

# Seguimiento de las obras de la Fase I



Fernando Magdaleno Mas (CEDEX)  
Carolina Martínez Santa-María (UPM)  
Tasio Fernández Yuste (UPM)



## 1. Objetivos del seguimiento:

- **Evaluar la eficacia** de las actuaciones
- **Conocer la evolución** del tramo
- **Mejorar actuaciones** en ejecución y proyectadas
- **Transferir el conocimiento** a otros tramos del corredor Manzanares

*Parque de la Cuenca Alta del Manzanares (actuaciones en estudio)*

*Fase I (en ejecución)*

*Fase II (proyectada)*

Madrid Río



Parque Lineal I

Parque Lineal II

*Parque del Sureste*



## 2. Estructura del seguimiento:

- Basado en las características **hidromorfológicas y ecológicas** de cada **sub-tramo** de estudio
- Orientado a **procesos críticos**
- Vinculado a **planificación y gestión** hidrológicas



### 3. Equipo de seguimiento:

- Personal que ha intervenido en el diseño y ejecución de las actuaciones
- Especialistas en cuestiones hidrológicas, geomorfológicas y ecológicas
- Participación de entidades relacionadas con el proyecto

JUNIO-SEPTIEMBRE  
2017

SEGUIMIENTO DEL ESTADO HIDROMORFOLÓGICO  
Y DE LA VEGETACIÓN  
RESTAURACIÓN FLUVIAL DEL RÍO MANZANARES  
FASE I:PRIMAVERA-VERANO/2017



UPM-CEDEX



INFORME Nº1



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

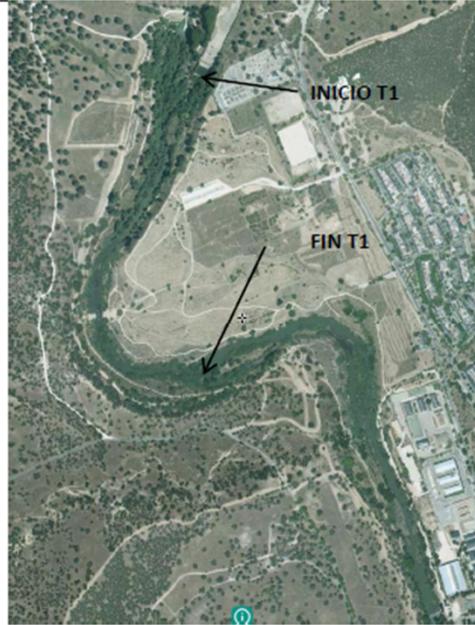
**CEDEX**  
CENTRO DE ESTUDIOS  
Y EXPERIMENTACIÓN  
DE OBRAS PÚBLICAS

## 4. Zonificación

### VISTA GENERAL

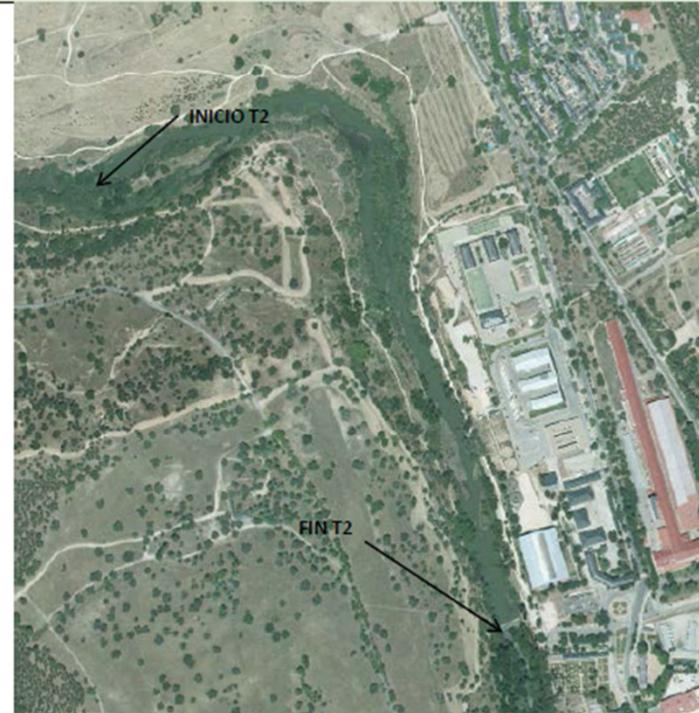


### TRAMO 1



	DATUM ETRS 89 Proyección UTM 30N	Descripción
INICIO T1	433.240,67 4.487.616,37	Fin del cuenco amortiguador de la presa
FIN T1	433.263,55 4.486.868,44	Fin de la cola del remanso generado por el azud de El Pardo (antes de las actuaciones)
SEGUIMIENTO		
Fecha*	Indicador	Procedimiento
0,1, 2	I15	Trabajo de gabinete
0,1, 2	I16, I17, I18	Trabajo de campo: caracterización de la cubierta vegetal

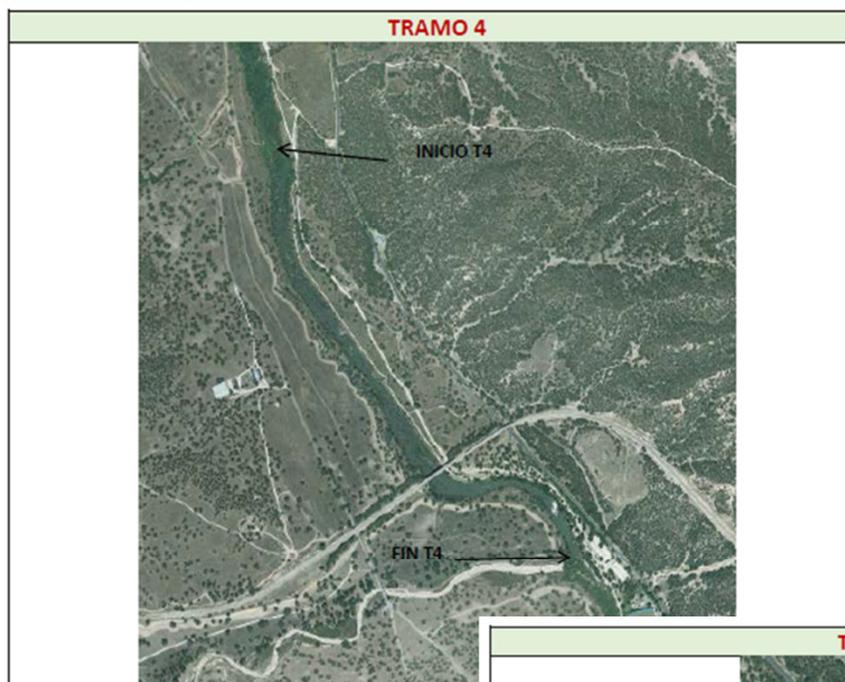
### TRAMO 2



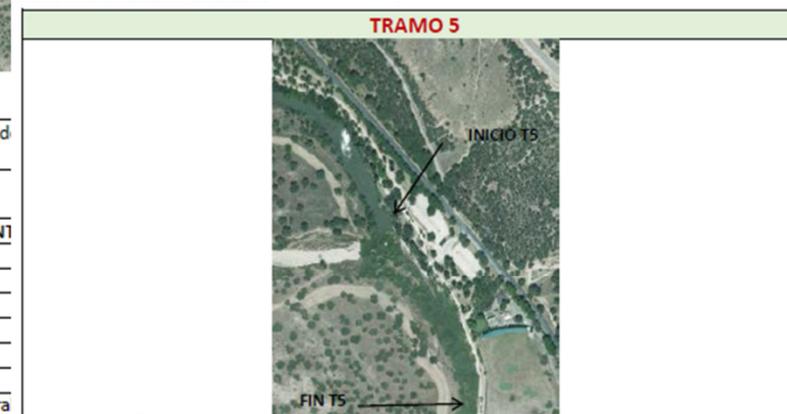
	DATUM ETRS 89 Proyección UTM 30N	Descripción
INICIO T2	433.263,55 4.486.868,44	Fin de la cola del remanso generado por el azud de El Pardo (antes de las actuaciones)
FIN T2	433.849,55 4.486.217,21	Azud de El Pardo
SEGUIMIENTO		
Fecha*	Indicador	Procedimiento
0,1, 2	I6	DRON
0,1, 2	I12	DRON
0,1, 2	I13	DRON
0,1, 2	I14	DRON
0,1, 2	I15	Trabajo de gabinete



DATUM ETRS 89 Proyección UTM 30N		Descripción
INICIO T3	433.849,55 4.486.217,21	Azud de El
FIN T3	434.631,76 4.484.495,56	Fin de la cola del remanso gr Trofa (antes de la:
SEGUIMIENTO		
Fecha*	Indicador	Procedim
0,1, 2	I1	Trabajo de g
0,1, 2	I2, I3, I4	Batimet
0,1, 2	I5	Muestreo l
0,1, 2	I15	Trabajo de g



DATUM ETRS 89 Proyección UTM 30N		Fin d
INICIO T4	434.631,76 4.484.495,56	
FIN T4	435.589,17 4.483.197,71	
SEGUIMIEN		
Fecha*	Indicador	
0,1, 2	I6	
0,1, 2	I7	
0,1, 2	I8	
0,1, 2	I9	
0,1, 2	I15	
0,1, 2	I16, I17, I18	Tra



	Ubicación	Descripción
INICIO T5	Aproximadamente 100 m aguas arriba de la cuña de sedimentos	
FIN T5	Aproximadamente 150 m aguas abajo de la cuña de sedimentos	
SEGUIMIENTO		
Fecha*	Indicador	Procedimiento
0,1,2	I10	Batimetría

## 5. Indicadores

### LISTADO DE INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO HIDROMORFOLÓGICO

ACTUACIÓN DEL PROYECTO	INDICADOR PROPUESTO
<b>5.1.2. Actuaciones de recuperación y mejora del hábitat fluvial:</b> Incremento de la complejidad y diversidad hidráulica	I1: Secuencia de mesohábitats
	I2: Biotopo hidráulico: calados
	I3: Biotopo hidráulico: velocidades
	I4: Biotopo hidráulico: sustratos
	I5: IBMWP
<b>5.2.3. Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal:</b> retirada de carrizo y enea del cauce	I6: Superficie ocupada por helófitos
<b>5.3.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica:</b> Retirada de la isla de sedimentos de la confluencia Ayo. Trofa-Manzanares	I7: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada
	I8: Longitud ocupada por la lámina de agua remansada
	I9: Anchura de la lámina de agua remansada
	I10: Volumen de sedimento movilizado
<b>5.3.3. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica:</b> Instalación de rampa para peces	I11: Índice de efecto barrera del obstáculo (IF)
	I12: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada
	I13: Longitud ocupada por la lámina de agua remansada
	I14: Anchura de la lámina de agua remansada
<b>5.4.1. Actuaciones para la recuperación del espacio ribereño:</b> Retirada de rellenos	I15: % Longitud de cauce recuperado
<b>5.2.1 Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal:</b> Trabajos selvícolas y eliminación de vegetación exótica	I16: Naturalidad: porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional ocupado por especies ribereñas autóctonas
<b>5.2.2 Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal:</b> Restauración de la vegetación de ribera	I17: Porcentaje (%) de marras
	I18: Porcentaje (%) de ejemplares en mal estado fitosanitario

## 5.1.2. Actuaciones de recuperación y mejora del hábitat fluvial: Incremento de la complejidad y diversidad hidráulica

### INDICADORES

**I1: Secuencia mesohábitats** Permite evaluar la mejora en la secuencia de mesohábitats Homologable al indicador 5.2 del Protocolo (versión Nv'16)

Expresión:  $Z/w$

-  $Z$  = Distancia media entre puntos homólogos de dos rápidos consecutivos (se recomienda elegir la sección más aguas arriba del rápido)

-  $w$  = anchura de bankfull (estimada en 20 m para la evaluación de este indicador en la zona de estudio)

Umbrales:

- Sin alteración significativa:  $4 < Z/w < 10$
- Alteración significativa:  $Z/w$  fuera del rango (4 -10)

Procedimiento:

Trabajo de campo:

- Con caudales bajos/moderados –permiten visualizar rápidos-, identificar la situación de los rápidos y trasladar la ubicación al SIG.

Trabajo de gabinete:

- $Z$  (metros): Estimar valor medio en cada tramo a partir de los datos de campo y la ortofoto.

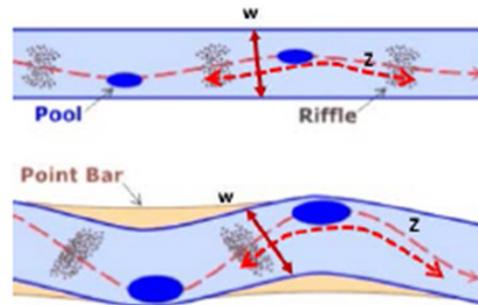
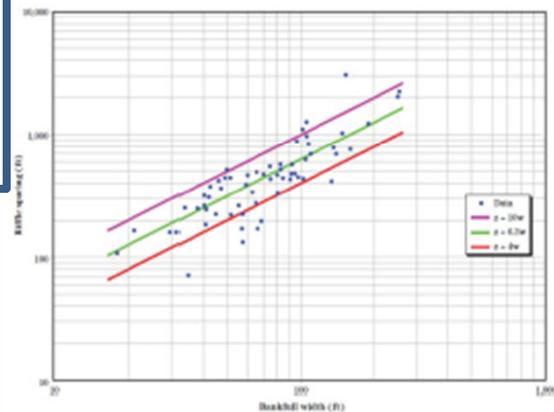
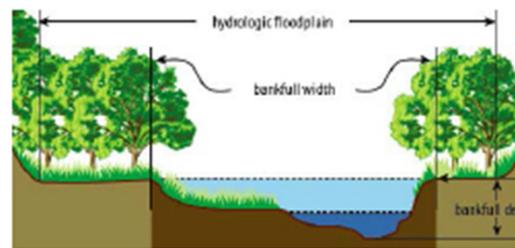


Figure 12-10 Relation between riffle spacing,  $Z$ , and bankfull channel width,  $w$



Part 654. Stream Restoration Design National Engineering Handbook, Chapter



•  $w$  (metros) = Anchura bankfull (anchura media cauce en el tramo, entendiendo por cauce el ocupado por lámina de agua en las avenidas ordinarias). Para su estimación se ha considerado la anchura media del DPH cartográfico del tramo menos alterado desde aguas abajo del puente de Capuchinos hasta el inicio del remanso provocado por los sedimentos de Trofa-.

Localización:

El índice se calcula en los tramos en los que finalmente se actuó



según los efectos del desmantelamiento del talud



**Tramo 3 (T3):** Desde el azud de El Pardo hasta el fin de la cola del remanso generado por el tapón de Trofa (antes de las actuaciones).

Se define dentro del tramo 3 un subtramo para el cálculo de éste índice, en la zona donde se va a actuar con la colocación de las estructuras de diversificación hidráulica.



Fechas:

0 Estado inicial:

Observaciones

Sólo será necesario evaluar este indicador para el estado inicial en el

1. Estado intermedio: Una vez ejecutadas las actuaciones y habiendo pasado el tiempo suficiente para que el sistema se haya estabilizado.	La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y valoración de su idoneidad-  Evaluar el indicador sólo en los tramos en los que se hayan llevado cabo estas actuaciones.
2. Estado final: una vez ejecutadas las actuaciones	La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y valoración de su idoneidad-

**Resultados:**

A) Informe numérico

Prácticamente 10, umbral con una situación alterada.

INDICADOR I1: secuencia de mesohábitats		
Seguimiento	Fecha	Z/W (considerando z como el valor medio del tramo)
0. Estado inicial	Antes de la actuación:29/9/2017	149,64/20=7,48
1. Estado intermedio	A determinar	
2. Estado final	A determinar	

Distancia entre rápidos (m):

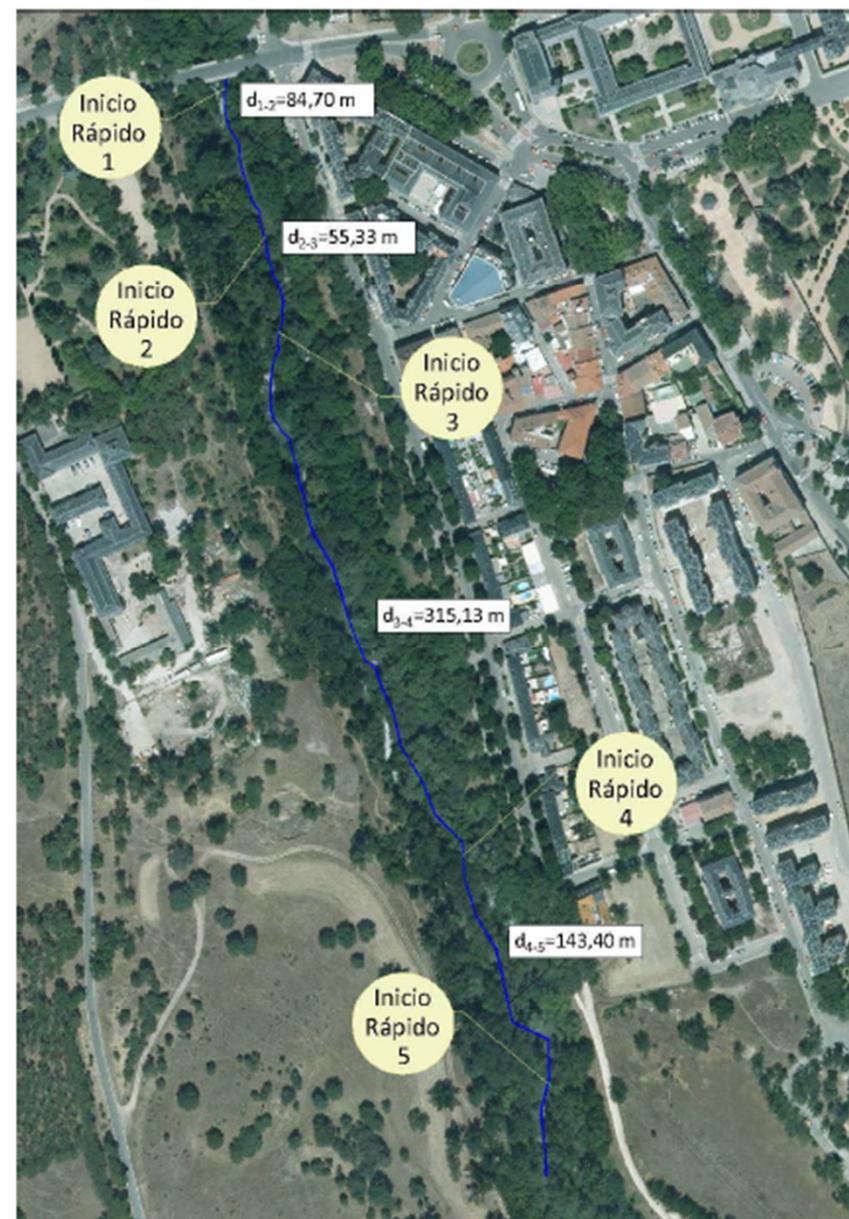
$d_{1-2}=84,70$ ;  $d_{2-3}=55,33$ ;  $d_{3-4}=315,13$ ;  $d_{4-5}=143,40$   
distancia media=149,64

B) Informe gráfico:

Inicio rápido 1: bajo el puente; inicio rápido 2 (rápido natural en sección 3)



Tramo de la actuación:



## 5.1.2. Actuaciones de recuperación y mejora del hábitat fluvial: Incremento de la complejidad y diversidad hidráulica

### INDICADORES

**Biotopo hidráulico:**

I2 calados

I3 velocidades;

I4 sustrato

Permiten evaluar la mejora en la diversificación del biotopo hidráulico en sus tres variables esenciales: calado, velocidad y sustrato

**Expresión:**

- Para calado y velocidad: valores mínimo, cuartil 25% (Q25), cuartil 50% (Q50), cuartil 75% (Q75) y máximo de los registrados en las secciones de actuación del tramo 3. Y secciones de los subtramos 2.1 y 4.1.
- Para sustrato: % de cada tipo –según clasificación estándar-, presente en una sección representativa (ver localización) del tramo en el que se actúe.

Escala granulométrica

Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
Arenas	0,06-2 mm
Gravas	2-60 mm
Cantos rodados	60-250 mm
Bloques	>250 mm

**Umbral:** Comparar valores *pre* con valores *post* actuación.

**Procedimiento:**

Las mediciones deben hacerse con caudales sensiblemente iguales.

**Antes de la actuación:**

Trabajo de campo en todas las secciones de actuación del tramo 3 (4 secciones) y subtramos 2.1 y 4.1:

- Hacer un levantamiento batimétrico de cada sección con equidistancias de 1 metro.
- Obtener, para cada celda [equidistancia=1 metro], calado, velocidad; sustrato.

Trabajo de gabinete: Para cada sección

- Min;25%;50%;75%;Max para los valores de calado y velocidad.
- % de cada tipo de sustrato

**Después de la actuación:**

Trabajo de campo:

- Obtener, para cada celda [equidistancia=1 metro], calado, velocidad; sustrato.

Trabajo de gabinete: Para cada sección

- Min;25%;50%;75%;Max para los valores de calado y velocidad.
- % de cada tipo de sustrato

**Localización:** En todas las secciones donde se realizan actuaciones de mejora y diversificación del

Sólo se actúa en el Tramo 3 donde se han fijado secciones, cuya localización se especifica en

hábitat fluvial. Y subtramos: 2.1 y 4.1.

apartado de resultados.

También se tomará una sección de referencia (estado 0) en los subtramos 2.1 y 4.1. La posibilidad de realizar un seguimiento en estas dos secciones dependerá de la evolución de los remansos actualmente existentes una vez se haya rebajado el azud de El pardo y desmantelado el tapón de Trofa. La ubicación de estas dos secciones se especifica en el apartado de resultados.

**Fechas:**

**0.Estado inicial:** Una vez conocidas las secciones en las que se desarrollarán las actuaciones, y antes de ejecutarlas. Se ha realizado en Junio/2017.

**1.Estado intermedio:** La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de

**Observaciones:**

Las mediciones deben hacerse con caudales sensiblemente iguales. Como la masa de agua tiene caudales mínimos establecidos por la normativa del Plan Hidrológico, y la variabilidad intranual no es muy notable, es fácil medir en un periodo muy

**Resultados:**

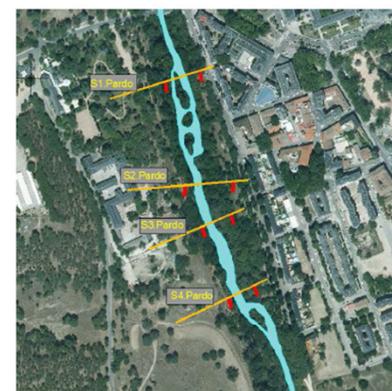
Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada sección (S1, S2, S3, S4) y (2.1 y 4.1):

A) Informe numérico:

INDICADOR I2: Calado								
Seguimiento	Fecha	Cuartiles	Calado (m)					
			S1	S2	S3	S4	2.1	4.1
0.Situación inicial	Junio 2017	Min	0	0	0	n	n	n
		Q 25	0,25	0,44	0,47			
		Q 50	0,39	0,65	0,66			
		Q 75	0,52	0,68	0,82			
		Máx	0,65	0,69	0,94			
1.Estado intermedio	A determinar	Min						
		Q 25						
		Q 50						
		Q 75						
		Máx						
2.Estado final	A determinar	Min						
		Q 25						
		Q 50						
		Q 75						
		Máx						

B) Informe gráfico:

Localización de las secciones S1, S2, S3 y S4 de la zona de El Pardo, pertenecientes al Tramo 3:



Localización de las secciones de los subtramos 2.1 y 4.1, respectivamente:



### 5.1.2. Actuaciones de recuperación y mejora del hábitat fluvial: Incremento de la complejidad y diversidad hidráulica

#### INDICADORES

<b>I5: IBMWP</b>	Permite evaluar el efecto de la diversificación de hidrohábitats sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y por consiguiente sobre la calidad del agua
<b>Umbrales:</b> Los establecidos en el R.D. 817/2015 para el indicador según tipología de la masa de agua.	
<b>Procedimiento:</b> Según protocolo ML-Rv-I-2013	
<b>Localización y fechas:</b>	<i>Observaciones:</i>
Este indicador se obtendría en las mismas fechas establecidas para los indicadores I2, I3 e I4, en las secciones S1, S2, S3 y S4. Además se debe realizar el seguimiento en una sección del tipo mesohábitat rápido ubicada en el tramo 3 para poder realizar las comparaciones oportunas, sección:R2.	Para optimizar tareas, estas secciones serán muestreadas dentro de las campañas previstas en la evaluación del estado ecológico, y así sus resultados tendrán una doble utilidad. El total de secciones a muestrear son 5: 4 corresponden a las secciones donde se ubicarán las actuaciones de diversificación del hábitat y 1 es la sección correspondiente a un rápido natural.

#### Resultados:

Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada sección: S1, S2, S3, S4 y rápido natural(R2).

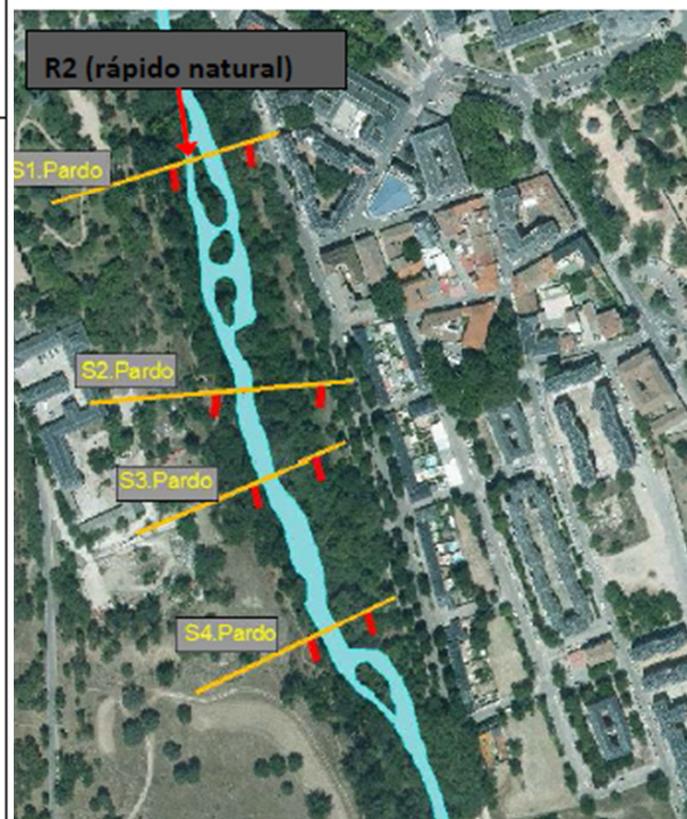
Para el rápido natural se ha tomado de la sección S1 el brazo derecho de la misma, mientras que el brazo izquierdo más ancho es el representativo de dicha sección.

#### A) Informe numérico:

INDICADOR I5: Macroinvertebrados bénticos			
Seguimiento	Fecha	IBMWP	
0. Situación inicial o de referencia	Antes de la actuación	S1.Pardo	57
		S2.Pardo	54
		S3.Pardo	33
		S4.Pardo	43
		R2	56
1. Estado intermedio	A determinar	S1.Pardo	
		S2.Pardo	
		S3.Pardo	
		S4.Pardo	
		R2	
2. Estado final	A determinar	S1.Pardo	
		S2.Pardo	
		S3.Pardo	
		S4.Pardo	
		R2	

En los resultados detallados de las muestras tomadas, con la siguiente

muestreo	Sección
IARES_3A	S1.Pardo
IARES_3B	R2 (rápido natural)
IARES_31	S2.Pardo
IARES_32	S3.Pardo
IARES_33	S4.Pardo



**5.2.3. Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal:  
Retirada de carrizo y enea del cauce.**

**INDICADORES**

**I6: Superficie ocupada por helófitos**

- Permite evaluar la evolución de la superficie ocupada por helófitos.

**Expresión:**

Superficie ocupada por helófitos en cada tramo (m<sup>2</sup>).

**Umbrales:** Comparar valores *pre* (o en la situación inicial) con valores *post* actuación (o durante el seguimiento).

Para estudiar la evolución puede calcularse el Ratio helófitos %:

$$R_{\text{superficie helófitos}} \% = \frac{\text{Superficie ocupada por helófitos en el seguimiento}}{\text{Superficie ocupada por helófitos situación inicial}} \cdot 100$$

**Procedimiento:**

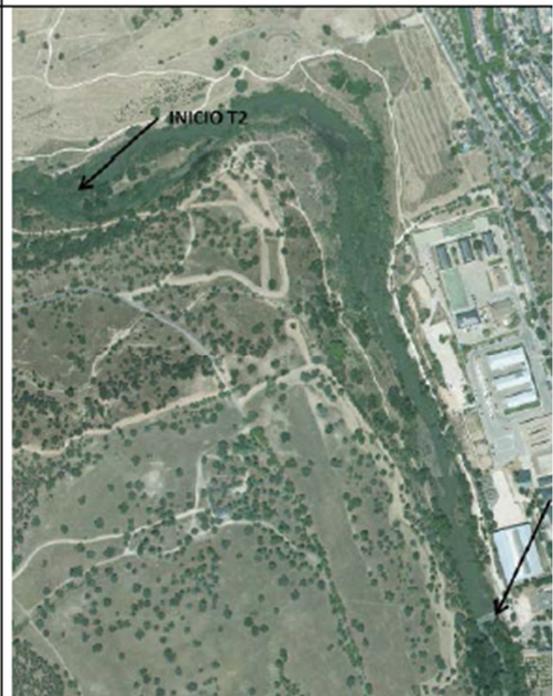
Vuelo con dron:

- Georreferenciar en SIG los polígonos ocupados por helófitos.

**Localización:**

La superficie se calcula en los tramos en los que hay presencia significativa de helófitos.

**Tramo 2 (T2):** Desde el fin de la cola del remanso generado por el azud de El Pardo (antes de las actuaciones) hasta dicho azud



**Tramo 4 (T4):** Fin de la cola del remanso generado por el tapón de Trofa (antes de las actuaciones) hasta la confluencia Trofa-Manzanares



**Fechas:**

**0. Estado inicial:** Antes de llevar a cabo las actuaciones.

**Observaciones**

Las condiciones existentes en el momento de realización del primer vuelo Dron (situación inicial), especialmente en lo relativo al caudal circulante, marcaran los requisitos para los vuelos siguientes

**1. Estado intermedio:** Una vez ejecutadas las actuaciones y habiendo pasado el tiempo suficiente para que el sistema se haya estabilizado.

La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad

**2. Estado final:** una vez ejecutadas las actuaciones

La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad

**Resultados:**

Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada tramo de actuación (T2,T4)

C) Informe numérico:

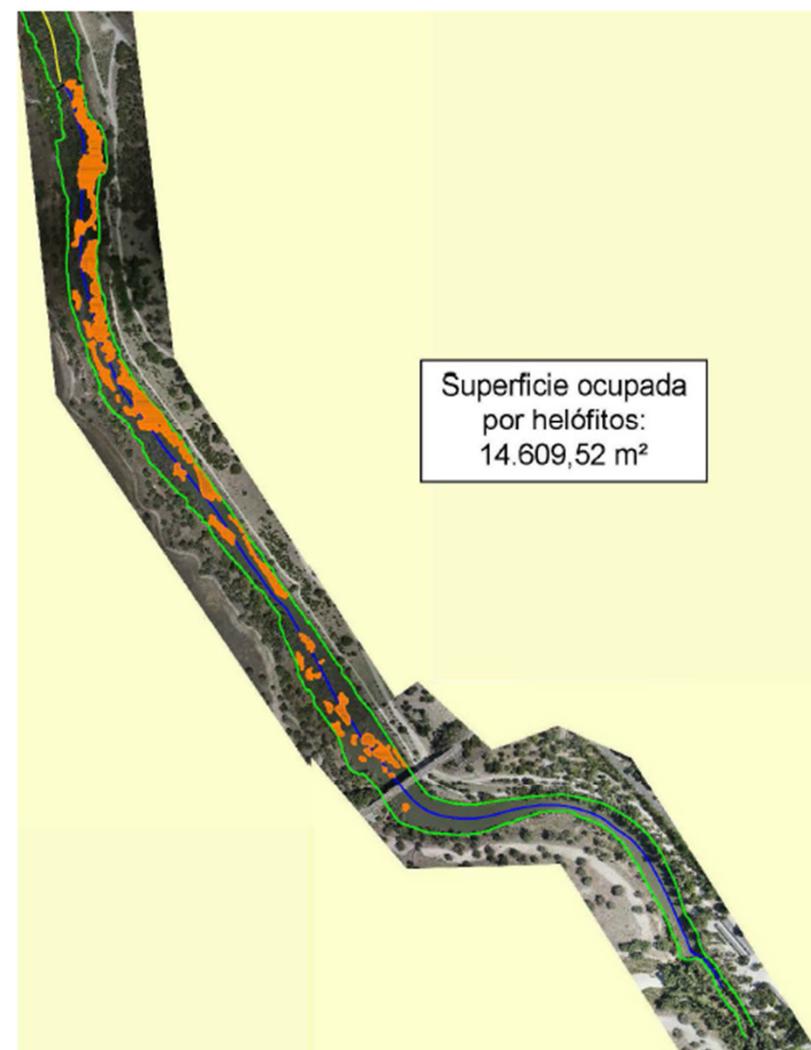
INDICADOR I2: superficie ocupada por helófitos				
Seguimiento	Fecha	Superficie ocupada por helófitos en el seguimiento (m <sup>2</sup> )	R superficie helófitos % = $\frac{\text{Superficie ocupada por helófitos en el seguimiento}}{\text{Superficie ocupada por helófitos situación inicial}} \cdot 100$	
0. Situación inicial o de referencia	Antes de la actuación Julio/2017	T2	8.172	100
		T4	14.610	100
1. Estado intermedio	A determinar	T2		

D) Informe gráfico :

T2



T4



### 5.3.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica:

#### Retirada de la isla de sedimentos de la confluencia

#### Ayorro de la Trofa-Manzanares

#### INDICADORES

#### LÁMINA DE AGUA REMANSADA

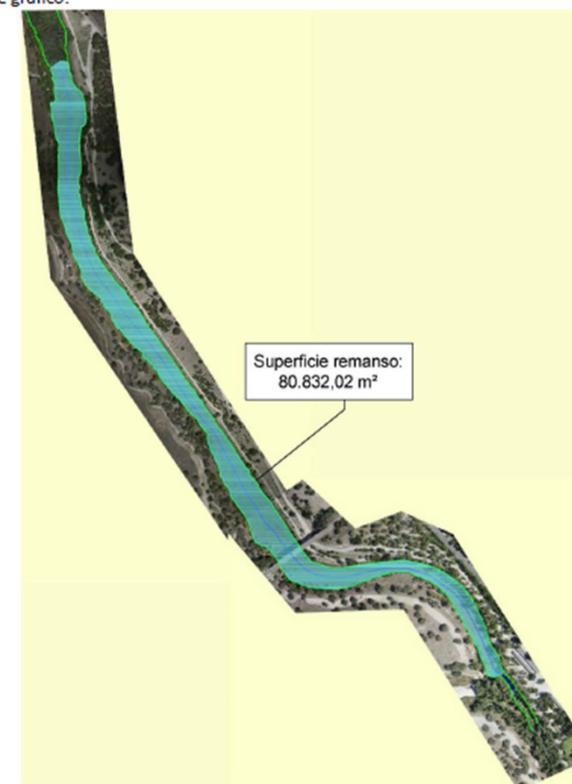
<b>I7: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite evaluar la evolución del remanso generado por el tapón de sedimentos en la confluencia Arroyo de la Trofa- Manzanares</li> </ul>
<b>Expresión:</b> superficie ocupada por el remanso aguas arriba de la confluencia (m <sup>2</sup> )	
<b>Umbral:</b> Comparar valores de la Superficie (Sup) en la situación <i>pre</i> (o situación inicial) con valores <i>post</i> actuación (o durante el seguimiento).	<p>Puede calcularse el ratio R superficie remanso TROFA:</p> $R \text{ superficie remanso}_{TROFA} \% = \frac{\text{Sup remanso evaluada en seguimiento (m}^2\text{)}}{\text{Sup remanso evaluada en situación inicial(m}^2\text{)}} * 100$
<b>Procedimiento:</b>  <u>Vuelo con dron:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Georreferenciar en SIG el polígono ocupado por el remanso</li> </ul>	
<b>Localización:</b> Tramo 4 (T4): Desde la sección que identifique el punto de la confluencia donde se inicia el remanso hasta el límite del remanso aguas arriba (en la situación de referencia)	
<b>Fechas:</b>	<i>Observaciones</i>
<u>0.Estado inicial:</u> antes de ejecutar las actuaciones	
<u>1.Estado intermedio:</u> La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad-	Las condiciones existentes en el momento de realización del primer vuelo Dron (situación inicial), especialmente en lo relativo al caudal circulante, marcaran los requisitos para los vuelos siguientes
<u>2.Estado final:</u> La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad-	Estos vuelos serán coincidente con el propuesto para el seguimiento de las manchas de helófitos

#### Resultados:

#### E) Informe numérico:

INDICADOR I7: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada			
Seguimiento	Fecha	Superficie remanso (m <sup>2</sup> )	$R \text{ superficie remanso}_{TROFA} \% = \frac{\text{Sup remanso evaluada en seguimiento (m}^2\text{)}}{\text{Sup remanso evaluada en situación inicial(m}^2\text{)}} * 100$
0. Situación inicial o de referencia	Antes de la actuación. Julio/2017	80.832	100
1. Estado intermedio	A determinar		
2. Estado final	A determinar		

#### F) Informe gráfico:



**5.3.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hídrica**  
**Retirada de la isla de sedimentos de la confluencia**  
**Ayorro de la Trofa-Manzanares**

**INDICADORES**

**LÁMINA DE AGUA REMANSADA**

**I8: Longitud ocupada por la lámina de agua remansada**

• Permite evaluar la evolución del remanso generado por la acumulación de sedimentos en la confluencia Arroyo de la Trofa-Manzanares. Homologable al indicador 4.6 del Protocolo (versión 1.0)

**Expresión:**

Longitud ocupada por el remanso aguas arriba de la confluencia (m)

**Umbral:** Comparar valores de la Longitud (Long) en la situación *pre* (situación inicial) con valores *post* actuación (durante el seguimiento).

Para caracterizar la evolución puede calcularse el ratio remanso  $_{TROFA}$ :

$$R \text{ longitud remanso}_{TROFA} \% = \frac{\text{Long remanso evaluada seguimiento}}{\text{Long remanso evaluada situación inicial}} \times 100$$

**Procedimiento:**

**Vuelo con dron:**

• Georreferenciar en SIG el polígono ocupado por el remanso

Estimar la longitud del remanso según el eje del cauce

**Localización:**

Tramo 4 (T4): Desde la sección que identifique el punto de la confluencia donde se inicia el remanso hasta el límite del remanso aguas arriba (en la situación de referencia)



**Fechas:**

**Observaciones**

**0.Estado inicial:**

Antes de llevar a cabo las actuaciones.

Las condiciones existentes en el momento de realizar el primer vuelo Dron (situación inicial), especialmente en lo referente al caudal circulante, marcarán los requisitos para las actuaciones siguientes

**1.Estado intermedio:**

La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la

Este vuelo será coincidente con el propuesto para el estudio de las manchas de helófitos

**2.Estado final:** La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad-

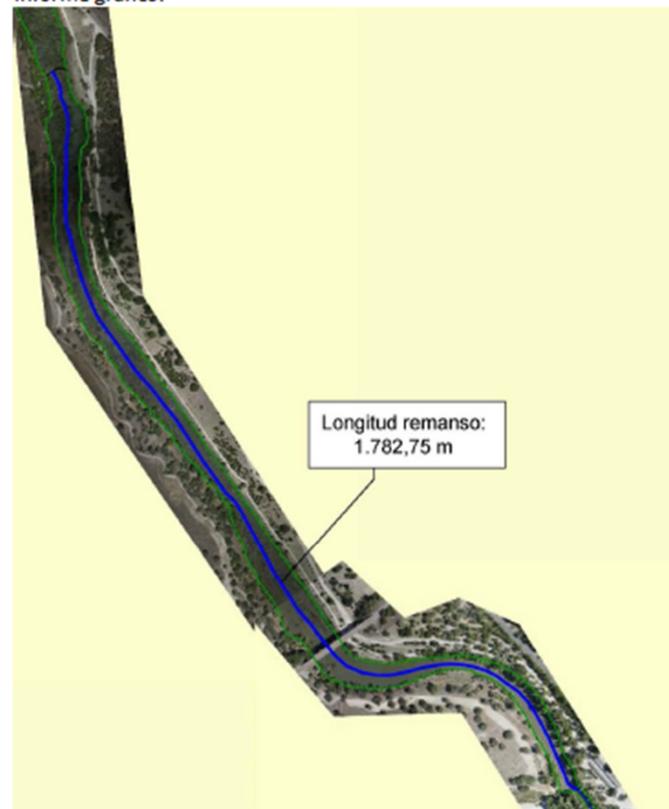
**Resultados:**

A) Informe numérico:

INDICADOR I8: Longitud ocupada por la lámina de agua remansada

Seguimiento	Fecha	Longitud remanso (m)	$R \text{ longitud remanso}_{TROFA} \% = \frac{\text{Long remanso evaluada seguimiento (m)}}{\text{Long remanso evaluada situación inicial (m)}} \times 100$
0. Situación inicial	Antes de iniciar la actuación. Julio/2017	1.783	100
1. Estado intermedio	A determinar		
2. Estado final	A determinar		

B) Informe gráfico:



**5.3.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica:  
Retirada de la isla de sedimentos de la confluencia  
Ayorro de la Trofa-Manzanares**

**INDICADORES**

**LÁMINA DE AGUA REMANSADA**

**I9: Anchura de la lámina de agua remansada** • Permite evaluar la evolución del remanso generado por el tapón de sedimentos en la confluencia Arroyo de la Trofa- Manzanares. Homologable al indicador 4.8 del Protocolo (versión N°16)

**Expresión:** Para cada momento de muestreo se obtendrán cinco valores: mínimo, cuartil 25% (Q25), cuartil 50%(Q50), cuartil 75%(Q75) y máximo

**Umbrales:** Comparar valores de la Anchura (Anch) en la situación *pre* (situación inicial) con valores *post* actuación (durante el seguimiento).  
Puede calcularse el ratio R anchura remanso *TROFA*:  
$$R \text{ anchura remanso }_{TROFA} \% = \frac{\text{Anch remanso evaluada seguimiento (m)}}{\text{Anch remanso evaluada sit. inicial (m)}} * 100$$
  
Este ratio se calculara para los cinco valores obtenidos en cada muestreo

**Procedimiento:**

Vuelo con dron:

- Georreferenciar en SIG el polígono ocupado por el remanso

**Observaciones:** la anchura de remanso generado desde la s remanso aguas arriba

**Localización:**

Tramo 4 (T4): Desde la sección que identifique el punto de la confluencia donde se inicia el remanso hasta el límite del remanso aguas arriba (en la situación inicial)



**Fechas:**

**Observaciones**

0.Estado inicial:

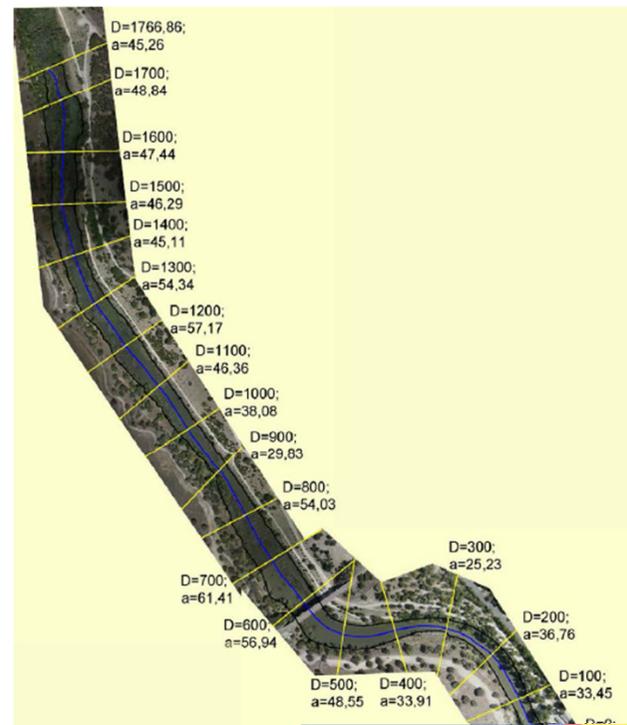
Antes de llevar a cabo las actuaciones.

Las condiciones existentes e vuelo Dron (situación inicial) circularon, marcaron los requi

1.Estado intermedio: La fecha

Este vuelo será coincidente con el proyecto para el seguimiento

**D) Informe gráfico:**



desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad-  
2.Estado final: La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad-

**Resultados:**

C) Informe numérico:

INDICADOR I9: Anchura de la lámina de agua remansada				
Seguimiento	Fecha	Anchura remanso (m)		$R \text{ anchura remanso }_{TROFA} \% = \frac{\text{Anch remanso evaluada seguimiento (m)}}{\text{Anch remanso evaluada sit. inicial (m)}} * 100$
		Mínimo	Máximo	
0. Situación inicial	Antes de iniciar la actuación. Julio/2017	Mínimo	25,23	100
		Q25	36,76	100
		Q50	46,36	100
		Q75	54,03	100
		Máximo	61,41	100
1. Estado intermedio	A determinar	Mínimo		
		Q25		
		Q50		
		Q75		
		Máximo		
2. Estado final		Mínimo		
		Q25		
		Q50		
		Q75		
		Máximo		

**ninar**

mo:

Distancia al tapón: (m)	Anchura: (m)	Distancia al tapón: (m)	Anchura: (m)
0	14,28	900	29,83
100	33,45	1000	38,08
200	36,76	1100	46,36
300	25,23	1200	57,17

### 5.3.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica

## Retirada de la isla de sedimentos de la confluencia

### Ayorro de la Trofa-Manzanares

#### INDICADORES

#### EVOLUCIÓN DE LA CUÑA DE SEDIMENTOS

**I10: Volumen de sedimento movilizado**

• Permite evaluar la dinamización sedimentaria en la confluencia hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio

**Expresión:**

Volumen de sedimento movilizado (m<sup>3</sup>), distinguiendo entre procesos de incisión y sedimentación

En el Manzanares es probable que se produzcan situaciones de erosión aguas arriba de la confluencia –encajamiento del cauce para acomodarse a la nueva cota- y posible sedimentación aguas abajo.

En Trofa es probable que se produzcan erosión aguas arriba de la confluencia –encajamiento del cauce para acomodarse a la nueva cota.

Las principales variables de control del proceso serán los caudales de punta que se desembalsen desde la presa y los caudales de fondo. Todas las mediciones deben realizarse cuando circule un caudal similar al que sirvió para definir el estado *pre* o de referencia

**Umbrales:** Comparar valores del volumen de incisión y sedimentación (Vol inc, Vol sed),

Esta comparación se realizará tomando como referencia el estado actual

**Procedimiento:**

Levantamiento topobatimétrico de secciones

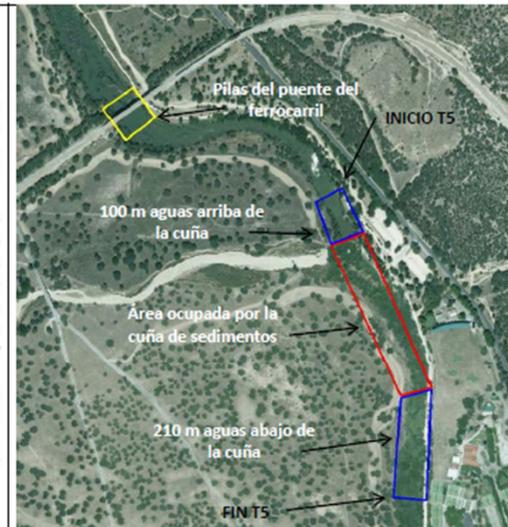
- Realizar el levantamiento en secciones representativas
- En las secciones vadeables tomar puntos con equidistancia 1 m
- En las secciones no vadeables decidir equidistancia en función del equipo
- Dejar marcas en el terreno para identificar las secciones

- Además de los datos topográficos, en cada punto del levantamiento se debe indicar la granulometría que se observe y los calados y velocidades por celdas (según un procedimiento similar la descrito para los indicadores I2, I3 e I4)

**Localización:**  
Ramo 5 (T5)  
Las topobatrimetrias se realizarán en el área ocupada por la cuña de sedimentos (unos 330 m en la situación actual), levantándose secciones cada 50 m aprox., suponiendo un total de 7 secciones

- Finalmente se han cogido unos 100 m aguas arriba (levantando secciones cada 50 m) y 210 aguas abajo de la cuña (levantándose secciones cada 70 m). Suponen un total de 12 secciones (2 aguas arriba de la cuña, 7 en el tapón y 3 aguas abajo)
- Por su singularidad se levantará otra sección en la zona del puente del ferrocarril, inmediatamente aguas debajo de las pilas = PSomontes 0

El total de secciones levantadas será por tanto 13



La localización de las secciones figura en el informe gráfico de resultados.

**Fechas:**

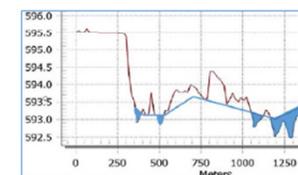
**Observaciones**

**0. Estado inicial:**  
Antes de llevar a cabo las actuaciones. Junio/2017

**1. Estado intermedio:**  
Se determinará en desarrollo de las actuaciones. Junio/2017

**2. Estado final:**  
Se determinará en desarrollo de las actuaciones. Junio/2017

INDICADOR I10: Volumen de sedimento movilizado (cont.)							
Agrupamiento	Fecha	Sección	Velocidades (m/s) percentiles				
			Min	Q25	Q50	Q75	Max
0. Situación inicial	Junio/2017	PSomontes 0	0	0,01	0,02	0,04	0,08
		PSomontes 1	0	0,01	0,03	0,05	0,06
		PSomontes 2	0	0,05	0,06	0,07	0,08
		PSomontes 3	0	0,00	0,00	0,24	0,32
		PSomontes 4	0	0,53	0,64	0,69	0,71
		PSomontes 5	0	0,38	0,54	0,64	0,73
		PSomontes 6	0	0,07	0,42	0,66	0,73
		PSomontes 7	0	0,16	0,30	0,46	0,72
		PSomontes 8	0	0,00	0,12	0,47	0,64
		PSomontes 9	0	0,41	0,64	0,70	0,77
		PSomontes 10	-	-	-	-	-
		PSomontes 11	-	-	-	-	-
		PSomontes 12	-	-	-	-	-
1. Estado intermedio	A determinar						
2. Estado final	A determinar						



Ejemplo de evolución de la cuña de sedimentos en una sección. Perfil original (en rojo); perfil en el seguimiento (en azul); área de incisión (sombreada en blanco); área de sedimentación (sombreada en azul)

### 5.3.3. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica: Instalación de rampa para peces

#### INDICADORES

#### CONTINUIDAD PISCÍCOLA

<b>I11: Índice de efecto barrera del obstáculo (IF)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este indicador evalúa el efecto barrera de un obstáculo determinado.</li> <li>Al existir solamente un azud en el tramo, se considera informativo emplear el índice IF que los Índices IC e derivados del IF y que se recogen en el Protocolo (ve NV'16).</li> </ul>
---	--

<b>Expresión:</b> IF se calcula teniendo en cuenta las características del obstáculo y las condiciones de franqueabilidad por grupos de especies piscícolas	Para mayor información sobre el proceso de cálculo de IF, consultar el Protocolo (versión NV'16).
--	---

<b>Umbral:</b> Comparar el valor del indicador en la situación <i>pre</i> (estado inicial) con valores <i>post</i> actuación (durante el seguimiento).	Puede calcularse el ratio $\text{Ratio efecto barrera \%} = \frac{\text{Valor de IF después de la actuación}}{\text{Valor de IF referencia}}$
--	--

<b>Procedimiento:</b>  <u>Trabajo de campo:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterización del obstáculo (azud de El Pardo) según las directrices recogidas en el Protocolo</li> </ul>	
--	--

<u>Trabajo de gabinete:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo de los indicadores</li> </ul>	
--	--

<b>Localización:</b> Azud de El Pardo	
--	--

<b>Fechas:</b>	<i>Observaciones</i>
----------------	----------------------

<b>0.Estado inicial:</b> Antes de llevar a cabo las actuaciones: rebaje del azud e instalación de la rampa de peces	En función de las características iniciales del obstáculo. Este indicador no necesita valoración en el estado intermedio.
--	---

<b>2.Estado final:</b> fecha a determinar	En función de las características finales de especies piscícolas existentes en ese momento
---	--

#### Resultados:

G) Informe numérico

INDICADOR I11: Índice de efecto barrera del obstáculo (IF)		
Seguimiento	Fecha	IF
0. Situación inicial	Antes de la actuación: Año 2017	2,33
2. Estado final Después de la actuación	A determinar	
$\text{Ratio efecto barrera \%} = \frac{\text{Valor de IF después de la actuación}}{\text{Valor de IF referencia}} * 100$		

Consultar Anexo 3 para ver el cálculo del IF.

H) Informe gráfico: incorporación de fotografías que acrediten las mejoras en el obstáculo



## 1.-INDICE DE FRANQUEABILIDAD DE LOS OBSTÁCULOS TRANVERSALES

Obstáculo 1	Tipología	Índice de franqueabilidad ascenso con dispositivo					Índice de franqueabilidad descenso con dispositivo					Relación importancia ascenso/ descenso				Índice franqueabilidad GLOBAL	10 - IF
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Global	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Global	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4		
AZUD 220 PATRIMONIO	PASO SOBRE PARAMENTO	0,0	0,0	0,0	-	0,0	2,0	8,0	8,0	-	6,0	0,6	2,4	4,0	-	2,33	7,67

Número de obstáculos transversales	1	
Longitud de la masa de agua	6,10	km
Densidad barreras	6,1	km/azud
<b>Índice franqueabilidad medio</b>	<b>2,33</b>	<b>10-IF TOTAL</b>
Índice de Compartimentación (IC)	1,26	IC
Índice de Continuidad Longitudinal (ICL)	127,6	ICL

$L_T$  = Longitud de curso de agua considerado

$N$  = Número obstáculos transversales existentes

$\Sigma IF$  = Suma de los índices de franqueabilidad de los azudes existentes.

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



## 2.-CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PRIORIDAD DE ESPECIES

ESPECIES DE REFERENCIA

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

Siendo: IC= Índice de compartimentación

$\Sigma Ki$  = Suma de los coeficientes de prioridad de las especies presentes en el tramo/masa de agua.

$N$  = Naturalidad

$M_{ov}$  = Movilidad

$V_n$  = Vulnerabilidad

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONTINUIDAD LONGITUDINAL DE LA MASA DE AGUA (ICL)									
Especies presentes en la masa	Naturalidad	Movilidad	Vulnerabilidad	$K_i$	Tipo Vulnerabilidad	Grupo	Migración en ascenso	Migración en descenso	
Luciobarbus bocagei	1,0	4,0	1,5	30,25	-	Grupo 2	Mar, Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Pseudochondrostoma duriense	1,0	4,0	1,5	30,25	Vulnerable	Grupo 2	Mar, Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Achondrostoma arcasii	1,0	3,0	1,5	20,25	Vulnerable	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Gobio lozanoi	1,0	3,0	1,0	16,00	Vulnerable	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Cyprinus carpio	0,0	2,0	1,0	0,00	-	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Alburnus alburnus	0,0	2,0	1,0	0,00	-	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Carassius auratus	0,5	2,0	1,0	4,50	-	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Lepomis gibbosus	0,0	3,0	1,0	0,00	-	Grupo 3	Abr, May, Jun	Jun, Jul, Ago	
Suma de los coeficientes de prioridad de las especies presentes en el tramo/masa de agua $\Sigma K_i$				101,25					

## Resumen continuidad

CONTINUIDAD PISCÍCOLA	GRADO DE ALTERACIÓN			OBSERVACIONES
	SITUACION ACTUAL (SITUACION PRE FASE I)	SITUACION FUTURA (SITUACION POST FASE I)	VALOR	
Índice de compartimentación de la masa de agua (IC)	1,26	3 > IC < 1 BAJO	0,0 MUY BAJO	PERMEABILIZACIÓN DEL AZUD DE PATRIMONIO MEDIANTE UNA RAMPA DE PECES (FASE I)
Índice de continuidad longitudinal de la masa de agua (ICL)	127,6	200 < ICL < 100 MODERADO	0,0 MUY BAJO	

## 5.2.1 Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal: Trabajos selvícolas y eliminación de vegetación exótica

### INDICADORES

**I16: Naturalidad: porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional ocupado por especies ribereñas autóctonas**

Permite evaluar el efecto de las actuaciones relacionadas con la mejora de la estructura y composición de las formaciones vegetales de ribera.

**Umbrales:** Comparar valores del indicador en la situación *pre* con valores *post* actuación

#### Procedimiento:

Se aplicara a los tramos donde se hayan realizado plantaciones (T1 y T4) en su margen izquierda

#### Trabajo de campo:

- Muestreo en campo de las superficies ocupadas por vegetación ribereña leñosa autóctona (y alóctona), tras una primera definición sobre ortofoto. La superficie ocupada se calculará a partir de la proyección horizontal de las copas sobre la superficie del terreno.
- El muestreo se realizaría sobre dos recintos representativos de cada uno de los tramos. El recinto cubriría la totalidad de la anchura de la ribera funcional, mientras que, sobre el eje paralelo al río, cada recinto tendría una longitud de 100 metros (aproximadamente 5 veces la anchura del bankfull -14 a 20 m según tramos-).

#### Trabajo de gabinete:

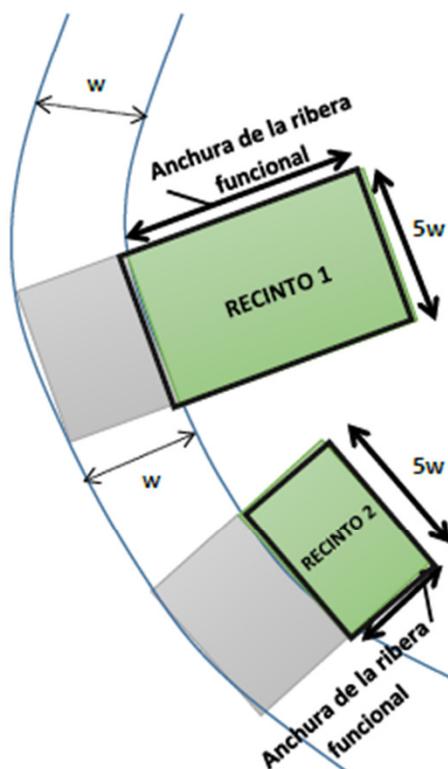
- Cálculo del indicador, estudiando por separado cada recinto, y agrupando posteriormente por tramos.

#### Localización y fechas:

Este indicador se debe evaluar en secciones representativas de los tramos T1 y T4

#### Observaciones:

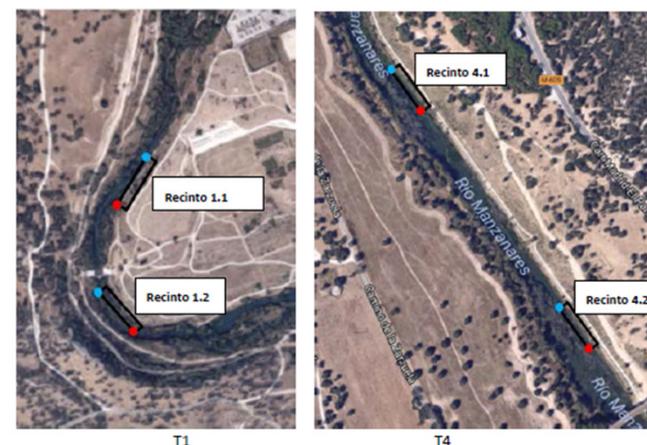
La definición y localización de los recintos se detalla en el Anejo 1



INDICADOR I16 : Porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional ocupada por especies ribereñas autóctonas			
Seguimiento	Fecha	Recinto	Valor I16
0. Situación de referencia	Antes de realizar la actuación	R 1.1	33%
		R 1.2	19%
		R 4.1	85%
		R 4.2	34%
1. Estado intermedio	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	
2. Estado final	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	

En el Anexo 4 figuran los resultados obtenidos en campo para el cálculo del indicador I16

#### B) Informe gráfico :



Recinto	Vértice superior izqdo.		Vértice inferior izqdo.		Ancho(m)=5 anchura bankfull
	X	Y	X	Y	
1.1	433089	4487280	433048	4487194	14
1.2	432984	4488054	433014	4488891	14
4.1	434720	4484075	434782	4483998	20

#### Resultados:

Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada tramo de actuación: T1

## 5.2.2 Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal: Restauración de la vegetación de ribera

### INDICADORES

#### I17: Porcentaje (%) de marras y especies afectadas

Permite evaluar el efecto de las actuaciones relacionadas con la mejora de la estructura y composición de las formaciones vegetales de ribera.

**Umbrales:** Comparar valores del indicador en diferentes fechas de muestreo

**Procedimiento:** Conteo de árboles y arbustos plantados que no se encuentran vivos en la fecha del muestreo, frente al total de ejemplares plantados. Se identificarán también las especies afectadas.

#### Localización y fechas:

Los tramos de muestreo deben corresponder a zonas donde se hayan realizado plantaciones (T1 y T4). Se recomienda utilizar las mismas secciones y fechas que las establecidas para el indicador I16 en estos tramos.

#### Observaciones:

Para optimizar tareas, los recintos serán muestreados dentro de las campañas previstas en la evaluación del estado ecológico.

#### Resultados:

Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada tramo de actuación: T1 y T4  
A) Informe numérico

INDICADOR I17 : Porcentaje (%) de marras y especies afectadas

Seguimiento	Fecha	Recinto	Valor I17
0. Situación de referencia	Antes de realizar la actuación	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	
1. Estado intermedio	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	
2. Estado final	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	

B) Informe gráfico que acredite las mediciones realizadas



## 5.2.2 Actuaciones para la mejora de la cubierta vegetal: Restauración de la vegetación de ribera.

### INDICADORES

#### I18: Porcentaje (%) de ejemplares en mal estado fitosanitario y especies afectadas

Permite evaluar el efecto de las actuaciones relacionadas con la mejora de la estructura y composición de las formaciones vegetales de ribera.

**Umbrales:** Comparar valores del indicador en diferentes fechas de muestreo

**Procedimiento:** Conteo de árboles y arbustos (plantados o no) que presentan un mal estado fitosanitario, sobre el total de ejemplares leñosos existentes. Se identificarán también las especies afectadas.

Los tramos y recintos de muestreo son los recogidos para el indicador I16.

#### Localización y fechas:

Este indicador se obtendría en las mismas secciones y fechas establecidas para el indicador I16.

#### Observaciones:

Para optimizar tareas, los recintos serán muestreados dentro de las campañas previstas en la evaluación del estado ecológico.

#### Resultados:

Los resultados se ofrecerán de manera independiente para cada tramo de actuación: T1 y T4  
A) Informe numérico

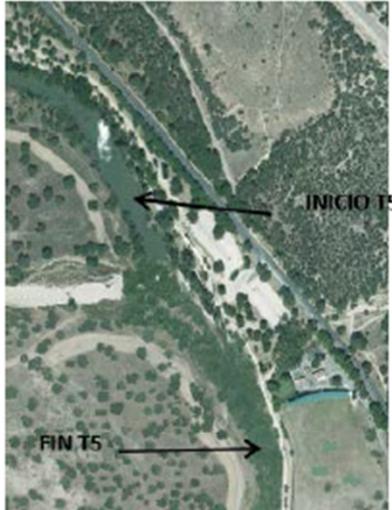
INDICADOR I18 : Porcentaje(%) de ejemplares en mal estado fitosanitario y especies afectadas

Seguimiento	Fecha	Recinto	Valor I18
0. Situación de referencia	Antes de realizar la actuación	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	
1. Estado intermedio	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	
2. Estado final	A determinar	R 1.1	
		R 1.2	
		R 4.1	
		R 4.2	

## 4. RESUMEN DEL SEGUIMIENTO

VUELOS DRON	
Indicadores en los que es necesario	I6: Superficie ocupada por helófitos I7: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada en confluencia Trofa I8: Longitud ocupada por la lámina de agua remansada en confluencia Trofa I9: Anchura ocupada por la lámina de agua remansada en confluencia Trofa I12: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada en azud El Pardo I13: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada en azud El Pardo I14: Superficie ocupada por la lámina de agua remansada en azud El Pardo
Tramos en los que se aplica	T2: Remanso generado por el azud de El Pardo T4: Remanso generado por la cuña de Trofa
	
Fechas de aplicación durante el seguimiento	0. Estado inicial. Julio/2017 1. Estado intermedio: La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad 2. Estado final: La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad
Nº vuelos necesarios	Tres vuelos. Realizado el vuelo previo a las actuaciones.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las condiciones existentes en el momento de realización del primer vuelo Dron (situación inicial), especialmente en lo relativo al caudal circulante, marcaran los requisitos para los vuelos siguientes</li> <li>No debe hacerse cuando la presa evacúe caudales extraordinarios</li> <li>El vuelo Dron debe permitir la georreferenciación en SIG</li> </ul>



BATIMETRÍAS	
Indicadores en los que es necesario	I2: Biotopo hidráulico, calados
	I3: Biotopo hidráulico, velocidades
	I4: Biotopo hidráulico, sustratos
	I10: Volumen de sedimentos
Tramos en los que se aplica	T3: desde el azud de El Pardo hasta la cola del remanso de Trofa
	Tramo 5: cuña de sedimentos y entorno
	 
Fechas de aplicación durante el seguimiento	0. Estado de referencia: antes de la actuación Junio/2017
	1. Estado intermedio: la fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad
	2. Estado final: la fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad
Nº batimetrías necesarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para los indicadores I2, I3 e I4, se realizarán en función del número de actuaciones de diversificación del hábitat que se lleven a cabo. En un principio se han seleccionado 4 secciones en el Tramo 3. También se estudiara la evolución de un rápido natural existente en dicho tramo.</li> <li>En los subtramos 2.1 y 4.1 se estudiaran dos secciones – una por subtramo- para ver la evolución en la zona afectada actualmente por remansos</li> <li>Para el indicador I10, se deberán caracterizar 9 secciones en el Tramo 5 y 1 sección en el puente del ferrocarril</li> </ul>
	El total de batimetrías es de 17
Observaciones	<p>Los indicadores I2, I3 e I4 deben estimarse en las mismas secciones.</p> <p>Todas las mediciones deben realizarse con caudales superiores a 10 m³/s.</p> <p>Todas las secciones deben estar referenciadas con GPS.</p>





CARACTERIZACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL	
Indicadores en los que es necesario	<p>I16: Naturalidad: porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional ocupado por especies ribereñas autóctonas</p> <p>I17: Porcentaje (%) de marras y especies afectadas</p> <p>I18: Porcentaje (%) de ejemplares en mal estado fitosanitario y especies afectadas</p>
Tramos en los que se aplica	<p>T1: desde cuenco amortiguador de la presa hasta cola del remanso del azud</p> <p>T4: Fin de la cola del remanso generado por el tapón de Trofa (antes de las actuaciones) hasta confluencia Manzanares-Trofa</p>
	
Fechas de realización del seguimiento	<p>0. Estado de referencia: antes de la actuación</p> <p>1. Estado intermedio: La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad</p> <p>2. Estado final: La fecha se determinará en función del desarrollo de las obras y la valoración de su idoneidad 2020</p>
Nº muestreos necesarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>se realizarán 2 recintos por cada tramo. Cada recinto comprende exclusivamente la margen izquierda</li> </ul> <p>Nº Total de recintos a estudiar: 4 recintos</p>
Observaciones	Ver la posibilidad de englobar este muestreo dentro del seguimiento biológico





[bichoproducciones.es](http://bichoproducciones.es)

**BICHOPRODS**