GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA DE INTERPRETACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

INDICE

TRABAJOS DE CAMPO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO II: TRABAJOS DE CAMPO

CAPÍTULO III: CARCTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL RÍO

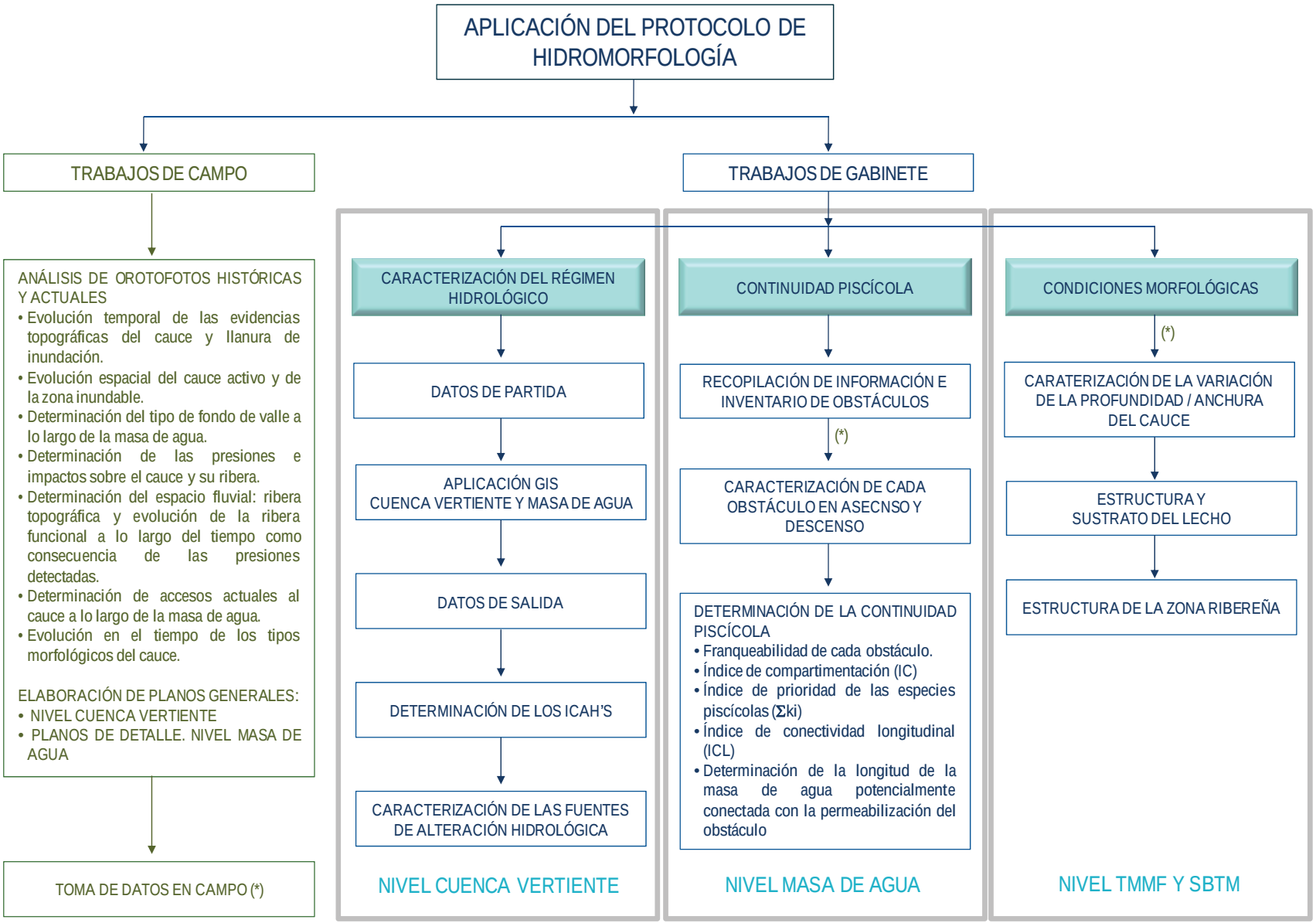
CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE

CAPÍTULO V: FICHAS DE CAMPO

TRABAJOS DE GABINETE

CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE GABINETE PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

CAPÍTULO VII: GUÍA DE APLICACIÓN EN GABINETE: DEFINICIÓN DE CAPAS GIS


APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE HIDROMORFOLOGÍA
TRABAJOS DE CAMPO
TRABAJOS DE GABINETE
ANÁLISIS DE OROTOFOTOS HISTÓRICAS Y ACTUALES
• Evolución temporal de las evidencias topográficas del cauce y llanura de inundación.
• Evolución espacial del cauce activo y de la zona inundable.
• Determinación del tipo de fondo de valle a lo largo de la masa de agua.
• Determinación de las presiones e impactos sobre el cauce y su ribera.
• Determinación del espacio fluvial: ribera topográfica y evolución de la ribera funcional a lo largo del tiempo como consecuencia de las presiones detectadas.
• Determinación de accesos actuales al cauce a lo largo de la masa de agua.
• Evolución en el tiempo de los tipos morfológicos del cauce.
ELABORACIÓN DE PLANOS GENERALES:
• NIVEL CUENCA VERTIENTE
• PLANOS DE DETALLE. NIVEL MASA DE AGUA
TOMA DE DATOS EN CAMPO (*)
CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO
DATOS DE PARTIDA
APLICACIÓN GIS CUENCA VERTIENTE Y MASA DE AGUA
DATOS DE SALIDA
DETERMINACIÓN DE LOS ICAH'S
CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA
NIVEL CUENCA VERTIENTE
CONTINUIDAD PISCÍCOLA
RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN E INVENTARIO DE OBSTÁCULOS
(*)
CARACTERIZACIÓN DE CADA OBSTÁCULO EN ASECNSO Y DESCENSO
DETERMINACIÓN DE LA CONTINUIDAD PISCÍCOLA
• Franqueabilidad de cada obstáculo.
• Índice de compartimentación (IC)
• Índice de prioridad de las especies piscícolas (Σki)
• Índice de conectividad longitudinal (ICL)
• Determinación de la longitud de la masa de agua potencialmente conectada con la permeabilización del obstáculo
NIVEL MASA DE AGUA
CONDICIONES MORFOLÓGICAS
(*)
CARATERIZACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD / ANCHURA DEL CAUCE
ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO
ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA
NIVEL TMMF Y SBTM

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

INDICE

1.- CAPITULO I: INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA 1
1.1.- Aplicabilidad..... 1
1.2.- Fuentes de información 3
1.3.- Selección y delimitación de los tramos hidromorfológicos y los subtramos de muestreo 5
1.3.1.- Tramos hidromorfológicos..... 5
1.3.2.- Subtramo de muestreo 7
1.4.- Frecuencia y época de caracterización..... 9

1.- CAPITULO I: INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

1.1.- APLICABILIDAD

La presente guía está orientada a la obtención, tanto en campo como en gabinete, de las variables y los parámetros hidromorfológicos necesarios para aplicación del *"Protocolo de caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría ríos" (PHMF)*, comprendiendo los siguientes apartados:

- RÉGIMEN HIDROLÓGICO
  - Caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas
  - Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma
  - Posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico
- CONTINUIDAD DEL RÍO
- CONDICIONES MORFOLÓGICAS
  - Variación de la profundidad y anchura del río
  - Estructura y sustrato del lecho del río
  - Estructura de la zona ribereña

Tal y como se cita en el PHMF, se aplica a la totalidad de la masa de agua en estudio, debiendo seguir las siguientes fases de trabajo a lo largo del tiempo, que se desarrollarán con detalle en la presente guía:

1. FASE I (Trabajo de gabinete). Recopilación de información de las masas de agua y determinación de los apartados del Protocolo de HMF: Caracterización del Régimen hidrológico (caudales líquidos y caudales sólidos), Conexión con aguas subterráneas e inventario de obstáculos transversales e infraestructuras hidráulicas (IMPRESS, DATAGUA, NABIA, info CCHH, ortofotos). Propuesta previa de división de la masa de agua en Tramos Hidromorfológicos.
2. FASE II (Trabajo de campo): visitas a las masas de agua y toma de datos en campo. Caracterización de obstáculos inventariados, determinación final (a partir de los trabajos de gabinete) de los Tramos hidromorfológicos y consiguientes Subtramos de muestreo. Caracterización de variables hidromorfológicas en el/los tramo/s de muestreo: Condiciones morfológicas (variación profundidad y anchura, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña).
3. FASE III (Trabajo de gabinete). Aplicación del Protocolo de HMF: Continuidad piscícola, Condiciones morfológicas (variación profundidad y anchura, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña).

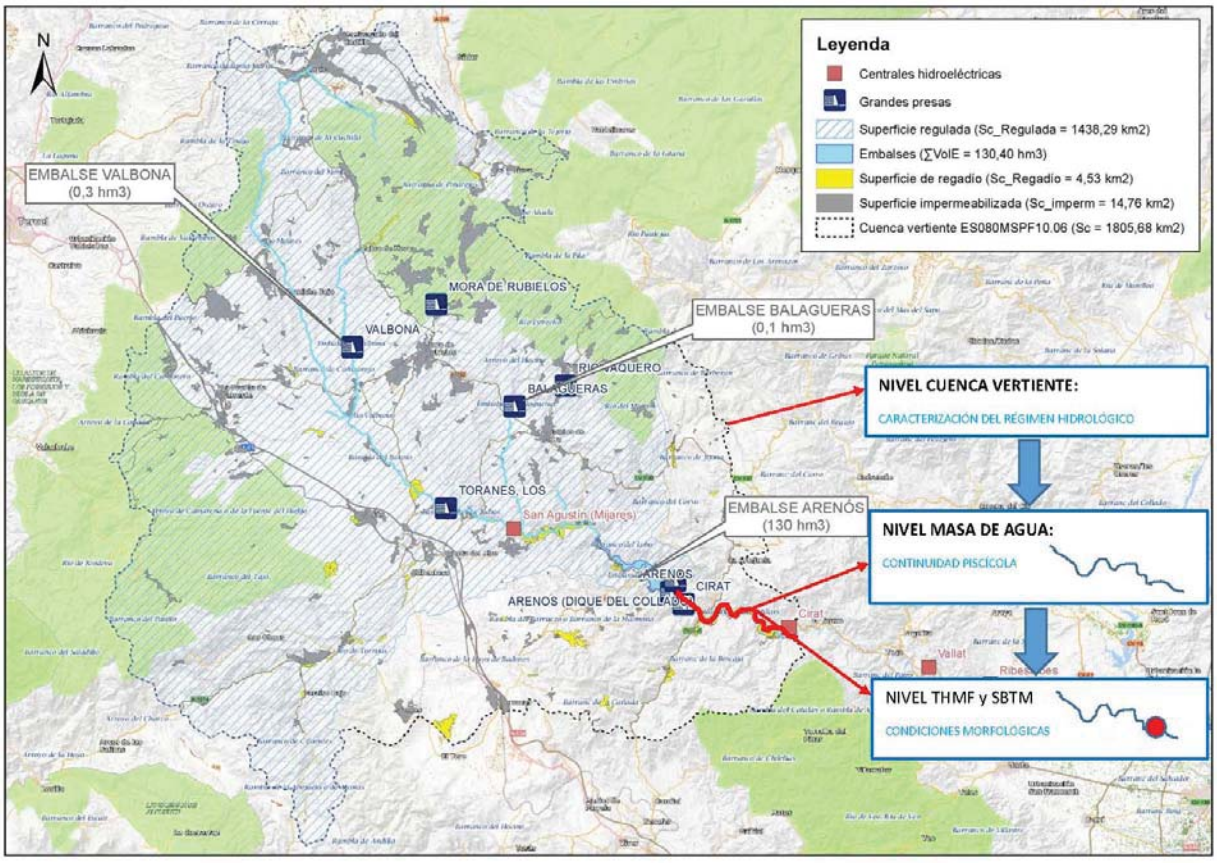
A continuación se asigna, para cada apartado del PHMF, la aplicabilidad de los trabajos de caracterización en gabinete o/y campo.

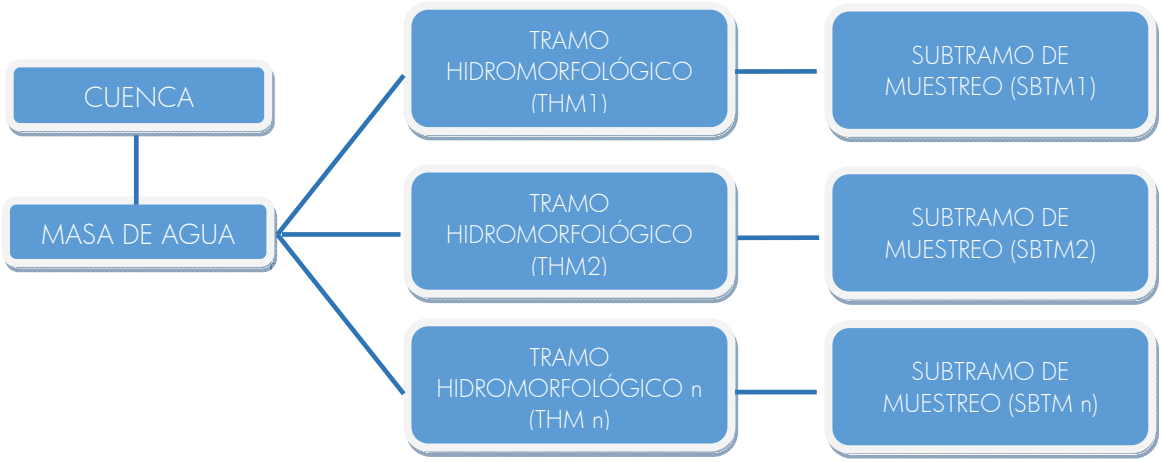
TRABAJOS DE GABINETE Y CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
INDICADOR	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*TRABAJO*	*NIVEL*
RÉGIMEN HIDROLÓGICO	*Régimen hidrológico de caudales líquidos*	*GABINETE*	*MASA DE AGUA*
	Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma		
	Fuentes de alteración del régimen hidrológico		
CONTINUIDAD DEL RÍO	*Obstáculos y condiciones de paso*	*GABINETE/CAMPO*	*MASA DE AGUA*
	Efecto barrera para las especies piscícolas		
CONDICIONES MORFOLÓGICAS	*Profundidad y anchura del cauce*	*GABINETE/CAMPO*	*TRAMO HIDROMORFOLÓGICO*
	Estructura y sustrato del lecho	*CAMPO*	*TRAMO DE MUESTREO*
	Estructura de la zona ribereña	*GABINETE/CAMPO*	

Relación de los trabajos a realizar para la aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica.

Para la elaboración del PHMF es necesario definir, en la *Masa de agua* (MAS) en estudio, la existencia, o no, de *Tramos hidromorfológicos (THM)* diferenciables, es decir, hay que estudiar la posible diversidad hidromorfológica de la masa de agua.

Se considerará un Tramo hidromorfológico como aquel subtramo de la masa de agua con características hidromorfológicas homogéneas, es decir, con similares condiciones en cuanto a tipo de fondo de valle, dimensiones/forma del cauce, presiones e impactos, sedimentos del lecho y vegetación riparia.





Esta división de la masa de agua en Tramos hidromorfológicos se realizará siguiendo las FASES establecidas:

- FASE I: propuesta en GABINETE de la subdivisión en Tramos hidromorfológicos a partir del inventario de presiones e impactos y de la ortofoto histórica y actual de la masa de agua.
- FASE II: verificación en CAMPO de la subdivisión propuesta en gabinete a partir del recorrido completo de la masa de agua. La división final en Tramos hidromorfológicos (THMi) deberá realizarse en esta fase, siendo necesario definir un SUBTRAMO DE MUESTREO (SBTMi) para cada uno de los Tramos hidromorfológicos en que ha quedado dividida finalmente la masa de agua en estudio.
- FASE III: Aplicación del PHMF a partir de la información recopilada en las fases anteriores.

Se recomienda no dividir la masa de agua en estudio en más de TRES Tramos hidromorfológicos.

El trabajo de campo se realizará sobre la totalidad de la *masa de agua* en estudio, partiendo de un recorrido completo de la misma, para la determinación final los *tramos hidromorfológicos* y de los correspondientes *subtramos de muestreo*.

En los apartados siguientes se desarrolla la metodología a seguir para la aplicación rápida del PHMF.

1.2.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes de información para los datos de partida:

- Régimen Hidrológico: Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) / Sistema de Información del Anuario de Aforos, Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), Red Oficial de Niveles Piezométricos, Sistema Integrado de Precipitación Aportación (SIMPA), Mapa de Caudales Máximos en Régimen natural (CAUMAX) y fuentes de información de las CCHH (Patrical de la CH Júcar, etc.)
- Información ambiental y de aguas disponible en el GEOPORTAL del MAPAMA y portales específicos de los Organismos de cuenca CCHH.
- Inventario de presiones e impactos (IMPRESS), DATAGUA, TAXAGUA,…
- Ortofotos actuales e históricas (Vuelo americano de 1956, PNOA, etc.), mapas topográficos y modelos digitales del terreno (MDT) disponibles.
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo: SIOSE (o Corine Land Cover).
- Inventario Forestal Nacional y Mapa Forestal de España.

A continuación figuran las fuentes de información que con carácter general deberán ser consultadas para la aplicación del protocolo. Para realizar una caracterización pormenorizada esta información debe ser complementada con la disponible en las bases de datos de los Organismos de cuenca.

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
INDICADOR	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*FUENTES DE INFORMACIÓN*	*LINKS*
RÉGIMEN HIDROLÓGICO	*Régimen hidrológico de caudales líquidos*	*Masas de aguas PHC 2009-2015*	http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/masas-de-agua-phc-2009-2015.aspx
		Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) / Sistema de Información del Anuario de Aforos	http://www.magrama.gob.es/en/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/anuario-de-aforos.aspx
		Atlas Nacional de España – Parte II Hidrología	http://www.ign.es/ane/ane1986-2008/
		Sistema Integrado de Precipitación Aportación (SIMPA)	http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/simpa.aspx
		Mapa de Caudales Máximos en Régimen natural (CAUMAX)	http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos/
		Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH)	http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/saih/
	Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma	*Estudios de "Identificación y caracterización de la interrelación entre aguas subterráneas y cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Actividad 4 de la Encomienda de gestión por el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General del Agua), al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas"*	http://info.igme.es/SIDIMAGENES/146000/838/146838_0000001.PDF
		Red Oficial de Seguimiento del Estado Cuantitativo: Red Piezométrica	*http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/red-oficial-seguimiento/*
	Posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico	*Cuencas y subcuencas hidrográficas*	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/cuencas-y-subcuencas.aspx*
		Inventario de Presas y Embalses	*http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/inventario-presas-y-embalses/*
		Aprovechamientos hidroeléctricos: Centrales	*http://www.magrama.gob.es/ide/metadatos/srv/spa/metadata.show?id=7777&currTab=simple*
		Estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDAR)	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/edar.aspx*
		Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE)	*http://www.siose.es/web/guest/descargar*
		Directorio de servicios del área de actividad de Biodiversidad (Erosión de Cauces y Frecuencia de Incendios Forestales)	*http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/servidor-cartografico-wms-/*
		DATAGUA-2008: Inventario de presiones en aguas superficiales (Azudes, dragados en ríos y extracción de áridos)	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/datagua-2008.aspx*

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
INDICADOR	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*FUENTES DE INFORMACIÓN*	*LINKS*
CONTINUIDAD DEL RÍO	*Obstáculos y condiciones de paso*	*DATAGUA-2008: Inventario de presiones en aguas superficiales (Azudes y puentes)*	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/datagua-2008.aspx*
	Efecto barrera para las especies piscícolas	*ID-TAX (Peces)*	*http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/programas-seguimiento/ID-TAX.aspx*
CONDICIONES MORFOLÓGICAS	*Profundidad y anchura del cauce*	*Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA histórico y actual)*	*http://pnoa.ign.es/enlaces-relacionados*
		Cauces con D.P.H. Cartográfico	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/dph-cartografico.aspx*
		Cauces con D.P.H. Deslindado	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/dph-deslindado.aspx*
		Zona de Flujo Preferente	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/laminas-zona-flujo-preferente.aspx*
		DATAGUA-2008: Inventario de presiones en aguas superficiales (Presas, azudes, canalizaciones y protecciones de márgenes)	*http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/datagua-2008.aspx*
	Estructura de la zona ribereña	*Caracterización Española de la Vegetación de Ribera*	*http://sig.magrama.es/geoportal/ http://ambiental.cedex.es/*

Fuentes de información para la aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica.

1.3.- SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DE LOS TRAMOS HIDROMORFOLÓGICOS Y LOS SUBTRAMOS DE MUESTREO

1.3.1.- TRAMOS HIDROMORFOLÓGICOS

Tal y como se ha comentado con anterioridad, la caracterización de la hidromorfología de la masa de agua se realizará, por lo general, estudiando distintas variables para la masa de agua en su totalidad. Así por ejemplo, el análisis del régimen hidrológico se realizará en la sección de cierre de la masa de agua, salvo que alguna circunstancia excepcional haga necesario evaluar ese estado en más puntos.

En los casos en los que las masas de agua presenten a lo largo de su recorrido diversas realidades geomorfológicas, que dificulten el estudio de las mismas como una única masa de agua, será necesaria la tramificación de aquella en los denominados *Tramos hidromorfológicos*.

Estos tramos permiten el estudio detallado de la geomorfología fluvial en aquellas masas que por su longitud o su diversidad morfológica presenten una realidad compleja no extrapolable mediante el análisis de la masa de manera uniforme. En estos casos se dividirá la masa de agua en tantos tramos hidromorfológicos como realidades representativas presente dicha masa. A efectos de simplificar los estudios se aconseja que la masa de agua no sea dividida en más de tres (3) tramos hidromorfológicos.

Es aconsejable, asimismo, que la longitud mínima de los Tramos hidromorfológicos sean superiores al 5% de la longitud de la masa de agua, incluyendo los tramos con alteraciones significativas como encauzamientos o canalizaciones, puesto que dichos tramos deben responder a cambios significativos de la dinámica fluvial de la masa de agua. De esta manera no se deberán considerar como Tramos hidromorfologicos los clásicos encauzamientos de muchos de nuestros ríos a su paso por pequeñas poblaciones, puesto que a pesar de su

alteración muchos de ellos no tienen longitud suficiente para alterar la dinámica fluvial o ser considerados como representativos en la masa de agua.

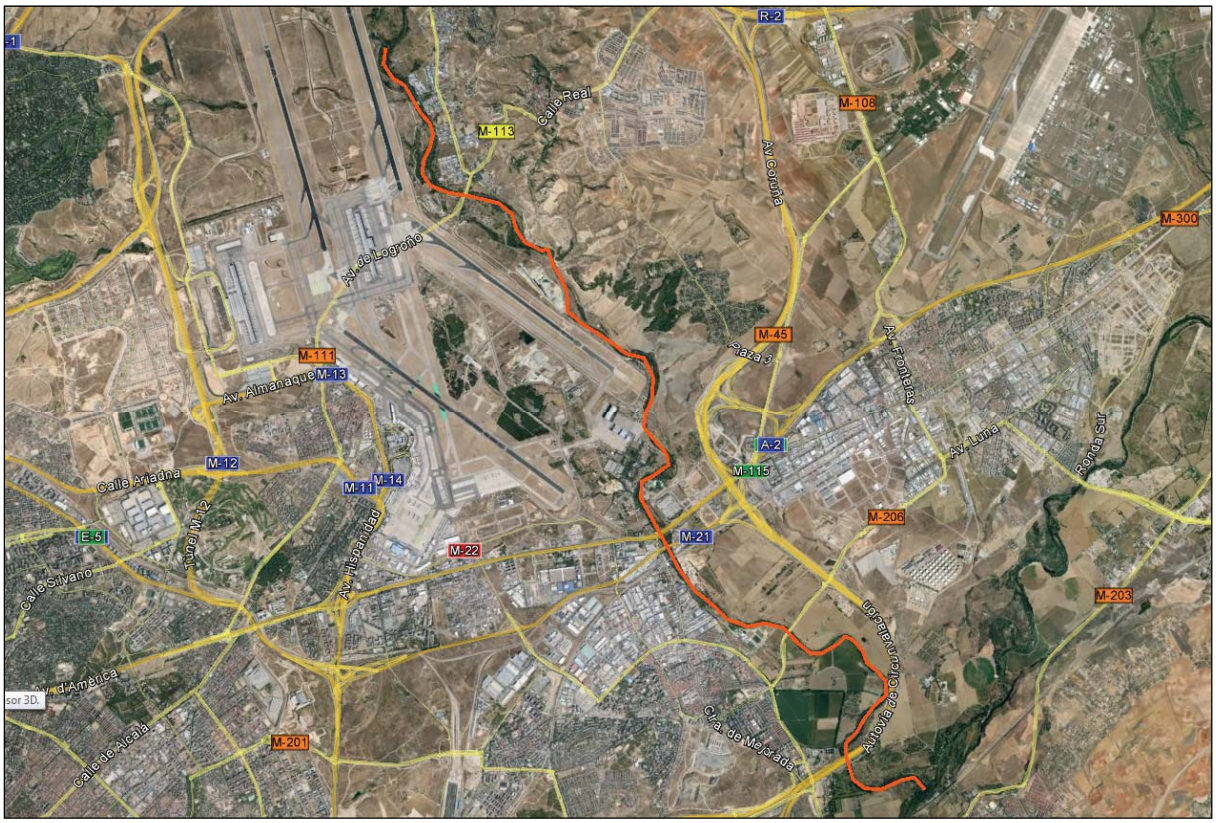
En cada tramo hidromorfológico en que quede dividido el estudio de la masa de agua, se analizará de manera independiente la caracterización hidromorfológica a que se hace referencia en este protocolo (*Variación de la profundidad y anchura del río*, *Estructura y sustrato del lecho* y *Estructura de la zona ribereña*).

Con el objetivo de estudiar con detalle estas variables en cada uno de los tramos hidromorfológicos, se procederá a la determinación del *Subtramo de muestreo*. En cada masa de agua en estudio se realizarán, al menos, tantos subtramos de muestreo como tramos hidromorfológicos haya quedado subdividida dicha masa. Los subtramos de muestreo serán determinados a partir de los trabajos de gabinete y campo, y serán objeto de un estudio detallado que permita el seguimiento y evolución de los mismos a lo largo del tiempo.

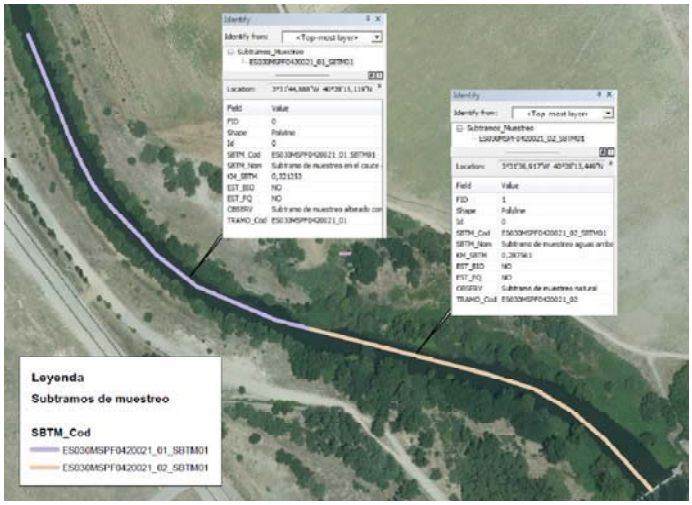
NIVEL DE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA

NIVEL	*INDICADOR*	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*TRABAJO*
MASA DE AGUA	*RÉGIMEN HIDROLÓGICO*	*Régimen hidrológico de caudales líquidos*	*GABINETE*
		Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma	
		Posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico	
	CONTINUIDAD DEL RÍO	*Obstáculos y condiciones de paso*	*GABINETE Y CAMPO*
		Efecto barrera para las especies piscícolas	
TRAMO HIDROMORFOLÓGICO	*CONDICIONES MORFOLÓGICAS*	*Profundidad y anchura del cauce*	*GABINETE Y CAMPO*
SUBTRAMO DE MUESTREO		*Estructura y sustrato del lecho*	*CAMPO*
		Estructura de la zona ribereña	*GABINETE Y CAMPO*

Nivel de los trabajos para la aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica: Masa de agua/ Tramo hidromorfológico/Subtramo de muestreo.







Determinación cartográfica y atributos GIS de la división en tramos hidromorfológicos y subtramos de muestreo de la masa de agua ES030MSPF0420021.

1.3.2.- SUBTRAMO DE MUESTREO

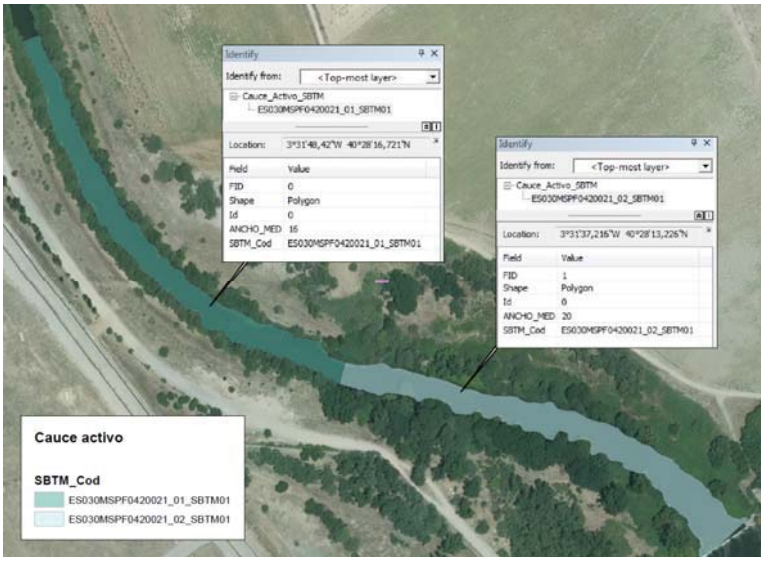
En la medida de lo posible, el subtramo de muestreo sobre el que se realice la caracterización hidromorfológica deberá apoyarse en los puntos o estaciones de muestreo físico-químico y biológico de los programas de seguimiento del *Estado de las masas de agua*. Deberá establecerse en zonas con buen acceso y sus límites deberán georreferenciarse para su seguimiento futuro.

El subtramo de muestreo deberá ser representativo de la realidad del tramo hidromorfológico al que pertenezca, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

- Representativo de las condiciones físicas y ambientales de la masa de agua
- Integrador de los diferentes tipos de hábitats existentes en la masa de agua
- Vinculado a las unidades hidromorfológicas existentes

Las dimensiones del subtramo de muestreo dependerán del tipo morfológico del cauce, en concreto del ancho del *cauce activo*.

El cauce activo se define como aquel en el que se observa una actividad hidromorfológica más marcada; esta actividad se puede entender en términos de abundancia de sedimentos móviles, la ausencia de vegetación leñosa de elevado porte, o también de aspectos como la existencia de cambios marcados en la pendiente transversal, o en el tamaño de los materiales sedimentarios. Si se trata de un río con varios brazos, se sumaría la anchura del cauce activo de cada uno de esos brazos para obtener el valor final.

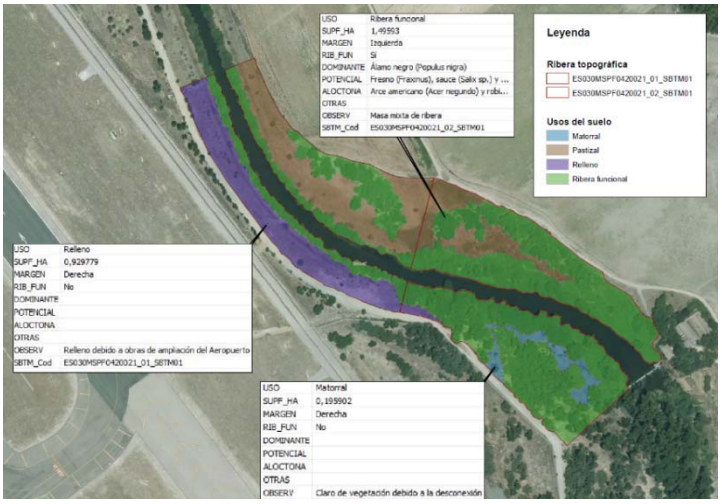


Definición cartográfica y atributos GIS del cauce activo en masa de agua ES030MSPF0420021.

En los ríos de magnitud pequeña y media contará con una longitud del orden de diez (10) veces la anchura del cauce activo. La longitud mínima de diez veces la anchura del cauce activo asegura la idoneidad de los subtramos de muestreo en segmentos de río correspondientes a tramos altos, medios y bajos de los ríos, y ante diferentes formas en planta, sinuosidades, dimensiones, etc. (Magdaleno & Martínez, 2014). En los grandes ejes fluviales, esta longitud se evaluará, caso por caso, en función de la magnitud del tramo a estudiar.

Se seleccionará el subtramo de muestreo a partir de puntos accesibles. El muestreo se realizará tomando las precauciones necesarias y evitando riesgos. El tramo seleccionado, de acuerdo a los criterios definidos en el apartado correspondiente, se delimitará mediante la anotación de las coordenadas UTM del punto de inicio y final.

El subtramo de muestreo quedará georreferenciado para futuras caracterizaciones de manera que se generarán en gabinete las coberturas GIS necesarias para su correcta definición en cuanto a localización, acceso, longitud y anchura, cauce activo, ribera topográfica y funcional, formaciones vegetales, presencia de presiones e impactos, etc.



Subtramo de muestreo: definición cartográfica y atributos GIS. Caracterización de las formaciones vegetales de ribera.

1.4.- FRECUENCIA Y ÉPOCA DE CARACTERIZACIÓN

Para la realización de los trabajos de campo se deberá seleccionar el momento del año en el que el caudal sea bajo (pero no cuando el flujo haya cesado), si bien para estimar el efecto barrera de los azudes existentes se deberá intentar realizar en la época de migración piscícola de la especie o especies representativas (salmónidos en noviembre a enero y ciprínidos de marzo a junio).



Caracterización de rampa de peces en el río Tiétar en los meses de enero, febrero, mayo y agosto. Época de migración de la especie representativa (*Barbus bocagei*) en los meses mayo/junio.

Como norma general es conveniente hacer los trabajos de campo cuando la vegetación se encuentre brotada, es decir, cuando el tipo y estructura de la vegetación existente en el cauce, tanto en orillas como en riberas, pueda registrarse con precisión.





Río Ibor en los meses de noviembre y mayo.

Como norma general, los muestreos se realizarán durante los meses del año hidrológicamente representativos y limitantes en cada una de las masas de agua, siguiendo en todo caso, las recomendaciones anteriormente indicadas.





Obras de restauración del río Cadagua en los meses de marzo y septiembre.

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO II: TRABAJOS DE CAMPO

INDICE

2.- CAPÍTULO II: TRABAJOS DE CAMPO.....1
2.1.- Trabajos previos..... 1
2.2.- Planificación..... 5
2.3.- Toma de datos en campo. 7
2.4.- Medios materiales. 9

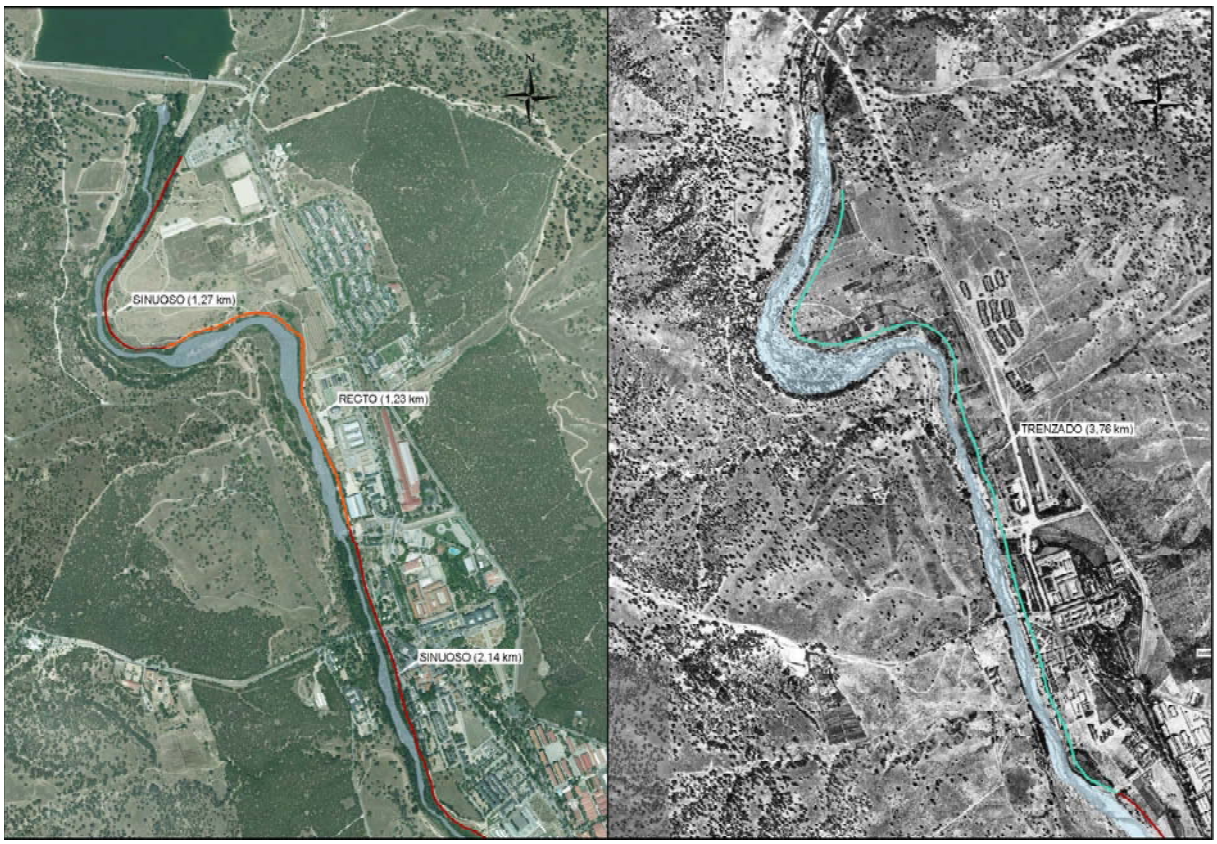
2.- CAPÍTULO II: TRABAJOS DE CAMPO

2.1.- TRABAJOS PREVIOS

Una vez realizados todos los trabajos de gabinete correspondientes a la FASE I se realizará la planificación de los trabajos de campo correspondientes a la Continuidad piscícola y las Condiciones morfológicas.

Para ello es recomendable la recopilación de **ortofotos históricas y actuales** de la masa de agua en estudio. Sobre ellas se deberá de analizar los siguientes factores:

- Evolución temporal de las evidencias topográficas del cauce y llanura de inundación.
- Evolución espacial del cauce activo y de la zona inundable.
- Determinación del tipo de fondo de valle a lo largo de la masa de agua.
- Determinación de las presiones e impactos sobre el cauce y su ribera.
- Determinación del espacio fluvial: ribera topográfica y evolución de la ribera funcional a lo largo del tiempo como consecuencia de las presiones detectadas.
- Determinación de accesos actuales al cauce a lo largo de la masa de agua.
- Evolución en el tiempo de los tipos morfológicos del cauce.



Comparativa de ortofotos de los años 1956 y 2014 del cauce del río Manzanares a su paso por El Pardo.



Ortofotos de los años 1956 y 2014 del cauce del río Milagro a su paso por Retuerta de Bullaque.

Con esta información basada en el análisis de las ortofotos de la masa de agua se deberá realizar una primera propuesta de división de la misma, en su caso, en TRAMOS HIDROMORFOLÓGICOS. En la posterior visita a campo se deberá verificar esta división realizada en gabinete para finalmente hacer propuesta final de división en los citados tramos (TRHMF).

También es muy recomendable la preparación de **planos de la masa de agua**, tanto generales como de detalle, que ayudan mucho en campo a comprender los problemas del río a escala cuenca vertiente (planos generales) y a escala intercuenca (planos de detalle).

Hay que tener en cuenta que cuanta mayor información se recopile en la fase de gabinete, mayor seguridad y mejor optimización del tiempo se tendrá en la visita a campo a pie de río.

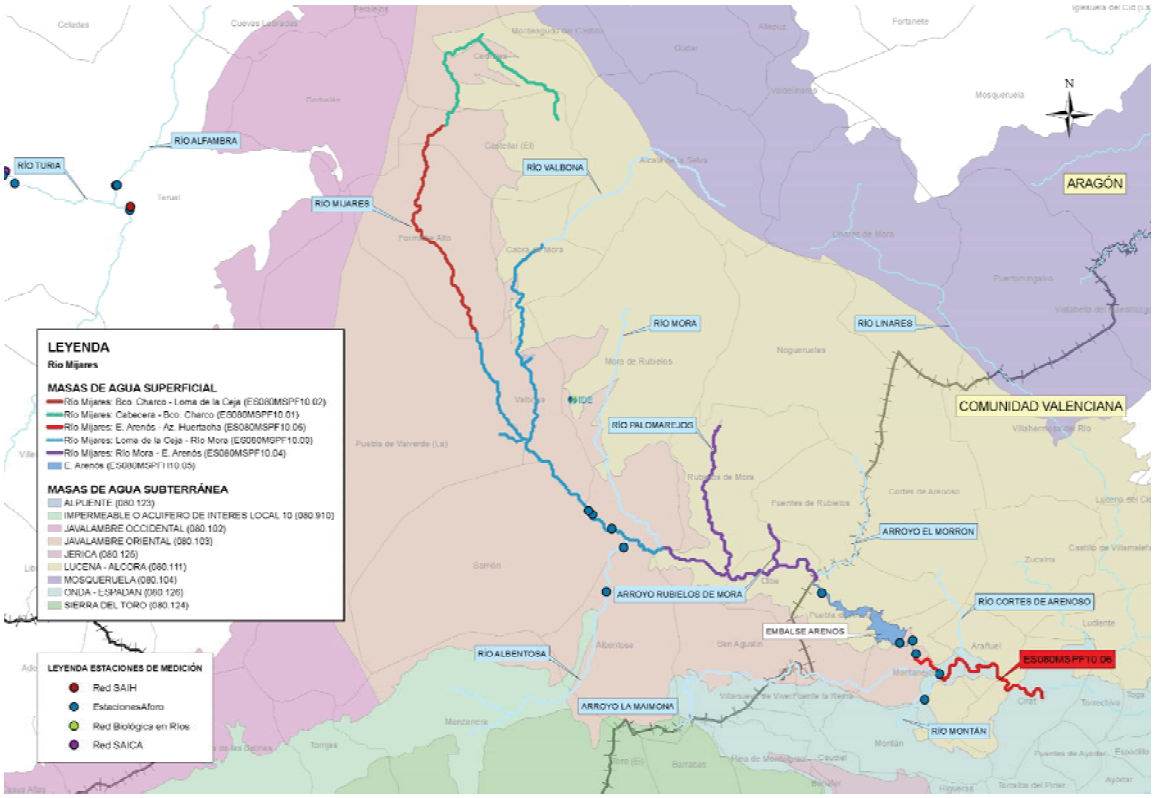
Se recomienda llevar a campo los siguientes planos informativos de la masa de agua en estudio:

PLANOS GENERALES:

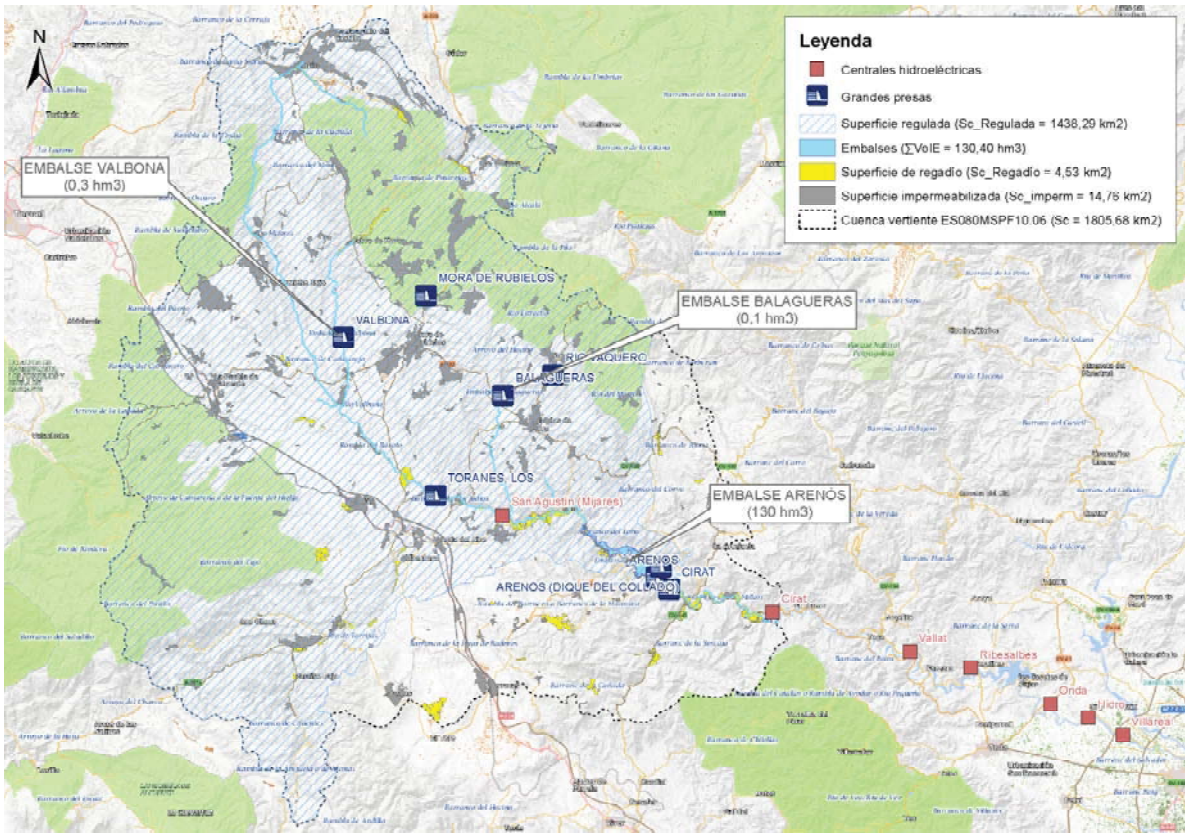
Planos a nivel cuenca vertiente a escala suficiente (1:200.000), con cierre en la masa de agua en estudio, en los que venga reflejado los siguientes datos:

- Masas de agua de categoría Ríos y Embalse situadas aguas arriba de la masa en estudio.
- Intercuenca de cada una de estas masas de agua.
- Inventarios IMPRESS y DATAGUA de presiones e impactos: vertidos, EDARs, minicentrales, núcleos de población, plantas de extracción de áridos, etc.
- Superficie regulada por grandes presas aguas arriba.
- Superficie sellada y superficie de regadío en la cuenca vertiente.
- Estaciones SAIH, SAICA y Redes de control biológico existentes en las masas de agua.

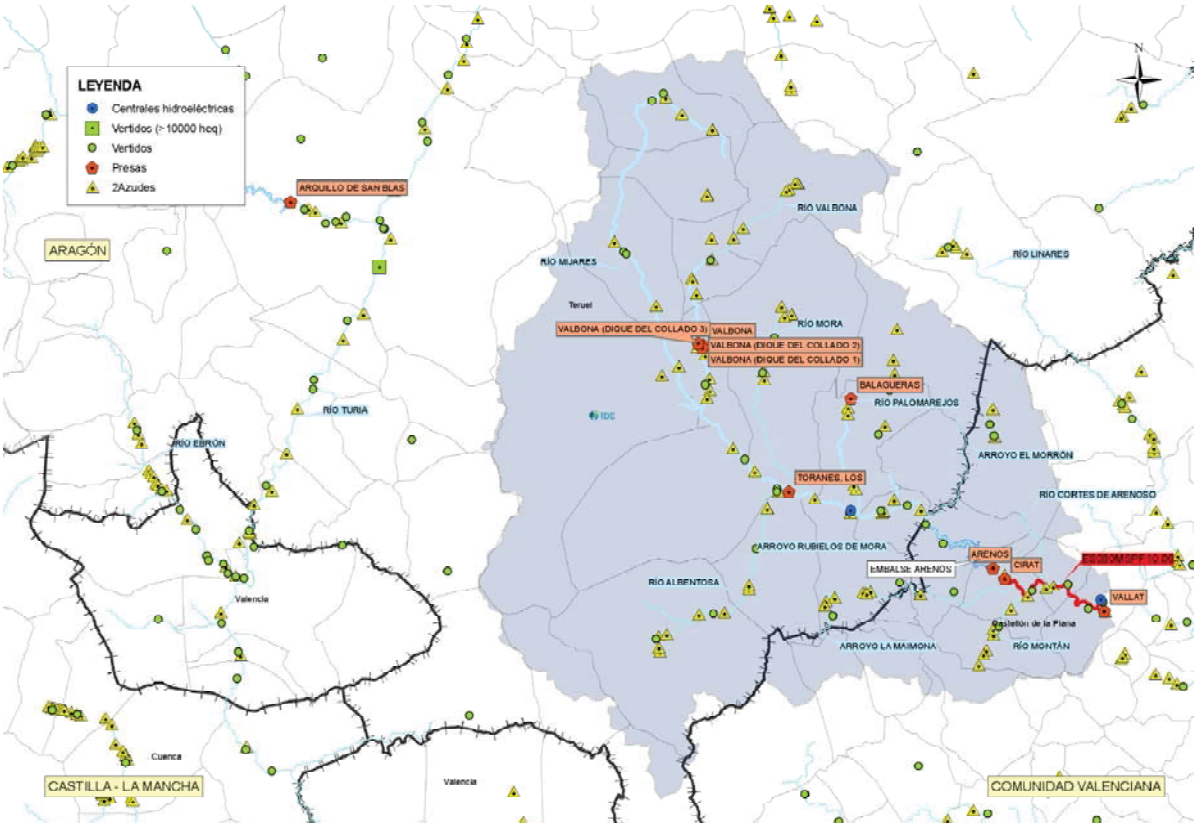
La cartografía general de la masa de agua en estudio sirve para comprender la problemática del río a nivel cuenca vertiente, es decir, nos da una idea del comportamiento hidrológico e hidráulico de la masa de agua como respuesta a las presiones e impactos que inciden en su cuenca. Estos planos proporcionan mucha información para entender los problemas existentes y para saber entender el río en los trabajos de campo a realizar.



División en masas de agua superficial y subterránea del río Mijares aguas arriba de la MAS ES080MSPF10.06



Superficie regulada por grandes presas del río Mijares aguas arriba de la MAS ES080MSPF10.06



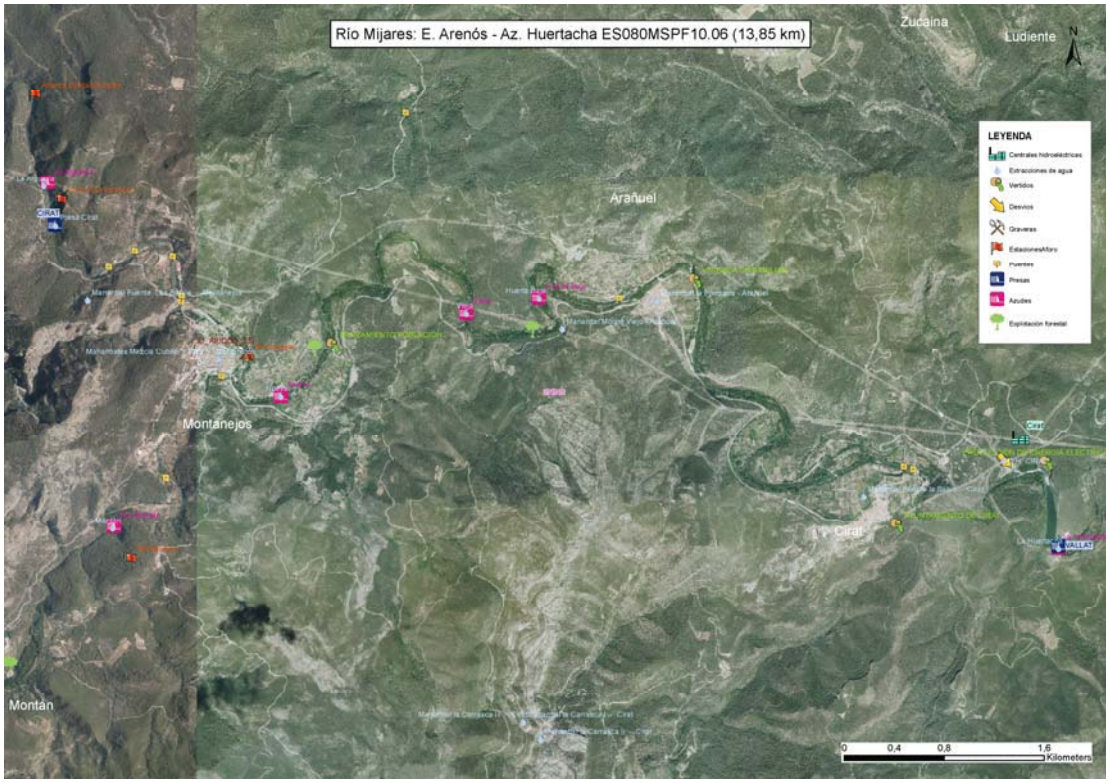
Inventario de presiones en la cuenca vertiente del río Mijares aguas arriba de la MAS ES080MSPF10.06

PLANOS DE DETALLE:

Escala: planos sobre ortofoto en los que queden reflejado, a escala conveniente (1:10.000-1:1.000), todos los datos y presiones inventariados en gabinete:

- Núcleos de población
- Vías de comunicación y accesos al cauce a lo largo de la masa de agua
- Presas y azudes
- Tomas/detracciones en el cauce: bombeos, minicentrales, canales de riego, etc.
- Devoluciones al cauce: canales de alivio, minicentrales fluyentes, EDARs (>10.000 hab.equ.)
- Presiones e impactos: encauzamientos, desvíos del cauce, etc
- Presiones e impactos: extracciones de áridos
- Presiones e impactos: motas, muros de protección, gaviones, escolleras, etc.

En estos planos debe reflejarse la PROPUESTA DE DIVISIÓN DE TRAMOS HIDROMORFOLÓGICOS determinada a partir del análisis de las ortofotos históricas y actuales.



Inventario de presiones e impactos en la MAS del río Mijares ES080MSPF10.06.

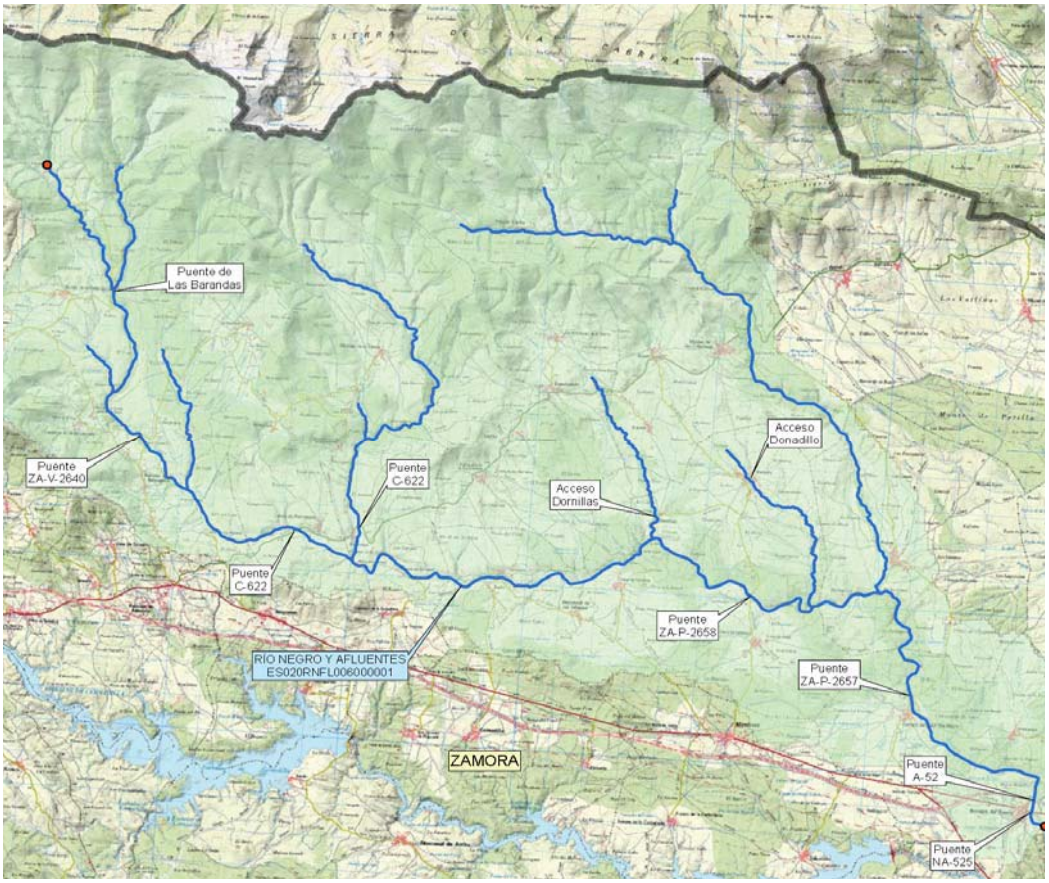
Se debe realizar un análisis pormenorizado de la ortofoto actual y de las presiones inventariadas, tratando de detectar posibles presiones nuevas que pudieran suponer impactos al cauce. Este trabajo es necesario puesto que las bases IMPRESS y DATAGUA no están completas y habitualmente se detectan en campo nuevas presiones.

Con estos planos preparados la visita a campo es mucho más efectiva, pues te permiten saber con gran detalle las presiones que hay a nivel cuenca vertiente y a nivel masa de agua. De esta manera en la visita a campo se podrán identificar fácilmente los obstáculos transversales y los impactos derivados de las alteraciones inventariadas.

Como ya se ha dicho anteriormente, toda esta información permite optimizar los tiempos de trabajo en campo y facilita enormemente la percepción de la problemática existente sobre la masa de agua en estudio.

2.2.- PLANIFICACIÓN

Una vez analizada la masa de agua y su cuenca vertiente se comienza a planificar la visita de campo. Para ello se estudian los accesos al cauce y los caminos existentes con el objetivo de facilitar el reconocimiento de dicha masa.

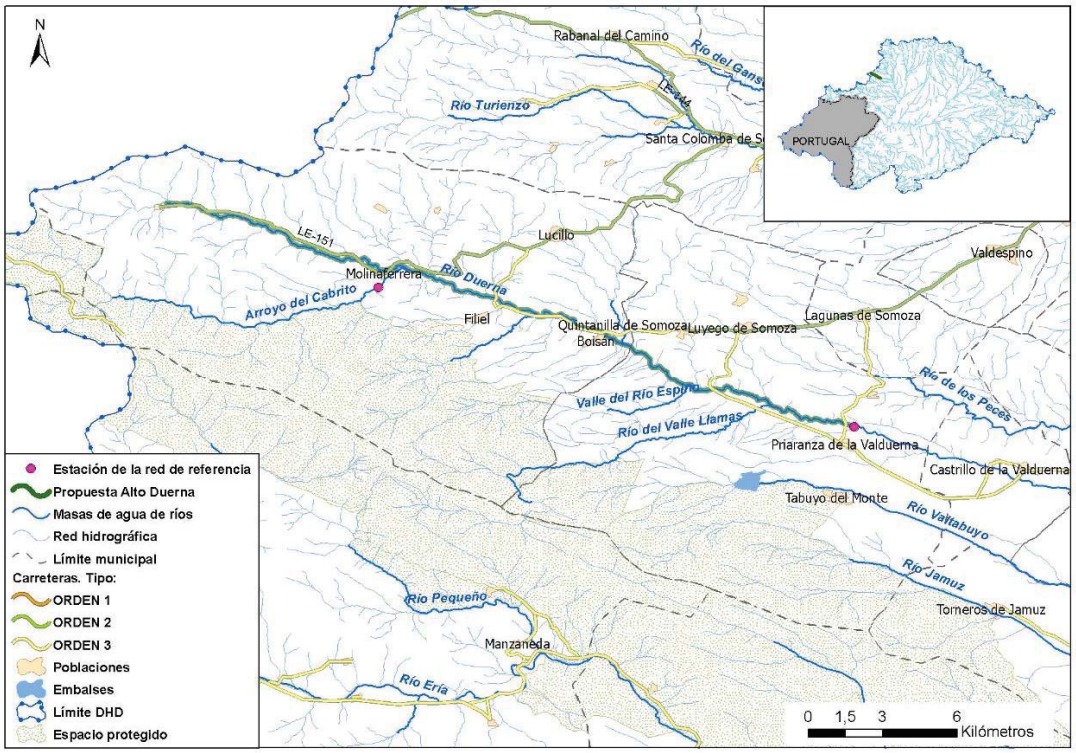


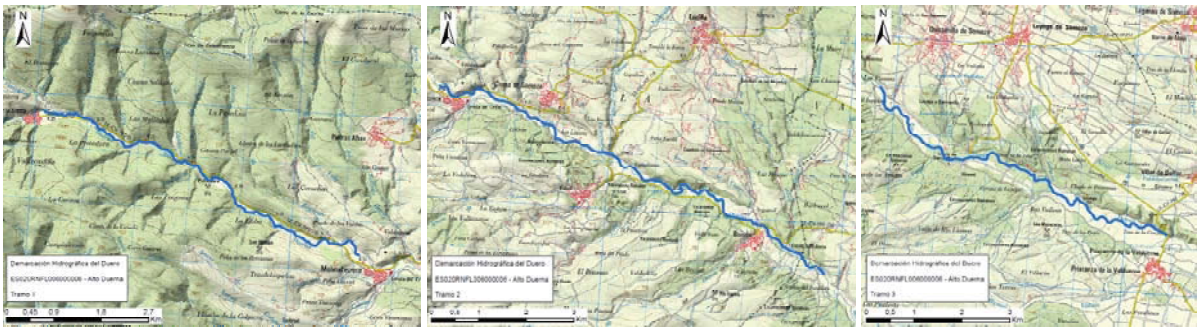
Inventario de accesos a la RNF "Río Negro y afluentes" (ES020RNFL060000001).

Es conveniente llevar a campo una colección de planos a escala inferior a 1:1.000 para poder identificar fácilmente estos accesos y poder apuntar cualquier presión no identificada en el trabajo de gabinete.

Para el trabajo de campo se recomienda recorrer toda la masa de agua desde aguas arriba a aguas abajo, o al revés, de manera que antes de tomar cualquier dato en campo se pueda verificar la división realizada en gabinete en *Tramos hidromorfológicos (THMF)*.

Una vez identificados y definidos finalmente estos tramos, se procederá a la toma de datos en campo mediante la definición de los respectivos *Subtramos de muestreo (SBTM),* representativos de las condiciones hidromorfológicas en cada uno de ellos.





Cartografía de la RNF "Alto Duerna" (ES020RNFL006000006) (Fuente C.H.Duero) y Tramos hidromorfológicos (3) propuestos en gabinete.

2.3.- TOMA DE DATOS EN CAMPO.

Para cada una de las presiones inventariadas (obstáculos transversales, obras de estabilización de márgenes, obras de protección frente a inundaciones, etc.) se procederá a la toma de datos de campo conforme a lo estipulado en el Protocolo HMF, estableciendo con el mayor detalle posible la incidencia o impacto que produce en el cauce (anchura/profundidad, sustrato del lecho, sedimentos, vegetación, etc.) y su ribera funcional y topográfica (anchura, sedimentos, vegetación, evidencias históricas, etc).

En el caso de los obstáculos transversales que dificulten o impidan la permeabilidad o continuidad piscícola, se tomarán todos y cada uno de los datos necesarios para el cálculo en gabinete de la franqueabilidad y la continuidad longitudinal de la masa de agua, recogidos en el Anexo II del PHMF:

CONTINUIDAD PISCÍCOLA:

- Caracterización de los obstáculos y de sus condiciones de paso
- Estudio del efecto barrera en ascenso y descenso
- Caracterización de escalas u obras de paso existentes asociadas a estos obstáculos

La toma de datos de los obstáculos transversales puede resultar peligroso, tanto por el desnivel del propio obstáculo y/o el relieve de las laderas como por el caudal circulante, por lo que se recomienda precaución. Conviene recordar que en el protocolo se consideran rangos de valores, no siendo necesaria la medición exacta de determinadas magnitudes.

Para la toma de datos relativos a la morfología (relación anchura/profundidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la vegetación ribereña) se procederá al replanteo del Subtramo de muestreo a partir del cual se tomarán los valores establecidos en el Protocolo HMF.

La longitud del SBTM será de 10 veces el ancho del cauce activo, por lo que lo primero que se determinará es este ancho. Por otra parte el ancho del citado SBTM será el correspondiente a la Zona de policía, en caso de estar deslindado, o a 100 m a partir del cauce activo, por cada margen. De esta manera quedará definido en campo la superficie del SBTM, recogiendo con el GPS los límites para la toma de datos actual y futura.

Se recorrerá el SBTM por ambas márgenes recogiendo todos y cada uno de los datos recogidos en el Protocolo HMF (Anexo IV), que posteriormente deberán ser cartografiados y georeferenciados mediante GIS:

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO:

- Tipo de sustrato
- Tipo de sedimento
- Tipo de estructura longitudinal
- Formas y depósitos emergentes en el lecho
- Movilidad de sedimentos
- Síntomas de dinámica vertical acelerada
- Actuaciones humanas que generan alteraciones en la estructura y sustrato del lecho
- Microhábitats diferenciables

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA:

- Estructura de la vegetación
- Composición específica
- Dimensiones de la zona ribereña
- Calidad del hábitat

En muchos casos es posible realizar el recorrido de campo por una sola margen, de manera que habrá que ver en cada uno de los accesos al río por cuál de las orillas se va a realizar el recorrido del cauce. En caso de un río muy ancho o con vegetación muy profusa, será necesario el recorrido del río por ambas márgenes.

2.4.- MEDIOS MATERIALES.

Para la elaboración de los trabajos de campo se recomiendan los siguientes medios.

MEDIOS HUMANOS

- Equipo formado por dos personas con formación técnica y ambiental: Ingeniero de Montes o Forestal/Grado Medio en Medio Natural, Ldo. en Biología, etc

MEDIOS MATERIALES

- Vehículo todocamino o 4x4
- GPS
- Cinta métrica de 25 m/distanciómetro (medidor laser)
- Hipsómetro/clinómetro
- Caudalímetro/velocímetro
- Cámara de fotos
- Planos generales y de detalle (gabinete)
- Botas de campo y botas de agua

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL RÍO

INDICE

3.- CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL RÍO 1

3.1.- Objetivo 1
3.2.- Consejos de partida 2
3.3.- Consejos para la caracterización en campo de los obstáculos transversales y de sus condiciones de paso 4
3.4.- Agrupación de la fauna piscícola 8
3.5.- Estudio del efecto barrera en ascenso para los distintos grupos de peces 9
3.5.1.- Cálculo del indice de franqueabilidad inicial en ascenso 10
3.5.2.- Corrección del índice de franqueabilidad inicial a partir de las características específicas del obstáculo. 12
3.5.3.- Estudio de la funcionalidad en ascenso de los dispositivos de paso existentes en el obstáculo. 13
3.5.4.- Determinación del índice de franqueabilidad final del obstáculo en ascenso. 18
3.6.- Estudio del efecto de barrera en descenso 20
3.6.1.- Cálculo del Indice de franqueabilidad en descenso 21
3.6.2.- Corrección del índice de franqueabilidad inicial en descenso a partir de las características específicas del obstáculo. 22
3.6.3.- Estudio de la funcionalidad en descenso de los dispositivos de paso existentes en el obstáculo. 23
3.6.4.- Determinación del índice de franqueabilidad final del obstáculo en descenso. 24
3.7.- Efecto barrera combinado del obstáculo en ascenso y descenso 25
3.8.- Determinación de la longitud de la masa de agua potencialmente conectada con la permeabilización del obstáculo. 25
3.9.- Índice de compartimentación de la masa de agua (IC) 27
3.10.- Índice de continuidad longitudinal de la masa de agua (ICL) 27

3.- CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL RÍO

3.1.- OBJETIVO

El protocolo establece un procedimiento para la caracterización de la continuidad fluvial frente a los movimientos migratorios de las especies piscícolas características de cada masa de agua. Las fases de trabajo de gabinete y campo son:

GABINETE:

1. Recopilación de información e **inventario de obstáculos**: por medio de foto aérea y mapas 1:25.000 o de menor escala, se pueden detectar algunos obstáculos transversales, aunque este trabajo tendrá que ser completado, en la medida de lo posible, en campo, ya que hay numerosos cursos de agua que por sus características, especialmente la vegetación de ribera, hacen imposible detectar la presencia de azudes u otros obstáculos transversales de esta manera. Las obras de paso existentes en numerosas infraestructuras viarias tampoco son detectables mediante foto aérea en buena parte de los casos, constituyendo en múltiples ocasiones un obstáculo para los movimientos piscícolas.
2. Determinación de las **especies piscícolas presentes en la masa de agua** en estudio: clasificación de las especies en los 4 grupos definidos en el PHMF y determinación de las variables tabuladas: Naturalidad (N), Movilidad (Mov) y Vulnerabilidad (VU)

CAMPO:

3. **Caracterización de cada obstáculo**: Clasificación del obstáculo según su tipología y toma de datos en campo de las variables dimensionales y de diseño de cada uno de los mismos.
4. Caracterización de las **condiciones de paso en ascenso y en descenso**: Análisis de las condiciones de paso en la época de migración, tanto en ascenso como en descenso, en función de la biología de cada una de las especies (especies anádromas, catádromas, potádromas)

GABINETE:

5. Cálculo del ***Índice de efecto de barrera*** de cada obstáculo para las distintas especies piscícolas presentes en la masa de agua, tanto para la migración en ascenso como en descenso.
6. Cálculo del ***Índice de compartimentación*** **(IC)** de la masa de agua, que relaciona la longitud de la masa de agua con el número de obstáculos existentes en ella y su efecto de barrera, de forma que a mayor valor del índice mayor grado de compartimentación.
7. Cálculo del ***Coeficiente de prioridad de las especies piscícolas*** **(∑Ki)**, como elemento esencial para caracterizar las especies presentes o potencialmente presentes en la masa de agua. Cuando toma valores altos significa que tiene una comunidad compleja con especies con altos requerimientos de movilidad.
8. Cálculo del ***Índice de conectividad longitudinal*** **(ICL)**, como producto de las dos variables anteriores. Valores altos indican ríos muy compartimentados con una alta afección a la comunidad de peces presente. Valores muy bajos indican que no hay problemas de continuidad porque estos afectan poco a la comunidad de peces presente: un río sin obstáculos tendrá un ICL de 0, independientemente de que especies lo habiten.
9. Cálculo de la ***Longitud de cauce permeabilizada*** **(L)** con la ejecución de pequeñas obras de restauración (escalas, rampas, demolición de azudes de pequeña entidad, etc.): Una vez caracterizados los obstáculos transversales y calculado el efecto barrera se determinará, en

aquellos obstáculos susceptibles de ser permeables mediante pequeñas actuaciones de restauración, la longitud de la masa de agua conectada o permeabilizada con esta mejora

3.2.- CONSEJOS DE PARTIDA

La continuidad de la masa de agua se caracterizará analizando todas aquellas estructuras artificiales que supongan un obstáculo a los distintos movimientos migratorios a lo largo del cauce de las especies piscícolas.

Por ello deberán inventariarse y caracterizarse todos los obstáculos existentes: presas, azudes, pesqueras, vados, puentes, etc. que supongan una discontinuidad en el cauce.

Se partirá de los datos de gabinete existente en la base IMPRESS, DATAGUA y otras bases de los organismos de cuenca (CCHH). En cualquier caso se recorrerá toda la masa de agua en busca de los obstáculos inventariados y de cualquier otro obstáculo existente en el río.

Es importante acotar las dimensiones de los azudes de manera aproximada, teniendo en cuenta los umbrales limitantes para cada grupo piscícola y tipo de obstáculo (referentes a las variables hidráulicas del paso: velocidad de la corriente, ancho de paramento, pendiente del azud, etc.).

La toma de datos se realizará siempre bajo las máximas condiciones de seguridad, teniendo en cuenta los riesgos derivados de las inclemencias meteorológicas, las condiciones del terreno o las posibles avenidas del cauce. En ningún caso se pondrá en riesgo la integridad física de los muestreadores.

La caracterización de la continuidad piscícola de los distintos obstáculos transversales deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Tipo de obstáculo a muestrear: tomar dimensiones conforme al tipo según sea paso sobre paramento, paso verticales, paso entubados, obstáculo mixtos u otro.
- Estado de conservación y uso/aprovechamiento del obstáculo transversal: si se encuentra en uso o está obsoleto, estado de conservación de los paramentos, presencia o ausencia de canales laterales de riego o tomas de minicentrales, etc.
- Existencia o no de estructuras o escalas para facilitar la migración piscícola: escalas de artesas, rampas, cauces artificiales, etc. Funcionalidad real y estado de conservación de estas infraestructuras.
- Grupo o grupos piscícolas existentes en la masa de agua: especies para las que estamos analizando el afecto barrera en la migración.
- Época de la visita a campo: se deberá visitar la masa de agua, a ser posible, en la época de migración de las especies principales (noviembre para salmónidos; mayo/junio para ciprínidos). En caso de realizar las visitas fuera de esta época de migración, el muestreador deberá justificar los datos obtenidos en base a su experiencia y a los datos foronómicos obtenidos del trabajo de gabinete. Además, deberá extrapolar la situación en el momento de la visita a campo a la situación predecible durante los movimientos migratorios.

En el momento de la caracterización de los obstáculos transversales es conveniente la participación de ambos muestreadores con el objetivo de unificar criterios y establecer, con la mayor fiabilidad posible, las condiciones de paso en ascenso y descenso. Para ello se recomienda realizar el análisis en campo sin prisas y desde varios puntos de vista del obstáculo, tanto desde las márgenes (perfil) como desde aguas

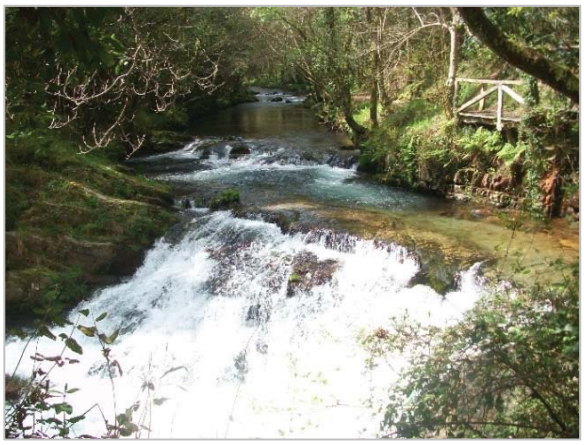
arriba y aguas abajo (alzados). Esta visión mejora la percepción del muestreador de la realidad del obstáculo, principalmente en lo relativo a las condiciones de paso: poza de remonte, descansaderos, turbulencias, efecto llamada, etc.



Alzados y perfil de azud en el río Guadalaviar (Teruel).

Se recomienda tomar fotografías de la ubicación del obstáculo transversal y de detalle de las condiciones de paso que presenta. Esto facilita posteriormente en gabinete posibles ajustes de la caracterización llevada a cabo en campo, además de dejar constancia de la existencia del mismo y de su uso y estado actual.

En caso de obstáculos naturales (cascadas, saltos) propios del río se procederá a su inventario conforme al protocolo. En ningún caso la finalidad será permeabilizarlos, pero si pueden suponer un factor importante en la toma de decisiones a la hora de permeabilizar los obstáculos artificiales existentes aguas arriba y aguas abajo del mismo.





Salto natural en cascada del río Suarón.

3.3.- CONSEJOS PARA LA CARACTERIZACIÓN EN CAMPO DE LOS OBSTÁCULOS TRANSVERSALES Y DE SUS CONDICIONES DE PASO

A partir de los datos de los inventarios de obstáculos, de la supervisión de la ortofotografía aérea actual y del recorrido de campo de la masa de agua, se procederá a la caracterización de todos y cada uno de los obstáculos existentes en el cauce.

Además de analizar las dimensiones y condiciones de paso de cada obstáculo en lo referente a la continuidad piscícola, se procederá a la caracterización morfológica o alteración del cauce como consecuencia de su presencia, en lo relativo al remanso generado, alteración de la profundidad/anchura del cauce y a la alteración del sustrato por la retención de sedimentos.

Para simplificar la toma de datos en campo se han dividido los obstáculos en 4 tipologías básicas. Lo primero que se deberá hacer una vez a pie de obstáculo es clasificarlo de esta manera:

Tipo de obstáculo:

- Salto vertical: aquel con una pendiente del paramento aguas abajo muy alta, que deberá ser superada por los peces mediante saltos
- Paso entubado: Aquel que dispone de caños o tubos por los que deberían circular los peces.
- Paso sobre paramento: Aquel que tiene una pendiente del paramento aguas abajo tal que los peces intentarán superar nadando por ella.
- Obstáculos mixtos: Aquel cuyo paso es una combinación de alguno de los obstáculos anteriores. Se ponderará como la suma de los tipos correspondientes a alguna de las tres tipologías anteriores.



Salto vertical



Salto vertical en río Guadalaviar



Paso entubado



Paso entubado en río Mijares



Paso sobre paramento.



Paso sobre paramento en río Manzanares



Obstáculo mixto en río Mijares

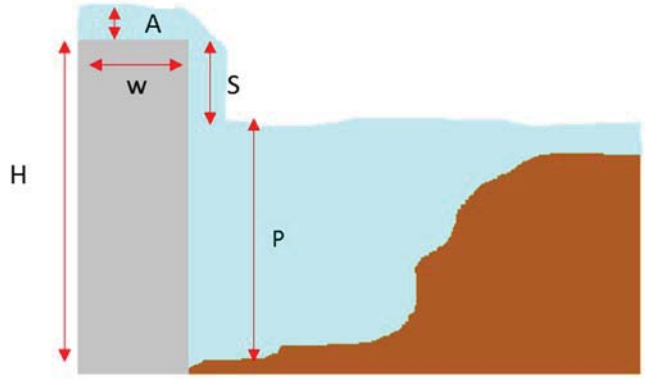


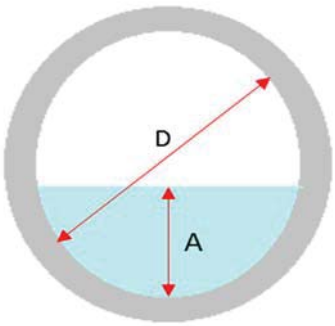
Obstáculo mixto en río Milagro

En función del tipo de obstáculo se caracterizarán unas variables específicas en lo relativo a las dimensiones físicas del obstáculo y variables hidráulicas de la corriente circulante.

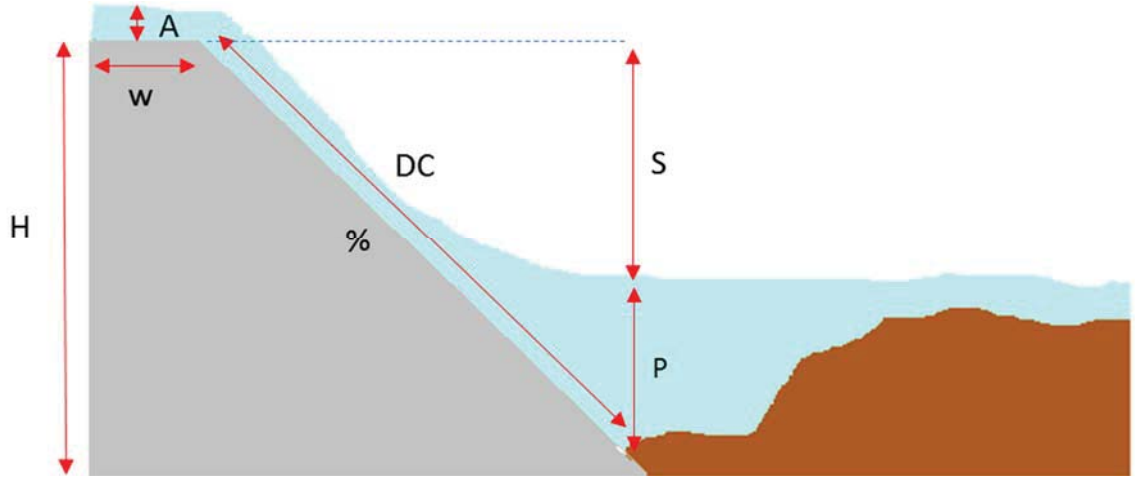
VARIABLES PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE OBSTÁCULOS	
SALTO VERTICAL	*Altura del obstáculo (H)*
	Altura del salto (S)
	Profundidad de la poza a pie del azud (P)
	Anchura en coronación (W)
	Altura de la lámina en coronación (A)
PASO ENTUBADO	*Velocidad de la corriente (V)*
	Diámetro del paso (D)
	Altura de la lámina en el paso (A)
	Longitud del paso (L)
PASO SOBRE PARAMENTO	*Altura del obstáculo (H)*
	Altura del salto (S)
	Profundidad de la poza a pie del azud (P)
	Distancia a coronación (DC)
	Anchura en coronación (W)
	Altura de la lámina sobre el paramento (A)
	Pendiente del paramento (%)
	Velocidad de la corriente sobre el paramento (V)

Variables para los distintos tipos de obstáculos





Variables para obstáculos de *salto vertical* Variables para obstáculos tipo *paso entubado*

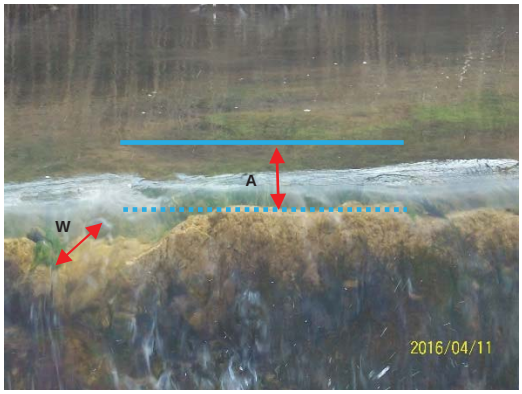


Variables a medir para obstáculos tipo *paso sobre paramento*

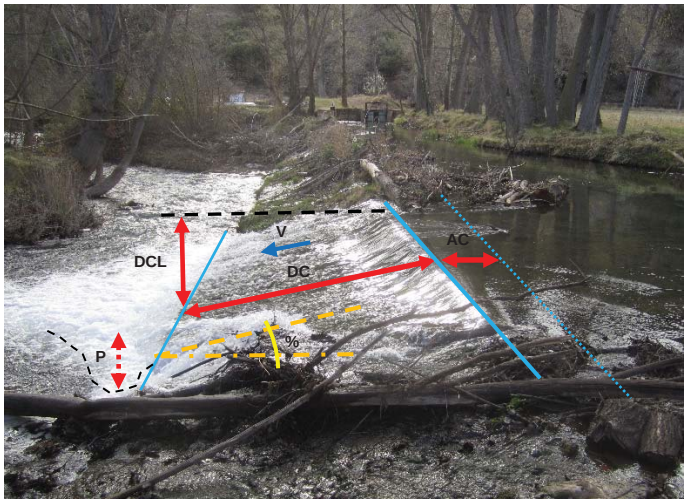
En caso de obstáculos mixtos, habrán de tomarse las variables correspondientes a todo los tipos básicos que incluya el obstáculo en cuestión.

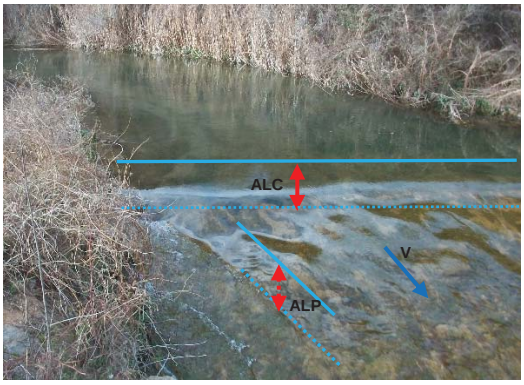
Además habrá que valorarse la existencia de determinadas características en el obstáculo que faciliten o no el paso sobre el mismo, tanto en ascenso como en descenso, y si estas están en funcionamiento en cualquier situación o en solo determinadas condiciones de caudal.



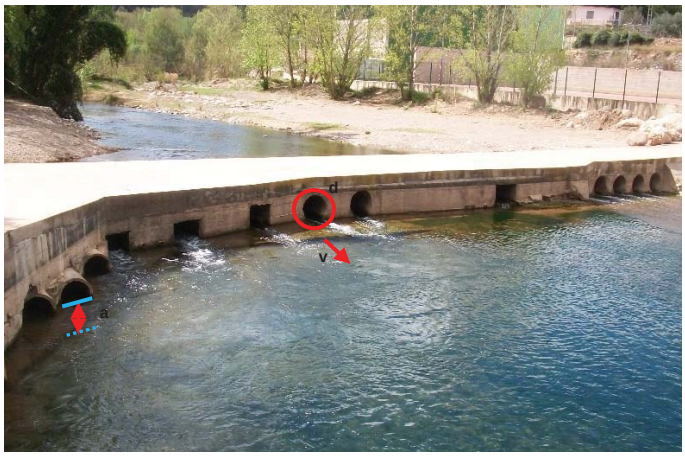


Medición de las variables dimensionales de un obstáculo vertical.





Medición de las variables dimensionales de un obstáculo sobre paramento





Medición de las variables dimensionales de un obstáculo vertical

3.4.- AGRUPACIÓN DE LA FAUNA PISCÍCOLA

De acuerdo con la conducta reproductiva, las capacidades natatorias y de remonte, y necesidades de caudal (velocidad/altura de lámina de agua) de las distintas especies piscícolas existentes en la península ibérica, se ha procedido a agrupar las especies en cuatro (4) *Grupos*.

A la hora de generalizar sobre las citadas conductas y capacidades, se ha considerado, para cada especie, el individuo representativo de la clase de edad adulta, es decir, aquel individuo con pleno desarrollo y capacidad reproductiva plena.

- *Grupo 1:* corresponde a las características de especies con alta capacidad de natación y salto (salmónidos)
- *Grupo 2:* corresponde a las características de especies con moderada capacidad de natación y salto (ciprínidos reófilos como bogas y barbos y especies similares)
- *Grupo 3:* corresponde a las características de especies con baja capacidad de natación y salto (ciprínidos pequeños como bermejuelas o gobios y especies similares)
- *Grupo 4:* corresponde a las características de especies particulares, como son las anguilas, que poseen la particularidad de ser capaces de reptar incluso fuera del agua para remontar por un curso fluvial.



Especies del Grupo 1 (*Salmo trutta*) y Grupo 2 (*Barbus bocagei* y *Chondrostoma polylepis*)

La metodología se aplicará de forma general siempre a los tres grupos iniciales de especies piscícolas indicados anteriormente, independientemente de si están o no presentes actualmente en la masa de agua. El grupo 4, debido a sus especiales características, se evaluará únicamente en aquellas masas de agua de interés para la conservación de la anguila.

3.5.- ESTUDIO DEL EFECTO BARRERA EN ASCENSO PARA LOS DISTINTOS GRUPOS DE PECES

El ascenso de la fauna piscícola es la migración más conocida y estudiada en las especies anádromas (reo, salmón, etc) y potádromas (trucha, ciprínidos), en la que las distintas especies piscícolas ascienden río arriba para buscar los frezaderos y reproducirse. Esta migración se produce, para cada especie, en una época determinada del año, dando lugar a los movimientos migratorios más importantes de nuestros ríos.

Con posterior a la reproducción de estas especies, se producen los movimientos migratorios en descenso. Normalmente estos movimientos son más ralentizados que los movimientos pre-reproductivos, llegando a producirse a lo largo de varios meses.



Frezadero de trucha en el río Omaña (movimiento migratorio en ascenso en el mes de enero) y movimiento post reproductivo del barbo en descenso (río Guadalaviar, mes de junio).

Debido a la presencia de numerosos obstáculos transversales en los cauces, muchos de estos movimientos, tanto en ascenso como en descenso, son dificultados e incluso interrumpidos por la presencia de presas, azudes, pesqueras, etc, con el consiguiente perjuicio para el desarrollo reproductivo

y distribución de las distintas especies piscícolas de nuestros ríos. A este efecto se le denomina "*efecto barrera*" y es lo que se pretende evaluar en el protocolo HMF a partir de los siguientes pasos a realizar en los trabajos de campo y gabinete:

- Análisis comparativo de las dimensiones de cada obstáculo transversal con las capacidades natatorias de los distintos grupos de peces: cálculo del *Índice de franqueabilidad* inicial del obstáculo.
- Corrección de este *Índice de franqueabilidad* inicial mediante el análisis de las condiciones de paso específicas en cada obstáculo, tanto en ascenso como en descenso.
- Análisis, en su caso, de las condiciones y funcionalidad los dispositivos de paso, o escalas, existentes en cada obstáculo para la permeabilización piscícola del mismo.
- Determinación final del Índice de franqueabilidad, a partir de la corrección del mismo por la presencia de dispositivos de paso o escalas. Se considerará como tal el valor máximo entre el índice de franqueabilidad del obstáculo y el índice de franqueabilidad del dispositivo de paso, si existe.

3.5.1.- CÁLCULO DEL INDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN ASCENSO

Para determinar el índice de franqueabilidad inicial en ascenso de cada obstáculo inventariado será necesario comprobar, en una primera fase y para cada grupo de peces indicado anteriormente, si algún valor de los parámetros medidos en campo en el momento del muestreo supera o no los *valores limitantes* indicados en la siguiente tabla.

EFECTO DE BARRERA EN ASCENSO: UMBRALES O VALORES LIMITANTES POR TIPO DE OBSTÁCULO Y GRUPO DE ESPECIES PISCÍCOLAS				
UMBRALES O VALORES LIMITANTES (EN M O M/S)	*GRUPO 1*	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4*
Saltos verticales				
Altura del salto (S), en m	*≤1*	*≤0,5*	*≤0,2*	*0*
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	*≥1,25h*	*≥1,4h*	*≥1,4h*	*Indiferente*
Anchura en coronación (W), en m	*≤0,5*	*≤0,5*	*≤0,5*	*≤0,5*
Altura de la lámina de agua en coronación (A), en m	*≥0,15*	*≥0,1*	*≥0,1*	*≥0,01*
Pasos entubados				
Velocidad de la corriente (v), en m/s	*≤2,4*	*≤1,7*	*≤0,5*	*≤1,7*
Altura de la lámina en el paso (A), en m	*≥0,1*	*≥0,1*	*≥0,1*	*≥0,01*
Pasos sobre el paramento				
Pendiente (%)	*≤30%*	*≤20%*	*≤20%*	*≤45%*
Velocidad de la corriente (V), en m/s	*≤2,4*	*≤1,5*	*≤0,5*	*≤2*
Calado sobre el paramento (A), en m	*≥0,1*	*≥0,1*	*≥0,1*	*≥0,01*
Distancia a coronación (DC), en m	*≤5*	*≤5*	*≤3*	*≤5*
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	*≥1,25h*	*≥1,4h*	*≥1,4h*	*Indiferente*
Anchura en coronación (W), en m	*≤0,5*	*≤0,5*	*≤0,5*	*≤0,5*

Umbrales o valores limitantes del efecto barrera en ascenso por grupo de especies piscícolas.

En caso de obstáculos mixtos se cogerán las variables que correspondan a cada caso concreto del resto de tipologías estudiadas.

Para ello se procederá a la medición en campo del caudal circulante y de la velocidad de la corriente. Estos datos se compararán los caudales obtenidos del trabajo de gabinete, en la Caracterización del régimen hidrológico, en lo relativo a los caudales medios mensuales en régimen actual. También ha de considerarse la época de migración en ascenso y descenso de las especies presentes en la masa de agua, para así poder extrapolar la situación de caudales y velocidades en la época de migración respecto a la situación en el momento de la visita o trabajo de campo.

MES	CAUDAL MEDIO MENSUAL (M3/S) EN RÉGIMEN REAL	MIGRACIONES EN ASCENSO				MIGRACIONES EN DESCENSO			
		G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4
Octubre	1.12				X				X
Noviembre	1.50	X			X				X
Diciembre	4.12	X			X				X
Enero	3.60	X			X				
Febrero	3.35				X	X			
Marzo	1.83		X			X			
Abril	1.75		X	X		X			
Mayo	1.19		X	X					
Junio	0.94		X	X			X	X	
Julio	1.23						X	X	
Agosto	1.43						X	X	
Septiembre	1.18				X				
Media	1.94								

Fecha de muestreo: nov-15

CAUDAL FECHA DE MUESTREO (m3/s) 2

Tabla ejemplo de la Masa de agua del río Manzanares aguas debajo de la presa de El Pardo: comparativa de caudales medios mensuales y época de migración por grupos de peces en ascenso y descenso.

Comparando de esta manera las medidas tomadas en campo (caudal circulante en el momento del muestreo y los caudales medios mensuales) con la tabla del *Efecto barrera en ascenso*, la franqueabilidad del paso se deberá clasificar en las siguientes cuatro categorías:

- *Franqueable en cualquier condición de caudal*: los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo no vaya a suponer ningún problema al paso en ascenso en cualquier mes de un año medio

- *Franqueable en las condiciones de caudal en época de migración*: a la vista de los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo sea franqueable en la época habitual de migración de las especies del grupo. Es previsible que en un año medio, en condiciones de caudales altos y/o bajos no sea franqueable.

- *Franqueable únicamente en alguna condición de caudal:* a la vista de los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo sea únicamente franqueable en algún mes del año, que puede o no coincidir con la época de migración. Es previsible que en un año medio, lo habitual es que sea no franqueable, salvo en determinadas ocasiones.

- *No franqueable en cualquier condición de caudal*: no es previsible que el obstáculo sea franqueable independientemente del caudal que circule por el cauce.

A continuación se asignará a cada uno de los tres grupos iniciales su *Índice de franqueabilidad* en ascenso inicial. En el caso de que el tramo de cauce tenga además presencia potencial o real de anguilas, se procederá a la evaluación del grupo 4.

INDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN ASCENSO DEL OBSTÁCULO				
FRANQUEABILIDAD DEL OBSTÁCULO	*PUNTUACIÓN*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
Franqueable en cualquier condición de caudal	*10*	*10*	*10*	*10*
Franqueable en las condiciones de caudal en época de migración	*8*	*8*	*8*	*8*
Franqueable únicamente en alguna condición de caudal	*4*	*4*	*4*	*4*
No franqueable en cualquier condición de caudal	*0*	*0*	*0*	*0*

Índice de Franqueabilidad inicial en función caudal circulante. Los tres primeros grupos se evaluarán siempre, mientras que el grupo 4, solo en los casos que sean tramos de cauce donde la anguila tenga especial relevancia. En el caso del grupo 4, en el caso de que el obstáculo se pueda franquear por las márgenes, tomará también el valor de 4.

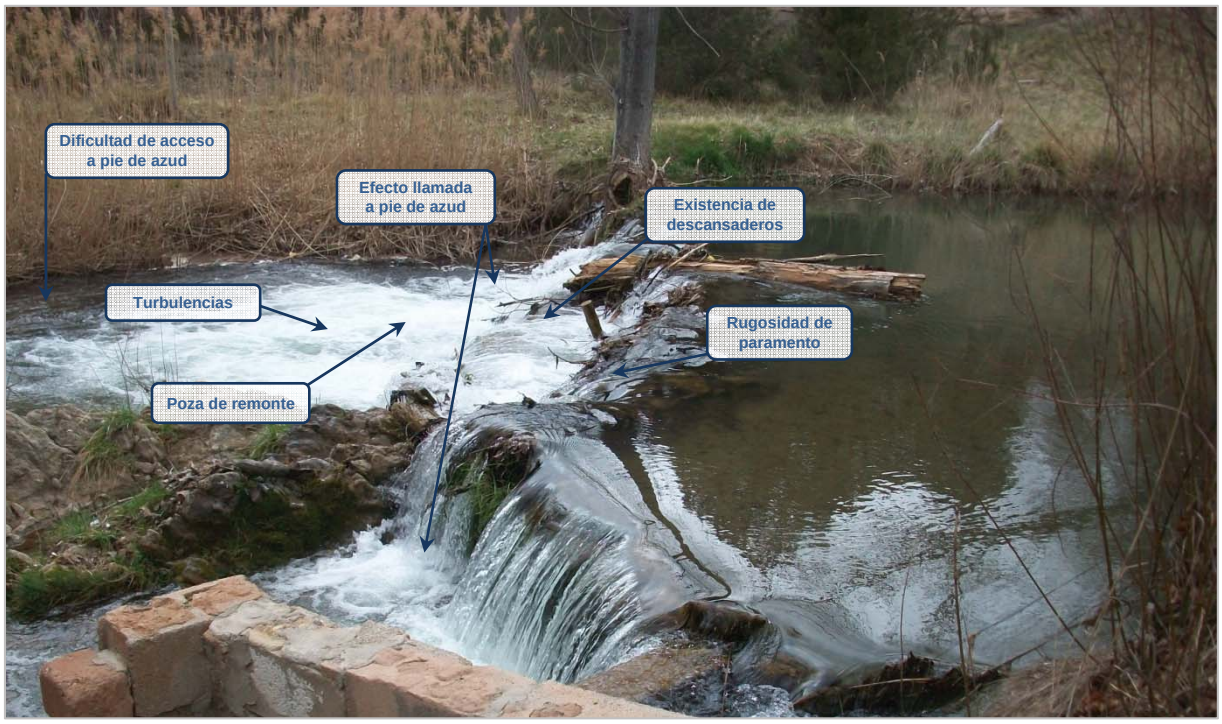
3.5.2.- CORRECCIÓN DEL ÍNDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL OBSTÁCULO.

A continuación se procederá a calcular una corrección del índice calculado anteriormente en función de las características de las condiciones de paso del obstáculo en estudio.

Las condiciones a valorar para la migración en ascenso sobre el obstáculo (no sobre la posible estructura específica de ascenso existente) son:

- *Dificultad de acceso al obstáculo*: si el pez puede llegar con facilidad a la zona de paso o si esta se puede quedar en seco o con caudales circulantes que dificulten la natación.
- *Dificultad de paso en obstáculos entubados*: se considerará como una dificultad añadida al paso de los peces aquellos obstáculos entubados con una longitud superior a los 10 m.
- *Ausencia de llamada*: si el pez puede o no identificar el paso del obstáculo de manera inequívoca por el caudal circulante.
- *Turbulencias*: presencia de turbulencias importantes que dificulten a los peces encontrar el paso o superarlo.
- *Rugosidad de paramento*: si la superficie del paso, especialmente en los pasos sobre paramento, es rugosa, facilitando que los peces que reptan sobre el paso puedan encontrar apoyos.
- *Descansaderos*: existencia de cambios en la pendiente u obstáculos que actúen como zonas de descanso durante el ascenso.

La posibilidad de acceso, llamada y presencia de turbulencias se referirán a la zona más favorable para el paso. Como se ha comentado con anterioridad, estas condiciones se estudiarán sobre el obstáculo existente, no sobre las posibles estructuras de ascenso o escalas existentes. En relación *con las estructuras de ascenso o escalas*, si existen, se caracterizarán conforme a lo establecido en el apartado siguiente.



Azud del río Guadalaviar (Teruel).

A partir de estas condiciones existentes, se procederá a corregir el *Índice de franqueabilidad* anteriormente calculado, salvo que el obstáculo sea infranqueable independientemente del caudal, con los siguientes coeficientes:

CORRECCIONES AL INDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN ASCENSO				
CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES DE PASO	*CORRECCIÓN A LA PUNTUACIÓN INICIAL*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
Dificultad de acceso a pie de barrera	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Dificultad de paso en obstáculos entubados	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Ausencia de llamada en la zona de posible franqueo	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Presencia de turbulencias importantes	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Superficie rugosa o irregular (pendientes inferiores a 45%)	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*
Presencia de descansaderos, cambios de pendiente u obstáculos formando descansos	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*

Correcciones al Índice de Franqueabilidad inicial en función de las características del paso. En el caso de que el valor con estas correcciones tomase un valor superior a 10 se tomará el valor de 10. Igual sucederá en el caso de que sea menor de 0.

3.5.3.- ESTUDIO DE LA FUNCIONALIDAD EN ASCENSO DE LOS DISPOSITIVOS DE PASO EXISTENTES EN EL OBSTÁCULO.

En aquellos casos en los que existan estructuras artificiales para la permeabilización de los obstáculos transversales, tales como escalas (ralentizadores o estanques sucesivos), rampas, canales laterales, cauces artificiales, pre-presas, etc. se procederá a la caracterización de su funcionalidad y su estado de conservación.














Escala de peces tipo: estanques sucesivos en río Eo (I) y Eresma (II), rampa en río Tiétar (III), ralentizadores en río Guadiana (IV), río artificial (V, VI y VII), canal lateral en río Cares-Deva (VIII), ascensor de peces en río Teverga (IX) y escalones sucesivos en río Jarama (X).

Durante el trabajo de campo, será necesario incluir en las observaciones una descripción detallada del sistema de paso y cualquier información que se considere relevante.



Escala de peces del Azud Post trasvase (Río Segura)

Los criterios de valoración de la funcionalidad de los sistemas de paso son los siguientes:

- Accesibilidad a la estructura de remonte: el paso debe ser practicable tanto en su entrada como en su salida en la transición del río a la entrada y salida de la estructura. Se valorará la accesibilidad física de los peces a la estructura de remonte, independientemente del caudal circulante, de manera que no

existan obstáculos (sedimentos, restos de madera y arrastres, etc.) que dificulten la entrada a la escala o cauce artificial desde el río. La entrada al paso no debe estar descolgada del cauce, especialmente en escalas y ralentizadores.

- Debe existir un efecto llamada a pie de la estructura de remonte que facilite la concentración de las especies piscícolas en el punto adecuado para la toma o remonte por dicha estructura o escala, de forma que exista un caudal de llamada claro, manteniendo las velocidades adecuadas en la entrada, especialmente en el caso de las escalas.

- Existencia o ausencia de poza de remonte que facilite el acceso de las especies piscícolas a la estructura. Deberá valorarse la existencia o no de dicha poza en el momento de la visita a campo, teniendo en cuenta la época de migración de las especies piscícolas principales.

- Los estanques, en el caso de las escalas, o las pozas de descanso, en las rampas de escollera, deben tener un tamaño adecuado (longitud mínima: longitud del pez x 3, anchura mínima: longitud del pez x 2)

- Deberá analizarse la potencia hidráulica del flujo de agua en la transición río-escala o cauce artificial. Se valorarán las condiciones hidráulicas en dicho punto con el objetivo de establecer si hacen posible o no el remonte de las especies piscícolas.

- Continuidad del flujo hidráulico en la estructura de remonte: se procederá a la revisión del funcionamiento hidráulico dentro de la estructura de remonte visionando la continuidad del flujo en todo su recorrido, la presencia de turbulencias o flujos rápidos y apuntando las posibles incidencias/deficiencias que pudieran dificultar o impedir el remonte de los peces.

- Presencia de obstáculos en la escala o cauce artificial que dificulten o impidan la migración a través de estos (presencia de maderas o sedimentos, discontinuidades por mal estado de la escala, etc.).

- Accesibilidad en la salida de la estructura de remonte: transición estructura-río. Se revisará el funcionamiento de la escala en el punto de salida de la misma, aguas arriba, observándose su buena transición en lo relativo a velocidades, calados y posibles obstrucciones en la citada estructura.

De la observación de estas variables dependerá el funcionamiento real de las estructuras de remonte, de manera que la sola presencia de las mismas no asegura la permeabilidad de los obstáculos transversales sobre los que se construyeron.





Escalas de estanques sucesivos con problemas en su conservación y funcionalidad: (I) escala colmatada de sedimentos y (II) escala con problemas en la accesibilidad: transición del río al primer estanque.



Escala de salmones de Piago Mayor en el río Eo.

A partir de ese análisis se establecerá el *Índice de franqueabilidad del dispositivo* obtenido para cada uno de los grupos de peces establecidos, de acuerdo con la siguiente tabla.

INDICE DE FRANQUEABILIDAD EN ASCENSO DEL DISPOSITIVO DE PASO				
FRANQUEABILIDAD PREVISIBLE DEL DISPOSITIVO DE PASO	*PUNTUACIÓN*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
En general es franqueable en cualquier condición de caudal	*10*	*10*	*10*	*10*
En general es franqueable en las condiciones de caudal en época de migración	*8*	*8*	*8*	*8*
En general es franqueable únicamente en alguna condición de caudal	*4*	*4*	*4*	*4*
No permite el paso por falta de mantenimiento	*2*	*2*	*2*	*2*
No permite el paso por el diseño del paso	*0*	*0*	*0*	*0*
No existe dispositivo	*0*	*0*	*0*	*0*

Índice de Franqueabilidad del dispositivo de paso del obstáculo. El grupo 4 solo se aplicará en los cauces de especial relevancia para la anguila.

3.5.4.- DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE FRANQUEABILIDAD FINAL DEL OBSTÁCULO EN ASCENSO.

Una vez determinada la franqueabilidad del obstáculo en sí, y del dispositivo de paso de fauna si existe, se procederá a asignar un *Índice de franqueabilidad final* al obstáculo.

En este caso, el valor de franqueabilidad del obstáculo será el máximo de los dos valores anteriormente calculados. Por ejemplo, un obstáculo infranqueable pero que tuviese un dispositivo de paso que permitiese en cualquier condición de caudal el paso de la fauna piscícola tendría un índice de franqueabilidad de 10.

En determinados casos, sobre todo en las rampas, es difícil distinguir entre obstáculo y el paso de la fauna piscícola. En estos casos, se considerará el paso como parte del obstáculo y se valorará conforme a los dos primeros puntos.

Por último, el valor global del índice de franqueabilidad en ascenso del obstáculo será la media de los valores de los tres grupos de peces considerados, o de los cuatro, en el caso de que se tenga en cuenta el grupo 4.

Valores próximos a 10 del índice de franqueabilidad final en ascenso significan que el obstáculo es franqueable para la mayor parte de los peces en la mayor parte del año. Valores próximos a cero significan que el obstáculo es infranqueable para la mayor parte de los peces en cualquier época del año.

A modo de ejemplo se presentan las siguientes fotografías que corresponden al azud de Navalcán, en el río Tiétar.



Azud y escala de Navalcán, río Tiétar

Por el diseño del azud el obstáculo es infranqueable para todos los Grupos de peces (Índice de franqueabilidad = 0). De hecho en el momento del muestreo había una gran cantidad de ciprínidos concentrados a pie de azud.




Poza de remonte e individuos de boga y calandino intentando el remonte del azud

Para mejorar su permeabilidad por su margen derecha se construyó una escala de peces. Debido al salto de entrada en dicha escala ninguna de las especies presentes sería capaz de tomarla, por lo que el *Índice de franqueabilidad en ascenso*, pese a que exista escala, sigue siendo próximo a cero.




Detalle del acceso a la escala de peces a pie de azud. Salto de 0,55 m desde la poza de remonte a la escala

Para verificar este hecho se realizaron pescas eléctricas agua abajo del azud, comprobándose que incluso os individuos reproductores del Grupo 2 (barbos) no eran capaces de franquear el obstáculo y la escala.




Pescas eléctricas a pie del azud de Navalcán (época de migración, mes de junio)

3.6.- ESTUDIO DEL EFECTO DE BARRERA EN DESCENSO

Los movimientos en descenso de la fauna piscícola es esencial para cumplir con los ciclos biológicos y con el intercambio genético de las distintas especies.

Conviene distinguir los distintos movimientos en descenso que de forma general realizan todas las especies piscícolas presentes de la Península Ibérica. Estos son:

- *Movimientos post reproductivos*: se trata de los movimientos de bajada que realizan las especies anádromas (salmón, reo, lamprea, sábalo, saboga, esturión) y potamodrómas (trucha común, ciprínidos en general, etc.) una vez finalizada la freza o puesta aguas arriba, a excepción de las especies catádromas, como la anguila, cuyos movimientos en descenso responden a su ciclo reproductivo marino. Estos movimientos en descenso se realizan de manera paulatina y suelen durar entre tres y cuatro meses en función de la especie y las condiciones de caudal.

- *Movimientos por las condiciones de caudal*: se trata de movimientos en descenso motivados por las condiciones extraordinarias del caudal, es decir, por las avenidas o crecidas del río, o bien por los estiajes muy marcados. Este tipo de movimientos se producen de manera rápida, como consecuencia de estos caudales extraordinarios o la ausencia de caudales mínimos de supervivencia, y se encuentran ligados a las condiciones hidrológicas naturales y de regulación impuestas en cada cauce. Afectan a muchas especies de la Península Ibérica como consecuencia del régimen hidrológico de nuestros ríos, principalmente en la vertiente mediterránea, donde se suceden épocas muy marcadas de lluvias que dan lugar a grandes caudales y estiajes prolongados. Afectan de manera diferente a las distintas clases de edad dentro de una misma especie, siendo más sensibles a las condiciones de caudal el alevinaje (0+) y los individuos de clase de edad joven (1+), ya que ofrecen menos resistencia a los elevados caudales. Por el contrario, las clases de edad adulto son más sensibles a los caudales de estiaje, desplazándose en mayor medida en descenso por la falta de un caudal mínimo de supervivencia.

- *Movimientos habituales propios de la especie*: se trata de los movimientos en descenso propios de la biología de cada especie piscícola como consecuencia de la necesidad de búsqueda de alimento o refugio dentro de la masa de agua. Responden a la biología de la especie a lo largo del año y dependen de factores climatológicos y ecológicos, tales como la temperatura del agua, exposición solar, caudal circulante, disponibilidad de alimento, etc. Afectan a todo el conjunto de especies piscícolas, incluidas las anfídromos o especies que se mueven entre el medio fluvial y marino sin fines reproductivos.

En descenso se prestará atención a:

- *Formación de embalse*: si el obstáculo forma embalse aguas arriba del mismo.

- Presencia o ausencia de canal de derivación: si existe canal de derivación.

- *Presencia o ausencia de rejillas*: Si existen estructuras, como rejillas u otros dispositivos, que impidan la entrada de los peces en el canal de derivación.

- *Presencia de obstáculos*: si para superar el obstáculo los peces se ven forzados a pasar por turbinas, molinos o a caídas superiores a 10 m de altura.

- *Presencia de estructuras de paso o escalas*: Si existen estructuras que faciliten la migración en descenso (escalas, canales artificiales, rampas etc.)

Además, se incluirá una breve descripción del azud, si está en uso o abandonado, y, si es posible, una fotografía desde aguas abajo.

Estas características de los obstáculos transversales al cauce determinarán el efecto de barrera de las especies piscícolas durante los movimientos migratorios propios de cada especie.

3.6.1.- CÁLCULO DEL INDICE DE FRANQUEABILIDAD EN DESCENSO

Igual que para el ascenso, para determinar el índice de franqueabilidad inicial en descenso de cada obstáculo inventariado será necesario comprobar, en una primera fase, y para cada grupo de peces indicado anteriormente, si algún valor de los parámetros medidos en campo en el momento del muestreo supera o no los *valores limitantes* indicados en la siguiente tabla:

EFECTO DE BARRERA EN DESCENSO: VALORES LIMITANTES POR GRUPO DE ESPECIES PISCÍCOLAS				
VALORES LIMITANTES (EN M)	*GRUPO 1*	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4*
Saltos verticales				
Altura del salto (h), en m	*≤3*	*≤2*	*≤2*	*≤3*
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	*≥0,5*	*≥0,5*	*≥0,5*	*≥0,5*
Altura de la lámina de agua en coronación (a), en m	*≥0,1*	*≥0,05*	*≥0,05*	*≥0,01*
Pasos entubados				
Altura de la lámina en el paso (a), en m	*≥0,1*	*≥0,05*	*≥0,05*	*≥0,01*
Pasos sobre el paramento				
Calado sobre el paramento (a), en m	*≥0,1*	*≥0,05*	*≥0,05*	*≥0,01*
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	*≥0,2*	*≥0,2*	*≥0,1*	*≥0,1*

Valores limitantes efecto barrera en descenso por grupo de especies piscícolas

En caso de obstáculos mixtos se cogerán las variables que correspondan a cada caso concreto, habitualmente la altura máxima del salto y el calado mínimo sobre el paramento o tubo.

Comparando las medidas tomadas en campo con la tabla anterior, el caudal circulante en el momento del muestreo y los caudales medios mensuales, la franqueabilidad del paso se deberá clasificar en las siguientes cuatro categorías:

- *Franqueable en cualquier condición de caudal*: los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo no vaya a suponer ningún problema al paso en descenso en cualquier mes de un año medio

- *Franqueable en las condiciones de caudal en época de migración*: a la vista de los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo sea franqueable en descenso en la época habitual de migración de las especies del grupo. Es previsible que en un año medio, en condiciones de caudales altos y/o bajos no sea franqueable.

- *Franqueable únicamente en alguna condición de caudal:* a la vista de los valores medidos en campo, junto con los datos de caudales medios mensuales disponibles, hacen que sea previsible que el obstáculo sea únicamente franqueable en algún mes del año, que puede o no coincidir con la época de migración. Es previsible que en un año medio, lo habitual es que sea no franqueable, salvo en determinadas ocasiones.

- *No franqueable en cualquier condición de caudal*: no es previsible que el obstáculo sea franqueable independientemente del caudal que circule por el cauce.

A continuación se asignará a cada uno de los tres grupos iniciales su índice de franqueabilidad en descenso inicial. En el caso de que el tramo de cauce tenga además presencia potencial o real de anguilas, se procederá a la evaluación del grupo 4.

INDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN DESCENSO DEL OBSTÁCULO				
FRANQUEABILIDAD DEL OBSTÁCULO	*PUNTUACIÓN*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
Franqueable en cualquier condición de caudal	*10*	*10*	*10*	*10*
Franqueable en las condiciones de caudal en época de migración	*8*	*8*	*8*	*8*
Franqueable únicamente en alguna condición de caudal	*4*	*4*	*4*	*4*
No franqueable en cualquier condición de caudal	*0*	*0*	*0*	*0*

Índice de Franqueabilidad inicial en descenso en función caudal circulante. Los tres primeros grupos se evaluarán siempre, mientras que el grupo 4, solo en los casos que sean tramos de cauce donde la anguila tenga especial relevancia. Igualmente, para el grupo 4, si la migración en descenso se pudiese realizar por las márgenes se tomará el valor de 4.

3.6.2.- CORRECCIÓN DEL ÍNDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN DESCENSO A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL OBSTÁCULO.

A continuación se procederá a calcular una corrección del índice calculado anteriormente en función de las características de las condiciones de paso.

Es importante considerar en descenso, para cada uno de los obstáculos en estudio, la presencia de tomas o canales de derivación para aprovechamiento de las aguas para riego, molinos, centrales hidroeléctricas, etc. En concreto, se deberá valorar la presencia o ausencia de rejillas a la entrada de los mismos que impidan la entrada de las especies piscícolas presentes. Además se deberá valorar la luz de la rejilla en lo referente tanto al paso de las distintas especies, por su tamaño, como al paso para una misma especie en función de su clase de edad. Como criterio orientativo se considerarán los siguientes umbrales de paso en las rejillas en función de la luz o espacio entre rejas:

- Luz inferior a los 5 cm: impide el paso a todas las especies e individuos por clases de edad de los grupos 1, 2, 3 y 4.
- Luz superior a los 5 cm permite el paso en descenso a todas las especies y clases de edad del grupo 3, así como el paso de individuos alevines y juveniles del resto de grupos de peces (grupos 1, 2 y 4).
- Luces superiores a los 10 cm permiten el paso a todas las especies y clases de edad de los grupos 1, 2, 3 y 4, salvo grandes reproductores.
- Luces superiores a los 20 cm permiten el paso de todas las especies y clases de edad de todos los grupos de peces.

En descenso se deberá prestar atención a:

- *Formación de embalse y dificultad de ubicación de la zona de descenso*: si el obstáculo forma embalse aguas arriba del mismo dificultará la identificación de la zona de descenso, contribuyendo a dificultar el descenso de los peces.
- *Dificultad de paso en obstáculos entubados*: se considerará como una dificultad añadida al paso de los peces aquellos obstáculos entubados con una longitud superior a los 10 m.

- *Presencia de canal de derivación*: si existe canal de derivación, éste provocará un efecto llamada que producirá la confusión de la fauna piscícola.
- *Presencia de toma o canal de derivación con rejillas en el entorno del obstáculo*: Si el obstáculo dispone de tomas (que pueden producir flujo de caudal que produzca la confusión de la fauna piscícola) con rejillas u otros dispositivos que impidan la entrada de los peces en el canal de derivación.
- *Presencia de toma o canal de derivación sin rejillas en el entorno del obstáculo*: Si el obstáculo dispone de tomas (que pueden producir flujo de caudal que produzcan la confusión de la fauna piscícola) sin rejillas u otros dispositivos que impidan la entrada de los peces en el canal de derivación, lo que puede producir importantes mortandades.
- *Paso por turbinas, molinos, etc.* Asociados a los posibles canales de derivación, que pueden suponer, en su caso, mortandades importantes.

Como se ha comentado con anterioridad, estas condiciones se estudiarán sobre el obstáculo existente, no sobre las posibles estructuras de paso o escalas, cuya caracterización se realizará conforme a lo establecido en el apartado siguiente.

A partir de estas condiciones existentes, se procederá a corregir el índice de franqueabilidad anteriormente calculado, salvo que el obstáculo sea infranqueable independientemente del caudal, con los siguientes coeficientes:

CORRECCIONES AL INDICE DE FRANQUEABILIDAD INICIAL EN DESCENSO				
CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES DE PASO	*CORRECCIÓN A LA PUNTUACIÓN INICIAL*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
Formación de embalse o dificultad de identificación del paso (ausencia de un gradiente claro de velocidad en la zona embalsada)	*-2*	*-2*	*-2*	*-2*
Dificultad de paso en obstáculos entubados	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Presencia de canal de derivación con rejilla operativa previa a la entrada a molino, turbina o toma de riego	*-1*	*-1*	*-1*	*-1*
Presencia de canal de derivación sin rejilla operativa o con rejillas no operativas o fácilmente permeables (luces superiores a 10 cm), previa a la entrada a molino, turbina o toma de riego	*-2*	*-2*	*-2*	*-2*

Correcciones del Índice de franqueabilidad inicial en descenso.

Correcciones al Índice de franqueabilidad en descenso inicial en función de las características del paso. En el caso de que el valor con estas correcciones tomase inferior a cero, se tomará como cero. Igual sucederá en el caso de que sea mayor de diez.

3.6.3.- ESTUDIO DE LA FUNCIONALIDAD EN DESCENSO DE LOS DISPOSITIVOS DE PASO EXISTENTES EN EL OBSTÁCULO.

Para los dispositivos de paso de peces evaluados ya en ascenso, se procederá igualmente a la caracterización de su funcionalidad en descenso.

Conviene destacar la escasa funcionalidad que tienen en descenso muchos de los dispositivos o escalas existentes en los ríos, principalmente las escalas de artesas y los ralentizadores, cuyo diseño hidráulico

dificulta el movimiento en descenso. Esto se debe a la forma en que se suelen producir dichos movimientos, de manera paulatina y aprovechando caudales medios y bajos. Sin embargo, dentro de estas escalas se encuentran a veces con flujos turbulentos y/o velocidades elevadas que dificultan en gran medida el descenso de los peces.

Teniendo esto en cuenta, los criterios a considerar en cuanto a la valoración de la funcionalidad en descenso de los sistemas de paso son los siguientes:

- Accesibilidad a la estructura: el paso debe ser practicable tanto en su entrada como en su salida en la transición del río a la entrada y salida de la estructura. Se valorará la accesibilidad física de los peces a la estructura, independientemente del caudal circulante, de manera que no existan obstáculos (sedimentos, restos de madera y arrastres, etc.) que dificulten la entrada a la escala o cauce artificial desde el río.
- Debe existir un efecto llamada que permita la concentración de las especies piscícolas en el punto adecuado para el descenso por dicha estructura.
- En general, debido a su diseño, se considera que no permiten el descenso de los peces las escalas de ralentizadores.
- Presencia de obstáculos en la escala o cauce artificial que dificulten o impidan la migración a través de estos (presencia de maderas o sedimentos, discontinuidades por mal estado de la escala, etc.).

De la observación de estas variables dependerá el funcionamiento real de las estructuras en descenso, de manera que la sola presencia de las mismas no asegura la permeabilidad de los obstáculos transversales sobre los que se construyeron.

A partir de ese análisis se establecerá el *Índice de franqueabilidad del dispositivo* en descenso obtenido para cada uno de los grupos de peces establecidos, de acuerdo con la siguiente tabla.

INDICE DE FRANQUEABILIDAD EN ASCENSO DEL DISPOSITIVO DE PASO				
FRANQUEABILIDAD PREVISIBLE DEL DISPOSITIVO DE PASO	*PUNTUACIÓN*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4*
En general permite el descenso en cualquier condición de caudal	*10*	*10*	*10*	*10*
En general permite el descenso en las condiciones de caudal en época de migración	*8*	*8*	*8*	*8*
En general permite el descenso únicamente en alguna condición de	*4*	*4*	*4*	*4*
No permite el descenso por falta de mantenimiento	*2*	*2*	*2*	*2*
No permite el descenso por el diseño del paso	*0*	*0*	*0*	*0*
No existe dispositivo	*0*	*0*	*0*	*0*

Índice de franqueabilidad en descenso del dispositivo de paso del obstáculo. El grupo 4 solo se aplicará en los cauces de especial relevancia para la anguila.

3.6.4.- DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE FRANQUEABILIDAD FINAL DEL OBSTÁCULO EN DESCENSO.

Una vez determinada la franqueabilidad en descenso del obstáculo en sí, y del dispositivo de paso si existe, se procederá a asignar un índice de franqueabilidad final al obstáculo en descenso.

En este caso, el valor de franqueabilidad del obstáculo en descenso será el máximo de los dos valores anteriormente calculados. Por ejemplo, un obstáculo podría ser franqueable en descenso por el

paramento aguas abajo, y no por una escala de ralentizadores, tendría un índice de franqueabilidad en descenso de 10.

En determinados casos, sobre todo en las rampas, es difícil distinguir entre obstáculo y el paso de la fauna piscícola. En estos casos, se considerará el paso como parte del obstáculo y se valorará conforme a los dos primeros puntos.

Por último, el valor de global del índice de franqueabilidad en descenso del obstáculo será la media de los valores de los tres grupos de peces considerados, o de los cuatro, en el caso de que se tenga en cuenta el grupo 4.

Valores próximos a 10 del índice de franqueabilidad final en ascenso significan que por él pueden descender la mayor parte de los peces en la mayor parte del año. Valores próximos a cero significan que el obstáculo es una barrera para el descenso de los peces en cualquier época del año.

3.7.- EFECTO BARRERA COMBINADO DEL OBSTÁCULO EN ASCENSO Y DESCENSO

Una vez caracterizado cada obstáculo en ascenso y descenso, el índice de franqueabilidad global se calculará a través de la combinación de los índices de franqueabilidad calculados con anterioridad.

Si bien la importancia del ascenso y descenso de la fauna piscícola puede ser la misma, se ha considerado, para la aplicación de este protocolo, distintos pesos en función del grupo piscícola, de su carácter migrador y de la necesidad de realizar desplazamientos, según se expone en la tabla siguiente.

En importante considerar que en las especies cuyo ciclo reproductivo concluye en la cabecera de los ríos (especies catádromas y potádromas), es más importante el ascenso que el descenso. Lo contrario sucede en las especies catádromas (como la anguila), cuyo ciclo reproductivo finaliza en el mar.

PESOS PARA LA COMBINACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL ASCENSO Y DESCENSO				
RELACIÓN ENTRE LA IMPORTANCIA DEL ASCENSO Y DESCENSO	*PUNTUACIÓN*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4 (*)*
Migración en ascenso	*0,7*	*0,7*	*0,5*	*0,3*
Migración en descenso	*0,3*	*0,3*	*0,5*	*0,7*

Pesos para la ponderación entre el índice de franqueabilidad en ascenso y descenso.

El valor final del Índice de franqueabilidad global para cada grupo, será la suma del ascenso y descenso por su correspondiente peso o relación entre la importancia de ascenso/descenso. El valor final del índice para el obstáculo será la media de los valores finales de cada grupo.

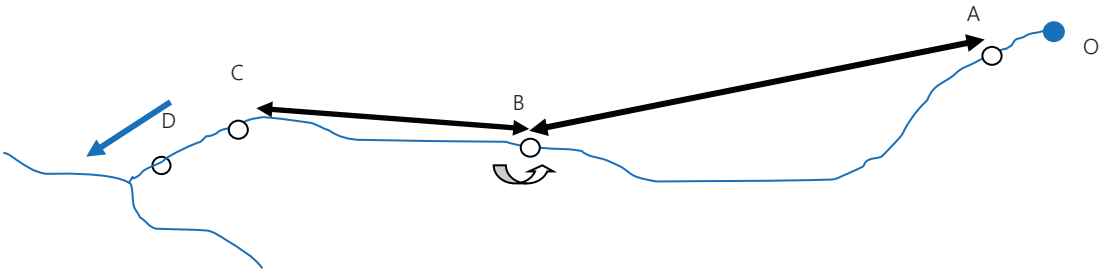
3.8.- DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE LA MASA DE AGUA POTENCIALMENTE CONECTADA CON LA PERMEABILIZACIÓN DEL OBSTÁCULO.

Finalmente, con el fin de priorizar posibles actuaciones, para aquellos obstáculos que no tengan un índice de franqueabilidad global de 10, se procederá a la determinación de la longitud de la masa de agua susceptible de ser conectada con la mejora de la franqueabilidad del azud, a través de la mejora o

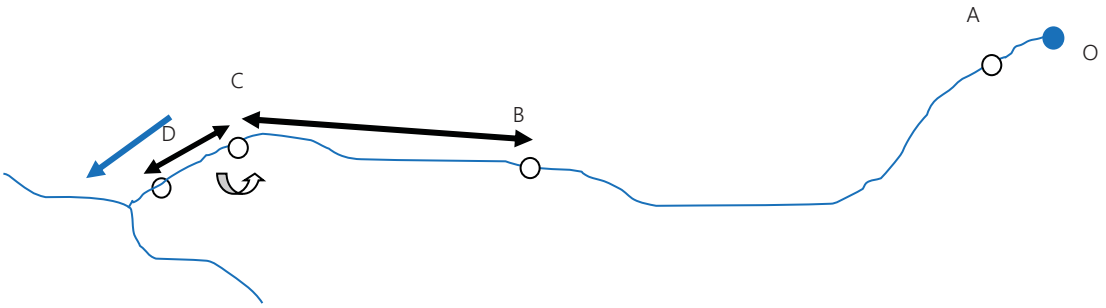
creación de nuevas escalas de peces, reducción de la cota o altura de coronación, eliminación o demolición del obstáculo, etc.

Para ello se sumarán los tramos conectados, en ascenso y descenso, según los criterios siguientes, suponiendo una masa de agua con cuatro obstáculos (A, B, C y D):

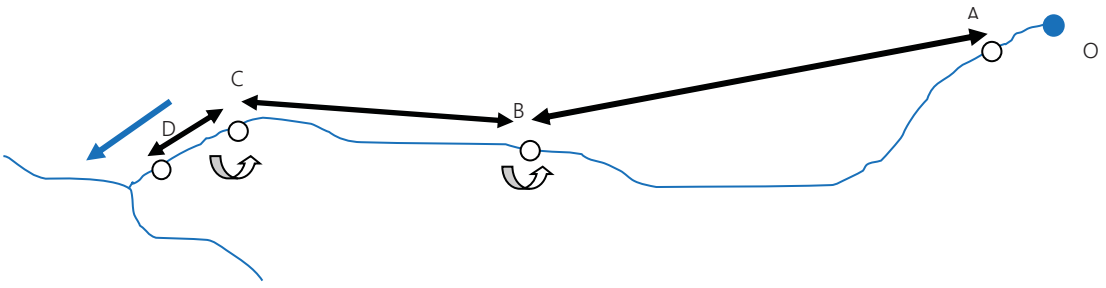
Caso 1. Eliminación o permeabilización del obstáculo B. Longitud permeabilizada o conectada= C-A



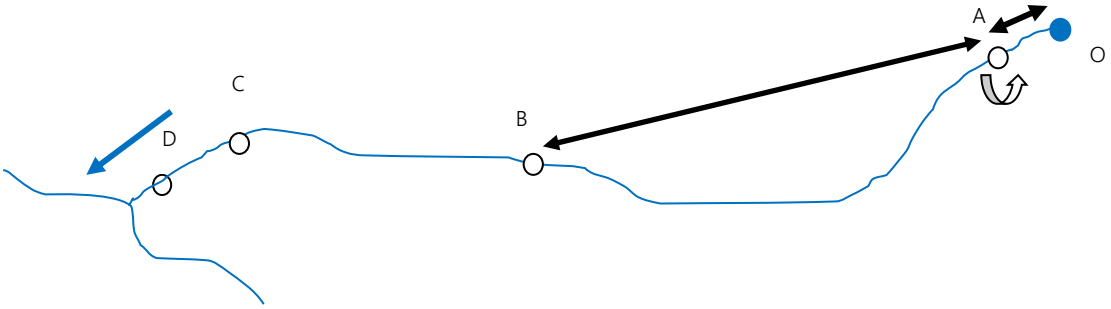
Caso 2. Eliminación o permeabilización del obstáculo C. Longitud permeabilizada o conectada: D-B



Caso 3. Eliminación o permeabilización de los obstáculos B y C. Longitud permeabilizada= D-A



Caso 4. Eliminación o permeabilización del obstáculo A. Longitud permeabilizada en ascenso= B-O; Longitud permeabilizada en descenso B-A; Longitud total permeabilizada B-O.



Por lo tanto, se deben medir los km de río conectados desde el obstáculo inmediatamente aguas abajo del obstáculo eliminado o permeabilizado, hasta el siguiente obstáculo existente aguas arriba o hasta el nacimiento si no existiese ningún otro obstáculo. Se medirá siempre sobre la corriente principal, sin considerar los afluentes.

3.9.- ÍNDICE DE COMPARTIMENTACIÓN DE LA MASA DE AGUA (IC)

Para analizar el grado de compartimentación o fragmentación de un curso fluvial, una cuenca o, en este protocolo, sobre una masa de agua, se calcula el denominado *Índice de compartimentación (IC)*.

Este índice relaciona el *Índice de efecto de franqueabilidad global medio* de las barreras (∑IF/N) del tramo analizado con la distancia media entre obstáculos (LT/N). A mayor valor del índice mayor grado de compartimentación.

$$IC = \frac{\frac{\sum(10-IF)}{N}}{\frac{L_T}{N}} = \frac{\sum(10-IF)}{L_T}$$

L_T= Longitud de la masa de agua considerada (km)

N= Número obstáculos transversales existentes

∑IF = Suma de los índices de franqueabilidad de los obstáculos existentes.

3.10.- ÍNDICE DE CONTINUIDAD LONGITUDINAL DE LA MASA DE AGUA (ICL)

La continuidad longitudinal la masa de agua vendrá determinada por su fragmentación y el grado de impacto que esta produzca sobre la comunidad de peces existente, por lo que es necesario introducir un nuevo parámetro que evalúe este grado de afectación a través del denominado *Coeficiente de prioridad para las especies presentes (ki).*

Este factor ha sido desarrollado a partir del propuesto por Pini Prato (2007) para ríos italianos, y modificado para que se adapte a las características de la ictiofauna ibérica (Anexo III).

$$ki = N \times \left(M_{ov} + V_n\right)^2$$

Donde:

- *N,* representa la *Naturalidad* de la especie*:* prioriza a las especies autóctonas de la cuenca frente a las introducidas y las invasoras.

NATURALIDAD	
Especies endémicas o autóctonas	*1*
Especies introducidas	*0,5*
Especies invasoras	*0*

Valores de la naturalidad en función del origen de la especie

- M_{ov} representa la *Movilidad* de la especie*:* capacidad de realizar migraciones.

MOVILIDAD	
Especies diádromas	*5*
Especies con fuertes exigencias migratorias	*4*
Especies sin grandes exigencias migratorias	*3*
Especies con movimientos migratorios reducidos o sedentarias	*2*
Especies euralinas	*1*

Valores de movilidad para las especies

- V_n representa la *Vulnerabilidad* de la especie: en función de las categorías establecidas en la lista roja de la UICN.

VULNERABILIDAD	
Especies en peligro crítico	*2,00*
Especies en peligro	*1,75*
Especies vulnerables	*1,50*
Especies casi amenazadas	*1,25*
Especies en preocupación menor	*1,00*

Valores de vulnerabilidad en función de las categorías establecidas en la lista roja de la UICN

La asignación del valor de k_i para las distintas especies presentes en España es sencilla. En la tabla siguiente se incluyen los valores de los distintos parámetros para la determinación de k_i para las especies que actualmente figuran en TAXAGUA.

ID-TAXON (TAXAGUA)	*TAXÓN*	*IUCN*	*N*	*MOV*	*VN (UICN)*	*KI*
36348	*Achondrostoma arcasii*	*VU*	*1*	*3*	*1,5*	*20,25*
36360	*Achondrostoma occidentale*	*VU*	*1*	*2*	*1,5*	*12,25*
36361	*Achondrostoma oligolepis*	*VU*	*1*	*2*	*1,5*	*12,25*
39047	*Achondrostoma salmantinum*	*EN*	*1*	*3*	*1,75*	*22,56*
9559	*Acipenser sturio*	*CR*	*1*	*5*	*2*	*49,00*
9509	*Alburnus alburnus*	*ND*	*0*	*2*	*1*	*0,00*
9562	*Alosa alosa*	*VU*	*1*	*5*	*1,5*	*42,25*

ID-TAXON (TAXAGUA)	TAXÓN	IUCN	N	MOV	VN (UICN)	KI
9563	Alosa fallax	VU	1	5	1,5	42,25
9567	Ameiurus melas	ND	0	2	1	0,00
9569	Anaecypris hispanica	EN	1	3	1,75	22,56
9525	Anguilla anguilla	EN	1	5	1,75	45,56
9796	Aphanius baeticus	CR	1	2	2	16,00
9572	Aphanius fasciatus	ND	0,5	2	1	4,50
9573	Aphanius iberus	EN	1	2	1,75	14,06
9577	Atherina boyeri	VU	1	1	1,5	6,25
36356	Australoheros facetus	ND	0	2	1	0,00
41863	Barbatula barbatula	ND	0,5	2	1	4,50
36343	Barbatula quignardi	VU	1	2	1,5	12,25
9514	Barbus haasi	VU	1	3	1,5	20,25
9709	Barbus meridionalis	VU	1	4	1,5	30,25
36350	Blicca bjoerkna	ND	0,5	2	1	4,50
9469	Carassius auratus	ND	0,5	2	1	4,50
9536	Chelon labrosus	ND	1	1	1	4,00
9473	Cobitis calderoni	EN	1	2	1,75	14,06
9721	Cobitis paludica	VU	1	2	1,5	12,25
9722	Cobitis vettonica	EN	1	2	1,75	14,06
37541	Cottus aturi	CR	1	2	2	16,00
9723	Cottus hispaniolensis	CR	1	2	2	16,00
9475	Cyprinus carpio	ND	0	2	1	0,00
97649	Dicentrarchus labrax	ND	1	1	1	4,00
9479	Esox lucius	ND	0	3	1	0,00
9730	Fundulus heteroclitus	ND	0	2	1	0,00
9513	Gambusia holbrooki	ND	0	2	1	0,00
34762	Gasterosteus aculeatus	EN	1	2	1,75	14,06
9732	Gobio lozanoi	LC	1	3	1	16,00
	Gobio occitaniae	ND	1	3	1	16,00
9737	Hucho hucho	ND	0	4	1	0,00
9787	Iberochondrostoma almacai	VU	1	3	1,5	20,25
9717	Iberochondrostoma lemmingii	VU	1	3	1,5	20,25
9788	Iberochondrostoma lusitanicum	VU	1	2	1,5	12,25
39066	Iberochondrostoma olisiponensis	EN	1	3	1,75	22,56
9789	Iberochondrostoma oretanum	CR	1	3	2	25,00
9739	Ictalurus punctatus	ND	0	3	1	0,00
9741	Lampetra fluviatilis	EN	1	3	1,75	22,56
9742	Lampetra planeri	CR	1	2	2	16,00
9486	Lepomis gibbosus	ND	0	3	1	0,00

ID-TAXON (TAXAGUA)	TAXÓN	IUCN	N	MOV	VN (UICN)	KI
9746	Liza aurata	ND	1	1	1	4,00
4990	Liza ramada	ND	1	1	1	4,00
9578	Luciobarbus bocagei	VU	1	4	1,5	30,25
9707	Luciobarbus comizo	VU	1	4	1,5	30,25
9467	Luciobarbus graellsii	VU	1	4	1,5	30,25
9708	Luciobarbus guiraonis	NT	1	4	1,25	27,56
9710	Luciobarbus microcephalus	VU	1	4	1,5	30,25
9711	Luciobarbus sclateri	NT	1	4	1,25	27,56
9492	Micropterus salmoides	ND	0	2	1	0,00
	Misgurnus anguillicaudatus	ND	0	2	1	0,00
9751	Mugil cephalus	ND	1	1	1	4,00
9752	Oncorhynchus kisutch	ND	0,5	4	1	12,50
9496	Oncorhynchus mykiss	ND	0	4	1	0,00
36351	Parachondrostoma arrigonis	CR	1	4	2	36,00
36345	Parachondrostoma miegii	VU	1	4	1,5	30,25
36352	Parachondrostoma turiense	EN	1	4	1,75	33,06
9755	Perca fluviatilis	ND	0	3	1	0,00
9521	Petromyzon marinus	VU	1	5	1,5	42,25
36346	Phoxinus bigerri	LC	1	3	1	16,00
	Platichthys flesus	LC	1	1	1	4,00
9757	Poecilia reticulata	ND	0,5	2	1	4,50
9715	Pseudochondrostoma duriense	VU	1	4	1,5	30,25
9790	Pseudochondrostoma polylepis	VU	1	4	1,5	30,25
9720	Pseudochondrostoma willkommii	VU	1	3	1,5	20,25
37765	Pseudorasbora parva	ND	0	2	1	0,00
9761	Rutilus rutilus	ND	0	2	1	0,00
9502	Salaria fluviatilis	EN	1	2	1,75	14,06
9504	Salmo salar	EN	1	5	1,75	45,56
9505	Salmo trutta	VU	1	4	1,5	30,25
9763	Salvelinus fontinalis	ND	0	3	1	0,00
9766	Sander lucioperca	ND	0	4	1	0,00
9768	Scardinius erythrophthalmus	ND	0	2	1	0,00
9771	Silurus glanis	ND	0	2	1	0,00
36358	Squalius alburnoides	NT	1	3	1,25	18,06
9791	Squalius aradensis	VU	1	2	1,5	12,25
34775	Squalius carolitertii	EN	1	4	1,75	33,06
39068	Squalius castellanus	CR	1	4	2	36,00
34776	Squalius cephalus		1	4	1	25,00
9792	Squalius laietanus	VU	1	4	1,5	30,25

ID-TAXON (TAXAGUA)	TAXÓN	IUCN	N	MOV	VN (UICN)	KI
9793	*Squalius malacitanus*	EN	1	3	1,75	22,56
36359	*Squalius palaciosi*	CR	1	3	2	25,00
9516	*Squalius pyrenaicus*	VU	1	4	1,5	30,25
9794	*Squalius torgalensis*	VU	1	2	1,75	14,06
9795	*Squalius valentinus*	NT	1	3	1,25	18,06
9775	*Syngnathus abaster*	LC	1	1	1	4,00
9507	*Tinca tinca*	LC	1	2	1	9,00
9778	*Valencia hispanica*	CR	1	2	2	16,00

De esta forma, el *Índice de continuidad longitudinal* (ICL) por tanto, se construye a partir de la siguiente expresión:

$$ICL = IC \times \sum k_i$$

IC= Índice de compartimentación

$\sum K_i$ = Suma de los coeficientes de prioridad de las especies presentes en la masa de agua.

Valores altos indican que el río tiene problemas importantes de conectividad porque está muy compartimentado o porque contienen especies de alto valor y/o necesidades de movilidad.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE

INDICE

4.- CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE 1

4.1.- Variación de la profundidad y anchura del cauce 1
4.1.1.- Tipo de fondo de valle 1
4.1.2.- Tipos morfológicos en planta 3
4.1.3.- Tramos modificados por acciones directas en el cauce 8
4.1.4.- Caracterización general de los cambios de tipo morfológico en las últimas décadas 9
4.1.5.- Otras actuaciones humanas que generan alteraciones en la profundidad y anchura del cauce 13
4.2.- Estructura y sustrato del lecho 20
4.2.1.- Tipo de sedimento 20
4.2.2.- Tipo de estructura longitudinal 24
4.2.3.- Formas naturales del lecho 27
4.2.4.- Movilidad de sedimentos 29
4.2.5.- Síntomas de dinámica vertical acelerada 30
4.2.6.- Actuaciones humanas que generan alteraciones en la estructura y sustrato del lecho 32
4.2.7.- Otros microhábitats diferenciables 32
4.3.- Estructura de la zona ribereña 34
4.3.1.- Introducción 34
4.3.2.- Ríos con ribera definida 38
4.3.3.- Ríos sin ribera definida 64

4.- CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE

La caracterización de las condiciones morfológicas de una masa de agua se realizará sobre **todos los** ***tramos hidromorfológicos*** en que haya quedado subdividida dicha masa a partir de los trabajos de gabinete y campo.

Es muy frecuente, principalmente en las masas de agua de gran longitud o muy ramificadas, encontrar distintos tramos donde las condiciones morfológicas varían a lo largo de su recorrido, bien por cambios geológicos, hidrológicos o de relieve. Esto da lugar a diferentes formas del cauce y de su llanura de inundación asociada, por lo que es complicado realizar un estudio hidromorfológico en el conjunto de la masa sin proceder previamente a diferenciar entre los citados tramos.

De acuerdo con la DMA las condiciones morfológicas a estudiar se dividen en los siguientes apartados:

- *Variación de la profundidad y anchura del río*, entendido estos aspectos a partir de la caracterización de la morfología fluvial, su geometría en planta y las características de la sección transversal de cauce.
- *Estructura y sustrato del lecho del río*, entendiendo estos aspectos a partir de la caracterización del lecho del río, como elemento esencial para el soporte de la vida en el cauce.
- *Estructura de la zona ribereña*, considerando en este epígrafe la caracterización del bosque de ribera asociado.

En cada uno de los *tramos hidromorfológicos* se realizará, al menos, un *subtramo de muestreo* para la caracterización de todos aquellos parámetros en campo que permitan la comprensión de las condiciones morfológicas del cauce.

4.1.- VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

Se analizan las variables que definen la geomorfología del trazado en planta del cauce y la morfología de sus secciones transversales.

Esta fase del trabajo se realiza sobre la totalidad de la masa de agua, en cada uno de los *tramos hidromorfológicos* en que haya quedado subdividida, a partir de la información disponible en gabinete y de la caracterización realizada en los *subtramos de muestreo*.

4.1.1.- TIPO DE FONDO DE VALLE

Una vez caracterizado el tipo de valle a partir de la ortofotografía actual, se procederá a su verificación en campo. Esta característica de la masa de agua servirá en gran medida para diferenciar los *tramos hidromorfológicos*.

La tipología del fondo de valle dice mucho de las condiciones hidrológicas e hidráulicas del cauce, por lo que en función de la mayor o menor extensión de la llanura de inundación se obtendrán unas condiciones determinadas de la profundidad y anchura del cauce.

En muchos casos los fondos de valle abiertos son aprovechados para diversos aprovechamientos, por lo que están sometidos a presiones agrícolas y ganaderas de diversa índole.

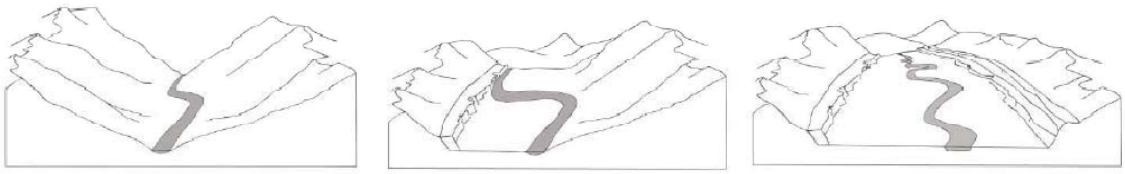
La caracterización del *Tipo de fondo de valle* se realiza de manera simple en gabinete a partir de la fotografía aérea y la cartografía topográfica y geológica. Se distinguirán tres tipologías de fondo de valle:

- *Valle confinado:* cuando el valle del cauce es nulo o muy estrecho, delimitado por las laderas y carente de llanura de inundación. Estos valles son propios de río en cabecera y ríos calizos que discurren entre gargantas o cañones con fuertes pendientes. El trazado de estos ríos está determinado por la orografía del terreno y por la dureza de los materiales en sus márgenes, no permitiendo su movimiento por la dinámica fluvial del mismo. Este tipo de fondo de valle no presenta evidencias topográficas de avenidas y suele llevar asociada una ribera funcional discontinua y poco diversa.

- *Valle con llanura de inundación estrecha y discontinua*: cuando el valle presenta llanura de inundación estrecha, entrecortada o no por laderas a un lado o ambos del cauce. La llanura de inundación estrecha permite ciertos movimientos del río como resultado de la dinámica fluvial. Este tipo de fondo de valle presenta escasas evidencias topográficas de avenidas y suele llevar asociada una ribera funcional estrecha y continua.

- *Valle con llanura de inundación amplia*: cuando el valle presenta una llanura de inundación extensa que permite temporalmente, durante episodios de avenidas extraordinarias, que el río se desborde y se inunden sus márgenes. Este fenómeno permite a la dinámica fluvial liberar energía y compensar la balanza de caudal líquido y sólido a través de los procesos de erosión/sedimentación. Este tipo de fondo de valle presenta evidencias topográficas de las avenidas y suele llevar asociada una ribera funcional extensa y diversa.

Es preciso caracterizar en gabinete y campo una de estas tres tipologías de fondo de valle para la posterior tramificación de la masa de agua en los citados *tramos hidromorfológicos*.





Tipos morfológicos de fondo de valle: (I) valle confinado, (II) valle con llanura estrecha y discontinua y (III) valle con llanura de inundación amplia.

4.1.2.- TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA

Es una variable de caracterización morfológica que debe ser identificada en gabinete a través de la fotografía aérea actual e histórica. Posteriormente será verificada en campo en cada *tramo hidromorfológico*.

Se caracterizarán los Tipos morfológicos del cauce en estudio, tanto en su *estado natural* (a través de la fotografía del Vuelo de 1956, o Vuelos posteriores del PNOA, y de la cartografía histórica existente), como en su estado actual (ortofotografía actual).

La comparación de los Tipos morfológicos en estado natural y actual proporciona mucha información de las características e intensidad de las presiones que han actuado en la masa de agua en estudio. Las formas del río responden a las condiciones hidrológicas e hidráulicas de la cuenca vertiente y del cauce en cuestión.

En muchas ocasiones debido a la vegetación de ribera no es posible su caracterización en gabinete, por lo que será necesario apoyarse en los trabajos de campo para determinar el Tipo morfológico actual.

EL Tipo morfológico se caracterizará de esta manera, apoyándose también en el *Índice de sinuosidad* (longitud del eje central del cauce entre la longitud en línea recta entre los puntos de inicio y fin del tramo en estudio), según los siguientes tipos:

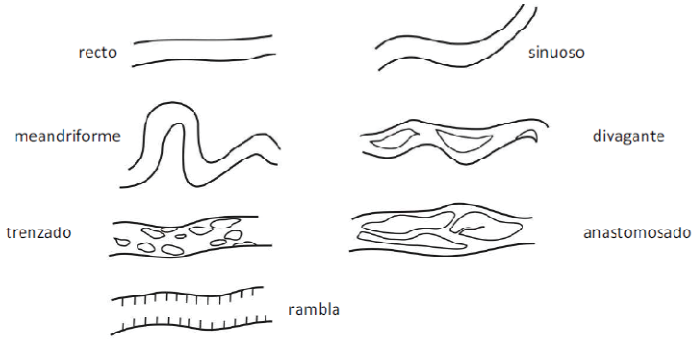
- *Recto*: cauce único con índice de sinuosidad inferior a 1,1.
- *Sinuoso*: cauce único con índice de sinuosidad entre 1,1 y 1,3.
- *Meandriforme*: cauce único con índice de sinuosidad superior a 1,3.
- *Divagante*: con sinuosidades o meandros pero abundante material grueso en barras y alguna subdivisión del cauce.
- *Trenzado*: de gravas, con división en subcauces móviles que se entrecruzan.
- *Anastomosado*: de alta montaña en nuestra latitud, con sinuosidades e islas fijas.
- *Rambla*: con un cauce seco de caracteres próximos al trenzado pero característico de zonas áridas.



Determinación del *Índice de sinuosidad* de un tramo del río Esla.

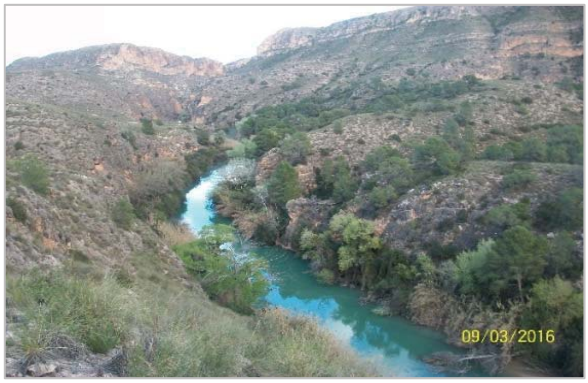
En la medida de lo posible, se tratará de caracterizar la masa de agua como una única tipología morfológica, salvo en aquellas masas en las que se aprecie cambios importantes de trazado que aconseje dividir la masa en tramos.

Por último, se calculará el grado de diversidad natural en la masa de agua, el cual es un parámetro meramente explicativo y comparativo que informa de la geodiversidad o diversidad geomorfológica de cada masa de agua. Es posible encontrar masas de agua con una gran diversidad o heterogeneidad de tipos morfológicos a lo largo de su trazado. Esta circunstancia puede darse incluso en tramos de menor tamaño en los que se ha podido dividir la masa de agua para su análisis. No obstante, solo se contabilizará el número de tipos naturales diferentes con porcentajes significativos según las siguientes tipologías:



Tipos morfológicos en planta.









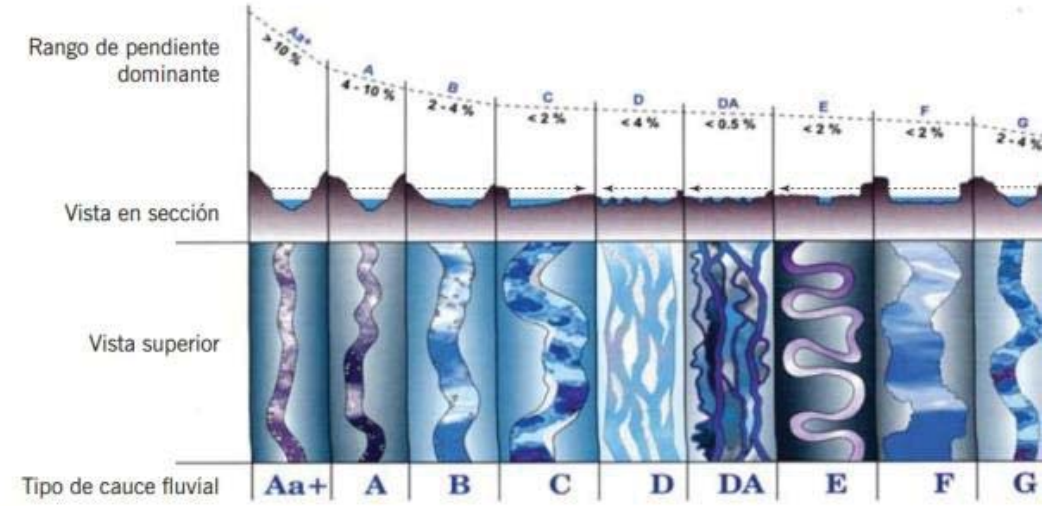






Tipo morfológicos en planta: (I) recto, (II) sinuoso, (III) meandriforme, (IV) divagante, (V) trenzado, (VI) anastomosado, (VII) rambla.

Para la caracterización de los *tipos morfológicos* se utilizará la *Clasificación de Rosgen (1996)* conforme a la siguiente figura. Se trata de una caracterización de los Tipos morfológicos en función del trazado en planta del río y de la relación entre la pendiente longitudinal y la forma de la sección transversal del cauce.

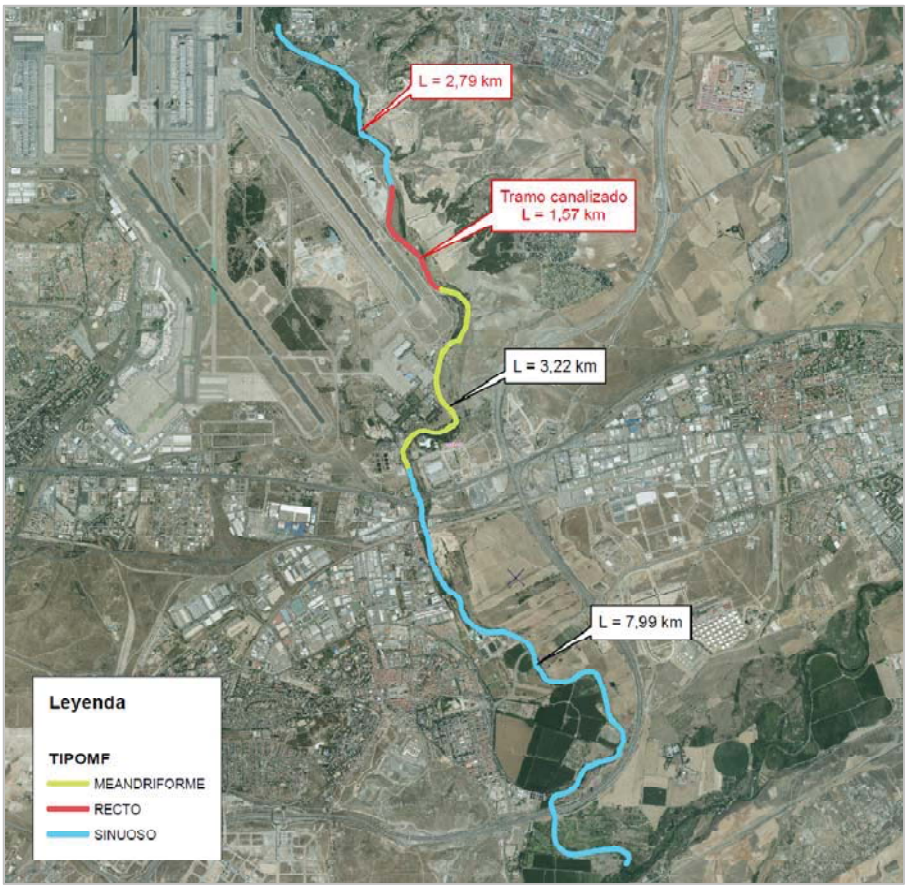


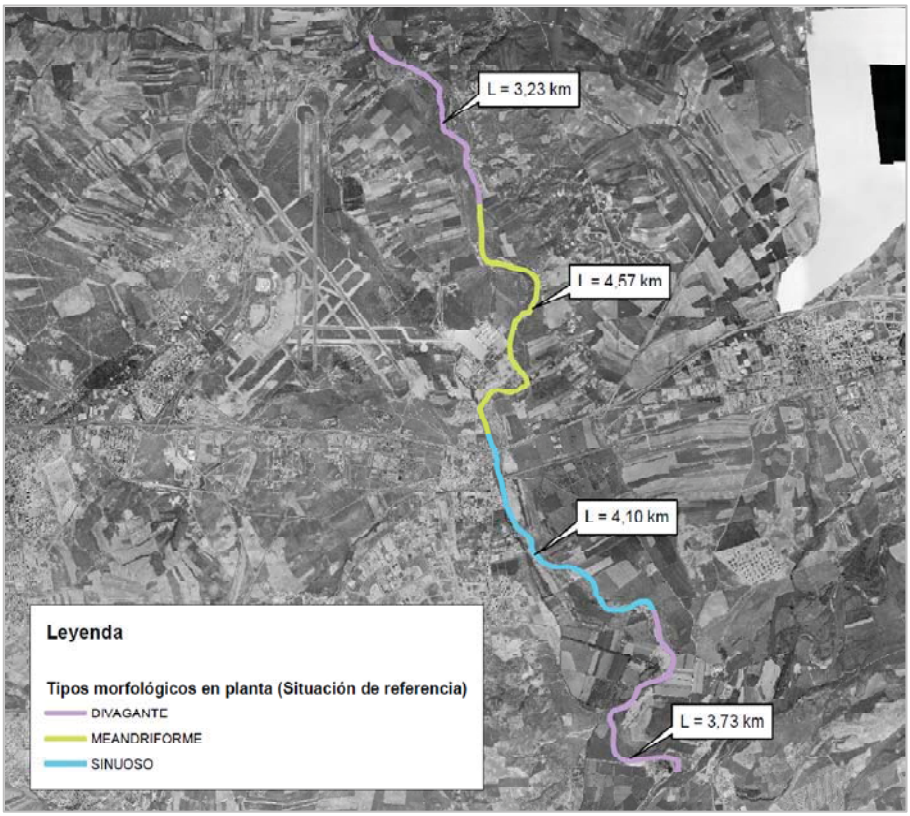
Nota: Se muestran las vistas longitudinal, en sección y superior.
Fuente: Adaptado de Rosgen (1996).

Tipos morfológicos en planta según Rosgen (1996)

Esta clasificación define los tipos morfológicos en función de la morfología del cauce en planta, la forma de la sección transversal tipo y la pendiente longitudinal de la masa de agua o tramo hidromorfológico. Para la determinación de la pendiente longitudinal se considerará la longitud total de la masa o tramo en estudio y la diferencia de cota existente entre los puntos aguas arriba y aguas abajo de los mismos. En el caso de cauces ramificados se deberá considerar como representativa la pendiente del cauce principal o en su defecto el de mayor longitud.

La definición del tipo morfológico en planta se hará para la totalidad de la masa de agua o en todos y cada uno de los tramos hidromorfológicos representativos en que ha quedado dividida.





Tipos morfológicos de la masa de agua ES030MSPF0420021, en la situación actual y de referencia.

4.1.3.- TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS EN EL CAUCE

Una vez definido tipos morfológicos en planta, tanto para el trazado en estado natural o de referencia como en el estado actual o alterado del curso fluvial, cabe la posibilidad de que existan en la masa de agua tramos con el cauce claramente modificado, debiéndose identificar estos tramos afectados por cualesquiera de las acciones que a continuación se detallan:

- *Desviado*: creación de un cauce nuevo. Se incluyen todas las acciones realizadas sobre el cauce original que suponen un cambio total o parcial de su trazado en planta.
- *Acortado*: cortas artificiales de meandros o actuaciones de reducción de curvatura. Se incluyen todas las acciones realizadas sobre el cauce original que suponen una reducción en la longitud del mismo, siempre que no supongan un desvío o cambio del trazado en planta.
- Estrechado: reducción artificial de la anchura del cauce activo, por eliminación de brazos, barras/islas activas, o por el desarrollo de intervenciones con capacidad para reducir la anchura.
- *Canalizado*: obra de encauzamiento que fija totalmente las márgenes. Se incluyen todas las acciones llevadas a cabo sobre el cauce que supongan su canalización mediante la regularización de su trazado, sección transversal y pendiente, con el objetivo de encauzar el río o mejorar su capacidad de transporte. La canalización puede ser en tierras, sobre el material original del cauce, o bien mediante la aportación de materiales externos (piedra, escollera, hormigón, etc.).



Desvío del río Sar en Padrón (I), tramo acortado del río Barbate (II), tramo simplificado del río Milagro (III) y tramo encauzado del río Sar (IV).



Tramos modificados por presiones antrópicas sobre el río Sar: Desvío de cauce (I), tramo acortado (I), tramo simplificado (III) y tramo canalizado (IV).

Se contabilizará la longitud de tramos modificados en cada uno de los tramos hidromorfológicos en que haya quedado dividida la masa de agua en estudio, calculando el porcentaje alterado en cada tramo respecto de la longitud del mismo.

Este trabajo deberá realizarse tanto en gabinete (análisis de ortofoto actual) como en campo (recorrido completo de la masa de agua). Se deberá georreferenciar en planos todos los tramos modificados por acciones directas en el cauce.

4.1.4.- CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS CAMBIOS DE TIPO MORFOLÓGICO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

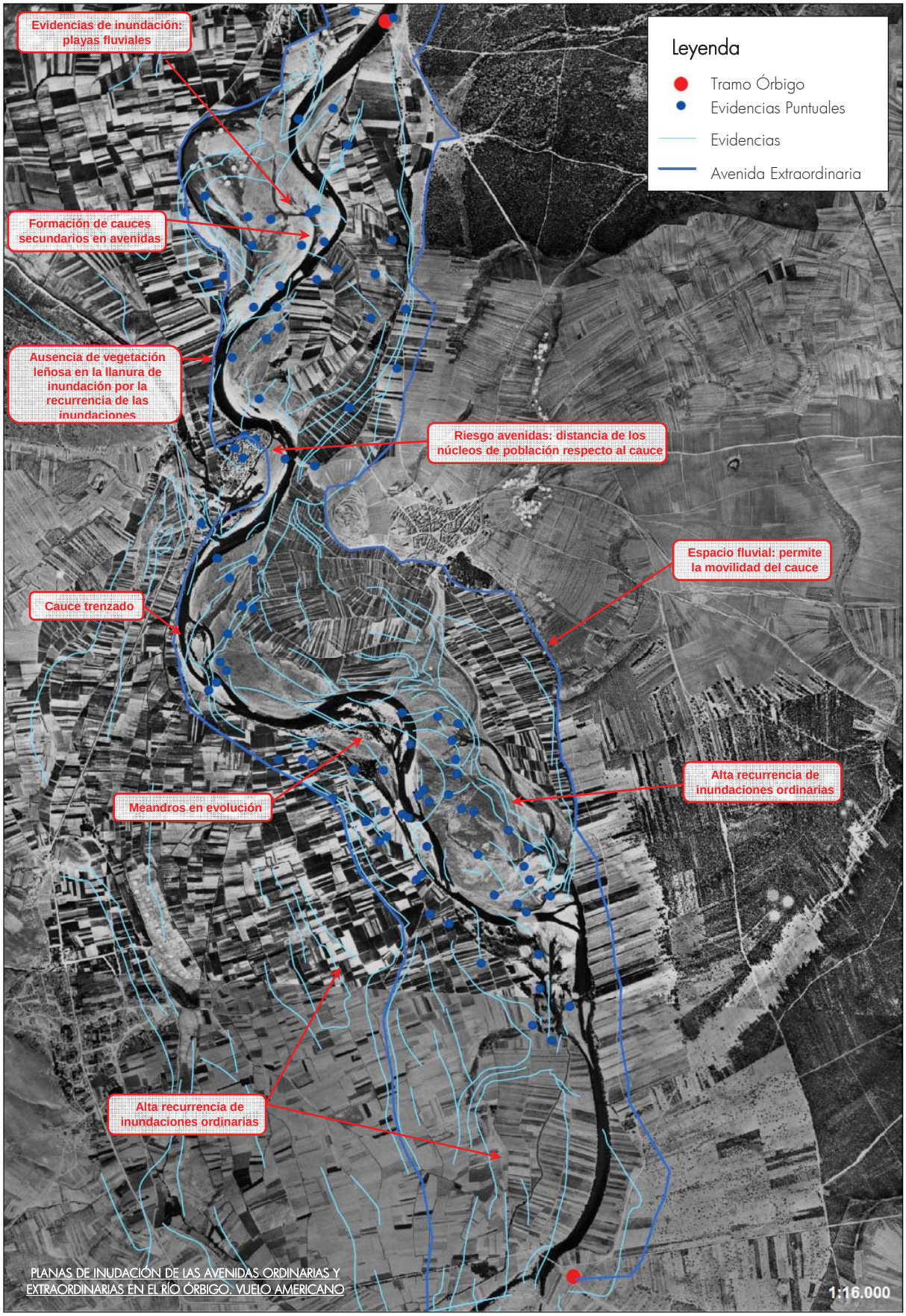
Una vez inventariados todos los tramos de la masa de agua modificados por acciones antrópicas, se debe determinar el origen o causa de los cambios de tipo morfológico detectados.

Recordar que estos cambios morfológicos responden a las distintas presiones existentes sobre la masa de agua y no son más que las consecuencias de las alteraciones hidrológicas y morfológicas de las variables que determinan la dinámica fluvial.

Las posibles causas del cambio de *tipo morfológico* son:

- Existencia de regulación aguas arriba: la presencia de embalses modifica los volúmenes de aportación y lamina las avenidas. Esto conlleva procesos de simplificación y estrechamiento de los cauces.
- Cambios de los usos de suelo en la cuenca vertiente: los cambios de los usos del suelo modifican las condiciones de infiltración/escorrentía a partir de las precipitaciones. Esto altera la hidrología superficial y en consecuencia los volúmenes y caudales circulantes por el cauce receptor, lo que origina procesos de simplificación geomorfológica.
- Acciones directas sobre el cauce: cambios antrópicos sobre el trazado, sección transversal o pendiente longitudinal de un cauce (desvíos, canalizaciones, acortamientos, etc.).
- Otras causas: si los cambios observados no responden a ninguna causa fácilmente identificable, ya sea de origen natural o antrópico.

A continuación se pone como ejemplo un tramo del río Órbigo a su paso por Alija del Infantado (León). Se analizan las evidencias hidromorfológicas y las presiones en el cauce que dan lugar al cambio del *tipo morfológico* en planta a partir de las ortofotos del año 1956 y 2013.


Evidencias de inundación: playas fluviales
Formación de cauces secundarios en avenidas
Ausencia de vegetación leñosa en la llanura de inundación por la recurrencia de las inundaciones
Riesgo avenidas: distancia de los núcleos de población respecto al cauce
Espacio fluvial: permite la movilidad del cauce
Cauce trenzado
Alta recurrencia de inundaciones ordinarias
Meandros en evolución
Alta recurrencia de inundaciones ordinarias
Leyenda
Tramo Órbigo
Evidencias Puntuales
Evidencias
Avenida Extraordinaria
PLANAS DE INUDACIÓN DE LAS AVENIDAS ORDINARIAS Y EXTRAORDINARIAS EN EL RÍO ÓRBIGO. VUELO AMERICANO
1:16.000

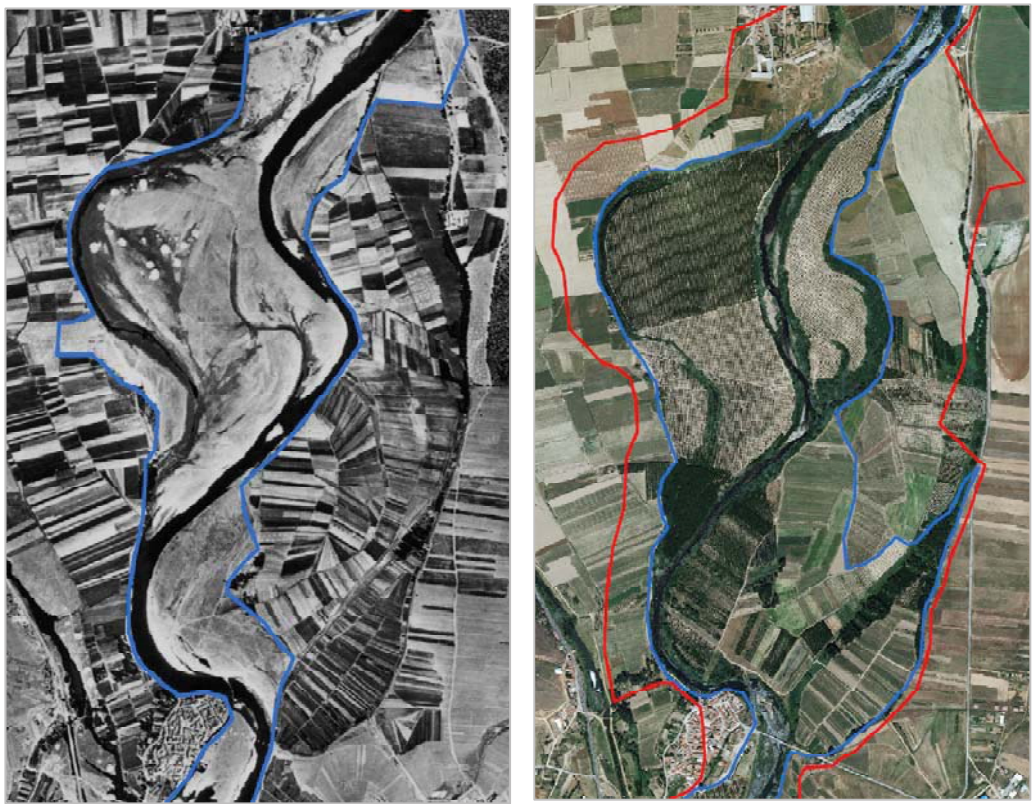


Análisis de las presiones y cambios de la morfología fluvial del río Órbigo.

Debido a estas presiones se observan los cambios de tipo morfológico, siendo los más frecuentes:

- De trenzado a divagante, a sinuoso o a meandriforme
- De divagante a meandriforme o a sinuoso
- De meandriforme a sinuoso.

Deberán reflejarse cuantos cambios se observen, en los trabajos de gabinete y campo, en lo relacionado con la modificación del *tipo morfológico* de la masa de agua en estudio.



Ejemplo de cambio de tipo morfológico en planta del río Órbigo a su paso por TM de Alija del Infantado: Tipo divagante (1956) a tipo sinuoso (2013) por el efecto de la regulación de caudales en cabecera.

4.1.5.- OTRAS ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE

También se deberán inventariar en los trabajos de campo todas aquellas actuaciones antrópicas que pudieran modificar morfológicamente el cauce, ya sea directamente o mediante la influencia indirecta sobre la dinámica fluvial generadora del cauce, tales como:

- Infraestructuras impermeables: urbanizaciones, viales, etc.
- Obras de estabilización de márgenes: muros, escolleras, gaviones, etc.
- Obras de protección o defensa de zonas inundables: recrecimiento de márgenes, motas, diques, etc.
- Infraestructuras en el lecho y márgenes: muros, casas, diques de lecho, etc.

Debe trabajarse primeramente en gabinete mediante al análisis de ortofotos actuales e históricas, cartografía, bases de datos, etc. Aquellas actuaciones que se circunscriben al cauce deben ser corroboradas, en la medida de lo posible, posteriormente en campo.





Obras de recrecimiento de márgenes en zona rural y urbana.





Obras de protección frente a inundaciones: mota escollerada y mota de tierras.





Obras de protección de taludes: gaviones.





Obras de protección: muros.




Infraestructuras en el cauce.




Actuaciones para fijar el lecho: diques de fondo y enlosado.

4.1.5.1.- Grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables

Para estimar el grado de ocupación de la llanura de inundación por elementos impermeables se realizará en función de la geomorfología del valle y de una combinación entre la zona de policía y la zona de flujo preferente definida en la cartografía de zonas inundables, disponible en el SNCZI y en las distintas web de los Organismos de cuenca.

En aquellos ríos en los que exista información cartográfica del dominio público hidráulico (DPH), este espacio fluvial se podrá, o bien estimar a partir de la geomorfología del valle o bien simplificar su cálculo, tomando como ancho del espacio fluvial el máximo de estos valores:

- La zona de policía asociada (franja de 100 m a cada lado del cauce a partir de la línea que delimita el DPH).
- La zona de flujo preferente.

En el caso de que en el tramo hidromorfológico no se disponga información sobre la superficie del DPH, se estimará el ancho del cauce activo y a partir de él, se considerará como ancho del espacio fluvial los cien metros (100 m) de zona de policía estimada en cada margen a partir del ancho del cauce activo. Igualmente al punto anterior, a partir de criterios geomorfológicos, podrá adaptarse esta anchura con una estimación geomorfológica de la zona de flujo preferente.

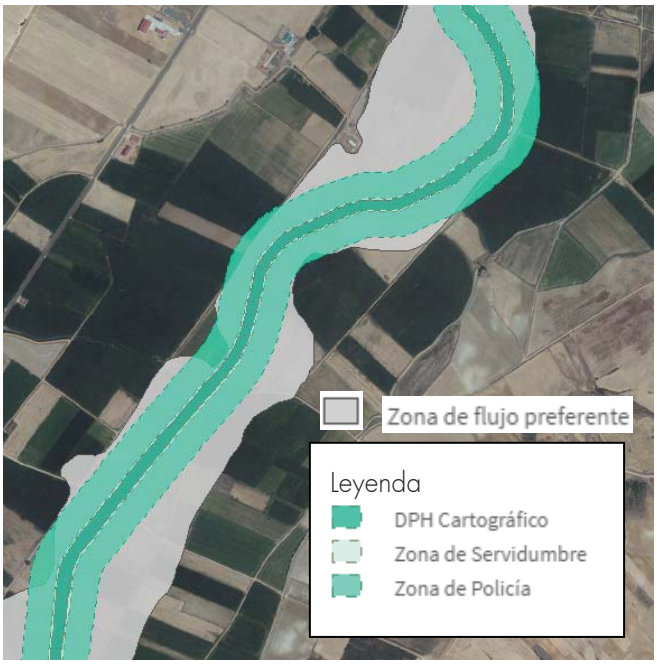
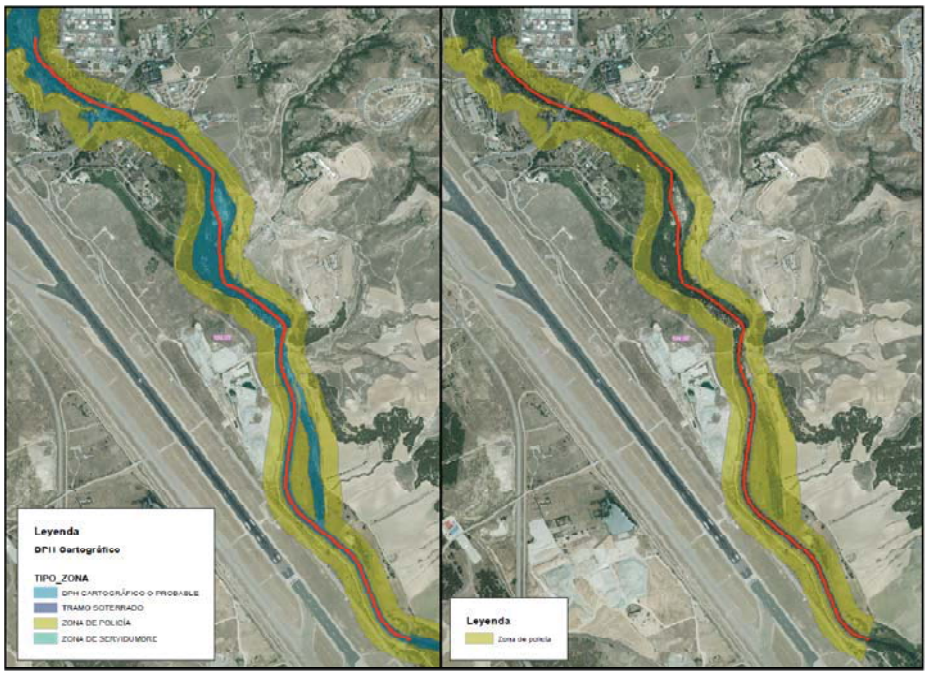


Figura 1.- DPH cartográfico, zona de servidumbre, zona de policía y zona de flujo preferente tomado del visor del SNCZI.

Se puede considerar que los procesos que generan mayor alteración en los fenómenos de impermeabilización del espacio fluvial son los derivados de la urbanización y la construcción de vías de comunicación. A efectos de cómputo de la superficie impermeable se considerará la superficie determinada como tal en el SIOSE a la que se ha hecho referencia en el apartado de *Posibles fuentes de alteración del régimen de caudales líquidos*.

Finalmente, se determinará el *% de la superficie impermeabilizada* en cada uno de los tramos hidromorfológicos en que se haya dividido la masa de agua en estudio.



Zona de Policía a partir de la capa de DPH Cartográfico

4.1.5.2.- Obras de estabilización de márgenes (muros, escolleras, gaviones) y de protección o defensa de zonas inundables (recrecimientos del terreno, diques o motas).

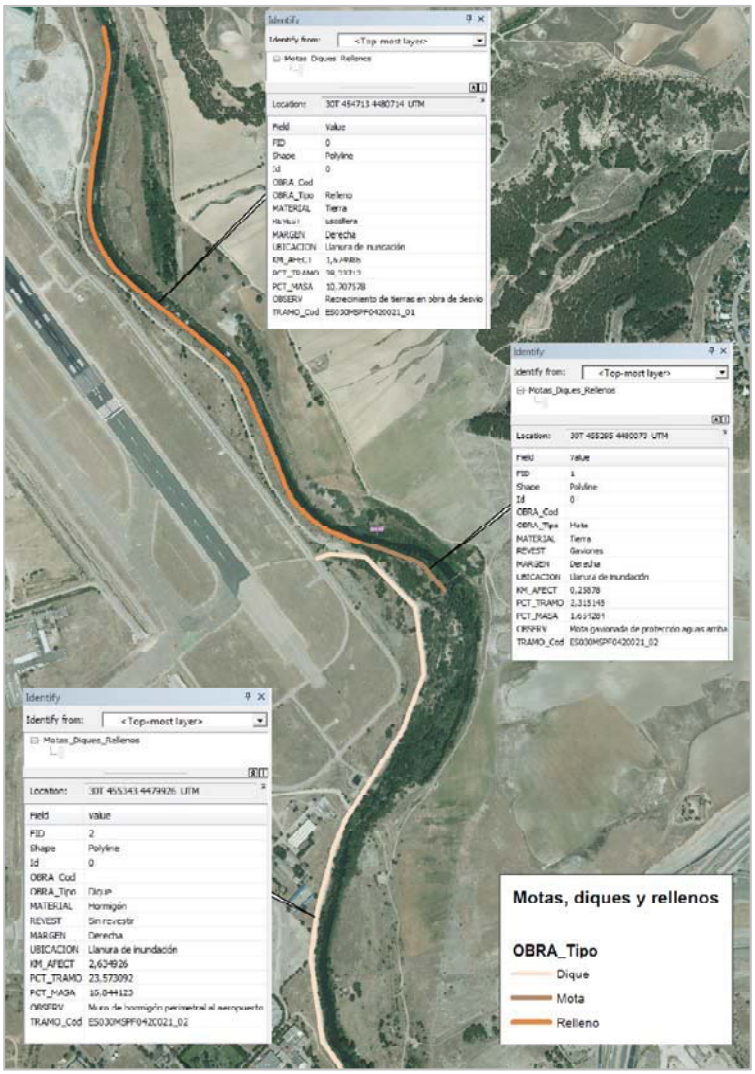
Obras realizadas sobre el cauce y su zona inundable para la *estabilización de las márgenes* (escolleras, muros, gaviones…) y la protección frente a avenidas o d*efensa de las zonas inundables* (rellenos o recrecimiento del terreno en sus márgenes, diques o motas).

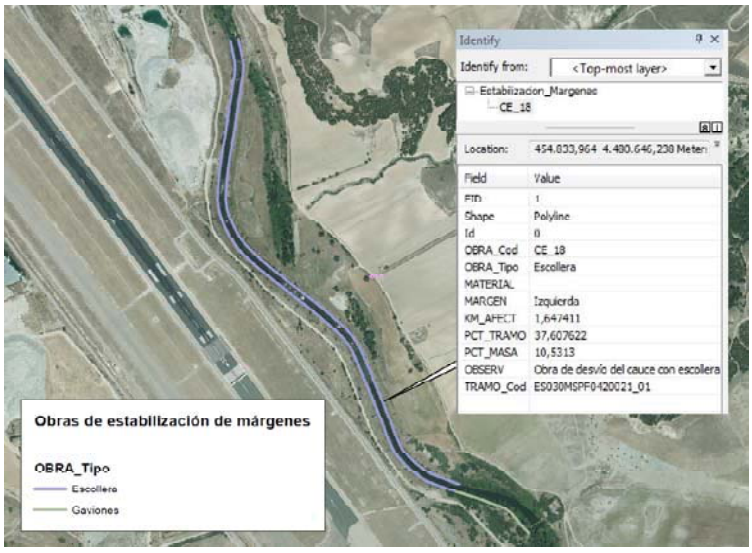
Las *obras de estabilización de márgenes* (mediante escolleras, muros o gaviones) se construyen para evitar las erosiones y deslizamientos naturales de los taludes y orillas como consecuencia de las crecidas ordinarias del río. Además de estabilizar los taludes suponen una rigidización de las márgenes y riberas que las ocupan frente a los movimientos del río propios de su dinámica natural, limitando la anchura del cauce e impidiendo el desarrollo de procesos fluviales y la continuidad de las formaciones vegetales de ribera. En este apartado no se señalarán las actuaciones que ya se hayan considerado a la hora de identificar los tramos modificados por acciones directas en el cauce en el apartado anterior.

Las *obras de defensa de zonas inundables* pueden situarse tanto en las márgenes del cauce activo como en la llanura de inundación del río. Se trata de obras que responden a la necesidad de proteger a la población o a bienes materiales de los efectos de posibles crecidas o inundaciones. Para ello se suelen construir diques o motas mediante tierras o piedra con el objetivo de recrecer la cota del terreno en las márgenes del río y evitar así la inundación de los terrenos colindantes al cauce. Se debe considerar también como obra de defensa frente a inundaciones todos aquellos rellenos o recrecimientos del terreno realizados en las zonas urbanas o periurbanas, que han sido realizadas como consecuencia del crecimiento urbanístico, y que en muchas ocasiones han supuesto la ocupación de la llanura de inundación del río.

Como elemento esencial para esta caracterización se calculará la distancia media entre la base de la mota u obra de protección a la orilla del cauce activo, e igualmente el cociente entre esa distancia y el ancho del cauce activo. La medición de esa distancia media se realizará a partir de la definición de la distancia existente entre la orilla del cauce activo y el pie del talud interno de la obra de protección (o el eje central de dicha obra, si no fuera posible apreciar la ubicación del talud o del pie de este), en un rango de entre 5 y 10 transectos perpendiculares al eje central del cauce. Cuanto más larga sea la obra de protección o más variaciones se encuentren en su posición relativa con respecto al cauce, se recomienda efectuar un mayor número de transectos.

Las obras de estabilización de márgenes o protección de la zona inundable deberán medirse en longitud por ambas márgenes, calculándose el *% de longitud del Tramo hidromorfológico afectada por la presencia de este tipo de obras*.





Determinación cartográfica y atributos GIS de obras de estabilización de márgenes y protección frente a inundaciones.

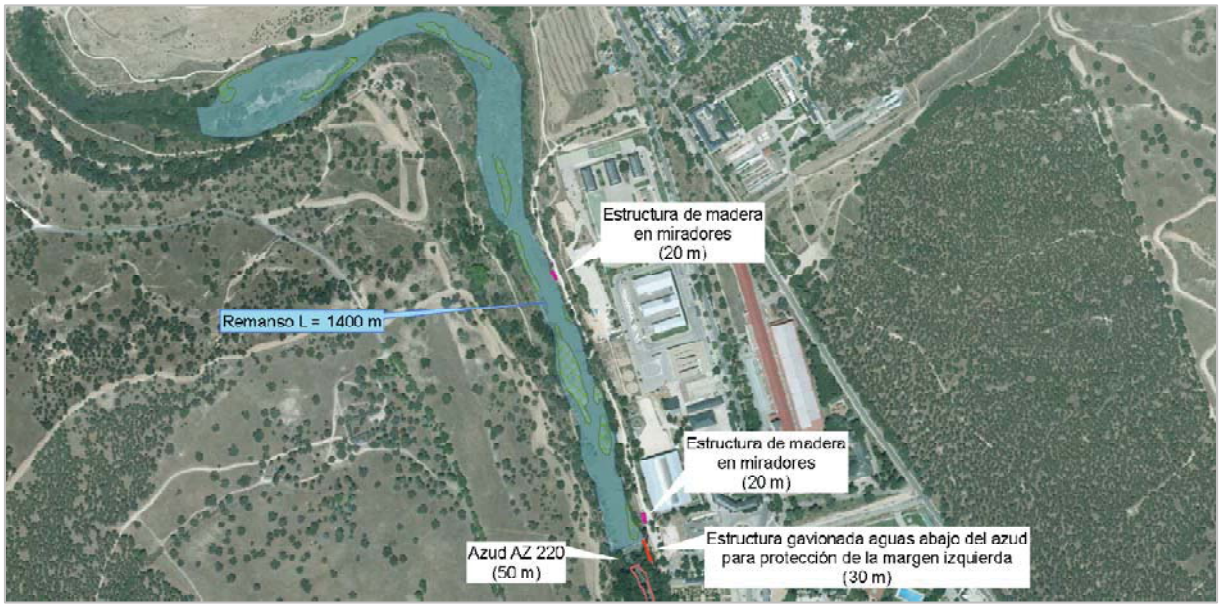
4.1.5.3.- Remansos generados por azudes u otras estructuras en el cauce

Uno de los efectos más importantes sobre la variación de la profundidad y anchura de un cauce es la presencia de azudes u obstáculos transversales que generan remansos significativos, modificando en muchos casos de forma importante tanto la anchura como la profundidad de la masa de agua.

Para valorar esta afección se procederá a estimar la longitud de cada remanso asociado a un azud u obstáculo identificado en el estudio de la continuidad longitudinal. La determinación de la longitud de remanso y la variación anchura/profundidad del río, como consecuencia del mismo, se apoyará tanto en la ortofoto aérea como en la visita a campo.







Remanso generado por el azud del Pardo (río Manzanares, masa de agua ES030MSPF042821.

Se procederá a la determinación de la longitud total de remanso en la masa de agua mediante la suma de los remansos existentes en la misma generados por azudes u obstáculos transversales. Se considerará también el posible remanso generado en la masa en estudio por la presencia de un azud situado aguas abajo de la sección de cierre de la misma.

4.2.- ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO

Se procederá a la caracterización de la estructura y el sustrato del lecho en cada uno de los *tramos hidromorfológicos* en que ha quedado dividida la masa de agua en estudio, a partir de los trabajos de campo realizados sobre los correspondientes *subtramos de muestreo*.

La estructura y sustrato del lecho constituyen dos elementos esenciales en el ecosistema fluvial, puesto que de ellos depende el desarrollo de una gran parte de los ciclos biológicos asociados al cauce.

Una vez seleccionado el Tramo de muestreo se procederá al recorrido y la visualización del lecho del cauce, valorando las siguientes características:

- Tipo de sedimento
  - Tamaño dominante de sedimento
  - Clasificación del sedimento
- Tipo de estructura longitudinal
- Formas naturales del lecho
- Movilidad de sedimentos
- Síntomas de dinámica vertical acelerada
- Actuaciones que generan alteración en la estructura y sustrato del lecho
- Microhábitats diferenciables

4.2.1.- TIPO DE SEDIMENTO

4.2.1.1.- Tamaño dominante del sedimento

No es necesario tomar muestras ni medir con precisión los sedimentos, simplemente se realiza una rápida inspección visual tratando de señalar cuál es el tamaño dominante en los sedimentos superficiales del lecho y de las posibles barras o depósitos. Es importante señalar que el tamaño se estima sobre el mayor eje transversal del elemento (el que cabría o no por un tamiz), de acuerdo con el siguiente croquis.



Tamaño dominante del sedimento

Los tipos de sedimento se caracterizarán conforme a las siguientes tipologías:

ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO: TAMAÑO DOMINANTE DEL SEDIMENTO		
Sin sedimento		*si el cauce es en roca no se observarán sedimentos superficiales*
ROCOSO	*Bloques*	*más de 25,6 cm*
GRUESO	*Cantos*	*de 6,4 cm a 25,6 cm*
	Gravas	*de 2 mm a 64 mm*
FINO	*Arenas*	*de 0,063 mm a 2 mm*
	Limos y arcillas	*menos de 0,063 mm*
LODOS	*Lodos antropogénicos*	*Lodos derivados de actuaciones o procesos que inciden en la calidad de las aguas*

Tipo y tamaño dominante del sedimento



Visualización del lecho en el Tramo de muestreo y del tamaño de sedimento.



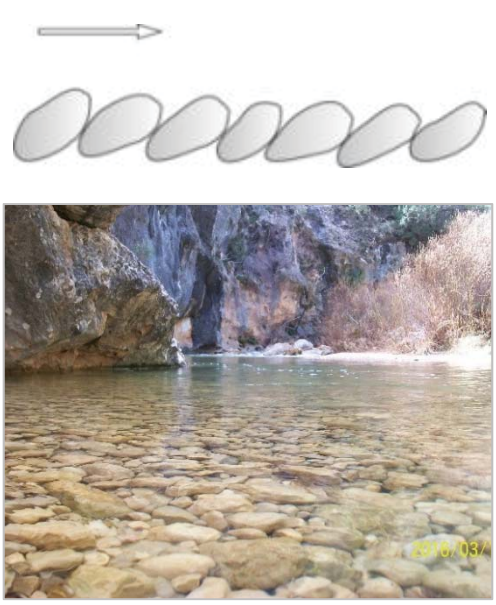
Tamaño dominante del sedimento: (I) lecho rocoso, lecho grueso (II), lecho fino (III) y lodos (IV).

4.2.1.2.- Clasificación de sedimentos

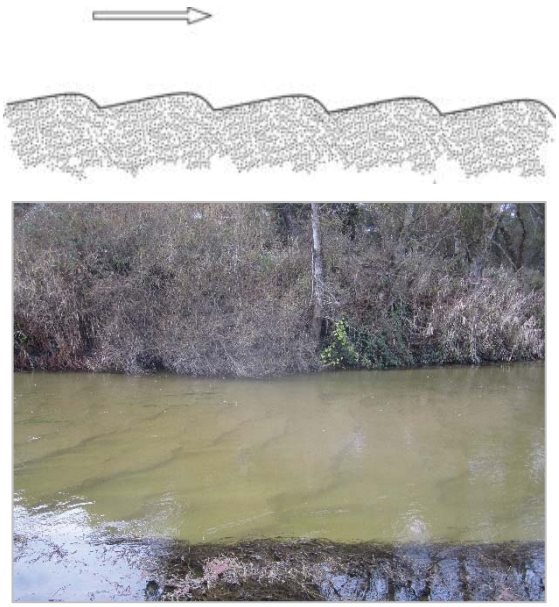
La clasificación de los sedimentos en el subtramo de muestreo proporciona mucha información acerca del funcionamiento del cauce y su dinámica fluvial, es decir, de si el régimen de caudales característico del río es, o no, capaz de movilizar un determinado rango de sedimentos y/o los sedimentos existentes o barras responden, o no, a unas condiciones morfológicas adecuadas.

Para caracterizar los sedimentos se comprobarán tres indicadores de fácil visualización en campo:

- *Imbricación*: se da cuando cada partícula o clasto se encuentra bien colocada, inclinada y sobre otra como las tejas de un tejado, en la dirección de la corriente. Indica una buena clasificación de sedimentos y por lo tanto, un buen trabajo fluvial. Si la imbricación es tenue o inexistente puede ser síntoma de escasez de caudales generadores o de alteraciones antrópicas.



Imbricación en un lecho de gravas

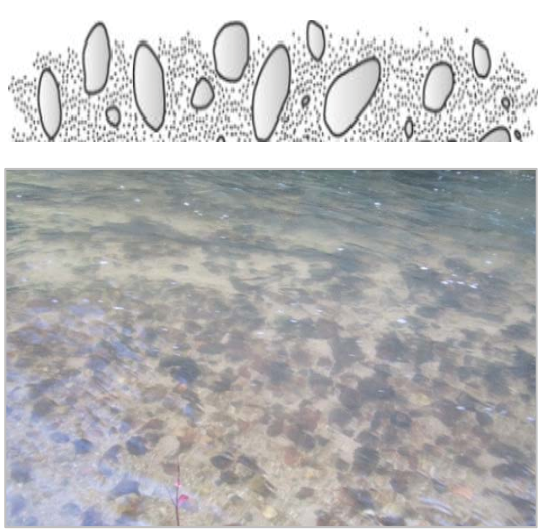


Imbricación (Ripples) en el lecho arenoso

- *Acorazamiento:* cuando el material sedimentario en superficie (coraza) es de mayor tamaño que el que hay inmediatamente debajo debido a los propios procesos de movilización condicionados por el caudal y las condiciones de flujo. Si esa coraza superior es muy marcada, con partículas de tamaño mucho mayor (más de 3 ó 4 veces mayor) que lo que está depositado debajo, el acorazamiento se considera excesivo. También puede ser que el acorazamiento sea débil o inexistente. La situación que marca una mayor salud en los sedimentos fluviales es un acorazamiento moderado, de entre 1,5 a 3 veces mayores los clastos de la coraza que el material inferior.



Acorazamiento excesivo



Acorazamiento débil

- *Formación de barras:* barras o depósitos continuos de sedimentos. Hay que observar si están bien formadas (completas, con formas nítidas, generalmente apuntadas hacia aguas abajo, con huellas de que las crecidas las han elevado o reconstruido) o bien son incipientes o mal estructuradas. Para este parámetro es importante muestrear en aguas bajas y comprobar también la morfología en fotografía aérea.



Barras bien formadas - Río Aragón



Barras incipientes, mal estructuradas - Río Manzanares

Si el material sedimentario dominante es arena o fino, no pueden observarse los dos primeros indicadores, por lo que se prestará especial atención a la formación de depósitos, es decir, a que el material esté bien distribuido, con aspecto de naturalidad en el lecho y en los depósitos laterales.

Las posibles respuestas para la clasificación de los sedimentos son las siguientes:

- *Efectiva:* los sedimentos se encuentran imbricados, hay un acorazamiento moderado y las barras se encuentran bien formadas.

- *Limitada:* falla alguno de los indicadores: no se observa imbricación clara o el acorazamiento es muy alto o muy bajo o las barras son incipientes. Si el sedimento es arena o fino no habrá una buena construcción de depósitos.

- *Nula:* fallan todos los aspectos: no se registra imbricación, no hay acorazamiento o este es excesivo y no hay depósitos sedimentarios claros.

4.2.2.- TIPO DE ESTRUCTURA LONGITUDINAL

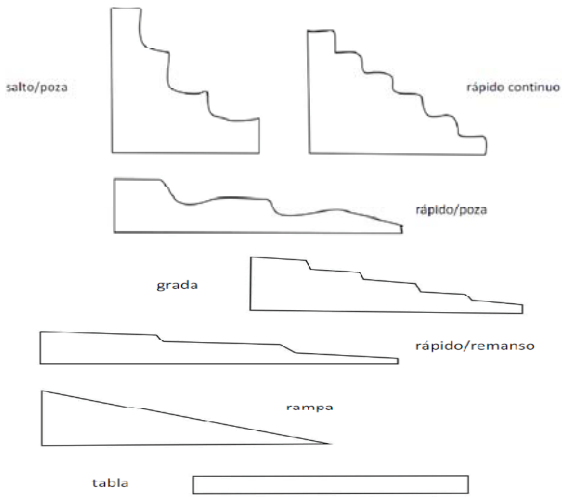
Es la secuencia de elementos del fondo del cauce en el sentido de la pendiente dominante a visualizar en el subtramo de muestreo. En grandes ríos es factible ver en fotografía aérea esta estructura, pero en la mayor parte de los cursos fluviales será necesario registrarla directamente en campo, siendo muy fácil de identificar.

Se deberá optar por una tipología principal en cada Tramo de muestreo, eligiendo a partir del listado siguiente. En el caso de que se detecte otra tipología, se dejará constancia de ella.

En el caso de que la estructura longitudinal en el muestreo sea fruto de las alteraciones identificadas, deberá quedar constancia de dicha modificación.

ESTRUCTURA LONGITUDINAL:

- Poza/marmita de gigante
- Salto/poza
- Rápido/poza
- Rápido/remanso
- Rápido continuo
- Grada
- Rampa
- Tabla
- Otra (especificar)

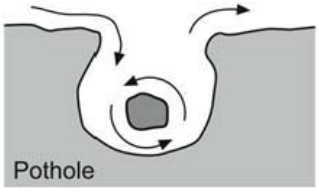
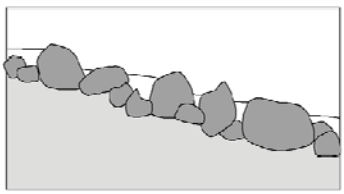
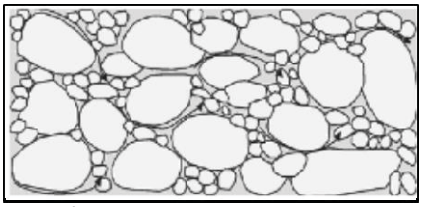
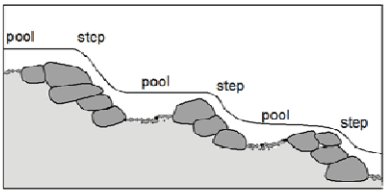
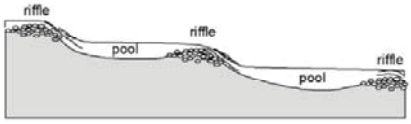
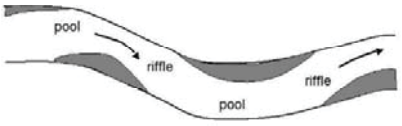
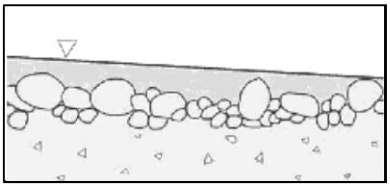
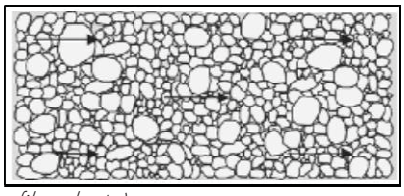
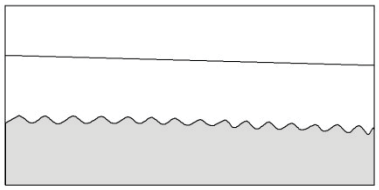
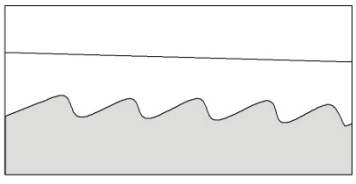


Tipo de estructura longitudinal

Como ayuda o consulta se podrá utilizar la información relativa a las Unidades geomorfológicas definidas en el cauce activo por el REFORM (*Restoring rivers for effective catchment Management*).



Tipos naturales de estructura longitudinal: (I) Salto/poza, (II) Rápido/poza, (III) Rápido/remanso, (IV) Rápido continuo, (V) Grada, (VI) Rampa y (VII) Tabla.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ESQUEMA
Poza o Marmita de gigante (pothole)	 *Bache (perfil)*
Salto de agua (Cascade)	  *Salto de agua (perfil y planta)*
Salto-poza (Step-pool)	 *Step – pool (perfil)*
Rápidos y pozas (Riffle-pool)	  *Riffle – pool (perfil y planta)* *Rápidos y pozas (perfil y planta)*
Rápido continuo (Run / glide)	  *Run / glide (perfil y planta)*
Tabla (Ripple)	*Ripple (perfil)* 
Tabla (Dunas)	*Dunas (perfil)* 

Unidades geomorfológicas en el cauce activo (REFORM): lecho del río

4.2.3.- FORMAS NATURALES DEL LECHO

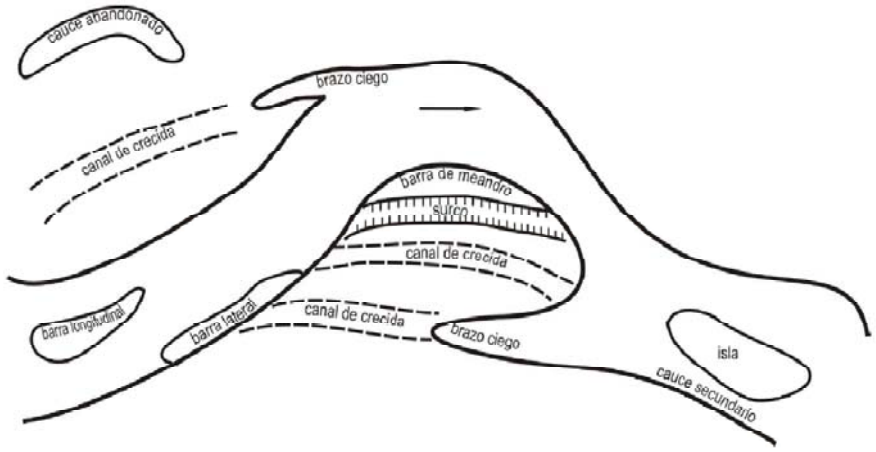
Las formas del lecho responden al funcionamiento de la cuenca y del tramo de río, fruto de la combinación del régimen de caudales y del transporte de sedimentos con la pendiente del cauce y la morfología fluvial.

Su caracterización en campo se ha dejado abierta, debido a la enorme diversidad de tipologías posibles (recogidas en la ficha adjunta) que pueden conformar un complejo mosaico. En cursos fluviales principales, utilizando la fotografía aérea, se pueden identificar la mayor parte de estas formas, pero es recomendable (imprescindible en ríos pequeños) un recorrido por el subtramo de muestreo para comprobarlas y localizar morfologías menores.

La presencia de las diversas formas del lecho se caracterizará según los siguientes tipos:

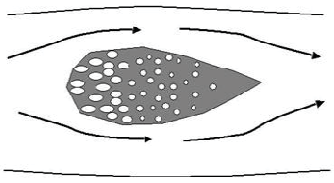
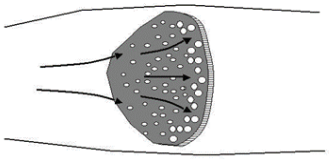
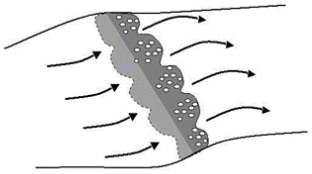
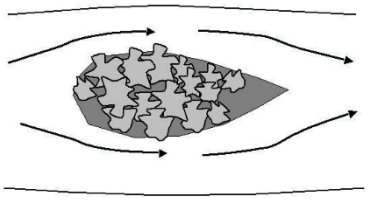
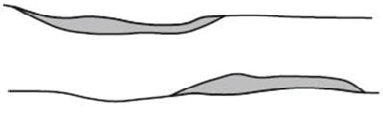
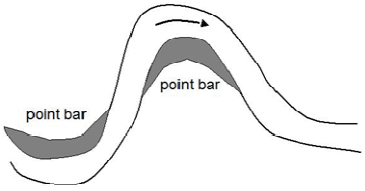
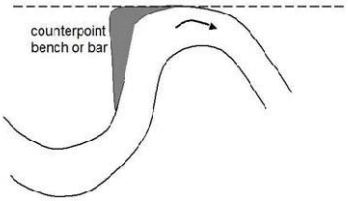
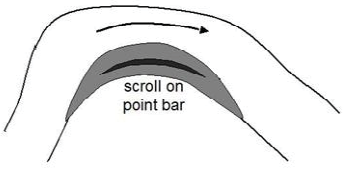
- Barra en el cauce: barra longitudinal, barra transversal, barra diagonal, barra compleja
- Barra marginal: barra lateral, barra de meandro
- Isla
- Canal secundario
- Canal de crecida
- Surco
- Brazo ciego
- Cauce abandonado
- Otra (especificar)
- Sin formas naturales

En un mismo tramo de río pueden aparecer varias de estas formas del lecho, por lo que habrá que detallar en el subtramo de muestreo todas las tipologías presentes para la correcta comprensión de la dinámica fluvial.



Formas naturales del lecho

Se deberán caracterizar los depósitos emergentes en el cauce como consecuencia de la dinámica fluvial apoyándose en las tipologías de sedimentos emergentes especificadas por el REFORM.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ESQUEMA
BARRA EN MEDIO DEL CAUCE	 Barra longitudinal (planta)  Barra transversal (planta)  Barra diagonal (planta)  Barra compleja (planta)
ISLA	 Isla (planta)
BARRA MARGINAL (marginal bar)	 Lateral bar (planta)  Point bar (planta)  Counter - point bar (planta)  Scroll on point bar (planta)

Unidades geomorfológicas en el cauce activo (REFORM): depósito de sedimentos emergentes

4.2.4.- MOVILIDAD DE SEDIMENTOS

La movilidad de los sedimentos es un aspecto básico en la morfología fluvial. Para definirla se comprobarán de forma rápida cuatro indicadores:

- Si el sedimento del propio lecho mojado o de las barras de las orillas está suelto y es fácilmente removible manualmente, o bien está compactado o encostrado.
- Si el material sedimentario aparece cubierto de una pátina o capa de finos, que puede ser síntoma de problemas de inactividad en los procesos hidrogeomorfológicos.
- El grado de colonización vegetal de las barras o depósitos sedimentarios. La vegetación dentro del cauce suele indicar escasez de crecidas y caudales. La colonización vegetal reduce o impide la movilización de sedimentos, por lo que puede generar déficits aguas abajo y llegar a provocar procesos de incisión.
- La presencia de madera muerta transportada (troncos, ramas y otros restos) y/o arribazones, son buenos indicadores de dinámica geomorfológica y efectividad de transporte de las crecidas, además de intervenir en los procesos de sedimentación generando efectos trampa, sombra o pantalla.

Las posibles respuestas para la caracterización de la movilidad de sedimentos son las siguientes:

- *Efectiva:* el sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o ésta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos.
- *Limitada:* el sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada.
- *Nula:* el sedimento está encostrado superficialmente o bien cubierto de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación.

Esta caracterización deberá realizarse en el conjunto del *subtramo de muestreo* puesto que la toma de datos en un punto concreto puede dar lugar a equivocaciones. Preferiblemente se considerarán las condiciones del sedimento en el centro del cauce, donde el efecto de la velocidad y el calado del río sobre el sedimento son más representativos.









Distribución de sedimentos en el río. La distribución granulométrica depende de las variables hidráulicas del caudal en cada punto (velocidad, calado, F). Muestra de distinto sedimento de una misma sección: (I) canto rodado, (II) arena y grava, (III) finos.

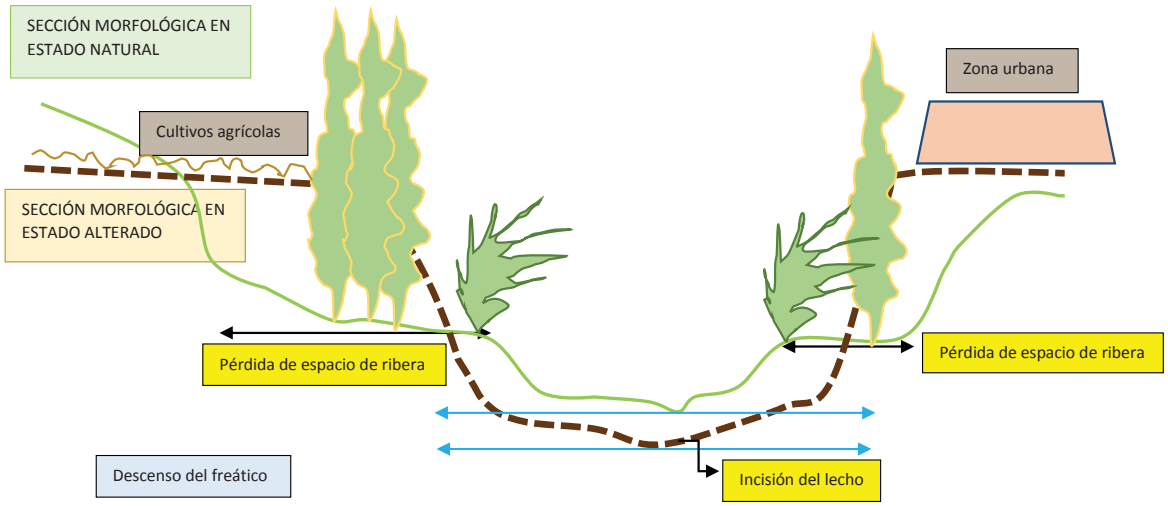
4.2.5.- SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELERADA

Se analizarán en el subtramo de muestreo los movimientos verticales del río (dinámica vertical) que pueden ser nulos o escasos, o bien puede definirse por dos procesos opuestos, el de incisión o encajamiento del lecho y el de acreción o elevación del lecho por acumulación de sedimentos.

Es normal que un cauce confinado con pendiente alta asista a un proceso natural progresivo de incisión. También es normal que en un cauce de llanura con muy poca pendiente los sedimentos se acumulen y eleven ligeramente algunas zonas de depósito.

La mayor parte de los cursos fluviales asisten a una situación de equilibrio, con zonas de incisión y otras de acumulación y con procesos muy lentos, apenas perceptibles a escala temporal humana. El problema surge cuando esta dinámica vertical resulta acelerada, es decir, se manifiesta muy rápidamente acompañada de síntomas evidentes: acumulaciones excesivas o extensas por acreción y descalzamiento de las márgenes o desnudez de las raíces vegetales por incisión.

Se cartografiarán los fenómenos de acreción e incisión detectados y se intentarán asociar a las posibles causas generadoras de estos desequilibrios.



Efecto de incisión en el lecho como consecuencia del estrechamiento del cauce por ocupación de las márgenes del río.

Es preciso observar estos posibles síntomas en campo en el subtramo de muestreo. Lo normal es que en una misma zona de muestreo si hay incisión no haya acreción, o viceversa. En ambos procesos es difícil identificar las causas solo a partir de la observación del síntoma. No obstante, en la mayoría de los casos, si la incisión o la acreción son muy acusadas o con aspecto de ser muy rápidas, se deberán a factores antrópicos.





Determinación en campo de los fenómenos de incisión (socavación del lecho) como consecuencia de la alteración de los caudales líquidos y sólidos.





Determinación en campo de los fenómenos de acreción (elevación de la cota del lecho por sedimentación), como consecuencia de la alteración de los caudales líquidos y sólidos.

4.2.6.- ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIONES EN LA ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO

Se procederá al inventario de las actuaciones humanas que generan alteraciones en el fondo del cauce de la masa de agua, que tienen efectos tanto en la variación de la anchura y profundidad del cauce como en la estructura y sustrato del lecho, tales como:

- *Remociones, extracciones de áridos y dragados,* que pueden dañar considerablemente el fondo del lecho y sus morfologías.



Presa colmatada de Sestelo en el río Suarón. Sedimentos del lecho aguas abajo (canto rodado) y aguas arriba de la presa (arenas).

- *Azudes y otras estructuras de fondo,* que pueden alterar también la estructura y sustrato de los lechos.



Dragados y remociones por la actividad minera.

4.2.7.- OTROS MICROHÁBITATS DIFERENCIABLES

En el subtramo de muestreo se analizarán detalladamente los distintos microhábitats adicionales que se puedan diferenciar, que serán claves posteriormente para la presencia y/o colonización de distintos taxones que podrán, en su caso, ser utilizados como indicadores biológicos, como en el caso de los macroinvertebrados bentónicos en ríos (Protocolo ML-Rv-I-2013).

Se diferenciarán los siguientes tres (3) grandes microhábitats fluviales, teniendo en cuenta que pueden darse distintas combinaciones de ellos en un mismo tramo, por lo que la cobertura total puede superar el 100 % de la longitud del subtramo de muestreo (al considerarse que sobre una misma superficie puede haber varios microhábitats). Se valorará la proporción de ocupación que tiene cada uno de los hábitats.

- *Detritos vegetales o restos vegetales muertos*: presencia de hojarasca, fragmentos de troncos, ramas de distinto calibre y otros restos vegetales que han permanecido sumergidos durante un tiempo relativamente largo y que pueden formar, en su caso, diques naturales.

- *Orillas vegetadas*: En este epígrafe se considera la estructura de la orilla sumergida del cauce y su capacidad de acogida de determinados taxones, generando refugio, proporcionando sombra y alimento, etc. Se establecerá la superficie vegetada por ambas márgenes considerando como tal toda la vegetación o vuelo o sistema radical que ocupe en planta el cauce activo de la masa de agua.

- *Macrófitos*: Se tendrá en cuenta la presencia en el cauce del tramo de estudio de macrófitos, teniendo en cuenta que son estacionales y pueden no estar presentes en todos los cauces, particularmente en los tramos altos. En la medida de lo posible, se especificará el porcentaje de estos macrófitos alóctonos y/o que tienen la consideración de invasores.

Se deberá determinar el porcentaje del cauce activo en el subtramo de muestreo que alberga cada una de estos microhábitats.



Microhábitas diferenciables: (I, II) Detritos vegetales; (III, IV) Orillas vegetadas; (V y VI) Macrófitos emergentes.

4.3.- ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

4.3.1.- INTRODUCCIÓN

Finalmente se procederá al análisis de la estructura de la zona ribereña asociada a cada Tramo hidromorfológico en que ha quedado dividida la masa de agua en estudio. Para ello se estudiará la estructura, composición y fenología de las orlas de vegetación en el subtramo de muestreo.

El trabajo de campo tratará de establecer de manera simplificada la compleja correlación existente entre los caudales líquidos y sólidos del río y la respuesta morfológica y biológica de la ribera funcional asociada al mismo.

Debido a la evidente diferencia entre los cauces de la cuenca mediterránea del resto de cauces peninsulares, se diferenciará entre los ríos con ribera definida y los con ribera no definida (ríos alterados por las presiones antrópicas y ríos efímeros o ramblas).



Ríos con riberas definidas.



Río con riberas no definidas: por presiones ganaderas (I), agrícolas (II), urbanas (III) y rambla mediterránea (IV).

La gran variedad de tipos de ríos hace que el estudio de la estructura de la zona ribereña deba adaptarse a cada situación concreta, siendo el criterio del muestreador de gran importancia en el resultado final del análisis.



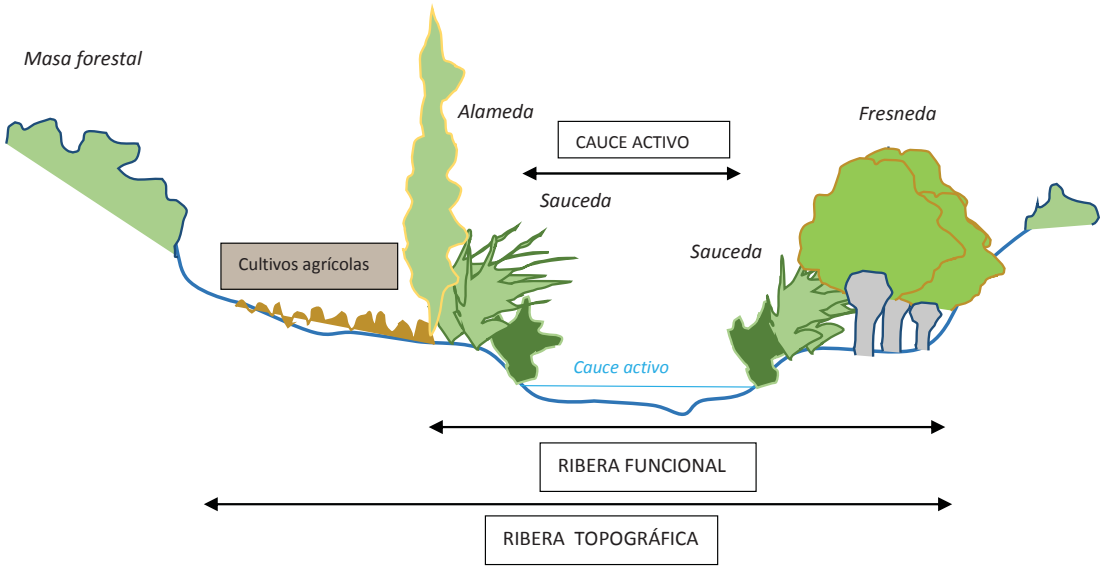
Diversas tipologías de riberas.

Lo primero que debe hacer el muestreador es la delimitación y recorrido completo del subtramo de muestreo cuya longitud (L), como ya se ha precisado, dependerá del ancho del cauce activo (w), siendo L=10 x w.

En el subtramo de muestreo una de las primeras actuaciones a realizar es la identificación de las dos categorías de riberas: *ribera topográfica* y *ribera funcional*.

- La *ribera funcional*: espacio que alberga actualmente vegetación natural asociada a la ribera del río, es decir, todos aquellos hábitats ribereños propios de la masa de agua en estudio, tanto los leñosos como los no leñosos, que de forma natural se encuentren ligados al cauce y su zona inundable

- La *ribera topográfica*: espacio potencial de ribera que engloba los terrenos que, con la morfología del terreno actual, podrían tener una conexión con el medio fluvial de forma que su vegetación tuviese un carácter azonal. En condiciones naturales estos terrenos se extenderían hasta la zona en contacto con la vegetación climatófila natural y/o los terrenos ajenos a la dinámica fluvial. En general, guardará la adecuada correspondencia con la estimación del tipo de valle y para su determinación se emplearán ortofotos y modelos digitales del terreno que permitan seleccionar el ancho del subtramo de muestreo con una clara componente fluvial



Cauce activo, ribera funcional y ribera topográfica.

Así, la *ribera topográfica* se caracterizará porque a pesar de no estar funcionado como ribera, presenta signos de exposición a la dinámica fluvial (evidencias topográficas), que podrían identificarse sobre el terreno por una combinación de los siguientes indicadores:

- *Fisiografía del terreno*: cota respecto al cauce activo.

- Presencia de especies vegetales freatófitas.

- *Aspectos que revelen vinculación a través del subálveo con la corriente principal*, por ejemplo, presencia de praderas en una matriz de otros cultivos intolerantes respecto al freatismo.

- *Presencia de elementos indicadores de dinámica fluvial*: por ejemplo, acumulaciones de sedimentos minerales o restos vegetales, trazas de erosión, presencia de canales secundarios o marginales que sólo son funcionales en avenidas.



Ejemplo de definición del cauce activo y ribera funcional en un subtramo de muestreo.

Una vez delimitado el subtramo se procederá mediante GPS y cinta métrica a fijar los itinerarios transversales del muestreo.

En los distintos recorridos se cartografiarán las formaciones de ribera características y se tomarán los datos relativos a las siguientes variables:

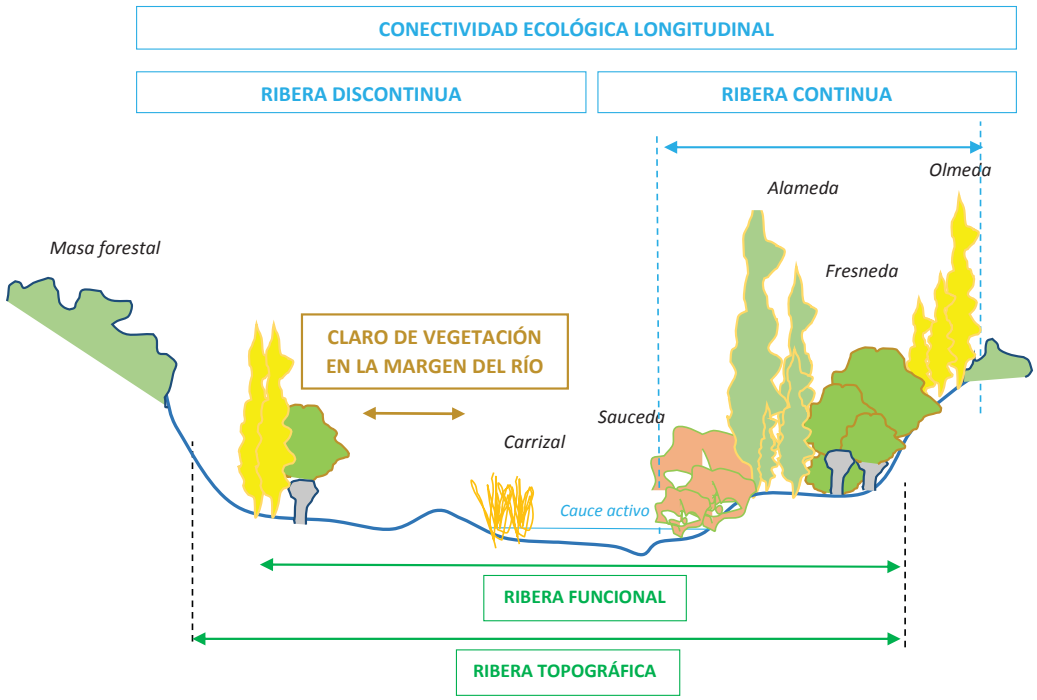
4.3.2.- RÍOS CON RIBERA DEFINIDA

4.3.2.1.- Dimensiones de la zona ribereña y estructura de la vegetación

En los ríos con ribera definida la estructura de la vegetación se valorará a partir de los tres criterios siguientes:

- *Conectividad ecológica longitudinal:* Cálculo del porcentaje de longitud del cauce activo con vegetación leñosa de ribera. Se evaluará en el subtramo de muestreo por ambas márgenes mediante la valoración del grado de tangencia/solape de las copas (o vuelo) de la vegetación ribereña. Una primera estimación se realizará partir de la ortofoto, que se verá corroborada por el recorrido de las riberas a lo largo del subtramo de muestreo.

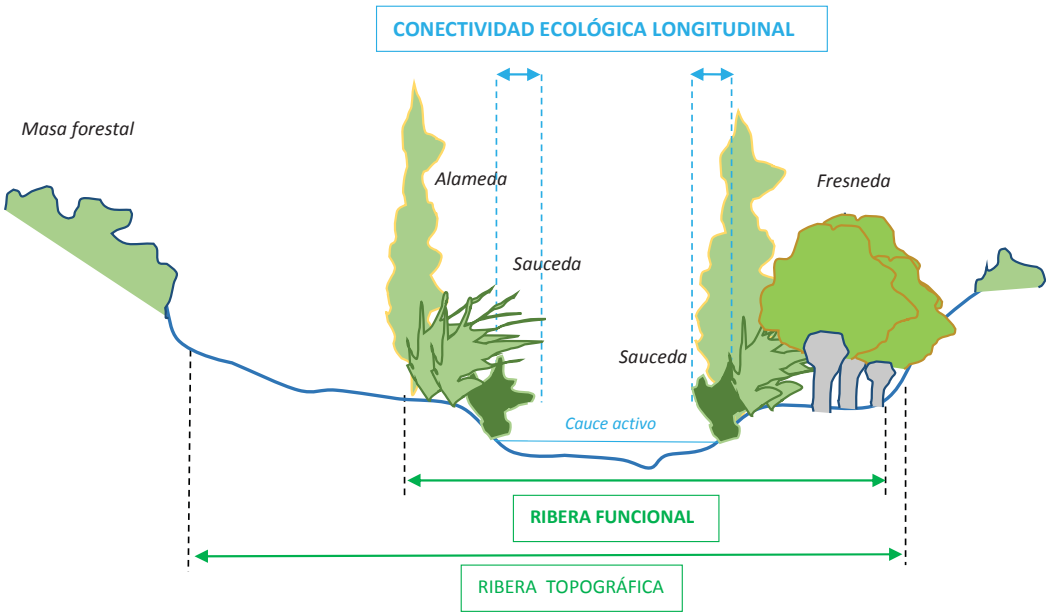




Conectividad ecológica longitudinal.

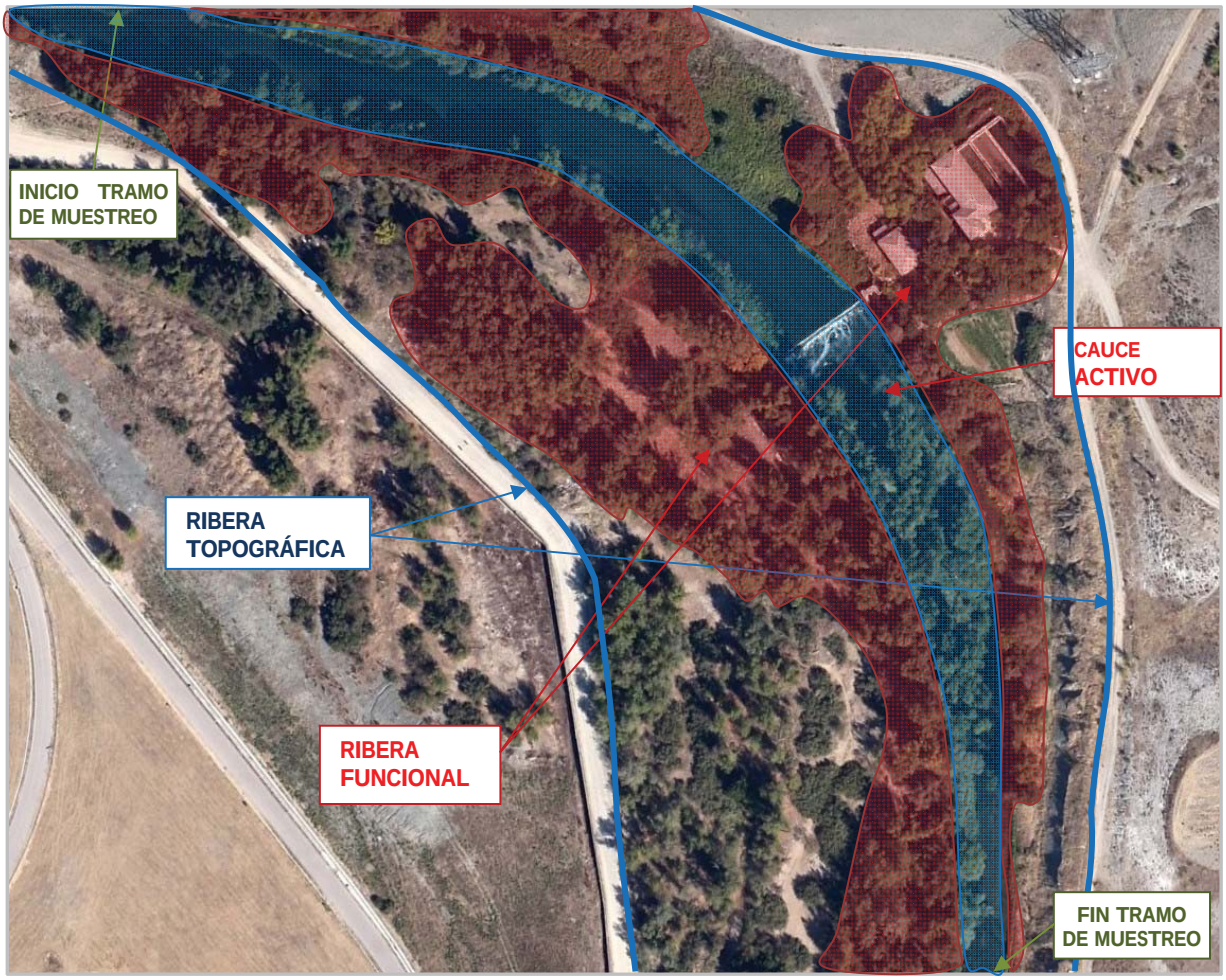
- *Sombreado del cauce activo*: Cálculo del porcentaje de superficie de cauce activo que está sombreado por la vegetación de ribera.

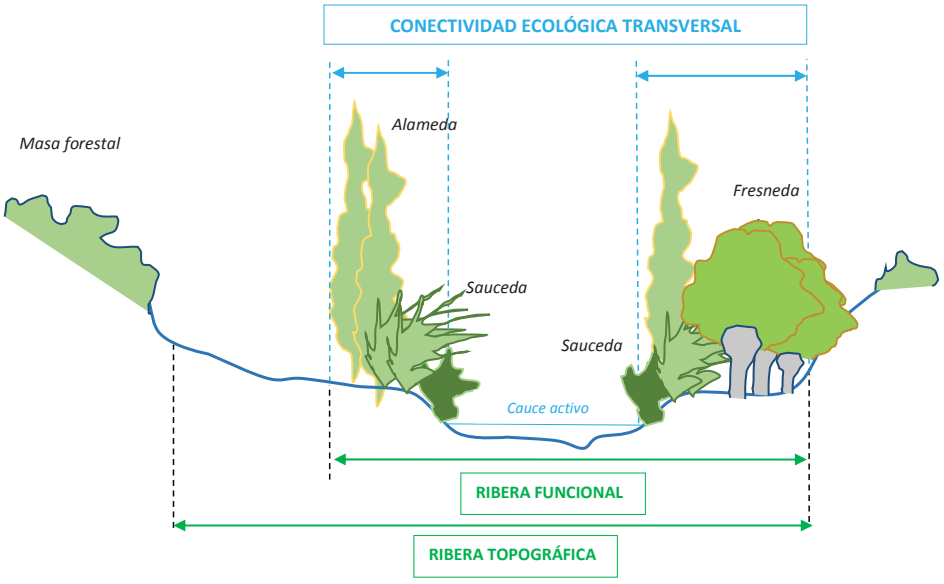




Sombreado del cauce activo.

- *Conectividad ecológica transversal:* Cálculo del porcentaje de la superficie de la ribera topográfica actual ocupada por hábitats naturales. Su estimación se realizará inicialmente en gabinete a partir de la ortofoto y será corroborada posteriormente mediante el trabajo de campo en el subtramo de muestreo.





Conectividad ecológica transversal

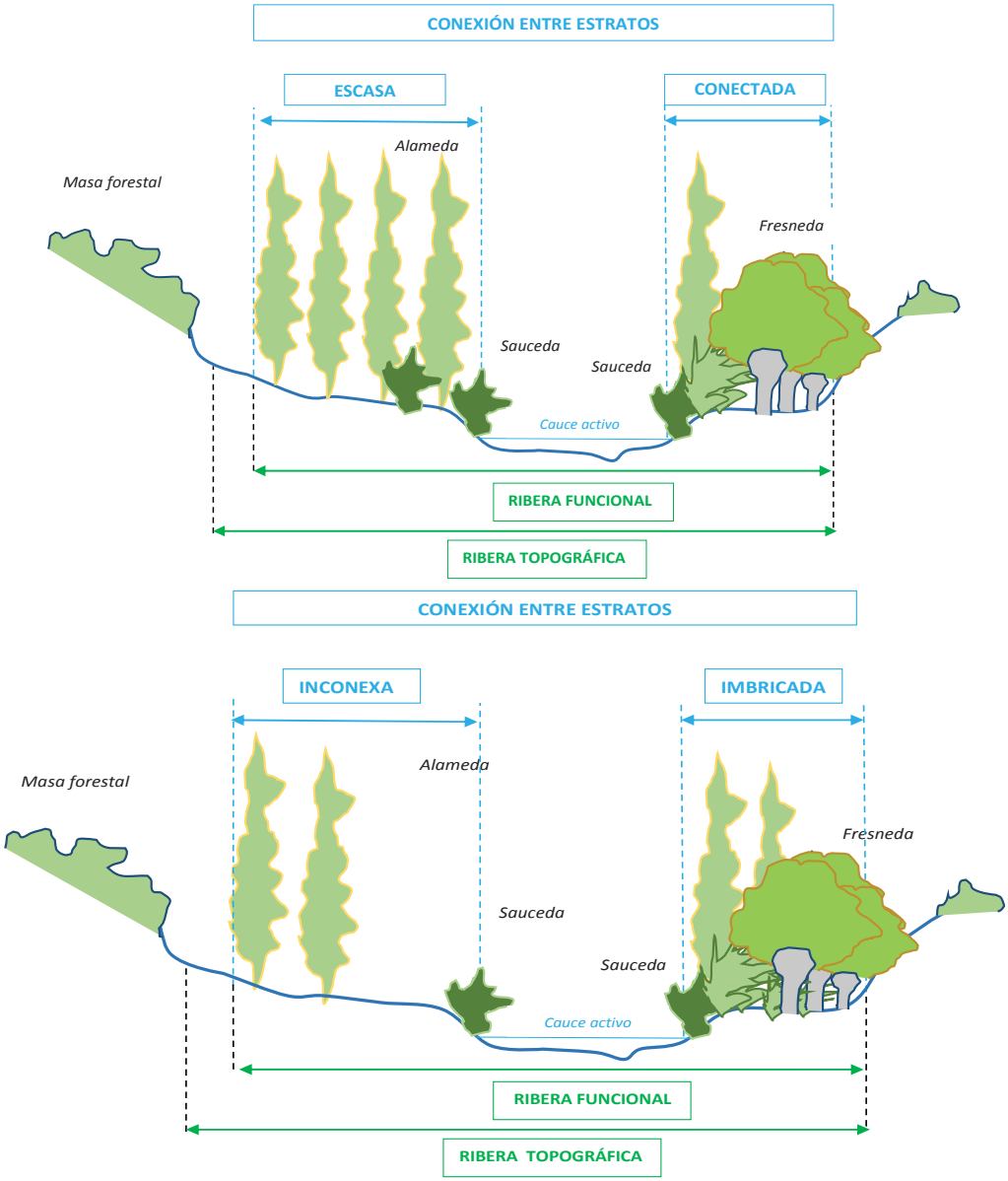
- *Conexión entre estratos:* Evaluación de la conexión entre estratos de vegetación autóctona (leñosa y no leñosa) a lo largo de varios transectos perpendiculares al cauce utilizados en la evaluación de la conectividad transversal, también en ambas riberas. La conexión se evaluaría mediante la valoración del grado de contacto entre los diferentes estratos de vegetación (vegetación arbórea, arborescente, arbustiva, de carácter no leñoso, etc.) y se incluirá, para cada margen, y de forma global, en los siguientes categorías:

  - Imbricada: La vegetación leñosa y no leñosa forman un conjunto continuo y enlazado

  - Conectada: La vegetación leñosa y no leñosa se conectan en la mayor parte de los transectos

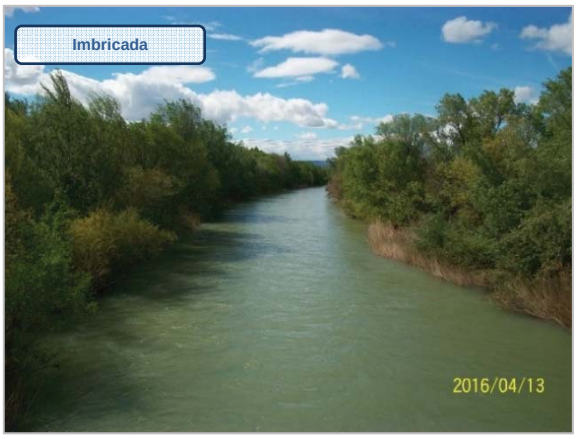
  - Moderada: La vegetación leñosa y no leñosa se conectan en varios puntos de los transectos

  - Escasa: La vegetación leñosa y no leñosa se conectan de forma esporádica o no hay conexión entre los distintos estratos (inconexa).

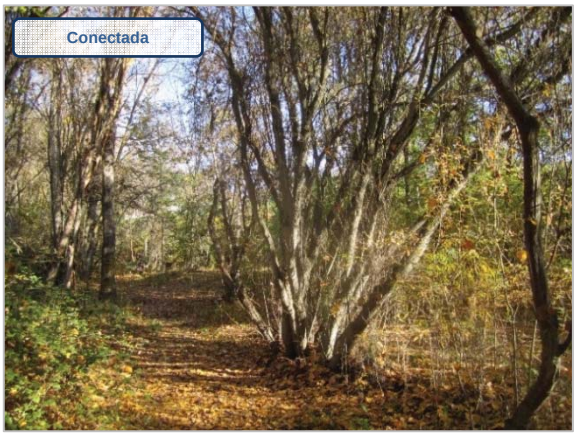


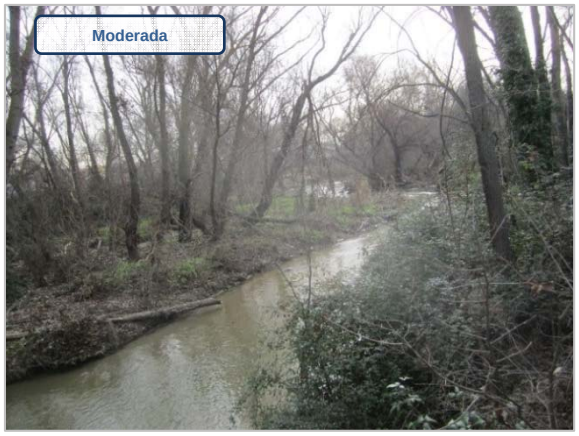
Conexión entre estratos.















Conexión entre estratos: imbricada (I, II), conectada (III, IV), moderada (V), escasa (VI) e inconexa (VII).

En los resultados de los transectos transversales se usará la moda (valor más frecuente); y el promedio en el caso de la integración de los resultados de las dos márgenes.

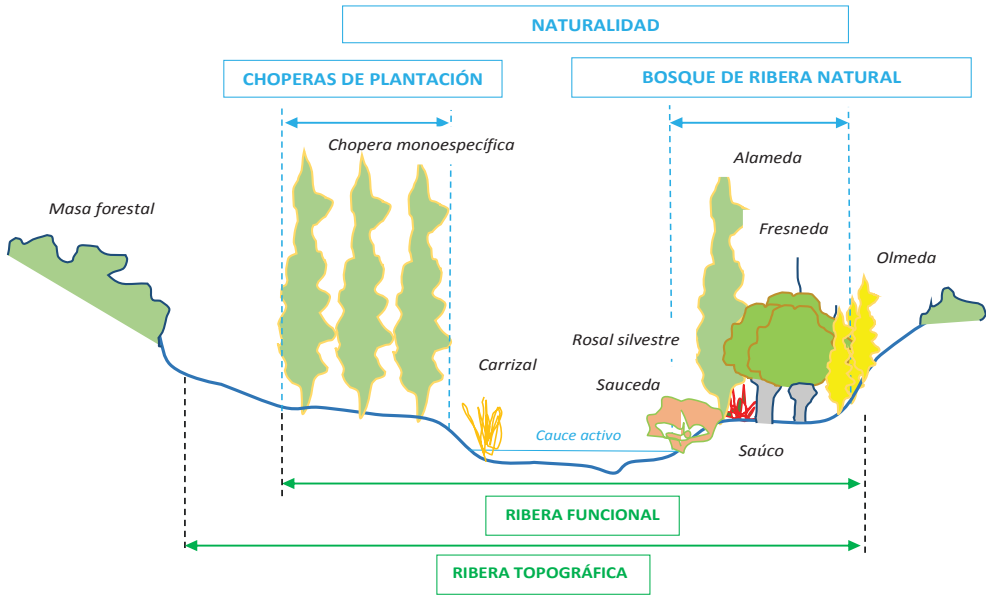
Como ejemplo de la conexión entre estratos y el efecto de las presiones sobre la estructura de la vegetación de ribera se presentan distintas fotos del río Limonetes, desde su cabecera hasta su desembocadura en el río Guadiana.



Conexión entre estratos del río Limonetes en varios tramos: imbricada (I), conectada (II), moderada (III), escasa (IV) e inconexa (V).

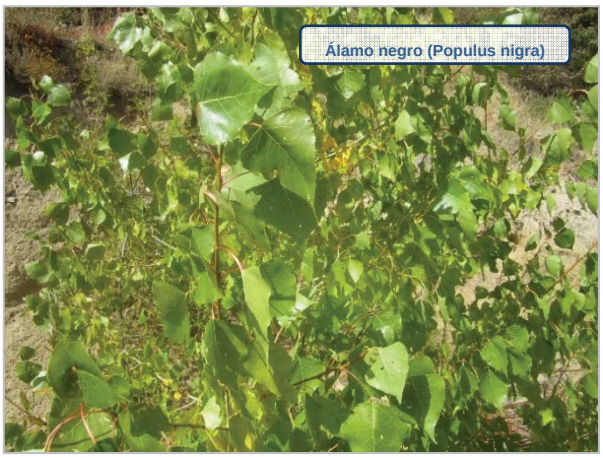
4.3.2.2.- Composición específica

- *Naturalidad:* Porcentaje de la superficie de la ribera funcional ocupada por vegetación ribereña autóctona. Para la valoración de esta métrica, se deben identificar los taxones alóctonos, y descontar de la superficie de la ribera funcional la superficie que ocupan los taxones alóctonos.



Naturalidad de la vegetación de ribera: comparativa ribera alterada (chopera de plantación) y ribera natural (bosque mixto de ribera).













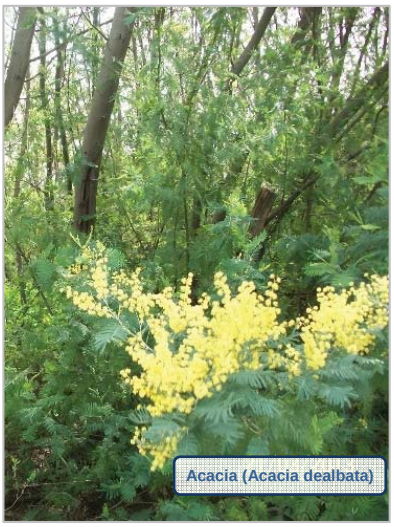




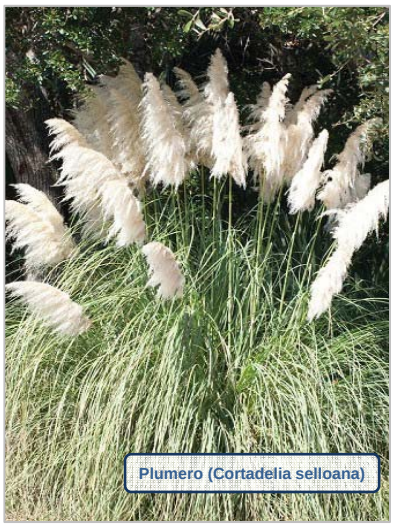


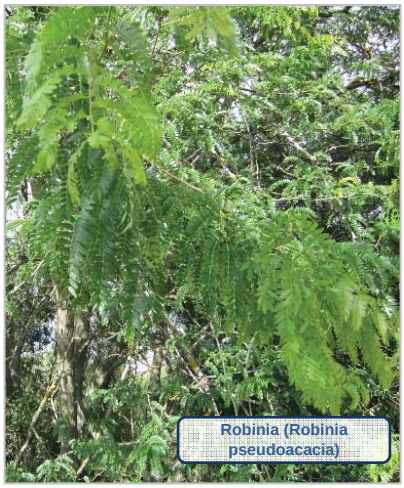


Especies comunes autóctonas de ribera: aliso (*Alnus glutinosa*), álamo negro (*Populus nigra*), fresno (*Fraxinus angustifolia*), olmo (*Ulmus minor*), sauce (*Salix fragilis*), taray (*Tamarix gallica*), majuelo (*Crataegus monogyna*), rosal silvestre (*Rosa canina*), cornejo (*Cornus sanguínea*) y saúco (*Sambucus nigra*).

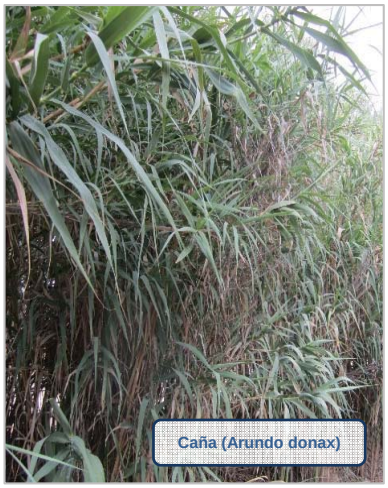












Especies invasoras típicas de ribera: acacia (*Acacia dealbata*), arce americano (*Acer negundo*), plumero (*Cortadelia selloana*), robinia (*Robinia pseudoacacia*), ailanto (*Ailanthus altísima*), caña (*Arundo donax*).

- *Pisos/clases de edad:* Evaluación del equilibrio de clases de edad de la vegetación ribereña autóctona, incluyendo regenerado joven (retoños o renuevos), ejemplares jóvenes, maduros y extramaduros. Se clasifica en 5 categorías:

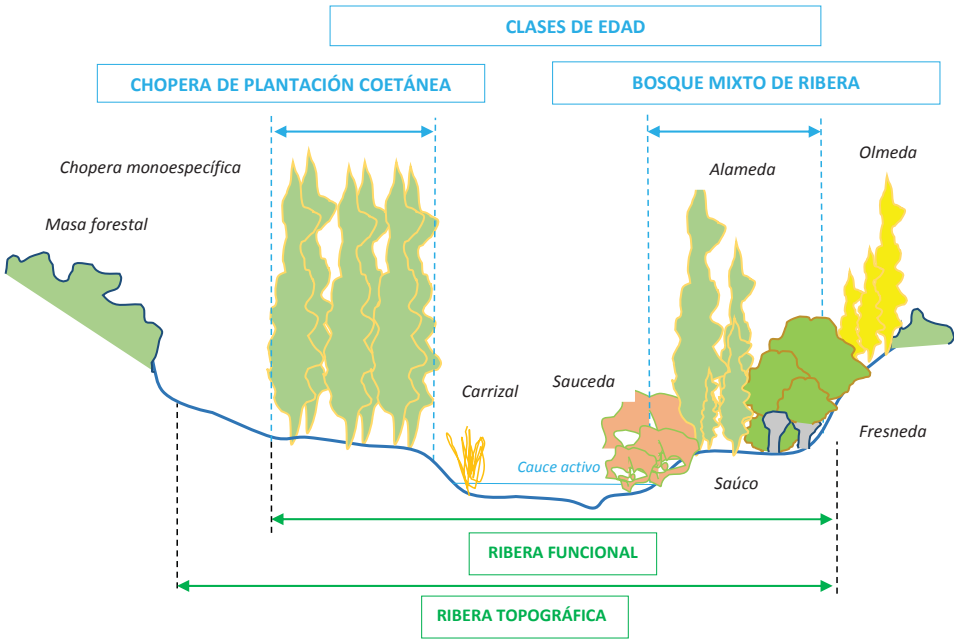
  - Alta: Están representados todos los pisos/clases de edad. O bien, siendo limitada la diversidad de pisos/clases de edad, que ello se deba a causas naturales (como la falta de luz, el tipo de sustrato, el tipo de valle, etc.).

  - Moderada: Están representadas la mayor parte de las clases de edad.

  - Baja: Están representadas pocos pisos/clases de edad, en general árboles adultos y extramaduros.

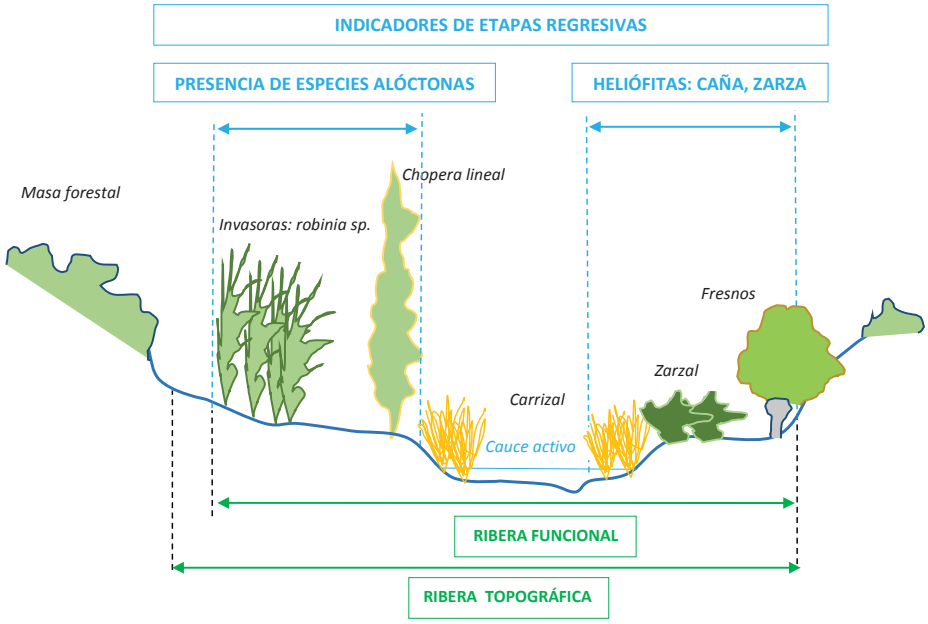
  - Muy baja: Están representado un único piso o clase de edad, en general árboles adultos y extramaduros.

- *Indicadores de etapas regresivas:* En este punto se procede a la evaluación del porcentaje de la superficie de la zona ribereña ocupada por vegetación indicadora de etapas regresivas en la formación vegetal (especies nitrófilas, ruderales, arvenses,...), bien sea de carácter autóctono o alóctono.

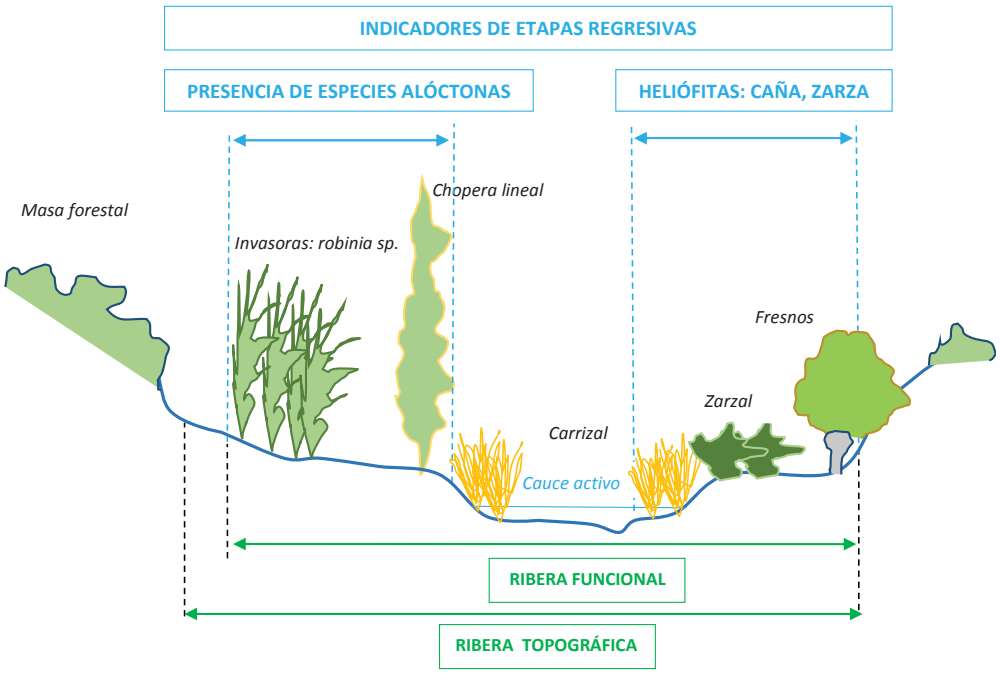


Clases de edad: ribera coetánea procedente de plantación y ribera con regeneración y diversidad de clases de edad de las distintas especies.

Las *etapas regresivas* de la vegetación de ribera son el resultado de las presiones e impactos que soportan los ríos como resultado de la alteración del régimen hidrológico y la antropización del medio fluvial. En campo, pese a no ver en muchas ocasiones la causa de estas presiones, es necesario distinguir si el estado de la vegetación de ribera responde a las condiciones naturales del río o bien se encuentra alterada como resultado de las citadas presiones.



Indicadores de etapas regresivas: ribera con plantación de choperas y ribera con sobrepastoreo (fresneda relictica).



Indicadores de etapas regresivas: ribera con presencia de especies invasoras y ribera con predominio de heliófitas.





Etapa regresiva: colonización del cauce por especies heliófitas (carrizal).





Etapa regresiva: perdida de vegetación leñosa por alteración del régimen hidrológico (aumento del calado de la lámina de agua).





Etapa regresiva: pérdida del espacio fluvial por urbanización.





Pérdida del espacio fluvial por ocupaciones de márgenes y rellenos.





Pérdida del espacio fluvial y alteración de la vegetación de ribera por cambio de uso del suelo (uso recreativo).

Normalmente la alteración de la vegetación de ribera se traduce en:

- Pérdida del espacio fluvial.
- Pérdida de orlas de vegetación riparia.
- Pérdida de diversidad de las formaciones de ribera.
- Pérdida de las dimensiones de las formaciones ribereñas: pérdida de la conectividad longitudinal y transversal.
- Cambio de especie principal y orla acompañante.
- Colonización de especies heliófitas: zarza, carrizo, etc.
- Colonización de especies alóctonas: caña, robinia, ailanto, etc.

Es importante en campo detectar en el subtramo de muestreo la presencia de las etapas regresivas indicadoras de las presiones sobre la masa de agua en estudio.



Etapa regresiva: colonización de especies invasoras (caña) y heliófitas (carrizo).



Etapa regresiva: pérdida de vegetación leñosa riparia y sustitución por colonizadoras (zarza) y ruderales.



Etapa regresiva: pérdida de orlas de vegetación riparia por aprovechamiento agrícola y ganadero.





Etapa regresiva: pérdida de la vegetación riparia por repoblaciones forestales y envejecimiento de la vegetación (fresneda) por cambio en las condiciones hidromorfológicas del río.





Etapa regresiva: pérdida de orlas de vegetación por desconexión del cauce y su llanura de inundación.



Etapa regresiva: pérdida de la vegetación riparia por cambios hidromorfológicos.

La presencia en las riberas de vegetación autóctona puede ser indicativa de etapas regresivas cuando se trata de vegetación no estrictamente ribereña. Esta vegetación no estrictamente ribereña, no obstante, cumple funciones valiosas para el ecosistema fluvial.

A continuación se incluye un listado con las principales especies invasoras presentes en ambientes fluviales o riparios (Fuente: *"Plantas invasoras en España: un nuevo problema en las estrategias de conservación"*. MAPAMA).

ESPECIE	XENOTIPO TENDENCIA	REGIÓN GEOGRÁFICA
Acacia dealbata Link.	*ME-HO [E]*	*NW de la P. Ibérica*
Bosques caducifolios. Invasión de claros donde la vegetación autóctona es destruida (por ejemplo, tras incendios) y parches de arbolado/matorral (semi-) natural. Rápido crecimiento y capacidad de rebrote. [Muy invasora en Portugal].		
Acacia melanoxylon R. Br.	*ME-HO [E]*	*NW de la P. Ibérica*
Bosques húmedos. Desplaza a la vegetación autóctona. Alteración de suelos. Naturalizada en el Parque Nacional de las Islas Atlánticas.		
Acacia saligna (Labill.) H.L. Wendl.	*ME-EP-HE [E]*	*S y SE de la P. Ibérica*
Ramblas. Según nuestras observaciones no parece estar causando problemas de conservación evidentes en España. No obstante, se ha naturalizado en zonas de espacios protegidos sensibles como el Parque Nacional de Garajonay. [Alta capacidad de invasión en diversas zonas del Mundo con clima mediterráneo (California, El Cabo -donde amenaza varias especies catalogadas por la UICN- y algunas Islas Mediterráneas)].		
Hacer negundo L.	*ME-HE [E]*	*Centro, E, y S de la P. Ibérica*
Riberas. [Interfiere en la regeneración natural de los bosques tras su degradación].		
Agave americana L.	*ME-HE [D]*	*S y E de la P. Ibérica.*
Matorrales, arenales costeros, ramblas. En zonas semiáridas puede penetrar en biotopos naturales, coexistiendo con especies de etapas maduras (por ejemplo, Chamaeropshumilis, Ziziphuslotus). Se ha procedido ya a la retirada de ejemplares en el Parque Natural de Calblanque (Murcia). Presente también en numerosos espacios protegidos, incluyendo Parques Nacionales (Caldera de Taburiente, Garajonay, Timanfaya, Sierra Nevada, Islas Atlánticas).		
Agave sisalana (Engelm.) Perr.	*ME-HE [D]*	*E y SE de la P. Ibérica*
Matorrales, arenales costeros, ramblas. En zonas semiáridas puede penetrar en biotopos naturales, coexistiendo con especies de etapas maduras (por ejemplo, Chamaerops humilis, Ziziphus lotus).		
Ageratina adenophora (Spreng.) King & H. Rob. [A]	*ME-HO [E]*	*S de la P. Ibérica, Canarias*
Riberas, cauces, barrancos, bosques. Llega a forma poblaciones densas. Naturalizada en los Parques Nacionales de La Caldera de Taburiente y Garajonay (pinares de pino canario y laurisilva degradada), y en el Río Chillar (Nerja) penetrando en el Parque Natural de las Sierras de Tejeda y Almijara (Málaga). [Alta capacidad crecimiento y expansión y baja selección de hábitats].		
Ageratina riparia (Reg.) R. King & H. Rob. [A]	*ME-HE-HO [D]*	*Canarias*
Cauces, bosques (laurisilva) y etapas seriales. Naturalizada en zonas de pendiente en Garajonay y en La Caldera de Taburiente, generalmente en ambientes frescos y sombríos, y en formaciones de laurisilva.		
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	*ME-HE [E]*	*P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas. Naturalizado en zonas próximas a lugares alterados (esencialmente viarias) pero contactando con formaciones de robledal (Quercus pyre-naica) bien conservadas en el Parque Nacional de Sierra Nevada. [Frecuente como invasora de zonas riparias del mundo, desplaza a la vegetación autóctona mediante fenómenos alelopáticos].		
Araujia sericifera Brot.	*ME-HO [E]*	*Costas E Peninsular*
Matorrales y bosques esclerófilos mediterráneos. Competencia directa por la luz en parches de encinares y de vegetación riparia remanentes. Se ha encontrado conviviendo con Fraxinus angustifolia, Populus alba, Quercus faginea, Quercus ilex subsp. ballota, Rubia peregrina subsp. longifolia, Smi-laxaspera, etc. en la comarca del Baix Camp (Tarragona), en un marco general de fuerte presión humana sobre reductos de la vegetación natural.		
Artemisia verlotiorum Lamotte	*ME-EP-HE [E]*	*E, N y Centro de la P. Ibérica*
Riberas.		
Arundo donax L.	*ME-HE [D]*	*S, E y Centro de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas y sistemas lacustres (lagunas, charcas, etc.). Nuestras observaciones indican que una vez implantada dificulta la regeneración natural de la vegetación nativa. Probablemente su presencia sea consecuencia del arrasamiento de la vegetación de zonas húmedas más que de su capacidad invasora en zonas naturales. Naturalizada en multitud de enclaves seminaturales y espacios protegidos. Por los hábitats que invade es frecuente encontrarla entre las especies riparias típicas del Mediterráneo (Populus sp., Salix sp., etc.). [Considerada por la UICN una de las 100 más peligrosas y nocivas invasoras a escala mundial por su capacidad para desplazar a la vegetación nativa].		

ESPECIE	XENOTIPO TENDENCIA	REGIÓN GEOGRÁFICA
Aster squamatus (Sprengel) Hieron. [A]	*ME-EP-HE[S] 12*	*E de la P.Ibérica, Baleares y Canarias*
Marismas, comunidades halófilas, riberas algo degradadas. Registrada en numerosos enclaves protegidos y en otros no protegidos pero con baja/moderada influencia antrópica (Delta del Ebro, Delta del Llobregat, Albufera de Valencia, Marismas del Guadalquivir, en la Ría de Ares -A Coruña-, diversas marismas litorales del País Vasco, diversos Parques Nacionales -Tablas de Daimiel, Doñana, Garajonay, etc.-) coexistiendo con las especies nativas.		
Azolla filiculoides Lam	*ME-HO [E]*	*Centro y NE de la P. Ibérica*
Sistemas lacustres de agua dulce. Presente en humedales de alto valor como la Laguna de l'Encanyissada y los Ullals del Parque Natural del Delta del Ebro, varios enclaves del oeste de Castilla-La Mancha (Garganta de Torinas en Toledo, el río Guadiana en Pueblo de Don Rodrigo, varios arroyos y charcas en Piedrabuena, el embalse de Rosarito, etc.) [Distribuida ampliamente por numerosas zonas naturales cálidas. Poblaciones bien establecidas pueden llegar a cubrir extensas superficies. Reduce la cantidad de luz en la masa de agua. Disminución de los niveles de oxígeno disuelto. Capacidad para desplazar a especies nativas].		
Baccharis halimifolia L.	*ME-HO [E]*	*N de la P. Ibérica*
Marismas, bahías y rías. Sus raíces retienen los sedimentos por lo que pueden contribuir a acelerar el proceso de colmatación de las marismas. Muestra frecuentemente un comportamiento fuertemente invasor, resultando especialmente preocupante su presencia en las marismas de Alday, Parayas y Blanca, el Parque Natural de Oyambre, la Reserva Natural de las Marismas de Santoña y Noja (la invasión alcanza a grandes superficies de la zona supramareal) y la ría de San Vicente de la Barquera en Cantabria, las marismas de los ríos Sella y Navia y la ría de Villaviciosa en Asturias (reserva en la que se ha prohibido su uso), la ría de Plencia y la marisma de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en Vizcaya y la río de Orio y la bahía de Txingudi en Guipúzcoa.		
Bidens aurea (Aiton) Sheriff [A]	*ME-HE [E]*	*P. Ibérica y Canarias*
Riberas y herbazales húmedos. Frecuentemente forma poblaciones densas. Naturalizada en numerosos espacios de interés ecológico (Sierra Nevada, Garajonay, etc.).		
Bidens frondosa L. [A]	*ME-EP-HE [E]*	*N y NE de la P. Ibérica*
Riberas. Frecuentemente forma poblaciones densas.		
Bidens subalternus D.C. [A]	*ME-EP-HE [E]*	*E y NE de la P. Ibérica*
Riberas con aguas curso lento, ramblas y rieras. Asentada en algunas zonas de alto valor ecológico, como el Marjal de Pego en la provincia de Alicante o el Parque Natural del Delta del Ebro en Tarragona.		
Buddleja davidi Francheti	*ME-HE [E]*	*N y NE de la P. Ibérica*
Riberas degradadas. El Gobierno del Principado de Asturias ha prohibido ya su empleo en la Reserva Natural Parcial de la Ría de Villaviciosa. [Importante invasora introducida en numerosas zonas de clima Atlántico y Continental, incluyendo Europa. En riberas forma matorrales muy densos que desplazan la vegetación nativa].		
Cortaderia selloana (Ascherson & Graebner) Schultes & Schultes fil.	*ME-HE [E]*	*N de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas y humedales. La situación más grave se encuentra en la Cornisa Cantábrica, (muy extendida) y en las islas Canarias. Su peligrosidad se debe en gran medida a su rápido crecimiento, capacidad de rebrote y de reproducción vegetativa, capacidad para modificar el hábitat (acumulación de sedimentos y restos orgánicos) y el paisaje.		
Cyperus alternifolius L.	*ME-HO [E]*	*NE de la P. Ibérica y Canarias*
Humedales. Abunda en el Parque Natural del Delta de Ebro, donde ha invadido las orillas de propio río a la altura de Deltebre y diversas acequias de la compleja red que surca todo el Delta.		
Datura stramonium L. [A]	*ME-EP-HE [E]*	*P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas. Existe dispersa en zonas de ribera y humedales de interés ecológico (por ejemplo, Parque Natural de Cárdena y Montoro, donde se ha diseñado un plan de erradicación) con moderada influencia humana. [Ampliamente distribuida en regiones cálidas donde invade especialmente sistemas riparios. Forma herbazales densos que impiden la entrada de especies nativas. Posibles interferencias alelopáticas con otras especies].		

ESPECIE	XENOTIPO TENDENCIA	REGIÓN GEOGRÁFICA
Eichhornia crassipes (C.F.P. Mart.) Solms-Laub	*ME-HO [LE]*	*Puntual (A, CC, CS, T)*
Humedales. Por el momento no genera problemas de conservación grave. No obstante, recientemente ha sido necesaria su erradicación de unas lagunas de agua dulce situadas dentro del Parque Natural del Delta del Ebro (Ullals de l'Arispe) [La más peligrosa planta acuática invasora a escala mundial. Incluida en la lista de las 100 especies alóctonas más invasoras de la UICN. Modifica profundamente el ecosistema].		
Elaeagnus angustifolia L.	*ME-HE [E]*	*E y S de la P. Ibérica*
Riberas y barrancos húmedos. Por el momento no se han registrado problemas graves de conservación en España. Se encuentra en algunos espacios protegidos (Parques Nacionales de Sierra Nevada y Doñana). [Genera importantes daños en algunas zonas, especialmente en ríos de EEUU].		
Eleusine indica (L.) Gaertner [A]	*ME-EP-HE [E]*	*E de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas. Asentada, junto con otras alóctonas, en algunas rieras degradadas del Baix Camp (Tarragona) con restos de vegetación autóctona.		
Elodea canadensis Michx.	*ME-HO [S]*	*Puntual en N, E y Centro de la P. Ibérica*
Arroyos y humedales. [Invasora en numerosos humedales de C y N Europa donde sí resulta problemática].		
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	*ME-HE [S]*	*E y SW de la P. Ibérica*
Bosques, matorrales. Los problemas están generados no sólo por las poblaciones silvestres, sino también por las extensas plantaciones realizadas en diversas zonas de España. Genera daños sobre el suelo (por ejemplo, por alelopatía, disminución de los recursos hídricos del suelo) y su microbiota. Frecuente en algunos enclaves de alto valor de conservación como Doñana, Cabañeros o la Isla de Buda en el Parque Natural del Delta del Ebro.		
Eucalyptus globules Labill.	*ME-HE [S]*	*N y NW de la P. Ibérica*
Bosques y matorrales. Los problemas generados son básicamente los mismos que en E. camaldulensis.		
Fallopia baldschuanica (Regel) J. Holub	*ME-HE [E]*	*S de la P. Ibérica*
Riberas, matorrales (zarzales y espinares). No parece estar generando problemas graves de conservación. Presente en el Parque Nacional de Sierra Nevada.		
Gleditsia triacanthos L.	*ME-EP-HE [S]*	*Centro y S de la P. Ibérica*
Riberas. Naturalizada en los Parques de Doñana y Cabañeros, entre otros. [Causa daños importantes en algunas regiones de EEUU donde no es nativa (por ejemplo, California), Australia, Sudamérica, o algunos países de Centro y Este de Europa. Desplaza a las autóctonas por su mayor vigor y por procesos de dispersión específicos].		
Gomphocarpus fruticosus (L.) Ait f. [A]	*ME-HO [E]*	*SW y E de la P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas y ramblas. Su tamaño y elevado vigor le permiten ocupar amplias áreas de terreno rápidamente, llegando a entremezclarse con la vegetación nativa e incluso a desplazarla en algunos puntos, especialmente en situaciones que desfavorezcan a las nativas, como los períodos de sequía. Ha invadido algunos espacios naturales protegidos como el Parque Nacional de Doñana, donde se vienen realizando desde los años ochenta labores periódicas para su eliminación. También ha invadido otras áreas de indudable valor ecológico como diversas zonas riparias de Baleares o las rieras del sur de Cataluña, que conservan parches remanentes de la vegetación original de la región. Coexistencia con diversas especies nativas (Juncus spp, Nerium oleander, etc.).		
Ipomoea sagittata Poiret	*ME-HO [E]*	*E de la P. Ibérica y Baleares*
Humedales. En terrenos húmedos cercanos al mar trepa por cualquiera de las especies de porte elevado como Arundo donax, Phragmites communis, Typha domingensis, Typha angustifolia, etc. Abunda en humedales de alto valor ecológico como el marjal de Pego y zonas próximas (Alicante), marjales de Moncófar (Castellón), Cullera, la Albufera (Valencia) y el Delta del Ebro (Tarragona), algunos incluidos en la lista del Convenio de Ramsar.		
Lippia filiformis Schrad.	*ME-HO [E]*	*Centro, NE y E de la P. Ibérica y Baleares*
Riberas, humedales. Presente en el nordeste (Cataluña y Alto Aragón), más algún punto aislado de la cuenca del Tajo, de Baleares y de Valencia. Puede llegar a abundar localmente, como ocurre en la cuenca media del río Cinca, en la provincia de Huesca, donde está empezando a mostrar carácter invasor en los cascajos y orillas de este río y de su afluente el Ésera, entre el embalse de Barasona y la población de Monzón. [Especie peligrosa en Australia, donde ha invadido numerosas zonas húmedas y fluviales de Nueva Gales del Sur y de Queensland. Desplaza a la flora nativa (alelopatía) dificultando la regeneración de los eucaliptales. Disminuye la cantidad de agua útil hasta una profundidad		

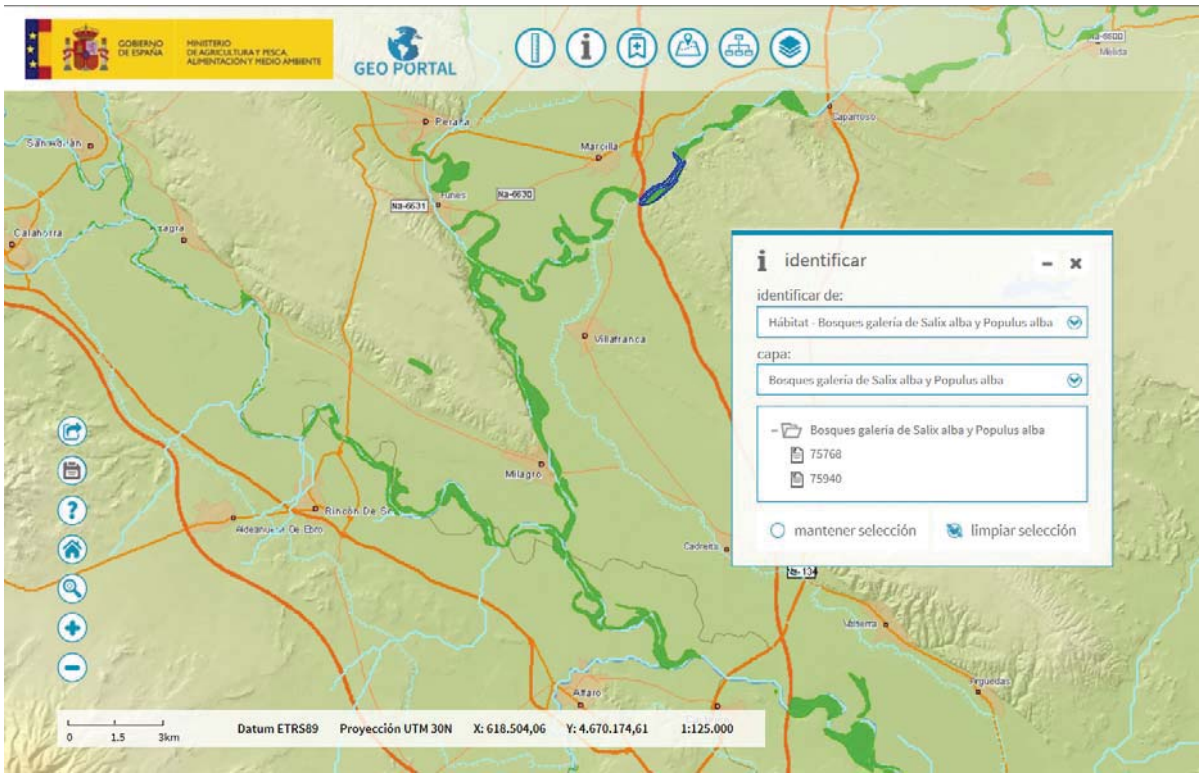
ESPECIE	XENOTIPO TENDENCIA	REGIÓN GEOGRÁFICA
considerable, afectando a la flora higrófila autóctona. Invade pastos húmedos disminuyendo su valor económico]. Lippia nodiflora (L.) Michx, de origen incierto aunque tropical, se diferencia de Lippia filiformis por ser enteramente herbácea, tener la corola blanca y los dientes del margen de las hojas mucho más pronunciados. Naturalizada en varios puntos de la costa mediterránea (Cataluña, Comunidad Valenciana, Andalucía oriental) y de Baleares, en ambientes similares a los de Lippia filiformis, aunque casi siempre cerca del mar. [Ha invadido numerosas zonas cálidas y tropicales del Mundo (Australia, Nueva Zelanda, sur de Estados Unidos, Hawaii, Arco Mediterráneo, etc.)].		
Nicotianaglauca R.C. Graham	*ME-HO [E]*	*E y S de la P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas, ramblas, barrancos, matorrales abiertos y roquedos. Problemas constatados en Canarias (presente en todas las islas), especialmente Lanza-rote y Fuerteventura. Tuvo que aplicarse un plan de erradicación en el Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote). Abunda en el Sitio de Interés Científico del Juncalillo del Sur. También en la Península se han venido realizando labores periódicas de eliminación de esta especie en el Parque Nacional de Doñana. [Todas las partes de la planta son tóxicas en algún grado (excepto las semillas maduras): contienen malato y citrato del alcaloide nicotina isinicotina, pirrolidina, ácido oxálico, etc].		
Oenothera biennis (L.) Mill	*ME-HO [D]*	*P. Ibérica (especialmente N y NE) y Canarias*
Riberas, herbazales subnitrófilos húmedos. No está generando problemas por el momento. [En ocasiones desplaza a especies nativas].		
Oenothera glazioviana Micheli	*ME-EP-HE [LE]*	*P. Ibérica (especialmente mitad N) y Canarias*
Riberas (cascajos fluviales) y arenales costeros. No está generando problemas por el momento. Aparece más bien en biótopos con relativa influencia antrópica Oenothera glazioviana puede hibridarse también de manera espontánea con Oenothera biennis dando lugar a dos nothoespecies. Por una parte Oenotherax fallax Renner, presente en España en Vizcaya, Cantabria y Guipúzcoa, con flores del tamaño de Oenothera biennis pero con sépalos con franjas rojizas como Oenothera glazioviana, y por otra parte Oenothera x oehlkersii Kappus, menos frecuente, detectada en Barcelona y Ourense, con flores de tamaño semejante a las de Oenothera glazioviana pero con los sépalos completamente verdes que aparece cuando convive el fenotipo de hojas grandes de Oenothera biennis con Oenothera glazioviana.		
Paspalum paspalodes (Michx) Scribner [A]	*ME-EP-HE-[E]*	*P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Humedales y riberas.		
Pennisetum setaceum (Forssk.) Chiov.	*ME-HE [EC] Canarias*	
Laderas, barrancos, colusiones, cauces, matorrales, pastizales, bordes de bosques (frecuentemente cercanos a vías de comunicación). Muy problemática en Canarias, especialmente en Gran Canaria y en Tenerife. En la primera de estas islas se encuentra extendida por casi toda su superficie. Baja preferencia por hábitats (en el futuro es posiblemente que llegue a ocupar más de los señalados aquí). Compite con la vegetación nativa a la que puede llegar a desplazar y eliminar (por ejemplo, Hyparrheniasinaica). Pirófita. Rebrota vigorosamente (incluso tras los incendios). Modificadora del hábitat (alteración del suelo, sombreado, retiene sedimentos y favorece la colmatación de cubetas topográficas). Disminuye el valor de los pastizales. Muy abundante en la cuenca del Risco de Agaete (NO Gran Canaria), donde alcanza los bordes de los pinares de Tirma y Tamadaba. Podría existir un riesgo inmediato también en la Reserva Natural Especial de la Charca de Maspalomas (S Gran Canaria). En las islas de Tenerife y Gran Canaria, los esfuerzos por erradicarla han fracasado, centrándose ahora en evitar su expansión hacia las zonas ecológicamente más valiosas. En el caso de la isla de La Palma sí se ha conseguido eliminarla prácticamente en su totalidad.		
Reynoutria japónica Houtt.	*ME-HO [E]*	*N de la P. Ibérica*
Riberas y bosques húmedos (fresnedas). [Peligrosa invasora en climas húmedos templados C y N Europa, N América y Nueva Zelanda. Las poblaciones alóctonas cuentan con individuos más altos y de mayor desarrollo, su invasión se ve favorecida por la destrucción de la vegetación, eutrofización y regulación de los ríos. Provoca fuertes variaciones en la composición y diversidad de las comunidades vegetales, desplaza especies nativas o impide la regeneración de sus poblaciones, altera el suelo, disminuye el valor de los pastos, aumenta la uniformidad del paisaje].		

ESPECIE	XENOTIPO TENDENCIA	REGIÓN GEOGRÁFICA
Robinia pseudacacia L.	*ME-HO [E]*	*Centro y N de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas y bosques. Localmente forma colonias con numerosos individuos que desplazan a las especies forestales autóctonas. Invade claros en los restos de bosque caducifolio autóctono (pisos colino y montano inferior). Observada conviviendo entre Fraxinus angustifolia, Populusnigra, Populus alba, Quercuspyrenaica, etc. Muy problemática en la Cornisa Cantábrica y en Galicia. También se encuentra en algunos espacios naturales protegidos, como el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real) y el Parque Natural de la Garrotxa (Girona) o el Parque Nacional de las Islas Atlánticas. Su capacidad para ocupar espacios se ve favorecida por su rápido crecimiento, su vigor y capacidad para rebrotar.		
Senecio mikanioides Walpers	*ME-HE [E]*	*N y NE de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas y matorrales/arbolados subseriales. Presente en zonas de alto valor ecológico, como el Parque Natural del Delta del Ebro (Tarragona) o la Reserva Natural de la ría de Villaviciosa (Asturias), habiéndose prohibido su uso en esta última. [Muy invasora en diversas regiones. Trepadora modificadora del hábitat. Provoca un intenso sombreado de las especies soporte, a las que acaba desplazando, apareciendo rodales mono-específicos, alterando la composición y estructura de las comunidades y el ecosistema (incluyendo a los insectos). Tóxica para la fauna acuática y el hombre. Amenaza a varias especies de plantas e insectos nativos de la flora y fauna californianas].		
Solanum bonariense L.	*ME-HE-HO [D]*	*SE y E de la P. Ibérica y Baleares*
Riberas y ramblas. Generalmente subespontáneo o naturalizado en ambientes antrópicos, se ha instalado en algunos cauces seminaturales (por ejemplo, Tíjola, en el Río Bacares -Almería-) en los que localmente forma densos matorrales en claros entre restos de bosque ripario nativo encabezado por Populus.		
Stenotaphrum secundatum (Walter) O. Kuntze	*ME-EP-HE [E]*	*E y N de la P. Ibérica y Canarias*
Rías y marismas degradadas. [Cuando encuentra condiciones favorables, se trata de una planta muy agresiva y vigorosa, formadora de comunidades casi monoespecíficas, donde quedan relegadas o excluidas las especies nativas].		
Tradescantia fluminensis Velloso	*ME-HO [E]*	*N, NW y NE de la P. Ibérica y Canarias*
Riberas y bosques húmedos. Suele aparecer preferentemente en los sectores más umbríos y con mayor humedad ambiental (fondos de barranco, vaguadas orientadas al norte), formando tapices casi continuos que impiden el desarrollo de las especies nemorales autóctonas (Laurus azorica, Persea indica, Myrica faya, Ilex canariensis, Erica arborea, Picconia excelsa, Dryopteris oligodonta, Asplenium onopteris, Cryptotaenia elegans, Dryopteris guanchica, etc.). En las islas Canarias se encuentra presente en zonas relativamente húmedas de las islas de La Palma, Gomera, Tenerife y Gran Canaria. En algunos casos invade áreas de alto valor ecológico, como la laurisilva del Parque Nacional de Garajonay. En la zona costera del sur de Cataluña (comarca del Baix Camp) ha invadido tramos próximos al mar de algunas rieras con restos de bosque ripario natural. [En Portugal está considerada una invasora muy peligrosa y eficaz, extendida por casi todo el país en lugares frescos y húmedos, bajo la cobertura de las copas de los árboles].		
Tritonia x crocosmiiflora (Lemoine) G. Nicholson	*ME-HO [E]*	*N de la P. Ibérica*
Humedales (charcas permanentes) y arroyos. [Rápida capacidad de expansión, compite a veces ventajosamente con la vegetación nativa, a la que desplaza. Modifica el hábitat].		
Tropaeolum majus L.	*ME-EP-HE [E]*	*S de la P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas y matorrales próximos a zonas urbanizadas. Naturalizada en la costa de Málaga y Granada y sobre todo en las islas Canarias, donde es muy abundante. Aunque suele aparecer en ambientes viarios y ruderales, también invade, cuando las condiciones son favorables, ecosistemas seminatu-rales, compitiendo con la flora autóctona. En la costa oriental de Málaga (junto a la localidad de Nerja), y en el seno de una matriz de territorio humanizado con parches de vegetación nativa, hemos podido observar un caso puntual de coexistencia con Cneorum triccocum L., endemismo del Mediterráneo occidental, considerado en peligro de extinción por la Junta de Andalucía y vulnerable según el criterio de la UICN.		
Xanthium strumarium subsp. italicum (Moretti) D. Love [A]	*ME-HE [S]*	*E de la P. Ibérica, Baleares y Canarias*
Riberas y arenales costeros. Invade tanto cultivos agrícolas de regadío o secano fresco como ambientes naturales y seminaturales de tipo ripario o costero, donde compite con la flora nativa. En el Parque Natural del Delta del Ebro es muy abundante en las arenas de las playas de la Marquesa, del Trabucador, del Fangar, de los Eucaliptos, etc. donde junto a Carpobrotus edulis coexiste con especies autóctonas como Limoniastrum monopetalum, Eryngium maritimum, Echinophora spinosa o Pancratium maritimum.		

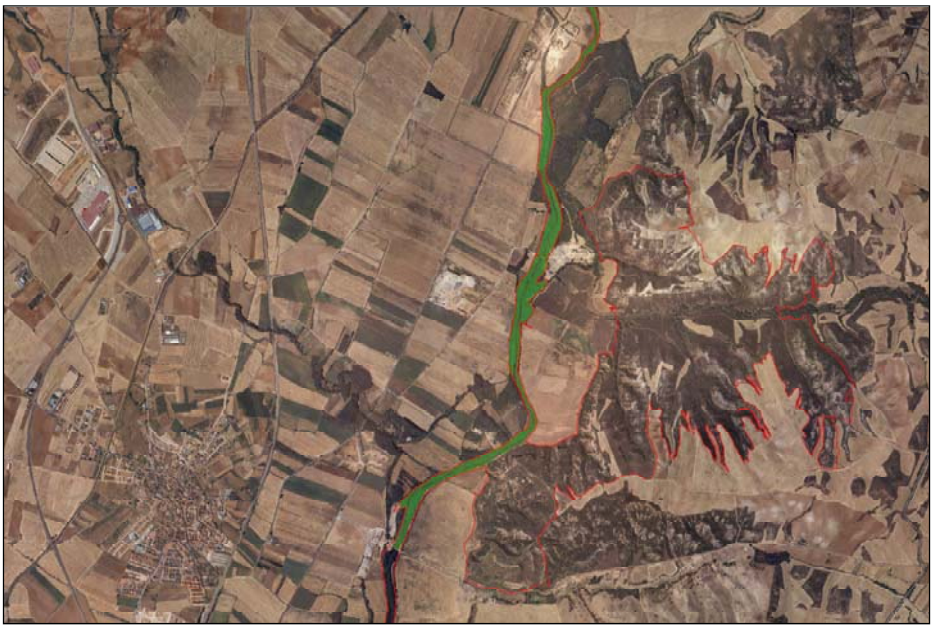
Especies invasoras en ambientes riparios.

Por último, conviene inventariar las especies leñosas presentes en la zona riparia como consecuencia de la actividad humana, como por ejemplo las especies ornamentales y agrícolas (frutales).

- *Hábitats naturales*: por último, debido a su importancia, se procederá a identificar los hábitats presentes de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.



Consulta al Visor Geoportal del MAPAMA: Hábitat 5048 "*Bosques de galería de salix Alba y Populus alba*" en río Aragón a su paso por Marcilla, Navarra.

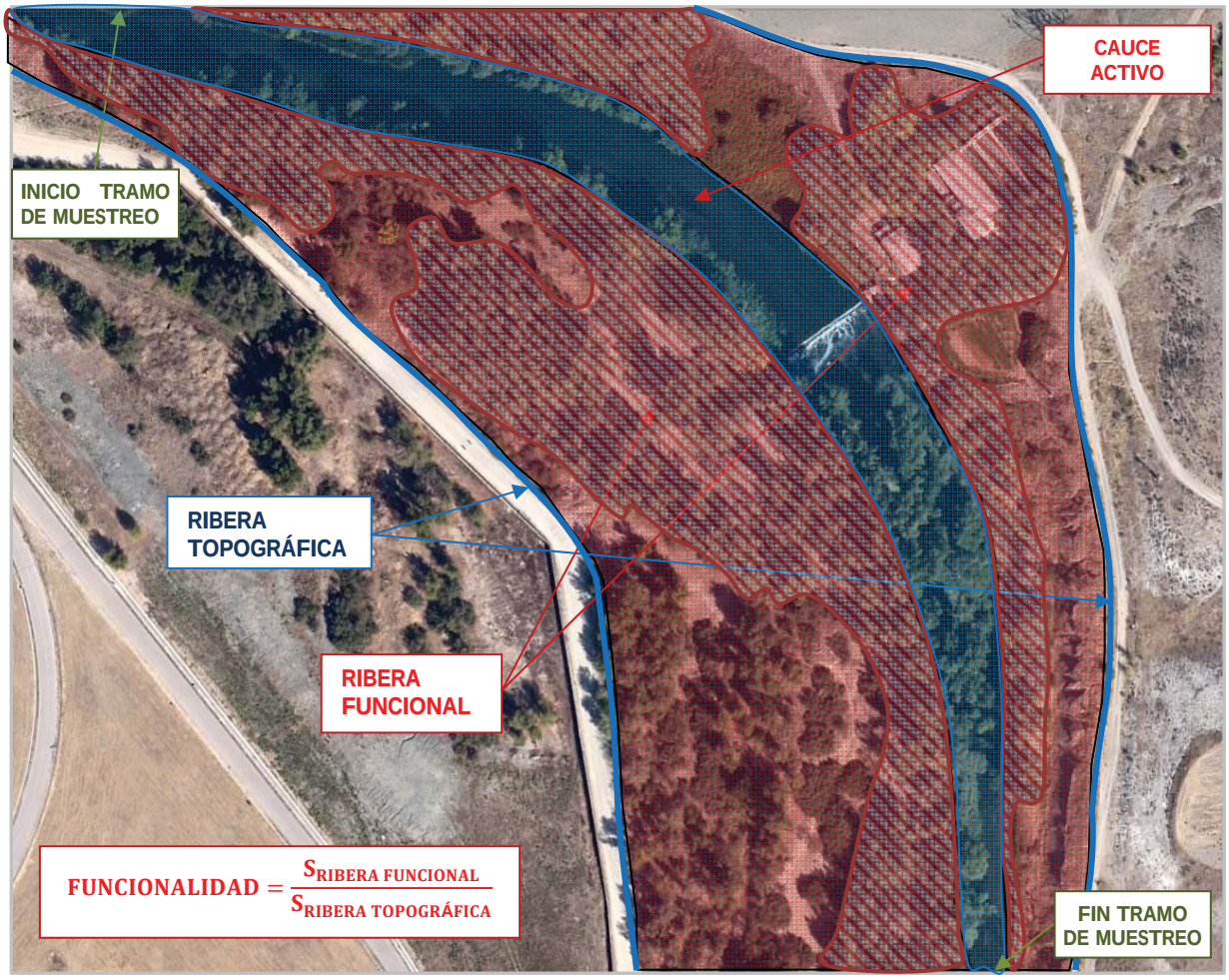


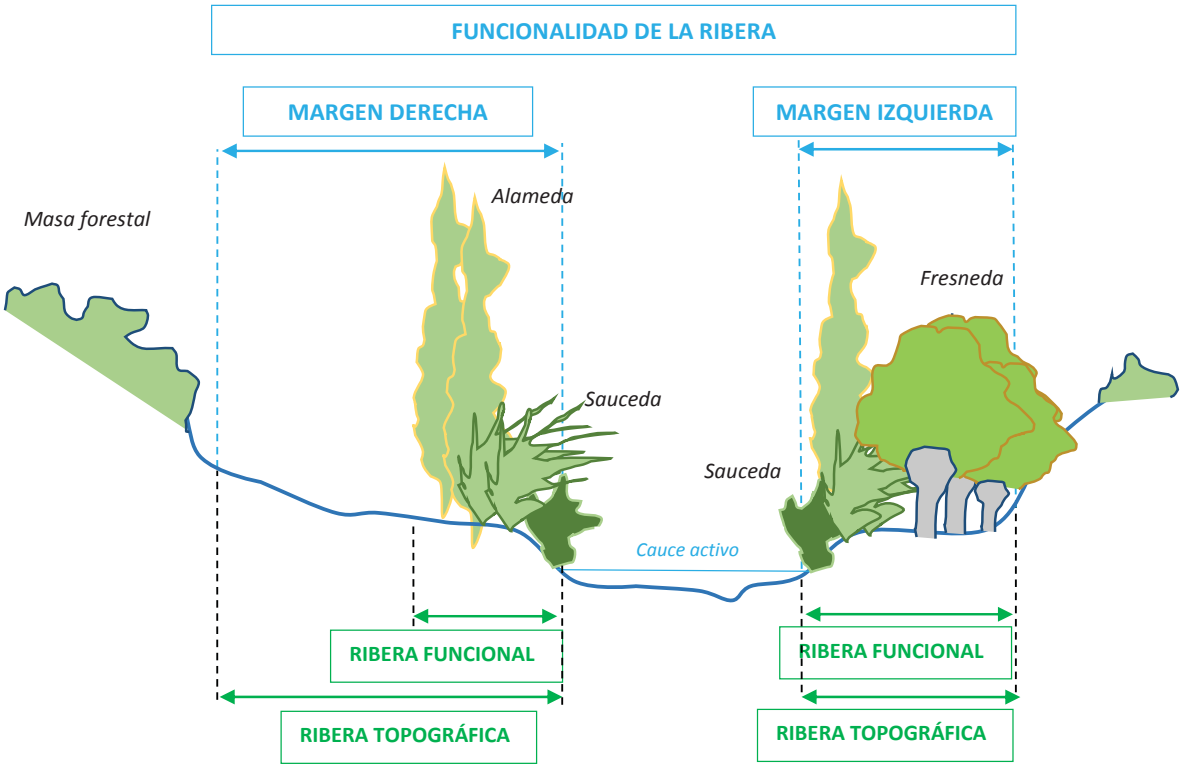
Cartografiado de la distribución del Hábitat 5048 "*Bosques de galería de salix Alba y Populus alba*" en río Henares en TM de Ciruelas, Guadalajara.

4.3.2.3.- Calidad del hábitat

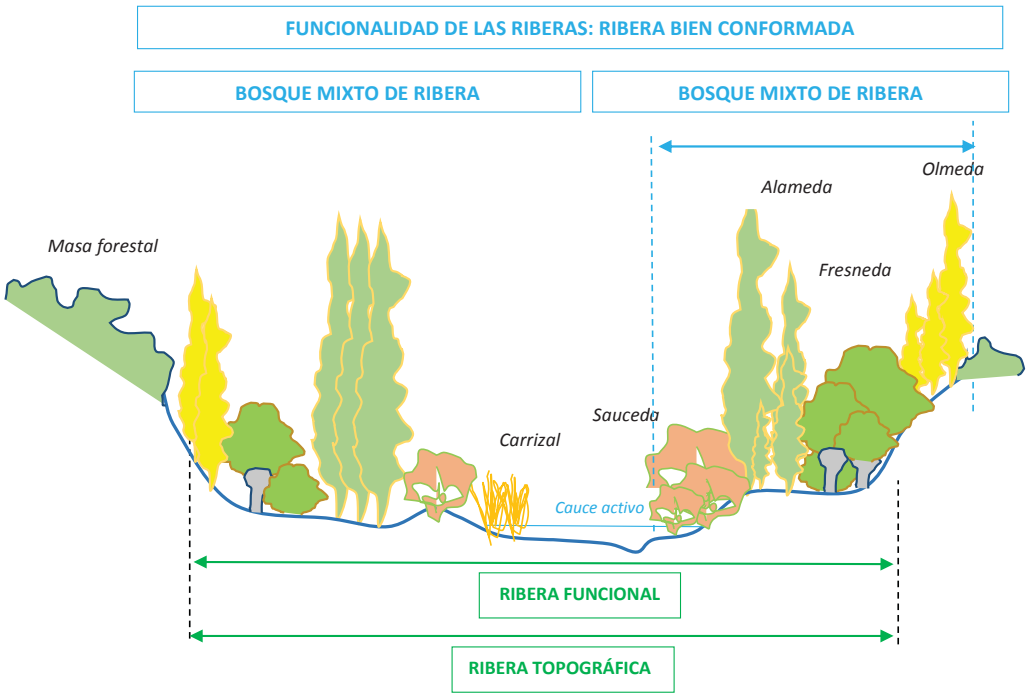
Las dimensiones de la zona ribereña y la calidad del hábitat ya han sido en parte estudiadas tanto en el punto sobre conectividad ecológica transversal como a la hora de estimar el grado de ocupación de las zonas inundables. A continuación se establecen los criterios para la caracterización de este aspecto:

- *Funcionalidad de las riberas:* Evaluación del porcentaje de ribera funcional en ambas márgenes del río, frente a la dimensión completa de la ribera topográfica, como consecuencia de la existencia de infraestructuras o usos humanos. Aspecto que ya ha sido estudiado a la hora de caracterizar la conectividad ecológica transversal.

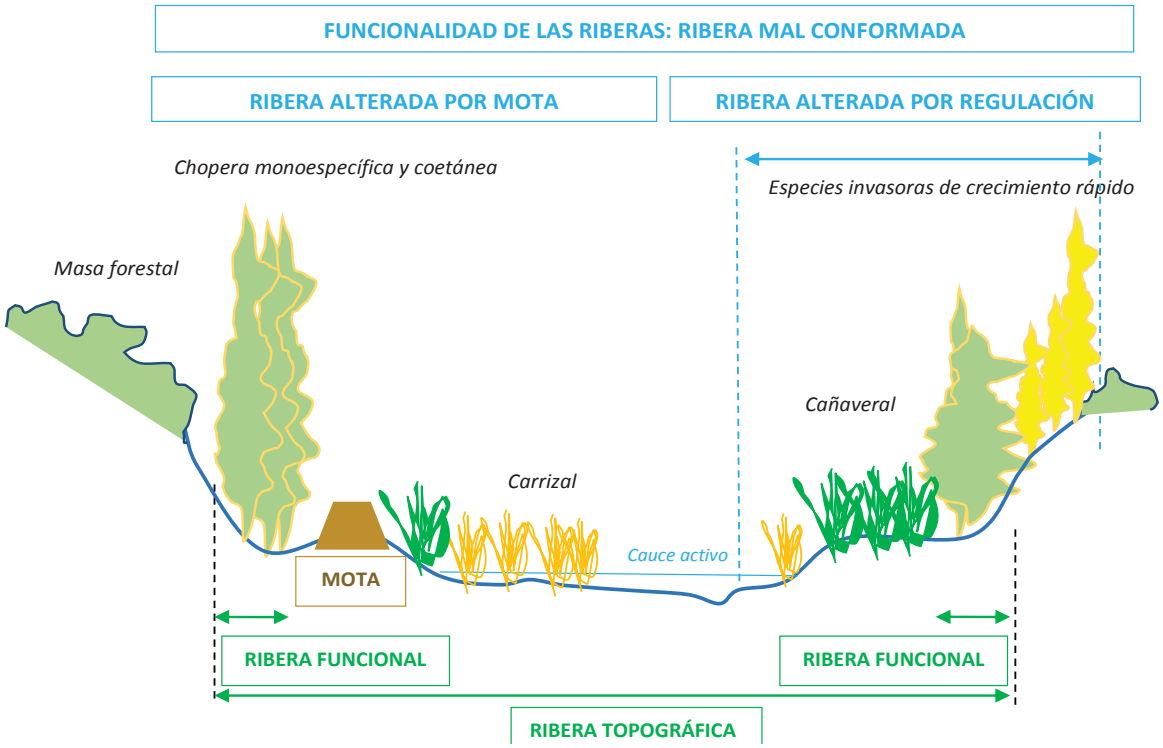




Funcionalidad de la ribera.

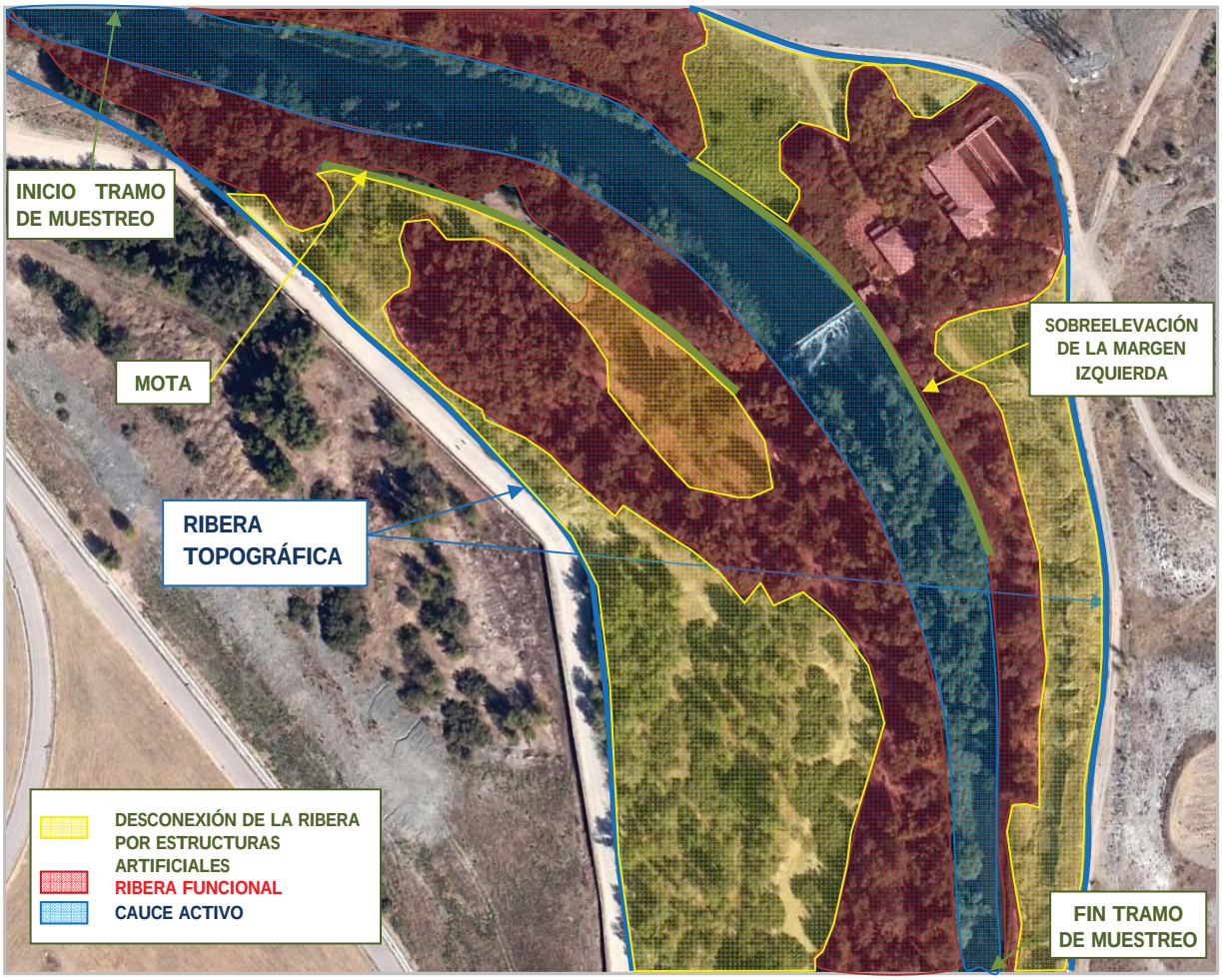


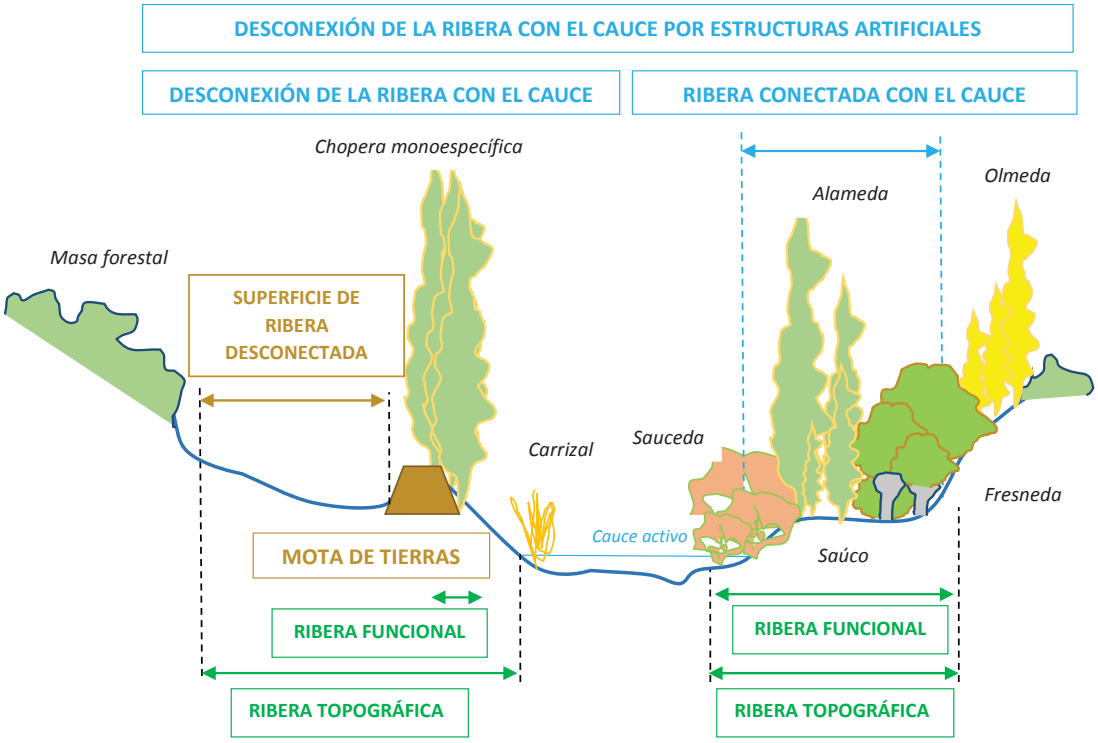
Funcionalidad de las riberas: ribera bien conformada.



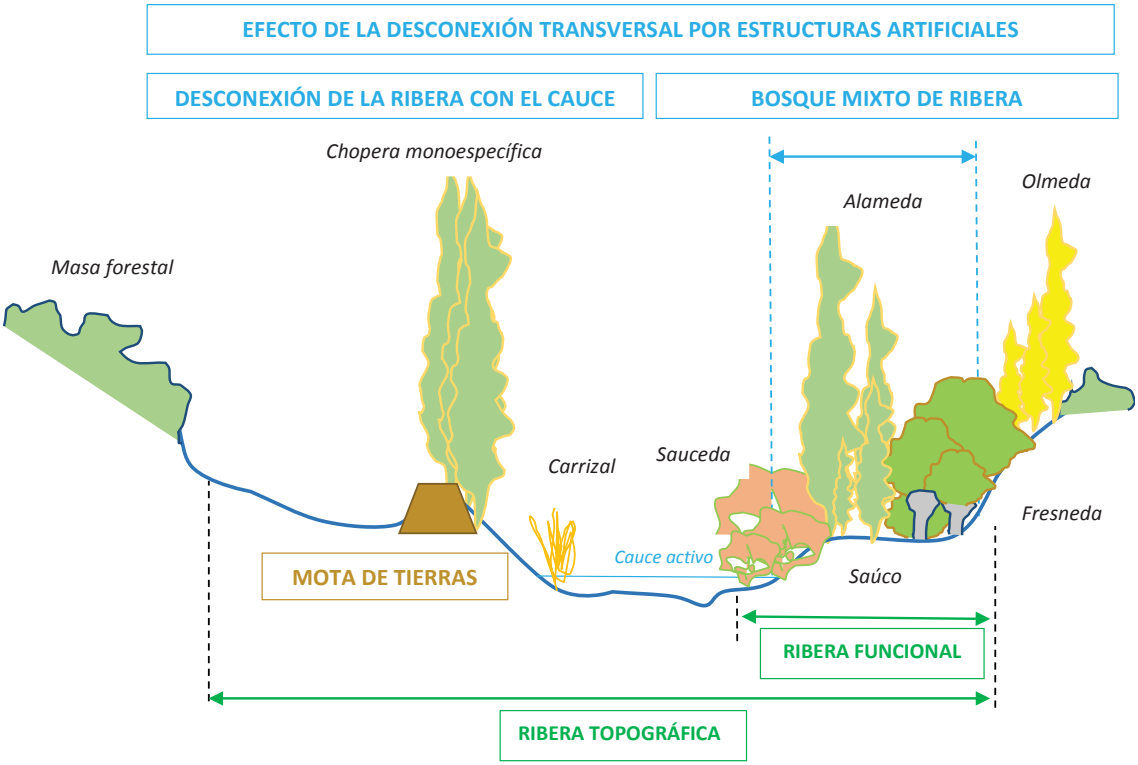
Funcionalidad de las riberas: ribera mal conformada por presiones antrópicas

- *Limitación de la conexión transversal por estructuras artificiales:* Evaluación del porcentaje de la ribera funcional (ambas márgenes) que cuenta con limitaciones en su conexión transversal con el resto de la ribera topográfica como resultado de la existencia de estructuras artificiales o de alteraciones en la morfología ribereña asociadas a usos humanos, tales como diques o motas, infraestructuras de transporte, cerramientos, etc.

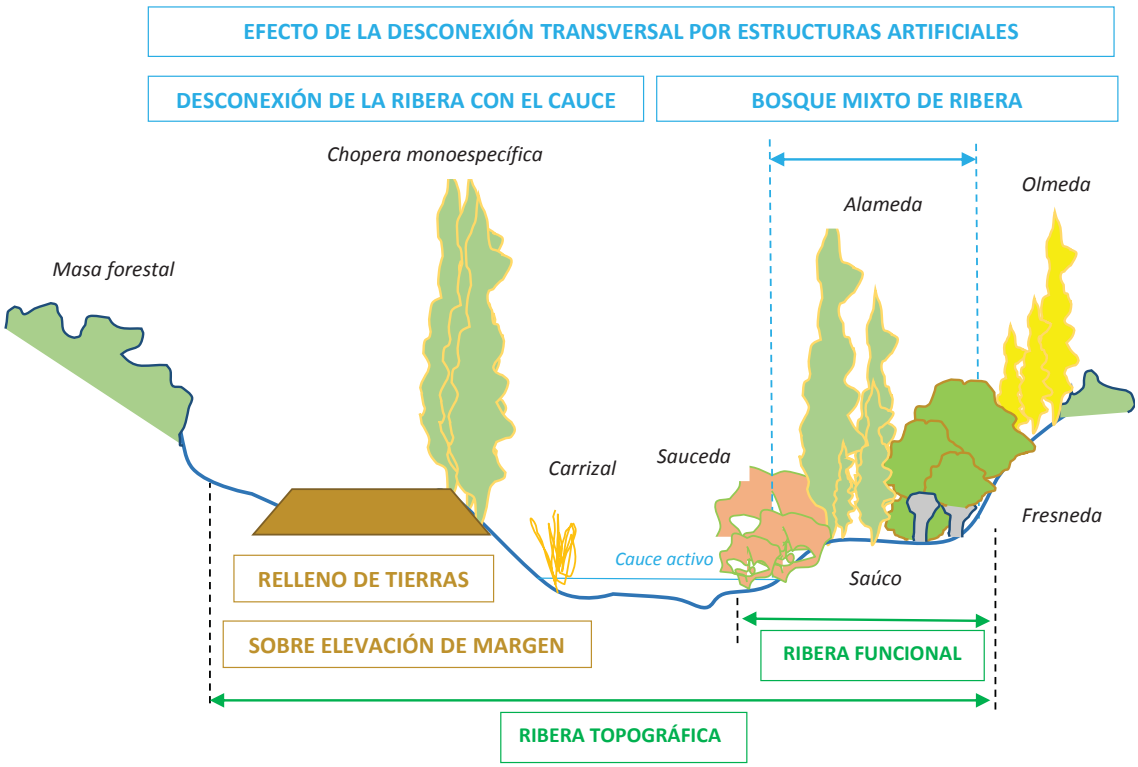




Limitación de la conexión transversal por estructuras artificiales.

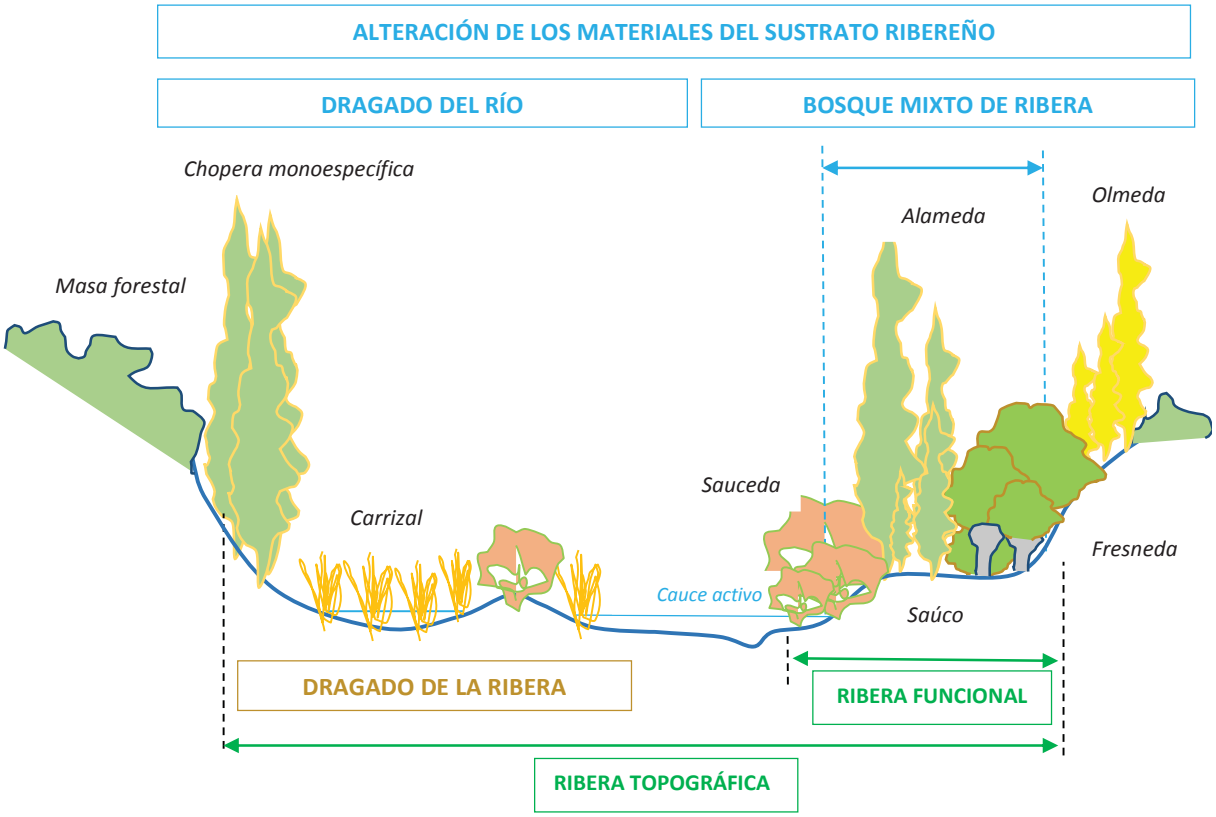


Efecto de la desconexión transversal por estructuras artificiales: motas de protección frente a inundaciones.



Efecto de la desconexión transversal por estructuras artificiales: Rellenos y sobreelevación de márgenes.

- *Limitación de la permeabilidad y alteración de los materiales de la ribera funcional por actividades humanas:* Evaluación del porcentaje de superficie de la ribera funcional que sufren limitaciones en su permeabilidad y alteraciones en los materiales del sustrato como consecuencia del desarrollo de actividades humanas, tales como compactación o disgregación, vertidos o rellenos con escombro, etc.



Alteración de los materiales del sustrato ribereño: dragado de cauce y ribera.

4.3.3.- RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA

Integran esta categoría los cauces en que, debido a las condiciones hidrometeorológicas e hidromorfológicas del sistema fluvial, no es posible el desarrollo de una ribera bien definida ni de un bosque de ribera estable o por no tener caudal todos los años, o, teniéndolo, es tan escaso que no llega a la categoría de intermitente. El régimen aleatorio y torrencial sin embargo define una zona geomorfológicamente activa fácilmente identificable respecto al entorno, y siempre muy superior a la que evacua el flujo normal, si este existe.

Las ramblas y algunos cauces trenzados y anastomosados entre otras tipologías, se pueden adecuar perfectamente a esta definición, pero no son el único caso, que correspondería a todos los cauces efímeros en general.

Existen criterios basados en el régimen hidrológico para caracterizar a los cauces efímeros, pero dado que no será habitual contar con aforos, no se considera operativo incluirlos.

Como complemento, y para contar con criterio no experto, se podría usar el Mapa Topográfica Nacional a escala 1:25.000.

Por la habitual indefinición del cauce activo, en este tipo de cauces el subtramo de muestreo habrá de seleccionarse en base a la representatividad respecto al conjunto de la masa de agua. Por las especiales

características de este tipo de cauces, que se reflejan en una baja cobertura de la vegetación de ribera, resulta posible su definición en gabinete buscando la mencionada representatividad. Se estimará también la anchura de la ribera topográfica que se caracterizará a partir de la realización de varios transectos perpendiculares al cauce, distribuidos de manera homogénea a lo largo del subtramo de muestreo.

La representatividad se valorará por la manifestación de pautas de carácter:

- *Ambiental*: y entonces el subtramo de muestreo deberá recoger una secuencia del patrón ambiental.
- *Geomorfológico*: análogamente mediante una secuencia del patrón geomorfológico. Por ejemplo: la zona entre dos barras en la misma margen, o una secuencia completa entre curvaturas de la zona de cauce más activo.

La caracterización de la estructura de la zona ribereña se realizará a partir de las presiones que limitan la calidad del espacio fluvial (cauce y márgenes) y de la vegetación ligada a dicho espacio.

- *Sobre la estructura*: Grado de alteración del espacio fluvial por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o usos humanos del suelo (agropecuarios, agroforestales, urbanísticos,...), que limiten o alteren la estructura y dinámica vegetal. Se hará una interpretación cualitativa en las siguientes categorías:

  - Alto: Ribera topográfica alterada en gran parte de su superficie (>90%) por elementos impermeables o usos humanos.
  - Moderado: Ribera topográfica alterada en una parte significativa de su superficie (90-60%) por elementos impermeables o usos humanos.
  - Bajo: Ribera topográfica alterada en un porcentaje poco significativo de su superficie (60-30%) por elementos impermeables o usos humanos.
  - Muy bajo: Ribera topográfica apenas sin zonas impermeables o usos humanos en su superficie (<30%) que puedan limitar el desarrollo de la vegetación espontánea.



Grado de alteración de la ribera topográfica en ramblas: Muy alta, alta, media, baja y muy baja.

- *Sobre la composición*: Grado de afección por presencia relativa de especies alóctonas en el espacio fluvial a través del cálculo del porcentaje (%) de la superficie del espacio fluvial ocupada por vegetación alóctona.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO V: FICHAS DE CAMPO

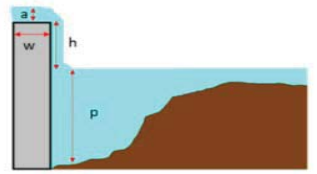
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ESTADILLO DE CAMPO: III.- CONTINUIDAD PISCÍCOLA

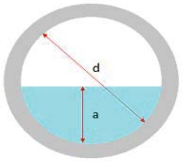
1.- DATOS BÁSICOS DEL OBSTÁCULO TRANSVERSAL A CARACTERIZAR

MAS:	CÓDIGO AZUD:	COORDENADAS UTM ETRS89	X: Y:	FOTOS Nº: ACCESO: MI-MD
FECHA Y HORA INICIO:	USO/APROVECHAMIENTO:		ESTADO DE CONSERVACIÓN:	
ESPECIE PISCÍCOLA PRINCIPAL:			ESPECIES PISCÍCOLAS ACOMPAÑANTES:	
CAUDAL MEDIO EN ÉPOCA DE MIGRACIÓN (m3/s):			CAUDAL CIRCULANTE (m3/s):	
ÉPOCA DE MIGRACIÓN ESPECIE PRINCIPAL:			VELOCIDAD DE LA CORRIENTE (m/s):	

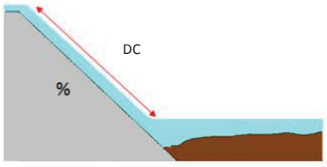
2. TIPO DE OBSTÁCULO (MARCAR EL QUE CORRESPONDA)

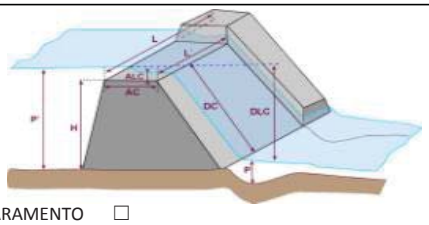


OBSTÁCULO TIPO 1: SALTO VERTICAL ☐



OBSTÁCULO TIPO 2: PASO ENTUBADO O BADÉN ☐





OBSTÁCULO TIPO 3: PASO SOBRE PARAMENTO ☐

3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL OBSTÁCULO

Tipo de Obstáculo	Variable a medir	Valor a introducir	Unidades
OBSTÁCULO TIPO 1: SALTO VERTICAL	Altura del salto (h)		m
	Profundidad de la poza de remonte (p)		m
	Anchura en coronación (w)		m
	Altura de la lámina agua en coronación (a)		m
OBSTÁCULO TIPO 2: PASO ENTUBADO	Velocidad de la corriente (v)		m/s
	Diámetro del paso (d)		m
	Altura de la lámina agua en coronación (a)		m
OBSTÁCULO TIPO 3: PASO SOBRE PARAMENTO	Longitud de paramento en coronación (DC)		m
	Calado sobre paramento (C)		m
	Pendiente (%)		%

Longitud del remanso generado por el obstáculo (m):		**¿Está colmatado?**		Si ☐	No ☐
Calado medio del cauce en el remanso (m):		**Calado medio del cauce antes remanso (m):**			
Anchura media cauce en el remanso (m):		**Anchura media del cauce antes remanso (m):**			
Existe canal lateral	Si ☐ No ☐	**¿El canal presenta compuertas o rejillas?**		Si ☐	No ☐
Número de compuertas/rejillas	**Altura de compuertas (m):**	**Ancho de compuertas (m):**			
Azud permeable (está roto o incompleto y permite el paso del agua a través de ese lugar):			Si ☐	No ☐	
MATERIAL DEL OBSTÁCULO	Hormigón ☐	Escollera ☐			
	Tierra ☐	Mampostería ☐			
	Otro (a especificar):				

4. GRADO DE EFECTO BARRERA EN ASCENSO (MARCAR EL QUE CORRESPONDA)

ASCENSO	Si	No	Dependiendo condiciones de caudal
Dificultad de acceso a pie del obstáculo	☐	☐	☐
Ausencia de efecto llamada	☐	☐	☐
Turbulencias importantes	☐	☐	☐
Rugosidad del paramento: superficie del paso rugosa o irregular	☐	☐	☐
Descansaderos: Presencia de cambios de pendiente u obstáculos formando zonas de descanso	☐	☐	☐

5. GRADO DE EFECTO BARRERA EN DESCENSO (MARCAR EL QUE CORRESPONDA)			
DESCENSO	**Si**	**No**	**Dependiendo condiciones de caudal**
Forma embalse o dificultad de identificación del paso (ausencia de un gradiente claro de velocidad en la zona embalsada)	☐	☐	☐
Presencia de canal de derivación	☐	☐	☐
Presencia de rejillas a la entrada del canal de derivación	☐	☐	☐
Paso por turbinas, molinos, etc. o caídas superiores a 10 m.	☐	☐	☐
Presencia de estructuras de paso o escalas	☐	☐	☐

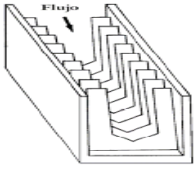
6. DISPOSITIVOS DE PASO EXISTENTES			
Presencia de dispositivos de paso o escalas para el ascenso/descenso de las especies piscícolas	Si ☐	No ☐	Tipología:



Estanque sucesivos ☐



Rampas de piedras ☐



Ralentizadores ☐



Canal lateral ☐



Pre-presas ☐

EFECTO DEL DISPOSITIVO EN ASCENSO	Si	No	Dependiendo condiciones de caudal
Accesibilidad del cauce a la estructura de remonte (río abajo)	☐	☐	☐
Efecto llamada al pie de la estructura de remonte	☐	☐	☐
Poza de remonte al pie de la estructura	☐	☐	☐
Accesibilidad de la estructura de remonte al cauce (río arriba)	☐	☐	☐
Flujo hidráulico idóneo para el paso de los peces	☐	☐	☐
Presencia de discontinuidades u obstáculos en la escala	☐	☐	☐

EFECTO DEL DISPOSITIVO EN DESCENSO	Si	No	Dependiendo condiciones de caudal
Accesibilidad a la estructura o obstáculo	☐	☐	☐
Efecto llamada en descenso	☐	☐	☐
Flujo hidráulico idóneo para el paso de los peces	☐	☐	☐
Presencia de discontinuidades u obstáculos en la escala	☐	☐	☐

7. OBSERVACIONES	
	FDO.:
	FECHA:

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ESTADILLO DE CAMPO: MORFOLOGÍA

4.0.- DATOS DEL SUBTRAMO DE MUESTREO

MAS:	CÓDIGO SUBTRAMO DE MUESTREO:	COORDENADAS UTM ETRS89	INICIO	X:	FIN	X:
				Y:		Y:
Longitud subtramo (m):	Ancho cauce activo (m):	Ancho ribera topográfica (m):			Ancho ribera funcional (m):	
ACCESIBILIDAD:						

4.1 VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA DEL CAUCE (Tramo hidromorfológico)

4.1.1 TIPO DE FONDO DE VALLE (Figura 1)

Confinado	☐
Con llanura de inundación estrecha y discontinua	☐
Con llanura de inundación amplia	☐

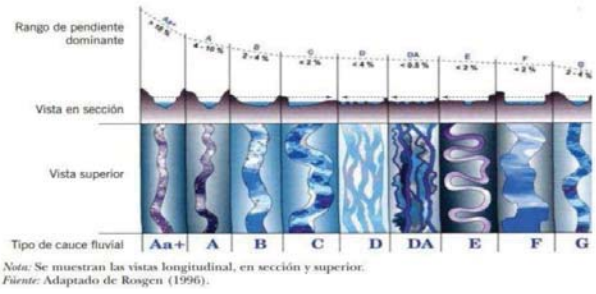


Descripción:	**Pendiente del cauce (m/m):**	**Caudal crecida ordinaria (m3/s):**

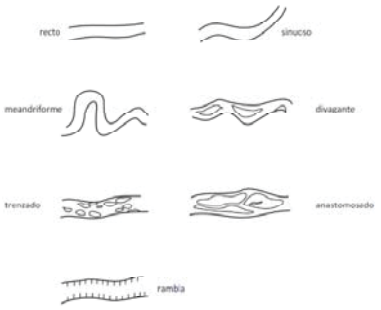
4.1.2 TIPOS MORFOLÓGICOS EN PLANTA

TIPOS MORFOLÓGICOS (Figura 2)		**Estado actual** L aprox en el Tramo HMF (km)
Recto	☐	
Sinuoso	☐	
Meandriforme	☐	
Divagante	☐	
Trenzado	☐	
Anastomosado	☐	
Rambla	☐	
Otro (especificar)	☐	
Nº de tipos morfológicos en planta en la masa de agua		
TIPOLOGÍA GENERAL ROSGEN (1996) (Figura 3)		

Croquis de sección transversal tipo:



Nota: Se muestran las vistas longitudinal, en sección y superior.
Fuente: Adaptado de Rosgen (1996).



Observaciones:

4.1.3 TRAMOS MODIFICADOS POR ACCIONES DIRECTAS EN EL CAUCE

Tipo de modificación		**Longitud total del tramo modificado (km)**
Desviado	☐	
Acortado	☐	
Simplificado	☐	
Canalizado	☐	
Otra:	☐	

Desviado; creación de un cauce nuevo
Acortado; cortas artificiales de meandros o actuaciones de reducción de curvatura
Simplificado; reducción de brazos y eliminación de islas
Canalizado; obra de encauzamiento que fija totalmente los márgenes

4.1.4 OTRAS ACTUACIONES HUNANAS: ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y DIQUES O MOTAS

ACTUACIONES HUMANAS QUE GENERAN ALTERACIÓN DE LA PROFUNDIDAD/ANCHURA DEL CAUCE	MD	MI	VALOR GLOBAL
Infraestructuras impermeables: urbanización y viales			
Longitud de obras de estabilización de márgenes: escolleras, muros y/o gaviones (km)			
Longitud de obras de protección frente a inundaciones: diques o motas en las riberas del cauce (km)			
Infraestructuras en el lecho y márgenes: muros, edificaciones, etc			
Remansos generados por obstáculos transversales: azudes (km)			

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CARACTERIZACIÓN DE OBRAS LONGITUDINALES AL CAUCE				
CÓDIGO:	CÓDIGO OBRA DATAGUA:	COORDENADAS UTM ETRS89	INICIO OBRA	FIN OBRA
			X:	X:
AÑO CONSTRUCCIÓN:			Y:	Y:
ESTADO MANTENIMIENTO:				
LONGITUD DE LA INFRAESTRUCTURA:				

DATOS BÁSICOS DE LAS OBRAS O INFRAESTRUCTURAS LONGITUDINALES			
TIPOLOGÍA	**Estabilización de márgenes** ☐	MARGEN DONDE SE SITUA LA OBRA	IZQUIERDA ☐
	Defensa de las zonas inundables ☐		DERECHA ☐

TIPO DE OBRA	**ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES**	**Escolleras**	☐
		Muros	☐
		Gaviones	☐
		Otros (a especificar):	
	DEFENSA FRENTE A INUNDACIONES	**Rellenos**	☐
		Recrecimiento del terreno en sus márgenes	☐
		Diques	☐
		Motas	☐
		Otros (a especificar):	

MATERIAL PRINCIPAL OBRA	**Tierra**	☐	**Revestimiento de la obra**	**Sin revestir**	☐
	Mampostería	☐		**Hormigón**	☐
	Hormigón	☐		**Escollera**	☐
	Piedras	☐		**Gaviones**	☐
	Otro (a especificar):			**Mampostería**	☐
				Otro (a especificar):	

UBICACIÓN DE LA OBRA	**Margen del río**	☐
	Llanura de inundación	☐

DIMENSIONES	**Ancho de la estructura**		m
	Longitud de la estructura		m
	Altura de la estructura		m
	Distancia al cauce activo		m
	Pendiente del talud		%
	Otra:		

Observaciones (dibujar si hace falta):

4.2 ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO (Subtramo de muestreo)

4.2.1 TIPO SUSTRATO

Roca	☐
Coluvial	☐
Aluvial	☐
Mixto	☐

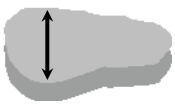


Figura 4.Tamaño dominante del sedimento



Figura 5. Imbricación en lecho de gravas (A) y arenas (B)



Figura 6. Acorazamiento excesivo (A) y débil(B)

4.2.2 TAMAÑO DOMINANTE DEL SEDIMENTO (Figura 4)

Sin Sedimento	☐	Si cauce es en roca y no se observan sedimentos				
Rocoso	Bloques: más de 25,6 cm	**< 40%** ☐	**40% - 70%** ☐	**70% - 90%** ☐	**> 90%** ☐
Grueso	Cantos: de 6,4 cm a 25,6 cm y Gravas: de 2 mm a 64 mm	**< 40%** ☐	**40% - 70%** ☐	**70% - 90%** ☐	**> 90%** ☐
Fino	Arenas: de 0,063 mm a 2 mm, y Limos y arcillas: menos de 0,063 mm	**< 40%** ☐	**40% - 70%** ☐	**70% - 90%** ☐	**> 90%** ☐
Lodos	Lodos antropogénicos, procedentes de problemas de calidad de las aguas	**< 40%** ☐	**40% - 70%** ☐	**70% - 90%** ☐	**> 90%** ☐

4.2.3 CLASIFICACIÓN SEDIMENTOS (Figuras 5 y 6)

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

4.2.4 TIPO ESTRUCTURA LONGITUDINAL (sólo 1 Principal) (Figura 7)	
Poza/marmita de gigante	Principal ☐ Presente☐
Salto/poza	Principal ☐ Presente☐
Rápido/poza	Principal ☐ Presente☐
Rápido/remanso	Principal ☐ Presente☐
Rápido continuo	Principal ☐ Presente☐
Grada	Principal ☐ Presente☐
Rampa	Principal ☐ Presente☐
Tabla	Principal ☐ Presente☐
Otra (especificar):	Principal ☐ Presente☐
¿Principal modificada?	Si ☐ No☐

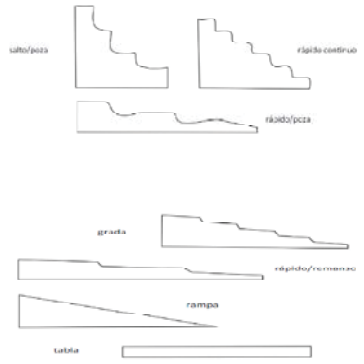


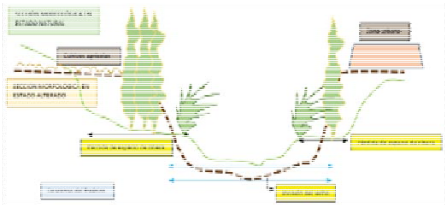
Figura 7. Tipos naturales de estructura longitudinal.

4.2.5 FORMAS Y DEPÓSITOS EMERGENTES DEL LECHO (varias opciones)(Figura 8)	
Barra marginal	Principal ☐ Presente☐
Barra en el cauce	Principal ☐ Presente☐
Isla	Principal ☐ Presente☐
Canal secundario	Principal ☐ Presente☐
Canal de crecida	Principal ☐ Presente☐
Surco	Principal ☐ Presente☐
Brazo ciego	Principal ☐ Presente☐
Cauce abandonado	Principal ☐ Presente☐
Otra (especificar)	Principal ☐ Presente☐
Sin formas naturales	Principal ☐ Presente☐


Figura 8. Formas y depósitos en el cauce

4.2.6 MOVILIDAD SEDIMENTOS		
Efectiva	☐	El sedimento está suelto y es fácilmente movilizable, no está cubierto por una capa de finos, no hay colonización vegetal o ésta es muy débil, hay madera muerta transportada y/o arribazones integrados con los sedimentos.
Limitada	☐	El sedimento muestra algunos síntomas de compactación o asiste a una colonización vegetal moderada.
Nula	☐	El sedimento está encostrado superficialmente o bien cubierto de una capa continua de material fino o está totalmente colonizado por vegetación.

4.2.6 SÍNTOMAS DE DINÁMICA VERTICAL ACELARADA (Figura 9)			
No hay síntomas ☐	MD	MI	LECHO
Hay síntomas de incisión ☐ (encajamiento del lecho)	☐	☐	☐
Diferencia de altura entre el nivel de las márgenes donde la pte. cambia significativamente y el nivel del cauce en aguas bajas (m)			
Grado de accesibilidad de las orillas y conexión transversal (Alta/Moderado/Bajo/Muy bajo)			


Figura 9. Efecto incisión en lecho consecuencia estrechamiento cauce.

4.2.7 ALTERACIÓN ESTRUCTURA Y SUTRATO DEL LECHO		
Remociones, extracciones de áridos y dragados	☐	Descripción:
Azudes y otras estructuras de fondo	☐	Descripción:

4.2.8 OTROS MICROHÁBITATS DIFERENCIABLES					
Tipos de Hábitats diferenciables	Porcentaje estimado de ocupación en el tramo de muestreo				
	<40%	**40%-70%**	**70%-90%**	**>90%**	
Detritos vegetales	☐	☐	☐	☐	Zonificación (croquis):
Orillas vegetadas	☐	☐	☐	☐	
Macrófitos sumergidos	☐	☐	☐	☐	

Observaciones:

4.3 ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA

4.3.1 RÍOS CON RIBERA DEFINIDA

4.3.1.1 DIMENSIONES DE LA ZONA DE RIBEREÑA Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Variables a medir en el subtramo de muestreo	MD	MI	Valor Global
Conectividad ecológica longitudinal (%)			
Porcentaje del cauce sombreado por la vegetación de ribera (%)			
Conectividad ecológica transversal (%)			
Categoría de conexión/grado de contacto entre diferentes estratos (arbóreo, arbustivo, no leñoso, etc.)			
Imbricada (conjunto continuo y enlazado)	☐	☐	☐
Conectada (conexión mayor parte)	☐	☐	☐
Moderada (conexión en varios puntos)	☐	☐	☐
Escasa (conexión forma esporádica)	☐	☐	☐
Inconexa (no hay conexión entre estratos)	☐	☐	☐

Observaciones:

4.3.1.2 COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN RIBEREÑA

Caracterización del subtramo de muestreo	MD	MI	General
Formación dominante en la vegetación ribereña			
Formaciones acompañantes			
Etapas regresivas de la vegetación de ribera			
Especies autóctonas presentes			
Especies alóctonas presentes			

Variables a medir en el subtramo de muestreo	MD	MI	Valor Global
Naturalidad: porcentaje de la ribera funcional con especies autóctonas de ribera (%)			
Superficie de la ribera funcional (%) con especies indicadoras de etapas regresivas (nitrófilas, ruderales, arvenses, etc.), tanto autóctonas o alóctonas (también vegetación no estrictamente ribereña)			
Categoría de diversidad de clases de edad (vegetación de ribera autóctona), incluyendo regenerado (salvo por condiciones naturales), ejemplares jóvenes, maduros y extramaduros			
Muy alta (todas clases de edad)	☐	☐	☐
Alta (mayor parte clases de edad, con regenerado y árb. extramaduros)	☐	☐	☐
Media (mayor parte clases edad, con regenerado y árb. extramaduros)	☐	☐	☐
Baja (pocas clases edad, en general árboles adultos y extramaduros)	☐	☐	☐
Muy baja (una única clase de edad, en general árboles adultos)	☐	☐	☐

Observaciones:

4.3.1.3 CALIDAD DEL HÁBITAT

Variables a medir en el subtramo de muestreo	MD	MI	Valor Global
Funcionalidad de la ribera: Desconexión de la ribera funcional respecto a la ribera			
Zonificación de la ribera funcional (%) con limitaciones en su conexión transversal con			
Zonificación de la ribera funcional (%) con limitaciones en permeabilidad y alteración			

Observaciones:

4.3.2 RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA

ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA EN RÍOS SIN RIBERA DEFINIDA

Variables a medir en el subtramo de muestreo		MD	MI
Anchura media de la ribera topográfica (m)			
Grado de afección en la ribera topográfica por la existencia de vías de comunicación longitudinales y transversales, estructuras artificiales o usos humanos del suelo	Muy baja (<30%)		
	Baja (30-50%)		
	Moderada (50-70%)		
	Alta (70-90%)		
	Muy Alta (>90%)		
Grado de afección por presencia relativa en la ribera topográfica de especies alóctonas	Muy baja (<30%)		
	Baja (30-50%)		
	Moderada (50-70%)		
	Alta (70-90%)		
	Muy Alta (>90%)		

Observaciones:

REPRESENTACIÓN GRÁFICA (CROQUIS) DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO EN PLANTA EN EL SUBTRAMO DE MUESTREO

COMENTARIO FINAL (CRITERIO DE EXPERTO):	
	FDO.(responsable):
	FECHA:

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE GABINETE PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

INDICE

1.- JUSTIFICACIÓN 1

2.- DATOS BÁSICOS 2

3.- ESTUDIO A NIVEL DE CUENCA VERTIENTE 4

3.1.- INTRODUCCIÓN 4

3.2.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS 5

3.2.1.- Aplicación práctica del SIMPA 5

3.2.2.- Aplicación práctica del CAUMAX 10

3.2.3.- Aplicación práctica AFOROS 10

3.3.- POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO 13

3.3.1.- Caudales Líquidos 13

3.3.1.1.- Superficie vertiente directa y superficie de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua 16

3.3.1.2.- Superficie regulada por grandes presas 18

3.3.1.3.- Sumatorio del volumen de Embalse 19

3.3.1.4.- Superficie impermeabilizada de la cuenca y de la intercuenca 19

3.3.1.5.- Superficie de regadío de la cuenca 20

3.3.2.- Caudales Sólidos 20

3.3.2.1.- Inventario Nacional de la Erosión del suelo 21

3.3.2.2.- Frecuencia de incendios forestales 21

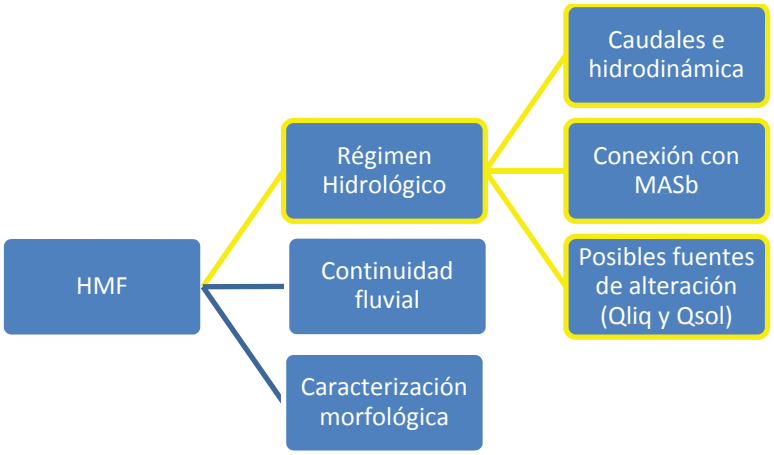
4.- ESTUDIO A NIVEL TRAMO HIDROMOFOLÓGICO 24

1.- JUSTIFICACIÓN

El presente documento tratará de detallar los trabajos de gabinete relativos a la caracterización del **Régimen Hidrológico** del "*Protocolo de Caracterización Hidromorfológica de Masas de Agua de la Categoría Ríos*",

Para facilitar la comprensión de estos trabajos se referirán a la caracterización del Régimen Hidrológico de la MAS ES030MSPF0428021 "*Río Manzanares desde el Embalse El Pardo hasta el Arroyo de la Trofa*".

Los trabajos comenzarán con la definición del punto de salida o aguas abajo de la masa de agua en estudio, para proceder al análisis de los datos hidrológicos a nivel cuenca vertiente.



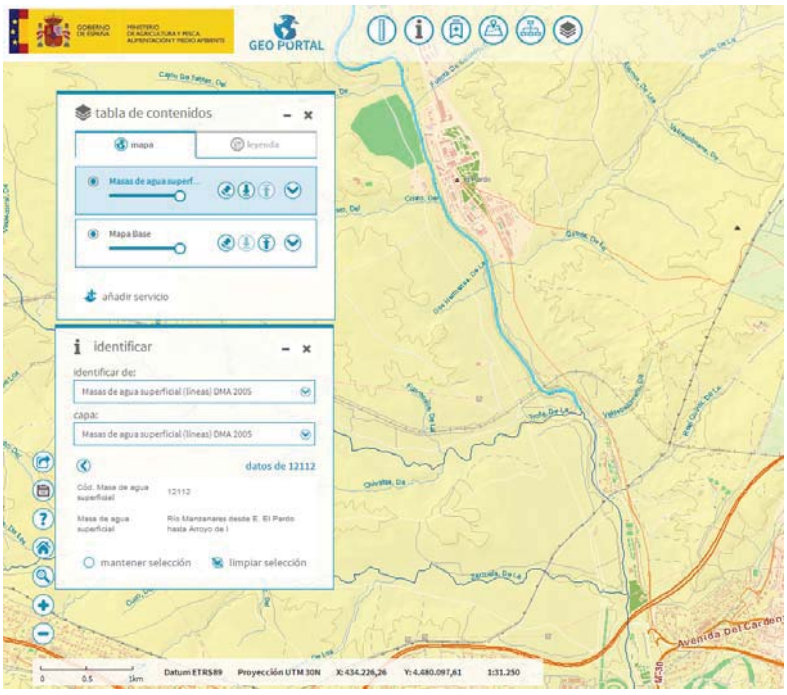
NIVEL DE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
NIVEL	*INDICADOR*	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*TRABAJO*
MASA DE AGUA	*RÉGIMEN HIDROLÓGICO*	*Régimen hidrológico de caudales líquidos*	*Trabajo de gabinete*
		Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma	
		Posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico	
	CONTINUIDAD DEL RÍO	*Obstáculos y condiciones de paso*	*Trabajo de gabinete y de campo*
		Efecto barrera para las especies piscícolas	
TRAMO HIDROMORFOLÓGICO	*CONDICIONES MORFOLÓGICAS*	*Profundidad y anchura del cauce*	*Trabajo de gabinete y de campo*
SUBTRAMO DE MUESTREO		*Estructura y sustrato del lecho*	*Trabajo de campo*
		Estructura de la zona ribereña	*Trabajo de gabinete y de campo*

2.- DATOS BÁSICOS

Siguiendo la estructura formal del protocolo, la primera información que se debe recopilar antes de comenzar con el estudio del Régimen Hidrológico son las características básicas de la masa de agua en estudio: código MAS, longitud, naturaleza, declaración en Red Natura 2000, presencia de estaciones de control biológico y/o físico-químico, etc. Todos estos datos pueden ser encontrados en los diferentes enlaces web de los organismos de cuenca, (para el caso de la MAS ES030MSPF0428021 habría que consultar la página web de la CH Tajo, en el documento de Planificación Hidrológica de Cuenca[1]).



También deben consultarse en el Geoportal del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).



1 http://www.chtajo.es/Informacion%20Ciudadano/PlanificacionHidrologica/Planif_2009-2015/Paginas/ProyPHC_2009-2015.aspx

Con los datos recopilados se rellena la primera tabla de información básica de la MAS en estudio:

DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MASA DE AGUA	
NOMBRE DE LA MASA DE AGUA	*Río Manzanares desde Embalse El Pardo hasta A. de la Trofa*
CÓDIGO EUROPEO	*ES030MSPF0428021*
TIPO	*15 Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados. Artificial o muy modificada.*
LONGITUD	*6.201 m*
NATURALEZA	*MUY MODIFICADA*
NÚMERO DE CAUCES	*1*
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS	*MADRID: MANZANARES-JARAMA(ES030MSBT030.010)* *MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES (ES030MSBT030.011)*
PUNTOS DE MUESTREO BIOLÓGICO	*Sí*
PUNTOS DE MUESTERO FQ	*Sí*
RED NATURA 2000	*LIC/ZEC CUENCA DEL RÍO MANZANARES (ES3110004)*
	ZEPA MONTE DE EL PARDO (ES0000011)

3.- ESTUDIO A NIVEL DE CUENCA VERTIENTE

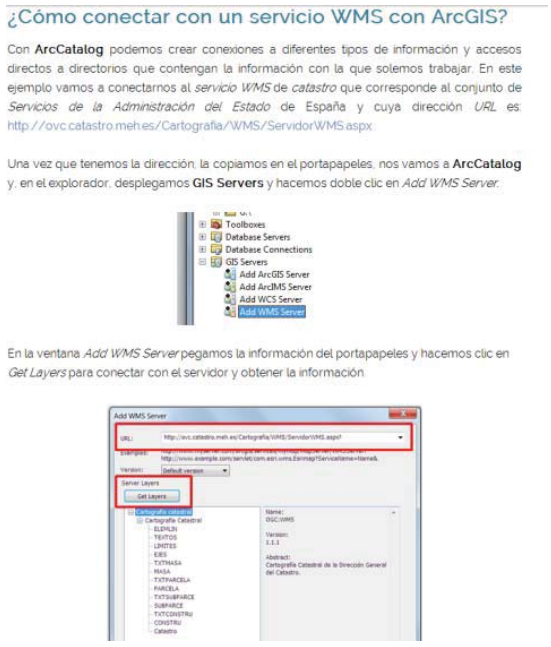
3.1.- INTRODUCCIÓN

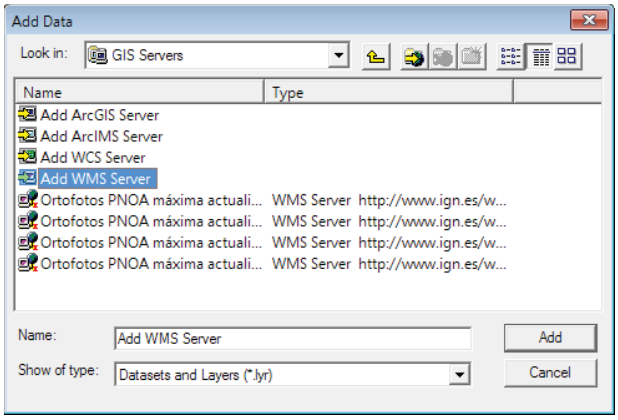
Los trabajos de gabinete se inician con los trabajos en ArcGIS a partir de las siguientes capas básicas:

- Capa de *masas de agua tipo línea* para todo el territorio español.
- Ortofotografía aérea: puede ser descargada o bien visualizada en ArcGIS a través del formato WMS. (Ante cualquier duda acerca de este servicio se recomienda consultar la página web de ayuda de ArcGis.[2])

Para facilitar la búsqueda de las ortofotografías (PNOA de máxima actualidad) se recomienda la consulta en los siguientes enlaces:

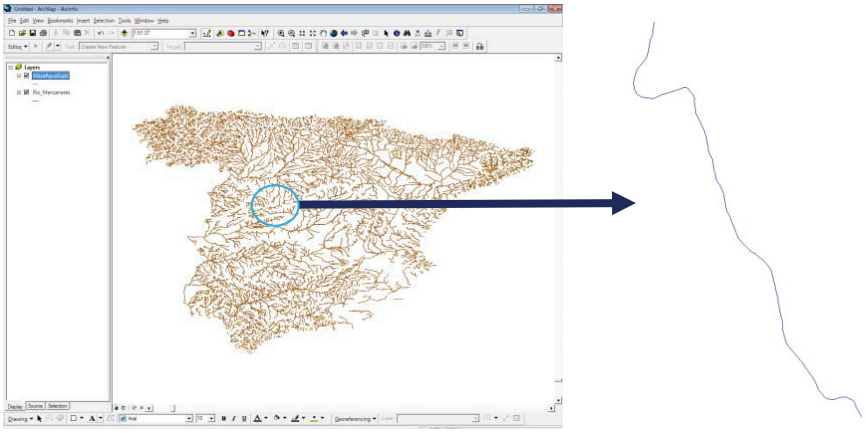
- http://www.madrid.org/cartografia/ide/wms/WMS_ORTOIMAGENES.xml?request=GetCapabilities&service=WMS (COM. MADRID, en el caso del estudio de la MAS del Manzanares)
- http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma?request=GetCapabilities&service=WMS (ESPAÑA)





Una vez recopilada la ortofografía y la capa de *masas de agua superficial de tipo línea* en el territorio español, se inician los trabajos de la masa de agua en estudio (en este caso, la ES030MSPF0428021) y se extrae de dicha capa general para empezar a trabajar con ella. También se debe identificar la red hidrográfica por encima de dicha masa de agua para la definición de las capas de "cuenca vertiente" e "intercuenca de la masa de agua.

2 Consultar las siguientes webs para ver cómo conectar un servicio WMS con ArcGis: https://mappinggis.com/2015/09/como-conectar-con-servicios-wms-y-wfs-con-arcgis-qgis-y-gvsig/ http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00sp0000000s000000



Extracción de la MAS ES030MSPF0428021

3.2.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE CAUDALES LÍQUIDOS

Para determinar los caudales líquidos circulantes por la masa de agua en estudio, la MAS del río Manzanares en nuestro caso, será preciso diferenciar entre el régimen real y el régimen teórico.

Para la determinación de los caudales reales que circulan por la masa de agua se consultarán los datos foronómicos disponibles en las Estaciones de Aforo existentes en el Anuario de aforos del MAPAMA (para el ejemplo de la MAS del Manzanares se ha recurrido a los datos de la EA 3243 de Mingorrubio).

Para la determinación de los caudales teóricos se utilizará la herramienta SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación del CEDEX).

Por último se utilizará la herramienta CAUMAX para la determinación de los Caudales Máximos Instantáneos para los distintos periodos de retorno (T= 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años), lo que permitirá calcular la MCO y su periodo de retorno asociado.

Los pasos a seguir para el cálculo de los caudales líquidos serán:

- Se crea una capa de puntos (una para SIMPA y otra para CAUMAX) dentro de una geodatabase (.mdb) y se selecciona un punto en de la masa de agua, concretamente en su sección de cierre. Para ello deben estar cargadas las capas Ráster de SIMPA y de CAUMAX.

- Se ejecuta la aplicación desarrollada por ServiGis que calcula tanto los datos del SIMPA como los del CAUMAX en ArcGis en dicho punto.

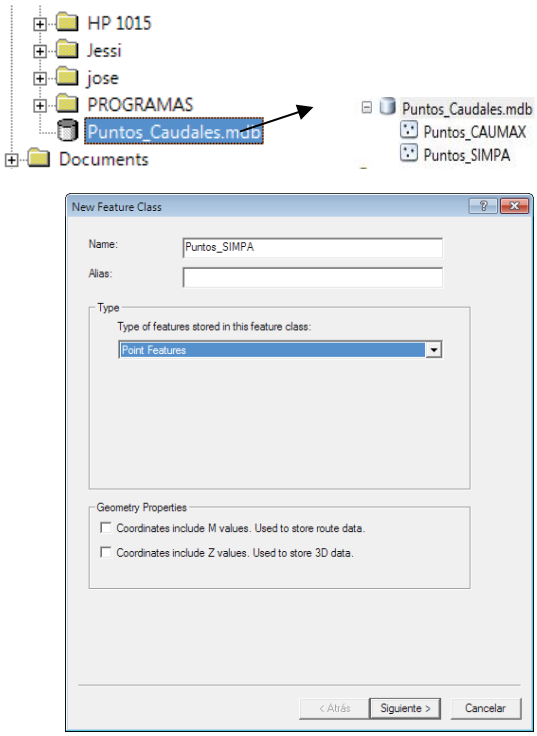
- Se exportan dichos datos a la base de datos y se obtiene así la información básica para la caracterización del régimen de caudales líquidos.

3.2.1.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL SIMPA

Para comenzar, se abre la herramienta de ArcGis "*ArcCatalog*", y con el botón derecho del ratón se elige crear una nueva Geodatabase, en este caso:

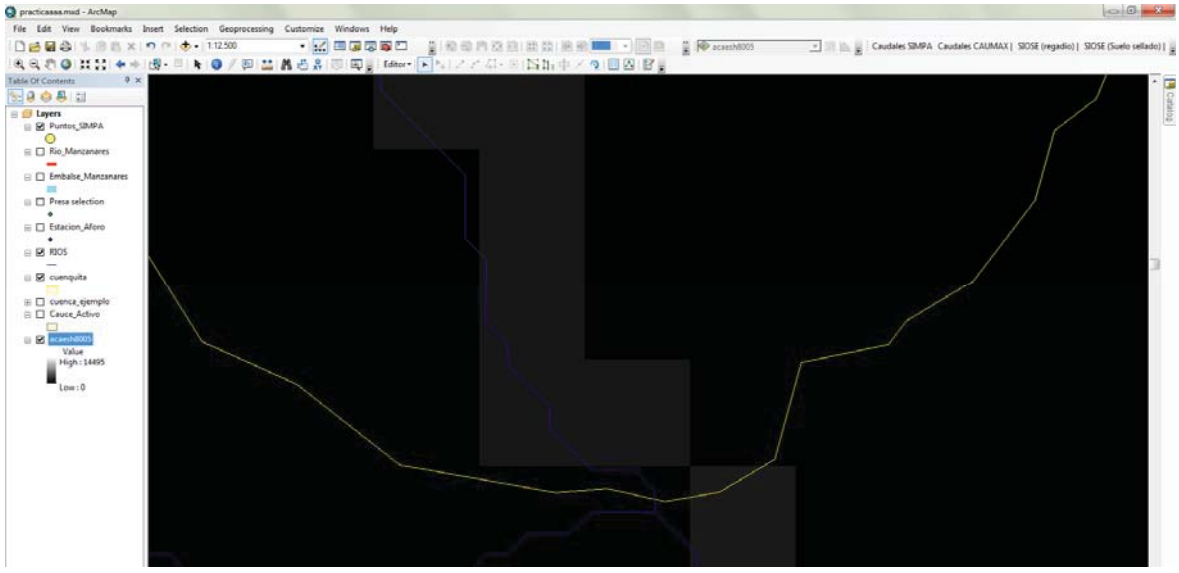
- New -> Personal Geodatabase: "Puntos_Caudales.mdb". Dentro de esta geodatabase, se crean dos capas de puntos, por un lado la del SIMPA y la del CAUMAX. Para ello: botón derecho, New -> Feature

Class -> tipo Punto (Point Feature). Se aceptan todos los cuadros de diálogo, se selecciona en uno de ellos el sistema de coordenadas (ETRS89) y se cierran las ventanas.

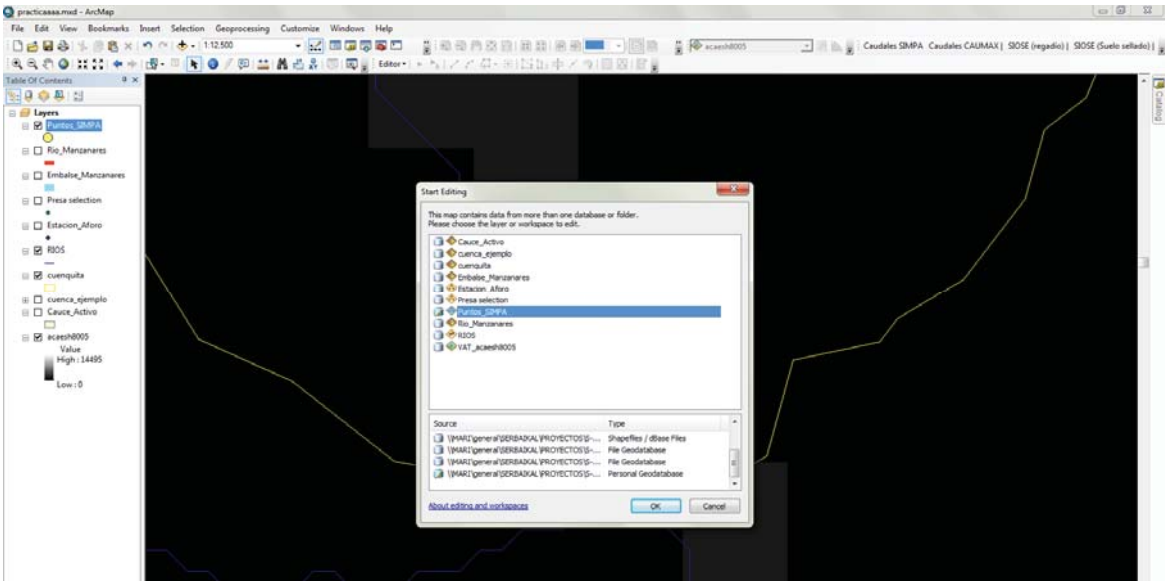


Atención: Si el sistema de coordenadas del proyecto está definido (en este proyecto lo está, ETRS89 Huso 30 N UTM) no es necesario definir las coordenadas en este paso. Las coordenadas nombradas como Unknown suponen que la nueva *feature class* se creará conforme al sistema en el que esté el proyecto entero.

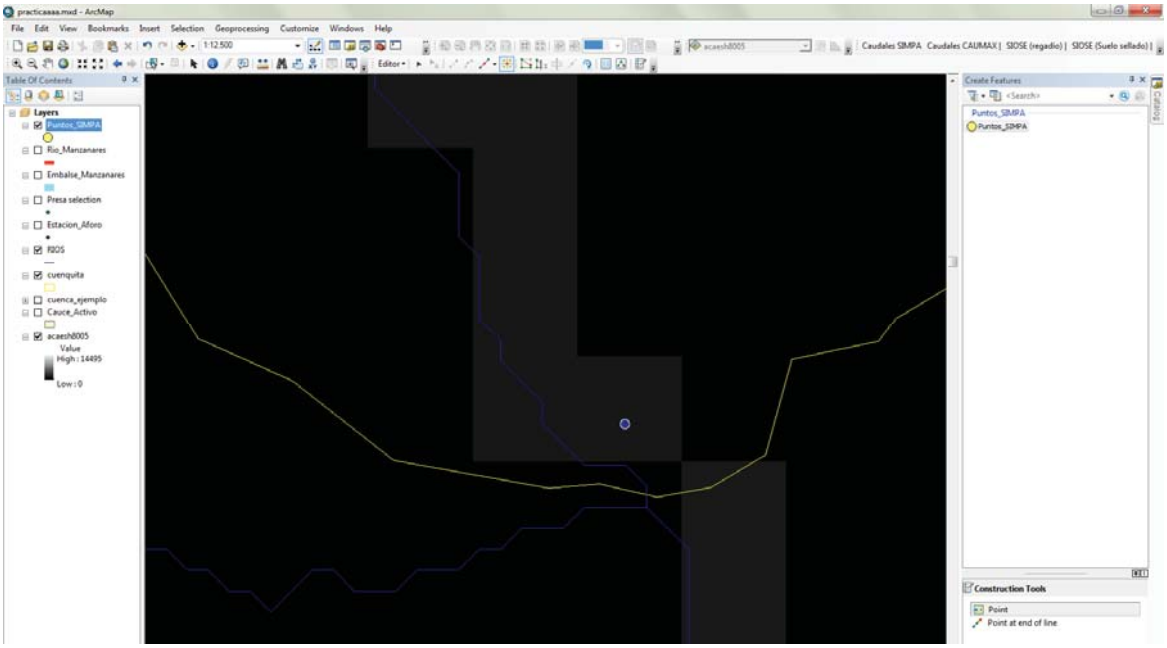
- Una vez creada, la nueva clase tipo punto para SIMPA se debe cargar una de las capas de la geodatabase "acaesh_v3.gdb" (en este caso, se cargó la capa acaesh_8005 correspondiente al caudal medio anual para la serie corta) para localizar el lugar donde se digitalizará el punto. Esta capa Ráster y la recién creada de tipo Punto deben estar activas antes de abrir el Editor de ArcGis.



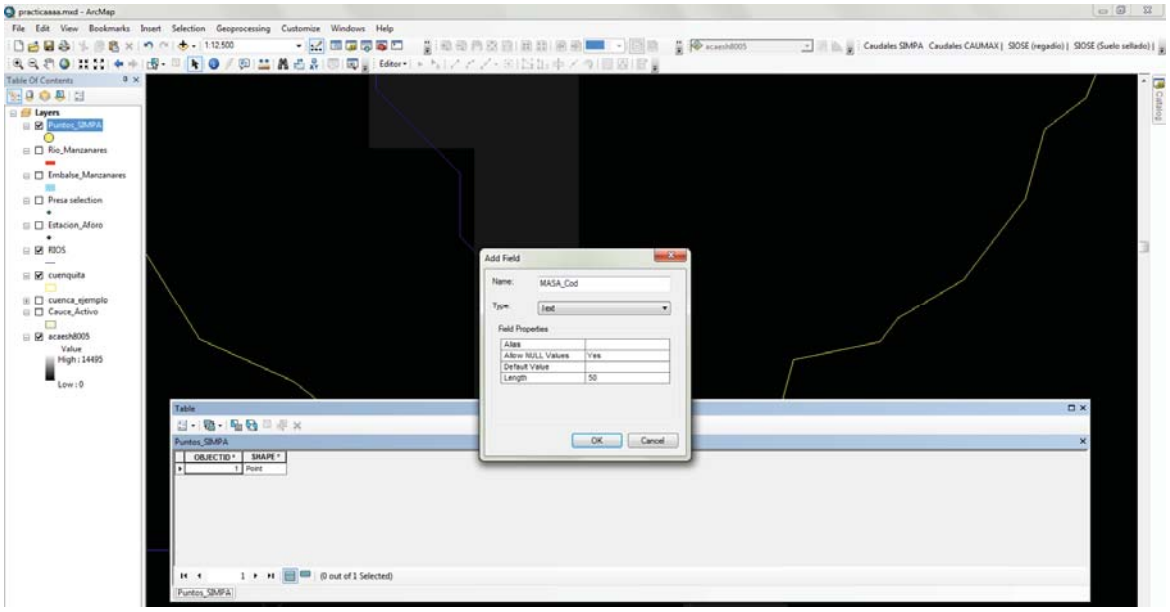
- Se observa el final de la masa de agua allí donde la celda del Ráster lo especifique y se abre el editor de Puntos SIMPA.



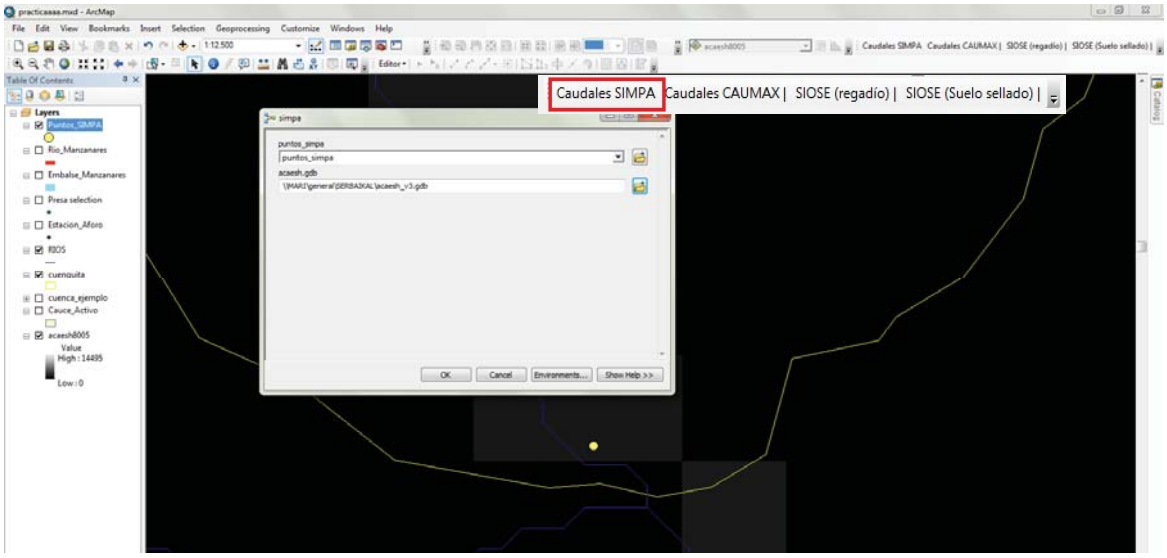
- Se edita un punto cerca de la sección de cierre de la masa de agua pero siempre atendiendo a que dicho punto se encuentra dentro de dicha masa y no de la siguiente.



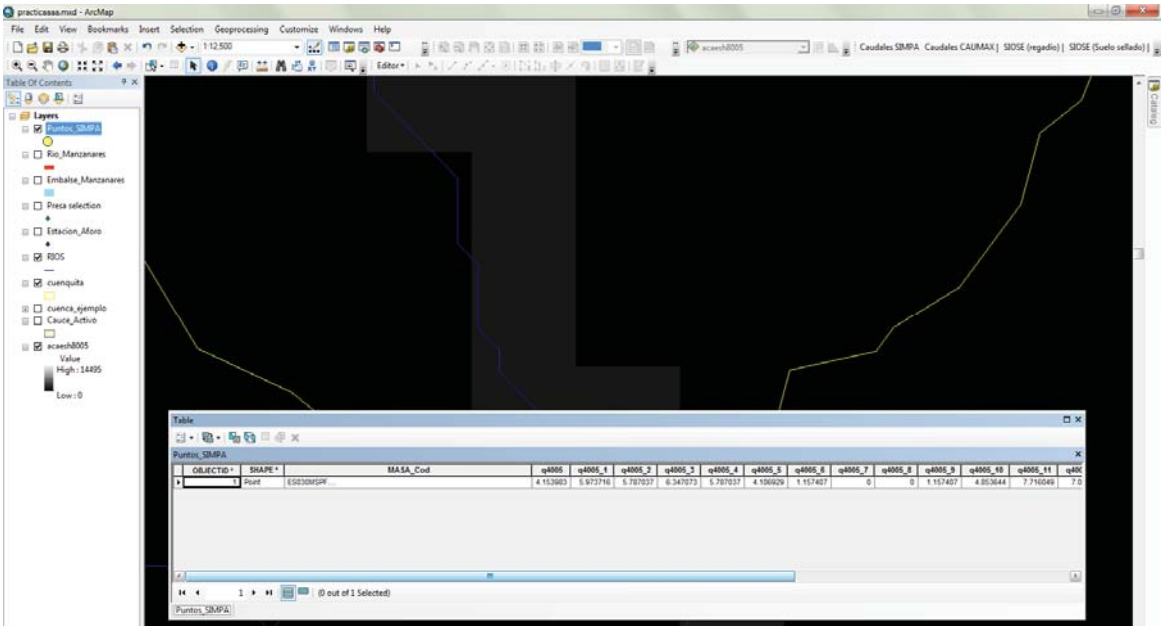
- Se salva la edición y el punto se queda marcado dentro de la masa de agua.



- Se añade un nuevo atributo a la capa tipo punto del SIMPA, en concreto MASA_Cod donde se añadirá el código de la masa de agua en la que se está trabajando. Este campo debe ser de tipo Text.



- Se activa la barra de herramientas del Protocolo de Addin4 y se ejecuta el programa. La capa de entrada debe ser la de Puntos_SIMPA y la de salida la Geodatabase de la que obtuvimos los datos, es decir, de acaesh_v3.gdb.



- Si se abre la tabla de atributos se apreciará que los caudales han sido calculados anual y mensualmente tanto para la serie larga como para la serie corta.

CÓDIGO	CONTENIDO
MASA_Cod	Código europeo de la masa de agua
q4005	Caudal medio anual en m^3/s en toda la serie disponible 1940/41-2005/06
q4005_1	Caudal medio mensual en m^3/s en toda la serie disponible 1940/41-2005/06 (de enero a diciembre)
q4005_2	
q4005_3	
q4005_4	
q4005_5	
q4005_6	
q4005_7	
q4005_8	
q4005_9	
q4005_10	
q4005_11	
q4005_12	
q8005	Caudal medio anual en m^3/s en la serie corta 1980/81-2005/06
q8005_1	Caudal medio mensual en m^3/s en la serie corta 1980/81-2005/06 (de enero a diciembre)
q8005_2	
q8005_3	
q8005_4	
q8005_5	
q8005_6	
q8005_7	
q8005_8	
q8005_9	
q8005_10	
q8005_11	
q8005_12	

3.2.2.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL CAUMAX

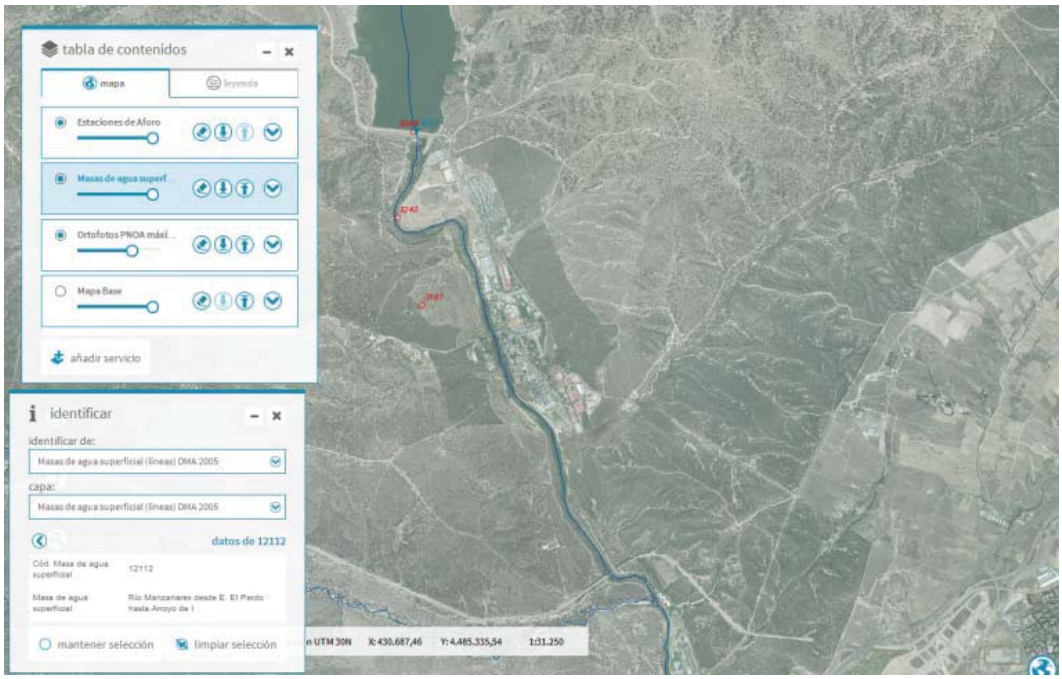
Para la aplicación de CAUMAX el procedimiento es exactamente igual, tan solo varía el nombre de la Feature Class creada, que en este caso se llamará "Puntos_CAUMAX". Y la geodatabase de salida al ejecutar el programa, dicha geodatabase no será acaesh_v3.gdb sino Caumax.gdb.

CÓDIGO	CONTENIDO
MASA_Cod	*Código europeo de la masa de agua*
q2	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 2 años*
q5	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 5 años*
q10	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 10 años*
q25	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 25 años*
q100	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 100 años*
q500	*Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 500 años*
mco	*Caudal de la máxima crecida ordinaria en m^3/s*

Para cualquier consulta sobre estos procedimientos se recomienda visualizar el video de Youtube creado por ServiGis para explicar el funcionamiento de estos programas:
https://www.youtube.com/watch?v=U8E3KrOsVoU

3.2.3.- APLICACIÓN PRÁCTICA AFOROS

Del Anuario de Aforos del MAPAMA se extraen los datos foronómicos representativos para la masa de agua en estudio: caudal medio mensual y caudal medio anual.



GEO PORTAL

C.H. Tajo — **3243 Mingorrubio**

Identificación

Estado	Baja	Inicio	1975	Cota (m)	605		
Cód. ROEA	3243	Cód. SAIH		Cód. SAICA			
UTM X	433.108	Y	4.487.210	Huso	30	Datum	ED50(*)
UTM X	432.999	Y	4.487.003	Huso	30	Datum	ETRS89(*)

Río	Manzanares
Cuenca receptora (km2)	535
Sistema de explotación	Macrosistema
T. Municipal	Madrid
Provincia	Madrid
Hoja 1:50.000	Colmenar Viejo (534)

(*) Valores de coordenadas sujetos a revisión

Fotografía



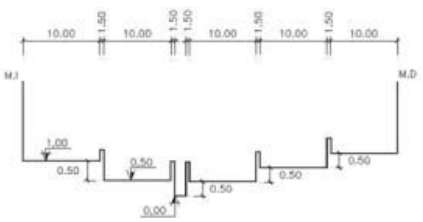
Tipología

Sensor	BOYA Y CONTRAPESO / LIMNIGRAFO	Longitud (m)		Ancho (m)	57,5
Tipo de Estación	Encauzamiento con Canal de Aguas Bajas	Caseta	Sí (De Fábrica)	Pasarela	Sí
Régimen de caudales	Alterado	Escala	Sí (Exterior)	Vertedero	No

Plano de situación



Sección Tipo



REDES DE SEGUIMIENTO

Estaciones de aforo en ríos

Estación	3243 RIO MANZANARES EN MINGORRUBIO
Estado	BAJA
RIO	MANZANARES
Superficie aguas arriba (km2)	535
Superficie del tramo del río (km2)	1.242
Altitud (m)	605
Altitud máxima (m)	
UTM X H30 ETRS89 (*)	432.999
UTM Y H30 ETRS89 (*)	4.487.003
Hoja 1:50.000	COLMENAR VIEJO
Confed. Hidrográfica	TAJO
Municipio	MADRID
Provincia	MADRID
Autonomía	MADRID, COMUNIDAD DE
Observaciones	INT 2011

(*) Valores de coordenadas sujetos a revisión

Estadísticas de caudales de la serie histórica:

Advertencia

Datos generales | Caudales medios | Caudales medios mensuales | Cuantiles

Caudales medios mensuales en m^3/s

Octubre	1,12	Abril	1,75
Noviembre	1,50	Mayo	1,19
Diciembre	4,12	Junio	0,94
Enero	3,60	Julio	1,23
Febrero	3,35	Agosto	1,43
Marzo	1,83	Septiembre	1,18

Fotografía | Sección | Plano







Exportar a excel | Exportar a PDF | Ver Informe

Seleccione entre las siguientes opciones para ver los datos específicos que desee consultar:

Periodo seleccionado

Año hidrológico inicial	1974
Año hidrológico final	2010

Datos a mostrar

- Datos diarios
- Datos mensuales — Caudal medio (m3/s)
- Datos anuales

Es importante ir cumplimentando la base de datos y el documento Excel proporcionado según se vayan obteniendo datos del régimen hidrológico tanto para el régimen real como para el régimen teórico o natural.

RÉGIMEN NATURAL

Caudales medios mensuales en régimen natural (m3/s):

concepto	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Caudales medios mensuales para el periodo 1940/41-2005/06	5.40	8.10	8.10	5.56	5.79	6.56	6.17
Caudales medios mensuales para el periodo 1980/81-2005/06	4.24	7.33	7.72	5.40	3.09	3.86	3.86

Aportación anual en régimen natural (hm3):

Periodo	Aportación
1940/41-2005/06	140.02
1980/81-2005/06	105.33
	0

Caudales máximos instantáneos en régimen natural (m3/s):

Periodo de retorno	Qmax inst.
Máxima crecida ordinaria T= 4,5 años	114
T = 2 años	70
T= 5 años	133
T = 10 años	176
T = 25 años	245
T = 100 años	370
T = 500 años	544

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Mes	Caudales medios mensuales (m^3/s) para el periodo 1940/41-2005/06 (SIMPA)	Caudales medios mensuales (m^3/s) para el periodo 1980/81-2005/06 (SIMPA)	Caudales medios mensuales para el periodo disponible en la estación de aforos (1974/75-2009/10) (m^3/s)	Caudales medios mensuales en los últimos años comunes a partir de 1980/1981 (m^3/s) (Aforos)
Octubre	5.40	4.24	1.12	1.18
Noviembre	8.10	7.33	1.50	1.59
Diciembre	8.10	7.72	4.12	4.58
Enero	6.56	5.40	3.60	3.78
Febrero	5.79	3.09	3.35	3.49
Marzo	6.56	3.86	1.83	1.94
Abril	6.17	3.86	1.75	1.87
Mayo	4.24	3.47	1.19	1.25
Junio	1.16	0.77	0.94	0.95
Julio	0.00	0.00	1.23	1.27
Agosto	0.00	0.00	1.43	1.48
Septiembre	1.16	0.39	1.18	1.21
Medias	4.44	3.34	1.94	2.05

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL (m^3/s)

Periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria	Periodo de retorno					
T= 4años	T= 2 años	T= 5 años	T= 10 años	T= 25 años	T= 100 años	T= 500 años
114	70	133	176	245	370	544

3.3.- POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

3.3.1.- CAUDALES LÍQUIDOS

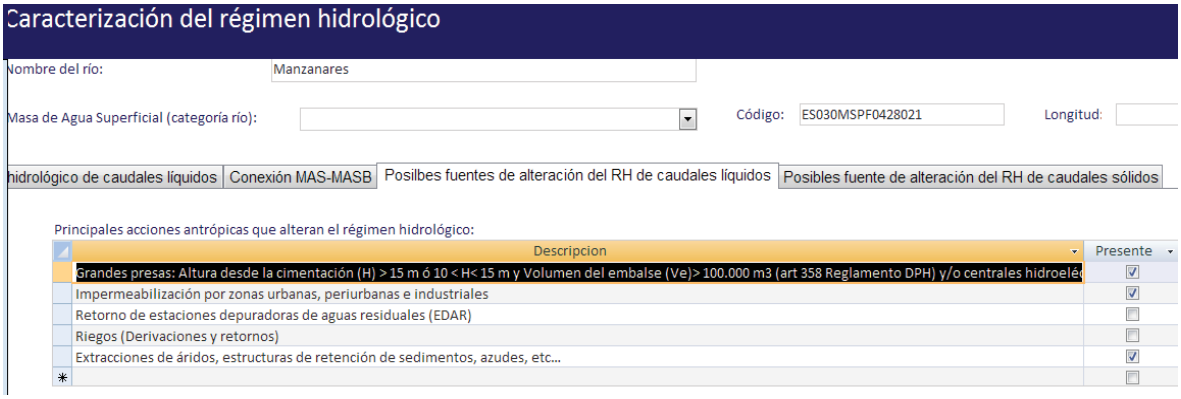
A partir de los datos obtenidos con la aplicación GIS (superficie regulada, superficie de la cuenca vertiente, superficie impermeabilizada, superficie de regadío regado), de los datos del IMPRESS y de las CCHH relativos a los caudales de las EDAR (hequiv> 10.000) y caudales de Centrales Hidroeléctricas, se determinan las variables hidrológicas que servirán para la determinación final de los ICAHs (*Indicadores de caracterización de las fuentes de alteración hidrológica*) definidos en el Protocolo HMF.

Los datos de salida que servirán para la determinación de las variables hidrológicas y los ICAHs son:

Variable	*Fuente*	*APRN*
Vol embalse	*Aplicación GIS*	*VolE*
Superficie cuenca vertiente	*Aplicación GIS*	*Sc*
Superficie regulada	*Aplicación GIS*	*Sc_Regulada*
Qmax instantáneo T=10	*CAUMAX*	*QT10RN*
Qcentrales	*IMPRESS/CCHH*	*Qcent*
Qm anual Régimen Natural Serie corta	*SIMPA*	*QmRN*
Superficie impermeable= SUELO SELLADO	*Aplicación GIS*	*Sc_imp o Sc'_imp*
Vertido anual EDAR	*IMPRESS*	*VanualEDAR*
Superficie regadío cuenca	*Aplicación GIS*	*Sc_regadio*

Esta parte del protocolo consta de tres fases diferenciadas:

1.- Determinación de las principales acciones antrópicas que suponen una fuente de alteración del régimen hidrológico. Definición de variables y cuantificación.



2.- Determinación de los ICAHs o INDICADORES DE CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (ICAHs) que permiten identificar de forma genérica las posibles causas de las eventuales alteraciones en su régimen de caudales líquidos, como consecuencia de las alteraciones del régimen hidrológico.

3.- Determinación del POTENCIAL DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO a partir de los ICAHs.

Para caracterizar las posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico, se parte de la determinación de diez variables básicas:

1. Aportación anual, en régimen natural, en la sección de cierre de la masa de agua de la serie corta (1980/81-2005/06).	*ApRN (hm3)*
2. Sumatorio del volumen útil de todas las grandes presas ubicadas aguas arriba de la sección de cierre de la masa de agua	*∑VolE (hm3)*
3. Superficie de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua.	*Sc (km2)*
4. Superficie regulada por grandes presas en la cuenca en la sección de cierre de la masa de agua (superficie dominada)	*Sc_Regulada (km2)*
5. Aportación anual máxima autorizada para el transvase	*ApTRmax(hm3)*
6. Caudal máximo instantáneo, en régimen natural, en la sección de cierre de la masa de agua, para un período de retorno de 10 años.	*QT10RN (m3/s)*
7. Sumatorio de los caudales nominales de las centrales hidroeléctricas (no fluyentes y no dominadas) de la cuenca de la masa. Una central es "dominada" cuando aguas abajo tiene una gran presa. *Se excluyen los caudales de centrales con grandes presas aguas abajo, porque los posibles hidrópicos que generasen quedarían regulados por la gran presa, sin afectar, por tanto, al régimen en la sección de cierre de la masa de agua.* *Una central se considera fluyente cuando el azud que deriva tiene un vaso con una capacidad de almacenamiento no significativa, de acuerdo con lo establecido por el Organismo de cuenca* *Se excluyen los caudales de centrales fluyentes porque al no tener capacidad significativa de almacenamiento, se asume que los hidrópicos que generan no son significativos.* *En el caso de distancias elevadas entre los azudes de derivación de las centrales y la gran presa aguas abajo se evaluará su inclusión caso por caso.*	*∑Q(CENTRALES) (m3/s)*
8 Q medio anual en régimen natural en la sección de cierre de la serie corta (1980/81-2005/06).	*QmRN (m3/s)*
9. Superficie impermeabilizada en la cuenca. *Se entiende por superficie impermeabilizada la ocupada por usos del suelo que limitan significativamente la infiltración. En aquellas cuencas muy urbanizadas se procederá al cálculo de la superficie impermeabilizada de la intercuenca de la masa de agua en estudio.* *Se excluyen las dominadas porque se asume que el embalse que las domina –situado aguas abajo y antes de la sección de cierre de la masa de agua-, limita el efecto del vertido tanto en magnitud como en estacionalidad.* *En el caso de distancias elevadas entre las EDARs y la gran presa aguas abajo se evaluará su inclusión caso por caso.*	*Sc_imperm (km2)*
10. Sumatorio del vertido anual autorizado por las EDAR ubicadas aguas arriba de la sección de cierre de la masa de agua y que no estén dominadas. Para el sumatorio se tendrán en cuenta los vertidos de más de 10.000 habitantes equivalentes. Se excluyen las dominadas.	*∑Vertido anual autorizado EDAR de > 10000 hab-eq (hm3)*
11. Superficie de regadío en la cuenca.	*Sc_regadío (km2)*

Algunas de estas variables ya fueron obtenidas en el apartado de caudales líquidos y las demás serán analizadas a partir de ArcGis.

Así conociendo el valor de cada ICAH y el umbral por el cual ese indicador empieza a suponer una alteración en la masa de agua en estudio se puede establecer el posible efecto en los caudales líquidos circulantes en la masa de agua en estudio.

ACCIÓN	ALTERACIÓN	INDICADORES DE CARACTERIZACIÓN		
		DEFINICIÓN	INTERPRETACIÓN	CÓDIGO
Presas	Regulación: alteración de magnitud, variabilidad y estacionalidad	Cociente entre el volumen total de los embalses de la cuenca y la aportación anual. ∑VolE /ApRN	Valores altos de este indicador informan de una alta capacidad potencial de regulación.	ICAH 1
	Laminación: Alteración en magnitud y frecuencia de las avenidas.	Cociente entre el volumen total de los embalses de la cuenca y el volumen que se generaría si Q10 estuviese circulando durante un día completo. ∑VolE /(0,0864[1] * QT10RN) 1 Coeficiente de transformación a días	Ese cociente puede interpretarse como el número de días que tardarían en llenarse todos los embalses de la cuenca si estuviese circulando de manera constante el Q10. Valores altos informan de una alta capacidad potencial para alterar las avenidas.	ICAH 2
	Hidrópicos: Alteración de la variabilidad y las tasas de cambio.	Cociente entre los caudales autorizados a las centrales hidroeléctricas y el caudal medio diario anual en la masa. ∑Q(CENTRALES) / QmRN	Valores altos de este indicador informan de una alta capacidad potencial de generar hidrópicos significativos.	ICAH 3
Impermeabilización por zonas urbanas, periurbanas e industriales.	Alteración en magnitud y frecuencia de caudales ordinarios y avenidas habituales.	Cociente entre la superficie impermeable en la cuenca y la superficie que vierte a la sección de cierre de la masa de agua. Sc_imperm /Sc	Valores altos de este indicador informan de una alta capacidad potencial de incrementar la escorrentía.	ICAH 4
Retorno de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR)	Alteración en magnitud y la estacionalidad de los caudales ordinarios.	Cociente entre el vertido anual autorizado a las EDAR y la aportación anual. ∑Vertido anual autorizado EDAR / ApRN	Valores altos de este indicador informan de una alta capacidad potencial de alteración de la magnitud y estacionalidad de los caudales.	ICAH 5
Riegos (Derivaciones y retornos)	Alteración en magnitud y la estacionalidad de los caudales ordinarios.	Cociente entre la superficie de regadío en la cuenca y la superficie que vierte a la sección de cierre de la masa de agua. Sc_regadío/Sc	Valores altos de este indicador informan de una alta capacidad potencial de afectar a la magnitud y estacionalidad de los caudales.	ICAH 6

Se identificará para la cuenca en estudio las posibles causas de alteración del régimen de caudales. A partir de los ICAHs obtenidos se podrá interpretar los efectos de las alteraciones sobre el régimen de caudales líquidos.

CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO			
AGENTE GENERADOR	INDICADOR	UMBRAL	POSIBLES EFECTOS EN RÉGIMEN DE CAUDALES LÍQUIDOS
Embalses: Alteración de aportaciones	ICAH 1 ∑VolE / ApRN o ApTRmax(hm^3)/ApRN(hm^3)	>0,3	Los embalses existentes en la cuenca tienen capacidad potencial para regular más del 30% de las aportaciones naturales correspondientes a la sección de cierre de la masa de agua. Los volúmenes anuales trasvasados a la masa de agua receptora tienen capacidad potencial para incrementar o reducir las aportaciones naturales en más del 30%.

CONCLUSIONES A LA CARACTERIZACIÓN DE LAS POSIBLES FUENTES DE ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO			
AGENTE GENERADOR	*INDICADOR*	*UMBRAL*	*POSIBLES EFECTOS EN RÉGIMEN DE CAUDALES LÍQUIDOS*
Embalses: Laminación de avenidas	*ICAH 2* *∑VolE / [0,0864 * Q10]*	*>5*	*Los embalses existentes en la cuenca tardarían más de 5 días en llenarse (alta capacidad de laminación) si estuviese circulando de manera constante el Q T10 años.*
Hidrópicos	*ICAH 3* *∑Q(CENTRALES) / QmRN*	*>0,3*	*Las centrales hidroeléctricas existentes en la cuenca tienen alta capacidad potencial de generar hidrópicos significativos.*
Impermeabilización del suelo	*ICAH 4* *Sc_imper / Sc*	*>0,20*	*La superficie impermeabilizada existente en la cuenca tiene una alta capacidad potencial de incrementar la escorrentía.*
Vertidos de EDAR	*ICAH 5* *∑Vertido anual EDAR / ApRN*	*>0,30*	*Los vertidos de las EDAR existentes en la cuenca tienen una alta capacidad potencial de alteración de la magnitud y estacionalidad de los caudales.*
Derivaciones y retornos por regadíos	*ICAH 6* *Sc_regadío/ Sc*	*>0,20*	*Los retornos de regadío existentes en la cuenca tienen una alta capacidad potencial de afectar a la magnitud y estacionalidad de los caudales.*

A continuación se detalla las fuentes y caracterización de atributos de las variables obtenidas a partir de la aplicación GIS.

3.3.1.1.- Superficie vertiente directa y superficie de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua

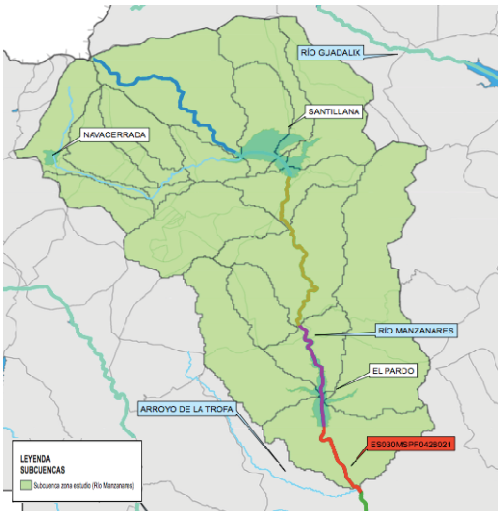
- Nombre de la capa: Superficie_Intercuenca
  Superficie_Cuenca
- Tipo de fichero: Shapefile
- Tipo de capa: Polígonos
- Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Las capas oficiales que se emplean para la obtención de estas capas son las siguientes:

CAPAS DE SUPERFICIE VERTIENTE DIRECTA (INTERCUENCA DE LA MASA DE AGUA) Y SUPERFICIE DE LA CUENCA VERTIENTE			
NOMBRE	*CARPETA/CAPA*	*ENLACE WMS*	*ENLACE DESCARGA*
Subcuencas de las masas de agua superficiales de la DMA (artículo 5)	*Cuencas_MSPF_tcm7-285242.zip* *CUENCASMSPF.shp*	*http://wms.mapa.es/sig/Agua/SubcuencasMSPF/wms.aspx*	*http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/Cuencas_MSPF_tcm7-285242.zip*
Red hidrográfica básica procedente MDT 100x100	*Rios_MDT_100x100_tcm7-285337.zip* *RIOS.shp*	*http://wms.mapama.es/sig/Agua/RedHidrograficaMDT/wms.aspx*	*http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/Rios_MDT_100x100_tcm7-285337.zip*

Primero se digitaliza la cuenca del río Manzanares, para ello se descarga la capa de cuencas y ríos del geoportal: "Subcuencas de las masas de agua de la DMA (artículo 5)" y "Red hidrográfica básica

procedente MDT 100x100". Después, con la herramienta selection se van seleccionando aquellas subcuencas que conforman el río Manzanares. Para borrar los polígonos que no pertenecen a la cuenca en estudio la capa debe estar en *edition*.

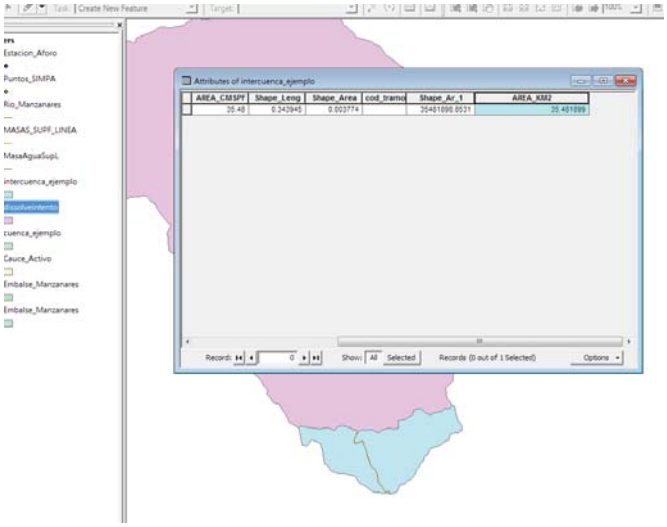




Una vez se obtiene la cuenca recortada, se guarda como nuevo shapefile. Igual proceso se sigue para la vertiente directa o intercuenca.

Posteriormente se siguen los pasos especificados en el manual para añadir los nuevos campos y calcular con geometría los atributos especificados como la superficie en m^2 y km^2:

CÓDIGO	*TIPO DE CAMPO*	*CONTENIDO*
cod_tramo	*Text*	*Código de la masa de agua*
Shape_Area	*Double*	*Superficie en m^2*
AREA_KM2	*Double*	*Superficie en km^2*

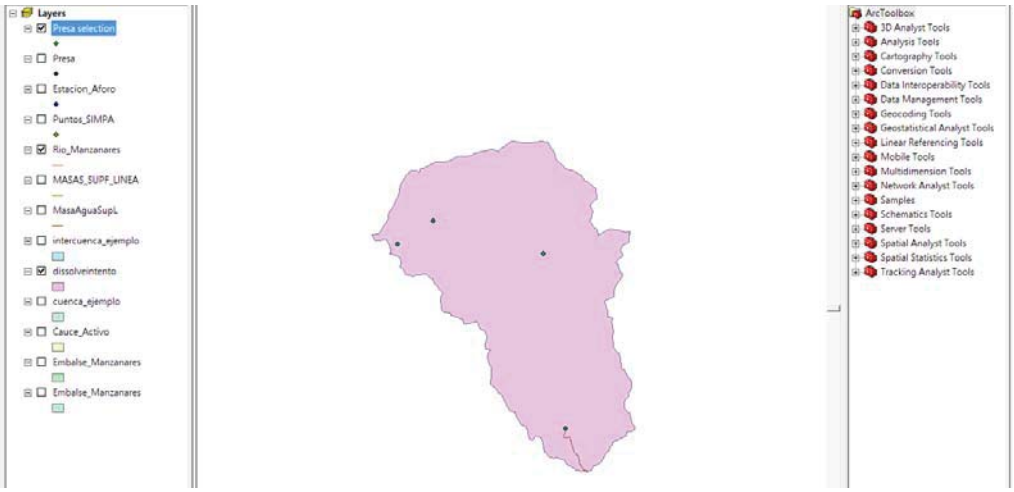


Se salvan estas capas como nuevos *layers* para poder usarlas en otro momento. Importante, EL NOMBRE DE LAS CAPAS DEBE SER IDÉNTICO PARA TODO EL MUNDO QUE TRABAJE EN EL PROYECTO. En este caso, las superficies totales de la cuenca y la intercuenca de la masa de agua deben guardarse como: Superficie_Intercuenca y Superficie_Cuenca.

3.3.1.2.- Superficie regulada por grandes presas

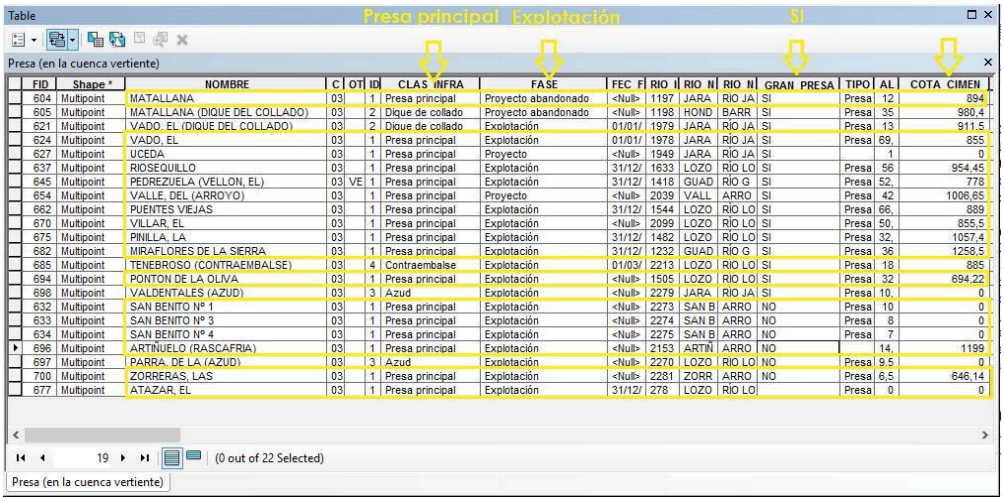
- Nombre de la capa: Sc_Regulada
- Tipo de fichero: Shapefile
- Tipo de capa: Polígonos
- Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

El siguiente paso es calcular el número de grandes presas en la cuenca, para ello se carga la capa de presas que fue facilitada por el MAPAMA. En esta capa se debe hacer una limpieza o filtro de aquellas presas que no se consideran grandes según los criterios con los que se está trabajando, que son los del Reglamento del DPH y que vienen aquí especificados: H>15 m o H entre 10 y 15 m pero el Volumen de embalse > 100000 m^3.



Se deben filtrar las presas que cumplan los siguientes requisitos:

- Clase de infraestructura: Presa principal
- Fase: Explotación
- Gran presa: Sí
- Cota cimentación: Mayor de 15 m



En el caso del río Manzanares, los criterios los cumplen tres grandes presas. En función de las que hayamos encontrado, se calculará la superficie regulada por las mismas. En este caso, la masa de agua comienza justo después de la gran presa de El Pardo, así que la superficie regulada en la cuenca será igual a la superficie de toda la cuenca menos la superficie de la intercuenca de la masa de agua.

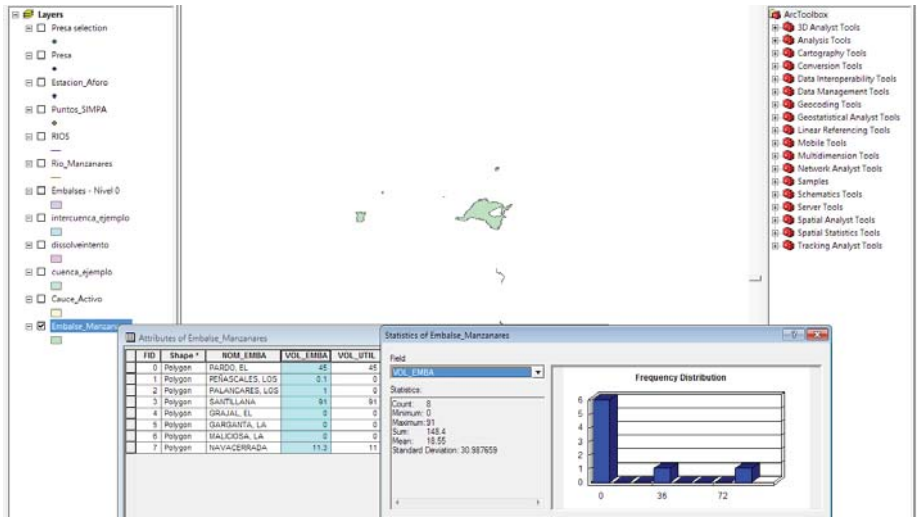
Se añaden dos nuevos campos a la tabla de atributos y se calcula el área:

CÓDIGO	*CONTENIDO*
PRESA	*Presa dominante*
AREA_KM2	*Superficie regulada (km²)*

La nueva capa debe guardarse como Sc_Regulada y debe tener dichos atributos antes de guardar el *layer*.

3.3.1.3.- Sumatorio del volumen de Embalse

Simplemente se suman los volúmenes de embalse de los embalses presentes en la cuenca del río Manzanares.

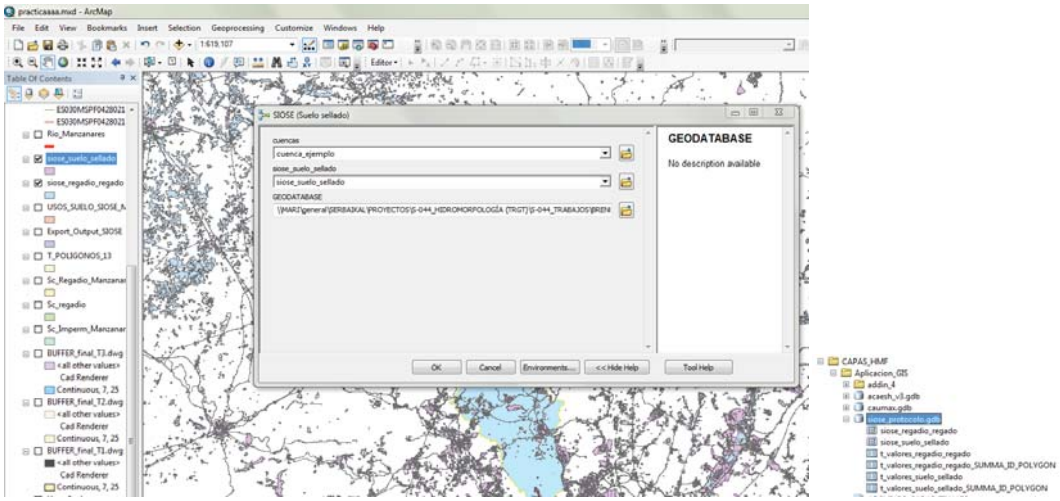


3.3.1.4.- Superficie impermeabilizada de la cuenca y de la intercuenca

Se comenzará trabajando con la capa del SIOSE: "*Siose_suelo_sellado*" y aplicando el programa de ServiGIS. El programa funciona exactamente igual que los de CAUMAX y SIMPA por lo que únicamente es necesario determinar correctamente la geodatabase de salida de la información y las capas de entrada.

En este caso la capa de entrada será la cuenca o la cuenca vertiente en función de qué superficie impermeabilizada se desea hallar si la de la cuenca del río o la de la masa de agua. La capa de suelo sellado será la que se superponga a la capa de entrada y por último, la geodatabase será una que se haya creado previamente en ArcCatalog y no de la que hayamos extraído la información como sucedía en el caso de SIMPA y CAUMAX.

La geodatabase que hayamos creado será en la que se almacene la información en formato de tabla después de ejecutar el programa. Dicha tabla se puede exportar posteriormente a Excel para manejar los datos.



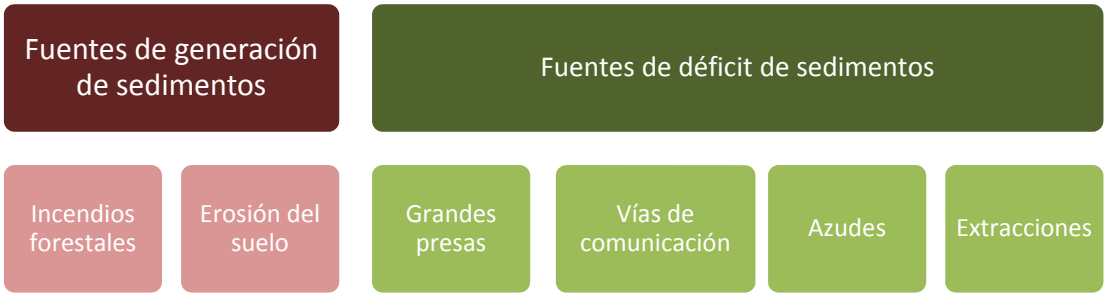
3.3.1.5.- Superficie de regadío de la cuenca

Para la obtención de la superficie de regadío en la cuenca el procedimiento es exactamente igual al anteriormente expuesto, tan solo varía la capa de superposición, en este caso: "*Siose_regadio_regado*". Para la superficie de regadío solo se ejecuta el programa a nivel de cuenca de la masa de agua, no interesa la información relativa a la vertiente directa de la masa de agua.

Para cualquier consulta sobre estos procedimientos se recomienda visualizar el video de Youtube creado por ServiGis para explicar el funcionamiento de estos programas:
https://www.youtube.com/watch?v=U8E3KrOsVoU

3.3.2.- CAUDALES SÓLIDOS

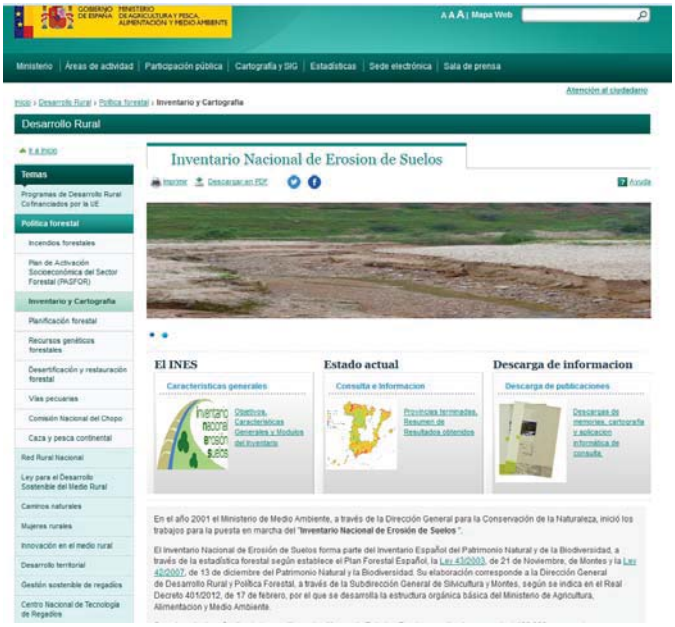
Igual que para los caudales líquidos también se pueden establecer limitaciones por medio de los caudales sólidos. Los caudales sólidos pueden presentar dos tipos de alteraciones o problemáticas, en función de si hay déficit o generación excesiva de estos.



Distinguiendo así actividades que generen demasiados sedimentos en la cuenca se puede hablar de las actividades que erosionan la cuenca y de los incendios forestales.

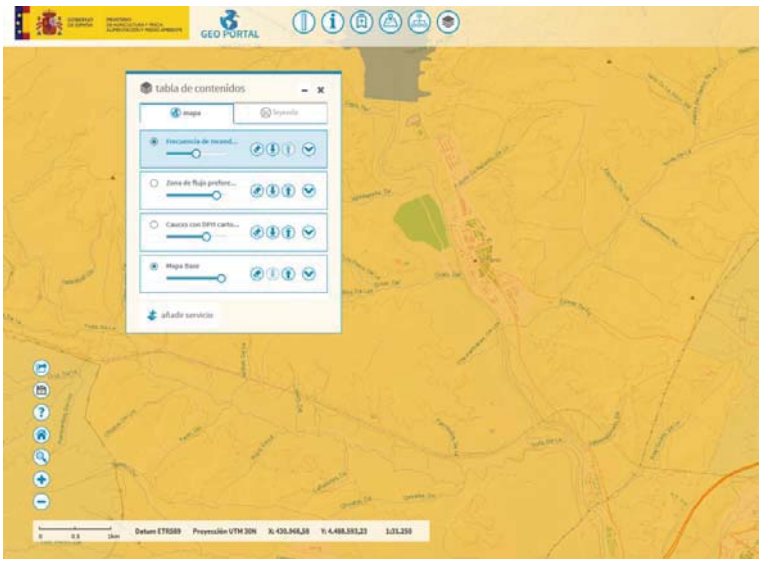
Para la erosión de la cuenca se consulta el Inventario Nacional de Erosión de Suelos que aunque no tiene capa descargable sí dispone del servicio WMS que permite visualizar sin guardar la capa obteniendo así rápidamente la información buscada.

3.3.2.1.- Inventario Nacional de la Erosión del suelo



Para el número de incendios en la cuenca se recurrirá a la capa del MAPAMA de incendios forestales fijándonos en la frecuencia y los umbrales establecidos en el protocolo. Ocurre igual que en el caso anterior, está disponible el WMS pero no la capa en sí.

3.3.2.2.- Frecuencia de incendios forestales



En cuanto a las actividades que generan un déficit de sedimentos las más destacadas son las siguientes:

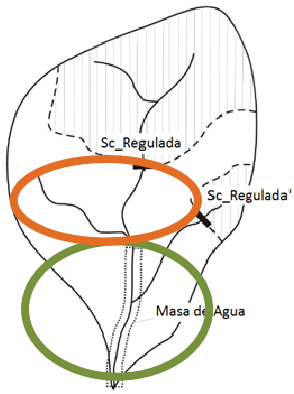
- La existencia de grandes presas en la cuenca.
- La retención o desconexión de sedimentos en laderas y afluentes.
- Los azudes encontrados en la masa de agua.
- Las extracciones de áridos y dragados.

Las grandes presas son las mismas definidas para las posibles fuentes de alteración de Qliq, en este caso hay que ver de la superficie total de la cuenca cuánta está regulada y que supone eso en la alteración de Qsol. Se calculará la superficie de la cuenca vertiente hasta el final de la masa de agua (Sc), así como la superficie vertiente hasta la presa (o presas) situada aguas arriba más próxima a ese punto final de la masa de agua (Sc_Regulada). Eventualmente podría haber alguna presa en algún afluente que vierta a la masa de agua aguas abajo de la presa, en cuyo caso habría que sumar la superficie vertiente hasta esa presa en el afluente (Sc_Regulada'). El porcentaje se calculará como:

$$\frac{S_c Regulada + \sum S_c Regulada'}{S_c} \cdot 100$$

En este caso la masa de agua comienza justo después de la presa de El Pardo por lo que será igual la superficie regulada a la superficie total de la cuenca menos la superficie de la intercuenca.

Se considera que una gran presa retiene todos los sedimentos producidos en la cuenca aguas arriba, por lo tanto, la variable esencial en este proceso es la superficie de la cuenca regulada por grandes presas aguas arriba del punto de cierre de la masa de agua, que en principio, no aportará sedimentos.

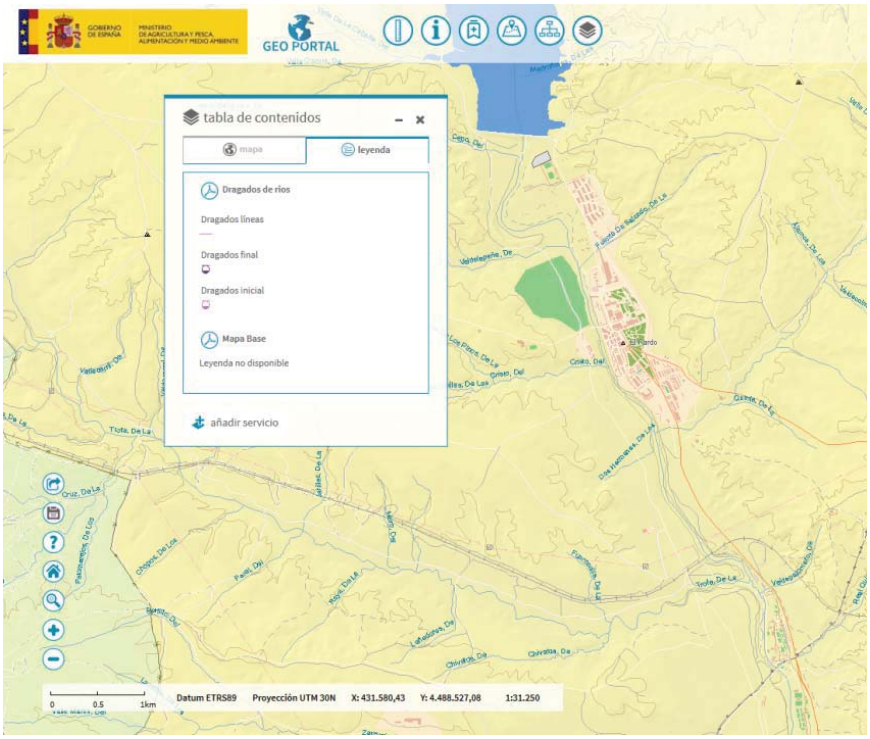


Para la desconexión de sedimentos en ladera simplemente habrá que notificar si existen o no estructuras como carreteras o pequeños diques que dificulten la llegada de sedimentos al río. No es necesario la cuantificación o dimensionamiento de estos problemas. Se ve a través de la ortofotografía.

En cuanto a las extracciones de áridos o dragados, igual que en el caso anterior, no es necesario cuantificarlos pero sí se caracterizará la existencia diferenciada de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua, y en la cuenca propia de la masa de agua en estudio, que servirá posteriormente para poder caracterizar y comprender la estructura y sustrato del lecho en la misma.

Por último, se cuantificarán el número de azudes y la distancia entre estos grosso modo ya que estos serán motivo de estudio en la parte de continuidad.

Recordar que en ocasiones puede ser conveniente descargar el servicio WMS o directamente visualizar las capas desde el Geoportal.



Es importante, rellenar el Excel y sobre todo, la base de datos con toda la información que se ha ido recopilando hasta el momento.

4.- ESTUDIO A NIVEL TRAMO HIDROMOFOLÓGICO

Una vez realizado el trabajo de gabinete relativo a la caracterización del Régimen Hidrológico a nivel cuenca vertiente de la masa de agua en estudio, se procederá a la realización de los trabajos de campo correspondientes a los apartados de Continuidad piscícola y Caracterización morfológica del protocolo HMF.

Tras la división de la masa de agua en estudio en Tramos Hidromorfológicos THMF (en su caso) se procederá a la caracterización en campo a partir de los Subtramos de muestreo SBTRM.

Finalmente, en gabinete, se llevarán a cabo los resultados finales de ambos capítulos, dando como parte de los resultados las capas GIS con la división final de los THMF con los siguientes atributos:

- Nombre de la capa: Tramos_hidromorfologicos
- Tipo de fichero: Shapefile
- Tipo de capa: Líneas
- Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

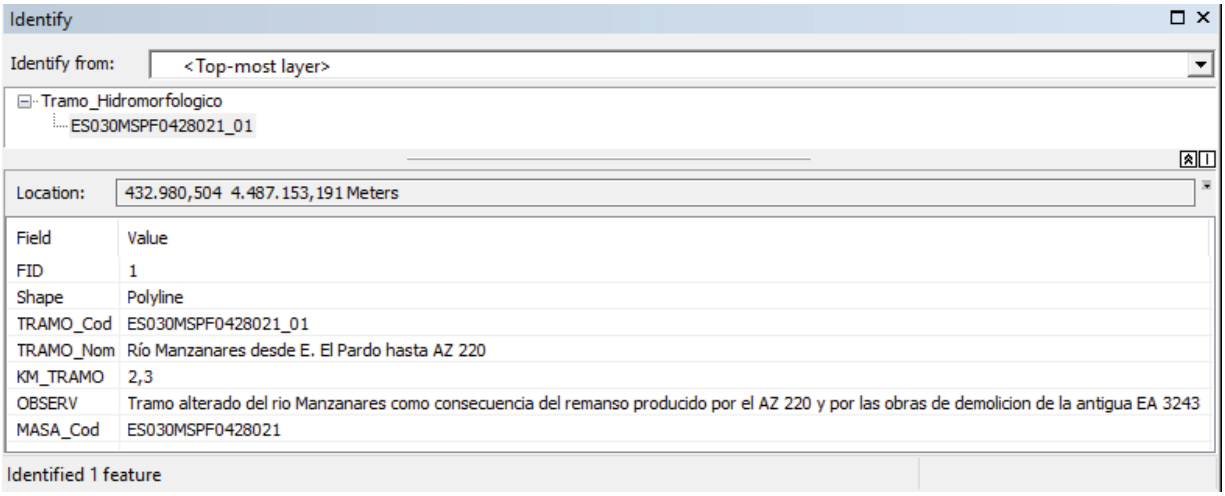
En los apartados que prosiguen será necesario trabajar a nivel de Tramo Hidromorfológico y también a nivel de Subtramo de Muestreo. En este anexo se pretende establecer unas pautas someras acerca de la definición en ArcGis de los Tramos Hidromorfológicos así como de su determinación en gabinete.

Como se va a empezar a trabajar a nivel masa de agua será imprescindible describir los tramos que en un primer momento se estimaron en los que se podría dividir la masa de agua.

Para ello, se crea un shapefile, que se llamará "*Tramos_hidromorfológicos*" y sobre este se digitalizarán las líneas con los tramos que vamos a utilizar, se hace con el editor abierto y creando features tipo línea. Una masa de agua podrá tener como máximo tres tramos hidromorfológicos (no se recomiendan más tramos). En el caso de que una masa de agua contenga afluentes, estos solo se distinguirían en tramos si fuesen afluentes de gran importancia y/o sus características hidromorfológicas fuesen distintas.

Con el editor y la línea en TRACE se sigue el trazado del río delimitando los tres tramos estimados a primera vista en la ortofotografía aérea. Tras la edición, se salvan los cambios y tan solo quedará introducir los atributos que se mencionan a continuación:

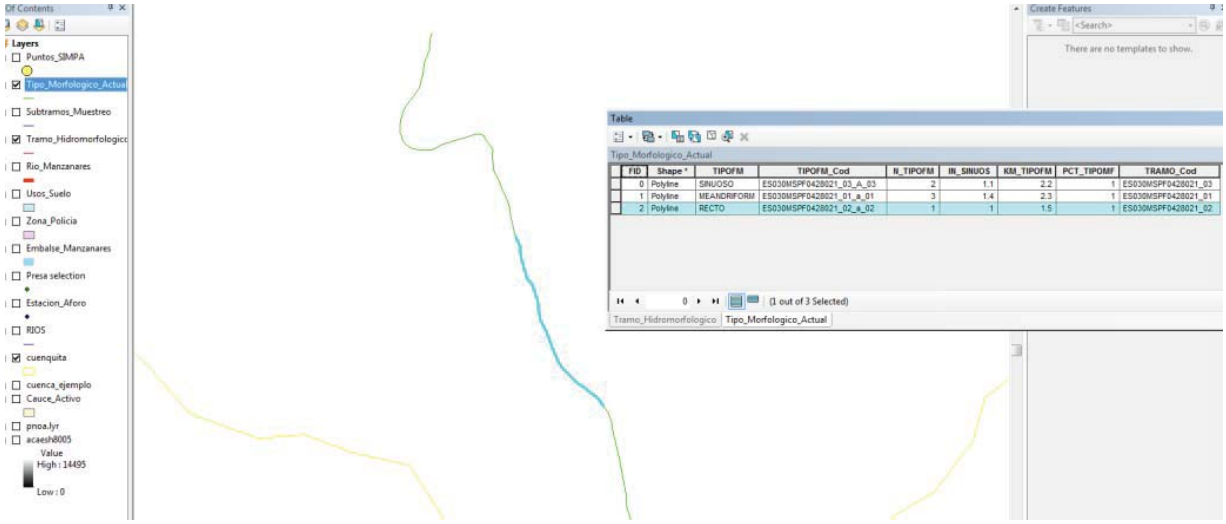
CÓDIGO	*CONTENIDO*
TRAMO_Cod	*Código del tramo de la masa de agua:* *Código de la masa de agua + guion bajo + número ordinal del tramo hidromorfológico*
TRAMO_Nom	*Nombre del tramo hidromorfológico*
KM_TRAMO	*Longitud del tramo hidromorfológico en kilómetros (km)*
OBSERV	*Observaciones generales al tramo hidromorfológicos*
MASA_Cod	*Código europeo de la masa de agua*



El siguiente nivel es a nivel tramo de masa de agua, donde se identificará para cada tramo qué tipos morfológicos posee en planta. Igual que en el punto anterior se crea un shapefile y se digitalizan sobre él tantos tipos morfológicos como se encuentren en la masa de agua. En este caso, se identificó un tramo sinuoso, otro recto y otro meandriforme.

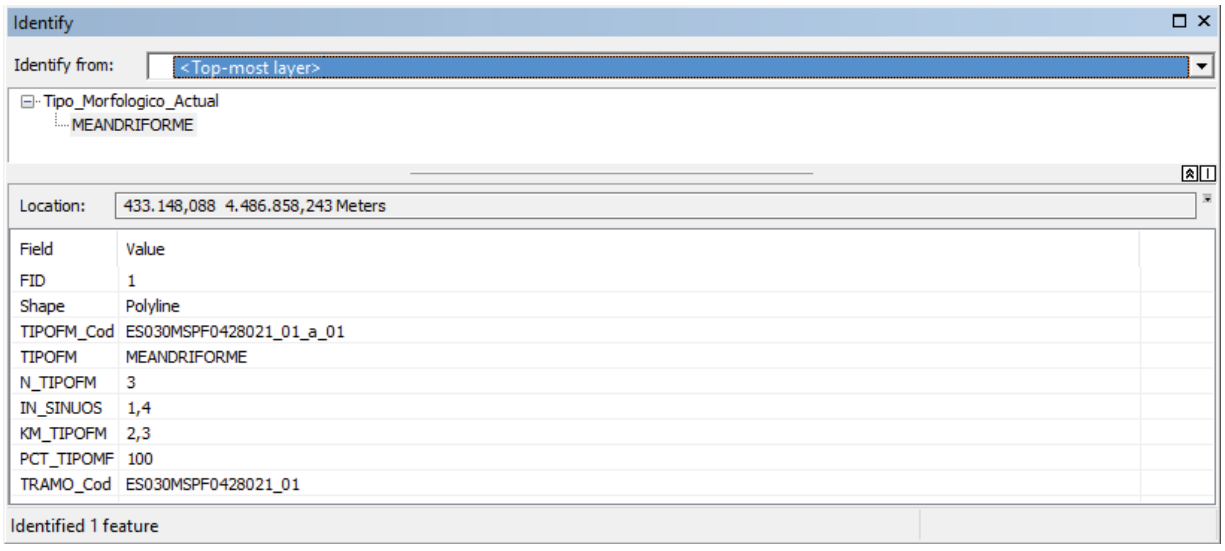
Se dibujan tantos tipos morfológicos en planta como sean identificados en la ortofoto de máxima actualidad, siguiendo la geometría del tramo hidromorfológico.

Se recuerda que la longitud de cada tipo morfológico no debe ser inferior al 20% de la longitud de la masa de agua, salvo en los casos en los que el tipo morfológico venga determinado por una acción antropogénica significativa.



Una vez se han especificado los diferentes tipos morfológicos, en cada uno de ellos se añaden los siguientes atributos:

CÓDIGO	CONTENIDO
TIPOMF_Cod	*Código del tipo morfológico en planta de cada tramo de la masa de agua:* *Código de la masa de agua + guion bajo + número ordinal del tramo hidromorfológico + guión bajo + A+ número ordinal de tipo morfológico en planta dentro del tramo.*
TIPOMF	*Tipo morfológico en planta identificado en la fotografía aérea de máxima actualidad. En cada campo debe aparecer alguno de los siguientes tipos:* *RECTO, SINUOSO, MEANDRIFORME, DIVAGANTE, TRENZADO, ANASTOMOSADO, RAMBLA* *Si existe otro tipo que no aparezca en la lista se debe especificar.*
N_TIPOMF	*Número del tipo morfológico:* *1: RECTO; 2: SINUOSO; 3: MEANDRIFORME; 4: DIVAGANTE; 5: TRENZADO; 6: ANASTOMOSADO;* *7: RAMBLA; 8: OTRO*
IN_SINUOS	*Índice de sinuosidad calculado como el cociente entre la longitud del thalweg (longitud del fondo del valle) y la longitud de valle (en línea recta entre el punto de inicio y el punto de fin), ambos referidos al segmento determinado como tipo morfológico.*
KM_TIPOMF	*Longitud del segmento determinado como un tipo morfológico, expresada en kilómetros (km) medidos en la proyección UTM (ETRS 1989)*
PCT_TIPOMF	*Porcentaje de la longitud del tramo en la que se ha identificado el tipo morfológico (%).* *PCT_TIPO = 100*[KM_TIPOMF]/[KM_TRAMO] (%)*
TRAMO_Cod	*Código del tramo de la masa de agua.*



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL "PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DE MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍOS"

CAPÍTULO VII: GUÍA DE APLICACIÓN EN GABINETE: DEFINICIÓN DE CAPAS GIS

INDICE

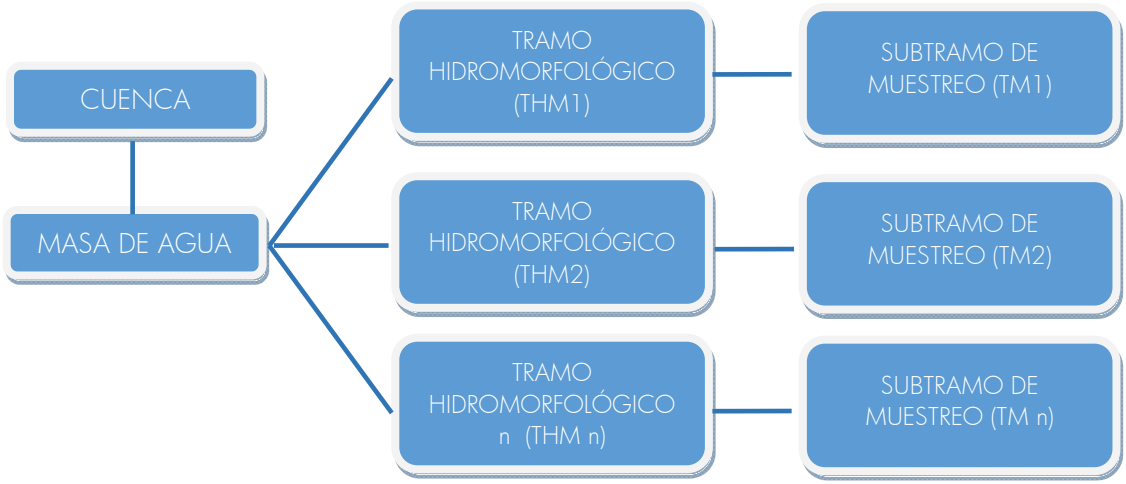
1.- INTRODUCCIÓN 1

2.- DEFINICIÓN DE CAPAS SIG 3

2.1.- Nivel "Cuenca" 4
2.1.1.- Caudales medios mensuales en régimen natural 4
2.1.2.- Caudales máximos instantáneos en régimen natural 7
2.1.3.- Superficie vertiente directa y superficie de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua 8
2.1.4.- Grandes presas 11
2.1.5.- Superficie regulada por grandes presas 13
2.2.- Nivel "Masa de agua" 18
2.2.1.- Tramos hidromorfológicos 18
2.3.- Nivel "Tramo de masa de agua" 20
2.3.1.- Tipo morfológico actual 20
2.3.2.- Espacio fluvial 22
2.3.3.- Superficie impermeabilizada en el espacio fluvial 24
2.3.4.- Estabilización de márgenes 25
2.3.5.- Motas, diques y rellenos 26
2.4.- Nivel subtramo de muestreo 28
2.4.1.- Subtramo de muestreo 28
2.4.2.- Cauce activo 30
2.4.3.- Ribera topográfica Actual 31
2.4.4.- Ribera Funcional 33

1.- INTRODUCCIÓN

Para la aplicación del *Protocolo de caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría ríos* (en adelante Protocolo HMF) son necesarios una serie de trabajos de gabinete mediante la herramienta ArcGis, que se detallan a continuación.



NIVEL DE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
NIVEL	*INDICADOR*	*ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN*	*Tipo de trabajo y nivel espacial*
MASA DE AGUA	*RÉGIMEN HIDROLÓGICO*	*Régimen hidrológico de caudales líquidos*	*Trabajo de gabinete*
		Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma	
		Posibles fuentes de alteración del régimen hidrológico	
	CONTINUIDAD DEL RÍO	*Caracterización de obstáculos y condiciones de paso*	*Trabajo de gabinete y de campo*
		Estudio del efecto barrera para las especies piscícolas en la masa de agua	
TRAMO HIDROMORFOLÓGICO	*CONDICIONES MORFOLÓGICAS*	*Profundidad y anchura del cauce*	*Trabajo de gabinete y de campo. Tramo hidromorfológico*
SUBTRAMO DE MUESTREO		*Estructura y sustrato del lecho*	*Trabajo de campo*
		Estructura de la zona ribereña	*Trabajo de gabinete y de campo.*

El trabajo de gabinete parte de la caracterización del RÉGIMEN HIDROLÓGICO a nivel *Masa de agua*, pasando posteriormente, tras la realización de los trabajos de campo, a la caracterización de la CONTINUIDAD DEL RIO, también a nivel masa de agua, y de las CODICIONES MORFOLÓGICAS mediante la subdivisión de la misma en *Tramos hidromorfológicos* y los consiguientes *Subtramos hidromorfológicos* asociados a estos.

La mayor carga de trabajo en gabinete para la aplicación del Protocolo HMF recae en las Fases I y III del mismo:

FASE I: Trabajos de gabinete para la recopilación de datos previos y aplicación GIS para la estimación del *potencial de alteración hidrológica de la masa de agua* (determinación de los *Indicadores de caracterización de las fuentes de alteración hidrológica* o ICAHs).

FASE II: Trabajos de campo para la caracterización de la continuidad piscícola y caracterización de las condiciones morfológicas.

FASE III: Trabajos de gabinete para la definición de los Subtramos de muestreo y capas GIS para la aplicación del protocolo HMF a la caracterización de las condiciones morfológicas: *relación profundidad/anchura*, *estructura y sustrato del lecho*, y *estructura de la zona ribereña*.

2.- DEFINICIÓN DE CAPAS SIG

En general, las capas GIS asociadas al *"Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos"* (en adelante Protocolo HMF) servirán tanto para la caracterización hidromorfológica de la masa de agua como para la comprobación de la correcta aplicación del protocolo. Además, estas capas servirán de base para el posterior seguimiento y análisis de la evolución de la masa de agua en los correspondientes Planes Hidrológicos de cuenca de las CCHH.

Como se ha visto anteriormente, existen cuatro niveles de aplicación de estas capas GIS asociadas:

- Nivel cuenca: se refiere a las características de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua.
- Nivel masa de agua: se refiere a características de toda la masa de agua.
- Nivel tramo hidromorfológico: se refiere a características de cada tramo hidromorfológico en el que se divida una masa de agua.
- Nivel de subtramo de muestro: se refiere a cada subtramo de muestreo, dentro de un tramo hidromorfológico de una masa de agua, donde se realiza el trabajo de campo.

El presente documento cuenta con ejemplos de aplicación del protocolo en las masas de agua del río Jarama, Milagro y Manzanares, con el fin de aclarar dudas pertinentes en cuanto a la definición de las capas GIS necesarias para la correcta aplicación del Protocolo HMF.

Para cada nivel de aplicación las capas GIS asociadas serán las siguientes:

NIVEL CUENCA	*Caudales medios mensuales en régimen natural* *Caudales máximos instantáneos en régimen natural* *Superficie vertiente directa y superficie de la cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua* *Grandes presas* *Superficie regulada por grandes presas*
NIVEL MASA DE AGUA	*Tramos hidromorfológicos*
NIVEL TRAMO HIDROMORFOLÓGICO	*Tipo morfológico actual* *Espacio fluvial* *Superficie impermeabilizada del espacio fluvial* *Obras de estabilización de márgenes* *Motas, diques y rellenos*
NIVEL SUBTRAMO DE MUESTREO	*Subtramo de muestreo* *Cauce activo* *Ribera topográfica Actual* *Ribera Funcional*

Capas GIS asociadas a cada nivel de aplicación.

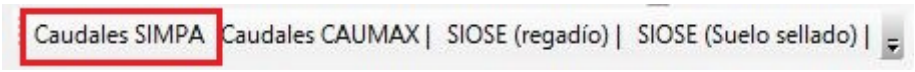
2.1.- NIVEL "CUENCA"

2.1.1.- CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN RÉGIMEN NATURAL

Nombre de la capa:	Puntos_SIMPA
Nombre de la geodatabase	Puntos_Caudales
Tipo de fichero:	Personal Geodatabase (Feature Class)
Tipo de capa:	Puntos
Sistema de coordenadas:	ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se trata de una capa de puntos en la que vendrán almacenados los datos de caudales medios mensuales en régimen natural en metros cúbicos por segundo (m^3/s) en la sección de cierre de la masa de agua. Esta capa almacenará los caudales de toda la serie disponible (1940/41-2005/06) y de la serie corta (1980/81-2005/06).

Para la obtención de esta capa se emplea la aplicación "Protocolo-masas-de-agua" en concreto la herramienta "Caudales SIMPA".

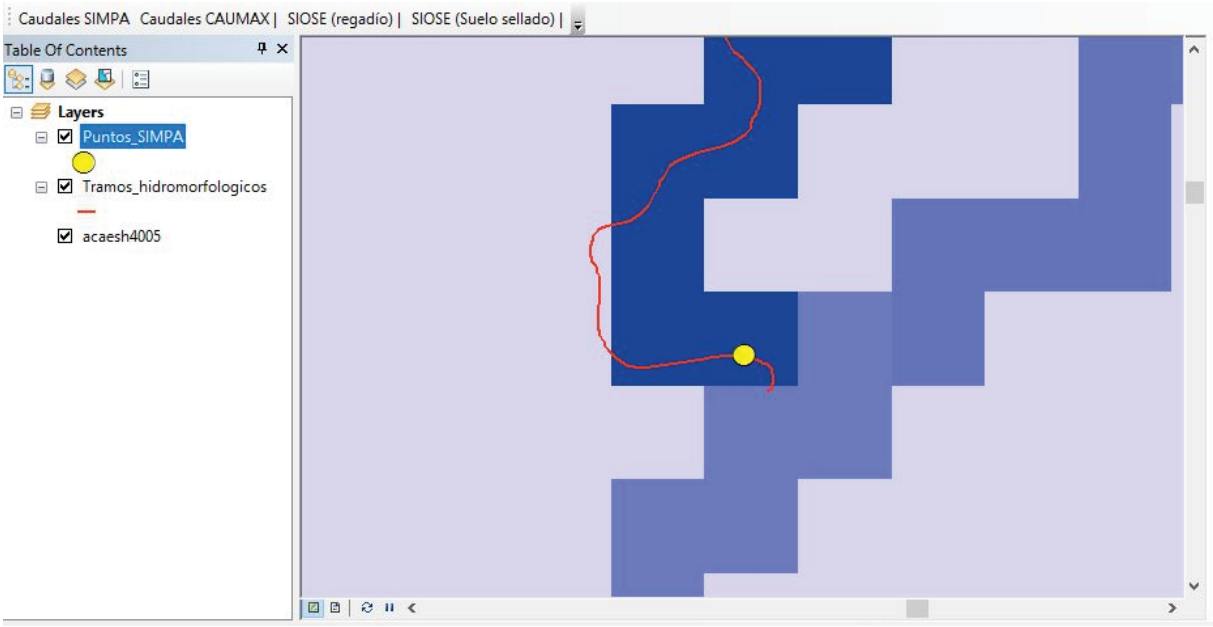


Se debe crear una Personal Geodatabase con el nombre de "Puntos_Caudales.mdb" en la que, a su vez, se crea la capa de puntos de caudales medios mensuales (Puntos_SIMPA) y la capa de puntos de caudales máximos instantáneos (Puntos_CAUMAX) que se explica en el apartado siguiente.

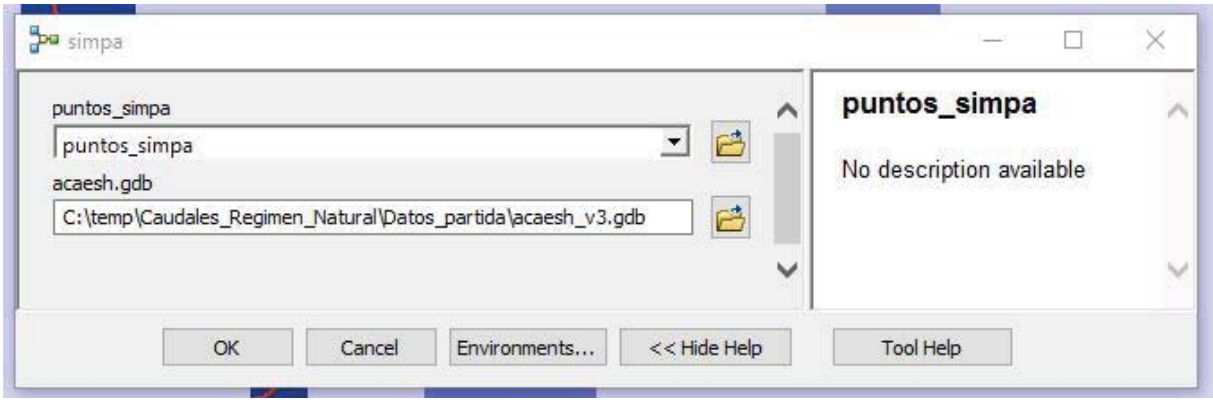


Para ejecutar la aplicación se debe cargar la capa "Puntos_SIMPA" y la geodatabase "acaesh_v3.gdb". Se recomienda guardar las geodatabases en rutas cortas para evitar errores en la ejecución de la aplicación.

El punto para el cual se quieren calcular los caudales debe estar dentro de la celda que corresponde con los valores de caudal en el cierre de la masa de agua.



A la capa de puntos solo debemos añadirle el campo "MASA_Cod" para definir el código de la masa de agua en el que se encuentra cada punto.



En la figura x y en la figura y se muestra la tabla de la capa con los valores obtenidos a partir de la aplicación.

Valores para la serie larga (1940/41-2005/06)

Puntos_SIMPA

MASA_Cod	q4005	q4005_1	q4005_2	q4005_3	q4005_4	q4005_5	q4005_6	q4005_7	q4005_8	q4005_9	q4005_10	q4005_11	q4005_12
ES030MSPF0420021	23.17986	32.85543	36.37566	32.85543	30.8642	27.62844	13.50309	4.106929	2.986858	7.716049	22.40143	33.95062	33.97551

Valores para la serie corta (1980/81-2005/06)

q8005	q8005_1	q8005_2	q8005_3	q8005_4	q8005_5	q8005_6	q8005_7	q8005_8	q8005_9	q8005_10	q8005_11	q8005_12
19.27955	29.12186	24.38823	21.65472	23.53395	23.89486	10.41667	2.986858	2.986858	5.015432	20.908	31.6358	35.09558

CÓDIGO	CONTENIDO
MASA_Cod	Código europeo de la masa de agua
q4005	Caudal medio anual en m^3/s en toda la serie disponible 1940/41-2005/06
q4005_1	Caudal medio mensual en m^3/s en toda la serie disponible 1940/41-2005/06 (de enero a diciembre)
q4005_2	
q4005_3	
q4005_4	
q4005_5	
q4005_6	
q4005_7	
q4005_8	
q4005_9	
q4005_10	
q4005_11	
q4005_12	
q8005	Caudal medio anual en m^3/s en la serie corta 1980/81-2005/06
q8005_1	Caudal medio mensual en m^3/s en la serie corta 1980/81-2005/06 (de enero a diciembre)
q8005_2	
q8005_3	
q8005_4	
q8005_5	
q8005_6	
q8005_7	
q8005_8	
q8005_9	
q8005_10	
q8005_11	
q8005_12	

Atributos de la capa de Caudales medios mensuales en régimen natural

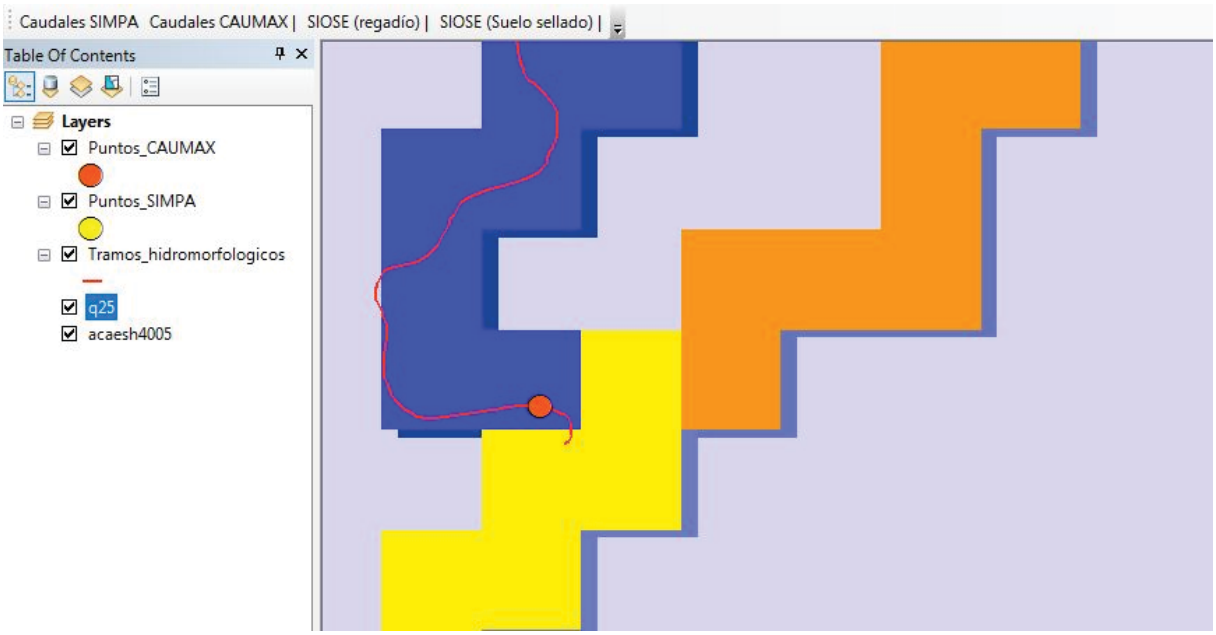
2.1.2.- CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS EN RÉGIMEN NATURAL

Nombre de la capa:	Puntos_CAUMAX
Nombre de la geodatabase	Puntos_Caudales
Tipo de fichero:	Personal Geodatabase (Feature Class)
Tipo de capa:	Puntos
Sistema de coordenadas:	ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se trata de una capa de puntos en la que se almacenan los caudales máximos instantáneos en régimen natural en metros cúbicos por segundo (m^3/s) asociados a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100, 500 años y el asociado a la máxima crecida ordinaria.

Para la obtención de esta capa se emplea la aplicación "Protocolo-masas-de-agua" en concreto la herramienta "Caudales CAUMAX".





El único campo que se debe añadir a la capa "Caudales_CAUMAX" es el de "MASA_Cod". Para ejecutar la aplicación se debe cargar la capa "Puntos_CAUMAX" y la geodatabase "caumax.gdb". Se recomienda guardar las geodatabases en rutas cortas para evitar errores en la ejecución de la aplicación.

Puntos_CAUMAX

MASA_Cod	q2	q5	q10	q25	q100	q500	mco
ES030MSPF0420021	159	285	373	498	715	1016	255

CÓDIGO	CONTENIDO
MASA_Cod	Código europeo de la masa de agua
q2	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 2 años
q5	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 5 años
q10	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 10 años
q25	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 25 años
q100	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 100 años
q500	Caudal máximo instantáneo en m^3/s asociado al periodo de retorno de 500 años
mco	Caudal de la máxima crecida ordinaria en m^3/s

Atributos de la capa de Caudales máximos instantáneos en régimen natural

2.1.3.- SUPERFICIE VERTIENTE DIRECTA Y SUPERFICIE DE LA CUENCA VERTIENTE EN LA SECCIÓN DE CIERRE DE LA MASA DE AGUA

Nombre de la capa: Superficie_Intercuenca

Superficie_Cuenca

Tipo de fichero: Shapefile

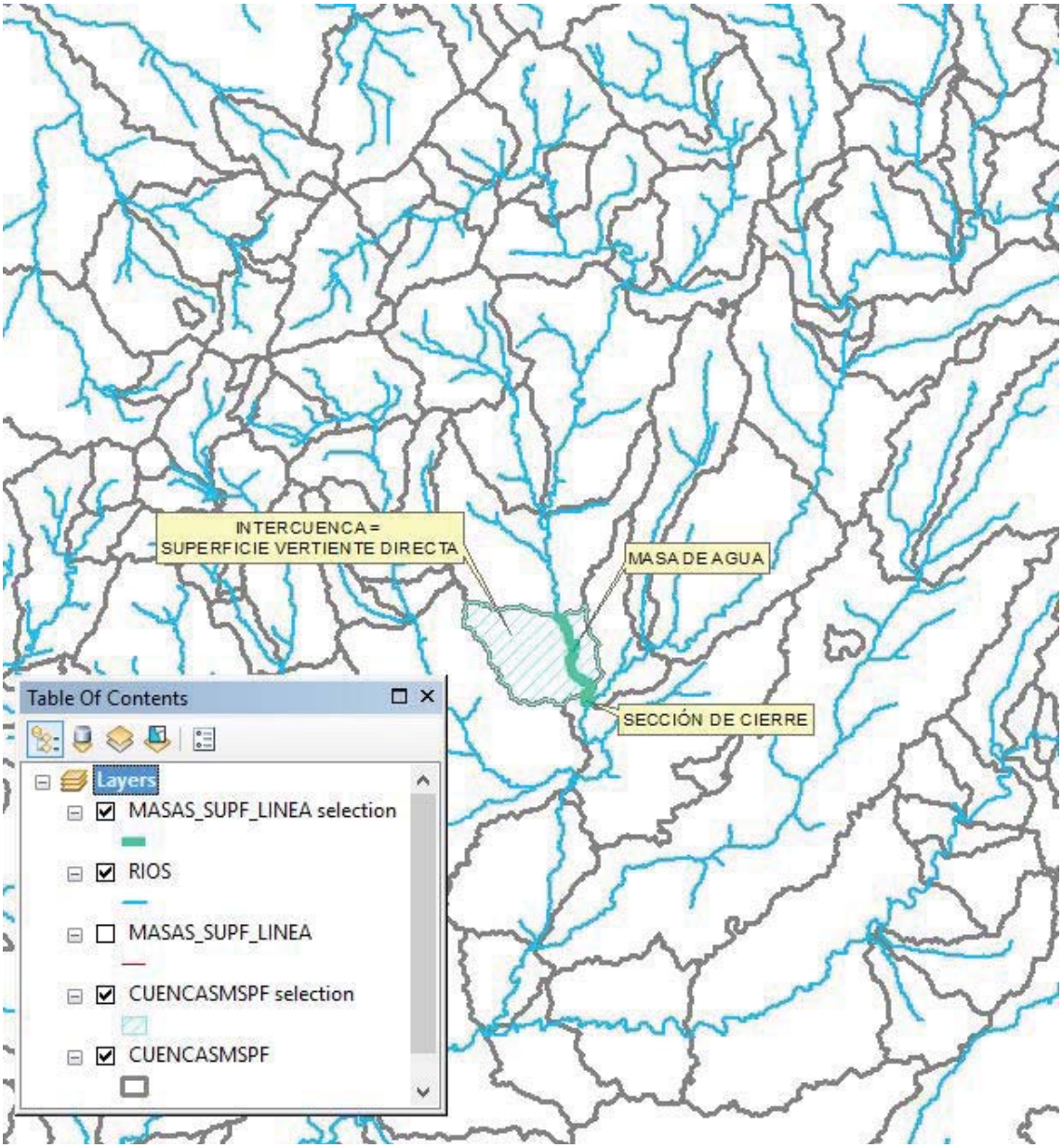
Tipo de capa: Polígonos

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

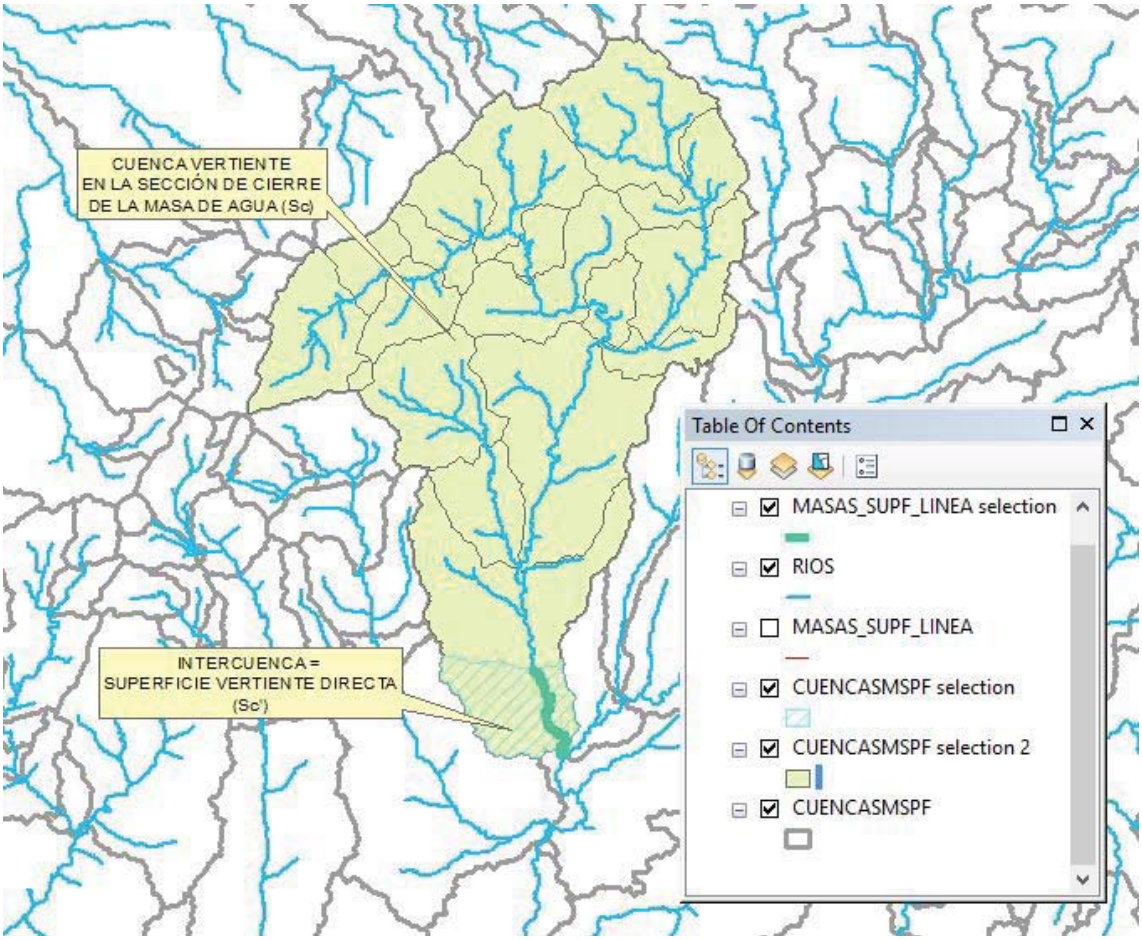
Las capas oficiales que se emplean para la obtención de estas capas son las siguientes:

CAPAS DE SUPERFICIE VERTIENTE DIRECTA (INTERCUENCA DE LA MASA DE AGUA) Y SUPERFICIE DE LA CUENCA VERTIENTE			
NOMBRE	CARPETA/CAPA	ENLACE WMS	ENLACE DESCARGA
SUBCUENCAS DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES DE LA DMA (ARTÍCULO 5)	Cuencas_MSPF_tcm7-285242.zip CUENCASMSPF.shp	http://wms.mapa.es/sig/Agua/SubcuencasMSPF/wms.aspx	**http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/Cuencas_MSPF_tcm7-285242.zip**
RED HIDROGRÁFICA BÁSICA PROCEDENTE MDT 100x100	Rios_MDT_100x100_tcm7-285337.zip RIOS.shp	http://wms.mapama.es/sig/Agua/RedHidrograficaMDT/wms.aspx	**http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/Rios_MDT_100x100_tcm7-285337.zip**

Cargamos las capas e identificamos nuestra masa de agua:

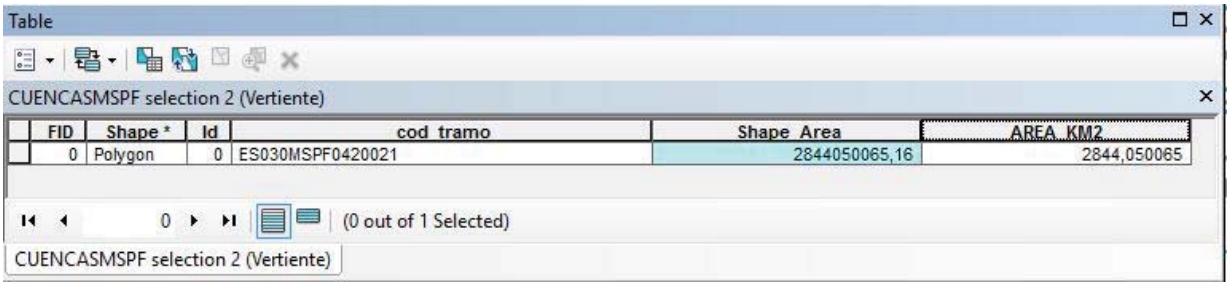


Seleccionamos todas las cuencas vertientes aguas arriba de la sección de cierre:



Es importante disolver la capa "cuenca vertiente en la sección de cierre de la masa de agua" de modo que se tenga una capa con un solo polígono (En ArcGIS: Data Management Tools > Dissolve).

A estas dos capas (Cuenca vertiente e intercuenca) hay que añadirles los siguientes campos:



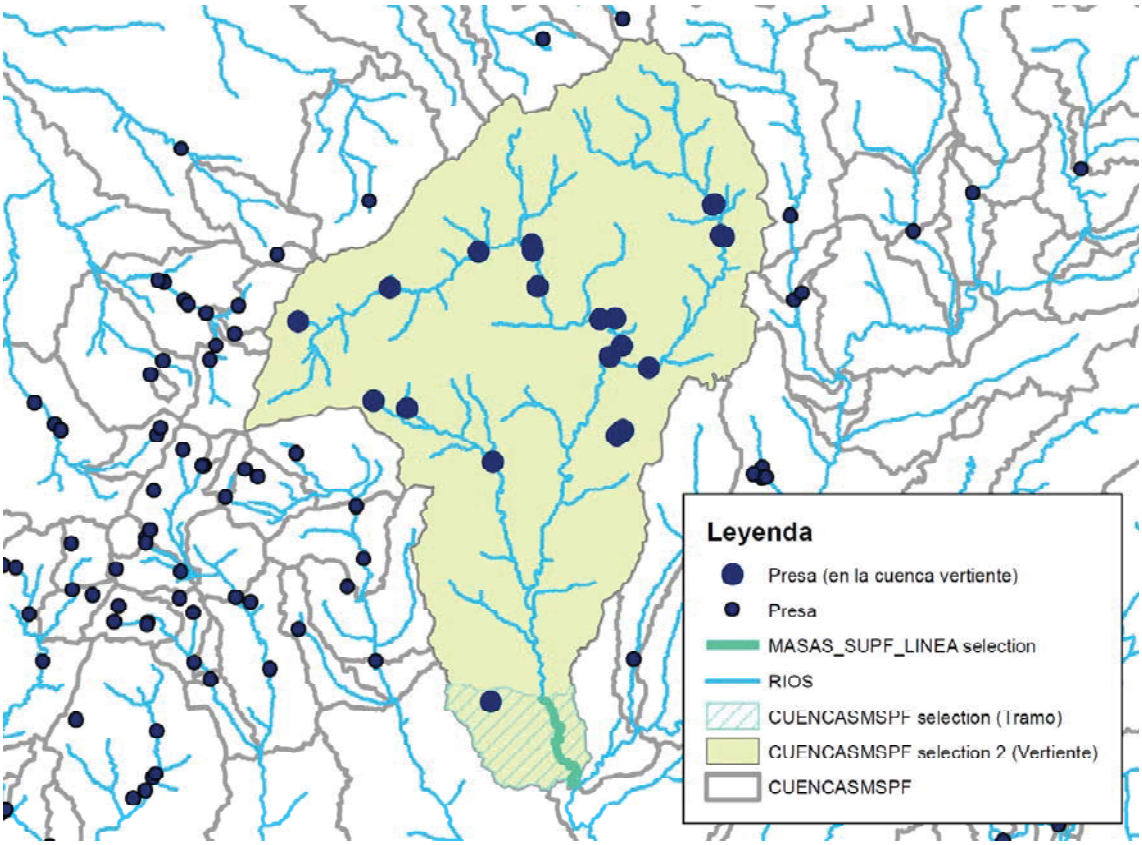
CÓDIGO	*TIPO DE CAMPO*	*CONTENIDO*
cod_tramo	*Text*	*Código de la masa de agua*
Shape_Area	*Double*	*Superficie en m^2*
AREA_KM2	*Double*	*Superficie en km^2*

2.1.4.- GRANDES PRESAS

Nombre de la capa:	Grandes_Presas
Tipo de fichero:	Shapefile
Tipo de capa:	Puntos
Sistema de coordenadas:	ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se emplea la capa Presa.shp (eGISPE mayo 2015.zip). *Esta capa no está disponible para descargar, fue proporcionada directamente por el MAGRAMA.*

Se seleccionan las presas en la cuenca vertiente, y de estas se seleccionan las grandes presas:



Nos quedamos con aquellas presas principales en explotación que sean gran presa.

Gran presa:

Grandes presas:

H> 15 m ó

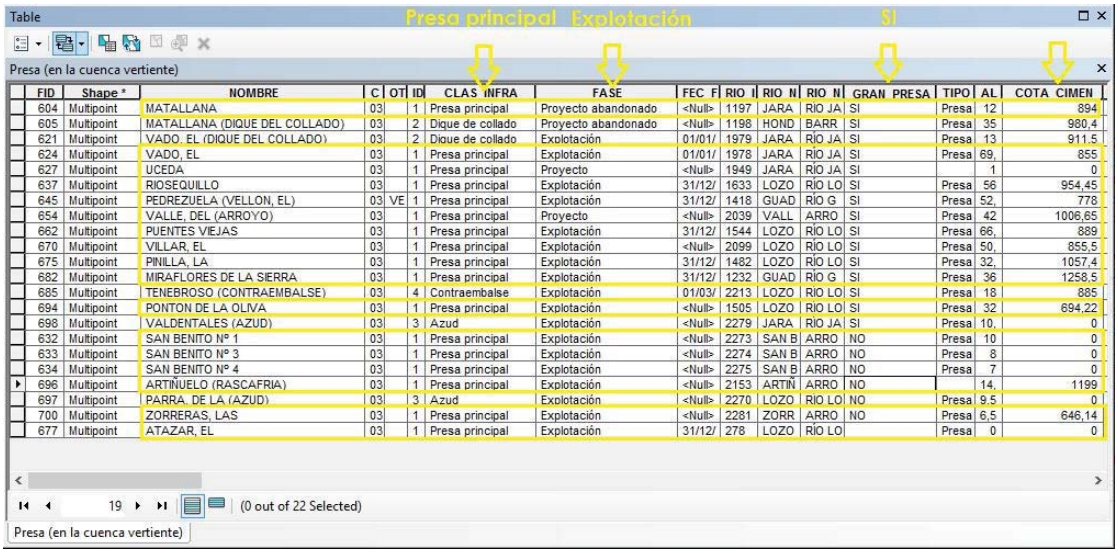
10<H< 15 m y Ve> 100.000 m3

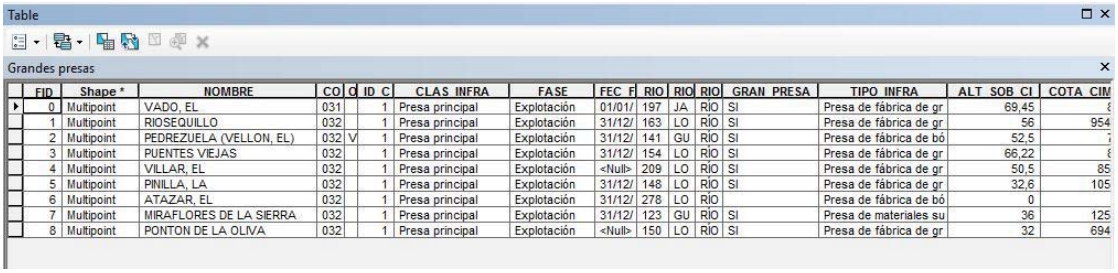
Siendo:

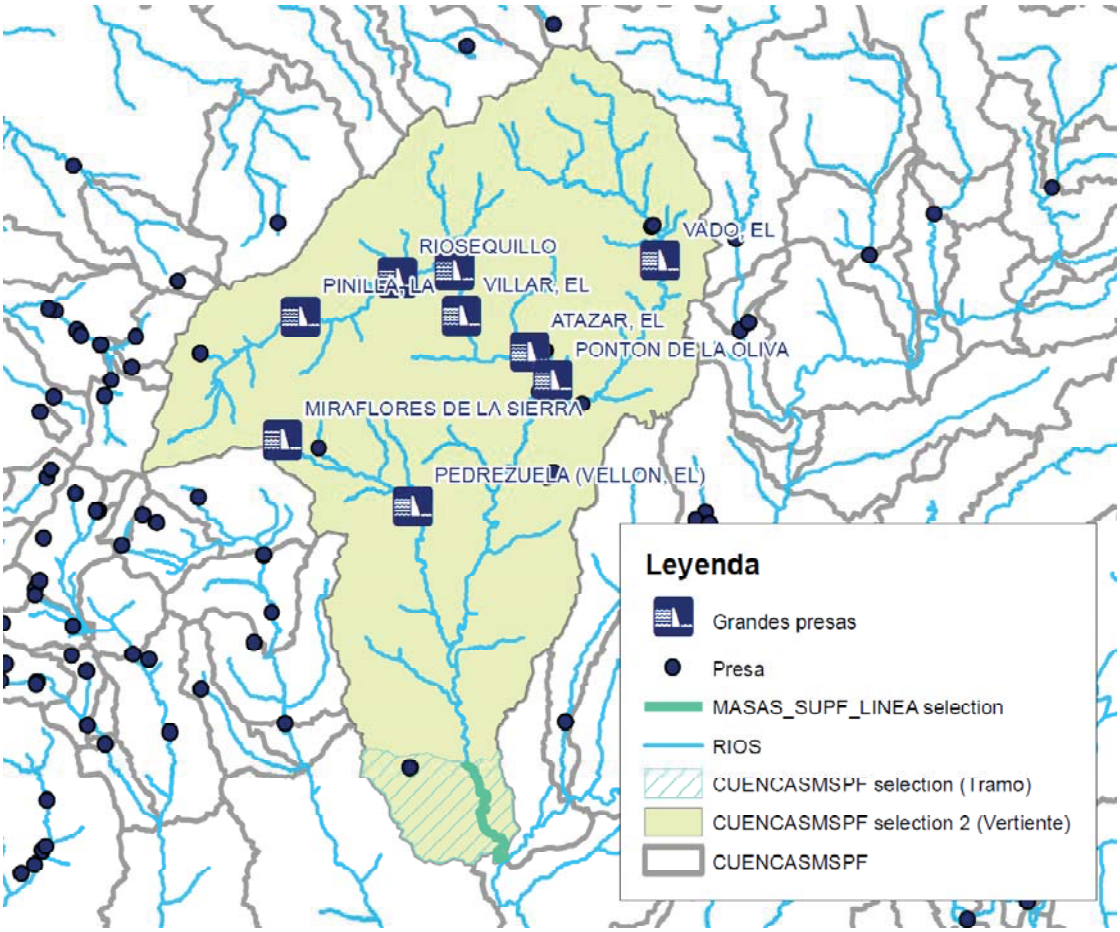
H la altura desde la base de la cimentación

Ve el volumen del embalse.

(art 358 Reglamento DPH)







A esta capa no hay que añadir campos adicionales

2.1.5.- SUPERFICIE REGULADA POR GRANDES PRESAS

Nombre de la capa: Sc_Regulada

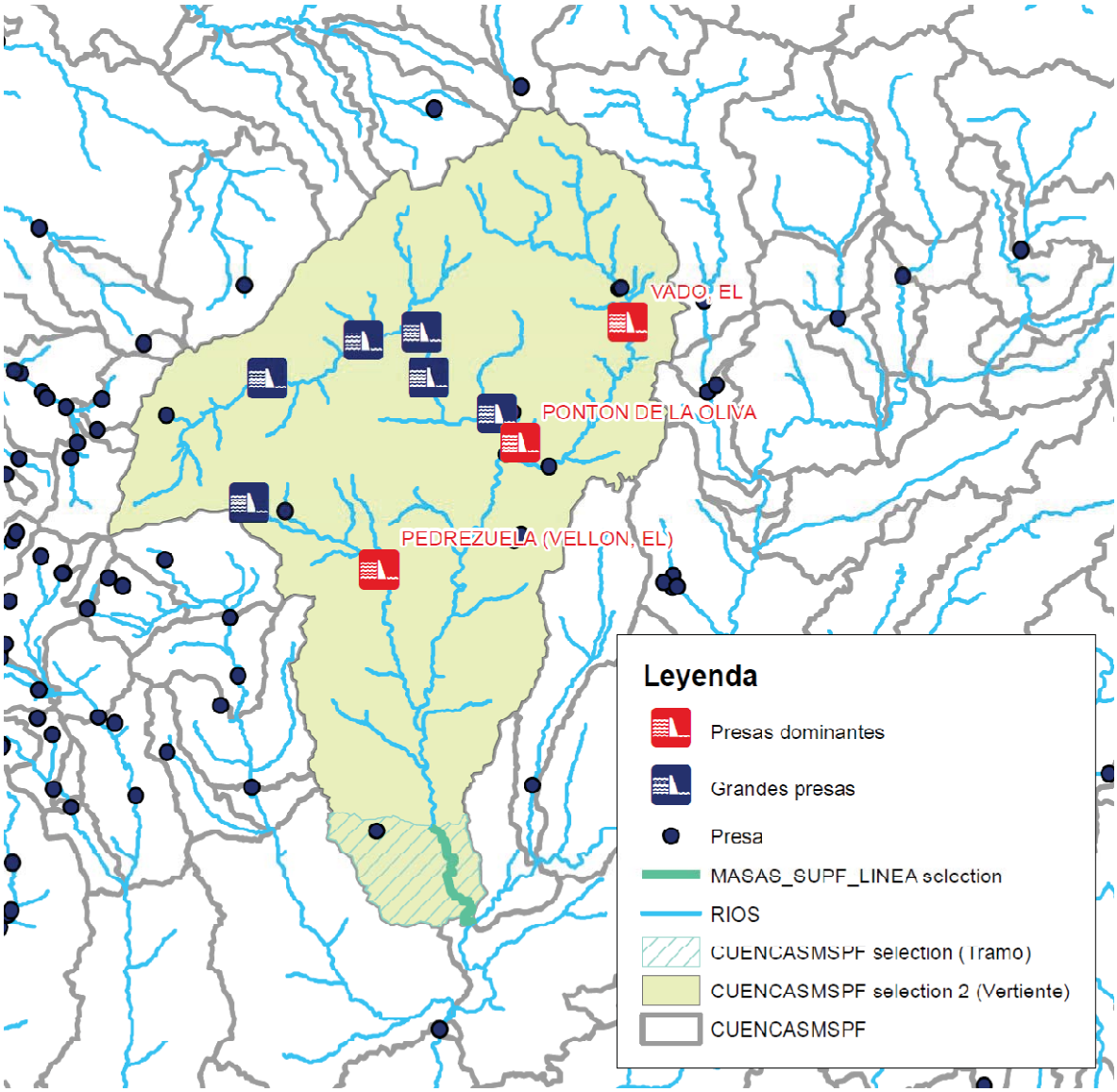
Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Polígonos

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se trata de la capa de Superficie Regulada por grandes presas en la cuenca en la sección de cierre de la masa de agua (superficie dominada).

De todas las grandes presas seleccionamos las que estén más aguas abajo de cada cauce principal (presas dominantes):



Calculamos la superficie dominada (Sc_Regulada) por estas presas a partir del "raster de acumulados".

Capas necesarias:

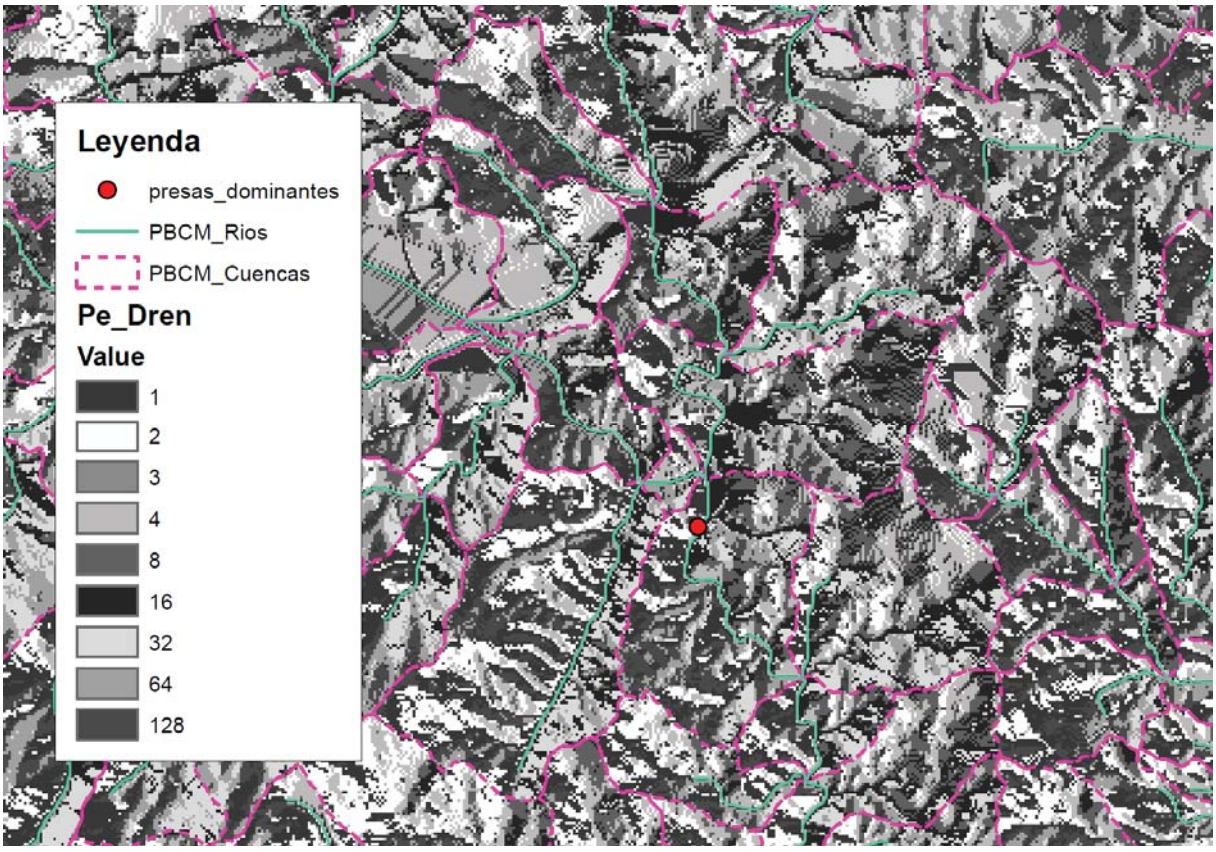
Raster de acumulados: EspanaCod.gdb > Pe_Dren.

Ríos a procedentes del MDT25: EspanaCod.gdb > PBCM_Rios

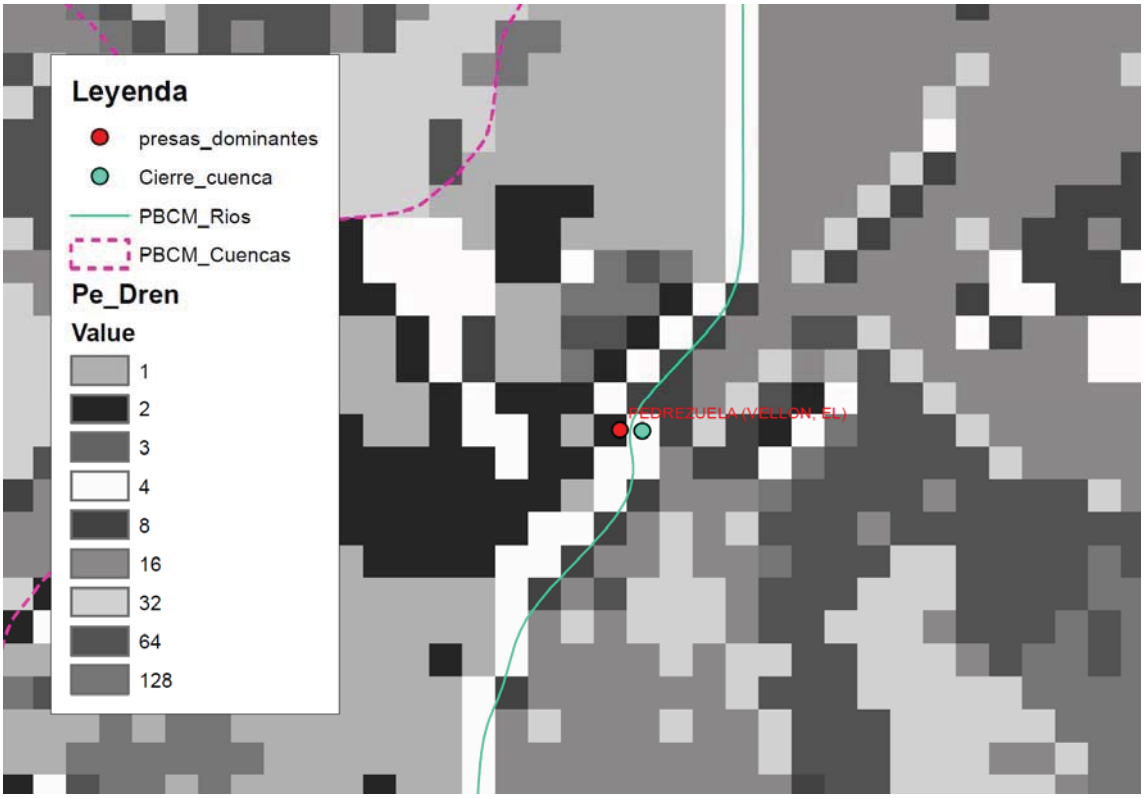
Cuencas de las masas de agua: CUENCASMSPF.shp

Geodatabase proporcionada por el MAGRAMA, no está disponible para descargar.

Nota: Antes de calcular las cuencas a partir del raster, comprobar si las cuencas ya están calculadas en las capas de las Cuencas de las masas de agua (CUENCASMSPF.shp) o en la capa de cuencas procedentes del MDT25 (EspanaCod.gdb > PBCM_Cuencas)

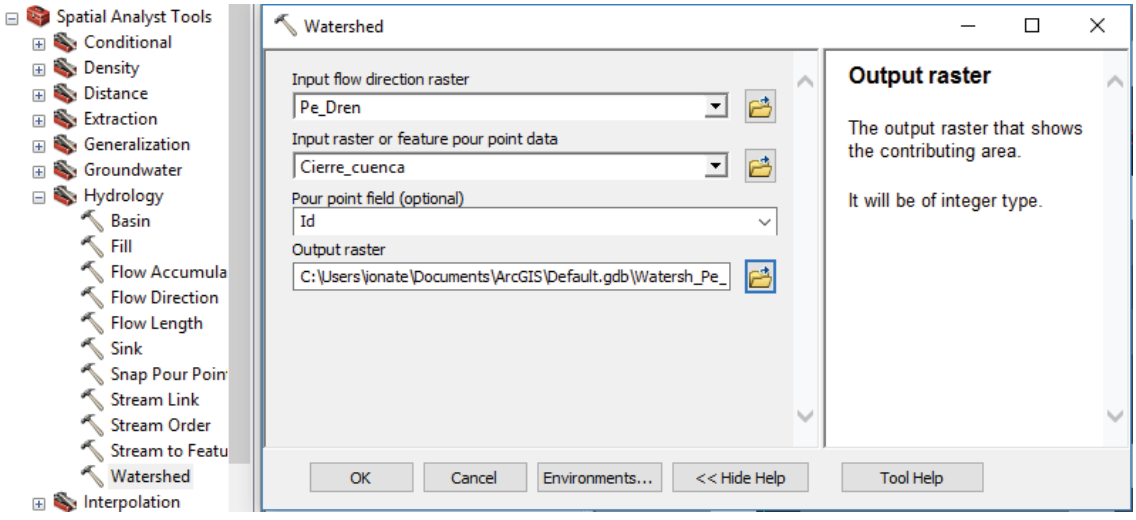


Creamos una capa de puntos auxiliar para calcular la superficie dominada (cierre_cuenca.shp).

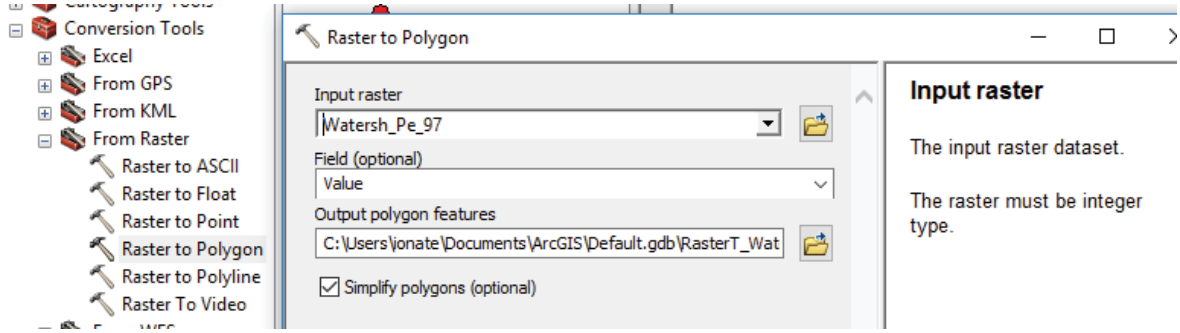


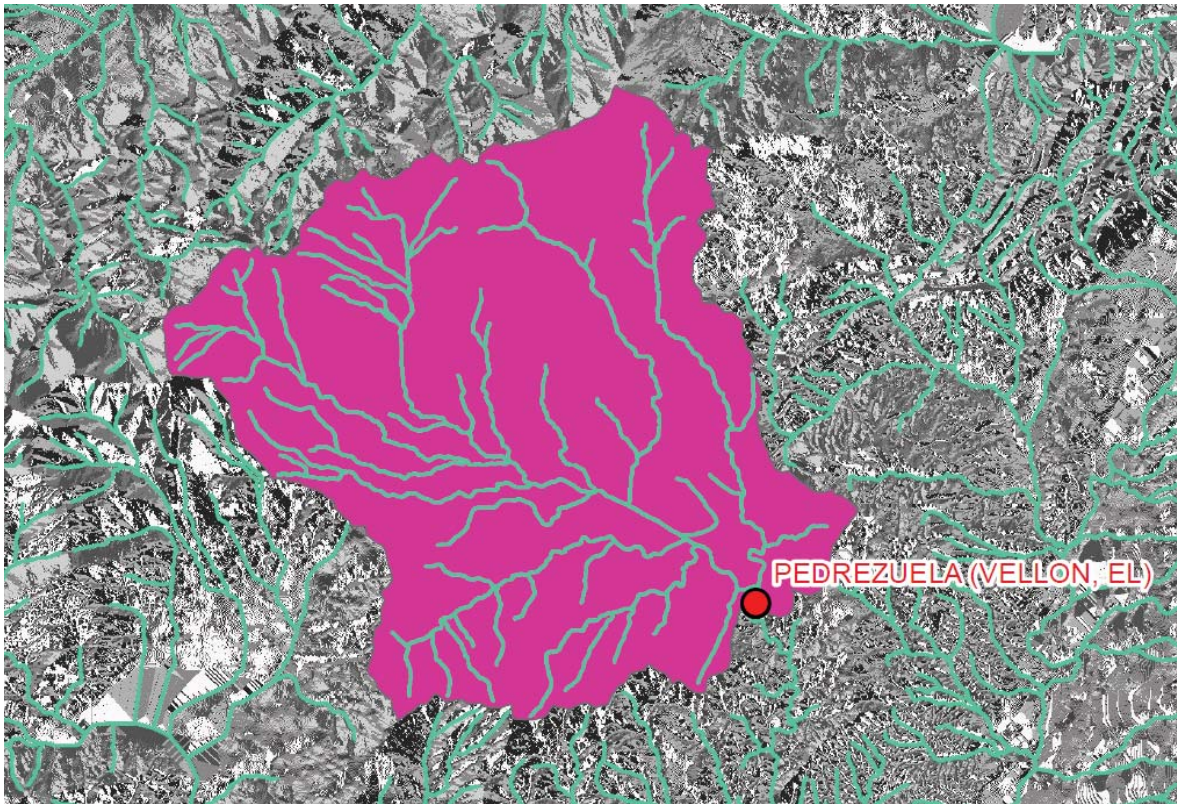
Hacemos que ese punto coincida justo con la red principal de drenaje como se ve en la figura.

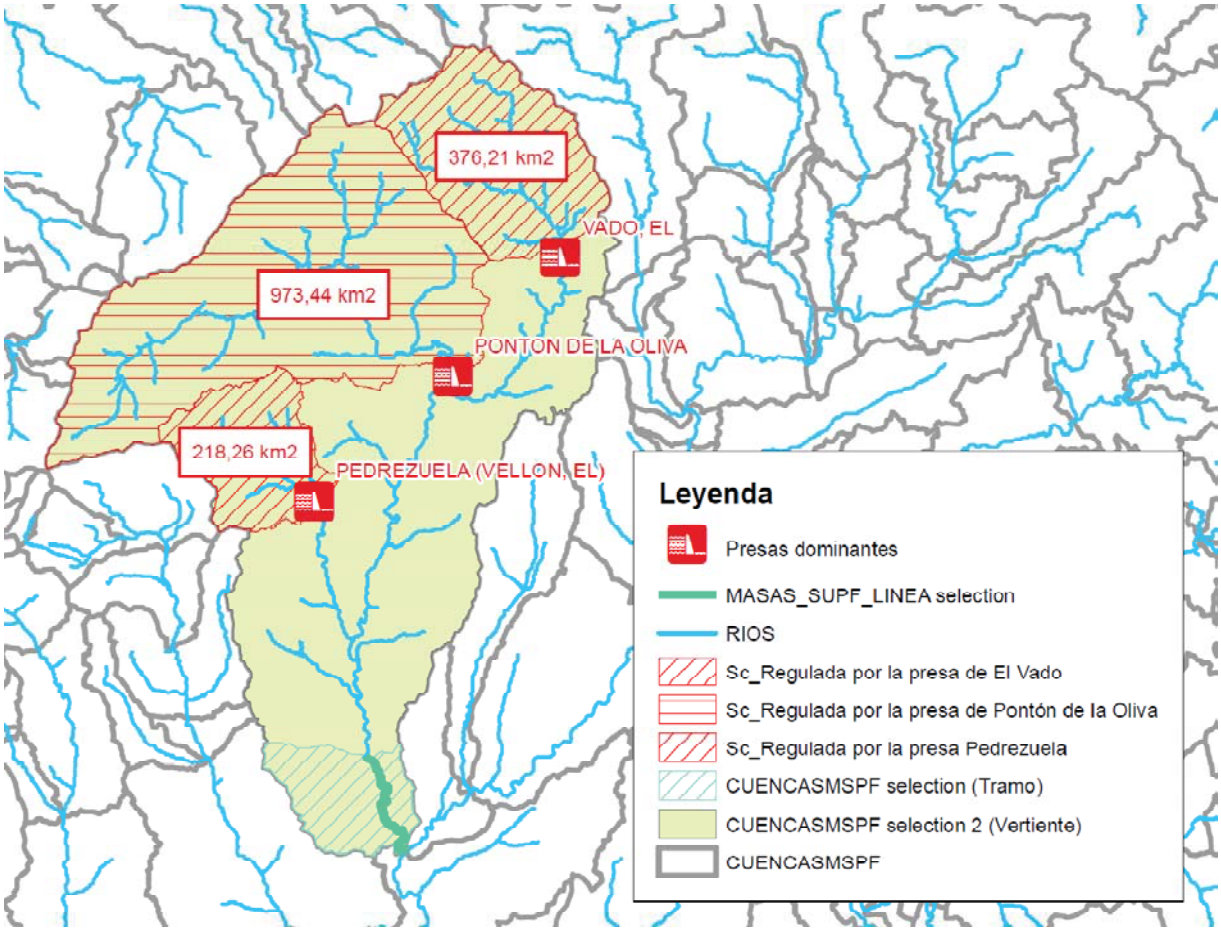
Calculamos la cuenca con la herramienta:



Tras esta operación se obtiene un raster que se debe convertir en polígono:







CÓDIGO	*CONTENIDO*
PRESA	*Presa dominante*
AREA_KM2	*Superficie regulada (km^2)*

Atributos de la capa de Superficie Regulada

2.2.- NIVEL "MASA DE AGUA"

2.2.1.- TRAMOS HIDROMORFOLÓGICOS

Nombre de la capa: Tramos_hidromorfologicos

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Líneas

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

A nivel de masa de agua se generará un solo shapefile que, sobre la geometría de la masa de agua, establezca los tramos en los que se ha dividido esta masa de agua de acuerdo con las características hidromorfológicas existentes.

Una masa de agua podrá tener como máximo tres tramos hidromorfológicos (no se recomiendan más tramos). En el caso de que una masa de agua contenga afluentes, estos solo se distinguirían en tramos si fuesen afluentes de gran importancia y/o sus características hidromorfológicas fuesen distintas.

CÓDIGO	*CONTENIDO*
TRAMO_Cod	*Código del tramo de la masa de agua:* *Código de la masa de agua + guion bajo + número ordinal del tramo hidromorfológico*
TRAMO_Nom	*Nombre del tramo hidromorfológico*
KM_TRAMO	*Longitud del tramo hidromorfológico en kilómetros (km)*
OBSERV	*Observaciones generales al tramo hidromorfológicos*
MASA_Cod	*Código europeo de la masa de agua*

Atributos de la capa de tramos hidromorgológicos

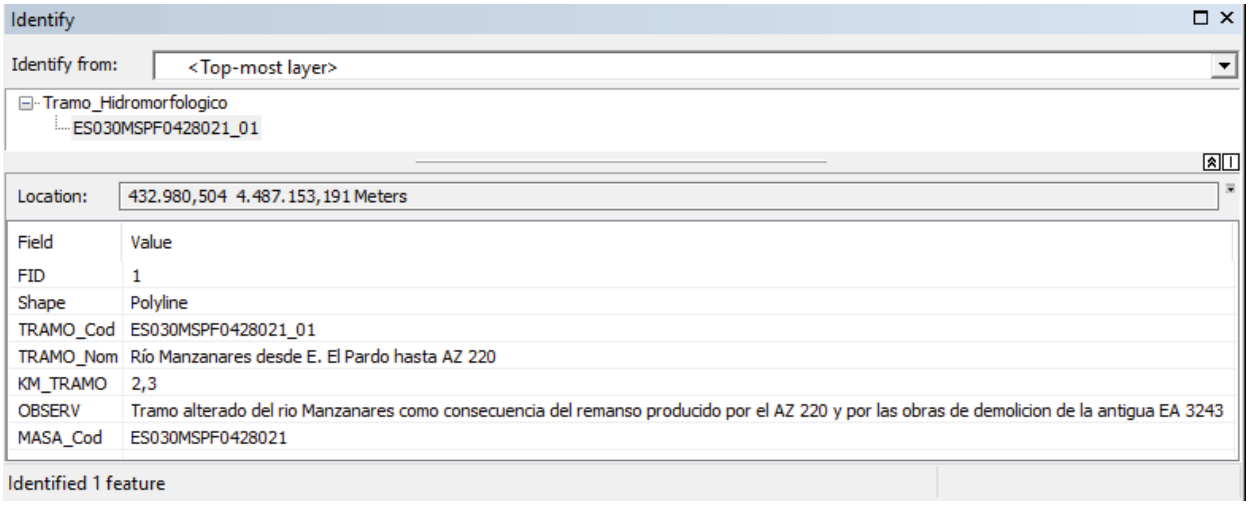
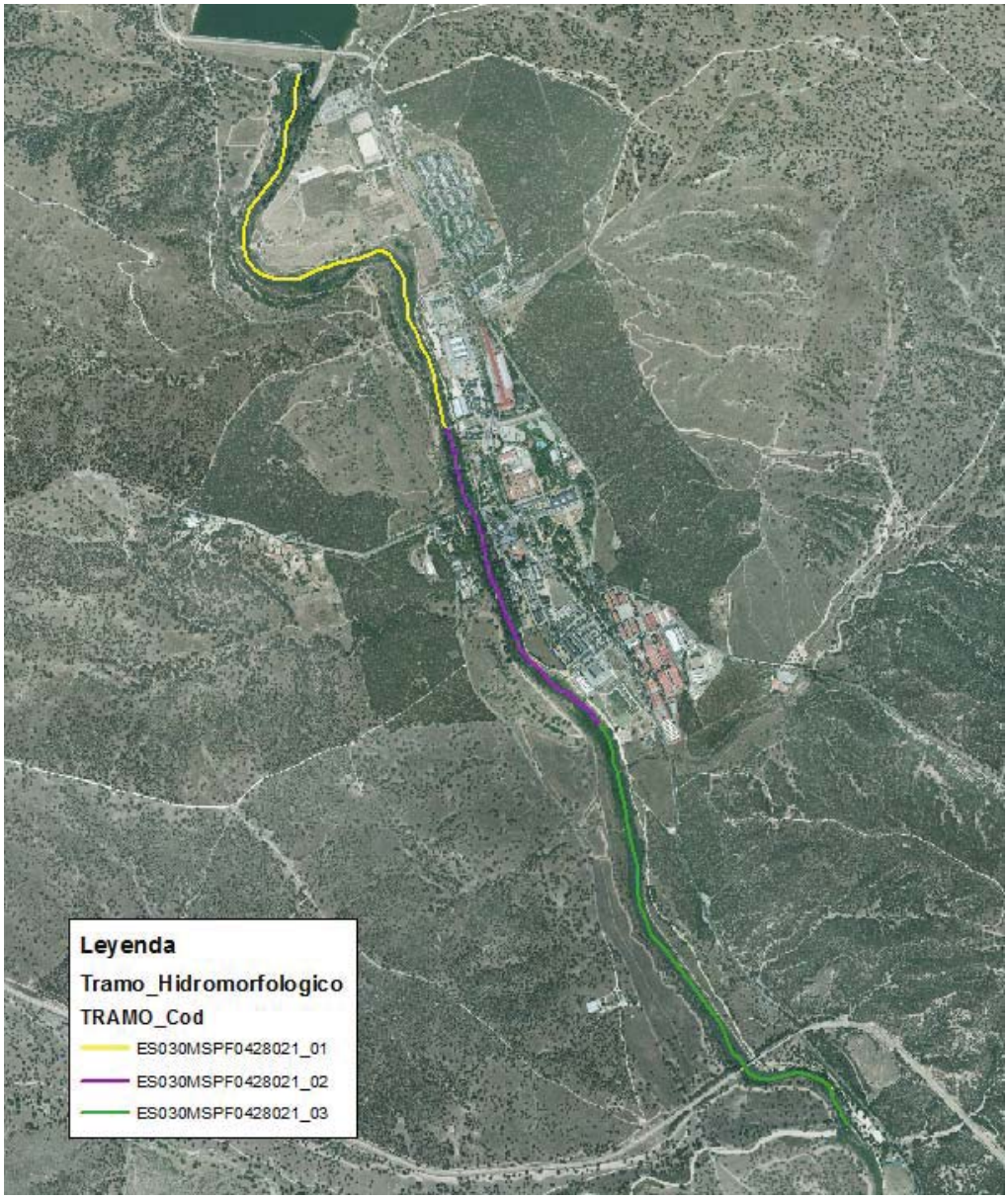


Tabla de atributos de la capa de tramos hidromorfológicos. Río Manzanares.



Capa de Tramos hidromorfológicos. Río Manzanares.

2.3.- NIVEL "TRAMO DE MASA DE AGUA"

Cada tramo hidromorfológico de una masa de agua tiene varios datasets asociados.

2.3.1.- TIPO MORFOLÓGICO ACTUAL

Nombre de la capa: Tipo_morfologico_actual

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Líneas

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se dibujan tantos tipos morfológicos en planta como sean identificados en la ortofoto de máxima actualidad, siguiendo la geometría del tramo hidromorfológico.

Se recuerda que la longitud de cada tipo morfológico no debe ser inferior al 20% de la longitud de la masa de agua, salvo en los casos en los que el tipo morfológico venga determinado por una acción antropogénica significativa.

CÓDIGO	*CONTENIDO*
TIPOMF_Cod	*Código del tipo morfológico en planta de cada tramo de la masa de agua:* *Código de la masa de agua + guion bajo + número ordinal del tramo hidromorfológico + guión bajo + A+ número ordinal de tipo morfológico en planta dentro del tramo.*
TIPOMF	*Tipo morfológico en planta identificado en la fotografía aérea de máxima actualidad. En cada campo debe aparecer alguno de los siguientes tipos:* *RECTO, SINUOSO, MEANDRIFORME, DIVAGANTE, TRENZADO, ANASTOMOSADO, RAMBLA* *Si existe otro tipo que no aparezca en la lista se debe especificar.*
N_TIPOMF	*Número del tipo morfológico:* *1: RECTO; 2: SINUOSO; 3: MEANDRIFORME; 4: DIVAGANTE; 5: TRENZADO; 6: ANASTOMOSADO;* *7: RAMBLA; 8: OTRO*
IN_SINUOS	*Índice de sinuosidad calculado como el cociente entre la longitud del thalweg (longitud del fondo del valle) y la longitud de valle (en línea recta entre el punto de inicio y el punto de fin), ambos referidos al segmento determinado como tipo morfológico.*
KM_TIPOMF	*Longitud del segmento determinado como un tipo morfológico, expresada en kilómetros (km) medidos en la proyección UTM (ETRS 1989)*
PCT_TIPOMF	*Porcentaje de la longitud del tramo en la que se ha identificado el tipo morfológico (%).* *PCT_TIPO = 100*[KM_TIPOMF]/[KM_TRAMO] (%)*
TRAMO_Cod	*Código del tramo de la masa de agua.*

Atributos de la capa de tipo morfológico actual

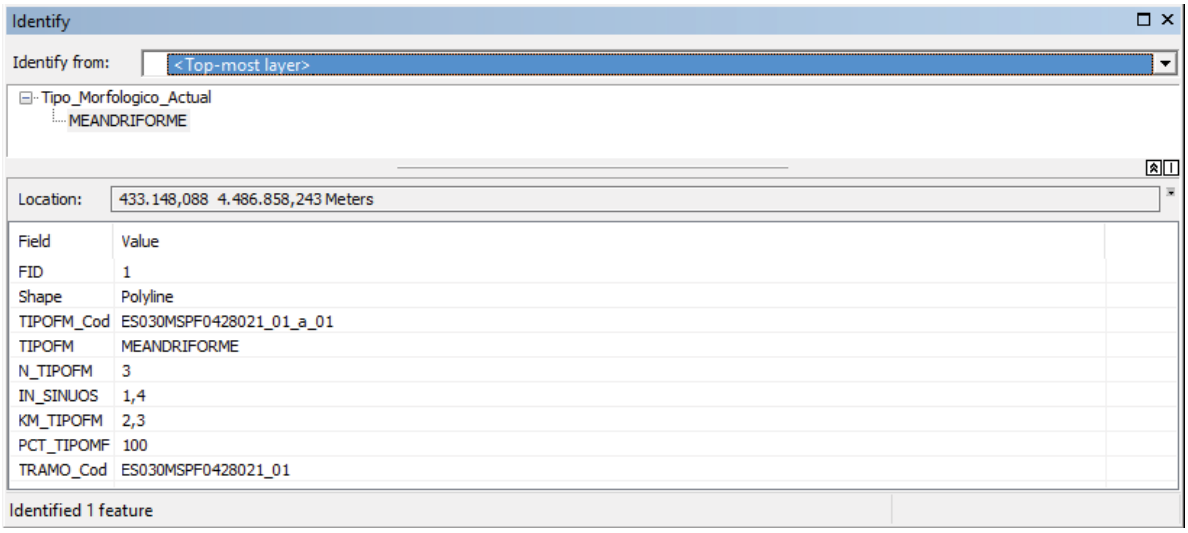
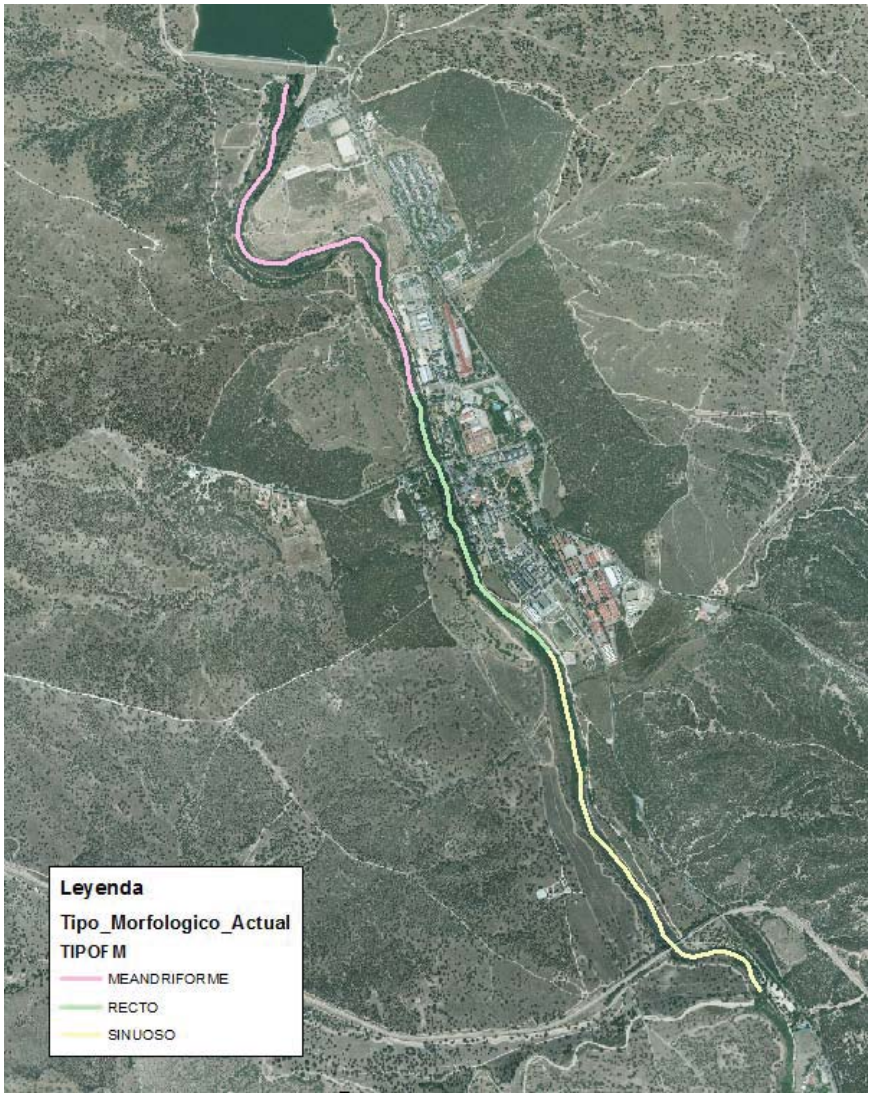


Tabla de atributos de tipo morfológico actual. Río Manzanares.



Capa de Tipo morfológico actual. Río Manzanares.

2.3.2.- ESPACIO FLUVIAL

Nombre de la capa:	Espacio_fluvial
Tipo de fichero:	Shapefile
Tipo de capa:	Polígonos
Sistema de coordenadas:	ETRS_1989_UTM_Zone_30N

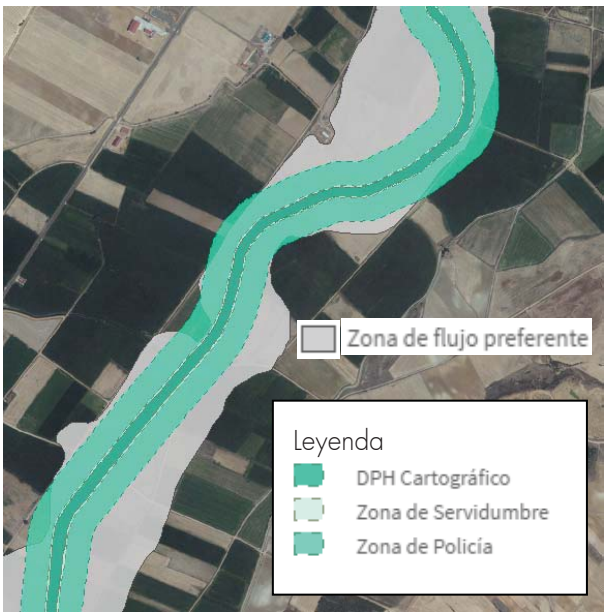
Se delimitará el Espacio fluvial para la determinación posterior de las presiones existentes en el mismo y su cartografiado.

Para la aplicación de este protocolo, el espacio fluvial se estimará en función de la geomorfología del valle y de una combinación entre la zona de policía y la zona de flujo preferente definida en la cartografía de zonas inundables disponible en el SNCZI y en las distintas web de los Organismos de cuenca.

En aquellos ríos en los que exista información cartográfica del dominio público hidráulico (DPH), este espacio fluvial se podrá, o bien estimar a partir de la geomorfología del valle o bien simplificar su cálculo, tomando como ancho del espacio fluvial el máximo de estos valores:

- la zona de policía asociada (franja de 100 m a cada lado del cauce a partir de la línea que delimita el DPH).
- la zona de flujo preferente.

En el caso de que en el tramo hidromorfológico no se disponga información sobre la superficie del DPH, se estimará el ancho del cauce activo y a partir de él, se considerará como ancho del espacio fluvial los cien metros (100 m) de zona de policía estimada en cada margen a partir del ancho del cauce activo. Igualmente al punto anterior, a partir de criterios geomorfológicos, podrá adaptarse esta anchura con una estimación geomorfológica de la zona de flujo preferente.



Se puede considerar que los procesos que generan mayor alteración en los fenómenos de impermeabilización del espacio fluvial son los derivados de la urbanización y la construcción de vías de comunicación. A efectos de cómputo de la superficie impermeable se considerará la superficie determinada

como tal en el SIOSE a la que se ha hecho referencia en el apartado *Posibles fuentes de alteración del régimen de caudales líquidos*.

Finalmente, se determinará el % de la superficie impermeabilizada en cada uno de los tramos hidromorfológicos en que se haya dividido la masa de agua en estudio

Para la obtención de la capa de espacio fluvial, se calculará la zona de policía de esta forma, aplicando un buffer de distancia cien metros a partir del perímetro del cauce activo por cada margen.

CÓDIGO	*CONTENIDO*
cod_tramo	*Código del Espacio Fluvial* *Código del tramo hidromorfológico + guion bajo + EF + guion bajo + MD o MI según pertenezca a la margen derecha o a la margen izquierda.*
Shape_Area	*Superficie del Espacio Fluvial en metros cuadrados (m^2)*
SUPF_HA	*Superficie del Espacio Fluvial en hectáreas (ha)*
MARGEN	*Margen del Espacio Fluvial: Derecha o Izquierda*
TRAMO_Cod	*Código del tramo hidromorfológico*
TIPO_EF	*Tipo del Espacio Fluvial en función de la fuente de la que se ha obtenido:* - *Real (DPH Cartográfico o Deslindado)* - *Estimada (A partir de la anchura del DPH)*

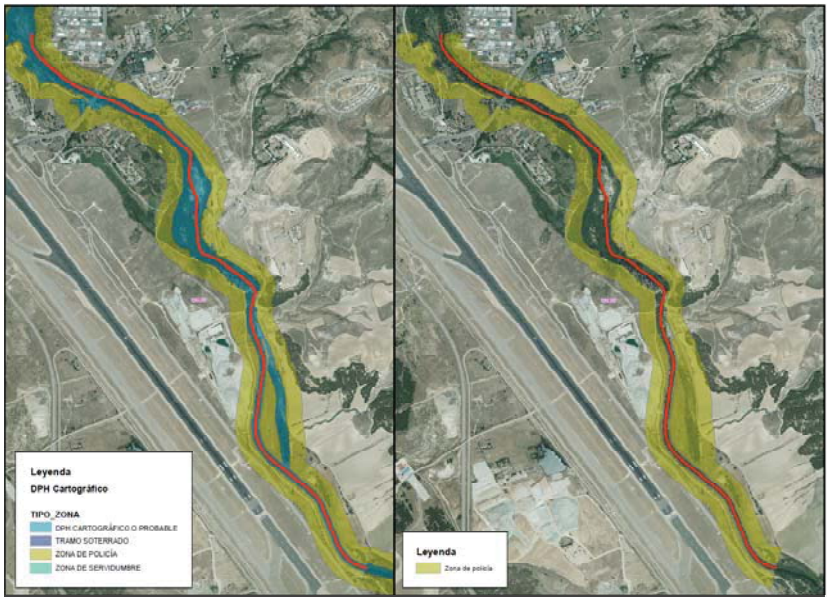
Atributos de la capa del espacio fluvial

Table

Zona de policía

FID	Shape *	Id	cod_tramo	Shape_Area	SUPF_HA	MARGEN	TRAMO_Cod
0	Polygon	0	ES030MSPF0420021_01_ZP_MI	522136,586222	52,213659	Izquierda	ES030MSPF0420021_01
1	Polygon	0	ES030MSPF0420021_01_ZP_MD	498217,81959	49,821782	Derecha	ES030MSPF0420021_01
2	Polygon	0	ES030MSPF0420021_02_ZP_MI	1227162,16698	122,716217	Izquierda	ES030MSPF0420021_02
3	Polygon	0	ES030MSPF0420021_02_ZP_MD	1094927,1306	109,492713	Derecha	ES030MSPF0420021_02

Tabla de atributos de la capa del espacio fluvial. Río Jamara.



Espacio fluvial a partir de la capa de DPH Cartográfico. Río Jarama.

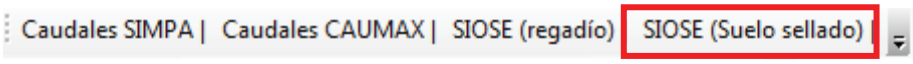
2.3.3.- SUPERFICIE IMPERMEABILIZADA EN EL ESPACIO FLUVIAL

Nombre de la capa: Superficie_impermeabilizada_EF

Tipo de fichero: Geodatabase

Tipo de capa: Tabla

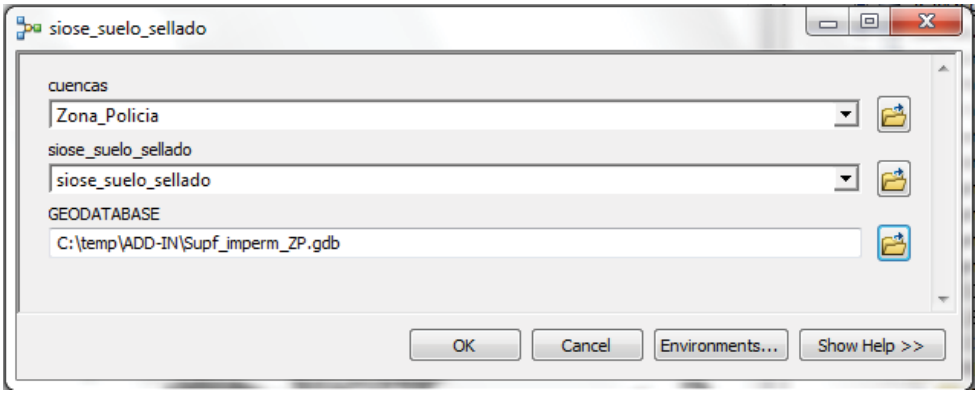
Para calcular la superficie impermeabilizada en el espacio fluvial se empleará el Add-in "Protocolo-masas-de-agua", en concreto la herramienta "SIOSE (Suelo sellado)".



Add-in "Protocolo-masas-de-agua".

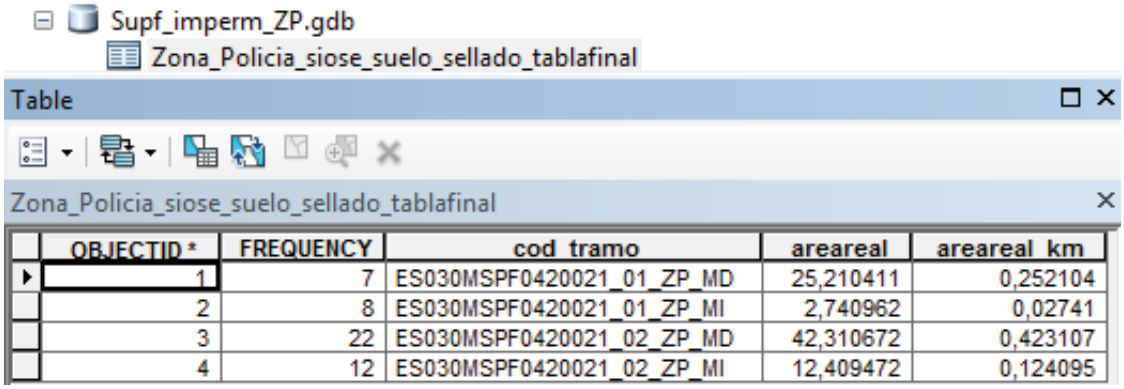
Los datasets necesarios para la correcta ejecución de la herramienta son:

- La capa del espacio Fluvial descrita en el apartado anterior (1.2.2).
- Capa de polígonos de SIOSE Suelo sellado ("siose_suelo_sellado.shp").
- Geodatabase para el almacenamiento de la tabla que se obtiene con la operación ("Supf_imperm_llanura.gdb").



Herramienta "SIOSE (Suelo sellado)".

El resultado de esta operación es la siguiente tabla:



OBJECTID *	FREQUENCY	cod_tramo	areareal	areareal_km
1	7	ES030MSPF0420021_01_ZP_MD	25,210411	0,252104
2	8	ES030MSPF0420021_01_ZP_MI	2,740962	0,02741
3	22	ES030MSPF0420021_02_ZP_MD	42,310672	0,423107
4	12	ES030MSPF0420021_02_ZP_MI	12,409472	0,124095

Tabla de superficie impermeabilizada en el espacio fluvial.

2.3.4.- ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES

Nombre de la capa: Estabilizacion_margenes

Tipo de fichero: Shapefile

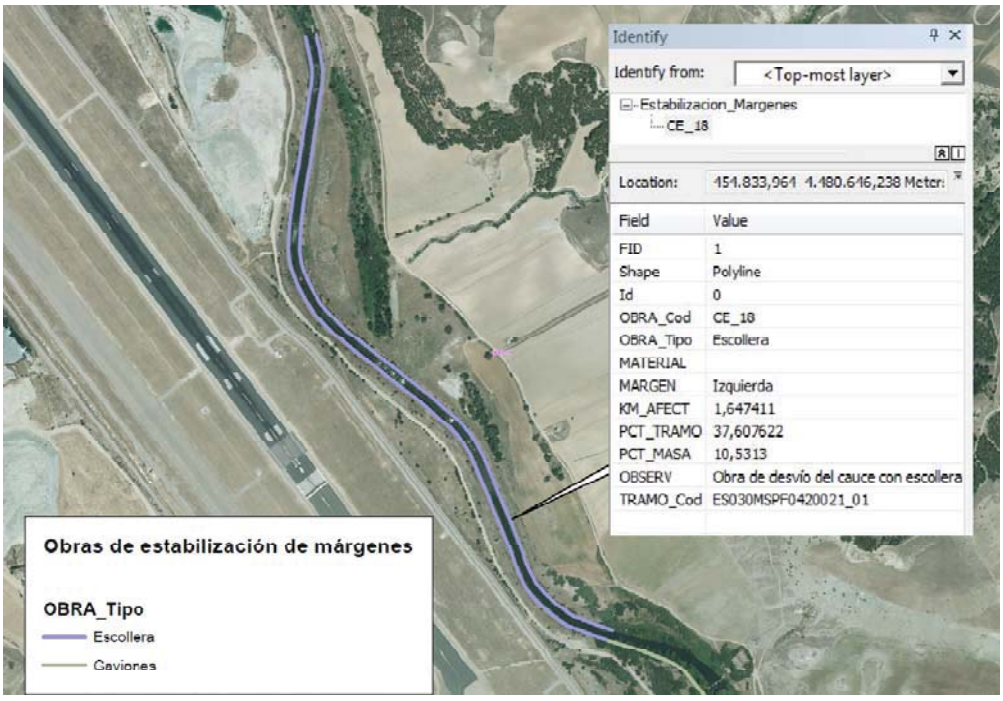
Tipo de capa: Líneas

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

En esta capa se encontrarán todas aquellas obras cuya misión principal sea proteger el talud o la margen del río frente a las erosiones. Los atributos de esta capa son:

CÓDIGO	CONTENIDO
OBRA_Cod	*Código de la obra de estabilización de márgenes.* *Este código debe coincidir con el código de la base de datos DATAGUA asignado para este tipo de obras.*
OBRA_Tipo	*Tipo de obra de estabilización de márgenes: Escollera; Muro; Gaviones; Espigones*
MATERIAL	*Material de la obra*
MARGEN	*Margen en la que se encuentra la obra: Derecha o Izquierda*
KM_AFECT	*Longitud afectada por la obra en kilómetros (km)*
PCT_TRAMO	*Porcentaje de longitud del tramo afectado por la obra.* *PCT_TRAMO = 100*[KM_AFECT]/[KM_TRAMO]*
PCT_MASA	*Porcentaje de longitud de la masa de agua afectada por la obra.* *PCT_TRAMO = 100*[KM_AFECT]/[KM_MASA]*
OBSERV	*Observaciones*
TRAMO_Cod	*Código del tramo hidromorfológico en el que se encuentra la obra*

Atributos de la capa de estabilización de márgenes.



Capa de obras de estabilización de márgenes. Río Jarama.

2.3.5.- MOTAS, DIQUES Y RELLENOS

Nombre de la capa: Motas_diques_rellenos

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Líneas

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

En esta capa se encontrarán las obras de defensa frente a las inundaciones como motas, diques y rellenos que se encuentren en las márgenes o en la llanura de inundación del tramo hidromorfológico. En la tabla de atributos aparecerán los siguientes campos:

CÓDIGO	*CONTENIDO*
OBRA_Cod	*Código de la obra de defensa.* *Este código debe coincidir con el código de la base de datos DATAGUA asignado para este tipo de obras.*
OBRA_Tipo	*Tipo de obra de defensa: Mota; Dique; Relleno*
MATERIAL	*Material de la obra*
REVEST	*Revestimiento de la obra: Sin definir, sin revestir, hormigón, escollera, gaviones, mampostería u otro*
MARGEN	*Margen en la que se encuentra la obra: Derecha o Izquierda*
UBICACION	*Ubicación de la obra:* *- Margen del río* *- Llanura de inundación*
DIST_CAUCE	*Distancia media de la mota al cauce (m)*
KM_AFECT	*Longitud afectada por la obra en kilómetros (km)*
PCT_TRAMO	*Porcentaje de longitud del tramo afectado por la obra.* *PCT_TRAMO = 100*[KM_AFECT]/[KM_TRAMO]*
PCT_MASA	*Porcentaje de longitud de la masa de agua afectada por la obra.* *PCT_TRAMO = 100*[KM_AFECT]/[KM_MASA]*
OBSERV	*Observaciones*
TRAMO_Cod	*Código del tramo hidromorfológico en el que se encuentra la obra*

Atributos de la capa de motas, diques y rellenos.

Identify

Identify from: <Top-most layer>

Motas_Diques_Rellenos
Mota

Location: 396.223,419 4.371.557,397 Meters

Field	Value
FID	0
Shape	Polyline
Id	0
OBRA_Cod	
OBRA_Tipo	Mota
MATERIAL	
REVEST	Sin Definir
MARGEN	Derecho
UBICACION	Margen del río
DIST_CAUCE	1
KM_AFECT	0,124818
PCT_TRAMO	1,19939
PCT_MASA	0,568024
OBSERV	
TRAMO_Cod	ES040MSPF000119870_02

Identified 1 feature

Tabla de atributos de la capa de motas, diques y rellenos. Río Milagro.



Capa de motas, diques y rellenos. Río Milagros.

2.4.- NIVEL SUBTRAMO DE MUESTREO

2.4.1.- SUBTRAMO DE MUESTREO

Nombre de la capa: Subtramo_muestreo

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Líneas

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Sobre la geometría del tramo hidromorfológico se define el eje del subtramo de muestreo. En los ríos de magnitud pequeña y media este subtramo contará con una longitud del orden de diez veces el cauce activo. En los grandes ejes fluviales, esta longitud se evaluará caso por caso en función de la magnitud del tramo a estudiar. Los atributos que tiene la capa de subtramo de muestreo son:

CÓDIGO	*CONTENIDO*
SBTM_Cod	*Código del subtramo de muestreo:* *Código de la masa de agua + guion bajo + número ordinal del tramo hidromorfológico + guion bajo + SBTM + número ordinal del subtramo de muestreo*
SBTM_Nom	*Nombre del subtramo de muestreo*
KM_SBTM	*Longitud del subtramo de muestreo en kilómetros (km)*
EST_BIO	*Existencia de estaciones de control biológico en el subtramo de muestreo (SÍ/NO)*
EST_FQ	*Existencia de estaciones de control fisicoquímico en el subtramo de muestreo (SÍ/NO)*
OBSERV	*Observaciones generales al subtramo de muestreo*
TRAMO_Cod	*Código del tramo hidromorfológico al que pertenece el subtramo de muestreo*

Atributos de la capa de subtramo de muestreo.

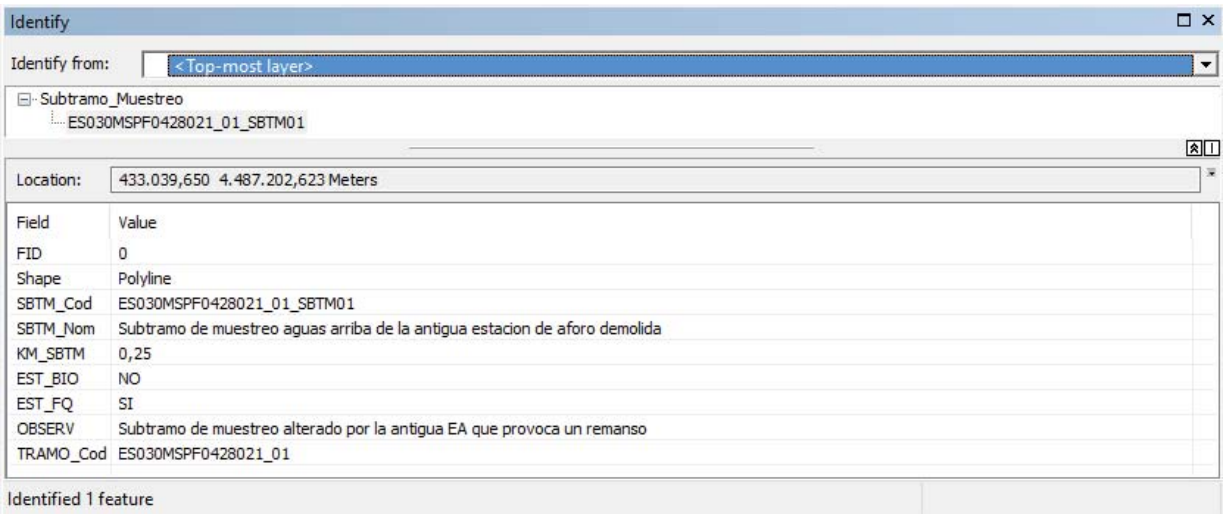
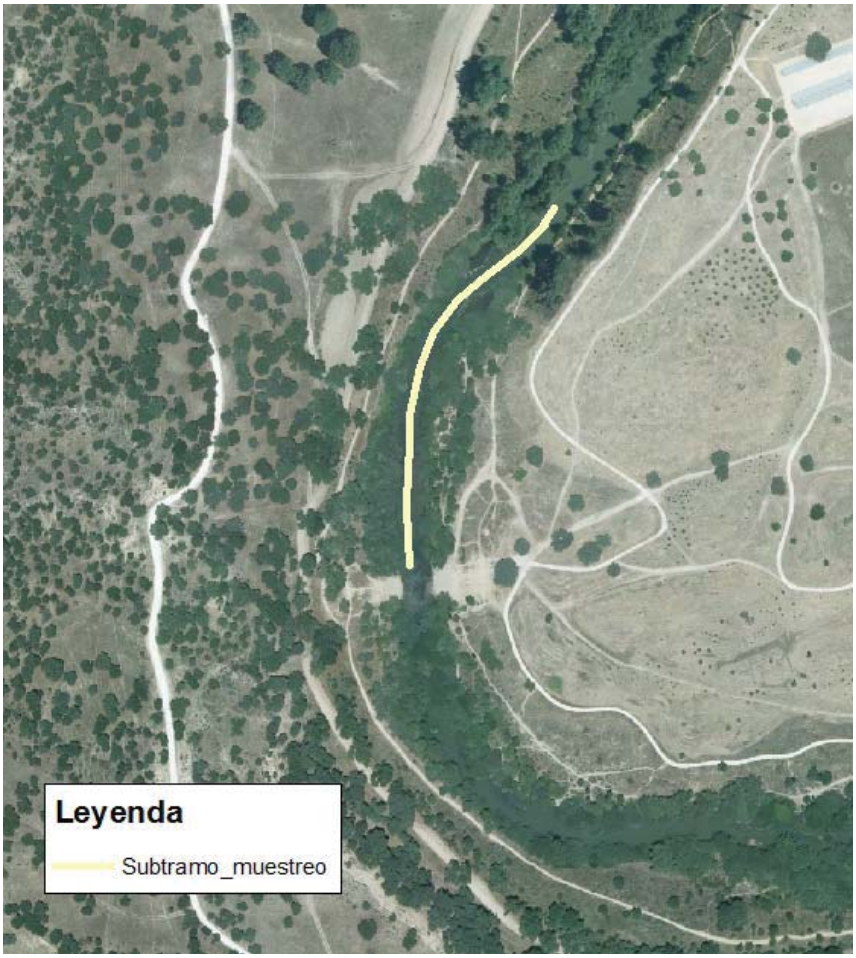


Tabla de atributos de la capa del subtramo de muestreo. Río Manzanares.



Capa de subtramos de muestreo. Río Manzanares.

2.4.2.- CAUCE ACTIVO

Nombre de la capa: Cauce_activo

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Polígonos

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

El cauce activo se define como aquel en el que se observa una actividad hidromorfológica más marcada; esta actividad se puede entender en términos de abundancia de sedimentos móviles, la ausencia de vegetación leñosa de elevado porte, o también de aspectos como la existencia de cambios marcados en la pendiente transversal, o en el tamaño de los materiales sedimentarios. Si se trata de un río con varios brazos, se sumaría la anchura del cauce activo de cada uno de esos brazos para obtener el valor final.

CÓDIGO	*CONTENIDO*
ANCHO_MED	*Ancho medio del cauce activo en el subtramo de muestreo en metros (m)*
SBTM_Cod	*Código del subtramo de muestreo*

Atributos de la capa de cauce activo.

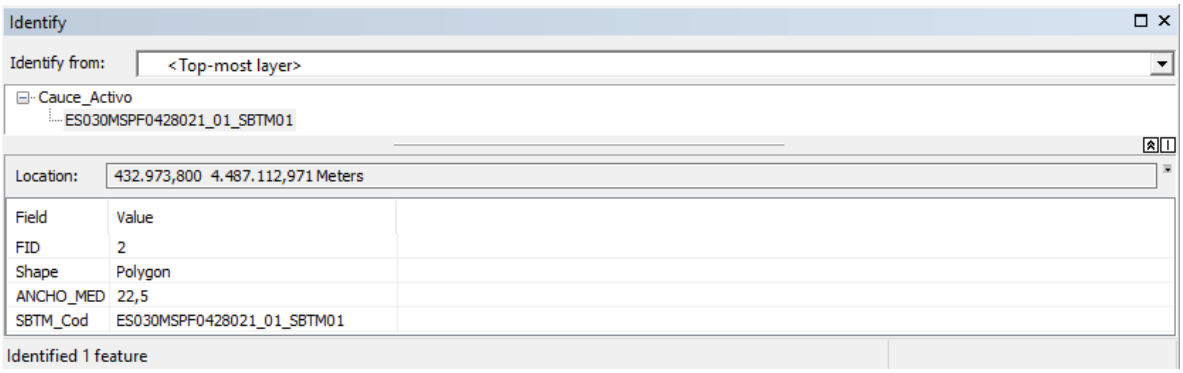


Tabla de atributos de la capa de cauce activo. Río Manzanares.



Capa de cauce activo. Río Manzanares.

2.4.3.- RIBERA TOPOGRÁFICA ACTUAL

Nombre de la capa: Ribera_topografica_actual

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Polígonos

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se define ribera topográfica como el espacio potencial de ribera, que englobaría los terrenos que se extienden hasta la zona en contacto con la vegetación climatófila natural y/o los terrenos ajenos a la dinámica fluvial. La capa de ribera topográfica se definirá a partir de la fotointerpretación de la ortofoto de máxima actualidad y de la información topográfica disponible. La capa de ribera topográfica no se extenderá más allá de la capa de zona de policía.

Los atributos que debe tener esta capa son:

CÓDIGO	*CONTENIDO*
ANCHO_MED	*Ancho medio de la ribera topográfica en metros (m)*
SUPF_HA	*Superficie de la ribera topográfica en hectáreas (ha)*
MARGEN	*Margen de la ribera topográfica: Derecha o Izquierda.*
SBTM_Cod	*Código del subtramo de muestreo*

Atributos de la capa de la ribera topográfica actual.

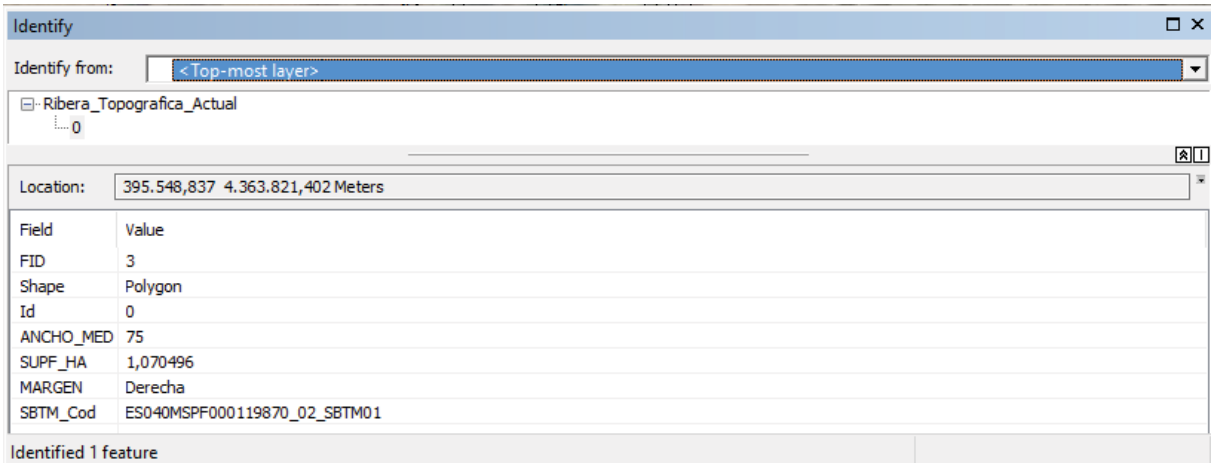


Tabla de atributos de ribera topográfica actual. Río Milagro.



Capa de la ribera topográfica actual. Río Milagro.

2.4.4.- RIBERA FUNCIONAL

Nombre de la capa: Ribera_funcional

Tipo de fichero: Shapefile

Tipo de capa: Polígonos

Sistema de coordenadas: ETRS_1989_UTM_Zone_30N

Se indicará la existencia de ribera funcional, entendiendo esta como el espacio que efectivamente alberga actualmente vegetación natural asociada a la ribera del río. Se detallará la ubicación de las formaciones de la vegetación de ribera identificadas en campo, así como los rodales de especies alóctonas o invasoras.

Los atributos que debe contener esta capa son:

CÓDIGO	*CONTENIDO*
OCUPACIÓN	*Arboleda (especificar formación), cultivo, pastizal-matorral, camino, etc.*
SUPF_HA	*Superficie en hectáreas (ha)*
MARGEN	*Margen: Derecha o Izquierda*
POTENCIAL	*Formación potencial de la vegetación ribereña*
AUTÓCTONO	*Especies autóctonas presentes (SI/NO)*
OBSERV	*Observaciones*
SBTM_Cod	*Código del subtramo de muestreo*

Atributos de la capa de la ribera funcional.

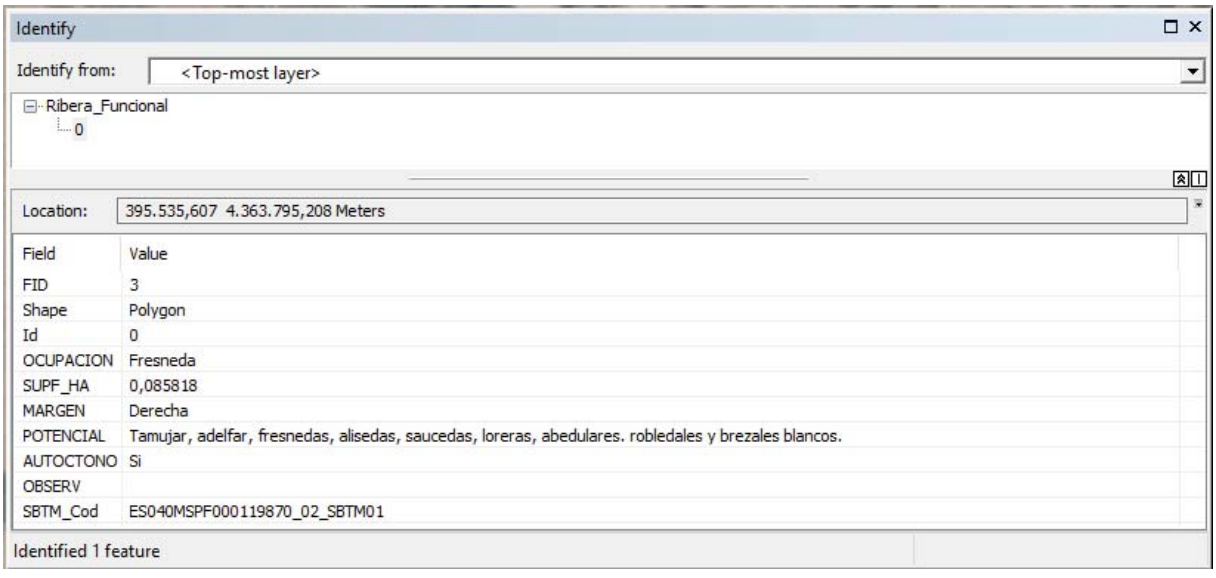


Tabla de atributos de la capa de ribera funcional. Río Milagro.



Capa de ribera funcional. Río Milagro.