

Valoración del Estado Ambiental del río María.

VALORACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL *DEL RÍO MARÍA*

1.	Objeto y Justificación.....	1
2.	Emplazamiento.	2
3.	Condiciones del tramo fluvial	2
3.1.	Caracterización del tramo de estudio. Subtramos y estaciones de muestreo.....	3
3.1.1.	Principales presiones e impactos del tramo de estudio.....	5
3.1.2.	Caracterización del régimen hidrológico.	7
3.1.2.1.	Aportaciones en régimen natural.	7
3.1.2.2.	Caracterización del régimen natural.	8
3.1.2.3.	Caracterización del régimen de caudales circulante.....	13
3.1.2.4.	Caudales de máximas crecidas.....	14
3.1.3.	Geomorfología	16
3.1.3.1.	Evolución del trazado en planta.	16
3.1.3.2.	Pendiente Longitudinal.....	18
3.1.3.3.	Secciones transversales	18
3.1.4.	Parámetros geomorfológicos.....	19
3.1.4.1.	Síntomas de inestabilidad	21
3.2.	Riberas y Llanuras de Inundación.....	22
3.2.1.	Caracterización de la vegetación riparia	22
3.2.1.1.	Vegetación potencial de ribera.....	23
3.2.2.	Estado de conservación.	23
3.2.2.1.	Fauna de las riberas y especies asociadas al río.	24

4.	Condiciones de la cuenca vertiente.....	27
4.1.	Medio físico y biológico	27
4.1.1.	Descripción de la cuenca vertiente.....	27
4.1.2.	Región biogeográfica	27
4.1.3.	Región hidrográfica.....	28
4.1.4.	Geología	30
4.1.5.	Climatología	31
4.1.6.	Diagrama ombrotérmico	32
4.1.7.	Espacios Naturales Protegidos.....	33
4.1.8.	Vegetación Potencial de la Cuenca Vertiente	33
4.2.	Medio socioeconómico	34
4.2.1.	Usos del suelo.....	34
4.2.2.	Población.....	36
4.2.3.	Infraestructuras.	37
4.2.4.	Usos del agua y demandas previstas.....	37
4.2.5.	Espacios Naturales Protegidos y Patrimonio Cultural	37
4.2.5.1.	Patrimonio Histórico	37
4.2.5.2.	Vías Pecuarias.....	38
5.	Conclusiones de la valoración del estado ambiental.....	39
6.	Diagnóstico de la imagen de referencia	41
7.	Bibliografía.....	43

Anejo 1. Resultados analíticos del agua residual de la EDAR de María.

Anejo 2. Reportaje Fotográfico

Anejo 3. Aportaciones en régimen natural..

Anejo 4. Planos.

Plano nº1. Situación Emplazamiento

Plano nº2. Emplazamiento del tramo de proyecto.

Plano nº3. Impactos en el tramo

Plano nº4. Ubicación de las Estaciones de Muestreo

Plano nº5. Evolución del Trazado en Planta

Plano nº6. Perfil Longitudinal

Plano nº7. Cuenca Vertiente

Plano nº8. Litología

Plano nº9 Masas de Agua

Plano nº10. Red de Espacios Naturales Protegidos Próximos

Plano nº11. Vegetación Potencial de la Cuenca Vertiente

Plano nº12. Usos del Suelo de la Cuenca Vertiente

Plano nº13. Parcelario Catastral

Plano nº14. Patrimonio Cultural

1. Objeto y Justificación

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, está impulsando una serie de actuaciones enmarcadas en lo que se conoce como la **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos**, con las que se pretende conservar y recuperar el buen estado ecológico de nuestros ríos y cauces en general, potenciando su patrimonio cultural y poniendo en valor sus atributos y beneficios.

Esta Estrategia se desarrolla en consonancia con las exigencias establecidas por la Directiva Marco del Agua, aprobada en diciembre de 2000 y de obligado cumplimiento para el Estado español, cuyo objetivo final es lograr que los ríos y arroyos recuperen su "buen estado ecológico".

Dentro estas líneas de actuación se enmarca el proyecto de restauración del río María que la Confederación Hidrográfica del Segura tiene previsto acometer.

Previa redacción del proyecto de restauración, siguiendo el esquema que a continuación se presenta, se considera necesario para la determinación de los objetivos del mismo (imagen objetivo) realizar una valoración del estado ambiental en el que se encuentra actualmente el tramo objeto de restauración así como la determinación de la imagen en la que se encontraría el río en condiciones naturales (imagen de referencia).



En este documento se realiza una valoración sobre el estado ambiental del tramo del río María objeto de restauración, incluyendo la identificación de las presiones e impactos que contribuyen a su estado actual.

Para la valoración del estado ambiental se analizan tanto las condiciones del tramo fluvial como las correspondientes a la cuenca vertiente, permitiendo así establecer un diagnóstico de la problemática que presenta el río.

2. Emplazamiento.

En el Anejo nº 4 se incluye los planos nº1 y 2 de situación y emplazamiento del tramo del río María objeto de restauración.

Tal y como se puede observar en dicho plano, las actuaciones se localizan desde la salida del lavadero Municipal hasta llegar al punto de vertido de la depuradora municipal. El tramo de las actuaciones comprende algo más de 1,3 kilómetros.

La zona se puede localizar en la siguiente cartografía oficial:

- Hoja 952-III escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional.

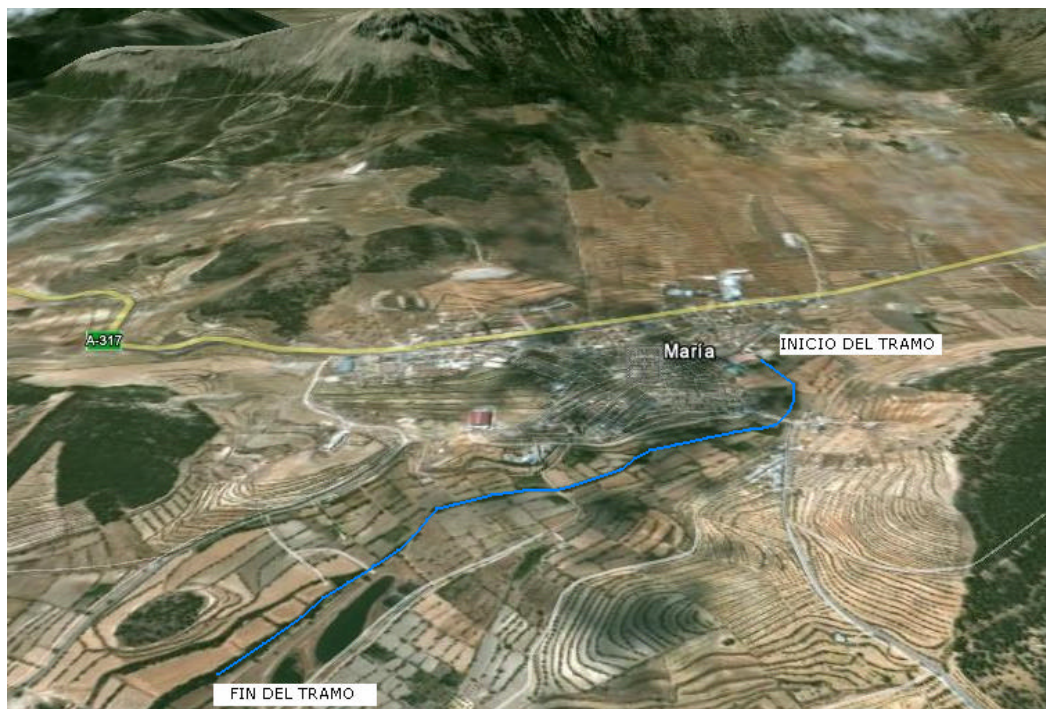


Fig.1. Emplazamiento del tramo objeto de restauración.

3. Condiciones del tramo fluvial

El diagnóstico del estado ambiental que presenta actualmente el río María se ha realizado en base a la recopilación y análisis de los aspectos ambientales más relevantes, fundamentalmente referidos a:

- Principales presiones e impactos del tramo objeto de restauración.

- Caracterización del régimen hidrológico y calidad de las aguas.
- Parámetros geomorfológicos que pretenden valorar el estado de conservación del cauce del río.
- Estado de las riberas y llanura de inundación, con el análisis del estado de conservación de las márgenes del río, composición y estructura de la vegetación riparia y descripción de otras especies de interés asociadas al tramo de estudio.

3.1. Caracterización del tramo de estudio. Subtramos y estaciones de muestreo.

Para el análisis de alguno de los aspectos ambientales, fundamentalmente los referidos a la geomorfología y estado de las riberas, se ha procedido a la división del tramo de estudio en tres subtramos, en función de la caracterización más o menos homogénea que de dichos aspectos se ha realizado durante la inspección de campo y el análisis de las fotografías aéreas.

En cada uno de estos subtramos se ha establecido como mínimo una estación de muestreo, con una longitud de muestreo en cada una de ellas de 100 m., estableciendo como única premisa su lejanía respecto a la presencia de cualquier infraestructura de paso que pudiese alterar los resultados de la valoración de los parámetros analizados. En el plano nº4 del Anejo 3, se puede observar la ubicación de las cinco estaciones finalmente seleccionadas dentro del tramo de estudio.

A continuación se describe de forma resumida la caracterización de cada uno de los subtramos:

- El primer subtramo se inicia en el manantial "Fuente del Hoyo" (aguas abajo del Lavadero Municipal) y llega hasta el cruce del río con el camino de Graj (pk 0+000 hasta el pk 0+300, del tramo objeto de restauración).

Este subtramo se caracteriza fundamentalmente por la balsa de riego de "Los Salazares" que, en el mismo curso del río, regula sus caudales para el riego de los terrenos agrícolas de la comarca. La red de acequias que parten de esta balsa marcan el alto grado de antropización de este subtramo del río María.

Antes de llegar a la balsa existen aportaciones puntuales de caudal procedentes de la red de pluviales del pueblo y del drenaje de las parcelas agrícolas colindantes. La presión que

ejercen estos terrenos agrícolas, característico también de los otros subtramos de estudio, ha originado la pérdida de la vegetación de ribera en ambas márgenes, viéndose reducida a pies dispersos de álamo blanco (*Populus alba*) y sauco negro (*Sambucus nigra*).

- El segundo subtramo se inicia desde el camino de Graj hasta el puente de La Palencia (pk 0+300 - pk 0+775).

El inicio de este subtramo se caracteriza por el encauzamiento existente en ambas márgenes, con el trazado de la tubería de saneamiento del pueblo de María a media altura del muro izquierdo.

Tras este encauzamiento, y hasta el puente de La Palencia, la presión de las parcelas adyacentes se refleja en el acaballonado que la actividad agrícola forma en la cabeza del talud del río, a modo de pequeña mota, y en la práctica desaparición del arbolado de ribera; mientras que en el mismo cauce alternan los tramos con gran cobertura arbustiva con aquellos donde la vegetación queda reducida a escasas especies herbáceas. Igualmente, alternan los tramos con secciones rígidas del cauce, con secciones que presentan mayor inclinación.

- El tercer y último subtramo se inicia en el puente de La Palencia y finaliza en el punto de vertido de la depuradora municipal al río. (pk 0+750 - pk 1+375).

Excepto en el tramo final, en este subtramo de estudio también es evidente la ausencia de vegetación de ribera en las márgenes del río con escasos pies de chopos y diferente cobertura arbustiva en el cauce. El tramo final, desde el inicio de las instalaciones de la depuradora en la margen izquierda, es más abundante en vegetación con presencia de zarzas, álamos (del género *Populus sp.*) y sauces (del género *Salix sp.*). Tras esta banda de vegetación y el cercado de la depuradora, la margen izquierda presenta una mota discontinua, mientras que en la margen derecha continua la dominancia de los cultivos agrícolas.

Este subtramo también se caracteriza por los elementos de defensa que existen en sus márgenes. Así, en la margen izquierda, justo aguas abajo del puente de La Palencia, existe un muro de protección de la parcela agrícola colindante, elemento de defensa que se va repitiendo de forma puntual en ambas márgenes en forma de pequeños muretes de piedra, hasta llegar de nuevo a la presencia de un muro de unos 50 m. de longitud en su margen derecha. Además de estos muros existe un pequeño azud en el cauce del río, justo aguas arriba del inicio de las instalaciones de la depuradora, que deriva sus caudales hacia una pequeña balsa en la margen derecha.

3.1.1. Principales presiones e impactos del tramo de estudio.

A continuación se relacionan las presiones e impactos que alteran directa o indirectamente el estado ambiental del río María.

Para la presentación de las presiones e impactos identificados en el río María, se han agrupado en función de la alteración que originan o del elemento del cauce sobre el que interactúan. En el plano nº 4 del Anejo nº4. Planos se puede identificar la ubicación de dichas presiones e impactos.

Extracciones de agua significativas, retornos y regulación de caudales.

En el tramo inicial, en el mismo curso del río María, se encuentra la balsa de “Los Salazares” que capta el caudal del río para el riego de los terrenos agrícolas.

La consabida trascendencia del régimen de caudales como elemento articulador del ecosistema fluvial, permite deducir la significación ambiental que supone esta alteración del régimen hidrológico natural del río.

La compleja red de acequias existente a lo largo del tramo de estudio, revela el alto grado de alteración y antropización del ecosistema fluvial, llegando incluso a formar parte de la red de drenaje del propio río, desde la balsa de los Salazares hasta el cruce con el camino de Graj, en una longitud de algo más de 50m.

De igual forma, en el tramo final de estudio, justo aguas arriba de la depuradora, existe un pequeño azud que deriva el agua hasta otra balsa de regulación situada en la margen derecha.

A lo largo de todo el tramo seleccionado del río María, existen retornos de agua procedentes de las diferentes acequias de riego de la Comunidad de Regantes de María.

Alteraciones en la calidad de las aguas

Como principal fuente de contaminación puntual que presenta el tramo seleccionado del río María, cabe destacar el vertido que se produce directamente al cauce del río a la salida de la depuradora municipal de María y que repercute directamente en la calidad del agua a partir de este punto de vertido.

A falta de la obtención de los resultados analíticos de la muestra de aguas recientemente realizada, en el anejo nº 1 “Resultados analíticos del agua residual de la EDAR de María”, se

muestran los únicos resultados obtenidos hasta la fecha, de los principales parámetros analizados en noviembre de 2000.

Mencionar también en este sentido, el vertido directo de la red de pluviales del pueblo de María al inicio del segundo subtramo aguas abajo del camino de Graj que, sin llegar a provocar el efecto contaminante de las aguas procedentes de la depuradora, sí pueden llegar a tener sólidos en suspensión que alteren las comunidades biológicas del entorno de vertido.

Respecto al uso agrícola característico de ambas márgenes del río, cabe destacar la cantidad importante de fertilizantes y productos fitosanitarios que la escorrentía superficial de los terrenos agrícolas próximos vierte a nuestro río en episodios de intensas lluvias, considerados como fuentes de contaminación difusa de las aguas del río.

Los fertilizantes agrícolas provocan la eutrofización de las aguas del río, con una aceleración en el crecimiento excesivo de algas. Los herbicidas y pesticidas suponen una contaminación de las aguas de escorrentía.

Alteraciones morfológicas significativas:

Los principales cambios en la morfología del río vienen dados por la rigidización existente en algunos tramos, destacando el encauzamiento aguas abajo del camino de Graj con una longitud total de muro de 115 m. en su margen izquierda y 40 m. en su margen derecha. Otros tramos con elementos rígidos de defensa se encuentran aguas abajo del puente de La Palencia, con unos 40 m. de muro en la margen izquierda, justo aguas abajo de este puente, y otro muro existente en la margen derecha del río de unos 50 m. de longitud, tal y como puede observarse en el plano nº 3 del presente documento.

Junto a estos tramos de mayor o menor longitud, también aguas abajo del puente de La Palencia, se encuentran otros puntos con pequeños muretes de piedra protegiendo las parcelas agrícolas de ambas márgenes.

Las alteraciones morfológicas de las márgenes también se aprecian en la inclinación de los taludes aguas arriba del puente de La Palencia, donde la relativa naturalidad de algunos tramos contrasta con la mayor verticalidad de otros evidenciando de esta forma la presión que sobre dichos taludes ejerce la actividad agrícola de la zona. Asimismo, en este mismo tramo de río, la cabeza de estos taludes verticales se encuentra alterada por la formación de caballones o pequeñas motas artificiales procedentes de dicha actividad agrícola dificultando la conectividad de las márgenes con el cauce.

En el tramo inicial, hasta la balsa de los Salazares, la limpieza mecanizada del río que en ocasiones se realiza para captación de caudal a la balsa también provoca una importante alteración de la sección que presentaría el río en su estado natural, transformada completamente por la red de acequias aguas abajo de dicha balsa, tal y como se ha comentado anteriormente.

Finalmente, indicar en este mismo tramo la alteración que recientemente se ha producido justo en su inicio, en la “Fuente del Hoyo”, con la colocación y posterior soterramiento de una tubería de unos 25 m. de longitud en el mismo lecho del río, colocada con objeto de drenar las aguas de las obras de edificación próximas.

Alteraciones sobre la vegetación

En todo el tramo de estudio se observa un alto grado de alteración de la vegetación arbórea propia del río, como se refleja en el análisis de la vegetación actual de este documento. Las presiones citadas anteriormente (rigidización de márgenes, presión de las parcelas agrícolas contiguas al cauce, limpieza del río, etc.) han causado una importante alteración sobre dicha vegetación, quedando reducida al cauce (zarza fundamentalmente) y escasos pies dispersos de chopo.

3.1.2. Caracterización del régimen hidrológico.

3.1.2.1. Aportaciones en régimen natural

Para la obtención de las aportaciones de la cuenca de río María en régimen natural se ha utilizado el Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación (SIMPA), modelo distribuido que simula la teoría de Témez mediante el sistema de información geográfico GRASS.

Este modelo simula los procesos de las diferentes fases del ciclo hidrológico en régimen natural, con resolución temporal de un mes, para cada una de las celdas en que se discretiza el modelo. La precipitación se descompone en una parte que alimenta la zona no saturada, donde coexisten aire y agua (humedad del suelo) y desde donde tiene lugar el proceso de evapotranspiración. El resto o bien escurre superficialmente o bien recarga los acuíferos, los cuales drenan a la red superficial o al mar. Mediante la introducción en el modelo de las precipitaciones, evapotranspiraciones y resto de características físicas de las cuencas (usos del suelo, pendiente, geología, etc...) a través de diferentes capas y por integración de las mismas se obtienen los valores mensuales diferenciados en aportaciones superficiales y subterráneas.

El periodo de simulación ha sido el comprendido entre octubre de 1940 y septiembre de 2006. El conjunto del territorio español se ha discretizado en celdas de 1 km x 1 km, por lo que la discretización utilizada en la cuenca de María tiene el mismo tamaño de celda.

El total de los resultados de las aportaciones obtenidas se incluye en el anejo 3.

3.1.2.2. Caracterización del régimen natural.

El procedimiento utilizado para caracterizar el régimen natural de caudales se ha basado en el análisis de las aportaciones mensuales obtenidas mediante el SIMPA, mencionado anteriormente.

Una vez disponemos de las aportaciones mensuales en régimen natural, se procede al análisis de los registros mediante el software IAHRIS (Índices de Alteración Hidrológica en Ríos). No se obtiene un análisis muy profuso a partir de los registros de aportaciones, puesto que únicamente disponemos de valores mensuales y esto restringe mucho las conclusiones que obtengamos, reduciéndose al análisis de la estacionalidad, magnitud y variabilidad de los valores habituales de las aportaciones, intranualmente e interanualmente.

A continuación mostramos los resultados obtenidos por IAHRIS y la interpretación o implicación de los mismos sobre la dinámica y los procesos fluviales de río María.

En el registro de aportaciones obtenidas por SIMPA se aprecia un valor de 1,16 Hm³, en octubre de 1973. Este evento se corresponde con la fecha en la que se produjo una avenida extraordinaria en río Chico, además de en otras ramblas y ríos de toda la comarca del sureste de la cuenca del Segura. Esta aportación supera de manera notable el resto de registros de aportaciones mensuales. La serie de aportaciones mensuales de la que se dispone incluye registros desde 1940 hasta 2006, representados en la siguiente gráfica.

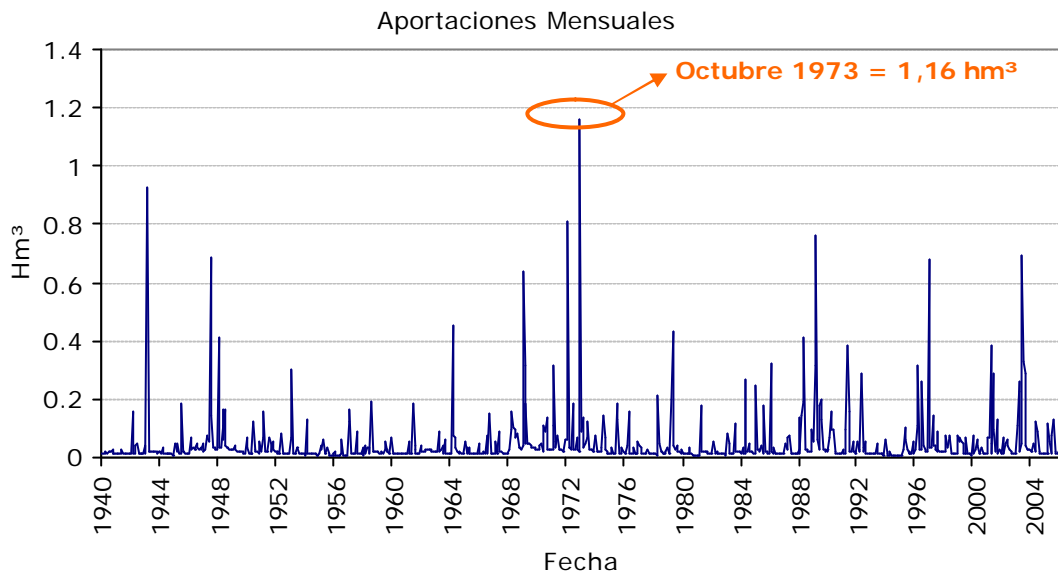


Fig.2.- Aportaciones Mensuales

El primer informe que se obtiene con IAHRIS corresponde con la caracterización de la variabilidad interanual de las aportaciones, para lo que se realiza una clasificación que diferencia entre años húmedos, secos y medios, con un porcentaje de presencia del 25% para los años húmedos y secos, y del 50% para los años medios. Según esta metodología se clasifican estos tres tipos de años mediante los límites establecidos en la siguiente tabla:

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL			
Año húmedo si aportación anual (hm³) =	0.654		
Año medio si aportación anual (hm³) <	0.654	y >	0.286
Año seco si aportación anual (hm³) =	0.286		

La siguiente gráfica refleja las aportaciones anuales y los límites comentados anteriormente para cada tipo de año, mostrando así la magnitud y variabilidad interanual.

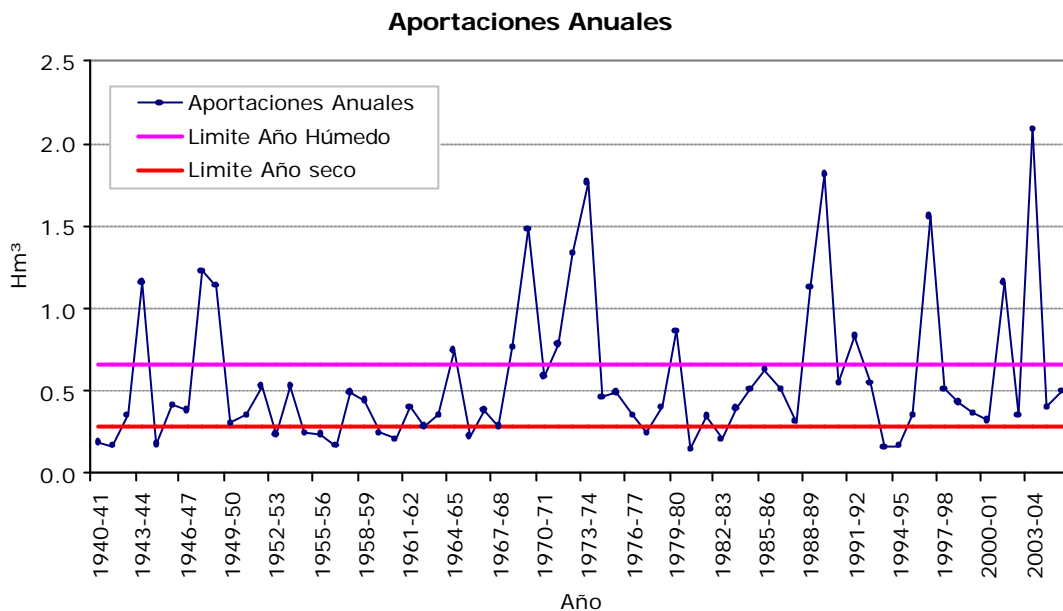


Fig.3.-Aportaciones anuales.

Si observamos la magnitud de las aportaciones anuales notamos los valores relativamente bajos que se suceden en toda la serie, a excepción de puntuales registros anuales de mayor magnitud.

Para la caracterización intranual de las aportaciones se utiliza la media de los registros mensuales para cada tipo de año que se expone en la siguiente tabla, tanto de aportaciones mensuales (hm^3) como de caudales diarios mensuales (m^3/s).

TIPO DE AÑO MES	APORTACIONES MENSUALES (hm^3)			CAUDALES DIARIOS MENSUALES (m^3/s)		
	HÚMEDO	MEDIO	SECO	HÚMEDO	MEDIO	SECO
Octubre	0.044	0.026	0.010	0.016	0.010	0.004
Noviembre	0.146	0.019	0.016	0.056	0.007	0.006
Diciembre	0.101	0.030	0.012	0.038	0.011	0.005
Enero	0.077	0.027	0.014	0.029	0.010	0.005
Febrero	0.048	0.025	0.014	0.020	0.010	0.006
Marzo	0.075	0.022	0.014	0.028	0.008	0.005
Abril	0.057	0.019	0.013	0.022	0.007	0.005
Mayo	0.121	0.019	0.013	0.045	0.007	0.005
Junio	0.030	0.016	0.012	0.011	0.006	0.004
Julio	0.022	0.015	0.011	0.008	0.005	0.004
Agosto	0.022	0.014	0.011	0.008	0.005	0.004
Septiembre	0.025	0.015	0.010	0.010	0.006	0.004

Tabla de aportaciones mensuales y caudales diarios mensuales.

APORTACIONES MENSUALES EN RÉGIMEN NATURAL, SEGÚN TIPO DE AÑO

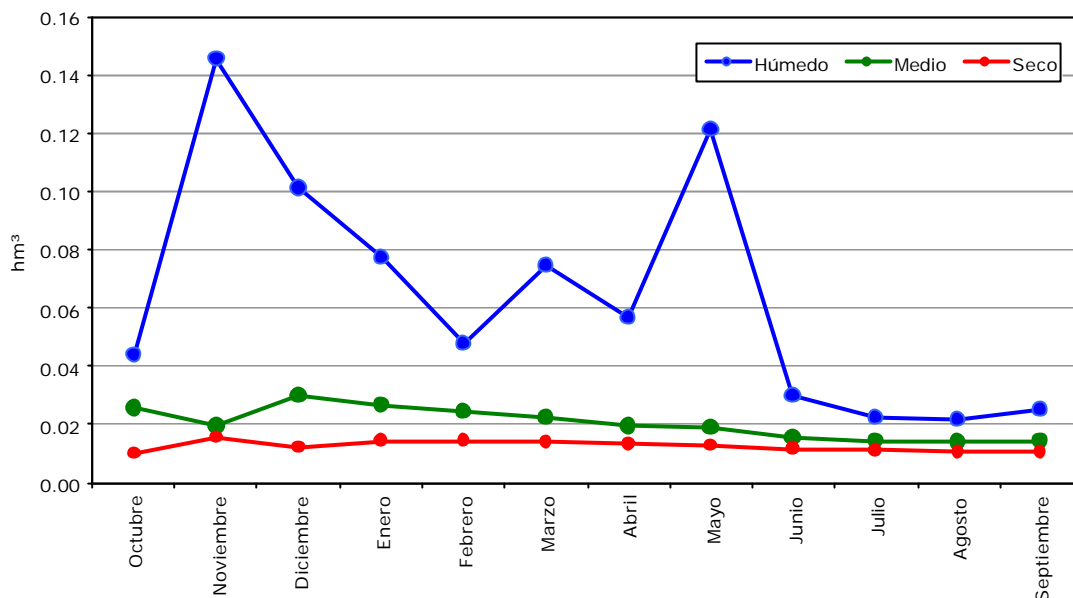


Fig.4.- Gráfica de aportaciones mensuales según tipo de año.

La tabla siguiente incluye el conjunto de los resultados que se obtienen, en relación a cada uno de los atributos estudiados, para cada uno de los tipos de años.

COMPONENTE DEL RÉGIMEN NATURAL		PARÁMETRO		
VALORES HABITUALES	Aportaciones anuales y mensuales	ASPECTO	DESCRIPCIÓN	
		Magnitud	Media de las aportaciones anuales	Año húmedo: 1.24 Año medio: 0.43 Año seco: 0.21 Año ponderado: 0.57
		Variabilidad	Diferencia entre aportación mensual máxima y mínima en el año	Año húmedo: 0.56 Año medio: 0.14 Año seco: 0.04 Año ponderado: 0.22
Estacionalidad	Mes de máxima y mínima aportación	Año húmedo: NOV-AGO Año medio: DIC-AGO Año seco: NOV-OCT		

Tabla de resultados para la variabilidad, estacionalidad y magnitud de las aportaciones.

Al estudiar la magnitud de las aportaciones observamos unos valores bajos que acompañan a la superficie de la cuenca que nos ocupa, también de valor congruentemente reducido. Sin embargo, destaca la comparativa mayor magnitud para las aportaciones medias de los años húmedos (1,24 hm³), con respecto al resto de años. Esto sucede como consecuencia de episodios más o menos puntuales de gran magnitud que elevan las aportaciones en determinados años. Las diferencias entre las aportaciones de los años secos y medios no resultan tan patentes, lo que se podría traducir en una menor variabilidad para los años considerados como medios y secos.

Valoración del Estado Ambiental del río María.

Las implicaciones ambientales de la magnitud de los caudales son determinantes en la disponibilidad general de agua del ecosistema.

Las características del clima del entorno de María, y predominantemente del régimen de precipitaciones se reflejan en el registro de aportaciones y en su variabilidad, más destacable para los años húmedos, con una diferencia entre la aportación mensual máxima y mínima de $0,56 \text{ hm}^3$. Esta variabilidad mayor se debe en parte al registro de aportación obtenido el año 1973-74, de magnitud notable. Para los años medios y secos este rango de variabilidad se reduce a $0,14$ y $0,04$ respectivamente. Estos registros podríamos trasladarlos a un régimen de caudales relativamente homogéneo para el conjunto de los años considerados, a excepción de los periodos húmedos, donde las magnitudes de las aportaciones son más dispares. Si observamos la variabilidad media ($0,22 \text{ hm}^3$), obtenida como resultado de la ponderación por cada tipo de año (25% húmedo y seco, y 50% medio) apreciamos la caracterización de la variabilidad, consecuencia del clima predominantemente mediterráneo, donde se alternan largos periodos secos con periodos algo más húmedos de magnitudes destacables.

El atributo variabilidad es trascendental como eje conductor de la dinámica geomorfológica y ecológica, favoreciendo la intromisión o expansión de especies exóticas. Un régimen variable también condiciona la heterogeneidad del hábitat hiporreico y su calidad.

El último atributo del régimen de caudales que se puede analizar con los datos de los que se dispone es la estacionalidad de los caudales. Ésta se refiere a los meses en que se produce la mayor y menor aportación anual. Los meses de mayores aportaciones se reflejan casi exclusivamente entre los meses de noviembre y diciembre, frente a los meses de menores aportaciones que se dan de forma más habitual en los meses de agosto y octubre.

Aunque corresponde una mayor significación ambiental para la estacionalidad de los valores extremos, que para los correspondientes a los valores habituales, destaca de igual manera los referentes al mantenimiento de la diversidad temporal de los hábitats y definición del ritmo de los procesos vitales de la biota acuática y riparia.

Los mayores caudales presentan un ligero desfase con respecto a los meses de mayores precipitaciones, lo que supone un comportamiento determinado por la importancia de la fase subterránea, con aportaciones en periodos secos dependientes del régimen pluviométrico.

Como resumen de la caracterización de los caudales de río María en régimen natural se concluye que los rasgos principales del régimen de caudales son:

- Elevadas magnitudes para aportaciones anuales de años húmedos.

- Alta variabilidad intranual para los años húmedos y muy baja para los años medios y secos.
- Estacionalidad muy marcada en máximos y más dispersa en los mínimos.
- Marcada importancia de la fase subterránea.

3.1.2.3. Caracterización del régimen de caudales circulante.

El régimen natural de caudales del río María es prácticamente permanente durante todo el año debido fundamentalmente a la aportación continua de los manantiales de la zona, con aumento del caudal en episodios de intensas lluvias.

Este régimen se encuentra completamente alterado en todos sus parámetros (magnitud, frecuencia, duración y estacionalidad) por la regulación de la balsa de regadío existente en el tramo inicial, estableciendo la explotación del agua embalsada la caracterización del régimen hidrológico del río.

Esta explotación no se realiza de forma regulada sino que viene marcada por la demanda de riego existente en cada época del año. Por tanto, es difícil determinar así una caracterización típica del régimen hidrológico del río y permitir su comparativa con el régimen natural previamente estudiado; si bien, puede considerarse que en época estival, el curso presenta escaso caudal por la mayor derivación del agua embalsada a las acequias de riego. El retorno al río de las aguas de riego de las parcelas agrícolas de ambos márgenes y el vertido puntual del excedente de agua de las acequias, establecen fundamentalmente el régimen hidrológico del río en dicho periodo estival.

La misma alteración, aunque de menor entidad, se produce a partir de la regulación existente en la balsa de la margen derecha, frente a la depuradora municipal. La extracción y derivación hacia esta balsa del caudal retenido por el pequeño azud existente en el mismo lecho del río, origina la alteración del régimen de caudales aguas abajo de este punto.

Otra alteración significativa del régimen de caudales, fundamentalmente en cuanto a su magnitud se refiere, viene dada a partir de la aportación puntual de las aguas vertidas por la depuradora municipal.

Para establecer de forma aproximada el caudal vertido por la depuradora se ha tenido en cuenta la población en el núcleo municipal de María en el año 2008 (1.484 habitantes, según el Instituto Nacional de Estadística); el aumento de dicha población en un 10 % para obtener así los habitantes equivalentes (1.633 habitantes equivalentes); la dotación por día estimada por habitante equivalente (250 l/hab-eq) y la estimación del porcentaje de caudal

entrante que se invierte en los procesos de la depuradora (20 % del caudal entrante a las instalaciones), resultando de esta forma un caudal de vertido de 3,8 l/s adicional a los caudales circulantes.

En resumen, existen numerosas infraestructuras y elementos de captación, regulación y derivación del agua del río María que, situados en diferentes puntos del tramo de río estudiado, alteran en gran medida su régimen natural de caudales.

3.1.2.4. Caudales de máximas crecidas

Se analizan a continuación los caudales de máximas crecidas ordinarias y extraordinarias (régimen de avenidas) de nuestro tramo de estudio

A) MAXIMAS CRECIDAS ORDINARIAS

El caudal teórico de la máxima crecida ordinaria se define como "la media de los máximos caudales en su régimen natural, producidos durante 10 años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente ", tal y como se establece en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

A falta de estaciones de aforo para la determinación estadística de dicho caudal, se ha estimado su cálculo mediante un modelo matemático de simulación basado en el método hidrometeorológico del hidrograma unitario, el cual simula el proceso de precipitación – escorrentía que tiene lugar en la generación de un hidrograma (programa HEC-HMS).

Respecto al periodo de retorno objeto de estudio se han seguido las recomendaciones que establece el CEDEX para la determinación de la máxima crecida ordinaria. Según el CEDEX, la máxima crecida ordinaria podría estar comprendida entre 1,5 y 7 años de periodo de retorno, y la media de los máximos caudales anuales se corresponde con un periodo de retorno algo superior a los 2,33 años en regímenes hidrológicos moderados, pero próximo a 5 años en cursos de agua de hidrología extrema, como es nuestro caso. Por tanto, se ha tomado, como caudal de máxima crecida ordinaria el originado para periodos de retorno de 5 años, siendo este de 9,3 m³/s.

B) AVENIDAS

b.1. Caudales de avenida y zonas inundables.

En cuanto al régimen de avenidas extraordinarias, a continuación se muestran los valores del caudal punta resultante de la simulación del modelo precipitación-escorrentía citado anteriormente.

PERIODO DE RETORNO	T50	T100	T500
CAUDAL (M ³ /S)	46,2	60,9	105,7

Tabla 1. Caudales de avenida del río María para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

Tras la determinación de los caudales de avenida se ha procedido al análisis hidráulico del tramo objeto de restauración, para conocer la llanura de inundación correspondiente a dichas crecidas. Esta simulación se ha realizado mediante el programa HEC-RAS que permite la simulación de los caudales de avenida a partir de la geometría del río previamente introducida.

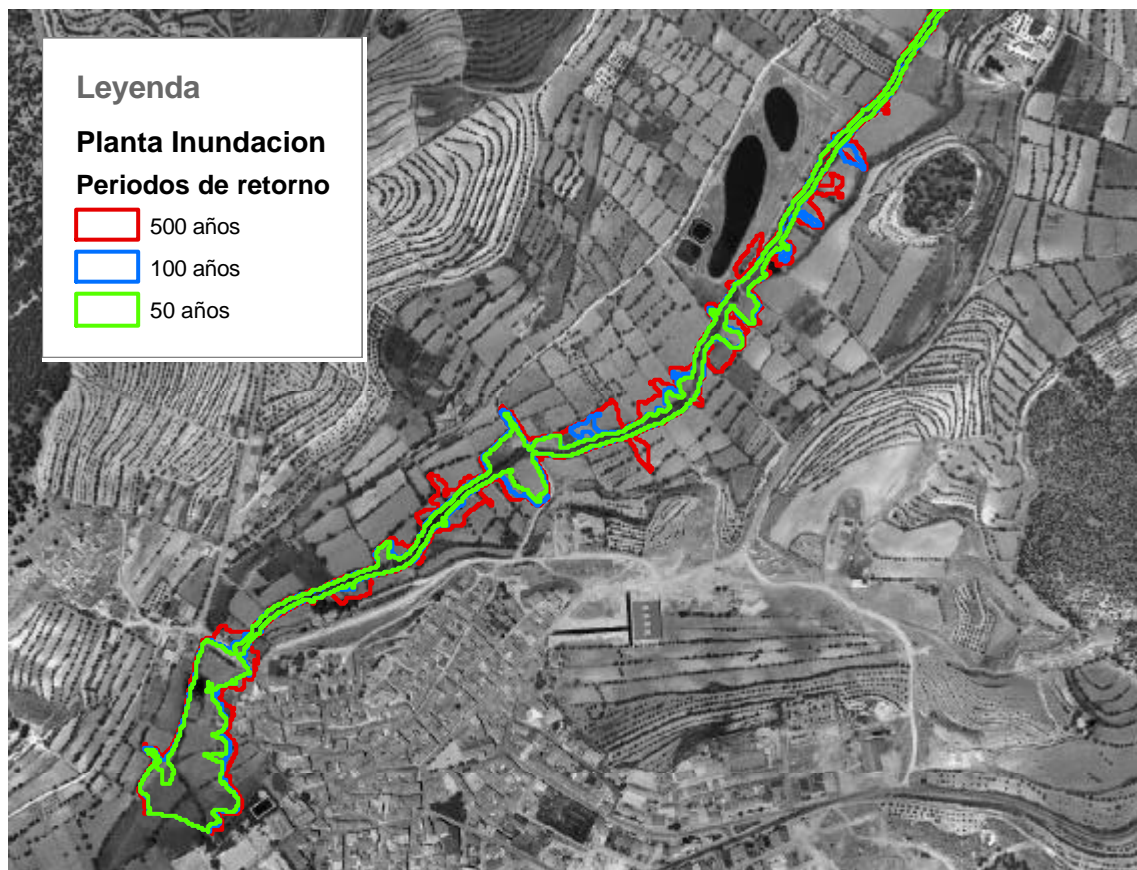


Fig 4. Planta de inundación para caudales de avenidas de 50, 100 y 500 años de periodo de retorno.

b.2. Registro de inundaciones.

Respecto al registro de aguaceros de especial relevancia en la zona de estudio, cabe mencionar los efectos que en este río también causaron las fuertes lluvias que en octubre de 1973 afectaron a gran parte de la cuenca del Segura. Así, en el documento

“Génesis de las Inundaciones de Octubre de 1973 en el sureste de la Península Ibérica” (José Capel Molina del Departamento de Geografía de la Facultad de Letras de Granada) se mencionan los registros históricos recopilados en las cercanías del pueblo de María, con 141 mm el día 18 y 172 mm el siguiente día que supusieron un total de 313 mm caídos en 2 días consecutivos.

Estos elevados registros de precipitación supusieron unas avenidas muy importantes, con consecuencias en la población de María de las que no se posee registro documental alguno y de lo que tan sólo se ha podido constatar la experiencia vivida por los paisanos del lugar que mencionan los daños sobre los cultivos próximos al cauce e importantes afecciones sobre el bosque de ribera.

3.1.3. Geomorfología

En este apartado se realiza un análisis de las condiciones morfológicas del tramo fluvial a partir del estudio de su trazado en planta, de su perfil longitudinal y forma de las secciones transversales, donde se reflejan las dimensiones de las secciones de las estaciones de muestreo de la inspección de campo.

3.1.3.1. Evolución del trazado en planta.

La evolución del trazado en planta del río María se ha analizado a partir de la ortofoto del U.S.D.A. de 1956 y la ortofotografía de la situación actual.

Analizando dichas ortofotos mediante herramientas de sistemas de información geográfica (GIS), no se han evidenciado modificaciones significativas en el trazado del tramo del río objeto de estudio¹.

¹ En la ortofotografía del año 1956 se observa la presencia de la balsa de los Salazares, por lo que no es posible el análisis del trazado natural de este tramo inicial del río.

Valoración del Estado Ambiental del río María.



Fig 5. Trazado en planta actual del río María sobre ortofotografía de 1956.



Fig 6. Trazado en planta actual del río María sobre ortofotografía actual.

3.1.3.2. Pendiente Longitudinal

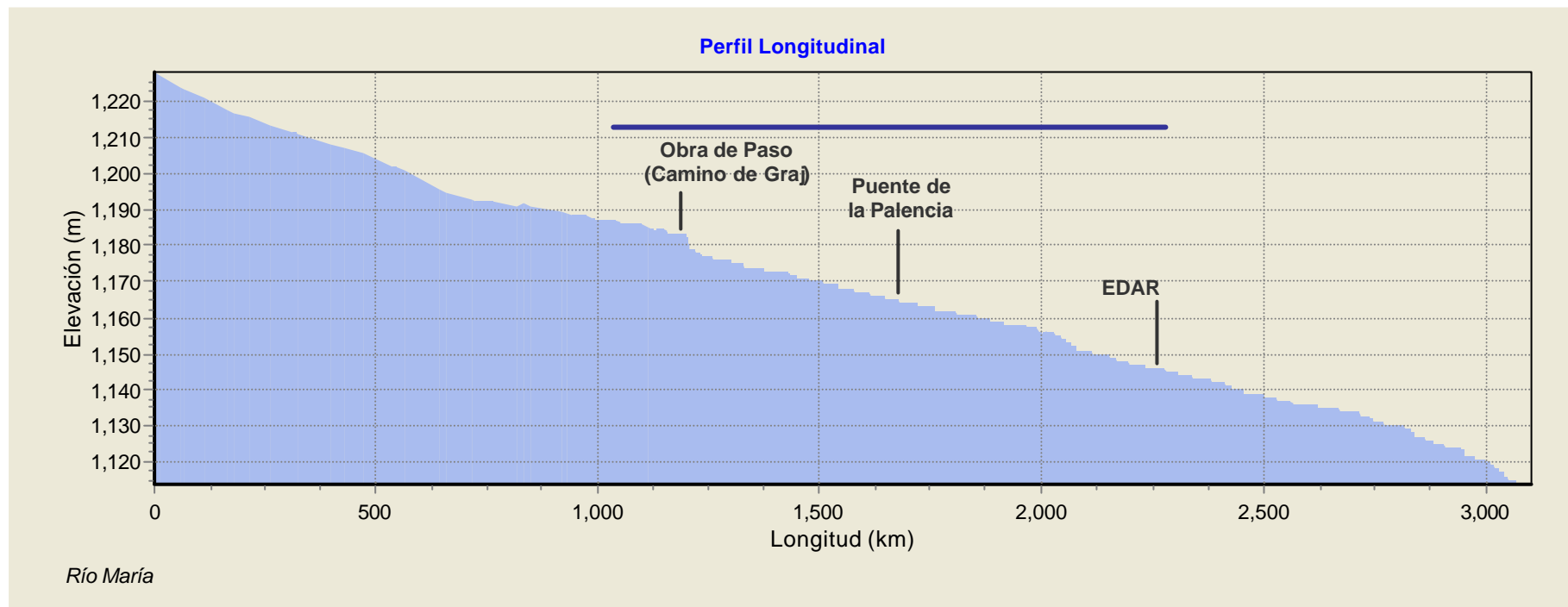
Para un completo análisis de la evolución del perfil longitudinal de este tramo alto del río María se ha ampliado la longitud total de estudio varios kilómetros aguas abajo y arriba del tramo objeto de restauración. Así, el perfil presenta en su inicio (1 km aguas arriba de la “Fuente del Hoyo”) una cota aproximada de 1.228 m. y mínimo de 1115 m de altitud en su punto final, 775 m aguas abajo de la depuradora municipal, a lo largo de una longitud total considerada de algo más de 3 km.

A lo largo del perfil se pueden apreciar altos valores de la pendiente, 3,5% en su tramo inicial y de algo más del 1% en su tramo final, propios de los tramos altos de un río con dominancia de los procesos de erosión fluvial frente a la sedimentación de los depósitos en su tramo final.

En el tramo objeto de restauración, con una pendiente media del 3,2%, no se evidencian cambios significativos de la pendiente a lo largo de su perfil y sólo aumentan de forma localizada (escasos metros) aguas abajo del camino de Graj, en el tramo encauzado, y disminuyen muy ligeramente (apenas apreciable) aguas arriba de dicho camino, del puente de la Palencia y del pequeño azud del tramo final como consecuencia de la disminución de la velocidad del agua y procesos de sedimentación localizados en las proximidades de estas infraestructuras.

De este modo, siguiendo la clasificación establecida en el “Manual para la restauración de riberas en la cuenca del Segura” de noviembre de 2008 de la Confederación Hidrográfica del Segura, en la que establece cuatro tipos de ríos en función de la pendiente y su consecuente régimen hidráulico, el tramo del río María estudiado se incluiría dentro de los ríos torrenciales (1,5-6%) con predominancia de procesos de transporte de sedimentos

Fig.7 Perfil longitudinal del Río María.



3.1.3.3. Secciones transversales

Se ha analizado la geometría de las secciones transversales presentes en el río a partir de los datos de campo que se adjuntan en este apartado y de la cartografía obtenida del vuelo aéreo realizado.

A partir de este análisis se han diferenciado dos secciones diferentes, en cuanto a sus dimensiones se refiere, según el tramo de estudio. Así, en el tramo inicial, hasta la balsa de los Salazares, nos encontramos con secciones de escasas dimensiones donde la altura de los márgenes no llega a superar los 2m y la anchura es de algo más de 2m y, desde aguas abajo del camino de Graj, la sección de cauce característica presenta una anchura de aproximadamente 5-7 m y taludes de 4 m de altura. Con estas dimensiones el coeficiente de forma (coeficiente que relaciona la anchura y la profundidad) está entorno a la unidad en el primer caso y aproximadamente de 1,5 en el segundo.

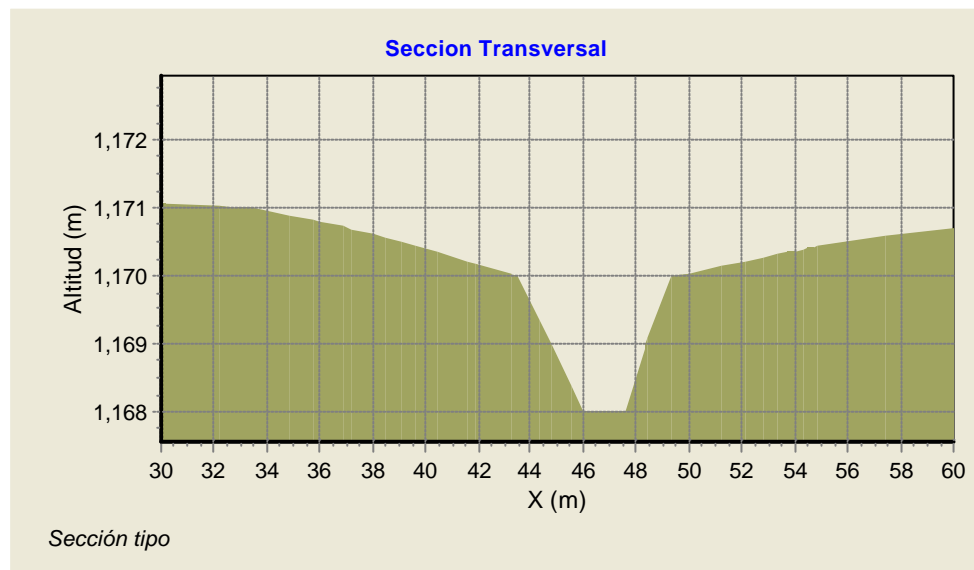


Fig. 8 Sección transversal característica del tramo medio y final.

En el primer caso, las limpiezas para la captación de agua a la balsa de los Salazares son la principal causa de alteración de la morfología de su sección transversal que, unido al menor caudal de flujo y a la alta presión de las parcelas agrícolas próximas, dan lugar a esta dimensión tan reducida. Aguas abajo de la balsa, como ya se ha comentado, el curso del río se transforma en una red de acequias.

Desde el camino de Graj, las alteraciones sobre la geometría transversal característica vienen dadas fundamentalmente tanto en los tramos encauzados, con muros verticales en sus márgenes, como en aquellos tramos donde la presión de las parcelas agrícolas ha originado una alteración de la morfología de la sección transversal, con taludes más verticales y caballones (pequeñas motas) en la cabeza de dichos taludes.

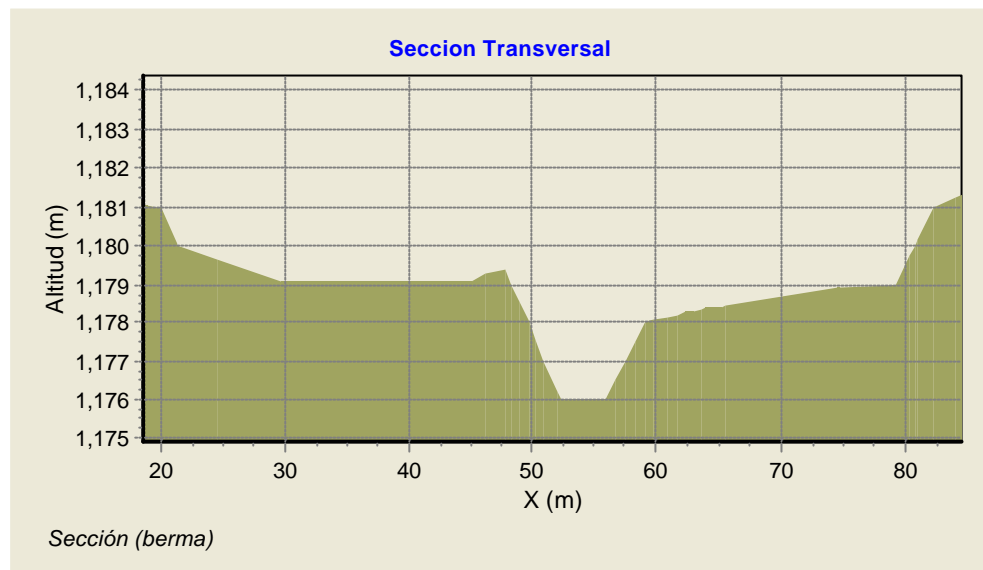


Fig. 9 Sección transversal con alteraciones en taludes (más verticales) y pequeñas motas.

3.1.4. Parámetros geomorfológicos.

En la siguiente tabla se resumen los caracteres morfométricos más significativos del tipo de río correspondiente a nuestro tramo de estudio.

Parámetros morfométricos	Estaciones de muestreo									
	1		2		3		4		5	
	media	rango	media	rango	media	rango	media	rango	media	rango
Altitud (m)	1190	1180-1195	1188	1180-1190	1184	1180-1190	1166	1160-1175	1160	1159-1163

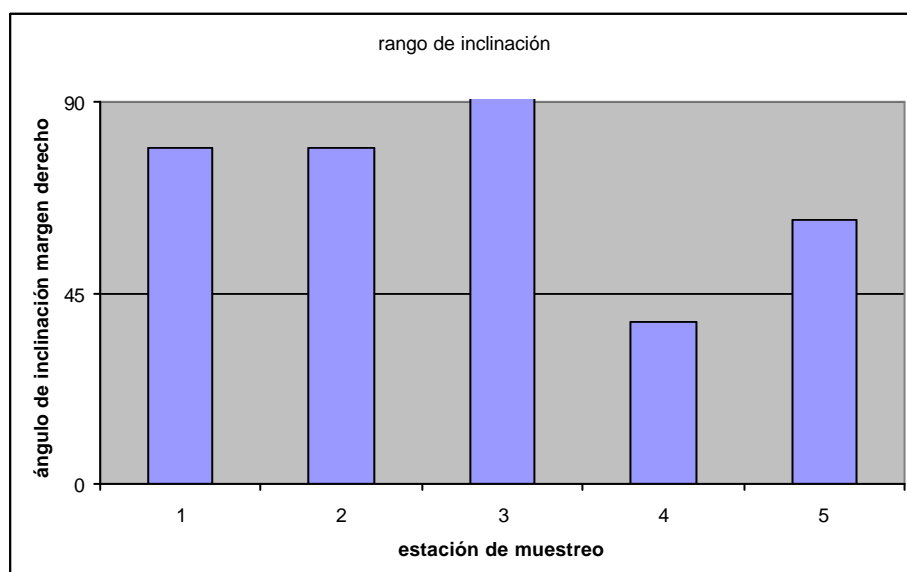
Valoración del Estado Ambiental del río María

Altura talud (m)	margen izq	1.50	1.46-1.53	1.50	1.43-1.54	3.50	3.46-3.52	2.00	1.98-2.10	2.50	2.47-2.53
	margen dech	1.50	1.46-1.53	1.50	1.43-1.54	3.50	3.46-3.52	2.00	1.98-2.10	2.50	2.47-2.53
Anchura cauce		2.0	1.97-2.03	2.0	1.97-2.03	7.50	7.40-7.62	9.20	9.00-9.30	9.0	8.95-9.10

Tabla 2. Caracteres morfométricos del tramo objeto de estudio del río María.

En las dos primeras estaciones de muestreo, ubicadas en el tramo inicial de estudio, se reflejan los menores valores obtenidos en las dimensiones de la sección transversal respecto a las estaciones 4 y 5 del tramo medio y final. En el primer caso, estos valores se mantienen de forma más o menos constante hasta la balsa de los Salazares, donde se inicia el tramo de acequias; mientras que, en el resto del tramo de estudio, la altura y anchura reflejadas son más variables según el grado de alteración que presente la correspondiente sección.

La estación de muestreo 3 presenta las dimensiones del encauzamiento aguas abajo del camino de Graj para su comparación con el resto de secciones consideradas, observando así una mayor altura y anchura respecto a la sección característica del tramo inicial y mayor altura pero menor anchura respecto al tramo aguas abajo de dicho encauzamiento.



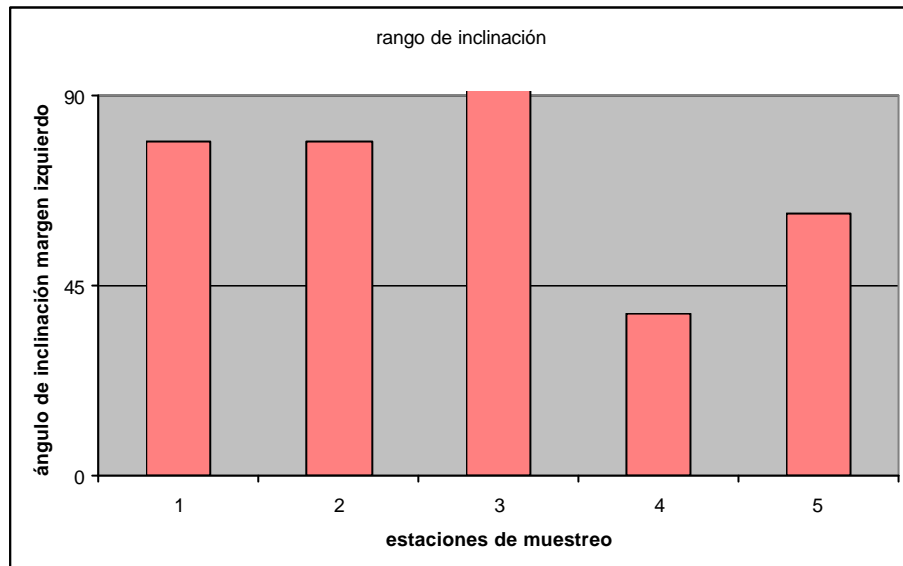


Fig. 10.- Rango de inclinaciones de los taludes.

Respecto a la pendiente de los taludes no se observan grandes diferencias a lo largo de todo el tramo de estudio, salvo el citado incremento de pendiente que existe en algunos tramos aguas abajo del encauzamiento donde la actividad agrícola ha formado también pequeñas motas en la cabeza de dichos taludes.

El máximo corresponde a la verticalidad existente en los muros de protección de la estación de muestreo nº3, reduciéndose la inclinación en el resto de estaciones, con mínimo en la estación nº 4, aguas abajo del puente de La Palencia, donde el río presenta secciones algo más abiertas que en el resto del tramo de estudio.

En las 4 primeras estaciones de muestreo se han observado formas de lecho lisas, mientras que en la estación nº 5, próxima a la depuradora municipal, se ha observado el lecho con forma cóncava.

3.1.4.1. Síntomas de inestabilidad

No se aprecian importantes síntomas de inestabilidad del cauce y márgenes del río.

Las únicas cárcavas que puntualmente aparecen en algunos taludes son más bien debidas a problemas de drenaje de las parcelas agrícolas adyacentes (modificación de la red de drenaje superficial por las actividades agrícolas) que por la propia erosión fluvial.

Mencionar también que la mayor pendiente puntual anteriormente citada justo aguas abajo del camino de Graj provoca que, en este tramo encauzado, se evidencien pequeños síntomas de inestabilidad en el lecho del cauce, protegido actualmente varios metros con solera de hormigón.

3.2. Riberas y Llanuras de Inundación

3.2.1. Caracterización de la vegetación riparia

La vegetación riparia se caracteriza fundamentalmente por el alto grado de fragmentación de la vegetación arbórea de ambas márgenes y la orla arbustiva y herbácea más o menos densa, en función del grado de alteración, del cauce. De forma dispersa, a lo largo de todo el tramo, aparecen ejemplares de almendro (*Prunus dulcis*) junto al talud, marcando los límites de las parcelas de cultivo.

A continuación se exponen las comunidades vegetales encontradas a lo largo de todo el tramo de estudio.

En la zona comprendida entre el inicio y la balsa de Los Salazares, aparece un pequeño bosque de *Populus alba*, siendo bastante frecuente el saúco negro (*Sambucus nigra*) y la zarzamora (*Rubus ulmifolius*). En este tramo el cauce aparece completamente tapizado de hierbas (*Epilobium hirsutum*, *Mentha suaveolens*, *Mentha longifolia*, *Apium sp.*, etc.).

El resto del tramo de estudio está caracterizado por la presencia de varios grupos dispersos de álamo blanco (*Populus alba*), chopo del Canadá (*Populus x canadensis*) y álamo cano (*Populus canescens*) en las márgenes y de zarzamora (*Rubus ulmifolius*) en el cauce y taludes, con la desaparición de ésta en algunos tramos de vegetación escasa formada por especies herbáceas nitrófilas, tales como los cardos (*Centaurea calcitrapa* y *Dipsacus fullonum*, entre otros).

Aguas abajo del puente de La Palencia aparece la especie *Calystegia sepium* acompañando a la zarza y sauco negro como tapizadotas del talud. En este punto también se pueden observar algunos ejemplares de *Populus canescens* (álamo cano).

A la altura de la depuradora aparecen algunos ejemplares de sauce (*Salix sp*), destacando una alineación de *Populus sp.* en la que se entremezclan algunos ejemplares muertos. En esta zona la vegetación arbustiva es muy densa, destacando la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Destaca la presencia en algunos pequeños tramos de rebrotes de olmo (*Ulmus minor*), especie que formaría parte de la vegetación arbórea del río pero reducida actualmente a dichos rebrotes por el pastoreo y las labores agrícolas próximas al cauce.

3.2.1.1. Vegetación potencial de ribera.

La vegetación potencial del tramo de estudio correspondería a alamedas de *Populus alba* (álamo) y saucedas de *Salix atrocinerea* (bardaguera, sarga negra).

Las alamedas protegen el suelo contra la erosión, incrementan su fertilidad y frenan los efectos negativos de los vientos. Se adaptan con facilidad a cualquier tipo de suelo y clima, pudiendo encontrarse incluso en vegas de zonas áridas. Suelen formar bosquetes poco densos, que dejan pasar la luz y así permiten el desarrollo de otras especies en su seno. En las alamedas naturales crecen además diferentes tipos de enredaderas como las madreselvas (género *Lonicera*) o la parra silvestre (*Vitis vinifera* subsp. *silvestris*).

Los sauces soportan bien las fluctuaciones de humedad del nivel del agua, y se suelen encontrar con carácter permanente en las orillas del cauce.

3.2.2. **Estado de conservación.**

En este apartado se analiza el estado de conservación de las riberas y llanura de inundación desde el punto de vista de la conectividad entre el cauce y las márgenes del río y el grado de conservación del estado natural en dichas márgenes.

La conectividad transversal con las márgenes del río se considera elevada, sin la presencia de grandes desconexiones entre el cauce y las márgenes para la posible expansión del ecosistema ripario y la inundación periódica de las márgenes y riberas en situaciones de crecida tanto ordinaria como extraordinaria, salvo aquellos tramos encauzados, con pequeñas motas en sus taludes y el tramo transformado en acequias de regadío en los que se evidencia una acusada falta de conectividad lateral.

El grado de conservación de las márgenes del río, entendida como el mantenimiento de una franja de vegetación de ribera próxima al cauce y progresiva transformación en su estructura y composición hacia los usos del suelo de la llanura de inundación, se encuentra a

niveles muy bajos e incluso inexistentes en gran parte del tramo de estudio debido principalmente a la invasión y presión que ejercen los cultivos agrícolas sobre el río.

Por todo ello, a pesar de la conectividad lateral generalizada que presenta el río, el estado de conservación se considera muy deficiente, con la presencia anecdótica de manchas de vegetación en algunos puntos del tramo objeto de estudio.

3.2.2.1. Fauna de las riberas y especies asociadas al río.

Como se puede observar en el apartado de usos del suelo y como se demuestra en las visitas de campo a la zona, el tramo de actuación discurre por cultivos de regadío, cultivos abandonados, balsas de riego, caseríos abandonados, caminos y la zona próxima al casco urbano. Se trata de sistemas muy antropizados, donde las actividades humanas han modificado las condiciones naturales.

Reptiles

En aquellos lugares donde pueda existir una pequeña cobertura baja de matorral y en los bordes de los caminos donde hay una mayor presencia de herbáceas, se pueden encontrar los reptiles que se relacionan en el siguiente cuadro:

Nombre científico	Nombre común
<i>Malpolon monspessulanus</i>	Culebra bastarda
<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera
<i>Tarentola mauritanica</i>	Salamanquesa común

Avifauna

Al tratarse de un terreno eminentemente agrícola, las aves más frecuentes son las ligadas a esta actividad. Diversas especies de paseriformes están presentes:

Nombre científico	Nombre común
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero
<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola común
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común
<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común

Entre las aves de medios esteparios que pueden aparecer, se encuentran las siguientes:

Valoración del Estado Ambiental del río María

Nombre científico	Nombre común
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común
<i>Galerida theklae</i>	Cogujada montesina
<i>Miliaria calandra</i>	Triguero
<i>Emberiza cia</i>	Escribano montesino

Los córvidos que pueden aparecer con mayor frecuencia son.

Nombre científico	Nombre común
<i>Corvus corax</i>	Cuervo
<i>Corvus corone</i>	Corneja
<i>Corvus monedula</i>	Grajilla
<i>Pica pica</i>	Urraca

Entre las rapaces más fácilmente observables podemos citar:

Nombre científico	Nombre común
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo común
<i>Otus scops</i>	Autillo europeo

Procedentes de las sierras próximas pueden aparecer:

Nombre científico	Nombre común
<i>Columba livia</i>	Paloma bravía
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz
<i>Parus ater</i>	Carbonero garrapinos
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor común
<i>Accipiter nissus</i>	Gavilán común

Como especies ligadas a medios antrópicos que también pueden aparecer:

Nombre científico	Nombre común
<i>Apus apus</i>	Vencejo común
<i>Delichon urbica</i>	Avión común

Mamíferos

La existencia de parcelas cultivadas a lo largo de todo el cauce del río María y la cercanía al caso urbano de la población hace que estén presentes especies adaptadas a estos hábitats modificados por la presencia humana.

Aparecen especies insectívoras como:

Nombre científico	Nombre común
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo común
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña común

Entre los carnívoros podemos citar las siguientes:

Nombre científico	Nombre común
<i>Genetta genetta</i>	Gineta
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja
<i>Mustela putorius</i>	Turón común

Los pequeños roedores herbívoros también aparecen:

Nombre científico	Nombre común
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo
<i>Mus musculus</i>	Ratón común
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	Topillo mediterráneo

Especies herbívoras de mayor tamaño como:

Nombre científico	Nombre común
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo
<i>Lepus castroviejoi</i>	Liebre ibérica

Los omnívoros como:

Nombre científico	Nombre común
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro
<i>Elymus quercineus</i>	Lirón careto
<i>Rattus rattus</i>	Rata campestre
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata común

4. Condiciones de la cuenca vertiente

4.1. Medio físico y biológico

4.1.1. Descripción de la cuenca vertiente.

La cuenca vertiente del río María se extiende por la vertiente norte de la sierra de María y tiene una extensión aproximada de 12,30 km², incluida en su totalidad en el término municipal de María.

Las principales elevaciones que nos encontramos en la Sierra de María, vertiente norte de la cuenca del tramo de estudio, son el Peñon de San Blasco (1742 m) y otros picos que llegan a superar los 1800 e incluso los 1900 metros de altitud.

Los principales usos del suelo en la cuenca lo conforman las tierras de cultivo predominantemente herbáceos, salvo la cabecera con mayor cobertura de los terrenos forestales. Esta cobertura, junto a las características permeables de los suelos calizos que conforman la geología de la cuenca, como se expondrá posteriormente, determinan la presencia de una cuenca relativamente permeable con alta capacidad de infiltración y elevada respuesta ante las crecidas extraordinarias del río.

En el plano nº 12 "Usos del Suelo" se representa con detalle la distribución de los usos del suelo existentes en la cuenca vertiente.

4.1.2. Región biogeográfica

La Biogeografía vegetal estudia la distribución de las especies vegetales en el territorio, estableciendo una clasificación del mismo en base a los vegetales que lo ocupan. Así, se define una serie de vegetación que se corresponde con las características geográficas y climatológicas del ámbito de actuación, el cual, desde el punto de vista biogeográfico, se clasifica de la siguiente manera (Rivas Martínez, 1987):

: Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea occidental

Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina

Provincia Bética

Sector Guadiciano-Bacense

La zona de estudio se sitúa en el piso bioclimático Supra mediterráneo inferior. Este piso se corresponde con un clima mediterráneo y frío. La vocación de estos territorios es agrícola (cereal, viñedo, olivar, etc) y ganadera extensiva.



Fig 11.- Mapa de las provincias biogeográficas.

4.1.3. Región hidrográfica

- Hidrología superficial:

El río María forma parte de la cabecera el río Caramel (ver plano nº 2 E emplazamiento del tramo de proyecto) afluente a su vez del río Guadalentín. El tramo objeto de restauración se encuentra en el tramo medio-final del río María, a 2,50 km. aguas arriba de su confluencia con el Barranco de la Hoya .

La cuenca del río María no presenta una red hídrica muy ramificada y el flujo de agua, prácticamente constante durante todo el año, proviene de los manantiales del tramo alto que surgen de los acuíferos descritos en el siguiente apartado.



Fig 12. Cuenca vertiente del río María objeto de estudio.

- Hidrología subterránea:

La cuenca del río María se encuentra entre dos Masas de Agua Subterráneas (MAS):

- 070.043 Valdeinfierno
- 070.044 Vélez Blanco-María

El tramo en el que se pretende actuar se encuentra en la parte alta de la cuenca, próxima a la masa 070.044 “Vélez Blanco-María”, y con conexiones entre sus acuíferos.

Esta MAS se localiza en su totalidad en la provincia de Almería. Limita al Este con Vélez Blanco y al Norte con María. Comprende la Sierra de Periate y la Sierra de María situadas al Norte del río Chirivel.

Es una MAS cuyos acuíferos presentan un tipo hidrogeológico general carbonatado, libres y confinados, aunque predominan los acuíferos libres. Estos acuíferos se forman en rocas que

admiten con facilidad el agua de lluvia y de las escorrentías superficiales como consecuencia de fenómenos de disolución de los carbonatos. En esta zona se forman en dolomías y calizas del Triásico, Lías y Dogger, que presentan figuración y karstificación.

Los flujos de recarga se producen a través de infiltración directa del agua de lluvia y de la escorrentía superficial. La descarga natural se realiza principalmente por medio de manantiales, aunque también existen descargas hacia los ríos.

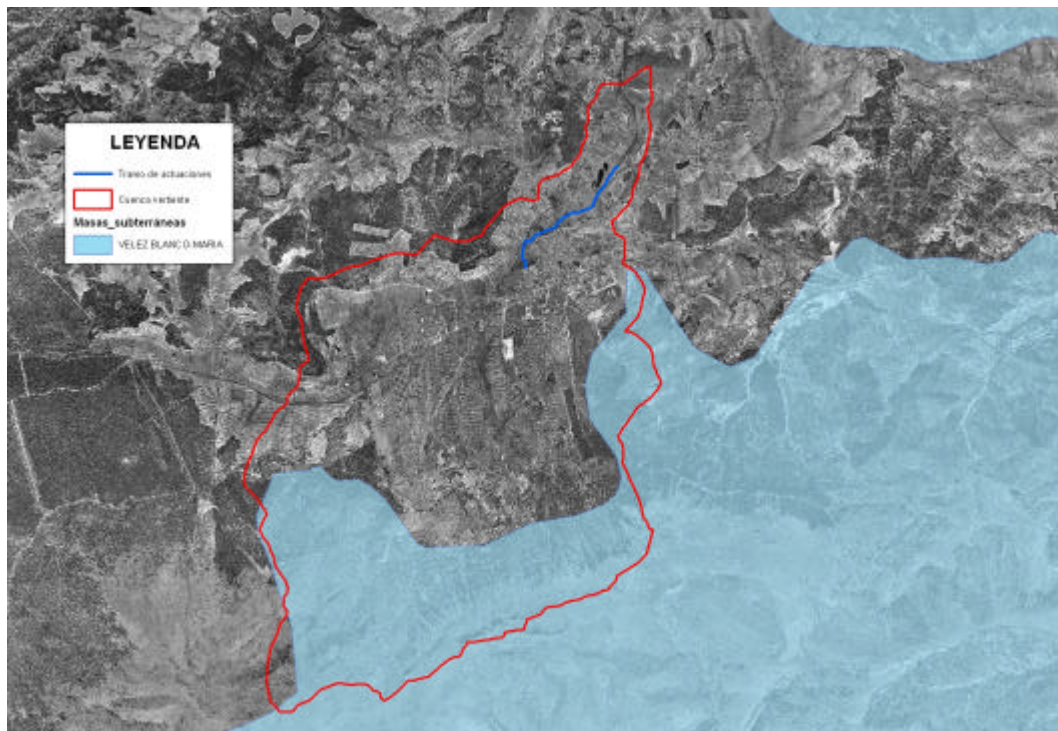


Fig. 13. -Masas de agua subterráneas de la cuenca del río María.

4.1.4. Geología

El río María se encuentra encuadrado geológicamente entre la parte externa e interna de las Cordilleras Béticas, concretamente en plena zona Subbética.

La Sierra de María es una de las integrantes del sistema montañoso de las Cordilleras Subbéticas, correspondiendo a una unidad alóctona, emplazada sobre margas del Subbético y de la Zona Intermedia, merced a una superficie de cabalgamiento visible entre María y Vélez-Rubio.

Son suelos calizos en los que abundan las formaciones kársticas.

Nuestra zona de estudio está formada por depósitos postorogénicos del Terciario en el que aparecen materiales de edad Miocena (margas, conglomerados y areniscas) y Pliocena (arcillas y conglomerados rojos), así como del Cuaternario (limos rojos y sedimentos aluviales asociados a los cursos fluviales).

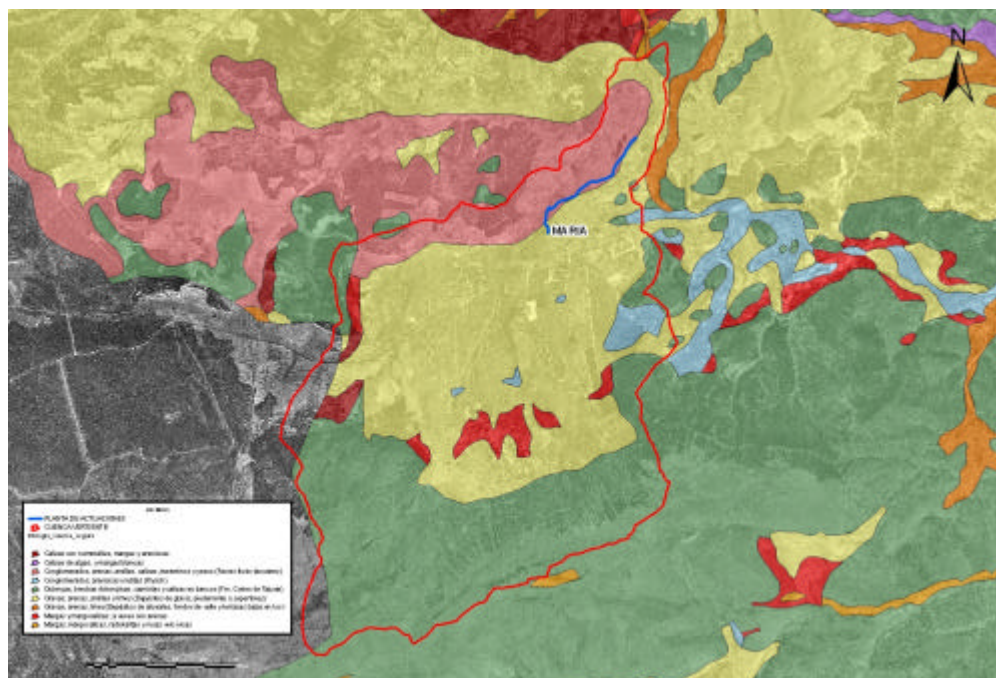


Fig 14. -Litología de la cuenca del río María.

4.1.5. Climatología

La zona de estudio se enmarca dentro del clima mediterráneo con marcada influencia de las sierras próximas, con escasas precipitaciones medias anuales (entre 300-500 mm) y temperatura media anual de 12,9 °C.

Los meses de mayor precipitación son abril y octubre. El mes de menor temperatura media enero (4,8 °C) y el de máxima julio (23 °C), tal y como se puede reflejar en los datos de la estación climática 7194 de María.

4.1.6. Diagrama ombrotérmico

A continuación se presenta el diagrama ombrotérmico correspondiente a esta región, donde se representan los valores correspondientes a temperaturas y precipitaciones medias mensuales, ajustándose dichos valores a una misma escala, haciendo coincidir $P = 2T$.

Un mes se considera árido cuando $P < 2T$ y por tanto la curva de precipitación se sitúa por debajo de la de temperaturas ($2T$). De este modo el área comprendida entre las dos curvas representa el grado de aridez del clima representado.

La correspondencia de este diagrama simple con la vegetación potencial es muy elevada y resulta particularmente expresivo para visualizar la aridez del territorio estudiado.

Los datos de temperaturas y precipitaciones medias se han obtenido de la estación 7194 "María" (x:573.438 y:4.174.236)

María	En	Fb	Mz	A	My	J	Jl	Ag	Sp	O	Nv	D
T ^a med (°C)	4,8	6	8,5	10,40	14,5	19,1	23	22,9	18,7	13,2	8,5	5,7
Pmed (mm)	40,40	42,60	38,90	36,20	42,40	29,30	5,70	11	33,90	58,60	52,80	43,70
2*T ^a Media	9,6	12	17	20,8	29	38,2	46	45,8	37,4	26,4	17	11,4

Tabla 3. Temperatura media mensual, precipitación media mensual y dos veces la temperatura media mensual estación 7194, María. Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino.

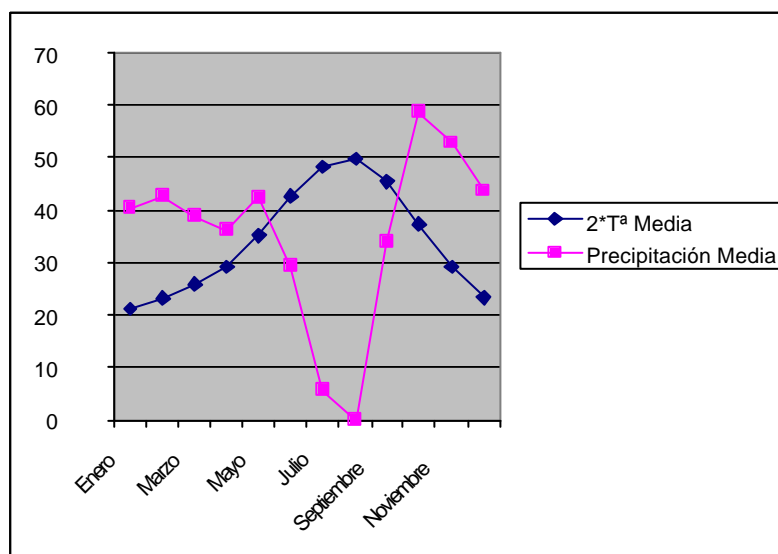


Figura 15.- Diagrama ombrotérmico para Río María.

Tal y como se refleja en la figura, y según la interpretación de la misma indicada anteriormente ($P < 2T$) para el conocimiento del período de aridez, en nuestra zona de estudio el período seco o árido es de aproximadamente 4 meses.

4.1.7. Espacios Naturales Protegidos

El tramo objeto de restauración no se encuentra dentro de ningún Espacio de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA); si bien, se encuentra próximo al Parque Natural, LIC y ZEPA (ES6110003) "Sierra de María – Los Vélez".

En el Anejo nº 4 se incluye el plano nº14 de ubicación del tramo objeto de restauración respecto a dicho espacio protegido.

4.1.8. Vegetación Potencial de la Cuenca Vertiente

Según el mapa de la memoria del MAPA DE SERIES DE VEGETACIÓN DE ESPAÑA (Rivas Martínez, 1987), la vegetación potencial de la zona de actuación corresponde a la serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*). (22b).

Esta serie es la de mayor extensión superficial de España. Su denominador común es un ombroclima de tipo seco y unos suelos ricos de carbonato cálcico. El carrascal o encinar, que representa la etapa madura de la serie, lleva un cierto número de arbustos esclerófilos en el sotobosque (*Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus var. parvifolia*, *Rhamnus lycioides subsp lycioides*, etc) que tras la total o parcial desaparición o destrucción de la encina aumentan su biomasa y restan como etapa de garriga en muchas estaciones frágiles de estos territorios.

En esta amplia serie, donde las etapas extremas de degradación, los tomillares, pueden ser muy diversos entre sí en su composición florística, los estadios correspondientes a los suelos menos degradados son muy similares en todo el areal. Tal es el caso de la etapa de los coscojares o garrigas (*Rhamno-Quercetum cocciferae*), de los retamares (*Genisto scorpii-Retametum sphaerocarphae*), la de los espartales de atochas (*Fumano ericoidis-Stipetum tenacissimae*, *Arrhenatero albi-Stipetum tenacissimae*) y en cierto modo la de los pastizales vivaces de *Brachypodium retusum* (*Ruto angustifoliae-Brachypodietum ramosi*).

La vocación de estos territorios es agrícola (cereal, viñedo, olivar, etc) y ganadería extensiva.

Las etapas de regresión y bioindicadores de esta serie aparecen en la siguiente tabla:

Nombre de la serie	22b.-Castellano-aragonesa de la encina
Árbol o arbusto dominante Nombre fitosociológico	<i>Quercus rotundifolia</i>
I. Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Bupleurum rigidum</i> <i>Teucrium pinnatifidum</i> <i>Thalictrum tuberosum</i>
II.Matorral denso	<i>Quercus coccifera</i> <i>Rhamnus lycioides</i> <i>Jasminum fruticans</i> <i>Retama sphaerocarpa</i>
III. Matorral degradado	<i>Genista scorpius</i> <i>Teucrium capitatum</i> <i>Lavandula latifolia</i> <i>Helianthemum rubellum</i>
IV.Pastizales	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Brachypodium ramosum</i> <i>Brachypodium distachyon</i>

4.2. Medio socioeconómico

4.2.1. Usos del suelo.

Además de las vistas de campo, para la identificación de los usos del suelo de la cuenca vertiente, se ha utilizado el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 edición actualizada (1999-2008). Esta cartografía fue editada por el anterior Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Se pueden distinguir tres zonas diferenciadas de usos en la cuenca vertiente. La parte alta de la cuenca vertiente donde predomina la presencia de matorrales y coníferas en la parte norte de la Sierra de María, una zona central donde abundan principalmente cultivos de secano y la parte baja de la cuenca donde predominan los cultivos de regadío a ambos lados del río.

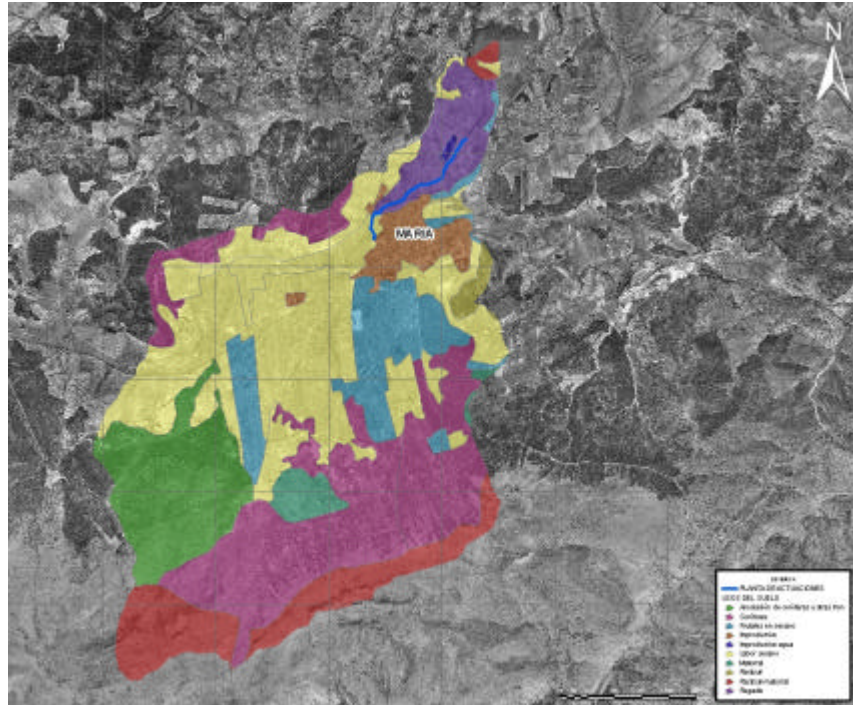


Fig. 16.- Usos del suelo de la cuenca del río María.

El término municipal de María es eminentemente agrícola y ganadera destacando los cereales, principalmente cebada y trigo y el almendro como principales productos de secano. En menor medida destacan los productos hortícolas de regadío (lechuga, tomate, etc) ocupando tan sólo pequeñas extensiones y a nivel familiar.

El sector servicios está constituido por un conjunto de actividades que no se desarrollan en conexión con la industrial, sino de forma independiente. La máxima representación la alcanzan las actividades relacionadas con la hostelería y el comercio de alimentación y de artículos de consumo final. El sector industrial es débil, de destacando la industria de tipo agroalimentario de embutidos y secaderos de jamones.

Después de esta breve sinopsis de las actividades de socioeconómicas del municipio, el área de influencia del tramo del proyecto está ocupada principalmente por parcelas de regadío. Como prueba de ello es que la práctica totalidad de las parcelas colindantes con el dominio público hidráulico del tramo en estudio son de regadío. Sin embargo, al final del tramo de estudio está ubicada la E.D.A.R. municipal, suponiendo el único uso distinto al agrícola que afecta a esta zona.

Titularidad de terrenos colindantes con el cauce

Para la comparación de la titularidad de las parcelas del entorno del río reflejada en el catastro con respecto a los límites morfológicos actuales del río, se ha realizado un exhaustivo trabajo de campo con la medición topográfica (gps de alta precisión) de dichos límites.

En el plano nº13 del Anejo 4, se puede apreciar esta comparativa donde, al igual que en el estudio de trazado en planta, se observa la presión que las parcelas agrícolas adyacentes ejercen sobre el ecosistema del río.

La mayor parte de las parcelas son de titularidad privada diferenciándose de la titularidad pública del espacio ocupado por el río. Los cruces de los caminos no están reflejados como tal en el catastro, salvo el cruce de río con el camino de Graj, aguas abajo de la balsa de Los Salazares, que figura de titularidad pública.

4.2.2. Población

El término municipal de María, tiene una superficie de 226 km². En la actualidad cuenta con una población de 1.484 habitantes. Las cifras sobre la evolución de la población desde el año 2000 al 1 de enero de 2008, obtenidas del Real Decreto 2124/2008, de 26 de diciembre para el municipio de **María**, se muestran en la siguiente tabla.

Año	Total
2000	1654
2001	1643
2002	1634
2003	1595
2004	1575
2005	1565
2006	1532
2007	1504

4.2.3. Infraestructuras.

A lo largo del tramo de estudio se encuentran las siguientes infraestructuras:

- Balsa de riego de “Los Salazares”: la cual regula los caudales para el riego de los terrenos agrícolas de la zona.
- Es importante considerar en el estudio la red de acequias y tuberías tanto de pluviales como de saneamiento que existen en la parte inicial del tramo del proyecto.
- Camino del Graj: el cauce del río lo cruza mediante una obra de paso.
- Puente de La Palencia
- E.D.A.R. del municipio: situada en la última parte del tramo final del proyecto.

4.2.4. Usos del agua y demandas previstas.

El tramo del proyecto está situado en una zona de regadío predominantemente, como ya se ha comentado. Por lo que, las demandas ocasionadas por esta actividad suponen la principal extracción de agua del cauce, influyendo directa e intensamente en el régimen de caudales.

4.2.5. Espacios Naturales Protegidos y Patrimonio Cultural.

4.2.5.1. Patrimonio Histórico

Teniendo en cuenta la información enviada por la Departamento de Protección del Patrimonio Histórico de la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, existen cerca de la zona de estudio seis bienes declarados de Interés Cultural:

Molino del Pasico o del Cerro.

Molino de la Palencia.

Fuente – Lavadero – de los Siete Caños.

Lavadero del Hoyo.

Lavadero de Cañadas de Canepla.

Fuente de la Plaza.



Fig 17.- Bienes culturales de la cuenca del río María.

4.2.5.2. Vías Pecuarias

Según el Departamento de Protección del Patrimonio Histórico de la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, se observa que cerca del área de estudio del proyecto, las siguientes Vías Pecuarias:

“Colada de la Población”, con una anchura legal variable.

“Colada La Hoya de los Malos y Las Canteras”, con una anchura legal de 37,61 metros.

“Cordel de la Solana”, con una anchura legal de 37,61 metros.

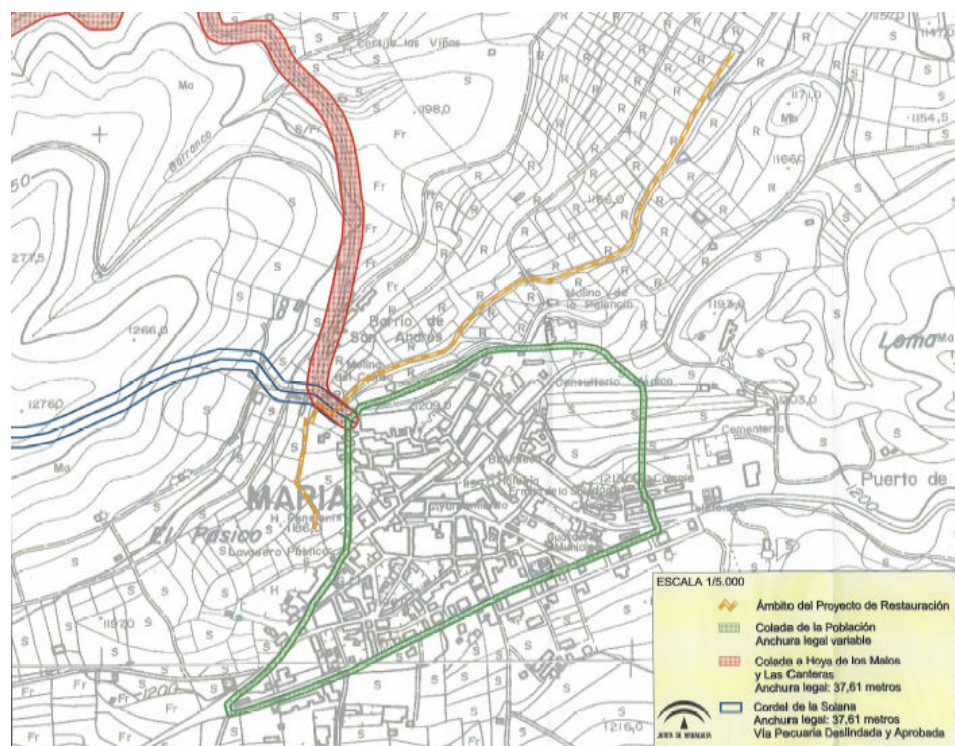


Fig. 18.- Vías pecuarias de la cuenca del río María.

5. Conclusiones de la valoración del estado ambiental.

Para la valoración del estado ambiental de río María se han analizado tanto las condiciones del tramo fluvial como las correspondientes a la cuenca vertiente.

El diagnóstico del estado ambiental de río María se ha basado en el análisis de cada uno de los parámetros ambientales que definen la calidad ecológica del río y se ha complementado con la valoración de otras características que también se consideran de especial relevancia.

Las conclusiones son las siguientes:

- El régimen hidrológico del río se encuentra muy alterado por la extracción de caudales de la balsa de regadío de "Los Salazares". De esta forma, el régimen de caudales circulante del río María depende sobremanera del manejo que se establezca para las captaciones y derivaciones de dicha balsa y de los retornos de agua procedentes de las parcelas agrícolas próximas y de la red de acequias presentes en el entorno del río.

La modificación del régimen natural de caudales afecta tanto a las especies acuáticas como a las riparias, modificando la dinámica de las condiciones y hábitats del cauce y la llanura de inundación. Asimismo, los componentes del régimen de caudales (magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de cambio) interactúan de forma compleja para regular los procesos geomorfológicos y ecológicos y, la alteración de cada uno de ellos, tiene gran variedad de efectos negativos en el ecosistema fluvial del río María.

En el tramo final de estudio, aguas arriba de la depuradora municipal, existe un pequeño azud de derivación de caudal hacia otra balsa de la margen derecha que, aunque de menor volumen de extracción que la balsa de "Los Salazares", también provoca una modificación del régimen de caudales del río.

Asociada a esta problemática de la alteración del régimen natural de caudales del río y evidenciando el alto grado de antropización del mismo, mencionar la transformación que el propio cauce del río ha experimentado en el tramo justo aguas abajo de la balsa de "Los Salazares", modificado por la red de acequias actualmente existente.

- Los principales cambios en la morfología del río vienen dados por la rigidización existente en algunos tramos, destacando el encauzamiento aguas abajo del camino del Graj. Otros tramos con elementos rígidos de defensa se encuentran aguas abajo del puente de La Palencia y en la margen derecha del río, entre dicho puente y la depuradora municipal.

Respecto a la morfología de las secciones transversales del río indicar las diferencias significativas existentes, fundamentalmente en cuanto a su dimensión, entre el tramo inicial hasta el camino del Graj, con altura y anchura del cauce de unos 2m, y el resto del tramo de estudio con mayor sección de paso.

En el primer caso, la morfología se ve considerablemente alterada por la limpieza mecanizada del río que en ocasiones se viene realizando en el cauce para la captación de aguas a la balsa de "Los Salazares", junto con la alteración recientemente provocada por la colocación y soterramiento de una tubería de unos 25m en su inicio, junto a la "Fuente del Hoyo". En el resto del tramo de estudio, fundamentalmente tras el tramo encauzado, las alteraciones morfológicas de las márgenes vienen dadas por la mayor inclinación de sus taludes y por la presencia de caballones o pequeñas motas procedentes de la actividad agrícola de los terrenos adyacentes que dificultan la conectividad de las márgenes del río.

- En cuanto a la evolución del trazado en planta no se evidencian diferencias significativas respecto a las situaciones históricas en el tramo de estudio, atendiendo al análisis comparativo realizado a partir de las ortofotos de 1956 y ortofotografía actual, lo que muestra la construcción previa de la balsa a dicha fecha histórica.

- La pendiente longitudinal del río no presenta tampoco grandes variaciones a lo largo del tramo de estudio, salvo el incremento puntual aguas abajo del camino del Graj, en el tramo encauzado.

- Tras el análisis hidráulico de los regímenes de avenida calculados, se observa la ausencia de riesgo de inundaciones a lo largo de todo el tramo, reduciéndose a las inundaciones de las parcelas de cultivo que se verán afectadas en dichos episodios de tormenta.

- La vegetación de ribera se encuentra reducida en sus márgenes a la presencia de pies y grupos aislados de chopos (*Populus alba*, *Populus x canadensis* y *Populus canescens*) acompañada en el tramo inicial por algunos ejemplares sauco negro (*Sambucus nigra*), en el tramo medio por rebrotes de olmo (*Ulmus minor*) que no llegan a desarrollarse por la presión agrícola de las márgenes y, en el tramo final, por escasos pies de sauce (*Salix sp.*).

La influencia de la actividad agrícola en esta gran discontinuidad de la vegetación de ribera, se refleja en la presencia de cultivos tradicionales de almendro (*Prunus dulcis*) junto al talud, marcando los límites de las parcelas de cultivo, y la mayor continuidad de esta vegetación riparia a partir de la depuradora municipal, donde la presión de las márgenes agrícolas es menor.

En el cauce, la limpieza mecanizada de vegetación y alteración de los taludes, condiciona también el grado de cobertura de especies arbustivas y herbáceas presentes, fundamentalmente representadas por la zarza (*Rubus ulmifolius*).

- Respecto al uso agrícola característico de ambas márgenes del río, cabe destacar la cantidad importante de fertilizantes y productos fitosanitarios que la escorrentía superficial de los terrenos agrícolas próximos vierte al río en episodios de intensas lluvias, considerados como fuentes de contaminación difusa. La ausencia de una banda de vegetación de ribera continua en ambas márgenes que posibilite el filtro de estos nutrientes, acentúa en mayor medida esta fuente de eutrofización y contaminación de las aguas del río.

- Dentro del conjunto de presiones e impactos, alterando la calidad de las aguas del río, se incluye la fuente de contaminación puntual producida por el vertido de las aguas residuales de la depuradora municipal.

6. Diagnóstico de la imagen de referencia

Tal y como se ha expuesto anteriormente, las principales presiones e impactos identificados tienen su origen en intervenciones antrópicas. Éstas han degradado progresivamente el estado ambiental del río, distanciándolo de su óptimo o lo que podría entenderse como la

imagen de referencia, es decir, el estado en ausencia de actuaciones antrópicas degradadoras.

A continuación se expone la imagen que cabría esperar del río en su estado natural (imagen de referencia).

El **régimen hidrológico** óptimo sería aquel correspondiente al régimen natural de caudales o, al menos, un régimen de caudal ambiental que permita la conservación o recuperación parcial de alguna de las características relevantes de dicho régimen natural (magnitud, frecuencia, duración, momento de ocurrencia, tasa de cambio y estacionalidad), de tal forma que se consigan los componentes biofísicos y los procesos ecológicos propios del río María.

En cuanto a su **morfología**, la imagen de referencia del río estaría definida en primer lugar por la recuperación del curso inicial del tramo del río, transformado por la balsa de regadío y la red de acequias existente hasta el camino del Graj, permitiendo a su vez, de esta forma, la recuperación de régimen hidrológico comentado anteriormente.

Asimismo, el propio dinamismo fluvial del río establecería la morfología de la sección del cauce, modificada actualmente por las presiones e impactos existentes, fundamentalmente en cuanto a la alteración de la inclinación de los taludes se refiere.

Su trazado y amplitud serían similares a los actuales, excepto en su tramo inicial donde el curso del río no estaría interrumpido por la regulación de la balsa y sistema de acequias.

La falta de continuidad que presenta el trazado del río a su paso por el camino del Graj, se solventaría permitiendo que el cauce del río discurriera sin ningún tipo de oposición por debajo del actual trazado de dicho camino.

Finalmente, la imagen de referencia, en cuanto a la morfología fluvial, correspondería con un cauce con las márgenes y el lecho modelados exclusivamente por la dinámica fluvial, y por lo tanto con una continuidad natural, que actualmente está interrumpida o modificada por la presencia de muros de hormigón de protección de márgenes que impiden su evolución natural. La presencia de un camino transversal al cauce del río, ha permitido crear una zona de sedimentación importante, alterando de igual forma la evolución natural del cauce.

En cuanto a la **vegetación**, el óptimo de este río supondría unas riberas pobladas por alamedas de *Populus alba* y saucedas de *Salix atrocinerea* (bardaguera, sarga negra). Entre las alamedas, podrían aparecer diferentes tipos de enredaderas como las madreselvas (género *Lonicera*) o la parra silvestre (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*). Las saucedas soportar bien las fluctuaciones de humedad del nivel del agua, y se podrían encontrar con carácter permanente en las orillas del cauce.

No existirían las especies invasoras que hoy encontramos, como la zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Finalmente, como es lógico, este río en su estado óptimo no estaría afectado por la existencia de los vertidos de las aguas residuales depuradas.

7. Bibliografía

CSIC/Ministerio de Medio Ambiente, 2002. Atlas de los Mamíferos de España

CSIC/Ministerio de Medio Ambiente, 2002. Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España

Esquema Provisional de Temas Importantes de la Confederación Hidrográfica del Segura de Julio de 2008.

González del Tánago, Marta y García, Diego, 2007. *Restauración de ríos. Guía Metodológica para la elaboración de Proyectos*. Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente.

IGME, 1978. *Mapa Geológico de España. E.1:50.000. Hoja 952. Vélez-Blanco*. Segunda serie-Primera edición.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008. *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 edición actualizada (1999-2008)*.

Ministerio de Medio Ambiente, 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España

Rivas Martínez, S., 1987. *Mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA

Páginas Web:

Instituto Nacional de Estadística: www.ine.es

Caja España. Datos estadísticos municipales:

<http://www.cajaespana.es/corporativo/infocajaespana/estudioscajaespana/datoseconomicos/municipales/index.jsp>

Junta de Andalucía:

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.c1a96d968329fd99a604596760425ea0/?vgnnextoid=5849185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCRD&vgnnextchannel=3259b19c7acf2010VgnVCM1000001625e50aRCRD&lr=lang_es