

Octubre2016

MORFOLOGÍA



ANEJO MORFOLÓGICO

MARZO 2016

Índice

Obj	etivo	2
PAF	RTE 1: RÍO MANZANARES	2
1.	Estado de referencia	2
2.	Alteraciones que generan afecciones al estado morfológico	
3.	Efectos sobre la morfología y su dinámica	11
4.	Propuesta de actuaciones	21
PAF	RTE 2: ARROYO TROFA	28
1.	Estado de referencia	28
2.	Alteraciones que generan afecciones al estado morfológico	29
3.	Efectos sobre la morfología y su dinámica	
4	Propuesta de actuaciones	33

ANEJO MORFOLÓGICO

OBJETIVO

Este estudio se enmarca en el "Proyecto de Restauración Fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo". Su objetivo es:

- ✓ Identificar las alteraciones morfológicas¹ que ha sufrido el tramo de estudio.
- ✓ Caracterizar los efectos e identificar las causas.
- ✓ Proponer las actuaciones que permitan revertir o paliar los efectos que en mayor medida pueden comprometer la integridad morfológica del sistema y, con ella, del ecosistema fluvial.

Teniendo en cuenta la gran diferencia de características, procesos y alteraciones que se presentan entre el tramo del río Manzanares y el del arroyo de Trofa, este estudio se desglosa en dos partes, analizando por separado cada uno de los tramos citados.

PARTE 1: RÍO MANZANARES

1. ESTADO DE REFERENCIA

En condiciones naturales o mínimamente alteradas, la morfología en planta del río Manzanares viene determinada por:

- Régimen de caudales pluvio-nival, con avenidas tanto en invierno como en primavera.
- Sequía estival muy marcada tanto por la ausencia de precipitaciones como porque la naturaleza geológica de la cuenca no permite el desarrollo de aucíferos.
- Sedimentos formados principalmente por arenas, resultados de la alteración de los materiales pétreos graníticos de la cuenca.
- Situación en el piedemonte, con pendientes moderadas que limitan la capacidad significativa de transporte de sedimentos a la circulación de avenidas.

Estas condiciones generan una forma en planta típicamente trenzada, con un lecho de arenas que presenta islas y barras que, como consecuencia de los bajos caudales circulantes en la época estival, no presenta una colonización estable de vegetación. Dichas islas y barras, al no estar fijadas por vegetación, son movilizadas con facilidad por las avenidas invernales y de deshielo. El resultado en un cauce muy ancho —macrocauce-, en el que se identifican canales de flujo poco estables, separados por islas y barras de arena sin cubierta vegetal (figura 1).

¹ Se entiende por alteración morfológica cualquier cambio inducido por la acción directa o indirecta del hombre que suponga una modificación en los procesos y dinámicas morfológicas del sistema fluvial.

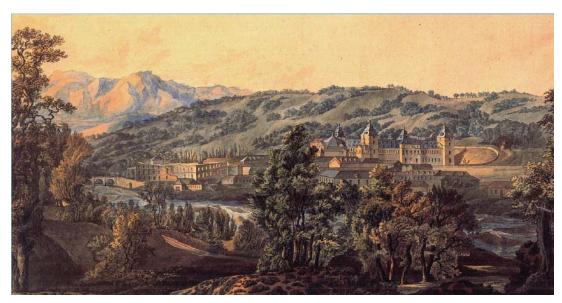


Figura 1. Pintura anónima del siglo XVIII, con el río Manzanares a su paso por El Pardo. Puede apreciarse su amplio cauce con canales trenzados entre bancos de arena e islas. La vista está pintada desde la margen derecha, aguas abajo del puente de Capuchinos.

Hasta finales de los años sesenta del pasado siglo, esta forma en planta natural se había mantenido (figura 2).

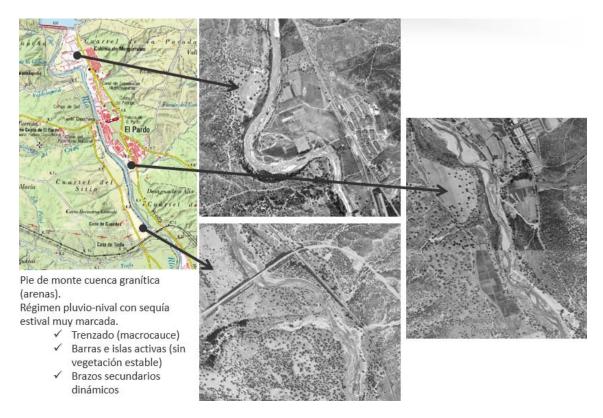


Figura 2. Ortoimágenes del río Manzanares antes de 1970 (Fuente: Nomecalles http://www.madrid.org/nomecalles/Inicio.icm)

2. ALTERACIONES QUE GENERAN AFECCIONES AL ESTADO MORFOLÓGICO

Las alteraciones morfológicas pueden ser el resultado de una única causa o de la interacción de varias. En el río Manzanares las alteraciones son el resultado de varias causas, que para su análisis se agrupan en:

- Alteraciones hidro-sedimentológicas (régimen de caudales líquidos y sólidos)
- Ocupación del espacio de movilidad fluvial.
- Infraestructuras transversales: azudes y estaciones de aforo.

2.1 ALTERACIONES HIDRO-SEDIMENTOLÓGICAS

Como se ha puesto de manifiesto en epígrafes anteriores, el sistema de embalses Manzanares – Pardo provoca una alteración significativa en los regímenes de agua y sedimentos. Respecto a éstos últimos la alteración es prácticamente completa, ya que no hay bypass y los sedimentos que llegan al vaso del Pardo quedan retenidos de manera prácticamente completa. Puede considerarse que estas alteraciones se producen desde principios de los años setenta, fecha en las que entran en servicio la nueva presa de Santillana y la del Pardo.

En lo que se refiere a los caudales líquidos, la afección más significativa desde el punto de vista geomorfológico es la reducción de los caudales de avenidas de periodo de retorno moderado, que son las que realizan un mayor trabajo geomorfológico al maximizar el producto de la capacidad de transporte por la frecuencia. Dichas avenidas determinan las dimensiones en planta y sección del cauce. La tabla 1 presenta la alteración de estos caudales (resultados obtenidos en el estudio hidrológico).

Tabla 1. Alteración en la magnitud de las avenidas

	Rég. Natural (m³/s)	Rég. Alterado (m³/s)	Ratio de variación*
Media de los caudales máximos anuales (Qc)	63.75	36.54	-0.43
Avenida habitual (Q5%)	16.76	10.64	-0.37
Avenida geomorfológica (QGL)	69.2	57.76	-0.17
Avenida de conectividad (Q CONEC)	95.3	90.42	-0.05

^{*}Ratio de variación= (valor alterado-valor natural)/valor natural

Como se ha indicado en párrafos anteriores, la magnitud de los caudales estivales tiene especial influencia en la dinámica morfológica, ya que al ser bajos limitan el desarrollo y estabilización de la vegetación de ribera. La tabla 2 ofrece información de la alteración de estos caudales.

Tabla 2. Alteración en la magnitud de las avenidas

	Rég. Natural (m³/s)	Rég. Alterado (m³/s)	Ratio de variación*
Media de los caudales mínimos anuales (Qs)	0.35	0.30	-0.14
Sequía habitual (Q95%)	0.67	0.39	-0.46

A diferencia de lo que ocurre con las avenidas, los caudales bajos presentan, junto con la alteración en magnitud, una radical alteración en su estacionalidad, como se puede apreciar en la figura 3.

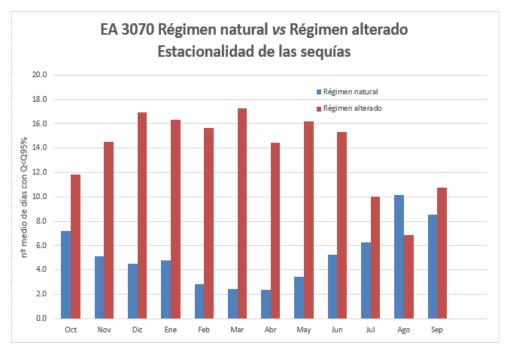


Figura 3. Alteración en la estacionalidad de las sequías

Es de destacar que la alteración es menos notable precisamente en la época estival, dándose el caso de que en agosto el régimen alterado presenta menos días de sequía que el natural. Esta circunstancia se manifiesta también al comparar las aportaciones medias mensuales (figura 4), donde se aprecia la misma pauta: caudales similares en régimen natural y alterado durante los meses estivales, con un ligero repunte en agosto.

EA 3070 Régimen natural vs Régimen alterado Aportaciones mensuales

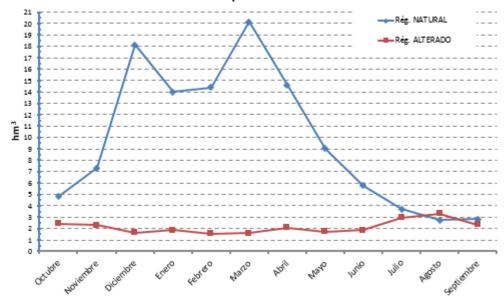


Figura 4. Aportaciones mensuales en régimen natural y alterado

2.2 OCUPACIÓN DEL ESPACIO DE MOVILIDAD FLUVIAL

El espacio de movilidad fluvial –EMF- es el área del valle que el río necesita para llevar a cabo sus desplazamientos laterales vinculados con la dinámica de las formas en planta que correspondan al sistema fluvial. No es, por tanto, el espacio que en un momento dado ocupa el río, si no la envolvente del que a lo largo de su historia más o menos reciente ha ocupado.

Para la delimitación de ese espacio en condiciones de baja intervención antrópica se cuenta con las ortofotos de 1956 y 1965. La escala y calidad de las ortofotos de 1946 ha obligado a no considerarlas. En la ortofoto de 1975 ya se aprecia claramente la ocupación del EMF, que se materializó con rellenos importantes, estableciendo un fuerte talud que delimita el nuevo espacio fluvial.

Hay varios tramos en los que la ocupación de ese espacio es evidente, especialmente aguas arriba del puente del ferrocarril e inmediatamente después de que el río abandone las últimas edificaciones del pueblo de El Pardo. En las figuras 5 a 8 se presenta, sobre la base de la ortofoto de 2014, las líneas que delimitaban el EMF en 1956 y 1965, junto con los taludes que aparecen en 1975 y que confinan el espacio fluvial, confinamiento que se mantiene en la actualidad

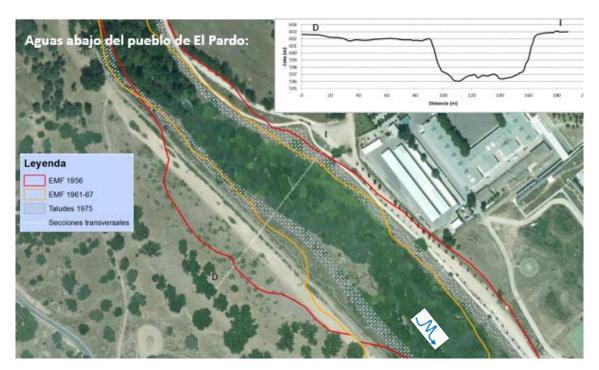


Figura 5. Aguas abajo del pueblo de El Pardo. Espacio de movilidad fluvial en los años 50 y 60, taludes artificiales en 1975 sobre imagen actual (ortofoto 2014). Se aprecia una ocupación significativa en la margen derecha.



Figura 6. Detalle de la zona presentada en la figura 5 en la ortofoto de 1956.

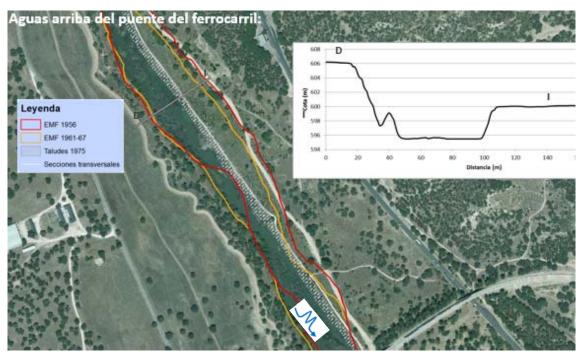


Figura 7. Aguas arriba del puente del ferrocarril. Espacio de movilidad fluvial en los años 50 y 60, taludes artificiales en 1975 sobre imagen actual (ortofoto 2014). Se aprecia una ocupación significativa en la margen izquierda.



Figura 8. Detalle de la zona presentada en la figura 7 en la ortofoto de 1956.

2.3. INFRAESTRUCTURAS TRANSVERSALES: AZUDES Y ESTACIONES DE AFORO.

a) Azud para riego

En el tramo hay sólo un azud situado aguas arriba del puente de Los Capuchinos. Hay referencias de su presencia desde los años sesenta, destinado para establecer un punto de toma para el bombeo de agua destinado al riego de un campo de golf del complejo del palacio de la Zarzuela. Varias avenidas provocaron daños más o menos notables, hasta que a principios de los noventa se construyó el actual.

El uso original ya se ha perdido, y actualmente se utiliza para el riego de distintos espacios verdes de la margen derecha vinculados con Patrimonio Nacional, y también para abastecimiento de los vehículos contra incendios forestales.

En la figura 9 se presenta la ortoimagen de 1991, señalando la posición del azud. Se puede apreciar fácilmente el importante remanso que esta infraestructura genera, llegando prácticamente hasta la estación de aforo 3243, hoy demolida.



Figura 9. Situación del azud y remanso generado sobre ortofoto de 1991. En la esquina superior derecha se aprecia la estación de aforo 3243.

b) Estación de aforo 3187

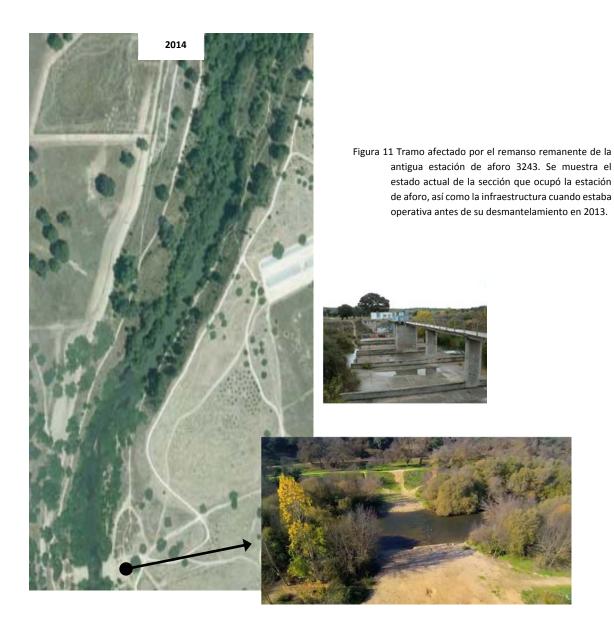
Esta estación de aforo, situada apenas a 175 metros aguas abajo del azud, entró en servicio en 1969, causó baja en 1998 y fue demolida en 2013. Generaba un remanso que llegaba hasta el pie del azud que propició el desarrollo de un soto denso. Su demolición ha propiciado el reinicio del reequilibrio de ese pequeño tramo. En la figura 10 se aprecia la evolución indicada. En la actualidad, no hay signos que manifiesten ningún efecto residual de lo que fue esta infraestructura.



Figura 10. Situación de la estación de aforo 3187, mostrando el remanso generado, la ocupación por vegetación de ribera y la redefinición del cauce después de su desmantelamiento en 2013.

c) Estación de aforo 3243

Esta estación de aforo, situada aguas abajo de la presa de El Pardo, en la entrada a la curva de Mingorrubio, entró en servicio en 1975, causó baja en 2010 y fue demolida en 2013. Generaba un remanso que alcanza la unión de la entrega del desagüe de fondo y del aliviadero de la presa. A diferencia de la anterior, la demolición dejó el lecho sobreelevado, lo que ha mantenido un cierto remanso a pesar de la desaparición de la infraestructura.



3. EFECTOS SOBRE LA MORFOLOGÍA Y SU DINÁMICA

Presentadas las alteraciones, se describen a continuación los efectos que generan sobre la morfología del cauce.

3.1 EFECTOS DERIVADOS DE LAS ALTERACIONES HIDRO-SEDIMENTOLÓGICAS

En la figura 12 se presenta un esquema de los efectos potencialmente generados por las alteraciones hidro-sedimentológicas que sufre el tramo.

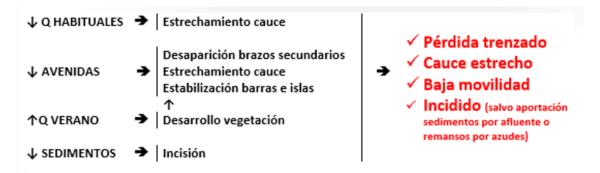


Figura 12. Efectos potencialmente generados por las alteraciones hidro-sedimentológicas que sufre el tramo.

La pérdida de trenzado, el estrechamiento del cauce y la pérdida de movilidad es un efecto generalizado en todo el tramo. La forma en planta trenzada ha desaparecido (figura 13)



Figura 13. Efecto de la alteración del régimen hidro-sedimentológico sobre la forma en planta: desaparición del patrón trenzado del cauce.

La incisión está limitada a los tramos que no están afectados por el remanso de azudes y/o que no reciben aportaciones significativas de sedimentos desde afluentes. En esas circunstancias sólo hay un pequeño tramo aguas abajo del azud, que además presenta una pendiente significativamente más alta que la del resto. Ahí la incisión es notable y buena muestra de este proceso puede apreciarse en el puente de Capuchinos. La figura 14 presenta la imagen del puente recién inaugurado y el estado actual; la incisión supera ampliamente los 150 cm.





1961 (Pasionpormadrid.blogspot)

Actual

Figura 14 Incisión en el puente de Capuchinos.

El principal efecto de la alteración hidro-sedimentológica se presenta en la confluencia del arroyo de Trofa. Este arroyo, el afluente más importante del Manzanares en el tramo de estudio, ha venido aportando cantidades significativas de sedimentos al Manzanares. Con el régimen hidrológico natural, estos sedimentos, que quedaban en el cauce del Manzanares a modo de cono de deyección, eran movilizados por las avenidas. Este comportamiento se acredita con las imágenes de 1956 y de los años sesenta, antes de que las presas alterasen significativamente el régimen de avenidas (figura 15).

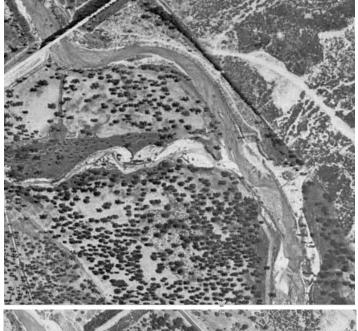


Figura 15 Dinámica sedimentológica en al confluencia del arroyo Trofa. Los sedimentos eran movilizados por las avenidas del Manzanares. La imagen superior es de 1956 y la inferior de los años sesenta. (Fuente: Visor Nomecalles)



Tras la puesta en servicio de estas infraestructuras de regulación, las avenidas del Manzanares perdieron capacidad para movilizar los sedimentos aportados por Trofa. Además, gracias al incremento de los caudales en verano, la vegetación tuvo oportunidad de desarrollarse y así contribuir a la estabilización de esos sedimentos.

De esa manera los sedimentos que se quedaban en la desembocadura generaban una especie de azud que provocaba el correspondiente remanso, elevando la cota de lámina de agua. Este proceso no era estático, y con cada avenida de Trofa, los sedimentos aportados se acumulaban sobre los que ya estaban, y la barra seguía creciendo y con ella la cota de lámina de agua en el remanso, que cada vez tenía más calado, anchura y afectaba aguas arriba a una mayor longitud.

Este remanso favoreció el desarrollo de vegetación de ribera en el tramo afectado por el remanso (figura 16).

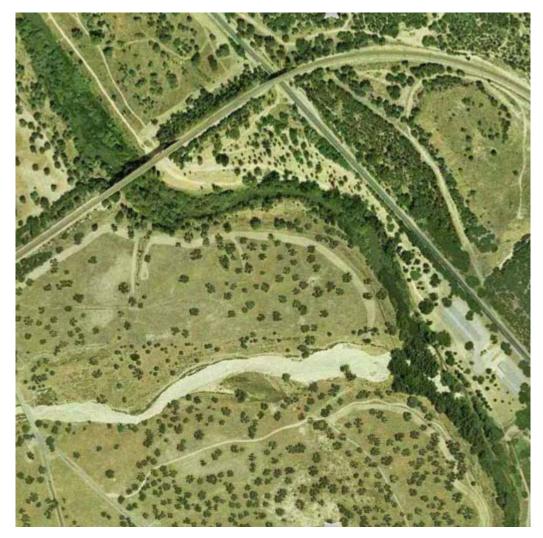


Figura 16. Estabilización de sedimentos en la confluencia de Trofa, con desarrollo de remanso y vegetación de ribera. Imagen de 2001.

Pero a medida que el calado aumentaba, las raíces tenían cada vez más problemas para respirar, hasta que a partir de mediados de la primera década del 2000, se empezaron a manifestar problemas de mortandad que se hicieron generales en 2010 (figura 17).



Figura 17. Arriba: Imagen de 2004 en la que se aprecia el remanso y la vegetación de ribera asociada. Imagen de 2010 en la que se ve como la vegetación de ribera está defoliada y sólo quedan ramas y troncos.



Figura 18. Imagen tomada desde un dron del tramo inmediatamente aguas arriba de la desembocadura de Trofa. Otoño 2015.

Siendo éste su efecto más visible e impactante de cara al público, no es ni el único ni el más relevante.

El remanso que genera la estabilización progresiva de los sedimentos que aporta Trofa provoca:

- Pérdida de la condición lótica del río, que pasa a tener las características de un lago o cola de embalse (léntico).
- Pérdida de vegetación de ribera.
- Aparición de importantes masas de helófitos.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.

Estos efectos se manifiestan sobre casi dos kilómetros de río. Y no puede olvidarse que este proceso (estabilización de sedimentos-incremento de la cota de lámina de agua- aumento del remanso), de no actuar, se autoalimenta, y con él sus efectos.

3.2 EFECTOS DERIVADOS DE LA OCUPACIÓN EL ESPACIO DE MOVILIDAD FLUVIAL

Aunque este tramo del Manzanares ha estado sometido secularmente a presión antrópica, la ocupación del espacio de movilidad fluvial se intensificó a partir de los años setenta. En la figura 19 se aprecia la evolución de un tramo que ha sufrido una ocupación significativa de su espacio de movilidad fluvial.

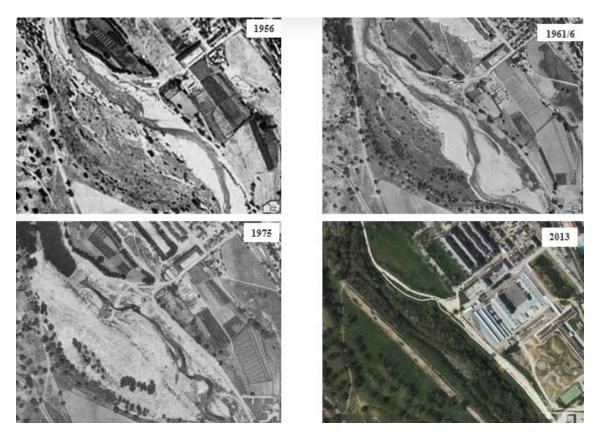


Figura 19. Secuencia de la ocupación del espacio de movilidad fluvial de un tramo del río Manzanares aguas abajo del pueblo de El Pardo.

Los efectos de esta ocupación pueden sintetizarse en:

- Pérdida de espacio fluvial.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.
- Pérdida de conectividad transversal.
- Pérdida de accesibilidad a las orillas.
- Pérdida de valor escénico y de oportunidad de contacto con el río.

Este último efecto tiene una especial relevancia, ya que se trata de un tramo intensamente visitado. Los usuarios no pueden llegar al río y deben limitarse a pasear por la coronación de los taludes que lo limitan y encajonan.



Figura 20 Talud que limita y encajona al río. Esta morfología de origen antrópico, está presente a lo largo de la mayor parte del tramo de estudio. Además de los adversos efectos ambientales, limita considerablemente la oportunidad de que los ciudadanos puedan entrar en contacto con el río.

3.3 EFECTOS DERIVADOS DEL AZUD Y LA ESTACIÓN DE AFORO 3243

a) Azud

Los efectos generados por el azud son (figura 21):

- Barrera para la transitabilidad de la ictiofauna.
- Remanso aguas arriba, modificando las condiciones lóticas propias de un río por otras lénticas, características de lagos o colas de embalse. Este remanso, que afecta a casi 1,5 kilómetros de cauce (alcanza hasta donde estuvo la estación de aforo de Mingorrubio), es el responsable de los efectos que se citan a continuación.
- Aparición de importantes masas de helófitos.
- Simplificación de biotopos acuáticos.
- Posibles malos olores consecuencia de la descomposición anaerobia de materia orgánica.

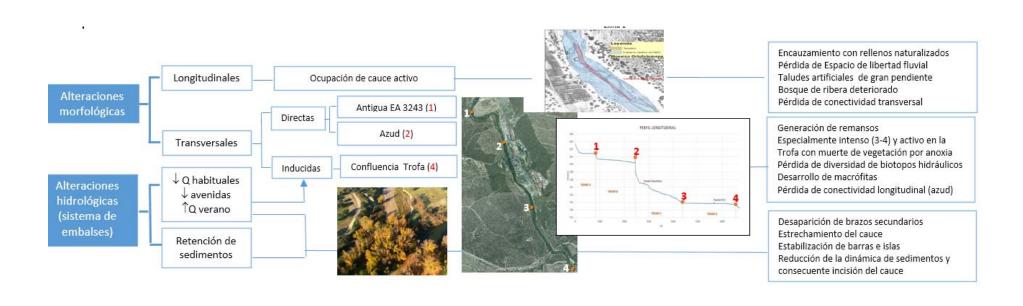


Figura 21. Tramo afectado por el remanso del azud..

b) EA 3243

El desmantelamiento de la estación de aforo 3243 ha dejado una pequeña afección que se corresponde con una ligera elevación de la cota de lecho en la sección donde estuvo situada. Esta elevación genera un remanso de escasa entidad que propicia, aunque en pequeña cuantía, el desarrollo de helófitos.

A continuación se presenta una síntesis de lo expuesto anteriormente:



4. PROPUESTA DE ACTUACIONES

Una vez caracterizadas las alteraciones, identificadas sus causas y sus efectos, se presentan a continuación las alternativas de actuación consideradas, una breve descripción, sus ventajas e inconvenientes y, a la vista de lo expuesto, las actuaciones propuestas.

4.1. ACTUACIONES PARA PALIAR LOS EFECTOS DERIVADOS DE LAS ALTERACIONES HIDRO-SEDIMENTOLÓGICAS

Recuérdese que el principal problema detectado es el remanso que genera la estabilización progresiva de los sedimentos que aporta Trofa. La alteración del régimen de caudales, en particular la reducción de avenidas, está detrás de este problema que provoca:

- Pérdida de la condición lótica del río, que pasa a tener las características de un lago o cola de embalse (léntico).
- Pérdida de vegetación de ribera.
- Aparición de importantes masas de helófitos.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.

Estos efectos se manifiestan sobre casi dos kilómetros de río.

a) No actuar

Atenuación de los efectos detectados: Ninguna

Ventajas: Ninguna

Inconvenientes: Es importante tener en cuenta que esta opción mantiene el deterioro progresivo del tramo, ya que el proceso se autoalimenta. En otras palabras, la no acción no implica que las cosas queden como están; la no acción permite que el proceso de crecimiento de la barra y el remanso que genera siga aumentado y con él los efectos señalados.

b) Desmantelamiento <u>completo</u> de la barra de sedimentos y un programa de avenidas prescritas.

Descripción: Cortar toda la vegetación desarrollada sobre los sedimentos y dragar por completo la barra. El programa de avenidas prescritas permitirá la movilización de los sedimentos que aporte Trofa. Para que esta actuación tenga efecto es imprescindible que esas avenidas se apliquen; de lo contrario el problema volvería a aparecer.

Atenuación de los efectos detectados: Completa

Ventajas: Facilidad de ejecución.

Inconvenientes:

- Avenidas prescritas: Estas avenidas, que deben estar dentro de los valores establecidos por el Plan de Cuenca para los caudales máximos a desaguar por la presa de El Pardo, requieren establecer un protocolo para que sea seguido por los responsables de la gestión de la presa.
- <u>Desmantelamiento de la barra</u>: La eliminación de toda la vegetación y el

dragado de los sedimentos generará un impacto visual muy importante en una zona que soporta un intensísimo uso social. Es previsible una fuerte contestación por parte de estos usuarios. Además, el ensanchamiento de la sección puede requerir, para la movilización de los sedimentos que aporte Trofa, caudales muy superiores a los máximos autorizados por el Plan.

c) Desmantelamiento <u>parcial</u> de la barra de sedimentos y un programa de avenidas prescritas.

Descripción: Similar a la descrita anteriormente, pero dejando en el centro del cauce una isla (figura 22).

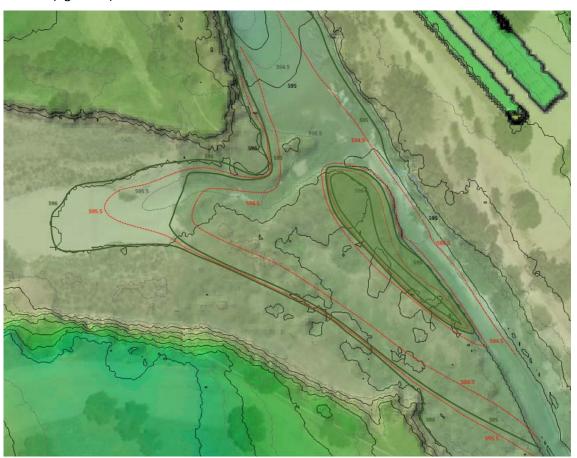


Figura 22. Propuesta de actuación en la desembocadura de Trofa eliminando parcialmente la barra estabilizada y dejando una isla central. En negro las curvas de nivel correspondientes a la situación actual y en rojo las correspondientes a la actuación propuesta.

Atenuación de los efectos detectados: Con el rebaje de la cota que actualmente presenta la barra, y con las avenidas prescritas, es de esperar que se active la dinámica sedimentaria, generándose una rebaja de la cota del lecho que progrese hacia aguas arriba, propiciando la conformación de un nuevo cauce y liberando espacio ripario hoy sumergido. A medio plazo, la atenuación de los efectos detectados se espera que sea completa.

Ventajas: La isla intermedia propuesta tendrá dos funciones de interés. Por una lado servir como pantalla visual que limite el impacto de la actuación, y por otro limitar la anchura del cauce facilitando así el efecto de movilización de sedimentos de las avenidas prescritas.

Inconvenientes: sobre las avenidas prescritas.

- Avenidas prescritas: Se mantiene lo indicado anteriormente.
- Seguimiento: Es imprescindible un seguimiento del efecto de la actuación sobre la dinámica sedimentaria y la instalación y desarrollo de vegetación en la zona de actuación, porque los procesos sobre los que se actúa están sometidos a los pulsos propios del régimen fluvial de Trofa, y a la circulación de las avenidas que, más allá de las prescritas, se presenten en el Manzanares. Si en algún momento se aprecia un depósito de sedimentos que el río no es capaz de movilizar y/o el desarrollo de vegetación que propicie su estabilidad, habrá que intervenir para evitar que la situación actual se reproduzca.

4.2. ACTUACIONES PARA PALIAR LOS EFECTOS DE LA OCUPACIÓN DEL ESPACIO DE MOVILIDAD FLUVIAL.

Recuérdese que los efectos de esta ocupación pueden sintetizarse en:

- Pérdida de espacio fluvial.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.
- Pérdida de conectividad transversal.
- Pérdida de accesibilidad a las orillas.
- Pérdida de valor escénico y de oportunidad de contacto con el río.

Estos efectos se manifiestan sobre prácticamente la totalidad del tramo de estudio y en ambas márgenes, aunque con grados de afección e intensidad variables.

a) No actuar

Atenuación de los efectos detectados: Ninguna

Ventajas: Ninguna

Inconvenientes: Además de la pérdida de oportunidad de recuperar valores ambientales y contribuir a mejorar el estado de la masa de agua, no actuar implica mantener las orillas inaccesibles para los ciudadanos, perpetuando la pérdida de valor escénico y de contacto directo con el río en un tramo situado apenas a 15 o 20 minutos del centro de una gran urbe.

b) Perfilado de taludes y adecuación de viales y accesos.

Descripción: En función de las disponibilidades de espacio, se propone recuperar ribera desmontando taludes en unos casos, reduciendo la pendiente en otros y habilitando viales que permitan el acceso de los ciudadanos a los nuevos espacios riparios, teniendo en cuenta tanto la capacidad de acogida del medio como las características de los distintos tipos de usuarios (figura 23).



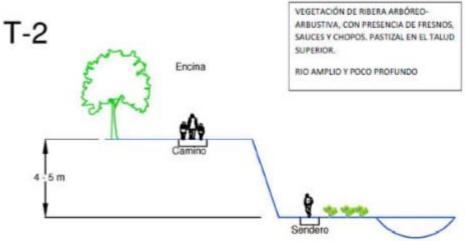


Figura 22. Propuesta tipo en la zona del meandro de Mingorrubio.

Atenuación de los efectos detectados: Parcial. Hay tramos en los que los usos del suelo están consolidados y no permiten la recuperación del espacio ripario.

Ventajas: Facilidad de ejecución.

Inconvenientes:

- <u>Impacto social</u>: Estas actuaciones requieren un movimiento de tierras importante y a corto plazo generan un impacto negativo para los usuarios de este espacio de recreo. Sus efectos tardarán varios años en apreciarse. Es necesario un programa de comunicación y participación pública que permita involucrar a los distintos grupos en el proceso de recuperación.
- <u>Limitación temporal de uso</u>: La ejecución de estas actuaciones implican una limitación temporal del uso de estos espacios públicos.

4.3. ACTUACIONES PARA PALIAR LOS EFECTOS DEL AZUD.

Recuérdese que los efectos generados por el azud son:

- Barrera para la transitabilidad de la ictiofauna.
- Remanso aguas arriba (*), modificando las condiciones lóticas propias de un río por otras lénticas, características de lagos o colas de embalse. Este remanso es el responsable de los efectos que se citan a continuación.
 - Aparición de importantes masas de helófitos (*).
 - Simplificación de biotopos acuáticos(*).
 - Posibles malos olores consecuencia de la descomposición anaerobia de materia orgánica.

(*)Estos efectos afectan a casi 1,5 kilómetros de cauce, alcanzando hasta donde estuvo la estación de aforo de Mingorrubio.

a) No actuar

Atenuación de los efectos detectados: Ninguna

Ventajas: Ninguna

Inconvenientes: Se acentuarán los cambios asociados a ambientes lénticos, de manera que el tramo perderá cada vez más su esencia de río.

b) Construcción de una rampa de peces y compuerta.

Descripción: Se construirá una rampa (figuras 23 y 24) para que la ictiofanua pueda salvar el azud. Esta rampa se diseñará para que la cota actual de la lámina de agua se rebaje en 50 centímetros, reduciendo así el remanso, tanto en longitud como en anchura. La compuerta permitirá la evacuación de los sedimentos y materia orgánica que llegue al paramento del azud, limitando así los procesos de descomposición anaerobia que pudiesen producirse (la compuerta no aparece en las figuras).

Atenuación de los efectos detectados:

Barrera para la ictiofauna: Completa

Remaso: Parcial. El azud tiene que mantenerse para poder bombear agua con la que dar los servicios actuales (riego y servicio contra incendios forestales). Rebajar 50 cm la cota de lámina de agua contribuirá a reducir el remanso y sus efectos.

Ventajas: Mantiene los servicios asociados al azud.

Inconvenientes: En un sentido estricto, se mantienen los efectos derivados del remanso ya que éste no se elimina por completo, aunque la reducción de la cota de lámina de agua en 0,5 metros implica que el remanso se reducirá tanto en longitud como en anchura y calado. El período de tiempo en el que la compuerta esté abierta, el remanso sí que desaparece prácticamente por completo.

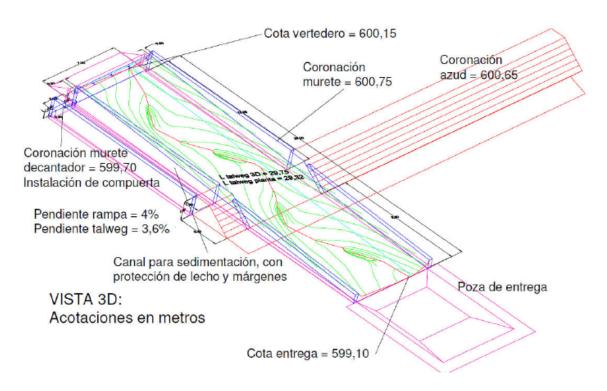


Figura 23. Vista 3D de la rampa dispuesta sobre el azud para facilitar la transitabilidad de la ictiofauna y rebajar la cota de lámina de agua del remanso.



Figura 24. Vista en planta de la rampa en la ubicación propuesta.

4.4. ACTUACIONES PARA PALIAR LOS EFECTOS DEL REMANSO EN LA EA 3243 DESMANTELADA.

En este caso, como ya se ha indicado, los efectos de ese remanso son limitados. Es importante señalar que mientras estuvo operativa la estación de aforo, la pasarela que se utilizaba para los aforos directos servía también para que los paseantes pudiesen cruzar a la otra orilla (véase figura 11). Usuarios y asociaciones vecinales han puesto de manifiesto la importancia de recuperar esa comunicación entre orillas; atendiendo esa demanda, y en el marco de este proyecto, se ha propuesto la construcción de una nueva pasarela peatonal en esta misma sección. Aprovechando esa intervención, se propone la actuación que se describe a continuación.

a) No actuar

Atenuación de los efectos detectados: Ninguna

Ventajas: Ninguna

Inconvenientes: No significativos porque como los efectos no son trascendentes, la no

acción es una alternativa a considerar.

b) Rebajar de la cota del lecho.

Descripción: Se rebajará la cota del lecho en 50 cm, acopiando las gravas que actualmente hay en superficie para una vez completado el rebajo, volver a disponerlas. En el tramo, dominado por las arenas, es importante el papel que tiene los lechos de gravas para la freza de las especies autóctonas.

Atenuación de los efectos detectados: Significativa.

Ventajas: Compatible con la construcción de la pasarela peatonal.

Inconvenientes: No se aprecian.

PARTE 2: ARROYO TROFA

1. ESTADO DE REFERENCIA

En condiciones naturales o mínimamente alteradas, la morfología en planta del arroyo Trofa se corresponde con un cauce trenzado (figura 25), que en el tramo final, cuando la pendiente se reduce, presenta un macrocauce con un patrón meandriforme (figura 26).

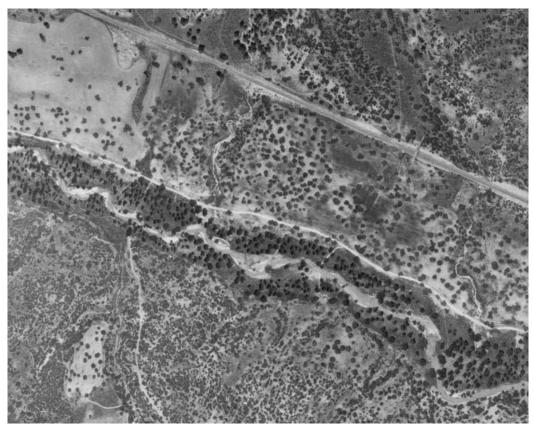


Figura 25. Vista en planta del tramo medio del arroyo Trofa. Se aprecia el patrón trenzado. (Fuente: Nomecalles. Ortoimagen de 1975)



Figura 26. Vista en planta del tramo final del arroyo Trofa. Se aprecia el patrón trenzado dentro de un macrocauce meandriforme. (Fuente: Nomecalles. Ortoimagen de 1975)

2. ALTERACIONES QUE GENERAN AFECCIONES AL ESTADO MORFOLÓGICO

En el arroyo Trofa, las alteraciones son el resultado de varias causas, que para su análisis se agrupan en:

- Alteraciones hidrológicas (régimen de caudales líquidos)
- Presión de la fauna cinegética sobre la cubierta vegetal, especialmente la riparia.

2.1 ALTERACIONES HIDROLÓGICAS

Como ya se ha indicado en el anejo hidrológico, una parte importante de la cuenca del arroyo está fuera del Monte de El Pardo, y ha sufrido importantes cambios de uso del suelo – principalmente para su urbanización-.

Es de destacar que la superficie impermeabilizada como consecuencia del desarrollo urbano se ha multiplicado por cuatro, pasando de 3 km² en 1956 a 12 km² en la actualidad, llegando así a ocupar un 16,4% de la superficie de la cuenca del arroyo (figura 27). Ese cambio tuvo su punto de inflexión a mediados de la década de los setenta.



Figura 27. Núcleos urbanos en el interior de la cuenca del arroyo de Trofa.

Las estimaciones obtenidas a partir del modelo hidrometeorológico aplicado (véase anejo hidrológico), ponen de manifiesto que para un periodo de retorno de 10 años el caudal puede

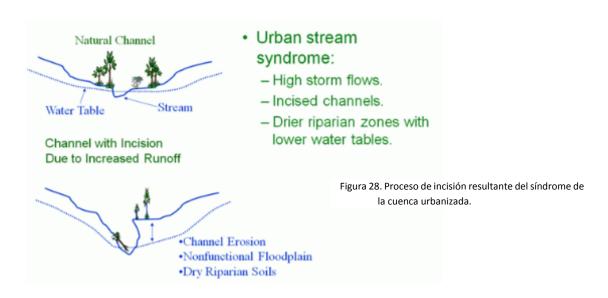
incrementarse hasta multiplicarse por cinco, mientras que para 100 años llega a duplicarse.

2.2 PRESIÓN DE LA FAUNA CINEGÉTICA SOBRE LA CUBIERTA VEGETAL, ESPECIALMENTE LA RIPARIA.

El importante incremento de la cabaña cinegética que soporta la finca tiene una sensible repercusión en dos aspectos que finalmente afectan a procesos hidrológicos. Por un lado la compactación del suelo y reducción de la cubierta en contacto con él, procesos que aumentan el coeficiente de escorrentía y con él los caudales. Por otro, al llegar el período estival, la cabaña se concentra junto al cauce, haciendo que en el espacio ripario sean especialmente intensas tanto la compactación del suelo por pisoteo, como la afección por pastoreo de la cubierta vegetal, que tiene muchas dificultades para regenerarse.

3. EFECTOS SOBRE LA MORFOLOGÍA Y SU DINÁMICA

Presentadas las alteraciones, se describen a continuación los efectos que generan sobre la morfología del cauce. En este caso, los efectos que se presentan en Trofa son consecuencia tanto del incremento de caudales generado por la impermeabilización de una parte de su cuenca (síndrome de la cuenca urbanizada –figura 28-), como de la presión cinegética sobre la cubierta vegetal, tanto en la cuenca como, especialmente, en la ribera (figura 29). Dado que las dos alteraciones señaladas contribuyen de manera conjunta a generar efectos sobre la morfología, se presentan estos ligados.



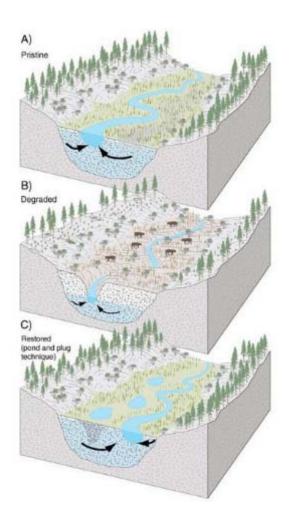
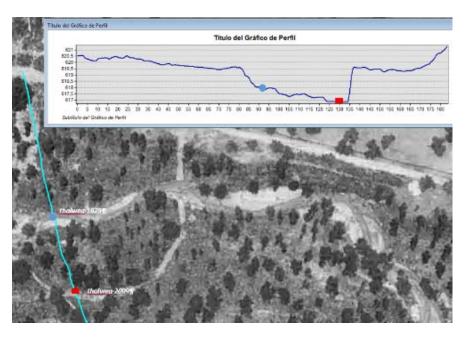


Figura 28 Estado original, degradado y recuperado de una cuenca con "síndrome de la cuenca urbanizada" y exceso de carga ganadera.

A partir del MDT 1x1, se han podido medir incisiones en el cauce del arroyo del orden de 1,5 a 2 metros comparando la cota del cauce en 1975 —en esa fecha la impermeabilización por urbanización todavía no era importante-, con la que presenta en la actualidad (figura 29).



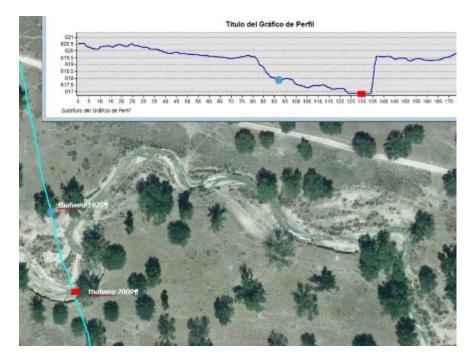


Figura 29. Situación del thalweg del cauce en 1975 (punto azul) y en 2009 (cuadrado rojo). Además del desplazamiento lateral, se aprecia una incisión de un metro y medio aproximadamente. Este descenso de la cota base del lecho es generalizada en el tramo.

En la figura 30 se presenta una síntesis de los procesos que determinan esa incisión y la consecuente desconexión del cauce de su llanura de inundación natural. Es importante tener en cuenta que los procesos mostrados se autoalimentan, haciendo que la incisión y desconexión de la llanura de inundación sea una dinámica progresiva y acelerada que afecta al cauce de Trofa de manera generalizada.

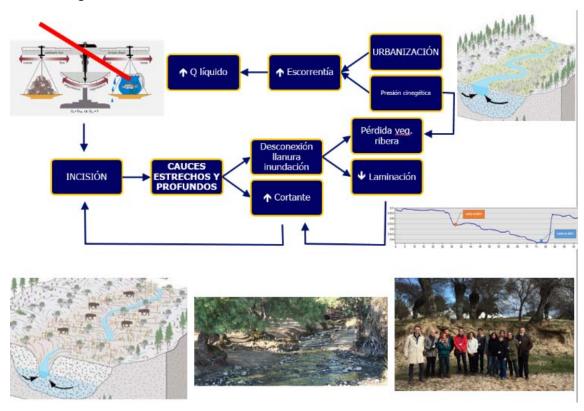


Figura 30. Síntesis de los procesos implicados en la degradación por incisión del cauce y desconexión de la llanura de inundación en Trofa

4. PROPUESTA DE ACTUACIONES

Una vez caracterizadas las alteraciones, identificadas sus causas y sus efectos, se presentan a continuación las alternativas de actuación consideradas, una breve descripción y sus ventajas e inconvenientes.

Recuérdese que el principal problema detectado es el incremento de los caudales, que junto con la pérdida de vegetación riparia provocada por el exceso de carga cinegética, propician los procesos de incisión y desconexión de la llanura de inundación que de manera intensa se manifiestan a lo largo del cauce del arroyo.

a) No actuar

Atenuación de los efectos detectados: Ninguna

Ventajas: Ninguna

Inconvenientes: Es importante tener en cuenta que esta opción mantiene el deterioro progresivo del tramo, ya que el proceso se autoalimenta. En otras palabras, la no acción no implica que las cosas queden como está; la no acción permite que el proceso de incisión, en el mejor de los casos, se mantenga, siendo esperable que se incremente.

b) Laminación de caudales procedentes de drenaje urbano.

Descripción: Incorporación de tanques de tormentas que permitan laminar las escorrentías procedentes del drenaje urbano, actuando así sobre una de las causas del problema. Estas actuaciones hay que desarrollarlas en el marco de contactos con los municipios que vierten sus pluviales —en todo o en parte- al arroyo de Trofa (Hoyo de Manzanares, Torrelodones y Las Rozas).

Atenuación de los efectos detectados: Parcial

Ventajas: Se ha mantenido un primer contacto con técnicos del Ayuntamiento de Las Rozas, que han mostrado su sensibilidad por el tema.

Inconvenientes: Se trata de actuaciones que requieren inversiones importantes y la intervención de distintas administraciones, por lo que es razonable pensar que, de llevarse a cabo, estarían operativas a medio y largo plazo.

Aunque con la actuación descrita se limitasen los caudales circulantes por Trofa y se mejorase el comportamiento hidrológico de las áreas vertientes, no se desactivaría el proceso sustentado por la presencia de cauces estrechos y desconectados de la llanura de inundación. Para evitar que esta otra fuente del proceso de incisión siga activa, es necesario recuperar (1) la cota del lecho, su anchura y el espacio de movilidad natural, (2) el contacto efectivo del cauce con su llanura de inundación cuando circulen avenidas significativas y (3) la vegetación riparia, actualmente descolgada y desvinculada del freático, y con un más que pésimo pronóstico de estabilidad y persistencia. A continuación se presentan estas actuaciones.

c) Elevación de la cota de lecho y reconexión con la llanura de inundación.

Descripción: Esta actuación requiere:

a) <u>Movimiento de tierras "in situ"</u>, retirando de las áreas inmediatas al

cauce que han quedado descolgadas e incorporándolas a aquel. Este movimiento, además de (1) subir la cota del lecho debe permitir (2) suavizar los taludes generados por la incisión, (3) favorecer la recuperación de la funcionalidad de la llanura de inundación, (4) mejorar la conexión con la vegetación freatófita actualmente descolgada y (5) desplazar el thalweg o línea de vaguada hacia la parte interior de las curvas para limitar el desmoronamiento de taludes (figura 31).

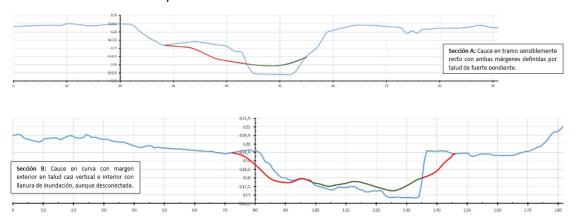
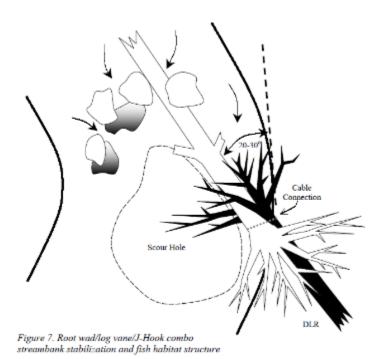


Figura 31. Ejemplo de movimiento de tierras en las secciones tipo A y B. Las ondulaciones de la zona de relleno en la sección B tienen como objetivo definir mesotopografías que propicien el desarrollo de distintas comunidades vegetales en función de las distancias horizontales y verticales al frente húmedo.

b) <u>Establecer puntos fijos en el cauce</u> que, a modo de trampa de sedimentos, garanticen la estabilidad de los materiales aportados por el movimiento de tierras y propicien la retención de sedimentos. Se trata de establecer a lo largo del nuevo lecho "puntos fijos" que con una altura pequeña —entre 0,75 y 1 metro- garanticen la estabilidad en el punto y en el tramo aguas arriba influenciado por el remanso que estos "puntos fijos" inducen. Las figuras 32 y 33 muestran algunos ejemplos.

Figura 32. Ejemplo de estructura mixta LWD-bolos (LWD: Large Woody Debris)



Profile View

Constant of the Constant of the

Figura 33. Ejemplo de estructura V con LWD y con bolos.

Atenuación de los efectos detectados: Completa.

Ventajas: Permite recuperar la estructura morfológica natural

Inconvenientes: Movimiento de tierras importante, aunque como se compensa "in situ" el coste es limitado. Muy sensible en los primeros meses a la circulación de avenidas importantes.

d) Apoyo a la recuperación de la vegetación riparia.

Descripción: Para acompañar al arroyo en los primeros pasos de recuperación de su vegetación riparia, se propone introducir ejemplares de sauce —estaquillas y varas dispuestos según cota y distancia al lecho- y fresno. No se trata de "colonizar" el nuevo espacio, sino de ayudar al sistema en su primera fase de autorrecuperación.

Atenuación de los efectos detectados: Limitada. Es una actuación de apoyo a la autorrecuperación del sistema.

Ventajas: Integrada con la actuación descrita anteriormente.

Inconvenientes: Ninguno.

e) Disminución de la carga cinegética mediante acotado a las reses.

Descripción: Para poder llevar a cabo esta disminución, es imprescindible un acotado. Para minimizar coste y aprovechar las infraestructuras existentes, se considera necesario utilizar el tramo de arroyo comprendido entre el cruce de la línea de ferrocarril con Trofa hasta el puente de la carretera de Zarzuela. La zona norte de dicho tramo está bien delimitada por la valla que discurre paralela al ferrocarril, por lo que únicamente había que plantear el cerramiento este y sur, ya que en el oeste se puede utilizar la propia valla del monte. Para que dicho cerramiento fuese realmente efectivo era necesario que se llevase a cabo siguiendo una divisoria, ya que no es posible garantizar la efectividad de la valla si tiene que cruzar redes de drenaje muy encajadas, como es el caso de las que vierten por la margen derecha del tramo señalado.

En la figura 34 se muestra la superficie que quedaría acotada para la fauna cinegética (aprox. 827 ha), en la figura 35 se marca el tramo de Trofa cuya rehabilitación se plantea con las actuaciones que se han propuesto en los epígrafes anteriores (aprox. 7 km) y la figura 36 muestra la situación de la valla cinegética a instalar.

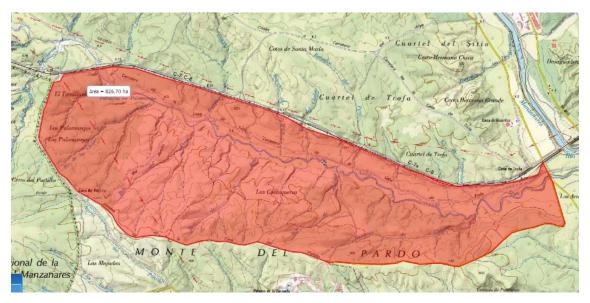


Figura 34. Superficie propuesta para ser acotada a la fauna cinegética.

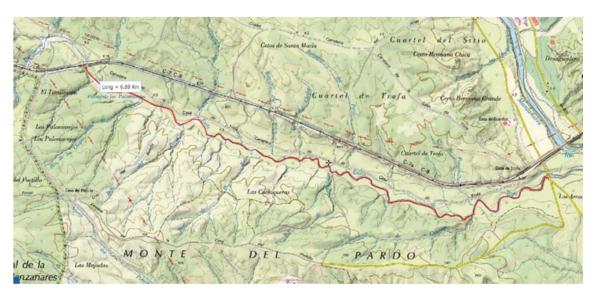


Figura 35. Tramo del arroyo Trofa para rehabilitación.

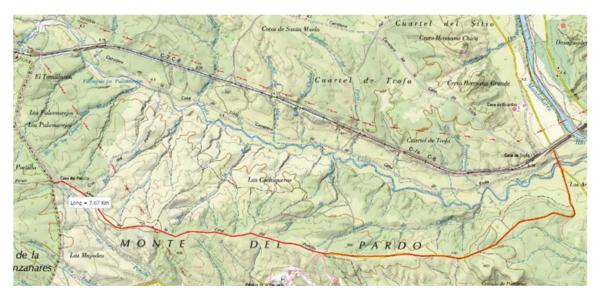


Figura 36. Disposición de la valla necesaria para completar el cerramiento en el este y sur -también un pequeño tramo en el NO-

Atenuación de los efectos detectados: Completa en el área acotada. Conviene tener presente que este cerramiento no es un fin en sí mismo. Es necesario para mejorar las condiciones del monte y también para que pueda recuperarse la vegetación de ribera.

Ventajas: Teniendo en cuenta el efecto de acotados llevados a cabo en otras zonas del monte, los beneficios se manifiestan con bastante inmediatez

Inconvenientes: Se trata de una actuación que requieren una inversión importante y una labor contante de mantenimiento, además de una tarea previa de desalojo de la fauna cinegética.