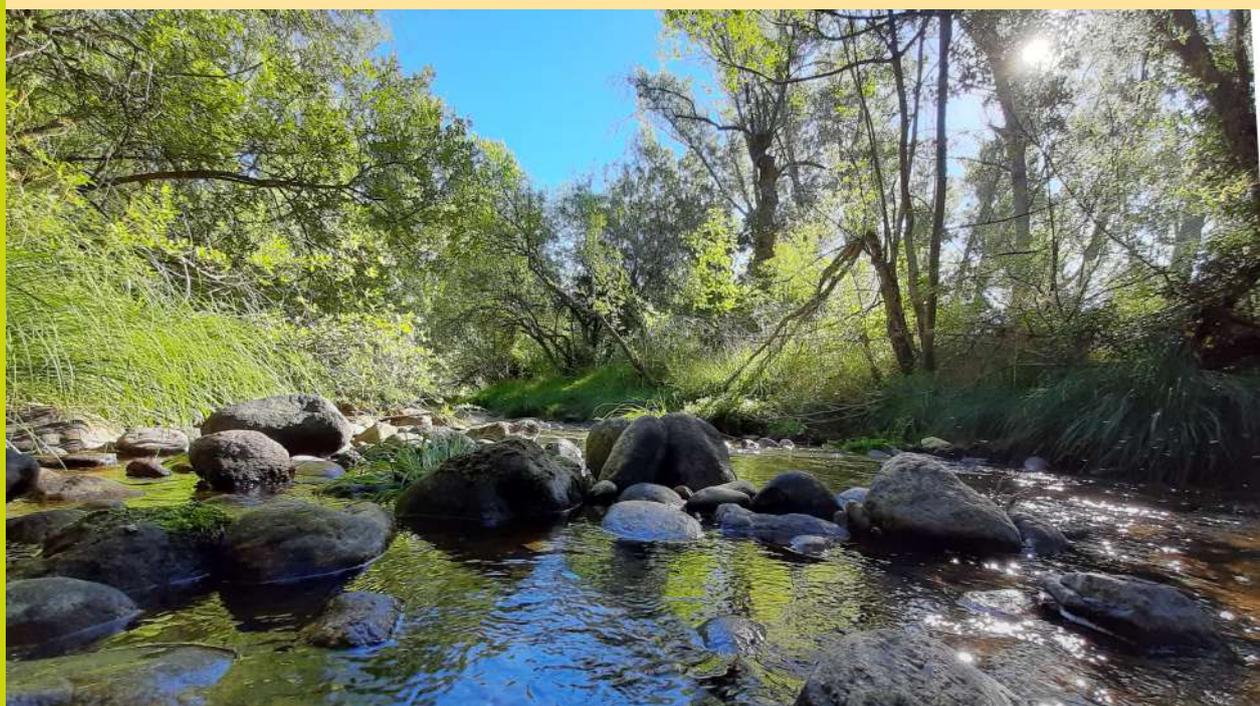


Estado ecológico del Río Manzanares en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama



Año 2020



Ángel Rubio

Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación Sierra de Guadarrama

Tabla de contenidos

1. Antecedentes	4
2. Estaciones de muestreo	6
3. Metodología	8
3.1. Valores de referencia	9
4. Resultados en la campaña anual 2020.....	11
4.1. Tabla de resultados	11
4.2. Variabilidad interanual: 2014-2019.....	12
5. Conclusiones	17
5.1. Variables físico-químicas	17
5.2. Variables biológicas	17
5.3. Variables hidromorfológicas	23
6. Síntesis del informe.....	25
7. Bibliografía citada	27

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.

Debido a la gran intensidad del uso público, generalmente recreativo, la degradación del río Manzanares en La Pedriza era evidente. A partir del año 2014 se decidió realizar un seguimiento intensivo del estado ecológico del río con el fin de evaluar estos ecosistemas objetivamente, 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. A partir de ese mismo año, se han mantenido estas medidas de gestión hasta la actualidad.

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 el año 2017, se siguió 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 2020 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 2020, así como la comparación interanual durante los siete años de seguimiento intensivo en el periodo 2014-2020.

2. ESTACIONES DE MUESTREO

En el periodo 2014-2020, 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.

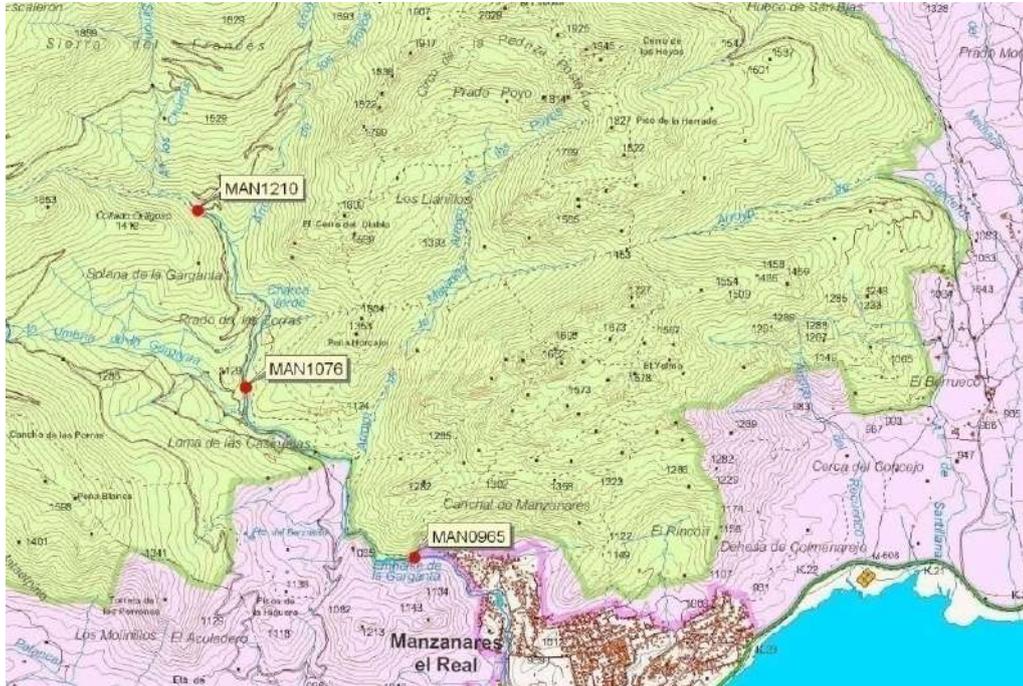


Figura 1. Estaciones de muestreo en el sector del río Manzanares. En verde claro: Parque Nacional, en rosa pálido Zona Periférica

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 2020, alcanzando en el periodo 2014-2020 un total de 78 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 Físicoquímicas		
Parámetro	Uds	Indicador
pH	uds pH	Calidad del agua
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C	Calidad del agua
Oxígeno Dis	mg/L O ₂	Calidad del agua
% Sat O ₂	%	Calidad del agua
Temperatura	°C	Calidad del agua
Fósforo Reactivo Soluble	$\mu\text{g}/\text{L}$ P	Eutrofización/Calidad del agua
Nitratos	$\mu\text{g}/\text{L}$ NO ₃	Eutrofización/Calidad del agua
Nitritos	$\mu\text{g}/\text{L}$ NO ₂	Eutrofización/Calidad del agua
Nitrógeno amoniacal	$\mu\text{g}/\text{L}$ NH ₃	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., 2018). 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. ¹	pH	Ribera	Hábitat Fluvial ¹	Ind. Berger ²	Ind. Shannon ³
Estado ecológico	Calidad	IBMWP	mg/L O ₂	µS/cm 25°C	Uds	QBR	IHF	%	Nits/ind
Muy Bueno	Buena. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	>158	> 8,5 ¹	<250 ¹	6,5-8,7	>79,9 ** > ó = 95*	> 65 ¹	<30%	>2,10
Bueno	Aceptable. Son evidentes algunos efectos de perturbación	158-96,5	5	250-400 ¹	6-9	90-75*		30-55%	2,10-1,60
Moderado	Dudosa. Aguas contaminadas.	96,5-60		>400 ¹		70-55*		>55%	<1,60
Deficiente	Crítica. Aguas muy contaminadas.	59-23				50-30*			
Malo	Muy crítica. Aguas fuertemente contaminadas.	23-0				< 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.

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

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

³ 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 2020

Durante el año 2020 se ha continuado con el seguimiento ecológico del río Manzanares en las tres estaciones de muestreo. A diferencia de años anteriores (2014-2018), se han realizado dos campañas de muestreo, una en primavera (junio), y otra campaña en el verano tardío (finales de agosto).

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	14	15	19
		Agosto	24	24	40
Oxígeno Dis	mg/L O_2	Junio	10,33	10,28	10,58
		Agosto	9,15	8,96	8,8
% Sat O_2	%	Junio	104	104,8	104,1
		Agosto	106,7	104,9	104,1
pH	Uds pH	Junio	7,12	7,24	7,16
		Agosto	6,86	6,76	7,04
Temperatura Agua	$^{\circ}\text{C}$	Junio	9,4	10,6	9,6
		Agosto	16	17	18
Caudal	m^3/s	Junio	0,138	0,202	0,262
		Agosto	0,035	0,052	0,053
Fósforo Reactivo Soluble	$\mu\text{g/L P - PO}_4$	Junio	3	2	2
		Agosto	1	1	1
Nitratos	$\mu\text{g/L N-NO}_3$	Junio	78	71	84
		Agosto	27	32	39
Nitritos	$\mu\text{g/L N-NO}_2$	Junio	1	1	1
		Agosto	2	1	1
Amoniaco	$\mu\text{g/L N-NH}_3$	Junio	0	0	9
		Agosto	0	20	20

Variables Biológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Indices diversidad	Berger %	Junio	33,3	33,8	31,7
		Agosto	23,1	22,8	33,6
	Shannon (Nits/ind)	Junio	2,34	2,04	1,83
		Agosto	2,4	2,4	1,97
Indices Biológicos	IBMWP	Junio	190	169	166
		Agosto	177	168	146
	IASPT	Junio	6,8	5,6	6,6
		Agosto	5,9	6	6,1
	EPT	Junio	16	15	10
		Agosto	12	11	8
Variables Hidromorfológicas					
Parámetro	Uds	Mes	MAN1210	MAN1076	MAN0965
Índice Calidad Riparia	QBR	Junio	80	80	65
		Agosto	75	80	60
Índice Hábitat Fluvial	IHF	Junio	67	70	65
		Agosto	68	68	66

Tabla 3. Resultados obtenidos en el año 2020, para las diferentes variables físico-químicas, biológicas e hidromorfológicas en las tres estaciones de muestreo.

4.2. Variabilidad interanual: 2014-2020

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 2014-2020, 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
IBMWP	192,8	159	172	180,8	176,8	164	183,5
IASPT	6,17	6,03	6,2	6,2	6,3	6,1	6,35
Berger %	16,3	22,2	20,4	20,4	26,7	27,4	28,2
Shannon (Nits/ind)	2,78	2,6	2,53	2,69	2,37	2,38	2,37
EPT (nº taxa)	13,8	11,8	13,3	15,8	14,3	10,5	14
Variables Fisicoquímicas							
pH (uds pH)	6,23	7,45	7,29	7,37	7,2	sd	6,99
Oxígeno Dis Dis (mg/L O₂)	10,3	9,28	8,75	8,9	8,8	9,07	9,74
% Sat O₂	114,4	103,5	100,4	99,5	95,1	97,1	105,35
Amoniaco (µg/L N-NH₃)	18,83	18,78	13,9	19,7	4	15,3	0
Conductividad	19,5	17,35	19,6	18,1	18,4	20,5	19
Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P)	2	2,8	2,6	1,8	1,6	1	2
Nitratos (µg/L N-NO₃)	24,1	35,4	36,2	37,5	45,5	48,2	52,5
Nitritos (µg/L N-NO₂)	0,8	1,1	1,3	2	0,7	2,3	1,5
Variables Hidromorfológicas							
QBR (0-100)	90	81,3	85	78,8	78,8	80	77,5
IHF (0-100)	74,3	69,3	72,5	68	67,5	70	67,5

Tabla 4. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo de referencia MAN1210. Periodo 2014-2020.

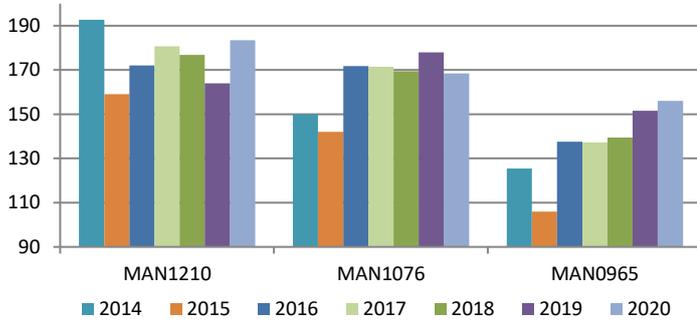
Variable	MAN1076						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
IBMWP	150	142	171,8	171,5	169,5	178	168,5
IASPT	5,47	5,4	5,6	5,9	5,8	5,95	5,8
Berger %	35,2	56,5	24,4	26,6	27	25,35	28,3
Shannon (Nits/ind)	2,37	1,73	2,42	2,49	2,38	2,46	2,22
EPT (nº taxa)	9	7,5	11,5	11	12,3	11,5	13
Variables Fisicoquímicas							
pH (uds pH)	6,61	7,48	7,23	7,43	7,15	sd	7
Oxígeno Dis Dis (mg/L O₂)	9,14	9,12	8,61	8,67	8,8	8,99	9,62
% Sat O₂	104,4	104,9	99,6	100,7	95,5	96,2	104,85
Amoniaco (µg/L N-NH₃)	10,32	25,93	16,1	26,4	3,6	20,7	10
Conductividad	20	19,43	20,9	19,2	18,9	20,6	19,5
Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P)	3,8	4	2,4	1,7	1,2	0,5	1,5
Nitratos (µg/L N-NO₃)	28,2	40,3	34,9	39,9	39,7	52,1	51,5
Nitritos (µg/L N-NO₂)	1,6	1,6	1,7	1,4	0,5	1,8	1
Variables Hidromorfológicas							
QBR (0-100)	75	65	80	76,3	78,8	80	80
IHF (0-100)	64,7	65	64,3	66,8	68,5	65	69

Tabla 5. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo MAN1076 (Debajo de la Charca Verde). Periodo 2014-2020.

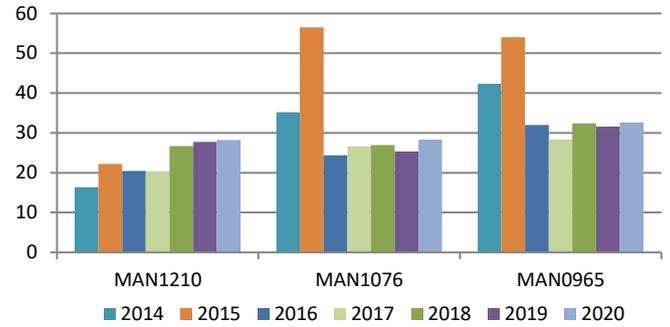
Variable	MAN0965						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>IBMWP</i>	125,5	106	137,5	137,3	139,5	151,5	156
<i>IASPT</i>	6,05	5,93	6	6,2	5,9	6,05	6,35
<i>Berger %</i>	42,3	54	32	28,4	32,4	31,5	32,65
<i>Shannon (Nits/ind)</i>	1,79	1,58	2,03	2,17	2,05	2,05	1,9
<i>EPT (nº taxa)</i>	7,8	5,3	9	9	8,8	9,5	9
Variables Fisicoquímicas							
<i>pH (uds pH)</i>	6,64	7,43	7,26	7,48	6,97	sd	7,1
<i>Oxígeno Dis Dis (mg/L O₂)</i>	9,47	9,14	8,69	8,79	8,8	8,95	9,69
<i>% Sat O₂</i>	109	102,1	100,1	98,9	95,7	96,4	104,1
<i>Amoniaco (µg/L N-NH₃)</i>	14,33	26,42	14,8	34,5	8,1	17,9	14,5
<i>Conductividad</i>	26	25,53	27,4	23,4	23,2	25,1	29,5
<i>Fósforo Reactivo Soluble (µg/L P)</i>	2,6	2,8	2,4	1,6	1,6	0,5	1,5
<i>Nitratos (µg/L N-NO₃)</i>	18,4	43,8	38,4	43,6	49,3	49,1	61,5
<i>Nitritos (µg/L N-NO₂)</i>	1,7	1,2	1,4	1	0,4	1,3	1
Variables Hidromorfológicas							
<i>QBR (0-100)</i>	71,7	67,5	66,3	72,5	75	75	62,5
<i>IHF (0-100)</i>	66,3	65,3	64	66,5	66	65	65,5

Tabla 6. Promedio anual de las variables determinadas en la estación de muestreo MAN0965 (El Tranco).
Periodo 2014-2020.

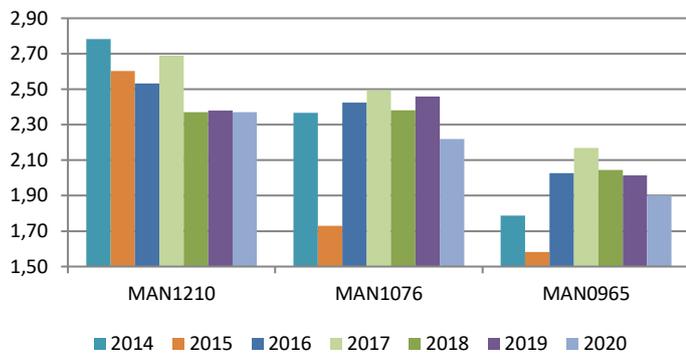
IBMWP: Calidad Biológica



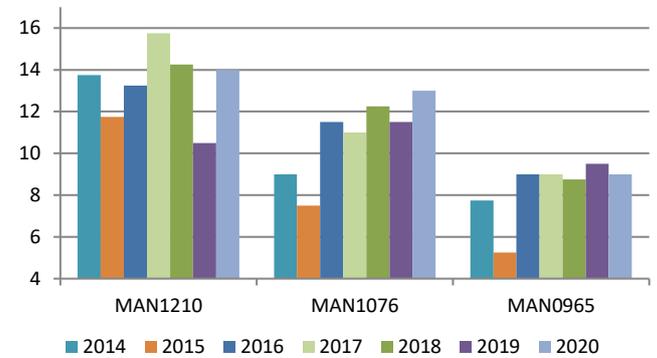
I. Berger %



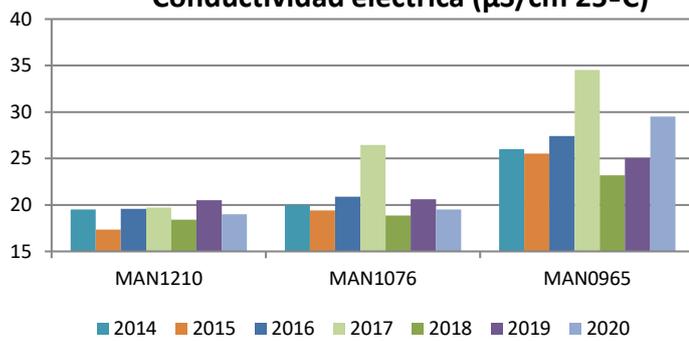
Diversidad Shannon (nits/ind)



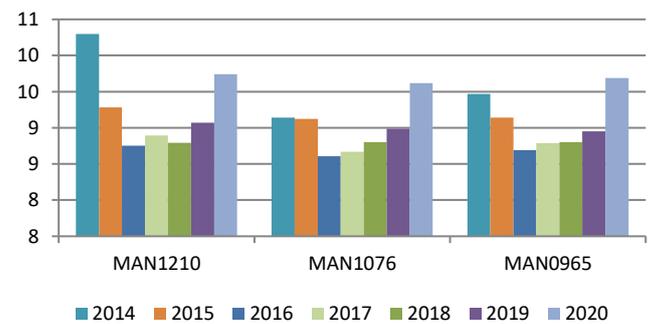
EPT (nº taxa)



Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm } 25^\circ\text{C}$)



Oxígeno Disuelto ($\text{mg}/\text{L } \text{O}_2$)



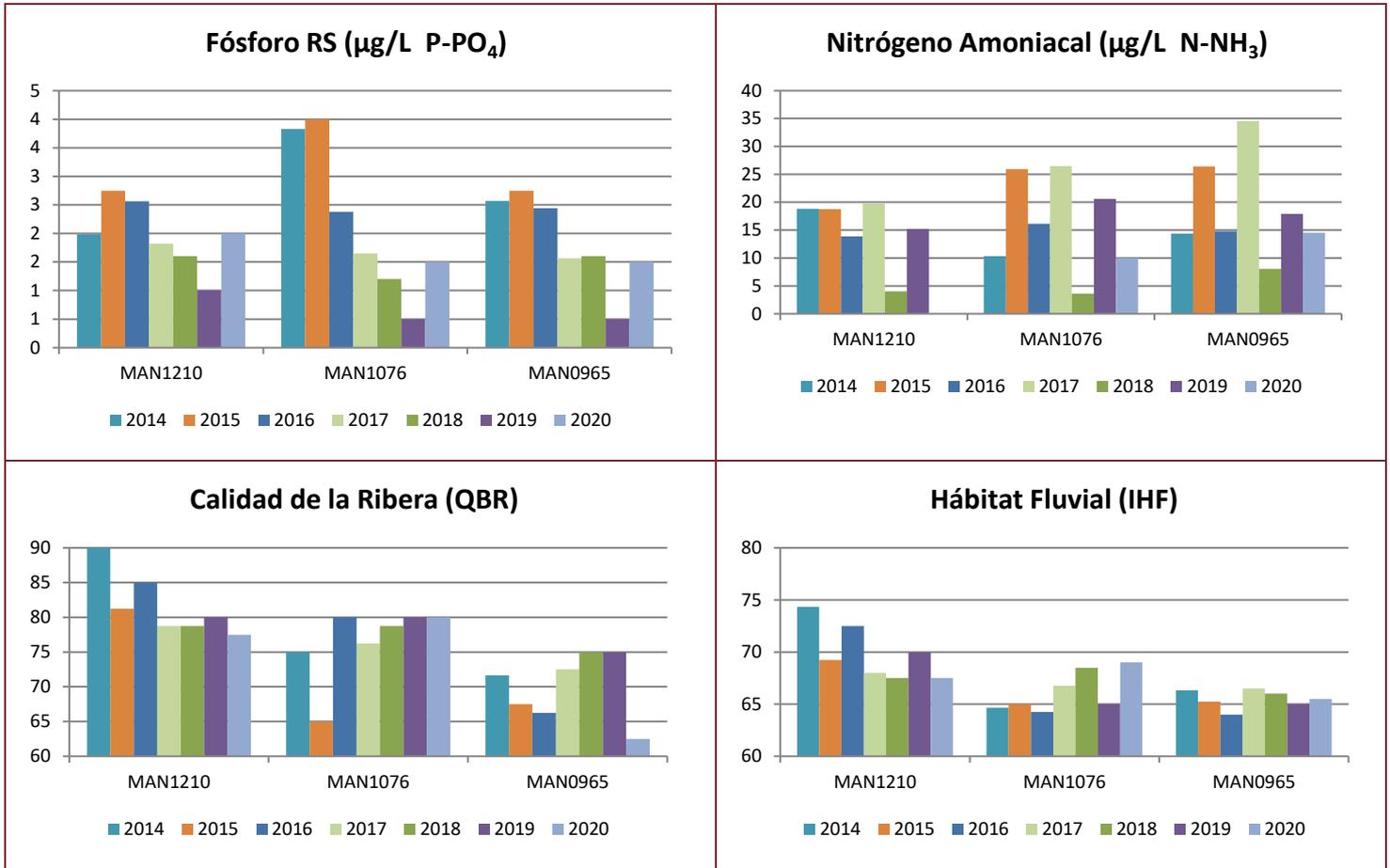


Tabla 7. Representación gráfica en promedio anual de las principales variables determinadas en el periodo 2014-2020.

5. CONCLUSIONES

5.1. Variables fisicoquímicas

Como en años anteriores, durante el año 2020, 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, el fósforo mantiene una ligera tendencia a la disminución, en parte lógico al haberse limitado el baño, siempre en valores muy bajos. Destaca el descenso en la estación de muestreo MAN1076, aunque éste es generalizado en las tres estaciones de muestreo.

En cuanto al amonio, en el año 2020 se ha observado un descenso respecto al periodo anterior. Si bien, es clara una tendencia espacial, con una mayor concentración a medida que se desciende en sentido aguas abajo. Los valores máximos se alcanzaron en los años 2015 y 2017. Durante el año 2020 el valor máximo se ha registrado en MAN0965 y MAN1076 con 20 µg/L N-NH₃. En cualquier caso, los valores en todo el periodo de seguimiento están acordes con las características propias de ríos inalterados de la montaña mediterránea silícea.

En cuanto al oxígeno disuelto, se observa un descenso de éste a una escala temporal, a medida que se adentra el verano, con mínimos en el mes de agosto. Es un comportamiento lógico ya que la solubilidad del oxígeno en el agua está relacionada con la temperatura de ésta. El promedio anual de 2020 se sitúa en los 9,7 mg/L.

Interanualmente, se sigue observando una cierta mejora en la concentración de nutrientes, principalmente el fósforo. En cuanto a pH, conductividad, y 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 <30%. En nuestro ámbito, a partir del promedio en cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama se sitúa en un 27,2% (n=156). Valores inferiores a un 30% indicarían una estabilidad y equilibrio del ecosistema fluvial.

Durante el año 2020 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 en el 32,6%, cuando en el año 2015 se situó en el 54%. En el caso de la estación MAN1076 se mantiene más o menos constante desde el año 2016, en torno al 24-28%, resultando el promedio anual de 2020 en el 28,3%. Por lo tanto, se puede confirmar una recuperación de la sobredominancia detectada en el año 2015 (56,5% en MAN1076).

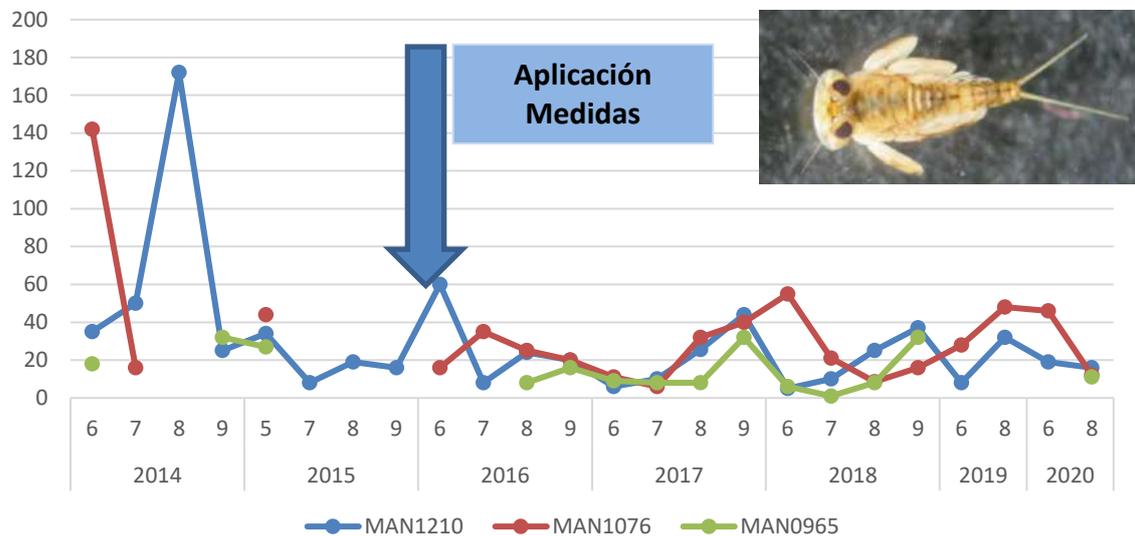
En cuanto a los taxones causantes de dicha sobredominancia, en los años 2014 y 2015 se debió a los dípteros quironómidos, destacando los resultados de la dominancia observada en el mes de septiembre del año 2015 (un 82% a favor de los quironómidos) en la estación de muestreo localizada aguas abajo de Charca Verde. En años posteriores, una vez limitada la actividad del baño, esta dominancia ha estado compartida con otros taxones. En el año 2020, observado ya en años anteriores, el taxón dominante en primavera ha sido el efemeróptero *Baetis* sp. En el mes de agosto se vuelve a compartir la dominancia entre el plecóptero *Leuctra* sp. y los dípteros quironómidos.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') expresa la diversidad de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos. Durante el año 2020, al igual que se ha observado en años anteriores, a nivel espacial, la diversidad desciende en sentido aguas abajo, aunque en los últimos años la diversidad H' en la estación MAN1076 (aguas debajo de Charca Verde) es similar a la de la estación superior (MAN1210). **Interanualmente**, se ha observado en el año 2020 la tendencia de incremento de este índice respecto al año 2015, principalmente en las estaciones MAN1076 y MAN0965 que estuvieron más afectadas por la actividad del baño.

Teniendo en cuenta que los valores promedio acumulados, para 26 cursos fluviales de la Sierra de Guadarrama en los últimos años ha sido de 2,44 nits/ind (n=156, fuente: CISE), las estaciones MAN1076 y MAN1210 se sitúan en valores similares, por lo que podría haberse alcanzado las condiciones de referencia de la comunidad biológica. Se sigue observando un valor menor respecto a la condición de referencia, en la estación MAN0965, aunque ha mejorado notablemente en los últimos años superando los 2,00 nits/ind en los últimos 4 años (en el año 2015 fue de 1,59 nits/ind), este año 2020 en promedio anual se ha obtenido 1,90 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 concretas, por lo que hay que tomar con cautela dichos valores. Lo que sí se observa una mejora del índice biológico de macroinvertebrados (IBMWP) que se comenta más adelante.

La familia de efemerópteros (Heptageniidae) que presenta dos taxones en el río Manzanares (*Epeorus* sp. Y *Ecdyonurus* sp.), está caracterizada por ser muy poco tolerante a la contaminación, habitando zonas lólicas de ríos y arroyos. A continuación se expone la densidad (ind/m²) 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,

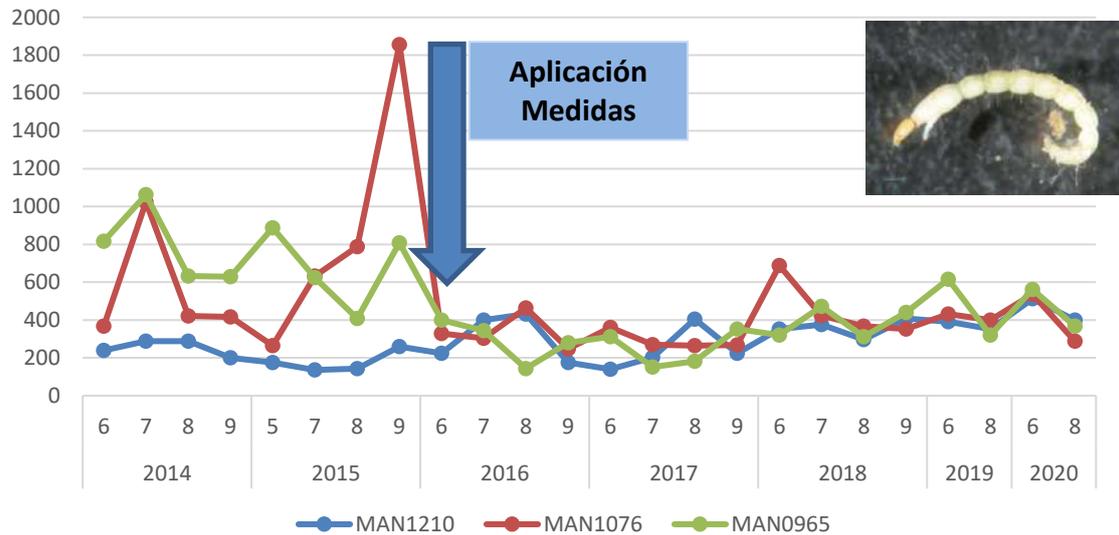
presumiblemente por la presión a la que estaba sometido el río Manzanares a medida que la afectación del cauce se magnificaba a lo largo del periodo estival a causa del baño.



Abundancia de heptagénidos (ind/m²) en el río Manzanares en el periodo 2014-2020.

Tal y como se observa en el gráfico, los heptagénidos estaban presentes al inicio de cada temporada. Durante los años 2014 y 2015 desaparecían a medida que se adentraba el verano en las estaciones MAN1076 y MAN095. 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 permanentemente en la estación de referencia, MAN1210. Sin embargo, a partir del año 2016, se puede apreciar como los heptagénidos permanecen en el río a lo largo de todo el año, aunque en algún concreto, como fue 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.

Otro indicador son los dípteros quironómidos, que parecen estar relacionados 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, la abundancia se incrementaba en los meses estivales (máximo de 1854 ind/m²), cuando el baño estuvo permitido. Los años precedentes, la abundancia se normalizan (oscilando entre 144-688 ind/m²) a valores más acordes a otros ríos similares, así como a la estación de control MAN1210, en donde no se registraban abundancias tan elevadas. Durante 2020, el máximo valor de abundancia registrado ha sido en MAN0965 en primavera con 562 ind/m², muy por debajo de lo observado en los años 2014 y 2015. En los tres últimos años se mantiene un patrón de abundancia similar en las tres estaciones de muestreo.



Abundancia de quironómidos (ind/m²) en el río Manzanares en el periodo 2014-2020 en las tres estaciones de muestreo.

Índices biológicos

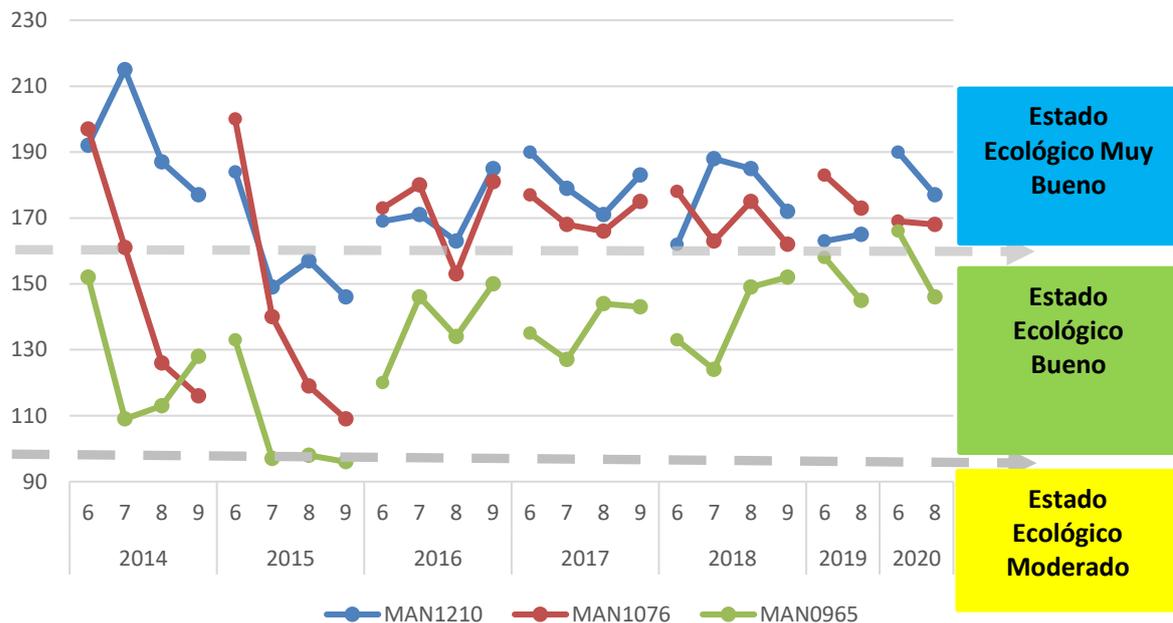
El índice biológico de macroinvertebrados **IBMWP** es el índice de referencia estandarizado a nivel nacional en la determinación del estado ecológico (BOE, 2015). Durante el año 2020 a escala temporal, se ha mantenido prácticamente estable en la estación MAN1076, y desciende levemente en las estaciones MAN1210 y MAN0965. En general, a nivel espacial, se observa un descenso en sentido aguas abajo.

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, el estado ecológico durante el año 2020 en las estaciones MAN1210 y MAN1076 se sitúan en un **estado ecológico muy bueno durante todas las campañas de muestreo**. La estación MAN0965 es la que denota un mayor incremento interanual. Es más, en la campaña primaveral se encontraba en estado Muy Bueno, para descender a un nivel Bueno en la campaña estival. Se sigue deduciendo una **notable 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 2016-2019.

Interanualmente, la estación de referencia MAN1210 se mantiene desde el inicio del periodo de seguimiento (2014-2020) en un muy buen estado ecológico. Aguas abajo de Charca Verde (MAN1076) en los años 2014 y 2015 se observaba una disminución del estado ecológico a medida que se adentraba el verano a un nivel inferior, desviado de ligera a moderadamente de las condiciones de referencia. A partir del año 2016, y hasta la actualidad (2020) 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 2015. **En promedio anual, la mejora del estado ecológico hasta el año 2020 es un 20% superior respecto al año 2015.**

Otro ámbito muy afectado por la actividad del baño fue la **zona de El Tranco** (MAN0965). La calidad ecológica detectada en el verano de 2015 llegó a un nivel intermedio o desviado moderadamente de su estado de referencia. Durante el periodo 2016-2020 se viene observando un incremento gradual cada año, que ha supuesto en el año 2020 **un incremento superior al 47% (156 puntos) del índice IBMWP respecto al año 2015**, situándose en **un estado ecológico Bueno**. Sin embargo, es notable mencionar 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, se ha alcanzado por primera vez desde el inicio del seguimiento en el año 2014, un estado Muy Bueno en la campaña primaveral (166 puntos del IBMWP).**



Otro indicador biológico es el EPT (suma de taxones de efemerópteros, plecópteros y tricópteros), al estar considerados, en general, como órdenes intolerantes a la contaminación, y por ello informando del estado de conservación del ecosistema fluvial. 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 2020, a nivel temporal, se ha observado una tendencia de descenso del EPT. Esta variable está muy relacionada con la época del año, disminuyendo 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 ha registrado 13 taxones, siendo menor en El Tranco con 9 taxones. Asimismo, se ha observado una tendencia de descenso del EPT a un nivel espacial, en sentido aguas abajo. Estos resultados son similares en las estaciones MAN1210 y MAN1076, siendo la estación de El Tranco (MAN0965) la única que se sitúa por debajo de las condiciones de referencia para la Sierra de Guadarrama.

Sin embargo, es realmente interesante, que **interanualmente** el EPT ha notado una mejora considerable desde el año 2015, incrementándose en 2020, en términos porcentuales, un 70% en MAN1076 y 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, aunque la tendencia interanual sigue siendo un incremento del EPT.

5.3. Variables hidromorfológicas

La valoración del hábitat fluvial (**índice IHF**) durante 2020 ha permanecido estable a lo largo del año. Los máximos del índice se han registrado en la estación MAN1076, aunque muy similares a 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.

Interanualmente, la estación MAN1210 desciende levemente, por el contrario la estación MAN1076 incrementa interanualmente la diversidad del hábitat fluvial, manteniéndose estable en MAN0965.

Se comentó en informes anuales anteriores que la principal limitación del índice IHF 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 rodófitas del género *Lemanea*, es la flora más típica de los ríos y arroyos de montaña, 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.

Otra variable hidromorfológica, aunque muy relacionada con la biodiversidad y funcionamiento del río, es la **vegetación de ribera**, que aporta la materia orgánica como principal fuente de energía 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 2020 el índice de calidad de la ribera se ha mantenido similar a años precedentes.

Interanualmente, se ha notado una mejora del índice QBR en MAN1076 respecto a años precedentes. Sin embargo, en MAN1210 la tendencia es contraria, estando muy relacionado con una importante herbivoría del 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 2020 el estado de conservación de la ribera en MAN0965 ha descendido moderadamente situándose en un nivel de calidad intermedio.

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 estaciones MAN1210 y MAN0965 se situarían como un estado de conservación bueno. La estación MAN1076 (QBR=80) se situaría en muy justo en un nivel superior.

También es destacable que un factor determinante en la valoración del índice es la presencia de vegetación perenne autóctona (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.

6. SÍNTESIS DEL INFORME

- **Recuperación del equilibrio y dominancia del ecosistema fluvial** respecto a los años 2014 y 2015.

La dominancia se mantiene en valores propios de ríos de la Sierra de Guadarrama, oscilando entre el 22,8% y el 33,8%. Desde el año 2015 se ha reducido a la mitad, cuando fue máxima (en MAN1076 ha descendido del 56,5% al 28,3% en 2020). En cuanto a los taxones indicadores, la abundancia de quironómidos en esa misma estación de muestreo se mantiene estable entre los 288-536 ind/m² y una dominancia menor del 30% (máximo de 1854 ind/m² y dominancia del 82% en el año 2015). 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.

- **Incremento de la diversidad.**

El índice de diversidad de Shannon-Wiener sigue confirmando una buena diversidad en la estación MAN1076 (2,22 nits/ind), algo inferior al año 2019. En cuanto al ámbito de El Tranco (MAN0965) ha mejorado notablemente (de 1,59 a 1,90 nits/ind) aunque sigue siendo inferior a la media. En cuanto al EPT ha mejorado considerable respecto al año 2015, incrementándose en el año 2020 en términos porcentuales en un 70% en las estaciones más afectadas por la actividad del baño: MAN1076 y MAN0965.

- **Recuperación del estado ecológico**

Desde el año 2016 la **recuperación del estado ecológico** del río se ha observado en las estaciones de muestreo más afectadas por el baño, Charca Verde y El Tranco. En la estación de muestreo MAN1076, **aguas abajo de Charca Verde**, se mantiene en un estado similar a la estación de referencia MAN1210. En el presente año se ha observado un ligero descenso, aunque sigue situándose en **un estado** clasificado de acuerdo con el Real Decreto 817/2015 como **Muy Bueno** incrementándose en torno **al 20% respecto al año 2015**. 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. En el entorno **de El Tranco**, (MAN0965) se sigue confirmando la recuperación de una manera gradual. El presente año ha sido **superior al 47%** en cuanto a los valores del índice IBMWP. Por primera vez desde el inicio del seguimiento en el año 2014, en la campaña primaveral se ha obtenido un estado Muy Bueno (IBMWP=166 puntos).

- **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 2020, ya iniciada en el año 2016. En los años en los que la actividad del baño estaba permitida se observaba una desestabilización 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.
- Los valores de los índices del estado de la ribera y del hábitat fluvial, aún es pronto como para detectar una mejora notable. 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
- 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 (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. 2018. Índices biológicos en un espacio protegido de alta montaña (Sierra de Guadarrama). ¿Son realmente de utilidad? Centro de Investigación Seguimiento y Evaluación de la Sierra de Guadarrama. Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Presentación Póster. Congreso Ibérico de Limnología. Coimbra. Julio de 2018.