

# Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional de la Sierra Guadarrama

## Estado ecológico del Río Manzanares en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama

### INFORME



**Año : 2021**

---

## CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA

DIRECCION GENERAL DE BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACION

PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA

# Estado ecológico del Río Manzanares en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Año 2021

#### **Autor principal**

Ángel Rubio Romero. CISE

#### **Equipo de trabajo o colaboradores**

Ignacio Granados. CISE

#### **Coordinación**

Juan A. Vielva Juez. Responsable del Centro de Investigación (CISE)

## ÍNDICE

---

ANTECEDENTES .....	7
ESTACIONES DE MUESTREO .....	9
METODOLOGÍA .....	11
RESULTADOS EN LA CAMPAÑA ANUAL 2021 .....	14
CONCLUSIONES .....	21
SÍNTESIS DEL INFORME .....	29
BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	31

## PREFACIO

La declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama motivó que el seguimiento, que desde hace años se venía haciendo en el río Lozoya, se extendiera a los ríos Guadarrama y Manzanares.

En el río Manzanares, y concretamente en su tramo alto, se pudo comprobar la grave afección al río derivadas de un uso recreativo muy intenso asociado al baño: erosión, compactación de orillas y riberas, etc. En definitiva, un empeoramiento preocupante del estado y la calidad ecológica del río.

Todo ello justificaba la acertada decisión de la Dirección General de Medio Ambiente expresada mediante resolución por la que se restringía el baño en el tramo alto del río Manzanares y el tránsito de vehículos por el paraje de La Pedriza. Resolución que tuvo eficacia desde mayo del año 2016. Si bien se modifica ligeramente en julio del 2017, incorporando algunas cuestiones fruto de la experiencia adquirida en el año anterior.

La respuesta de agradecimiento del río no se hizo esperar, desde el primer momento de implantación y efectividad de las medidas de conservación, contenidas en la resolución, se observaron mejoras notables sobre todo en los índices de biodiversidad. Mejoras que se siguieron repitiendo año a año en un acercamiento exitoso a los niveles óptimos de referencia establecidos, tanto por la legislación europea como por la nacional, sobre la calidad del agua.

El seguimiento y evaluación del estado ecológico de estos ríos ha sido llevado a cabo por expertos en limnología, afechos al Centro de Investigación, quien realizan numerosos muestreos anuales y mensuales, analizando los resultados y muestras en el laboratorio que el Centro tiene instalado en Los Cotos.

Del informe que se presenta se deduce el indiscutible camino hacia una situación óptima de este tramo de un río tan emblemático para la Comunidad de Madrid, lo que es también una señal del trabajo bien hecho.

JUAN VIELVA JUEZ  
RESPONSABLE DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.

## 1. ANTECEDENTES

El seguimiento del estado ecológico de los cursos fluviales en la Sierra de Guadarrama se inició en el año 2002 en el valle del Alto Lozoya, como una red de alerta temprana en la gestión del Parque Natural de Peñalara. Con la declaración del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (PNSG) en el año 2013, se extrapoló el seguimiento a la totalidad de cuencas del PNSG, incorporando las cuencas del río Guadarrama y Manzanares, en la vertiente sur, además de los ríos en la cara norte de la Sierra de Guadarrama. Únicamente en el PNSG discurren 336,53 km de ríos y arroyos, tratándose de ecosistemas muy frágiles, dado su alto grado de oligotrofia y baja mineralización, característica de las aguas de la Sierra de Guadarrama.

Sin embargo, debido a la gran intensidad del uso público, generalmente recreativo, la degradación del río Manzanares en La Pedriza era evidente. En el año 2014 se inició un seguimiento intensivo del estado ecológico del río con el fin de evaluar estos ecosistemas, de una manera objetiva, y tomar posibles medidas de gestión. Durante los años 2014 y 2015 se apreció un deterioro moderado de la calidad ecológica del río Manzanares presuntamente por la presión ejercida sobre estos cursos fluviales en la época estival. Hay que recordar que hasta el año 2015 la zona de Charca Verde en el Manzanares fue una zona de baño declarada oficialmente, por lo tanto, legal y localizada en el interior del PNSG. Aunque a pesar de limitarse la zona de baño únicamente al vaso del río de Charca Verde, el baño se realizaba en todo el cauce del río Manzanares, en el ámbito de La Pedriza.

En el año 2016 se inició un Plan de Restauración del río Manzanares en el tramo comprendido entre Charca Verde y su desembocadura en el embalse de Santillana, tomándose como medidas de gestión el control de accesos a La Pedriza y la prohibición del baño. Dicha normativa se recoge en la Resolución de 26 de mayo de 2016, del Director General del Medio Ambiente, de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio, por la que se restringe el baño en el tramo alto del Río Manzanares, Manzanares el Real, y el tránsito de vehículos en el paraje de La Pedriza. Actualmente dichas medidas de gestión siguen vigentes.

Inmediatamente un año después de tomar medidas, en el año 2016, se observó una mejora significativa del estado ecológico del río, tal y como reflejaron los índices biológicos y de diversidad. Durante los años posteriores, se ha seguido confirmando esta tendencia en la recuperación. Con la finalidad de conocer si las medidas adoptadas siguen teniendo un efecto positivo en la calidad ecológica del río Manzanares, y poder confirmar que la recuperación del ecosistema fluvial ha alcanzado su nivel óptimo de referencia, en el año 2021 el Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación (CISE) ha continuado con la evaluación y caracterización ecológica, en base a indicadores biológicos, tal y como establecen la reciente legislación europea y nacional de calidad del agua. Este informe expone los resultados obtenidos en los muestreos periódicos mensuales en la época más vulnerable, durante los meses de junio y agosto de

---

2021, así como la comparación interanual durante los ocho años de seguimiento intensivo (periodo 2014-2021).

## 2. ESTACIONES DE MUESTREO

En el periodo 2014-2021, se han evaluado tres puntos de control - estaciones de muestreo -, a lo largo del río Manzanares en el ámbito del parque nacional. La ubicada a mayor altitud, sería la estación de referencia o control. La siguiente, aguas abajo de Charca Verde, fue seleccionada con el objeto de indicar afecciones por la zona de baño existente en años anteriores. Y finalmente, la localizada en el entorno de El Tranco que indicaría las posibles afecciones al río en el ámbito Canto Cochino-El Tranco. La codificación de las estaciones de muestreo hace referencia al topónimo del curso fluvial seguido de cuatro dígitos referido a la altitud media del tramo de muestreo.

- MAN1210. Punto de muestreo ubicado a una altitud de 1210 m.s.n.m., que aparentemente mantenía una escasa presión por baño. Se localiza aguas arriba del ámbito de Charca Verde, exactamente a 1,2 km de ésta. Mantiene una ribera bastante bien conservada, si bien, está limitada por la presencia de afloramientos rocosos tan evidentes en La Pedriza. Sería la estación de muestreo control del río Manzanares.
- MAN1076. Este tramo sería indicador de posibles afecciones en la que hasta el año 2015 fue la zona de baño más masificada, Charca Verde y sus inmediaciones. Se localiza a 2,2 km del anterior punto, a 1076 m.s.n.m., y a 1 km aguas abajo de Charca Verde. La ribera presenta afección moderada.
- MAN0965. Este punto de muestreo se ubica en el entorno de El Tranco, recogiendo las posibles afecciones, además de la zona de baño anterior, de las zonas recreativas de Canto Cochino y área de esparcimiento de los aparcamientos de La Pedriza. La altitud media del tramo es de 965 m.s.n.m.

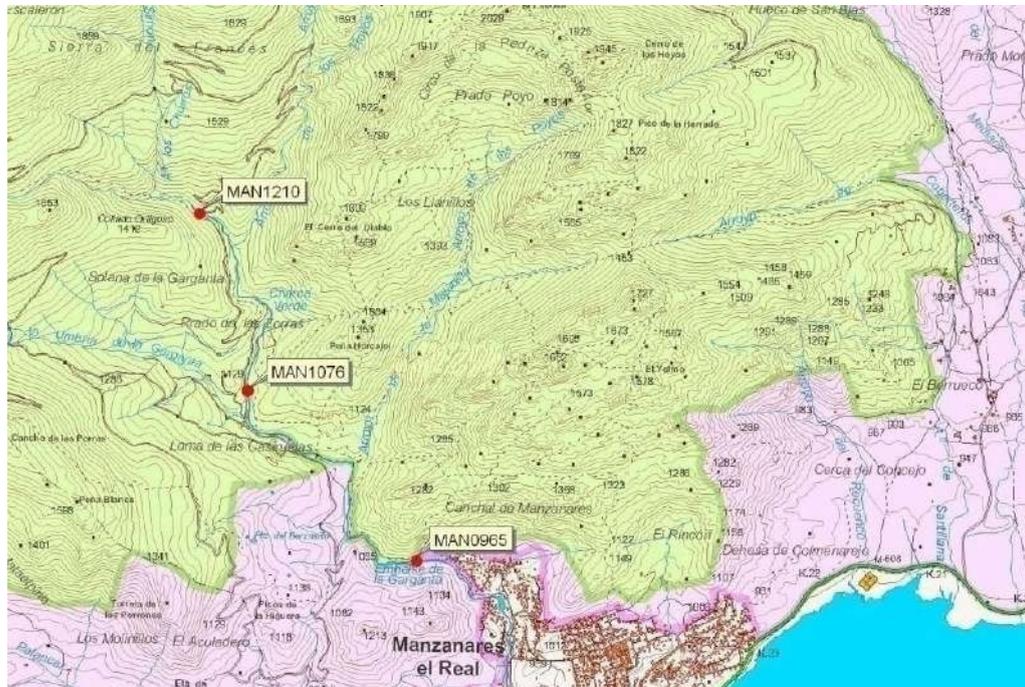


Figura 1. Estaciones de muestreo en el sector del río Manzanares. En verde claro: Parque Nacional, en rosa pálido Zona Periférica

### 3. METODOLOGÍA

A modo de resumen, se indican las variables analizadas, así como las pautas seguidas:

- El periodo de seguimiento se ha realizado con una frecuencia mensual durante la temporada que fue de baño (del 15 de mayo al 15 de septiembre) coincidente con el periodo en la que el río Manzanares es más vulnerable, hasta el año 2018. A partir del año 2019, se ha muestreado en dos campañas de muestreos, en junio, y a finales de agosto. Por ello, se han realizado 6 muestreos anuales en 2021, alcanzando en el periodo 2014-2021 un total de 84 muestreos de caracterización ecológica.
- El protocolo de seguimiento biológico se ha basado en el publicado por el MAGRAMA en noviembre de 2013. (Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables: - CODIGO: ML-Rv-I-2013). Aunque se ha determinado el índice biológico IBMWP, estandarizado a nivel español, se han calculado otra serie de índices de diversidad. Además, se han recogido muestras de agua para determinar la química básica y de nutrientes.
- La metodología más detallada se puede consultar en Rubio-Romero & Granados (2014, 2015)
- Resumidamente, los parámetros evaluados para el establecimiento del estado ecológico, y a modo de indicadores (físicos, químicos, biológicos e hidromorfológicos) han sido los siguientes:

Variables Fisicoquímicas		
Parámetro	Uds	Indicador
pH	-	Calidad del agua
Conductividad	μS/cm 25°C	Calidad del agua
Oxígeno Disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	Calidad del agua
% Saturación de O <sub>2</sub>	%	Calidad del agua
Temperatura	°C	Calidad del agua
Fósforo Reactivo Soluble	μg/L P-PO <sub>4</sub>	Eutrofización/Calidad del agua
Nitratos	μg/L N-NO <sub>3</sub>	Eutrofización/Calidad del agua
Nitritos	μg/L N-NO <sub>2</sub>	Eutrofización/Calidad del agua
Nitrógeno amoniacal	μg/L N-NH <sub>3</sub>	Eutrofización/Calidad del agua
Variables Biológicas		
Índices diversidad	Berger %	Diversidad/Estado del ecosistema
	Shannon (nits/ind)	Diversidad/Estado del ecosistema
Índices Biológicos	IBMWP	Estado ecológico
	IASPT	Estado ecológico
	EPT	Estado ecológico/Diversidad
Variables Hidromorfológicas		
Calidad de la Ribera	QBR	Estado ecológico
Calidad Hábitat Fluvial	IHF	Estado ecológico

Tabla 1. Variables determinadas para la caracterización del estado ecológico del río Manzanares.

### 3.1. Valores de referencia

El Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación dispone de una serie de datos limnológicos que determina cuáles son los umbrales del estado ecológico en los ríos y arroyos de la Sierra de Guadarrama (Rubio-Romero, A. & Granados, I., 2019). Sin embargo, para tratar de realizar una valoración más adecuada a la legislación actual, se han aplicado las condiciones de referencia fijadas para el ecotipo fluvial de ríos de montaña mediterránea silíceo. Inicialmente la caracterización se estableció en la instrucción de planificación hidrológica (BOE, 2008). Aunque a finales del año 2015 se aprobó el Real decreto 817/2105, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de

seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (BOE, 2015). Por ello, se van a aplicar los niveles del último Real Decreto, si bien, existen variables que no están definidas en dicho decreto, por lo que o bien se han aplicado los baremos de la IPH (BOE, 2008), o bien de la estación de control o referencia MAN1210. Aunque para el índice QBR, o calidad del bosque de ribera, el decreto establece un acotamiento del índice entre los niveles bueno-muy bueno, se ha seguido la baremación inicial establecida por propio índice QBR (ACA, 2006), ya que acota los valores para los cinco niveles de calidad riparia.

En función de los resultados existen 5 clases de calidad, adaptadas a la legislación europea del agua (2000/60/CEE).

			Oxígeno Disuelto	Conductiv. <sup>1</sup>	pH	Ribera	Hábitat Fluvial <sup>1</sup>	Ind. Berger <sup>2</sup>	Ind. Shannon <sup>3</sup>
Estado ecológico	Calidad	IBMWP	mg/L O <sub>2</sub>	µS/cm 25°C		QBR	IHF	%	Nits/ind
<b>Muy Bueno</b>	Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	<b>&gt;158</b>	> 8,5 <sup>1</sup>	<250 <sup>1</sup>	6,5-8,7	>79,9 **  > ó = 95*	> 65 <sup>1</sup>	<30%	>2,10
<b>Bueno</b>	Aceptable. Son evidentes algunos efectos de perturbación	<b>158-96,5</b>	5	250-400 <sup>1</sup>	6-9	90-75*		30-55%	2,10-1,60
<b>Moderado</b>	Dudosa. Aguas contaminadas.	<b>96,5-60</b>		>400 <sup>1</sup>		70-55*		>55%	<1,60
<b>Deficiente</b>	Crítica. Aguas muy contaminadas.	<b>59-23</b>				50-30*			
<b>Malo</b>	Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas.	<b>23-0</b>				< ó = 25*			

Tabla 2. Valores de referencia según el Real Decreto 817/2015 (BOE, 2015) en los ríos de la Sierra de Guadarrama. Color representativo y niveles para las variables biológicas (IBMWP), oxígeno disuelto, conductividad, pH, y variables hidromorfológicas (Calidad del Bosque de Ribera: QBR e índice de calidad del Hábitat Fluvial: IHF). Obsérvese que en algunas variables no se exponen la totalidad de los niveles de calidad.

<sup>1</sup> Valores ausentes en R.D. 817/2015, extraídos de IPH (BOE,2008)

<sup>2</sup> Valores de referencia del índice de Berger, a partir de observaciones en 22 cursos fluviales permanentes de la Sierra de Guadarrama.

<sup>3</sup> Valores de referencia del índice de Shannon\_Wiener (H') a partir de observaciones en 22 cursos fluviales permanentes de la Sierra de Guadarrama

\*\*Referencia QBR en BOE (2008).

\* Niveles de referencia QBR en ACA (2006).

## 4. RESULTADOS EN LA CAMPAÑA ANUAL 2021

Durante el año 2021 se ha continuado con el seguimiento ecológico del río Manzanares en las tres estaciones de muestreo. Durante el periodo 2014-2018, la intensidad de los muestreos fue mensual en la época estival. En el periodo 2019-2021 se han realizado dos campañas de muestreo, una en primavera, y otra campaña en el verano tardío.

Las variables en las que no existen condiciones de referencia definidas para dicho ecotipo fluvial, se presentan sin color representativo, a excepción de los índices de diversidad (Berger y Shannon) que se ha representado coloreados en función de la distancia al valor de referencia de la estación de control (MAN1210), y de las observaciones promedio de la base de datos del CISE en los ríos similares de la Sierra de Guadarrama.

### 4.1. Tabla de resultados

Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Conductividad	$\mu\text{S/cm } 25^{\circ}\text{C}$	Junio	16	18	25
		Agosto	34	46	39
Oxígeno Dis	$\text{mg/L O}_2$	Junio	9,33	9,27	9,32
		Agosto	9,51	9,44	9,34
% Sat O <sub>2</sub>	%	Junio	106,8	107,5	107,2
		Agosto	105,2	104,8	104,5
pH	-	Junio	6,63	6,89	6,81
		Agosto	6,26	6,56	6,36
Temperatura Agua	$^{\circ}\text{C}$	Junio	15	16,2	16,5
		Agosto	13,7	14,5	15,4
Caudal	$\text{m}^3/\text{s}$	Junio	0,073	0,096	0,166
		Agosto	0,031	0,042	0,055
Fósforo Reactivo Soluble	$\mu\text{g/L P} - \text{PO}_4$	Junio	2	1	1
		Agosto	2	1	2
Nitratos	$\mu\text{g/L N-NO}_3$	Junio	14	16	20
		Agosto	72	65	64
Nitritos	$\mu\text{g/L N-NO}_2$	Junio	1	0	1
		Agosto	1	4	2
Amoniaco	$\mu\text{g/L N-NH}_3$	Junio	9	16	4
		Agosto	9	13	25

Variables Biológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Indices diversidad	Berger %	Junio	29,5	24,9	24,9
		Agosto	24,3	29,1	27,2
	Shannon (Nits/ind)	Junio	2,5	2,2	2,1
		Agosto	2,5	2,3	2,1
Indices Biológicos	IBMWP	Junio	186	194	163
		Agosto	178	168	151
	IASPT	Junio	6,0	6,5	6,3
		Agosto	6,4	6,0	5,8
	EPT	Junio	15	15	12
		Agosto	13	9	8
Variables Hidromorfológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Índice Calidad Riparia	QBR	Junio	75	75	75
		Agosto	75	80	70
Índice Hábitat Fluvial	IHF	Junio	67	70	65
		Agosto	70	68	70

Tabla 3. Resultados obtenidos en el año 2021, para las diferentes variables físico-químicas, biológicas e hidromorfológicas en las tres estaciones de muestreo.

## 4.2. Variabilidad interanual: 2014-2021

Con el fin de evaluar si han sido efectivas las medidas de gestión adoptadas en la recuperación de la calidad ecológica del río Manzanares en el entorno de la Pedriza, se ha comparado la evolución del estado ecológico en el periodo 2014-2021, a partir del promedio anual de las variables en cada estación muestreo.

En la siguiente tabla, se ha mantenido el baremo a modo de colores representativos, citado anteriormente en la metodología, a fin de hacer más interpretativos los resultados. A continuación se han seleccionado las variables más significativas en cuanto al estado ecológico e índices de diversidad. También se incluyen los gráficos de las variables hidromorfológicas y de algunas variables fisicoquímicas. En el apartado de conclusiones se detalla lo más relevante de la comparativa interanual.

Variable	MAN1210							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>IBMWP</i>	192,8	159	172	180,8	176,8	164	183,5	182
<i>IASPT</i>	6,17	6,03	6,2	6,2	6,3	6,1	6,35	6,18
<i>Berger %</i>	16,3	22,2	20,4	20,4	26,7	27,4	28,2	26,9
<i>Shannon (Nits/ind)</i>	2,78	2,6	2,53	2,69	2,37	2,38	2,37	2,5
<i>EPT (nº taxa)</i>	13,8	11,8	13,3	15,8	14,3	10,5	14	14
<b>Variables Fisicoquímicas</b>								
<i>pH</i>	6,23	7,45	7,29	7,37	7,2	sd	6,99	6,44
<i>Oxígeno Dis (mg/L O<sub>2</sub>)</i>	10,3	9,28	8,75	8,9	8,8	9,07	9,74	9,42
<i>% Sat O<sub>2</sub></i>	114,4	103,5	100,4	99,5	95,1	97,1	105,35	106
<i>Amoníaco (µg/L N-NH<sub>3</sub>)</i>	18,83	18,78	13,9	19,7	4	15,3	0	8,98
<i>Conductividad</i>	19,5	17,35	19,6	18,1	18,4	20,5	19	25
<i>Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P-PO<sub>4</sub>)</i>	2	2,8	2,6	1,8	1,6	1	2	2
<i>Nitratos (µg/L N-NO<sub>3</sub>)</i>	24,1	35,4	36,2	37,5	45,5	48,2	52,5	43,1
<i>Nitritos (µg/L N-NO<sub>2</sub>)</i>	0,8	1,1	1,3	2	0,7	2,3	1,5	1,7
<b>Variables Hidromorfológicas</b>								
<i>QBR (0-100)</i>	90	81,3	85	78,8	78,8	80	77,5	75
<i>IHF (0-100)</i>	74,3	69,3	72,5	68	67,5	70	67,5	68,5

Tabla 4. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo de referencia MAN1210. Periodo 2014-2021.

Variable	MAN1076							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>IBMWP</b>	150	142	171,8	171,5	169,5	178	168,5	181
<b>IASPT</b>	5,47	5,4	5,6	5,9	5,8	5,95	5,8	6,23
<b>Berger %</b>	35,2	56,5	24,4	26,6	27	25,35	28,3	26,9
<b>Shannon (Nits/ind)</b>	2,37	1,73	2,42	2,49	2,38	2,46	2,22	2,25
<b>EPT (nº taxa)</b>	9	7,5	11,5	11	12,3	11,5	13	12
<b>Variables Fisicoquímicas</b>								
<b>pH</b>	6,61	7,48	7,23	7,43	7,15	sd	7	6,72
<b>Oxígeno Dis (mg/L O<sub>2</sub>)</b>	9,14	9,12	8,61	8,67	8,8	8,99	9,62	9,35
<b>% Sat O<sub>2</sub></b>	104,4	104,9	99,6	100,7	95,5	96,2	104,85	106,1
<b>Amoníaco (µg/L N-NH<sub>3</sub>)</b>	10,32	25,93	16,1	26,4	3,6	20,7	10	14,3
<b>Conductividad</b>	20	19,43	20,9	19,2	18,9	20,6	19,5	32
<b>Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P-PO<sub>4</sub>)</b>	3,8	4	2,4	1,7	1,2	0,5	1,5	1
<b>Nitratos (µg/L N-NO<sub>3</sub>)</b>	28,2	40,3	34,9	39,9	39,7	52,1	51,5	40,3
<b>Nitritos (µg/L N-NO<sub>2</sub>)</b>	1,6	1,6	1,7	1,4	0,5	1,8	1	1,2
<b>Variables Hidromorfológicas</b>								
<b>QBR (0-100)</b>	90	81,3	85	78,8	78,8	80	77,5	77,5
<b>IHF (0-100)</b>	74,3	69,3	72,5	68	67,5	70	67,5	69

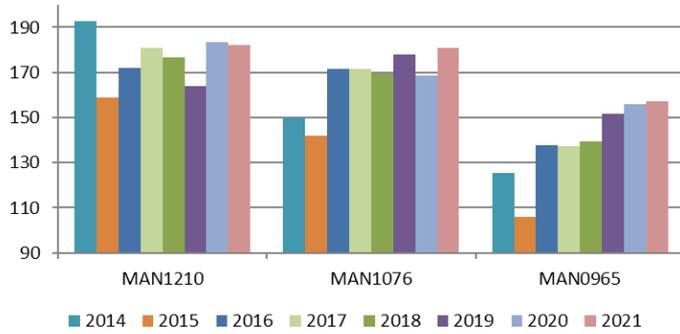
Tabla 5. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo MAN1076 (debajo de la Charca Verde). Periodo 2014-2021.

Variable	MAN0965							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>IBMWP</b>	125,5	106	137,5	137,3	139,5	151,5	156	157
<b>IASPT</b>	6,05	5,93	6	6,2	5,9	6,05	6,35	6,04
<b>Berger %</b>	42,3	54	32	28,4	32,4	31,5	32,65	26,1
<b>Shannon (Nits/ind)</b>	1,79	1,58	2,03	2,17	2,05	2,05	1,9	2,09
<b>EPT (nº taxa)</b>	7,8	5,3	9	9	8,8	9,5	9	10
<b>Variables Fisicoquímicas</b>								

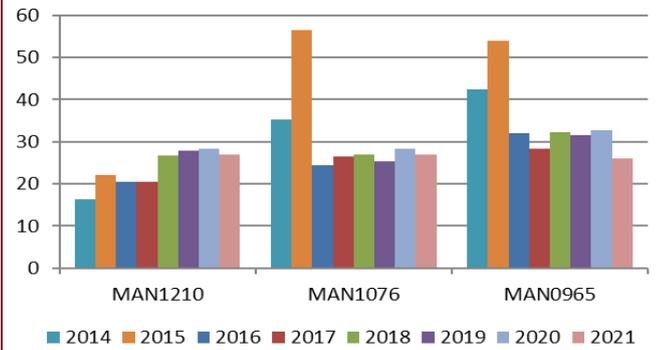
<b>pH</b>	6,64	7,43	7,26	7,48	6,97	sd	7,1	6,58
<b>Oxígeno Dis (mg/L O<sub>2</sub>)</b>	9,47	9,14	8,69	8,79	8,8	8,95	9,69	9,33
<b>% Sat O<sub>2</sub></b>	109	102,1	100,1	98,9	95,7	96,4	104,1	105,8
<b>Amoniac (µg/L N-NH<sub>3</sub>)</b>	14,33	26,42	14,8	34,5	8,1	17,9	14,5	14,6
<b>Conductividad</b>	26	25,53	27,4	23,4	23,2	25,1	29,5	32
<b>Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P-PO<sub>4</sub>)</b>	2,6	2,8	2,4	1,6	1,6	0,5	1,5	1,5
<b>Nitratos (µg/L N-NO<sub>3</sub>)</b>	18,4	43,8	38,4	43,6	49,3	49,1	61,5	42,01
<b>Nitritos (µg/L N-NO<sub>2</sub>)</b>	1,7	1,2	1,4	1	0,4	1,3	1	1,9
<b>Variables Hidromorfológicas</b>								
<b>QBR (0-100)</b>	71,7	67,5	66,3	72,5	75	75	62,5	72,5
<b>IHF (0-100)</b>	66,3	65,3	64	66,5	66	65	65,5	67,5

Tabla 6. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo MAN0965 (El Tranco). Periodo 2014-2021.

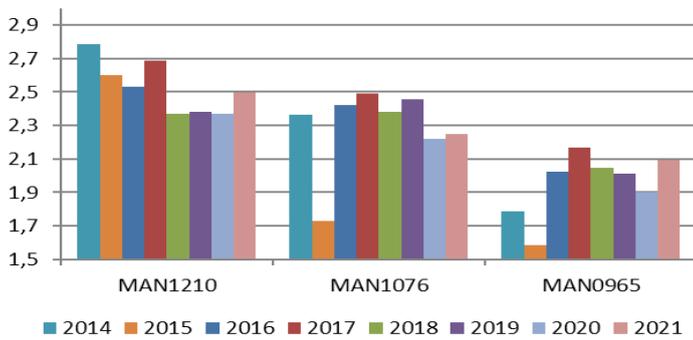
### IBMWP: Calidad Biológica



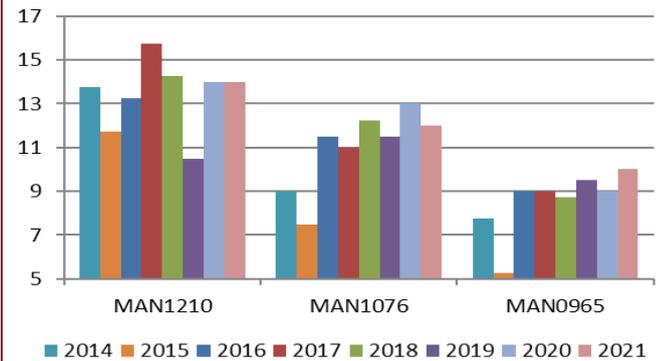
### Indice de Berger %



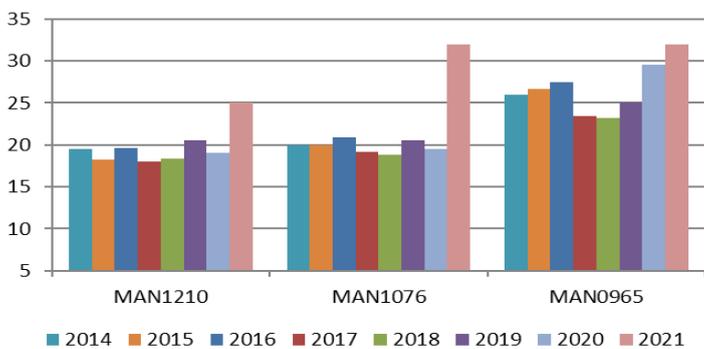
### Diversidad de S-W (nits/ind)



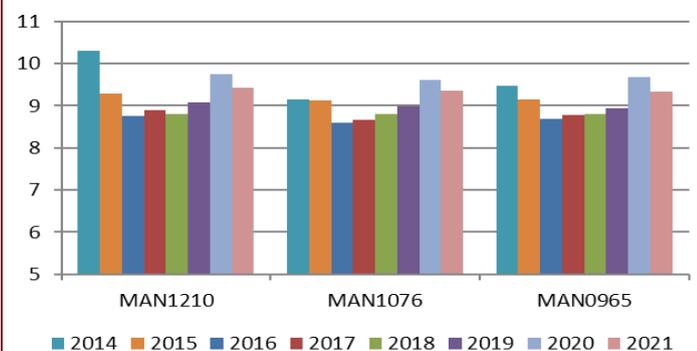
### EPT (nº taxones)



### Conductividad elec (µS/cm 25°C)



### Oxígeno Dis. (mg/L)



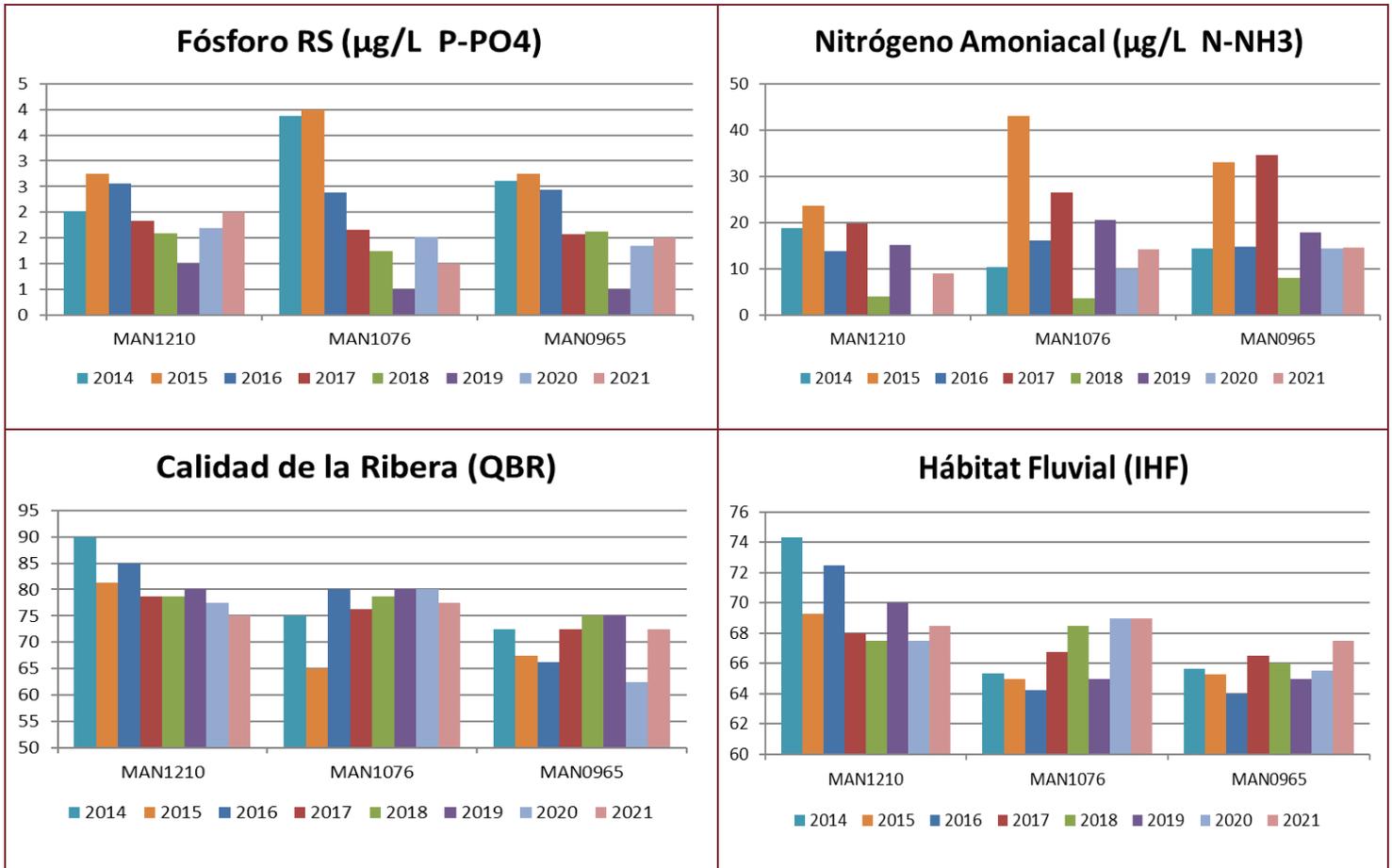


Tabla 7. Representación gráfica en promedio anual de las principales variables determinadas en el periodo 2014-2021.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Variables fisicoquímicas

A lo largo del año 2021, las variables fisicoquímicas siguen expresando una buena calidad del agua, tratándose de aguas propias de ríos de montaña de la Sierra de Guadarrama, bien oxigenadas, oligotróficas, con muy baja mineralización. En cuanto a los nutrientes, en los últimos años el fósforo mantiene una ligera tendencia a la disminución, en parte lógico al haberse limitado el baño, aunque es destacable que en todo el periodo siempre mantuvo valores muy bajos. Destaca el descenso en la estación de muestreo MAN1076, aguas debajo de Charca Verde, aunque éste es generalizado en las tres estaciones de muestreo.

En cuanto a nutrientes, la concentración de nitrógeno amoniacal en el año 2021 ha sido similar a la del año 2020. Si bien, la tendencia interanual es de descenso de la concentración de amonio, con los máximos valores en los años 2015 y 2017. Durante el año 2021 el valor máximo se ha registrado en verano en MAN0965 con 25 µg/L N-NH<sub>3</sub>. En cualquier caso, los valores en todo el periodo de seguimiento están acordes con las características propias de ríos inalterados de la montaña mediterránea silíceo.

El oxígeno disuelto en el agua está relacionado con la temperatura del agua. En condiciones normales, a medida que se adentra el verano, la concentración de oxígeno disminuye, con mínimos en el mes de agosto. El promedio anual de 2021 se sitúa en los 9,37 mg/L.

En cuanto a pH, conductividad, y saturación de oxígeno, se mantienen en unos valores similares a los de años precedentes, y en todo caso acorde con lo esperado para el ecotipo de río de la Sierra de Guadarrama.

### 5.2. Variables biológicas

#### Índices de diversidad

El *índice de Berger* es indicador de la estructura de las poblaciones biológicas. Valores elevados indicarían una sobredominancia de un taxon respecto a otros. Valores normales coincidirían con un bajo índice de Berger, considerándose un buen equilibrio un índice <30%. En nuestro ámbito, a partir del promedio en cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama se sitúa en un 27,2% (n=156). Aunque cada río, y dentro de éste cada tramo, tienen sus propias particularidades, valores inferiores a un 30% indicarían una estabilidad y equilibrio del ecosistema fluvial.

Este índice es probablemente el que mejor indica que ocurrió en las aguas del río Manzanares. Durante el año 2021 se sigue observando una mejora en la dominancia respecto al año 2015, que fue máxima. En la estación MAN0965, en las inmediaciones de El Tranco, sigue mejorando moderadamente, situándose en promedio anual para el año 2021 en el 26,1%. Hay que recordar que en el año 2015 se situó en el 54%, reduciéndose así a la mitad. En el caso de la estación MAN1076 se mantiene estable desde el año 2016, en torno al 24-28%, resultando el promedio anual de 2021 en el 26,9%. Por lo tanto, se sigue confirmando la recuperación de la sobredominancia detectada en el año 2015 (56,5% en MAN1076).

Otra observación es el taxón dominante. En los años 2014 y 2015, los dípteros quironómidos fue el taxón con predominante, llegando incluso en el mes de septiembre del año 2015 a alcanzar el 82% en la estación de muestreo localizada aguas abajo de Charca Verde. En años posteriores, una vez limitada la actividad del baño, esta dominancia ha estado compartida con otros taxones. En el año 2021, el taxón dominante ha sido el plecóptero *Leuctra* sp. Seguido de los dípteros quironómidos. En otros años esta codominancia se ha compartido con el efemeróptero *Baetis* sp.

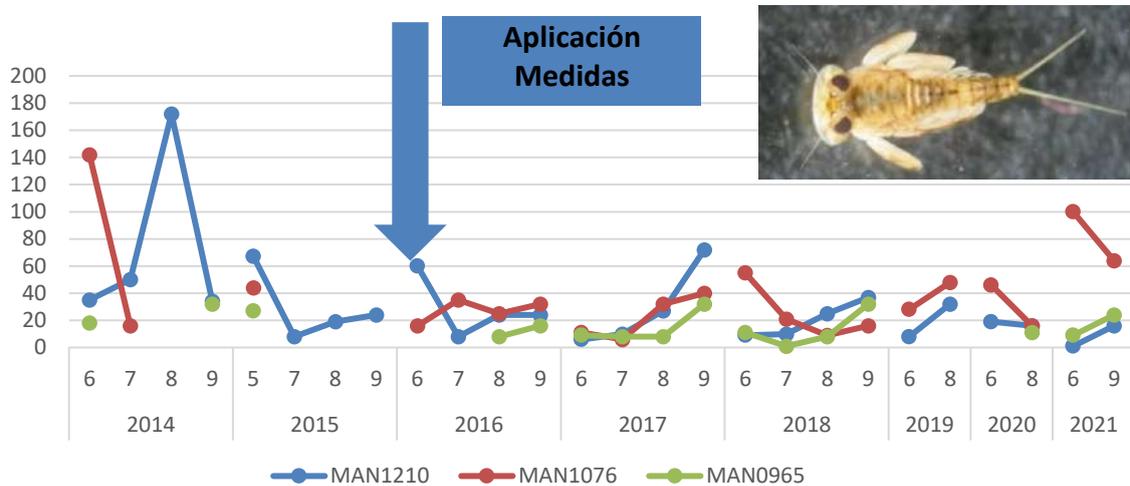
El *índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')* expresa la diversidad de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos en términos de riqueza de taxones, así como la densidad de éstos. En el año 2021, la tendencia espacial ha sido de descenso del índice de diversidad en sentido aguas abajo. A una escala temporal, las estaciones de muestreo más afectadas, MAN1076 y MAN0965, han mostrado un incremento en el valor del índice  $H'$ . Si bien, en la localizada aguas debajo de Charca Verde se mantiene estable en los últimos años, la localizada en El Tranco sigue reflejando esa tendencia de incremento interanual.

Las estaciones MAN1076 y MAN1210 se sitúan en valores similares al promedio acumulado, para 26 cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama, cuyo valor de referencia tentativo en los últimos años ha sido de 2,44 nits/ind (n=156, fuente: CISE). En el año 2021 los resultados medios anuales han sido de 2,50 y 2,25 nits/ind respectivamente. En cuanto a la estación localizada en El Tranco (MAN0965), en el año 2021 se ha situado en los 2,1 nits/ind, indicando y mostrando esa tendencia alcista en los valores de diversidad de dicho índice (en el año 2015 fue de 1,59 nits/ind). Presuntamente podría mejorar aún más la diversidad del ecosistema fluvial, sin embargo, cada río, y dentro de éste cada tramo, poseen unas características físicas y biológicas particulares, por lo que hay que tomar con cautela dichos valores.

### Taxones indicadores

En los muestreos realizados, se ha podido observar ciertos taxones que ilustran muy bien la problemática asociada a la actividad del baño. Por un lado, la familia de **efemerópteros (Heptageniidae)** representado por dos taxones en el río Manzanares (*Epeorus* sp. y *Ecdyonurus* sp.),

se caracterizan por ser muy poco tolerantes a la contaminación, habitando zonas lóxicas de ríos y arroyos debajo de las rocas. A continuación, se expone la densidad (ind/m<sup>2</sup>) de la familia de los efemerópteros heptagénidos, en la zona de estudio. Hay que recordar, que en el año 2015 esta familia desapareció de las estaciones MAN1076 y MAN0965 en la época estival, presumiblemente por la presión a la que estaba sometido el río Manzanares a medida que la afectación del cauce se magnificaba a lo largo del periodo estival, a causa del baño.

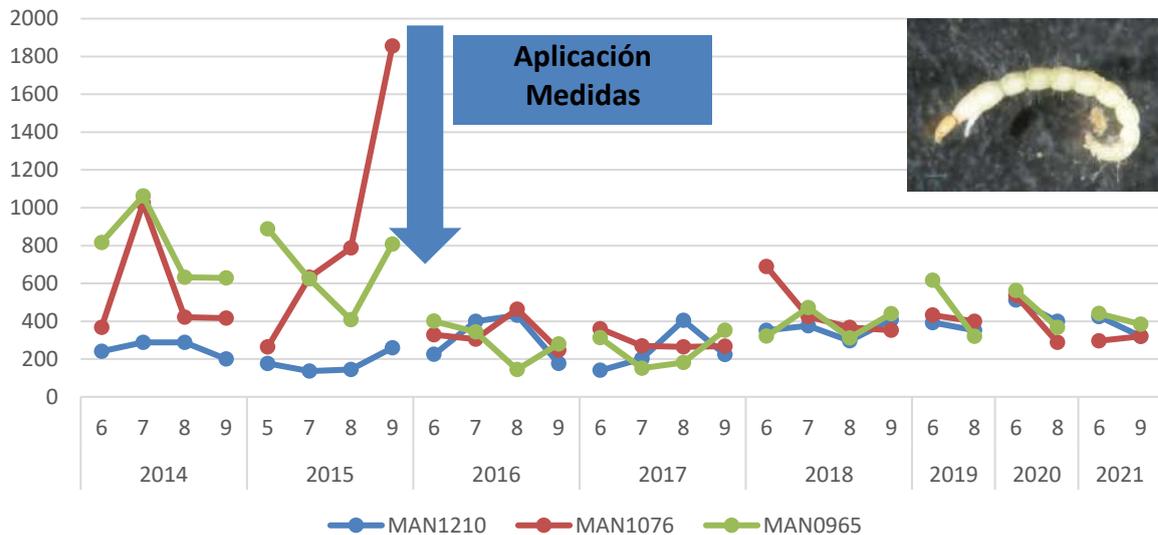


Abundancia de heptagénidos (ind/m<sup>2</sup>) en el río Manzanares en el periodo 2014-2021.

Tal y como se observa en el gráfico, los heptagénidos estaban presentes al inicio de cada temporada anual. Sin embargo, en los años 2014 y 2015 desaparecían a medida que se adentraba el verano, únicamente en las estaciones MAN1076 y MAN0965. Se trata de taxones que viven debajo de rocas en zonas de corriente, en las que eran utilizadas por los bañistas para represar el cauce del río. Únicamente estaban presentes de manera permanente en la estación de referencia, MAN1210. A partir del año 2016, se puede apreciar como los heptagénidos permanecen en el río a lo largo de todo el año, aunque en el año 2019, no se observó en la estación MAN0965. Sin embargo, en la estación MAN1076 la presencia de estos efemerópteros se observan de manera permanente hasta la actualidad.

Por el contrario al anterior taxón, los dípteros quironómidos, también guardan una relación con la actividad del baño, aunque en este caso su comportamiento parece estar favorecido por este uso, inversamente a los heptagénidos. Durante los años 2014 y 2015, su abundancia se incrementó en los meses estivales hasta un máximo de 1854 ind/m<sup>2</sup>, y los índices de diversidad descendieron consucuentemente. En aquellos años la actividad del baño estaba permitida. Una vez tomadas las medidas de conservación en el año 2016, las abundancias se normalizan (oscilando entre 144-688 ind/m<sup>2</sup>) por lo que son valores más acordes a otros ríos similares, así como a la estación de control

MAN1210, en donde no se registraban abundancias tan elevadas. Durante 2021, el máximo valor de abundancia registrado ha sido en MAN0965 en primavera con 440 ind/m<sup>2</sup>, muy por debajo de lo observado en los años 2014 y 2015. En los seis últimos años se mantiene un patrón de abundancia similar en las tres estaciones de muestreo.



Abundancia de quironómidos (ind/m<sup>2</sup>) en el río Manzanares en el periodo 2014-2021 en las tres estaciones de muestreo.

### Índices biológicos

Como es sabido, el índice biológico de macroinvertebrados **IBMWP** es el índice de referencia estandarizado a nivel nacional en la determinación del estado ecológico, de acuerdo al Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (BOE, 2015).

Durante el año 2021, en la campaña primaveral las tres estaciones de control, han expresado un muy buen estado ecológico. A medida que se avanza hasta la época estival, los resultados descienden levemente en las estaciones MAN1210 y MAN0965, manteniéndose prácticamente estable en la estación MAN1076. En términos medios anuales, las estaciones MAN1210 y MAN1076 mantienen un buen estado ecológico durante todo el ciclo anual, permaneciendo en el Tranco (MAN0965) en un estado Bueno, aunque muy cercano al límite Muy Bueno. De nuevo, en esta estación de muestreo, la campaña primaveral registró un estado Muy Bueno, al igual que en el año 2020, alcanzado por primera vez desde el inicio del seguimiento en el año 2014.

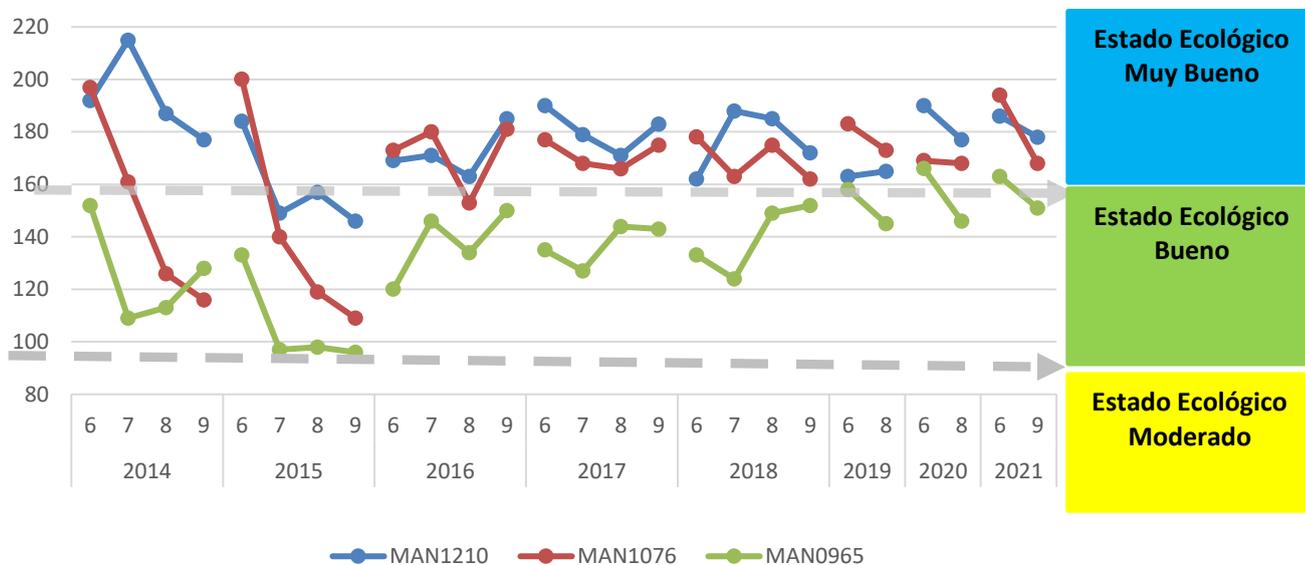
Se sigue observando una **estabilidad del estado ecológico en las tres estaciones de muestreo** a lo largo del presente año, al igual que se ha observado en los años 2016-2020.

**A modo interanual**, la estación de referencia MAN1210 se mantiene desde el inicio del periodo de seguimiento (2014-2021) en un muy buen estado ecológico. En cuanto a la estación de muestreo MAN1076, localizada aguas abajo de Charca Verde, a medida que se adentraba el verano en los años 2014 y 2015, se pudo observar una disminución del estado ecológico a un nivel inferior, desviado de ligera a moderadamente de las condiciones de referencia. Sin embargo, a partir del año 2016, y hasta la actualidad (2021) se ha notado una estabilidad del índice a lo largo del año, manteniéndose un estado ecológico muy bueno desde la aplicación de las medidas de gestión en el año 2016. **En promedio anual, la mejora del estado ecológico hasta el año 2021 es un 27% superior respecto al año 2015.**

La zona de El Tranco, fue otro ámbito muy afectado por la actividad del baño. En este tramo, la estación MAN0965, detectó en el verano de 2015 un nivel de calidad ecológica intermedia, o desviado moderadamente de su estado de referencia. Sin embargo, durante el periodo 2016-2020 se viene observando un incremento gradual cada año, que ha supuesto en el año 2021 **un incremento superior al 48% (157 puntos) del índice IBMWP respecto al año 2015**, situándose en **un estado ecológico Bueno**, muy similar a lo observado en el año 2020. Es destacable que, según el baremo del índice, el nivel de clase superior (estado muy bueno) es de 158 puntos, lo que se sitúa prácticamente en promedio anual muy próximo a dicho estado del nivel superior.

El siguiente gráfico representa el índice IBMWP en todas las estaciones de muestreo y los límites del estado ecológico según el Real Decreto 817/2015. Es sin duda, la representación más gráfica de lo acontecido en el río Manzanares: la aplicación de medidas, y su evolución interanual. Es destacable en todas las estaciones, aunque más acusado en MAN1076 y principalmente en MAN0965, como a medida que se adentraba el verano se desencadenaba un descenso muy acusado del índice IBMWP, y consecuentemente de su estado ecológico. Este comportamiento de descenso a lo largo del verano se revirtió a partir de la toma de medidas relacionadas con el baño y el control de accesos. Es evidente una tendencia de incremento del estado ecológico en las tres estaciones de muestreo, con mayor intensidad en el tramo fluvial de El Tranco. **En este tramo, durante el año 2021, se ha mantenido un estado Muy Bueno en la campaña primaveral, por primera vez alcanzado en el año 2020.**

Sin embargo, el Centro de Investigación sugirió una clasificación de referencia más rigurosa, para áreas mejor conservadas, en base al índice IBMWP (Rubio-Romero – Granados, 2019). En base a dicha clasificación, en la campaña primaveral, el tramo más elevado (MAN1210 y MAN1076) se situaría en la Clase A o ríos sin impactos apreciables. Sin embargo, en la estación MAN0965, en las inmediaciones de El Tranco, sería muy probable una degradación del medio fluvial (clase C). En la campaña estival, los valores del índice disminuyen, si bien, es resaltable que los ríos mediterráneos silíceos, presentan una pérdida de biodiversidad de una manera natural, y por ello de su estado ecológico, hacia la época estival.



Complementariamente, otro indicador biológico es el EPT (suma de taxones de efemerópteros, plecópteros y tricópteros), por considerarse, en general, como órdenes que engloban taxones intolerantes a la contaminación. En este sentido, nos informa sobre el estado de conservación del ecosistema fluvial. A modo tentativo, el promedio anual del EPT en los cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama es de 13,3, taxones (n=149, periodo 2014-2017).

En el año 2021, a una escala intraanual, el indicador desciende hacia la época estival, ligado a la fenología de dichos órdenes de insectos. En promedio anual, la estación MAN1210 se sitúa en los 14 taxones. La estación MAN1076 registra 12 taxones en promedio, siendo menor en El Tranco con 10 taxones, en este último caso el valor más elevado desde el inicio del seguimiento. A una escala espacial, se ha observado una tendencia de descenso del EPT en sentido aguas abajo.

Sin embargo, es realmente interesante, que **interanualmente** el EPT ha notado una mejora considerable desde el año de mayor afección, incrementándose en 2021, en términos porcentuales, un 70% en MAN1076, y un 88% en la estación MAN0965 respecto al año 2015. Todo ello indica una recuperación muy importante de taxones sensibles a las perturbaciones, fundamentalmente en los tramos que estuvieron más influenciadas por el baño: aguas abajo de Charca Verde y El Tranco. Esta mejora se viene observando desde el año 2016, con una tendencia interanual de incremento del EPT.

### 5.3. Variables hidromorfológicas

La valoración del hábitat fluvial (**índice IHF**) durante 2021 ha permanecido más o menos estable a lo largo del año, con valores similares en las tres estaciones de muestreo. Los máximos del índice se han registrado en la estación MAN1076. La estación con una menor diversidad de hábitat fluvial es la localizada en El Tranco (MAN0965) siendo evidente un ligero descenso de la diversidad del hábitat fluvial en sentido aguas abajo. Sin embargo, a lo largo de los años se observa una menor diferencia entre estaciones de muestreo.

**Interanualmente**, la calidad del hábitat fluvial desciende levemente en la estación MAN1210. Por el contrario, la estación MAN1076 incrementa interanualmente la diversidad del hábitat fluvial, manteniéndose estable en MAN0965, aunque en el año 2021 se ha incrementado levemente.

Una de las principales limitaciones de este índice en el río Manzanares es la cobertura de vegetación acuática, especialmente los macrófitos, prácticamente ausentes o en muy baja cobertura en todo el Alto Manzanares, aunque especialmente en los tramos más bajos evaluados. Ya se comentó en informes anteriores que esta limitación de vegetación acuática pudiera estar muy relacionado con la afección del baño. Los briófitos, así como las algas rodofíceas del género *Lemanea*, es la flora más típica de los ríos y arroyos de montaña silíceas, por lo que muchas especies de invertebrados se han especializado a modo de consumidores de éstas. La movilización continuada de las piedras y bloques con el fin de represar el río para favorecer el baño ha debido influir negativamente en el establecimiento de esta flora que necesita de un largo periodo, probablemente varios años o décadas, para colonizar y su posterior desarrollo. Es esperable que el perifiton (comunidades de microorganismos en la que destacan las microalgas) se establezca más rápidamente que los anteriores, y suponen una fuente importante en cuanto a producción primaria. Es destacable además la ausencia de la fanerógama *Ranunculus fluitans*, muy frecuente en tramos medios de ríos y arroyos montanos de la zona, ausente en el río Manzanares, aunque sí son evidentes algunas poblaciones aisladas de la apiácea *Oenanthe crocata*, también típica de los ríos y arroyos submontanos.

Sin embargo, hay que dar tiempo al propio curso fluvial, ya que podría deberse a una propia limitación natural, más que una afección antrópica, en cuanto a la valoración de este índice se refiere.

La **vegetación de ribera** aporta la materia orgánica como principal fuente de energía del río, por lo que condiciona la biodiversidad y funcionamiento del río. En este sentido, la mejora en cortos periodos de tiempo está limitada al desarrollo de esta vegetación leñosa, que necesita periodos más largos para su establecimiento y desarrollo. Durante el año 2021 el índice de calidad de la ribera

se ha mantenido similar a años precedentes. En las estaciones más elevadas, MAN1210 y MAN1076, el valor del índice QBR ha sido similar, y ligeramente inferior en la estación MAN0965.

**Interanualmente**, la tendencia del índice QBR en la estación MAN1076 **es de mejora, aunque en el año 2021 ha sido levemente inferior**. Sin embargo, en MAN1210 la tendencia es contraria, estando muy relacionado con una importante herbivoría por parte de la ganadería sobre el estrato arbustivo y herbáceo en la zona riparia. Tomando como criterio los niveles del índice QBR, las tres estaciones se encuentran en un estado de conservación bueno, aunque más cerca del estado de conservación inferior, o inicio de alteración importante. Durante el año 2021 el estado de conservación de la ribera en MAN0965 ha notado una mejora respecto al año anterior cuando fue el mínimo en el periodo de seguimiento.

Hay que resaltar, que un factor determinante en la valoración del índice QBR, es la presencia de vegetación perenne alóctona (cupresáceas), por lo que la presencia de estas masas en la ribera, a menudo frecuentes en La Pedriza, influye negativamente en la puntuación del índice, siendo más boscosas en altitudes más bajas.

Bien es sabido que estos resultados hay que tomarlos con cautela, ya que no se puede extrapolar la evaluación de un tramo al estado general del curso fluvial. Tomando el criterio del Real Decreto 817/2015 (BOE, 2015) para ríos montanos silíceos (R-T11) que establece un nivel de 79,9 puntos entre el estado muy bueno y bueno, las tres estaciones de muestreo se situarían como un estado de conservación bueno.

## 6. SÍNTESIS DEL INFORME

- **La recuperación del estado ecológico**

En las estaciones de muestreo más afectadas por el baño, Charca Verde y El Tranco, la **recuperación del estado ecológico** del río se viene confirmando de forma progresiva desde el año 2016, cuando se aplicaron las medidas de conservación. En la estación de muestreo MAN1076, **aguas abajo de Charca Verde**, se mantiene en un estado similar a la estación de referencia MAN1210, situándose en **un estado** clasificado, de acuerdo con el Real Decreto 817/2015, como **Muy Bueno**, e incrementándose un **27% respecto al año 2015**.

En el entorno **de El Tranco**, (MAN0965) se sigue confirmando la recuperación de una manera gradual, siendo de un **48% superior**, en cuanto a los valores del índice IBMWP se refiere. Se ha registrado en la campaña primaveral un estado ecológico Muy Bueno, valor similar ya observado en el año 2020.

Otros parámetros que también confirman la recuperación son los índices de diversidad, tanto de Berger como de Shannon; así como los índices biológicos, IASPT y EPT.

- **Recuperación del equilibrio y dominancia del ecosistema fluvial**

Los valores de dominancia en el año 2015 fueron muy elevados, en donde un único taxón representaba más del 50% de los individuos presentes en las estaciones MAN1076 y MAN0965, con el 56,5% y 54% respectivamente.

En el año 2021 estos valores de dominancia, o del índice de Berger, se sitúan en valores del 26,1% y 28,3%, lo que supone una reducción a la mitad respecto al año 2015.

Sin embargo, lo más relevante, son los taxones indicadores favorecidos por la actividad del baño, que se debió exclusivamente a los dípteros quironómidos. En el año 2015 la abundancia alcanzó los 1854 ind/m<sup>2</sup> y una dominancia del 82%. Actualmente la abundancia de este grupo está oscilando entre los 288-440 ind/m<sup>2</sup> y una dominancia del 28,3%. En sentido contrario, los efemerópteros heptagénidos, excelentes indicadores de la calidad del agua, siguen permaneciendo de una manera estable desde el año 2016, mientras que en los años 2014 y 2015 desaparecían del río en la época estival, muy probablemente debido al baño. Es destacable que, en el año 2021, el taxón dominante ha sido el plecóptero *Leuctra* sp. seguido de los dípteros quironómidos.

- **Incremento de la diversidad.**

El índice de diversidad de Shannon-Wiener sigue confirmando una buena diversidad en la

estación MAN1076 (2,25 nits/ind). En cuanto al ámbito de El Tranco (MAN0965) ha mejorado notablemente, del 1,59 en año 2015, a 2,09 nits/ind en el año 2021.

En cuanto al EPT ha mejorado considerable respecto al año 2015, incrementándose en el año 2020 en términos porcentuales en un 70% y 88% en las estaciones más afectadas por la actividad del baño: MAN1076 y MAN0965, respectivamente.

- **Estabilidad anual de las variables biológicas.**

Por todo lo anterior, se confirma una marcada **estabilidad anual** en los resultados **de los índices biológicos y de diversidad** durante el año 2021, ya iniciada en el año 2016. En los años 2014 y 2015 en los que la actividad del baño estaba permitida se apreciaba una marcada variabilidad intraanual de estas variables.

- En cuanto a las **variables fisicoquímicas, expresan una buena calidad del agua** tratándose de aguas bien oxigenadas, oligotróficas, con muy baja mineralización, propias de ríos de montaña de la Sierra de Guadarrama.
- Sigue siendo pronto como para detectar una mejora notable en los valores de los índices del estado de la ribera y del hábitat fluvial. Estas variables, previsiblemente, mejorarán su estado en un medio-largo plazo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACA. AGENCIA CATALANA DEL AGUA. 2006. HIDRI: Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos. Agència Catalana de l'Algua. 160 págs.
- BOE. 2008. Nº 229. ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- BOE. 2015. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental,
- MAGRAMA, 2013a. Protocolo de cálculo del índice IBMWP. [http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/IBMWP-2013\\_24\\_05\\_2013\\_tcm7-177549.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/IBMWP-2013_24_05_2013_tcm7-177549.pdf)
- MAGRAMA, 2013b. PROTOCOLO DE MUESTREO Y LABORATORIO DE FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS EN RÍOS VADEABLES. [http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ML-Rv-l-2013\\_Muestreo\\_y\\_laboratorio\\_Fauna\\_bent%C3%B3nica\\_de\\_invertebrados\\_R%C3%ADos\\_va\\_deables\\_24\\_05\\_2013\\_tcm7-177541.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ML-Rv-l-2013_Muestreo_y_laboratorio_Fauna_bent%C3%B3nica_de_invertebrados_R%C3%ADos_va_deables_24_05_2013_tcm7-177541.pdf) (consultado el día 13/01/2014)
- PARDO, I., ÁLVAREZ, M., CASAS, J.J., MORENO, J.L., VIVAS, S., BONADA, N., ALBA-TERCEDOR, J., JÁIMEZ, P., MOYÁ, G., PRAT, N., ROBLES, S., TORO, M. y VIDAL-ABARCA, M.R., 2004. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), 2002: 115- 133.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2014. Seguimiento ecológico de los cursos fluviales. Vertiente madrileña del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Año 2014. Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 96 Págs.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2015. Seguimiento ecológico de los cursos fluviales. Vertiente madrileña del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Año 2015. Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 95 Págs.
- RUBIO-ROMERO, A. & GRANADOS, I. 2019. Rangos de las clases de calidad ecológica aplicables a los cursos fluviales del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 30 págs.