, se dan con mayor intensidad durante el otoño donde se han registrado episodios de lluvias torrenciales denominado “gota fría”. El periodo más seco se da durante el verano debido a los escasos de precipitaciones, durante los meses de julio y agosto.

Los datos de precipitación y evapotranspiración según (Rios, 2017), están basados en la información meteorológica del proyecto Spain02v4 (que es la última versión del proyecto *Sain02*, desarrollado por la universidad de Cantabria). Es una base de datos diaria de precipitación y temperatura máxima, mínima y media interpolada, con una serie registrada desde el año 1971 hasta el 2007.



Gráfica 1. De precipitaciones y evapotranspiración media mensual de la serie SPAIN02V4, en las cuencas de los embalses Bellús y Beniarrés, periodo 1971-2007. Fuente: (Rios, 2017)

En la Gráfica 1 se observa que la evapotranspiración promedio mensual máxima, se da en el mes de julio con un valor aproximado de 180 mm/mes en la cuenca del embalse Beniarrés, la precipitación máxima es de 75 mm/mes y se da en el mes de octubre, la precipitación y mínima es de 10 mm/mes y se da en el mes de julio. Además, de la estación de Gandia tenemos los datos de precipitaciones más importantes registrados, ver Tabla 2.

Tabla 2. Precipitaciones registradas, serie 2009-2017
Fuente: <https://es.climate-data.org/location/659430/>

Descripción	Precipitación	Fecha
Tasa más alta de precipitaciones	230.4 mm/hr	6:16hrs, el 10 marzo 2017
Precipitación más alta en una hora	47.4 mm	0:27 hrs, el 07 octubre 2012
Precipitación más alta en un día	84.9 mm	el 12 octubre 2012
Precipitación más alta en un mes	217.2 mm	el septiembre 2015
Periodo seco más largo	51 días	el 09 agosto 2010
Periodo de lluvia más largo	8 días	el 25 marzo 2015

Sequías

En los últimos 3 años el río Serpis está viviendo la peor sequía de los últimos 25 años, con un déficit de lluvias superior al 50% y con unas previsiones de escasez pluviométrica muy poco optimistas, lo que empeoraría aún más la ya alarmante situación actual.

En este contexto, en 2015 la CHJ decretó la situación de «Emergencia por Sequía» en los sistemas de explotación del río Serpis (l'Alcoià, el Comtat y la Safor) y la Marina Baja, por lo que se aplicaron restricciones para el riego, así como el mantenimiento de un caudal ecológico y un nivel mínimo en el embalse de Beniarrés de 0.5 Hm³ para procurar la supervivencia de la fauna piscícola.

Dado que el caudal circulante en el tramo de estudio está en función de las sueltas de agua que realiza el embalse, es importante destacar que hasta el 2012 el volumen promedio de almacenamiento en esta estructura ha sido de 15.48 Hm³, correspondiente al 57.32% del volumen total. No obstante, debido a la ausencia de precipitaciones en septiembre del 2016 el embalse llegó a un nivel de almacenamiento del 15%, con los niveles más bajos desde 1964, provocando situaciones de emergencia en los que se ha tenido que llevar a cabo la recolecciones de especies piscícolas como anguilas, barbos, carpa común entre otras especies, con la finalidad de llevarlas aguas arriba y ponerlas a salvo.

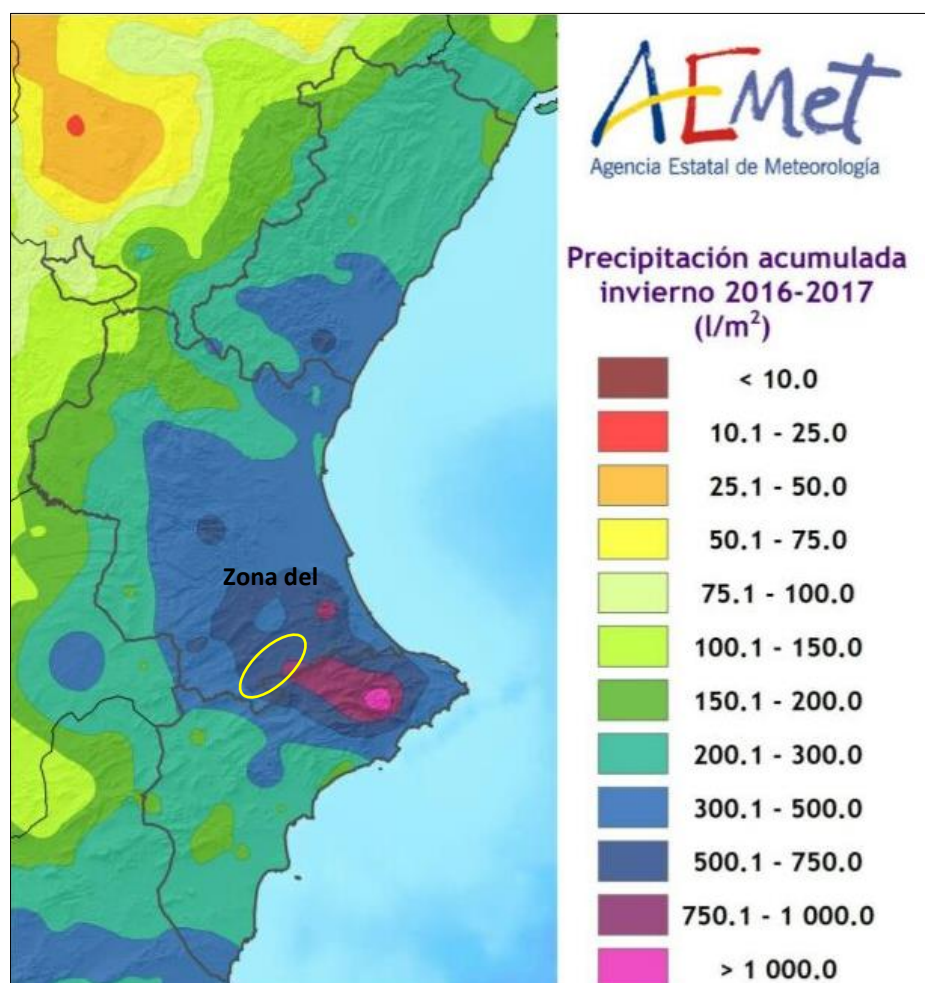


Fotografía 2. Voluntarios recogiendo peces de un de las charcas del río. Fuente:
<http://www.diarioinformacion.com/alcoy/2016/09/17/salvan-miles-peces-morir-sequia/1806579.html#>

Cabe destacar que las cuencas del Serpis y la Marina Baixa son las únicas de toda la demarcación del Júcar y del conjunto de la Comunidad Valenciana que se encuentran en Alerta Máxima desde 2015.

Crecidas

Si bien destaca la precaria situación del río debido a la falta de agua, cabe destacar que los riesgos de crecida y desborde permanecen. Como prueba de ello encontramos la situación vivida en el mes de diciembre de 2016, después de la alerta de emergencia por sequía en el río Serpis y de que el embalse de Beniarrés se encontrara tan solo al 15% de su capacidad, se produjeron precipitaciones de hasta 930 l/m², generando el segundo mes de diciembre con más precipitaciones desde 1864, según datos de Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



Estas precipitaciones derivaron en una impresionante crecida del río Serpis llegando el embalse al 100% de su capacidad por lo que se tuvieron que abrir sus compuertas por razones de seguridad.

3.2.2 Geología y suelos

La clasificación de los sustratos geológicos del tramo de estudio son los que se presentan en el cuadro adjunto.

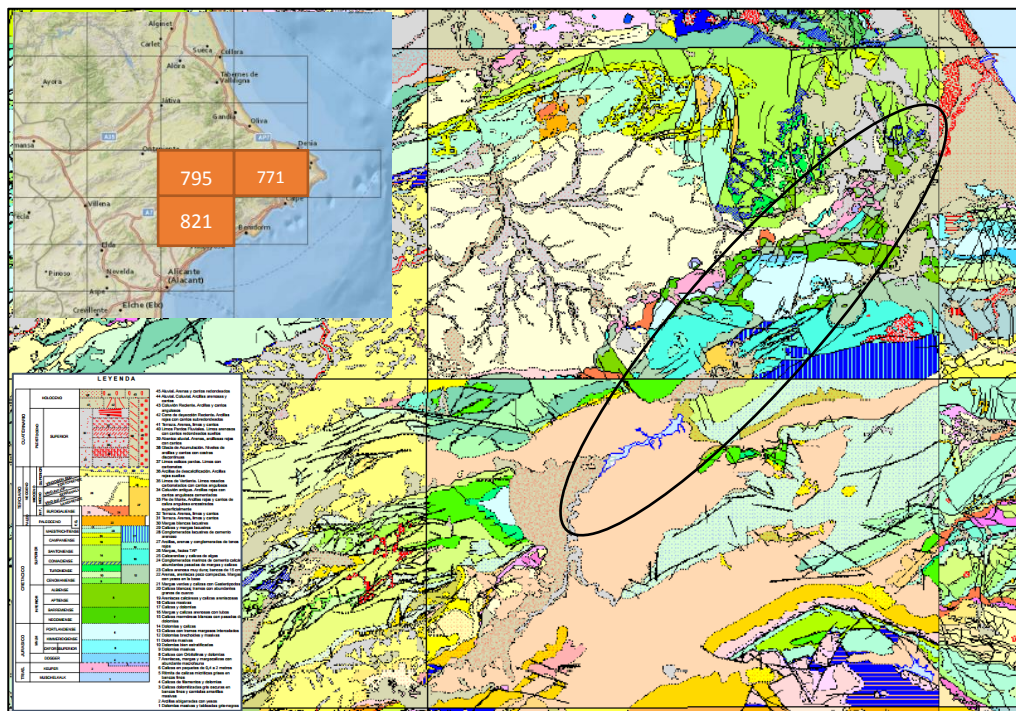
Tabla 3. Geología del río Serpis, por tramos de interés. Fuente: (CHJ, 2014)

Nombre de la cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS relacionada		Formación geológica.
	Código	Nombre	Tipología	Alteración	
Río Serpis	21.05	Emb. Beniarrés-Lorcha	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Alteración del régimen hidrológico aguas abajo del embalse (regulación)	Conglomerados y calizas (mioceno)
					Gravas, arenas y limos (cuaternario)
	21.06	Lorcha-Reprimala	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Masa natural con régimen alterado	Calizas, dolomías y margas (cretácico superior)
					Gravas, arenas y limos (cuaternario)
	21.07	Reprimala-Bco. Murta	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Masa natural con régimen alterado	Gravas, arenas y limos (cuaternario)
	21.07	Bco. Murta Villalonga	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Masa natural con régimen alterado.	Arenas, arcillas y gravas (cretácico inferior-superior)
					Gravas, arenas y limos (cuaternario)

MAS: Masa de agua superficial

Es un río que discurre por sustratos menos duros y menos resistentes a la erosión, por lo que se han desarrollado un trazado sinuoso y con poca pendiente.

El Mapa 4 muestra las formaciones geológicas del tramo de estudio, tomado del Mapa Geológico Nacional (MAGNA) de las hojas número 821 (29-32) Alcoy (IGME 1973), 795 (29-31) Játiva (IGME 1979) y 771 La Devesa (30-30) a escala 1:50.000. Este mapa se realizó entre los años 1972 y 2003 por el Instituto Geológico y Minero de España y representa la naturaleza de los materiales (rocas y sedimentos) que aparecen en la superficie terrestre, su distribución espacial y las relaciones geométricas entre las diferentes unidades cartográficas.



Mapa 4. Geológico del tramo de estudio del tramo de estudio. Fuente:
<http://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=92d3a8e400b44daf911907d3d7c8c7e9>

3.2.3 Vegetación y usos del suelo

A continuación se detallan las características de la vegetación que se encuentra en el tramo de estudio, así como los usos del suelo circundante.

Vegetación

La vegetación en la zona de estudio es abundante y natural. Encontramos una vegetación típica del Mediterráneo, con árboles y arbustos perennifolios de hojas pequeñas y duras, frecuentemente espinosas, para evitar la pérdida de agua durante periodos de sequía. Se caracteriza por depender en gran medida del grado de humedad de los suelos en los que asientan y de la velocidad de la corriente que determina la granulometría del sustrato.

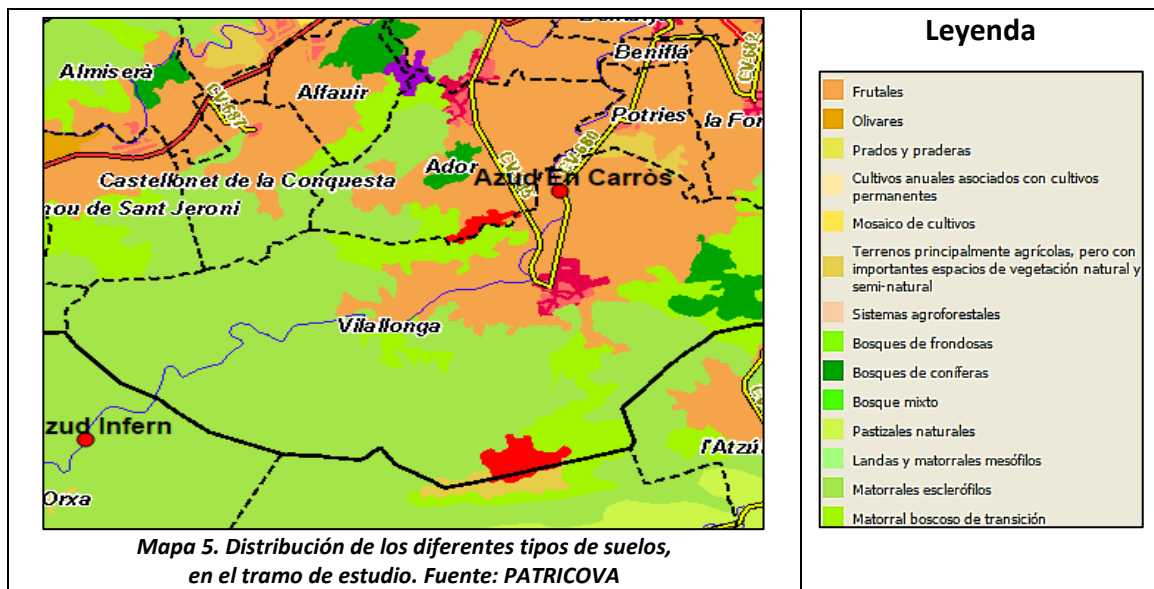
Existe recubrimiento vegetal en toda la zona riparia, lo que ayuda a evitar la aridez del terreno y con ello la erosión en las orillas del cauce. No obstante, la gran parte de esta vegetación este conformado por la caña común (*Arundo Donax*), una especie alóctona.

A lo largo del cauce y en los márgenes del río predomina la vegetación herbácea acompañada de arbustos altos, como los tarayales (*Tamarix gallica*). Los árboles se encuentran aislados dando una escasa zona de sombras que llega a influenciar en la temperatura del agua.

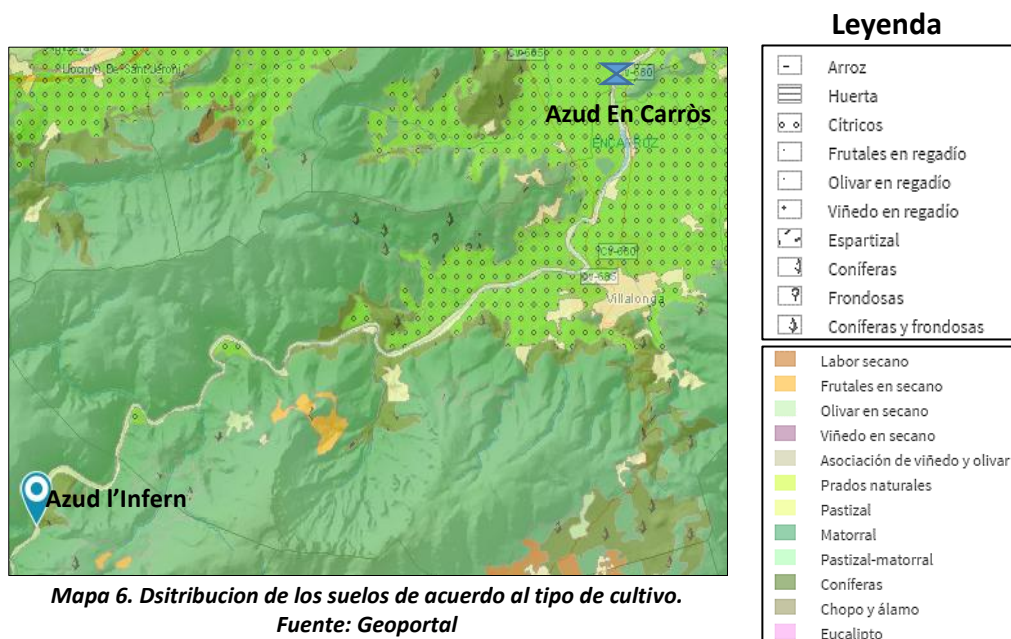
Usos del suelo

Como se puede observar en el Mapa 5, el uso predominante del suelo en el entorno del tramo de estudio está basado en vegetación natural. Desde el azud “l’Infern” se tiene una cantidad de coníferas que ocupan una área de 23.81 Ha, seguidas de una gran longitud de matorrales, mezclados con algunas porciones pequeñas de huertos de cítricos, hasta llegar a un poco más de un tercio del tramo, donde volvemos a encontrar coníferas. A partir de este punto hasta el azud “En Carròs” se puede ver que en ambos márgenes el uso exclusivo del suelo está dado para cultivos cítricos.

En el Mapa 5 se puede observar los diferentes tipos de suelos en el tramo de estudio.



En el Mapa 6 se puede observar la distribución de suelos de acuerdo al tipo de cultivo.



3.3 Análisis del medio social

En este punto se presenta un breve análisis del marco socioeconómico en el que se destacan los aspectos más importantes del ámbito social al que pertenece el tramo de estudio.

3.3.1 Censo de poblaciones

Las características demográficas de los centros poblados presentes en el ámbito de estudio, Lorcha y Villalonga, pertenecientes a las comarcas de El Comtat (Alicante) y de La Safor (Valencia), respectivamente, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Datos censales de las provincias de Lorcha y Villalonga.
 Fuente: PATRICOVA

Municipio de Lorcha		Municipio de Villalonga	
Campo	Valor	Campo	Valor
	Zoom a elemento		Zoom a elemento
Provincia	Alicante	Provincia	Valencia
Comarca	El Comtat	Comarca	La Safor
Municipio (nombre oficial)	Lorcha/Orxa, l'	Municipio (nombre oficial)	Vilallonga/Villalonga
Rótulo municipio	l'Orxa	Rótulo municipio	Vilallonga
Código INE	030844	Código INE	462554
Código Catastro	03084	Código Catastro	46257
Municipio (alfabéticamente)	Orxa, l'	Municipio (alfabéticamente)	Vilallonga
Extensión (km2)	31,76	Extensión (km2)	43,32
Población	676	Población	4350
Densidad (hab./km2)	21,28	Densidad (hab./km2)	100,42

3.3.2 Condiciones socioeconómicas de la zona

Las condiciones socioeconómicas están conformadas por las actividades de los tres sectores principales: el sector primario está relacionado con la transformación de los recursos naturales en productos primarios no elaborados, como la agricultura, ganadería, silvicultura, caza, pesca, etc.; el sector secundario que agrupa la actividad industrial y artesanal manufacturera; y el sector terciario que se dedica a los servicios para satisfacer las necesidades de personas y empresas.

A continuación se presenta la Tabla 5 con los datos de población y su distribución en cada uno de estos tres sectores, para los términos municipales presentes en el ámbito de estudio.

Tabla 5. Distribución de la población ocupada de acuerdo a su estructura socioeconómica, 2006.
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Termino municipal	Población		Estructura socioeconómica					
			Agricultura		Industria		Construcción y servicios	
	Censada	Ocupada	Total	% Respecto P.Ocupada	Total	% Respecto P.Ocupada	Total	% Respecto P.Ocupada
Lorcha	676	232	30	13	144	62	58	25
Villalonga	4350	1111	185	17	480	43	446	40

De la Tabla 5 se puede observar que la actividad económica más importante es la industrial, tanto en Lorcha como en Villalonga, con un 62% y 43% respectivamente, seguido por el sector de la construcción y servicios cuya actividad económica principal es el turismo, según la información asociada a plazas de hoteles, campings, casas rurales etc. y a la elevada población estacional vinculada a esta actividad. Este sector cumple un papel muy importante en la creación de empleo gracias a las rentas directas e indirectas originadas.

El sector minoritario es el de la agricultura, donde los cítricos suponen el principal cultivo, con tan solo el 13% en el término municipal de Lorcha y el 17% en el término municipal de Villalonga.

3.4 Usos del agua

El uso del agua está definido por las distintas formas de utilización del recurso y de cualquier otra actividad que tenga repercusiones significativas en su estado. En el tramo de estudio se puede destacar el uso del recurso hídrico para satisfacer la demanda agraria y mantener la vida del hábitat acuático.

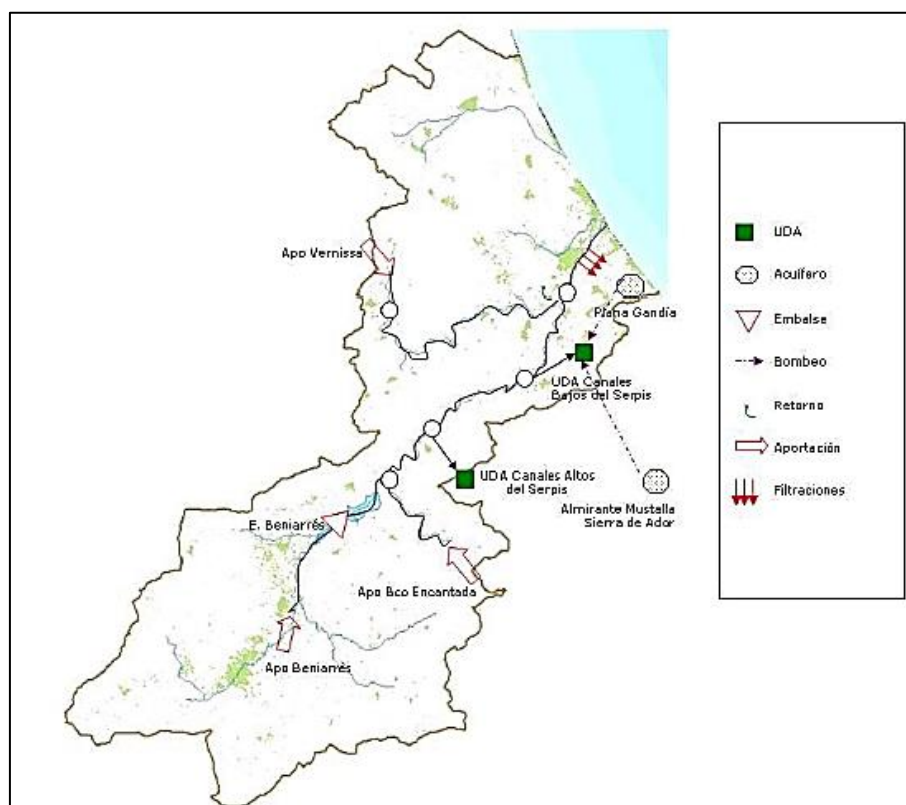
Uso agrícola

La demanda hídrica para satisfacer esta actividad es del 80% del uso total de este recurso. El reparto del agua está a cargo de la Comunidad de Regantes de La Safor, que conforma un sindicato para agrupar a todas comunidades que se aprovechan las aguas del Embalse de Beniarrés mediante los canales altos y bajos del Serpis.

El embalse de Beniarrés fue construido en 1958, debido a la propagación de pozos para extraer agua, lo que encarecía la producción agrícola.

Los términos municipales que se riegan con el agua del río Serpis son: Ador, Almoines, Alquería de la Comtessa, Bellreguard, Beniarjó, Beniflà, Daimùs, Font de En Carròs, Gandia, Guardamar, Miramar, Oliva, Palma de Gandia, Piles, Potries, Rafelcofer y Villalonga.

El riego se realiza mediante la derivación de caudal usando los azudes de Canals Alts y de En Carròs que satisfacen las Unidades de Demanda Agraria (UDA) de Canals Alts y bajos del Serpis como se puede ver en el Mapa



Mapa 7. Ubicación de las UDA en el tramo de estudio.

Fuente: (CHJ, 2014)

En la Tabla 6 se puede observar el total de Hm³/año que necesitan para abastecer las UDA de canales altos y bajos del Serpis, acentuando la cantidad del recurso a la que tiene derecho cada una de estas demandas.

Tabla 6: Total agua para satisfacer la UDA y su derecho sobre el recurso.

Fuente: (CHJ, 2014)

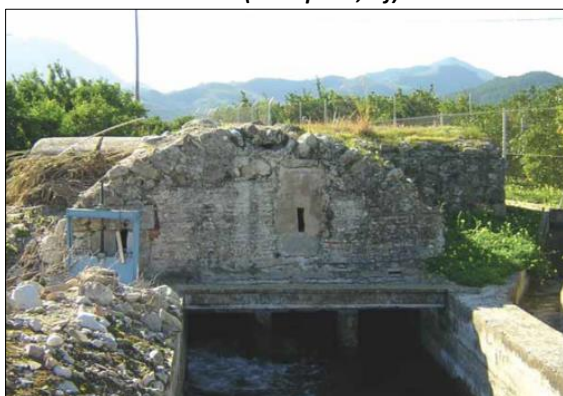
Código UDA	Nombre UDA	Azud de derivación	Demanda (Hm ³ /año)	Derecho total (Hm ³ /año)	Origen del agua
082060A	Canals Alts del Serpis	Canals Alts	15,91	10,04	superficial
082060A	Canales bajos del Serpis	En carros	12,01 superficial 0,58 subterránea	13,40	mixta

El azud de En Carròs constituye el punto final del tramo de estudio, construido en 1846, y deriva el caudal por la margen derecha a través de una única acequia denominada Acequia Real.



Fotografía 3. Acequia real.
Fuente: (Antequera, s.f)

En la Acequia Real existe un partidor, de su cajero izquierdo arranca la acequia de En Carròs, que riega una superficie de 312.11 Ha. También se utiliza para dar agua a la acequia de Vernisa a la que le corresponde regar 3.5 días a la semana.



Fotografía 4. Partidor Casa Fosca.
Fuente: (Antequera, s.f)

Siguiendo el curso de la acequia Real existe un segundo partidor, llamado Casa Fosca, del que deriva por su margen derecha la acequia del Rebollet, que da riego una superficie de 436.41 Ha.



Fotografía 5. Partidor Casa Clara.
Fuente: (Antequera, s.f)

A continuación se encuentra el tercer partidor llamado Casa Clara que divide y distribuye las aguas entre dos acequias, Común de Oliva y Común de Gandía, regando una superficie 1,108.80 Ha y 1,179.48 Ha respectivamente. Haciendo un total de superficie regada de 3,036.80 Ha.

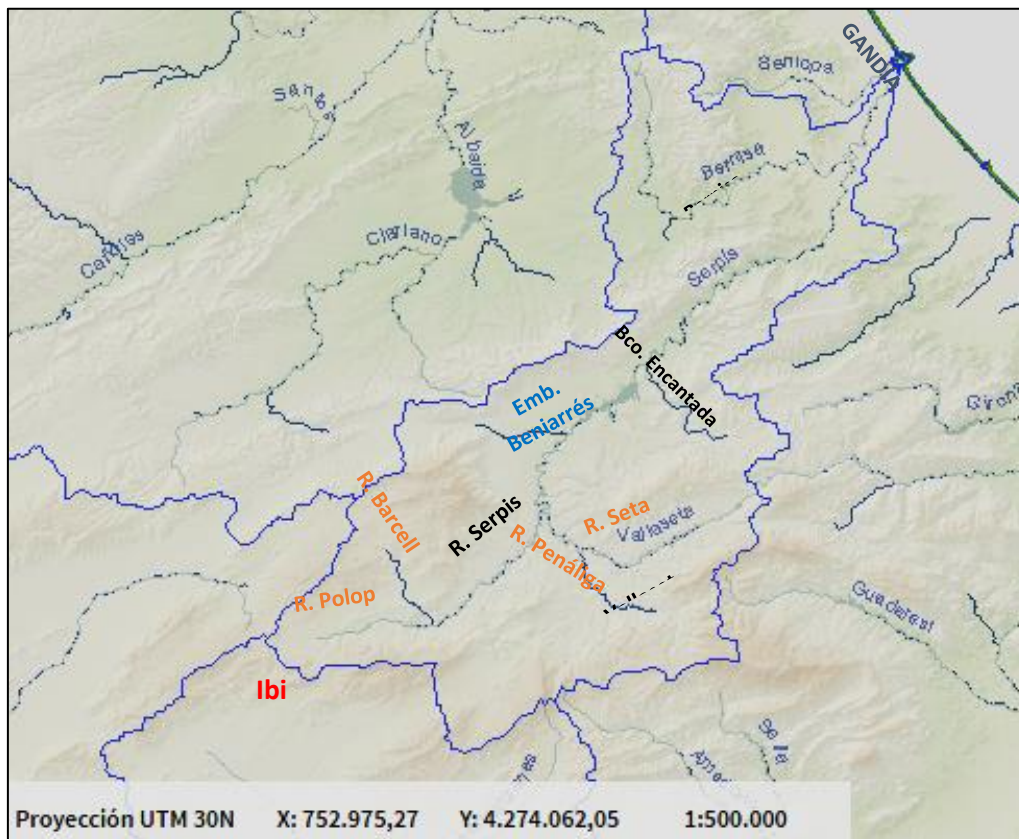
IV. ESTUDIO DEL SISTEMA FLUVIAL

4.1 Características hidrológicas

Entre las características hidrológicas principales tenemos que el caudal circulante en el tramo de estudio pertenece a la cuenca hidrográfica del Serpis, con un área de 752.8 km², y este a su vez a la cuenca del Júcar.

Según (González & García, 1995), el Serpis es un río perenne de caudal irregular y escaso, con precipitaciones escasas que se dan con mayor intensidad en otoño (ver Sección 3.2.1). Tiene una pendiente pronunciada en la parte alta que va disminuyendo en su recorrido hasta terminar en un valle de poca pendiente (ver Sección 4.4).

Nace en la Sierra de Biscoi (Ibi), entre los Parques naturales del Carrascal de la Font Roja y la Serra de Mariola. El río Barcell se une por su margen izquierda en las cercanías de Alcoy (Alicante), y por su margen derecha el río Polop. Cuando llega a Beniarrés pasa por la localidad de Alcocer de Planes (Alicante) donde se amplía formando el Embalse de Beniarrés, dando fin al curso alto del río. Aguas debajo de esta estructura recibe por su margen derecha los aportes del barranco de la Encantada. En el tramo final recibe por su margen izquierda al río Bernisa hasta desembocar en el mar de Gandia. En el Mapa 8 se aprecia la red hidrológica del Serpis, que muestra un trazo sinuoso por donde circula el caudal, así como la distribución de sus afluentes.

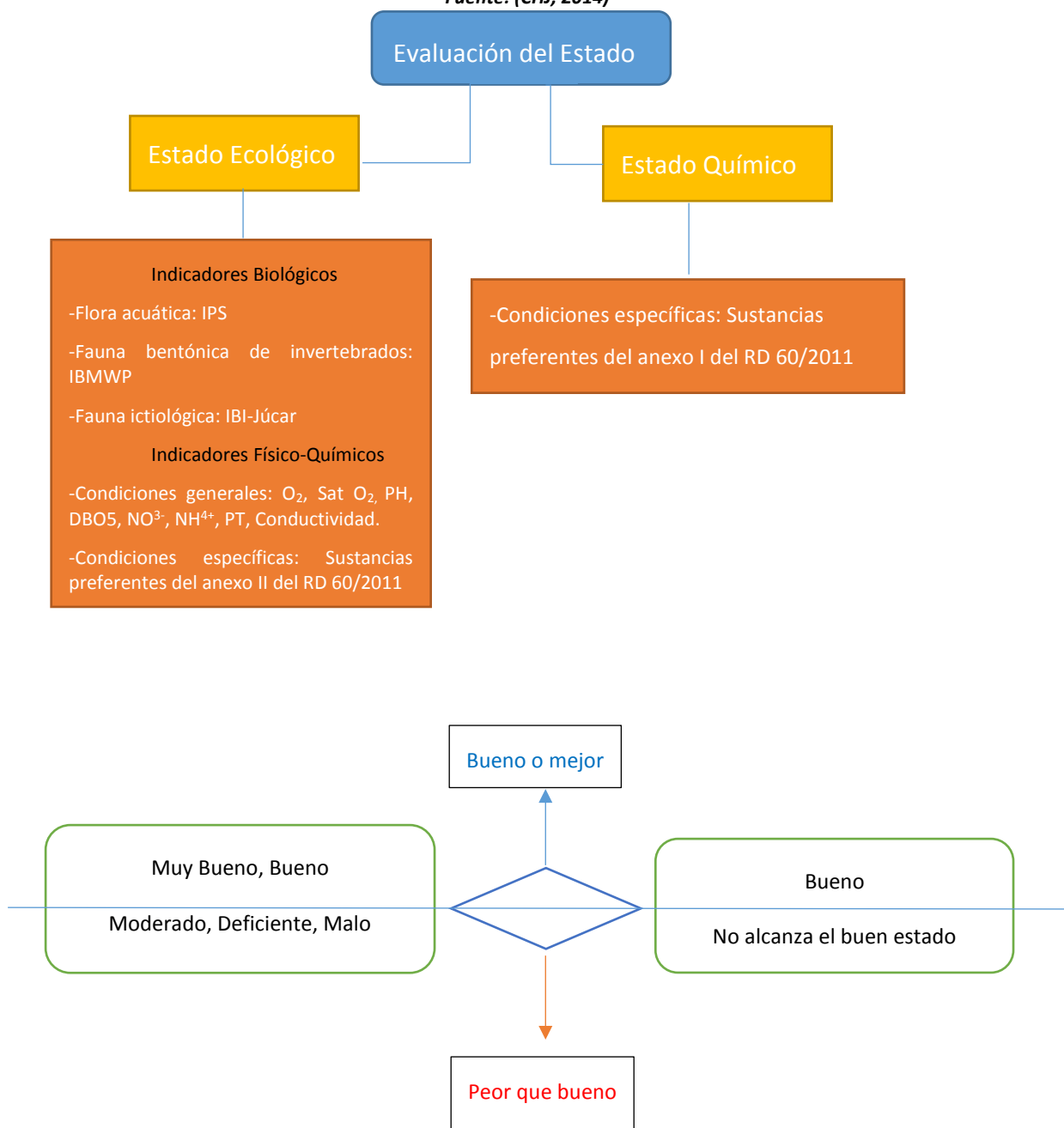


Mapa 8. Red hidrogrfica del río Serpis y sus afluentes.
Fuente: PATRICOVA

4.2 Calidad del agua

Según el Apartado 5 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) vigente, la calidad del agua de un río está afectada si el estado ecológico o el estado químico no son buenos. En la Figura 1 se muestran los parámetros utilizados para la determinación del estado ecológico y químico del tramo de estudio.

Figura 1. Esquema de evaluación del estado del tramo de estudio
Fuente: (CHJ, 2014)



4.2.1 Estado ecológico

Según la Directiva Marco del Agua (DMA), el estado ecológico del río está determinado por la combinación de los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, para los que se definen cinco Estados Ecológicos: *Muy bueno*, *Bueno*, *Moderado*, *Deficiente* o *Malo*, como se puede observar en la Figura 2.



Figura 2. Metodología que describe la IPH para la clasificación del estado ecológico en las masas de agua. Fuente: CHJ anejo 12

A continuación se evalúan los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos que nos permitirán determinar el Estado ecológico de nuestro tramo de estudio.

Calidad biológica

Para evaluar la calidad biológica del tramo de estudio se hará uso del análisis expuesto en (CHJ, 2014) en el que se utilizarán los indicadores de macroinvertebrados IBMWP (Iberian Biomonitoring Working Party), el índice de Polusensibilidad específica para diatomeas (IPS) y el Índice de Integridad biótica para fauna ictiológica, adaptado a la Confederación Hidrográfica del Júcar (IBI-Júcar). De (Prat et al., 2009) se utilizan los Macroinvertebrados como indicadores biológicos por ser los organismos más ampliamente usados en la actualidad.

Tabla 7. Evaluación de los Indicadores Biológicos periodo 209-2012.
Leyenda: MB=Muy Bueno; B=Bueno; MD=Moderado; NE=No Evaluado.
Fuente (CHJ, 2014)

AÑO	CÓDIGO	TRAMO	INDICADORES BIOLÓGICOS			
			IBMWP	IPS	IBI	GLOBAL
2009	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B	NE	B	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B	NE	NE	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	NE	NE	NE	NE
	21.07	Reprimala-En Carròs	MB	NE	B	B
2010	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	NE	NE	...	NE
	21.05.01	Bco. Encantada	MB	NE	...	MB
	21.06	Lorcha-Reprimala	B	MD	...	MD
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE	NE	...	NE
2011	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B	NE	NE	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B	NE	MD	MD
	21.06	Lorcha-Reprimala	MD	B	MD	MD
	21.07	Reprimala-En Carròs	B	B	NE	B
2012	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	MD	MB	...	MD
	21.05.01	Bco. Encantada	MD	B	...	MD
	21.06	Lorcha-Reprimala	B	NE	...	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	B	NE	...	B

La Tabla 7 muestra una variación de la clasificación entre moderada y buena, con tendencia ascendente para los tramos 21.06 y 21.07 en las últimas mediciones. Por tanto, en base a la evaluación de los indicadores en el periodo 2009-2012, podemos afirmar que la calidad biológica es buena en todo el tramo de estudio, es decir, los valores de los elementos de calidad biológica alcanzan los valores de referencia.

Calidad Físico-Química

Para evaluar la calidad físico-química del tramo de estudio se hará uso del análisis realizado por (CHJ, 2014) en el periodo 2009-2012. Se utilizarán indicadores generales que se determinan analizando la cantidad de O₂ disuelto, pH, el porcentaje de saturación, la demanda biológica de oxígeno (DBO), nitratos, fósforo y amonio, así como los indicadores específicos conformados por las sustancias destacadas en el Anexo II del Real Decreto 60/2011. Estos indicadores físico-químicos nos servirán para comprobar hasta qué punto se encuentran eutrofizadas o contaminadas las aguas.

Tabla 8. Evaluación de los Indicadores Físico-Químicos periodo 209-2012.
Leyenda: A=Alcanza; NA= No Alcanza; NE=No Evaluado. Fuente (CHJ, 2014)

AÑO	CÓDIGO	TRAMO	INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS		
			GENERALES	ESPECÍFICOS	GLOBAL
2009	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	A	A	A
	21.05.01	Bco. Encantada	NA	A	NA
	21.06	Lorcha-Reprimala	A	A	A
	21.07	Reprimala-En Carròs	A	A	A
2010	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	A	A	A
	21.05.01	Bco. Encantada	A	A	A
	21.06	Lorcha-Reprimala	A	A	A
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE	NE	NE
2011	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	A	A	A
	21.05.01	Bco. Encantada	A	A	A
	21.06	Lorcha-Reprimala	A	A	A
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE	NE	NE
2012	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	A	A	A
	21.05.01	Bco. Encantada	A	A	A
	21.06	Lorcha-Reprimala	A	A	A
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE	NE	NE

La Tabla 8 muestra que los indicadores físico-químicos alcanzan el buen estado en casi la totalidad de los tramos, tanto para indicadores generales como específicos, exceptuando el tramo 21.07 que no está evaluado. Por tanto, en base a la evaluación de los indicadores en el periodo 2009-2012, podemos afirmar que las condiciones físico-químicas alcanzan el muy buen estado en todo el tramo de estudio.

Calidad físico-química respecto al uso de agua

Se ha evaluado el estado físico-químico en base a la aptitud de las aguas para sus posibles usos (piscícola y riego). Los parámetros utilizados para evaluar el estado físico-químico se han obtenido de la estación de la red integral de calidad de aguas (Red ICA) de la CHJ y de la Estación de ictiofauna de Lorcha (Nebot, 2008). Los resultados de esta evaluación se presentan en las Tablas 9 y 10 para los usos de la vida piscícola y de riego respectivamente.

Tabla 9. Aptitud para la vida piscícola en el tramo de estudio 2008.
Fuente: (Nebot, 2008)

Estación Lorcha, Código: JU07950008		
Parámetro	Valor medido	Cumplimiento
Oxígeno disuelto (mg/l)	10,410	SI
Nitritos (mg/l)	0,004	SI
Sólidos suspendidos (mg/l)	9.850	SI
Fósforo total (mg/l)	0,1334	SI
PH	8,492	SI
DBO5 (mg/l)	1,083	SI
Zinc (mg/l)	0,039	SI
Cobre (mg/l)	<0,005	SI
Amonio total (mg/l)	0,0145	SI
Amoníaco no ionizado (mg/l)	<0.005	SI

Según la Tabla 9 la calidad físico-química del tramo de estudio cumple con los requisitos exigidos por el R.D. 927/88 (Anexo III) en cuanto a todos los parámetros, considerando los datos del último año completo (2008), es decir que el agua es apta para la vida piscícola.

Tabla 10. Aptitud para el riego en el tramo de estudio 2008.
Fuente: (Nebot, 2008)

Estación Lorcha, Código: JU07950008		
Parámetro	Valor medido	Restricción uso
Conductividad eléctrica (dS/m)	0,826	Moderada
Sólidos suspendidos (mg/l)	9,85	Ninguna
Ratio de absorción de Sodio (mg/l)	2,17	Ninguna
PH	8,492	Moderada
Cloruros (meq/l)	1,79	Ninguna
Boro (mg/l)	0,15	Moderada

Según la Tabla 10 la calidad físico-química del tramo de estudio cumple con los requisitos del índice de aptitud para el riego 2 (I.A.R.2- *Aguas de Calidad Admisible*), el agua es de calidad admisible y cumple con todos los parámetros establecidos.

Indicadores hidromorfológicos

Para evaluar las condiciones hidromorfológicas del tramo de estudio se hará uso del análisis realizado por (CHJ, 2014). Se utilizarán las condiciones morfológicas del índice de calidad del bosque de ribera (QBR) y del índice de heterogeneidad fluvial (IHF). En el caso de la CHJ solo se utilizan indicadores hidromorfológicos para los ecotipos 9 y 12.

Tabla 11. Evaluación de los Indicadores hidromorfológicos periodo 2009-2012.
Leyenda: MB=Muy Bueno; PBM= Peor que Muy Bueno; NE=No Evaluado.
Fuente (CHJ, 2014)

AÑO	CÓDIGO	TRAMO	INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS GLOBALES
2009	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	PMB
	21.05.01	Bco. Encantada	MB
	21.06	Lorcha-Reprimala	PMB
	21.07	Reprimala-En Carròs	PMB
2010	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	PMB
	21.05.01	Bco. Encantada	MB
	21.06	Lorcha-Reprimala	PMB
	21.07	Reprimala-En Carròs	PMB
2011	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	PMB
	21.05.01	Bco. Encantada	MB
	21.06	Lorcha-Reprimala	PMB
	21.07	Reprimala-En Carròs	PMB
2012	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	PMB
	21.05.01	Bco. Encantada	MB
	21.06	Lorcha-Reprimala	PMB
	21.07	Reprimala-En Carròs	PMB

La Tabla 11 muestra que los indicadores hidromorfológicos indican un estado peor que muy bueno en casi la totalidad de los tramos, exceptuando el tramo 21.05.01 que tiene un estado muy bueno. Por tanto, en base a la evaluación de los indicadores en el periodo 2009-2012, podemos afirmar que las condiciones hidromorfológicas alcanzan el estado peor que muy bueno, en todo el tramo de estudio.

Resultado del estado ecológico

El resultado del estado ecológico del tramo de estudio queda determinado por la metodología descrita en la Figura 2. Según ésta, se tiene que los valores de los elementos de calidad biológica alcanzan los valores de referencia; que las condiciones físico-químicas alcanzan el muy buen estado; y que las condiciones hidromorfológicas solo alcanzan el estado peor que muy bueno. Con todo, se puede concluir que el resultado de la calidad ecológico del tramo de estudio nos indica que está en buen estado.

4.2.2 Estado químico

El análisis del estado químico en el tramo de estudio contempla la evaluación del incumplimiento de las normas de calidad ambiental respecto a las sustancias del Anexo I del Real Decreto 60/2011.

En dicho documento, la clasificación para el estado químico queda literalmente:

Bueno (B.): *Cuando no existe ningún incumplimiento en cuanto a la presencia de las sustancias prioritarias. Una masa de agua alcanza el buen estado químico, si no se detectan presiones puntuales o difusas, con posibilidad de presencia de sustancias peligrosas.*

No alcanza el bueno (N.A.): *Cuando existe algún incumplimiento en cualquiera de las sustancias evaluadas ya sea porque el percentil 90 de los valores obtenidos superan la Concentración Máxima Admisible (CMA) o porque se supera la Concentración Media Anual (CMA).*

Sin agua en los muestreos (S.A.M.): *Cuando no se ha podido realizar la toma de datos puesto que no existe caudal circulante en la masa de agua.*

No evaluadas (N.E.): *Una masa quedará clasificada como no evaluada cuando se identifican presiones que podrían ser significativas y, por tanto, causantes de presencia de sustancias peligrosas de origen puntual o difuso, pero no existen resultados analíticos que lo confirmen.*

Tabla 12. Evaluación del estado químico periodo 209-2012. Leyenda: B Bueno; NE=No Evaluado.
Fuente (CHJ, 2014)

AÑO	Código	Tramo	ESTADO QUÍMICO
2009	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE
2010	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE
2011	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE
2012	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	NE

La Tabla 12 muestra que el estado químico en todos los tramo es bueno, excepto en el tramo final que va desde el azud Reprimala hasta el azud En Carròs, donde no se tienen muestras evaluadas durante el periodo 2009-2012. Con todo, podemos concluir que el estado químico en el tramo de estudio es bueno.

4.2.3 Resultado de la evaluación de la Calidad de las Aguas

Como se puede observar en la Tabla 13 el estado general de la calidad del agua está determinado por el valor de su estado ecológico y por el valor de su estado químico dando como resultado que el tramo de estudio se encuentra en buen estado global.

Tabla 13: Resultado de la evaluación de la calidad del agua periodo 209-2012. Leyenda: B Bueno; NE=No Evaluado.
Fuente (CHJ, 2014)

AÑOS	CÓDIGO	TRAMO	ESTADO ECOLOGICO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL
2009-2012	21.05	E. Beniarrés-Lorcha	B	B	B
	21.05.01	Bco. Encantada	B	B	B
	21.06	Lorcha-Reprimala	B	B	B
	21.07	Reprimala-En Carròs	B	NE	B

4.3 Régimen de caudales

El régimen de caudales es el elemento de mayor importancia en el funcionamiento del sistema fluvial. Los organismos acuáticos necesitan distintas condiciones hidráulicas para completar su ciclo biológico, con variaciones en la frecuencia y volumen de caudales que les permitan completar su desarrollo.

El estudio del régimen de caudales en el tramo de estudio nos permitirá determinar; las portaciones de agua que recibe y los aprovechamientos que se hace de este; tener la información necesaria para el control de avenidas; estimar los efectos de la alteración de los caudales, como los provocados por los embalses, permitiendo la comparación del régimen existente antes y después de la regulación.

Aguas arriba del tramo de estudio está el embalse de Beniarrés con una capacidad de 27 Hm³, esta estructura hidráulica provoca la alteración del régimen de caudales debido a su efecto regulador.

Según (Gordon et al., 1992; Gustard, 1992), el régimen de caudales se puede caracterizar mediante el cálculo de los caudales mensuales y anuales, basados en la serie de datos históricos, pudiendo distinguir entre el Régimen de caudales ordinario y extraordinario.

4.3.1 Régimen de caudales ordinario

El régimen de caudales ordinario es la distribución de caudales a lo largo del año, puede expresarse mediante valores como; caudales medios (mensuales y anuales), duración de caudales, frecuencia, etc., datos con los que se puede medir las variaciones del nivel de agua que circula por el cauce a lo largo del tiempo.

Para caracterizar el régimen de caudales se han utilizado los datos estadísticos de las estaciones de aforo de Beniarrés-8007 y de Villalonga-8071.



Fotografía 6. Estación de Aforo de Villalonga. Tomada 3-12-2012

La Tabla 14 muestra los datos de caudales medios mensuales de estas estaciones para la serie 1998-2012, y el caudal de aportación proveniente del barranco La Encantada.

Tabla 14: Datos de caudales medios mensuales de las estaciones de aforo Beniarrés-8007 y Villalonga-8071, en m³/s, periodo 1998-2012. Fuente: CEDEX, <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/sistema-informacion-anuario-aforos/>

Puntos de control	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Est. Beniarrés-8007 (Desembalses)	3.52	2.06	2.22	2.18	1.76	1.42	2.01	1.82	1.71	2.71	2.78	2.47	26.66
Bar. Encantada (Aportación)	1.37	2.12	2.49	1.75	1.08	1.42	1.81	1.64	1.21	1.04	0.85	0.97	17.76
Est. Villalonga-8071 (Caudal tramo de estudio)	4.90	4.18	4.71	3.93	2.84	2.84	3.82	3.46	2.92	3.75	3.63	3.44	44.42

Para poder determinar si el régimen de caudales es el adecuado se ha realizado un balance hídrico desde embalse Beniarrés hasta el azud de “En Carròs”, dividiéndolo en tres subtramos (tramo 1, tramo 2 y tramo 3), contando las aportaciones y extracciones en cada uno de ellos como se puede apreciar en la Figura 3.

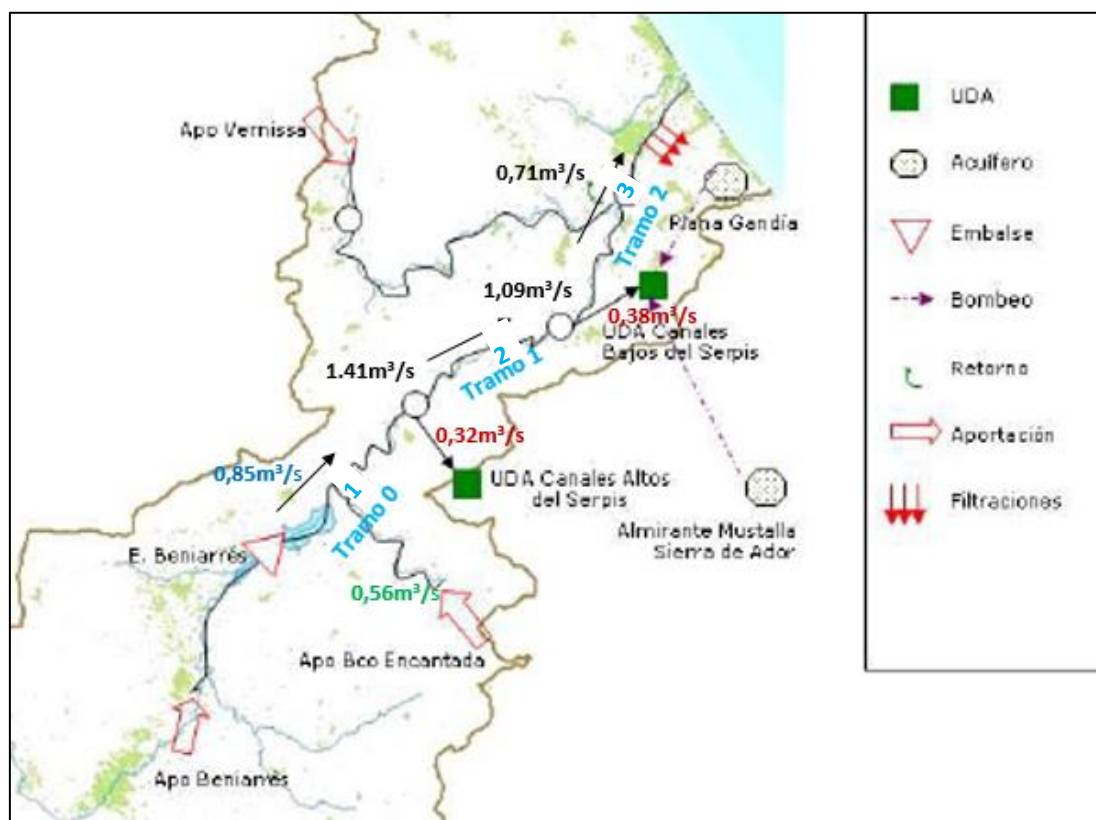


Figura 3: Caudales medios anuales en cada subtramo.
 Elaboración propia basada en datos CEDEX 1998-2012

En la Figura 3 se pueden observar donde están ubicadas las UDA de Canals Alts y Canals bajos del Serpis, con una demanda de 10.40 Hm³ y de 12.01 Hm³ respectivamente. La Tabla 15 muestra las necesidades de riego mensuales de estas dos demandas.

Tabla 15. Datos de las necesidades de riego mensuales en el tramo de estudio, en m³/s.
 Fuente: Base de datos CEDEX 1998-2012

UDA	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Total anual
Canals Alts (extracción)	0.66	0.16	0.36	0.10	0.26	0.58	0.66	0.71	1.74	2.08	1.70	1.03	10.04
	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.05	0.03	0.32
Canals bajos (extracción)	0.79	0.19	0.42	0.12	0.30	0.68	0.80	0.86	2.08	2.49	2.02	1.23	12.01
	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.08	0.06	0.04	0.38

La Tabla 16 muestra el balance hídrico con las aportaciones y extracciones de caudal que en cada subtramo.

Tabla 16: Balance hídrico con los caudales medios mensuales en los subtramos 1,2 y 3, en m³/s.
Fuente: Base de datos CEDEX 1998-2012

Estaciones de Año	Otoño			Invierno			Primavera			Verano			Total anual
Río Serpis	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	
Tramo 1: Emb. Beniarrés- Azud de “Canals Alts”													
Beniarrés (Desembalse)	3.52	2.06	2.22	2.18	1.76	1.42	2.01	1.82	1.71	2.71	2.78	2.46	26.66
	0.11	0.06	0.07	0.07	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08	0.08	0.85
Bar. Encantada (Aportación)	1.37	2.12	2.49	1.75	1.08	1.42	1.81	1.64	1.21	1.04	0.85	0.97	17.76
	0.04	0.07	0.08	0.06	0.03	0.04	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.56
Caudal total en el tramo	4.90	4.18	4.72	3.94	2.84	2.84	3.82	3.46	2.92	3.74	3.64	3.44	44.42
	0.16	0.13	0.15	0.12	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	1.41
Tramo 2: Azud de “Canals Alts”- Azud “Font de En Carròs”													
UDA Canals Alts (extracción)	0.66	0.16	0.36	0.10	0.26	0.58	0.66	0.71	1.74	2.08	1.70	1.03	10.04
	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.05	0.03	0.32
Caudal total en el tramo	4.23	4.03	4.35	3.82	2.58	2.26	3.14	2.74	1.18	1.66	1.94	2.40	34.38
	0.13	0.13	0.14	0.12	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04	0.05	0.06	0.07	1.09
Tramo 3: Azud “Font de En Carròs”- Aguas abajo del tramo de estudio													
UDA Canales bajos (extracción)	0.79	0.19	0.42	0.12	0.30	0.68	0.80	0.86	2.08	2.49	2.02	1.23	12.01
	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.08	0.06	0.04	0.38
Caudal total en el tramo	3.44	3.84	3.93	3.70	2.28	1.57	2.35	1.88	-0.90	-0.82	-0.08	1.17	22.37
	0.11	0.12	0.12	0.12	0.07	0.05	0.08	0.06	-0.02	-0.02	-0.00	0.04	0.71

Para calcular el caudal total del subtramo 1 se ha evaluado el volumen de agua proveniente del embalse Beniarrés junto con las aportaciones del barranco La Encantada, dando un total de 44.42 Hm³ al año.

El caudal total del subtramo 2 se ha obtenido contando el caudal proveniente del subtramo 1 menos el caudal de extracción para satisfacer la UDA de Canals Alts, dando un total de 34.38 Hm³ al año.

Y finalmente el caudal total del subtramo 3 se ha obtenido contando el caudal proveniente del subtramo 2 menos el caudal de extracción para satisfacer la UDA de Canales Bajos, dando un total de 22.37 Hm³ al año. En este subtramo se pueden observar con números rojos y en negativo, que de satisfacer las dos UDA en los meses de julio a septiembre, el río se encontraría con un déficit de caudales, es decir que la demanda de agua es mayor que la

cantidad de agua circulante en el cauce. Si bien es cierto que el subtramo 3 no forma parte del tramo de estudio, no se puede permitir que existan caudales por debajo del límite necesario para asegurar la vida del hábitat.

4.3.2 Régimen de caudales extraordinarios

El régimen de caudales extraordinarios representa los caudales máximos provocados por las crecidas de los ríos durante periodos de precipitaciones intensas, y por los caudales mínimos en épocas de sequía producidos por la escasez de precipitaciones.

Para el cálculo de estos caudales nos basaremos en la base de datos de la estación de Villalonga-8071, por ser la más cercana al inicio del tramo de estudio.

Caudales máximos mensuales

Los caudales máximos mensuales se dan durante los meses con mayor frecuencia de precipitaciones, entre octubre y marzo. Es necesario conocer la frecuencia y magnitud de estos caudales para poder tener un control de las grandes avenidas y determinar los posibles riesgos. En diciembre de 2004 se llegó a tener un caudal de 64.06 m³/s, siendo la mayor de los últimos 15 años.

*Tabla 17: Caudales máximos mensuales de la serie 1998-2012, en m³/s
Fuente: Elaboración propia, basada en los datos de la estación Villalonga-8071*

Estación del año	Invierno			Primavera			Verano			Otoño			Caudal máximo anual
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Caudal máximo mensual	4.17	5.75	5.82	4.65	2.29	2.64	5.85	3.34	1.49	1.66	1.73	2.72	3.51

Caudales mínimos mensuales

De acuerdo a las precipitaciones registradas los meses con menos precipitaciones se dan de junio a agosto, lo que lleva a tener durante este periodo caudales más bajos en el cauce del río. De la estación de aforo Villalonga-8071 se destaca que en año 2000 durante los meses de septiembre y noviembre se registró el caudal mínimo más bajo del histórico con 0.03 m³/s.

**Tabla 18. Caudales mínimos mensuales de la serie 1998-2012, m³/s.
 Basados en los datos de la estación Villalonga-8071**

Estación del año	Invierno			Primavera			Verano			Otoño			Caudal mínimo anual
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Caudal Mínimo mensual	0.61	0.53	0.59	0.69	0.72	0.67	0.71	0.68	0.84	1.13	1.04	0.89	0.76

4.3.3 Alteración del régimen de caudales

Según (Richter et al., 1996; 1998) para poder determinar el régimen de caudales se debe tener en cuenta la cantidad de agua que circula por una sección en cada instante de tiempo (magnitud), el espacio de tiempo en el que se mantiene un determinado caudal (duración), el número de veces que se repite un determinado caudal en un intervalo de tiempo dado (frecuencia), la regularidad con que suceden determinados caudales (predictibilidad), y la rapidez con que los caudales varían en el tiempo (tasa de cambio) y las fluctuación de los caudales a lo largo del año (torrencialidad).

Como el régimen de caudales en el tramo de estudio está regulado por el embalse Beniarrés se ha considerado necesario determinar la magnitud de esta alteración y saber en qué medida se afecta el hábitat. Para poder determinar la alteración del régimen de caudales se ha seguido la metodología propuesta por (Martínez & Fernández, s.f), con ayuda de la base de datos históricos proporcionados por la estación de aforo de Villalonga 8071, considerando un régimen de caudales natural (antes del embalse Beniarrés) durante el periodo 1911 a 1952, y un régimen de caudales alterado (después del embalse Beniarrés) durante el periodo 1958 a 2012.

Metodología

A continuación se describe la metodología para determinar la alteración del régimen de caudales.

1. Se caracteriza el régimen de caudales mediante la elección de los parámetros que están fuertemente vinculados con componentes de los procesos y dinámica del ecosistema fluvial. La definición y cálculo de los parámetros para medir cada uno de los aspectos seleccionados se pueden ver en la Tabla 19.

2. Se asigna un índice I_n para identificar cada parámetro. Determinados los valores para cada parámetro del régimen de caudales, antes y después de la construcción del embalse, se calcula el índice de alteración hidrológica (IAH), para cada parámetro. Para obtener este índice se divide el valor del parámetro en estado alterado entre el valor en estado natural.

Tabla 19: Valores de los parámetros en régimen natural y regulado y cálculo del índice de alteraciones hidrológicas (IAH).
Elaboración propia

COMPONENTE DEL RÉGIMEN DE CAUDALES		PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	Ind	Reg. Natural (m3/S)	Reg. Regulado (m3/S)	IAH
VALORES HABITUALES	Valores anuales y mensuales	Magnitud	Media de las aportaciones anuales	I_1	86,29	43,05	0.5
		Variabilidad	Diferencia entre aportación mensual máxima y mínima	I_2	9,74	2,61	0.27
		Estacionalidad	mes de máxima y mínima aportación de año	I_3	DIC	OCT	1
	AGO				MAR	0.5	
valores diarios	Variabilidad	Diferencia entre los caudales medios diarios correspondientes a los percentiles de excedencia del 10% y 90% en la curva de caudales diarios clasificados	I_4	556,48	147,11	0.26	
VALORES EXTRAORDINARIOS	Valores Máximos (Avenidas)	Magnitud y frecuencia	Media de los máximos caudales diarios anuales	I_5	110,25	16,20	0.15
			Caudal correspondiente a la avenida habitual (percentil de excedencia del 5% en la curva de caudales diarios clasificados)	I_6	0,27	0,21	0,79
		Variabilidad	Coeficiente de variación de la serie de máximos caudales diarios anuales	I_7	1,22	1,01	0,82
		Estacionalidad	Número de días al mes con caudal medio diario >Q5%	I_8	344,00	161,00	0,47
		Duración	Máximo número de días consecutivos con caudal medio >Q5%	I_9	137,00	131,00	0,96
	Valores Mínimos (Sequias)	Magnitud y frecuencia	Media de los mínimos caudales diarios anuales	I_{10}	1,56	0,76	0,48
			Caudal correspondiente a la sequía habitual (percentil de excedencia del 95% en la curva de caudales diarios clasificados)	I_{11}	9,32	3,48	0,37
		Variabilidad	Coeficiente de variación de la serie de mínimos caudales diarios anuales	I_{12}	1,08	0,69	0,64
		Estacionalidad	Número de días al mes con caudal medio diario >Q95%	I_{13}	17,00	8,00	0,47
		Duración	Máximo número de días consecutivos con caudal medio >Q95%	I_{14}	2,00	2,00	1,00

3. El valor de cada índice da como resultado el Estado Hidrológico en el que se encuentra cada parámetro, mediante cinco niveles o estados de alteración hidrológica, establecidos en la Tabla 19. Estos niveles indican el estado hidrológico para cada parámetro del régimen de caudales, sometidos al efecto regular del embalse, pudiendo ser *excelente, bueno, moderado, deficiente, y muy deficiente*. En la Tabla 20 se muestran los valores para cada IAH para nuestro tramo de estudio.

Tabla 20. Niveles del Estado Hidrológico para los IAH. Fuente: (Martínez & Fernández, s.f)

ESTATUS HIDROLÓGICO: INDICES PARCIALES (IAH)				
EXCELENTE 0.8 < IAH ≤ 1	BUENO 0.6 < IAH ≤ 0,8	MODERADO 0.4 < IAH ≤ 0.6	DEFICIENTE 0.2 < IAH ≤ 0.4	MUY DEFIC. 0 < IAH ≤ 0.2

4. De acuerdo al número de índices de cada grupo se construyen para cada grupo 2 polígonos, uno circunscrito en el otro, ver Tabla 22. El cociente de dichas áreas nos permitirá obtener el valor del IAG para cada grupo. Estos niveles indican el estado hidrológico de cada régimen de caudales, para situaciones habituales y extraordinarias, sometidos al efecto regular del embalse, cuyo valor puede ser *excelente, bueno, moderado, deficiente, y muy deficiente*, ver Tabla 21.

Tabla 21. Niveles del Estado Hidrológico para los IAG. Fuente: (Martínez & Fernández, s.f)

ESTATUS HIDROLÓGICO: INDICES PARCIALES (IAH)				
EXCELENTE 0,64 < IAH ≤ 1	BUENO 0,36 < IAH ≤ 0,64	MODERADO 0,16 < IAH ≤ 0,36	DEFICIENTE 0,04 < IAH ≤ 0,16	MUY DEFIC. 0 < IAH ≤ 0,04

Tabla 22. Determinación del estatus hidrológico para los IAH y cálculo del índice de alteración global.
 Fuente: Elaboración propia

Componente del régimen de caudales		Parámetros	Ind.	IAH	Código colores	Cálculo del índice de alteración global
VALORES HABITUALES	Valores anuales y mensuales	Magnitud	I1	0.50	Moderado	
		Variabilidad	I2	0.27	Deficiente	
		Estacionalidad	I3	0.7	Bueno	
	valores diarios	Variabilidad	I4	0.26	Deficiente	
VALORES EXTRAORDINARIOS	Valores Máximos (Avenidas)	Magnitud y frecuencia	I5	0.15	Muy deficiente	
			I6	0.79	Bueno	
		Variabilidad	I7	0.82	Excelente	
		Estacionalidad	I8	0.47	Moderado	
	Duración	I9	0.96	Excelente		
	Valores Mínimos (Sequias)	Magnitud y frecuencia	I10	0.48	Moderado	
			I11	0.37	Deficiente	
		Variabilidad	I12	0.64	Bueno	
		Estacionalidad	I13	0.47	Moderado	
Duración		I14	1.00	Excelente		

Determinación del estado ecológico del Serpis, mediante el cálculo de los IAG

Tabla 23. Cálculo de los IAG y determinación del estatus hidrológico para valores habituales y extraordinarios del régimen de caudales. Elaboración propia.

Componente del régimen natural		Área IAH Rég. natural	Área IAH Rég. Regulado	IAG	Código colores
Valores Habituales	Valores anuales y mensuales	2.00	0.32	0.16	deficiente
Valores Extraordinarios	Valores Máximos (Avenidas)	2.38	0.82	0.35	moderado
	Valores Mínimos (Sequias)	2.38	0.79	0.33	moderado

De la Tabla 23 se puede concluir que el estado hidrológico para el régimen de caudales habitual, después de la presencia del embalse de Beniarrés, es deficiente. Es decir, el grado de alteración que ha sufrido el volumen de agua circulante debido al efecto regulador de esta estructura es significativo, lo que supone a su vez un empeoramiento de las condiciones de vida para las especies que viven en este hábitat.

Para las condiciones extraordinarias como son las grandes avenidas y las sequías, se tiene que el Estado Hidrológico del régimen de caudal es moderado, lo que indica que el grado de alteración del volumen de agua circulante para estos eventos es más leve que en el caso anterior. Por una parte se tiene una situación favorable en el caso de ausencia de lluvias ya que gracias al volumen de agua almacenado en el embalse se pueden atenuar las consecuencias de un periodo largo de sequías. La situación desfavorable está dada por la ausencia de caudales de desborde lo suficiente fuertes que permitan arrancar la vegetación de ribera y arrastrar elementos contaminantes para con ello lograr la limpieza y regeneración de la llanura de inundación y del propio cauce. Este acontecimiento queda limitado debido a que el volumen de agua excedente de las lluvias queda almacenado en el embalse, cuyas sueltas estarán sujetas al nivel de agua que estén almacenando.

4.3.4 Caudales ecológicos

De (García & González, 1998) los caudales ecológicos son caudales mínimos que garanticen la vida, circulación y reproducción de las especies que pueblan el hábitat acuático. Además, El Reglamento de Planificación Hidrológica indica que el régimen de caudales ecológicos es un contenido obligado dentro de la restauración de ríos.

El tramo de estudio está sujeto a dos grandes demandas (UDA) por lo que es necesario realizar un análisis de la relación entre los usos y el régimen de caudales mínimo restante.

Para poder determinar estos caudales ecológicos nos basaremos en la Metodología de Tennant (González & García, 1995), este método tiene en cuenta las necesidades biológicas del hábitat. Los cálculos se realizaron a partir de los caudales medios mensuales de la estación de aforo Villalonga, periodo 1998-2012, utilizando los porcentajes indicados por este método para los distintos tipos de caudales establecidos en la Tabla 24.

Tabla 24. Caudales ecológicos establecidos para el tramo de estudio, método de Tennant.
 Fuente: Elaboración propia

Estaciones de Año		Invierno			Primavera			Verano			Otoño		
Q _{medio mensual}	Meses	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Oct	Nov	Dic
	Unid	0.16	0.13	0.15	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11
Caudales ecológicos													
Arrastre	m3/s	0.31	0.27	0.30	0.25	0.18	0.18	0.24	0.22	0.19	0.24	0.23	0.22
Optimo	m3/s	0.12	0.11	0.12	0.10	0.07	0.07	0.10	0.09	0.07	0.10	0.09	0.09
Sobresaliente	m3/s	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.04	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07
Excelente	m3/s	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06
Bueno	m3/s	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04
Regular	m3/s	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
Pobre	m3/s	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Degradación Severa	m3/s	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

A continuación de acuerdo a los subtramos establecidos en la Figura 3, se presenta la comparativa de los caudales existentes en cada subtramo y los caudales ecológicos de la Tabla 24.

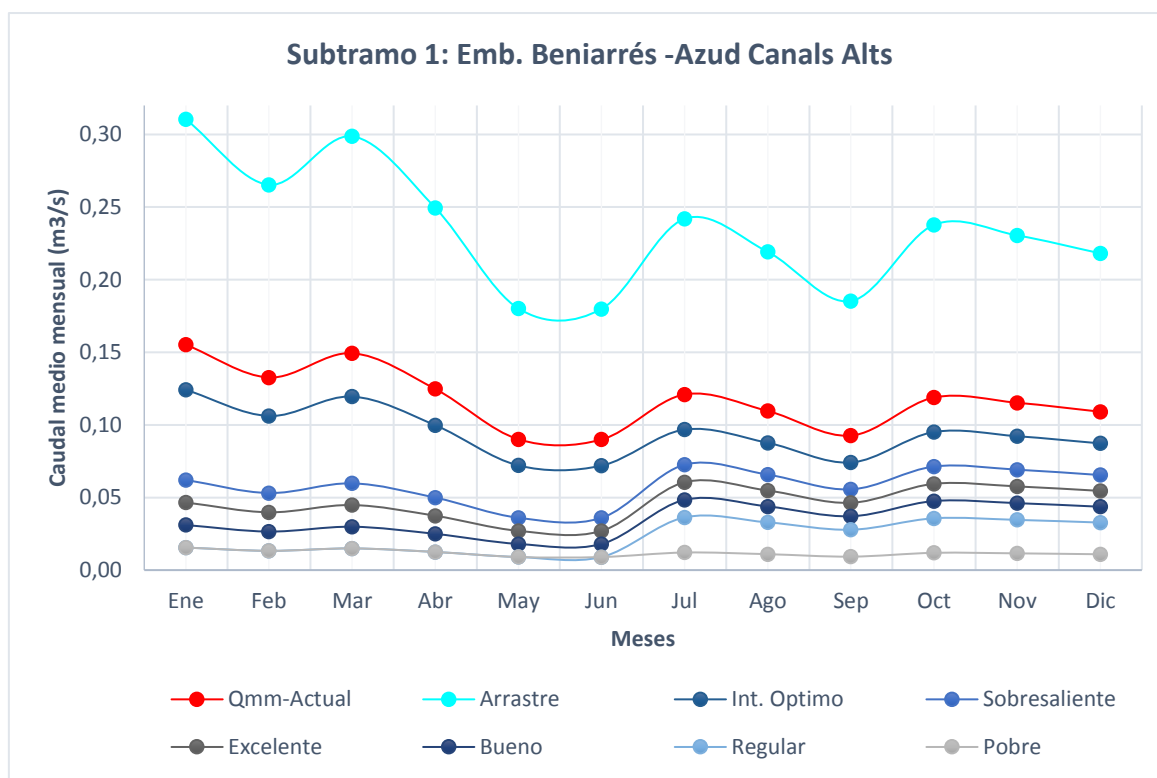
Subtramo 1: Emb. Beniarrés-Azud “Canals Alts”

Este subtramo 1, está comprendido entre el embalse de Beniarrés y la estación de aforo de Canals Alts cuyo caudal está conformado por las sueltas del embalse y las aportaciones del Barranco la Encantada (ver Tabla 14). En este subtramo no existen ningún tipo de extracciones por lo el régimen de caudales se encuentra durante todo el año por encima del caudal óptimo lo que garantiza el bien estar y desarrollo de las especies del hábitat, como se puede apreciar en la Gráfica 2.

La Tabla 25 presenta los caudales medios mensuales del subtramo1.

Tabla 25. Caudales medios mensuales subtramo 1, Embalse Beniarrés 8007-azud Canals Alts
 Fuente: Elaboración propia

CAUDALES	Unid	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Qmm-subtramo1	Hm ³	4.90	4.18	4.71	3.93	2.84	2.84	3.82	3.46	2.92	3.75	3.63	3.44	44.42
	m3/s	0.16	0.13	0.15	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	1.41



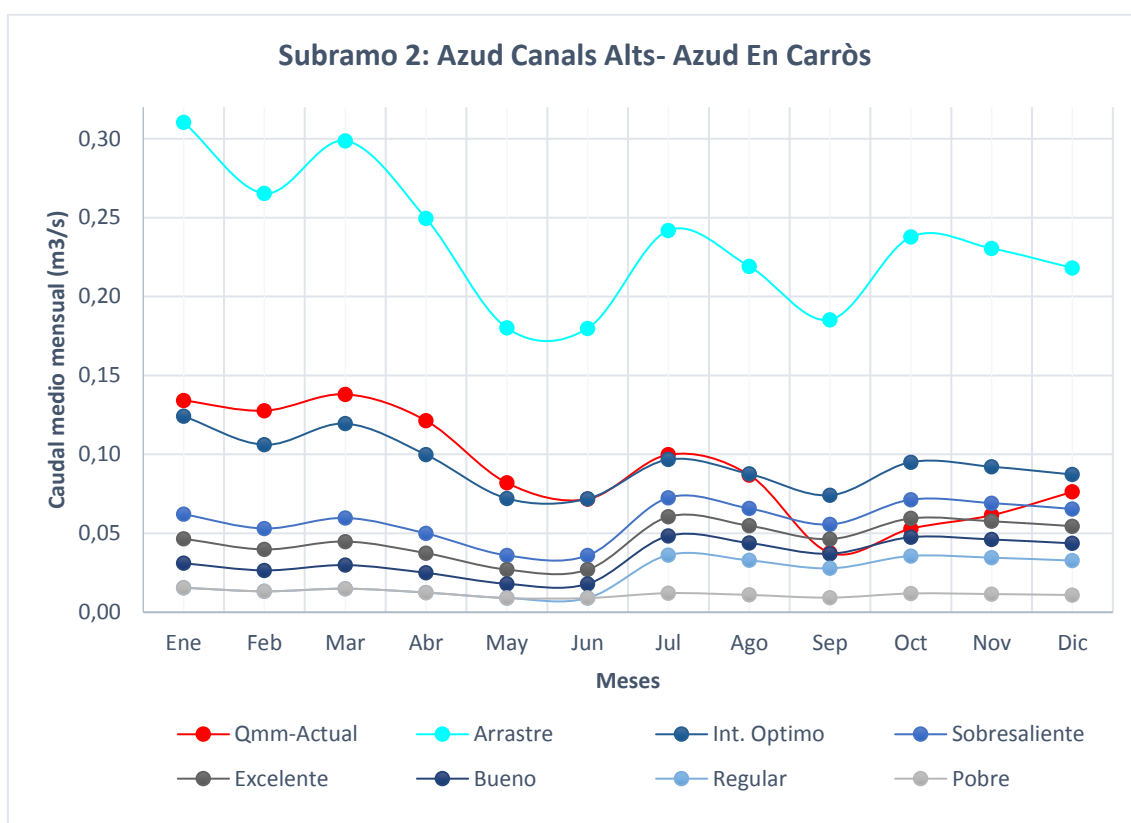
Gráfica 2. Caudales medios mensuales, subtramo 1. Emb. Beniarrés-Azud de Canals Alts.
 Fuente: Elaboración propia.

Subtramo 2: Azud “Canals Alts”-azud “En Carròs”

El subtramo2 está comprendido entre el azud de Canals Alts y el azud de En Carròs. En este subtramo no existen aportaciones de caudal pero sí una UDA ubicada en el azud de Canals Alts (ver Figura 3), es decir al caudal proveniente del subtramo1 le restamos el caudal de demanda de la UDA (ver Tabla 26). De acuerdo a las necesidades de riego mensuales, se puede observar en la Gráfica 3 que durante los meses de octubre a mayo el régimen de caudales existente está por encima del caudal óptimo. No obstante, debido a una mayor demanda en los meses de junio, julio y agosto, los caudales bajan notablemente llegando hasta el nivel de bueno. En los meses restantes los caudales se van recuperando hasta superar el caudal sobresaliente manteniendo las condiciones para la vida del hábitat.

Tabla 26. Caudales medios mensuales subtramo 2, Azud Canals Alts-Azud de En Carròs, en m³/s.
 Fuente: Elaboración propia

CAUDALES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Qmm- subtramo1	4.90	4.18	4.71	3.94	2.84	2.84	3.82	3.46	2.92	3.75	3.64	3.44	44.42
	0.16	0.13	0.15	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	1.41
Q demanda (UDA Canals Alts)	0.66	0.16	0.36	0.11	0.26	0.58	0.67	0.71	1.74	2.08	1.70	1.03	10.04
	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07	0.05	0.03	0.32
Qmm- subtramo2	4.23	4.03	4.35	3.83	2.59	2.26	3.15	2.74	1.19	1.67	1.94	2.41	34.38
	0.13	0.13	0.14	0.12	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04	0.05	0.06	0.08	1.09



Gráfica 3: Caudales medios mensuales del subtramo 2, Azud de Canals Alt-Azud de En Carròs.
Fuente: Elaboración propia.

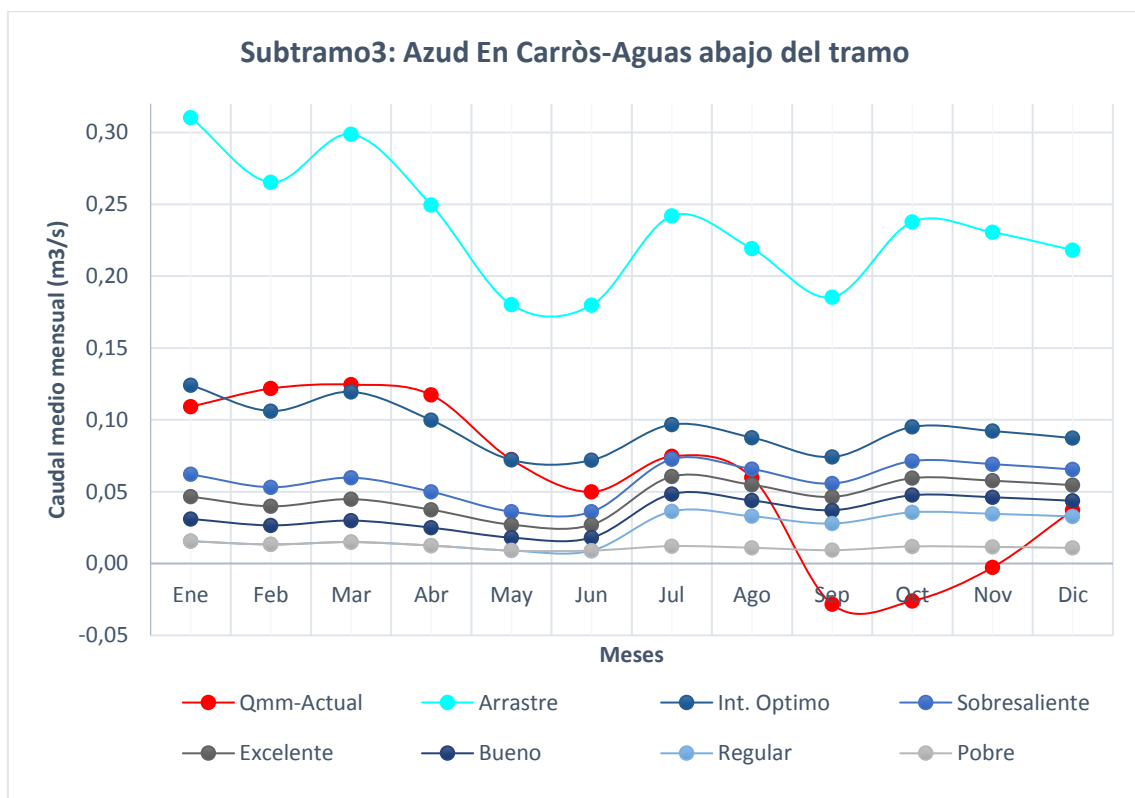
Subtramo 3: Azud “En Carròs”- Aguas abajo del tramo de estudio

El subtramo 3 inicia en el azud de En Carròs y abarca la parte aguas abajo del tramo de estudio. Al igual que en tramo anterior no existen aportaciones pero si una UDA que satisface las necesidades de riego de los Canales Bajos del Serpis. La extracción de caudal se realiza en el azud de En Carròs (Figura 3). Al caudal proveniente del subtramo 2 le restamos esta demanda de agua, como se puede observar en la Tabla 27 quedando como resultado los caudales medios mensuales del subtramo 3.

Tabla 27. Caudales medios mensuales del subtramo 3, Azud de En Carròs – Aguas abajo del tramo de estudio, en m³/s.
Fuente: Elaboración propia

CAUDALES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Qmm-subtramo2	4.23	4.03	4.35	3.83	2.59	2.26	3.15	2.74	1.19	1.67	1.94	2.41	34.38
	0.13	0.13	0.14	0.12	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04	0.05	0.06	0.08	1.09
Q demanda (UDA Canales Bajos)	0.79	0.19	0.43	0.13	0.31	0.69	0.80	0.86	2.08	2.49	2.02	1.23	12.01
	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.07	0.08	0.06	0.04	0.38
Qmm-subtramo3	3.44	3.84	3.93	3.70	2.28	1.57	2.35	1.89	-0.90	-0.82	-0.09	1.17	22.37
	0.11	0.12	0.13	0.12	0.07	0.05	0.08	0.06	-0.03	-0.03	0.00	0.04	0.71

En la Gráfica 4 se puede observar que durante los meses de octubre a febrero, el régimen de caudales se encuentra sobre el caudal óptimo, mientras que para marzo y abril sobre el caudal sobresaliente. En los meses siguientes se ve como el régimen de caudales va disminuyendo a medida que las demandas van incrementándose. Durante mayo el caudal se mantiene entre el intervalo de sobresaliente-excelente, pero para los meses de junio, julio y agosto, donde la demanda se ha triplicado, los caudales descienden hasta por debajo del caudal de degradación severa, lo que indica que el caudal de demanda sobre pasa al existente. A partir de septiembre se observa un incremento en el caudal circulante gracias a la disminución de las necesidades de riego lo que dejaría el régimen de caudales dentro del intervalo de regular a bueno.



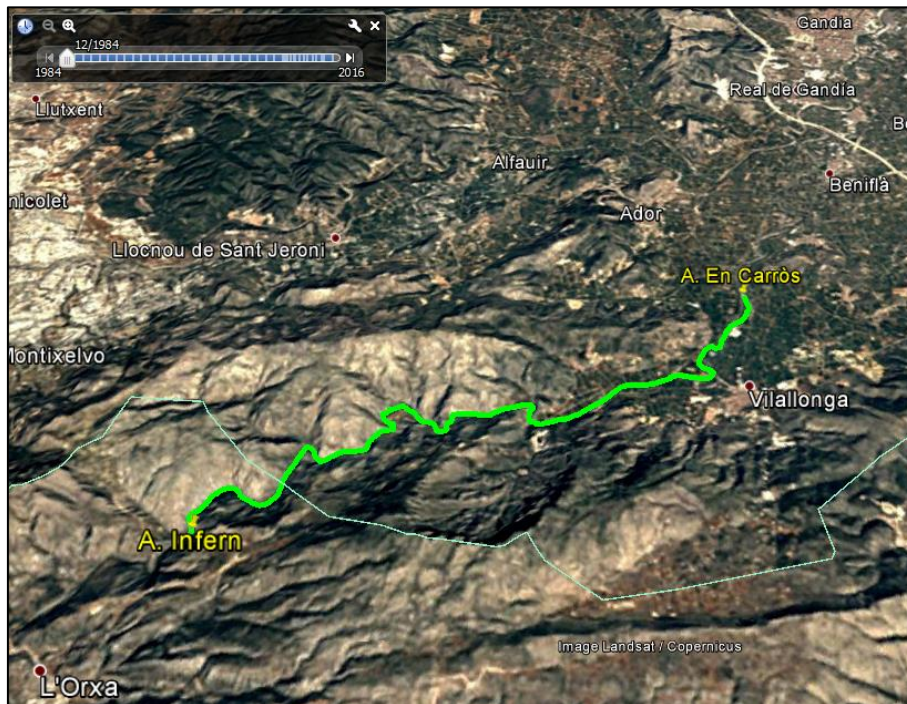
Gráfica 4: Caudales medios mensuales subtramo 3, Azud de En Carròs - Aguas abajo del tramo de estudio.
 Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, no se puede cumplir con los requerimientos de agua para regadío durante los meses de junio, julio y agosto sin poner en riesgo el bien estar de los organismos que viven aguas abajo del tramo de estudio, debido a las condiciones de degradación severa a las que estarían sometidos.

4.4 Morfología y dinámica del río

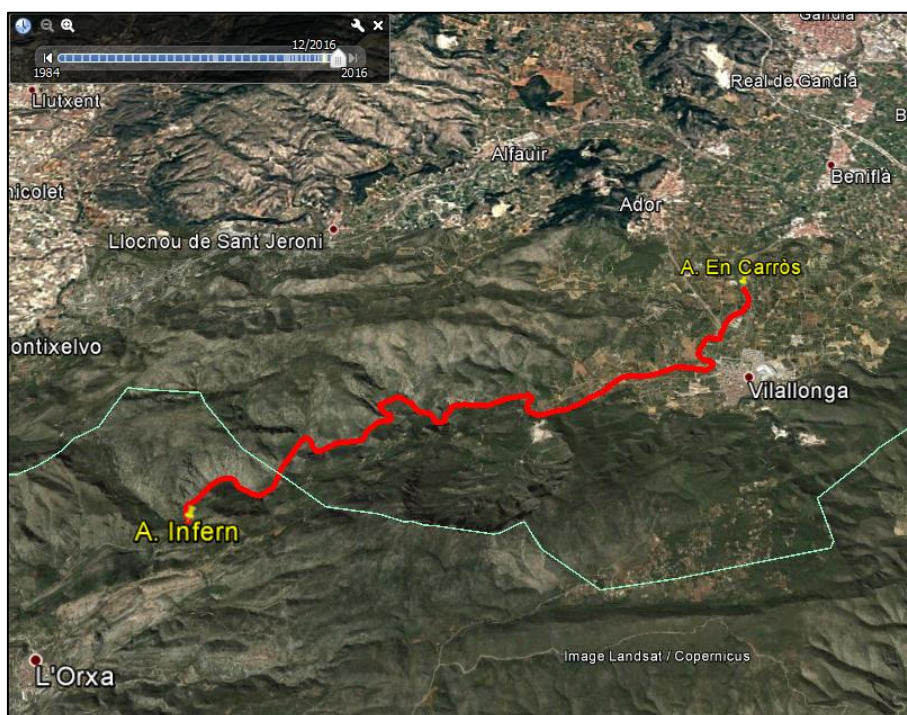
Según (Gracia & Maza, 2002) *“la morfología de ríos estudia la estructura y forma de los ríos, incluyendo la configuración del cauce en planta, la geometría de las secciones transversales, la forma del fondo y las características del perfil”*.

El tramo de estudio tiene una longitud de 13.1 km, de acuerdo a su geometría, es sinuoso y con formaciones de meandros, presentando mayor grado de erosión en los márgenes externos de las curvas. Es estable y dinámico, es decir que a pesar de la alteración del régimen de caudales, los cambios en el transporte de sedimentos han formado una pendiente y una sección que no cambia apreciablemente en el tiempo, como se puede apreciar en los Mapas 9 y 10 de 1984 y 2016 respectivamente.



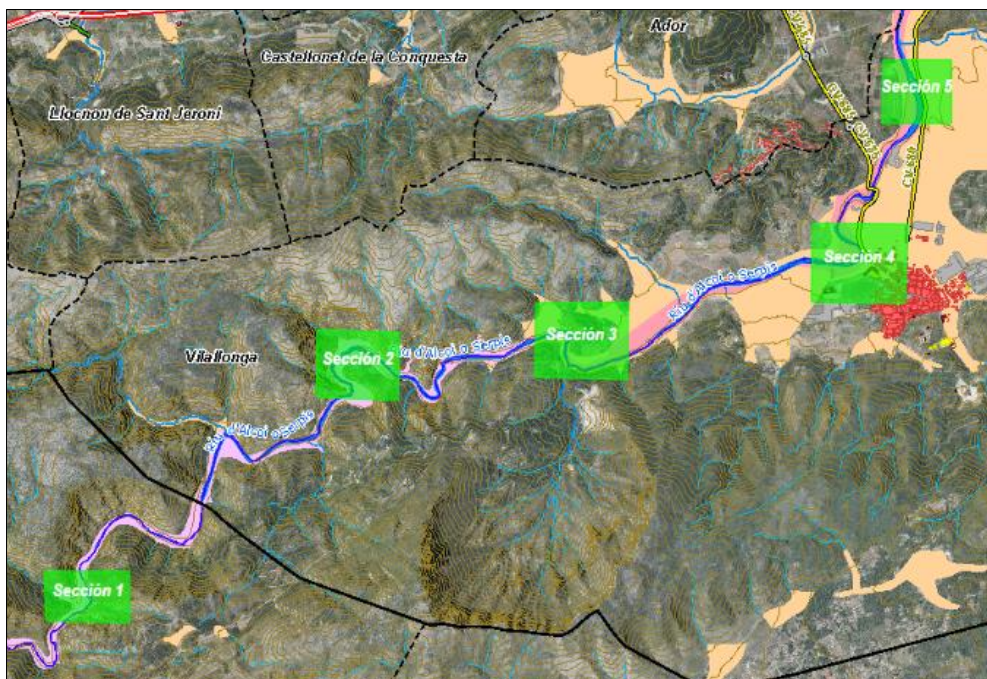
Mapa 9. Geometría del tramo de estudio 1984.
Fuente: Google Earth

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)



Mapa 10. Geometría del tramo de estudio 2016
Fuente: Google Earth

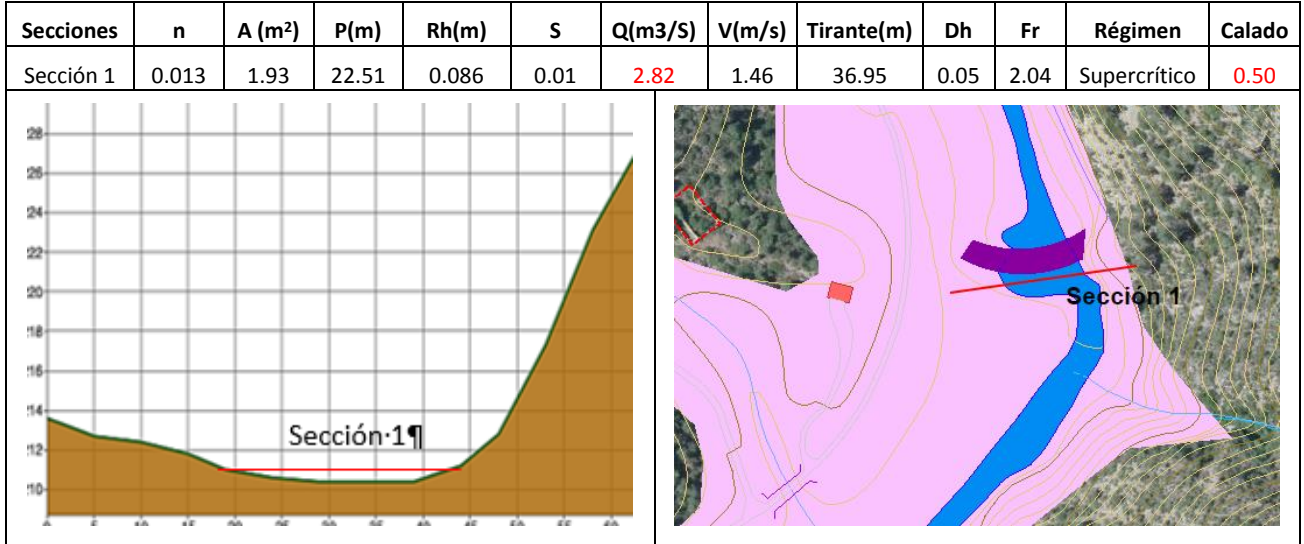
El tramo presenta secciones transversales irregulares de forma trapezoidal, ligeramente encajonadas y con una llanura de inundación no confinada, como se puede apreciar en las siguientes secciones típicas.



Mapa 11. De ubicación de las seccion transversales analizadas.
Fuente: Elaboración propia basada en el mapa del PATRICOVA

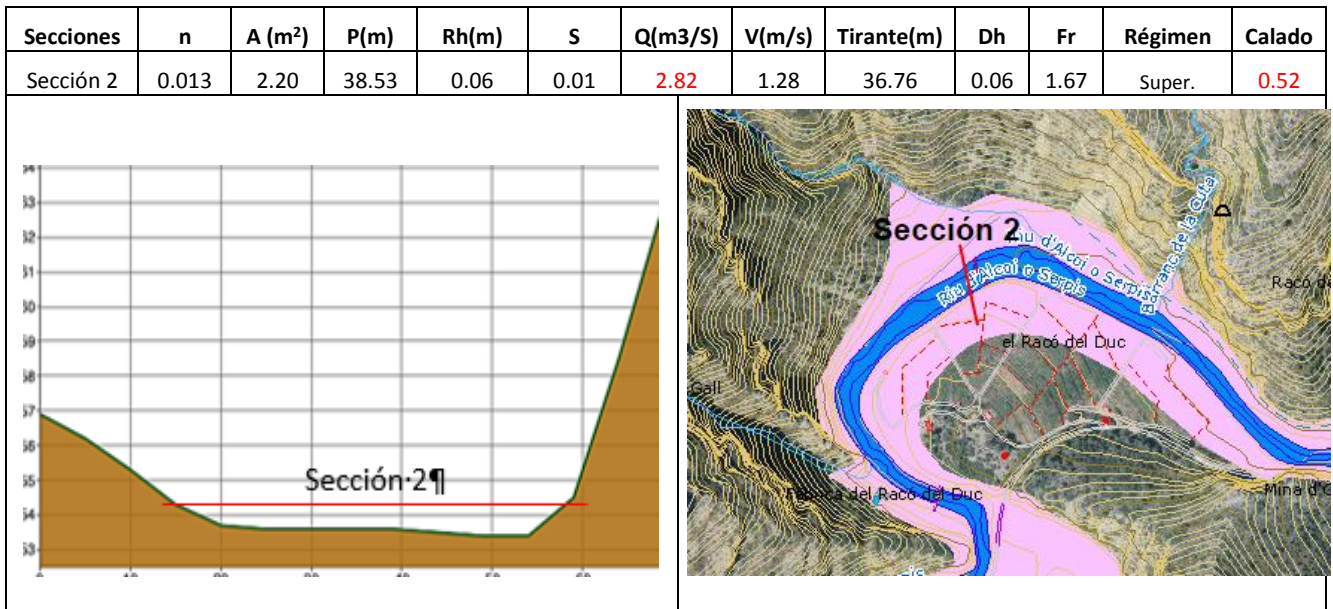
Secciones transversales típicas del tramo de estudio:

Sección transversal 1:



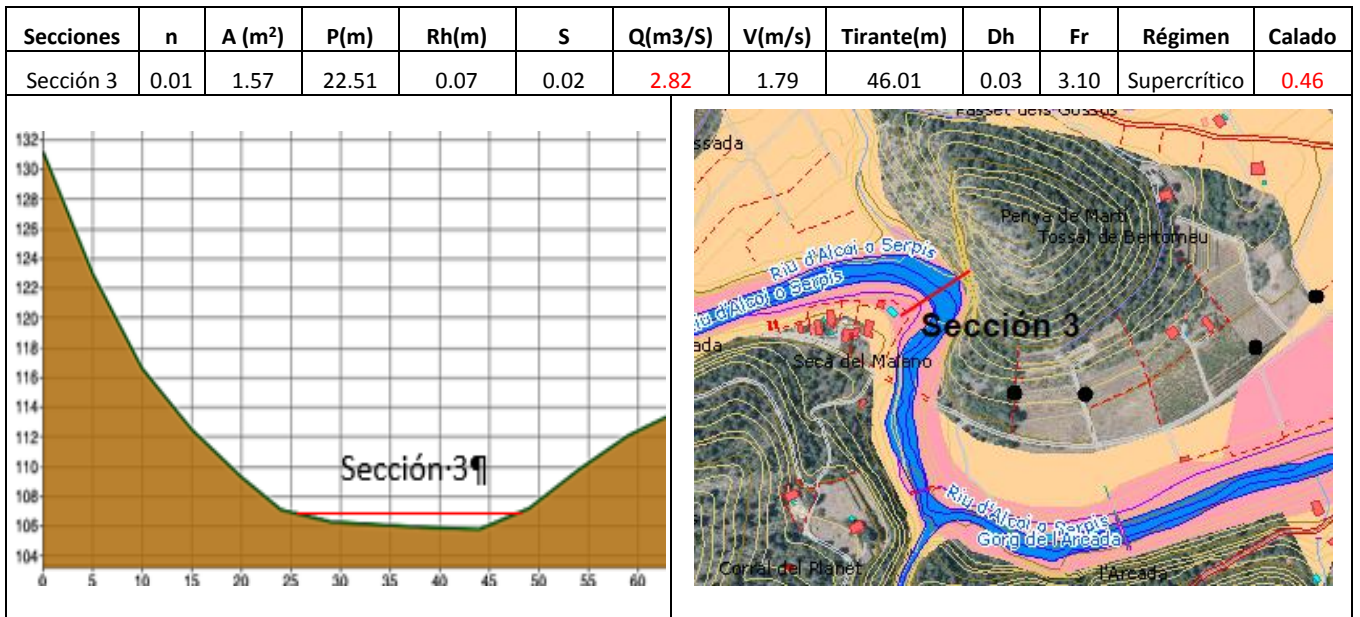
Mapa 12. De la sección transversal 1 en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Sección transversal 2:



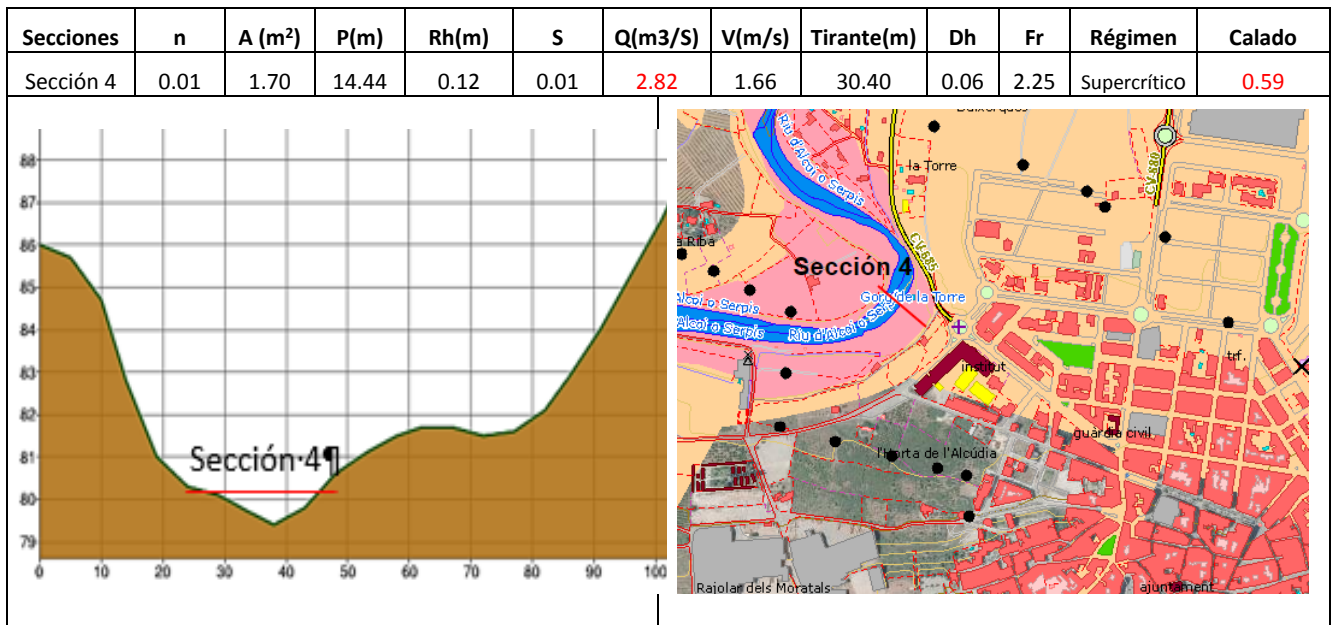
Mapa 13. De la sección transversal 2 en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Sección transversal 3:



Mapa 14. De la sección transversal 3 en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

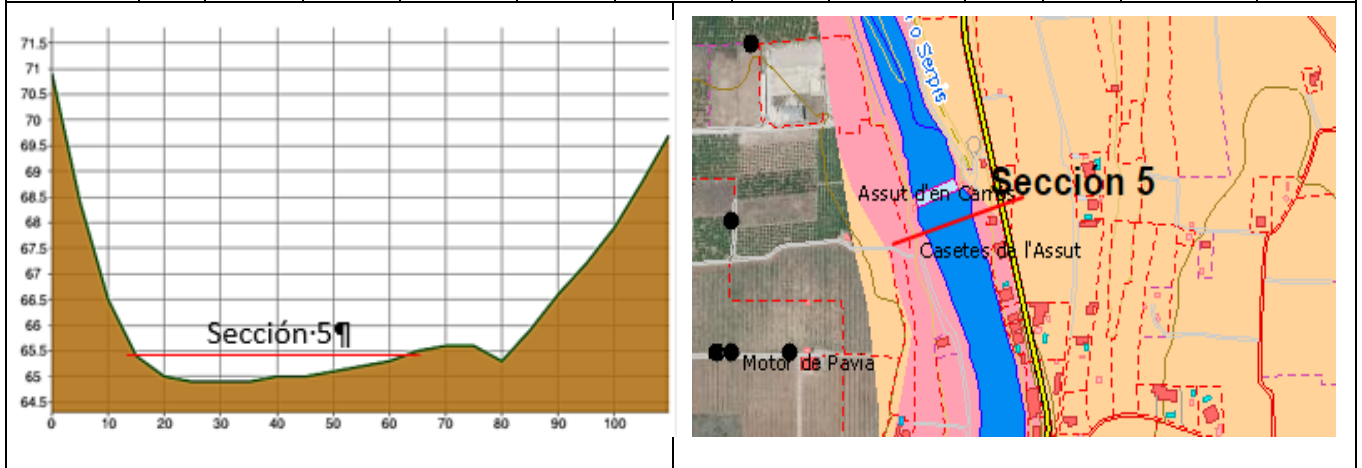
Sección transversal 4:



Mapa 15. De la sección transversal 4 en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Sección transversal 5:

Secciones	n	A (m ²)	P(m)	Rh(m)	S	Q(m ³ /S)	V(m/s)	Tirante(m)	Dh	Fr	Régimen	Calado
Sección 5	0.01	2.89	46.12	0.06	0.01	2.82	0.98	66.40	0.04	1.50	Supercrítico	0.42

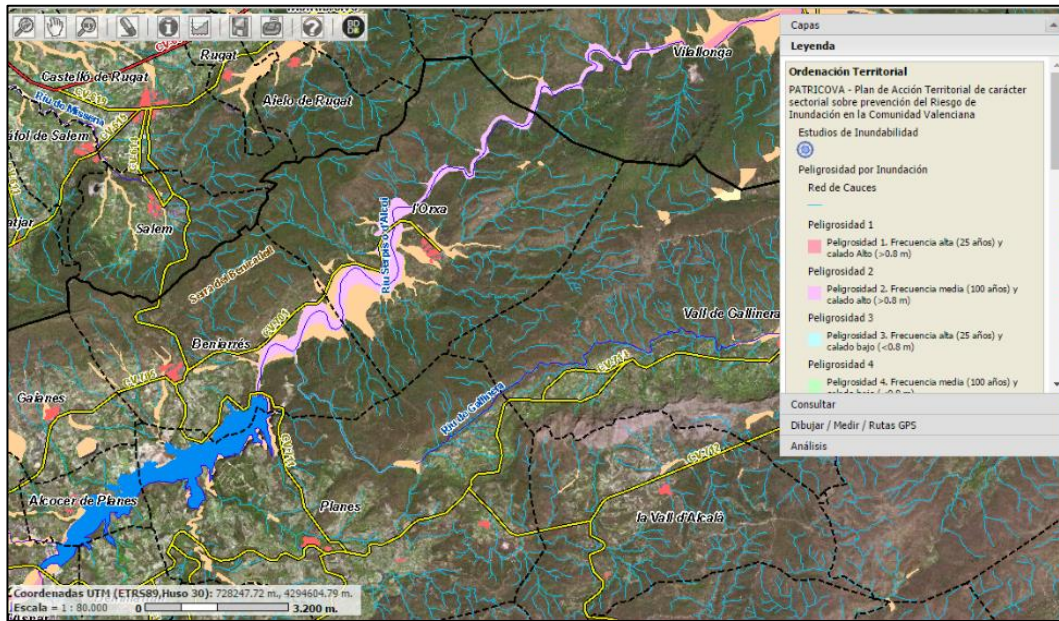


Mapa 16. De la sección transversal 5 en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de estas secciones transversales podemos concluir que son adecuadas en tamaño y forma para desaguar los caudales circulantes ordinarios.

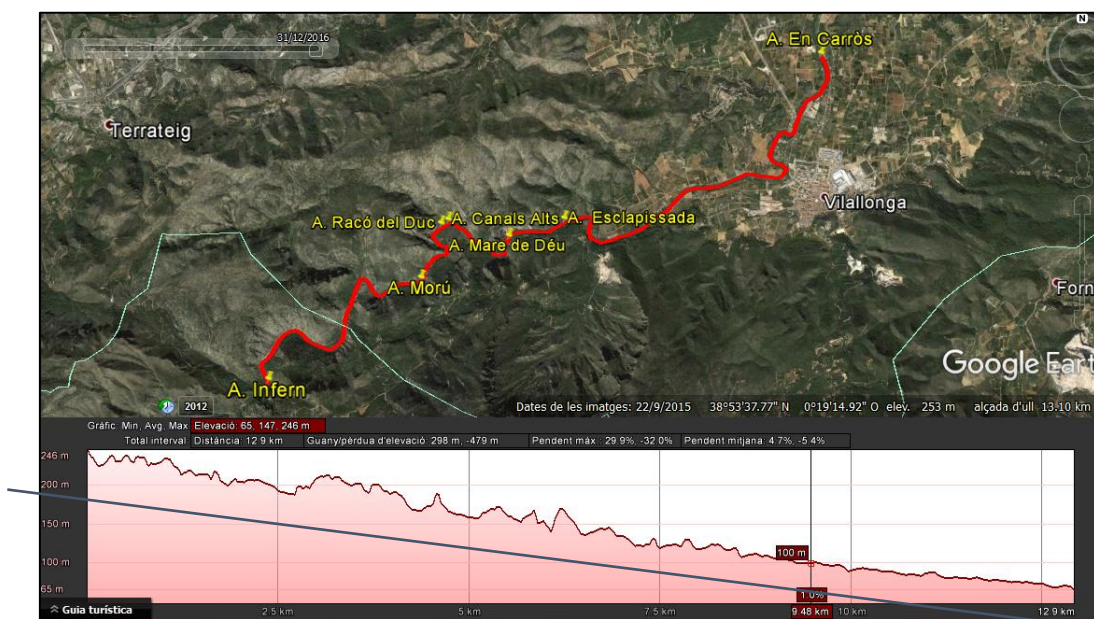
Para el caso de un aumento extraordinario del caudal, debido a la falta de capacidad de la sección transversal para absorber la avenida, el río se desbordaría inundando los espacios cercanos. La posibilidad que ocurra este acontecimiento supone un riesgo por los potenciales daños que podrían derivarse sobre personas y bienes. En este sentido, del Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), el tramo de estudio tiene peligrosidad de tipo 2 (sobre una escala del 1 al 5), ver Mapa 17. Esta peligrosidad está determinada por la magnitud (caudal y velocidad de la avenida) y frecuencia de la avenida (tiempo que debe transcurrir para que se dé otra avenida de igual magnitud), parámetros inversamente relacionados.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)



La pendiente va variando de acuerdo al relieve, disminuyendo a lo largo del recorrido. El tramo de estudio tiene una longitud de 13.1 km con una altitud de 246 msnm en el inicio y 65 msnm al final, conformando una pendiente media de 1.42% (ver Mapa 18).

En las secciones analizadas se puede observar que el tipo de flujo es supercrítico, (número de Froude mayor que 1). Este tipo de flujo supone una elevada cantidad de energía y una disminución en el calado, lo cual propicia la formación de resaltos hidráulicos que generan erosión, alcanzando la mayor capacidad erosiva para flujos con número de Froude mayores a 9. En este caso se tiene flujo supercrítico con Froude menor a 2, por lo que su poder erosivo es bajo.



Mapa 18. Perfil longitudinal del tramo de estudio. Fuente: Google Earth

4.5 Alteraciones morfológicas

Existen diferentes tipos de presiones que pueden alterar la morfología del río a lo largo del tiempo. Estas transformaciones se pueden ver reflejadas en su pendiente longitudinal, sinuosidad, continuidad fluvial y sección transversal. En la sección anterior se ha analizado la pendiente longitudinal, la sinuosidad del río y la sección transversal, por lo que a continuación se procede a analizar la continuidad fluvial.

La continuidad fluvial es la característica morfológica que permite la existencia de una conectividad entre la parte alta y baja del río, que consiente el libre desplazamiento de las especies piscícolas, favoreciendo el refuerzo y restauración de sus poblaciones.

En este sentido, destaca la presión provocada por las estructuras hidráulicas situadas a lo largo de todo el tramo de estudio, por lo que a continuación se hace un análisis del efecto barrera que suponen cada una de las infraestructuras transversales.

El tramo de estudio presenta los siguientes azudes: “l’Infern”, “El Morú”, “Canales Altos”, “De la Mare de Dèu”, “El Cèntim”, “L’Esciapissada”, “La Reprimala” y “En Carròs”.

Agua arriba del tramo de estudio está el embalse de Beniarrés, que será considerado dentro del análisis de estructuras transversales por el efecto regulador que tiene sobre el régimen de caudales.

4.5.1 Embalse



*Fotografía 7. Embalse de Beniarrés.
Fuente: Google Earth*

El embalse de Beniarrés se encuentra ubicado en el municipio de Beniarrés, en la provincia de Alicante, siendo el único embalse del río Serpis. Fue construido en 1958, es la estructura hidráulica de mayor dimensión, con un área de influencia de 268 hectáreas. Esta estructura no está ubicada dentro del tramo a restaurar pero tiene

gran influencia sobre el régimen de caudales y la distribución de sedimentos en el cauce. Está constituido por una presa de gravedad de 53 m de altura, con aliviadero de compuertas de 1.000 m³/s de capacidad. Además del uso agrario de sus aguas están permitidas actividades recreativas como la navegación y la pesca. Según (Nebot, 2008), el régimen de caudales anterior a la construcción del embalse tenía una mayor magnitud, lo que ha disminuido notablemente la frecuencia y la fuerza de las grandes avenidas.

4.5.2 Azudes

Estas estructuras se construyeron con la finalidad de captar las aguas del río Serpis para los antiguos molinos y el regadío, posteriormente algunos de estos azudes fueron destinados a la producción de energía eléctrica a través de minicentrales hidroeléctricas, denominadas por los pobladores de la zona “fábricas de luz”.

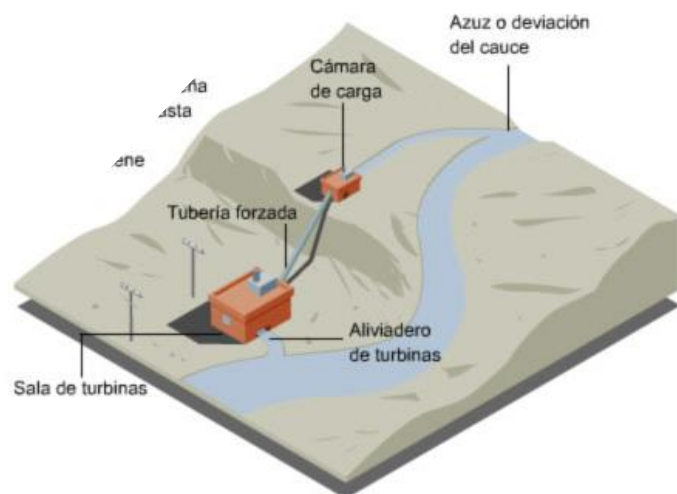
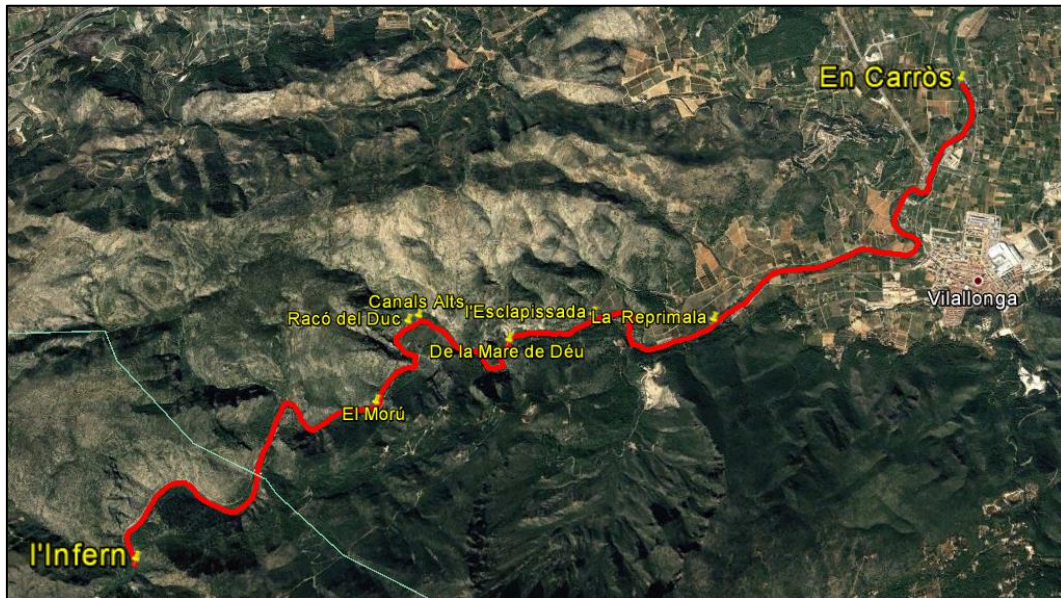


Figura 4. Esquema de funcionamiento minicentral hidroeléctrica.
Fuente: <http://ecovive.com/centrales-segun-la-afluencia-del-caudal/>

A raíz de la producción industrial papelera que se dio en la zona a finales del siglo XIX y de la insuficiencia energética para abastecer su demanda, se comenzó a explotar la energía de las aguas del río Serpis a través de pequeñas minicentrales hidroeléctricas. Éstas aprovechaban pequeños azudes para retener la corriente del río y desviarla por unas acequias o canales hasta tener la altura suficiente para generar saltos de agua. Con una altura de entre 10 y 30 metros, la fuerza de la caída de agua era aprovechada para mover una turbina hidráulica, que transmitía la energía a un generador donde era transformada en energía eléctrica.

Estos azudes son construcciones de reducidas dimensiones y escasa altura, conformados por un grueso muro de contención con forma de talud, es decir, más ancho en la base. Están establecidos en el lecho del río con cimentación de piedra de río y un tipo de mortero hidráulico muy sólido, hecho con una cal que tiene entre un 15 y un 25% de arcillas. A continuación se presenta el Mapa 19 con la ubicación de todos los azudes, destacando con rectángulos en color verde los azudes que están en funcionamiento, utilizados para satisfacer las UDA, mientras que los rectángulos en color rojo indican los azudes que se utilizaron para las minicentrales hidroeléctricas que actualmente están fuera de uso.



Mapa 19. Ubicación de los azudes en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia

Las minicentrales hidroeléctricas fueron construidas a finales del siglo XIX por empresarios de las fábricas de Alcoy y Villalonga con la finalidad de proporcionar energía eléctrica a sus propios comercios, formando parte de la red de minicentrales REA (Regadíos y Energía de Valencia). En 1931 pasaron a formar parte de la compañía Lútea (Compañía de luz y Fuerza del Levante) y posteriormente en 1960 a la de Electricista Alcoyana, excepto la minicentral Mare de Déu que era de propiedad de Electroquímicas del Serpis.

Con el paso del tiempo, con la construcción de grandes centrales hidroeléctricas, con mayor capacidad de generar energía eléctrica que las minicentrales, las necesidades energéticas estaban cubiertas, lo que supuso el cierre progresivo de las mismas.

Posteriormente, gracias al caudal regular y constante durante todo el año proveniente del embalse de Beniarrés, Hidroeléctrica Española inició el proyecto para volver a poner en funcionamiento las minicentrales, excepto la minicentral de la Mare de Déu y la del Càntim que estaban casi en ruinas. La primera en volver a ponerse un funcionamiento fue la de l’Infern, en septiembre de 1986, y posteriormente las del Racó del Duc y de la Reprimala.

En 1992 se produjo la fusión de Hidroeléctrica Española e Iberduero dando origen a la actual Iberdrola, dando lugar al cierre definitivo de las minicentrales y con ello dejaron de utilizarse los azudes que las abastecían.

En la Tabla 28 se presentan las principales características de los azudes.

Tabla 28. Azudes del tramo de estudio.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Cervera et al., 2010)

NOMBRE	MUNICIPIO	COORDENADAS UTM	UTILIDAD	EN USO	MATERIAL	ALTURA	EFFECTO BARRERA	PASO DE PECES
l’Infern	Lorcha	734650 E 4305061 N	Hidroeléctrica	NO	Piedra	5	SI	NO
El Morú	Villalonga	736694E 4306506 N	Hidroeléctrica	NO	Piedra	3	SI	NO
Racó del Duc	Villalonga	736945.E 4307258.N	Hidroeléctrica	NO	Piedra	3	SI	NO
Canals Alts	Villalonga	737040 E 4307313 N	Riego	SI	Hormigón	2	SI	NO
De la Mare de Déu	Villalonga	737880 E 4307115 N	Hidroeléctrica	NO	Piedra	3	SI	NO
l’Esclapissada	Villalonga	738638 E 4307377 N	Hidroeléctrica	NO	Piedra	5	SI	NO
La Reprimala	Villalonga	739768 E 4307362 N	Industrial	NO	Piedra	2	SI	NO
En Carròs	Villalonga	742175 E 4309755 N	Riego	SI	Hormigón	5	NO	SI

4.6 Estudio de las riberas

A continuación se presenta un análisis de las particularidades que conforman la ribera, así como la determinación de las características de su funcionamiento como parte del sistema fluvial y del interés en su conservación.

4.6.1 Estado de la vegetación de las orillas

La composición y estructura de la vegetación de ribera en el tramo de estudio tiene como perfil de referencia la vegetación potencial que se presenta en (Aguilella et al., 2007).

Ésta describe que la vegetación potencial de la zona está representada por la serie valenciana fluvial de los bosques de álamos blancos (*Vinca difformis*-*Populus albae sigmetum*). Se trata de una serie edafohigrófila de cauces fluviales, valenciana, termomesomediterránea, de aguas duras, de los bosques de *Populus alba* con *Vinca difformis*, *Arum italicum*, *Tamarix canariensis*, *Salix eleagnos subsp. angustifolia*, *Coriaria myrtifolia* y *Rubus ulmifolius*. En la segunda banda de vegetación, según el grado de proximidad al cauce, corresponde al bosque de alameda-chopera (*Vinca-Populetum albae*) dominado por *Populus alba* y *Populus nigra*.

Con respecto a la presencia de especies vegetales exóticas, destaca especialmente la caña común (*Arundo donax*). Esta especie se ha extendido a lo largo de todo el tramo de estudio.

Caña común (Arundo Donax)

Debido a que es la especie invasora predominante en la zona, es necesario conocer su desarrollo biológico para poder establecer la mejor alternativa en cuanto a eficacia y economía para su control y erradicación.

La caña común (*Arundo Donax*) es la especie de mayor tamaño del género de las gramíneas y según la taxonomía, pertenece a la subfamilia *Arundinoideae*. Debido a la ausencia de semillas fértiles, su crecimiento es vegetativo, es decir, las cañas lignificadas que entran en contacto con el sustrato al ser tumbadas por las riadas y precipitaciones intensa, enraízan y producen nuevas plantas a partir de las yemas presentes en los nudos, mecanismo clave para su expansión. Boland (2006), en un estudio de campo, demuestra que el tumbado y enraizado de tallos hace avanzar el cañaveral 7.4 veces más rápido que el crecimiento de los rizomas. Este proceso supone la ocupación horizontal del sustrato y constituye un comportamiento clave para el dominio del medio ribereño.

El mantenimiento de una elevada densidad de tallos, crecimiento vertical, depende del rizoma, que constituye el otro mecanismo clave para su dominancia de las riberas fluviales, ya que evita la formación de claros en su interior y que estos sean colonizados por especies autóctonas. Los rizomas son capaces de germinar independientemente de su tamaño y bajo cualquier condición ambiental, conservan la capacidad de rebrotar durante un periodo mucho más prolongado que los fragmentos de tallo. Por último, cabe destacar el papel del rizoma como órgano de reserva durante estaciones desfavorables para su desarrollo, con bajas temperaturas. Es por esta razón que en la eliminación de cañaverales se debe centrar en la muerte del rizoma.

Impactos que genera en los medios que invade

Entre la problemática principal a la que somete la vegetación por parte de la caña común podemos destacar:

- La profunda transformación del ecosistema, de forma gradual, debido al impacto que ejerce su competencia, apropiándose del agua y nutrientes de las demás especie e impidiendo su crecimiento

- Su biomasa (15.5 kg/m²) posee menor contenido en humedad y mayor ratio superficie/volumen que la vegetación riparia nativa, lo que hace del cañaveral una formación más inflamable. A esto hay que añadir que, estructuralmente, la caña favorece la transmisión del fuego desde el estrato arbustivo al aéreo, debido a su verticalidad. Diversos trabajos (Brooks et al. 2004; Coffman et al. 2004, 2010) han demostrado que esto se traduce en un incremento de la frecuencia de fuegos, de su velocidad de avance y de la intensidad del incendio en riberas invadidas por la caña, que arden a mayor temperatura y de manera más completa que las formaciones de vegetación nativa.
- Debido a la verticalidad de su estructura las aves tienen mayor dificultad para encontrar refugio para guarecerse o anidar, las ramas no pueden soportar nidos.
- La abundancia de invertebrados se reduce en un 50% por causa de la densidad del cañaveral que limita la entrada de luz y con ello el desarrollo de un estrato arbustivo diverso, generando un hábitat incapaz de sustentar una variada comunidad de invertebrados.
- Efectos negativos en la hidrología y la geomorfología fluvial, los cañaverales en los márgenes de los ríos funcionan como muros, concentrando la energía del flujo de agua en el cauce, lo que conduce a su excavación y al desmoronamiento de las orillas durante las crecidas.
- Por último, la caña tiene la capacidad de incrementar la pérdida de agua en los cursos fluviales debido a su elevado consumo de agua, uno de los mayores del reino vegetal.

4.6.2 Estado ecológico de las riberas

El estado ecológico del tramo de estudio ha sido evaluado según el índice para la evaluación de la calidad del hábitat ripario en base al bosque riberas (QBR).

El índice QBR es un índice de fácil y rápida aplicación, utilizable por una amplia gama de profesionales sin una excesiva especialización en vegetación y flora. Aunque en su diseño se procuró que no primara la composición taxonómica de la vegetación, es indudable que un buen nivel de conocimiento de la flora resulta indispensable (Aguilella et al., 2005).

Según (Aguilella et al., 2005), la mayor calidad del bosque de ribera en el río Serpis se alcanza en tres zonas, con un máximo valor de QBR=85. La primera está comprendida desde unos 400 metros de la estación de Villalonga-8071 hasta las cercanías del núcleo urbano de Lorcha; la segunda zona está ubicada en el tramo del Racó del Duc (aguas arriba del Azud Canals Alts), en Villalonga; y el tercer tramo que va desde las proximidades del Azud de la minicentral de la Mare de Dèu, hasta aproximadamente 450 metros aguas arriba de la Font de la Reprimala.

Las zonas con el peor valor del índice de calidad de ribera, con un valor de QBR de 45, se encuentran donde aparecen explotaciones agrícolas, como en las cercanías del azud de Canals Alts y en las zonas de la Reprimala y Villalonga.

A continuación se presenta la Tabla 29 con los niveles de calidad de hábitat según el índice de QBR y la Tabla 30 con el valor del índice de calidad de bosque de ribera correspondiente a cada tramo de estudio.

Tabla 29. Niveles de calidad de hábitat ripario según el índice QBR. Fuente: (Nebot, 2008)

Calidad del hábitat ripario	Descripción	Valor QBR
Óptimo	Hábitat ripario sin alteraciones, estado natural	≥95
Bueno	Bosques ligeramente alterados	75-90
Regular	Inicio de una alteración considerable	55-70
Mala	Gran alteración	30-50
Pésimo	Degradación extrema	≤25

Tabla 30. Valor del índice QBR y correspondiente calidad del bosque de ribera en cada tramo de estudio. Fuente: (Nebot, 2008)

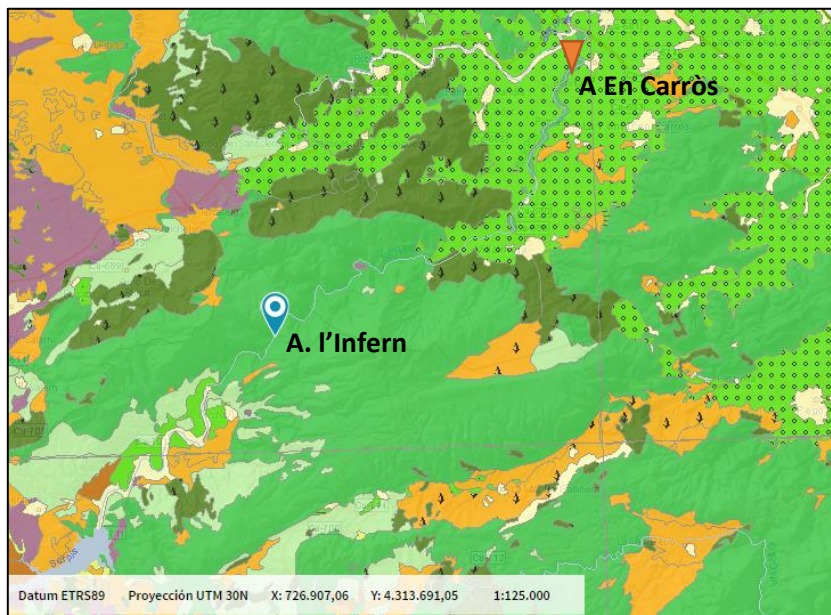
Situación del tramo	Valor QBR	Calidad QBR
Aguas arriba de Lorcha	85	Bueno
Lorcha, cerca del pueblo	55	Aceptable
Lorcha, El l’Infern	70	Aceptable
El l’Infern , El Morú	85	Bueno
El Morú , Racó del Duc	85	Bueno
Racó del Duc, Canals Alts	45	Malo
Canals Alts, Mare de Dèu	65	Aceptable
Mare de Dèu, la Esclapissada	85	Bueno
La Esclapissada, La Reprimala	55	Aceptable
La Reprimala, En Carròs	45	Malo

Según los resultados de la Tabla 30, la calidad del bosque de ribera en el tramo de estudio es buena en un 40%, mientras que la calidad del bosque de ribera aceptable muestra que existe una leve alteración de la ribera en 40%, que es un porcentaje considerable para la evaluación.

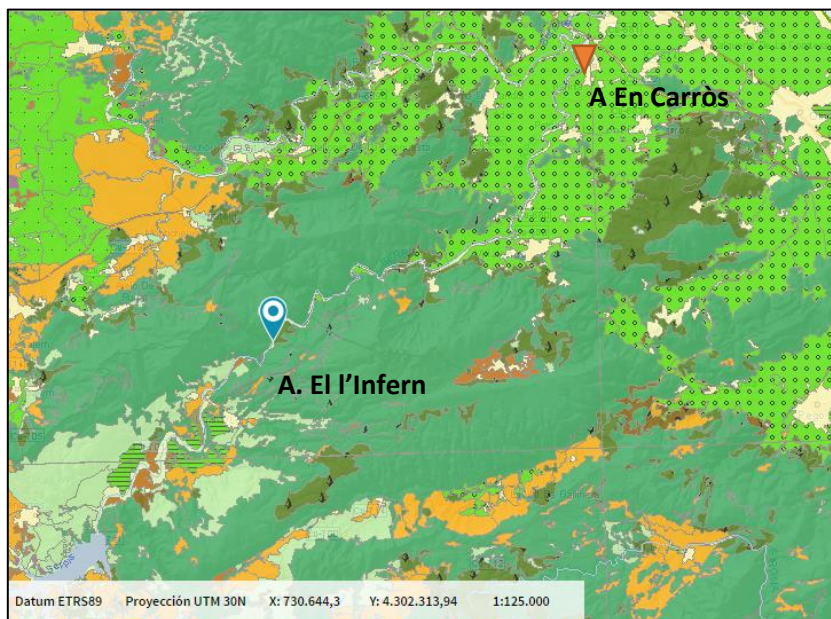
El 20% restante corresponde a una calidad de bosque de ribera malo, con condiciones de la ribera profundamente alteradas. Todo ello permite afirmar que, si bien buena parte del tramo de estudio se encuentra en un estado ecológico admisible, existe un significativo margen de mejora del estado ecológico del bosque de ribera.

4.6.3 Uso y ocupación de las riberas

Gracias a la información geográfica disponible se ha podido ver cómo ha ido evolucionando la geomorfología de la ribera. Utilizando mapa de cultivos de 1980-1990 y el mapa de cultivos 2000-2010, de GEOPORTAL, se ha podido comparar y observar cómo se han producido nuevas ocupaciones o cambios de usos del suelo en las riberas y llanuras de inundación (ver Mapas 20 y 21).



Mapa 20. De cultivos 1980-1990. Fuente: GEOPORTAL



Mapa 21. De cultivos 2000-2010. Fuente: GEOPORTAL

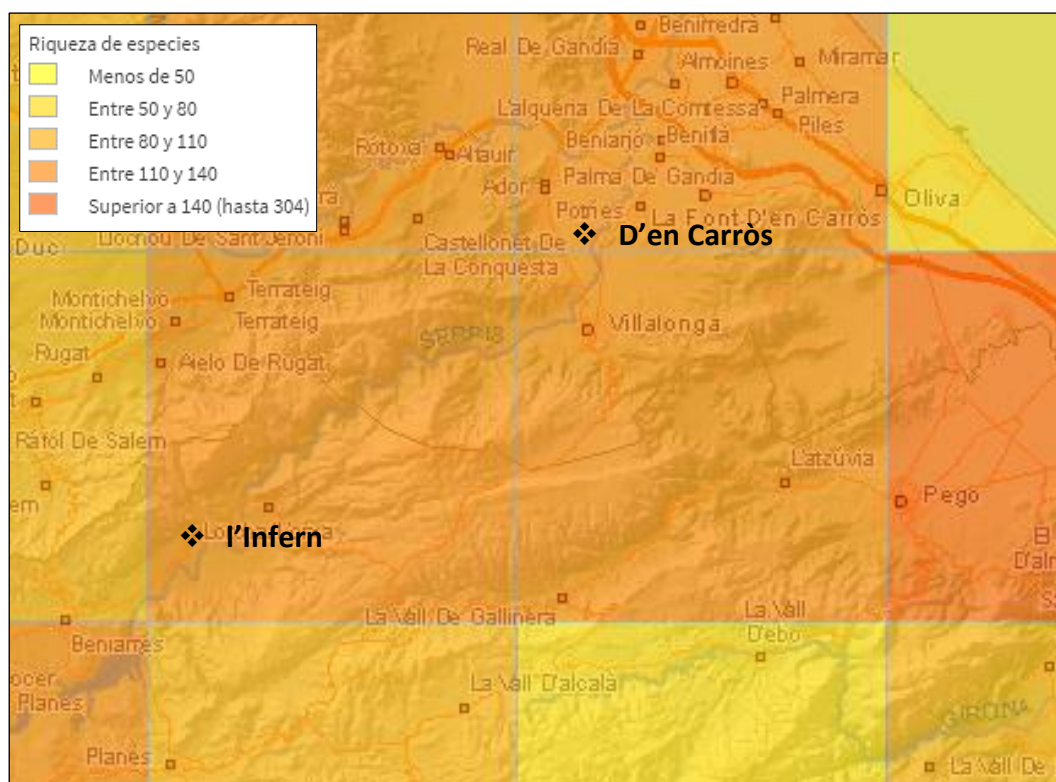
Por tanto se puede concluir que la morfología del río y su ribera no han sido excesivamente alteradas por el uso agrícola de los suelos, debido a que gran parte del recorrido del tramo de estudio está formado por terrenos de pendientes altas y difícil acceso que minimiza el uso antrópico del terreno. Sin embargo en las zonas cercanas a los núcleos se aprecia el incremento de superficie de terreno dedicada a cultivos agrícolas.

En las proximidades de la Font de la Reprimala se aprecia un incremento de la superficie agrícola y de la presencia de zonas abancaladas. Esta situación también se puede apreciar en el tramo final, en las cercanías de la azud de En Carròs, donde están ubicados la mayor parte de cultivos de cítricos de los canales bajos del Serpis.

4.7 Características biológicas

De la versión digital del Atlas y libro rojo de los peces continentales de España (GEOPORTAL), que forma parte de la serie que se conoce como el Inventario Nacional de Biodiversidad elaborado por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para el Ministerio de Medio Ambiente, extraemos que nuestro tramo de estudio está en la Cuadrícula UTM (Universal Transverse Mercator) de 10 x 10 km en huso 30, cuyo código de cuadrícula es 30S y30J.

Estas cuadrículas recogen la presencia o ausencia de cada una de las especies recogidas en el Atlas y, según la base de datos Access del mapa de riqueza de especies, ubicado dentro las características biológicas, se ha determinado que el tramo de estudio tiene una riqueza biológica de 134 de especies.



Mapa 22. Riqueza de especies.
Fuente: <http://sig.magrama.es/geoportail/>

4.7.1 Flora

En cuanto a la flora, encontramos dos tipos de especies: de ribera y de cauce. A continuación se presentan las principales características de cada una de ellas.

Especies de ribera

Las especies arbóreas dominantes en las riberas del río Serpis son el álamo (*Populus alba*) y el chopo (*Populus nigra*), mientras que las especies de olmos (*Ulmus minor*) son muy escasos debido a que el territorio que potencialmente correspondería a las olmedas está ocupados por cultivos agrícolas en las zonas cercanas a los núcleos urbanos.

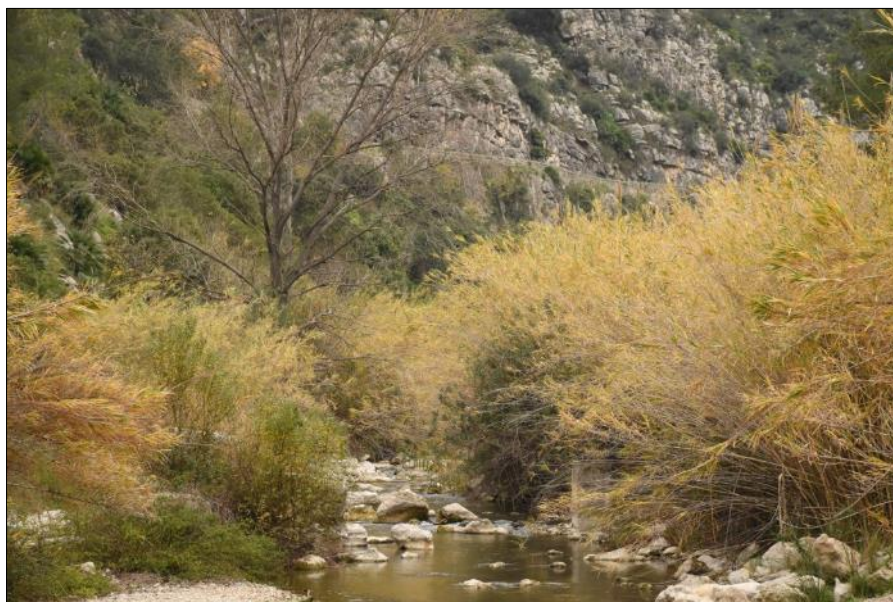
Especies del cauce

La parte arbustiva se encuentra muy próxima al cauce del río, con gran capacidad para soportar la fuerza de las avenidas e inundaciones más o menos prolongadas. Si bien deberían destacar los sauces, éstos han sido reemplazados por la caña común (*Arundo Donax*). Las especies arbustivas más abundantes son la sarga negra (*Salix atrocinnerea*), la sarga (*Salix eleagnos*) y el sargatillo (*Salix purpurea*). Junto a éstos se encuentran, de forma dispersa,

distintos géneros de especies que tienen preferencia por las zonas húmedas y frescas, como por ejemplo: el durillo (*Viburnum tinus*), el majuelo (*Crataegus monogyna*) y el cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*).

La orla espinosa está compuesta por distintas especies de rosas y zarzas, entre ellas *Rubus ulmifolius*, *Rubus caesius*, *Rosa canina* y *Rosa sempervirens*.

En las orillas más soleadas tenemos las adelfas (*Nerium oleander*) y el taraje (*Tamarix gallica*). Junto a ellas la caña común (*Arundo donax*) que constituye una densa formación casi monoespecífica.



Fotografía 8. Presencia de caña a lo largo del cauce del río Serpis. Tomada el 03-07-2015

4.7.2 Fauna

Especies de ribera

En el hábitat establecido por la llanura de inundación y la vegetación de ribera viven numerosas comunidades de invertebrados y vertebrados, que utilizan estas bandas de vegetación como refugio, lugar para buscar su alimentación además de ser espacios adecuados para su reproducción, poner sus nidos y completar su desarrollo.

En el Anexo 5 se presenta una relación de las especies que habitan o utilizan el espacio ripario del Serpis, y su conexión con el cauce como corredor fluvial (Nebot, 2008).

Especies del cauce

El informe sobre la vida piscícola (CHJ, 2000) en el sistema de explotación del Serpis muestra una comunidad piscícola diversa. Destaca la presencia de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), especie introducida, en la parte alta, mientras que en los tramos medios y bajos están dominados por el Barbo Mediterráneo (*Barbus guiraonis*) y Cacho (*Squalius pyrenaicus*), esta última considerada como especie en peligro de extinción por la presencia de las especies alóctonas. La Tabla 31 muestra una lista de las especies piscícolas

Tabla 31. Lista de especies piscícolas encontradas en el tramo de estudio del río Serpis. Fuente: (CHJ, 2000)

Especie	Estatus	Categoría de protección
ANGUILA (<i>Anguilla anguilla</i>)	Autóctona	V ¹ , AIII ²
TRUCHA ARCO-IRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Exótica	
BARBO MEDITERRÁNEO (<i>Barbus guiraonis</i>)	Autóctona	V ¹ , AV ³
CARPA (<i>Cyprinus carpio</i>)	Exótica	
GOBIO (<i>Gobio gobio</i>)	Autóctona	V ¹
CACHO (<i>Squalius pyrenaicus</i>)	Autóctona	V ¹
COLMILLEJA (<i>Cobitis paludicola</i>)	Autóctona	V ¹ , P ⁴
GAMBUSIA (<i>Gambusia holbrooki</i>)	Exótica	

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN: 1: UICN; 2: Convenio de Barcelona; 3: Directiva Hábitats; 4: Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas; 5: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; 6: Convenio de Berna.

ABREVIATURAS: AI: Anexo I; AII: Anexo II; AIII: Anexo III; AIV: Anexo IV; AV: Anexo V; EPE: En Peligro de Extinción; IE: Interés Especial; P: Protegida; V: Vulnerable.

Dentro de las especies migratorias más importantes del tramo de estudio destacan el Barbo mediterráneo (*Barbus guiraonis*) y la anguila (*Anguillidae*). La anguila, perteneciente a la familia de peces teleósteos del orden Anguilliforme, son peces eurihalinos que pasan parte de su vida en el mar y otra parte en los ríos.

En la Tabla 32 se tiene además una lista de anfibios pertenecientes al tramo de estudio.

Tabla 32. Lista de especies anfibias encontradas en el tramo de estudio del río Serpis. Fuente: (CHJ, 2000)

Especie	Categoría de protección
SAPO PARTERO COMÚN (<i>Alytes obstetricans</i>)	AIV ³ , IE ⁵ , AIII ⁶
SAPILLO MOTEADO (<i>Pelodytes punctatus</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
SAPO DE ESPUELAS (<i>Pelobates cultripes</i>)	AIV ³ , IE ⁵ , AII ⁶
SAPO COMÚN (<i>Bufo bufo</i>)	P ⁴ , AII ⁶
SAPO CORREDOR (<i>Bufo calamita</i>)	AIV ³ , IE ⁵ , AII ⁶
RANA COMÚN (<i>Rana perezi</i>)	AV ³ , P ⁴ , AIII ⁶

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN: 1: UICN; 2: Convenio de Barcelona; 3: Directiva Hábitats; 4: Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas; 5: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; 6: Convenio de Berna.

ABREVIATURAS: AI: Anexo I; AII: Anexo II; AIII: Anexo III; AIV: Anexo IV; AV: Anexo V; EPE: En Peligro de Extinción; IE: Interés Especial; P: Protegida; V: Vulnerable.

4.8 Valor paisajístico del Serpis

La cuenca hidrográfica del Serpis es un destino destacado en cuanto al disfrute de sus espacios naturales. Su ecosistema natural brinda en general las condiciones adecuadas a los paseantes, senderistas, ciclistas y amantes de la naturaleza en general. Estas actividades son un motor de desarrollo para las zonas visitadas, aunque es difícil evaluar su impacto socioeconómico.

El valor paisajístico, ecológico y cultural del Serpis se debe a su singularidad y a la relación histórica y armoniosa, entre el hombre y el medio natural. Donde, los centros poblados del territorio son agrupados, alrededor del cauce fluvial del Serpis y el paisaje se transforma en historia debido a la presencia de las antiguas minicentrales hidroeléctricas, ubicadas a pocos metros de los azudes y de los puentes construidos para dar paso a la antigua línea ferroviaria.

El ferrocarril unía las ciudades de Alcoy y Gandía durante la revolución industrial, gran parte de su recorrido seguía el cauce del río Serpis, convirtiendo a la ciudad de Alcoy en un centro textil. El ferrocarril funcionó durante 76 años, convirtiéndose en una pieza muy importante de la historia y cultura de este paraje.

En la actualidad, donde estuvieron los antiguos raíles del tren, existe la llamada ruta verde del Serpis, ruta que los pobladores y turistas utilizan para dar largos paseos, añadiendo a la belleza del paisaje, su historia y cultura un gran valor recreativo, que se puede potenciar para el uso y disfrute de todos.

Entre los atractivos turísticos de la zona podemos destacar; El Castillo de Perputxent (Lorcha); el monumento a la Mare de Déu (Villalonga), los antiguos molinos de finales del siglo XIX; los azudes de piedra utilizados para mover los molinos y posteriormente para la generación de energía eléctrica; y los restos de las construcciones de las minicentrales hidroeléctricas y las viviendas de los trabajadores del tren y de las fábricas, entre otros.

Por último, en la zona de protegida del Serpis se localiza La Serra de la Safor, Lugar de Interés Comunitario (LIC), según la Directiva 92/43/CEE.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

V. EVALUACIÓN DEL ESTADO Y COMPORTAMIENTO DEL RÍO. DIAGNÓSTICO DE SU PROBLEMÁTICA.

Con las observaciones hechas en campo y la información obtenida se puede hacer la evaluación del estado actual del río, así como de su comportamiento, analizando su problemática tanto respecto a la estructura que presenta (carencia o deficiencia en alguna de sus componentes), como a su funcionamiento.

Con la finalidad de que el diagnóstico sea el más adecuado nos basaremos en (González & García, 1995) desarrollando los puntos más importantes para determinar el estado ecológico del río.

5.1 Régimen de caudales

Existen dos puntos de aforo de caudales, uno es el de la estación de Beniarrés-8007 y otro el de la estación de Villalonga-8071. La comparación de los datos de estos puntos de aforo muestra un incremento de caudal, debido a las aportaciones que realiza el barranco la Encantada, por la margen izquierda del cauce.

De acuerdo con el estudio realizado del régimen de caudales (ver Sección 4.3.1), el sistema fluvial del tramo de estudio está regulado por el embalse de Beniarrés. Además, la satisfacción de las UDA dejaría el cauce del río Serpis por debajo del régimen de caudales mínimo ecológico para mantener las condiciones adecuadas para la vida de las especies acuáticas que se desarrollan en este hábitat. El tramo comprendido desde el embalse Beniarrés hasta el azud de Canals Alts cumple con el régimen de caudales ecológicos establecido (ver sección 4.3.4), porque no sufre ningún tipo de extracción.

Por tanto es necesario implementar un régimen de caudales funcional, que favorezca la presencia de condiciones físico-químicas y ecológicas favorables para las poblaciones de especies existentes.

La alteración del régimen de caudales trae como consecuencia la disminución de avenidas ordinarias y un aumento de los caudales de estiaje. Por tanto, la ventaja de esta regulación está en el incremento de los caudales de estiaje, que proporcionan un hábitat con periodos

cortos de condiciones de estrés. Sin embargo esta regulación de caudal trae como consecuencia la acumulación de sedimentos aguas arriba del embalse y por tanto una incorrecta distribución de estos a lo largo del cauce.

Del análisis del grado de alteración del régimen de caudales habituales (ver Sección 4.3.3 y Tabla 22), nos indica que el estado hidrológico del régimen de caudales actual es moderada, es decir ha sufrido un leve alteración, es decir, la cantidad de agua que circula en la actualidad por el tramo de estudio es inferior al régimen de caudales anterior al embalse. Mientras que la variabilidad de caudales máximos y mínimos es deficiente, es decir que han sufrido alteraciones tanto en su intensidad como en su periodo de ocurrencia, los meses en los que se daban estos caudales ya no son los mismos, manteniendo una estabilidad del régimen de caudales buena.

Además, los valores extraordinarios del régimen de caudales (grandes avenidas y sequías), tienen un estado hidrológico moderado, lo que indica que la alteración de régimen en este aspecto ha sido leve.

5.2 Procesos fluviales

La morfología del cauce, descrita en la Sección 4.4, está determinada por la interacción del caudal circulante con los materiales erosionables del contorno del cauce. El balance entre los procesos de erosión, transporte y sedimentación nos dan la forma de las secciones transversales del cauce, que en nuestro tramo de estudio son las adecuadas en tamaño y forma para desaguar los caudales circulantes más frecuentes.

En cuanto al trazado del cauce, de acuerdo a lo observado en campo y a las características de la morfología fluvial, se tiene un río sinuoso ligeramente encajonado, de sección trapezoidal y lecho plano, con pendiente suave pero suficiente para realizar el transporte de sedimentos. El cauce del río ha encontrado un equilibrio dinámico adaptándose a las condiciones del medio, es decir, no se observan procesos de erosión, degradación del lecho o de las orillas que hayan cambiado el trazo del cauce durante los últimos años, ver el Mapa 11.

5.3 Calidad del agua

De la Sección 4.2 se tiene que la calidad del agua está condicionada por su estado ecológico y químico, que son analizados a través de indicadores de calidad biológica, calidad físico-química e hidromorfológicos. Estos análisis han dado como resultado que el tramo de estudio se encuentra en buen estado, indicando que existe las condiciones apropiadas para el desarrollo y buen funcionamiento del hábitat acuático, ver Tabla 13.

La calidad del agua en cuanto a su estado físico-químico cumplen con los requisitos exigidos por el R.D. 927/88 (Anexo III) respecto a todos los parámetros de su aptitud para la vida piscícola y de riego (ver Tablas 9 y 10).

Sin embargo, según (HIDTMA ECOMAR, 2006).y (SVS DGMN, 2013), debido a la existencia de significativas poblaciones y de sus actividades industriales (textil, tintes, papelería, etc.), aguas arriba del tramo de estudio, ha originado que el agua embalsada se considere de baja calidad, debido al grado de eutrofización en el que se encuentra, con valores de clorofila de 173.2 mg/m³ (mayores al límite establecido de 15 mg/m³). Donde, la presión industrial por vertidos puntuales sobre esta masa de agua es alta, la presión por suelos contaminados es media y la presión por excedentes agrícolas de nitrógeno y fitosanitarios es baja.

5.4 Vegetación de la ribera y de las orillas

La vegetación de ribera es estable y abundante, y ofrece un corredor continuo, longitudinal y transversal en el río, para el movimiento y dispersión de la fauna acuática. La vegetación predominante, en ambas orillas, es la caña común (*Arundo Donax*), especie alóctona que se propaga con gran facilidad desplazando la vegetación natural y disminuyendo su diversidad. Debido a la profunda transformación del ecosistema, de forma gradual, por su gran capacidad de adaptación y competencia, impide que las demás especies pueden adquirir el agua y nutrientes necesarios para su crecimiento (ver Sección 4.6.1). Es necesario la eliminación de la caña común con la finalidad de recuperar la diversidad y la riqueza de la vegetación de ribera.

5.5 Biodiversidad de la fauna acuática

La biodiversidad de la fauna acuática se ve afectada por la pérdida de conectividad fluvial imprescindible para permitir el desplazamiento río arriba y río abajo de las especies piscícolas

autóctonas. La conectividad fluvial favorece el refuerzo y restauración de las poblaciones de peces autóctonas.

De los ocho azudes existentes solo el azud de En Carròs cuenta con un dispositivo de permeabilización para eliminar el efecto barrera, una escala de paso de peces. Todos los azudes tienen una altura mayor o igual a 2 m, por lo que ninguna de las especies piscícolas actualmente presentes, como la anguila o el barbo tienen una capacidad de salto sobre barreras verticales inferior a 0,20 metros, considerándose de esta manera estructuras infranqueables, ver Tabla 28.

Por tanto, el desplazamiento de las especies piscícolas se ve seriamente limitado en el tramo de estudio debido a la presencia de estos azudes, con lo que la calidad del tramo de estudio es mala desde el punto de vista de la continuidad fluvial.

5.6 Paisaje fluvial

El tramo de estudio presenta un paisaje fluvial dinámico y estrechamente relacionado con su ribera de inundación, donde existe una gran variedad de hábitats conformados por trozos de bosque mediterráneo en buen estado y bosques de ribera propiciados por el curso de agua permanente. Sin embargo, la presencia de la caña común a lo largo de la ribera de inundación provoca una pérdida biodiversidad.

Además, existen elementos arquitectónicos de gran valor histórico e industrial vinculados al paisaje, como los molinos que a finales del siglo XIX a los que se derivaba el agua mediante pequeños azudes, transformados después en minicentrales hidroeléctricas.

Por tanto, el tramo de estudio no solo protege un ecosistema fundamental, por las especies de flora y fauna que alberga, sino que además tiene una gran riqueza histórica y cultural, que lo convierten en un medio natural de gran valor.

VI. INGENIERIA DEL PROYECTO

La restauración del tramo del río Serpis estudiado comprendido entre el azud de “l’Infern” y el azud de “En Carròs”, tiene como objetivo mejorar el cauce y su ribera de inundación con la finalidad de aproximar al río a su estado más natural y con ello conseguir su buen estado ecológico y mejorar su funcionamiento como ecosistema. Con este objetivo se propone:

- El mantenimiento de un régimen de caudales ecológico que sea funcional y que permita atenuar las alteraciones causadas por el efecto de regulación del embalse.
- La permeabilización de elementos transversales, eliminación del efecto barrera, con la finalidad de tener continuidad longitudinal que permita la migración de las especies.
- La recuperación de la biodiversidad de la vegetación de ribera mediante la eliminación de especies invasoras que ha invadido este espacio.
- Además, existen otras actuaciones complementarias que ayudarán al ecosistema del río Serpis a mantener su belleza y riqueza como espacio recreativo mediante la recuperación y adecuación de elementos estructurales que forman parte del pasado histórico, de una época muy importante en la vida de los pobladores de la Safor.

Todas estas actuaciones contribuirán a disminuir las presiones, a la recuperación del buen estado ecológico del río Serpis, contribuir a su mantenimiento de forma que el ecosistema pueda recuperar su resiliencia ante cualquier cambio o modificación posterior.

6.1 Régimen de caudales

Como se ha determinado, el régimen de caudales está alterado por la regulación que ejerce el embalse de Beniarrés, aguas arriba del tramo de estudio.

Por tanto, es prioritario mantener el régimen de caudales ecológicos establecido en la Sección 4.3.4, ya que el régimen de caudales determina la estructura y funcionamiento del medio acuático, por tanto da paso a la recuperación de la integridad ecológica del río, que permitirá mantener un hábitat fluvial con capacidad para sostener la vida de las poblaciones acuáticas y de la vegetación de ribera.

También se ha podido determinar que al satisfacer las demandas de riego en la Safor, los caudales circulantes estarían por debajo del caudal ecológico mínimo establecido para mantener el funcionamiento, composición y estructura de ecosistema fluvial.

A continuación se plantean dos alternativas para mantener el cumplimiento de estos caudales ecológicos: Redistribución de caudales e Implantación de riego por goteo.

6.1.1 Redistribución de caudales

Durante la época de invierno y de otoño el embalse libera un caudal menor del que recibe, almacenando agua para las épocas de mayor demanda. Usando este criterio se propone la redistribución de las sueltas del embalse, disminuyendo el caudal de salida en los meses de menor requerimiento, con lo que se obtendría un ahorro del 55% en los meses de octubre a febrero, del 50% en los meses de marzo y abril, y un ahorro final del 45% en mayo. Acción posible, siempre que sea compatible con la gestión del embalse y sus funciones como laminación de avenidas.

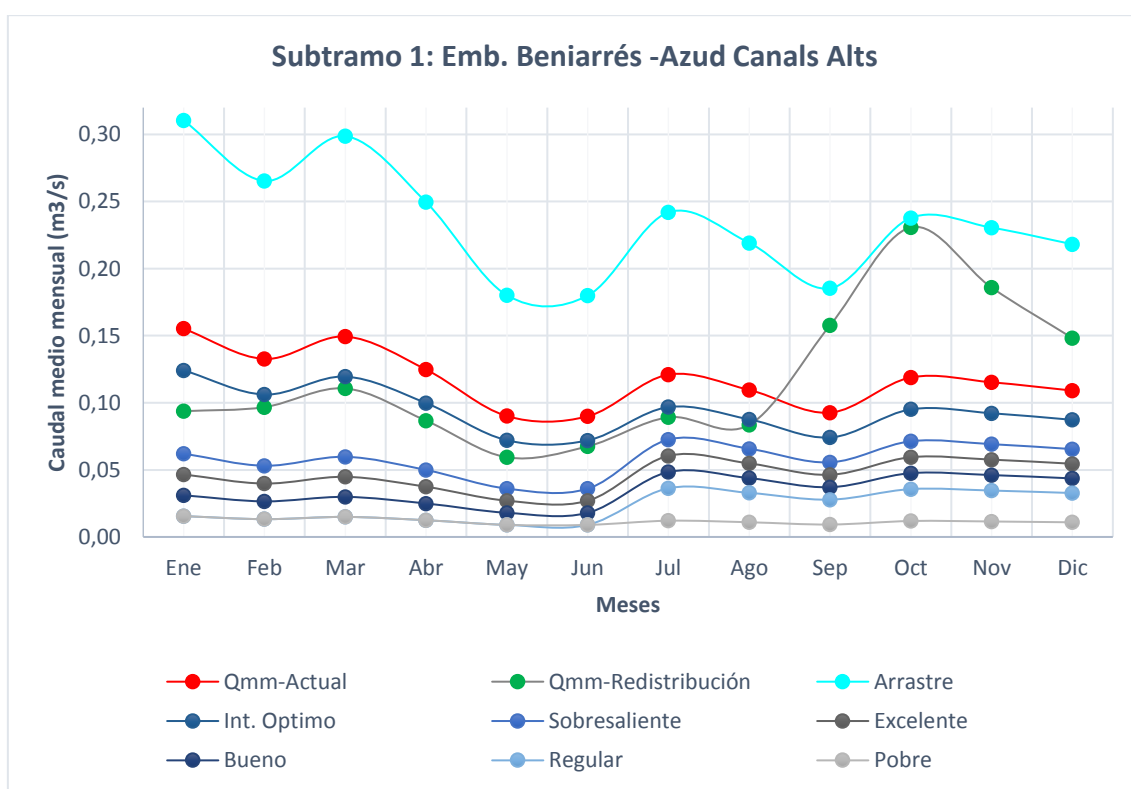
La redistribución de las sueltas del embalse daría el volumen de agua suficiente para los meses de mayor requerimiento. Por ejemplo, en los meses de junio, julio y agosto se tendría un caudal disponible superior al que se tiene actualmente en un 220%, 230% y 180% respectivamente. Esta actuación permitiría mantener caudales adecuados para el bienestar del hábitat acuático durante todo el año. A continuación se presenta el análisis de cada subtramo con la nueva redistribución de caudales, con la finalidad de visualizar mediante tablas y gráficas el resultado de la alternativa propuesta.

Para el subtramo 1: Embalse de Beniarrés-estación de aforo Villalonga-8071

Disminuyendo los desembalses de caudal durante los meses de mayor precipitación y aumentando estos desembalses de caudal durante los meses de mayor demanda, se obtiene la siguiente redistribución de caudales ver Tabla 33. Esta redistribución de caudales permitirá mantener un cauce con la cantidad de agua necesaria para que en todo el tramo de estudio y aguas abajo del mismo se obtengan los caudales mínimos ecológicos establecidos.

Tabla 33. Redistribución de las sueltas mensuales de caudal del embalse Beniarrés, subtramo 1, en m³/s.
Fuente: Elaboración propia

Rio Serpis	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
R. caudales	4.90	4.18	4.71	3.94	2.84	2.84	3.82	3.46	2.92	3.75	3.64	3.44	44.42
actual	0.16	0.13	0.15	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.12	0.12	0.11	1.41
R. caudales	2.96	3.05	3.49	2.73	1.87	2.13	2.81	2.64	4.97	7.28	5.86	4.67	44.42
Redistribución	0.09	0.10	0.11	0.09	0.06	0.07	0.09	0.08	0.16	0.23	0.19	0.15	1.41



Gráfica 5. Comparación del régimen de caudales actual con el régimen de caudales redistribuido, subtramo 1, en m³/s.
Fuente: Elaboración propia

De la Gráfica 5 se puede observar que los caudales medios mensuales redistribuidos, están muy próximos al óptimo durante los meses octubre a mayo. En junio hay una punta de caudal, que no llega a desbordar, que permitirá mantener los caudales mínimos ecológicos establecidos en los subtramos siguientes. Por tanto, el régimen de caudales propuesto para el subtramo 1 es adecuado durante todo el año.

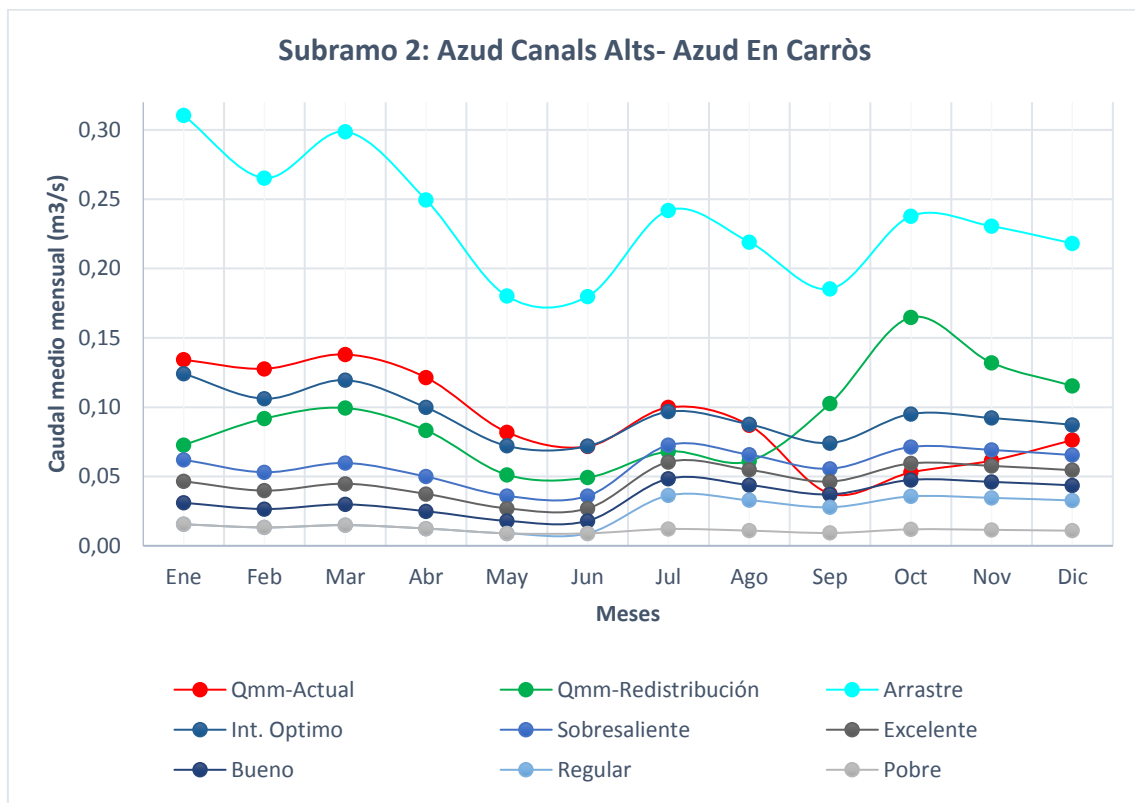
Para el subtramo 2: Azud “Canals Alts “– Azud “En Carròs “

En este subtramo 2 se tiene la primera extracción para satisfacer la UDA de Canals Altos del Serpis, ver Figura 3. La demanda de agua en los meses de junio, julio y agosto es muy alta debido a las necesidades hídricas de los cultivos, por lo que se aprovechara la punta de caudal proveniente del subtramo 1. La Tabla 34 muestra la comparativa de los caudales medios mensuales actuales y los caudales medios mensuales redistribuidos en este tramo.

Tabla 34. Redistribución de las sueltas mensuales de caudal del embalse Beniarrés, subtramo 2, en m3/s.
 Fuente: Elaboración propia

Rio Serpis	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
UDA	0.66	0.16	0.36	0.11	0.26	0.58	0.67	0.71	1.74	2.08	1.70	1.03	10.04
Canals Alts del Serpis	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07	0.05	0.03	0.32
R. caudales actual	4.23	4.02	4.35	3.82	2.58	2.26	3.14	2.74	1.18	1.66	1.93	2.40	34.38
	0.13	0.12	0.13	0.12	0.08	0.07	0.10	0.08	0.03	0.05	0.06	0.07	1.09
R. caudales Redistribución	2.29	2.89	3.13	2.62	1.61	1.55	2.14	1.924	3.23	5.19	4.16	3.63	34.38
	0.07	0.09	0.09	0.08	0.05	0.04	0.06	0.06	0.10	0.16	0.13	0.11	1.09

Como se puede observar en la Gráfica 6, la redistribución de las sueltas de caudales en los meses de octubre a marzo están por encima del caudal ecológico sobresaliente, mientras que para los meses de abril y mayo están en el intervalo de excelente y finalmente para los meses restantes estarían sobre el caudal ecológico óptimo. Por tanto, el régimen de caudales para este subtramo 2, es adecuado durante todos el año.



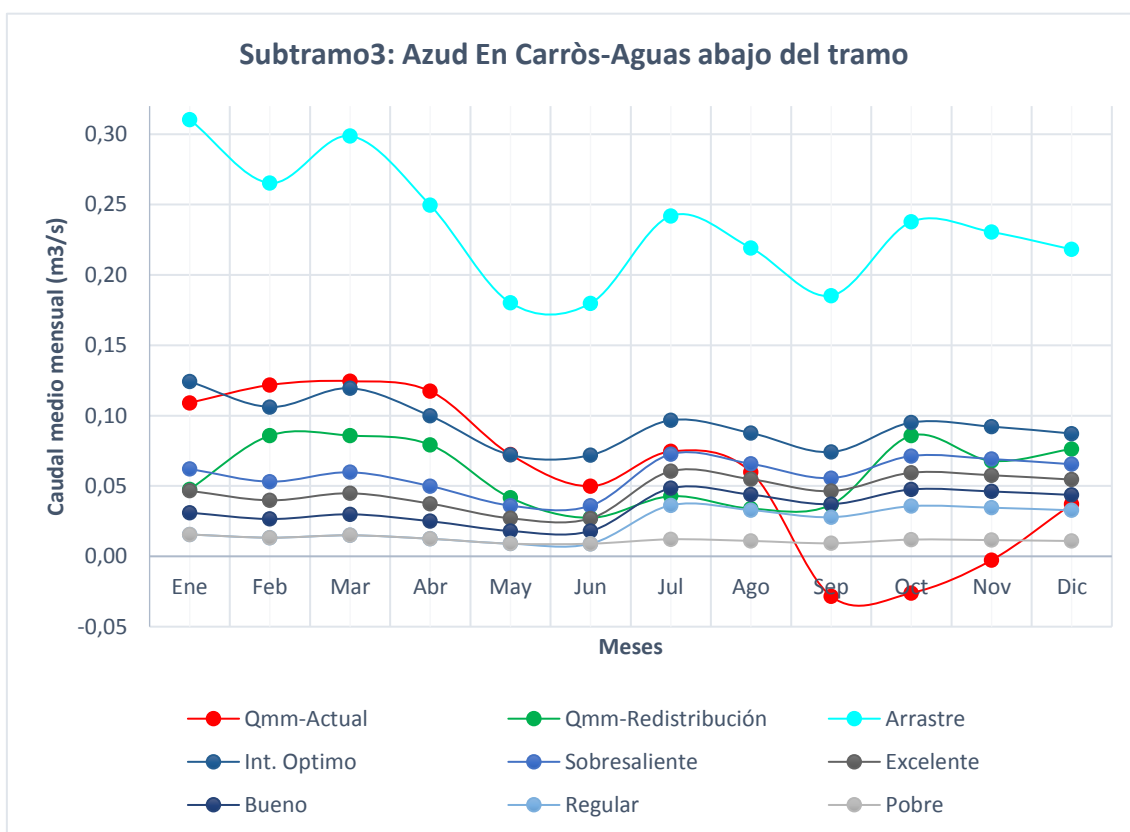
Gráfica 6: Comparación del régimen de caudales actual con el régimen de caudales redistribuido, subtramo 2. Fuente: Elaboración propia

Para el subtramo 3: Azud “En Carròs”- Aguas abajo del tramo de estudio

En el subtramo 3 se tiene la segunda extracción para satisfacer a la UDA de Canales Bajos del Serpis, ver Figura 3. Donde, la demanda en los meses de junio, julio y agosto es muy alta debido a las necesidades hídricas de los cultivos. Es por eso que se aprovecha la punta de caudal proveniente del subtramo 1, de tal manera que en este subtramo y aguas abajo haya el caudal suficiente para cumplir con los requerimientos de hábitat de las poblaciones que viven este medio. La Tabla 35 muestra la comparativa de los caudales medios mensuales actuales y los caudales medios mensuales redistribuidos en este tramo.

Tabla 35. Redistribución de las sueltas mensuales de caudal del embalse Beniarrés, subtramo 3, en m³/s.
Fuente: Elaboración propia

Río Serpis	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
UDA	0.79	0.19	0.43	0.13	0.31	0.69	0.80	0.86	2.08	2.49	2.02	1.23	12.01
Canales Bajos del Serpis	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.07	0.08	0.06	0.04	0.38
R. caudales actual	3.44	3.84	3.92	3.70	2.28	1.57	2.35	1.88	-0.89	-0.82	-0.08	1.17	22.37
	0.10	0.12	0.12	0.11	0.07	0.05	0.07	0.06	-0.02	-0.02	-0.00	0.03	0.71
R. caudales Redistribución	1.50	2.70	2.70	2.50	1.31	0.86	1.34	1.06	1.15	2.70	2.14	2.40	22.37
	0.04	0.08	0.08	0.07	0.04	0.02	0.04	0.03	0.03	0.08	0.06	0.07	0.71



Gráfica 7. Comparación del régimen de caudales actual con el régimen de caudales redistribuido, subtramo 3.
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Gráfica 7, la redistribución de las sueltas de caudal permitirá obtener en los meses de octubre a febrero un caudal superior al caudal ecológico sobresaliente, excepto el mes de marzo que es excelente. Mientras que para los meses de abril y junio se tendría un caudal ecológico bueno, pero regular en mayo. Es importante destacar que para los meses con mayor demanda de agua la redistribución de sueltas del embalse permitiría obtener caudales ecológicos superiores al sobresaliente, y con ello mantener el bien estar del hábitat en este subtramo y aguas abajo del mismo.

De esta manera se cumpliría durante todo el año y a lo largo de todo el tramo de estudio con los caudales ecológicos establecidos en la Sección 4.3.4, lo que garantizaría el bienestar y desarrollo de las especies acuáticas y de su ribera, sin dejar de satisfacer la demanda agraria.

6.1.2 Riego por goteo

Otra actuación para alcanzar el objetivo de mejorar el régimen de caudales actual sería la optimización ecológica de los caudales de desembalse, abordando un plan integral de racionalización del sistema de regadío que abastece el río. Por lo que se propone la sustituir el sistema de riego actual, por un sistema de riego por goteo. El riego por goteo es un sistema de bajo consumo de agua, permite la aplicación de cantidades exactas de agua evitando el mal uso del recurso. Según Geoportal, en su mapa de cultivos de 2010, hoja 795, cedido IA, cód. Uso 18, existe un desperdicio de agua del 7.2%, en la satisfacción de esta actividad.

Se debe tener en cuenta que la eficiencia del uso del agua según el tipo de sistema de riego es del: 30-50% para riegos tradicionales; 65-85% para riego por aspersión; y del 80-90% para riegos por goteo. Dando un ahorro aproximado de agua del 60% en la utilización del sistema de riego por goteo, que permitiría además la eliminación de usos improductivos del recurso.

Implementado el sistema de riego por goteo se cumpliría con el mantenimiento de caudales ecológicos en el tramo de estudio y aguas abajo de éste, como se puede ver en el análisis de caudales de los subtramos 1 y 2, que es donde se producen las extracciones. El análisis de estos subtramos se realizando aplicando un ahorro del 60% en las dos UDA, dando como resultados los datos obtenidos en las Tabla 36 y 37, que se podrán visualizar mejor en las Gráficas 8 y 9, respectivamente.

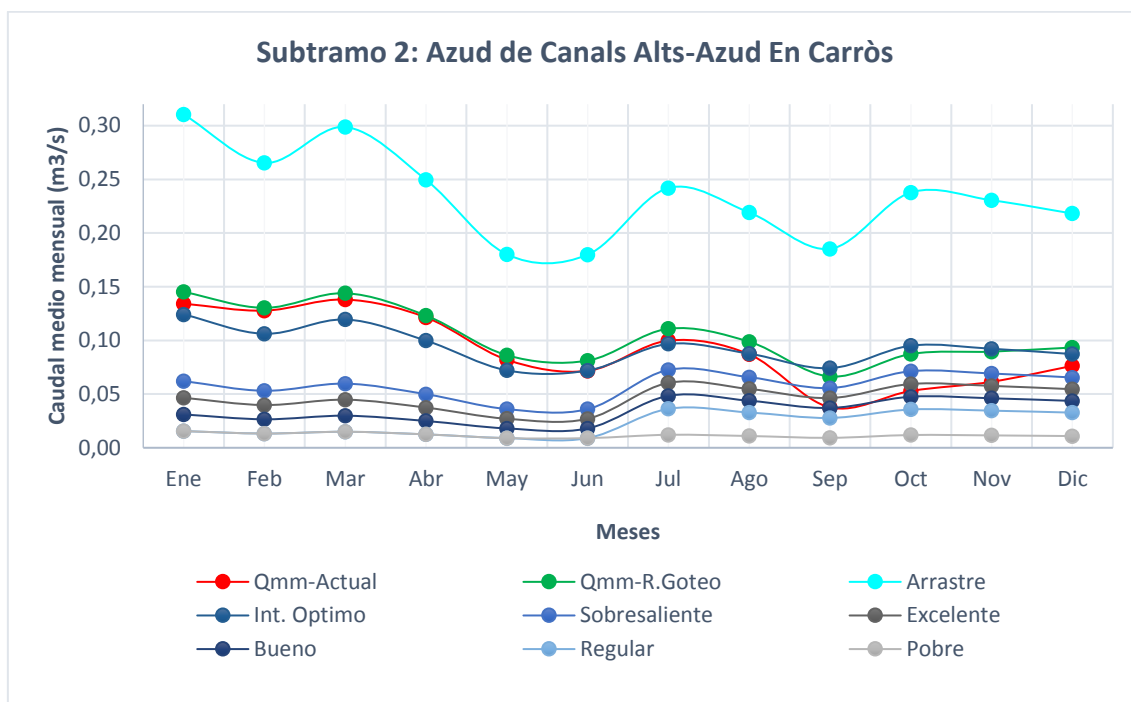
Subtramo 2 Azud de Canals Alts-Azud En Carròs

La Tabla 36 muestra un ahorro del 60% en el agua utilizada para regar los Canales Altos del Serpis debido al cambio de sistema de riego por goteo, lo que supondría un ahorro de 6.02 Hm³ de agua al año.

Tabla 36. Comparación de los caudales medios mensuales, utilizado el sistema de riego tradicional y el sistema de riego por goteo, subtramo 2, en m³/s. Fuente: Elaboración propia

Rio Serpis	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
UDA	0.27	0.06	0.14	0.04	0.10	0.23	0.27	0.29	0.69	0.83	0.68	0.27	4.02
C. Altos del Serpis													
Riego por goteo	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.13
R. caudales actual	4.23	4.03	4.35	3.83	2.59	2.26	3.15	2.74	1.19	1.67	1.94	4.23	34.38
	0.13	0.13	0.14	0.12	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04	0.05	0.06	0.13	1.09
R. caudales Riego por goteo	4.63	4.12	4.57	3.89	2.74	2.61	3.55	3.17	2.23	2.92	2.96	4.63	40.40
	0.15	0.13	0.15	0.12	0.09	0.08	0.11	0.10	0.07	0.09	0.09	0.15	1.28

En la Gráfica 7 se puede observar que utilizando el sistema de riego por goteo el caudal en el subtramo 1 aumenta notablemente, incluso en los meses de mayor demanda que son junio, julio y agosto. Permitiendo que el régimen de caudales para este subtramo se mantenga por encima del caudal ecológico óptimo establecido, asegurando el bien estar y buen funcionamiento del hábitat en este subtramo durante todo el año.



Gráfica 8. Comparación de caudales medios mensuales, con sistema de riego actual y sistema de riego por goteo, subtramo 2. Fuente: Elaboración propia.

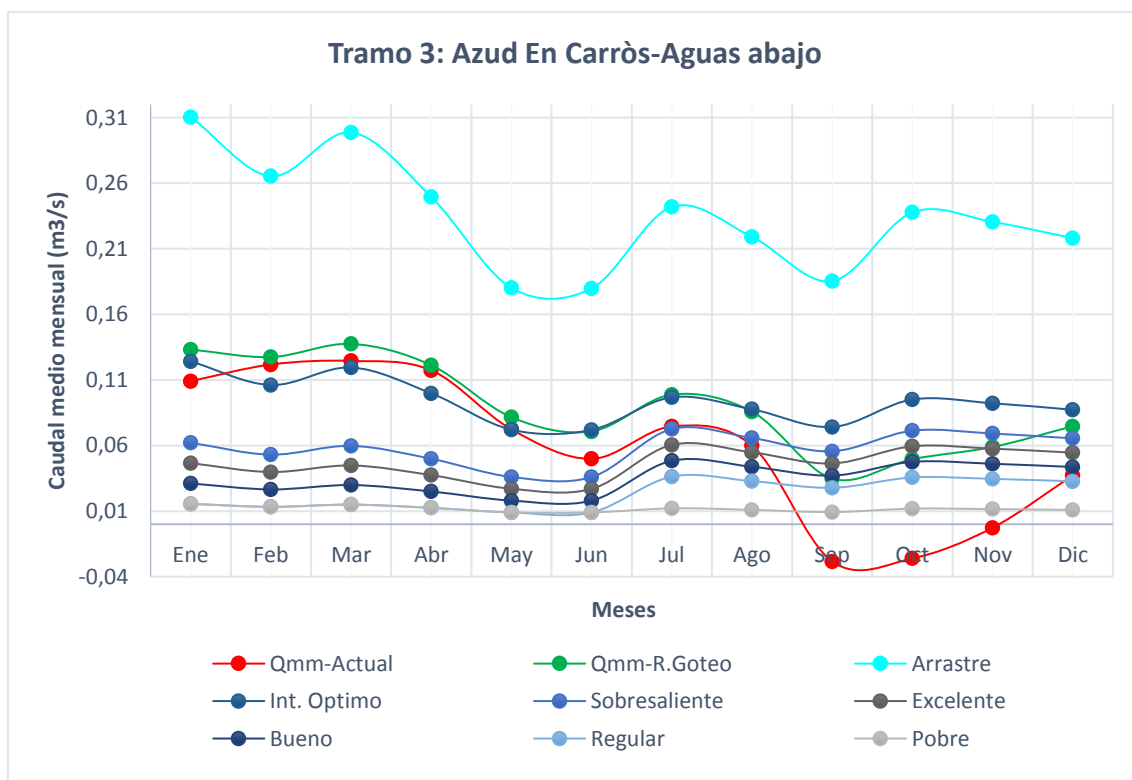
Subtramo 3: Azud En Carròs- Aguas abajo del tramo de estudio

Al igual que en el subtramo 2, la Tabla 37 muestra un ahorro del 60% en el agua utilizada para regar los Canales Bajos del Serpis, debido al cambio de sistema de riego por goteo, dando un ahorro de 7.21 Hm³ de agua al año, que sumados a los 6.02 Hm³ de ahorro del subtramo anterior supondrían un ahorro total de 13.23 Hm³.

Tabla 37. Comparación de los caudales medios mensuales, utilizado el sistema de riego tradicional y el sistema de riego por goteo, subtramo 3, en m³/s. Fuente: Elaboración propia

Río Serpis	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
UDA	0.32	0.08	0.17	0.05	0.12	0.28	0.32	0.34	0.83	1.00	0.81	0.49	4.80
Canales Bajos del Serpis Riego por goteo	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.15
R. caudales actual	3.44	3.84	3.93	3.70	2.28	1.57	2.35	1.89	-0.90	-0.82	-0.09	1.17	22.37
	0.11	0.12	0.13	0.12	0.07	0.05	0.08	0.06	-0.03	-0.03	0.00	0.04	0.71
R. caudales Riego por goteo	4.31	4.05	4.40	3.84	2.62	2.33	3.23	2.83	1.40	1.92	2.15	2.53	35.60
	0.14	0.13	0.14	0.12	0.08	0.07	0.10	0.09	0.04	0.06	0.07	0.08	1.13

En la Gráfica 9 se puede observar que al igual que en el subtramo 2, debido al cambio de sistema de riego por goteo el caudal circulante aumenta notablemente. En los meses donde era difícil satisfacer la demanda de agua, ahora se cuenta con el recurso suficiente. Como se puede apreciar los meses de junio, julio y agosto siguen siendo los más críticos por tener la mayor demanda, pero con las nuevas condiciones de regadío se mantendrían dentro del intervalo de caudales ecológicos de bueno y excelente. Por tanto, se podría satisfacer las dos UDA sin que haya riesgo de poner en peligro el hábitat acuático.



Gráfica 9: Comparación de caudales medios mensuales, con sistema de riego y sistema de riego por goteo, subtramo 3. Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que el cambio de sistema de riego al sistema de riego por goteo es la mejor alternativa, permite optimizar el uso de un recurso que es escaso, consiguiendo resultados favorables en la estructuración y rehabilitación del tramo de estudio, que asegurarán las condiciones adecuadas para mantener la vida del medio acuático.

Es importante destacar que el proceso de implementación de riego por goteo ya ha sido puesto en marcha. El 24 de febrero de año 2000 se constituyó la “Localización de Riegos La Safor Sociedad Limitada”, con el objetivo de cambiar el tipo de sistema de riego que ha venido

funcionando por décadas, al sistema de riego por goteo. Su meta es que para el 31 de diciembre del 2018, todos los comuneros que aún tienen parcelas con el método tradicional se conviertan a goteo, de lo contrario, se dejará de abastecerlos.

6.2 Procesos fluviales

Se ha determinado que el cauce en el tramo de estudio está en equilibrio, no se observan procesos de erosión o degradación del lecho en las orillas, ni cambios en el trazado del cauce durante los últimos. Por lo tanto, no existe la necesidad de realizar actuaciones de mejora en este aspecto.

6.3 Calidad del agua

Como se ha determinado la calidad del agua en el tramo de estudio alcanza el buen estado, manteniendo condiciones aceptables para el desarrollo de la fauna piscícola, según el cumplimiento de los límites para la vida (ver Tabla 13). Por lo tanto, no existe la necesidad de realizar actuaciones de mejora en este aspecto.

Sin embargo debido a la contaminación aguas arriba del embalse de Beniarrés se propone un plan integral de saneamiento/depuración de la cuenca para mejorar la calidad del agua.

6.4 Vegetación de la ribera y las orillas

Con la finalidad de recuperar la diversidad y la riqueza de la vegetación de ribera, que permita mantener un hábitat con la fortaleza y salud necesaria para albergar a las especies acuáticas y terrestres que viven en él, se han propuesto las siguientes actuaciones.

6.4.1 Tratamientos silviculturales

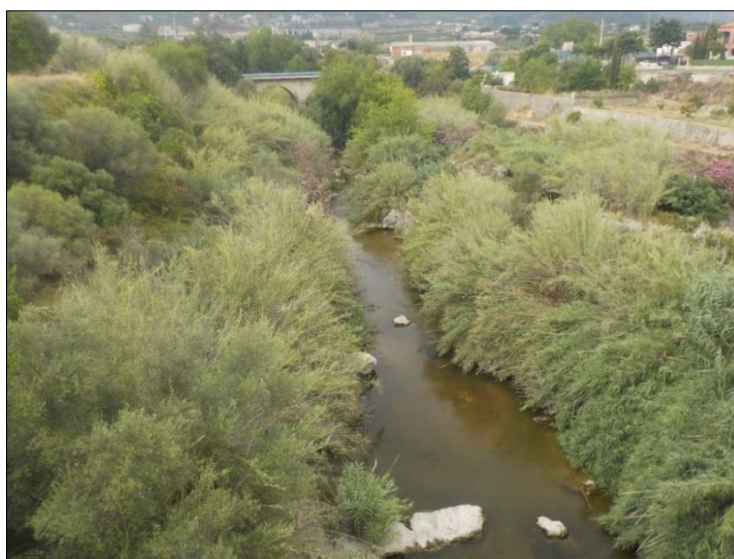
La silvicultura es el cuidado de los bosques, cuyas técnicas o tratamientos silviculturales tienen como objetivo garantizar los principios básicos de la continuidad en el tiempo y aumento de la calidad de las masas arbóreas. Por ello, la silvicultura siempre ha estado orientada a la conservación del medio ambiente y de la naturaleza y a la protección de cuencas hidrográficas, debido a que la existencia de la masa arbórea ayuda a la regulación del ciclo hidrológico y a la biodiversidad.

Los tratamientos silviculturales consisten en la eliminación de árboles muertos y enfermos, desbroce selectivo del estrato arbustivo, etc. técnicas que favorezcan la regeneración natural de la vegetación de ribera autóctona.

Debido a la importancia de los fines que se persiguen con la silvicultura se debe realizar un proyecto específico de selvicultura para el tramo de estudio.

6.4.2 Eliminación de la vegetación alóctona

Como se ha determinado en las Secciones 4.6.1 y 5.4, es necesaria la eliminación de la caña común a lo largo de todo el tramo de estudio, por ser la especie que ocupa casi en su totalidad las márgenes del río, perjudicando la riqueza y diversidad de la vegetación de ribera. Para la eliminación de esta especie existen métodos físicos, químicos y mecánicos, pero todos ellos difieren en su eficacia, impactos que producen sobre en el medio y sus costes de aplicación, debido a estos aspectos se han escogido los métodos físicos frente a los otros por ser los que mejor los cumplen.



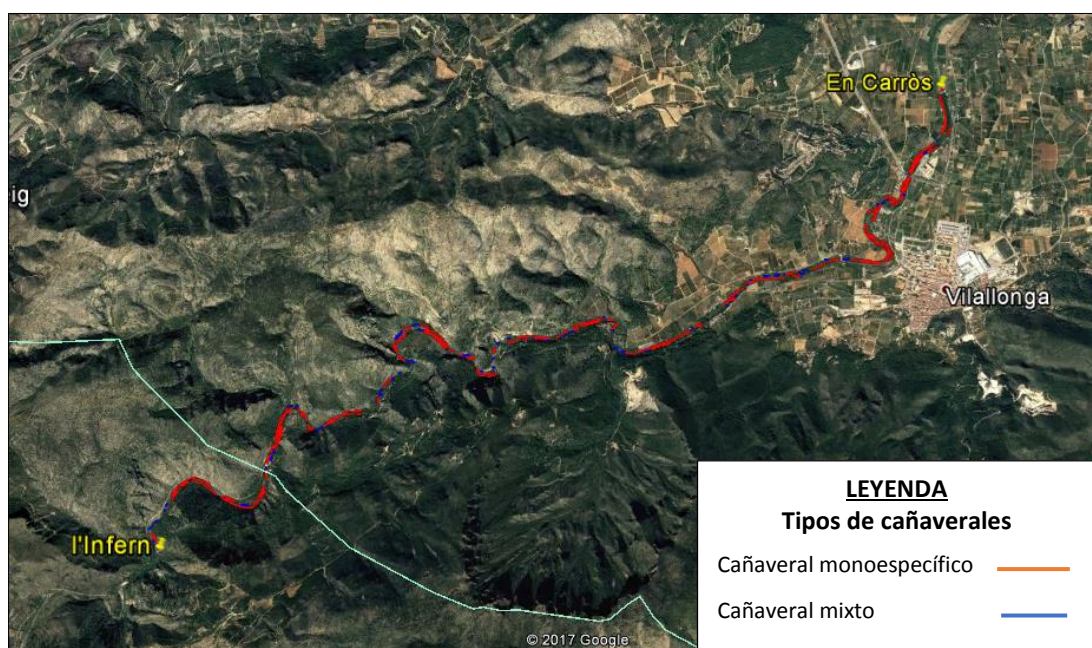
Fotografía 9. Cauce del río Serpis aguas arribadel azud de En Carròs.

Para lograr la completa eliminación de la caña (*Arundo Donax*) en el tramo de estudio se plantean los siguientes pasos:

Determinar las zonas con presencia de caña (*Arundo Donax*) y el tipo de cañaveral, desbroce, elección del método de eliminación de acuerdo al tipo de cañaveral.

Identificación de zonas con presencia de caña (*Arundo Donax*)

La presencia de caña (*Arundo Donax*) se extendió por todo el tramo de estudio, como se puede observar en el Mapa 23, donde se han identificado dos tipos de cañaverales, uno donde la masa de *Arundo donax* no va acompañada por ningún otro tipo de vegetación, cañaveral monoespecífico y el otro donde la masa *Arundo donax* se mezcla con la vegetación autóctona, cañaveral mixto.



Mapa 23. Identificación de *Arundo Donax* a lo largo del tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia

Desbroce selectivo

Esta actividad se realiza con la finalidad de controlar la expansión de las especies alóctonas, además de ser el primer paso para su erradicación, y dar oportunidad a que la vegetación autóctona crezca libremente. Normalmente se actúa sobre el cañaveral por “roza” (sin arrancar las cañas). El momento más apropiado para desbrozar la caña común es durante la época de máximo crecimiento, es decir, a finales de verano y principios de otoño, que es cuando transporta nutrientes hacia las raíces para afrontar las bajas temperaturas, por lo que tiene más dificultades para recuperarse.

La realización de esta actividad puede ser mediante el uso de maquinaria pesada o de forma manual con ayuda de herramientas específicas como el hacha-azada o la desbrozadora. Se ha

descartado la utilización de maquinaria pesada por la eliminación excesiva y poco selectiva que provoca otro impacto ambiental sobre el ecosistema fluvial. Además, necesita mano de obra calificada y costosa, incrementa la erosión lateral y en el propio lecho del cauce, genera destrucción de micro hábitats, produce emisiones de CO₂, y provoca un fuerte impacto paisajístico.



Fotografía 10: Desbroce de la vegetación de ribera mediante el uso de maquinaria pesada.

<http://www.radiozocalo.com.mx/radio/wp-content/uploads/2016/06/0312-RIO-ESCONDIDO-COL-PERIODISTAS-11.jpg>

Por supuesto, en paralelo a la actividad de desbroce se debe realizar la recolección de escombros, basura, plástico y objetos extraños en una franja mayor a 10 metros a ambos lados del cauce, para su posterior eliminación en lugares autorizados.

Actividades de desbroce manual

El desbroce anual permitirá la eliminación de caña (*Arundo Donax*) respetando la conservación de las especies autóctonas, supondría una importante fuente de trabajo de mano de obra no calificada y un menor impacto ambiental.

Según (GTRH, 2014) el desbroce contempla las siguientes actividades:

- Inspección detallada del cauce para identificar las áreas de trabajo y su accesibilidad.
- Toma de fotografías representativas del estado actual de la ribera para poder compararlas conforme se vaya avanzando en los trabajos de desbroce, lo cual nos permitirá un realizar un seguimiento adecuado de las actividades.



Fotografía 11. Cañavelares en el azud de “El l’Infern”. Tomada el 12-07-2015



Fotografía 12. Cañavelares en el azud de “En Carròs”. Tomada el 12-07-2015

- El área de trabajo debe estar debidamente asegurada y señalada, y el personal de trabajo debe contar con los elementos de seguridad apropiados (uniformes, cascos, botas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente (ver Fotografía 12).



Fotografía 13. Desbroce manual de la vegetación de ribera.

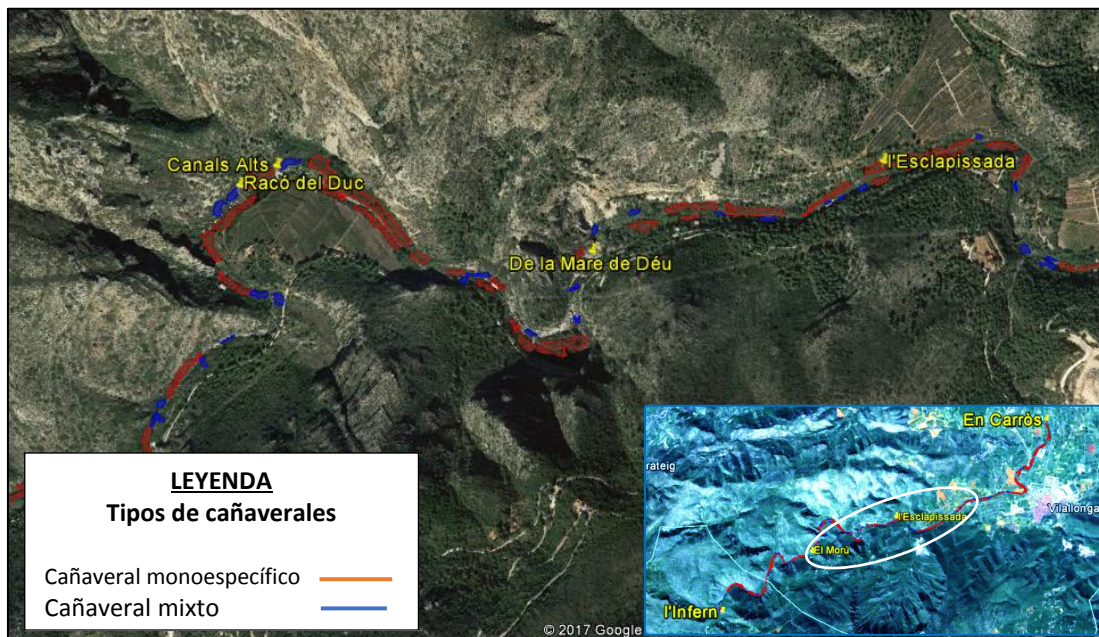
<http://www.lavozdegalicia.es/sc/x/default/2015/10/12/00121444668783217494527/Foto/O16J0072.jpg>

- Remoción y disposición de materiales, consistente en cortar los productos de desbroce en tamaños adecuados, para luego ser atados y apilados a lo largo de la zona de trabajo. Posteriormente, éstos serán subidos hasta la carretera, donde un camión los llevará hasta el punto de eliminación establecido por las autoridades competentes.

Elección del método de eliminación de acuerdo al tipo de cañaveral

Para la eliminar la caña (*Arundo Donax*) por completo no es suficiente con las tareas de desbroce, por lo que se propone que de acuerdo a los dos tipos de cañaverales identificados elegir el método físico que más adecuado que se aplicará para su completa erradicación.

A partir del Mapa 23 se ha elaborado el Mapa 24, con una sección más pequeña, para poder identificar con mayor precisión cuál es el tipo de cañaveral que predomina y su cercanía con el cauce del río.



Mapa 24. Identificación de Arundo Donax a lo largo del tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia

Identificamos que el mayor porcentaje de cañaverales es mono específico, estando ubicados sobre todo en las orillas del cauce, donde hay mayor contacto con el agua. En cambio, el cañaveral mixto está ubicado en zonas más alejadas del cauce, mezclado con los matorrales y los cultivos de la zona. También es importante destacar que las franjas más anchas de cañaveral se dan cerca de las zonas de cultivo.

Para los cañaverales mono específicos se ha determinado que la mejor alternativa para su eliminación es el Método de Cubrimiento y para los cañaverales mixtos el método de Cobertura de Ramas Vivas, ver Anexo 6. Mediante estos procesos físicos se conseguirá la eliminación del 100% de las cañas, siempre y cuando se aplique tal y como está indicado. La ventaja de estos métodos físicos frente a métodos químicos es que puede aplicarse en la totalidad de la ribera, incluso en las zonas que tienen contacto con el medio acuático.

Método de recubrimiento

Según (Del toro et al., 2012), este método consiste en la colocación de una cobertura completamente opaca (puede ser geotextil, plástico, etc.) sobre el cañaveral previamente desbrozado, con la finalidad de privar totalmente de luz a los brotes, lo que garantizara su eficiencia. La muerte del rizoma se producirá por agotamiento de sus reservas, ya que la emisión de nuevos tallos estimulada por el desbroce, no se regenerara en ausencia de luz.

Para acortar el tiempo del tratamiento se sugiere realizar el desbroza del cañaveral a finales de marzo y colocar la cobertura, para poder retirarla en el mes de octubre del año siguiente. De este modo, la cobertura habrá permanecido in situ durante dos estaciones vegetativas completas de la caña (20 meses). El tiempo de tratamiento y el cumplimiento estricto de los pasos que se tiene que seguir, garantiza la eficacia en la eliminación de la caña en un 100%. La desventaja de este método es que provoca la completa eliminación de la vegetación, incluida la vegetación riparia, por lo que es recomendable el uso donde los cañaverales sean la vegetación predominante, es decir masas de caña (*Arundo Donax*) monoespecíficos.

Método de Cobertura con ramas vivas

Este método según (Deltoro, 2012), consiste en lograr establecer una densa cubierta vegetal de especies riparias autóctonas, que compitan por el espacio y los recursos con cañaverales debilitados por dos desbroces previos. La mejor época para realizar el desbroce se da entre los meses de agosto y septiembre. Y la plantación de las nuevas especies en el mes de diciembre. Al igual que el método de Cubrimiento, es 100% eficaz en la eliminación de Caña Común (*Arundo Donax*), si se cumplen estrictamente todos los pasos que se tienen que seguir.

Este método requiere dos desbroces (primero puede ser a finales de agosto y el segundo a finales de septiembre), con la finalidad de provocar el debilitamiento de los brotes, posteriormente se procede a la plantación de ramas vivas por ejemplo de sauce (*Salix sp.*) por ser la más resistente durante los meses de invierno.

6.4.3 Revegetación del espacio ripario

La revegetación del espacio ripario puede darse de forma natural o por medio de plantaciones. La revegetación natural es un procedimiento muy lento, por lo que se opta por la ejecución de plantaciones, las cuales permitirán alcanzar objetivos como la ocupación inmediata del espacio fluvial para evitar que se introduzcan otros usos no deseados del suelo, promoción del desarrollo de especies nativas cuya regeneración natural se considere difícil de alcanzar y control de la reaparición de la caña común, de elevado potencial de regeneración.

Las especies que mejor se adaptan a las condiciones climáticas, de suelo y de la dinámica fluvial, son las especies autóctonas. Por esta razón son las más adecuadas para asegurar el desarrollo de las plantaciones. Entre las ventajas de esta elección se tiene que están adaptadas a las fluctuaciones meteorológicas y del régimen de caudales, son las que utiliza la fauna silvestre de la zona, una vez establecidas no necesitan riego ni mantenimiento y, además, son las que mejor se integran al paisaje fluvial. Entre las especies consideradas para la revegetación encontramos las helófitas, arbustivas y arbóreas, que son los estratos vegetales que deben ser plantados para conseguir una adecuada estructura de la vegetación. Las herbáceas, dada su rápida propagación, se estima que colonizarán las orillas y riberas del río de manera natural, por lo que no es necesaria su plantación.

A continuación se presenta el tipo de vegetación que se propone plantar de acuerdo a la cercanía que tengan con la corriente del cauce, de acuerdo al grado de humedad que requieran para su desarrollo.

Orillas del cauce

Entre la vegetación más próximas al cauce del río se tienen las helófitas y las especies arbustivas. Las helófitas son plantas que nacen en el agua para luego salir al exterior, y las especies nativas presentes en el río Serpis son el Carrizo (*Phragmites australis*), Lirio amarillo (*Iris pseudoacurus*), Junco (*Juncus sp.*) y Junquillo (*Scyrpus sp.*). Dado que estas tienen características similares a la caña (*Arundo Donax*), con una gran capacidad de recuperación, adaptación y propagación, se propone proteger y mantener las existentes, de manera que se logre su conservación, pero no se procederá a su plantación para controlar una potencial expansión desproporcionada.

En cuanto a la vegetación arbustiva se plantarán especies características de la zona, con la finalidad de lograr una mejor adaptación y su establecimiento en las orillas del cauce, Entre las especies arbustivas que se recomienda plantar encontramos:

- Mimbre rojo (*Salix purpurea*)
- Taray (*Tamarix canariensis*)
- Adelfa (*Nerium oleander*)
- Zarza (*Rubus ulmifolius*)
- Alcandorea (*Vinca difformis*),

Ribera

Para la vegetación de ribera se ha considerado la combinación de especies arbustivas y arbóreas. Entre las especies arbóreas que se recomienda plantar encontramos:

- • Chopo (*Populus nigra*)
- • Alamo (*Pupus alba*)
- • Sauce blanco (*Salix alba*)
- • Sauce negro (*Salix atrocinerea*)
- • Fresno (*Fraxinus angustifolia*)
- • Olmo (*Ulmus minor*)

Una vez elegidas las especies que se plantarán y la ubicación de cada una de ellas, es necesario decidir la estructura final del bosque ripario. Para simplificar el proceso de revegetación, se propone el uso de “Módulos de Plantación “. En este sentido se han diseñado dos módulos distintos que se distribuyen de forma aleatoria y combinada a lo largo del tramo de actuación, los cuales se repetirán a lo largo de tramo de actuación manteniendo su composición y distribución.

El objetivo de la composición y vegetación riparia propuesta es lograr un bosque de galería, que se caracteriza por formar una especie de túnel sobre el río, formando un corredor completamente distinto del resto de la vegetación, en color y altura. Las necesidades de agua de este tipo de bosque son cubiertas por la humedad del suelo.

Para el diseño de los Módulos de Plantaciones se ha tenido en cuenta las características de diversidad y heterogeneidad observadas en tramos cercanos. A continuación se presentan los módulos de plantación Ay B, diseñados para la restauración vegetal del tramo de actuación.

Módulo A:

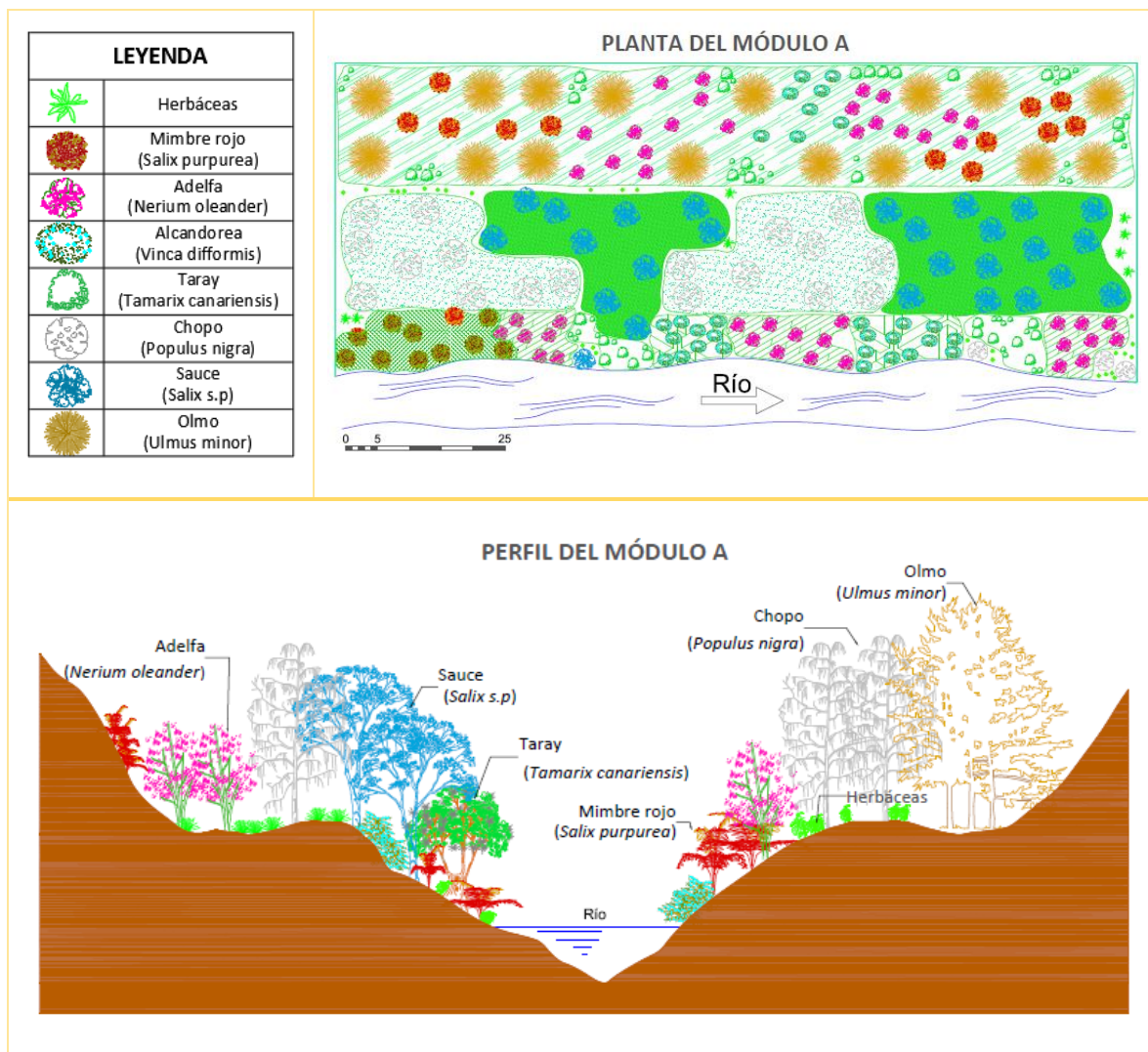


Figura 5. Modulo de plantacion A, diseñado para restauracion vegetal del tramo de actuación. Fuente: Elaboración propia

Módulo B:

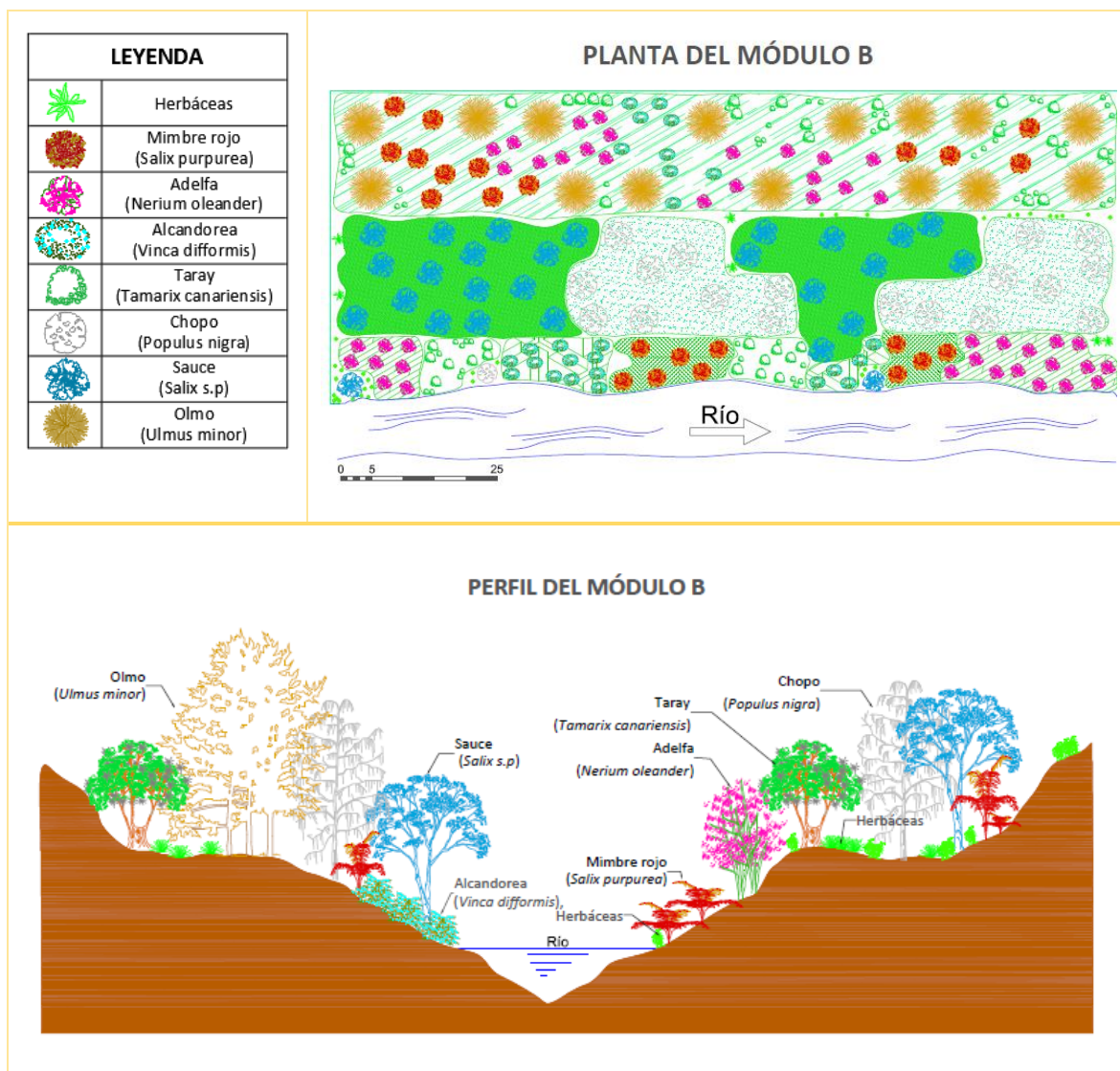


Figura 6. Módulo de plantación B, diseñado para restauración vegetal del tramo de actuación.
 Fuente: Elaboración propia

En cada módulo se pueden distinguir tres zonas:

- Zona 1:** En esta zona se pueden apreciar cuatro especies arbustivas: el Mimbres rojo (*Salix purpurea*), Taray (*Tamarix canariensis*), Adelfa (*Nerium oleander*) y Alcandorea (*Vinca difformis*). Están distribuidas de forma aleatoria y por golpes, en áreas de 100 m² a 300 m², con una distancia estimada entre cada especie arbustiva de 2 m aproximadamente. También, se plantarán 5 árboles de Chopo (*Populus nigra*) o Sauce (*Salix s.p*) por cada km revegetado.

- **Zona 2:** En esta zona se incluyen dos especies arbóreas, Chopo (*Populus nigra*) y Sauce (*Salix s.p*), combinadas con especies arbustivas de la zona 1, distribuidas de forma aleatoria y por golpes, en áreas de 400 m² a 1000 m². La distancia estimada entre cada especie arbórea es de 3 m a 5 m aproximadamente.
- **Zona 3:** En esta zona se pueden apreciar solo una especie arbórea, Olmo (*Ulmus minor*), combinada con las especies arbustivas de la zona 1, distribuidas de forma aleatoria y por golpes, a lo largo de todo el módulo. La distancia estimada entre cada especie arbórea es de 5 m aproximadamente.

Cada módulo puede tener una longitud de 100 m a 150 m dependiendo de la zona donde se esté haciendo la repoblación. Se recomienda dejar un espacio entre cada módulo de 2 m a 3 m, con la finalidad de facilitar las plantaciones y permitir acceso al río, ya con el tiempo este espacio se irá cubriendo con la vegetación.

Se debe tener en cuenta que en el tramo de estudio tanto el cauce como la ribera presentan variación en su topografía y en geometría de sus secciones, dificultando de esta manera la ubicación de cada módulo, por lo que es necesario un proyecto específico de repoblación para bosque galería, señalando las zonas de aplicación.

Con estas plantaciones se pretende alcanzar de forma controlada una primera fase de la revegetación de ribera, esperando que el propio río efectúe el trabajo posterior, aportando las semillas y fomentando el crecimiento y desarrollo de las especies mejor adaptadas, alcanzando sucesivamente capas vegetales más completas y diversas, cada vez más naturales.

6.4.4 Sostenibilidad

Terminada la etapa de plantación es indispensable la implementación de un plan de seguimiento y protección, para que las plantaciones arraiguen bien en la tierra. Esta acción ayudará a determinar el estado de las plantaciones y la necesidad de sustitución si es necesario.

Para garantizar la sostenibilidad de esta propuesta de eliminación de cañaverales, se debe realizar un monitoreo constante en las zonas de trabajo que permita realizar el seguimiento de las actividades desarrolladas. Con la finalidad de lograr este objetivo es necesario el empoderamiento de los pobladores de la zona, relacionándolos con los procesos de las

actividades realizadas (desbroce, eliminación de cañaverales y revegetación). Por esta razón el componente fundamental de esta propuesta es la participación comunitaria, con la implementación de estrategias que ofrezcan a los pobladores participantes el sentimiento de arraigo con el sistema acuático que se quiere proteger.

Entre las actividades de monitoreo tenemos:

- La realización de trabajos de mantenimiento y conservación de la vegetación de ribera (revegetada) de manera preventiva y constante para evitar su deterioro y promover su restauración.
- Realizar supervisiones continuas para identificar zonas con posibles rebrotes de caña común y evitar que vuelva a establecerse y propagarse. Es la forma más económica para frenar el impacto que éstas generan.
- Mantenimiento y cuidado de la vegetación nativa, ya que es parte del proceso de conservación del buen estado de la ribera.
- Siembra de especies forestales en zonas donde haya carencia de vegetación.
- Seguimiento mediante informes del avance del proceso (con base de datos y cartografía asociada al proceso) y un informe final de las actividades realizadas.
- Ejecución de talleres y jornadas lúdicas para garantizar la sostenibilidad en el tiempo de los trabajos realizados.

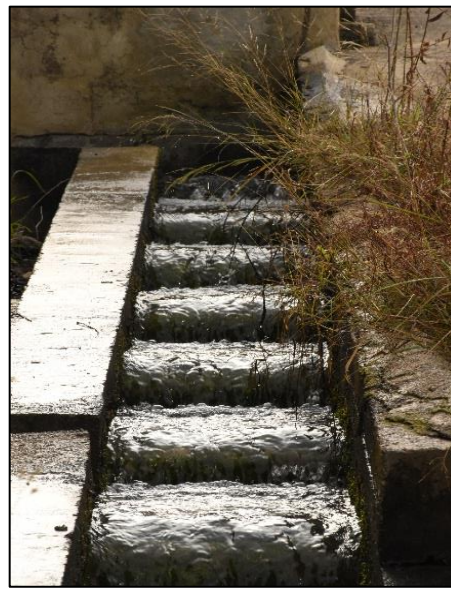
Todo esto se podrá conseguir con la ayuda de una educación ambiental continua en las poblaciones cercanas al Serpis, dadas por las instituciones responsables de la zona. Con el mantenimiento y conservación permanente de la vegetación de ribera, se podrán minimizar los impactos que se puedan dar sobre las comunidades bióticas y con ello garantizar la conservación de la diversidad de especies.

6.5 Biodiversidad de la fauna acuática

Durante la jornada de participación pública realizada en el municipio de Villalonga en octubre de 2008 se puso de manifiesto la importancia histórica y patrimonial de los azudes, que, a pesar de estar en desuso, mantienen un valor social y de identidad local. Por esta razón, se considera la conservación y adecuación de todos los azudes, que dieron vida a las fábricas de

luz, en la antigua ruta del ferrocarril Lorcha-Gandía (ruta del carbón). Además, por su decisiva contribución en la autodepuración de los caudales circulantes y por constituir zonas de ecotonos, descanso, refugio y frezas de múltiples especies acuáticas (moluscos, anfibios, peces, etc.).

No obstante, debido al efecto barrera producido por los azudes a lo largo del tramo de estudio, es necesario plantear una solución que devuelva la conectividad fluvial. Dentro de estas infraestructuras transversales tenemos que dos están en funcionamiento, y solo una de ellas cuenta con una escala de peces, la del azud de “En Carròs”.



Fotografía 14. Escala de peces del azud En Carròs. Tomada el 07-12-2016

Para los demás azudes se propone su adecuación, por formar parte del patrimonio histórico industrial de la zona, mediante la construcción de dispositivos de pasos de peces que permita su permeabilización, y con el ello el libre desplazamiento de las especies piscícolas migratorias. Se recomienda realizar proyectos específicos de las escalas de peces, siguiendo las indicaciones que se aportan en el presente trabajo. En el Anexo 7 se presentan diferentes alternativas para permeabilización de las estructuras.

De acuerdo a las características estructurales y a las dimensiones de los azudes (ver Sección 4.5.2 y Anexo 3), se ha determinado que los azudes son similares entre sí. Se propone su permeabilización mediante escalas de peces artesanales de escotadura libre, adecuados para las alturas que presentan, entre 2 y 5 m. Además, son apropiados para diferentes tipos de especies ya que su contribución admite cambios de dirección.

Las escalas de peces artesanales de escotadura libre son pasos con estanques sucesivos, de hendiduras o escotaduras en los tabiques intermedios, por donde circula el caudal y ascienden los peces. La comunicación entre estanques se efectúa por escotaduras laterales y orificios de fondo situados en lados opuestos del tabique, alternando sus posiciones de un tabique a otro. La comunicación entre estanques es en vertido libre.



Fotografía 15: de Escala de peces artesanales de escotadura libre

6.6 Paisaje fluvial

El estudio del sistema fluvial muestra que el tramo de estudio cuenta con un ecosistema natural de gran belleza. Su microclima y orografía proporcionan un refugio excelente para la flora y la fauna que enriquecen el paisaje natural convirtiéndolo en un espacio agradable a la vista.

El valor paisajístico, ecológico y cultural del Serpis se debe a su singularidad y a la relación histórica, armoniosa, entre el hombre y el medio natural. Los pueblos del territorio están agrupados alrededor del cauce fluvial del Serpis, donde el paisaje se transforma en historia debido a la presencia de las minicentrales hidroeléctricas («fàbriques de llum») situadas a pocos metros de sus respectivos azudes y de los restos arquitectónicos que formaban parte de la antigua ruta del tren que iba de Alcoy a Gandia como, puentes, casas, (de los trabajadores del ferrocarril y de las fábricas), molinos, entre otros. Esta combinación entre belleza natural e historia constituye una muestra coherente y representativa del carácter evolutivo, formando un escenario privilegiado para la observación de las transformaciones y los usos que los pobladores han hecho de sus recursos.

En este sentido, se propone potenciar el valor recreativo del paisaje a través de la conservación, rehabilitación y mantenimiento de las infraestructuras que forman parte del patrimonio histórico e industrial, que cuentan la historia de los pobladores que vivieron en este paraje a finales del siglo XIX. Para ello, se proponen las siguientes actuaciones.

6.6.1 Potenciar la ruta verde del Serpis

La vieja y abandonada vía del tren, rescatada hoy en día como ruta verde del Serpis (ver Anexo 10), permite recorrer a pie o en bicicleta los rincones más bonitos del paisaje. Por lo que se propone la mejora de las sendas peatonales que siguen un trazado sinuoso y adaptado a la topografía del terreno, favoreciendo su integración en el entorno natural del Serpis hasta conseguir un trazado de pendiente suave que sea fácilmente transita.

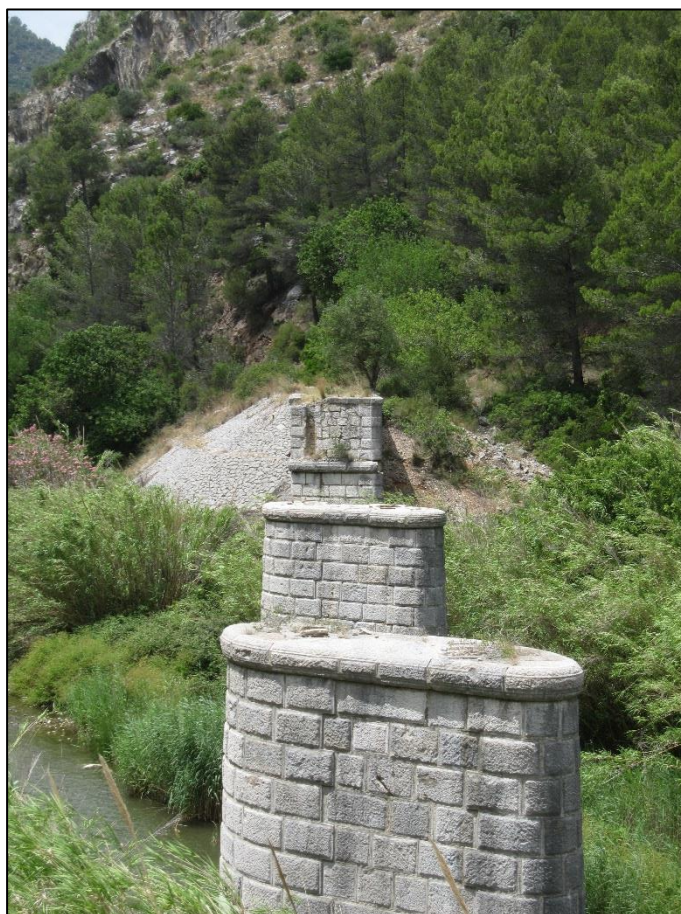
Se ha podido comprobar que los pocos carteles de información y las señales existentes están muy deteriorados, resultando imposible la comprensión de la información que contienen. Por tanto, se propone el cambio de estos carteles y señales, además de la implementación de

puntos de información que permitan conocer la ubicación de monumentos y restos arquitectónicos de gran valor como, por ejemplo, El Castillo de Perputxent (Lorcha), el monumento a la Mare de Déu de la Font (Villalonga) y de los azudes.



Fotografía 16. Estado actual de los cartes de información. Tomada el 17-05-2017

Como se ha explicado anteriormente, cuando la revolución industrial convirtió a la ciudad de Alcoy en un centro textil, la línea férrea que discurría en gran parte de su recorrido paralela al cauce del río Serpis, unía este centro textil con Gandía. La vía del tren funcionó durante 76 años, convirtiéndose en una pieza importante del patrimonio histórico y cultural de la zona. Además, los puentes por donde circulaba el antiguo tren fueron destruidos con la finalidad de vender sus raíles. En este ámbito, se propone la elaboración de un proyecto específico para la recuperación de estos puentes, aprovechando los elementos estructurales (cimentación y columnas) que aún quedan de los puentes antiguos.



*Fotografía 17. Uno de los puentes de la antigua vía del tren, solomante quedan los pilares.
Tomada el 17-052017*

6.6.2 Adquisición y restauración de los restos arquitectónicos

Por otra parte, se propone a la administración pública la adquisición de restos arquitectónicos como las antiguas minicentrales, las viviendas de los vigilantes del ferrocarril y la iglesia de la Inmaculada (ver Anexo 9), con la finalidad de lograr su rehabilitación y preservación. Posteriormente pueden ser utilizadas como albergues, refugio para los excursionistas, puntos de información o centros de interpretación. En su interior podrían colocarse mapas, fotografías que reflejen la vida y costumbres de los pobladores, dando a conocer los valores ambientales del río Serpis y de una época importante de la historia de los pobladores de la Safor y de la trascendencia que tuvo para ellos esta vía ferroviaria.



Fotografía 18. De las viviendas de los vigilantes del ferrocarril. Tomada 03-07-2015

De hecho, dentro de las actuaciones previstas por la CHJ sobre el patrimonio cultural ya se contempla la rehabilitación de la minicentral “El Cèntim” para la implementación de un centro de interpretación de la naturaleza. Si bien este es un ejemplo de las posibilidades de uso social que se le pueden dar a los restos arquitectónicos, en esta tesis se propone ir más allá de una mera actuación puntual, para desarrollar un proyecto integral en la zona.

Por último, se propone adecuar sendas peatonales que permitan acceder al río y a estos restos arquitectónicos rehabilitados, para el uso y disfrute de los pobladores de la zona y de los que deseen disfrutar de la belleza y colorido del paisaje.

6.7 Cronograma y presupuesto

A continuación se presenta un cronograma estimativo y una valoración económica de referencia para las actividades propuestas en la ingeniería del proyecto.

6.7.1 Cronograma

Teniendo en cuenta la envergadura de cada una de las actividades descritas en la Ingeniería del Proyecto, se ha elaborado un cronograma que permita conocer el periodo de tiempo necesario para la implementación de las propuestas. La Tabla 38 muestra el cronograma mediante un diagrama de Gantt.

Tabla 38. Cronograma de las actividades en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD	TRIMESTRE						
	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	6 año	7 año
Régimen de caudales	[Barra naranja que cubre los años 1 a 5]						
Redistribución	[Barra naranja que cubre los años 1 a 2]						
Riego por goteo	[Barra naranja que cubre los años 1 a 5]						
Calidad de las aguas	[Barra azul que cubre los años 1 a 2]						
Proyecto de mejora de la calidad de las aguas	[Barra azul que cubre los años 1 a 2]						
Vegetación de la ribera y las orillas	[Barra verde oscura que cubre los años 1 a 7]						
Tratamientos Silviculturales	[Barra verde oscura que cubre los años 1 a 2]						
Eliminación de vegetación alóctona	[Barra verde que cubre los años 2 a 4]						
Revegetación del espacio ripario	[Barra verde que cubre los años 4 a 6]						
Sostenibilidad	[Barra verde que cubre los años 6 a 7]						
Biodiversidad de la fauna acuática	[Barra amarilla que cubre los años 1 a 2]						
Construcción de escalas de peces	[Barra amarilla que cubre los años 1 a 2]						
Paisaje Fluvial	[Barra azul oscuro que cubre los años 1 a 3]						
Potenciar la ruta verde del Serpis	[Barra azul oscuro que cubre los años 1 a 3]						
Adquisición y restauración de los restos arquitectónicos	[Barra azul que cubre los años 1 a 3]						

6.7.2 Valoración económica

Para realizar la valoración económica del conjunto de actividades consideradas en el presente proyecto se ha partido de datos de precios promedio a los que se ha tenido acceso de distintos presupuestos de restauración de ríos dentro de la Comunidad Valenciana, de los últimos cinco años. En este sentido, cabe remarcar que dicha valoración debe considerarse puramente referencial, es decir, una estimación del coste total.

Adicionalmente, no se ha podido realizar una valoración representativa que pueda aproximar el coste de potenciar la ruta verde del Serpis, la adquisición y restauración de los restos arquitectónicos de la zona dada su elevada complejidad, que implicaría un proyecto particular para cada una de ellas que determine el estado en el que encuentran los restos arquitectónicos y el presupuesto necesario para su restauración, conservación y mantenimiento. Dada la significativa inexactitud de cualquier valoración que se pudiese realizar sin disponer de estos proyectos particulares, se ha tomado la decisión de no incluir estos costes en el presupuesto. Así, en la valoración económica que se muestra en la Tabla 39, los conceptos “Potenciar la ruta verde del Serpis” y “Adquisición y restauración de los restos arquitectónicos” no se consideran.

Asimismo, dado que la implementación del riego por goteo está siendo desarrollada por “Localización de Riegos La Safor Sociedad Limitada”, esta actividad también se ha obviado en el presupuesto.

Tabla 39. Valoración económica de las actividades en el tramo de estudio. Fuente: Elaboración propia

ACTUACIONES PARA LA MEJORA Y RESTAURACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS	Unidad	Cantidad	Coste unitario	Coste parcial
1. Régimen de caudales				
Redistribución				18 000.00
OPERARIO (control de las sueltas embalse)	€/mes	12	1.500	18 000.00
2. Calidad de las aguas				
Proyecto de mejora de la calidad de las aguas	€/und	1	25.000	25 000.00
3. Vegetación de la ribera y las orillas				
Tratamientos Silviculturales	€/ha	78.6	72	5 659.20
Eliminación de vegetación alóctona	€/ha	78.6	192	15 091.20
Revegetación del espacio ripario	€/ha	78.6	56.4	4 433.00
Sostenibilidad				16 244.00
Poda y aporcado COSTE €/ha	€/ha	78.6	24	1 886.404
Adquisición y colocación de tutor y protector de plántones COSTE €/ha	€/ha	52.4	202	10 584.80
Desherbado manual en contorno árboles	€/ha	52.4	72	3 772.80
4. Biodiversidad de la fauna acuática				
Construcción de escalas de peces	€/azud	7	70.000	490 000.00
5. Paisaje Fluvial				
Potenciar la ruta verde del Serpis				N/D
Adquisición y restauración de los restos arquitectónicos				N/D
COSTE TOTAL				574 427.44

VII. CONCLUSIONES

El presente proyecto plantea la elaboración de un plan restauración del río Serpis y sus riberas, en el tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”, de 13.1 km de longitud, pertenecientes a los municipios de Lorcha y Villalonga respectivamente.

Para ello, se ha realizado un estudio del entorno y del sistema fluvial, para evaluar el estado y comportamiento del río y diagnosticar su problemática. A raíz de este proceso, se ha identificado la necesidad de plantear diversas actuaciones de envergadura para mejorar y devolver el buen estado este tramo de estudio del río Serpis.

En primer lugar, se ha identificado que el régimen de caudales actual, establecido a partir de la gestión del embalse de Beniarrés, no satisface la demanda de recurso hídrico existente, poniendo en riesgo el cumplimiento de los caudales ecológicos. Dado que es necesario el mantenimiento de los caudales ecológicos durante todo el año, para asegurar el bien estar y el desarrollo de los organismos que constituyen el hábitat acuático, se plantea una redistribución del régimen de caudales que garantice el bienestar y desarrollo de las especies acuáticas y de su ribera, satisfaciendo en mayor medida las UDA con respecto a la situación actual.

En segundo lugar, con el objetivo de lograr un ahorro de recurso hídrico que permita cumplir con los caudales ecológicos y abastecer las UDA en mayor medida, se propone la implementación de sistemas de riego por goteo en la zona. Esta medida, por sí misma, permitiría la satisfacción íntegra de las demandas de agua de las UDA, hecho que no se cumple en la actualidad, sin reducir el caudal del río por debajo del mínimo ecológicamente recomendable.

En tercer lugar, se ha observado una significativa pérdida de la biodiversidad local en la vegetación de ribera debido a la presencia de vegetación alóctona, en particular de la caña común. Para mejorar esta situación, se propone la eliminación de esta especie y la revegetación del espacio ripario con especies autóctonas, a través de la implementación de Módulos de Plantaciones con especies arbustivas y arbóreas autóctonas que permitan

alcanzar de forma controlada una primera fase de la revegetación de las orillas del cauce y la ribera.

En cuarto lugar, la biodiversidad de la fauna acuática se ha visto afectada por la pérdida de conectividad fluvial, la cual resulta imprescindible para permitir el desplazamiento río arriba y río abajo de las especies piscícolas autóctonas. Debido al efecto barrera producido por los azudes, el desplazamiento de las especies piscícolas se ve seriamente limitado, impidiendo en la mayoría de los casos el correcto desarrollo de algunas especies acuáticas. Por esta razón, se ha propuesto la permeabilización de los azudes a través de pasos de peces para que las especies piscícolas migratorias se pueden desplazar libremente a lo largo del corredor longitudinal, favoreciendo así el refuerzo y restauración de las poblaciones de peces autóctonas.

Finalmente, se ha comprobado que la cuenca hidrográfica del Serpis es un destino destacado en cuanto al disfrute de sus espacios naturales. Su ecosistema natural brinda en general las condiciones adecuadas a los paseantes, senderistas, ciclistas y amantes de la naturaleza en general. No obstante, si bien el tramo de estudio cuenta con un ecosistema natural de gran belleza, se han observado carencias significativas en el estado de conservación de esta ruta verde, así como un patrimonio histórico e industrial en unas condiciones de conservación muy deficientes. Por esta razón, se propone potenciar el valor recreativo del paisaje a través de la conservación, restauración y mantenimiento de las infraestructuras que forman parte de este valioso patrimonio, así como la rehabilitación y mejoramiento de la ruta verde, a través de la implementación de puestos de información, señalización, lugares de refugio y accesos a los azudes, para el uso y disfrute de los caminantes y habitantes de la zona.

Con todo, se ha conformado un plan holístico de rehabilitación del río Serpis que da respuesta a sus principales carencias y riesgos en la actualidad, maximizando su sostenibilidad como recurso natural y fortaleciendo el vínculo con la población local.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilella, A., Engelbrecht, M., Mallach, M., Riera, J. (2007). Bases para un plan de conservación de riberas de la Confederación Hidrográfica del Júcar. *Universidad de Valencia*.

Aguilella, A., Riera, J., Gómez-Serrano, M.A., Mayoral, O., Moreyra, E. (2005). Evaluación del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar mediante el uso del índice QBR. *Jardí Botànic de la Universitat de València, Estudi General para la Confederación Hidrográfica del Júcar*.

Antequera (s.f). Las comunidades de regantes en La Safor: gestión y uso del agua de regadío. *Departamento de Geografía, UVEG*.

Boland, J.M. (2006). The importance of layering in the rapid spread of *Arundo donax* (giant reed). *Madroño, Vol 53, Issue 4, p. 303–312*.

Brooks, M.L., D’antonio, C.M., Richardson, D.M., Grace, J.B., Keeley, J.E., Ditomaso, J.M., Hobbs, R.J., Pellant, M., Pyke, D. (2004). Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience 54: 677-688*.

Cervera, V., Gomar, D., Martí, Ó. (2010). A un tir de pedra. *Edicions del Bullent*.

Coffman, G.C., Ambrose, R.F., Rundel, P.W. (2004). Invasion of *Arundo donax* in river ecosystems of Mediterranean climates: causes, impacts and management strategies. *Proceedings of the 10th MEDECOS. Conference, Rhodes Island, Greece. (Eds. M. Arianoutsou y W. Papanastasis), pp. 1-8. Millpress Science Publishers, Rotterdam*.

Coffman, G.C., Ambrose, R.F., Rundel, P.W. (2010). Wildfire promotes dominance of invasive giant reed (*Arundo donax*) in riparian ecosystems. *Biological invasions 12:2723-2734*.

Confederación Hidrográfica del Ebro (2009). Pasos de Peces para Permeabilizar Estructuras Transversales en la Cuenca del Ebro. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*

Confederación Hidrográfica del Júcar (2000). Estudio de Implantación de una Red de Vigilancia de la calidad de las aguas mediante Índices Bióticos a partir de las comunidades de macroinvertebrados, peces, macrófitas y diatomeas en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2014). Propuesta de proyecto de revisión del plan hidrológico. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.

Deltoro, V., Jiménez, J., Vilán, X. (2012). Bases para el manejo y control de *Arundo donax* L. (Caña común). *Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 4. Conselleria d’Infraestructures, Territori i Medi Ambient*.

Generalitat Valenciana. Valencia.

García, D., González, M., (1998). El concepto de caudal ecológico y criterios para su aplicación en los ríos españoles. *Universidad Politécnica de Madrid*.

González, M., García, D. (1995). Restauración de ríos y riberas. *Fundación Conde del Valle de Salazar*.

Gordon, N.D., McMahon, T.A., Finlayson, B.L. (1992). Stream Hydrology. An introduction for Ecologists. *John Wiley and Sons*.

Gracia, J., Maza, J. (2002). Morfología de Ríos. En: *Manual de Ingeniería de Ríos. Capítulo 11. UNAM*.

Grupo Trabajo Recurso Hídrico (2014). Criterios proyectos de mantenimiento y conservación de cauces. *Subdirección General de Recursos Naturales*.

Gustard, A. (1992). Analysis of River Regimes. En: *The Rivers Handbook, Vol. I, Calow & Petts (eds.), 29-47. John Wiley and Sons*.

Martínez, C., Fernández, J. (s.f). Régimen de caudales: definición del estatus hidrológico y valoración de la alteración. *U. D. Hidráulica e Hidrología. EUIT Forestal. UPM*.

Nebot, T. (2008). Proyecto de restauración del río Serpis en los TT. MM. de Lorcha (provincia de Alicante) y Villalonga (provincia de Valencia). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.

Pastor, M^a Julia., Bosch, M^a Pilar. (2013). Restauración Ambiental del Tramo Final del Río Serpis y su Desembocadura. *Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior De Gandía*.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Capítulo del libro Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo*.

HIDTMA ECOMAR- Consultoría E Ingeniería Ambiental Marina. (2006). Actuaciones ambientales en el entorno del embalse Beniarrés: Auditoría ambiental. *Regidoria de Turisme y Medi Ambient, Diputación de Alicante*.

Servicio de Vida Silvestre Dirección General de Medio Natural. (2013). Informe Técnico: Evaluación de los Datos de Calidad de Aguas para el Seguimiento de Masas de Agua Fluvial en los Espacios Red Natura 2000. *Generalitat de Valencia*

Richter, B., Baumgartner, J., Powell, J., Braun, D. (1996). A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems. *Conservation Biology Vol. 10, Issue 4, p. 1163–1174*.

Richter, B., Baumgartner, J., Braun, D., Powell, J. (1998). A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *River Research and Applications Vol. 14, Issue 4, p. 329-340*.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

Rios, R. (2017). Análisis de la Implementación del Modelo Hidrológico Distribuido TETIS en el Ámbito Regional de la Demarcación Hidrográfica del Júcar Utilizando Información Estándar. *Universidad Politécnica de Valencia*.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

ANEXOS

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

IX. ANEXOS

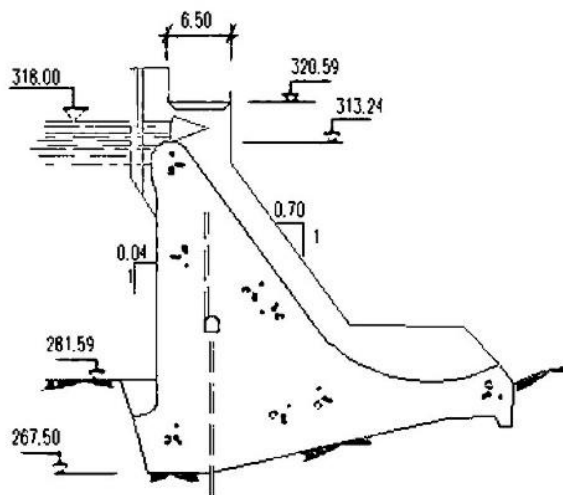
Anexo 1. Datos estación de aforo Beniarrés-8007 y Villalonga-8071

Estación de aforo Beniarrés- 8007

Tabla 40. Ficha técnica del Embalse Beniarrés.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 25 noviembre 2015.

Datos administrativos		Datos geográficos	
Nombre de la presa:	Beniarrés	Río en el que se encuentra la presa	Serpis
Fase vida presa:	Explotación	Municipio	Beniarrés
Titular de la presa:	Estado	Cuenca hidrográfica	Júcar
Proyectista	J. ELIO (1º FASE) / R. DONAT(2ª FASE)	Provincia	Alicante
Categoría en función del riesgo potencial:	A	Coordenadas UTM 30 - ED 50	729605 4299796
Aprobación de las normas de explotación:	05-03-2012	Datos hidrológicos	
Aprobación del plan de emergencia:	26-02-2009	Superficie de la cuenca hidrográfica (km2):	464,000
Fecha de finalización de las obras:	01-04-1958	Aportación media anual (hm3):	83,000
		Precipitación media anual (mm):	650,000
		Caudal punta avenida de proyecto (m3/s):	1.000,000
<i>Usos del embalse</i>			
Usuarios:	C-R. Canals Alts del Serpis C-R. Riegos río Alcoy		
Tipos	Riego		
Datos del embalse			
Superficie del embalse a NMN (ha):	268,410		
Capacidad a NMN (hm3):	27,000		
Cota del NMN (m):	318,000		
Datos de la presa			
¡Tipo de presa:	Gravedad		
Cota coronación (m):	321		
Altura desde cimientos (m):	53,000		
Longitud de coronación (m):	395		
Cota cimentación (m):	267,650		
Cota del cauce en la presa (m):	281,650		
Volumen del cuerpo presa (1000 m3):	98,700		
Datos del aliviadero			
Número total de aliviaderos en la presa:	1		
Regulación:	Compuerta TAINTOR		
Capacidad (m3/s):	1.003,000		
Datos del desagüe			
Número total de desagües en la presa:	1		
Capacidad (m3/s):	10,600		



Gráfica 10. Perfil embalse Beniarrés. Fuente CEDEX s.f

Estación de aforo Beniarrés-8007, datos de la reserva mensual en Hm³, 1998-2012

Tabla 41. Datos de la reserva mensual en Hm³, 1998-2012. Fuente:
http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/Default.aspx?nombre=ROAN_EMB_MENSUAL_RVA&claves=INDROEA|A_NO_INI|ANO_FIN&valores=8007|1998|2013

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
1998-1999	6.96	7.51	8.56	9.39	10.05	11.78	12.38	11.87	10.81	8.63	6.44	5.88
1999-2000	5.85	6.82	7.61	9.12	9.89	11.09	11.68	11.68	11.17	9.23	7.22	6.47
2000-2001	7.23	8.05	8.77	9.57	12.43	13.14	14.08	14.15	12.47	10.10	8.34	8.73
2001-2002	9.25	10.23	12.04	13.64	14.25	15.04	17.07	19.14	18.08	14.69	13.27	12.47
2002-2003	11.92	11.22	11.13	12.18	13.41	14.29	19.27	19.25	16.77	12.68	9.27	9.18
2003-2004	9.51	15.93	17.17	17.25	17.35	18.33	19.29	19.14	17.83	14.65	11.20	8.90
2004-2005	7.45	9.25	18.72	19.27	18.89	18.81	18.97	19.06	17.23	14.60	11.51	10.77
2005-2006	10.64	11.06	11.59	13.09	15.98	17.15	17.41	17.81	16.04	12.72	9.42	7.25
2006-2007	5.76	6.46	7.71	9.25	10.60	12.49	15.98	17.01	15.20	12.39	9.98	9.86
2007-2008	15.02	15.76	22.67	21.47	22.39	23.77	23.72	24.69	24.69	22.67	18.76	14.76
2008-2009	15.01	16.81	20.74	21.56	21.89	24.16	23.99	23.89	22.58	20.54	17.39	20.32
2009-2010	13.86	14.29	18.62	21.61	21.87	23.67	24.01	24.36	24.41	22.39	20.85	16.16
2010-2011	13.73	14.56	15.67	16.72	17.31	19.77	21.80	22.41	21.61	18.43	15.59	13.43
2011-2012	14.65	19.88	20.60	21.98	21.38	24.06	24.09	23.65	21.73	19.53	16.87	14.83
2012-2013	13.95	16.31	19.92	21.80	22.36	23.47	23.47	24.49	25.71	22.72	19.40	14.11




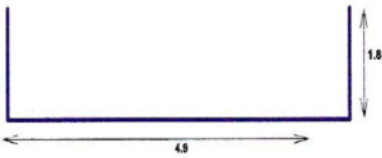
Fotografía 19. Embalse Beniarrés. Tomada el 03-07-2015.
 Fuente: Elaboración propia

Estación de aforo Villalonga-8071

Tabla 42. Estación de aforo villalonga-8071.

Fuent: CEDEX s.f

Ámbito: Júcar		Nº de cuenca: 8071		Río Serpis	
Longitud: -1655		Latitud: 385219			
UTM X: 735791	Y: 4306139	Uso: 30	Datum: ED50		
UTM X: 735681	Y: 4305931	Uso: 30	Datum: ETRS89		
Cuenca receptora (km2): 547		Sistema explotación: Serpis			
T. municipal: Villalonga		Provincia: Valencia			
Hoja 1:50.000 : Játiva (795)					
Tipología					
Propietario: Estado					
Tipo de estación: Encauzamiento sin canal de aguas bajas					
Régimen caudales: Alterado					
Longitud (m): 18		Ancho(m): variable(5 a)			
Escala: Sí (exterior)		Caseta: Sí			
Pasarela: Sí		Vertedero: No			

Datos históricos de aforos (CEDEX s.f.) 1911-2012

Tabla 43. Datos estadísticos de la serie 1911-2012, estación de aforo Villalonga.

Fuente: CEDEX s.f

Superficie cuenca Río(km2): 753		Superficie cuenca Estación (km2): 547	
Nº datos: 56	Nº: de años completos: 49	Nº años incompletos: 7	
Año de inicio de la serie: 1911	Año final de la serie: 2012	Nº meses: 653	
Caudal medio anual (Qm): 2,344 m3/s	mínimo anual: 0,2 m3/s	Máximo anual: 7,03 m3/s	
Coeficiente de variación de la serie anual: 0,79		Coeficiente de sesgo:1,04	
Caudal mínimo mensual: 0,03 m3/s		Caudal máximo mensual: 54,78 m3/s	
Año: Año hidrológico, de octubre el año que se indica a septiembre del año siguiente			
Qm: Caudal medio anual, Qc: Caudal medio diario máximo del año, Qci: Caudal instantáneo máximo del año			
Qcn: Caudal medio diario mínimo del año			

Caudales medios mensuales

Tabla 44. Caudales medios mensuales, estacion de Villalonga, 1998-2012.

Fuente:<http://sig.mapama.es/93/ClienteWS/GISROEA/Default.aspx?>

nombre=ROAN_RIOS_DIARIO_NIVEL&claves=INDROEA|ANO_INI|ANO_FIN&valores=8071|1998|2012

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Q anual
1998-1999	2,83	1,73	1,59	1,49	1,25	1,95	1,08	1,67	2,25	3,34	2,88	1,86	23,92
1999-2000	1,73	1,42	1,26	1,59	1,06	0,94	0,96	1,01	1,22	2,24	2,36	1,45	17,23
2000-2001	1,58	0,57	0,48	0,58	1,53	0,68	0,59	1,29	2,02	2,33	2,46	1,04	15,14
2001-2002	0,81	1,26	1,87	1,55	1,08	1,21	2,05	8,03	2,50	4,44	3,62	2,35	30,75
2002-2003	1,94	1,78	1,40	1,47	1,35	1,11	4,09	3,45	3,71	5,15	4,68	2,10	32,23
2003-2004	2,95	5,52	2,05	1,83	1,71	2,84	6,65	6,68	3,66	4,34	4,22	3,75	46,19
2004-2005	3,03	2,06	38,83	4,23	4,93	5,47	3,88	2,80	3,57	3,88	3,81	2,48	78,96
2005-2006	1,85	2,21	1,93	2,26	2,21	2,22	2,00	2,21	2,51	3,57	3,16	2,88	29,00
2006-2007	2,35	1,27	1,37	1,43	1,53	1,77	3,45	1,65	2,57	3,19	3,16	2,40	26,14
2007-2008	22,97	4,95	4,38	6,57	2,52	2,63	2,73	2,45	2,72	2,47	4,28	5,34	64,01
2008-2009	10,27	6,58	3,66	7,97	3,45	2,28	4,71	3,65	4,55	4,37	4,92	7,71	64,11
2009-2010	12,40	3,04	3,49	14,50	9,81	7,83	5,76	5,94	5,47	5,91	5,09	8,54	87,76
2010-2011	4,96	2,21	1,96	1,72	1,55	2,35	2,06	3,62	3,08	4,62	3,83	3,32	35,26
2011-2012	2,00	10,57	4,04	9,73	6,40	4,31	3,86	2,14	2,01	2,62	2,19	2,18	52,05

Cuales máximos mensuales

Tabla 45. Caudales maximos mensuales, estacion de Villalonga, 1998-2012.

Fuente:[http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/default.aspx?](http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/default.aspx?nombre=ROAN_ESTACION_AFORO_RIOS&claves=COD_HIDRO|COD_SITUACION_ESTACION&valores=8071|4)

nombre=ROAN_ESTACION_AFORO_RIOS&claves=COD_HIDRO|COD_SITUACION_ESTACION&valores=8071|4

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Qc anual
1998-1999	1,27	1,07	0,82	0,59	0,74	3,23	0,50	0,85	0,95	1,61	1,32	0,86	3,23
1999-2000	1,00	1,64	0,84	1,17	0,53	0,67	0,48	0,50	0,61	1,15	1,20	0,67	1,64
2000-2001	1,22	0,53	0,24	0,25	4,51	0,40	0,33	0,77	1,14	1,10	1,41	0,87	4,51
2001-2002	0,95	0,96	1,88	1,05	0,54	0,89	3,59	17,21	1,31	1,88	1,74	1,67	17,21
2002-2003	1,35	1,32	0,76	1,29	1,57	0,52	16,47	3,58	1,84	2,15	2,08	1,79	16,47
2003-2004	2,34	8,24	1,22	0,69	0,76	4,84	9,89	6,15	1,87	1,75	1,72	1,66	9,89
2004-2005	1,20	1,39	64,06	2,20	4,16	2,56	1,67	1,63	1,57	1,65	1,92	1,45	64,06
2005-2006	1,13	1,23	0,99	2,40	1,66	1,18	1,28	1,39	1,25	1,73	1,30	1,24	2,40
2006-2007	1,15	0,77	0,72	0,93	0,97	3,00	3,38	0,97	1,23	1,34	1,89	1,36	3,38
2007-2008	23,04	5,18	5,43	4,32	1,13	1,22	1,50	1,14	2,54	1,07	1,92	2,86	23,04
2008-2009	8,71	4,78	1,73	5,09	2,26	0,95	2,75	1,92	2,31	2,14	2,52	15,37	15,37
2009-2010	11,19	1,50	3,05	34,62	7,65	4,86	3,16	2,86	2,39	2,56	2,65	5,28	34,62
2010-2011	4,62	0,96	0,82	0,67	0,69	2,96	1,86	2,16	1,52	1,95	1,52	1,40	4,62
2011-2012	2,48	26,39	3,62	13,62	4,90	8,02	2,47	1,07	0,91	1,08	0,93	1,26	26,39
1998-1999	0,91	30,32	1,08	0,80	2,22	4,36	38,44	7,91	0,98	1,69	1,89	3,12	38,44

Cuales mínimos mensuales

Tabla 46. . Caudales minimos mensuales, estacion de Villalonga, 1998-2012.

Fuente:[http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/default.aspx?](http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/default.aspx?nombre=ROAN_ESTACION_AFORO_RIOS&claves=COD_HIDRO|COD_SITUACION_ESTACION&valores=8071|4)

[nombre=ROAN_ESTACION_AFORO_RIOS&claves=COD_HIDRO|COD_SITUACION_ESTACION&valores=8071|4](http://sig.mapama.es/93/CienteWS/GISROEA/default.aspx?nombre=ROAN_ESTACION_AFORO_RIOS&claves=COD_HIDRO|COD_SITUACION_ESTACION&valores=8071|4)

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Qci anual
1998-1999	0,67	0,55	0,54	0,51	0,49	0,44	0,34	0,29	0,78	1,16	0,86	0,61	0,29
1999-2000	0,38	0,38	0,38	0,45	0,27	0,23	0,19	0,23	0,38	0,59	0,72	0,46	0,19
2000-2001	0,43	0,03	0,11	0,17	0,17	0,17	0,15	0,20	0,58	0,64	0,73	0,20	0,03
2001-2002	0,20	0,20	0,42	0,45	0,31	0,29	0,44	0,57	0,68	1,37	0,58	0,49	0,20
2002-2003	0,45	0,36	0,30	0,45	0,44	0,30	0,22	0,58	1,03	1,34	0,71	0,53	0,22
2003-2004	0,79	0,56	0,69	0,63	0,63	0,69	0,94	1,26	1,06	1,50	1,50	1,16	0,56
2004-2005	1,06	0,58	0,57	1,27	1,20	1,59	1,34	0,82	1,01	1,26	1,22	0,41	0,41
2005-2006	0,36	0,65	0,64	0,69	0,75	0,65	0,49	0,57	0,79	1,08	1,09	0,86	0,36
2006-2007	0,61	0,37	0,42	0,43	0,44	0,37	0,48	0,46	0,67	1,07	0,97	0,53	0,37
2007-2008	0,58	0,74	0,68	1,44	0,93	0,81	0,69	0,51	0,61	0,58	1,21	1,83	0,51
2008-2009	0,50	1,00	1,13	0,84	0,87	0,75	0,88	0,93	0,93	1,25	1,37	1,44	0,50
2009-2010	1,34	1,05	0,87	1,13	1,92	1,60	1,62	1,83	1,81	2,06	1,39	2,39	0,87
2010-2011	0,78	0,73	0,67	0,61	0,61	0,66	0,62	0,92	1,03	1,31	1,35	0,63	0,61
2011-2012	0,51	0,61	0,66	0,51	0,94	0,39	1,26	0,39	0,63	0,88	0,69	0,74	0,39
1998-1999	0,42	0,21	0,79	0,76	0,76	1,06	0,99	0,67	0,56	0,88	1,25	1,01	0,21

Anexo 2. Superficies regadas por la comunidad de regantes de la Safor.

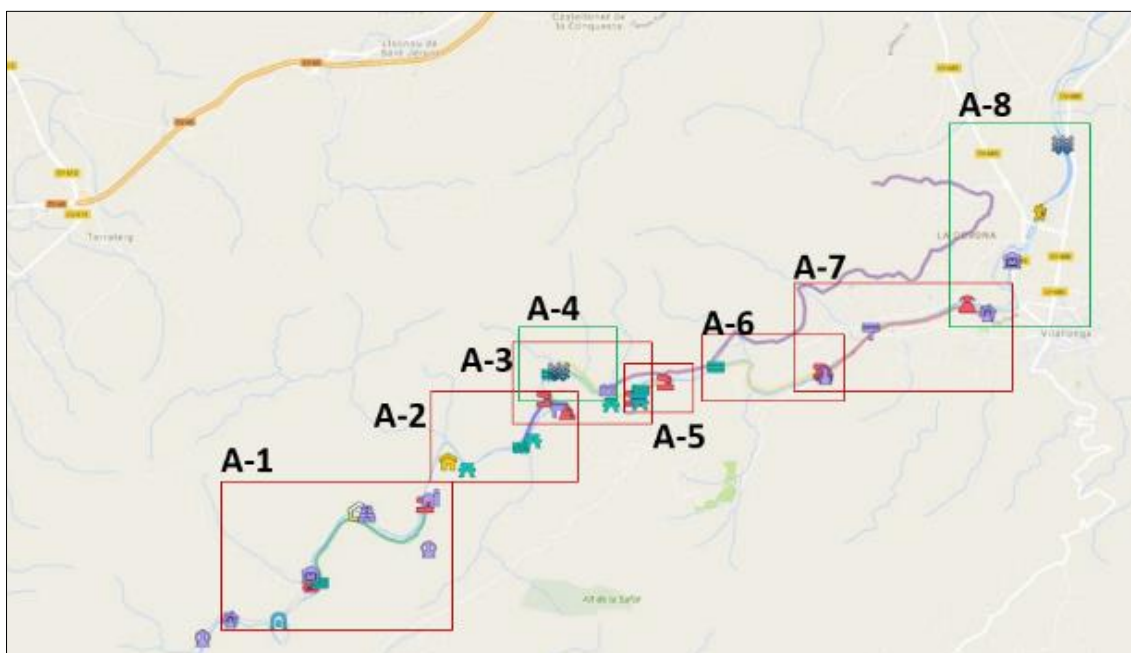
Tabla 47. Sistema de explotación del Serpis, superficies regadas por la comunidad de regantes de la Safor. Fuente: (Antequera, s.f)

ACEQUIA	PARTIDA RURAL O HILO	SUPERFICIE REGABLE (HA.)
Rebollet	Del Pueblo de Potries	110'75
	Jovades (Font d'En Carròs)	72'00
	Horteta (Font d'En Carròs)	69'50
	Rabat (Font d'En Carròs)	73'25
	Rochas (Font d'En Carròs)	74'00
	Rebollet (Oliva)	79'33
	TOTAL	478'83
Común de Oliva	Ochena	58'27
	Pueblo de Rafelcofer	102'30
	Bartoli-Dilluns	99'14
	Terranova-Rafelsinau	103'47
	Pueblo de Miramar	109'76
	Racó-Rabat	81'17
	Pueblo de la Alquería de la Comtessa	87'75
	Pueblo de Piles	133'40
	Rafalatar (Oliva)	64'57
	Rosell (Oliva)	59'63
	Enmitg (Oliva)	94'11
	La Torre (Oliva)	88'55
TOTAL	1.082'12	
Común de Gandia	Pueblo de Beniflà	54'66
	Pueblo de Beniarjó	127'27
	De Arriba (Almoines)	102'82
	Pueblo de Bellreguard	72'61
	Velló (Bellreguard)	78'49
	De Abajo (Almoines)	59'12
	Paloma	71'44
	Pueblo de Guardamar	70'14
	Benieto (Gandia)	100'22
	Racholar (Gandia)	46'60
	Sancho Llop (Gandia)	42'28
	Rafalcalt (Gandia)	136'16
	La Torre (Gandia)	78'49
	Pueblo de Daimús	97'58
TOTAL	1.137'82	
Encarròs	Encarròs (Ador)	86'61
	Alfàs (Palma de Gandia)	110'04
	TOTAL	196'65
En-March	TOTAL	121'03
Vernisa	TOTAL	448'22
Canales Altos del Serpis (*)	TOTAL	2.449'00

*) La Acequia de los Canales Altos del Serpis se separó con posterioridad de la Comunidad Riegos del Río Alcoi.

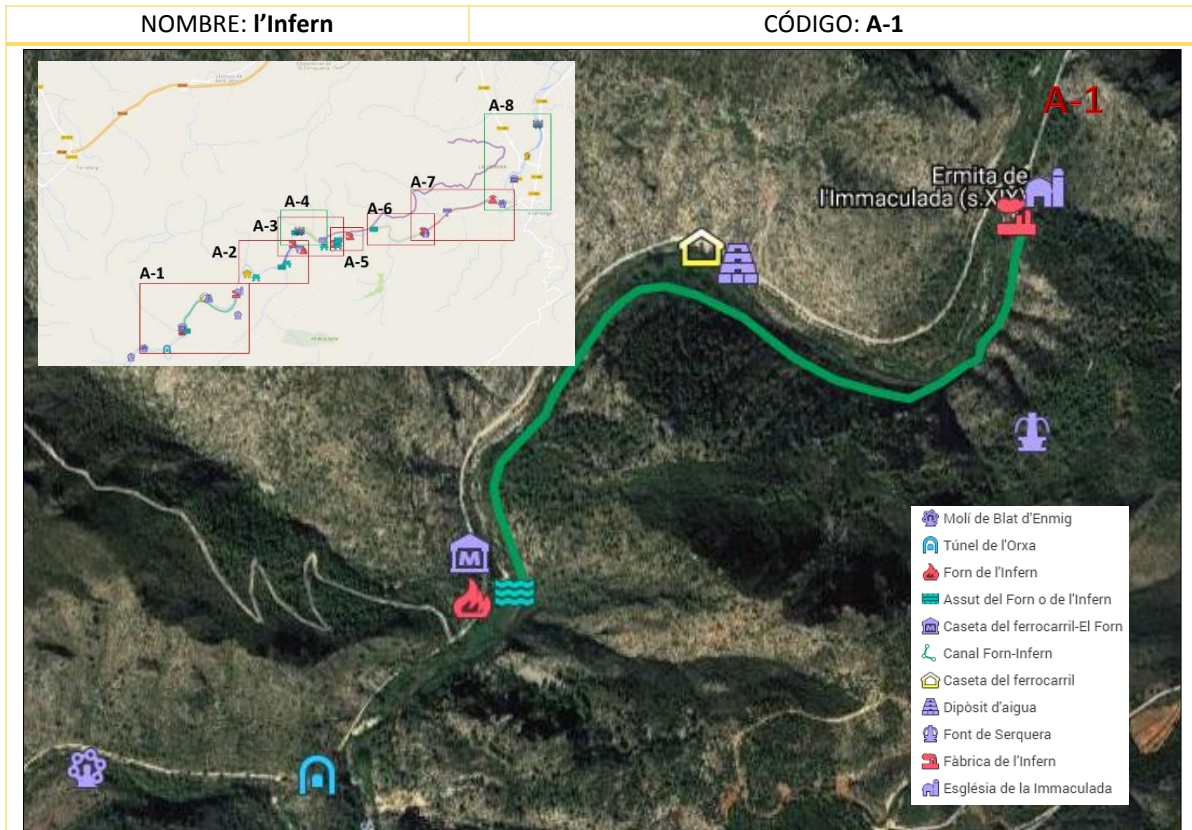
Anexo 3. Fichas de azudes

A continuación se presenta una ficha para cada azud, indicando sus características principales, seguida de otra ficha correspondiente para la minicentral hidroeléctrica a la que derivaban el agua.



Mapa 25. Ubicación general de las estructuras transversales, azudes.
Fuente: Elaboración propia

Azud l’Infern



Mapa 26. Ubicación del azud y su respectiva micentral hidroeléctrica. Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN	Está ubicada a 2 km aguas arriba de la minicentral l’Infern.		
USO	Generación de energía eléctrica		
MUNICIPIO	Lorcha		
ALTITUD	213 m		
COORDENADAS UTM (30S)	734650.00 m E 4305061.00 m N		
DERIVACIÓN	Minicentral l’Infern		
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso		
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE			
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico		
ALTURA	5 m		
ANCHO	39 m		
TRANSITABLE	No		
ESCALA DE PECES	No		



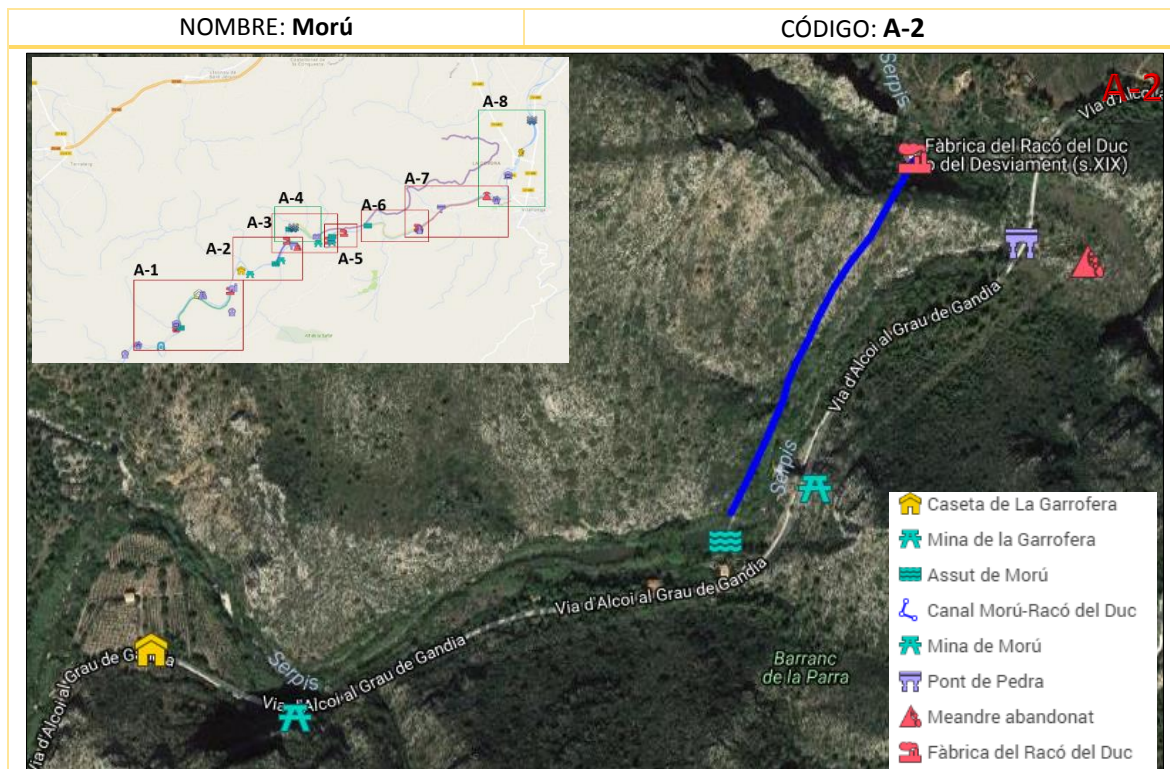
Fotografía 20. Azud l’Infern. 2da Fuente: Google Earth

CARACTERÍSTICAS HIDROELÉCTRICAS

SALTO AGUA	29 m	Q DERIVACIÓN	2.2 l/s	POT. GENERADA	680 kW
-------------------	------	---------------------	---------	----------------------	--------

Observaciones: El azud del l’Infern es uno de los más grandes del tramo, debe su nombre al barranco del l’Infern. Desvía el caudal por una acequia en la margen derecha paralela al cauce. Durante su funcionamiento el salto de agua que descendía hasta la minicentral formaba una cascada muy agradable a la vista. En el 2008 durante la jornada de participación pública celebrada en el municipio de Villalonga se puso de manifiesto la importancia histórica y patrimonial de este azud que a pesar de estar en desuso, mantienen un valor social y de identidad local.

Azud El Morú



Mapa 27. Ubicación del azud y su respectiva micentral hidroeléctrica.
 Fuente: Elaboración propia

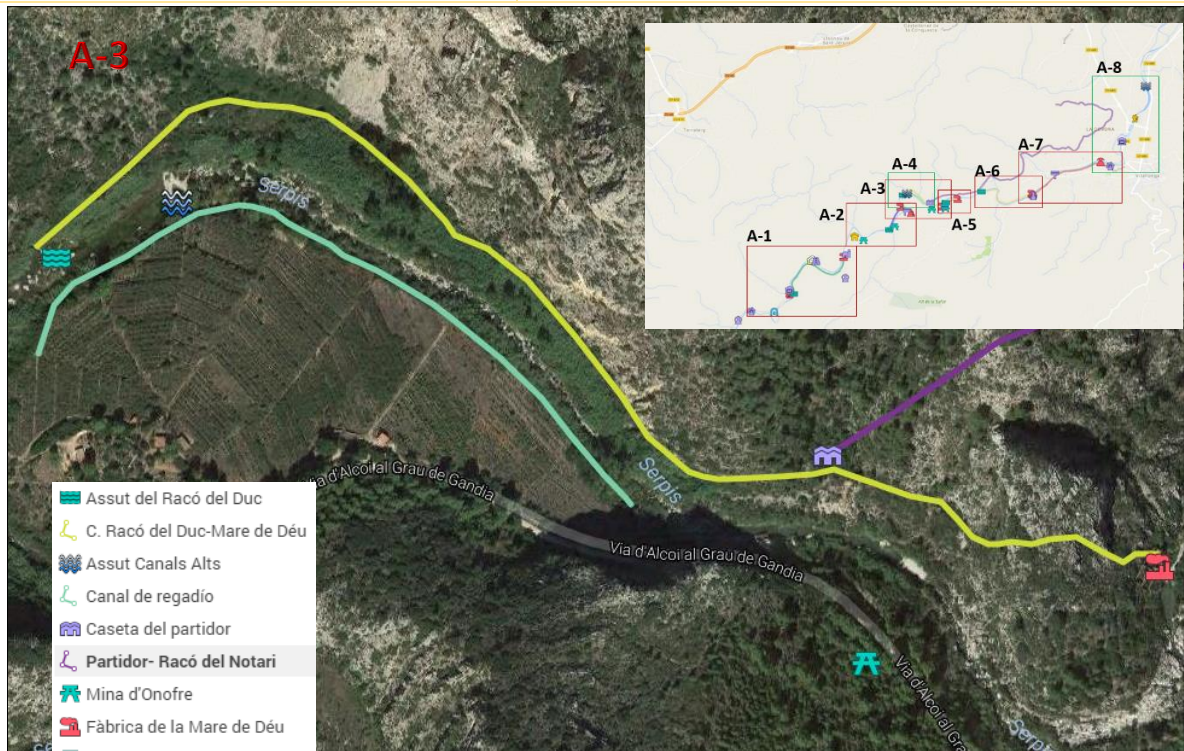
UBICACIÓN	Aguas arriba de la micentral del Racó del Duc a unos 2,51 km del azud del l’Infern				
USO	Generación de energía eléctrica				
MUNICIPIO	Villalonga				
ALTITUD	172 m				
COORDENADAS UTM (30S)	736694.00 m E 4306506.00 m N				
DERIVACIÓN	Micentral Racó del Duc				
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso				
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE					
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico.				
ALTURA	3 m				
ANCHO	44 m				
TRANSITABLE	No				
ESCALA DE PECES	No				
CARACTERÍSTICAS HIDROELÉCTRICAS					
SALTO AGUA	19 m	Q DERIVACIÓN	2.34 l/s	POT. ENERADA	150 kW
OBSERVACIONES: En el 2008 durante la jornada de participación pública celebrada en el municipio de Villalonga se puso de manifiesto la importancia histórica y patrimonial de este azud que a pesar de estar en desuso, mantienen un valor social y de identidad local.					



Fotografía 21. Del azud El Morú. Fuente: Google Earth

Azud del Racó del Duc

NOMBRE: Racó del Duc	CÓDIGO: A-3
-----------------------------	--------------------





Mapa 28. Ubicación del azud y su respectiva micentral hidroeléctrica.
 Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN	Está ubicado aguas arriba de la minicentral De la Mare de Déu, a 100 m del azud Canals Alts				
USO	Generación de energía eléctrica				
MUNICIPIO	Villalonga				
ALTITUD	155 m				
COORDENADAS UTM (30S)	736945.00 m E 4307258.00 m N				
DERIVACIÓN	Minicentral de la Mare de Déu				
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso				
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE					
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico				
ALTURA	3m				
ANCHO	29m				
TRANSITABLE	No				
ESCALA DE PECES	No				
CARACTERÍSTICAS HIDROELÉCTRICAS					
SALTO AGUA	26 m	Q DERIVACIÓN	2.1 l/s	POT. GENERADA	150 kW



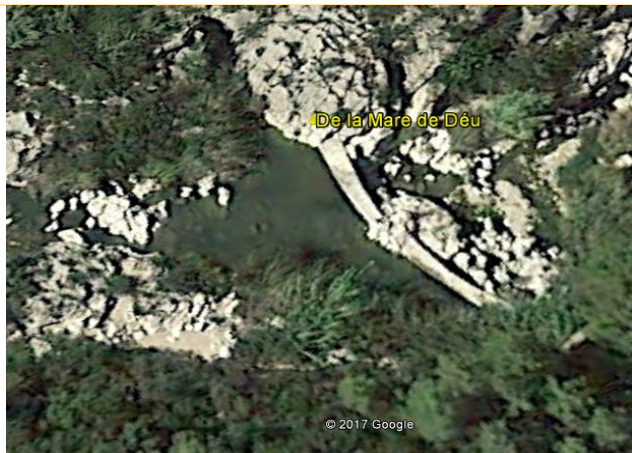
Fotografía 22. Del azud del Racó del Duc. Fuente: Google Earth

Azud Canals Alts

NOMBRE: Canals Alts		CÓDIGO: A-4	
 <p>Mapa 29. Ubicación del azud y del canal de derivación para regadío <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>			
UBICACIÓN	Está ubicado aguas abajo del azud del Racó del Duc		
USO	Regadío		
MUNICIPIO	Villalonga		
ALTITUD	153.5 m		
COORDENADAS UTM (30S)	737040.00 m E 4307313.00 m N		
DERIVACIÓN	Canales Altos del Serpis		
ESTADO ACTUAL	Uso		
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE			
MATERIAL	Hormigón		
ALTURA	2 m		
ANCHO	27 m		
TRANSITABLE	No		
ESCALA DE PECES	No		
 <p>Fotografía 23. Del azud Canals Alts <i>Fuente: Google Earth</i></p>			
OBSERVACIONES: Satisface las necesidades de agua de la primera UDA del tramo de estudio.			

Azud de La Mare de Déu3

NOMBRE: De la Mare de Déu		CÓDIGO A-5			
<p>Mapa 30. Ubicación del azud y su respectiva micentral hidroeléctrica. Fuente: Elaboración propia</p>					
UBICACIÓN	Aguas abajo del azud del Racó del Duc				
USO	Regadío				
MUNICIPIO	Villalonga				
ALTITUD	127.4 m				
COORDENADAS UTM (30S)	737880.00 m E 4307115.00 m N				
DERIVACIÓN	Minicentral del Cèntim				
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso				
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE					
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico				
ALTURA	3 m				
ANCHO	27 m				
TRANSITABLE	No				
ESCALA DE PECES	No				
CARACTERÍSTICAS HIDROELÉCTRICAS					
SALTO AGUA	13 m	Q DERIVACIÓN	2.23 l/s	POT. GENERADA	130 kW



Fotografía 24. Del azud De la Mare de Déu
 Fuente: Google Earth

Azud de l’Esclapissada



Mapa 31. Ubicación del azud y su respectiva micentral hidroeléctrica.

Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN	A 2 km aguas arriba de la micentral del l’Infern.				
USO	Generación de energía eléctrica				
MUNICIPIO	Villalonga				
ALTITUD	113.4 m				
COORDENADAS UTM (30S)	738638.00 m E 4307377.00 m N				
DERIVACIÓN	Minicentral Reprimala				
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso				
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE					
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico				
ALTURA	5 m				
ANCHO	41.5 m				
ESCALA DE PECES	No				
TRANSITABLE	No				
CARACTERÍSTICAS HIDROELÉCTRICAS					
SALTO AGUA	13 m	Q DERIVACIÓN	2.2 l/s	POT. GENERADA	340 kW



Fotografía 25. Del azud l’Esclapissada

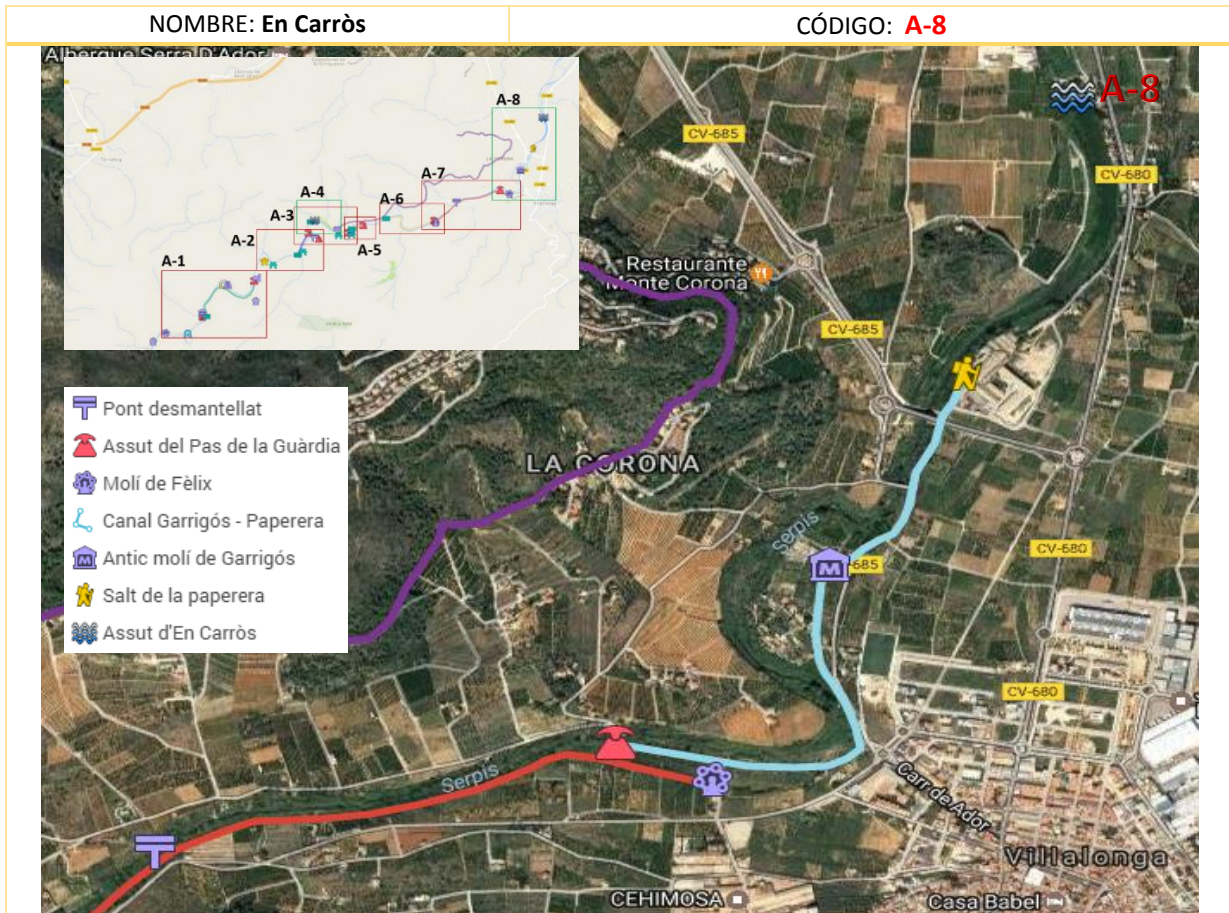
Fuente: Google Earth

OBSERVACIONES: El agua de este azud llega hasta una pequeña balsa de regulación, de forma cuadrada y de 4 m de altura., por un canal que tenía muchas pérdidas de caudal. A la izquierda de este azud se pueden apreciar tres tuberías por las que se vierta agua al río, que forma una cascada artificial que le da belleza al paisaje. En su origen dotaba agua a una fábrica de cemento

Azud La Reprimala

NOMBRE La Reprimala		CÓDIGO: A7
<p>Mapa 32. Ubicación del azud y del canal de derivación que va al molino de mármol. Fuente: Elaboración propia</p>		
UBICACIÓN	Está ubicado a escasos metros de del núcleo de casas que llevan el mismo nombre.	
USO	Construido para llevar agua a una fábrica de mármol y para regar los huertos que están al norte de esta fábrica.	
MUNICIPIO	Villalonga	
ALTITUD	100.4 m	
COORDENADAS UTM (30S)	739768.00 m E 4307362.00 m N	
DERIVACIÓN	Fábrica de mármol y riego.	
ESTADO ACTUAL	Fuera de uso	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
MATERIAL	Piedra y mortero hidráulico	
ALTURA	2 m	
ANCHO	17.5m	
ESCALA DE PECES	No	
TRANSITABLE	No	
<p>Fotografía 26. Del azud La Reprimala Fuente: Google Earth</p>		
<p>OBSERVACIONES: Se divide en tres tramos. El primer tramo tiene un longitud de 12 m y una altura de 2m con zonas muy degradadas; el segundo tramo con una longitud de 15m y una altura de 1,90 m, 10 cm por debajo del anterior; y el tercer tramo con una longitud de 6,5 m y una altura de 1,8 unos 10 centímetros por debajo del anterior.</p>		

Azud de En Carròs



Mapa 33. Ubicación del azud y del canal de derivación para regadío
 Fuente: Elaboración propia

UBICACIÓN	Está ubicado a 8,2 km de la CV-860, Potreries-Villalonga.	
USO	Regadío	
MUNICIPIO	Villalonga	
ALTITUD	70m	
COORDENADAS UTM (30S)	742175.60 m E 4309755.85 m N	
DERIVACIÓN	Canales Bajos del Serpis	
ESTADO ACTUAL	Uso	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
MATERIAL	hormigón	
ALTURA	5 m	
ANCHO	54 m	
ESCALA DE PECES	Si	
TRANSITABLE	Si	

Fotografía 27. Del azud En Carròs
 Fuente: Google Earth




OBSERVACIONES: Satisface las necesidades de agua de la primera UDA del tramo de estudio. Construida sobre un antiguo azud del siglo XIV y finalizado en 1990, con mampostería de piedra caliza y mortero de cal. Cuenta con un mecanismo retráctil que se eleva para retener el caudal, presa hinchable, según sean las necesidades de agua para regadío. En el margen derecha del río está la caseta que protege el equipo que controla la presa hinchable y las compuertas de los aliviaderos.




Anexo 4. Catálogo de flora.


Tabla 48. Clasificación de la flora en la zona de estudio, por grupo, nombre científico, nombre común y familia.

Fuente: (Pastor et al, 2013).

GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	Acacia farnesiana	Espinillo blanco	Leguminosae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	A veces aparece naturalizada, normalmente sobre suelos rocosos y desnudos. Se encuentra	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	Apium nodiflorum	Berro	Umbelliferae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Libros Rojos: UICN CV:CR [B2ab(ii,iii,iv,v)] y MIMAM CV: E[A1+2;C2] Estado legal: Anexo II	No	No	Común a orillas de aguas lentas o estancadas y en acequias de todo el territorio. Nasturtion officinalis, Helosciadietum nodiflori, (Glycerio-	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
4	Arundo donax	Caña común	Poaceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	Atlas de especies alóctonas invasoras de España	Si, Anexo II , RD 213/2009	Plantas de humedales de aguas permanentes o estacionales, se extienden por sus rizomas subterráneos que crecen formando largas colonias de	

GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Bidens tripartita</i>	Cáñamo	Compositae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Frecuente en suelos fangosos moderadamente nitrificados que se secan a final de verano. También en orillas de balsas y acequias, charcos y orillas de cauces fluviales. <i>Bidentetea tripartitae</i>	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Calystegia sepium</i>	Campanilla/ Correhuella Mayor	Convolvuceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Esta campanilla vive en zonas húmedas. Es muy frecuente en ambientes riparios,	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Ecballium elaterium</i>	Pepinillo del	Curcubitaceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Muy escaso. Ha sido identificado en comunidades fuertemente nitrificadas, en los límites entre la orilla y los caminos vecinos que	

GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Eclipta prostrata</i>	Hierba de tago	Compositae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Ocasionalmente en márgenes de acequias y zonas húmedas. <i>Ruderali-seca-lietea (Bidentetea tripartitae)</i> .	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Ficus carica</i>	Higuera	Moraceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Frecuentan en el río Serpis los ejemplares naturalizados de esta especie procedentes de especies de cultivo. Se integra en comunidades rupícolas sobre sustratos rocosos y paredes húmedas nitrificadas	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Ludwigia grandiflora</i>	Groc de sequia	Onagraceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	Si, Anexo I, RD 213/2009	Especie invasora en extensión, presente en aguas estancadas y contaminadas. <i>Glycerio-Sparganion</i> .	

GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Lythrum salicaria</i>	Frailecillo	Lhythraceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Frecuente en las junqueras, cañizales y herbazales húmedos que bordean el curso fluvial, así como en aguas estancadas y acequias. <i>Phragmitetalia</i>	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Mentha suaveolens</i>	Mastranzo	Labiatae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Frecuente en lugares con humedad edáfica y un poco nitrófilos, así como en herbazales y yermos higrófilos y junqueras. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	
GRUPO	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	FAMILIA	
3	<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	Apocynaceae	
ESTATUS CONSERVACIÓN	ALÓCTONAS	INVASORAS	DESCRIPCIÓN	
Ninguno	No	No	Especie típica de las riberas de los ríos, los barrancos y las ramblas de todo el territorio. Suele aparecer formando adelfares puros (<i>Rubus hulmifolii-Nerietum oleandri</i>) y, con mayor frecuencia entremezclado con matorjos espinosos. <i>Nerio-Tamaricetea</i> .	

Anexo 5. Catálogo de fauna

Tabla 49. Lista de reptiles en el tramo de estudio del río Serpis.

Fuente: (Nebot, 2008)

Especie	Categoría de protec-
CULEBRILLA CIEGA (<i>Blanus cinereus</i>)	P ⁵ , AIII ⁶
ESLIZÓN IBÉRICO (<i>Chalcides bedriagai</i>)	AIV ³ , IE ⁵ , AII ⁶
SALAMANQUESA COMÚN (<i>Tarentola mauretanic</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
LAGARTO OCELADO (<i>Lacerta lepida</i>)	P ⁴ , AII ⁶
LAGARTIJA IBÉRICA (<i>Podarcis hispanica</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
LAGARTIJA COLILARGA (<i>Psammotromus algirus</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
LAGARTIJA CENICIENTA (<i>Psammotromus hispanicus</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
CULEBRA DE HERRADURA (<i>Coluber hippocrepis</i>)	AIV ³ , IE ⁵ , AII ⁶
CULEBRA LISA MERIDIONAL (<i>Coronella girondica</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
CULEBRA DE ESCALERA (<i>Elaphe scalaris</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
CULEBRA BASTARDA (<i>Malpolon monspessulanus</i>)	P ⁴ , AIII ⁶
CULEBRA DE COLLAR (<i>Natrix natrix</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶
CULEBRA VIPERINA (<i>Natrix maura</i>)	IE ⁵ , AIII ⁶

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN: 1: UICN; 2: Convenio de Barcelona; 3: Directiva Hábitats; 4: Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas; 5: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; 6: Convenio de Berna.

ABREVIATURAS: AI: Anexo I; AII: Anexo II; AIII: Anexo III; AIV: Anexo IV; AV: Anexo V; EPE: En Peligro de Extinción; IE: Interés Especial; P: Protegida; V: Vulnerable.

Tabla 50. Lista de aves en el tramo de estudio del río Serpis.

Fuente: (Nebot, 2008)

Especie	Estatus	Categoría de protección
Zampullín Chico (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	SD	IE ⁵ , AIII ⁶
Cormorán Grande (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	IN	IE ⁵ , AIII ⁶
Garceta Común (<i>Eqretta garzetta</i>)	MG, IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AI ⁸
Garza Real (<i>Ardea cinerea</i>)	MG, IN	IE ⁵ , AIII ⁶
Ánade Real (<i>Anas platyrhynchos</i>)	SD	AIII ⁶ , AII ⁷ , AIII ⁸
Abejero Europeo (<i>Pernis apivorus</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Milano Negro (<i>Milvus migrans</i>)	MG	EP ¹ , IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Águila Culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Gavilán (<i>Accipiter nisus</i>)	MG, IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Ratonero Común (<i>Buteo buteo</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Águila Real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	SD	CA ¹ , IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Águila Perdicera (<i>Hieraaetus fasciatus</i>)	SD	V ⁴ , V ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Cernícalo Vulgar (<i>Falco tinnunculus</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

Especie	Estatus	Categoría de protección
Halcón Peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Perdiz Común (<i>Alectoris rufa</i>)	SD	DI ¹ , AIII ⁶ , AIII ⁸
Rascón (<i>Rallus aquaticus</i>)	SD	AIII ⁶
Polla de Agua (<i>Gallinula chloropus</i>)	SD	AIII ⁶ , AII ⁸
Ciquieñuela (<i>Himantopus himantopus</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Chorlito Chico (<i>Charadrius dubius</i>)	SD, MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Aqachadiza Común (<i>Gallinago gallinago</i>)	MG, IN	EP ¹ , AIII ⁶ , AII ⁷ , AII ⁸
Chocha Perdiz (<i>Scolopax rusticola</i>)	MG, IN	AIII ⁶ , AII ⁷ , AII ⁸
Andarríos Grande (<i>Tringa ochropus</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Andarríos Chico (<i>Actitis hypoleucos</i>)	MG	IE ⁵ , AIII ⁶ , AII ⁷
Paloma Bravía (<i>Columbia livia</i>)	SD	AII ⁶ , AII ⁸
Paloma Torcaz (<i>Columba palumbus</i>)	SD, MG	AIII ⁶ , AII ⁸
Tórtola Turca (<i>Streptopelia decaocto</i>)	SD	AIII ⁶
Tórtola Común (<i>Streptopelia turtur</i>)	ES	V ¹ , AIII ⁶
Crialo (<i>Clamator glandarius</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Cuco (<i>Cuculus canorus</i>)	ES	IE ⁵ , AIII ⁶
Autillo (<i>Otus scops</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Búho Real (<i>Bubo bubo</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AI ⁸
Mochuelo Común (<i>Athene noctua</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Cárabo Común (<i>Strix aluco</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Chotacabras Pardo (<i>Caprimulgus ruficollis</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Vencejo Común (<i>Apus apus</i>)	ES	IE ⁵ , AIII ⁶
Vencejo Real (<i>Apus melba</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Martin Pescador (<i>Alcedo atthis</i>)	SD	CA ¹ , IE ⁵ , AII ⁶ , AI ⁸
Abejaruco (<i>Merops apiaster</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Abubilla (<i>Upupa epops</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Torcecuello (<i>Jynx torquilla</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Pito Real (<i>Picus viridis</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Cogujada Montesina (<i>Galerida theklae</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AI ⁸
Totovia (<i>Lullula arborea</i>)	SD	IE ⁵ , AIII ⁶ , AI ⁸
Alondra Común (<i>Alauda arvensis</i>)	SD	P ⁴ , AIII ⁶ , AII ⁸
Avión Zapador (<i>Riparia riparia</i>)	SD, MG	V ⁴ , IE ⁵ , AII ⁶
Avión Roquero (<i>Ptyonoprogne rupestris</i>)	SD, MG	IE ⁵
Golondrina Común (<i>Hirundo rustica</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Golondrina Dáurica (<i>Hirundo daurica</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Avión Común (<i>Delichon urbicum</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Bisbita Común (<i>Anthus pratensis</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Bisbita Alpino (<i>Anthus spinoletta</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Lavandera Boyera (<i>Motacilla flava</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
 TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

Especie	Estatus	Categoría de protección
Lavandera Cascadeña (<i>Motacilla cinerea</i>)	SD, IN	DI ¹ , IE ⁵ , AII ⁶
Lavandera Blanca (<i>Motacilla alba</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Chochín (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Acentor Común (<i>Prunella modularis</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Petirrojo (<i>Erithacus rubecula</i>)	MG, IN	IE ⁵ , AII ⁶
Ruiseñor Común (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶
Colirrojo Tizón (<i>Phoenicurus ochrurus</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Colirrojo Real (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	MG	V ¹ , IE ⁵ , AII ⁶
Tarabilla Norteña (<i>Saxicola rubetra</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶
Tarabilla Común (<i>Saxicola torquatus</i>)	SD, IN	IE ⁵ , AII ⁶
Collalba Rubia (<i>Oenanthe hispanica</i>)	ES	CA ¹ , IE ⁵ , AII ⁶
Collalba Negra (<i>Oenanthe leucura</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AI ⁸
Roquero Solitario (<i>Monticola solitarius</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Mirlo Común (<i>Turdus merula</i>)	SD	AIII ⁶ , AII ⁸
Zorzal Común (<i>Turdus philomelos</i>)	IN	AIII ⁶
Ruiseñor Bastardo (<i>Cettia cetti</i>)	SD, IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Buitrón (<i>Cisticola juncidis</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Carricero Común (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Carricero Tordal (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Zarcero Común (<i>Hippolais polyglotta</i>)	ES	AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Rabilarga (<i>Sylvia undata</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷ , AI ⁸
Curruca Carrasqueña (<i>Sylvia cantillans</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Cabecinegra (<i>Sylvia melanocephala</i>)	SD	AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Mirlona (<i>Sylvia hortensis</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Zarcera (<i>Sylvia communis</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Mosquitera (<i>Sylvia borin</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Curruca Capirotada (<i>Sylvia atricapilla</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Mosquitero Papialbo (<i>Phylloscopus bonelli</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Mosquitero Común (<i>Phylloscopus collybita</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Mosquitero Musical (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	MG	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Reyezuelo Listado (<i>Regulus ignicapilla</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Papamoscas Gris (<i>Muscicapa striata</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Papamoscas Cerrojillo (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶ , AII ⁷
Mito (<i>Aegithalos caudatus</i>)	SD	IE ⁵ , AIII ⁶
Herrerillo Capuchino (<i>Parus cristatus</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Carbonero Garrapinos (<i>Parus ater</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Carbonero Común (<i>Parus major</i>)	SD	AII ⁶
Agateador Común (<i>Certhia brachydactyla</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Oropéndola (<i>Oriolus oriolus</i>)	ES	IE ⁵ , AII ⁶

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

Especie	Estatus	Categoría de protección
Alcaudón Real (<i>Lanius meridionalis</i>)	SD	CA ¹ , IE ⁵ , AII ⁶
Alcaudón Común (<i>Lanius senator</i>)	ES	CA ¹ , IE ⁵ , AII ⁶
Arrendajo (<i>Garrulus glandarius</i>)	SD	p ⁴
Urraca (<i>Pica pica</i>)	SD	AIII ⁶
Chova Piquirroja (<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>)	SD	CA ¹ , AII ⁶ , AI ⁸
Grajilla (<i>Corvus monedula</i>)	SD	
Cuervo (<i>Corvus corax</i>)	SD	AIII ⁶
Estornino Pinto (<i>Sturnus vulgaris</i>)	IN	AIII ⁶
Estornino Negro (<i>Sturnus unicolor</i>)	SD	T ⁴ , AII ⁶
Gorrión Común (<i>Passer domesticus</i>)	SD	T ⁴
Gorrión Chillón (<i>Petronia petronia</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Pinzón Vulgar (<i>Fringilla coelebs</i>)	SD, MG	AIII ⁶
Pinzón Real (<i>Fringilla montifringilla</i>)	IN	AIII ⁶
Verdecillo (<i>Serinus serinus</i>)	SD, MG	AII ⁶
Verderón Común (<i>Carduelis chloris</i>)	SD, MG	IE ⁵ , AII ⁶
Jilquero (<i>Carduelis carduelis</i>)	SD, MG	IE ⁵ , AII ⁶
Lúgano (<i>Carduelis spinus</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Pardillo Común (<i>Carduelis cannabina</i>)	SD, MG	AII ⁶
Piquituerto (<i>Loxia curvirostra</i>)	SD, MG	IE ⁵ , AII ⁶
Picogordo (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Escribano Soteño (<i>Emberiza cirlus</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Escribano Montesino (<i>Emberiza cia</i>)	SD	IE ⁵ , AII ⁶
Escribano Palustre (<i>Emberiza schoeniclus</i>)	IN	IE ⁵ , AII ⁶
Triguero (<i>Emberiza calandra</i>)	SD	p ⁴ , AIII ⁶

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN: 1: UICN; 2: Convenio de Barcelona; 3: Directiva Hábitats; 4: Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas; 5: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; 6: Convenio de Berna; 7: Convenio de Bonn; 8: Directiva de Aves.

ABREVIATURAS: AI: Anexo I; AII: Anexo II; AIII: Anexo III; AIV: Anexo IV; AV: Anexo V; CA: Casi Amenazada; DI: Datos Insuficientes; EPE: En Peligro de Extinción; ES: Estival; IE: Interés Especial; IN: Invernante; MG: Migrante; P: Protegida; PM: Preocupación Menor; SD: Sedentaria; T: Tutelada; V: Vulnerable.

Tabla 51. Lista de mamíferos en el tramo de estudio del río Serpis. Fuente: (Nebot, 2008)

Especie	Categoría de protección
MUSARAÑA COMÚN (<i>Crocidura</i>)	PM ¹ , P ⁴ , AII ⁶
ZORRO (<i>Vulpes vulpes</i>)	PM ¹
COMADREJA (<i>Mustela nivalis</i>)	DI ¹ , P ⁴ , AIII ⁶
TURÓN (<i>Mustela putorius</i>)	CA ¹ , AV ³ , P ⁴ , AIII ⁶
GARDUÑA (<i>Martes foina</i>)	PM ¹ , P ⁴ , AIII ⁶
TEJÓN (<i>Meles meles</i>)	PM ¹ , P ⁴ , AIII ⁶
GINETA (<i>Genetta genetta</i>)	PM ¹ , AV ³ , AIII ⁶
GATO MONTÉS (<i>Felis silvestris</i>)	V ¹ , AIV ³ , IE ⁵ , AII ⁶
JABALÍ (<i>Sus scrofa</i>)	PM ¹
RATA DE AGUA (<i>Arvicola sapi-</i>	PM ¹ , P ⁴
RATA NEGRA (<i>Rattus rattus</i>)	DI ¹
RATA PARDA (<i>Rattus norvegicus</i>)	NE ¹
RATÓN CASERO (<i>Mus domesti-</i>	PM ¹
RATÓN MORUNO (<i>Mus spretus</i>)	PM ¹
LIEBRE IBÉRICA (<i>Lepus grana-</i>	PM ¹
CONEJO (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	PM ¹
<p>CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN: 1: UICN; 2: Convenio de Barcelona; 3: Directiva Hábitats; 4: Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas; 5: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; 6: Convenio de Berna; 7: Convenio de Bonn.</p> <p>ABREVIATURAS: AI: Anexo I AII: Anexo II; AIII: Anexo III; AIV: Anexo IV; AV: Anexo V; CA: Casi Amenazada; DI: Datos Insuficientes; EPE: En Peligro de Extinción; IE: Interés Especial; NE: No Evaluada; P: Protegida; PM: Preocupación Menor; T: Tutelada; V: Vulnerable.</p>	

Anexo 6. Métodos para la eliminación de la caña común

La eliminación de caña común en la zona de estudio contempla los métodos de Cubrimiento y Cobertura de Ramas Vivas.

Método de cubrimiento

De (Deltoro et al., 2012), el método de Cubrimiento consiste en la colocación de una cobertura completamente opaca (puede ser geotextil, plástico, etc.) sobre el cañaveral previamente desbrozado, con la finalidad de privar totalmente de luz a los brotes, lo que garantizara su eficiencia. La muerte del rizoma se producirá por agotamiento de sus reservas, ya que la emisión de nuevos tallos estimulada por el desbroce, no se regenerara en ausencia de luz.

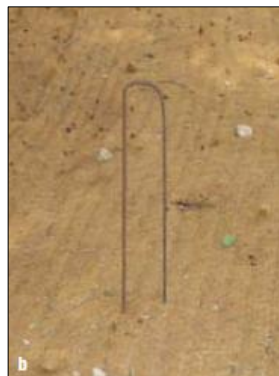
Para acortar el tiempo del tratamiento se sugiere realizar el desbroza del cañaveral a finales de marzo y colocar la cobertura, para poder retirarla en el mes de octubre del año siguiente. De este modo, la cobertura habrá permanecido in situ durante dos estaciones vegetativas completas de la caña (20 meses). El tiempo de tratamiento y el cumplimiento estricto de los pasos que se tiene que seguir, garantiza la eficacia en la eliminación de la caña en un 100%. Se aplicara este método en las zonas de cañaverales monoespecíficos desprovistos de vegetación nativa.

La desventaja de este método es que provoca la completa eliminación de la vegetación, incluida la vegetación riparia, por lo que es recomendable el uso donde los cañaverales sean la vegetación predominante.

Pasos para la implementación del recubrimiento

- Los trozos de caña producto del desbroce no deben tener aristas punzantes, que puedan agujerear la cobertura. En caso de encontrar aristas punzantes se cortaran con tijeras de poda.
- La zona de actuación debe quedar completamente limpia, libre de restos vegetales, de modo que la cobertura quede lo más adherida posible al sustrato.
- Se debe grapar la cobertura al suelo para garantizar su sujeción durante el periodo de tratamiento. Se pueden emplear como grapas, varillas de hierro corrugado de 8 mm de grosor y de 40x10x40 centímetros aproximadamente. Ver fotografía 30.

- Se debe procurar que los pedazos de cobertura empleados sean lo más grandes posibles, sin dejar de ser manejables, para que se produzca un solapamiento de al menos 30 centímetros entre piezas contiguas. Minimizando la entrada de luz.
- Una vez instaladas las coberturas, el paso sobre estas debe estar restringido, con la finalidad de evitar su perforación accidental.
- la vida de la cobertura se puede alargar cubriéndola con grava o tierra, evitando tener que hacer repasos frecuentes para localizar posibles perforaciones, de este modo se reducirá el impacto paisajístico, como se puede ver en la fotografía 31. Esta actividad es opcional.
- Transcurridos los dos periodos vegetativos de la Caña Común (*Arundo Donax*), se recomienda la retirada de las coberturas y la revegetación de la zona.



(a) Fijación mediante garpas de las coberturas

(b) Garpas utilizadas

(c) Solapamiento entre fragmentos

(d) Fijación de los extremos de las coberturas mediante la realización de una zanja en la que se introduce el plástico de polietileno que posteriormente es cubierto por sustrato



Fotografía 28: Ejemplo de recubrimiento. Fuente: DGA (MAGRAM)-TRAGSA

Tipos de coberturas recomendadas:

- Plástico de polietileno negro de 500 micras (2.000 galgas). Se recomienda emplear rollos de 25 metros de largo y 8 metros de ancho.
- Geotextiles no tejidos. Son materiales a base de polietileno o poliéster. Poseen una gran resistencia al desgarro y a la tracción, además de que confieren una gran estabilidad al terreno.
- Mallas antihierbas, consisten en un entramado de fibras muy resistentes tejidas sobre una malla de polipropileno, lo que proporciona al tejido una buena capacidad de aislamiento y resistencia. Presentan como ventaja adicional frente a las otras dos opciones descritas anteriormente el hecho de ser permeables al agua y al aire. De este modo se evita el encharcamiento y la anoxia del sustrato.

En general, puede emplearse cualquier cobertura opaca, que no deje pasar la luz cuando se mire al trasluz, y que sea capaz de resistir las tensiones producidas por el empuje de los brotes del cañaveral. Además, debe conservar estas características durante la duración del tratamiento. Las coberturas degradables, como las mantas orgánicas de yute o coco, no son adecuadas, ya que son atravesadas con facilidad por los brotes de Caña Común (*Arundo Donax*).



Fotografía 29. Se cubre con tierra el geotextil con la finalidad de prolongar su durabilidad. Fuente: DGA (MAGRAM)-TRAGSA



Fotografía 30. El empleo de coberturas de fibra de coco no es adecuado debido a que es atravesado con facilidad por los brotes de A. donax. Fuente: DGA (MAGRAM) - TRAGSA

Método de Cobertura de Ramas Vivas

El método de Cobertura de Ramas Vivas consiste en lograr establecer una densa cubierta vegetal de especies riparias autóctonas, que compitan por el espacio y los recursos con cañaverales debilitados por dos desbroces previos. La mejor época para realizar el desbroce se da entre los meses de agosto y septiembre. Y la plantación de las nuevas especies en el mes de diciembre. Al igual que el método de Cubrimiento, es 100% eficaz en la eliminación de caña común, si se cumplen estrictamente todos los pasos que se tienen que seguir.

Como ya se ha mencionado, este método requiere dos desbroces (primero puede ser a finales de agosto y el segundo a finales de septiembre), con la finalidad de provocar el debilitamiento de los brotes. A continuación se procede a la plantación de ramas vivas de sauce (*Salix* sp.) por ser la más resistente durante los meses de invierno.

El procedimiento consiste en plantar estacas de madera o piquetas de hierro, fijando su posición con alambres galvanizados tendidos entre cada estaca. Posteriormente se procede a la distribución de plantaciones de sauce (*Salix* sp.), entre los espacios formados por la malla de alambre galvanizado. Una vez se ha completado la distribución de las ramas, se procederá a esparcir una delgada capa de tierra para estimular su enraizamiento (Ver Figura 5).

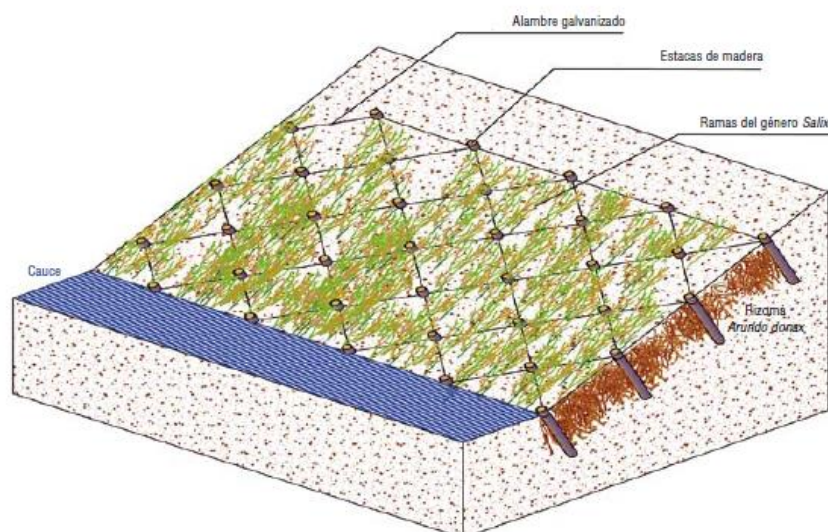


Figura 7. Entramado de alambres para las plantaciones de ramas vivas de sauce.
Fuente: (Deltoro et al., 2012)

Es conveniente trabajar con ramas de más de 4 savias, un diámetro mínimo de 3-4 centímetros y una longitud mínima de 120 centímetros. Estas dimensiones permitirán introducirlas en el sustrato hasta alcanzar la capa freática y que atraviesen la capa de rizomas del cañaveral la caña. Los alambres pueden reemplazarse por ramas, de modo que si las estacas empleadas son de madera no será necesario retirar ningún elemento del medio. En cualquier caso, las estacas deben medir unos 40-50 centímetros, tienen que clavarse en el terreno al menos 20 centímetros y han de disponerse configurando una malla o retículo de 60-80 centímetros x 80-100 centímetros.

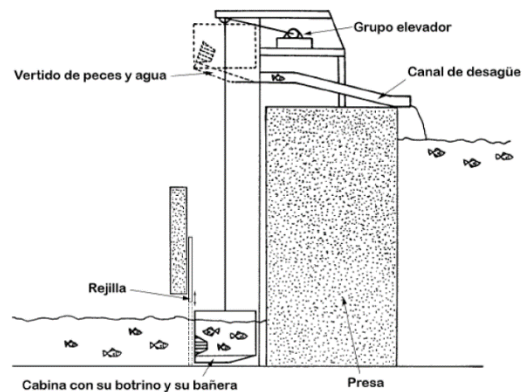
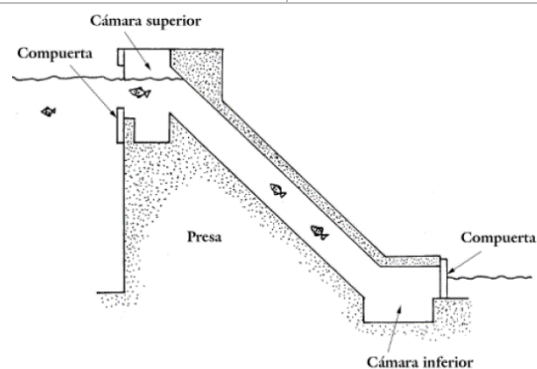
Otra ventaja de la implementación de esta metodología es que además de permitir la eliminación de caña común, es adecuado para recuperación rápida de la cubierta vegetal nativa.


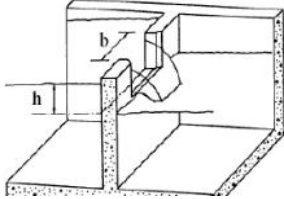

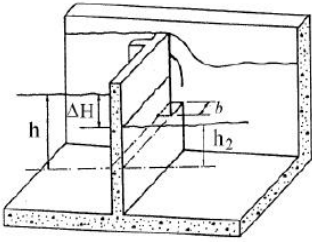
Anexo 7. Permeabilización de estructuras transversales

A continuación, se presentan los distintos tipos pasos de peces que se pueden utilizar para la permeabilización de los azudes, en el tramo de actuación.

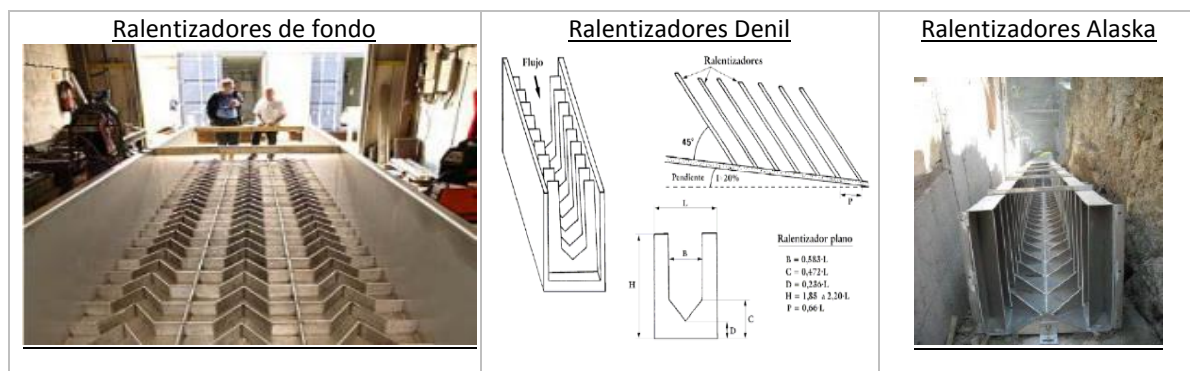
Tabla 52. Diferentes tipos de paso de peces para permeabilizar azudes.
 Fuente: (CHE, 2009)

Tipos de pasos de peces	Ventajas	Desventajas
<p>ESCLUSAS</p> <p>Está compuesta de una cámara aguas arriba, al nivel del azud, conectado a una cámara aguas abajo de grandes dimensiones por un conducto inclinado o pozo vertical. En cada extremidad de las cámaras se instalarán compuertas automatizadas</p> <p>Se atrae al migrador hacia la cámara aguas abajo y se le incita al pez a salir de la esclusa creando en el interior una corriente descendente gracias a la abertura de un bypass situado en la parte inferior del dispositivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Solución válida para cualquier desnivel. *Bajo consumo de agua *Válida para especies muy pequeñas 	<ul style="list-style-type: none"> *Funcionamiento discontinuo *Mantenimiento y vigilancia imprescindibles *No sirven para el retorno.
<p>ASCENSORES DE PECES</p> <p>Sistema mecánico que captura a los peces al pie de la barrera en una cabina de capacidad adecuada (mediante la ayuda de un caudal de llamada) y que los eleva y derrama en la parte superior del obstáculo.</p> <p>Costes de Ejecución: Variables, hasta los 8 m de altura los costes son semejantes a los otros pasos (escalas y ralentizadores) a partir de dicha altura resultan más económicos que estos.</p> <p>Asociados a los costes de construcción y ya en fase de explotación, hay que añadirle el coste de mantenimiento y vigilancia, así como el gasto eléctrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Válidos para cualquier desnivel *Coste poco dependiente de la altura del obstáculo *Sin influencia de variaciones de la CLA *Necesita poco espacio *Permite conteos de peces *Economiza agua 	<ul style="list-style-type: none"> *Funcionamiento discontinuo *Explotación costosa *Mantenimiento y vigilancia constantes *Riesgo de mortandad si hay avalanchas *No sirven para el retorno



<p>ESCALAS DE ARTESAS</p> <p>Pueden diseñarse de manera que no resulten selectivos. Su construcción admite cambios de dirección (más de 180 °). Se trata de pasos con estanques sucesivos, con hendiduras o escotaduras en los tabiques intermedios. Por los que circula el caudal y ascienden los peces. Pueden ser de dos tipos:</p>	<p>*Poco selectiva *Caudales de funcionamiento amplios (0,05-5 m³/s) *Comportamiento óptimo frente a cambios de del nivel de la lámina de agua.</p>	<p>*Desarrollo de la obra amplio (pdte. < 10%) *Se producen obstrucciones. *Mayor coste que las rampas Denil.</p>
<p>Escotaduras libres. La comunicación entre estanques se efectúa por escotaduras laterales y orificios de fondo situados en lados opuestos del tabique, alternando sus posiciones de un tabique a otro. La comunicación entre estanques es en vertido libre. ESTA ES LA ESCALA RECOMENDADA PARA LA PERMEABILIZACIÓN DE LOS AZUDS EN LA ZONA DE ACTUACIÓN.</p>		
<p>Escotaduras semisumergidas. Son pasos muy similares a los anteriores, la única diferencia es que la comunicación entre estanques es en vertido semisumergido. Este paso es adecuado para aquellos peces pertenecientes a la familia de los ciprínidos y para las truchas. Costes de Ejecución: Entre 15.000 y 30.000 € por metro de desnivel a salvar o entre 3.000 y 6.000 € por artesa(Fuente: Sanz-Ronda, J. Comentario personal)</p>		
<p>RALENTIZADORES O DENIL</p> <p>Es un canal rectilíneo de fuerte pendiente con deflectores de fondo y/o laterales. Los ralentizadores provocan flujos secundarios que deceleran el flujo principal de manera que puede ser remontado por los peces</p> <p>En general hay tres tipos de ralentizadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De fondo • Laterales o de costados • Mixtos <p>✚ Planos: Rampas Denil (las que mejor funcionamiento presentan)</p> <p>✚ Alaska</p> <p>Costes de Ejecución: 10.000 € por metro de desnivel a salvar. Este precio está condicionado por el tipo de material (madera, aluminio, acero galvanizado, etc.).</p>	<p>*Pendiente máx. 25 %. Reduce considerablemente la extensión de la obra. *Coste económico menor. *Diseño sencillo. *Se integran fácilmente en obras ya existentes. *De construcción sencilla y robusta. *Muy atractivos para salmónidos.</p>	<p>*Pasos muy selectivos (no permiten el remonte a la mayor parte de los ciprínidos) *Se precisan estanques de descanso cada cierto recorrido en donde el pez descanse. *Tienen condiciones de funcionamiento bastante estrictas (nivel de agua arriba y abajo del obstáculo poco cambiante). *Peligro de atrapones, es necesario vigilar los pasos durante el periodo de migración *Pueden recomendarse para salvar desniveles inferiores a 2 m. * Precisan mantenimiento</p>

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
 TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)



Los pasos de peces naturalizados serian de gran ayuda para la permeabilización de los azudes, por tener diseños sencillos y ser económicos, pero no se pueden utilizar por la fauna piscícola que los debe superar, así como la elevada pendiente y el sustrato rocoso de los márgenes. Además son elementos que necesitan grandes espacios para su implantación y son efectivos en estructuras no mayores de 3 metros.

Anexo 8. Ruta verde del Serpis-recorrido a pie.

Es una excursión de ida y vuelta que se puede iniciar tanto en Lorcha como en Villalonga. Si se comienza en Lorcha, hay que ir de Alcoy a Muro de Alcoy y de allí, por las CV-705 a Beniarrés, siguiendo a Lorcha, pero antes de entrar a esta localidad giramos a la izquierda para ir a vieja estación abandonada, donde comienza la caminata. La llegada a este punto se puede hacer en coche.

Tabla 53. De datos del recorrido de la ruta verde del Serpis.

Fuente: <http://ocio.diarioinformacion.com/planes/rutas-excursiones/pla-1567-ruta-3-via-verde-rio-serpis.html>

Longitud	Duración	Desnivel acumulado	Dificultad	Algunos tramos en mal
19.80 km	5 h 35'	160 m	Ninguna	
Observaciones				
El camino está en buen estado, pero faltan carteles de información, lo que hay están en mal estado. Los azudes deberían estar correctamente ubicados y señalados, con un sendero que permita el acceso hacia cada uno de ellos. Para el disfrute de los caminantes. Teniendo en cuenta siempre el respeto y cuidado hacia el paraje.				

Si partimos de la estación de Lorcha, comenzamos a caminar desde las ruinas del castillo templario, pronto se hacen evidentes las huellas del trazado férreo y nos acercamos al cauce del río Serpis, el camino está al margen izquierdo desde donde se puede ver la vegetación de ribera. El desfiladero se estrecha cada vez más, pero el caminar por la vía abandonada no presenta ningún problema, hasta que llegamos al primer túnel (40 m.). La vegetación de ribera se hace cada vez más frondosa. Se pasa por el azud l’Infern (50 m.). Merece la pena una parada y hacerle una visita. Nos deslumbrará en cada recodo la visión del río y de los estratos calizos en los que ha labrado su desfiladero. Pasamos por una abandonada construcción para obreros del ferrocarril (1 h, 5 m.), hasta que llegamos a la altura de la vieja central eléctrica l’Infern, donde abandonamos momentáneamente la vía férrea y cruzamos el río por un puente, ya que el puente original del ferrocarril está desmantelado (1 h, 18 m.).

Desvío puente sobre el río (a 4.65 km). Seguimos ahora por el margen derecho del río, de nuevo por la abandonada vía del ferrocarril. Pronto llegamos a lo que fue el viejo apeadero de La Garrofera, junto a unos algarrobos. A lo largo del camino, unos paneles informativos (bastante deteriorados, por cierto), nos informan de la geología, la avifauna, la flora, los fósiles de la zona, etc.

Se llega a un lugar donde unas señales verticales nos indican PRV 42 Cima de la Sabor, Font de la Mata (1 h, 48 m.), pero nosotros seguimos por nuestra vía. Pronto llegamos a la parada de la Caseta Morú y a dar vistas sobre otro azud. Otro túnel, muy corto, el tercero (1 h, 51 m.). Pasamos junto a un meandro abandonado del río (1 h, 56 m.), y un puente. Llegamos al cuarto túnel, más largo y con aliviaderos, en el que usamos la linterna (2 h, 4 m.). Y enseguida viene el quinto y último túnel, el más largo (2 h, 12 m.). También tiene respiraderos, pero hay que usar la linterna, hasta llegar a la luz.

BIFURCACIÓN DE CAMINOS, (a 8,29 km). Llegamos a una bifurcación de caminos (2 h, 17 m.). Aunque la abandonada vía férrea sigue a izquierda (cartel de camino sin salida), se toma a mano derecha, por un camino cementado que se pone en cuesta. Salimos a unas casas, tras un nuevo tramo de camino cementado. Aquí se abre el valle entre campos de naranjos. A la derecha se muestra el impresionante circo de La Safor. Enfrente vemos la tremenda cicatriz que ha causado una cantera en la montaña. Finalmente salimos a una carretera con abundante señalización (2 h, 45 m.).

CARRETERA Y CANTERA (a 9.89 km). La llegada a la carretera de la cantera es el lugar adecuado para volverse (aquí iniciaremos la ruta si venimos desde Villalonga). La vuelta consiste en desandar lo andado, hasta que llegamos a la estación de Lorcha (WP 1, 288 m; 5 horas, 35 m.; 19.80km), donde finalizamos esta magnífica y sorprendente excursión.

Anexo 9. Restos del Patrimonio Histórico e Industrial

Centrales hidroeléctricas

A continuación, se presenta una ficha con las principales características de las minicentrales hidroeléctricas que funcionaban con el agua que se derivaba de los azudes pertenecientes al tramo de estudio.

Minicentral hidroeléctrica l’Infern

NOMBRE MINICENTRAL		l’Infern
UBICACIÓN	Está ubicada en la vertiente derecha del Serpis, entre la fuente de la Serquera y la iglesia de la Inmaculada, en la extremo de los términos municipales de Lorcha y Villalonga.	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
Azud de derivación	l’Infern	
ÁREA	500 m ²	
PLANTA	Rectangular	
MATERIAL	Fachada de ladrillo rojo y elementos decorativos de piedra caliza en el contorno de las ventanas, puertas y esquinas. Balcones y remate de la torre con barandillas. Teja árabe en el techo.	
NIVELES	2	
CUBIERTA	A dos aguas	
OBSERVACIONES:	Es uno de los elementos más representativos del Racó del Duc, debido a su llamativa arquitectura de 1895. En el centro de la edificación está el logotipo de la sociedad Hidroeléctrica Española. A la izquierda está la torre, cuyo techo se hundió a finales del siglo pasado.	



Fotografía 31. Minicentral l’Infern.
 Fuente: (Cervera et al., 2010)

Fotografías



Fotografía 32: Minicentral l’Infern, 1980.
Fuente: (Cervera et al., 2010)



Fotografía 33: Sala de turbinas, antes de ser robada.
Fuente: (Cervera et al., 2010)



Fotografía 34: Sala de turbinas, despues de ser robada.
Fuente: (Cervera et al., 2010)

Minicentral hidroeléctrica del Racó del Duc

NOMBRE MINICENTRAL		Racó del Duc
UBICACIÓN	Está ubicada en la margen izquierda del río, en el recorrido conocido como meandro abandonado, en el lado opuesto del cauce respecto al puente de piedra.	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
Azud de derivación	El Morú	
ÁREA	150 m ²	
PLANTA	Rectangular	
MATERIAL	Fachada de ladrillo rojo y elementos decorativos de piedra caliza en el contorno de las ventanas, puertas y esquinas. Balcones y remate de la torre con barandillas. Teja árabe en el techo.	
NIVELES	1	
CUBIERTA	A dos aguas	
<p>OBSERVACIONES: Para acceder hasta la minicentral existe un puente angosto de hierro, con una pequeña reja al final que impide el paso al público. Tuvo diferentes propietarios como la Compañía REA, la Compañía de Electricidad Lútea, hasta ser adquirida en 1910 por Hidroeléctrica Española para su posterior cierre. Desde su cierre ha recibido varias obras de mantenimiento como el cambio de techo de teja por uralita.</p>		



Fotografía 35. Minicentral del Racó del Duc.
 Fuente: (Cervera et al., 2010)


Fotografía



Fotografía 36. Acceso minicentralde la Racó del Duc.
 Tomada el 30-12-2016

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
 TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

Minicentral hidroeléctrica Mare de Déu

NOMBRE MINICENTRAL		De la Mare de Déu
UBICACIÓN	Está ubicada aguas abajo de la caseta del Partidor, en la margen izquierda del río, a la altura del primer túnel del ferrocarril denominado la mina larga por tener una longitud de 250m.	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
Azud de derivación	Del Racó del Duc	
ÁREA	540 m ²	
PLANTA	rectangular	
MATERIAL	Está hecha de ladrillo y mortero, la cubierta es de teja. Las paredes lindantes al río están reforzadas con muros de piedra.	
NIVELES	2	
CUBIERTA	A dos aguas	
 <p>Fotografía 37. Minicentral de la Mare de Déu. Fuente: (Cervera et al., 2010)</p>		
<p>OBSERVACIONES: Construida de forma paralela al río y conformada por tres edificaciones y una torre de dos plantas. En la parte alta del conjunto existen unas escaleras verticales de piedra que conducían hasta el canal de agua que abastecía las turbinas. Actualmente se encuentra en ruinas, se han perdido los techos y solo se conserva la torre. Inicialmente fue una fábrica de cemento.</p>		


Fotografía




Fotografía 38. Minicentral de la Mare de Déu. Tomada el 07-12-2015

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

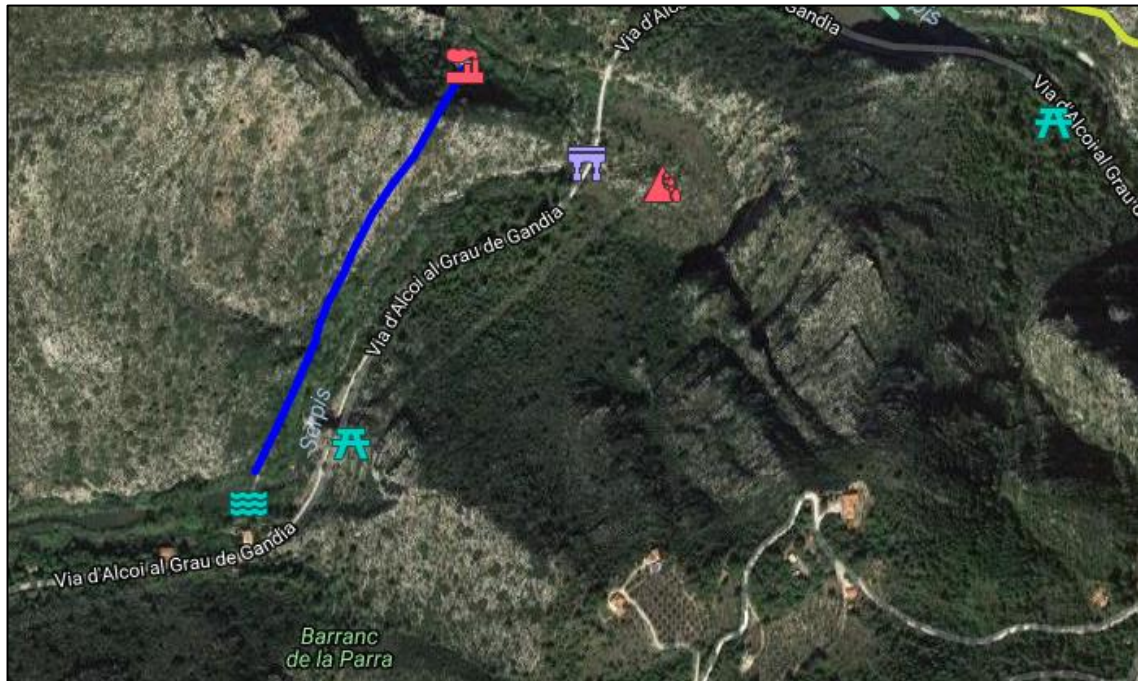
Minicentral hidroeléctrica del Cèntim

NOMBRE MINICENTRAL		Cèntim
UBICACIÓN	Está ubicada a unos 400 metros de la minicentral De la Mare de Dèu, en el margen izquierdo del río, a la altura de uno de los puentes que formaban parte de la antigua línea del tren.	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
Azud de derivación	De la Mare de Déu	
ÁREA	200 m ²	
PLANTA	Rectangular	
MATERIAL	Está hecha de ladrillo y mortero con cubierta de teja.	
NIVELES	1	
CUBIERTA	A dos aguas	
		
<p>OBSERVACIONES: Es un edificio con arquitectura simple, sin elementos decorativos, tiene una torre adosada al lateral de la pendiente oeste.</p>		

Minicentral hidroeléctrica de la Reprimala

NOMBRE MINICENTRAL		Reprimala
UBICACIÓN	Está ubicada en la partida del Tarrasó de Villalonga, delante de la fuente de la Reprimala, en la vertiente izquierda del río. .	
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALE		
Azud de derivación	l’Esclapissada	
ÁREA	514 m ²	
PLANTA	Rectangular	
MATERIAL	Está hecha de ladrillo y mortero con cubierta de teja.	
NIVELES	2	
CUBIERTA	A dos aguas	
		
<p>OBSERVACIONES: Inicialmente fue un molino de haría, construido en 1868. En 1876 se transformó en fàbrica de cartón y papel de estraza. Durante un tiempo fue utilizado como taller mecánico para locomotoras debido a la llegada del ferrocarril y a finales del siglo XIX fue transformado en minicentral.</p>		

Canal del A. El Morú-M. Del Racó del Duc



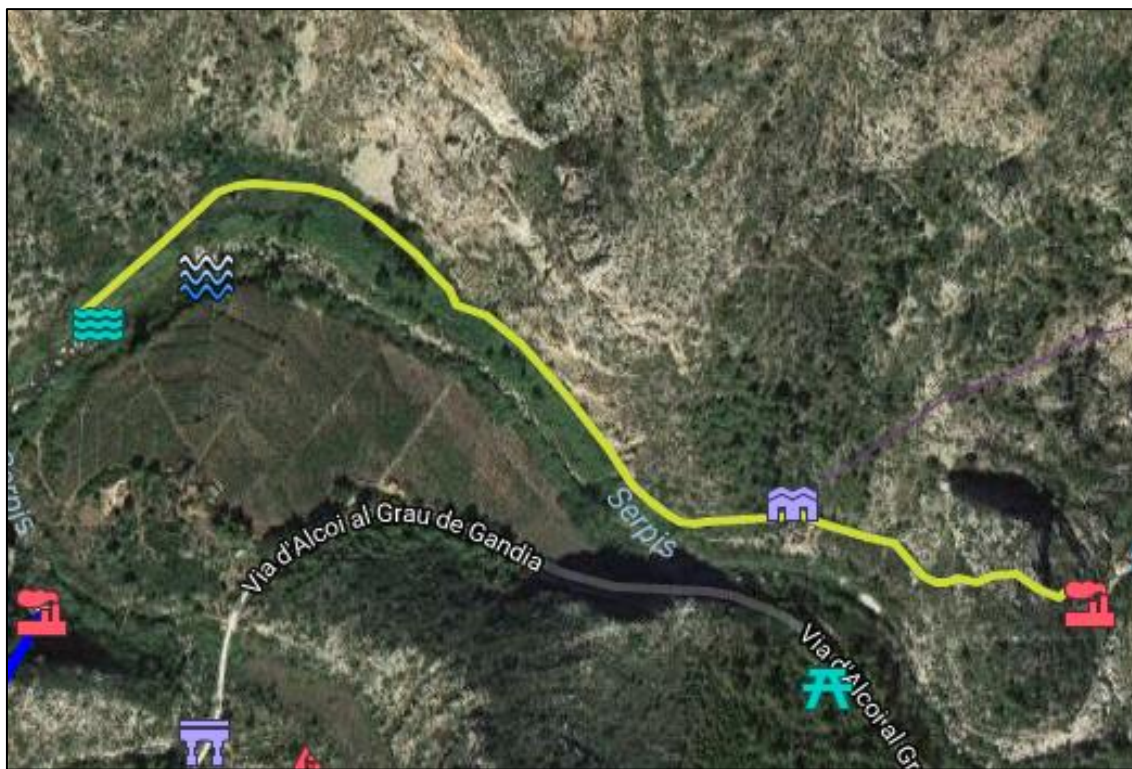
Mapa 35. Del canal que derivaba agua del azud El Morú a la minicentral hidroeléctrica del Racó del Duc.
Fuente. Elaboración propia

Descripción. Este canal tiene una longitud de 522 m inicia su recorrido en el azud de El Morú, cerca de la mina de El Morú, hasta llegar a la minicentral hidroeléctrica del Racó del Duc. Al final de su recorrido y a una corta distancia se encuentra el puente de piedra, del que solo quedan los pilares.



Fotografía 41. Compuerta de regulación del caudal. Tomada 07-2-2015

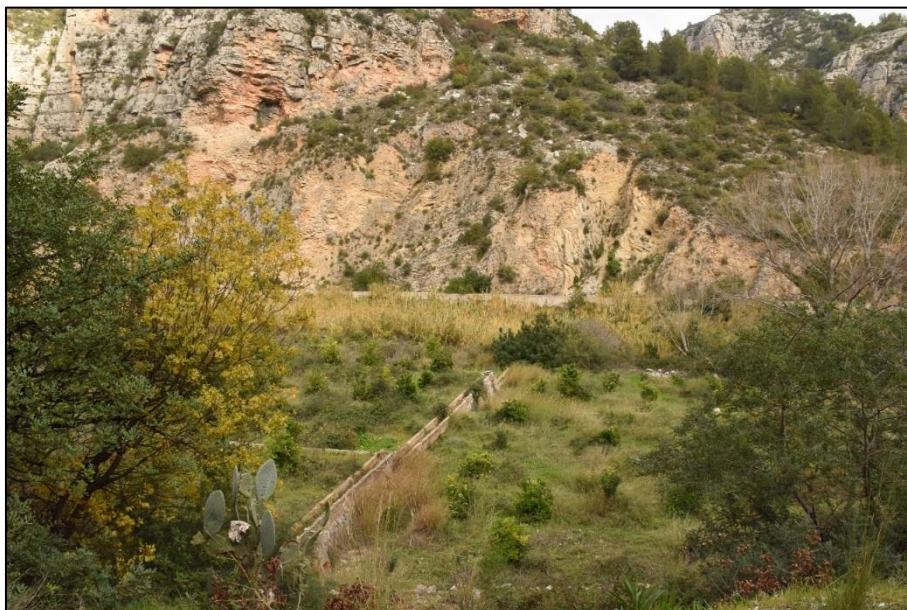
Canal del A. Del Racó del Duc-M. De la Mare de Déu



Mapa 36. Del canal que derivaba agua del azud del Racó del Duc a la minicentral hidroeléctrica de la Mare de Déu.
Fuente. Elabotacion propia

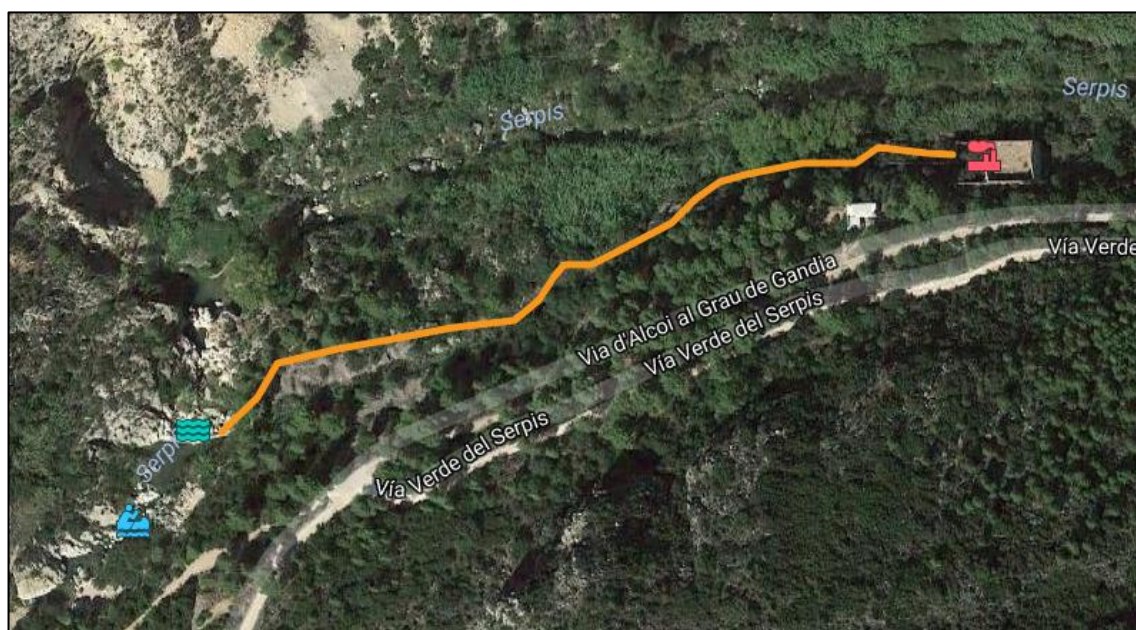
Descripción. Este canal tiene una longitud de 1.05 km inicia su recorrido en el azud del Racó del Duc hasta llegar a la minicentral hidroeléctrica de la Mare de Déu. Durante su recorrido se encuentra con la caseta del partido, que deriva el agua para regadío de los canales altos del Serpis.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)



*Fotografía 42. Canal de derivación de caudal a la minicentral hidroeléctrica de la Mare de Déu.
Tomada 07-12-2015*

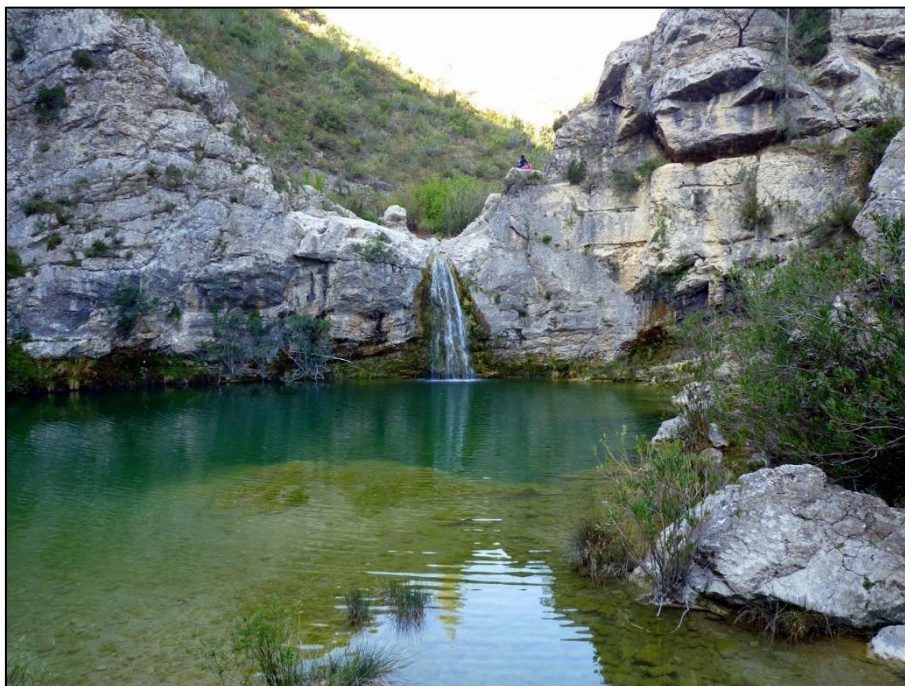
Canal del A. Del Racó del Duc-M. El Cèntim



*Mapa 37. Del canal que derivaba agua del azud de Mare de Deu Duc a la minicentral hidroeléctrica del Cèntim.
Fuente. Elaboración propia*

Descripción. Este canal tiene una longitud de 269 m inicia su recorrido en el azud de la Mare de Déu hasta llegar a la minicentral hidroeléctrica del Cèntim. Aguas arriba del azud y a unos 40 m se encuentra el Salt de les Calderes, que se caracteriza por su singularidad.

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)



Fotografía 43. Salt de les Calderes. Fuente Google Earth

Canal del A. la Esclapissada-M. La Reprimala



Mapa 38. Del canal que derivaba agua del azud la Esclapissada a la minicentral hidroeléctrica la Reprimala.
Fuente. Elabotacion propia.

Descripción. Este canal tiene una longitud de 1.42 km inicia su recorrido en el azud de la Esclapissada hasta llegar a la minicentral hidroeléctrica de La Reprimala. Cerca de la minicentral se encuentran el azud y fuente que llevan el mismo nombre.

Canal del A. La Reprimala-Fabrica de mármol



Fotografía 44. Del canal que derivaba agua del azud la Reprimala a la fábrica de Marmol.
Fuente. Elaboración propia.

Descripción. Este canal tiene una longitud de 1.89 km inicia su recorrido en el azud de La Reprimala hasta llegar a la fábrica del mármol, el agua trasegada también se utilizaba para regar huertos situados al norte del azud. Por el recorrido de este canal pasa muy cerca a uno de los puentes (desmantelados) de la antigua vía del tren.

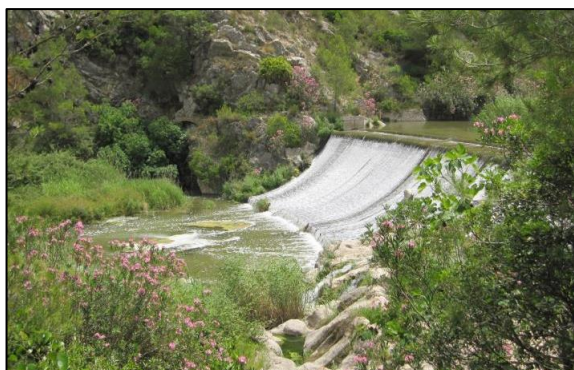


Fotografía 45. Canal abandonado de la fábrica de marmol. Tomada 08-05-2017

Azudes

Las características más importantes de cada uno de los azudes que forman parte del tramo de estudio están en el Anexo 3. A continuación un panel fotográfico de cada uno de los azudes.

Azud l’Infern



*Fotografía 46. Vista lateral del azud de l’Infern.
Tomada el 03 de Julio del 2015*

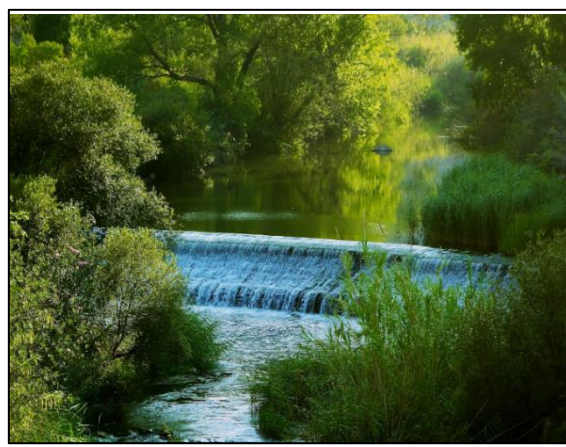


*Fotografía 47. Vista desde abajo del azud l’Infern.
Fuente. Google Earth*

Azud El Morú



Fotografía 48. Azud El Morú . Tomada el 03-12-2016



*Fotografía 49. Azud del Morú, vista desde abajo.
Fuente: Google Earth*

Azud del Racó del Duc



Fotografía 50: Azud del Racó del Duc. Tomada el 03-12-2016

Azud de Canals Alts



Fotografía 51. Azud de Canals Alts. Tomada el 08-05-2017

Azud l’Esclapissada



Fotografía 52. Caída de agua. Tomada el 03-12-2016



Fotografía 53. Azud la Esclapissada.

Fuente: (Cervera Peiró, Gomar Ibáñez, & Martí Calafat, 2010)

Azud La Reprimala



Fotografía 54. Azud de la Reprimala.

Fuente: (Cervera et al., 2010)

Azud de En Carròs



*Fotografía 55. Vista lateral del azud En Carròs.
Tomada el 07-12-2016*



*Fotografía 56. Canal de derivación para UDA de canales bajos del Serpis.
Tomada el 07-12-2016*



Fotografía 57. Parte superior del azud de En Carròs. Tomada el 07-12-2016

Camino

La antigua vía del tren hoy convertida en la ruta verde del Serpis. A continuación se muestran algunas fotografías de esta ruta.



Fotografía 58. Antigua vía del tren. Tomada el 07-12-2015



*Fotografía 59. Camino de la ruta verde del Serpis, a la derecha se puede apreciar la minicentral hidroeléctrica l’Infern.
Fuente: (Cervera et al., 2010)*

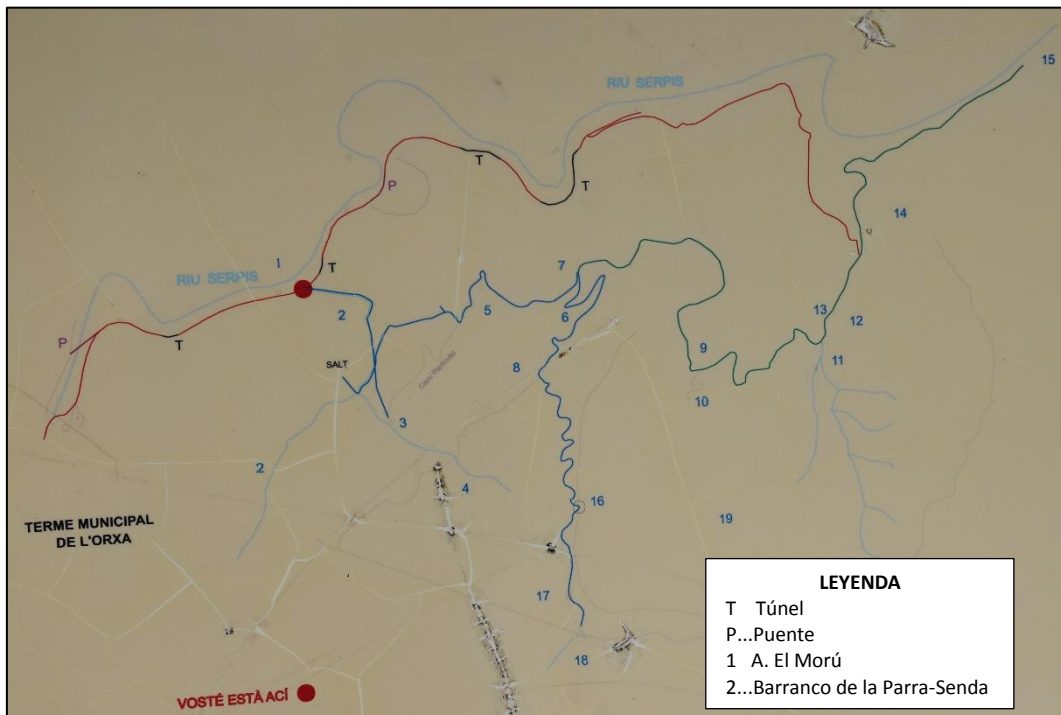


Fotografía 60. Camino de la ruta verde del Serpis. Tomada 07-12-2015

Túneles y puentes

Túneles

En la ruta verde del Serpis se pueden localizar cuatro tuneles y tres puentes, que forman parte de la antigua vía del tren. Los tuneles al igual que la vías del ferrocarril han sido desmantelados con la finalidad de poder vender sus rieles. el primer tunel de Lorcha, aguas arriba del azud l’Infern.



Mapa 39. De localización de los tuneles y los puentes de la vía verde del Serpis. Tomda 08-05-2017



Fotografía 61. Túnel situado cerca del azud el Morú, entrada. Tomda 08-05-2017



Fotografía 62. Túnel situado cerca del azud el Morú, salida. Tomda 08-05-2017



Fotografía 63. Interior del tunel mas largo de la ruta verde del Serpis. Tomado 08-05-2017.

Puentes



*Fotografía 64. Puente de piedra, cerca de la minicentral hidroelectrica del Racó del Duc.
Tomado el 08-05-2017*



**Fotografía 65. Puente desmantelado a unos 650 m aguas abajo del azud La Reprimala.
Tomado 08-05-2017**



**Fotografía 66. Puente de la ruta verde del Serpis, aun está en funcionamiento pero necesita mantenimiento. Está ubicado
aguas abajo del azud l’Infern. Tomada 08-05-2017**

Casetas de los trabajadores del Ferrocarril y de las minicentrales



*Fotografía 67: viviendas de los vigilantes y sus familias.
Tomada el 03-07-2015*

El mantenimiento de las centrales estaba a cargo de mecánicos, electricistas y vigilantes, conocidos como los “Ilumeros”. De acuerdo a las peculiaridades del trabajo, el aislamiento del lugar y de las jornadas laborales de 12 horas, propiciaron el establecimiento de una colonia de trabajadores, que vivían con sus familias. Llegando a establecerse 14 familias, con unas 50 personas. Pero también vivan en

este paraje, las familias de los capataces, vigilantes y de los trabajadores de las dos cuadrillas encargadas del mantenimiento del ferrocarril de Alcoy. Los habitantes de la caceta del Morú, viviendas dispersa como la alquería de Alandete, los Majones o barranco del Morú, toda una comunidad que con sus celebraciones y costumbres llenarías de vida el lugar. La gente hacía palmas para semana santa, hacían cordeles, escobas, envolvían sillas que luego vendían en Gandia y Oliva. Pescaban y luego secaban el pescado, cazaban monos, topos y lagartos, recogían setas y espárragos. Los niños desde muy pequeños trabajan en las centrales, no iban a la escuela.

Forn del l’Infern



*Fotografía 68: Antiguo forn del l’Infern.
Fuente: (Cervera et al., 2010)*

Debe su nombre al barranco del l’Infern. El topónimo l’Infern normalmente suele indicar lo abrupto y peligroso del relieve. Además de la falta de corrientes de aire en verano, las elevadas temperaturas y la fuerte sensación de aislamiento, serían motivos más que suficientes para los pobladores le pusieran ese nombre.

Depósito de agua



Fotografía 69. Depósito de agua. Tomada 03-07-2015

Ubicada entre la casa y la central del l’Infern, se encuentra la cisterna de hormigón.

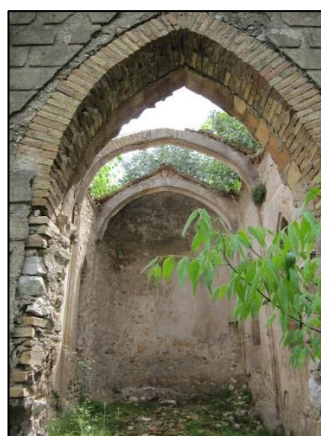
Este depósito de agua, era la única parada oficial del ferrocarril, en el Racó del Duc.

Iglesia la Inmaculada

Adyacente al sendero de la fuente de la Sequera se encuentra la pequeña iglesia de la Inmaculada, construida a finales del siglo XIX. Aún está en pie pero en muy mal estado.



*Fotografía 70. Iglesia de la Inmaculada.
Fuente: (Cervera et al., 2010)*



*Fotografía 71. Iglesia de la Inmaculada.
Fuente: (Cervera et al., 2010)*

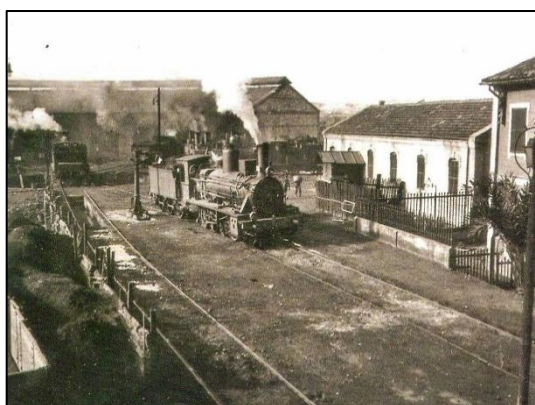
Se construyó debido a la necesidad que tenían los nuevos habitantes de cumplir con sus obligaciones religiosas. Una vez inaugurada la iglesia, el cura subía todos los domingos en tren desde la ciudad de Gandía.

Estación del tren



Fotografía 72. Punto de partida, restos de la estación de Xátiva, 1987.

Fuente: <http://juanansoler.blogspot.com.es/2014/06/ferrocarril-xativa-alcoy-y-el-tren-dels.html>



Fotografía 73. Vista de la reserva de locomotoras, 1940.

Fuente: <http://juanansoler.blogspot.com.es/2014/06/ferrocarril-xativa-alcoy-y-el-tren-dels.html>



Fotografía 74. Pasajero esperando la reparación de una avería del tren, 1903.

Fuente: <http://juanansoler.blogspot.com.es/2014/06/ferrocarril-xativa-alcoy-y-el-tren-dels.html>

Castillo

El castillo de Lorcha no está dentro del tramo de estudio pero forma parte importante del patrimonio histórico de la zona. Está ubicado a un kilómetro antes de llegar a Lorcha y es de origen musulmán y su fecha de construcción data de finales del siglo XII e inicios del XIII. Ubicado sobre una enorme roca de forma junto a la Sierra de la Solana. La cima más alta de la fortaleza llega a los 380 metros y desde ella se puede ver el valle de Perputxent y una parte del río Serpis. Actualmente se mantiene el muro en la vertiente Este y Sur, construido con tapial de mampostería, y otro en forma poligonal que protege la parte alta del cerro. En el

Plan de restauración del río Serpis y sus riberas, tramo comprendido entre los azudes “l’Infern” y “En Carròs”.
TT.MM. Lorcha (Alicante) y Villalonga (Valencia)

interior del Castillo se aprecian vestigios de planta rectangular y un aljibe, donde se ubicaba la zona habitable en época musulmana. La fortaleza tiene otras tres torres en esquema de “L”. La torre del oeste es la denominada del “Homenaje”. Entre ésta y la del sur hubo una gran residencia señorial, de las que se conservan las paredes.



Fotografía 75. Castillo de Lorcha. Tomada 07-12-2015