

PROTOCOLO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE MULTIMÉTRICO ESPECÍFICO DEL TIPO DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN RÍOS

CÓDIGO: METI-2015

Versión 1



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Este documento pertenece a una serie de protocolos de muestreo, laboratorio y cálculo de índices y métricas para su utilización en los programas de seguimiento del estado de las masas de agua continentales (ríos, lagos y embalses) y en la clasificación del estado ecológico.

Las especificaciones de estos documentos deberán ser tenidas en cuenta por los Organismos de cuenca en la explotación de las redes oficiales de seguimiento del estado y potencial ecológico en las masas de agua superficiales continentales, bien directamente o a través de contratos de servicios. Estos protocolos están sujetos a los cambios que se consideren necesarios en virtud del progreso científico de la materia.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-15-123-1



ACTUALIZACIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES

Versión del protocolo	Fecha	Corrección de errores
Versión 1	20/01/2016	Se sustituyen las referencias al Índice de disimilitud de Bray-Curtis por el Índice de Bray-Curtis en el texto del protocolo y en las tablas 1, 3a y 3b. Se corrige el algoritmo para obtener el índice en el apartado 4.1 y en la explicación se sustituyen los términos “diferencia” por semejanza y “disimilitud” por similitud.



INDICE

1.	APLICABILIDAD	5
2.	OBJETIVO	5
3.	NORMATIVA DE REFERENCIA	6
4.	DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL ÍNDICE MULTIMÉTRICO ESPECÍFICO DEL TIPO.....	6
4.1.	PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA CADA UNA DE LAS MÉTRICAS QUE INTEGRAN EL MULTIMÉTRICO	6
4.2.	PROCEDIMIENTO DE COMBINACIÓN DE LAS MÉTRICAS EN ÍNDICES MULTIMÉTRICOS ESPECÍFICOS DEL TIPO	9
	ANEXO I.....	12



1. APLICABILIDAD

Este protocolo para el cálculo del índice multimétrico de invertebrados en ríos es de obligada aplicación en la explotación de las redes oficiales de evaluación del estado / potencial ecológico en cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua, que explotan las Confederaciones Hidrográficas (CCHH), bien directamente o a través de contratos de servicios.

Este protocolo se aplica al cálculo del Índice Multimétrico Específico del Tipo (METI-2015) a partir de muestras tomadas mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en ríos (ML-Rv-I-2013) en las masas de agua de la categoría ríos y en las masas de agua artificiales o muy modificadas asimilables a ríos.

El cálculo del índice multimétrico de invertebrados en ríos para la clasificación del estado ecológico o potencial ecológico mediante el elemento de calidad fauna bentónica de invertebrados, se realizará mediante la aplicación del presente protocolo.

El conjunto de métricas descritas en este protocolo son aplicables a los tipos de masas de agua siguientes: 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 31 y 32.

MÉTRICAS APLICABLES POR TIPO DE MASA DE AGUA											
Métricas		Tipo de masa de agua									
		21	22	23	25	28	29	30	31	32	
Riqueza	Número de familias		x	x		x	x	x	x	x	
	Número de familias EPT	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Número de familias PT					x					
	Número de familias sensibles	x			x			x			
Porcentaje	Porcentaje de familias sensibles	x			x			x			
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	x			x			x			
	Porcentaje de 6 taxones dominantes		x	x		x	x		x	x	
	Porcentaje de Oligochaeta		x	x			x	x	x	x	
Abundancia	Abundancia de clases familias EPT	x	x	x	x		x		x	x	
	Abundancia de PT							x			
Bray-Curtis	Índice de Bray – Curtis	x			x	x		x			
Diversidad	Diversidad de Margalef		x	x		x	x		x	x	

Tabla 1. Métricas aplicables por tipo de masa de agua

2. OBJETIVO

La Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua, establece que los Estados miembros deberán poner en marcha programas de seguimiento. Estos programas de seguimiento deben permitir controlar y evaluar la composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados.

Por lo tanto, el objetivo de este protocolo es establecer un método de cálculo del índice multimétrico de invertebrados en ríos, de forma que el suministro de información sea de calidad y de comparabilidad científica equivalente entre las Demarcaciones Hidrográficas, garantizando de este modo el cumplimiento de los requisitos mencionados anteriormente.



3. NORMATIVA DE REFERENCIA

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- RD Legislativo 1/2001 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- RD 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas.
- Orden MAM/985/2006 por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de control y vigilancia de calidad de las aguas y de gestión de los vertidos al dominio público hidráulico.
- Orden MAM/3207/2006 por la que se aprueba la ITC-MMA.EECC-1/06 Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.
- RD 907/2007 por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Orden ARM/2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de planificación hidrológica.

Otra documentación de referencia:

- Pardo, I., Abraín, R., Gómez-Rodríguez, C., García-Roselló, E. 2010. Aplicación de los sistemas de evaluación del estado ecológico desarrollados para ríos en la aplicación de la Directiva Marco del agua en las Demarcaciones Hidrográficas del Cantábrico y Miño-Sil. 2010. NIPO 282-12-001-X.

4. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL ÍNDICE MULTIMÉTRICO ESPECÍFICO DEL TIPO

El procedimiento para el cálculo del índice multimétrico específico del tipo, requiere la identificación previa de los distintos taxones recogidos y la determinación de las abundancias de cada uno de ellos, mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados en ríos (ML-Rv-I-2013).

Una vez identificados los taxones y determinadas sus abundancias (nº individuos), se procede al cálculo de cada una de las métricas que integran el Índice Multimétrico Específico del Tipo al que corresponda la masa de agua. Posteriormente deben integrarse las métricas en el Índice Multimétrico Específico del Tipo que corresponda, tal y como se especifica en este protocolo.

4.1. PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA CADA UNA DE LAS MÉTRICAS QUE INTEGRAN EL MULTIMÉTRICO

A continuación se indica el procedimiento de cálculo para cada uno de las métricas que integran el índice multimétrico de cada uno de los tipos. Las métricas se calculan usando el nivel taxonómico de identificación de familia, excepto para los niveles superiores Oligochaeta y Acariformes.

Métricas de riqueza:

- **Número de familias.** Suma del número total de familias y niveles superiores¹ presentes en la muestra.
- **Número de familias EPT.** Suma del número de familias de los órdenes *Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera*.
- **Número de familias PT.** Suma del número de familias de los órdenes *Plecoptera* y *Trichoptera*.

¹ Solo para Oligochaeta y Acariformes para los que todas sus familias contabilizan máximo 1 para cada uno



- **Número de familias sensibles.** Suma del número de familias sensibles presentes en cada muestra. Las familias sensibles varían en función del tipo de masa de agua al que pertenezca la muestra que se quiere evaluar. A continuación se ofrece un listado con las familias sensibles aplicables a cada tipo de masa de agua (Tabla 2). Tal y como queda reflejado en la tabla 1, la métrica número de familias sensibles sólo es aplicable a los tipos 21, 25 y 30 según la tipología española de ríos.

Métricas de porcentaje:

- **Porcentaje de riqueza de familias sensibles.** Porcentaje de la riqueza de las familias sensibles frente al total de la riqueza de familias. Las familias sensibles son las especificadas en la tabla 2.
- **Porcentaje de los 3 taxones dominantes.** Suma de la abundancia relativa (porcentaje del número de individuos) de los 3 taxones de invertebrados bentónicos dominantes respecto a la abundancia total de la muestra.
- **Porcentaje de los 6 taxones dominantes.** Suma de la abundancia relativa (porcentaje del número de individuos) de los 6 taxones de invertebrados bentónicos dominantes respecto a la abundancia total de la muestra.
- **Porcentaje de Oligochaeta.** Porcentaje de los individuos pertenecientes a la clase Oligochaeta respecto a la abundancia total de individuos en la muestra.

Familias de invertebrados sensibles	CÓDIGO	Tipo de masa de agua		
		21	25	30
<i>Aphelocheiridae</i>	APH001FAMI			x
<i>Athericidae</i>	ATH001FAMI			x
<i>Brachycentridae</i>	BRA006FAMI	x	x	x
<i>Dixidae</i>	DIX001FAMI	x	x	
<i>DugesIIDae</i>	DUG001FAMI			x
<i>Elmidae</i>	ELM001FAMI			x
<i>Empididae</i>	EMP001FAMI	x	x	
<i>Ephemerellidae</i>	EPH002FAMI			x
<i>Heptageniidae</i>	HEP001FAMI	x	x	x
<i>Hydropsychidae</i>	HYD006FAMI			x
<i>Leuctridae</i>	LEU004FAMI			x
<i>Limoniidae</i>	LIM005FAMI	x	x	
<i>Nemouridae</i>	NEM001FAMI	x	x	x
<i>Perlidae</i>	PER004FAMI	x	x	
<i>Perlodidae</i>	PER006FAMI	x	x	x
<i>Philopotamidae</i>	PHI001FAMI	x	x	
<i>Psychomyiidae</i>	PSY002FAMI			x
<i>Scirtidae</i>	SCI001FAMI	x	x	
<i>Ueonidae</i>	UEN001FAMI			x

Tabla 2. Listado de familias pertenecientes a las especies sensibles (ordenada por orden alfabético) para los tipos nacionales de la categoría ríos.



Métricas de abundancia:

- **Abundancia relativa de familias EPT.** Previamente al cálculo y para obtener esta métrica, las abundancias (nº de individuos) de todas las familias existentes en la muestra deben codificarse teniendo en cuenta la siguiente escala:

Clases de abundancia	Nº de individuos en la muestra
0	n = 0
1	0 < n < 2,5
2	2,5 ≤ n < 10,5
3	10,5 ≤ n < 30,5
4	30,5 ≤ n < 100,5
5	100,5 ≤ n < 300,5
6	300,5 ≤ n < 1000,5
7	1000,5 ≤ n

Una vez codificadas todas las abundancias, se procede con el cálculo de la métrica, que resulta de dividir la suma de las clases de abundancia de las familias correspondientes a los órdenes *Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera* (EPT) por la suma de las clases de abundancia de todos los taxones de la muestra.

- **Abundancia absoluta de PT.** Suma del número de individuos de las familias muestreadas correspondientes a los órdenes *Plecoptera* y *Trichoptera* (PT).

Índices:

- **Índice de Bray – Curtis.** Expresa la semejanza entre la composición de taxones de las muestras que pertenecen a localidades de referencia y cualquier muestra con la que queramos compararlas. Este índice se obtiene con el siguiente algoritmo:

$$\text{ÍndiceBC} = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^S [x_{ij} + x_{ik}]} \right) * 100$$

Dónde:

Índice BC = medida de similitud Bray-Curtis entre las muestras j y k (expresada como porcentaje)

x_{ij} = número de individuos de la especie i en la muestra j



x_{ik} = número de individuos de la especie i en la muestra k

S = número de taxones

El índice de Bray-Curtis sólo se aplica a los tipos 21, 25, 28 y 30 según la tipología nacional de la categoría ríos. En la tabla del anexo 1 se presentan los valores de las medianas de las abundancias de las comunidades biológicas-tipo de referencia para cada uno de los tipos en los que se aplica esta métrica.

▪ **Índice de Diversidad de Margalef**

$$d = S - 1 / \ln(N)$$

Dónde:

S = número de taxones

N = número total de individuos en la muestra

4.2. PROCEDIMIENTO DE COMBINACIÓN DE LAS MÉTRICAS EN ÍNDICES MULTIMÉTRICOS ESPECÍFICOS DEL TIPO

La combinación de las distintas métricas para el cálculo de los índices multimétricos específicos de cada tipo deberá realizarse en dos pasos según el procedimiento descrito a continuación:

1) **Transformación** (sólo en aquellas métricas que sea necesario). La transformación se aplica a las métricas de abundancia absoluta o porcentajes:

- A todas las métricas que expresen datos de abundancia absoluta² se les aplicará una **transformación** logarítmica mediante $\log_{10}(x+1)$.
- Las métricas en forma de abundancia relativa o **porcentaje**³ deben ser expresadas **en tanto por uno**.
- Además, todas aquellas métricas⁴ con una respuesta creciente respecto a los gradientes de presión, deben **invertirse** antes de poder integrarse en el multimétrico. Para ello se transformarán mediante $1 - \text{valor de la métrica}$.

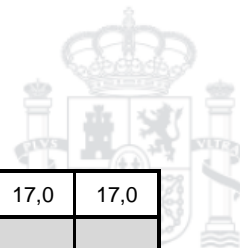
2) **Estandarización**. Es el paso previo a la suma de las métricas. Permite asignar a cada métrica valores comparables (entre 0 y >1), mediante la división del valor de la métrica observado en la muestra test (ya transformado y/o invertido) por el valor de la métrica esperado de la mediana de la referencia (también transformado y/o invertido según corresponda), para cada tipo de río. En las tablas 3a y 3b se facilitan los valores de referencia para cada una de las métricas componentes de los multimétricos.

MEDIANAS DE LAS MUESTRAS DE REFERENCIA										
Métricos		Tipo de masa de agua								
		21	22	23	25	28	29	30	31	32
Riqueza	Número de familias		32,0	32,0		39,0	35,5	33,0	35,5	35,5

² Abundancia de familias PT

³ % Oligochaeta, % familias EPT, % 3/6 taxones dominantes, % familias sensibles y el índice de Bray-Curtis

⁴ % Oligochaeta, % 3/6 taxones dominantes



	Número de familias EPT	16,0	15,0	15,0	16,0		17,0	16,5	17,0	17,0
	Número de familias PT					11,0				
	Número de familias sensibles	7,0			7,0			8,0		
Porcentaje	Porcentaje de familias sensibles	0,2000			0,2000			0,2457		
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	0,5689			0,5689			0,5677		
	Porcentaje de 6 taxones dominantes		0,8029	0,8029		0,7988	0,7439		0,7439	0,7439
	Porcentaje de Oligochaeta		0,0037	0,0037			0,0202	0,0078	0,0202	0,0202
Abundancia	Abundancia de clases familias EPT	0,5345	0,5098	0,5098	0,5345		0,5097		0,5097	0,5097
	Abundancia de PT							871,5000		
Bray Curtis	Índice de Bray – Curtis	51,1510			51,1510	52,4660		59,3747		
Diversidad	Diversidad de Margalef		3,7125	3,7125		4,2789	4,0376		4,0376	4,0376

Tabla 3a. Valores de referencia (sin transformar) para cada uno de las métricas componentes de los 5 multimétricos de los tipos nacionales de la categoría ríos.

MEDIANAS DE LAS MUESTRAS DE REFERENCIA										
Métricos		Tipo de masa de agua								
		21	22	23	25	28	29	30	31	32
Riqueza	Número de familias		32,0	32,0		39,0	35,5	33,0	35,5	35,5
	Número de familias EPT	16,0	15,0	15,0	16,0		17,0	16,5	17,0	17,0
	Número de familias PT					11,0				
	Número de familias sensibles	7,0			7,0			8,0		
Porcentaje	Porcentaje de familias sensibles	0,2000			0,2000			0,2457		
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	0,4311			0,4311			0,4323		
	Porcentaje de 6 taxones dominantes		0,1971	0,1971		0,2012	0,2561		0,2561	0,2561
	Porcentaje de Oligochaeta		0,9963	0,9963			0,9798	0,9922	0,9798	0,9798
Abundancia	Abundancia de clases familias EPT	0,5345	0,5098	0,5098	0,5345		0,5097		0,5097	0,5097
	Abundancia de PT							2,9408		
Bray Curtis	Índice de Bray – Curtis	0,5115			0,5115	0,5247		0,5937		
Diversidad	Diversidad de Margalef		3,7125	3,7125		4,2789	4,0376		4,0376	4,0376

Tabla 3b. Valores de referencia transformados para cada uno de las métricas componentes de los 5 multimétricos de los tipos nacionales de la categoría ríos

3) Una vez realizados estos procedimientos, las métricas seleccionadas se suman, obteniéndose el valor del **multimétrico**.

4) El estado ecológico de las muestras analizadas en cada tipo, en función de la composición de invertebrados, se expresa mediante un Ratio de Calidad Ecológica (RCE), que se obtiene dividiendo el valor del multimétrico obtenido para la muestra de la masa de agua, por la mediana del valor del multimétrico en las muestras de referencia del tipo. Para la clasificación del estado / potencial ecológico de la masa de agua, se deberán tener en cuenta las fronteras de estado ecológico establecidas legalmente para el indicador METI en el tipo de masa de agua que corresponda.

$$\text{Ratio de Calidad Ecológica} = \text{Valor Observado} / \text{Valor de referencia}$$



ANEXO I

MEDIANAS DE LAS ABUNDANCIAS DE INVERTEBRADOS EN LAS ESTACIONES DE REFERENCIA – CÁLCULO ÍNDICE BRAY – CURTIS





Familia	Tipos de intercalibración de la categoría de ríos		
	30	21 y 25	28
Aeshnidae	2	0	1
Ancylidae	0	9	91
Aphelocheiridae	0	0	24
Asellidae	0	0	51
Athericidae	33,5	20	11
Baetidae	302	197	477
Brachycentridae	6,5	16	13
Caenidae	0	0	328
Calamoceratidae	0,5	0	28
Calopterygidae	13,5	1	26
Ceratopogonidae	0,5	0	1
Chironomidae	979,5	745	1077
Cordulegastridae	3	1	0
Dixidae	0	1	0
Dytiscidae	1	0	3
Elmidae	418	203	624
Empididae	21,5	8	8
Ephemerellidae	23	8	144
Ephemeridae	0,5	0	0
Erpobdellidae	0	0	10
Gammaridae	0	0	68
Gerridae	0,5	1	4
Glossiphoniidae	0	0	4
Goeridae	0	0	1
Gomphidae	1	0	0
Gyrinidae	0	1	2
Heptageniidae	142,5	169	9
Hydraenidae	5	20	0
Hydridae	0	0	0
Hydrobiidae	1	0	184
Hydropsychidae	152	146	48
Lepidostomatidae	1,5	1	0
Leptoceridae	1	1	8
Leptophlebiidae	116,5	116	1
Leuctridae	197	144	111
Limnephilidae	0,5	1	6
Limoniidae	2	6	0
Lymnaeidae	0	0	106
Nemouridae	72,5	104	0
Oligochaeta	27	43	284
Perlidae	7,5	17	0
Philopotamidae	11	12	0
Planariidae	0	1	0
Planorbidae	0	0	13
Polycentropodidae	1,5	7	22
Rhagionidae	0,5	1	0
Rhyacophilidae	18,5	17	2
Scirtidae	0	1	0
Sericostomatidae	54,5	50	29
Sialidae	0	0	4
Simuliidae	56	61	28
Sphaeriidae	0	0	128