



# Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa

Informe 2024

AZTI

**ura**

URAREN  
EUSKAL  
AGENTZIA | AGENCIA  
VASCA  
DEL AGUA



ELISKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

MARZO 2025

<b>TIPO DE DOCUMENTO:</b>	Informe final
<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO:</b>	Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa
<b>ELABORADO POR:</b>	AZTI
<b>AUTORES:</b>	Joana Larreta y Oihana Solaun
<b>FECHA:</b>	Marzo 2025

# Índice

## Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa

Informe 2024

<b>1. Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Diseño del trabajo.....</b>	<b>5</b>
2.1. Puntos de control de muestreo y frecuencia.....	5
2.2. Procedimiento analítico .....	6
2.3. Criterios de evaluación.....	6
<b>3. Resultados .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Discusión de resultados .....</b>	<b>15</b>
4.1. Evolución en agua.....	15
4.2. Evolución en biota.....	18
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>19</b>

# 1.

## Antecedentes

El tributilo de estaño (TBT) está considerado como uno de los xenobióticos más tóxicos que han sido introducidos deliberadamente en el medio ambiente (Goldberg, 1986), compuesto que produce efectos tóxicos en un amplio espectro de organismos del ecosistema (Alzieu, 1996).

Desde la década de los 70, el TBT y sus derivados se han usado de forma generalizada como biocidas antiincrustantes en las pinturas de los cascos de todo tipo de embarcaciones (Bennett, 1996; Terlizzi et al., 2001). En la década de los 80 comenzaron las restricciones del uso del TBT en algunos países industrializados (Bosselmann, 1996). Posteriormente, en la Unión Europea, las limitaciones fueron más estrictas (Reglamento 782/2003/CEE), prohibiendo su uso en el recubrimiento de los buques y más tarde, a partir del 1 de enero de 2008, prohibiendo la entrada en puertos europeos a los buques que navegaran con pintura con TBT activo.

Con anterioridad a 2014, el diagnóstico del estado químico en la masa de agua de transición del Bidasoa era de buen estado químico, según los trabajos de la “*Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco*” (RSEETyC). Sin embargo, desde instituciones francesas se informó de un diagnóstico de mal estado químico por superación de normas de calidad ambiental asociadas a TBT.

Puesto que en el marco de la RSEETyC no se contemplaba en aquel momento el seguimiento de TBT, URA-Agencia Vasca del Agua solicitó a AZTI en 2014 la realización de un estudio para evaluar el grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental asociadas a TBT en el estuario del Bidasoa; y en su caso, poder proponer medidas preventivas y correctoras encaminadas a la consecución del objetivo medioambiental de buen estado químico.

Desde entonces, y actualmente en el marco del Convenio de Colaboración entre la Agencia Vasca del Agua y la Fundación AZTI Fundazioa suscrito con fecha 4 de enero de 2021, AZTI continúa llevando a cabo este seguimiento del grado de contaminación por TBT en el estuario del Bidasoa.

Debe recordarse que el uso de esta sustancia en pinturas está prohibido desde 1982 para buques de menos de 25 m de eslora, por lo que se supone que los niveles observados de TBT en el Bidasoa se derivan de una contaminación antigua y persistente. Esta situación hace que plantear medidas de reducción de aportes de TBT sea muy complicado.

En este informe se presentan los resultados del seguimiento realizado en 2024 que se incorporan a los trabajos previos realizados entre 2014 y 2023 (Larreta et al., 2015 y 2024).

# 2.

## Diseño del trabajo

### 2.1. PUNTOS DE CONTROL DE MUESTREO Y FRECUENCIA

En la campaña 2024 se realizaron muestreos trimestrales de aguas (febrero, junio, agosto y noviembre) para la determinación de TBT en aguas en 8 puntos de control de muestreo, dando continuidad al planteamiento realizado en 2023 (Larreta et al., 2024).

El **muestreo de aguas** se realizó con botellas oceanográficas Niskin en superficie y bajamar. Las muestras se preservaron en botellas de vidrio ámbar y refrigeradas, no más de una semana, hasta su envío a laboratorio de referencia para su análisis.

En la Tabla 1 y la Figura 1 se presenta la localización de los ocho puntos de control que forman parte de este estudio. Tres de ellos se consideran puntos de control representativos de la masa de agua (puntos del proyecto RSEETyC: E-BI20, E-BI10 y E-BI5) y los cinco restantes se consideran adicionales.



Figura 1. Localización de los puntos de control de muestreo de aguas en el estuario del Bidasoa. En verde se señalan los puntos de control correspondientes a este proyecto (BI1, BI3, BI6, BI7 y BI8) y en blanco se señalan los puntos de control representativos pertenecientes al proyecto RSEETyC (E-BI20, E-BI10 y E-BI5).

Tabla 1. Localización de los puntos de control de muestreo en el estuario del Bidasoa.

Masa	Matriz	Estación	X ETRS89	Y ETRS89	Localización
Bidasoa	Aguas	BI 1	597879	4803333	Bocana puerto deportivo Hondarribia
		E-BI20 (BI 2)	598019	4802580	Hondarribia (Txingudi)
		BI 3	598396	4801820	Punta del Aeropuerto
		E-BI10 (BI 4)	597951	4800640	Irún (Amute)
		E-BI5 (BI 5)	600332	4799755	Irún (Behobia)
		BI 6	599019	4801398	Puerto viejo de Hendaya
		BI 7	599178	4802474	Varadero-playa de Hendaya
		BI 8	598537	4802320	Bocana puerto deportivo de Hendaya

## 2.2. PROCEDIMIENTO ANALÍTICO

La determinación analítica de TBT en las muestras de aguas fue realizada por IPROMA (laboratorio acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación, conforme a los criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025: 2005 (CGA-ENAC-LEC), acreditación nº 103/LE268).

La determinación de TBT se realizó a través de la técnica de dilución isotópica, que consiste en la adición de cantidades conocidas de sustancias isotópicamente enriquecidas, a modo de trazador, a la muestra a analizar. Así, las nuevas abundancias isotópicas se miden en la mezcla por espectrometría de masas. A partir de los datos de abundancias isotópicas en la muestra, el trazador y la mezcla, se puede calcular la concentración de la sustancia en la muestra original.

En este método se realiza la derivatización y la extracción en un mismo paso, y se lleva a cabo una microextracción en un volumen reducido de disolvente (1,5 ml), disminuyendo así el tiempo tanto del análisis como de concentración de la muestra.

La detección y cuantificación se realizan por espectrometría de masas/masas con las transiciones específicas para cada compuesto. En el primer cuadrupolo (Q1) se aísla al ion precursor, un fragmento de la molécula del compuesto. En el segundo cuadrupolo (Q2) o celda de colisión se produce la ruptura del ion precursor bajo unas condiciones optimizadas previamente, obteniendo un fragmento de menor masa/carga denominado ion producto y detectado en el tercer cuadrupolo (Q3). Estos pares ion precursor - ion producto se denominan transiciones. Esta técnica permite eliminar interferencias de la matriz y confirmar con total seguridad el compuesto que se está analizando.

## 2.3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Según el Real Decreto 817/2015<sup>1</sup>, el estado químico de las aguas superficiales se clasificará como «bueno» o «no alcanza el buen estado». Una masa de agua superficial se encuentra en buen estado químico cuando se cumplen las Normas de Calidad Ambiental (NCA) establecidas en el anexo IV de dicho Real Decreto, así como otras normas comunitarias pertinentes que fijen NCA.

En el citado anexo IV (*Apartado B. Aplicación de las normas de calidad ambiental establecidas en el apartado A*) se indica que en una masa de agua superficial se cumplen las Normas de Calidad Ambiental expresadas como Media Anual (NCA-MA) cuando la media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año, en cada punto de control representativo de la masa de agua, no excede la norma.

<sup>1</sup> 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.



Asimismo, se indica que se considera que una masa de agua superficial cumple las Normas de Calidad Ambiental expresadas como Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA) cuando la concentración medida en cualquier punto de control representativo de la masa de agua no supera la norma.

Por tanto, cuando en todos los puntos de control representativos de una masa de agua se cumple con las NCA, se determina que el estado químico de dicha masa de agua es “bueno”; y cuando al menos una sustancia no cumple en algún punto, la masa de agua “no alcanza el buen estado químico”. Es decir, el estado químico corresponde a la peor clasificación de cada una de las sustancias con NCA establecida.

En la Tabla 2 se recogen la NCA-MA y la NCA-CMA para el TBT, siendo de aplicación para la masa de agua de transición del Bidasoa.

Tabla 2. Criterios de evaluación de TBT.

Matriz	Referencia	Criterio	Valor
Agua	Real Decreto 817/2015	Norma de calidad ambiental. Concentración media anual NCA-MA	0,0002 µg TBT l <sup>-1</sup>
		Norma de calidad ambiental. Concentración máxima admisible NCA-CMA	0,0015 µg TBT l <sup>-1</sup>

En el Real Decreto 817/2015 en su Anexo III (*Criterios y especificaciones técnicas para el seguimiento y clasificación del estado de las aguas*), apartado C (*Especificaciones técnicas de los análisis químicos*) se establecen una serie de consideraciones relativas a los ‘Métodos de análisis’ (C.1) y al ‘Cálculo de los valores medios’ (C.2).

Respecto a los *Métodos de análisis* y para el caso del TBT es relevante que en el punto C.1 se requiere que los métodos de análisis químico estarán validados y documentados de conformidad con la norma EN ISO/IEC-17025 u otras normas equivalentes aceptadas internacionalmente (punto C.1.a). Asimismo, se requiere que los métodos de análisis se basen en una incertidumbre de medida del 50 % o menos ( $k=2$ ) estimada al nivel de las NCAs y un límite de cuantificación igual o inferior a un valor del 30 % de las NCA pertinentes (punto C.1.b). Por último, se indica que a falta de una NCA pertinente para un parámetro determinado, o a falta de un método de análisis que cumpla los criterios del punto C.1.b), los análisis se efectuarán siguiendo las mejores técnicas disponibles que no acarreen costes desproporcionados (punto C.1.c).

Los análisis de TBT en aguas que se han realizado en esta serie de controles cumplen el criterio del punto C.1.a (laboratorio acreditado), pero no se cumple el criterio del punto C.1.b (límite de cuantificación igual que la NCA-MA), por lo que resulta de aplicación el uso de las mejores técnicas disponibles que no acarreen costes desproporcionados.

Respecto al *Cálculo de los valores medios* para el caso del TBT aplican los puntos C.2.a y C.2.b:

- Si las cantidades medidas de los parámetros fisicoquímicos o químicos de una muestra determinada son inferiores al límite de cuantificación, los resultados de la medición se fijarán en la mitad del valor del límite de cuantificación correspondiente para el cálculo de los valores medios.
- Si un valor medio calculado de los resultados de la medición al que se refiere el apartado a) es inferior a los límites de cuantificación, el valor se considerará «inferior al límite de cuantificación».

En el presente informe, a la hora de evaluar el estado químico de la masa de agua de transición del Bidasoa, en lo que respecta al TBT, se presentan dos evaluaciones. La evaluación de los resultados obtenidos en los tres puntos de control pertenecientes a la “Red de seguimiento del estado ecológico

de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco" (RSEETyC) (E-BI20 (BI 2), E-BI10 (BI 4) y E-BI5 (BI 5)) descritos en la Tabla 1) es la que determina el estado químico de la masa de agua de transición del Bidasoa, ya que se consideran puntos de control representativos.

Por otro lado, la segunda evaluación que se plantea tiene en consideración los resultados de los ocho puntos de control estudiados y resulta útil para determinar el posible origen de la contaminación por TBT en esta masa de agua de transición.

La presentación de los resultados del control y clasificación del estado químico se realiza mediante un código de colores establecido en el anexo V de la Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre, por la que se establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas y se corresponde con azul para buen estado químico y rojo para no alcanza el buen estado químico.

El grado de confianza de las evaluaciones del estado químico referidas al TBT en agua que se presentan en este informe están condicionadas, básicamente, por el rango analítico disponible, con un límite de cuantificación que es igual al valor establecido como NCA-MA ( $0,0002 \mu\text{g l}^{-1}$ ), y la incertidumbre analítica, que es del 25%.

Esta situación de incumplimiento de las especificaciones técnicas del Real Decreto 817/2015, junto con un número relativamente reducido de ensayos realizados por estación (6-7 ensayos por estación en 2014, 6 en 2015 y 4 al año en el periodo 2016-2024), reduce el nivel de confianza de la evaluación del estado químico por TBT en agua.

Ante lo anterior, en este informe se usa el color verde cuando de la evaluación en sentido estricto de los resultados de los ocho puntos de control estudiados se derive un diagnóstico de no alcanza el buen estado químico, pero las limitaciones analíticas descritas anteriormente determinan un bajo nivel de confianza. En esta situación la evaluación es de buen estado químico y en las tablas de resultados se indicará como B\*.



# 3.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados de TBT obtenidos en la masa de agua de transición Bidasoa y los correspondientes diagnósticos de estado químico por TBT, desde 2014 hasta 2024.

En 2014, en seis de los ocho puntos de control muestreadas se superó la NCA-MA, sin registrarse superación de NCA-CMA. El número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó relevante, 16 de 50. El valor medio anual del conjunto de resultados obtenidos en el estuario es superior a la NCA-MA.

Esta situación determinó que en 2014 el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fuera **'No alcanza el buen estado químico'** por TBT, independientemente de si se consideran los ocho puntos de control o sólo los tres puntos de control representativos (Tabla 3).

Tabla 3. 2014. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa. Positivas: el número de muestras que superan el límite de cuantificación (LC= NCA-MA). B: cumple la NCA; NA: no cumple la NCA; B\*: se diagnostica buen estado debido al bajo nivel de confianza de la evaluación.

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	7	1	0	<0,0002	0,0005	B	B	NA	NA
E-BI10 (BI 4)	7	2	0	0,00024	0,0007	NA	B		
E-BI5 (BI 5)	6	1	0	0,00022	0,0008	NA	B		
BI 1	6	2	0	0,00023	0,0006	NA	B		
BI 3	6	1	0	0,0002	0,0007	B	B		
BI 6	6	1	0	0,00027	0,0011	NA	B		
BI 7	6	5	0	0,00082	0,0013	NA	B		
BI 8	6	3	0	0,00062	0,0015	NA	B		
Global	50	16	0	0,00034	0,0015	NA	B		

En 2015, en cinco de los ocho puntos de control muestreadas se superó la NCA-MA, cumpliéndose en todos los casos la NCA-CMA, excepto en BI 1. El número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó relevante de forma similar a 2014, 16 de 48. El valor medio anual del conjunto de resultados obtenidos en el estuario es superior a la NCA-MA registrándose también superación de NCA-CMA.

Esta situación determinó que en 2015 el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fuera **'No alcanza el buen estado químico'** por TBT, independientemente de si se consideran los ocho puntos de control o sólo los tres puntos de control representativos (Tabla 4).

Tabla 4. 2015. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	6	4	0	0,00039	0,0009	NA	B	NA	NA
E-BI10 (BI 4)	6	1	0	<0,0002	0,0004	B	B		
E-BI5 (BI 5)	6	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	6	3	1	0,00084	0,004	NA	NA		
BI 3	6	1	0	0,0002	0,0007	B	B		
BI 6	6	2	0	0,00027	0,0006	NA	B		
BI 7	6	2	0	0,00033	0,0008	NA	B		
BI 8	6	3	0	0,00033	0,0006	NA	B		
Global	48	16	1	0,00033	0,004	NA	NA		

En 2016, solo en uno de los ocho puntos de control muestreadas se superó ligeramente la NCA-MA. Se trató de el punto de control BI 6, con un valor promedio de 0,00028 µg·l<sup>-1</sup>. El número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó bajo, 5 de 32. El promedio de los ocho puntos de control es inferior a la NCA-MA y no hay registros que superen la NCA-CMA. Además, los tres puntos de control representativos alcanzan el buen estado químico, siendo una estación de control adicional la que presenta un promedio superior a la NCA-MA.

Esta situación determinó que en 2016 el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fuera '**Buen estado químico**' por TBT (Tabla 5), derivándose un posible incumplimiento en un punto de control adicional, en el punto de control BI6.

El diagnóstico de 'Buen estado químico' se basa en el reducido número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación y el bajo nivel de confianza derivado de un límite de cuantificación coincidente con la NCA-MA, además de que los tres puntos de control representativos alcanzan el buen estado químico.

Tabla 5. 2016. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B	B	B*
E-BI10 (BI 4)	4	1	0	<0,0002	0,00032	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	1	0	<0,0002	0,0004	B	B		
BI 6	4	1	0	0,00028	0,0008	NA	B		
BI 7	4	1	0	0,0002	0,0005	B	B		
BI 8	4	1	0	<0,0002	0,0004	B	B		
Global	32	5	0	<0,0002	0,0008	B	B		

En 2017 todos los resultados de TBT fueron inferiores al límite de cuantificación (valor coincidente con la NCA-MA), lo que determinó **'Buen estado químico'** (Tabla 6).

Tabla 6. 2017. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B	B	B
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		

En 2018, el número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó bajo, 3 de 32. En el punto de control BI 7 se registró un valor de  $0,0016 \mu\text{g l}^{-1}$ , ligeramente superior a NCA-CMA, que provoca tanto la superación de la NCA-MA como de la NCA-CMA. Los otros registros con valores superiores al límite de cuantificación fueron en E-BI20 (BI 2) y en BI 3, sin dar lugar a superación de NCA-MA.

Al igual que en 2016, los tres puntos de control representativos alcanzan el buen estado químico, por lo que se determina un **'Buen estado químico'** de la masa de agua en el 2018, siendo una estación de control adicional la que presenta un promedio superior a la NCA-MA y una concentración superior al NCA-CMA.

El incumplimiento derivado en una estación adicional de control (BI7) con un bajo nivel de confianza ligado a la metodología analítica y teniendo en cuenta que los puntos de control representativos cumplen con el estado químico, determina globalmente un **'Buen estado químico'** (Tabla 7).

Tabla 7. 2018. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	1	0	<0,0002	0,00036	B	B	B	B*
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	1	0	<0,0002	0,00034	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	1	1	0,00048	0,0016	NA	NA		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	3	1	<0,0002	0,0016	B	B		

En 2019, aunque hay dos registros de TBT que superan el límite de cuantificación (valor coincidente con la NCA-MA), el resto de los resultados fueron inferiores a la norma de calidad, lo que determinó **'Buen estado químico'** (Tabla 8).

Tabla 8. 2019. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico		
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Globa puntos	
E-BI20 (BI2)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B	B	B	
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B			
E-BI5 (BI 5)	4	1	0	0,0002	0,0005	B	B			
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B			B
BI 3	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B			
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B			
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B			
BI 8	4	1	0	<0,0002	0,00039	B	B			
Global	32	2	0	<0,0002	0,0005	B	B			

En 2020, el número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó de nuevo bajo, 2 de 32. Estos resultados determinan la superación de NCA-MA en el punto de control representativo E-BI20 (BI 2), por lo que, en sentido estricto, la evaluación debería ser 'No alcanza el buen estado químico' por TBT. Al igual que en 2016 y 2018, el reducido número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) determinó que el promedio de los valores obtenidos en el conjunto de la masa fuera inferior a NCA-MA y no se diera superación de NCA-CMA, por lo que el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fue de **'Buen estado químico'** con bajo nivel de confianza (Tabla 9).

Tabla 9. 2020. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Globa puntos
E-BI20 (BI2)	4	1	0	0,00025	0,0007	NA	B	B*	B*
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	1	0	0,0002	0,0005	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	2	0	<0,0002	0,0007	B	B		

En 2021, el número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó ser de nuevo bajo, 4 de 32, siendo el rango de concentraciones entre 0,0003 y 0,0007 µg l<sup>-1</sup>. Esta situación provocó superación de NCA-MA en dos puntos de control, E-BI20 (BI 2) y E-BI5 (BI 5), ambos considerados representativos.

Al igual que en años anteriores, debido al reducido número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación, a que el promedio de los valores obtenidos en el conjunto de la masa fuera inferior a NCA-MA y no se diera superación de NCA-CMA, el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fue de **'Buen estado químico'** con bajo nivel de confianza. En sentido estricto debiera ser 'No alcanza el buen estado químico' por TBT al determinarse incumplimiento de norma de calidad en estaciones representativas (E-BI20 (BI 2) y E-BI5 (BI 5)). Pero el descenso en la

concentración de TBT en sedimentos y biota, así como de sus efectos ambientales observados en el estudio de imposex en gasterópodos que se llevó a cabo ese año (Larreta et al., 2022), apoyaron la decisión de determinar que el estado era Bueno (Tabla 10).

Tabla 10. 2021. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Globa puntos
E-BI20 (BI2)	4	1	0	0,00025	0,0007	NA	B	B*	B*
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	2	0	0,00025	0,0005	NA	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 8	4	1	0	0,0002	0,0005	B	B		
Global	32	4	0	<0,0002	0,0007	B	B		

En 2022 todos los resultados de TBT fueron inferiores al límite de cuantificación (valor coincidente con la NCA-MA), lo que determinó **'Buen estado químico'** (Tabla 11).

Tabla 11. 2022. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B	B	B
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		

En 2023, aunque hay un dato que supera el límite de cuantificación (valor coincidente con la NCA-MA), todos los resultados de TBT fueron inferiores a las normas de calidad correspondientes (NCA-MA y NCA-CMA), lo que determinó **'Buen estado químico'** (Tabla 12).

Tabla 12. 2023. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B	B	B
E-BI10 (BI 4)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 1	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 3	4	1	0	<0,0002	0,0004	B	B		
BI 6	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 7	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	1	0	<0,0002	<0,0002	B	B		

En 2024, el número de registros con concentraciones superiores al límite de cuantificación (coincidente con NCA-MA) resultó más relevante que en anualidades anteriores, 8 de 32, siendo el rango bastante amplio, entre 0,0003 y 0,0017  $\mu\text{g l}^{-1}$ . Resulta reseñable que en el muestreo de febrero de 2024 se registran superaciones de NCA-MA en siete de los ocho puntos de control, superándose la NCA-CMA en el punto de control BI 3 (Tabla 13). En el muestro de septiembre de 2024 también se superó la NCA-MA en el punto de control E-BI20 (BI2).

Tabla 13. Concentraciones ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) de TBT en las aguas muestreadas en los puntos de control del estuario del Bidasoa en 2024. Fondo rojo: la concentración supera la NCA-CMA (0,0015  $\mu\text{g l}^{-1}$ ); naranja: la concentración supera la NCA-MA (0,0002  $\mu\text{g l}^{-1}$ ); y azul: la concentración está por debajo de las NCA establecidas

Año	Fecha/estación	BI 1	E BI20 (BI2)	BI 3	E BI10 (BI 4)	E BI15 (BI5)	BI 6	BI 7	BI 8
2024	14/02/2024	0,0009	0,0007	0,0017	0,0004	0,0007	0,0005	0,00034	<0,0002
	27/05/2024	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	04/09/2024	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	20/11/2024	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

Esta situación provocó superación de NCA-MA en dos puntos de control representativos (E-BI20 (BI2) y E-BI15 (BI 5)); y otros dos adicionales (BI 1 y BI 3); y superación de NCA-CMA en el punto de control BI 3, por lo que se determina que en 2024 el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fuera **'No alcanza el buen estado químico'** por TBT, independientemente de si se consideran los ocho puntos de control o sólo los tres puntos de control representativos (Tabla 14).

Tabla 14. 2024. Grado de cumplimiento de NCA establecidas para el TBT en los puntos de control de muestreo de la masa de agua del Bidasoa (Claves: ver Tabla 3).

Estación	Nº muestras			Promedio (µg l-1)	Máximo (µg l-1)	Cumplimiento NCA-MA	Cumplimiento NCA-CMA	Estado químico	
	Total	Positivas >NCA-MA	Positivas >NCA-CMA					Masa de agua	Global puntos
E-BI20 (BI2)	4	2	0	0,00035	0,0007	NA	C	NA	NA
E-BI10 (BI 4)	4	1	0	<0,0002	0,0004	B	B		
E-BI5 (BI 5)	4	1	0	0,00025	0,0007	NA	B		
BI 1	4	1	0	0,0003	0,0009	NA	C		
BI 3	4	1	1	0,0005	0,0017	NA	NA		
BI 6	4	1	0	0,0002	0,0005	B	B		
BI 7	4	1	0	<0,0002	0,00034	B	B		
BI 8	4	0	0	<0,0002	<0,0002	B	B		
Global	32	8	1	0,00025	0,0017	NA	NA		



# 4.

## Discusión de resultados

### 4.1. EVOLUCIÓN EN AGUA

En lo que respecta a la **evolución temporal** de las concentraciones de TBT en agua, en los primeros años del seguimiento se observa mayor número de registros de concentraciones superiores a la NCA-MA (Figura 2). Sin embargo, sólo en tres ocasiones (julio de 2015 en BI1, mayo de 2018 en BI7 y febrero de 2024 en BI3) se ha superado la NCA-CMA, lo que representa menos del 1% del total de muestras analizadas.

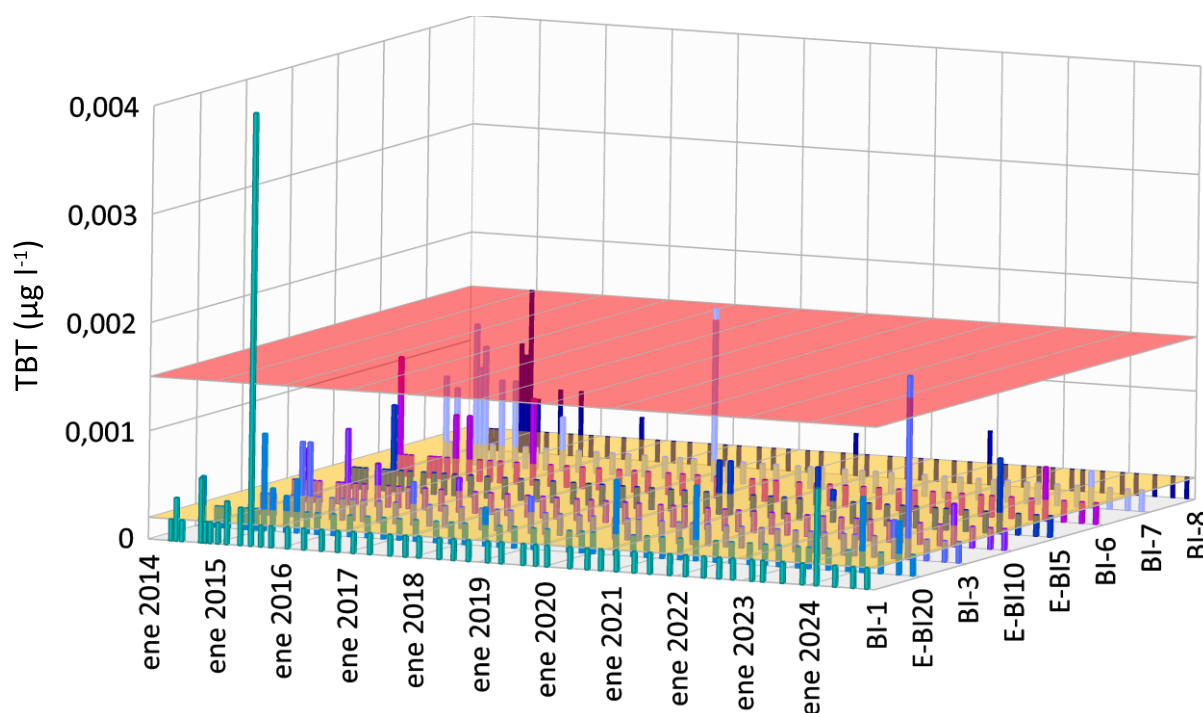


Figura 2. Evolución de la concentración de TBT en aguas de cada uno de los puntos de control muestreadas en la masa de agua del Bidasoa entre 2014 y 2024. La capa amarilla indica el NCA-MA ( $0,0002 \mu\text{g l}^{-1}$ ) y la capa en rojo indica el NCA-CMA ( $0,0015 \mu\text{g l}^{-1}$ ).

Considerando todos los puntos de control del estuario en conjunto, se observa que el número de resultados con valores superiores al límite de cuantificación (valor coincidente con la NCA-MA) ha ido disminuyendo hasta el 2023, lo que ha supuesto varios años de cumplimiento de la NCA-MA (Figura 3).

Las concentraciones máximas detectadas los últimos años de la serie también son menores a los del inicio del seguimiento. Mientras que en 2022 y 2023 casi todos los resultados estuvieron por debajo del límite de cuantificación, en 2024 se observan ocho concentraciones de TBT superiores, coincidiendo la mayoría con el muestreo de febrero (Figura 2).

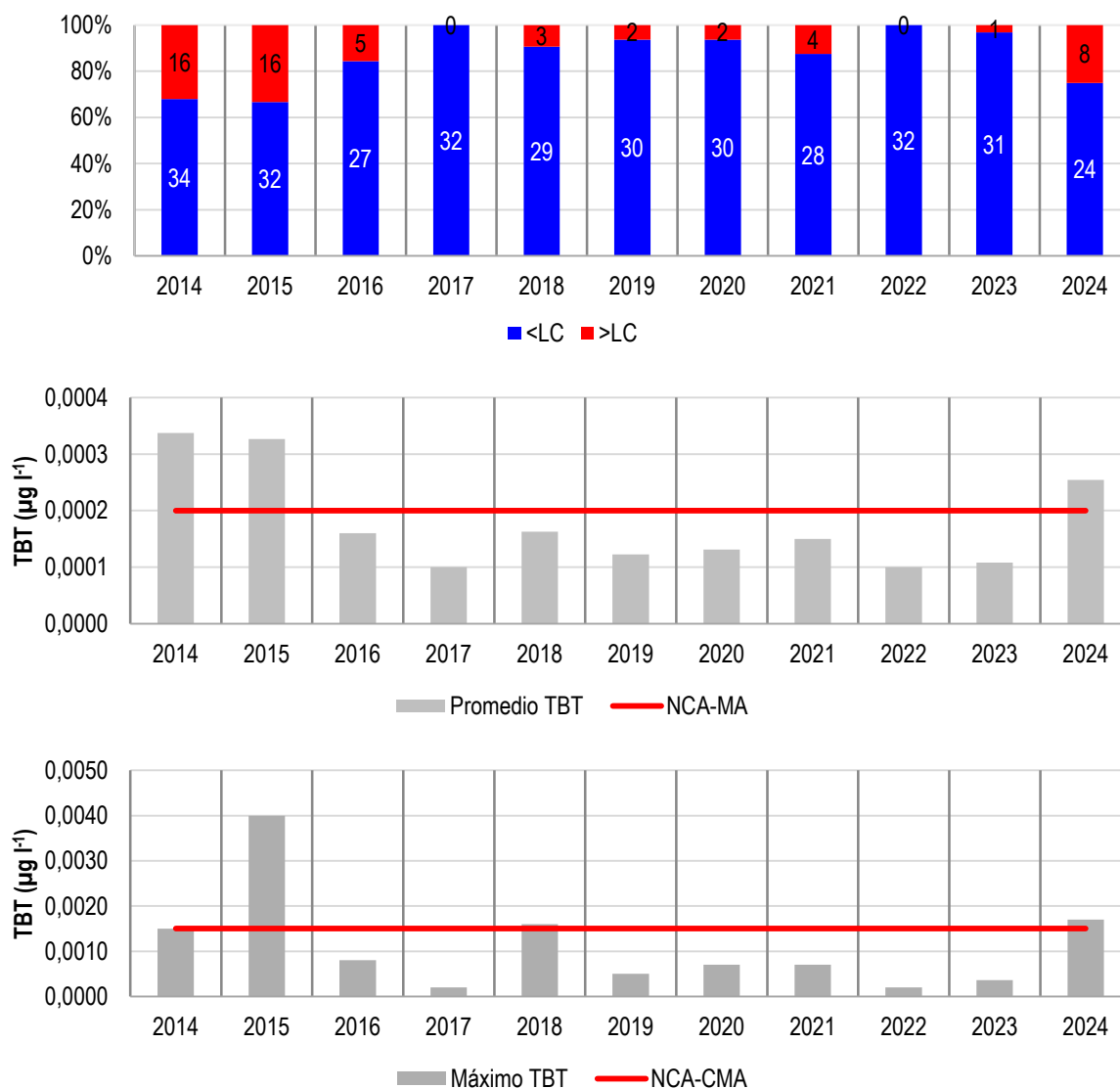


Figura 3. Evolución número de resultados superiores al límite de cuantificación (>LC), o inferiores a límite de cuantificación (<LC) (arriba), de la concentración promedio (medio) y máxima (abajo) de TBT en aguas de la masa de agua del Bidasoa, entre 2014 y 2024. Se consideran todos los puntos de control en conjunto.

Tampoco se observa una **distribución espacial** clara de las concentraciones de TBT en agua que se mantenga a lo largo del tiempo. Los puntos de control en las que el límite de cuantificación se ha superado en un mayor número de muestreos son BI-7 (20,8%) y E-BI20 (20,4%), seguidas del punto de control BI-8 (18,8%), especialmente los primeros años del seguimiento, aunque al considerar los resultados anualmente, no hay ninguna estación que destaque por incumplir repetidamente las NCA establecidas (Figura 4).

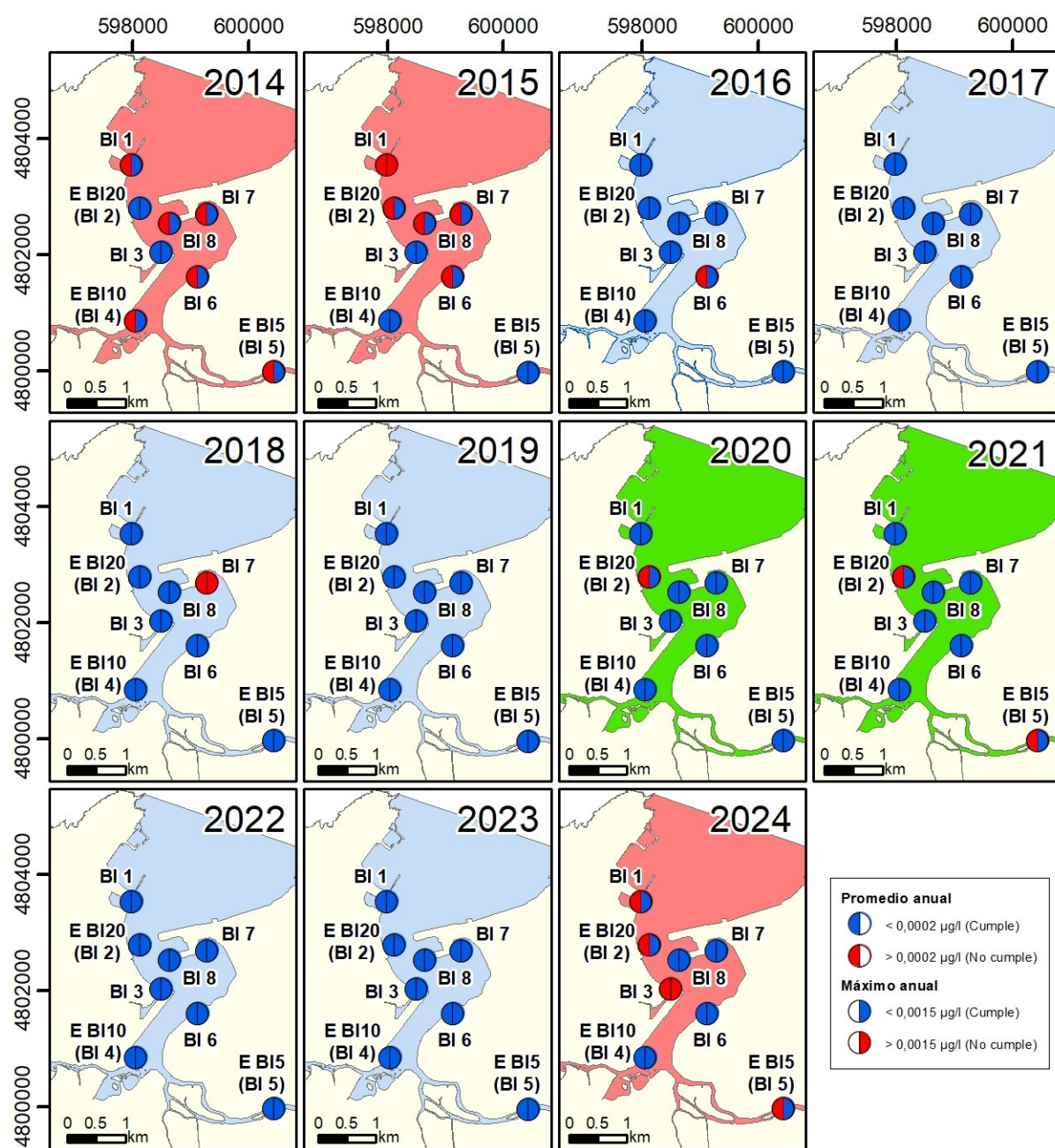


Figura 4. Cumplimiento de NCA-MA (promedio anual) y NCA-CMA (máximo anual) en aguas de los puntos de control de muestreo del estuario del Bidasoa, entre 2014 y 2024. En azul cumplimiento y en rojo incumplimiento. También se indica el estado químico de la masa de agua, considerando los puntos de control representativos. En azul, buen estado; en verde, buen estado con bajo nivel de confianza; y en rojo, no cumple el estado químico.

## 4.2. EVOLUCIÓN EN BIOTA

En la masa de agua de transición del Bidasoa, próximo al punto de control BI-6, la red de monitoreo francesa de la contaminación química costera (ROCCH: Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral) dispone del punto de control denominado "Hendaye-Chingoudy 2" donde se controlan niveles de TBT en ostra.

El registro de altas concentraciones de TBT en la estación Hendaye-Chingoudy 2", en la que se alcanzaron valores hasta 4 veces superiores a la norma EAC OSPAR ( $11,95 \mu\text{g kg}^{-1}$  de TBT, referida a peso seco, p.s.; OSPAR 2009 y 2020) (Gouriou et al., 2018) (Figura 5), coincide con el incumplimiento observado en las aguas muestreadas en el varadero de la playa de Hendaya (estación BI 6; Figura 4) entre 2014 y 2016.

En general, la concentración de TBT en ostras del punto de control "Hendaye-Chingoudy 2" ha ido disminuyendo hasta 2022, con valores que se encuentran por debajo de los límites de calidad recomendados por OSPAR, mientras que las muestras correspondientes a los dos últimos años del seguimiento (2023 y 2024) superan ligeramente dicha norma (Figura 5). Estos dos últimos años, las ostras muestreadas en el punto "Hendaye-Chingoudy 2" se recogieron 2-3 días antes del muestreo de aguas de febrero de 2024 en el punto de control BI-6. En esta estación sólo la muestra de agua de febrero de 2024 presenta una niveles altos de TBT, mientras que en los muestreos posteriores de 2024 no se ha detectado TBT en aguas.

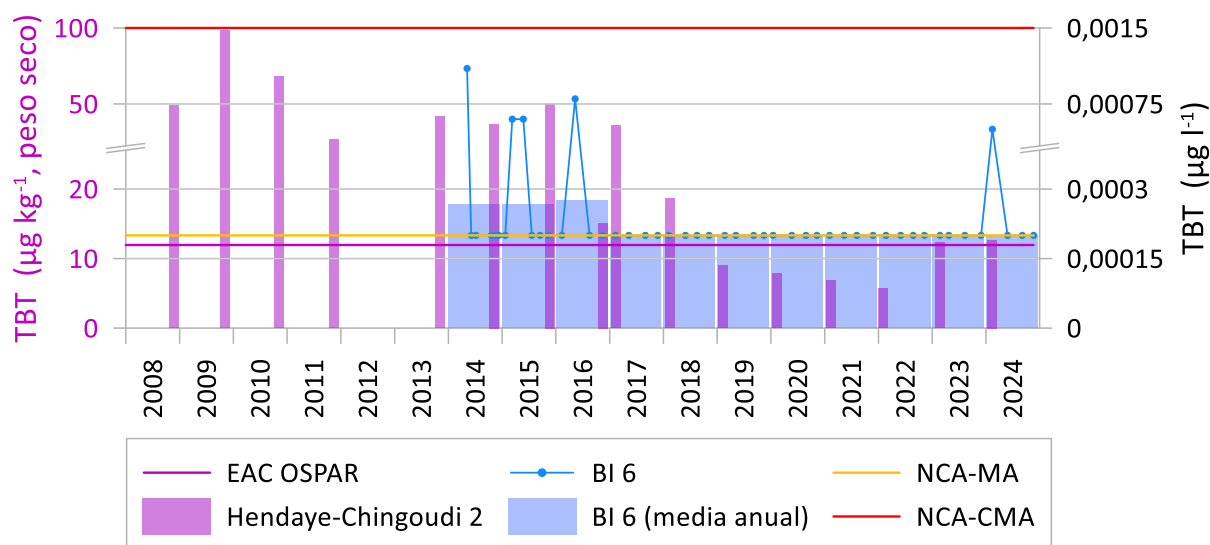


Figura 5. Evolución de la concentración de TBT en moluscos (estación "Hendaye-Chingoudy 2") ( $\mu\text{g Kg}^{-1}$  peso seco) y agua (estación BI 6) ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) entre 2008 y 2024.

Por otro lado, en 2021 se llevó a cabo un estudio adicional de TBT en aguas, sedimento y gasterópodos, en el que se incluyó el efecto del imposex en gasterópodos. Los resultados mostraron tanto una disminución de la concentración del TBT como la de sus efectos de imposex en el estuario del Bidasoa, respecto al mismo estudio realizado en 2007 (Larreta et al., 2022; Rodríguez et al., 2009; Rodríguez et al., 2010).

# 5.

## Conclusiones

En el periodo 2014-2015 el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición fue **'No alcanza el buen estado químico'** para Tributito de estaño (TBT).

Durante el periodo 2016-2023 la masa de agua Bidasoa transición se diagnostica en **'Buen estado químico'** para TBT. Este diagnóstico se basa en que el rango de concentraciones de TBT en agua indica la práctica ausencia de superaciones de NCA-CMA, con valores máximos de concentración anuales cada vez menores y resultados superiores a NCA-MA cada vez menos frecuentes.

En la anualidad 2024 se rompe esta tendencia y el diagnóstico de estado químico de la masa de agua Bidasoa transición es **'No alcanza el buen estado químico'** para TBT.

Este diagnóstico de 2024 contradice la tendencia global de la serie y está muy condicionado por los resultados obtenidos en el muestreo de febrero de 2024, que aparentemente supone un hecho puntual en la serie de control que no se ha refrendado en los muestreos posteriores.

De forma similar, los resultados de TBT en biota obtenidos por la Red de Monitoreo en Francia (ROCCH) en el punto de control "Hendaye-Chingoudy 2" muestran entre 2017 y 2022 una tendencia descendente que en cierta medida se rompe en 2023 y 2024 ya que se registran ligeras superaciones de la norma EAC OSPAR notablemente menores que las que se dieron al inicio de la serie.

Resulta oportuno continuar las labores de seguimiento de estado químico asociado al TBT en la masa de agua Bidasoa transición.

# Anexo

Tabla 15. Concentraciones ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) de TBT en las aguas muestreadas en los puntos de control del estuario del Bidasoa entre 2014 y 2024. Fondo rojo: la concentración supera la NCA-CMA ( $0,0015 \mu\text{g l}^{-1}$ ); naranja: la concentración supera la NCA-MA ( $0,0002 \mu\text{g l}^{-1}$ ); y azul: la concentración está por debajo de las NCA establecidas.

Año	Fecha/estación	BI 1	E BI20 (BI2)	BI 3	E BI10 (BI 4)	E BI15 (BI5)	BI 6	BI 7	BI 8
2014	20/02/2014		0,00047		<0,0002				
	08/05/2014	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	0,0011	0,0008	<0,0002
	05/06/2014	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	07/07/2014	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0007	<0,0002
	20/10/2014	0,0006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0013	0,001
	13/11/2014	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0009	0,0009
	10/12/2014	<0,0002	<0,0002	0,0007	0,0007	0,0008	<0,0002	0,0011	0,0015
2015	22/01/2015	<0,0002	0,0009	0,0007	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005
	11/03/2015	0,0004	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006	0,0008	<0,0002
	25/05/2015	0,00035	0,00034	<0,0002	0,0004	<0,0002	0,0006	0,0008	0,0006
	22/07/2015	0,004	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	16/09/2015	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006
	12/11/2015	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2016	11/02/2016	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002
	11/05/2016	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0008	<0,0002	<0,0002
	18/08/2016	<0,0002	<0,0002	0,0004	0,00032	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004
	14/11/2016	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2017	09/02/2017	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	11/05/2017	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	31/08/2017	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	23/11/2017	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2018	07/02/2018	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	30/05/2018	<0,0002	0,00036	0,00034	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0016	<0,0002
	17/08/2018	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	07/11/2018	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2019	22/02/2019	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	08/05/2019	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	06/09/2019	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	15/11/2019	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	0,00039
2020	16/01/2020	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	22/05/2020	<0,0002	0,0007	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	26/08/2020	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	09/11/2020	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2021	03/02/2021	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	13/05/2021	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	07/08/2021	<0,0002	0,0007	<0,0002	<0,0002	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	25/11/2021	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005
2022	21/02/2022	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	01/06/2022	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	25/08/2022	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	09/11/2022	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2023	23/02/2023	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	24/04/2023	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	11/08/2023	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	29/11/2023	<0,0002	<0,0002	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
2024	14/02/2024	0,0009	0,0007	0,0017	0,0004	0,0007	0,0005	0,00034	<0,0002
	27/05/2024	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	04/09/2024	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
	20/11/2024	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002



# Bibliografía

- Alzieu, B., 1996. Biological effects of tributyltin on marine organisms, en: De Mora, S.J. (Ed.), Tributyltin: Case Study of an Environmental Contaminant. Cambridge University Press, Cambridge 167-211.
- Bennett, R.F., 1996. Industrial manufacture and applications of tributyltin compounds, en: de Mora, S.J. (Ed.), Tributyltin: case study of an environmental contaminant. Cambridge University Press, Cambridge, 8, 23-61.
- Bosselmann, K., 1996. Environmental law and tributyltin in the environment, en: de Mora, S.J. (Ed.), Tributyltin: case study of an environmental contaminant. Cambridge University Press, Cambridge, 8, 237-263.
- Gouriou, L., Trut, G., Auby, I., Rigouin, L., Meteigner, B., Oger-Jeanneret, H., 2018. Valorisation des données de la surveillance chimique DCE dans les masses d'eau du bassin Adour-Garonne (2008-2015). ODE/LITTORAL/LER/AR/18.03. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00422/53364/>
- Larreta, J., Solaun, O., Rodríguez, J.G., Menchaca, I., 2015. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Elaborado por AZTI-Tecnalia para URA. 10 pp. Informe final 2014.
- Larreta, J., Solaun, O., Rodríguez, J.G. 2022. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Elaborado por AZTI para URA. 27 pp. Informe final 2021.
- Larreta, J., Zorita I., Solaun, O., Rodríguez, J.G. 2024. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Elaborado por AZTI para URA. 18 pp. Informe final 2023.
- OSPAR, 2009. CEMP assessment report: 2008/2009 Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and biota. Publication Number: 390/2009.
- OSPAR, 2020. 2020 updated Audit trail of OSPAR EACs and other assessment criteria used to distinguish above and below thresholds. Publication Number: 763/2020.
- Rodríguez, J.G., Borja, Á., Franco, J., García Alonso, J.I., Garmendia, J.M., Muxika, I., Sariego, B., Valencia, V., 2009. Imposex and butyltin body burden in *Nassarius nitidus* (Jeffreys, 1867), in coastal waters within the Basque Country (northern Spain). Science of The Total Environment 407, 4333-4339.
- Rodríguez, J.G., Solaun, O., Larreta, J., Belzunce Segarra, M.J., Franco, J., Ignacio García Alonso, J., Sariego, B., Valencia, V., Borja, Á., 2010. Baseline of butyltin pollution in coastal sediments within the Basque Country (northern Spain), in 2007-2008. Marine Pollution Bulletin 60, 139-145.
- Terlizzi, A., Frascchetti, S., Gianguzza, P., Faimali, M., Boero, F., 2001. Environmental impact of antifouling technologies: state of the art and perspectives. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 11, 311-317.