

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

**Desarrollo de curvas de idoneidad de
microhábitat de frezaderos de barbo
mediterráneo (*Luciobarbus guiraonis*) en
la demarcación hidrográfica del Júcar**

Autor:

Andrés Martínez Arribas

Tutores:

Pablo González Altozano

Francisco Martínez Capel



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica
i del Medi Natural

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

27 de julio de 2021

Resumen

Este proyecto trata de obtener, analizar y sintetizar información sobre la selección de microhábitats para la freza de la principal especie de barbo en la demarcación hidrográfica del Júcar. Actualmente no existen curvas de idoneidad para esta actividad esencial del ciclo de vida, en la Península Ibérica, para ninguna de las especies de barbos. Las curvas de idoneidad de microhábitat son funciones que indican la conveniencia o predilección del pez en un determinado estado de desarrollo, por unas variables hidráulicas y del hábitat determinadas a escala detallada. Esto resulta de vital importancia para los estudios de caudales ecológicos y por tanto para la gestión del agua en la cuenca. Además, los resultados podrían ser comparados o validados en otras cuencas, con datos futuros de otras especies de barbos de similar tamaño, por lo que serán potencialmente extrapolables para el resto de las cuencas ibéricas.

Para lograr el objetivo, ha sido necesario la toma de muestras en una cantidad representativa de frezaderos durante los meses en los que estos ciprínidos realizan los nidos (abril, mayo, junio), en ríos con buena calidad del hábitat y que cuentan con suficiente cantidad de barbos y puestas. Los frezaderos han sido localizados visualmente en tramos donde la turbidez lo ha permitido y la profundidad era adecuada para el vadeo, como se ha hecho en estudios similares de la trucha común.

La información recabada en cada frezadero ha sido tratada posteriormente mediante métodos estadísticos descriptivos, y para finalmente establecer las curvas de idoneidad de microhábitat deseadas, de acuerdo con métodos sencillos que están documentados en artículos científicos e informes técnicos a nivel nacional e internacional.

Palabras Clave: Puesta; Reproducción; Barbos; Cría; Río; Peces ; Barbus; Freza; Microhábitat; Caudales ecológicos; Modelos de idoneidad del hábitat.

Resum

Desenvolupament de corbes d' idoneïtat de microhàbitat de fresaders de barb mediterrani en la Demarcació Hidrogràfica del Xuquer.

Aquest projecte tracta de obtindre, analitzar i sintetitzar informació sobre la selecció de microhàbitats per a la fresa de la principal espècie de barb en la demarcació hidrogràfica del Xúquer. Actualment no existeixen corbes d' idoneïtat per a aquesta activitat essencial del cicle de vida, en la Península Ibèrica, per a cap de les espècies de barbs. Les corbes d' idoneïtat de microhàbitat són funcions que indiquen la conveniència o predilecció del peix en un determinat estat de desenvolupament, per unes variables hidràuliques y del habitat. Això resulta de vital importància per als estudis de cabals ecològics i per tant per a la gestió de l' aigua en la conca hidrogràfica. A més, els resultats podrien ser comparats o validats en altres conques, amb dades futures d' altres espècies de barbs de similar grandària, per la qual cosa seran potencialment extrapolables per a la resta de les conques ibèriques.

Per a aconseguir l' objectiu, ha sigut necessari la presa de mostres en una quantitat representativa de fresaders durant els mesos en què aquests ciprínids realitzen els nius (abril, maig, juny), en rius amb bona qualitat de l' hàbitat i que compten amb suficient quantitat de barbs i fresaders. Els fresaders han sigut localitzats visualment en trams on la terbolesa ho permetia i la profunditat era adequada, com s' ha fet en estudis similars de la truita comuna.

La informació recaptada en cada niu va ser tractada posteriorment mitjançant mètodes estadístics descriptius, i per a finalment establir les corbes d' idoneïtat de microhàbitat desitjades, d' acord amb mètodes senzills que estan documentats en articles científics i informes tècnics a nivell nacional i internacional.

Paraules Clau: Reproducció; Barb; Cria; Riu; Peixos.

Abstract

This project aims to obtain, analyze and synthesize information on the selection of microhabitats for spawning of the main species of barbel in the Júcar River Basin District. Currently there are no suitability curves for this essential activity of the life cycle in the Iberian Peninsula for any of the barbel species. Microhabitat suitability curves are functions that indicate the suitability or preference of the fish at a certain stage of development for certain variables of hydraulics and aquatic habitat. This is crucial for studies of environmental flows and therefore for water management in the river basin. In addition, the results could be compared or validated in other river basins, with future data of other barbel species of similar size, so the obtained results could be applicable to the rest of the Iberian basins.

To achieve this objective, it is necessary to take samples in a representative number of spawning grounds (redds) during the months of the barbel spawning season (April, May, June), in rivers with good habitat quality and with sufficient numbers of barbels and redds. The redds has been located visually in stretches where turbidity permits and the depth is adequate for wading, as has been done in similar studies of the brown trout.

The information collected at each redd has been processed to apply descriptive statistical methods, and finally to establish the desired microhabitat suitability curves, according to simple methods that are documented in scientific papers and technical reports at national and international level.

Key words: Reproduction; Barbels; Breeding; River; Fish; Spawning; Environmental flows; Habitat suitability model.

A mi hermana Lucía.

A mi tutor Francisco Martínez Capel por las horas invertidas y su inestimable colaboración.

A Pere Merino de AEMS Ríos con Vida y al Comité de Valencia por su ayuda y comentarios para la localización de puntos de este trabajo.

A mi abuelo Andrés por todos los momentos en el campo.

Al río Magro, fuente de vida.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| Resumen | II |
| Índice de figuras | IX |
| Índice de tablas | X |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Objetivos | 2 |
| 1.2. Antecedentes | 2 |
| 2. Área de estudio | 4 |
| 2.1. Río Serpis | 4 |
| 2.2. Río Turia | 5 |
| 2.3. Río Tuéjar | 6 |
| 2.4. Río Mijares | 7 |
| 2.5. Río Júcar | 8 |
| 2.6. Río Cabriel | 9 |
| 3. Metodología de investigación | 11 |
| 3.1. Selección de Ríos y Tramos | 11 |
| 3.2. Localización de frezaderos | 12 |
| 3.3. Recopilación de información en el río | 12 |
| 3.4. Explicación del test de Kolmogórov-Smirnov: uso selectivo del hábitat . . . | 15 |
| 3.5. Elaboración de las curvas de idoneidad | 16 |
| 4. Especie objetivo | 18 |
| 5. Resultados | 21 |
| 5.1. Resultados a escala macrohábitat | 21 |
| 5.2. Resultados a escala mesohábitat | 21 |
| 5.3. Resultados del estudio del microhábitat | 24 |

| | |
|---|-------------|
| 5.4. Resultados test de <i>Kolmogórov-Smirnov</i> | 31 |
| 5.5. Resultados de las curvas de idoneidad | 32 |
| 5.5.1. Variable calado | 32 |
| 5.5.2. Variable velocidad focal | 33 |
| 5.5.3. Variable velocidad media | 35 |
| 5.6. Variable textura | 36 |
| 5.7. Comparativa de ambas metodologías para desarrollar las curvas de idoneidad | 37 |
| 5.8. Variable no numérica: refugio | 38 |
| 6. Conclusiones | 39 |
| 6.1. Líneas futuras de trabajo | 40 |
| Bibliografía | 42 |
| Anexo I - Tabla con características a escala de tramo o macrohábitat tomadas en campo. | II |
| Anexo II - Imágenes tomadas en el campo. | XIII |
| Anexo III - Diario de campo. | XXIV |
| Anexo IV - Enlaces videográficos | XXXV |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| 2.1. Río Serpis: de Lorcha a Villalonga. | 4 |
| 2.2. Gráfico de precipitación y caudal. Río Serpis. | 5 |
| 2.3. Río Turia: de Chulilla a Villamarchante. | 5 |
| 2.4. Gráfico de precipitación y caudal. Río Turia. | 6 |
| 2.5. Río Tuéjar: Desde Chelva a embalse de Domeño. | 6 |
| 2.6. Gráfico de precipitación y caudal. Río Tuéjar. | 7 |
| 2.7. Río Mijares: de Arañuel a Vallat | 7 |
| 2.8. Gráfico de precipitación y caudal. Río Mijares. | 8 |
| 2.9. Río Júcar: de el puente de la N322 a Valdeganga. | 9 |
| 2.10. Gráfico de precipitación y caudal. Río Júcar. | 9 |
| 2.11. Río Cabriel: pajaroncillo y del Bañadero de Vállora al embalse del Bujioso. | 10 |
| 2.12. Gráfico de precipitación y caudal. Río Cabriel. | 10 |
| 3.1. Ilustración frezadero. | 13 |
| 3.2. A la izquierda: instrumento de fabricación casera para conocer los puntos de muestreo de textura. A la derecha: Toma de velocidades en un rápido, río Serpis. | 14 |
| 4.1. Especie objetivo: <i>Luciobarbus guiraonis</i> | 18 |
| 5.1. Frecuencia con que se hace el nido en función de la distancia a la orilla. | 23 |
| 5.2. Barbos en posiciones y actitudes de freza. | 23 |
| 5.3. Histograma disponibilidad de calado. | 25 |
| 5.4. Histogramas de disponibilidad de calado de los ríos área de estudio. | 25 |
| 5.5. Histograma de disponibilidad de velocidad focal. | 26 |
| 5.6. Histograma de disponibilidad de velocidad focal de los ríos área de estudio. | 26 |
| 5.7. Histograma de disponibilidad de velocidad media. | 27 |
| 5.8. Histograma de disponibilidad de velocidad media de los ríos área de estudio. | 27 |
| 5.9. Histograma de disponibilidad de refugio. | 28 |
| 5.10. Histograma de disponibilidad de refugio de los ríos área de estudio. | 28 |

| | |
|---|----|
| 5.11. Histograma de disponibilidad de textura. | 29 |
| 5.12. Histograma de disponibilidad de textura de los ríos área de estudio. | 29 |
| 5.13. Histograma de disponibilidad de índice de sustrato. | 30 |
| 5.14. Histograma de disponibilidad de índice de sustrato de los ríos área de estudio. | 30 |
| 5.15. Curva de idoneidad calado (A). | 33 |
| 5.16. Curva de idoneidad calado (B). | 33 |
| 5.17. Curva de idoneidad velocidad focal (A). | 34 |
| 5.18. Curva de idoneidad velocidad focal (B). | 34 |
| 5.19. Análisis de frecuencias por el método (A) para la variable velocidad media.. . . . | 35 |
| 5.20. Análisis de frecuencias por el método (B) para la variable velocidad media. | 35 |
| 5.21. Análisis de frecuencia método (A) variable textura | 36 |
| 5.22. Análisis de frecuencia método (B) variable textura | 36 |
| 5.23. Gráficas comparativas para las variables de microhábitat continuas comparando los 2 métodos de análisis de frecuencia para elaborar curvas de idoneidad. (I) | 37 |
| 5.24. Gráficas comparativas para las variables de microhábitat continuas comparando los 2 métodos de análisis de frecuencia para elaborar curvas de idoneidad. (II) | 38 |
| 5.25. Análisis de frecuencia refugio. | 38 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| 5.1. Mesohábitat. | 23 |
| 5.2. Test de <i>Kolmogórov-Smirnov</i> | 31 |
| 6.1. Resultados de curvas de idoneidad genéricas. | 39 |
| 6.2. Resultados de idoneidad para variables no continuas. | 39 |

1. Introducción

La gestión del agua siempre ha resultado problemática, más aún en un país como España, donde la agricultura requiere de gran cantidad de la misma y prácticamente la totalidad de los cauces están regulados hidrológicamente. La toma de decisiones se realiza, o debería realizar, con intención de contentar a todos los implicados garantizando el menor impacto ambiental posible. En la teoría, estas palabras que para muchos resultan de naturaleza baladí, conllevan una serie de estudios y simulaciones con la intención de predecir el impacto en el medio y su biodiversidad, para así lograr una mejor toma de decisiones.

Una de las simulaciones más interesantes y empleadas en la actualidad es la simulación del hábitat físico (una de las fases de la metodología IFIM) [1], la cual emplea variables hidráulicas (puramente físicas) junto a índices de idoneidad del microhábitat (vertiente biológica) para poder conocer los cambios que sufre un tramo con las variaciones de caudal. Esta información es de gran utilidad a la hora de gestionar las cuencas y los caudales ecológicos, pero requiere de un gran esfuerzo en elaboración de curvas de idoneidad para las especies objetivo.

Las curvas de idoneidad del microhábitat son las que nos permiten mediante la toma de datos en campo y su posterior desarrollo en gabinete, relacionar variables como el calado, velocidad que experimenta el pez, velocidad media de la columna de agua, refugio o textura del lecho fluvial, con las actividades que esté realizando el pez. También podríamos definir las curvas que nos indican la idoneidad o preferencia de una especie por un determinado microhábitat o espacio físico con determinadas características.

Para mayor exactitud, las curvas deben de desarrollarse ligadas a la actividad que esté desarrollando el ser vivo, pues no ocuparán las mismas ubicaciones cuando se encuentren alimentándose, reproduciéndose o descansando. También puede discriminarse por el estado de desarrollo (adulto, juvenil, alevín), e incluso en especies con un claro dimorfismo y variabilidad de comportamiento, entre machos y hembras.

Con todo esto, queda definido qué relación con el ambiente tienen las especies, y, por tanto, qué condiciones debemos procurar mantener a la hora de gestionar el caudal de un río. La disponibilidad variable del hábitat en función del caudal se analiza a partir del indicador denominado Hábitat Potencial Útil (HPU), contemplado en la normativa española referente a gestión de recursos hídricos, que determina la metodología de caudales ecológicos. Esta normativa es la llamada Instrucción de Planificación Hidrológica de España

Las curvas de idoneidad tienen una gran especificidad. En el caso del *Luciobarbus guiraonis*, especie dominante autóctona de ciprínido superior en la vertiente mediterránea, no existen curvas disponibles y en ello consiste este estudio. La especificidad no solo gira entorno a la especie y sus características. El hábitat en el que se desarrolla y la competencia que exista puede modificar su comportamiento y por tanto sus preferencias [2] llegando a ocupar ambientes más desfavorables de forma forzada [3]. Por ello las curvas solo pueden ser extrapoladas para ambientes similares, es decir, ríos que comprendan una disponibi-

lidad similar del hábitat, una comunidad piscícola similar y las mismas características morfológicas generales.

Otro de los aspectos a estudiar en la simulación del hábitat físico, son las preferencias que tienen las especies por unas determinadas condiciones. Esto se puede resolver en algunos casos mediante las curvas de preferencia, otra tipología de curvas que se elabora de un modo diferente, aunque tiene mayores contras y pueden sufrir distorsiones importantes cuando no existe una gran disponibilidad de datos en los distintos rangos o intervalos de la variable estudiada. Por esta razón, estas curvas no han sido consideradas adecuadas por el tutor de este trabajo en este caso de estudio.

1.1. Objetivos

Objetivo general

Obtención de curvas de idoneidad del microhábitat para la freza del barbo mediterráneo (*L. guiraonis*) en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

Objetivos secundarios

- Obtención de información y datos sobre el barbo en freza.
- Comportamientos y caracterización de los lugares donde prefieren frezar.
- Recopilación de zonas donde poder localizar barbos para un estudio de microhábitat más extenso en el futuro.

1.2. Antecedentes

A escala global, desde los años 80, se han realizado cantidad de estudios enfocados en la gestión de caudales. En 1982, Bovee publicaba “A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology” [1], estableciendo las bases de la metodología IFIM (Instream Flow Incremental Methodology). Esta metodología incluye la simulación del hábitat físico, simulación que permite conocer las pérdidas de hábitat potencial útil (HPU), en casos de alteraciones de caudal (suele representarse en funciones de HPU vs caudal).

Esta herramienta es vital a la hora del cálculo de regímenes de caudales ecológicos por métodos hidrobiológicos, no puramente hidrológicos. Los hidrológicos tienen sus ventajas (principalmente de coste) e inconvenientes (son muy generalistas y no tienen en cuenta la vida del río, aspecto vital en la perspectiva actual). La simulación del hábitat físico también puede emplearse en estudios de impacto ambiental [4].

El simulador habitualmente utilizado, PHABSIM [5], necesita de curvas de idoneidad del microhábitat de las especies existentes en el tramo de estudio, estudiando variables como la velocidad, profundidad, sustrato y refugio. Las curvas de idoneidad existentes son escasas, inexistentes para la especie objetivo de este estudio (*L. guiraonis*), sin embargo sí existen curvas de preferencia para otras especies de barbos mediterráneos. Desgraciadamente, no se han podido encontrar curvas del microhábitat en freza para estos ciprínidos.

Existen principalmente dos tipos de curvas cuando nos referimos a estudios del microhábitat.

Las curvas de idoneidad (categoría II) o curvas de uso son las basadas en los datos de presencia, es decir, es la curva que engloba y simplifica histogramas en los que se representan los datos de presencia, en nuestro caso los datos recogidos en los nidos. Es una forma sencilla de trabajar, sin tener en cuenta las disponibilidades, lo que evita errores derivados de la falta de datos respecto a las curvas de preferencia, muy baja disponibilidad de algunos rangos de variables o tipologías de refugio o sustrato o cambios de preferencias derivados de la competencia o depredación (aspecto variable si extrapolamos a otros ríos) [3]. La principal desventaja es que no tiene en cuenta el hábitat y condiciones de alrededor (datos de ausencia recogidos). El resultado que se grafica suele ser un índice de idoneidad, entre 0 y 1, para cada rango. Es necesario realizar un contraste de uso no aleatorio antes de su elaboración para confirmar que el pez realiza una selección activa del hábitat

Las curvas de preferencia (categoría III) son las curvas resultado de la representación del ratio de "forrageo", que es el cociente de frecuencias de uso entre frecuencias de disponibilidad para cada ratio. Así se genera una gráfica que da valores mayores a los rangos de las variables del microhábitat que más se hayan escogido en proporción a los muestreados, o lo que es lo mismo, nos muestra gráficamente que preferencias han tenido los peces respecto a la disponibilidad. Se diseñan con el objetivo de ser extrapoladas a ríos circundantes con una composición de microhábitats semejante. A pesar de su gran utilidad, tienen una serie de contras que deben ser tenidos en cuenta

Los organismos tienden a ocupar los espacios con las mejores condiciones para su supervivencia, y aparecer menos en los lugares donde no se dan dichas condiciones. En lectura de la freza, podemos afirmar que los peces se sitúan en lugares donde, por sus características, la ovoposición vaya a ser la mejor posible. La relación entre ocupación y disponibilidad de espacios se representa mediante curvas de preferencia. Con estudios que contengan gran cantidad de datos, estas curvas suelen comportarse de un modo óptimo, pero cuando se recopilan muy pocos, podemos encontrar alteraciones. Cuando un rango de una variable o una tipología de la misma (un refugio poco existente) se da en muy escasa cantidad, con una muy baja presencia de nidos (en proporción a todos los tomados en el estudio) puede resultar en un coeficiente muy alto en relación con el resto. Por ello estas curvas funcionan mejor cuantos más datos existen, para evitar que divisores muy pequeños generen cocientes (índices) muy altos. La situación inversa puede darse cuando hay mucha cantidad de microhábitats homogéneos, generando coeficientes bajos en caso de ser escasas las poblaciones de peces o en nuestro caso los nidos localizados [6].

Otro aspecto que suele darse en este tipo de curvas es que, cuando un microhábitat se encuentra en muy escasa proporción, los peces no se dedican a buscar tal microhábitat por su escasez y el desgaste energético que supondría. [6]

La escasez de curvas de idoneidad o de preferencia para el barbo mediterráneo en freza es absoluta, sin embargo, algunos científicos como F. Martínez Capel y D. García de Jalón Lastra o Celia Álvarez Doncel y Diego García de Jalón se han aventurado a obtener curvas de preferencia para *Barbus bocagei* y *Barbus comizo* respectivamente [7] [6].

2. Área de estudio

A continuación, podremos ver los ríos y tramos visitados. El trazado de los tramos puede ser discontinuo en caso de encontrar zonas no accesibles o en las que no hay visibilidad. Para referencias más precisas sobre ubicaciones exactas consultar apéndice 1. Los tramos se nombran con un número y una coletilla que representa al río al que pertenecen.

2.1. Río Serpis

El río Serpis en la zona estudiada, a su paso por los municipios de Lorcha y Villalonga, mantuvo un caudal de entre 2.55 y 2.613 m³/s, medido en la estación de aforo del vado de la Ermita de la Inmaculada (Estación 8071). Su caudal está controlado principalmente desde el embalse de Beniarrés, aunque también existen azudes que lo regulan aguas abajo. Los tramos realizados transcurren por territorio natural, sin apenas cultivos ni núcleos urbanos. El ecotipo al que pertenece es el de ríos mineralizados de baja montaña mediterránea

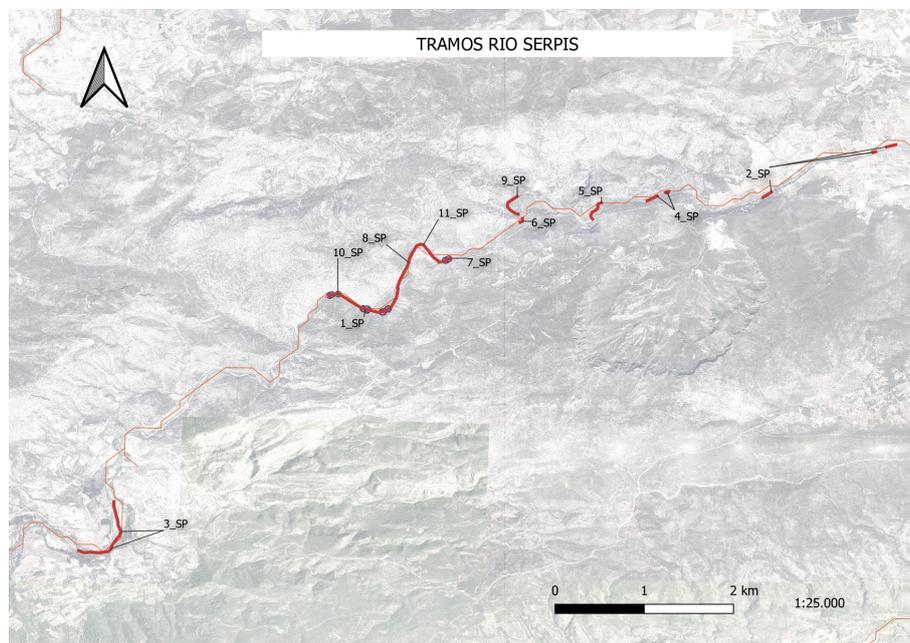


Figura 2.1: Río Serpis: de Lorcha a Villalonga.

La población de barbos es muy abundante. No encuentran apenas predadores en estado adulto, tan solo alguna nutria (*Lutra lutra*). Garzas y anguilas controlan las poblaciones de alevines y juveniles. Como competencia, comparten el espacio con grandes carpas (*Cyprinus carpio*) pero en escasa densidad.

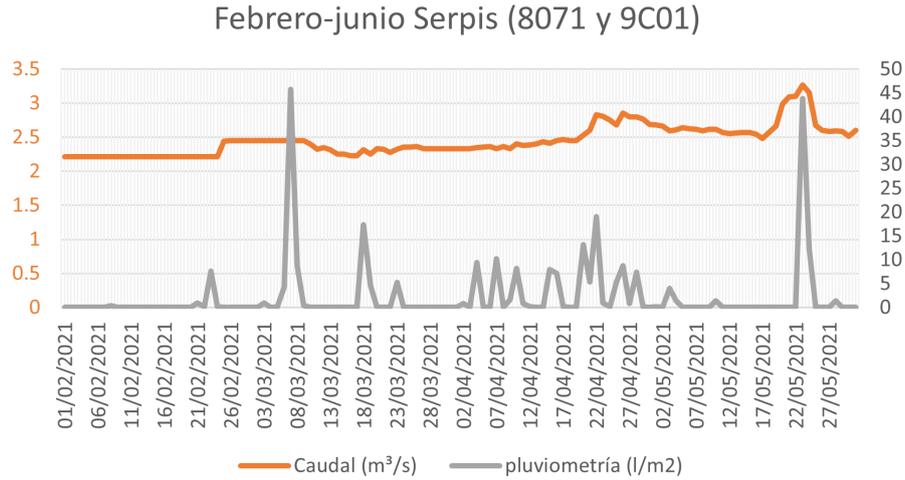


Figura 2.2: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Serpis. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

2.2. Río Turia

El Turia a su paso por Chulilla, Gestalgar, Bugarra, Pedralba y Villamarchante es un río completamente condicionado por la producción eléctrica y la extracción de agua para los cultivos. Debido a ello su caudal fluctúa notablemente de un día para otro. En el mes de mayo, etapa del estudio, el caudal medio en la estación de Bugarra (8022) fue de alrededor de 6 m³/s. El ecotipo de estos tramos es ejes mediterráneos de baja altitud.

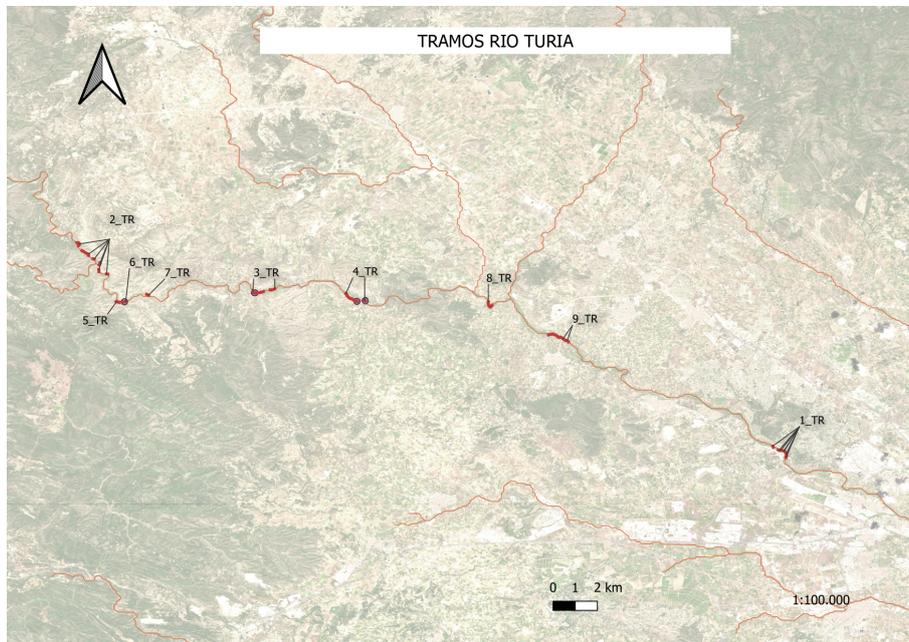


Figura 2.3: Río Turia: de Chulilla a Villamarchante.

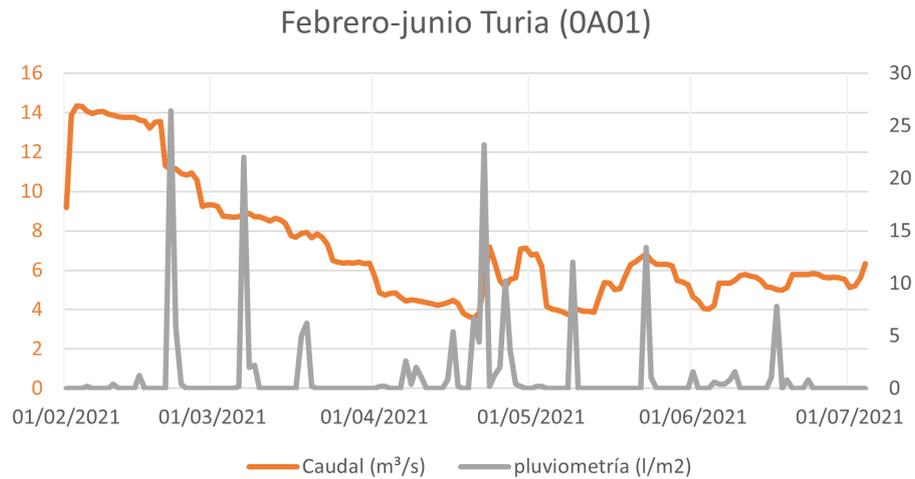


Figura 2.4: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Turia. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

2.3. Río Tuéjar

El Tuéjar es un afluente de escaso caudal, que aporta sus aguas al embalse de Loriguilla, en el cual se unifica con las aguas del salto de Domeño (Turia). Transcurre por las poblaciones de Tuéjar, donde apenas lleva caudal, y aguas abajo por Chelva y Calles. El caudal medio durante el mes de mayo medido en la estación de aforo ubicada antes de la cola de Loriguilla fue de $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Su ecotipo es de río mineralizado de baja montaña.

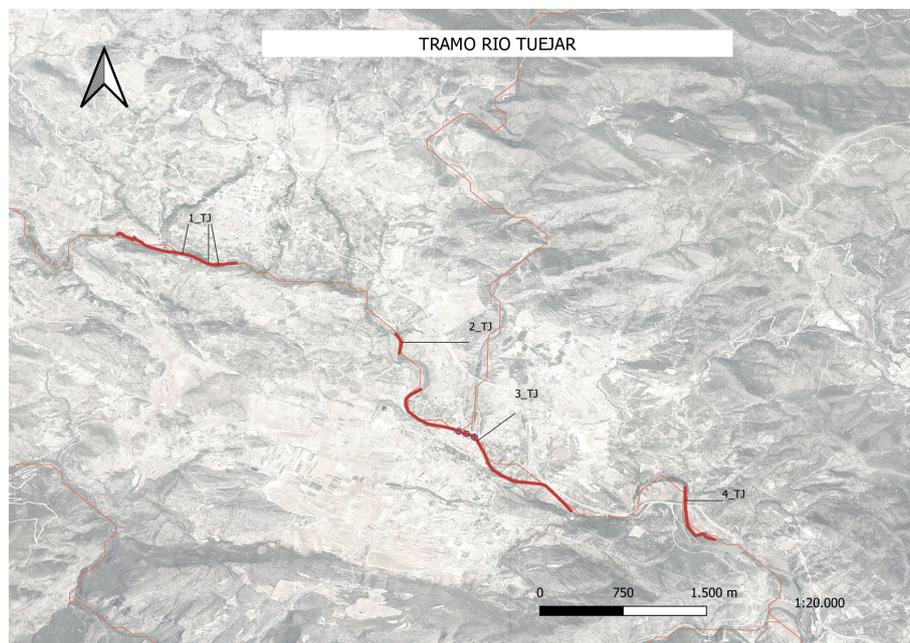


Figura 2.5: Río Tuéjar: Desde Chelva a embalse de Domeño.

La población de barbos es notable, pero dadas las condiciones del río, los peces no alcanzan tallas muy grandes. En el río no se encuentran depredadores para los adultos, ni competencia, pero en el embalse de Loriguilla las poblaciones de lucios (*Esox Lucius*) y

black bass (*Micropterus salmoides*) hacen que sea muy difícil localizar un barbo, siendo el principal ciprínido de talla la carpa.

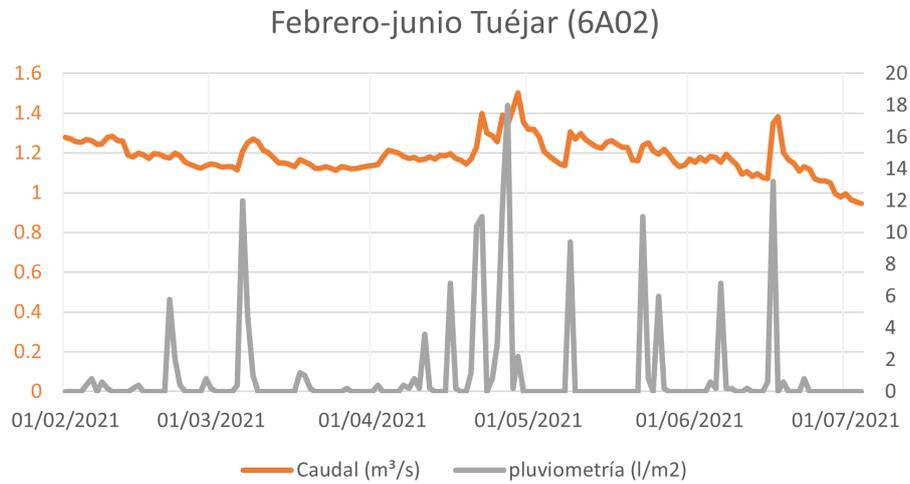


Figura 2.6: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Tuéjar. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

2.4. Río Mijares

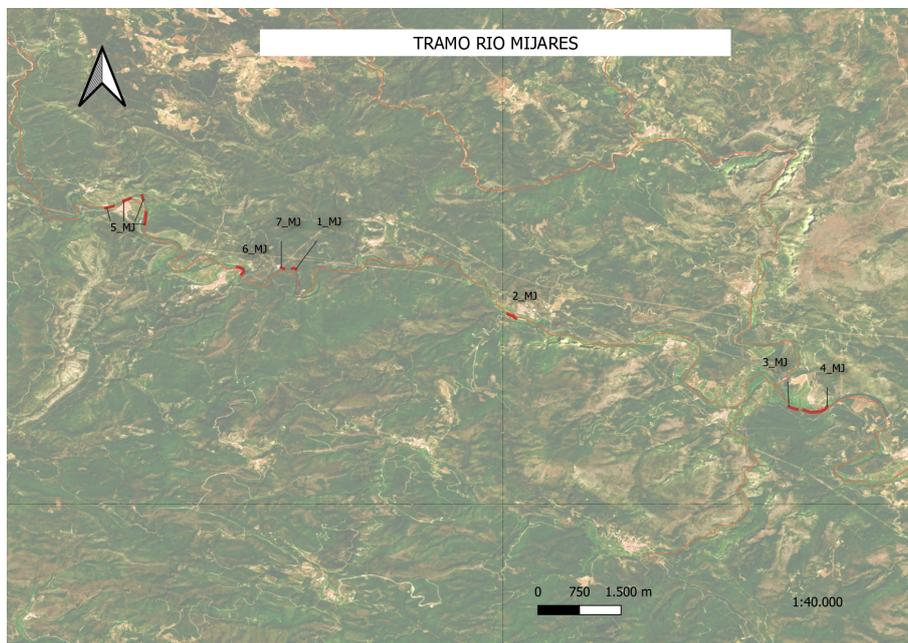


Figura 2.7: Río Mijares: de Arañuel a Vallat

El río Mijares, en los tramos estudiados, es un río de aguas cálidas que transcurre por zonas puramente naturales, aunque con caudales completamente gestionados para la producción hidroeléctrica. El caudal viene controlado y determinado por el embalse de Campo de Arenós y el embalse de Vallat (Cirat). Durante el día de visita a campo, se

desembalsó 4,6 m³/s del embalse de Arenós. El ecotipo con el que se corresponde el sector es el de ríos mineralizados de baja montaña mediterránea

La población de barbos aguas arriba del embalse de Vallat es notable, mientras que aguas debajo de este, quizás por una mala gestión del agua en términos ecológicos o la falta de conectividad, es mucho menor. No pudimos localizar apenas individuos adultos aguas abajo del embalse de Vallat, tan solo algunos en la depuradora del pueblo de Vallat. Aguas arriba en los términos de Torrechiva y Arañuel conseguimos localizarlos, pero estaban todos juntos alimentándose bajo las cascadas sin mostrar intención de frezar inminentemente, razón por la que no existen datos de muestreo en este río.

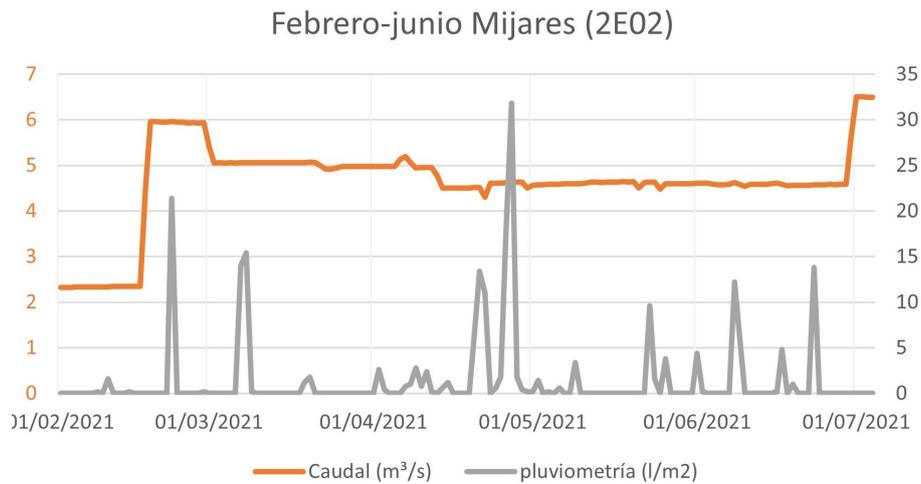


Figura 2.8: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Mijares. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

2.5. Río Júcar

El Júcar en el cauce medio, a la altura de Las Mariquillas y la población de Valdeganga, donde se han realizado los muestreos, es un río de aguas un tanto turbias, aspecto limitante a la hora de detectar los peces. A pesar de ello, la población de barbos es óptima para la toma de datos. Quizás el visitar demasiado tarde la zona (ya finales de mayo) hizo que no existiese tanta actividad de freza como se esperaba, ya que semanas antes habíamos sido informados de que las carreras a la desesperada por alcanzar la reproducción se sucedían con frenesí. El ecotipo del sector trabajado corresponde con ejes mediterraneo-continentales mineralizados.

El caudal es variable, el primer día fue de 2,6 m³/s coincidiendo con la freza, mientras que el segundo se redujo a 1,8 m³/s. Esto está controlado por la presa de Alarcón y algunos pequeños embalses como el de Alcalá del Júcar. La turbidez del agua el segundo día hizo imposible el trabajo en campo.

El Júcar en estos tramos cuenta con la presencia de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), de cotos intensivos como el de Las Mariquillas, lucios (*Exos lucius*) y Luciopercas (*Sander lucioperca*), pero la población de barbos es relativamente alta.

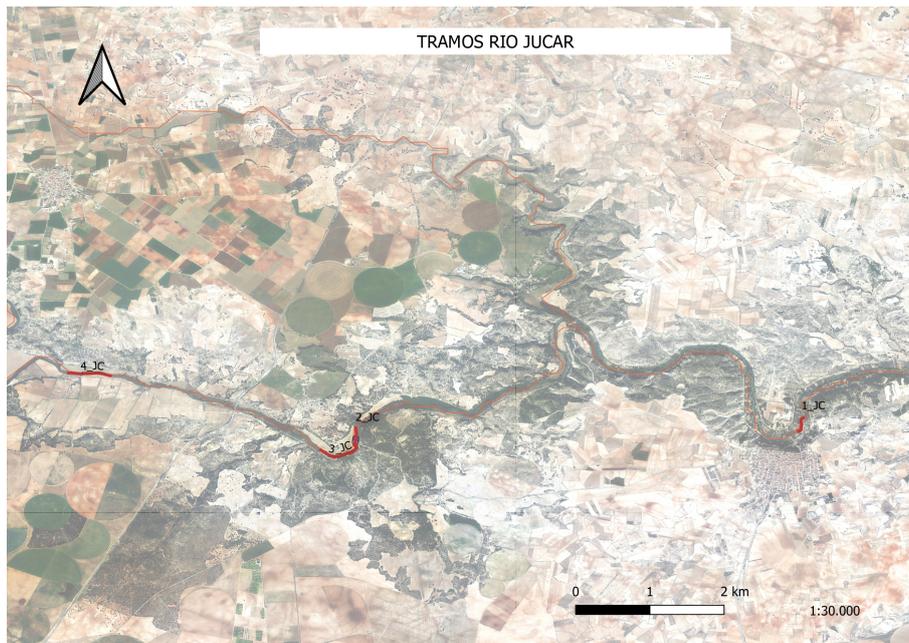


Figura 2.9: Río Júcar: de el puente de la N322 a Valdeganga.

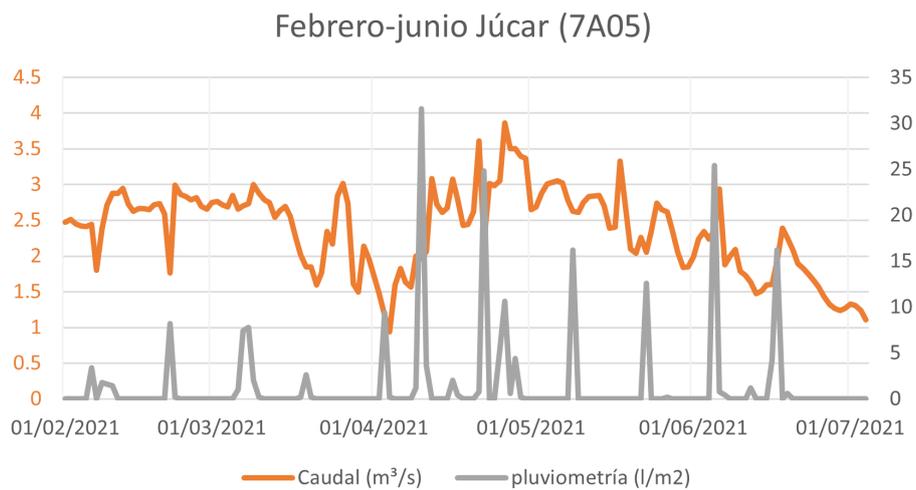


Figura 2.10: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Júcar. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

2.6. Río Cabriel

El río Cabriel es uno de los más limpios y menos antropizados de los ríos visitados. Desde su nacimiento en la provincia de Teruel, hasta el embalse de el Bujoso (Cuenca), circula por terrenos naturales bajo el ladrido del corzo y las sombras de los buitres. El ecotipo del río en esta zona es el de ríos de montaña mediterránea calcárea.



Figura 2.11: Río Cabriel: pajaroncillo y del Bañadero de Vílora al embalse del Bujioso.

La población de peces no es muy abundante. Las aguas oligotróficas no permiten el desarrollo de grandes cantidades de vida acuática. Las truchas, generalmente comunes (*Salmo trutta fario*, junto con alguna arcoiris de repoblaciones) y barbos (*Luciobarbus guiraonis*) dominan el medio que comparten con bermejuelas y bogas (género *Chondrostoma*), gobios (*Gobio gobio*) y frailes (*Salaria fluviatilis*). Las nutrias (*Lutra lutra*) son relativamente fáciles de ver y son el principal depredador de los barbos en su etapa adulta.

El caudal viene determinado por las lluvias y afloramientos, ya que hasta el Bujioso no existe control sobre el mismo. Aguas abajo de este, el Cabriel tiene grandes estaciones de producción eléctrica y embalses como el de Contreras. El caudal del día de visita a campo, registrado en la estación de Pajaroncillo, fue de $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

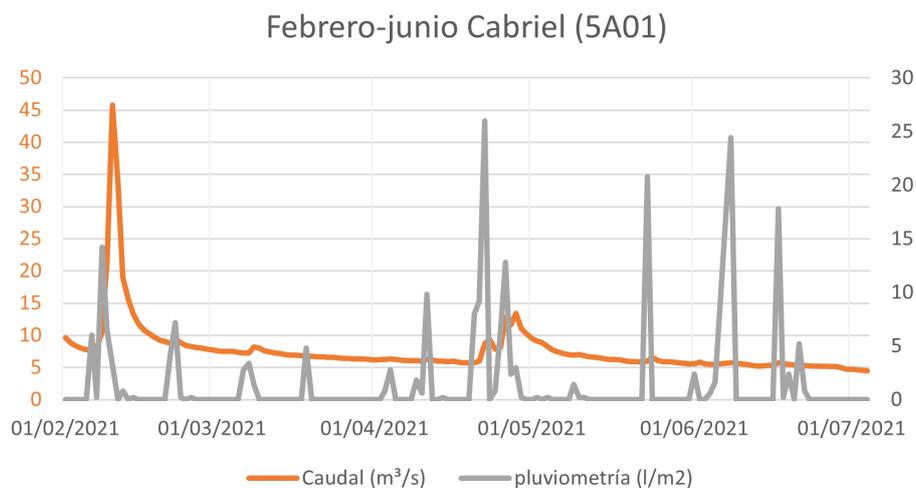


Figura 2.12: Gráfico de precipitación y caudal durante los meses anteriores al estudio. Río Cabriel. Datos obtenidos de SAIH-JÚCAR [19].

3. Metodología de investigación

3.1. Selección de Ríos y Tramos

La selección de los ríos y tramos resulta de vital importancia para la realización de este estudio. Existen varias características que han sido tenidas en cuenta:

- **Presencia de Barbos:** es importante asegurarla basándonos en la comunicación con los sectores conocedores de su existencia (“AEMS-Ríos con Vida” [17], pescadores, muestreos del Ministerio y publicaciones como Ecological models at fish community and species level to support effective river restoration [8]). Es fundamental tener una gran población de barbos en la zona para lograr alcanzar la suficiente cantidad de nidos. El hábito de frezar en ciertos puntos también es conocido por algunas personas, esa información es vital.
- **Claridad del agua:** en nuestro caso debemos poder apreciar el comportamiento de los peces a profundidades cercanas al metro, por lo que la turbidez debe ser mínima. Como predecir esto resulta imposible, ya que varía con las condiciones meteorológicas, debemos conocer la claridad del agua en los días sin arrastre adicional de sedimentos, y conseguir adecuar la agenda para no realizar visitas y/o mediciones los días de grandes lluvias y los inmediatamente posteriores. Tramos superiores de río y los transcurridos por zonas pedregosas suelen tener mayor claridad de agua.
- **Seguridad y posibilidad de vadeo:** los tramos a realizar deben poder vadearse (prof máxima no puede ser menor de 1.3m en toda su longitud) . Otro aspecto indispensable es la salud. Debemos estar seguros de que no hay peligros como crecidas de nivel por la apertura de azudes o presas, y si los hubiera, siempre tener garantizada una vía de escape rápida. Este proyecto se ha realizado en su mayoría por una sola persona, pero es recomendable tener un equipo mayor para evitar cualquier riesgo.
- **Accesibilidad:** dado lo costoso que es transportar el material y andar con la equipación de agua, es recomendable valorar el acceso en coche hasta el agua o lo más cerca posible, para así recorrer la mayor cantidad de terreno. Dado que estos peces resultan esquivos, la presencia en el agua del personal modifica su comportamiento. Por ello, es recomendable tener un camino o vía verde que recorrer andando o en otro medio para poder agilizar el proceso hasta localizar barbos en actitud de freza.
- **Antropización:** intentamos evitar los cauces muy antropizados, aunque dada la naturaleza de nuestros ríos y su conexión con la sociedad, esto resulta complicado.

Los tramos no solo se ha intentado que sean lo más homogéneos posibles, sino que también se han diseñado como unidad de trabajo, ya que cada día de visita se deben recorrer completamente. Su trazado en el mapa puede ser continuo en caso de tener total accesibilidad, o discontinuo, en caso de encontrar puntos donde no se puede acceder o no hay visibilidad.

3.2. Localización de frezaderos

Además de la selección de tramos, en la cual se trabajó con expertos, pescadores y asociaciones para aumentar la probabilidad de localizar nidos, a nivel de campo, para localizar los frezaderos, se han realizado recorridos vadeando en sentido ascendente a la corriente, vadeando en sentido descendente, recorriendo la orilla a pie, o recorriendo la orilla en vehículo hasta detenernos en puntos calientes.

Dependiendo de los conocimientos que tengamos del río, la accesibilidad y la densidad de población y comportamiento de los barbos, nos hemos decidido por una o por otra. En general, la que mejor resultado nos ha dado es el ojeo desde la orilla en vehículo aprovechando vías verdes (por la mayor capacidad de cubrir terreno y generalmente desde más alto) y la orilla a pie. Las técnicas de vadeo (sobre todo el descendente) alertan de nuestra presencia y cambian el comportamiento del barbo durante horas, pudiendo solo realizarse en aguas muy claras, tramos iluminados y poco profundos.

3.3. Recopilación de información en el río

Para lograr un estudio del microhábitat, se han de estudiar también las escalas superiores. Este trabajo se ha desarrollado a nivel de macrohábitat, mesohábitat y microhábitat, de mayor a menor escala espacial.

A nivel de macrohábitat, se han descrito las condiciones generales del tramo. Entre ellas están los apuntes más reseñables sobre la exposición solar, presencia de vegetación en las orillas, tipología de fondo, claridad de las aguas entre otros apuntes de interés para poder claramente revelar que tipología de tramos y ríos se han empleado para el desarrollo de las curvas. Además, también se ha obtenido la longitud del tramo, medida sobre la línea del eje del río definida en la más reciente ortoimagen del PNOA.

Los tramos han sido delimitados tras la visita a campo. Para así poder diferenciar entre ellos por su homogeneidad y garantizar la accesibilidad a los mismos. Las características de los tramos nos indicaran la homogeneidad de los mismos, aspecto obligatorio para el desarrollo de curvas de idoneidad

A nivel de mesohábitat, se detallan solamente los mesohábitat de cada tramo en los que se hayan encontrado barbos frezando (mesohábitats de presenica). Por la escasez inicial de puntos de freza, se amplió con la toma de datos en algunos puntos donde no se detectó la freza, ampliando así la cantidad de datos de ausencia para el posterior análisis estadístico.

Con una cinta métrica se recogen los datos de anchura media de la lámina de agua, mediante la toma de 3 muestras ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la longitud del mesohábitat). La longitud del mesohábitat puede tomarse con la cinta en el eje del río y en caso de no ser accesible o demasiado larga, mediante la ortoimagen con el procedimiento del macrohábitat.

La diferenciación de mesohábitats se realizó siguiendo los criterios de la metodología Basinwide Visual Estimation Technique, la cual divide el cauce en unidades hidromorfológicas con claras discontinuidades entre ellas. Por simplicidad, se diferencia entre las siguientes tipologías:

- Aguas bravas o lólicas: Cascadas, Rápidos y Corrientes.
- Aguas lénticas: pozas y tablas (pool, glide).

Por ello, la escala de mesohábitat podemos referirnos también a ella como la escala de unidad hidromorfológica.

Además de las medidas de longitud en el eje del río y anchura de la lámina de agua, se toman medidas de textura, refugio, velocidad media, velocidad focal y calado. Para ello se sitúan al menos 4 puntos de medida, que se corresponden con los frezaderos existentes y/o puntos a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la longitud del mesohábitat, intentando la mejor distribución en el espacio de los puntos no frezaderos. Esto obliga a seguir un método cerrado y, de esta manera, que la aleatoriedad de los puntos esté asegurada.

Por último, en cada uno de los puntos escogidos en el nivel de mesohábitat, se toman 6 medidas en cruz, 2 medidas de PRESENCIA correspondiéndose con una en el centro del nido, otra en la punta del nido (30cm aprox en la dirección ascendente del río) y 4 medidas en cruz (AUSENCIA) a 1,40, 1,20 o 1,00 metro medido desde el contorno exterior del nido, intentando siempre la mayor distancia mientras esté dentro del agua. El eje principal es el eje de la dirección principal del flujo, y el otro eje el perpendicular al anterior (ver Figura 3.1).

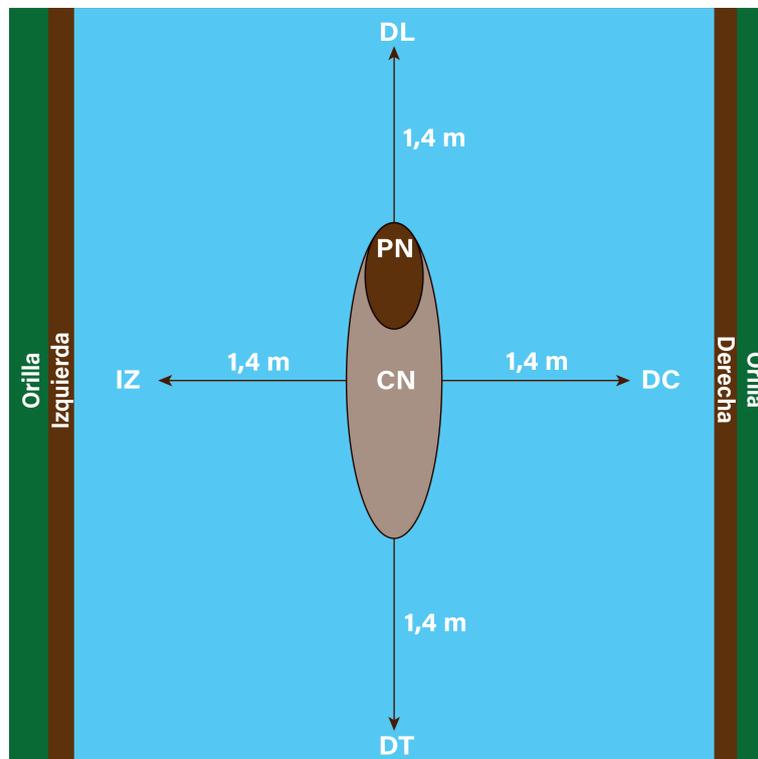


Figura 3.1: Elipse de color marrón grisáceo simula un frezadero con los seis puntos medidos, dos de uso (CN, centro, y PN, punta del nido) y los otros cuatro de ausencia (IZ, DC, DL y DT).

En cada una de las tomas de muestras se obtuvieron los datos de:

- Velocidad focal: se mide a 5cm desde el fondo, medido con correntímetro electro-magnético Valeport
- Velocidad media de la columna de agua: 40% del calado, desde el fondo.
- Calado del punto: medido con una barra graduada y precisión de 1cm.

- Tipos de refugio presentes a menos de 1,5 metros de distancia desde el centro del nido. En el caso de este trabajo han surgido los siguientes:
 1. Vegetación de orilla, como cañas, árboles semihundidos o cualquier otra protección procedente de la vegetación de la orilla.
 2. Rocas: grandes rocas donde el pez por su tamaño pudiera encontrar refugio.
 3. Vegetación acuática superficial: hidrófitos varios que ofrecieran cobertura en superficie.
 4. Algas, generalmente adheridas al fondo del río y que danzan sus fibras al son de la corriente, que sirven de refugio a los barbos.
- Textura del fondo (12 tomas, separadas 1 pulgada una de otra, en dos ejes, en el eje direccional de la corriente y transversal a él), con reglas de aluminio. Realizando 12 mediciones por cada punto de muestreo. Se utiliza la separación de 1 pulgada porque la regla escogida tenía exactamente 12 marcas correspondientes con las pulgadas, que ayudan a referenciar los puntos a los que vamos a tomar las muestras del sustrato. No se emplea la pulgada como unidad de medida por una cuestión métrica, sino por la facilidad de contar con un instrumento graduado que nos permite establecer un patrón fijo a la hora de realizar los muestreos (ver Figura 3.2).



Figura 3.2: A la izquierda: instrumento de fabricación casera para conocer los puntos de muestreo de textura: las marcas de las pulgadas coinciden con las doce mediciones. A la derecha: toma de velocidades en un rápido, río Serpis.

Con este artilugio casero basado en dos reglas de 12 pulgadas se realizó el muestreo, colocándolas perpendiculares entre si y una de ellas paralela a la corriente. Con esos doce puntos se obtiene los porcentajes de textura del suelo y el dominante de ellos. Siguiendo la clasificación de la American Geophysical Union y adaptándola a nuestras necesidades hemos establecido las siguientes clases diamétricas:

- Roca madre (roca continua)
- Bloques ($> 256mm$)
- Cantos ($64 - 256mm$)

- Gravas (8 – 64mm)
- Gravilla (2 – 8mm)
- Arena (0,62 – 2mm)
- Limos (< 0,62mm)

Roca madre no fue localizada en los tramos estudiados, pues en los mesohábitat de corrientes (que es donde se ha desarrollado prácticamente la totalidad de conteos) la velocidad focal es relativamente baja y siempre existen arenas, gravillas o gravas ocupando esos espacios “libres”. La categoría limos no es realista diferenciar en campo en estudios de esta tipología, tanto por tamaño como por facilidad de arrastre por la corriente en el momento de la toma de la muestra.

Con todo esto, resultan 4 puntos de mesohábitat X 6 de microhábitat, quedando 24 tomas de muestras totales, las cuales se han especificado en la tabla de datos como, por ejemplo, 44PN-P, siendo “44” el número de muestreo total, “PN” referido a punta nido y “P” referido a si existe presencia o ausencia de nido. Otro ejemplo podría ser 44IZ-A, siendo en el mismo número de muestreo, el tomado en el lado izquierdo (a 1,4m) y A por ser ausencia

Con este procedimiento queda clara la metodología que se ha aplicado para este estudio.

3.4. Explicación del test de Kolmogórov-Smirnov: uso selectivo del hábitat

El test de Kolmogórov-Smirnov es una prueba no paramétrica que determina la bondad del ajuste de dos distribuciones entre sí [20]. En el caso de trabajar con dos muestras como en esta ocasión (presencia y disponibilidad), el test compara las dos muestras estudiando sus funciones de distribución y es sensible a cualquier tipo de diferencia entre las dos distribuciones (tendencia central, simetría, variabilidad. . .) [9].

Este estudio comparativo entre las dos distribuciones de las dos muestras a comparar, en *Statgraphics*, nos devuelve un valor P como resultado de la comparación. Ese valor P es la probabilidad de que las distribuciones de ambas muestras pertenezcan realmente a la misma, o lo que es lo mismo, que ambas muestras pertenezcan a la misma distribución.

En este estudio, con un valor P menor de 0.05 podemos afirmar con un 95 % de probabilidad que, con los datos recogidos en campo, los datos de presencia y ausencia pertenecen a distintas distribuciones. Esto conlleva la conclusión de que con valores $P < 0,05$, los peces muestran una clara preferencia por seleccionar microhábitats (los datos recogidos como presencia) respecto a la disponibilidad existente en el río. De esta forma, damos validez a la idea de que los peces no han hecho esa elección por azar (presencia), sino que han seleccionado la ubicación para colocar el nido.

Esta prueba se realiza con variables continuas como el calado, velocidad focal o velocidad media. Es también aplicable al sustrato si trabajamos con el índice de sustrato.

Este método consiste en multiplicar por un coeficiente, ligado a su posición en la clasificación de la American Geophysical Union, el % de la textura de cada tipología de sustrato. Siendo limos el 1, arenas 2, gravillas 3 y así sucesivamente los coeficientes, se multiplican por el % correspondiente. quedando esta estructura para nuestra clasificación:

$$2\%arena + 3\%gravilla + 4\%grava + 5\%cantos + 6\%bloques = S \quad (3.1)$$

El resultado de la operación se suma obteniendo un valor representativo del tipo de textura que existe en el punto “S”, y a su vez más diferenciado del resto. Además, esta metodología nos habilita a usar el test de Kolmogórov-Smirnov para esta variable de un modo más adecuado que solamente con la textura dominante, que es como sería natural en caso de no aplicarlo.

3.5. Elaboración de las curvas de idoneidad

Las curvas de idoneidad que se pretenden realizar coinciden con las de Categoría II, son curvas de análisis de frecuencias, también llamadas curvas de uso, pues muestran que tipologías de uso o intervalos de uso del microhábitat han “escogido” los peces. En el caso de este estudio, muestran que condiciones dentro de cada variable muestreada, existían en los nidos localizados.

Estas curvas tienen la virtud de no depender tanto del ambiente como las de preferencia al no tener en cuenta los datos de disponibilidad. Además, ligado a la metodología de igual esfuerzo [10] se reducen los errores de la disponibilidad del hábitat a los que nos referimos en las curvas de preferencia [11], mostrando de manera fiel (dependiendo de la cantidad de datos recabados) las características de los puntos empleados para la freza (en nuestro caso).

Las curvas son específicas para especie y estado de madurez, pues su comportamiento y ubicación varía con dichos cambios (entre otros). También lo son según la actividad que desarrolle el pez dado que el pez se desplaza y cambia de ubicación según la actividad que realice (alimentarse, descansar...), en nuestro caso, la freza. Para elaborar las curvas de idoneidad, una por cada río y variable, además de una genérica para cada variable, se dividen las frecuencias de cada intervalo entre la frecuencia mayor, obteniendo así una curva normalizada. Se grafican y se les aplica una serie de correcciones que faciliten su uso práctico y eviten problemas derivados de la traducción matemática-estadística de los datos. De esta manera, con estas correcciones, se obtiene una curva de idoneidad que se considera adecuada para su aplicación en ríos de la misma tipología.

La primera corrección consiste en especificar un mínimo de 0.2 de idoneidad para todo el intervalo de calados y velocidades muestreado. La razón principal de especificar un valor mínimo distinto de 0 es porque en ciertos programas como Rhyhsim evita resultados erróneos [12]. Además, no conocemos si pueden darse nidos en condiciones extraordinarias comparado con las que se toman en este estudio, por lo que aplicar unos valores mínimos en circunstancias realistas es interesante. Como circunstancias realistas se entienden velocidades a las que, por sus dimensiones, el pez pueda desenvolverse y calados a los que resulta posible (aunque extraño) localizar nidos.

La segunda corrección que se realiza se aplica solamente a la curva genérica o total calculada, con intención de homogeneizar los resultados. Consiste en suavizar la curva para evitar grandes picos y huecos generados de las diferencias entre ríos. De este modo obtenemos curvas más sólidas, aplicables a mayor cantidad de circunstancias.

La tercera corrección, se realiza en el intervalo de máxima idoneidad. Los picos correspondientes a un solo valor en el eje horizontal no tienen sentido cuando trabajamos con intervalos de datos de una cierta anchura, por lo que dichos picos deben quedar con la

anchura correspondiente al intervalo de datos en el que se ubiquen, representando que en todo el intervalo el valor es uniforme.

Con estas curvas, en resumen, conseguimos expresar las condiciones donde los peces acaban depositando los huevos en los ríos estudiados.

4. Especie objetivo

Se trata de una especie de barbo alargado, con coloraciones que varían de tonos grisáceos a pardos oscuros. Por regla general, es de tamaño mediano, con un peso en los adultos de entre los 250 gr hasta los 3000 gr y/o 60 cm, superando rara vez estas cifras [18].



Figura 4.1: Especie objetivo: *Luciobarbus guiraonis*

Su anatomía con una boca orientada hacia el fondo determina que se trata de un pez bentónico, que se alimenta principalmente de larvas de insectos y lombrices que busca entre el sustrato y las algas. La fruta de temporada como higos y moras también forman parte de su dieta. Es sabido que pueden variar su alimentación según la disponibilidad de esta, llegando a capturar peces y cangrejos.

Tiene preferencia por habitar aguas lóxicas, con cierta corriente, aunque pueden vivir también en aguas embalsadas. Pueden desarrollarse tanto en aguas claras como en turbias, ayudados por lo desarrollado de su vista y olfato, aunque prefieren las primeras.

La dificultad para diferenciar especies ibéricas de barbos a simple vista es muy alta. Además, según el ambiente que frecuenten, su sexo y su edad, puede cambiar su pigmentación tomando tonos más claros u oscuros. Por su distribución, morfología y capturas tanto por las administraciones como por mí, puedo asegurar que el barbo predominante en nuestra zona de estudio es *Luciobarbus guiraonis* o barbo mediterráneo. Este pez puede localizarse en toda la cuenca mediterránea. De todos modos:

“El aislamiento reproductivo entre las especies ibéricas de los géneros *Barbus* y *Luciobarbus* no es completo y hay permeabilidad al flujo de genes en áreas de simpatria de algunas especies. *L. guiraonis* del río Júcar presentan ADN mitocondrial de *Barbus haasi*”. [13]

“Se diferencia de otras especies ibéricas de *Luciobarbus*, excepto *L. graellsii*, por tener el último radio de la aleta dorsal sin denticulaciones o muy débiles en adultos. Se diferencia de *L. graellsii* por tener la cabeza más corta con labio inferior menos desarrollado. Las barbillas, generalmente más cortas, no sobrepasan las anteriores el borde anterior del ojo ni las posteriores el borde posterior”. [16]

La depredación por especies invasoras es uno de los mayores peligros para su supervivencia, también lo son las discontinuidades que impiden el ascenso primaveral de los barbos para la freza. Este hecho pude corroborarlo en el río Turia, a la altura de Manises. La calidad del agua también es un aspecto para tener en cuenta cuando se trata de preservar esta especie, siendo los vertidos la principal causa de muerte espontánea de poblaciones adultas de estos peces.

En la actualidad, su estatus de conservación es vulnerable y con tendencia regresiva, con Categoría global IUCN (2006): vulnerable A3ce; y Categoría IUCN para España (2011): Casi Amenazada NT [16].

En cuanto a la freza, con la llegada de las “nieves” a la orilla de los chopos, los barbos comienzan su ascenso, reuniéndose grandes grupos bajo los obstáculos como presas o cascadas. La actividad de remontar los ríos se ve potenciada con las crecidas primaverales. Su carrera finaliza al localizar un sector de sustrato limpio en la corriente, como veremos más adelante en los resultados. Allí, las hembras se turnan para depositar en varias ocasiones las huevas. Los machos, por su parte, intentan excitar a las hembras mediante persecuciones y leves cabezazos en el vientre mientras nadan al mismo compás. Este ritual de apareamiento se sucede en cada uno de los nidos localizados.

Es común que varios machos participen en la fecundación al mismo tiempo. En el segundo que la hembra limpia a coletazos el sustrato y deposita los huevos simultáneamente, todos los machos en 15 metros alrededor acuden ipso facto a proyectar su esperma. Las huevas, de tamaño no visible en el agua, quedan entremezcladas en la nube de esperma y limos que se levanta en el momento de éxtasis y derroche de energía. Este proceso dura de 2 a 4 segundos.

El nido en sí no es reconocible si no vemos la fecundación in situ. Otros peces, como las truchas, hacen nidos excavados en el sustrato de tamaño variable dependiendo de los progenitores [15], los cuales mantienen limpios para asegurar la supervivencia de las huevas.

El black bass, pez muy territorial y protector, limpia y protege la zona de rocas y gravas donde coloca los huevos ante cualquier visitante incauto. Otros ciprínidos, como la carpa o el alburno (*Alburnus alburnus*) prefieren realizar sucesivas puestas en las orillas, convirtiéndose el agua en una fiesta de actividad y ebullición cuando se acumulan suficientes progenitores. La actitud del barbo mediterráneo es muy parecida a la del resto de ciprínidos, cuya estrategia se basa en la liberación de miles de pequeños huevos en

sucesivas ocasiones, en un ambiente escogido, no modificado por el pez, lo que hace muy difícil la toma de datos al no dejar rastro en el agua.

Este inconveniente es la gran limitante de la cantidad de datos recopilados para el estudio, ya que es muy costoso localizar zonas querenciosas para la freza y esperar apostado en la orilla a que los peces realicen sus menesteres sin detectar la presencia humana.

5. Resultados

5.1. Resultados a escala macrohábitat

Los tramos muestreados se pueden ver en la tabla del anexo I. En total suman 38,7 km en 6 ríos. La forma de recorrerlos ha sido distinta según las características de cada uno. La tabla mencionada resume las características a escala de tramo o macrohábitat tomadas en campo. Puede resultar de utilidad en caso de realizar un estudio de microhábitat no ceñido a los frezaderos.

En los ríos donde se recogieron datos, también se realizó una gráfica de precipitación-caudal de los días cercanos a la visita (con los datos de las estaciones más cercanas), para poder ver si variaciones de caudal o precipitaciones alentaban a la freza a los barbos.

En este apartado cabe recalcar que las lluvias del día 10 de mayo, visibles en la gráfica del Río Turia, alentaron a los barbos a remontar las corrientes e intentar salvar el muro de contención del canal de salida de agua de la central de “Aguas de Valencia” localizado en Manises (39°31'17.7"N, 0°30'29.7"W) conforme el agua que saltaba por el muro de contención desapareció (por la bajada del caudal), los peces retornaron al río y abandonaron la idea de saltar la cascada que se producía en dicho muro. Esto puede verse en los videos y fotos anexados. Link del video <https://streamable.com/t3w3f0>

Las lluvias reflejadas en la gráfica del río Tuejar también resultaron positivas. El único nido encontrado en este río se localizó el día posterior al que se produjeron las lluvias (24 de mayo).

La disminución continuada del caudal en el río Júcar y ausencia de precipitaciones, coincide con la reducción de la actividad de la freza de los barbos, la cual se notificó en el diario de visitas. La información aportada por AEMS-Ríos con Vida nos informó también de ello.

5.2. Resultados a escala mesohábitat

A escala de la unidad hidromorfológica existe una clara distinción. Los peces escogen corrientes ya que, respecto a toda la amalgama de tipologías existentes en nuestros ríos, colocaron los nidos 18 de 19 veces en ellos. Las corrientes, en general, se caracterizan por tener una velocidad media menor a 0.4 m/s y profundidades de entre 0.20 y 0.40. [14]. En nuestro caso, los datos recogidos en corrientes resultan distintos para las velocidades (siendo ligeramente mayores y muy variables, con un valor medio de 0.48 m/s), sin embargo, los calados sí que coinciden (con una media de 0.27 m/s). Esto nos indica que prefieren

escoger corrientes rápidas y someras.

En los otros mesohábitats donde encontramos nidos (una poza) los datos de presencia indicaron 0,412 m/s de velocidad media y 0,37 m de calado, datos que podrían perfectamente pertenecer a una corriente como el resto. Es común que dentro de una unidad hidromorfológica existan ambientes diversos que puedan asemejarse más a otras tipologías de mesohábitat. Por ello, es necesario un estudio de microhábitat, más preciso.

Otra característica común de todos los mesohábitat donde se localizaron nidos es la preexistencia de un sustrato limpio. Esta es sin duda la característica más dominante de todas. Los barbos escogen mesohábitats en los que el sustrato de granulometrías mayores (arenas, gravillas, gravas. . .) no está cubierto por limos o pequeñas algas filamentosas. Link aquí para ver video donde se aprecia la limpieza del sustrato : <https://streamable.com/k1zq5r>

Existen principalmente tres razones por las que dicho sustrato puede estar limpio respecto al de su alrededor en el caso del barbo.

- Corriente fuerte en el fondo, que mantiene libre de limos, lodos y arenas el sustrato.
- Sombras durante la mayoría de horas de sol (por orientación, cobertura arbórea. . .) que evitan la proliferación de algas en el sustrato.
- Puntos de alimentación, donde carpas y barbos suelen remover el sustrato en busca de que la corriente deposite en estos lugares alimento, o porque son lugares donde se desarrollan con éxito microorganismos que forman parte de su dieta, por lo que la corriente arrastra las texturas finas que levantan los peces.

Con esto también se quiere expresar que en ningún momento se vio a barbos limpiar el sustrato con actitud de frezar posteriormente en el lugar como sí hacen otras especies como la trucha. En el desove es el único momento en el que el pez dota de agitación suficiente el ambiente como para levantar texturas menores, pero previamente ya había seleccionado un sustrato notablemente mas limpio que el de alrededor.

En relación con el mesohábitat, en la tabla siguiente (Tabla 5.1) se pueden ver los mesohábitats muestreados con sus correspondientes longitudes y anchuras, a la que se le ha añadido la distancia a la orilla del nido medio y otra columna reflejando el porcentaje respecto a la anchura media. Con ello podemos hacernos a la idea de a qué distancia de la orilla sitúan los peces el nido. En el caso del mesohábitat "1_C_6_TR" debido a la forma de embudo del tramo se obtienen valores de % calculado mayores del 50 % (lo que indica que no estaría tomada la medida de distancia a la orilla más próxima) , por ello en lugar de usar la medida media de anchura del tramo, dado que los dos nidos están próximos a la línea imaginaria de 1/4 de anchura, se tomó justo esta medida de anchura para corregir el problema.

Tabla 5.1: Mesohábitat.

| NOMBRE | TRAMO | TIPOLOGÍA | ANCHURA MEDIA (m) | LONGITUD (m) | DISTANCIA (m) NIDO - ORILLA | % ANCHURA MEDIA RÍO (m) |
|-----------|-------|-----------|-------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1.C.1.SP | 1.SP | CORRIENTE | 4.16 | 75.78 | 1.41 | 34% |
| 1.C.10.SP | 10.SP | CORRIENTE | 17.79 | 101.18 | 2.33 | 13% |
| 1.C.2.JC | 2.JC | CORRIENTE | 8.39 | 124.11 | 3.83 | 46% |
| 1.C.3.TJ | 3.TJ | CORRIENTE | 7.39 | 268.24 | 2.19 | 30% |
| 1.C.3.TR | 3.TR | CORRIENTE | 17.13 | 59.3 | 5.34 | 31% |
| 1.C.4.TR | 4.TR | CORRIENTE | 15.97 | 33.34 | 2.64 | 17% |
| 1.C.6.TR | 6.TR | CORRIENTE | 15.77 | 20.22 | 7.98 | 51%-36% |
| 1.C.7.SP | 7.SP | CORRIENTE | 10.55 | 75.57 | 4.55 | 43% |
| 1.T.1.SP | 1.SP | TABLA | 12.61 | 20.05 | 2.93 | 23% |
| 2.C.4.TR | 4.TR | CORRIENTE | 9.48 | 37.36 | 1.39 | 15% |
| 3.C.1.SP | 1.SP | CORRIENTE | 6.02 | 16.44 | 1.28 | 21% |
| promedio | | | | | 3.26 | 28% |

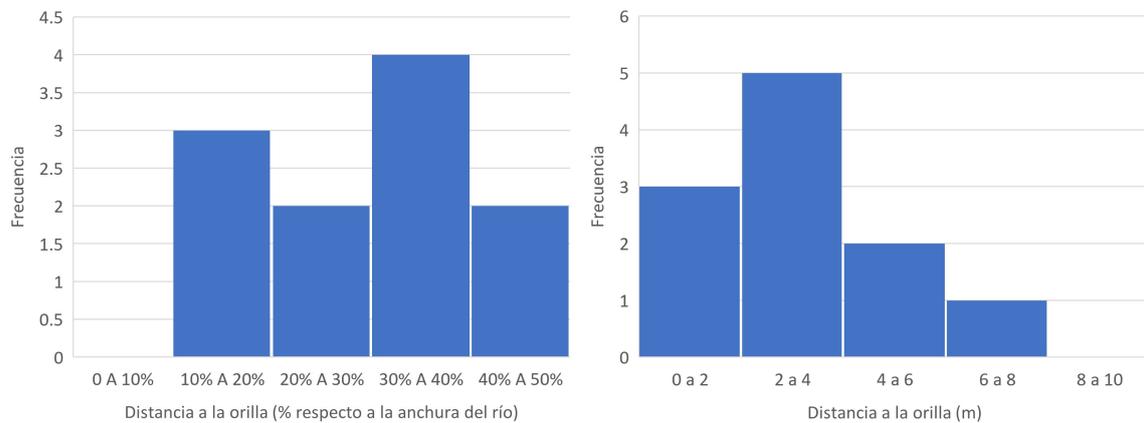


Figura 5.1: Frecuencia con que se hace el nido en función de la distancia a la orilla.

Con esto podemos ver que los peces tienen total independencia sobre a qué distancia de la orilla ubicar sus nidos, por lo que si realmente escogen la ubicación del nido dentro del mesohábitat no es debido a la distancia a la orilla.



Figura 5.2: Barbos en posiciones y actitudes de freza. Río Serpis, bajo el “Molí de l’Infern”.

5.3. Resultados del estudio del microhábitat

El trabajo para conseguir nidos es muy costoso, 2500 km de conducción y más de 300 horas de campo solo dieron como resultado 38 datos de presencia en total (19 nidos). A continuación, se muestran los datos de disponibilidad, es decir, todos los datos recopilados. Primeramente de forma general y posteriormente de forma separada por cada río para las 5 variables que hemos estudiado (calado, velocidad focal, velocidad media, sustrato y refugio).

Por tratarse de variables de distinta naturaleza, se han graficado de manera distinta. Las continuas se trabajan en histogramas a los que se les ha añadido una línea para poder comparar mejor visualmente con el resto de los ríos. Mientras que las nominales (sustrato dominante y Refugio) se muestran en gráfico de barras sin línea de tendencia.

La variable Sustrato, además de trabajarla de forma categórica mediante el sustrato dominante, también se ha calculado a partir del índice de sustrato. De esta forma se puede aplicar metodología estadística para variables continuas como el test de Kolmogórov-Smirnov. Además, al no trabajar solamente el sustrato dominante, sino un valor calculado a partir de los % de cada tipología de textura, resulta más representativo, aunque la numeración resultante no se corresponda directamente con tipologías de texturas, sino que los números mayores corresponden generalmente con granulometrías mayores (debido a las ponderaciones del método) y los números menores con granulometrías menores.

Con los datos adquiridos, no se ha recopilado la información suficiente como para caracterizar todos los tramos, pues han quedado muchas tipologías de mesohábitats por cubrir. Tampoco era el objetivo de este estudio, pues nos centramos en el microhábitat del barbo en freza, por lo que los datos deben proceder de mesohábitats en los que se ha detectado presencia.

Por otro lado, sí que podemos garantizar que con la información recopilada podemos caracterizar cómo es la tipología de ubicación donde los barbos nidifican y por tanto para el desarrollo de curvas de idoneidad del microhábitat, aunque una toma de muestras continuada durante varios años hubiese dotado de mayor cantidad de datos y por tanto mayor rigor a este estudio. El conjunto de datos totales de presencia y ausencia (disponibilidad), indican una mayor abundancia en el conjunto de los ríos para los calados entre 0,2 y 0,3 m; la mayor disponibilidad de velocidad focal (a 5cm del suelo) en 0.3 m/s; una mayor disponibilidad de velocidad media entre 0,4 y 0,5 m/s; una dominancia de los puntos sin refugio, aunque con presencia notable de refugio de orilla; y predominancia de la grava como sustrato

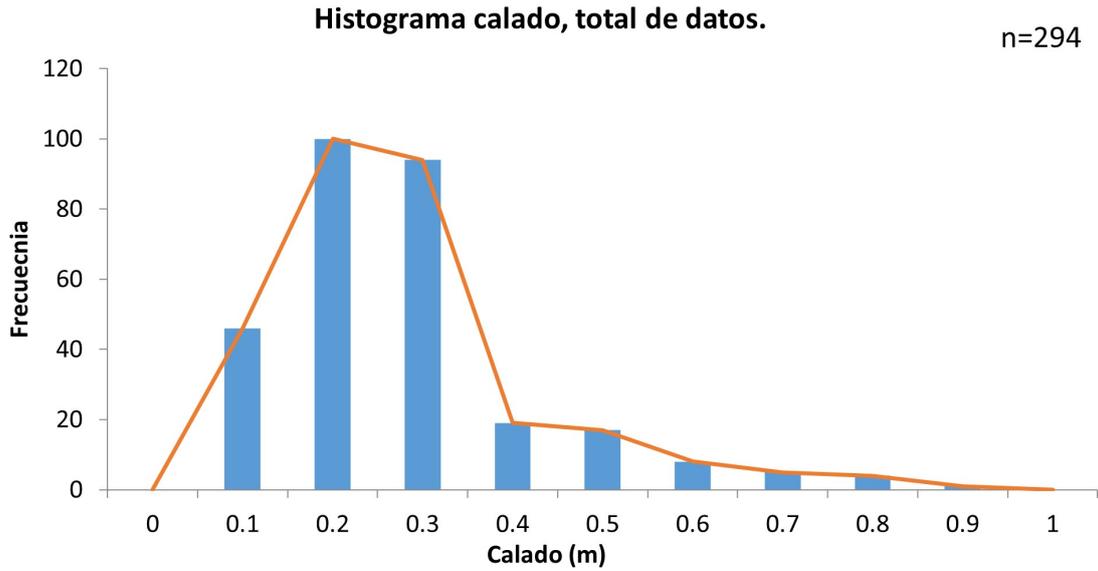


Figura 5.3: Histograma disponibilidad de calado.

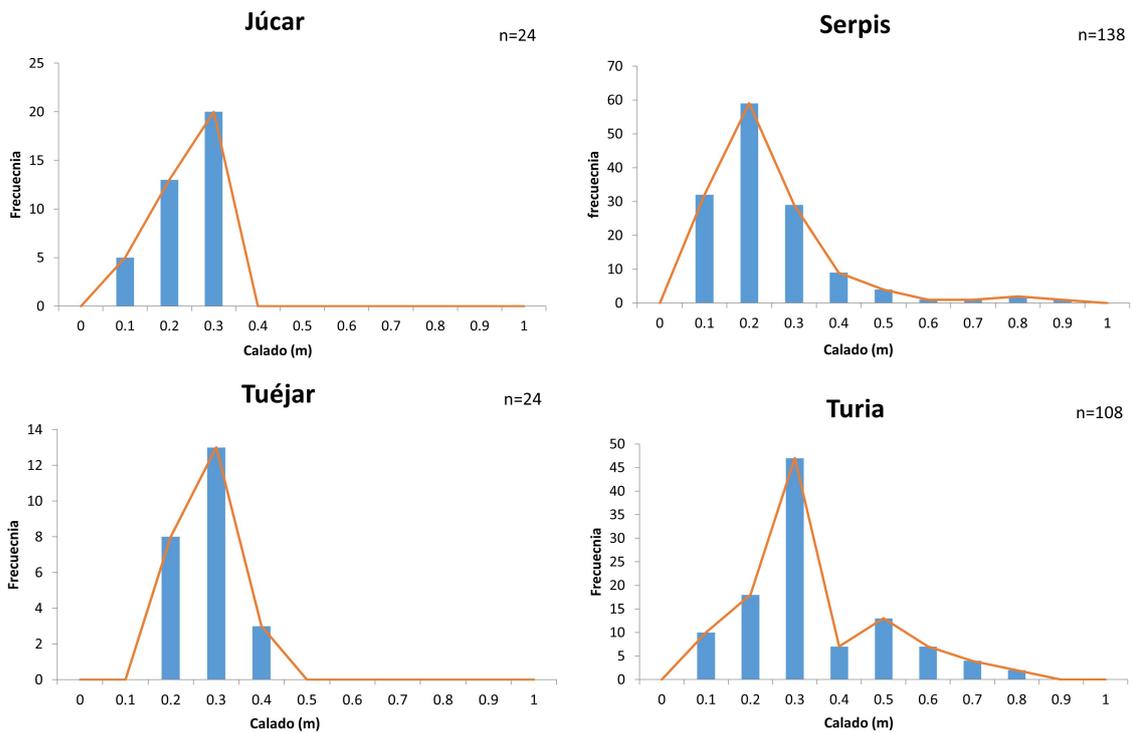


Figura 5.4: Histogramas de disponibilidad de calado de los ríos área de estudio.

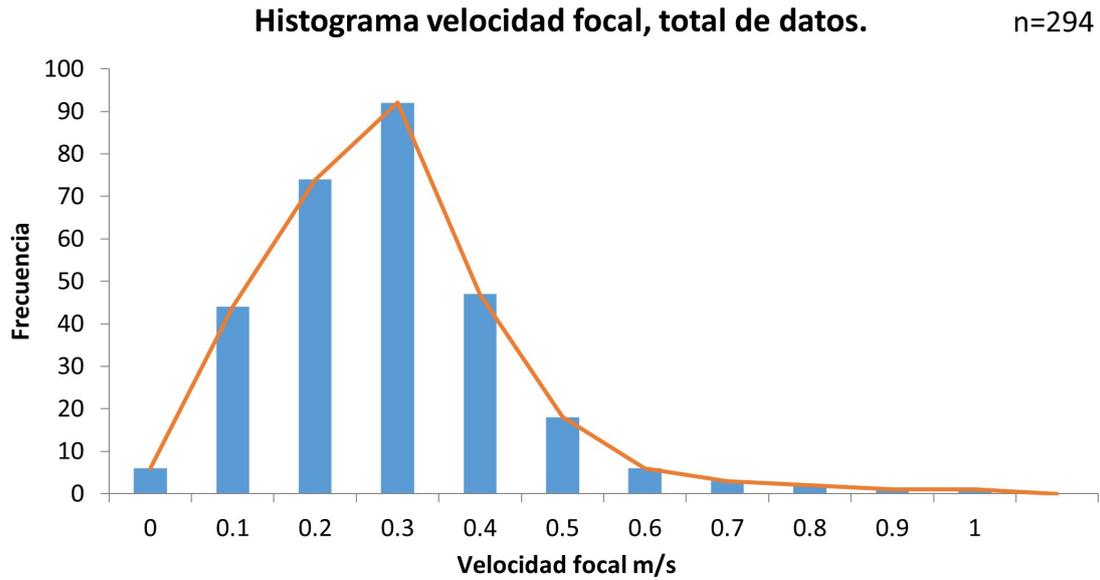


Figura 5.5: Histograma de disponibilidad de velocidad focal.

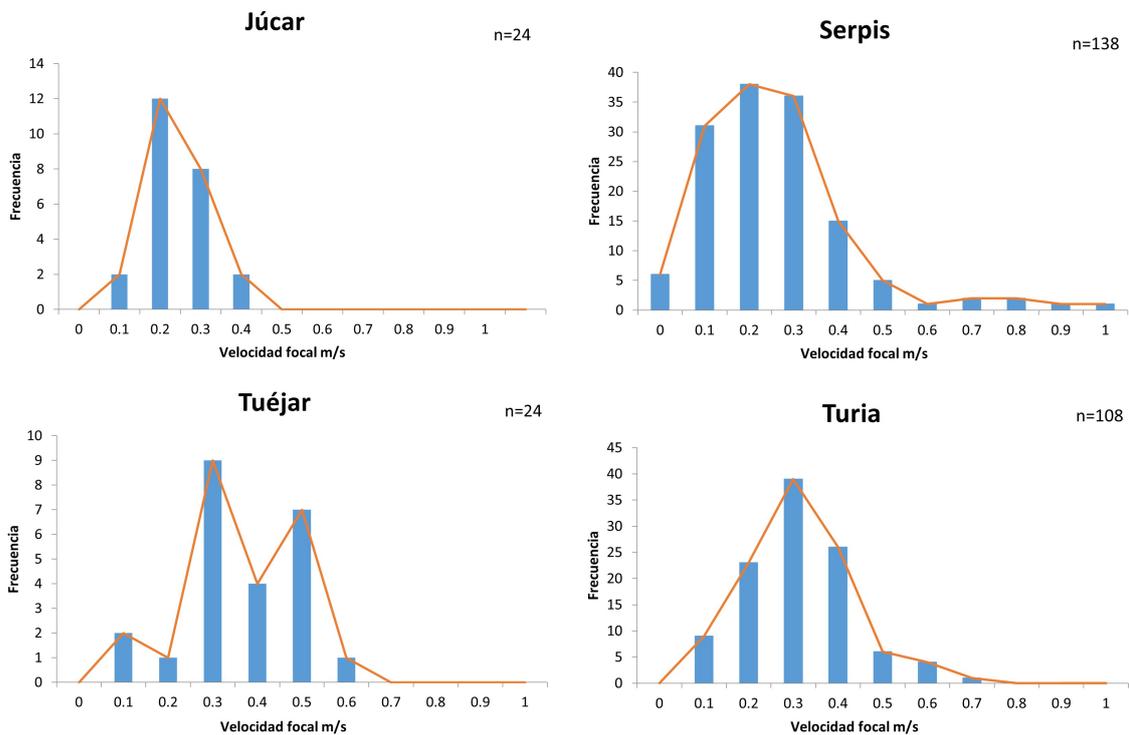


Figura 5.6: Histograma de disponibilidad de velocidad focal de los ríos área de estudio.

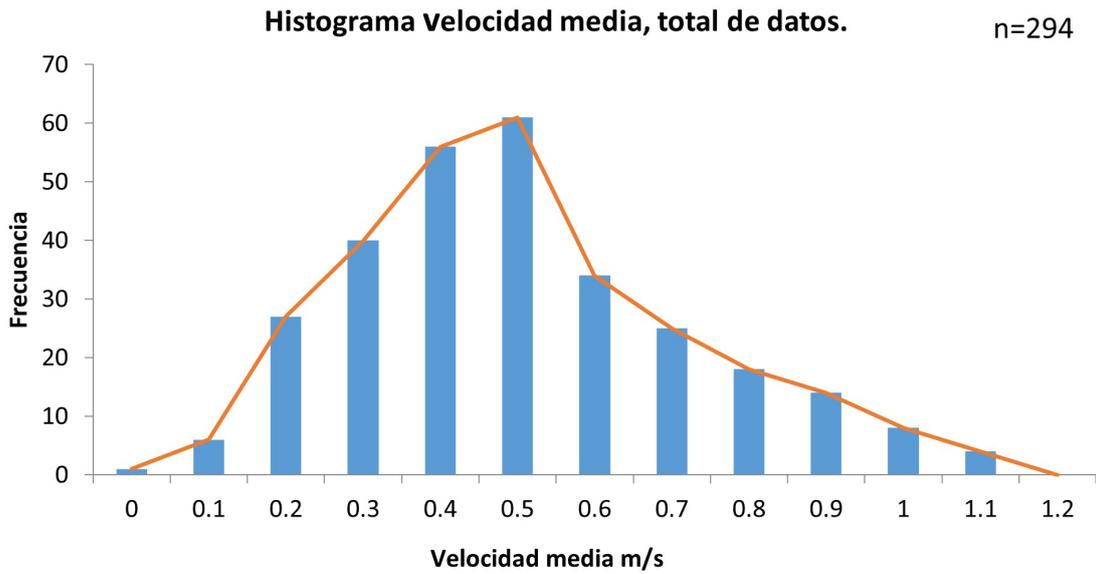


Figura 5.7: Histograma de disponibilidad de velocidad media.

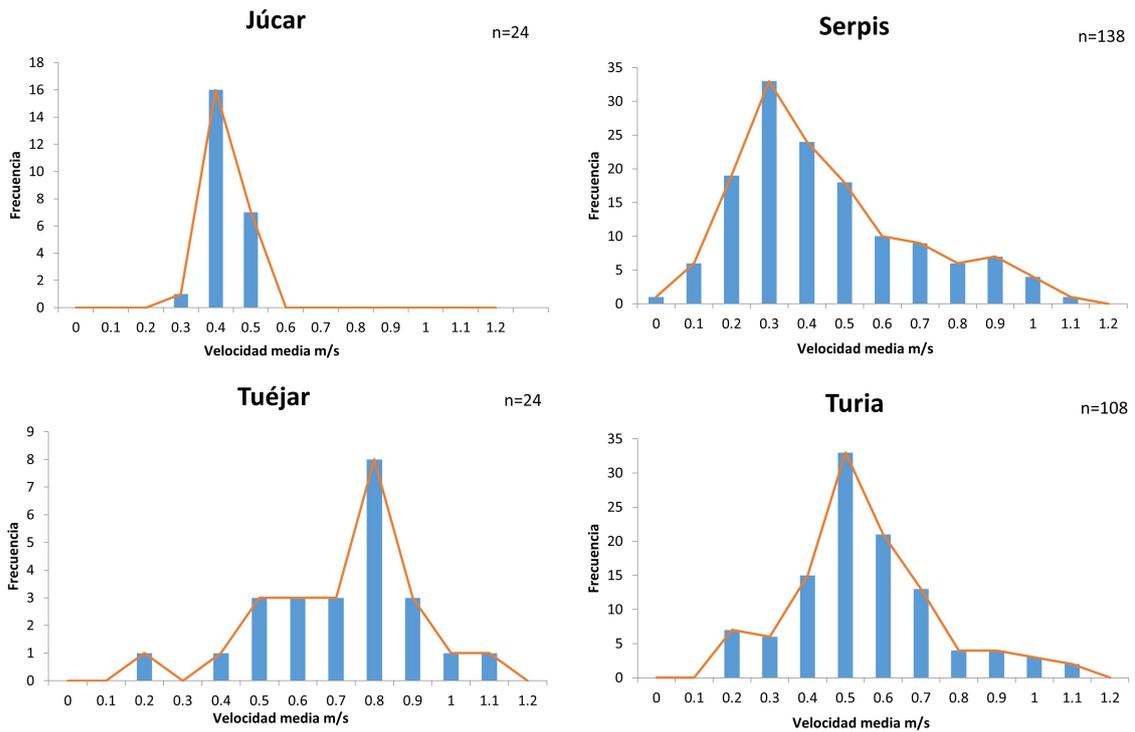


Figura 5.8: Histograma de disponibilidad de velocidad media de los ríos área de estudio.

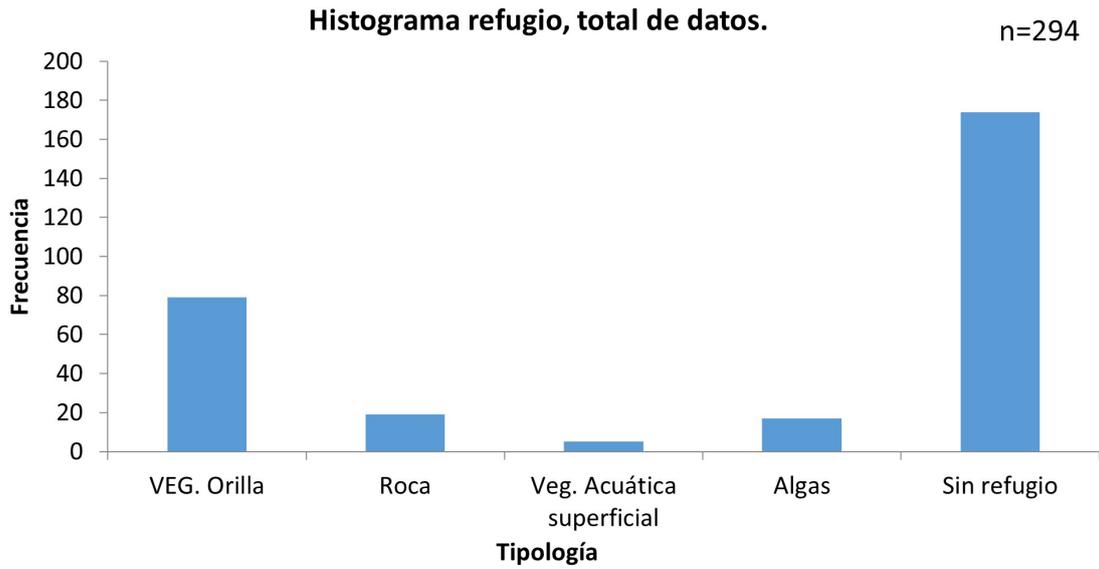


Figura 5.9: Histograma de disponibilidad de refugio.

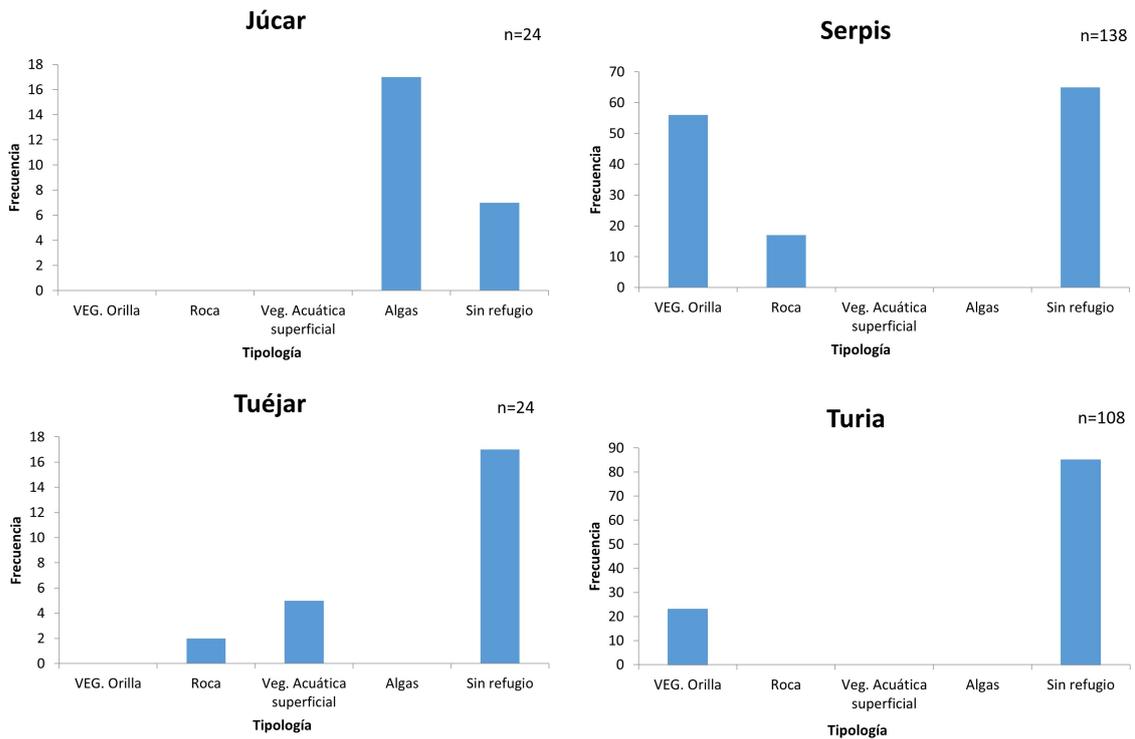


Figura 5.10: Histograma de disponibilidad de refugio de los ríos área de estudio.

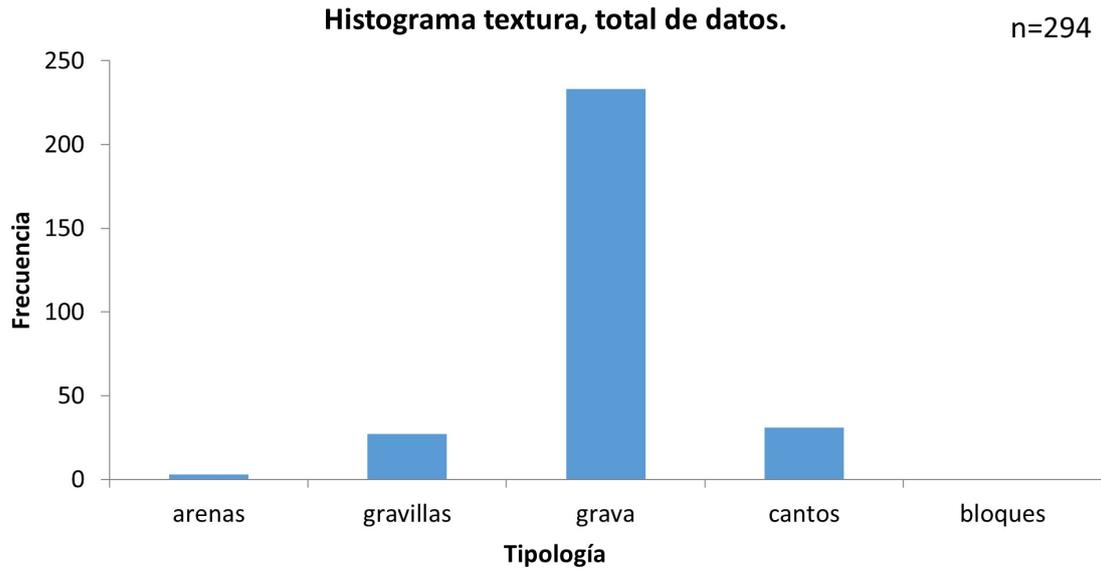


Figura 5.11: Histograma de disponibilidad de textura.

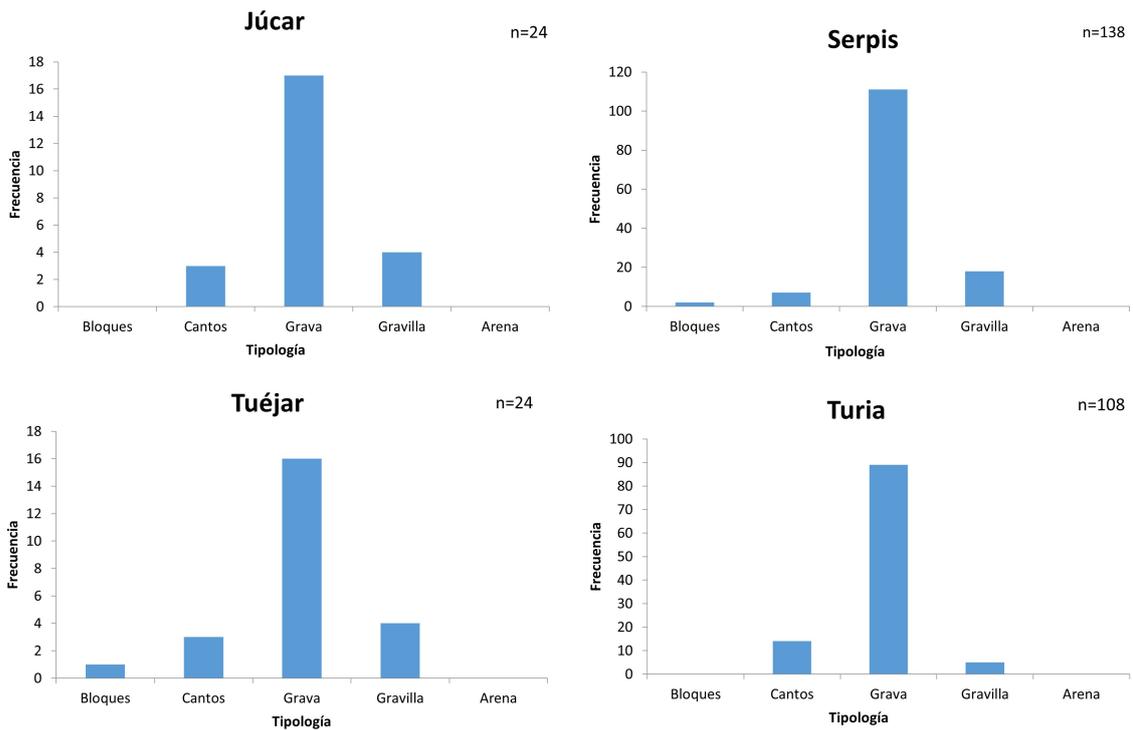


Figura 5.12: Histograma de disponibilidad de textura de los ríos área de estudio.

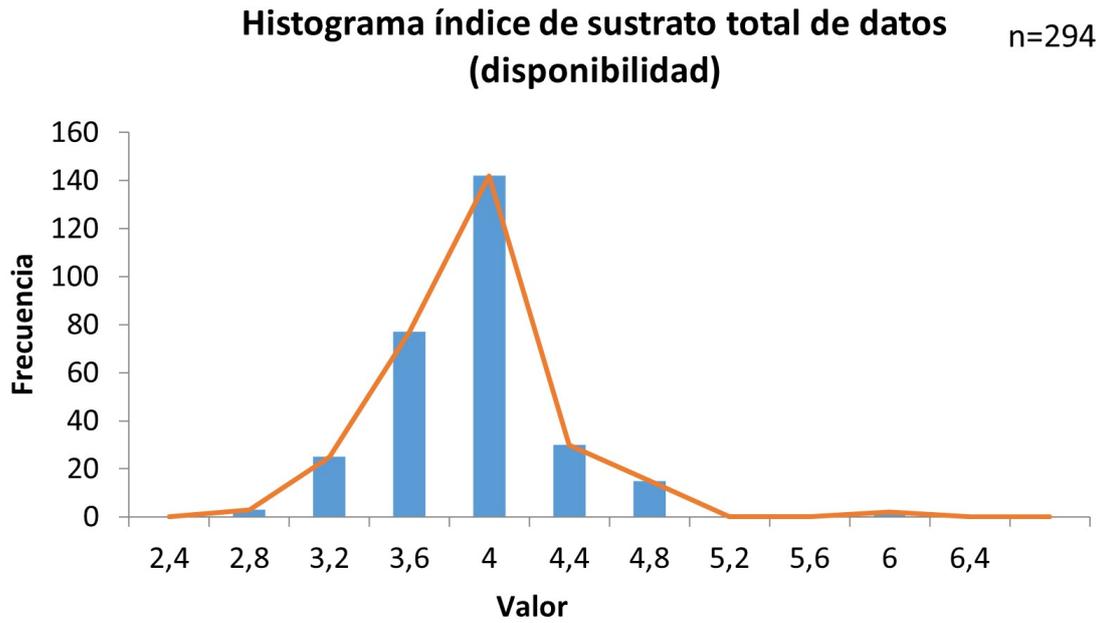


Figura 5.13: Histograma de disponibilidad de índice de sustrato.

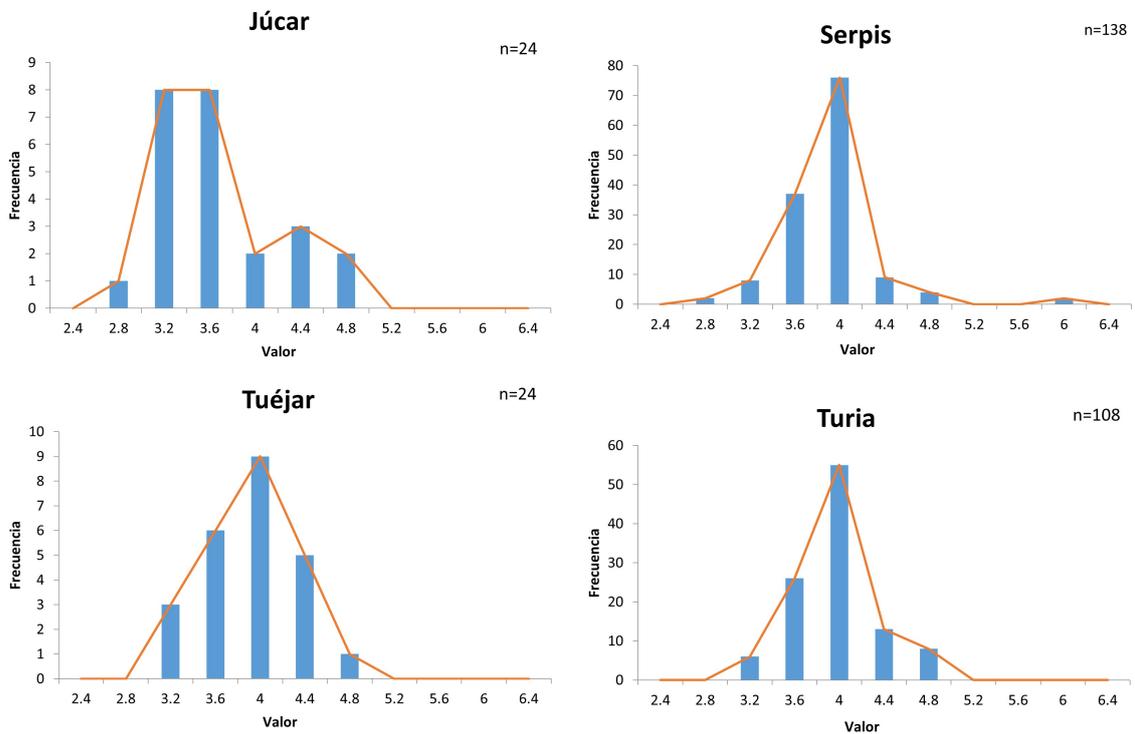


Figura 5.14: Histograma de disponibilidad de índice de sustrato de los ríos área de estudio.

5.4. Resultados test de *Kolmogórov-Smirnov*

Como se explicó anteriormente, esta prueba nos permite clarificar si los barbos de cada río han realizado la elección de donde ubicar el nido premeditadamente o de manera azarosa comparando ambas distribuciones (presencia y ausencia). Solo podemos realizarlo con variables continuas, por lo que la variable refugio queda fuera de esta prueba.

Si se trabaja con datos con mayores diferencias entre sí, como por ejemplo para estudios de mesohábitat, en los que se recopila información con mayor variabilidad por ser en pozas, rápidos, tablas... esta prueba es capaz de mostrar con claridad las diferencias. Al tratarse de un estudio de microhábitat y los datos estar mucho más concentrados en el espacio (sobre todo los recogidos cercanos al nido) hace que sea mucho más difícil que el test no falle en algunas variables al tratarse de datos más homogéneos.

En adición a esto, los mesohábitat de corrientes (donde se recogieron la mayoría de los datos) son relativamente uniformes en los tramos visitados, siendo común que mantengan calados, velocidades y texturas durante muchos metros cuadrados. Con todo ello, el test también ha conseguido resultados con $P < 0,05$, o lo que es lo mismo, que certifica con un 95 % de probabilidad que los puntos de presencia forman una distribución distinta a la de disponibilidad.

Para la variable textura, no se han utilizado los datos directos o de textura dominante como cabría esperar, sino que se ha obtenido un índice de sustrato con la metodología explicada anteriormente y posteriormente se ha aplicado el test de Kolmogórov-Smirnov. En la Tabla 5.2 se pueden apreciar los resultados en los ríos donde se han encontrado nidos. Los ríos Júcar y Tuéjar quedan excluidos por falta de datos, con un nido por río no es posible realizar con fiabilidad este test.

Tabla 5.2: Test de *Kolmogórov-Smirnov*. El * significa que existen diferencias estadísticas significativas.

| | Calado | V. focal | V. media | Textura (índice de sustrato) |
|--------|--------|----------|----------|------------------------------|
| SERPIS | 0,145 | *0,021 | *0,0004 | *0,01 |
| TURIA | *0,021 | 0,109 | 0,530 | *0,0095 |

En el río Serpis, lugar donde más tipologías de mesohábitats se muestrearon, la prueba falla solamente en el calado, mientras que en el resto de las variables nos confirma que los peces hacen selección. Posiblemente el que el calado haya fallado ocurra porque la mayoría de los datos proceden de corrientes, y la profundidad de dichas corrientes es muy homogénea, estando entre 0.15 y 0.40 m el 71 % de los datos, siendo este intervalo la profundidad a la que se han localizado todos los nidos en todos los ríos. Esta coincidencia conlleva a que en la variable calado falle el test, lo que nos indica la homogeneidad de las corrientes y/o que no tienen clara preferencia por escoger una profundidad determinada dentro del espectro que existe en una corriente de este río.

En el río Turia, donde también se pudo recoger un número importante de muestras, falla principalmente las velocidades. Esto puede deberse a que los peces no seleccionan por la velocidad a nivel de microhábitat, pudiendo adaptarse a multitud de condiciones.

En resumen, se puede concretar que, en el río Serpis, las velocidades y el sustrato resultan decisivas a la hora de escoger el punto para situar el nido, mientras que en el Turia lo son la textura y el calado.

5.5. Resultados de las curvas de idoneidad

A continuación, se explican los resultados de las curvas de idoneidad. Estas curvas solo se realizan para variables continuas. La textura o sustrato podemos entenderla como tal para este asunto, por existir un orden claro equivalente a clases diamétricas.

El refugio queda exento del desarrollo de curvas, limitandose a la representación en histogramas. Se han realizado las correcciones necesarias ya explicadas en el apartado de metodología. Como ya se hizo referencia en dicho apartado, se han graficado de dos modos distintos, y también se han desarrollado unos gráficos comparativos para poder entender de mejor modo la situación.

Los gráficos “A” corresponden con una posible representación de los datos de los 4 ríos, normalizando cada río por separado, y después uniéndolos en la misma gráfica. Cabe recordar que las curvas de Tuéjar y Júcar no resultan sólidas por contar solamente con la presencia de un nido.

Los gráficos “B” corresponden con la representación de las frecuencias registradas considerando todas juntas y después normalizando todos los datos juntos y no por separado. En esta podremos observar que importancia tiene cada río en la curva final y como sería dicha curva. A esta curva se le denomina “Suma frecuencias 4 ríos” por ser resultado de la frecuencia de todos, y no de la idoneidad de cada río por separado, donde la escasez de nidos hace que ponderen de manera diferente según a qué río pertenezcan.

Se considera un valor “adecuado” cuando la idoneidad supera el valor de 0,5, y un valor “óptimo” cuando supera el 0,8.

5.5.1. Variable calado

En la Figura 5.15 se puede ver como los máximos de cada río ocupan distintas posiciones. Tuéjar y Júcar, con la misma distribución, se obtendría el máximo de idoneidad en el intervalo 0,20. El río Serpis, presentaría idoneidades altas entre 0,1 y 0,3, teniendo su máximo en el intervalo 0,25. El río Turia, levemente más alta, pudiendo tener su máximo en los intervalos de 0,25, 0,30 y 0,35.

En la Figura 5.16 se puede ver como la máxima idoneidad del calado se daría en el intervalo de 0,25 (0,225 y 0,275), siguiendo la norma establecida por los Serpis y Turia, con valores altos entre 0,15 y 0,33 aproximadamente.

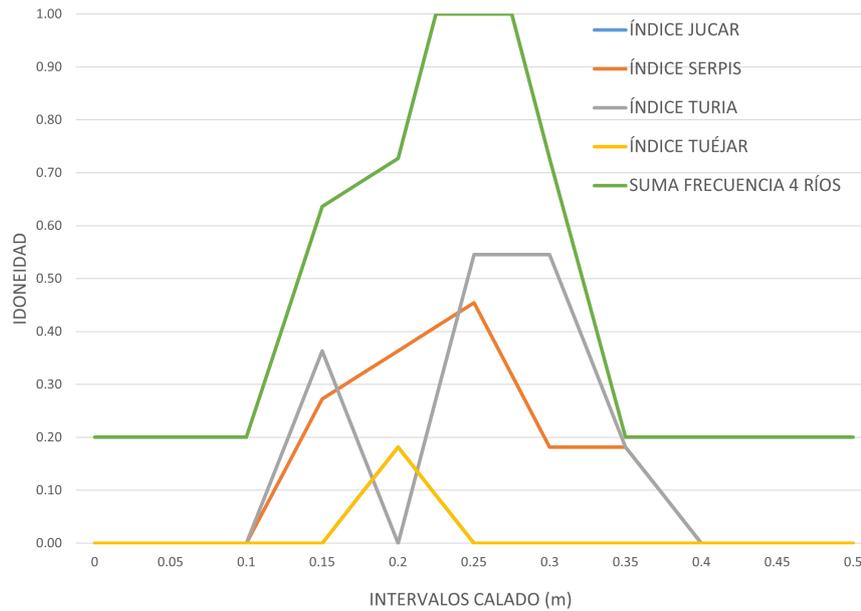


Figura 5.15: Análisis de frecuencias por el método (A) para la variable calado. Curva de Júcar se solapa con la de Tuéjar en todo su trazado.

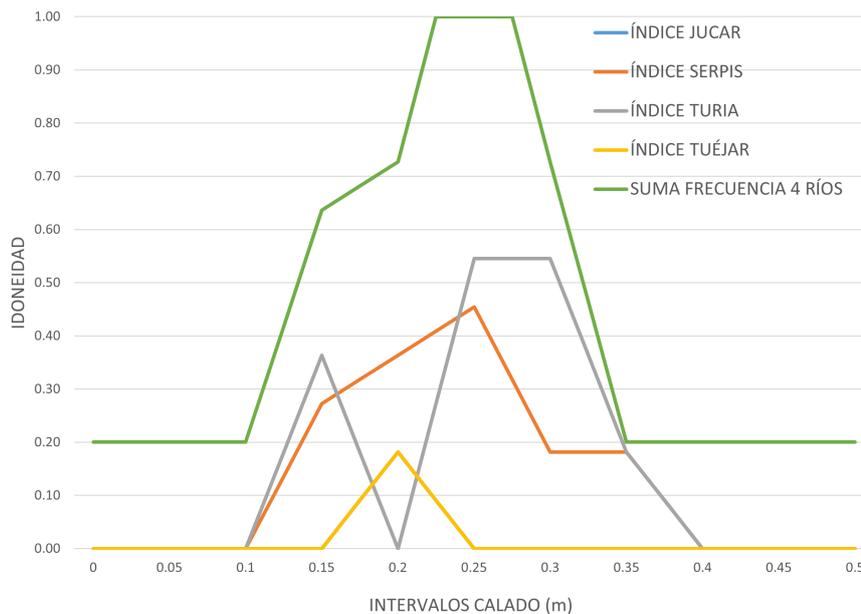


Figura 5.16: Análisis de frecuencias por el método (B) para la variable calado. Curva de Júcar se solapa con la de Tuéjar en todo su trazado.

5.5.2. Variable velocidad focal

En la Figura 5.17 se ve la gran dispersión de idoneidades máximas a lo largo de los intervalos disponibles. El río Tuéjar acabaría distorsionando la curva total en gran medida, por la presencia de dos datos extremos. Estos resultados ocurren cuando la falta de datos es notoria. Si evitamos estos, podemos ver como en el resto de ríos las idoneidades máximas ocurrirían entre 0,20 y 0,35 de una manera bastante concentrada, lo que conllevaría a una curva sólida.

En la Figura 5.18, podemos ver como la idoneidad máxima quedaría muy marcada en el intervalo de 0,2 m/s. En el intervalo 0,25 la falta de datos denotaría una curva bimodal que no tiene sentido biológico y por ello se corrige a 0,8. Se mantendría en ese valor hasta el intervalo 0,35. Esta curva resultaría bastante sólida, se puede ver como en esta metodología los valores extremos presentes en el Tuéjar no distorsionarían el resultado al tener en cuenta el número de datos tomados en dicho río respecto al resto.

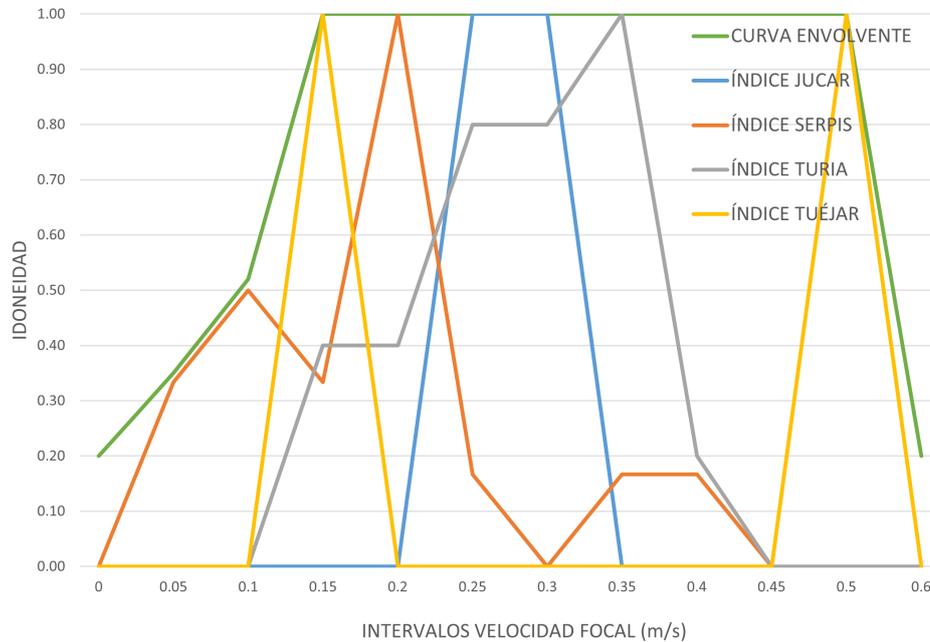


Figura 5.17: Análisis de frecuencias por el método (A) para la variable velocidad focal.

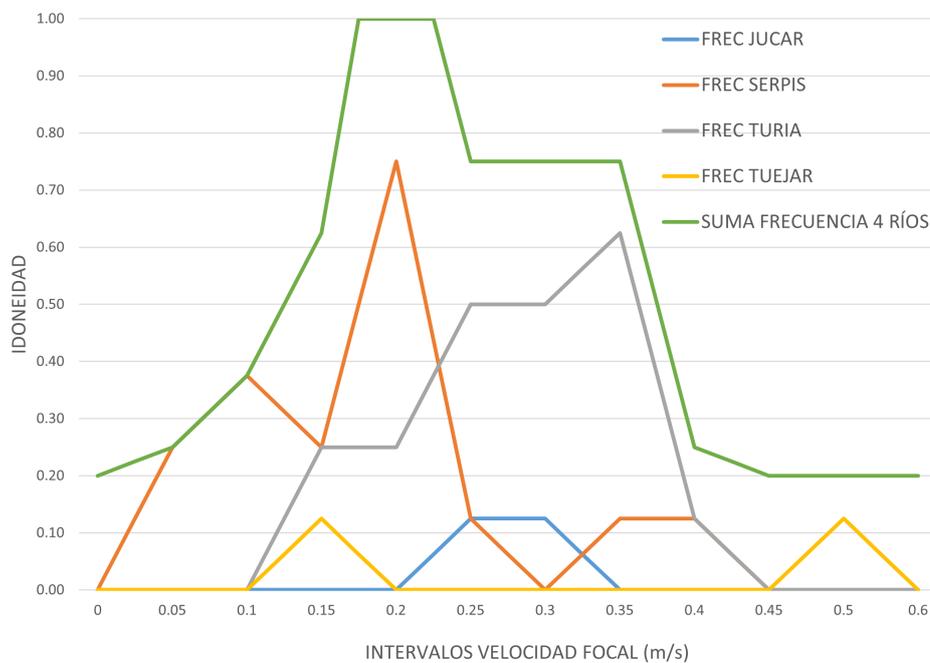


Figura 5.18: Análisis de frecuencias por el método (B) para la variable velocidad focal.

5.5.3. Variable velocidad media

En la Figura 5.19 podemos ver como para cada río existirían idoneidades máximas en intervalos muy distintos, siendo muy complejo generar una curva realista de este modo. El índice máximo del Serpis estaría en los intervalos 0,2 y 0,3; el del Júcar en 0,4; el del Turia en 0,4 y 0,5; y el Tuéjar mostraría dos picos máximos en 0,7 y 1 m/s.

En la Figura 5.20 vemos algo similar, pero podríamos distinguir unas idoneidades mayores en el intervalo de 0,2 m/s, una velocidad media bastante baja. La idoneidad se mantendría en valores muy altos hasta 0,65 m/s aproximadamente. La corrección realizada en el 0,4 es notoria y característica de la falta de datos. Se puede ver como los valores extremos del Tuéjar no alterarían la curva, siendo más representativa y sencilla de analizar.

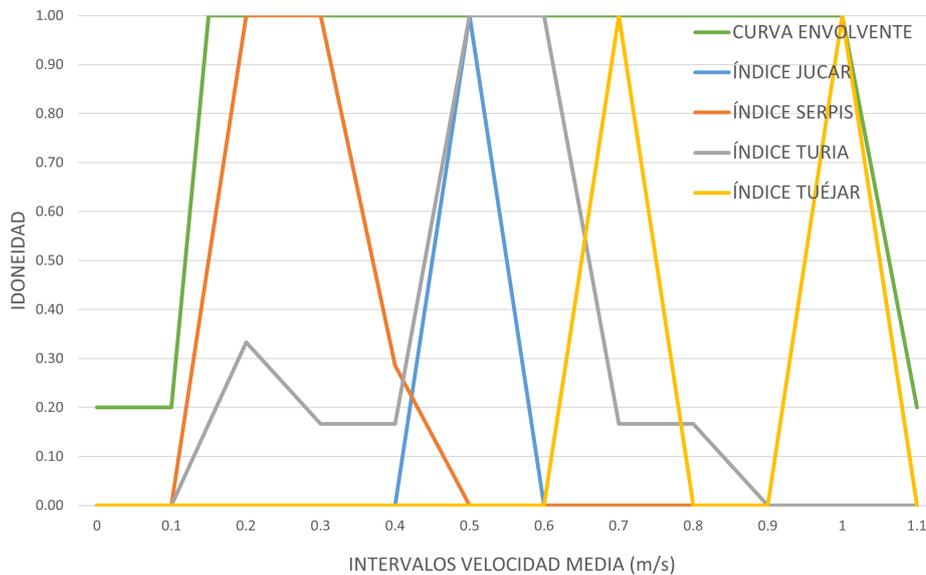


Figura 5.19: Análisis de frecuencias por el método (A) para la variable velocidad media.

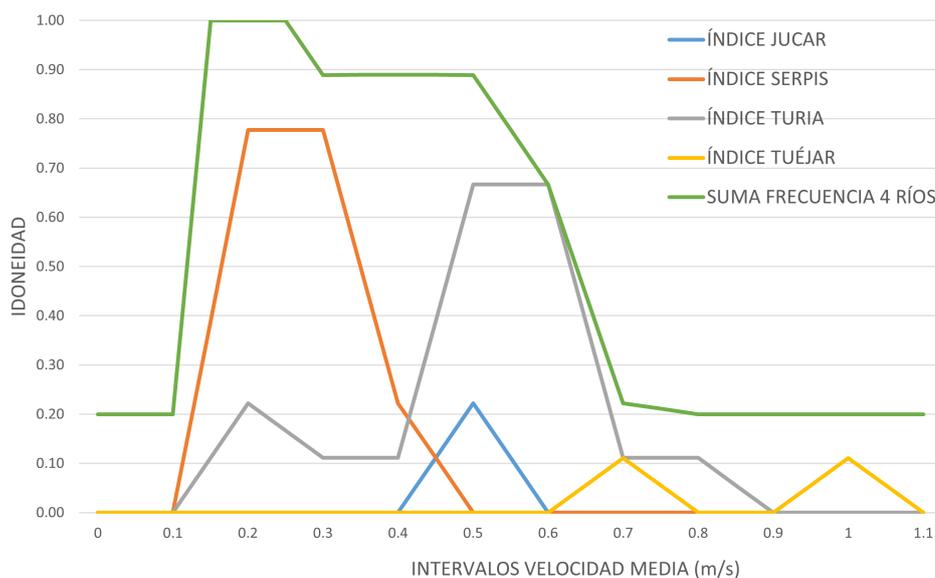


Figura 5.20: Análisis de frecuencias por el método (B) para la variable velocidad media.

5.6. Variable textura

En la Figura 5.21 se distingue que el máximo de idoneidad de todos los ríos a excepción del Tuéjar sería la grava. En este último lo sería la gravilla. En la Figura 5.22 sí que podemos confirmar que el máximo de idoneidad genérico estaría en las gravas, siendo el valor de las gravillas muy bajo (0.19).

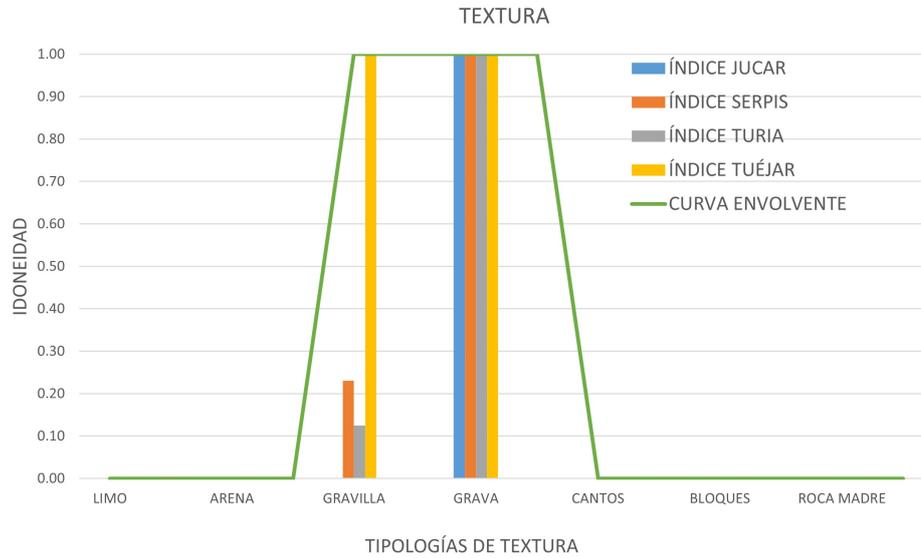


Figura 5.21: Análisis de frecuencia método (A) variable textura .

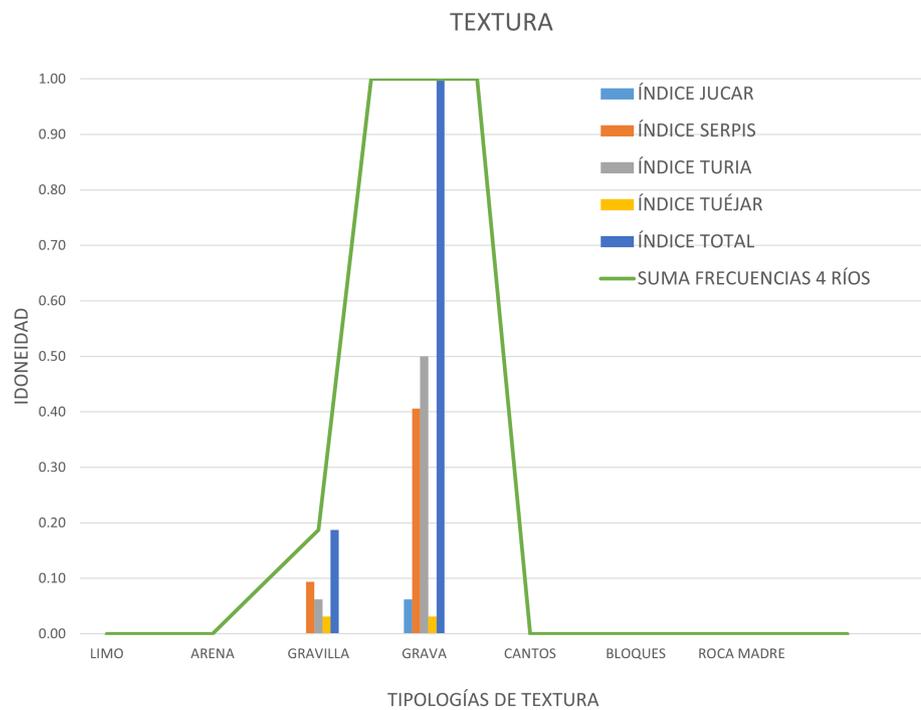


Figura 5.22: Análisis de frecuencia método (B) variable textura .

5.7. Comparativa de ambas metodologías para desarrollar las curvas de idoneidad

Para el desarrollo de curvas de idoneidad fiables es necesario una gran cantidad de datos de campo. Debido al gran esfuerzo realizado en número de horas y días de campo, se considera que el resultado ha sido bastante adecuado ya que el número de nidos es aceptable para el desarrollo de curvas de idoneidad. A pesar de ello, la disponibilidad de pocos datos en dos de estos ríos ha producido ciertas dificultades pero se ha considerado adecuado, al menos, analizar cual sería la influencia en las curvas finales en caso de utilizarse, como se ha visto en el apartado anterior y en esta misma sección. El resultado de esta comparativa de dos métodos de analizar y producir las curvas de idoneidad finales se muestran en las Figuras 5.23 y 5.24 y se comentan a continuación.

La metodología “A” consiste en la elaboración de curvas de idoneidad para cada río y después compararlas entre sí y realizar una curva envolvente. Esto requiere que cada una de esas curvas de cada río tenga un número suficiente de datos para producir una información robusta. Al fin y al cabo, resulta absurdo establecer una norma genérica para un hábitat tan diverso como un río a partir de un escaso número de muestras. En el río Júcar y Turia solamente se ha podido localizar un nido en cada uno (lo que supone 2 datos de presencia por cada río). Esto significa que realmente las curvas derivadas de estos ríos no serían una información robusta pero se han probado para ver el efecto que tendrían en la realización de la curva envolvente.

La metodología “B”, consiste en analizar conjuntamente las frecuencias de todos los ríos, uniéndolas en un solo histograma y a partir de ahí realizar la normalización de datos y después generar las curvas de idoneidad con las consideraciones ya explicadas. Por lo tanto, al unirse datos de 4 ríos, la frecuencia de cada uno de ellos tiene el mismo valor cuando se juntan, pero los ríos con menos datos tienen una influencia mucho menor en la curva o en el histograma final. De este modo los intervalos de microhábitat con altas frecuencias presentarán idoneidades mayores y los intervalos con bajas frecuencias idoneidades menores. En este caso, esta metodología es la que se ha considerado más adecuada, porque, como puede verse, el método A genera intervalos de alta idoneidad mucho mayores debido a distorsiones de ríos con pocos datos que desfiguran la realidad de la situación. Esta gráfica, en línea verde, es la más correcta para ser considerada como curvas de idoneidad para la situación de freza del barbo mediterráneo.

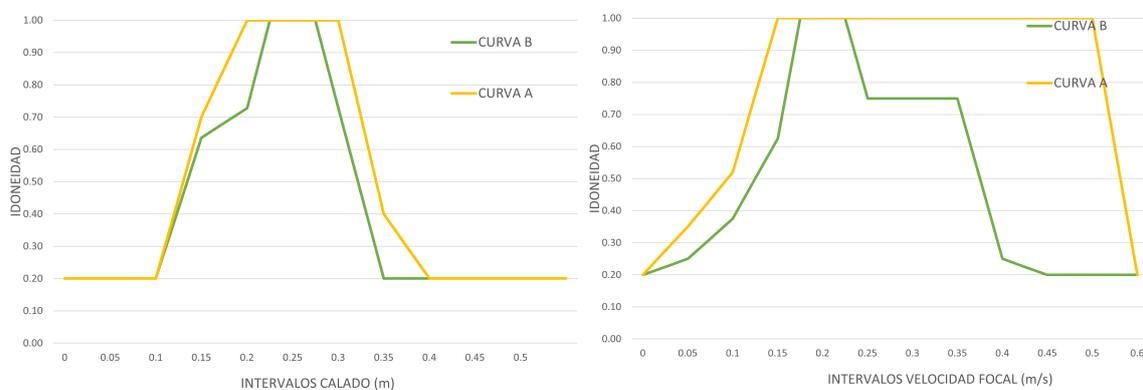


Figura 5.23: Gráficas comparativas para las variables de microhábitat continuas comparando los 2 métodos de análisis de frecuencia para elaborar curvas de idoneidad. (I)

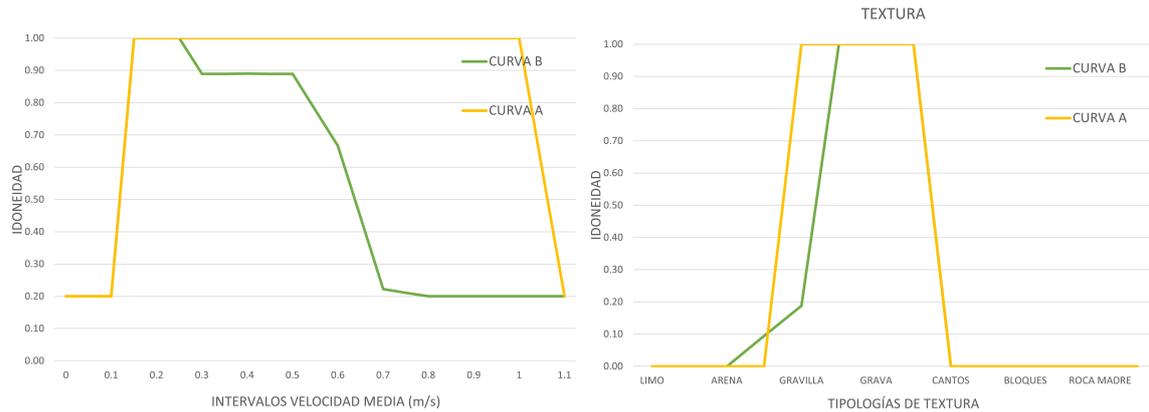


Figura 5.24: Gráficas comparativas para las variables de microhábitat continuas comparando los 2 métodos de análisis de frecuencia para elaborar curvas de idoneidad. (II)

5.8. Variable no numérica: refugio

El refugio mayoritario ha sido precisamente la ausencia de refugio, junto a la vegetación de la orilla que permitía a los peces esconderse de la vista de los depredadores. Esto puede deberse a que la necesidad de reproducirse acaba priorizándose por encima de la supervivencia propia. El refugio es difícil de generalizar para otros ríos, pues la presencia y tipología de refugio es muy variable según los tramos y ríos en los que se estudie, incluso según la estación varía. Podemos afirmar que la idoneidad resulta óptima para la vegetación de orilla, pero la tipología “sin refugio” es la que obtiene la máxima idoneidad.

Esta gráfica correspondería a la tipología “B” nombrada en la sección anterior porque es la más correcta. De todos modos, de esta forma también podemos particularizar para cada río. En el Júcar, fue el único donde localizamos nidos cerca de algas, que servían de protección a grandes adultos. En el Turia, los peces preferían la vegetación de orilla, aunque por debajo que estar al descubierto. En el Serpis, ocurre el mismo caso que en el Turia, pero la idoneidad máxima para vegetación de orilla y sin refugio. Por último, en el Tuejar, prefirieron apostarse bajo densas cubiertas de vegetación superficial acuática. De este modo se destaca la gran variedad de resultados que puede existir en esta variable, dependiendo del tramo del río muestreado.

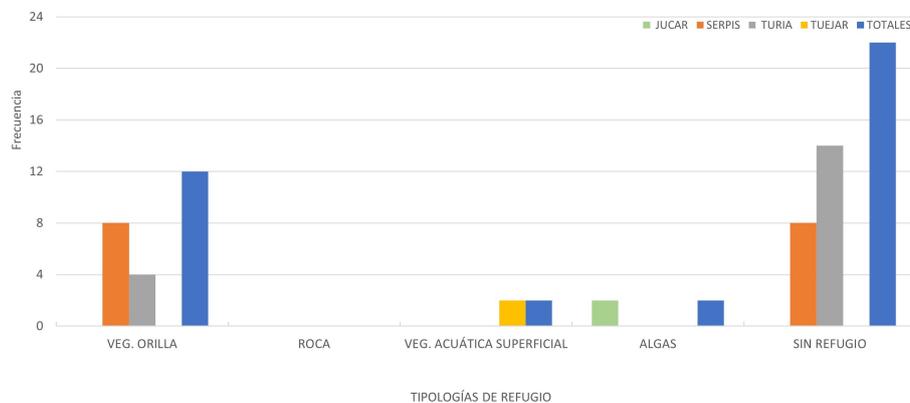


Figura 5.25: Análisis de frecuencia refugio.

6. Conclusiones

1. En el trabajo realizado se han podido localizar 19 nidos de *Luciobarbus guiraonis* en 4 ríos distintos (Turia, Júcar, Serpis y Tuéjar) tras recorrer 38 km de río y 28 días de trabajo.
2. Las observaciones de campo han permitido concluir que los nidos no son visibles a simple vista por el contraste de colores o de texturas, ni sus huevas, y por tanto el estudio de freza del barbo debe realizarse mientras se observa el comportamiento de freza, lo que contrasta con estudios previos realizados con la trucha común. El comportamiento de apareamiento del barbo ha quedado reflejado en un soporte videográfico (enlaces disponibles en Anexo 4)
3. Los mesohábitats escogidos para la freza generalmente son corrientes con 0,10 a 0,40 m de calado; 0,10 a 0,50 m/s de velocidad focal; 0,15 a 0,80 m/s de velocidad media; texturas de grava y con escaso refugio o refugio en la vegetación de la orilla. De gran importancia es la preexistencia de gravas y gravillas limpias sin recubrimientos finos.
4. El test de Kolmogórov-Smirnov ha confirmado que los peces realmente realizan selección del hábitat, en tres de las cuatro variables para el Serpis y dos para el Turia.
5. Se han podido desarrollar curvas de idoneidad genéricas para la demarcación, quedando resumidas en la Tabla 6.1:

Tabla 6.1: Resultados de curvas de idoneidad genéricas.

| Variable | Intervalo óptimo (Idoneidad > 0,8) |
|----------------|------------------------------------|
| Calado (m) | 0,175-0,325 |
| V. focal (m/s) | 0,125-0,275 |
| V. media (m/s) | 0,15-0,55 |

6. Los resultados de idoneidad de variables no continuas se resumen en la tabla a continuación.

Tabla 6.2: Resultados de idoneidad para variables no continuas.

| Variable | Tipologías máxima idoneidad |
|----------|------------------------------|
| Textura | Grava |
| Refugio | Sin refugio / Veg. de orilla |

7. Estos resultados suponen el primer estudio para freza de ciprínidos en la península con datos experimentales. Estos datos aportarán información relevante para próximos estudios de caudales ecológicos y constituye un primer paso para la realización de nuevos estudios por parte del grupo de ecología del instituto IGIC del campus de Gandía. La UPV y la Confederación Hidrográfica del Júcar considerará estos datos en próximos estudios dirigidos a los planes hidrológicos de la demarcación hidrográfica.

6.1. Líneas futuras de trabajo

Con el gran esfuerzo de campo realizado, de 28 días completos de trabajo en campo, los resultados han permitido realizar un primer paso para caracterizar los microhábitats de freza de los ciprínidos en la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Supone un primer paso para un estudio más amplio que requerirá una mayor dedicación y medios. Hasta el momento no existen este tipo de estudios de carácter científico para la freza de los ciprínidos en España, pero supone un comienzo. Se pretende continuar este trabajo más adelante en el marco de un convenio actual firmado entre el Instituto de Ingeniería del Agua y el Medio Ambiente (IIAMA) y la Confederación Hidrográfica del Júcar en el cual participa el Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC).

Bibliografía

- [1] Bovee, K. D. (1982). A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology (Vol. 1). Western Energy and Land Use Team, Office of Biological Services, Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior.
- [2] Heggenes, J. A. N. (1996). Habitat selection by brown trout (*Salmo trutta*) and young Atlantic salmon (*S. salar*) in streams: static and dynamic hydraulic modelling. *Regulated Rivers: Research Management*, 12(2-3), 155-169.
- [3] Manly, B. F. L., McDonald, L., Thomas, D. L., McDonald, T. L., Erickson, W. P. (2007). *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Springer Science Business Media.
- [4] Yuste, J. F., Santa-María, C. M., Martínez Capel, F. (2002). Régimen ambiental de caudales en el tramo inmediato aguas abajo del embalse de “El Vado” (Guadalajara). In *La directiva marco del agua: realidades y futuros:(comunicaciones)* (pp. 400-408).
- [5] Milhous, R. T., Updike, M. A., Schneider, D. M. (1989). *Physical habitat simulation system reference manual: version II* (Vol. 89, No. 16). US Fish and Wildlife Service.
- [6] Álvarez Doncel, C. and García de Jalón, D. (2009) *Curvas de preferencia para especies piscícolas de las cuencas del guadiana y guadalquivir*. (Universidad Politécnica de Madrid).
- [7] Martínez Capel, F., de Jalón Lastra, D. G. (1999). Desarrollo de curvas de preferencia de microhábitat para *Leuciscus pyrenaicus* y *Barbus bocagei* por buceo en el río Jarama (Cuenca del Tajo). *Limnetica*, 17, 71-83.
- [8] Olaya Marín, E. J. (2013). *Ecological models at fish community and species level to support effective river restoration* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- [9] Marín Diazaraque, J. M. (2011). *Análisis no paramétrico - El procedimiento de pruebas no paramétricas* (Universidad Carlos III de Madrid).
- [10] Johnson, D. H. (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61(1), 65-71.
- [11] Martínez Capel, F. (2013) *Modelación de idoneidad del hábitat y simulación del hábitat físico: escalas de aplicación para el régimen ecológico de caudales en ríos*.
- [12] Argibay Aranda, D. (2010). *Estudio de idoneidad de microhábitats para trucha común (*Salmo trutta fario*) en ríos ibéricos* (Universitat Politècnica de València. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos.)
- [13] Gante, H. F., Doadrio, I., Alves, M. J., Dowling, T. E. (2015). Semi-permeable species boundaries in Iberian barbels (*Barbus* and *Luciobarbus*, Cyprinidae). *BMC evolutionary biology*, 15(1), 1-18.
- [14] Alcaraz-Hernández, J. D., Martínez Capel, F., Peredo Parada, M. M., Hernández Mascarell, A. B. (2011). Mesohabitat heterogeneity in four mediterranean streams of the Jucar river basin (Eastern Spain). *Limnetica*, 30(2), 363-378.
- [15] R. Asensio. *La freza de la trucha*. (Accedido el 07/17/2021). 2003. URL: <https://www.pescaleon.com/download.php3?fichero=./docs/freza.pdf>.

- [16] Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC. *Barbo mediterráneo - Luciobarbus guiraonis*. (Accedido el 07/16/2021). 2017. URL: <http://www.vertebradosibericos.org/peces/lucgui.html>.
- [17] J. Díaz del Río. *AEMS-Ríos con Vida*. (Accedido el 07/16/2021). 2021. URL: <https://riosconvida.es/wordpress/>.
- [18] R. Miranda y col. *SIBIC 2017. Carta Piscícola Española*. (Accedido el 07/24/2021). 2017. URL: <http://www.cartapiscicola.es/#/species/bgui>.
- [19] Confederación Hidrográfica del Júcar O.A. *SAIH-JUCAR*. (Accedido el 07/17/2021). 2010-2012. URL: <http://saih.chj.es/chj/saih/?f>.
- [20] La enciclopedia libre Wikipedia. *Prueba de Kolmogorov-Smirnov*. (Accedido el 07/19/2021). 2020. URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Kolmogorov-Smirnov.