OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE RELATIVOS A LA CALIDAD DE LAS AGUAS, COMO INSUMO PARA EL OBSERVATORIO NACIONAL AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE (MVOTMA)

*** Centurión, Viviana 1**
Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA), División Calidad Ambiental, Departamento Evaluación Ambiental Integrada.
MSc. en Ciencias Biológicas, estudiante de Doctorado en Geociencias. Consultora en Evaluación Ambiental Integrada

Hoffmeister, Mara 1
Departamento Evaluación Ambiental Integrada

De León, Lizet 1
Jefa del Departamento Evaluación Ambiental Integrada

Reolón, Luis 1
Director de la División Calidad Ambiental

TEMA: 6. Ambiente Sostenible: educación, participación social, gestión ambiental, evaluación de impacto, instrumentos económicos, producción más limpia, eficiencia energética, cambio climático, reúso de recursos, ciudades Inteligentes, ODS. Normativa.
CUENCA: Río de la Plata (Santa Lucía); Río Uruguay (Cuareim, Río Negro, San Salvador); Laguna del Sauce y Laguna Merín
ODS: 6. AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO y 14. VIDA SUBMARINA

Dirección del autor principal (*): Galicia 1133 –Montevideo – Montevideo– 11100 – Uruguay - Tel.: – e-mail: viviana.centurion@mvotma.gub.uy

RESUMEN
Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son tomados como guía de las políticas públicas del Uruguay. Es así que en este marco, la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA-MVOTMA), reporta a través de su Observatorio Ambiental Nacional (OAN), una serie de indicadores que se vinculan con los ODS. Para este trabajo se muestran los resultados de los indicadores nacionales vinculados a dos de ellos: ODS6. Agua limpia y saneamiento, y ODS 14. Vida submarina. Dentro del ODS 6, fueron considerados como indicadores la concentración de fósforo total, demanda bioquímica de oxígeno y aptitud para baños recreativos. Mientras que en la órbita del ODS 14, se consideraron las concentraciones de clorofila *a*, índice de estado trófico y proporción de masas de agua con buena calidad. En base a estos indicadores se muestra que la calidad de las aguas de las principales cuencas monitoreadas por la DINAMA presentan estados variados dentro del abanico de categorías buenas a muy malas. Existen cursos con calidad de agua aceptable o de nivel trófico medio (río Cuareim y Río Negro), en tanto algunos cursos de agua afectados por actividades agropecuarias, centros urbanos, efluentes industriales y/o del alcantarillado, presentan problemas en sus niveles de calidad, mostrando señales de eutrofización y mala calidad (ríos Santa Lucía y San Salvador). Las playas con menor frecuencia de aptitud para baños durante los últimos 5 años reportados, son las playas del Cerro y Ramírez en Montevideo, y Ferrando en Colonia, debido a sus altas concentraciones de coliformes termotolerantes. Específicamente en lo que a los indicadores se refiere, se destacan concentraciones bajas de clorofila *a,* aunque se observan algunas floraciones algales en el Río Negro, Santa Lucía y Laguna del Sauce. En el caso de los nutrientes, los valores de fósforo total estuvieron en la mayoría de los casos por encima de la concentración establecida en la normativa. En el último trienio se puede apreciar que las cuencas más comprometidas en cuanto a su calidad de agua son: ríos San Salvador, Santa Lucía y la cuenca de la Laguna Merín. Sin embargo, la proporción de aguas con buena calidad es

mayor al 95 % en los últimos cinco años, considerando las cuencas del Río Negro, Santa Lucía y Cuareim.

Palabras Clave (en negritas): DINAMA, calidad de agua, **indicadores**, **OAN**, **ODS**.

INTRODUCCION

El gobierno de Uruguay en su conjunto, trabajando transversalmente a nivel de todos los Ministerios, entes autónomos y servicios descentralizados, ha asumido la responsabilidad de guiar sus políticas públicas en torno al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el objeto de avanzar en cada uno de ellos hacia el año 2030. La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) reporta en su Observatorio Ambiental Nacional (OAN) indicadores de calidad de agua bajo la órbita de dos de los ODS.

El primero es el **ODS 6. Agua limpia y saneamiento**, cuyo objetivo es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, y el saneamiento para todos. La meta 6.3 de este ODS es de aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial. Es bajo esta meta que se reportan en el OAN los siguientes indicadores de calidad de agua: concentración de fósforo total, demanda biológica de oxígeno y aptitud para baño recreativo.

La concentración de PT tiene como objetivo verificar el cumplimiento del estándar de calidad del agua establecido en la clase 3 del Decreto 253/79, el cual determina una concentración igual o menor a 0,025 mgP/L. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) se encuentra relacionado a la concentración de oxígeno en el agua y a la materia orgánica, y tiene como objetivo verificar el cumplimiento del estándar de calidad del agua establecido en la clase 3 del Decreto 253/79, cuyo valor es de 10 mg O_2/L. Por último, la aptitud para baños se basa en la concentración de coliformes termotolerantes en el agua, siendo que se utiliza para determinar la frecuencia de aptitud para baños de las playas por departamento, durante el período estival.

El segundo **ODS** es el número **14. Vida Submarina**, el cual busca conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. Dentro de este la meta 14.1 prevé que de aquí a 2025, se debe prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes. Bajo esta meta la DINAMA reporta en el OAN los siguientes indicadores: concentración de clorofila *a*, índice de estado trófico (IET, Lamparelli, 2004) y proporción de masas de agua con buena calidad del agua ambiente (calculado a partir del índice de calidad de aguas – IQA- de la Companhia Ambiental do Estado de Sao Paulo (CETESB, Brasil, 2006)).

La concentración de clorofila *a* es utilizada para describir la biomasa fitoplanctónica de los cuerpos de agua en relación a los valores de referencia para los niveles tróficos que sugiere la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982). El IET por su parte, se utiliza para dar seguimiento del estado trófico de los principales cursos de agua de las cuencas monitoreadas de acuerdo a una escala regional de niveles tróficos. Mientras que la proporción de las masas de agua con buena calidad, es un indicador que presenta el porcentaje de cuerpos de agua con buena calidad ambiental en relación con el total de cuerpos de agua monitoreados en el país, basándose en el IQA. La buena calidad se refiere al estado de la calidad que no representa daños a las funciones de ecosistema ni a la salud humana.

MÉTODOS

A continuación se presentan los métodos y fórmulas a partir de las cuales fueron calculados los indicadores antes mencionados (Tabla 1):

Tabla 1: Indicadores del Observatorio Ambiental Nacional bajo la órbita de los ODS 6 y 14.

ODS	Indicadores OAN	Metodología	Fórmula
6. Agua limpia y saneamiento	**Fósforo total (PT)**	Promedio anual (media aritmética) PT en mg P/L en cursos de agua superficial.	∑ (concentración de PT en mg P/L por estación de monitoreo del cuerpo de agua)/ (cantidad de datos de PT por año por cuerpo de agua).
	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)	Promedio anual (media aritmética) de la DBO_5 medida en todas las estaciones de monitoreo de cada curso de agua en un año.	∑ (concentración de DBO_5 en mg/L por estación de monitoreo por cuerpo de agua)/ (cantidad de datos de DBO_5 por curso de agua por año).
	Aptitud para baños	Media Geométrica móvil de 5 muestras consecutivas tomadas dentro de 45 días (MG5), durante la temporada. La cantidad de medias geométricas del período < 1000 UFC/100mL (aptas) se divide entre la cantidad de medias geométricas calculadas durante la temporada estival (aptas y no aptas).	% playas aptas por DEPARTAMENTO = [(MG5 APTA)/(MG5 TOTAL)] * 100 (MG5 TOTAL): total de medias geométrica por período estival, por playa. (MG5 APTA): total de medias geométricas 1000UFC/100ml por período estival, por playa. *UFC=Unidades Formadoras de Colonias
14. Vida Submarina	**Clorofila *a***	Concentración promedio anual (media aritmética) de los niveles de clorofila *a* (µg/L) medidos en las estaciones de muestreo de cada curso de agua en un año.	∑ (concentración de clorofila *a* en µg/L por estación de monitoreo por cuerpo de agua)/ (cantidad de datos de clorofila *a* por cuerpo de agua por año).
	Índice de estado trófico	Se calcula la media geométrica por estación de monitoreo por año de muestreo. El IET se normaliza en una escala de 0 a 100, dividida en seis rangos de estados tróficos, desde la ultraoligotrofía a la hipereutrofía.	IET (PT) = 10*(6-((0,42 – 0,36*(ln PT))/ln 2)) – 20 donde PT= Fósforo Total expresado en µg/L (microgramos por litro) Ultraoligotrófico ≤ 47 Oligotrófico 47 <IET≤ 52 Mesotrófico 52< IET≤ 59 Eutrófico 59< IET ≤ 63 Supereutrófico 63< IET ≤ 67 Hipereutrófico >67
	Proporción de masas de agua con buena calidad	El índice de calidad de agua (IQA) utiliza 9 parámetros: Oxígeno Disuelto, Coliformes Termotolerantes, pH, DBO5, NT, PT, Desvío de la temperatura, Turbidez y Sólidos Totales. El valor de cada parámetro se contrasta contra una curva estándar adquiriendo un valor “Q” entre 1 a 100 (adimensional). El valor “Q” de cada parámetro es multiplicado por un factor de ponderación. Luego se hace la suma aritmética de los de “Q” ponderados y su resultado se contrasta con una escala.	$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$ Donde n= nro. de parámetros; q= calidad del i-ésimo parámetro y w=peso del i-ésimo parámetro Cálculo del porcentaje: (número de muestras de calidad media, buena y excelente/número de muestras tomadas)*100 para todos los puntos de monitoreo de las cuencas definidas prioritarias para el país: río Santa Lucía, Río Negro y río Cuareim Muy mala: 0- 25 Mala : 26-50 Media : 51-70 Buena : 71-90 Excelente : 91-100

RESULTADOS

ODS 6. AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

Concentración de PT

Todos los ríos y embalses analizados presentan valores superiores al estándar de calidad del agua establecido en la normativa ambiental planteada en la clase 3 del Decreto 253/79 (0.0025 mg/L). A su vez si se considera los valores guía propuestos por la Mesa Técnica del Agua (MTA), se observa que solamente el río Cuareim presenta promedios anuales por debajo de 0.070 mg/L, valor que es establecidos para cuerpos de agua superiores a orden 3. Los niveles de PT promedio anual indican que existe una importante oferta del nutriente que estaría favoreciendo la eutrofización de los cuerpos de agua superficial, en las cuencas analizadas (Figura 1).

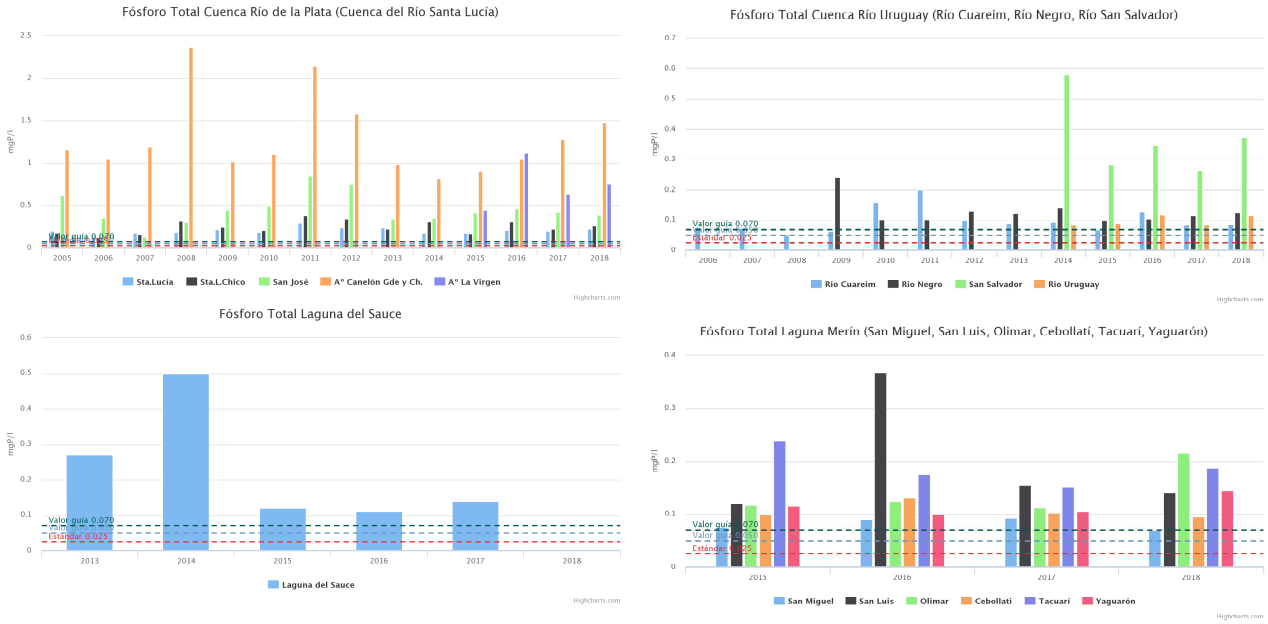
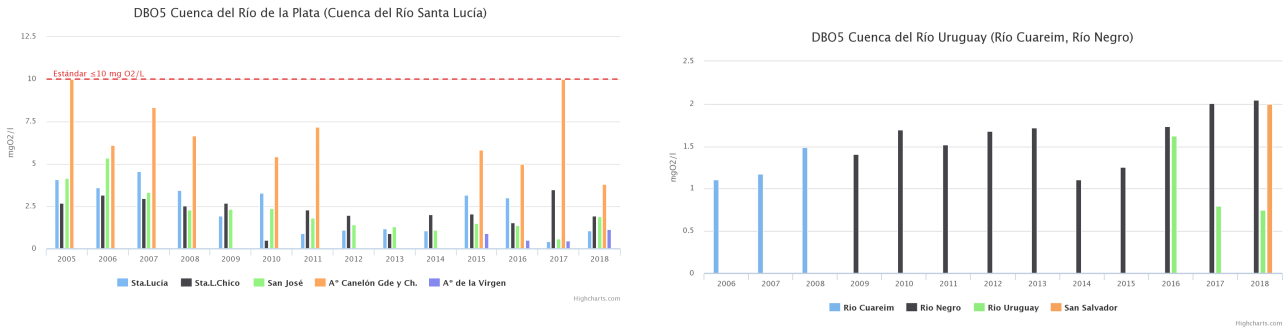


Figura 1: Concentración de fósforo total en las cuencas del Río de la Plata, Río Uruguay, Laguna del Sauce y cuenca de la Laguna Merín. Las líneas punteadas representan los valores estándares o guías para el PT. Roja: estándar dec. 253/79; celeste: valor guía para cursos de agua de orden 3 o menores; verde: valor guía para cursos de agua mayores de orden 3.

DBO_5

Para este indicador todos los cuerpos de agua considerados durante el periodo estudiado registraron valores aceptables, cumpliendo con la normativa ambiental vigente. Sin embargo, en la cuenca Santa Lucía, Arroyo Canelón Grande y Chico, se registraron valores altos para ambientes naturales, particularmente en 2005 y 2017, indicando altos niveles de materia orgánica en el agua (Figura 2).



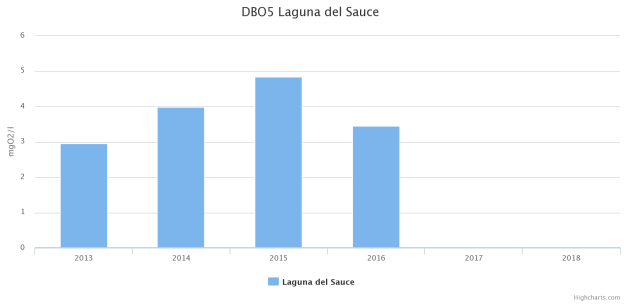


Figura 2: Demanda bioquímica de oxígeno en las cuencas Río de la Plata, Río Uruguay y Laguna del Sauce. La línea punteada roja indica el valor estándar del dec. 253/79.

Aptitud para baños recreativos

La frecuencia de aptitud de las playas indica el estado de las zonas de recreación en relación a la presión ejercida por vertidos domésticos y urbanos, identificados a través de la concentración de coliformes termotolerantes. Este estado está determinado por las condiciones hidrológicas y morfológicas del área monitoreada, así como por los aportes derivados de fuentes contaminantes que pueden ser visibles o no. La disminución de la frecuencia de aptitud de una playa, muestra la necesidad de realizar acciones para identificar y corregir las causas contaminantes. Cuando la baja frecuencia permanece, determina el cierre de la zona como área de recreación hasta que sean restablecidos los valores de calidad. Las playas del Cerro y Ramírez en Montevideo, y Ferrando en el Departamento de Colonia, mostraron bajas frecuencias de aptitud para baños en los últimos 5 años analizados (Figura 3).

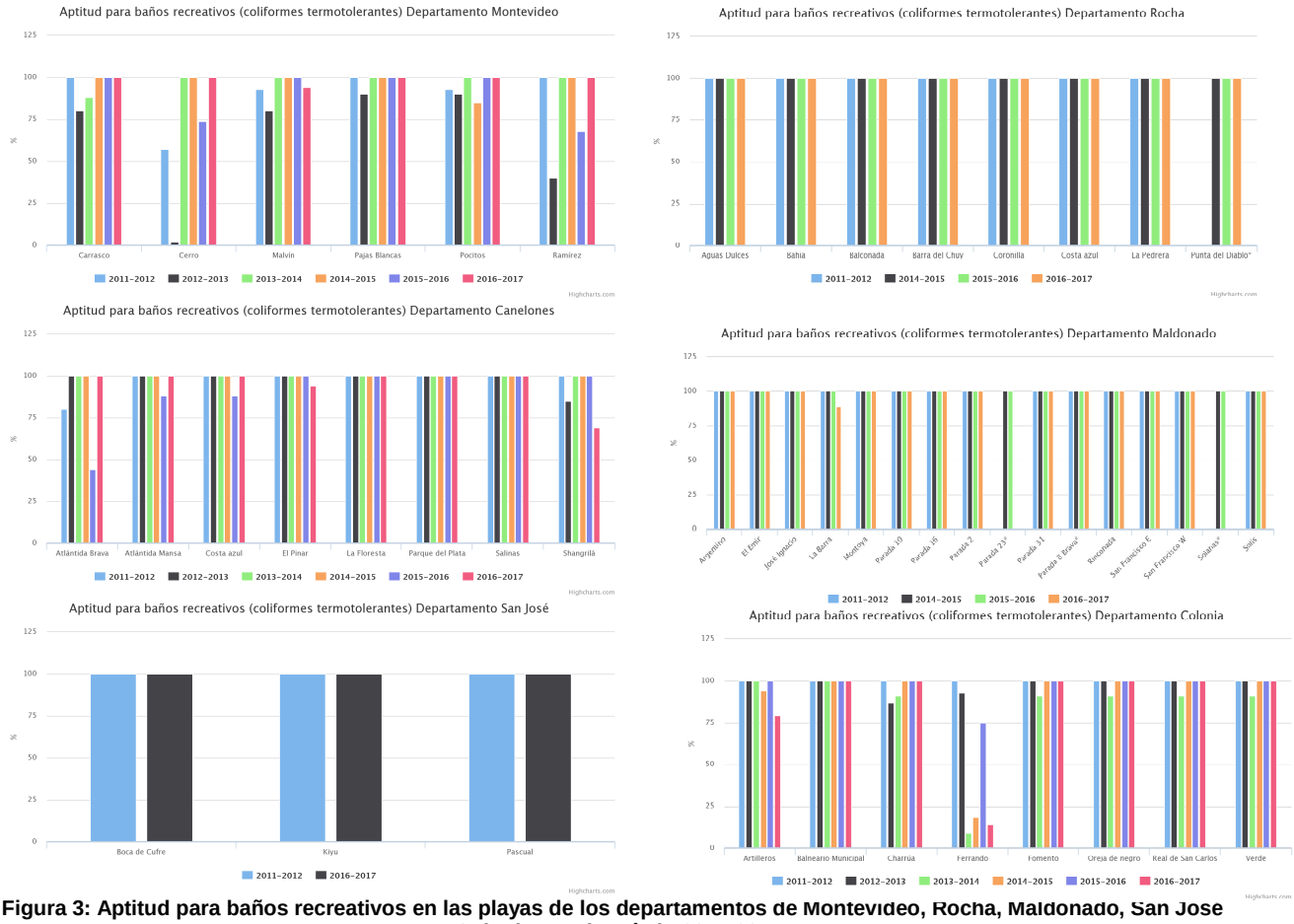


Figura 3: Aptitud para baños recreativos en las playas de los departamentos de Montevideo, Rocha, Maldonado, San José y Colonia, en el período 2011-2017.

ODS 14. VIDA SUBMARINA

Clorofila *a*

En el promedio anual, la mayoría de los cursos de agua muestran niveles de clorofila correspondientes a estados oligo y mesotróficos con excepciones de los años 2011 y 2012 para los ríos Santa Lucía, Río Negro y 2015 para la Laguna del Sauce que indican presencia de floraciones algales con valores de clorofila en niveles de estados eutróficos (Figura 4).

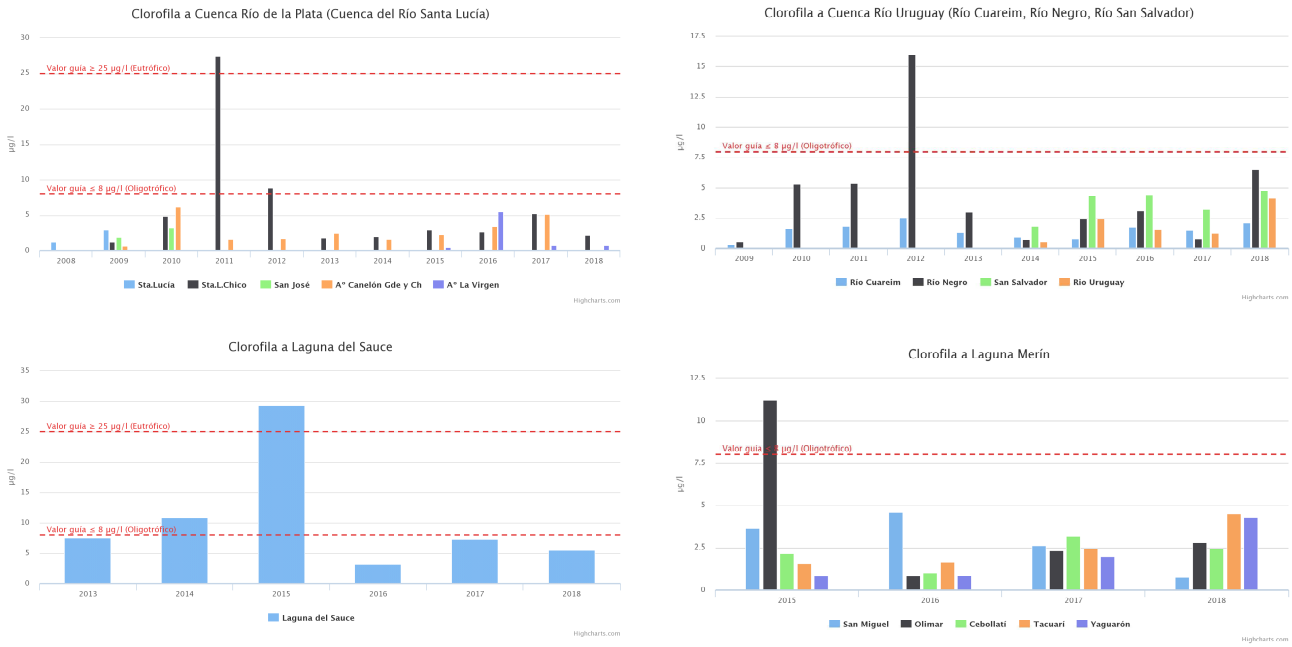


Figura 4: Concentración de clorofila *a* en las cuencas del Río de la Plata, Río Uruguay, Laguna del Sauce y cuenca de la Laguna Merín. Las líneas punteadas rojas indican los valores correspondientes a estados tróficos de acuerdo a las concentraciones de clorofila *a*.

IET

El río Santa Lucía presenta estados eutróficos y superiores en la mayoría de sus subcuencas. Los arroyos Canelón Grande y Chico, y la última estación aguas abajo del río San José (SJ05) se mantienen con un estado hipereutrófico desde el año 2012 (Figura 5).

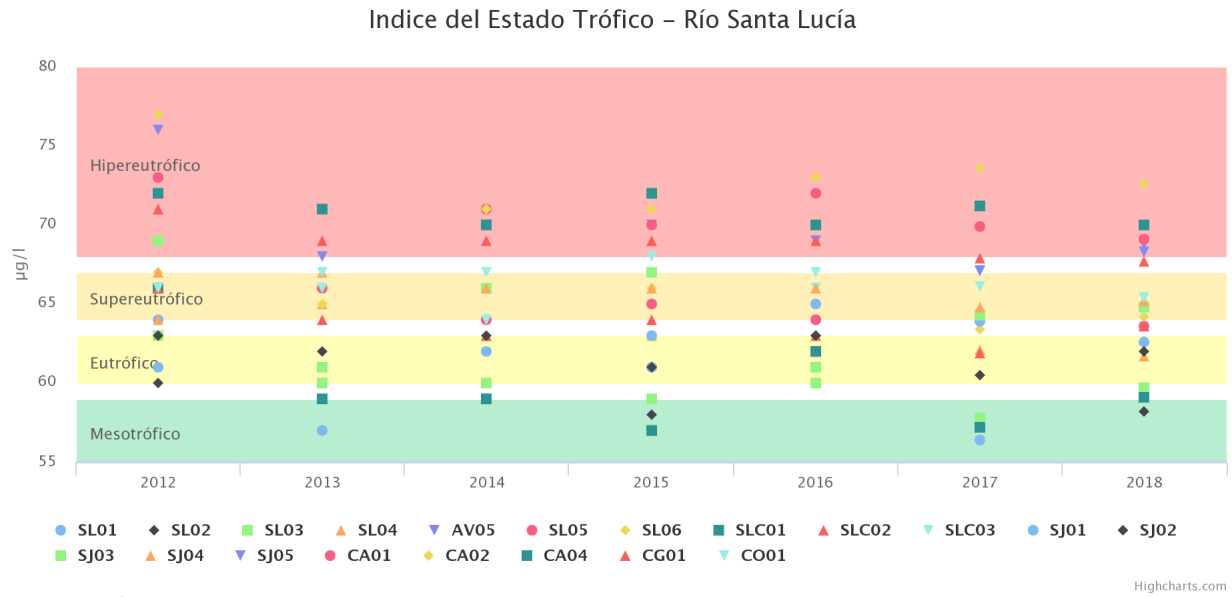


Figura 5: Índice de estado trófico en el Río Santa Lucía durante los años 2012 a 2018.Donde SL: río Santa Lucía; AV: Arroyo de la Virgen; SLC: río Santa Lucía Chico; SJ: río San José; CA: Arroyo Canelón; CG: Arroyo Canelón Grande; CO: arroyo Colorado.

El río Cuareim presenta un estado mesotrófico a eutrófico desde el 2010, alcanzando un estado supereutrófico en algunas estaciones durante 2011 y 2016. A partir del año 2017 se observa una mejoría en el estado trófico del río, permaneciendo en estado mesotrófico hasta el 2018 (Figura 6).

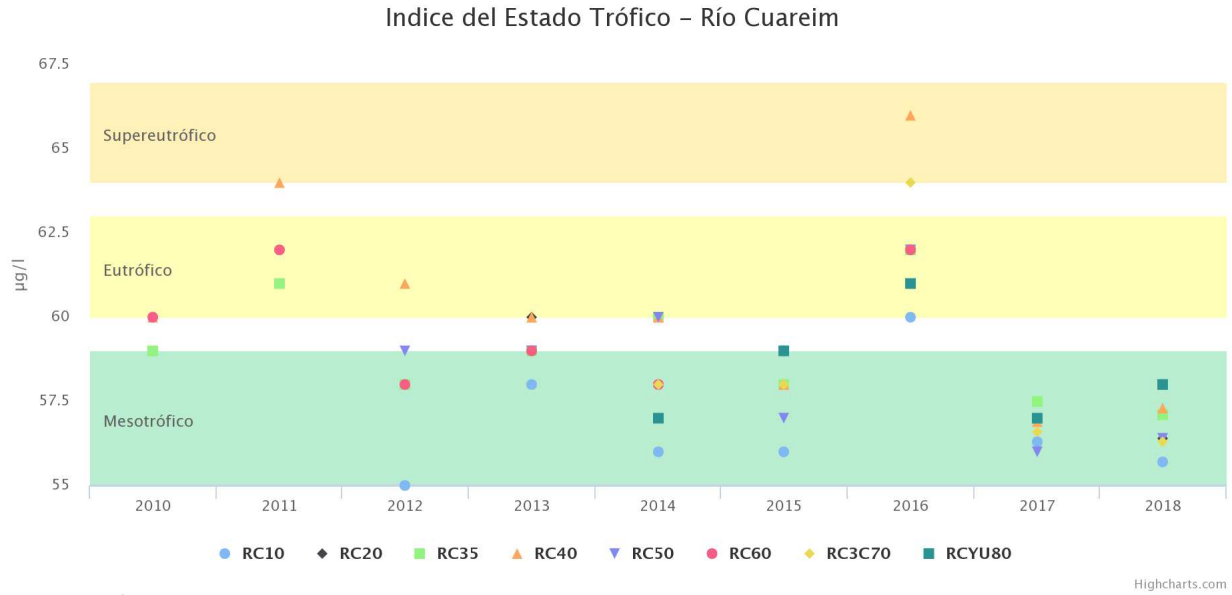


Figura 6: Índice de estado trófico en el Río Cuareim durante los años 2010 a 2018. RC: río Cuareim; RC3: arroyo tres cruces; RCY: arroyo Yucutuja.

El estado trófico general del Río Negro es eutrófico, presentando algunas estaciones y períodos mesotróficos (2010, 2011, 2015 y 2018) y supereutróficos (2009). En el año 2017 no se contó con un número suficiente de muestras para calcular el IET (Figura 7).

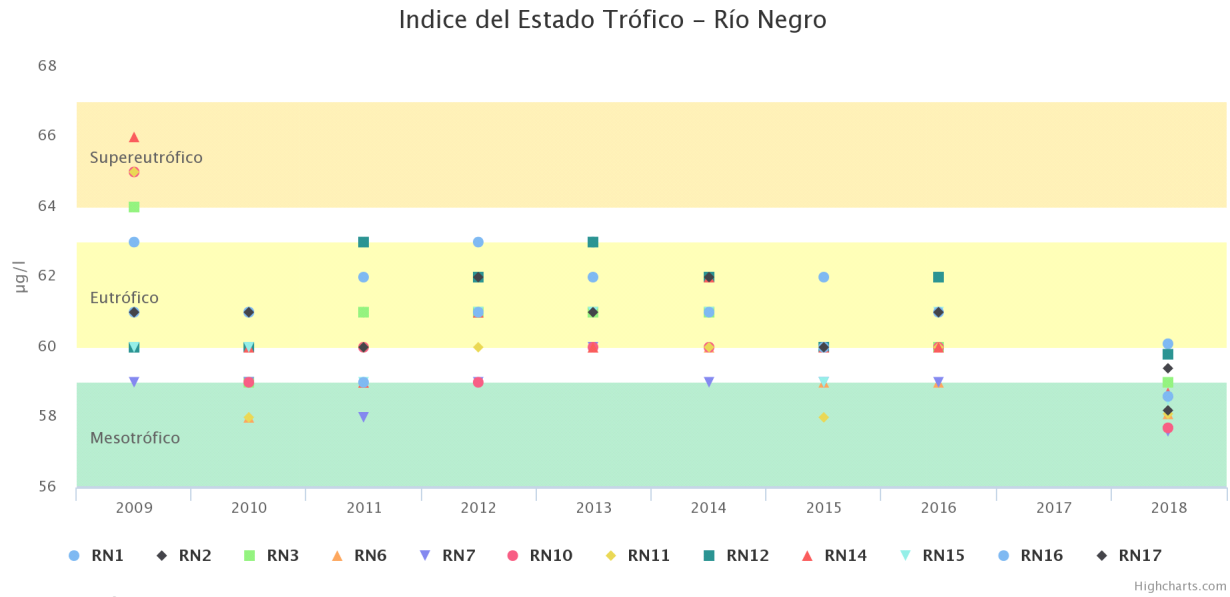


Figura 7: Índice de estado trófico en el Río Negro durante los años 2009 a 2018. Donde RN: Río Negro. Las estaciones localizadas en los embalses no son tenidas en cuenta para el cálculo del IET dado que está desarrollado para cuerpos de agua lóticos.

Proporción de masa de agua de buena calidad

La calidad del agua en los cuerpos de agua de las cuencas prioritarias de Uruguay (Río Negro, Santa Lucía y Cuareim) muestra que, en promedio, la buena calidad de agua es mayor al 95 % en los últimos cinco años de registros. Si bien en este período hay una leve reducción, de 97% a 94%, hasta el 2016, los porcentajes de registros de buena calidad se mantienen altos. El 100% de la proporción de masas de agua de buena calidad, es una aproximación dado que sólo se pudo calcular el IQA para un solo curso de la cuenca del río Santa Lucía (Arroyo de la Virgen), debido a que no se cuantificaron coliformes termotolerantes para el resto de la cuenca, lo cual imposibilita el cálculo del índice de calidad de agua (Figura 8).

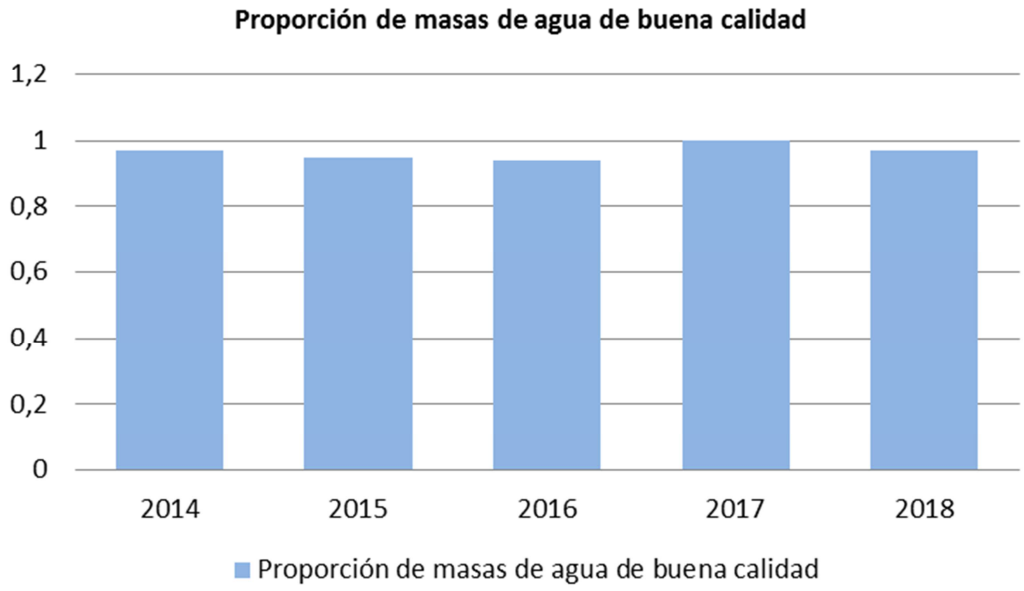


Figura 7: Proporción de masas de agua de buena calidad durante los años 2014 a 2018.

CONCLUSIONES

- En base a los indicadores presentados en el OAN de la DINAMA (MVOTMA) referentes a los ODS 6 y 14, se muestra que la calidad de las aguas de las principales cuencas monitoreadas presentan estados variados dentro del abanico de categorías buenas a muy malas.
- Existen cursos con calidad de agua aceptable o de nivel trófico medio (río Cuareim, Río Negro), en tanto algunos cursos de agua afectados por actividades agropecuarias, centros urbanos, efluentes industriales y/o del alcantarillado, presentan problemas en sus niveles de calidad, mostrando señales de eutrofización y mala calidad (río Santa Lucía y San Salvador).
- Las bajas frecuencias de aptitud de las playas del Cerro y Ramírez en Montevideo, y Ferrando en el Departamento de Colonia, en los últimos 5 años, indica el estado delicado de estas zonas de recreación, identificados a través de la concentración de coliformes termotolerantes.
- Se destacan concentraciones bajas de clorofila *a* en general, presentando floraciones algales en el Río Negro, río Santa Lucía y Laguna del Sauce.
- En el caso de los nutrientes, los valores de fósforo total estuvieron en la mayoría de los casos por encima de la concentración establecida en la normativa.
- En el último trienio se puede apreciar que las cuencas más comprometidas en cuanto a su calidad de agua son: San Salvador, Santa Lucía y la cuenca de la Laguna Merín.
- La proporción de aguas con buena calidad es mayor al 95 % en los últimos cinco años (2014-2018) para las cuencas prioritarias del país (Río Negro, Santa Lucía y Cuareim).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. LAMPARELLI M. 2004. Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tesis de Doctorado, Universidad de San Pablo. 235p + anexos.
2. DECRETO 253/79. Disponible en: http://www.mvotma.gub.uy/ ciudadania/tramites/tramites-aguas/item/10003601-decreto- 253-079 (Consultado el 11/09/2015).
3. OCDE, 1982. Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'evaluation et de lutte. Paris. 164pp.
4. CETESB-Companhia Ambiental do Estado de Sao Paulo (Brasil). 2006. Qualidade das aguas interiores do estado de Sao Paulo. Serie Relatorios. Anexo V. Indice de qualidade das aguas. 23 pg.