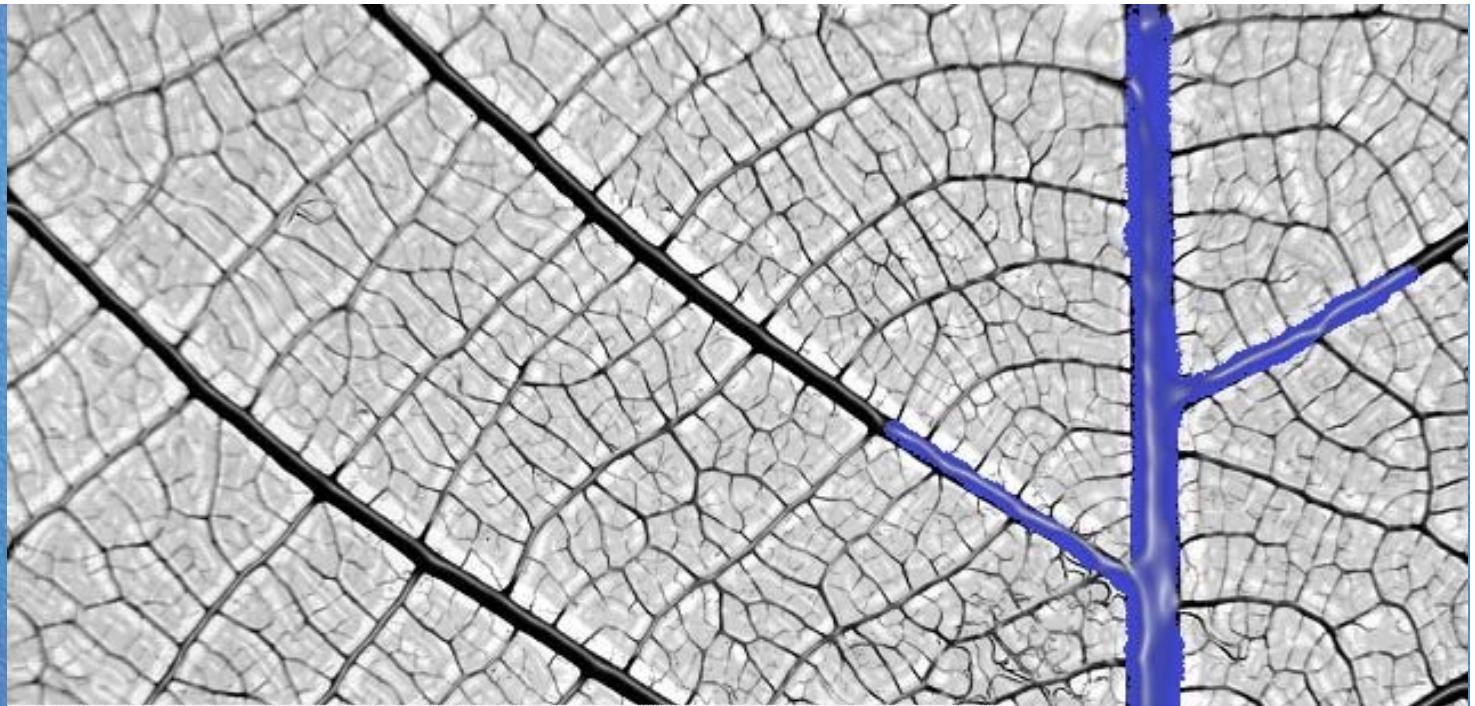


POLITÉCNICA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE
MONTES, FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL**



Río Manzanares aguas abajo del embalse de “El Pardo”: Hidrología & Morfología

Noviembre-2015

José Anastasio Fernández Yuste
Carolina Martínez Santa-María



■ CONTENIDO

Hidrología & Morfología

¿Qué pasa?

¿Por qué?

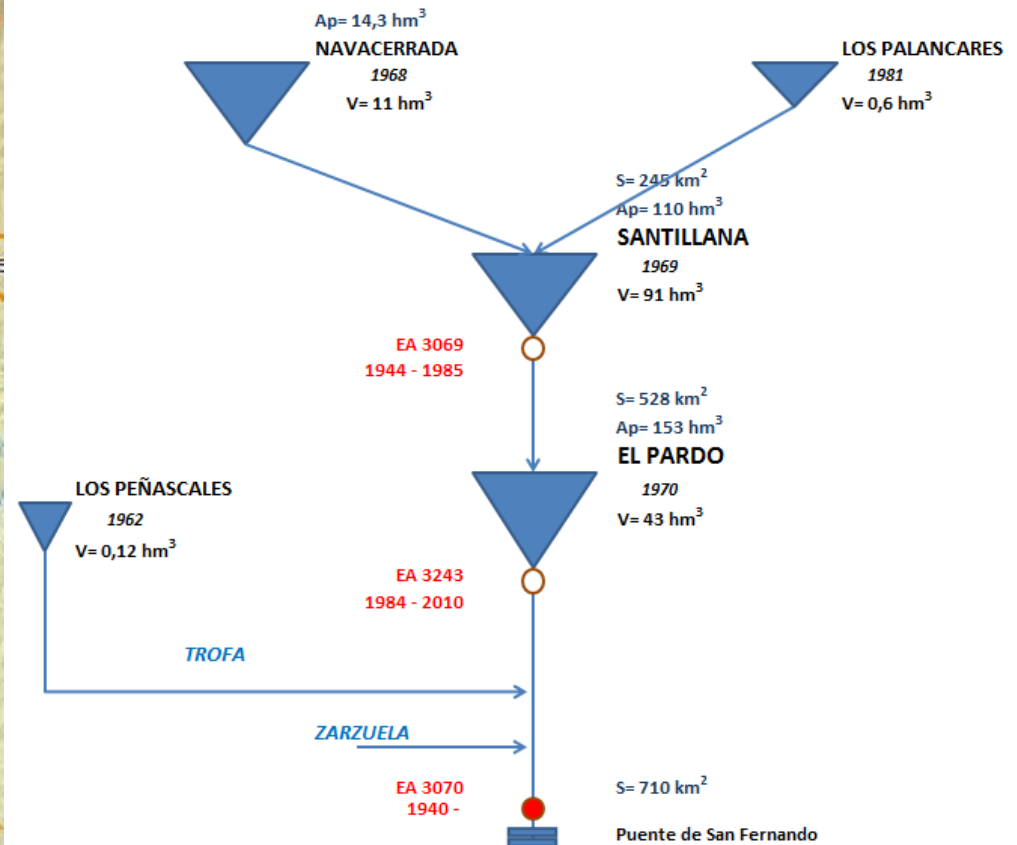
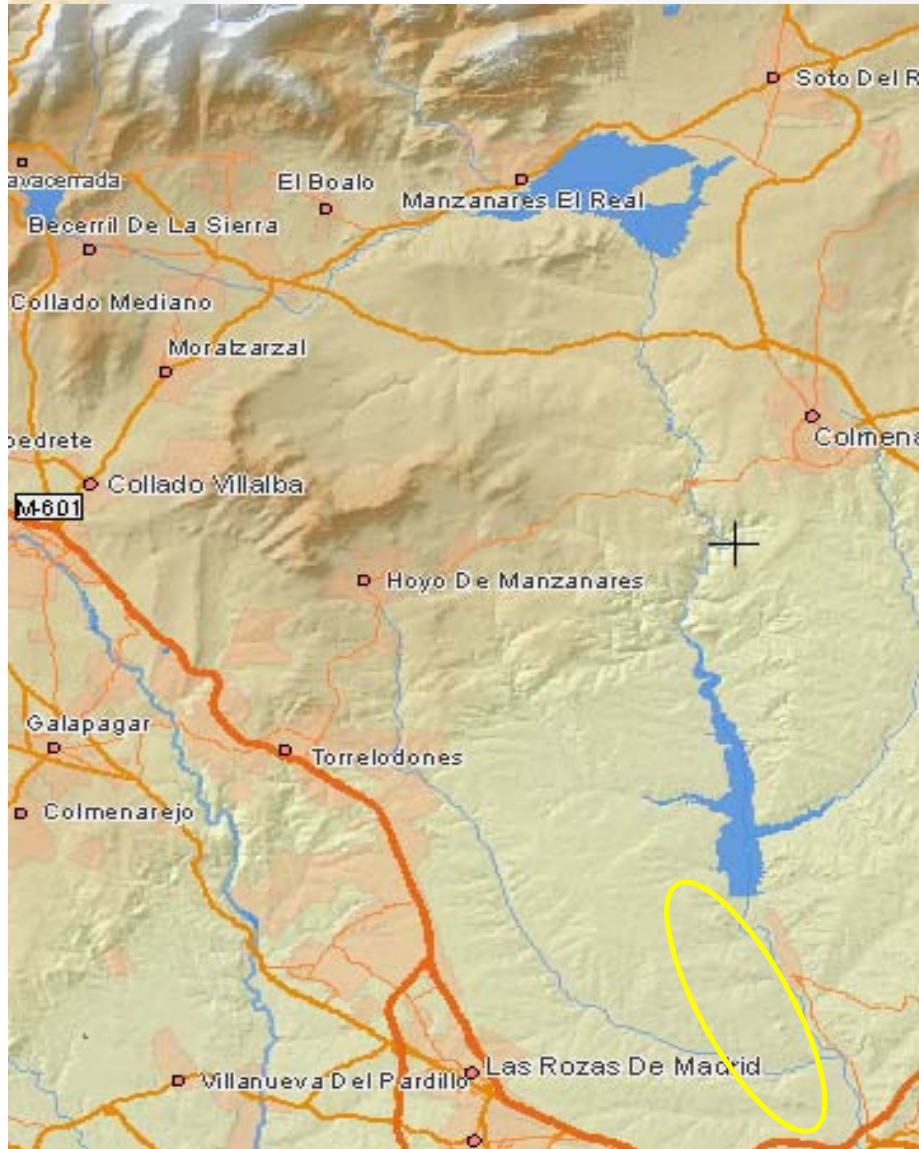
¿Qué
podemos
hacer?



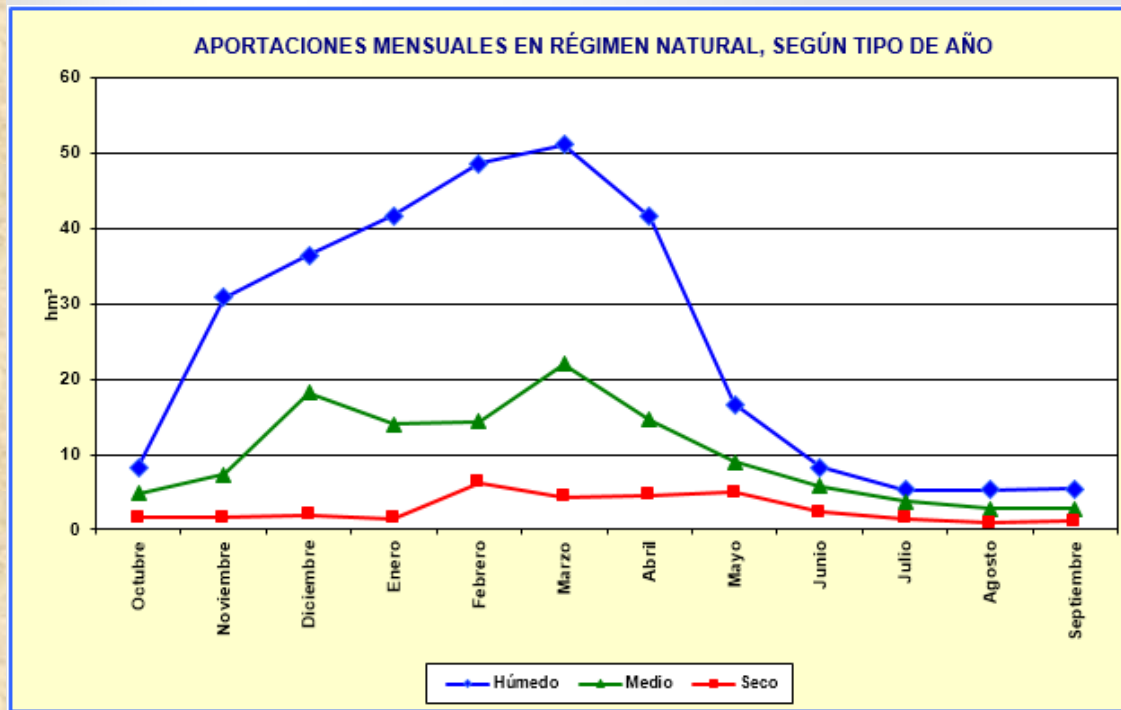
■ CONTENIDO

- ***Cuenca y embalses***
- ***Régimen hidrológico***
- ***Dinámica morfológica***
- ***Modelo hidráulico***
- ***Arroyo de La Trofa***
- ***Propuesta de actuaciones***

LA CUENCA Y SUS EMBALSES



EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO "NATURAL"

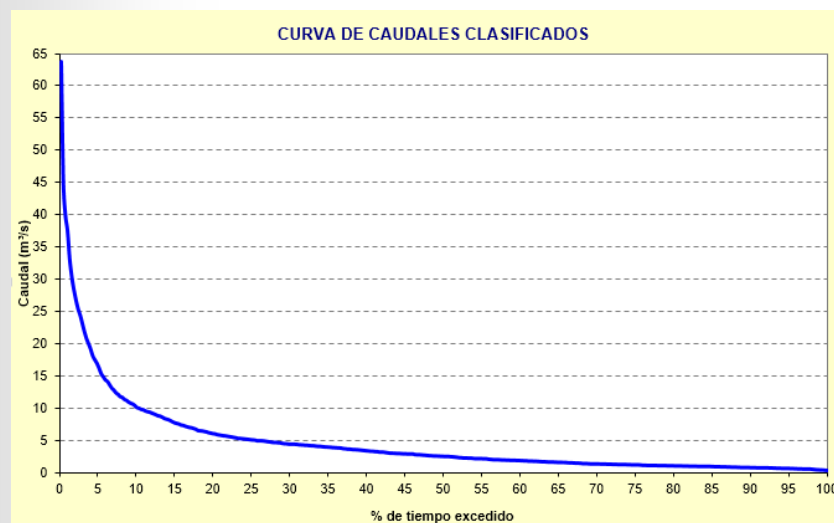


EA Pte. S. Fernando
(1950-1967)

- Pluvio-nival
- Veranos secos
- Avenidas importantes (no flash flood)

Aportaciones medias
(hm^3)

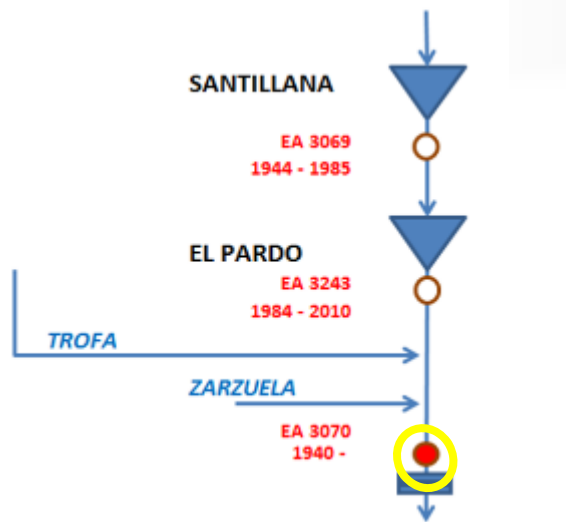
Año húmedo	249.90
Año medio	145.73
Año seco	50.23
Año pond.	147.90



		m^3/s
Media de los máximos caudales diarios anuales	Q_c	63.75
Caudal de la avenida habitual (percentil de excedencia del 5%)	$Q_{5\%}$	16.76
$Q_c \text{ max} = 186.8$		

Media de los mínimos caudales diarios anuales	Q_s	0.35
Caudal de la sequía habitual (percentil de excedencia del 95%)	$Q_{95\%}$	0.67

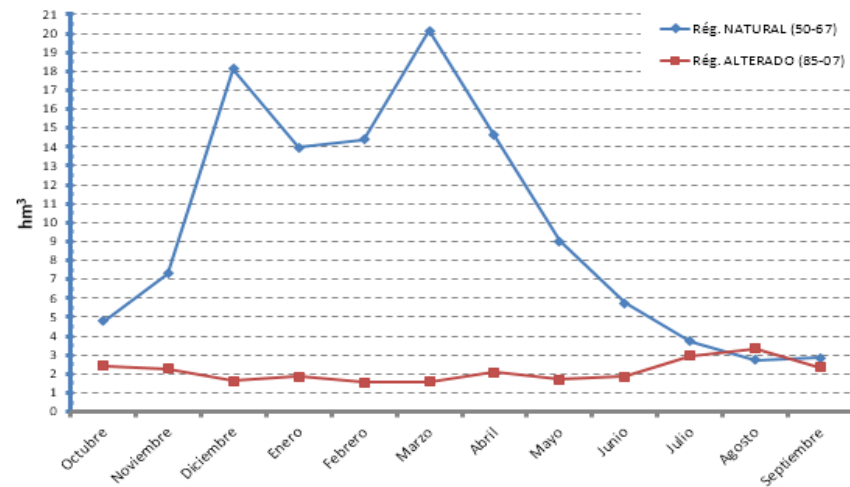
RÉGIMEN HIDROLÓGICO ALTERADO: Caudales habituales



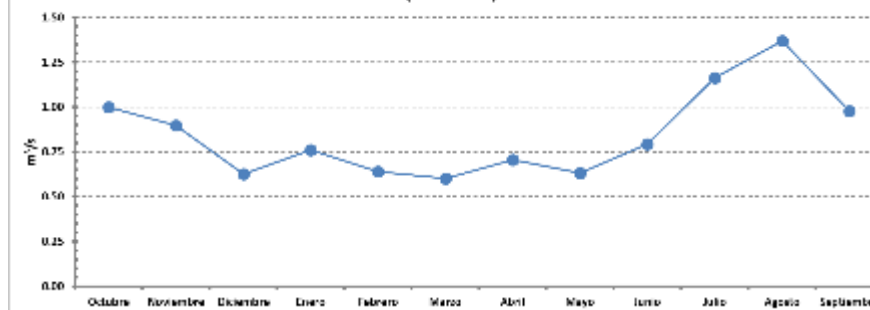
Aportación anual

	(media)	(mediana)
	hm ³	m ³
Rég. NATURAL (50-67)	148	131.1
Rég. ALTERADO (85-07)	75.2	33.6
(Alt/Nat)%	50.8	25.6

PUENTE DE SAN FERNANDO Aportaciones mensuales

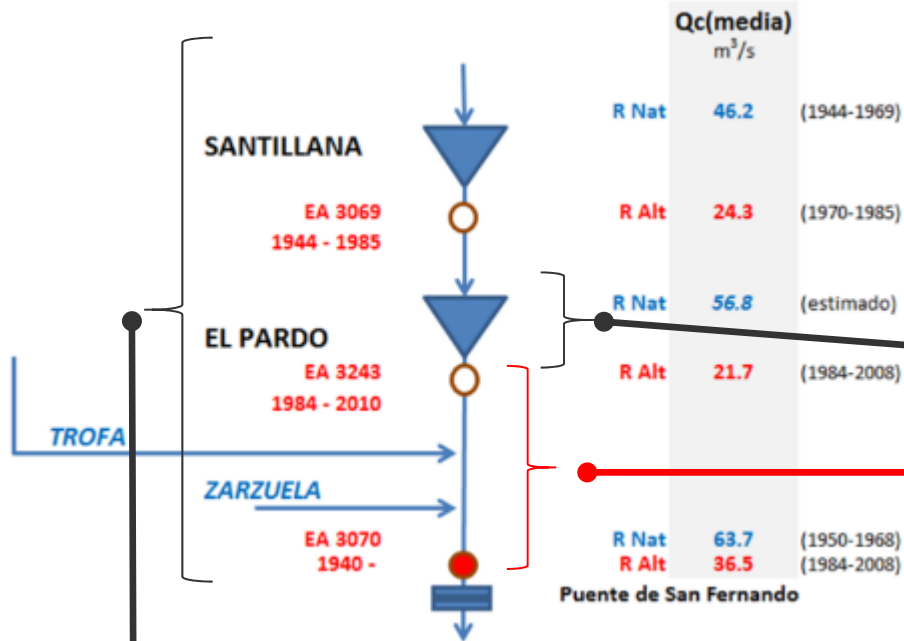


CAUDALES MEDIANOS EN EA 3070 (Pte. S. FERNANDO) (1985-2007)



RÉGIMEN HIDROLÓGICO ALTERADO: Avenidas

Qc= Serie de caudales máximos diarios anuales



Qc(media)
m³/s

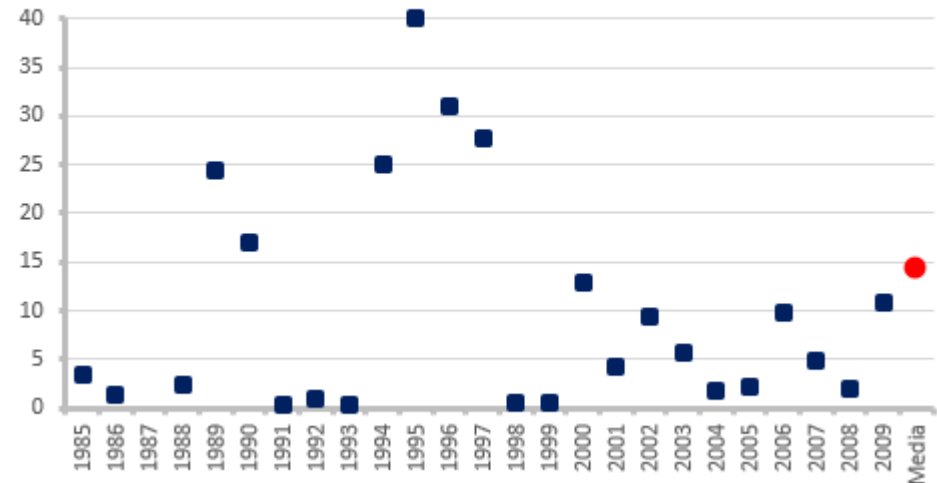
R Nat	46.2	(1944-1969)
R Alt	24.3	(1970-1985)
R Nat	56.8	(estimado)
R Alt	21.7	(1984-2008)
R Nat	63.7	(1950-1968)
R Alt	36.5	(1984-2008)

Qc(media) = Media de la serie de caudales máximos diarios anuales

Qc(media) m ³ /s	
Rég. NATURAL (Estimado)	56.8
Rég. ALTERADO (85-07)	21.7
(Alt/Nat)%	38.2

Qc(media) m ³ /s	
Rég. NATURAL (50-67)	63.7
Rég. ALTERADO (85-07)	36.5
(Alt/Nat)%	57.3

$\Delta Q(m^3/s) = \text{Máximo anual (Q EA3070 - Q EA3243)}$



ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO: SÍNTESIS

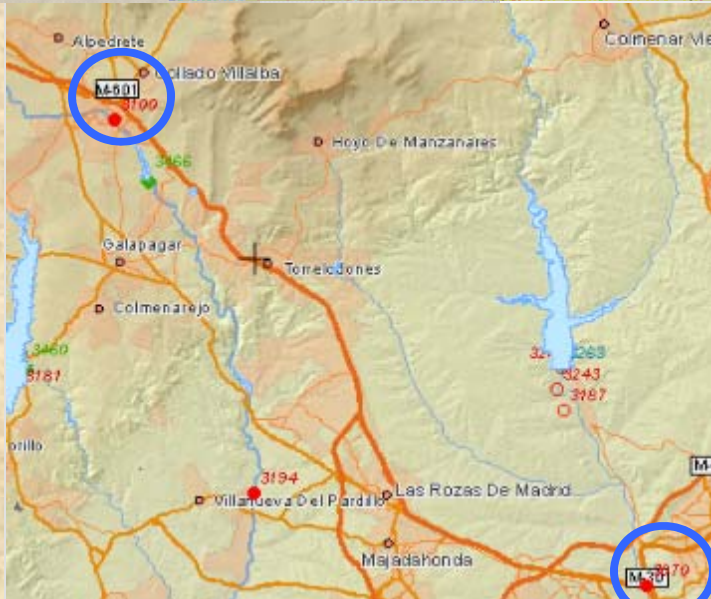
- **CAUDALES HABITUALES:**
 - ✓ Reducción cuantitativa muy sustancial (>50%)
 - ✓ Desaparece la variabilidad estacional.

- **SEQUÍAS:**
 - ✓ Las mayores aportaciones del año se presentan en verano.
 - ✓ Valores similares, incluso superiores, a los del régimen natural.

- **AVENIDAS:**
 - ✓ Desde El Pardo hasta Trofa se reducen en casi un 60%.
 - ✓ En el Pte. de San Fernando la reducción es del 40%.

- **SEDIMENTOS:**
 - ✓ Quedan retenidos en el embalse.
 - ✓ Sin aportación significativa hasta Trofa.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL RÉGIMEN DE CAUDALES SIN EMBALSES: ¿CAMBIO CLIMÁTICO?



EA 3100 Guadarrama				Conclusión
POST/PRE	PRE 80	POST 80	% POST/PRE	
86.6	0.33	0.27	82	Reducción
86.6	76.8	62.7	81.6	Reducción
108.3	23.3	19.7	84.4	Variable

mensuales

Comportamiento diferente por meses, dominante reducción de AP

Estacionalidad

Pérdida de la estacionalidad de máximos que se adelantan en el año hidrológico, incremento del período seco

Qc (m³/s)

33.8

20.6

60.9

Reducción

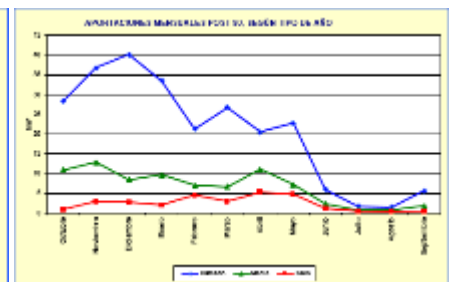
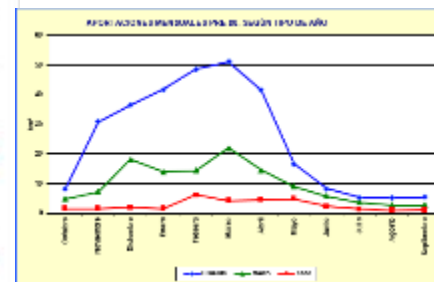
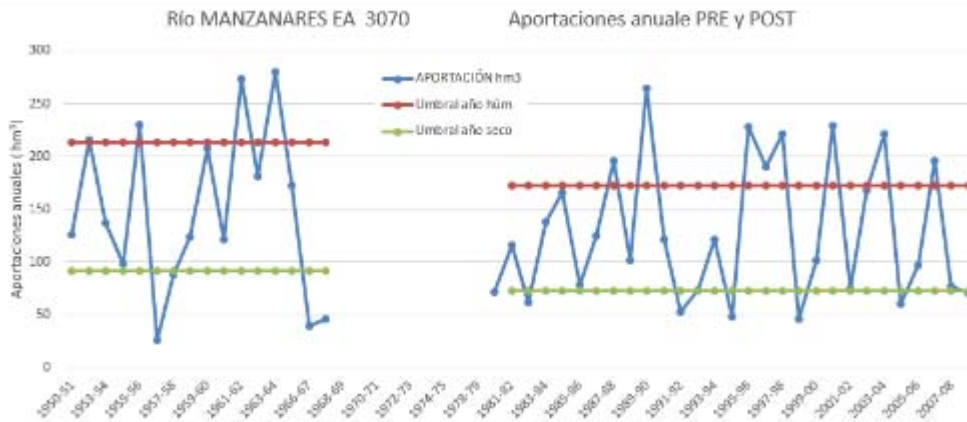
Q GL (m³/s)

36.7

26.4

71.9

Reducción



DINÁMICA MORFOLÓGICA NATURAL



Mosaico 1961-67
(Nomecalles)



Pie de monte cuenca granítica
(arenas).

Régimen pluvio-nival con sequía
estival muy marcada.

- ✓ Trenzado (macrocauce)
- ✓ Barras e islas activas (sin
vegetación estable)
- ✓ Brazos secundarios
dinámicos

■ DINÁMICA MORFOLÓGICA ALTERADA: EFECTOS GENERALES

↓ Q HABITUALES → Estrechamiento cauce

↓ AVENIDAS → Desaparición brazos secundarios
Estrechamiento cauce
Estabilización barras e islas

↑ Q VERANO → Desarrollo vegetación

↓ SEDIMENTOS → Incisión

✓ Pérdida trenzado

✓ Cauce estrecho

✓ Baja movilidad

✓ Incidido (salvo aportación
sedimentos por afluente o
remansos por azudes)

Foto aérea Madrid 2013
(Nomecalles)



Mosaico 1961-67
(Nomecalles)



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA ALTERADA: EFECTOS GENERALES

↓ Q HABITUALES → Estrechamiento cauce

↓ AVENIDAS → Desaparición brazos secundarios
Estrechamiento cauce
Estabilización barras e islas

↑ Q VERANO → Desarrollo vegetación

↓ SEDIMENTOS → Incisión

✓ Pérdida trenzado

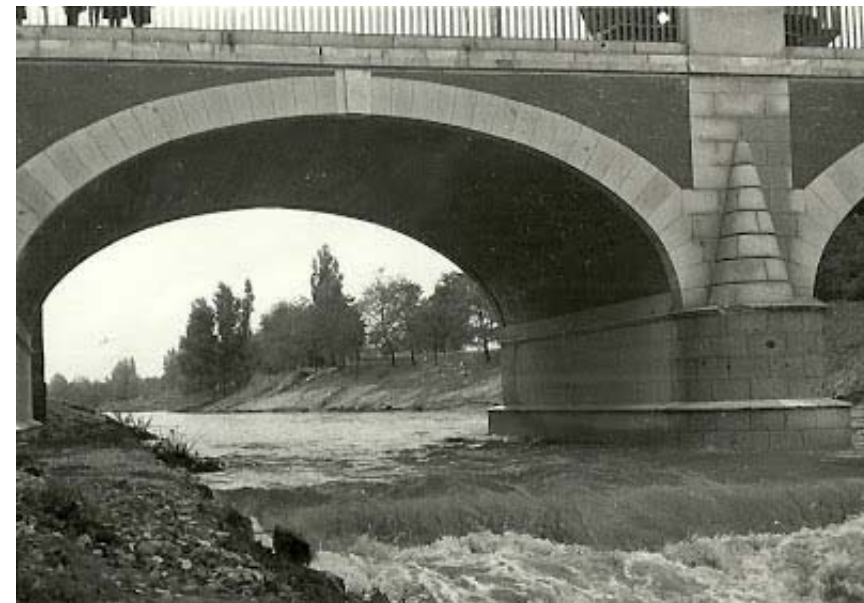
✓ Cauce estrecho

✓ Baja movilidad

✓ **Incidido** (salvo aportación sedimentos por afluyente o remansos por azudes)

Actual

1961
(Pasionpormadrid.blogspot)



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA ALTERADA: SINGULARIDADES CON EFECTOS SIGNIFICATIVOS EN EL TRAMO

- Efecto “azud” de la cuña de sedimentos de Trofa. ■
- Efectos de obras transversales:
 - EA 3187 (Demolida) ●
 - Azud del golf. ●
 - EA 3243 (Demolida) ●
- Efectos de obras longitudinales:
Relleno y taludes para ocupación del espacio de movilidad fluvial.



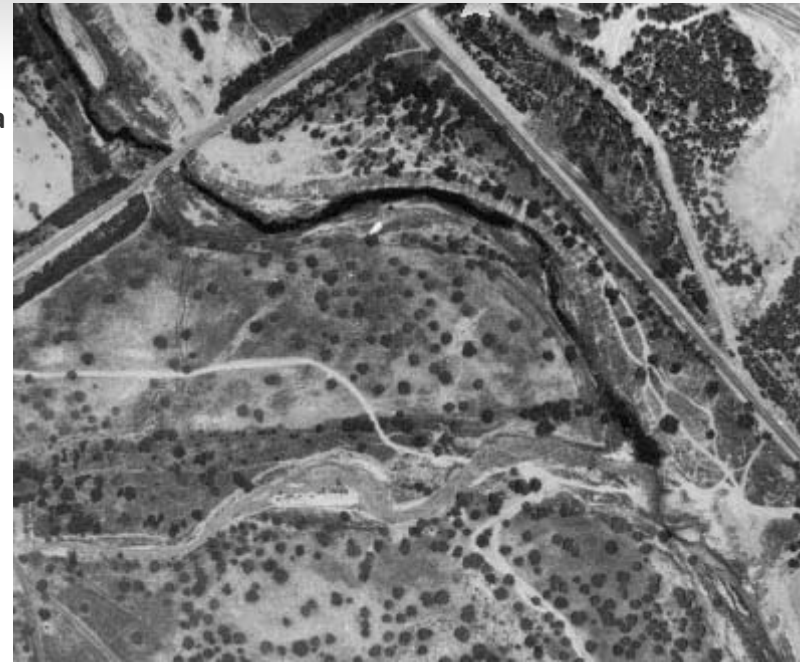
DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO DE TROFA

Foto aérea 1975
(Nomecalles)

El sistema Santillana-Pardo funciona
conjuntamente desde 1970

- La reducción de avenidas en el Manzanares (Q_c medio en r. alterado \approx sólo 38% r. natural), le inhabilita para movilizar los sedimentos aportados por Trofa.
- La estabilidad de los sedimentos, la homogeneización del régimen de caudales y la disponibilidad de agua en verano, favorece la colonización y desarrollo de vegetación, que consolida los sedimentos.

Foto aérea 2014
(Nomecalles)

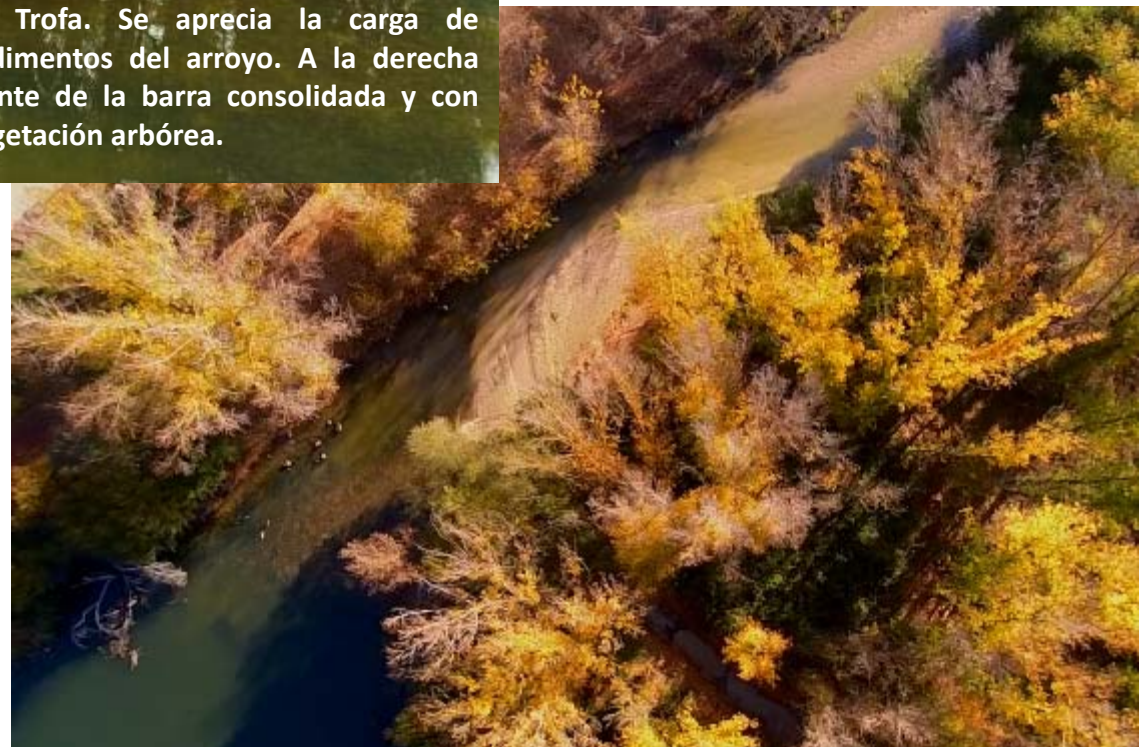


■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO DE TROFA

Se crea un dique “pseudonatural”, con “cota de coronación” creciente, que genera aguas arriba un importante remanso.



Foto (nov'15) de la desembocadura de La Trofa. Se aprecia la carga de sedimentos del arroyo. A la derecha frente de la barra consolidada y con vegetación arbórea.



DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO DE TROFA



La mortandad observada en la vegetación aguas arriba de la confluencia de La Trofa, se debe a la progresiva elevación de la cota de la barra de sedimentos, que induce el consiguiente incremento de cota de lámina de agua del remanso.



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO DE TROFA



Pila central del puente del acueducto (aguas abajo de La Trofa). La aportación de sedimentos desde La Trofa puede ser un factor decisivo a la hora de limitar los procesos de incisión del cauce.



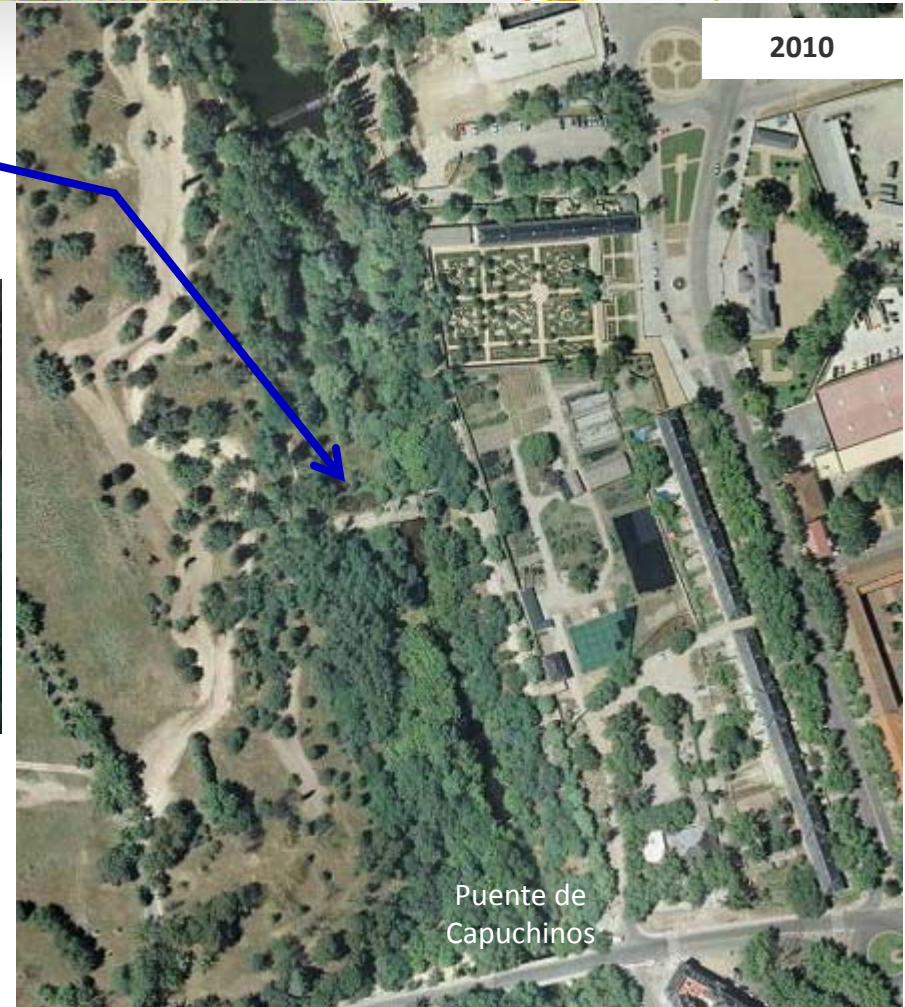
■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Estación de aforos 3187

Inicio: 1969

Baja: 1998

Demolición: 2013



2010

Puente de
Capuchinos



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Estación de aforos 3187

Inicio: 1969

Baja: 1998

Demolición: 2013

Efecto:

- Genera un remanso que alcanza el “azud del golf”, situado apenas a 175 m aguas arriba.
- Se ha desarrollado un soto denso.
- La demolición ha propiciado el inicio del reequilibrio del tramo.



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Azud del golf

- Se construye por primera vez a finales de los años cincuenta.
- Es reconstruido varias veces tras distintas avenidas que lo desmantelan.
- La fábrica actual es de 1991.



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Azud del golf

- Se construye por primera vez a finales de los años cincuenta.
- Es reconstruido varias veces tras distintas avenidas que lo desmantelan.
- La fábrica actual es de 1991.



Efecto:

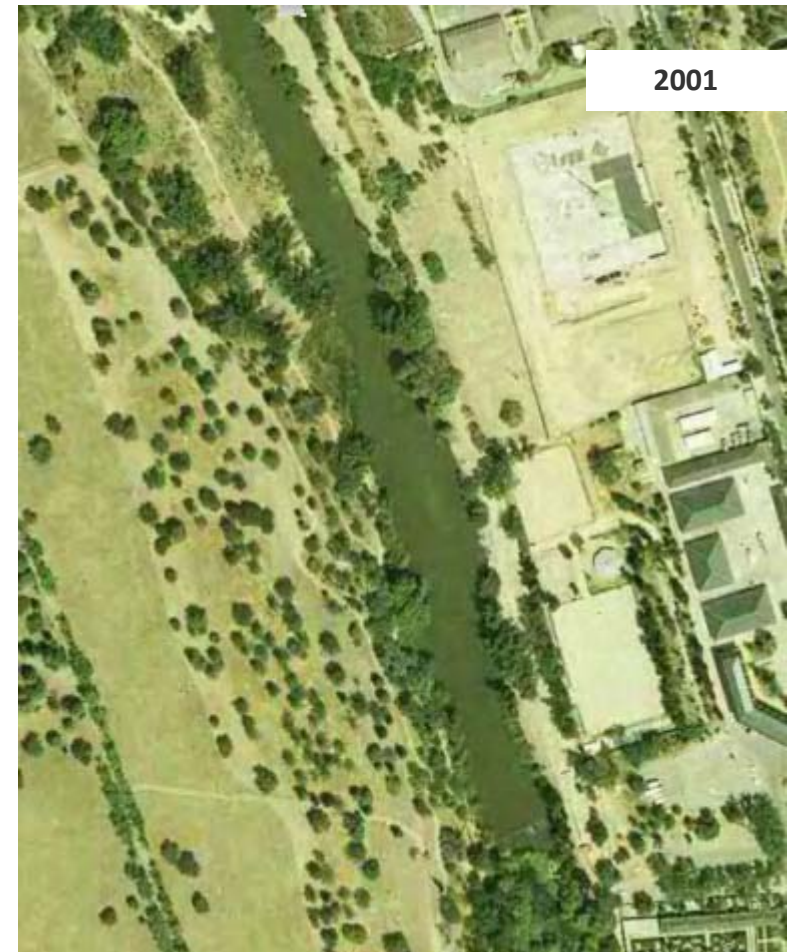
- Genera un remanso que alcanza la estación de aforos de Mingorrubio (EA 3243), hoy demolida.

■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Azud del golf

Efecto:

- Genera un remanso que alcanza la estación de aforos de Mingorrubio (EA 3274) hoy demolida.
- No hay acreción del lecho porque no hay aportación significativa de sedimentos.
- Desarrollo significativo pero lento de helófitos (*Typha sp.*)



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Azud del golf

Efecto:

- Genera un remanso que alcanza la estación de aforos de Mingorrubio (EA 3274) hoy demolida.
- No hay acreción del lecho porque no hay aportación significativa de sedimentos.
- Desarrollo significativo pero lento de helófitos (*Typha sp.*)



2010



2001

■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Estación de aforos 3243

Inicio: 1975

Baja: 2010

Demolición: 2013



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Estación de aforos 3243

Inicio: 1975

Baja: 2010

Demolición: 2013

Efecto:

- Genera un remanso que alcanza la unión de la entrega del desagüe de fondo y del aliviadero.
- Se ha desarrollado un soto denso.
- No hay desarrollo de helófitos.



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS TRANSVERSALES

Estación de aforos 3243

Inicio: 1975

Baja: 2010

Demolición: 2013

Efecto:

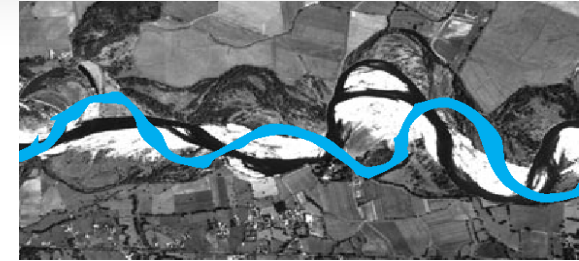
- Genera un remanso que alcanza la unión de la entrega del desagüe de fondo y del aliviadero.
- Se ha desarrollado un soto denso.
- No hay desarrollo de helófitos.
- La demolición no ha propiciado el inicio del reequilibrio del tramo.



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS LONGITUDINALES

ESPACIO DE MOVILIDAD FUNCIONAL:

ESPACIO DEL VALLE QUE EL RÍO NECESITA PARA UN DESPLAZAMIENTO CON EL QUE CONSEGUIR UN ADECUADO EQUILIBRIO HIDRO-SEDIMENTOLÓGICO.



Delimitación del EMF histórico:

- Envoltorio de los cauces activos (lámina de agua, barras e islas) en la imagen de 1956 y 1961.

Ocupación del EMF:

- Taludes en la imagen de 1975.

■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS LONGITUDINALES



UN DESP
EQUILIB



■ DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS LONGITUDINALES

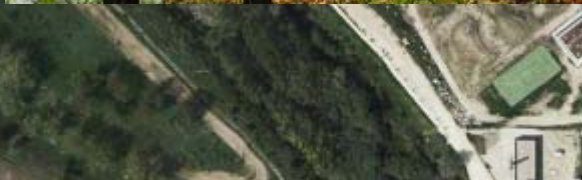
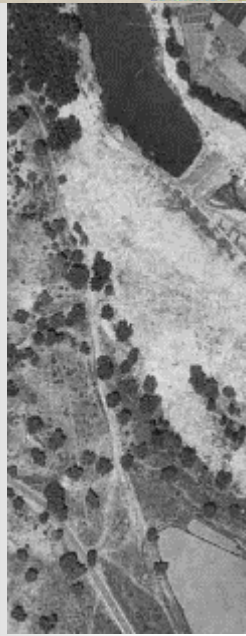
1975

1956

EFECTOS:

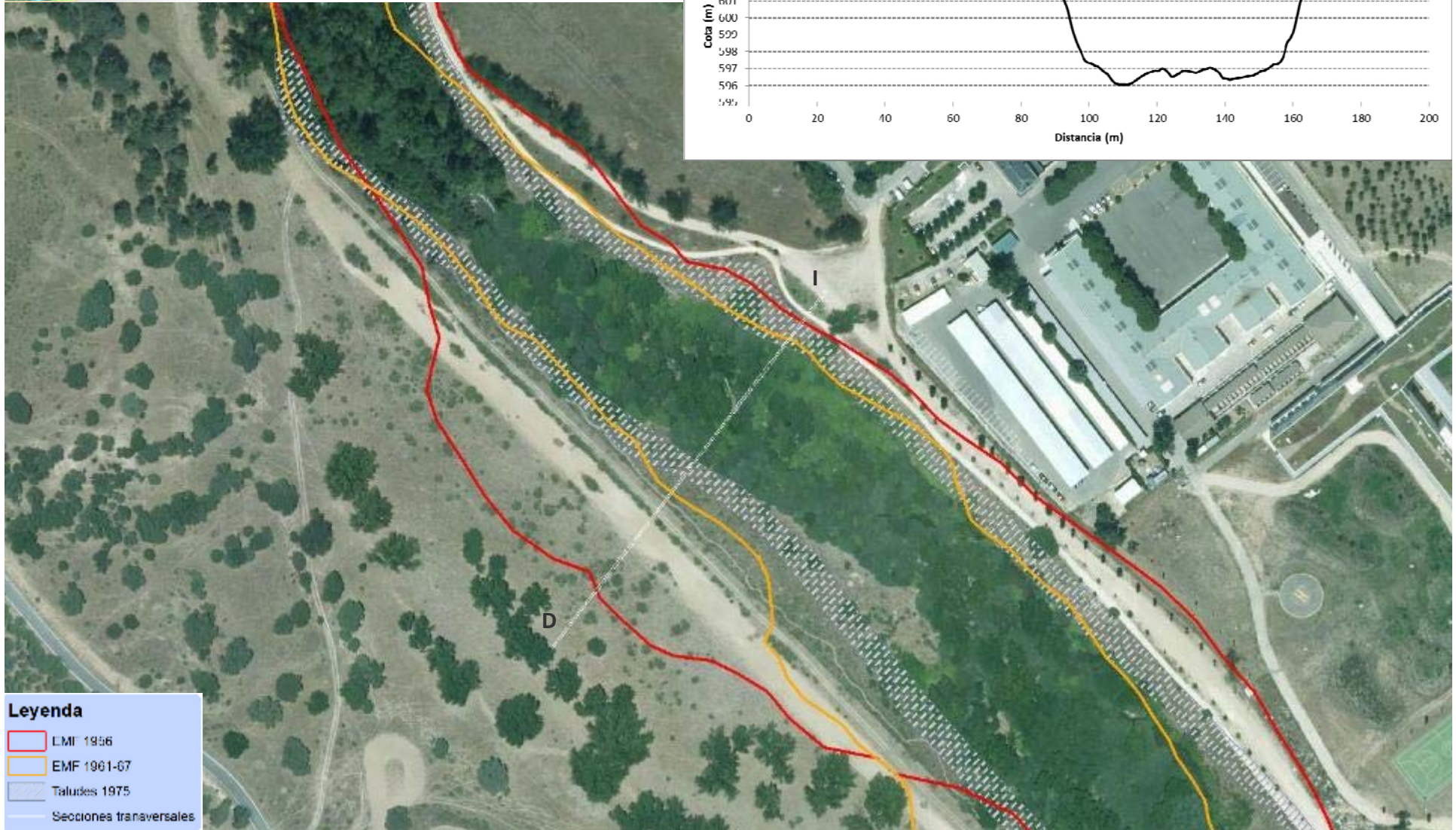
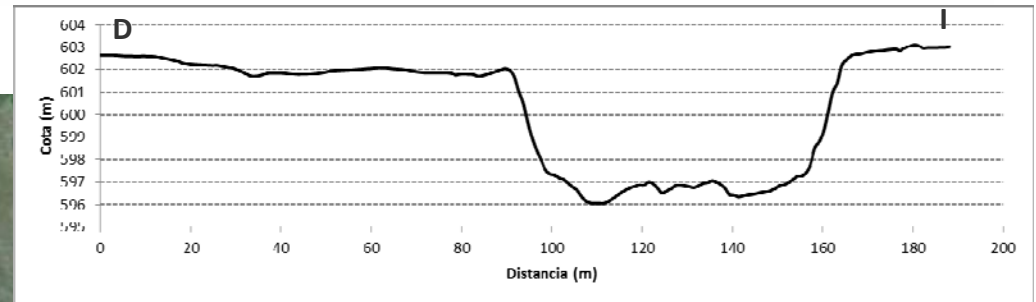
- Pérdida de espacio fluvial.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.
- Pérdida de conectividad transversal.
- Pérdida de accesibilidad a las orillas.
- Pérdida de valor escénico y de oportunidad de contacto con el río.

1961/67



DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS LONGITUDINALES

Aguas abajo del pueblo de El Pardo:

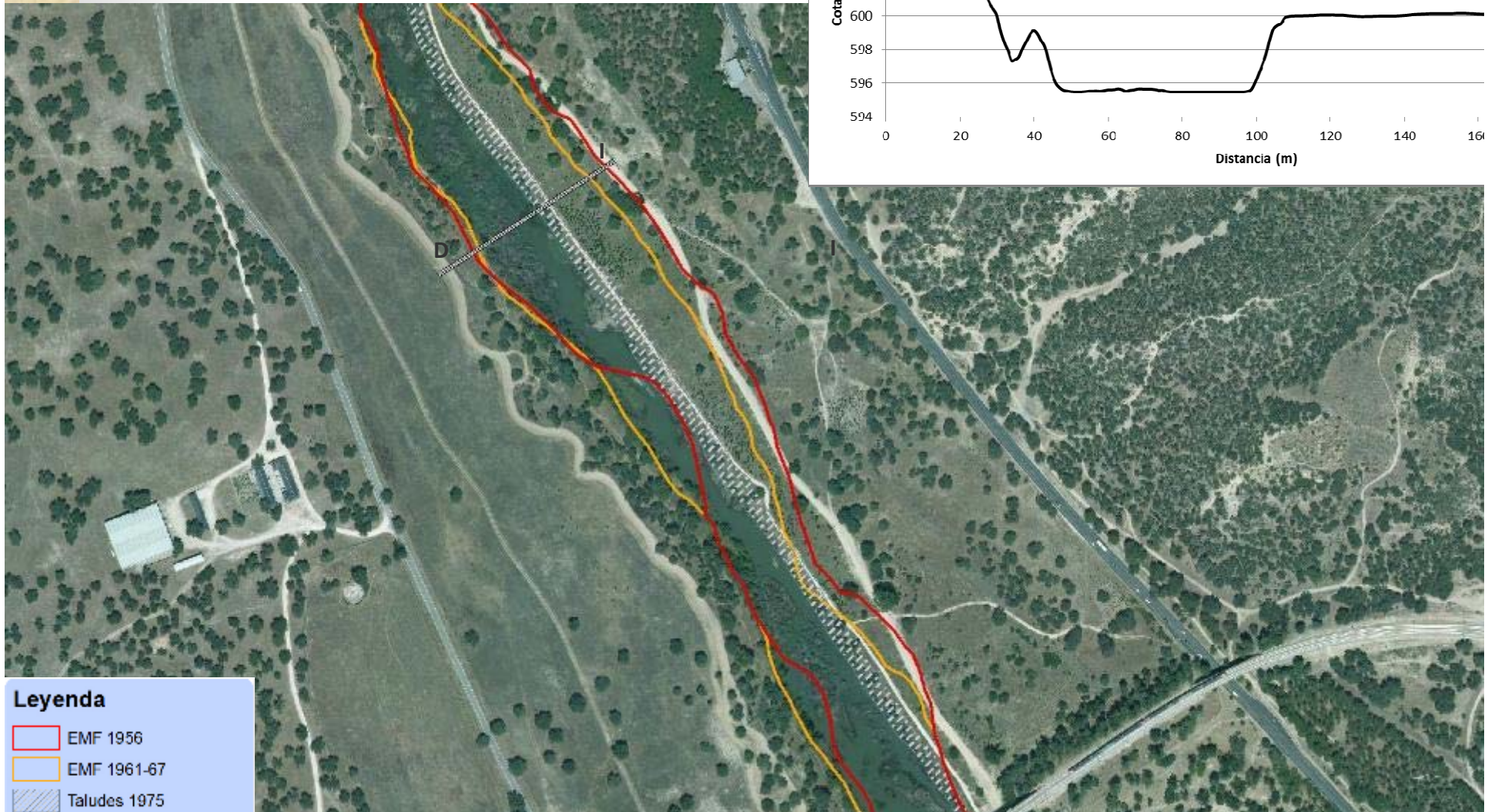
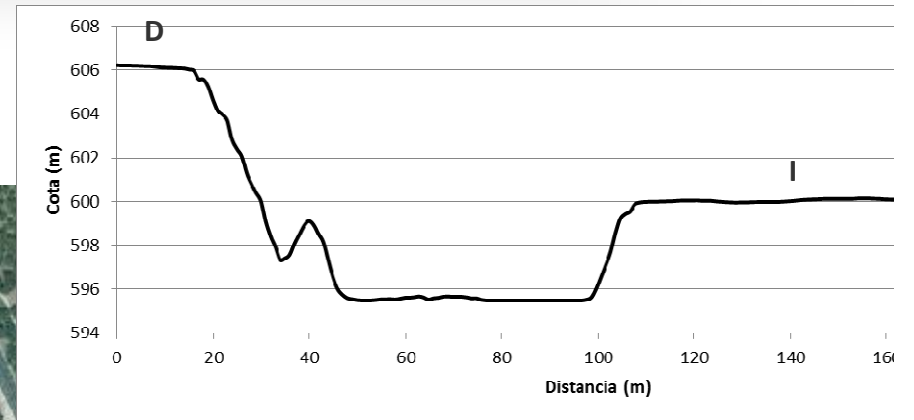


Leyenda

- LMI 1956
- EMF 1961-67
- Taludes 1975
- Secciones transversales

DINÁMICA MORFOLÓGICA: EFECTO OBRAS LONGITUDINALES

Aguas arriba del puente del ferrocarril:



DINÁMICA MORFOLÓGICA: MODELO HIDRÁULICO



MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

Objetivos:

1. Verificar las hipótesis formuladas a partir de las vistas a campo y el análisis de la secuencia de fotografías aéreas históricas.
2. Evaluar el comportamiento hidráulico de las actuaciones que se propongan.

Datos:

- **MDT:**
 - LiDAR 1x1
 - 42 secciones para caracterización de la batimetría del lecho
- **Modelo:**
 - GUAD 2D (malla de cálculo $3,7 \cdot 10^6$ triángulos)
- **Caudales:**
 - Para caracterizar el comportamiento con caudales ordinarios: percentiles de excedencia de la curva de caudales clasificados del régimen actual.
 - Para caracterizar la capacidad de movilizar los materiales del lecho: Q_c medio; $Q(10 \text{ años})$
 - Para caracterizar el comportamiento en avenidas: $Q(20 \text{ años})$, $Q(50 \text{ años})$ y $Q(100 \text{ años})$

Q(5%)	Q(50%)	Q(95%)
7 m ³ /s	0,9 m ³ /s	0,3 m ³ /s

Q_c medio	Q(10 años)
21,7 m ³ /s	51,9 m ³ /s

Q(20 años)	Q(50 años)	Q(100 años)
75 m ³ /s	149 m ³ /s	198 m ³ /s

DINÁMICA MORFOLÓGICA: MODELO HIDRÁULICO

IC INCLAM
Grupo empresarial

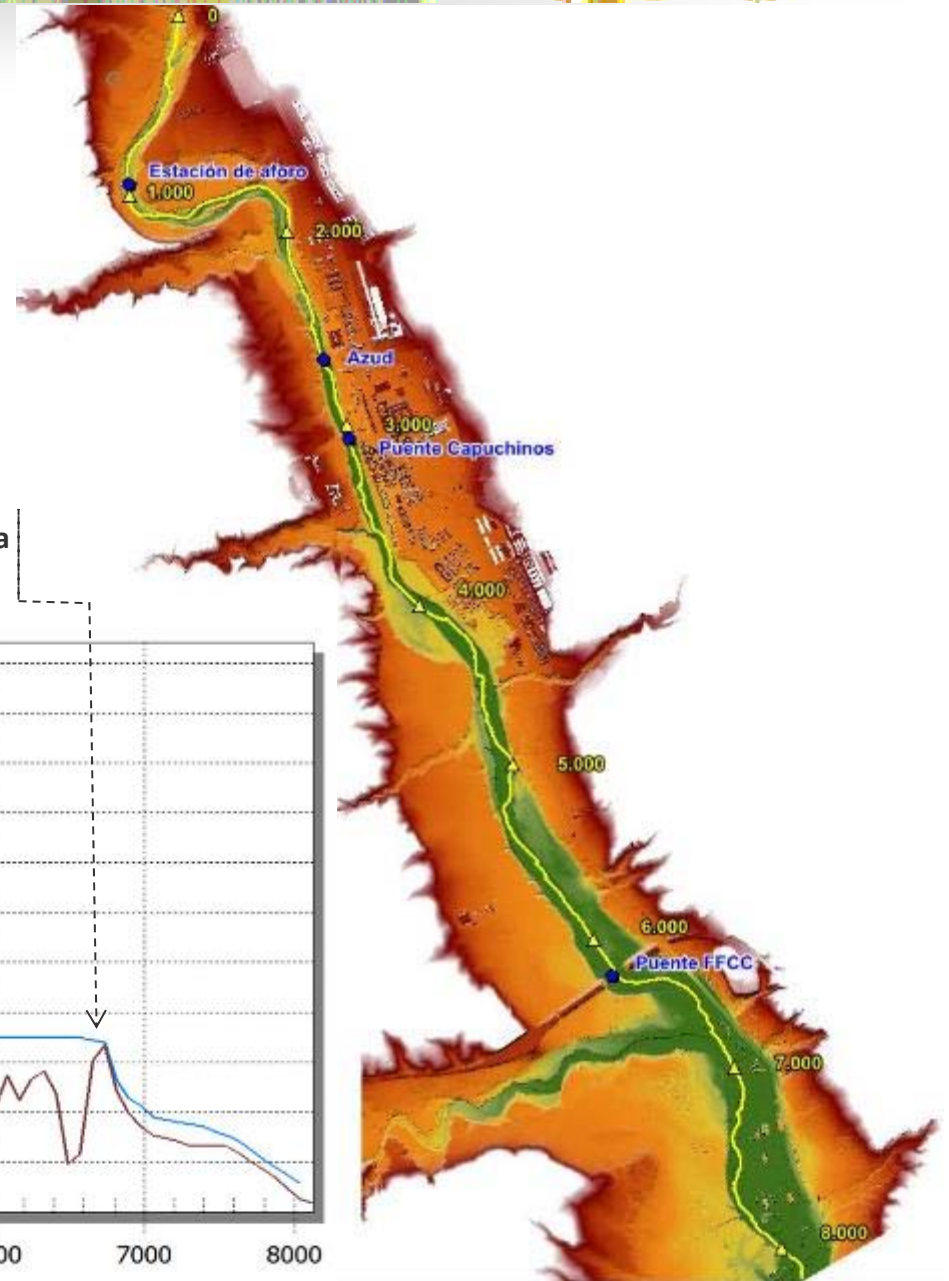
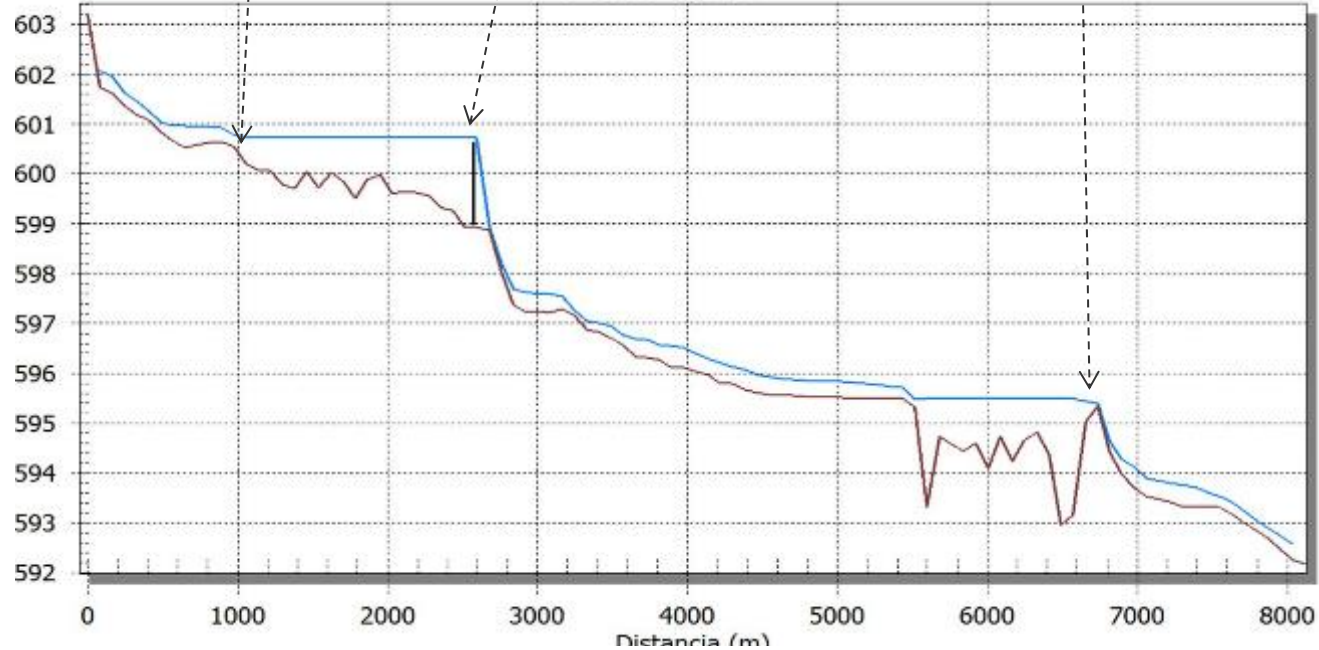
Perfil longitudinal: Verificación de puntos singulares

EA Mingorrubio

Azud Golf

Trofa

Perfil Qp50

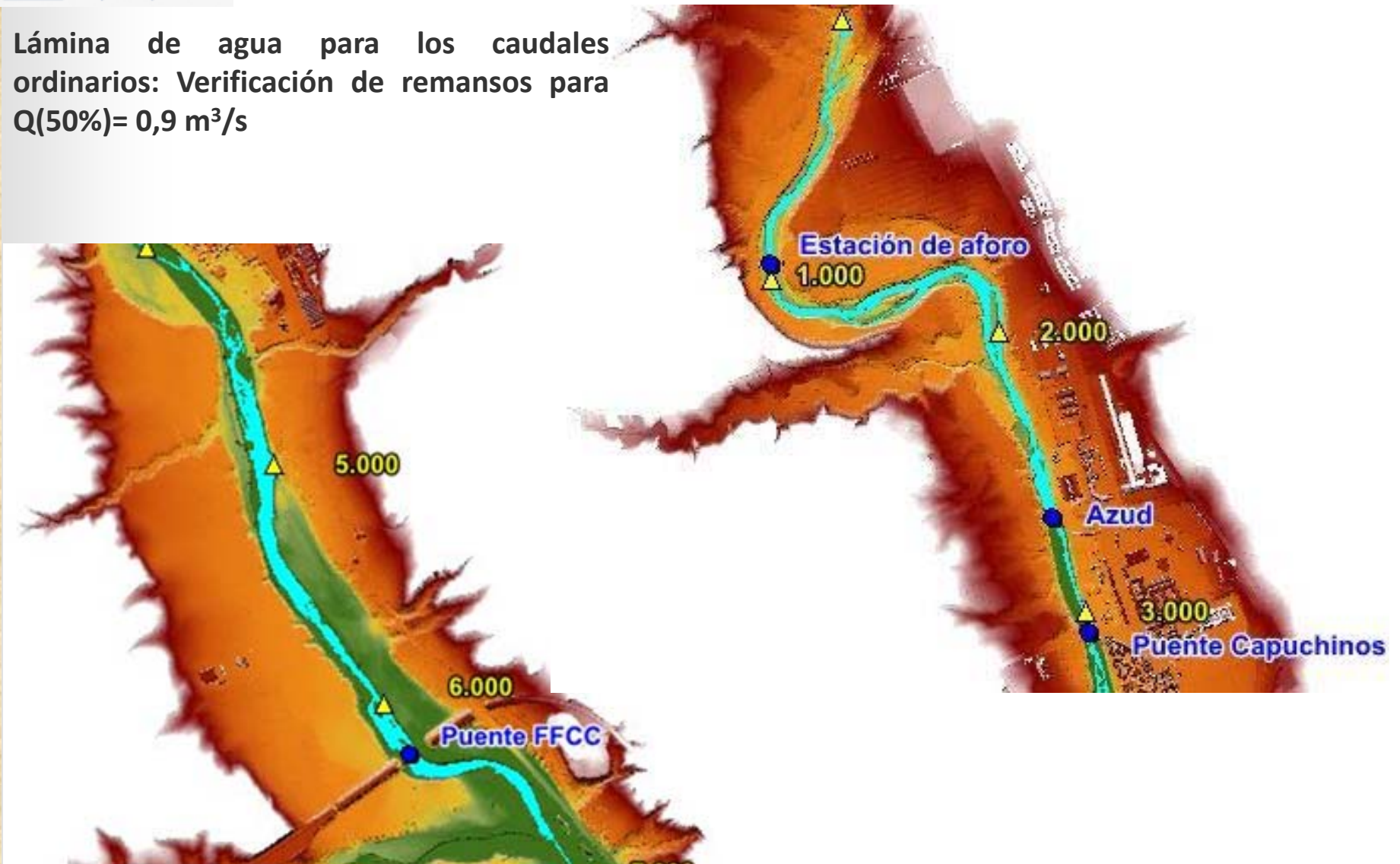


DINÁMICA MORFOLÓGICA: MODELO HIDRÁULICO



MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

Lámina de agua para los caudales ordinarios: Verificación de remansos para $Q(50\%) = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$



DINÁMICA MORFOLÓGICA: MODELO HIDRÁULICO

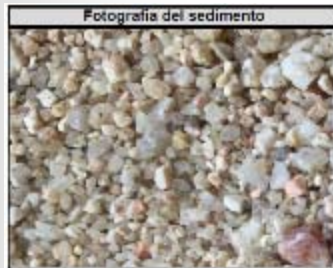


MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

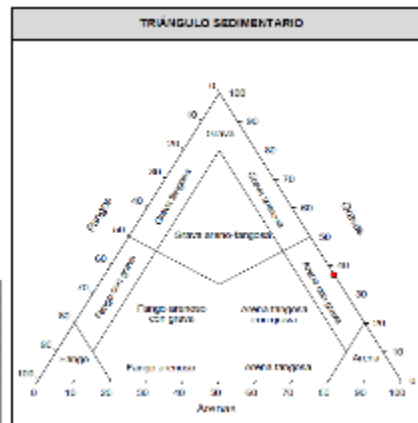
Velocidades para caudales de transporte:
Evaluación de la capacidad de movilizar materiales del lecho.

RIO MANZANARES EN EL PARDO							
Cota:		1,96 msnm					
Área sedimento:		0,148 m ²					
Agua abajo inmediato Arroyo de la Trofa							
ZONA:	Trofa		Huso	RiOT	Izq X	445710	
PERFIL:	P1		Datum		Izq Y	448352	
					Dcha X		
					Dcha Y		
Punto	Dist. Origen m	Sedimento m	Terreno m	Lim Agua	% Limo < 64µm	% Arena < 2 mm	% Gravilla < 8 mm
1			1,75				
2	0,65		1,10				
3	1,10		0,00				
4	1,10	0,00	0,05	x	50%	50%	
5	1,90	0,00	0,75		50%	50%	
6	2,60	0,00	-0,30		60%	40%	
7	3,60	-0,02	-0,71			100%	
8	4,90	-0,03	-0,31			100%	
9	5,90	0,02	0,24			80%	20%
10	6,80	-0,05	-0,11			100%	
11	8,00	-0,02	-0,04			100%	
12	8,70	0,00	-0,01	x		100%	
13	11,25		0,35			100%	

Granulometría en Trofa



Talla (Phi)	Talla (mm)	% Retenido	% Acumulativo
-2	4	0,00	0,00
-1	2	56,78	56,78
0	1	33,12	89,90
1	0,5	20,06	89,99
2	0,25	7,94	87,53
3	0,125	2,03	89,67
4	0,063	0,29	89,85
>4	<0,063	0,15	100,00



J. Hydrol. Hydromech., 62, 2014, 1, 75–81
DOI: 10.2478/johb-2014-0003

On the effect of cross sectional shape on incipient motion and deposition of sediments in fixed bed channels

Mir-Jafar-Sadegh Safari^{1*}, Mirali Mohammadi², Golezar Gilanizadehdizaj³

¹ Faculty of Civil Eng., Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

² Dept. of Civil Eng., Faculty of Eng., Urmia University, Urmia, Iran. e-mail: m.mohammadi@urmia.ac.ir.

³ Dept. of Nano Science and Nano Eng., Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey. e-mail: gilanizadehdizaj@itu.edu.tr.

* Corresponding author. E-mail: safari@itu.edu.tr

$$d(m) = 0,002$$

$$y(m) = 0,75$$

$$\text{peso esp rel} = 2,65$$

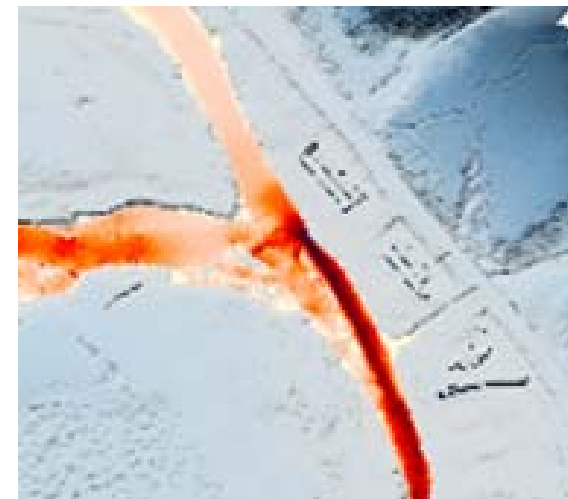
	Bogardi (1968)	Neill (1968)	Ackers (1973)	Garde (1985)
Vc(m/s)=	0,54	0,51	1,48	1,86
coef	1,7	1,58	0,96	0,5
exp	-0,095	-0,1		

DINÁMICA MORFOLÓGICA: MODELO HIDRÁULICO

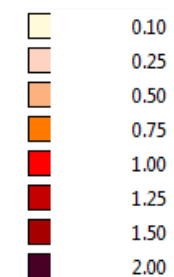


MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

Velocidades para caudales de transporte:
Evaluación de la capacidad de movilizar materiales del lecho.



Velocidades (m/s)



SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA EN EL MANZANARES

Alteraciones hidrológicas

↓ Q habituales

↓ Avenidas

↑ Q verano

Retención de sedimentos

EFECTOS

Estrechamiento cauce

Pérdida brazos secundarios

Estabilización barras e islas

Incisión

Alteraciones morfológicas

Ocupación EMF

Remansos
(Azud; Trofa; EA Mingorrubio)

EFECTOS

Pérdida espacio fluvial

Pérdida conectividad longitudinal y transversal

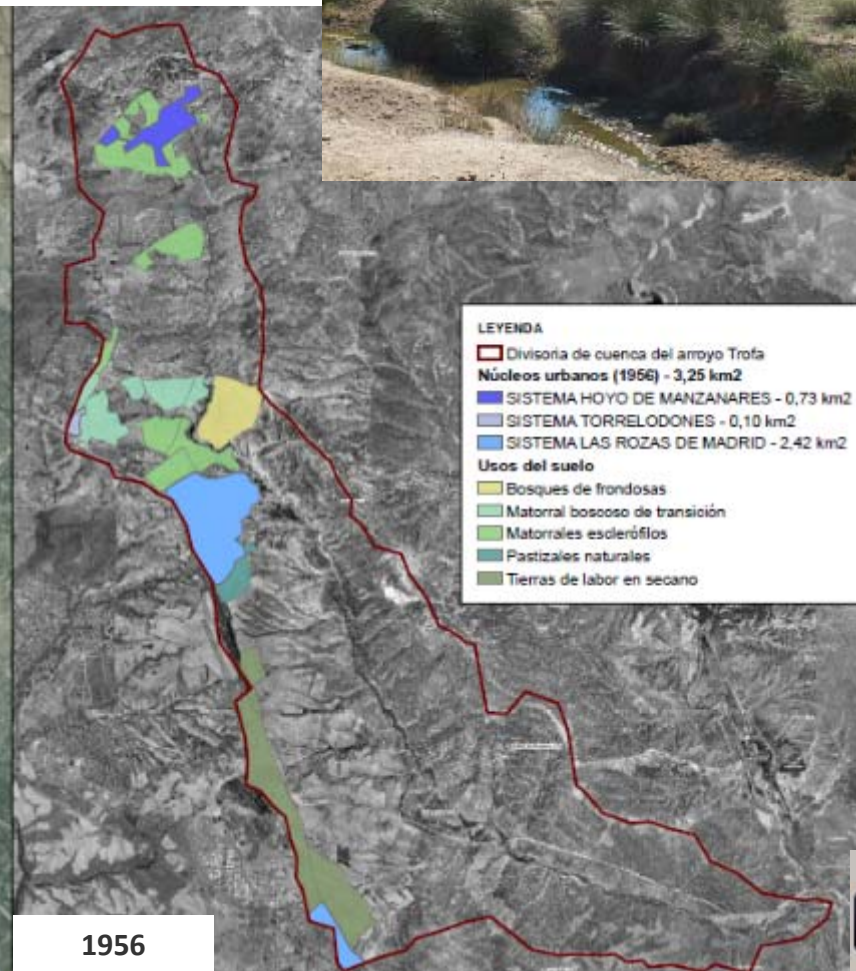
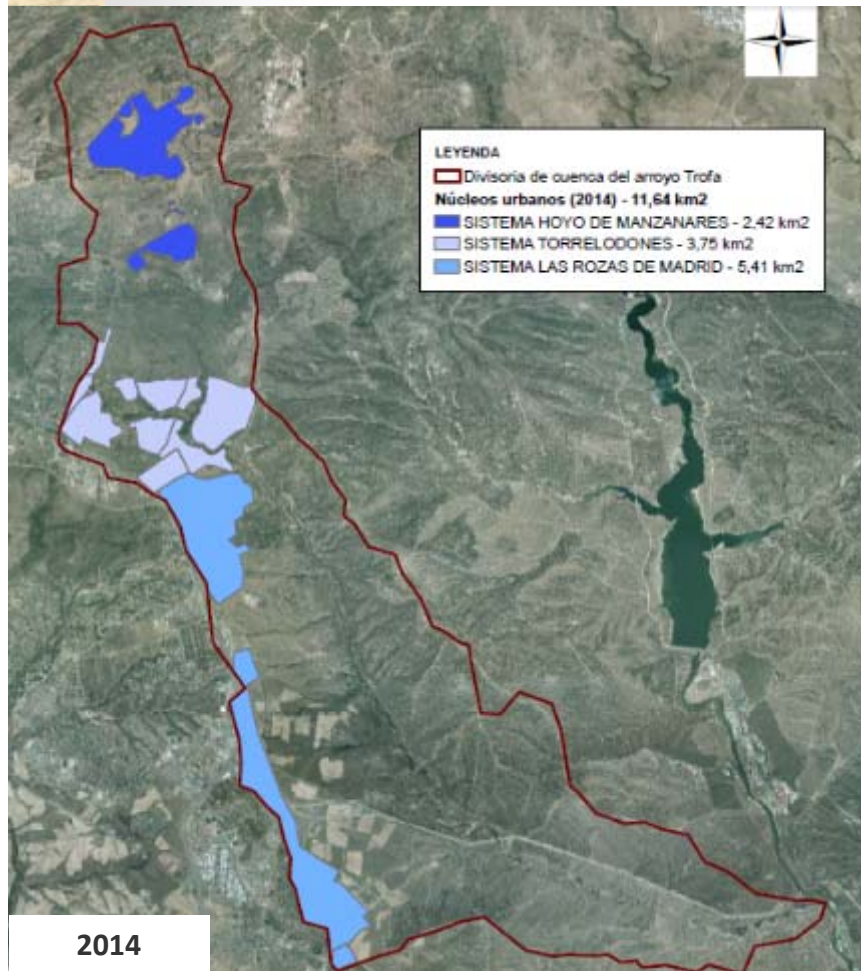
Transformación a sistema léntico

Pérdida de valor escénico y de contacto con el río.

■ ALTERACIONES HIDRO-MORFOLÓGICAS EN LA TROFA

ALTERACIONES DERIVADAS DE:

- Cambio de uso del suelo
- Disminución de la vegetación en contacto con el suelo y compactación por incremento de la carga cinegética
- Limitaciones en la regeneración de la vegetación de ribera por la presión cinegética



ALTERACIONES HIDRO-MORFOLÓGICAS EN LA TROFA

ALTERACIONES DERIVADAS DE:

- Cambio de uso del suelo
- Disminución de la vegetación en contacto con el suelo y compactación por incremento de la carga cinéctica
- Limitaciones en la regeneración de la vegetación de ribera por la presión cinéctica

EFFECTOS:

- ↑ escorrentía
- ↑ caudales
- ↓ estabilidad de taludes de orilla
- incisión

ARROYO DE LA TROFA:

CAMBIO DE USOS DEL SUELO PRODUCIDOS EN LA CUENCA DEL ARROYO TROFA ENTRE 1956 Y 2015 (CORINE LAND COVER)									
CÓDIGO CORINE	ID	USOS SUELO	COBERTURA	AÑO 1956		AÑO 2015			
				Sup (km2)	%	Sup (km2)	%		
111	ES-1862	Tejido urbano continuo	Artificial surfaces	0	3	0	12		
112	ES-4791	Tejido urbano discontinuo		3		10			
122	ES-8248	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	0	3	4.4	1	16.4		
133	ES-10404	Zonas en construcción	0			1			
211	ES-18201	Tierras de labor en seco	Agricultural areas	3	3	3	3		
244	ES-69440	Sistemas agroforestales		1		1		4.4	
311	ES-74972	Bosques de frondosas	Forest and semi natural areas	21	66	20	58		
312	ES-87963	Bosques de coníferas		0		0			
313	ES-95375	Bosque mixto		0		0			
321	ES-103976	Pastizales naturales		16		10		79.2	
323	ES-121172	Matorral esclerófilo		11		10			
324	ES-138907	Matorral boscoso de transición		18		18			
332	ES-150743	Roquedo	0	0					
TOTALES				73	73	100.00	73	73	100.00

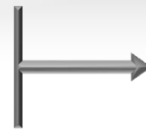
T. Periodo de retorno	Q (m ³ /seg)	
	1956	2015
10	5	21
25	16	37
50	25	51
100	38	68

SUPERFICIE IMPERMEABILIZADA EN LA CUENCA VERTIENTE DEL ARROYO TROFA (POR SISTEMA ASOCIADO A CADA UNA DE LAS EDARs)			
SISTEMA	TTMM	AÑO 1956 S (km2)	ACTUAL S (km2)
SISTEMA EDAR HOYO DE MANZANARES	HOYO DE MANZANARES	0.73	2.4
SISTEMA EDAR LAS MATAS-LOS PEÑASCALES	TORRELODONES, LAS ROZAS	0.10	3.8
SISTEMA EDAR LAS ROZAS	LAS ROZAS	2.42	5.4
TODOS	TOTAL	3.25	11.6



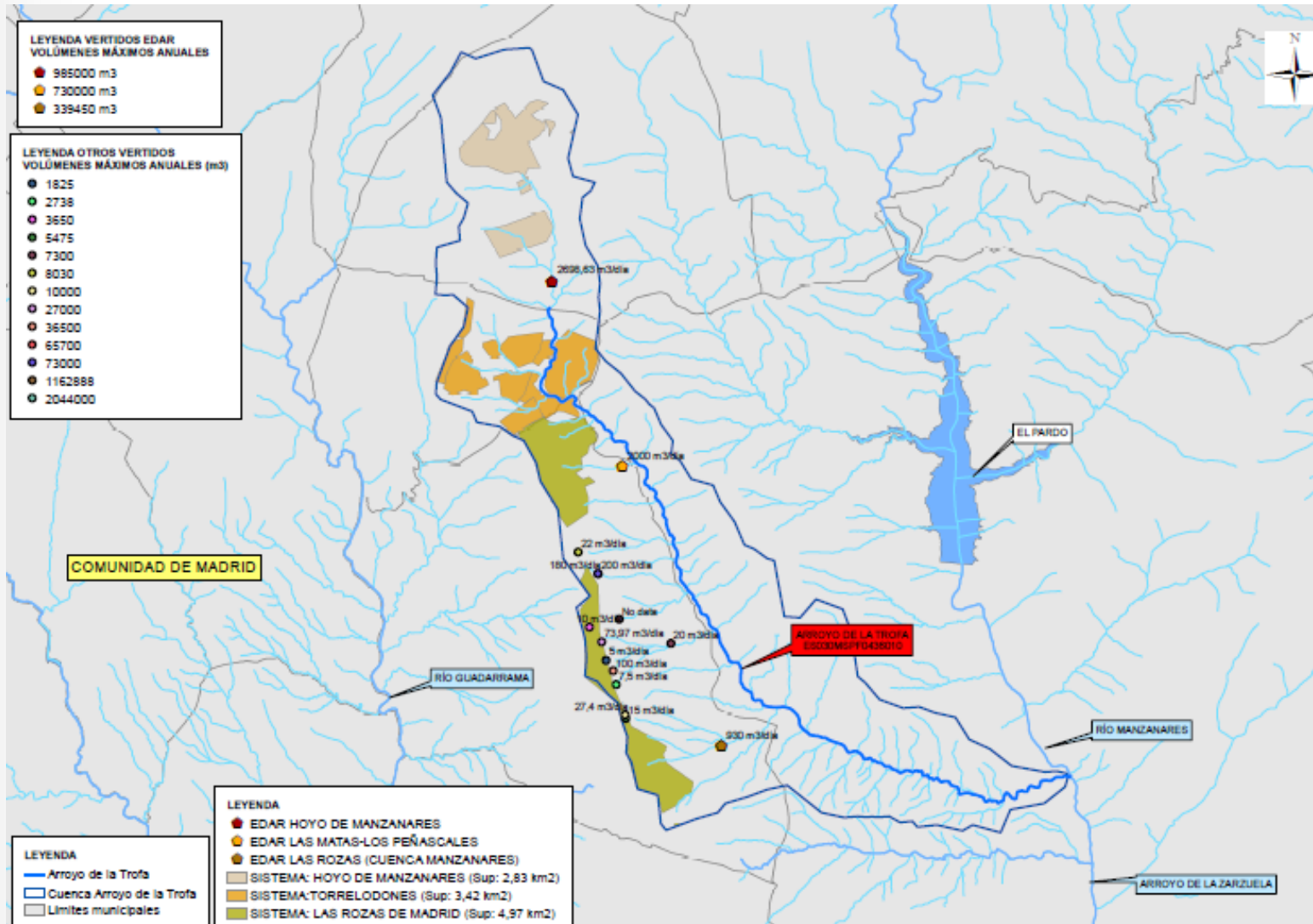
ALTERACIONES HIDRO-MORFOLÓGICAS EN LA TROFA

ALTERACIONES DERIVADAS DE VERTIDOS



EFECTOS:

- ↓ calidad físico-química del agua
- ↓ calidad indicadores bentónicos



■ ALTERACIONES HIDRO-MORFOLÓGICAS EN LA TROFA

CONFLUENCIA EN MANZANARES:

- Permitir la salida de caudales líquidos, sólidos y restos vegetales.
- Impedir la salida de reses.
- Impedir la entrada de personas.



EFFECTOS:

- Importantes limitaciones para poder cumplir los tres requisitos.
- Contribuye a generar un notable acúmulo de sedimentos.



SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA EN LA TROFA

Alteraciones

↑ Superficie impermeable

↑ Carga cinética

Vertidos

Cerramiento confluencia

EFFECTOS

↑ Avenidas

Incisión

↓ Calidad F-Q y biológica

Limitaciones a la circulación de Q sólidos y en el cerramiento efectivo

■ PROPUESTAS

CONDICIONANTES

- Masa de agua hidrológicamente muy alterada
- Uso social muy intenso
- Tramo muy valorado por los ciudadanos

OBJETIVOS

- Optimizar el potencial ecológico de la masa
- Desafectar al tramo de su condición de remanso
- Recuperar espacio fluvial
- Mejorar la conexión con la ribera.

■ PROPUESTAS

MANZANARES

- **Presa de El Pardo:**
 - ✓ Régimen ambiental de caudales que genere una cierta estacionalidad, y asegure una calidad escénica.
 - ✓ Generación de pequeñas avenidas artificiales que, con capacidad de movilización de sedimentos, se aporten al cauce cuando La Trofa presente transporte significativo de sedimentos.
- **Manzanares:**
 - ✓ Analizar la reducción de la cota del lecho en la sección de la antigua EA Mingorrubio.
 - ✓ Evaluar la reducción de cota del azud del golf y disponer un paso para peces.
 - ✓ Evaluar la reducción de la cota del dique “pseudonatural” generado por la Trofa.
 - ✓ Recuperar espacio fluvial retranqueando y/o suavizando taludes.
 - ✓ Mejorar el acceso a la ribera.

■ PROPUESTAS

TROFA

- **Trofa:**
 - ✓ Control de pluviales en los núcleos de población para tormentas de cierta intensidad.
 - ✓ En su caso, adecuación de la calidad de los vertidos.
 - ✓ Evaluar la reducción de la carga cinegética del Monte de El Pardo.
 - ✓ Recuperación progresiva del bosque de ribera, con acotados o vallados cinegéticos que limiten el acceso a la ribera de las reses.
 - ✓ En la desembocadura, establecer un sistema de desagüe que permita la adecuada evacuación de caudales líquidos y sólidos, compatibilizándolo con el cerramiento del Monte de El Pardo.