

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 0565 DE 2026

(mayo 21)

por la cual se definen los criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas, y se dictan otras disposiciones.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas en el artículo 2.2.3.3.2 del Decreto número 1076 de 2015, y

CONSIDERANDO:

Que según los artículos 8° y 80 de la Constitución Política, es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas naturales de la Nación; además del Estado de planificar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su conservación, restauración y uso sostenible.

Que el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente –Decreto Ley 2811 de 1974–, establece los principios y reglas para el uso de los recursos naturales renovables, señalando en el literal a) del artículo 134, al referirse a la obligación del Estado de garantizar la calidad del agua para el consumo humano u otras actividades en que su uso es necesario, que le corresponde realizar la clasificación de las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento y en el literal a) del artículo 164, que corresponde al Estado la protección del ambiente marino, la cual realizará con las medidas necesarias para impedir o prevenir la contaminación de la zona con sustancias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos hidrobiológicos y menoscabar las posibilidades de esparcimiento o entorpecer los demás usos legítimos del mar; para lo cual, se regulará lo relacionado con la calidad de tales aguas.

Que la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), adoptada en año 2010, establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el País.

Que los criterios de calidad para el uso de las aguas continentales permiten orientar la planificación y administración del recurso hídrico continental al instrumentar el Objetivo 3. “Calidad: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico”, la Estrategia 3.1 – Ordenamiento y reglamentación de usos del recurso y la Estrategia 3.2. “Reducción de la contaminación del recurso hídrico”. Así mismo se materializa el Plan Hídrico Nacional en su programa de mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.

Que la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI), establece como objetivo 4: “Proporcionar un ambiente marino y costero sano para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población costera”; estrategia 1: “Prevención, reducción y control de la contaminación”, a efectos de que se implementen medidas efectivas para la prevención, reducción y control de la contaminación del medio marino y costero, procedente de fuentes terrestres que garanticen su productividad y protejan la salud humana.

Que el CONPES 3990 “Colombia Potencia Bioceánica sostenible 2030”, determina en su estrategia 4: “Ordenamiento y gestión de los espacios marinos, costeros e insulares”; Línea de acción 4.2. “Gestionar los ecosistemas marinos y sus servicios ecosistémicos”, en la cual se plantea que “(...) para mejorar el estado de los recursos marino-costeros y mitigar la pérdida de recursos hidrobiológicos el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible diseñará una estrategia técnica para el mejoramiento de la Calidad Ambiental Marina en Colombia (...)”.

Que el artículo 2.2.3.3.3.1. del Decreto número 1076 de 2015 definió como criterios de calidad, el conjunto de parámetros y sus valores mediante los cuales se determina si un cuerpo de agua es apto para un uso específico, es decir, aplica para el recurso hídrico que no ha sido sometido a proceso de tratamiento.

Que el artículo 2.2.3.3.3.2. del Decreto Ídem, establece que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definirá los criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Que de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.1 del citado Decreto, mientras el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expide las regulaciones sobre criterios de calidad para cada uso continuarán transitoriamente vigentes los artículos 2.2.3.3.9.2 al 2.2.3.3.9.13 del Decreto número 1076 de 2015; de tal forma que, con la expedición del presente acto administrativo, el régimen de transición perderá vigencia.

Que uno de los propósitos de la Ley 2294 de 2023, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, es sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida. Lo anterior, se materializa en cinco (5) transformaciones, la primera de las cuales es el Ordenamiento del territorio alrededor del agua, en procura de hacer sostenible la actividad humana mediante el respeto por el agua, sus ciclos y los ecosistemas, permitirán que Colombia sea un territorio

mejor adaptado a los cambios del clima, con la provisión de los beneficios necesarios para el bienestar de la población y de una economía próspera. Esta transformación, orienta las acciones para: solucionar los conflictos socio ambientales, en especial aquellos conflictos por el uso y disponibilidad del agua en las cuencas hidrográficas; proteger la riqueza hídrica del país y hacer uso sostenible de la biodiversidad; avanzar en la restauración de ecosistemas estratégicos; promover la sostenibilidad ambiental, la productividad y la calidad de vida a través de justicia ambiental y la gobernanza inclusiva que facilite una mejor distribución de los beneficios derivados de la conservación del agua. En este marco, la definición de los criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas constituye un elemento fundamental en el ordenamiento del territorio alrededor del agua.

Que la Resolución número 104 de 2022, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam), o la que la modifique o sustituya, establece los procedimientos y requisitos que deben cumplir los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información, cuantitativa física, química, microbiológica y biótica para los estudios o análisis ambientales concernientes a la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables para obtener, mantener, renovar o ampliar la acreditación otorgada por el Ideam.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1°. *Objeto y ámbito de aplicación.* La presente resolución aplica a las autoridades ambientales y tiene por objeto definir los criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas para los usos establecidos en el artículo 2.2.3.3.2.1. del Decreto número 1076 de 2015.

Artículo 2°. *Unidades de Medida y Notación de Límites.* Los valores asignados a las referencias indicadas en la presente resolución para las aguas superficiales continentales y subterráneas se entenderán expresados en miligramos por litro (mg/L), excepto cuando se indiquen otras unidades.

Para las aguas marinas, los valores asignados a las referencias indicadas en la presente resolución se entenderán expresados en microgramos por litro (µg/L) que corresponden a las unidades más usualmente utilizadas en cuerpos de agua marina, excepto cuando se indiquen otras unidades.

Los valores asignados a las variables se entenderán, en general, como Valores Máximos Admisibles, que no deben ser excedidos, excepto cuando se mencione otra indicación.

Artículo 3°. *Criterios de calidad para el uso consumo humano y doméstico.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación.

Parámetro	Unidad de medida	Consumo humano y doméstico			
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	5,0		
	Máximo	Unidades	9,0		
Conductividad Eléctrica a 25°C		µS/cm	1000 (E)		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	70-120	-
Temperatura del agua		°C	Condiciones naturales (A) o que no afecte el uso indicado		
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L O ₂	30	1	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L O ₂	40	15	
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	150	-	
Grasas y aceites		mg/L	5	-	
Tensoactivos aniónicos método SAAM		mg/L	0,5	-	
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	11	-	
	Nitratos	mg/L N	10		
	Nitritos	mg/L N	1		
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	0,4	-	
Clorofila a		mg/L clorofila a	0,008	-	-
Microbiológico					
Coliformes Totales		NMP/100 mL	5000 (B) 10000 (C) 50000 (D)		

Parámetro	Unidad de medida	Consumo humano y doméstico	
	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas
	Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos	
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2000 (B)	10000 (C) 20000 (D)
Iones, metales y metaloides			
Aluminio	mg Al/L	0.9 (E)	
Antimonio	mg Sb/L	0.02	
Arsénico	mg As/L	0.01	
Bario	mg Ba/L	2	
Boro	mg B/L	2.4	
Bromato	mg/L BrO ₃ ⁻	0,01	
Cadmio	mg Cd/L	0.003	
Cianuro libre	mg CN-/L	0.2 (E)	
Cloruros	mg Cl-/L	250 (E)	
Cobre	mg Cu/L	1 (E)	
Cromo	mg Cr/L	0.05	
Fluoruro	mg F-/L	1.5	
Hierro	mg Fe/L	3 (E)	
Manganeso	mg Mn/L	0.4 (E)	
Mercurio	mg Hg/L	0,002	
Molibdeno	mg Mo/L	0.07	
Níquel	mg Ni/L	0.07	
Plata	mg Ag/L	0.1	
Plomo	mg Pb/L	0.01	
Selenio	mg Se/L	0.04	
Sodio	mg Na ⁺ /L	200 (E)	
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	250 (E)	
Talio	mg Tl/L	0.002	
Zinc	mg Zn/L	5 (E)	
Otros compuestos químicos			
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,1	
Benceno	mg/L	0,01	
benzo(a)pireno	mg/L	0,0002	
benzo(a)antraceno	mg/L	0,0001	
indeno(1,2,3-cd)pireno	mg/L	0,0004	
benzo(k)fluoranteno	mg/L	0,0002	
benzo(b)fluoranteno	mg/L	0,0002	
criseno	mg/L	0,0002	
dibenzo(a,h)antraceno	mg/L	0,0003	
Tolueno	mg/L	0,7	
Etilbenceno	mg/L	0,3	
Xileno total	mg/L	0,5	
Fenol	mg/L	2	

Nota:

(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.

(A) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.

(B) Tratamiento físico y desinfección.

(C) Tratamiento físico, químico y desinfección.

(D) Tratamiento físico, químico, terciario y/o desinfección.

(E) La autoridad ambiental podrá ajustar el valor definido para el parámetro cuando se presenten concentraciones por encima del criterio de calidad en el cuerpo de agua que sean el resultado de factores intrínsecos (naturales). La autoridad ambiental deberá ajustar el valor con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

Parágrafo 1°. En caso de determinarse la presencia de plaguicidas u otras sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, la autoridad ambiental competente deberá emplear los valores máximos aceptables de la Resolución número 2115 de 2007, expedida por los actuales Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), o aquella que la modifique, adicione o sustituya para establecer un criterio de calidad para el uso consumo humano y doméstico. En caso de que la sustancia no tenga un valor máximo aceptable de acuerdo con dicha resolución será el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) el encargado de definir este valor.

Parágrafo 2°. En todo caso, cuando se utilice agua marina como fuente de abastecimiento para consumo humano y doméstico, debido a su naturaleza salina, será necesario realizar procesos de acondicionamiento y tratamiento que permitan minimizar y controlar los riesgos para la salud humana, para ello, se deben cumplir los valores máximos aceptables para las características físicas, químicas y microbiológicas establecidos en la Resolución 2115 de 2007 expedida por los actuales Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, o en la norma que las modifique, adicione o sustituya.

Para las sustancias de interés sanitario que no están contempladas en la presente resolución y que sean determinadas por la autoridad sanitaria competente, en función del Mapa de Riesgos, se seguirá lo establecido en el marco de las competencias del sector salud y de las obligaciones del prestador del servicio de agua potable, conforme a lo establecido en el Decreto número 1575 de 2007 y en la Resolución 4716 de 2010 también expedidos por los actuales Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, o en las disposiciones que las modifiquen, adicione o sustituyan.

Artículo 4°. *Criterios de calidad para el uso preservación de flora y fauna.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico para el uso de preservación de flora y fauna son los que se relacionan a continuación:

A En lo que respecta a las aguas superficiales continentales y subterráneas:

Parámetro	Unidad de medida	Preservación de flora y fauna			
	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas		
	Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos			
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	B		
	Máximo	Unidades	B		
Conductividad Eléctrica a 25°C	μS/cm	500	A		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	80-120	80-120	A
Temperatura del agua	°C	Condiciones naturales (C)			
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	6	1		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	20	15		
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	75	-	
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L	330	A	
Grasas y aceites	mg/L	5	-		
Tensoactivos aniónicos método SAAM	mg/L	0,5	-		
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	0,5	1,5	A
	Amoniaco total	mg NH ₃ -N/L	CCC para amoniaco (expresado como nitrógeno) es función de la temperatura y el pH		
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	0,035	0,1	A
Clorofila a	mg/L clorofila a	0,008	-	-	
Microbiológico/Hidrobiológico					
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000 (D)			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2000 (D)			
IPPH	-	>5 (E)			
Iones, metales y metaloides					
Aluminio	μg Al/L	CCC como función de la dureza total, pH y COD			A
Arsénico III	mg As(III)/L	0,024			A
Arsénico V	mg As(V)/L	0,013			A
Boro	mg B/L	0,09			A
Cadmio disuelto	μg Cd/L	CCCd como función de la dureza total del agua			A
Cianuro libre	mg CN-/L	0,003			A
Cloro total	mg Cl/L	0,007			A
Cobre	mg Cu/L	0,0014			A
Cromo VI	mg Cr(VI)/L	0,00001			A
Cromo III disuelto	μg Cr(III)/L	CCCd para Cromo (III) Función de la dureza total del agua			A
Manganeso	mg Mn/L	1,2			A
Mercurio	mg Hg/L	0,00006			A
Níquel disuelto	μg Ni/L	CCCd como función de la dureza total del agua			A
Plata disuelto	μg Ag/L	CCCd como función de la dureza total del agua			A
Plomo disuelto	μg Pb/L	CCCd como función de la dureza total del agua			A
Selenio	mg Se/L	0,005			A

Parámetro	Unidad de medida	Preservación de flora y fauna	
	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas
	Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos	
Zinc disuelto	µg Zn/L	CCCd como función de la dureza total del agua	
Otros compuestos químicos			
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,001	A
Benceno	mg/L	1	A
o-xileno	mg/L	0,35	A
p-xileno	mg/L	0,2	A
Fenol	mg/L	0,32	A
Pentaclorofenol	mg/L	0,01	A

Nota:

(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.

(A) Cuando las aguas subterráneas sean empleadas para el uso preservación de flora y fauna, se emplearán los valores presentados para cuerpos de agua lóticos y lénticos para definir los criterios de calidad para las aguas subterráneas. Lo anterior, según si las aguas subterráneas abastecen un cuerpo lótico o léntico.

(B) la variación máxima de la condición natural de pH para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 0.5 unidades de pH; 5% de la condición natural.

(C) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.

(D) los valores serán evaluados a partir de la determinación de la media geométrica de un conjunto de datos.

(E) La metodología para la determinación del índice promedio ponderado hidrobiológico - IPPH se establece en la Guía para el ordenamiento del recurso hídrico continental superficial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

El valor de CCC para amoníaco (expresado como nitrógeno) no puede exceder el criterio de calidad establecido para nitrógeno total.

CCC, es la concentración continua para una exposición promedio de 4 días que no debe excederse más de una vez cada tres años, y es sinónimo de exposición crónica. La CCCd representa la exposición crónica del metal disuelto en la columna de agua.

COD: carbono orgánico disuelto

B. En lo que respecta a las aguas marinas:

Preservación de Flora y Fauna			
Aguas Marinas			
Referencia	Unidad de medida	Valor máximo	
In situ			
pH	Mínimo	Unidades de pH	6,50
	Máximo	Unidades de pH	8,50
Oxígeno disuelto	Concentración Mínima	OD (mg/L)	4,00
	Concentración Máxima	OD (mg/L)	10,00
Temperatura del agua (D)	°C	Condiciones naturales ± 1°C de variación máxima	
Salinidad del agua	UPS (*)	Condiciones naturales	
Fisicoquímicos básicos			
Carbono Orgánico Total (COT)	mg/L	3,00	
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	5,00 (**)
			65,00 (***)
Grasas y aceites (F)	mg/L	1,00	
Tensoactivos aniónicos - método SAAM	mg/L	0,20	
Nutrientes			
Nitrógeno	Nitratos	µg N-NO ₃ ⁻ /L	25,00
	Nitritos	µg N-NO ₂ ⁻ /L	2,20
	Nitritos+Nitratos (A)	µg N/L	25,00
	Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₃ ⁻ /L	0,40
	Nitrógeno Total (B)	µg N/L	Análisis y reporte

Preservación de Flora y Fauna			
Aguas Marinas			
Referencia	Unidad de medida	Valor máximo	
Fósforo	Fósforo reactivo disuelto (ortofosfatos)	µg P- PO ₄ ⁻³ /L	15,00 costero 45,00 estuarino
	Fósforo Total (B)	µg P/L	Análisis y reporte
Sílice	Sílice disuelto (B)	µg Si /L	Análisis y reporte
Clorofila a		µg clorofila a/L	1,00 marino (E)
		10,00 estuarino (E)	
Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes		NMP/100 mL	100
<i>Enterococcus</i> spp		UFC/100 mL	100
Iones, metales y metaloides (****)			
Bario		mg Ba/L	1,00
Cadmio		µg Cd/L	5,10
Cianuro		µg CN-/L	4,00
Cobalto		µg Co/L	1,00
Cobre		µg Cu/L	1,30
Cromo (III)		µg Cr(III)/L	27,40
Cromo (VI)		µg Cr(VI)/L	4,40
Hierro		µg Fe/L	50,00
Manganeso		µg Mn/L	100
Mercurio (inorgánico)		µg Hg/L	0,94
Níquel		µg Ni/L	7,10
Plata		µg Ag/L	1,40
Plomo		µg Pb/L	4,40
Selenio		µg Se/L	71,00
Vanadio		µg V/L	100
Zinc		µg Zn/L	15,00
Otros compuestos químicos			
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	Acenafteno	µg/L	6,00
	Benzo(a)pireno	µg/L	0,01
	Criseno	µg/L	0,10
	Fenantreno	µg/L	7,70
	Fluoranteno	µg/L	40,00
	Fluoreno	µg/L	12,00
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Naftaleno	µg/L	1,00
HPDD (Hidrocarburos del petróleo Disueltos o Dispersos)		µg/L equivalente de criseno	2,50
Hidrocarburos Aromáticos	Benceno (C)	µg/L	110
	Etilbenceno (C)	mg/L	0,25
	Tolueno (C)	µg/L	215
Fenol		µg/L	400
Pentaclorofenol		µg/L	7,9
Sulfuro de hidrógeno total		µg H ₂ S/L	2,00

Preservación de Flora y Fauna		
Aguas Marinas		
Referencia	Unidad de medida	Valor máximo
Nota:		
(*) UPS: Unidades prácticas de Salinidad		
(**): Valor propuesto para aguas oceánicas o marinas con poca intervención de aguas continentales		
(***) Valor propuesto para sistemas estuarinos y marinos que tienen intervención de aporte de aguas continentales		
(****): Los metales o metaloides están expresados como disueltos.		
(A): Se usará la variable "Nitritos+Nitratos", teniendo en cuenta que, en el momento de no poder determinar en el laboratorio Nitritos, dentro del tiempo de preservación establecido por el método de referencia, es necesario evaluar el Nitrógeno como nitratos +nitritos, debido a que en aguas marinas el análisis de nitratos se determina a partir de la reducción de Nitratos a Nitritos.		
(B): Se usarán para el cálculo del indicador del potencial de eutrofización costera ICEP (Billen y Garnier 2007). El resultado del análisis se deberá reportar al INVEMAR para que el instituto lo incluya en el repositorio de datos del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM).		
(C): Se propone que estas variables sean medidas en los lugares donde se cuente con registros de hidrocarburos HPDD por encima del nivel de 5,0 µg/L, cuando se tenga evidencia visual de hidrocarburos durante el monitoreo, cuando haya reportes de derrames y/o proximidad a actividades petroleras o portuarias.		
(D): La temperatura del agua marina no deberá presentar una variación superior a 1 °C respecto a la condición natural de referencia para un sitio específico y tiempo del día. Excepcionalmente, y previa evaluación técnica por parte de la AAC, se podrá admitir una variación máxima de hasta 2 °C, siempre que no se generen efectos adversos sobre los usos establecidos ni sobre los ecosistemas marinos.		
(E): Clasificación de tipos de agua según salinidad (Knox, 2001): Dulce: 0-0,5 UPS; Estuarino (salobre): 0,5 – 17 UPS; Marina: 17 -38 UPS; Salmuera > 38 UPS		
(F): Medido por la técnica gravimétrica		

Parágrafo 1°. Las autoridades ambientales competentes aplicarán los valores establecidos en la tabla del literal A del presente artículo, hasta tanto se tengan los resultados de la aplicación del "Anexo. Uso de preservación de flora y fauna" de la presente resolución. Los criterios de calidad derivados del uso del anexo o de bioensayos, prevalecerán sobre los valores definidos en los literales A del presente artículo.

En lo relativo a la tabla del literal B del presente artículo, las autoridades ambientales competentes aplicarán los valores establecidos, hasta tanto se tengan resultados de bioensayos provenientes de laboratorios acreditados por el IDEAM que permitan obtener información primaria específica y con alto grado de confiabilidad para el área de su respectiva jurisdicción. Los criterios de calidad determinados a partir de bioensayos prevalecerán sobre los valores definidos en el literal B del presente artículo.

Adicionalmente, para las aguas marinas, corresponde a la Autoridad Ambiental Competente la realización de bioensayos que permitan establecer los valores de sustancias de interés ambiental tales como Arsénico (V), Berilio y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) como el Antraceno, que la autoridad ambiental considere pertinente.

Lo dispuesto en el presente parágrafo será aplicable tanto a los elementos o compuestos incluidos en las tablas A y B, como a aquellos adicionales que, en el marco de sus competencias, determine la autoridad ambiental.

Parágrafo 2°. Los valores en relación con el parámetro conductividad eléctrica o sólidos disueltos totales, aplican cuando la calidad del cuerpo de agua sea resultado de factores extrínsecos (actividades antrópicas), que afectan las condiciones naturales de salinidad de los cuerpos de agua. No aplican cuando el valor sea resultado de factores intrínsecos (naturales) asociados al cuerpo de agua. La autoridad ambiental definirá la aplicación con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

Parágrafo 3°. El nitrógeno (N) y el fósforo (P) deberán mantenerse en proporciones que no generen riesgo de eutrofización.

Para tal efecto, en aguas superficiales continentales la relación en masa N:P deberá ser superior a 9:1. Lo anterior sin perjuicio de la relación que pueda establecer la autoridad ambiental en función de los factores intrínsecos (naturales) del cuerpo de agua con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

En aguas marinas, las concentraciones de fósforo total, nitrógeno total y sílice disuelto, se podrán usar para calcular Indicadores de estado trófico, como el índice Potencial de Eutrofización Costera (ICEP) propuesto por Billen y Garnier 2007, el cual establece la relación entre el Nitrógeno con el Sílice y el Fósforo con el Sílice o aquella metodología que adopte el INVEMAR en el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 14.1.1 a), sobre la eutrofización costera. Lo anterior sin perjuicio de la relación que pueda establecer la Autoridad Ambiental en función de los factores intrínsecos (naturales) del cuerpo de agua con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

Artículo 5°. *Criterios de calidad para el uso agrícola.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso agrícola son los que se relacionan a continuación.

Parámetro	Unidad de medida	Uso agrícola			
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	6,5		
	Máximo	Unidades	8,5		
Conductividad Eléctrica a 25°C		µS/cm	De acuerdo con la tabla de criterios de calidad para evitar problemas asociados al sodio y salinidad		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	50-120	-
Temperatura del agua		°C	Condiciones naturales (A) o que no afecte el uso indicado		
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L O ₂	30	-	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L O ₂	40	-	
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	100	-	
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L	-	-	
Grasas y aceites		mg/L	5	-	
Tensoactivos aniónicos - método SAAM		mg/L	0,5	-	
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	20	-	
	Nitratos	mg/L N	20 (D)		
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	1	-	
Clorofila a		mg/L clorofila a	0,008	-	-
Microbiológico					
Coliformes termotolerantes		NMP/100 mL	200 (B) 1000 (C)		
Iones, metales y metaloides					
Aluminio		mg Al/L	5		
Arsénico		mg As/L	0,1		
Berilio		mg Be/L	0,1		
Bicarbonatos		mg HCO ₃ ⁻ /L	518.5 (D)		
Boro		mg B/L	3 (D)		
Cadmio		mg Cd/L	0,01		
Calcio		-	De acuerdo con la tabla de criterios de calidad para evitar problemas asociados al sodio y salinidad		
Cianuro libre		mg CN-/L	0,2		
Cloruros		mg Cl-/L	354.6 (D)		
Cobalto		mg Co/L	0,05		
Cobre		mg Cu/L	0,2		
Cromo		mg Cr/L	0,1		
Fluoruro		mg F-/L	1		
Hierro		mg Fe/L	5		
Litio		mg Li/L	2,5		
Magnesio		-	De acuerdo con la tabla de criterios de calidad para evitar problemas asociados al sodio y salinidad		
Manganeso		mg Mn/L	0,2		

Parámetro	Unidad de medida	Uso agrícola	
		Aguas superficiales continentales	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos
Mercurio	mg Hg/L	0,002	
Molibdeno	mg Mo/L	0,01	
Níquel	mg Ni/L	0,2	
Plomo	mg Pb/L	5	
Selenio	mg Se/L	0,02	
Sodio	mg Na ⁺ /L	9 (Relación de Adsorción de Sodio - RAS (adimensional), para riego superficial) (D) 69 (concentración en mg/L para riego por aspersión)	
Vanadio	mg V/L	0,1	
Zinc	mg Zn/L	2	
Otros compuestos químicos			
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,1	
Nota:			
(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.			
(A) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.			
(B) cultivos de alimentos que se consumen crudos que están en contacto directo con el agua de riego; áreas verdes con acceso al público.			
(C) cultivos de alimentos que se consumen crudos que no están en contacto directo con el agua de riego; cultivos de pastos y forrajes para consumo animal; cultivos alimenticios sometidos a cocción o procesamiento; cultivos no alimenticios para humanos; áreas verdes con acceso restringido.			
(B) y (C) los valores serán evaluados a partir de la determinación de la media geométrica de un conjunto de datos.			
(D) Los valores de nitratos, bicarbonatos, boro, cloruros y sodio (para riego superficial) mayores a 5 mg/L N, 91,5 mg HCO ₃ ⁻ /L, 0,7 mg B/L, 142 mg Cl ⁻ /L y 3 (RAS) estarán limitados a las condiciones de drenaje de los suelos y el uso de prácticas de manejo que permitan una fracción de lixiviación que impida posibles implicaciones negativas que afecten la tolerancia o sensibilidad del cultivo.			

Criterios de calidad para evitar problemas asociados al sodio y salinidad.

Criterios de calidad para evitar problemas asociados al sodio y la salinidad	
Relación de absorción de sodio (RAS)	Rango aceptable de Conductividad Eléctrica (CE) a 25°C (µS/cm)*
0-3	200-3000
3-6	300-3000
6-12	500-3000
12-20	1300-3000
>20	**
Nota:	
• Los valores de Conductividad Eléctrica y Relación de Adsorción de Sodio - RAS que generan restricciones leves a moderadas estarán limitados a las condiciones de drenaje de los suelos y el uso de prácticas de manejo que permitan una fracción de lixiviación que impida posibles implicaciones negativas sobre la salinización de los suelos.	
** Agua no apta para riego en ningún rango de Conductividad Eléctrica (CE)	

Parágrafo. Los criterios de calidad del agua residual para el uso agrícola deberán cumplir los criterios establecidos en la anterior tabla para cuerpos lóticos con excepción del parámetro oxígeno disuelto. Además, se deberán cumplir los parámetros de los criterios de calidad adicionales de aguas residuales para uso agrícola establecidos en la resolución 1256 de 2021 o la que la adicione, modifique o sustituya, que no se encuentren presentes en el presente artículo.

Artículo 6°. *Criterios de calidad para el uso pecuario.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso pecuario son los que se relacionan a continuación.

Parámetro	Unidad de medida	Uso pecuario	
		Aguas superficiales continentales	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos
In situ			
pH	Mínimo	Unidades	6,5
	Máximo	Unidades	8,5
Conductividad Eléctrica a 25°C	µS/cm	3000 (Aves de corral) 6000 (otros usos pecuarios)	
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120 50-120 -

Parámetro	Unidad de medida	Uso pecuario	
		Aguas superficiales continentales	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos
Temperatura del agua	°C	Condiciones naturales (A) o que no afecte el uso indicado	
Fisicoquímicos básicos			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	30	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	40	-
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	320
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L	2000 (Aves de corral) 40000 (otros usos pecuarios)
Grasas y aceites	mg/L	5	-
Tensoactivos aniónicos - método SAAM	mg/L	0,5	-
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo			
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	20
	Nitratos	mg/L N	-
	Nitritos	mg/L N	10
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	1
Clorofila a	mg/L clorofila a	0,008	-
Microbiológico			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	100 (B)	
Iones, metales y metaloides			
Aluminio	mg Al/L	5	
Arsénico	mg As/L	0,025	
Bario	mg Ba/L	300 (Aves de corral)	
Berilio	mg Be/L	0,1	
Boro	mg B/L	5	
Cadmio	mg Cd/L	0,05	
Cianuro libre	mg CN ⁻ /L	0,2	
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	250 (aves de corral)	
		1200 (ganado equino)	
		1600 (ganado lechero)	
		2400 (corderos, ganado ovino)	
		4000 (ganado vacuno)	
		5600 (ganado ovino adulto)	
Cobalto	mg Co/L	1	
Cobre	mg Cu/L	0,5	
Cromo	mg Cr/L	0,05	
Fluoruro	mg F ⁻ /L	2	
Hierro	mg Fe/L	-	
Magnesio	mg Mg ⁺² /L	250 (aves de corral, porcinos, caballos, terneros, ovejas con corderos)	
		400 (ganado vacuno)	
		500 (ovejas adultas)	
Manganeso	mg Mn/L	0,05	
Mercurio	mg Hg/L	0,01	
Molibdeno	mg Mo/L	0,5	
Níquel	mg Ni/L	1	
Plomo	mg Pb/L	0,1	
Selenio	mg Se/L	0,05	
Sodio	mg Na ⁺ /L	50 (aves de corral)	
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	1000	
Vanadio	mg V/L	0,1	
Zinc	mg Zn/L	24	
Otros compuestos químicos			
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,1	
Nota:			
(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.			
(A) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.			
(B) El valor será evaluado a partir de la determinación de la media geométrica de un conjunto de datos.			

Artículo 7°. *Criterios de calidad para el uso recreativo.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso recreativo son los que se relacionan a continuación.

A. En lo que respecta a las aguas superficiales continentales y subterráneas:

Parámetro	Unidad de medida		Fines recreativos mediante contacto primario			Fines recreativos mediante contacto secundario		
	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas		
	Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos			
In situ								
pH	Mínimo	Unidades	5,0			5,0		
	Máximo	Unidades	9,0			9,0		
Conductividad Eléctrica a 25°C	µS/cm		-			-		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	70-120	A	40-120	70-120	A
Temperatura del agua	°C		Condiciones naturales (B) o que no afecte el uso indicado			Condiciones naturales (B) o que no afecte el uso indicado		
Fisicoquímicos básicos								
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂		30	1	30	1		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂		40	15	40	15		
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	150	-	320	-		
Grasas y aceites	mg/L		5	-	5	-		
Tensoactivos aniónicos método SAAM	mg/L		0,5	-	0,5	-		
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo								
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	8	A	8	A		
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	0,4	A	0,4	A		
Clorofila a	mg/L clorofila a		0,008	-	0,008	-		
Microbiológico								
Enterococcus sp	NMP/100 mL		200 (C)			200 (C)		
Metales y metaloides								
Aluminio	mg Al/L		18			18		
Arsénico	mg As/L		0,2			0,2		
Cadmio	mg Cd/L		0,06			0,06		
Cobre	mg Cu/L		40			40		
Cromo	mg Cr/L		1			1		
Manganeso	mg Mn/L		8			8		
Níquel	mg Ni/L		1,4			1,4		
Plomo	mg Pb/L		0,2			0,2		
Otros compuestos químicos								
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L		0,1			0,1		
Benceno	mg/L		0,2			0,2		
Tolueno	mg/L		14			14		
Etilbenceno	mg/L		6			6		
Xileno total	mg/L		10			10		
Nota:								
(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.								
(A) Cuando las aguas subterráneas sean empleadas para fines recreativos mediante contacto primario y secundario, se emplearán los valores presentados para cuerpos de agua lóticos y lénticos para definir los criterios de calidad para las aguas subterráneas. Lo anterior, de acuerdo con las condiciones de movimiento del agua durante su uso.								
(B) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.								
(C) El valor será evaluado a partir de la determinación del valor percentil 95 de un conjunto de datos.								

B. En lo que respecta a las aguas marinas:

Referencia	Unidad de medida		Fines recreativos mediante contacto primario		Fines recreativos mediante contacto secundario
	Aguas Marinas		Aguas Marinas		
	Valor máximo		Valor máximo		
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	6,50		6,50
	Máximo	Unidades	8,50		8,50
Oxígeno disuelto	Concentración	mg OD/L	4,00		4,00
	(Mínimo)				
Fisicoquímicos básicos					
Carbono Orgánico Total (COT)	mg /L		3,00		5,00
Grasas y aceites (B)	mg/L		1,00		1,00
Tensoactivos aniónicos - método SAAM	mg/L		0,20		0,50
Nutrientes con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitratos	µg N-NO ₃ -/L	60,00		-
	Nitrógeno amoniacal	µg N-NH ₃ /L	70,00		-
	Nitritos+Nitratos (A)	µg N /L	60,00		-
Fósforo	Fósforo reactivo disuelto (ortofosfatos)	µg P- PO ₄ -3 /L	15,00		-
Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL		200		1000
<i>Enterococcus</i> spp	UFC/100 mL		100		-
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL		250		-
Otros compuestos químicos					
Fenol	mg/L		0,002		-
Nota:					
(-): No se establece criterio de calidad en relación con la variable.					
(A): Se usará la variable "Nitritos+Nitratos", teniendo en cuenta que, en el momento de no poder determinar en el laboratorio Nitritos, dentro del tiempo de preservación establecido por el método de referencia, es necesario evaluar el Nitrógeno como nitratos +nitritos, debido a que en aguas marinas el análisis de nitratos se determina a partir de la reducción de Nitratos a Nitritos					
(B) Medido por la técnica gravimétrica					

Artículo 8°. *Criterios de calidad para el uso industrial.* Para el uso industrial, no se establecen criterios de calidad.

Artículo 9°. *Criterios de calidad para el uso estético.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso estético son los que se relacionan a continuación.

Parámetro	Unidad de medida		Uso estético		
	Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas		
	Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos			
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	5		
	Máximo	Unidades	9		
Conductividad Eléctrica a 25°C	µS/cm		-		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	50-120	-
Temperatura del agua	°C		Condiciones naturales (A) o que no afecte el uso indicado		
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂		30		-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂		40		-
Grasas y aceites	mg/L		10		-
Tensoactivos aniónicos - método SAAM	mg/L		0,5		-
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					

Parámetro	Unidad de medida	Uso estético			
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	20		-
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	1		-
Clorofila a		mg/L clorofila a	0,008	-	-
Otros compuestos químicos					
Sulfuro de hidrógeno no ionizado		mg H ₂ S/L	0,1		
Nota:					
(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.					
(A) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.					

Artículo 10. *Criterios de calidad para el uso pesca, maricultura y acuicultura.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso pesca, maricultura y acuicultura son los que se relacionan a continuación

A. En lo que respecta a las aguas superficiales continentales y subterráneas:

Parámetro	Unidad de medida	Pesca y Acuicultura			
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	5,0		
	Máximo	Unidades	9,0		
Conductividad Eléctrica a 25°C		µS/cm	4500		
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	70-120	A
Temperatura del agua		°C	Condiciones naturales (B) o que no afecte el uso indicado		
Alcalinidad		mg/L CaCO ₃	≥20		
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L O ₂	30		1
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L O ₂	40		15
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	150		-
	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L	3000		
Grasas y aceites		mg/L	5		-
Tensoactivos aniónicos método SAAM		mg/L	0,5		-
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	4		A
	Amoníaco total	mg NH ₃ /L	0.02 (pH >8.0. agua fría (C)) 0.03 (agua cálida (D))		A
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	0,2		A
Clorofila a		mg/L clorofila a	0,008	-	-
Microbiológico					
<i>Escherichia Coli</i>		NMP/100 mL	1000 (E)		
Coliformes termotolerantes		NMP/100 mL	14 (F)		
Iones, metales y metaloides					
Aluminio		mg Al/L	0.03 (pH >6.5) 0.01 (pH >6.5)		
Arsénico		mg As/L	0,05		
Cadmio		mg Cd/L	0.0002 (Dureza total entre 0 y 60 mg/L CaCO ₃) 0.0008 (Dureza total entre >60 y 120 mg/L CaCO ₃) 0.0013 (Dureza total entre >120 y 180 mg/L CaCO ₃) 0.0018 (Dureza total >180 mg/L CaCO ₃)		
Cianuro libre		mg CN-/L	0,005		
Cloro total		mg Cl/L	0,003		

Parámetro	Unidad de medida	Pesca y Acuicultura		
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos	
Cobre	mg Cu/L	0,005		
Cromo	mg Cr/L	0,02		
Dureza total	mg/L CaCO ₃	20-100		
Fluoruro	mg F-/L	0,02		
Hierro	mg Fe/L	0,01		
Magnesio	mg Mg/L	15		
Manganeso	mg Mn/L	0,01		
Mercurio	mg Hg/L	0,001		
Níquel	mg Ni/L	0,1		
Plata	mg Ag/L	0,003		
Plomo	mg Pb/L	0,001		
Selenio	mg Se/L	0,01		
Vanadio	mg V/L	0,1		
Zinc	mg Zn/L	0,005		
Otros compuestos químicos				
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,001		
Nota:				
(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.				
(A) Cuando las aguas subterráneas sean empleadas para el uso pesca y acuicultura, se emplearán los valores presentados para cuerpos de agua lóticos y lénticos para definir los criterios de calidad para las aguas subterráneas. Lo anterior, de acuerdo con las condiciones de movimiento del agua durante su uso.				
(B) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.				
(C) Aguas frías: Aguas cuya temperatura es menor a 20 grados centígrados.				
(D) Aguas cálida: Aguas cuya temperatura es mayor o igual a 20 grados centígrados.				
(E) valor que será evaluado a partir de la media geométrica de un conjunto de datos para pesca y acuicultura.				
(F) valor que será evaluado a partir de la media geométrica de un conjunto de datos para la maricultura.				

B. En lo que respecta a las aguas marinas:

Pesca, Maricultura y Acuicultura			
Aguas Marinas			
Referencia	Unidad de medida	Valor máximo	
In situ			
pH	Mínimo	Unidades	6,50
	Máximo	Unidades	8,50
Oxígeno disuelto	Concentración	mg OD/L	5,00
	(Mínima)		
Temperatura del agua		°C	Condiciones naturales ± 1°C de variación máxima
Fisicoquímicos básicos			
Carbono Orgánico Total (COT)		mg/L	3,00
Sólidos	Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	80,00
Nutrientes con nitrógeno y fósforo			
Nitrógeno	Nitratos	mg N-NO ₃ -/L	100
	Nitritos	mg N-NO ₂ -/L	0,10
	Nitritos+Nitratos (A)	mg N/L	100
	Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₃ -/L	0,40
Fósforo	Fósforo reactivo disuelto (ortofosfatos)	µg P- PO ₄ -3 /L	50,00
Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes		NMP/100 mL	14
<i>Enterococcus spp</i>		UFC /100 mL	0
<i>Escherichia coli</i>		NMP/100 mL	1
Iones, metales y metaloides (*)			
Aluminio		µg Al/L	10,00
Arsénico		µg As/L	30,00
Cadmio		µg Cd/L	5,00

Pesca, Maricultura y Acuicultura		
Aguas Marinas		
Referencia	Unidad de medida	Valor máximo
Cianuro	mg CN-/L como cianuro libre	0,02
Cobre (B)	µg Cu/L	1,30
Cromo (VI) (B)	µg Cr (VI)/L	4,40
Hierro	µg Fe/L	10,00
Manganeso	µg Mn/L	10,00
Mercurio inorgánico (B)	µg Hg/L	0,94
Níquel	µg Ni/L	100
Plomo (B)	µg Pb/L	4,40
Vanadio	µg V/L	100
Zinc	µg Zn/L	5,00

Nota:

(*): Los metales o metaloides están expresados como disueltos

(A): Se usará la variable "Nitritos+Nitratos", teniendo en cuenta que, en el momento de no poder determinar en el laboratorio Nitritos, dentro del tiempo de preservación establecido por el método de referencia, es necesario evaluar el Nitrógeno como nitratos +nitritos, debido a que en aguas marinas el análisis de nitratos se determina a partir de la reducción de Nitratos a Nitritos

(B): Si bien los valores establecidos para Cobre, Cromo (VI), Mercurio y Plomo corresponden a los definidos para PFF, se precisa que, para el uso de pesca, maricultura y acuicultura, algunas referencias técnicas internacionales contemplan valores máximos permisibles superiores a los previstos para PFF en la presente resolución. En consecuencia, la Autoridad Ambiental Competente (AAC) podrá, de manera excepcional y debidamente justificada, considerar los siguientes valores máximos permisibles: Cobre, 5,00 µg Cu/L; Plomo, 7,00 µg Pb/L; y Mercurio, 1,00 µg Hg/L. Lo anterior no exonera al usuario del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias vigentes aplicables a la actividad, incluidas aquellas bajo la competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), así como las relacionadas con aspectos sanitarios y el control de otros contaminantes.

Parágrafo. Los valores en relación con el parámetro conductividad eléctrica en aguas continentales, aplican cuando la calidad del cuerpo de agua sea resultado de factores extrínsecos (actividades antrópicas), que afectan las condiciones naturales de salinidad de los cuerpos de agua. No aplican cuando el valor sea resultado de factores intrínsecos (naturales) asociados al cuerpo de agua. La autoridad ambiental definirá la aplicación con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

Artículo 11. *Criterios de calidad para el uso navegación y transporte acuático.* Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para el uso navegación y transporte acuático son los que se relacionan a continuación.

Parámetro	Unidad de medida	Uso navegación y transporte acuático			
		Aguas superficiales continentales		Aguas subterráneas	
		Cuerpos Lénticos	Cuerpos Lóticos		
In situ					
pH	Mínimo	Unidades	5		
	Máximo	Unidades	9		
Conductividad Eléctrica a 25°C	µS/cm	-			
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	% oxígeno de saturación	40-120	50-120	-
Temperatura del agua	°C	Condiciones naturales (A) o que no afecte el uso indicado			
Fisicoquímicos básicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	30		-	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	40		-	
Grasas y aceites	mg/L	10		-	
Tensoactivos aniónicos - método SAAM	mg/L	0,5		-	
Nutrientes y compuestos con nitrógeno y fósforo					
Nitrógeno	Nitrógeno total	mg/L N	20		-
Fósforo	Fósforo total	mg/L P	1		-
Clorofila a	mg/L clorofila a	0,008	-		-
Otros compuestos químicos					
Sulfuro de hidrógeno no ionizado	mg H ₂ S/L	0,1			

Nota:

(-): No se establece criterio de calidad en relación con el parámetro. No aplica.

(A) la variación máxima de la condición natural de temperatura para un sitio específico y tiempo del día no debe ser mayor a la estimación más conservadora entre: 2 °C; 10% de la condición natural.

Artículo 12. *Condición natural del cuerpo de agua.* La autoridad ambiental podrá ajustar los valores definidos para los criterios de calidad para los parámetros de demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total, fósforo total, clorofila a y sólidos suspendidos totales, cuando se presenten concentraciones por encima del criterio de calidad en el cuerpo de agua que sean el resultado de factores intrínsecos (naturales). La

autoridad ambiental deberá ajustar los valores para estos parámetros con base en la información, conocimiento y mediciones de que esta disponga.

Parágrafo. En las aguas marinas donde las condiciones naturales y oceanográficas propias del sistema, tales como las zonas de surgencia u otros factores intrínsecos, generen variaciones naturales en la calidad del agua, reflejadas en parámetros como pH, oxígeno disuelto (OD), nutrientes, temperatura u otras variables físicas, químicas y microbiológicas, la autoridad ambiental competente deberá ajustar los valores de los parámetros de calidad establecidos en la presente resolución, atendiendo a las particularidades regionales y ecosistémicas del área evaluada. Dicho ajuste deberá sustentarse en información técnica suficiente, conocimiento científico y resultados de mediciones representativas y verificables, obtenidas a partir de los instrumentos de monitoreo, evaluación y gestión ambiental disponibles, sin afectar la destinación del recurso hídrico ni la integridad del ecosistema marino.

Artículo 13. *Resultados de análisis de laboratorio para la evaluación de los criterios de calidad.* Los resultados de análisis ambientales para la evaluación de los criterios de calidad deben provenir de laboratorios acreditados de acuerdo con la Resolución número 104 de 2022 del IDEAM, o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

Parágrafo. Entiéndase el límite de cuantificación del método analítico (LCM) como el nivel más bajo en el cual el desempeño de un método es aceptable para una aplicación determinada. Es así como el LCM es el mínimo nivel de analito que puede ser determinado con desempeño aceptable (es decir, considerado con exactitud y precisión, o incertidumbre de medición)¹.

En todo caso los límites de cuantificación del método analítico (LCM) deben ser inferiores a los valores establecidos en la presente resolución, lo anterior conforme a lo establecido en los procedimientos de acreditación a cargo del Ideam.

Artículo 14. *Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) y criterios de calidad.* Los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) adoptados antes de la expedición de la presente resolución o aquellos que hayan iniciado la fase de elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, no están obligados a realizar el ajuste de los objetivos de calidad. No obstante lo anterior, la autoridad ambiental competente podrá realizar las modificaciones que considere pertinentes.

Al vencimiento del período previsto para el cumplimiento de los objetivos de calidad, los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) que inicien su revisión o ajuste deberán implementar lo dispuesto en la presente resolución.

Artículo 15. *Vigencia.* La presente resolución rige a partir de un (1) año de la publicación en el *Diario Oficial*.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 21 de mayo de 2026.

La Ministra (e) de Ambiente y Desarrollo Sostenible,

Irene Vélez Torres.

Anexo Uso preservación de flora y fauna

1. Bioensayos

Los bioensayos son pruebas derivadas de la toxicología clásica aplicadas al diagnóstico ambiental en ecosistemas acuáticos que se sospechan contaminados por fuentes naturales o antrópicas. Se usan como complemento a los ensayos fisicoquímicos y constituyen una herramienta destinada a identificar elementos biológicos en riesgo por contaminación física y química, asociada a elementos tóxicos, compuestos tóxicos, mezclas de compuestos tóxicos y sus transformaciones en el ambiente. Los bioensayos son empleados para establecer niveles tolerables de exposición, en donde se considera la inexistencia de efectos adversos significativos sobre la "abundancia, producción y persistencia de las poblaciones y los ecosistemas" (Castillo, 2004).

Según Schuijt (2021), los ensayos (eco)toxicológicos se definen como sistemas de ensayo que exponen los componentes biológicos a un medio ambiente y, posteriormente, evalúan los efectos biológicos de los estresores químicos a través de diferentes niveles de organización biológica, desde el molecular hasta las comunidades y los ecosistemas.

Estas pruebas van desde la medición de las respuestas suborgánicas en modelos *in vitro* hasta los efectos a nivel de ecosistema *in vivo*, e incluyen métodos basados en los efectos, pruebas de toxicidad (estándar) bioensayos, biomarcadores, así como experimentos en micro y mesocosmos, y pueden realizarse en laboratorios o sobre el terreno (*in situ*). La integración de las pruebas de ecotoxicidad que miden los efectos biológicos en las prácticas de vigilancia podría superar las limitaciones de los índices ecológicos y de la vigilancia basada en sustancias químicas por tres vías:

- Proporcionando una evaluación más completa y realista de la exposición y las respuestas de los organismos acuáticos a los factores de estrés químico (Altenburger et al., 2019; Brack et al., 2019; Lam, 2009; Wernersson et al., 2015),
- ayudando a desentrañar los mecanismos subyacentes que provocan efectos adversos en los ecosistemas acuáticos (Leusch et al., 2014b; van der Oost et al., 2017) y, por último,
- al funcionar como señal de alerta temprana que permite tomar medidas preventivas (Martínez-Haro et al., 2015). Esto hace que los métodos ecotoxicológicos sean herramientas adecuadas para la evaluación del riesgo tanto prospectiva como retrospectiva.

En los bioensayos, la toxicidad se refiere a la exposición de una población de organismos a una condición ambiental de interés a evaluar, la cual puede ser un elemento químico o físico o la mezcla de varios de estos. Generalmente las poblaciones utilizadas para estas pruebas son plantas, algas, hongos, invertebrados (moluscos, anélidos, larvas de insectos, etc.), anfibios, peces y mamíferos (Council, 2014). Los ensayos sobre organismos de prueba se realizan bajo condiciones experimentales específicas y controladas (Castillo, 2004).

¹ Eurachem (2014). Guía de Laboratorio para Validación de Métodos y Temas Relacionados.

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA o GHS, por el acrónimo de Global Harmonized System en inglés), es una iniciativa aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, 1992). La primera versión del SGA se adoptó en 2002. La última versión (7) es del año 2017 (ONU, 2017).

Es preciso establecer, que mediante el Decreto 1496 del 6 de agosto de 2018 se adopta para Colombia el SGA "Por el cual se adopta Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química". Además, mediante Resolución N° 2075 del 02 de agosto de 2019, y en el marco de la Decisión 804 de 2015 de la Comunidad Andina de Naciones, se adopta el "Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola (PQUA)". Los titulares de registros de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola - PQUA tendrán un período máximo de 60 meses, para adaptar el etiquetado al Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

Este sistema establece criterios armonizados para clasificar sustancias y mezclas con respecto a sus peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente. Estos criterios armonizados pueden ser empleados como herramientas para la prevención de los potenciales efectos a la salud humana y el ambiente, siendo este su uso a lo largo del presente documento.

El presente documento es aplicable a las aguas continentales y busca:

- Presentar y explicar los tipos de ensayos
- Orientar la interpretación de la toxicidad acuática
- Establecer un procedimiento para derivar los criterios de calidad a partir del uso de bioensayos.

Lo anterior, con lo que se presenta a continuación.

1.1. Tipos de ensayos

Aunque la mayoría de las sustancias químicas están presentes en bajas concentraciones, plantean problemas ecotoxicológicos al aparecer en mezclas complejas con productos de transformación y sustancias químicas que pueden interactuar entre sí. Para complicar aún más las cosas, la detección de sustancias químicas en el medio ambiente mediante análisis químico no significa necesariamente que sean biodisponibles, ni que vayan a causar efectos detectables o perjudiciales en los sistemas biológicos. Por lo tanto, para evaluar el riesgo de que las mezclas de sustancias químicas puedan perjudicar a los ecosistemas acuáticos, el monitoreo químico será cada vez menos informativo y proporcionará un vínculo débil con los efectos ecológicos (Schuijt L.M., 2021).

De hecho, el monitoreo químico no suele hacerse solo, sino en combinación con el monitoreo ecológico. Los índices ecológicos son el método más común a nivel global, para evaluar el estado ecológico e implican muestreo de organismos en el sistema monitoreado para evaluar puntos finales estructurales o funcionales. Los índices resumen la diversidad de especies en un solo

valor y sirven además para describir el estado ecológico general (Siddig et al., 2016). Por lo tanto, la principal ventaja del monitoreo ecológico es la alta relevancia ecológica, ya que proporciona información completa sobre el ecosistema e integra el efecto global de los estresores químicos, incluidos los efectos de las mezclas y la biodisponibilidad. Sin embargo, una desventaja de los índices ecológicos es su limitada capacidad para identificar efectos subyacentes que causan efectos ecológicos negativos.

Actualmente hay consenso en que se necesitan métodos complementarios como los ensayos (eco)toxicológicos (Figura 1-1), que podrían proporcionar un puente entre el monitoreo químico y los índices ecológicos (Altenburger et al., 2019; Brack et al., 2019; Lam, 2009; Wernersson et al., 2015).

Los ensayos ecotoxicológicos pueden clasificarse según el nivel de organización biológica que mide:

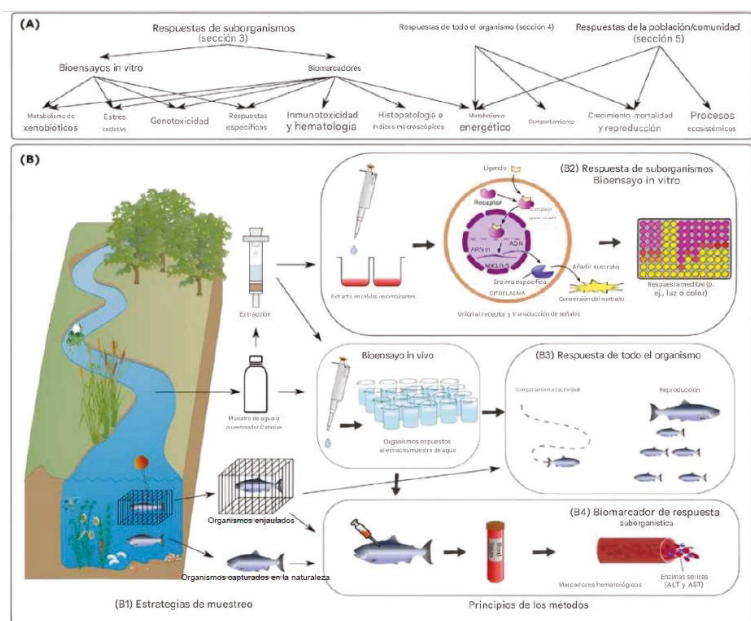
- (A). Respuestas sub-orgánicas, de todo el organismo y de la población/comunidad.
- (B1). El muestreo ambiental, utilizando métodos activos o métodos pasivo; a partir del cual, la muestra puede concentrarse. Como alternativa, los organismos pueden ser capturados o enjaulados y expuestos en el campo.
- (B2). Una vez muestreados los organismos o el agua pueden realizarse pruebas (eco)toxicológicas que midan las respuestas a nivel sub-orgánico mediante bioensayos in vitro.
- (B3). A nivel de todo el organismo.
- (B4). Biomarcadores.

La toxicidad acuática es la propiedad intrínseca de una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos tras la exposición a una sustancia en el medio acuático. La toxicidad acuática aguda mide los efectos resultantes tras una breve exposición, es decir, dentro de un periodo corto (minutos, horas o algunos días) en relación con el periodo de vida del organismo empleado en el ensayo). La toxicidad acuática crónica mide los efectos resultantes de la exposición en el medio determinadas en relación con el ciclo de vida del organismo, exposición que representa una porción significativa de la vida del organismo normalmente >10% del ciclo de vida (Castillo, 2004). Los ensayos de toxicidad crónica requieren de la identificación de "efectos tóxicos a largo plazo relacionados con cambios en el metabolismo, crecimiento o capacidad de supervivencia" (Castillo, 2004).

La toxicidad se evalúa a través de bioensayos, los cuales son pruebas en condiciones controladas derivadas de la toxicología clásica aplicadas al diagnóstico ambiental en ecosistemas acuáticos que se sospechan contaminados por fuentes naturales o antropicas, y que se usan como complemento a los ensayos fisicoquímicos y constituyen una herramienta destinada a identificar elementos biológicos en riesgo por contaminación física y química, asociada a elementos tóxicos, compuestos tóxicos, mezclas de compuestos tóxicos y sus transformaciones en el ambiente. Los bioensayos son empleados para establecer niveles tolerables de exposición, en donde se considera la inexistencia de efectos adversos significativos

sobre la "abundancia, producción y persistencia de las poblaciones y los ecosistemas" (Castillo, 2004).

Figura 1-1 Categorización de las pruebas (eco)toxicológicas y principios para evaluar las respuestas al estrés químico en los ecosistemas acuáticos.

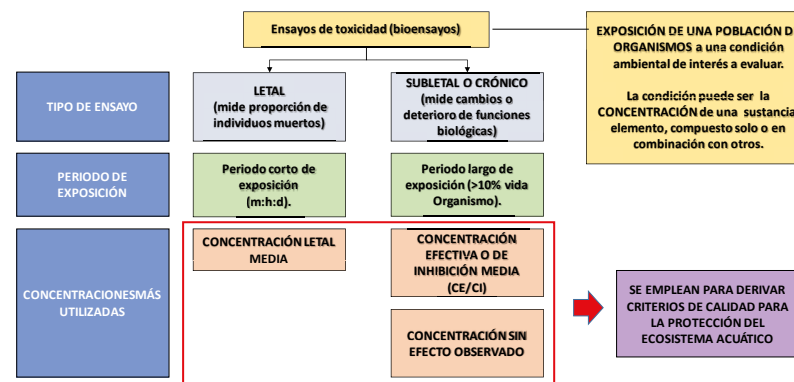


Tomado de: Adaptado de Schuijt et. al. (2021). Traducción no oficial.

Los bioensayos son empleados para medir la toxicidad acuática aguda y la toxicidad acuática crónica (subletal) (ver Figura 1-2). A partir de los bioensayos se determinan las concentraciones de un tóxico que causan un grado de efecto particular sobre los organismos expuestos a partir del análisis de la curva dosis – respuesta (ver Figura 1-3). En la Tabla 1-1 se presentan las definiciones para toxicidad acuática (aguda y crónica), las definiciones de las diferentes concentraciones empleadas para la evaluación de toxicidad, los organismos que se someten a los ensayos normalizados de las directrices de ensayo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) o equivalente. Las concentraciones más utilizadas son concentración la letal (CL), efectiva o inhibitoria (CE/CI) y la concentración sin efecto observado (CSEO). Concentraciones que son empleados en la generación de criterios de calidad para

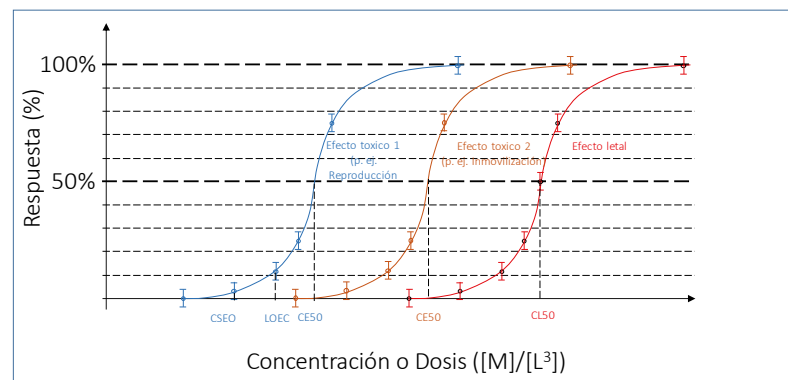
protección de la vida acuática. No obstante, se establece que los ensayos de toxicidad aguda, en condiciones controladas son los más usados a nivel mundial, porque son más fáciles y cuentan con una mayor estandarización de los procedimientos, métodos y los resultados respecto a los efectos subletales o crónicos.

Figura 1-2 Tipos de ensayos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-3 Curva dosis – respuesta



Fuente: Elaboración propia.

En los bioensayos se emplean principalmente a ensayos normalizados, a saber, peces, crustáceos y algas, "especies representativas que abarcan toda una gama de niveles tróficos y taxones. No obstante, también pueden considerarse datos de otros organismos, siempre que representen a una especie y correspondan a efectos experimentales equivalentes." (ONU, 2017).

Tabla 1-1 Toxicidad aguda y crónica

Toxicidad acuática aguda: es la propiedad intrínseca de una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos tras una breve exposición a esa sustancia en el medio acuático			
Organismo que se somete a los ensayos normalizados*	peces	crustáceos	algas u otras plantas acuáticas
Tipo de concentración para la evaluación de toxicidad acuática aguda / directriz de ensayo	CL50 en 96 horas para los peces (Directriz 203 de la OCDE o equivalente)	CE50 en 48 horas para crustáceos (Directriz 202 o equivalente)	CE50 en 72 o 96 horas para algas (Directriz 201 o equivalente)
Definición	CL50: concentración letal media, concentración del material en agua, suelo o sedimento que se estima letal para el 50% de los organismos de ensayo.	CE50/CI50: concentración efectiva o de inhibición media. Concentración del material en agua, suelo o sedimento que se estima afecta al 50% de los organismos de ensayo.	
Toxicidad acuática crónica: es la propiedad intrínseca de una sustancia de provocar efectos nocivos en los organismos acuáticos durante exposiciones en el medio determinadas en relación con el ciclo de vida del organismo			
Organismo que se somete a los ensayos normalizados*	peces	crustáceos	algas u otras plantas acuáticas
Tipo de concentración para la evaluación de toxicidad acuática crónica / directriz de ensayo	CSEO o CEX crónicas equivalente (Directrices de la OCDE 210 (Fase temprana de la vida de los peces))	CSEO o CEX crónicas equivalente (Directrices de la OCDE 202, parte 2, o 211 (Reproducción de las dafnias))	CSEO o CEX crónicas equivalente (Directrices de la OCDE 201 (inhibición del crecimiento de las algas)).
Definición	CSEO (NOEC en inglés): concentración sin efecto observado, es la concentración de ensayo inmediatamente inferior a la concentración más baja que produce efectos adversos estadísticamente significativos en un ensayo. La CSEO no tiene efectos adversos estadísticamente significativos en comparación con el testigo. CEX: Es la concentración que causal el x% de la respuesta.		
*Los organismos que se someten a ensayos normalizados, a saber, peces, crustáceos y algas, son especies representativas que abarcan toda una gama de niveles tróficos y taxones. No obstante, también pueden considerarse datos de otros organismos, siempre que representen a una especie y correspondan a efectos experimentales equivalentes.			

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017).

Es preciso establecer que el SGA establece criterios basados en Directrices de ensayo de la OCDE, no obstante, permite el uso de experimentos equivalentes.

1.2. Interpretación de la toxicidad acuática

Para interpretar la toxicidad acuática, se deben emplear los criterios de clasificación de peligros a corto plazo (agudo) y peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático establecidos en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) en su versión más reciente (ONU, 2017) o la que la modifique o sustituya.

1.2.2. Toxicidad acuática crónica

Para la determinación de la toxicidad acuática crónica se emplea un enfoque secuencial de acuerdo con los siguiente:

1. Se determina si existe información sobre toxicidad crónica que permita la clasificación de peligros a largo plazo.
2. Se emplean datos sobre toxicidad aguda y datos sobre el comportamiento y destino de la sustancia en el ambiente (degradabilidad y bioacumulación) para la clasificación de peligros a largo plazo.

1.2.2.1. Potencial de bioacumulación y degradación ambiental

En la Tabla 1-3 se resumen las definiciones, criterios y ensayos empleados para la determinación del potencial de bioacumulación y la degradación medioambiental. Lo anterior, debido a que son necesarios para la clasificación de los peligros a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático de acuerdo con el SGA (ONU, 2017).

Tabla 1-3 Criterios para definir el potencial de bioacumulación y la degradación medioambiental

Potencial de bioacumulación			
Criterio de clasificación	Ensayo	Descripción	Criterio
Factor de bioconcentración (FBC)	Se determinará mediante Directriz de ensayo 305 de la OCDE	El factor de bioconcentración es un valor adimensional que se determina mediante ensayo de laboratorio, y determinado como la relación de concentración una sustancia química o elemento en los tejidos de los organismos (como mg / kg) y la concentración de la sustancia química en el medio circundante (como mg/L o mg/Kg). Para la determinación de la bioconcentración en agua se emplean generalmente peces, debido a que son adecuados para determinar el potencial de bioacumulación de sustancias con muy baja solubilidad en agua (OECD, 2020).	Potencial de bioacumulación basado en un FBC ≥ 500 obtenido experimentalmente
Coefficiente de reparto octanol/agua expresado como log Kow	Estimación directa mediante directrices de ensayo 107 (1995), 117 (1989) o 123 de la OCDE	El coeficiente de partición n-octanol/agua (Kow), es un cociente adimensional que expresa la relación de la concentración de una sustancia química en n-octanol y la concentración de una sustancia química en agua en equilibrio, a una temperatura especificada. Su valor está inversamente relacionado con la solubilidad en agua y directamente proporcional al peso molecular de una sustancia (ChemSafetyPro, 2020). Los valores de Kow (o el logaritmo de Kow) sirven para predecir la tendencia de un compuesto orgánico a adsorberse en organismos vivos, por lo que determina el potencial de bioacumulación. Las sustancias con un log Kow elevado tienden a tener baja solubilidad en agua y tienden a alojarse en tejidos grasos, teniendo por tanto un potencial de bioacumulación en los organismos	log Kow ≥ 4 con la condición de que este indicador sea un descriptor apropiado del potencial de bioacumulación de la sustancia. Los valores medidos de log Kow prevalecen sobre los valores estimados, y los valores medidos del FBC lo hacen sobre los valores de log Kow.

Con base en esta clasificación, se establece que cuando una sustancia se clasifique en cualquiera de las categorías de peligro agudo o crónico para el medio acuático, se deben establecer criterios de calidad para el uso preservación de flora y fauna por parte de la Autoridad Ambiental.

1.2.1. Toxicidad acuática aguda

En la Tabla 1-2 se relacionan los principales criterios de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA – versión 7) con relación al peligro a corto plazo (agudo), los cuales permiten clasificar una sustancia en tres categorías (aguada 1 a 3) a partir del uso de datos de toxicidad para peces (CL₅₀), crustáceos y algas u otras plantas acuáticas (CE₅₀). El ensayo de inhibición de crecimiento de las algas es un ensayo crónico de la CE₅₀ se considera un valor agudo para propósitos de la clasificación.

Tabla 1-2 Clasificación y etiquetado para peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático

Peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático						
Categorías de peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático	Palabra de advertencia	Indicaciones de peligro	Código de indicación de peligro	CL ₅₀ 96h (para peces)	CE ₅₀ 48 h (para crustáceos)	CE ₅₀ 72 o 96 h (para algas u otras plantas acuáticas)
				(Directriz de ensayo 203 de la OCDE o equivalente)	(Directriz de ensayo 202 de la OCDE o equivalente)	(Directriz de ensayo 201 de la OCDE o equivalente)
Agudo 1 (Nota 2)	Atención	Muy tóxico para los organismos acuáticos	H400	≤ 1 mg/L (y/o)	≤ 1 mg/L (y/o)	≤ 1 mg/L (Nota 3)
Agudo 2	Sin palabra de advertencia	Tóxico para los organismos acuáticos	H401	>1 pero ≤10 mg/L (y/o)	>1 pero ≤10 mg/L (y/o)	>1 pero ≤10 mg/L (Nota 3)
Agudo 3	Sin palabra de advertencia	Nocivo para los organismos acuáticos	H402	>10 pero ≤100 mg/L (y/o)	>10 pero ≤100 mg/L (y/o)	>10 pero ≤100 mg/L (Nota 3)

Nota 1: Los organismos que se someten a ensayos normalizados, a saber, peces, crustáceos y algas, son especies representativas que abarcan toda una gama de niveles tróficos y taxones. No obstante, también pueden considerarse datos de otros organismos, siempre que representen a una especie y correspondan a efectos experimentales equivalentes.
Nota 2: Cuando se clasifican sustancias en las categorías Aguda 1 y/o Crónica 1, es necesario indicar al mismo tiempo el factor M adecuado para aplicar el método sumatorio.
Nota 3: Cuando la toxicidad para las algas CE₅₀ sea más de 100 veces inferior a la de la especie de sensibilidad más próxima y se haga una clasificación basada únicamente en ese efecto, convendrá verificar si esa toxicidad es representativa de la toxicidad para plantas acuáticas. Si se ha demostrado que esto no ocurre, deberá recabarse la opinión de los expertos para decidir si se clasifica o no la sustancia. La clasificación debería basarse en la CE₅₀. Cuando las condiciones de determinación de la CE₅₀ no se especifiquen y no se haya registrado ninguna CE₅₀, la clasificación deberá basarse en la CE₅₀ más baja disponible.

Se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas en el SGA para los criterios de clasificación de metales y compuestos inorgánicos

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017)

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017)

Degradación medioambiental

Criterio de clasificación	Ensayo	Descripción	Criterio
Ensayos de biodegradabilidad	Los ensayos de biodegradabilidad (A hasta F) de la Directriz de ensayo 301 de la OCDE (OCDE, 1992)	La biodegradabilidad es la capacidad intrínseca de una sustancia a ser transformada en una estructura química más simple por vía microbiana (Ottensmire y Albertsson, 1992). Las sustancias que se degradan con rapidez desaparecen con rapidez de medio ambiente. Para su evaluación la directriz de ensayo 301 tiene métodos que busca analizar tres niveles sucesivos de ensayo: las pruebas de biodegradabilidad inmediata, de biodegradabilidad intrínseca y de simulación (OCDE, 1992).	Rápidamente degradables si en estudios de biodegradación fácil de 28 días se obtienen los siguientes niveles de biodegradación: a. 70% en ensayos basados en Carbono Orgánico Disuelto b. 60% del máximo teórico en ensayos basados en la desaparición de oxígeno o en la generación de CO ₂ .
Cociente DBO ₅ (5 días)/DQO	Análisis fisicoquímicos	Cuando no se disponga de ensayos de biodegradabilidad, estudios de simulación sobre biodegradabilidad o estudios sobre terreno, etc. Se podrá emplear el cociente DBO ₅ /DQO para determinar el potencial de biodegradación.	Degradación rápida cuando el cociente DBO ₅ (5 días)/DQO ≥ 0,5

* Una sustancia podrá considerarse rápidamente degradable si se dispone de otra información científica que demuestre que la sustancia puede degradarse (biótica y/o abióticamente) en el medio en una proporción >70% en un periodo de 28 días.

Fuente: Elaborada a partir de (OECD, 2020), (ChemSafetyPro, 2020) y (OCDE, 1992).

A continuación, se detalla cada uno de los enfoques de acuerdo con la disponibilidad de información.

1.2.2.2. Cuando se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica

En la Tabla 1-4 se relacionan los principales criterios de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA – versión 7) en relación con el peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático de acuerdo con lo siguiente:

1. Cuando se disponen datos adecuados de toxicidad crónica para los tres niveles tróficos y se conoce su degradabilidad se clasifica de manera directa empleando la Tabla 1-4.
2. Cuando se disponen datos adecuados de toxicidad crónica para uno o dos niveles tróficos y se conoce su degradabilidad se clasifica empleando la Tabla 1-4, y además se evalúa la clasificación sobre toxicidad aguda de la Tabla 1-5, y se aplica el resultado más estricto de la categoría de peligro.

Tabla 1-4 Clasificación y etiquetado para peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático

Categorías de peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático	Palabra de advertencia	Indicaciones de peligro	Código de indicación de peligro	Sustancias para las que se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica		
				CSEO o CEX crónicas (para peces)	CSEO o CEX crónicas (para crustáceos)	CSEO o CEX crónicas (para algas u otras plantas acuáticas)
				Directrices de ensayo 210 (Fases tempranas de la vida del pez de la OCDE)	Directrices de ensayo 211 (Reproducción de la Daphnia de la OCDE)	Directrices de ensayo 201 (Inhibición del crecimiento de las algas de la OCDE)
Crónico 1 (Nota 2)	Atención	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H410	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 0.1 mg/L (y/o))	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 0.1 mg/L (y/o))	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 0.1 mg/L)
Crónico 2	Sin palabra de advertencia	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H411	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 1 mg/L (y/o))	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 1 mg/L (y/o))	Sustancias no rápidamente degradables (≤ 1 mg/L)
Crónico 3	Sin palabra de advertencia	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H412	Sustancias rápidamente degradables (≤ 1 mg/L (y/o))	Sustancias rápidamente degradables (≤ 1 mg/L (y/o))	Sustancias rápidamente degradables (≤ 1 mg/L)

Nota 1: Los organismos que se someten a ensayos normalizados, a saber, peces, crustáceos y algas, son especies representativas que abarcan toda una gama de niveles tróficos y taxones. No obstante, también pueden considerarse datos de otros organismos, siempre que representen a una especie y correspondan a efectos experimentales equivalentes.
 Nota 2: Cuando se clasifican sustancias en las categorías Aguda 1 y/o Crónica 1, es necesario indicar al mismo tiempo el factor M adecuado para aplicar el método sumatorio.
 Nota 3: Para las sustancias no rápidamente degradables la ausencia de degradabilidad rápida se basa en que no se produce una biodegradabilidad fácil o en otra prueba de ausencia de degradación rápida. Cuando no se disponga de datos útiles sobre la degradabilidad, ya sean datos determinados experimentalmente o estimaciones, se considerará que la sustancia no es rápidamente degradable.
 * También se pueden emplear otros ensayos validados y aceptados internacionalmente. Deberán utilizarse las concentraciones sin efectos observados (CSEO) u otras CEX equivalentes.
 ** Se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas en el SGA para los criterios de clasificación de metales y compuestos inorgánicos

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017)

1.2.2.1. Cuando NO se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica

En la Tabla 1-4 se relacionan los principales criterios de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA – versión 7) en relación con el peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático cuando se disponen datos sobre toxicidad aguda y se conoce la degradabilidad y potencial de bioacumulación.

Tabla 1-5 Clasificación y etiquetado para peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático

Categorías de peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático	Palabra de advertencia	Indicaciones de peligro	Código de indicación de peligro	Sustancias para las que no se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica		
				CL ₅₀ 96h (para peces)	CE ₅₀ 48 h (para crustáceos)	CE ₅₀ 72 o 96 h (para algas u otras plantas acuáticas)
				(Directriz de ensayo 203 de la OCDE o equivalente)	(Directriz de ensayo 202 de la OCDE o equivalente)	(Directriz de ensayo 201 de la OCDE o equivalente)
Crónico 1 (Nota 2)	Atención	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H410	≤ 1 mg/L (y/o)	≤ 1 mg/L (y/o)	≤ 1 mg/L (Nota 3)
Crónico 2	Sin palabra de advertencia	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H411	>1 pero ≤ 10 mg/L (y/o)	>1 pero ≤ 10 mg/L (y/o)	>1 pero ≤ 10 mg/L (Nota 3)
Crónico 3	Sin palabra de advertencia	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H412	>10 pero ≤ 100 mg/L (y/o)	>10 pero ≤ 100 mg/L (y/o)	>10 pero ≤ 100 mg/L (Nota 3)
Crónico 4	Sin palabra de advertencia	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	H413	Esta clasificación se introduce para cuando los datos disponibles no permitan una clasificación, pero estos susciten alguna preocupación. Las sustancias poco solubles para las que no se haya registrado toxicidad aguda en concentraciones inferiores o iguales a su solubilidad en agua y que no se degraden rápidamente y tengan un log Kow ≥ 4 , lo que indica un potencial de bioacumulación, se clasificarán en esta categoría, a menos que la información científica demuestre que la clasificación no es necesaria. Esa información podría ser un FBC determinado experimentalmente < 500 , o unas CSEO de toxicidad crónica > 1 mg/L, o datos que indiquen una degradación rápida en el medio ambiente.		

Nota 1: Los organismos que se someten a ensayos normalizados, a saber, peces, crustáceos y algas, son especies representativas que abarcan toda una gama de niveles tróficos y taxones. No obstante, también pueden considerarse datos de otros organismos, siempre que representen a una especie y correspondan a efectos experimentales equivalentes.
 Nota 2: Cuando se clasifican sustancias en las categorías Aguda 1 y/o Crónica 1, es necesario indicar al mismo tiempo el factor M adecuado para aplicar el método sumatorio.
 Nota 3: Cuando la toxicidad para las algas CE₅₀ sea más de 100 veces inferior a la de la especie de sensibilidad más próxima y se haga una clasificación basada únicamente en ese efecto, convendrá verificar si esa toxicidad es representativa de la toxicidad para plantas acuáticas. Si se ha demostrado que esto no ocurre, deberá recabarse la opinión de los expertos para decidir si se clasifica o no la sustancia. La clasificación debería basarse en la CE₅₀. Cuando las condiciones de determinación de la CE₅₀ no se especifiquen y no se haya registrado ninguna CE₅₀, la clasificación deberá basarse en la CE₅₀ más baja disponible.
 Nota 4: Para las sustancias no rápidamente degradables la ausencia de degradabilidad rápida se basa en que no se produce una biodegradabilidad fácil o en otra prueba de ausencia de degradación rápida. Cuando no se disponga de datos útiles sobre la degradabilidad, ya sean datos determinados experimentalmente o estimaciones, se considerará que la sustancia no es rápidamente degradable.
 Nota 5: Potencial de bioacumulación basado en un FBC ≥ 500 obtenido experimentalmente o, en su defecto, un log Kow ≥ 4 con la condición de que este indicador sea un descriptor apropiado del potencial de bioacumulación de la sustancia. Los valores medidos de log Kow prevalecen sobre los valores estimados, y los valores medidos del FBC lo hacen sobre los valores de log Kow
 *Se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas en el SGA para los criterios de clasificación de metales y compuestos inorgánicos

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017)

1.2.3. Criterios de clasificación de mezclas

Para la clasificación de las mezclas, se emplean las categorías anteriormente presentadas para clasificar los peligros al medio ambiente, es decir las categorías Aguda 1 a 3 y Crónica 1 a 4. Lo anterior a partir de los siguientes supuestos: para las categorías Aguda y/o Crónica 1 los "componentes relevantes" de una mezcla son los que están presentes en una concentración igual o superior a 0,1% (peso/peso); en el caso de los demás componentes aquellos presentes en una concentración igual o superior a 1% (peso/peso). Lo anterior, a menos que exista la presunción (por ejemplo, en el caso de componentes muy tóxicos) de que un componente presente en una concentración inferior a 0,1% puede ser relevante para clasificar la mezcla según los peligros que presenta para el medio ambiente acuático.

La clasificación de las muestras se realiza de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.1.3 sobre criterios de clasificación de mezclas del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (ONU, 2017), en donde se menciona que dependiendo del tipo de información disponible sobre la propia mezcla y sus componentes se desarrolla la siguiente secuencia:

- Clasificación basada en datos sobre la toxicidad de la mezcla.
- Clasificación basada en los principios de extrapolación
- Clasificación basada en el método de la "suma de los componentes clasificados".
- La aplicación de una "fórmula de adición".

1.3. Procedimiento para derivar los criterios de calidad a partir del uso de bioensayos

En la Figura 1-4 se resume el procedimiento que deberán emplear las Autoridades Ambientales para derivar los criterios de calidad para el uso preservación de flora y fauna a partir de los resultados de bioensayos, lo anterior con base en las orientaciones del documento OCDE para la evaluación de efectos acuáticos (OECD, 1995).

En la Tabla 1-6 se resumen la clasificación de las sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático.

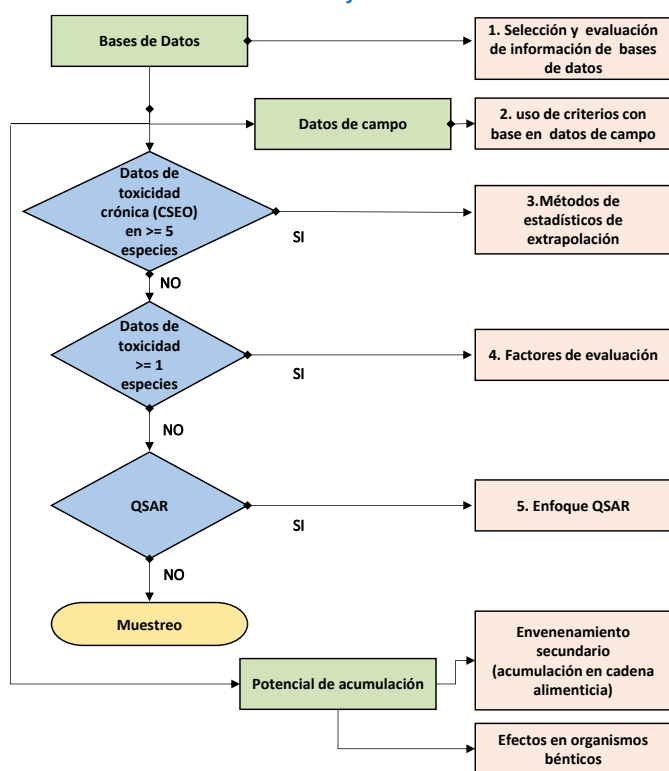
Tabla 1-6 Criterios de clasificación de las sustancias peligrosas para el medio ambiente acuático

Peligro a corto plazo (agudo) (Nota 1)	Categorías de clasificación		
	Peligro a largo plazo (crónico) (Nota 2)		
	Se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica	No se dispone de datos adecuados sobre la toxicidad crónica (Nota 1)	
	Sustancias que no se degradan rápidamente (Nota 3)	Sustancias que se degradan rápidamente (Nota 3)	
Categoría Aguda 1 C(E)L50 \leq 1,00	Categoría Crónica 1 CSEO o CEX \leq 0,1	Categoría Crónica 1 CSEO o CEX \leq 0,01	Categoría Crónica 1 C(E)L50 \leq 1,00 y ausencia de degradabilidad rápida y/o FBC \geq 500 o, en su defecto, log Kow \geq 4
Categoría Aguda 2 1,00 < C(E)L50 \leq 10,0	Categoría Crónica 2 0,1 < CSEO o CEX \leq 1	Categoría Crónica 2 0,01 < CSEO o CEX \leq 0,1	Categoría Crónica 2 1,00 < C(E)L50 \leq 10,0 y ausencia de degradabilidad rápida y/o FBC \geq 500 o, en su defecto, log Kow \geq 4
Categoría Aguda 3 10,0 < C(E)L50 \leq 100		Categoría Crónica 3 0,1 < CSEO o CEX \leq 1	Categoría Crónica 3 10,0 < C(E)L50 \leq 100 y ausencia de degradabilidad rápida y/o FBC \geq 500 o, en su defecto, log Kow \geq 4
	Categoría Crónica 4 (Nota 4), (Nota 5) Ausencia de toxicidad aguda y de degradabilidad rápida, y FBC \geq 500 o, en su defecto, log Kow \geq 4, a menos que las CSEO $>$ 1 mg/L		

Nota 1: Rango de toxicidad aguda basado en los valores de C(E)L50 en mg/L para peces, crustáceos y/o algas u otras plantas acuáticas (o estimación de la relación cuantitativa estructura-actividad (QSAR) si no se dispone de datos experimentales).
 Nota 2: Las sustancias se clasifican en las diversas categorías crónicas, a menos que se disponga de datos adecuados sobre la toxicidad crónica para los tres niveles tróficos por encima de la solubilidad en agua o de 1 mg/L. (Por "adecuados" se entiende que los datos proporcionan una cobertura suficiente del efecto que interesa. En general, ello supondría disponer de datos medidos en ensayos, pero para evitar una cantidad de ensayos innecesaria, en algunos casos pueden utilizarse también datos estimados, por ejemplo, la (Q)SAR o, en los casos más claros, opiniones de expertos.)
 Nota 3: Rango de toxicidad crónica basado en los valores de la CSEO o en los valores equivalentes de la CEX en mg/L para peces o crustáceos u otras medidas reconocidas de toxicidad crónica.
 Nota 4: El sistema también introduce una clasificación de tipo "red de seguridad" (denominada categoría Crónica 4) para los casos en que los datos disponibles no permitan la clasificación con arreglo a los criterios establecidos, pero exista, sin embargo, algún motivo de preocupación.
 Nota 5: Las sustancias poco solubles para las que no se haya registrado toxicidad aguda en el límite de solubilidad y que no sean rápidamente degradables y presenten un potencial de bioacumulación se clasificarán en esta categoría a menos que se demuestre que la clasificación no es necesaria en razón de los peligros a largo plazo para el medio ambiente acuático.

Fuente: Elaborada a partir de (ONU, 2017)

Figura 1-4 Procedimiento para derivar los criterios de calidad para el uso preservación de flora y fauna



Fuente: Adaptado de (OECD, 1995). Traducción no oficial.

A continuación, se detallan las diferentes etapas del procedimiento.

1.3.1. Evaluación y selección de información de bases de datos

Para evaluar los efectos sobre los ecosistemas acuáticos es preciso determinar propiedades fisicoquímicas y toxicidad del químico a partir de bases de datos. Lo anterior con el objetivo de anticipar efectos sobre el ecosistema y determinar si existen peligros a corto plazo (agudo de las

categorías 1, 2 o 3) o a largo plazo (crónicos de las categorías 1, 2, 3 o 4) sobre el ecosistema acuático.

Por lo anterior, a partir del uso de bases de datos la Autoridad Ambiental debe recopilar la información que trata el numeral 1.2, para clasificar los peligros sobre el ecosistema y definir la necesidad de establecer criterios de calidad para este uso, en relación con una sustancia específica.

En la definición de criterios de calidad, se deben considerar especies de al menos:

- Familias de peces óseos,
- familia de crustáceos planctónicos o nadadores
- familia de crustáceos bentónicos,
- familia de moluscos gasterópodos o bivalvos,
- familias de anélidos,
- familia de otro phylum animal diferente, por ejemplo, de insectos;
- así como al menos, una especie de alga o macrófita.

Una vez definido el tipo de peligro, la Autoridad Ambiental debe emplear alguno de los siguientes métodos para definir el criterio de calidad.

Fuentes de información

Para establecer los diferentes aspectos relacionados con la toxicidad, bioacumulación y degradación ambiental, pueden ser consultados en bases de datos abiertas (algunas de las cuales se citan en la Tabla 1-7).

Tabla 1-7 Base de datos de información

Nombre de la base de datos	Descripción	URL
PubChem	base de datos abierta de compuestos químicos del instituto nacional de salud de Estados Unidos (National Institute of Health (NIH))	https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/
ECOTOX Knowledgebase (EPA)	Repositorio global de estudios ecotoxicológicos experimentales en más de 12 000 especies. Incluye datos de toxicidad aguda y crónica, efectos en peces, plantas, aves, invertebrados, anfibio	https://cfpub.epa.gov/ecotox/
CompTox Chemicals Dashboard (EPA)	Plataforma que integra miles de datos toxicológicos computacionales, analíticos y experimentales. Incluye QSAR, rutas metabólicas, fuentes de exposición, valores toxicológicos, identificación estructural, PFAS, pesticidas y contaminantes emergentes.	https://comptox.epa.gov/dashboard/
OECD - eChemPortal	Portal que integra datos toxicológicos y ambientales de múltiples agencias regulatorias del mundo. Incluye estudios experimentales, clasificación de peligros, degradación ambiental, bioacumulación, ecotoxicidad y toxicidad humana.	https://www.echemportal.org/echemportal/all/

Nombre de la base de datos	Descripción	URL
PubChem (NIH)	La mayor base global de datos químicos y biológicos: propiedades, rutas metabólicas, bioactividad, toxicidad, estudios de laboratorio, regulaciones, interacciones biológicas.	https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/
National Pesticide Information Center	Bases de datos y hojas de producto e ingredientes activos	http://npic.orst.edu/index.es.html
Pesticide Properties DataBase (PPDB)	base de datos con es una base de datos que contiene propiedades fisicoquímicas datos toxicológicos de salud humana y ecotoxicológicos de pesticidas la cual ha sido desarrollada por la Unidad de Investigación de Agricultura y Medio Ambiente (AERU) de la Universidad de Hertfordshire	https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm
-	Manual de evaluación de la contaminación del suelo. Apéndice 3 Hojas de datos sobre los plaguicidas	http://www.fao.org/3/x2570s/x2570s08.htm
IPCS INCHEM	es herramienta que integra base de datos de organismos internacionales, para acceso público producido a través de la cooperación entre el Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) y el Centro Canadiense de Salud y Seguridad Ocupacional	http://www.inchem.org/#/search?rpp=10&q=aldrin&p=1&f=Cas_ALL_ss%5B%2309-00-2%22%5D
ECHA	European Chemicals Agency de la Unión Europea Base de datos oficial de la Unión Europea con información regulatoria REACH, CLP, propiedades fisico-químicas, toxicidad, ecotoxicidad, clasificación de peligros, dossier completos y evaluaciones de riesgo químico	https://echa.europa.eu/es/home
OPP Pesticide Ecotoxicity Database	USEPA Pesticide Ecotoxicity Database	ipmcenters.org
eChemPortal	Portal mundial de información sobre sustancias químicas	https://echemportal.org/echemportal/ghs-search/by-name

Fuente: Elaboración propia.

1.3.2. Criterios basados en ensayos de campo

A diferencia de los métodos que evalúan respuestas a nivel sub-orgánico, las pruebas de ecotoxicidad que evalúan las respuestas a nivel de todo el organismo y de la población o la comunidad, incluyen tanto la evaluación de los efectos letales como los subletales, medidas tradicionalmente como puntos finales (por ejemplo, efectos en la supervivencia o en la reproducción), y no tradicionales (por ejemplo, el comportamiento; Ver Figura 1-1, parte B3). Las pruebas que evalúan las respuestas de todo el organismo suelen incluir una sola especie (Connon et al., 2012), mientras que las pruebas que consideran la exposición simultánea de múltiples especies, por ejemplo, mediante el uso de microcosmos y mesocosmos, pueden evaluar las respuestas a nivel de población/comunidad. Una gran ventaja de las pruebas multiespecíficas es que las interacciones entre especies, como la competencia y la depredación, y las cadenas alimentarias que dan lugar a la bioacumulación, se incluyen en el montaje experimental. Estas interacciones no se dan en los ensayos mono-específicos.

La US-EPA desde la década de los noventa, ha reconocido que los criterios nacionales de calidad del agua pueden no reflejar con exactitud las condiciones específicas del lugar debido a las características físicas y/o químicas de este, y a la sensibilidad de las especies biológicas de un lugar determinado. En consecuencia, la EPA creó procedimientos para obtener criterios de calidad del agua específicos para cada sitio (US EPA, 1994a). Los criterios específicos del lugar están permitidos por la normativa y están sujetos a la revisión y aprobación de la EPA. Por ejemplo, los estados tienen la facultad de ajustar los criterios de vida acuática para los metales

a fin de reflejar las condiciones específicas del lugar mediante el uso de una relación de efecto del agua. Este es una forma para tener en cuenta las diferencias entre la toxicidad del metal en el agua de dilución de laboratorio utilizada para las pruebas de toxicidad y su toxicidad en el agua del sitio o del lugar específico. En 1994, la EPA publicó unas directrices provisionales sobre la determinación y el uso de los coeficientes de efecto del agua para los metales.

Teniendo en cuenta el contexto anterior, para la aplicación de los métodos de bioensayos en el sitio (in vivo) es pertinente seguir los siguientes pasos:

- Considerar condiciones de referencia de acuerdo con la clasificación de ecosistemas acuáticos: Los criterios de calidad se enfocan a determinar el estado relativo del recurso hídrico, basándose en la investigación de la salud y la diversidad de su biota residente cuando se compara, en parte, con masas de agua de referencia similares que se sabe que no están deterioradas o están mínimamente deterioradas por las actividades humanas. El deterioro de la masa de agua se juzgará por su desviación de los criterios que se deriven del proceso de establecimiento. Por tal razón, los criterios de calidad ayudan a establecer objetivos de calidad destinados a conservar o restaurar la integridad biológica. De esta forma, los criterios de calidad del agua se articulan con los reglamentos aplicables a los vertimientos de fuentes puntuales y no puntuales.
- Identificar factores de estrés: los criterios de calidad del agua se utilizan para determinar los límites máximos de vertimientos puntuales a cuerpos de agua; reglamento que aplica a los permisos de vertimientos de aguas residuales. Por tanto, se considera pertinente identificar las sustancias contaminantes potenciales, asociadas a la fuente contaminante o actividad generadora de aguas residuales; por ejemplo, asociada a desechos humanos, comida triturada de los fregaderos, las aguas de lavados y de baño, grasas y aceites, productos químicos tóxicos, los metales y plaguicidas, principalmente.
- Muestreos biológicos: las características bióticas como las físicas del hábitat de interés se estudian, utilizando métodos estandarizados para cada clasificación de ecosistemas acuáticos. El estudio debe incluir sitios deteriorados y poco deteriorados, y se debe muestrear dos o más grupos biológicos (por ejemplo, infauna, peces, epifauna, macrófitos, plancton). Las evaluaciones biológicas complementan las evaluaciones físicas y químicas de la calidad del agua, al reflejar los efectos acumulados de las actividades humanas en una masa de agua, incluidas las posibles causas de esos efectos. Posteriormente, pueden utilizarse pruebas químicas y de toxicidad, así como evaluaciones más precisas del hábitat, para identificar las causas probables y sus fuentes, y derivado de ello, sugerir medidas correctivas.
- Los bioensayos deben provenir de laboratorios acreditados de acuerdo con la Resolución 104 de 2022 del IDEAM, o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

1.3.3. Métodos de estadísticos de extrapolación

Los métodos estadísticos de extrapolación se emplean cuando se tienen al menos 5 datos de concentración crónica (CSEO) y permiten determinar el nivel máximo tolerable (nivel en el que no se esperan efectos adversos) para especies/géneros de diferentes niveles de sensibilidad y especies/géneros que no fueron analizadas del ecosistema acuático. Estos métodos asumen que la variación de la sensibilidad de las especies/géneros analizados son representativa del ecosistema. Para ellos es posible emplear los métodos de extrapolación que se presentan a continuación.

◊ Concentración de peligro (HCp)

Dos métodos son empleados para determinar la concentración (HC que representa un riesgo bajo (p) para la mayoría de las especies del ecosistema acuático. Estos métodos defieren en los supuestos en relación con la forma de la curva de distribución empleada para evaluar la sensibilidad de las especies, es decir, que el método Aldenberg y Slob (1993) emplea una distribución log-logística, en tanto el método Wagner y Lokke (1991) emplea una distribución log-normal para determinar la HCp, que es la concentración que representa un riesgo para el p por ciento de las especies.

Antes emplear estos métodos de extrapolación se debe realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica (distribución normal), con ello se garantiza una adecuada protección de las especies. Esta prueba se puede realizar mediante programas estadísticos como SPSS o mediante el uso de herramientas en Excel. Esta prueba de normalidad basada en el valor absoluto de la máxima diferencia (D) entre la distribución acumulada observada (P) y la teórica (F(X)), se acepta el ajuste de la función si el valor $k > D_{\text{máximo}}$.

Tabla 1-8 Parámetros de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov

Sigla	Descripción del parámetro	Ecuación
P	Para un número N de datos de CSEO, la probabilidad acumulada observada empírica de cada dato, se calcula al ordenarlos e identificarlos (R) desde "1" para el más bajo a "N" para el más alto.	$P = \frac{R}{(N + 1)}$
u	Media aritmética, la suma de los números de X dividida por cuántos números se promedian, es decir N. Función Promedio en Excel.	$u = \frac{\sum_{i=1}^N CSEO}{N}$
S	Desviación estándar de los N valores de X Función DESVESTA en Excel.	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (CSEO - u)^2}{N - 1}}$
F(X)	Frecuencia teórica acumulada a partir de la función de probabilidad. La función de distribución log-normal (Wagner y Lokke (1991)): es aquella donde la variable positiva cuyo logaritmo tiene una distribución normal.	-

Sigla	Descripción del parámetro	Ecuación
	F(X) (Función DISTR.NORM. N en Excel empleando los parámetros (x, u, S, VERDADERO)) La función de distribución log-logística (Aldenberg y Slob (1993)) es aquella donde la variable cuyo logaritmo tiene una distribución logística.	
D	D= Valor absoluto de la diferencia entre la frecuencia observada y la frecuencia teórica.	$D = P - F(X) $
k	Valor obtenido de la tabla Kolmogorov-Smirnov a partir N y el nivel de confiabilidad deseado (0.05). Ver Tabla 1-9.	-

Fuente: Elaborado a partir de (OECD, 1995)

Tabla 1-9 Valores de k para una confiabilidad de 0.05

n	α = 0.05	n	α = 0.05
1	0.975	21	0.287
2	0.842	22	0.281
3	0.708	23	0.275
4	0.624	24	0.269
5	0.563	25	0.264
6	0.519	26	0.259
7	0.483	27	0.254
8	0.454	28	0.25
9	0.43	29	0.246
10	0.409	30	0.242
11	0.391	31	0.238
12	0.375	32	0.234
13	0.361	33	0.231
14	0.349	34	0.227
15	0.338	35	0.224
16	0.327	36	0.221
17	0.318	37	0.218
18	0.309	38	0.215
19	0.301	39	0.213
20	0.294	40	0.21
		> 40	$1.36\sqrt{n}$

Fuente: (OECD, 1995)

La HC₅ para un conjunto de datos de al menos 5 especies se determina de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla 1-10.

Tabla 1-10 Parámetros del método Aldenberg y Slob (1993) y el método Wagner y Lokke (1991)

Sigla	Descripción del parámetro	Ecuación
\overline{CSEO}	El valor medio geométrico de las pruebas de CSEO (concentración son efecto observado) realizadas para m especies. Debe calcularse como la media geométrica de todos los valores crónicos disponibles para la especie.	La media geométrica de n números es la raíz n del producto de los números. $\overline{CSEO} = \sqrt[n]{CSEO(1) * CSEO(2) * \dots * CSEO(m)}$
T	Factor de extrapolación	$T = exp^{(S_m * k)}$
S _m	Desviación estándar de los logaritmos naturales de la CSEO para m especies.	-
k	Valor que establece el límite de tolerancia para una distribución logística o normal. En la Tabla 1-11 se presentan los valores de k para los métodos Aldenberg y Slob (1993) y el método Wagner y Lokke (1991) con el objetivo de garantizar una protección del 95% de las especies.	-
HC ₅	La HC ₅ se considera se considera el límite de concentración que se espera sea perjudicial para una comunidad determinada (p=0.05=5%), y que se considera equivalente al nivel máximo tolerable, en donde se asume que el ecosistema esta adecuadamente protegido. Esta concentración tiene el objetivo de garantizar una protección del 95% de las especies.	$HC_5 = \frac{\overline{CSEO}}{T}$

Fuente: Elaborado a partir de (OECD, 1995)

Tabla 1-11 Valores de k para una protección del 95% de las especies.

Valores de k para un nivel de confianza del 95%		
m	Aldenberg y Slob (1993)	Método Wagner y Lokke (1991)
5	4.47	4.21
6	3.93	3.71
7	3.59	3.40
8	3.37	3.19
9	3.19	3.03
10	3.06	2.91
11	2.96	2.82
12	2.87	2.74
13	2.80	2.67
14	2.74	2.61
15	2.68	2.57
20	2.49	2.40
30	2.28	2.22
50	2.10	2.07
100	1.95	1.93
200	1.85	1.84
500	1.76	1.73

Fuente: (OECD, 1995)

◊ Stephen et al. (1985) (Método adaptado de EPA, 1985)

El valor crítico final estimado a partir de CSEO de al menos ocho familias, es una estimación de la concentración máxima tolerable correspondiente a una probabilidad acumulada de 0.05 en los valores de toxicidad crónica para los géneros con los que se han realizado ensayos, por esto tiene el objetivo proteger el 95 por ciento de los géneros taxonómicos para los que se han realizado ensayos crónicos.

La estimación del valor crítico final (FCV por sus siglas en inglés) se realiza empleando el siguiente procedimiento:

- 1. Determinación de valor medio crónico de la especie.
- 2. Determinación de valor medio crónico de cada género (GMCV) y determinar el número de datos de GMCV (N)
- 3. Seleccione los GMCV que tengan probabilidades acumuladas más cercanas a 0.05 (si hay menos de 59 GMCV se emplean los 4 menores GMCV).
- 4. Ordenar los GMCV seleccionados e identificarlos (R) desde "1" para el más bajo GMCV a "N" para el más grande GMCV.
- 6. Estimar la probabilidad acumulada (P)
- 5. Empleando P y GMCV determinar la Desviación estándar (S), los parámetros L y A y Calcular el valor crítico final (FCV).

Tabla 1-12 Parámetros del método Stephen et al. (1985)

Sigla	Descripción del parámetro	Ecuación
SMCV	El valor medio crónico de la especie (SMCV por sus siglas en inglés) debe calcularse como la media geométrica de todos los valores crónicos disponibles para la especie.	La media geométrica de N números es la raíz enésima del producto de los N números.
GMCV	Para cada género para el que se dispone de uno o más SMCV, el valor medio crónico del género (GMCV por sus siglas en inglés) debe calcularse como la media geométrica de los SMCV disponibles para el género.	La media geométrica de N números es la raíz enésima del producto de los N números.
P	Para un número N de datos de GMCV, la probabilidad acumulada de cada GMCV se calcula al ordenarlos e identificarlos (R) desde "1" para el más bajo GMCV a "N" para el más alto GMCV.	$P = \frac{R}{(N + 1)}$
S	Desviación estándar de los logaritmos naturales de para el conjunto de géneros.	$S = \sqrt{\frac{\sum (\ln GMCV)^2 - \frac{(\sum \ln GMCV)^2}{4}}{\sum P - \frac{(\sum \sqrt{P})^2}{4}}}$
L	El parámetro L es función de GMCV, S y P	$L = \frac{\sum (\ln GMCV) - S * \sum \sqrt{P}}{4}$
A	El parámetro A es función de S y L	$A = S * \sqrt{0.05} + L = S * 0.223606 + L$
FCV	El valor crónico final (FCV por sus siglas en inglés) se define en términos de valor medio geométrico crónico del género.	$FCV = e^A$

Fuente: Elaborado a partir de (OECD, 1995)

1.3.4. Factores de evaluación

Los factores de evaluación son empleados cuando existen datos limitados de toxicidad acuática (datos de toxicidad en más de una especie), y es necesario estimar concentraciones empíricamente derivadas que se consideren equivalentes al nivel máximo tolerable.

Según US EPA (US EPA, 1972) "Los ensayos de toxicidad aguda o de corto plazo no son un indicativo de las concentraciones de un tóxico son inofensivos bajo condiciones de exposición a largo plazo." (p. 121). Sin embargo, para cada tóxico es posible determinar de manera experimental y a partir del análisis de la curva dosis- respuesta, la relación entre la concentración segura y la concentración aguda letal, es decir, el factor de aplicación. No obstante, para la mayoría de los tóxicos, el nivel seguro no ha sido determinado, y debe predecirse mediante aproximaciones. Estas aproximaciones se incorporan a través de un factor de evaluación que sirve para extrapolar las siguientes condiciones: Exposición corta a exposición larga (tiempo de exposición); CSEO a condiciones de campo; concentraciones de efectos agudos a CSEO. Por lo anterior, por cada extrapolación se emplea un factor de 10.

En la Tabla 1-13 se presentan factores de evaluación establecidos por OCDE (1995) según el número de especies de diferentes niveles tróficos (alga, crustáceo, pez) y el tipo de ensayos empleado (concentración letal media, concentración efectiva o de inhibición, concentración a la cual no se observa efecto).

Tabla 1-13 Factores de evaluación

Guidance document for aquatic effects assessment (1995)		Factor de evaluación
Información Disponible		
Basado en un conjunto de datos de CL ₅₀ /CE ₅₀ /IC ₅₀ o estimaciones QSAR aguda de una o dos especies acuáticas		1000
Basado en un conjunto de datos de CL ₅₀ /CE ₅₀ /IC ₅₀ o estimaciones QSAR aguda que contengan al menos un alga, un crustáceo y un pez.		100
Basado en un conjunto de datos de CSEO o estimaciones QSAR para toxicidad crónica que contengan al menos un alga, un crustáceo y un pez.		10
Si se dispone de <3 valores de CSEO, se aplican los factores de evaluación respectivos y se selecciona el valor más bajo de los dos.		

Fuente: (OECD, 1995).

1.3.5. Enfoque QSAR

Se basa en que el efecto tóxico de una sustancia depende de su composición elemental y la estructura de esta. La toxicidad de los compuestos orgánicos puede ser pronosticada a partir de sus propiedades fisicoquímicas, dichas predicciones se basan en la comparación de estructura similar (OECD, 1995), o cuantitativas (Quality Structure-Activity Relationship, QSAR)

Desde el año 1992 la OCDE a través del Informe sobre relaciones cuantitativas entre estructura y actividad (QSAR) en la evaluación de los efectos acuáticos (OECD, 1992) ha establecido lineamientos para promover el conocimiento y la mejora de los procedimientos para la evaluación los efectos acuáticos, en particular en la aplicación de relaciones estructura-actividad cuantitativas para estimar los datos de toxicidad acuática cuando no existe información para un compuesto, para validar los resultados de un bioensayo, entre otros.

En este enfoque, se emplea información de un punto final de uno o varios productos químicos para predecir el punto final de otro producto químico que se considera similar estructura o sobre la base del mismo modo o mecanismos de acción. La extrapolación se puede utilizar para evaluar las propiedades fisicoquímicas, toxicidad y la ecotoxicidad de forma cualitativa o cuantitativa.

En el SGA (ONU, 2017) se establece que este enfoque debe limitarse a cuando no se disponga de ensayos y cuando las relaciones cuantitativas estructura-actividad (QSAR) se encuentren validadas para la toxicidad acuática y el logaritmo del coeficiente de reparto octanol/agua (Log (K_{ow})).

En OCDE (1992), se establecieron en su momento dos clases de sustancias químicas para las que existen experiencias QSAR validadas en el área de evaluación de efectos acuáticos, y se establecen las limitaciones y dificultades en su aplicación. Las dos clases de productos químicos: Clase I: los que actúan por narcosis; Clase II: los fenoles y las aminas aromáticas primarias.

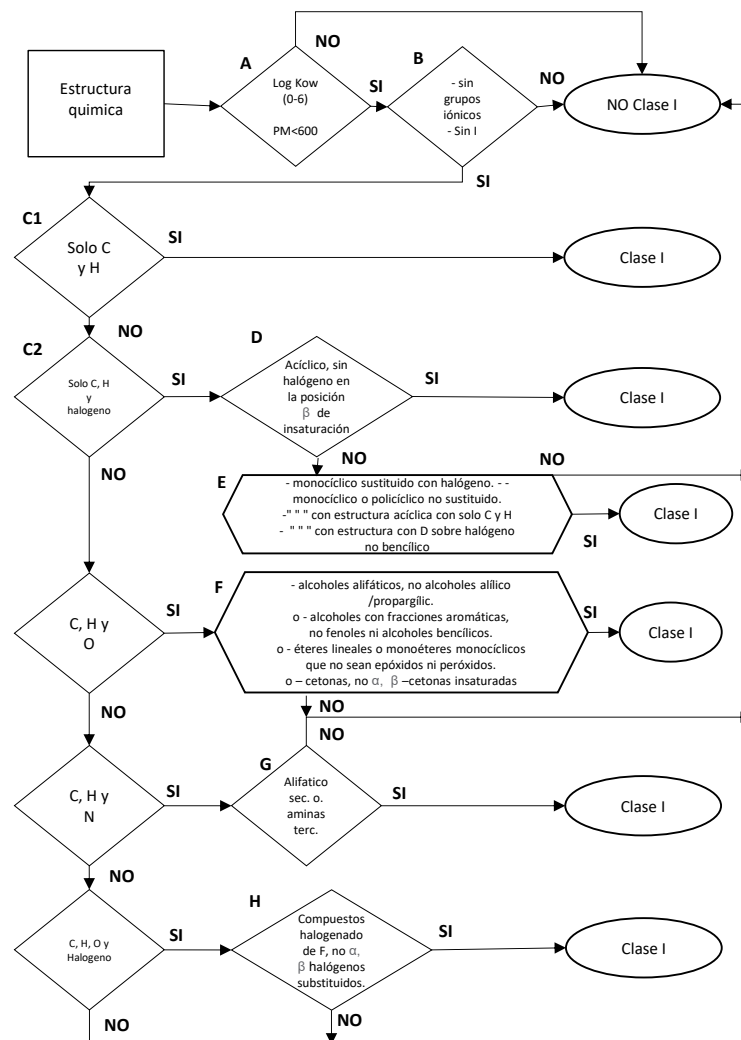
Clase I: QSARs para químicos que actúan por narcosis

En este grupo se encuentran los compuestos químicos orgánicos que consisten en carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y/o halógenos (exceptuando el yodo), que tienen un modo de acción narcótico efecto fisiológico reversible no específico, que es un efecto de toxicidad mínima o de referencia. Para este grupo fueron seleccionadas varias clases de compuestos orgánicos con ecuaciones QSAR de toxicidad mínima, a partir de los cuales se identificaron ecuaciones QSAR para los siguientes puntos finales: toxicidad aguda y crónica para peces; toxicidad aguda y crónica para anfibios; toxicidad aguda y crónica para artrópodos; toxicidad crónica para moluscos; toxicidad crónica para celenterados; toxicidad crónica para algas; toxicidad crónica para hongos; toxicidad crónica para protozoos; toxicidad crónica para bacterias.

Para este grupo las ecuaciones emplean el coeficiente de partición octanol-agua (Kow) como descriptor químico predominante, ecuaciones que pueden ser empleadas teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se pueden aplicar a productos químicos orgánicos relativamente no reactivos, como alcoholes, cetonas, éteres, alcanos clorados no reactivos y compuestos aromáticos. Sin embargo, es importante reconocer que la presencia de ciertas subestructuras dentro de una molécula en una de estas clases químicas puede resultar en una sustancia química mucho más reactiva;
- Las ecuaciones predicen la concentración de efectos mínimos o de referencia de cada sustancia química orgánica;
- Las diferencias en las sensibilidades de las especies son muy pequeñas para esta clase particular de productos químicos.
- Dentro de este grupo se clasifican compuestos con Log(Kow) entre 0 y 6; masa molecular menor o igual a 600 Dalton y que tienen una constante de Ley de Henry adimensional menor a 10⁻². Lo anterior, en conjunto con restricciones de su estructura molecular de acuerdo con lo establecido en la Figura 1-5.

Figura 1-5 Esquema de clasificación de compuestos de la Clase I



Fuente: Adaptado de (OECD, 1995). Traducción no oficial.

Las ecuaciones están representadas de la siguiente forma:

$$\text{Log BE} = a * \text{log Kow} + b$$

Donde:

BE: BE es el efecto de referencia que representa los CL50, CE50, NOLC (no-observed lethal concentration) o CSEO para un determinado punto final de toxicidad. Datos expresados en mol/l; a: es el coeficiente de regresión; b es la intersección.

En la Tabla 1-14 se presentan los coeficientes e intersección de las regresiones para cada punto final, para una lista de especies comunes en cuerpos de agua.

Tabla 1-14 Ecuaciones QSAR para químicos Clase I

Especies	BE	Punto final	rango Log Kow	a	b
Bacterias					
<i>Clostridium botulinum</i>	CSEO	24h crecimiento de la población	0.77 - 6.11	-0.82	-0.29
<i>Bacillus subtilis</i>	CE50	30m germinación de esporas	-0.77 - 4.57	-0.64	-1.03
<i>Pseudomonas putida</i>	CSEO	6h crecimiento de la población	-0.25 - 2.72	-0.64	-1.60
<i>Microcystis aeruginosa</i>	CSEO	192h multiplicación celular	-0.25 - 2.72	-0.62	-2.33
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	CSEO	15m luminiscencia	-1.31 - 4.14	-0.68	-1.52
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	CE50	15m luminiscencia	-0.77 - 4.66	-1.01	-0.73
Protozoos					
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	CE50	48h proliferación	-0.77 - 5.58	-0.80	-0.80
Hongos					
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	CSEO	24h uso de glucosa	-0.77 - 1.56	-0.78	-0.35
Algas					
<i>Skeletonema costatum</i>	CE50	96h crecimiento de la población	1.48 - 4.60	-0.72	-0.94
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	CE50	48h multiplicación celular	0.76 - 3.53	-0.86	-0.93
<i>Selenastrum capricornutum</i>	CE50	72/96h crecimiento de la población	2.19 - 4.05	-1.00	-1.23
celenterados					
<i>Hydra oligactis</i>	NOLC	48h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.86	-1.35
Moluscos					
<i>Lymnea stagnalis</i>	NOLC	48h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.86	-1.38
Artrópodos					
<i>Nitocra spinipes</i>	CL50	96h supervivencia	-0.77 - 5.13	-0.78	-1.14
<i>Daphnia magna</i>	CSEO	18-21d reproducción	-0.24 - 5.18	-1.04	-1.70
<i>Daphnia magna</i>	CSEO	18-21d crecimiento	-0.24 - 5.18	-1.07	-1.75
<i>Daphnia magna</i>	CE50	48h supervivencia	-1.36 - 5.18	-0.95	-1.19
<i>Aedes aegypti</i>	CL50	48h & 4h supervivencia	-1.36 - 2.72	-1.09	-0.36
<i>Aedes aegypti</i>	NOLC	48h & 4h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.69	-1.42
<i>Culex pipiens</i>	NOLC	48h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.86	-1.28
Peces					
<i>Alburnus alburnus</i>	CL50	96h supervivencia	-1.77 - 4.57	-0.75	-1.12
<i>Brachydanio rerio</i>	CSEO	28d crecimiento larvario	-2.90 - 5.18	-1.06	-1.42
<i>Pimephales promelas</i>	CL50	96h supervivencia	-1.24 - 5.13	-0.85	-1.41
<i>Pimephales promelas</i>	CSEO	28d crecimiento larvario	-0.46 - 4.07	-1.04	-1.96
<i>P. promelas / B. rerio</i>	CSEO	28-32d crecimiento	0.46 - 5.24	-0.87	-2.35
<i>Poecilia reticulata</i>	CL50	7 & 14d supervivencia	-1.36 - 5.18	-0.87	-1.19
Anfibios					
<i>Ambystoma mexicanum</i>	NOLC	48h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.88	-1.19
<i>Rana catesbiana</i>	CL50	96h supervivencia	-0.68 - 4.14	-0.86	-1.31

Especies	BE	Punto final	rango Log Kow	a	b
<i>Rana temporaria</i>	NOLC	30m supervivencia	-0.77 - 2.97	-1.09	-0.77
<i>Xenopus laevis</i>	NOLC	48h supervivencia	-0.25 - 2.72	-0.90	-1.09
<i>Xenopus laevis</i>	CL50	48h supervivencia	-1.36 - 2.83	-0.85	-1.84

Fuente: (OECD, 1995)

Además, a partir del uso las ecuaciones QSAR para químicos Clase I como entrada de los métodos de estadísticos de extrapolación presentados anteriormente, OCDE (1995) determinó las concentraciones máximas tolerables para los tres métodos descritos y en función del coeficiente de partición octanol-agua (Kow).

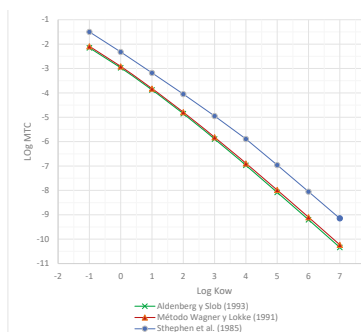
Tabla 1-15 Concentraciones máximas tolerables (MTC por sus siglas en inglés)

calculadas para los diferentes métodos de extrapolación.

log Kow	log HC5 para un nivel de confianza del 95%		
	Aldenberg y Slob (1993)	Método Wagner y Lokke (1991)	Stephen et al. (1985)
-1.00	-2.15	-2.09	-1.50
0.00	-2.97	-2.91	-2.32
1.00	-3.88	-3.82	-3.18
2.00	-4.85	-4.79	-4.05
3.00	-5.89	-5.82	-4.95
4.00	-6.97	-6.89	-5.89
5.00	-8.08	-7.98	-6.96
6.00	-9.20	-9.10	-8.05
7.00	-10.34	-10.23	-9.15
Valor k	2.53	2.42	

Fuente: (OECD, 1995)

Figura 1-6 Concentraciones máximas tolerables vs Log Kow



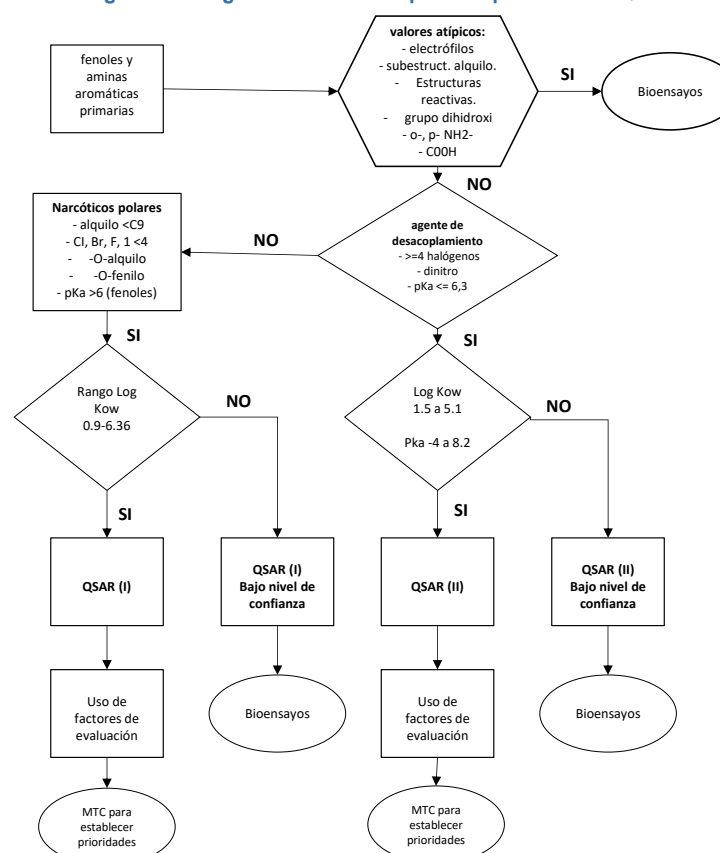
Fuente: Elaborado a partir de (OECD, 1995)

◊ Clase II: QSARs para fenoles y aminas aromáticas primarias

En La Clase II se encuentran compuestos que no son reactivos en condiciones fisiológicas normales y no interactúan con receptores específicos en un organismo, pero son ligeramente más tóxicos que la toxicidad de referencia entre los que se encuentran: fenoles no ácidos o débilmente ácidos; aminas aromáticas y anilinas; aminas primarias alifáticas; piridinas débilmente básicas.

Para su uso el compuesto a analizar debe ser clasificado con respecto a su modo de acción para garantizar que se seleccione el QSAR más apropiado, y empleando el esquema de decisión de la Figura 1-7 que consta las siguientes etapas: identificación de fenoles y aminas aromáticas primarias para los que no se pueden recomendar predicciones QSAR; identificar aquellos agentes de desacoplamiento para los que se recomiendan QSAR; por último, identificar aquellos fenoles y aminas aromáticas primarias de los que se puede suponer que son narcóticos polares.

Figura 1-7 Diagrama de decisión para la aplicación de QSARs en la Clase II



Fuente: Adaptado de (OECD, 1995). Traducción no oficial.

En la Tabla 1-16 se presentan las ecuaciones QSAR para químicos Clase II.

Tabla 1-16 Ecuaciones QSAR para químicos Clase II

Especies	Concentración	Punto final	rango Log Kow	Ecuación	Fuente
QSAR (I): Sustancias químicas tipo Narcóticos polares (fenoles, anilinas) Los requisitos estructurales relacionados con esta ecuación son: fenoles y aminas aromáticas con varios sustitutos, excepto derivados con cuatro o más anillos, halógenos sustituidos y dos o más grupos nitro.					
Pimephales promelas	CL50	96h supervivencia	0.9-6.36	log LC50 (mmol/l) = -0.65 log Kow + 0.7	Veith and Broderius (1987)
QSAR (II): Sustancias químicas que actúan como desacopladores de la fosforilación oxidativa. Los requisitos estructurales relacionados con esta ecuación son: fenoles sustituidos con alquilo (incluidos los insaturados), cloro, bromo, nitro, metoxi, amino, fenoxi, N-acetililo y combinaciones.					
Pimephales promelas	CL50	96h supervivencia	0.96-5.04	log LC50 (mmol/l) = -0.59 log Kow - 0.2	(Schultz et al., 1986)
QSAR (III): Sustancias químicas que actúan como desacopladores de la fosforilación oxidativa. Los requisitos estructurales relacionados con esta ecuación son: fenoles y anilinas (aminas aromáticas primarias) sustituidos con cuatro o más anillos halógenos sustituidos o dos o más grupos nitro.					
Pimephales promelas	CL50	96h supervivencia	1.54-5.12 pKa (-4.0-8.2)	log LC50 (mmol/l) = -0.67 log Kow + 0.05	US EPA ERL-Duluth (Bradbury, unpublished)

Fuente: (OECD, 1995)

◊ QSAR Caja de Herramientas (Toolbox)

El Proyecto OCDE (Q)SAR, que es financiado por la Unión Europea, ha sido desarrollado para promover la aplicación práctica de los enfoques (Q)SAR para la evaluación de químicos en contextos regulatorios por parte de gobiernos y la industria. Es así, como se resalta las experiencias de los países miembros de la OCDE (Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Dinamarca, Países Bajos, Australia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido, entre otros) con respecto al uso de modelos (Q)SAR en la evaluación química y su uso programas regulatorios, incluidos la evaluación de efectos a los ecosistemas acuáticos. Se destaca su uso en programas regulatorios como: Programa de químicos de alto volumen de producción (HPV por sus siglas en inglés) de la OCDE; Programa de químicos de alto volumen de producción (HPV por sus siglas en inglés) de la US-EPA; Registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas (REACH) en la Unión Europea; Registro de sustancias químicas por parte de la Oficina de Prevención de la Contaminación y Sustancias Tóxicas de la EPA.

A través del Proyecto OCDE (Q)SAR se han desarrollado informes y documentos de orientación de la OCDE sobre el uso de los modelos (Q)SA y la Caja de herramientas (Q)SAR de la OCDE (<https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/oecdquantitativestructure-activityrelationshipsprojectqsars.htm>). Esta caja de herramientas, que es actualizada periódicamente, en su última versión (4.5) de octubre de 2021 está integrada por 59 bases de datos que contienen aproximadamente 100 000 productos químicos con más de 3 millones de puntos de datos medidos. Se destaca que la base de datos cuenta con información sobre ecotoxicología de 23 137 sustancias y 1 349 467 valores de punto final.

En esta herramienta puede ser empleada de acuerdo con lo siguiente (ver serie sobre pruebas y evaluación No. 102: Documento de orientación para utilizar la caja de herramientas de la aplicación de (Q)SAR de la OCDE para desarrollar categorías químicas según la guía sobre agrupación de la OCDE de químicos):

- identificar la información existente para un compuesto específico que está registrado en la base de datos
- determinar para compuestos nuevos parámetros como degradación ambiental y toxicidad acuática aguda a través del uso de modelos (Q)SAR basados en las propiedades fisicoquímicas de entrada, clases químicas y ecuaciones de regresión de la información existente en la base de datos.

(C. F.).

SUPERINTENDENCIAS

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 20261000406305 DE 2026

(mayo 14)

por medio de la cual se acepta una renuncia y se designa temporalmente un Agente Especial para AIR-E S.A.S. E.S.P.

El Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios, en ejercicio de las facultades constitucionales, legales y reglamentarias, en especial las contenidas en el artículo 121 de la Ley 142 de 1994, el Decreto número 1369 de 2020, los artículos 291 y 295 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, sus Decretos Reglamentarios, y la Resolución SSPD 20231000264475 de 2023, modificada parcialmente por las Resoluciones SSPD 20241000299395 del 24 de junio de 2024 y SSPD 20261000211375 del 19 de marzo de 2026, y

CONSIDERANDO:

Que, el Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios tiene la facultad de ordenar la toma de posesión de las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios en los casos y para los efectos previstos en la Ley 142 de 1994, cuando se configure alguna de las causales contenidas en el artículo 59 *ibidem*.

Que, a los procesos de toma de posesión de empresas de servicios públicos domiciliarios son aplicables, en cuanto sean pertinentes, las normas relativas a la liquidación de instituciones financieras, esto es, el Estatuto Orgánico del Sistema Financiero y sus decretos reglamentarios, de conformidad con la remisión contenida en el artículo 121 de la Ley 142 de 1994.

Que, mediante Resolución SSPD 20241000531665 de 11 de septiembre de 2024, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), ordenó la toma de posesión de AIR-E S.A.S. E.S.P., identificada con el N.I.T. 901.380.930-2, por encontrarse incurso en las causales previstas en los numerales 59.1, 59.2, 59.3 y 59.7 del artículo 59 de la Ley 142 de 1994.

La Superservicios, comprometida con el Sistema de Gestión Antisoborno, los invita a conocer los lineamientos, directrices y el canal de denuncias en el siguiente link: <https://www.superservicios.gov.co/Atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/peticiones-quejas-reclamos-sugerencias-denuncias-y-felicitaciones>

Que, de conformidad con los artículos 291 y 295 del Estatuto Orgánico del Sistema Financiero, corresponde al Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios la designación, remoción y fijación de honorarios de Agentes Especiales para las empresas de servicios públicos domiciliarios en toma de posesión.

Que, a través de la Resolución SSPD 20231000264475 el 5 de mayo de 2023, se reglamentó la integración de una lista de aspirantes y otros aspectos para la designación de los agentes especiales y liquidadores para los prestadores de servicios públicos domiciliarios bajo la medida de toma de posesión.

Que, mediante la Resolución SSPD 20241000299395 del 24 de junio de 2024, la SSPD modificó los artículos 7°, 13 y 30 de la Resolución SSPD 20231000264475 del 5 de mayo de 2023, con el propósito de fortalecer los requisitos para integrar la lista de agentes especiales y liquidadores de empresas de servicios públicos en toma de posesión.

Que el artículo primero de la Resolución SSPD 20241000299395 del 24 de junio de 2024 modificó el artículo 7° de la Resolución SSPD 20231000264475 del 5 de mayo de 2023, en lo relacionado con la categorización de los prestadores de servicios públicos, así como la categoría del agente especial o liquidador que deberá ser designado para cada una de dichas categorías de prestadores:

CATEGORÍA PRESTADOR	PARA AAA	PARA EYG	CATEGORÍA AGENTE ESPECIAL	CATEGORÍA LIQUIDADOR
	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	VALOR DE ACTIVOS EN COP DE 2022		
Prestador Categoría "1"	De 1.200.000 en adelante	De 500.000.000.000 en adelante	Agente Especial Categoría "1"	Categoría A
Prestador Categoría "2"	Entre 500.000 y 1.199.999	Entre 70.000.000.000 y 499.999.999.999	Agente Especial Categoría "2"	
Prestador Categoría "3"	Entre 150.000 y 499.999	Entre 15.000.000.000 y 69.999.999.999	Agente Especial Categoría "3"	Categoría B
Prestador Categoría "4"	Entre 30.000 y 149.999	Entre 2.500.000.000 y 14.999.999.999	Agente Especial Categoría "4"	Categoría C