

# Calidad de agua en la cuenca del Río Negro y Río Tacuarembó



**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

## **9ª sesión del Consejo del Río Uruguay y 6ª de la Comisión del Río Tacuarembó**

**Ing. Luis Reolon**

**División Calidad Ambiental**

**Dirección Nacional de Medio Ambiente**

**1º Diciembre de 2017**

**Departamento de Evaluación Ambiental Integrada / División Información / División Control/ División Laboratorio/ DINOT**

---

# Calidad de agua en la cuenca del Río Negro



# CONTENIDO

---

- DESCRIPCION DE LA CUENCA
- USOS DEL SUELO
- CALIDAD DE AGUA
- ESTIMACIÓN DE APORTES DESDE LA CUENCA
- SINTESIS

# LA CUENCA

- Longitud = 750 km
- Dirección= Este a Oeste
- Superficie de la cuenca= 70.714 km<sup>2</sup> (+3000)
- Caudal promedio= 500 – 1200 m<sup>3</sup>/s
- Embalses:
  - 1-Rincón del Bonete: 1070 km<sup>2</sup> de espejo de agua, Z= 32 m, TRH=140d, construido en 1948.
  - 2- Baygorria: 100 km<sup>2</sup>, Z= 20 m, TRH=3d, construido en 1960.
  - 3- Palmar: 320 km<sup>2</sup>, Z=15 m, TRH=22d, construido en 1981.



**MVOTMA**  
Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

**DINAMA**  
Dirección Nacional  
de Medio Ambiente

## CUENCA RIO NEGRO

### REFERENCIAS:

#### Cuenca Rio Negro en Brasil

- Cuenca Rio Negro en Brasil
- Cuenca RÍO NEGRO



Elaboración: GERENCIA INFORMACIÓN,  
PLANIFICACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL-  
(D.I.A.) División información Ambiental.

Fecha:  
16/08/2017

Proyeccion:  
UTM 21S

Lamina:

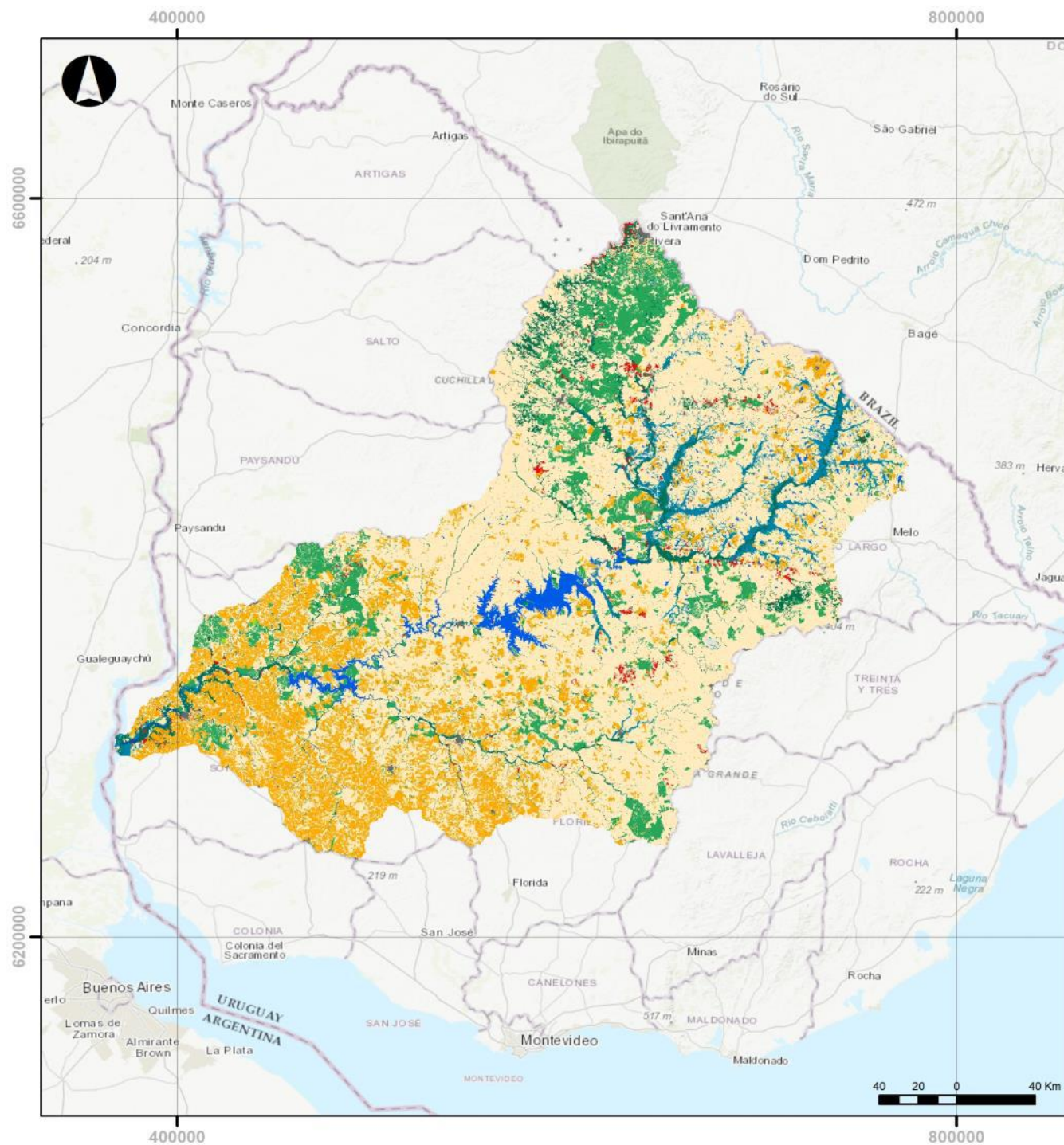
Escala:  
1:2.500.000

Datum:  
WGS\_1984

1



# DESCRIPCION DE LA CUENCA: USO DEL SUELO




**MVOTMA**  
 Ministerio de Vivienda  
 Ordenamiento Territorial  
 y Medio Ambiente


**DINAMA**  
 Dirección Nacional  
 de Medio Ambiente

**COBERTURA CRN 2011**

- Aguas Artificiales
- Aguas Naturales
- Arbustos
- Area Urbana
- Areas Desnudas
- Areas Naturales Inundadas
- Areas Urbanas Dispersas
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto
- Cultivos Regados > 4-5 has
- Cultivos Regados y de Secano < 4-5 has
- Cultivos de Secano > 4-5 has
- Equipamiento Urbano
- Frutales
- Herbáceo Natural
- Monte Nativo
- Palmares
- Plantación Forestal

17C Label	AREA HA
Herbáceo Natural	4164708,9
Cultivos de Secano > 4-5 has	1082367,9
Plantación Forestal	666782,5
Monte Nativo	298698,3
Areas Naturales Inundadas	213458,4
Aguas Artificiales	148738,3
Cultivos Regados > 4-5 has	103703
Arbustos	50954,1
Aguas Naturales	26584
Areas Desnudas	18661,6
Cultivos Regados y de Secano	16475,5
Area Urbana	9766,6
Areas Urbanas Dispersas	7736
Canteras, Areneras, Minas a C	2150,6
Equipamiento Urbano	1616,8
Frutales	1197,4
Palmares	41,1

<b>Fecha:</b> 26/09/2017	<b>Proyeccion:</b> UTM 21S	<b>Lamina:</b>  <b>1</b>
<b>Escala:</b> 1:3.000.000	<b>Datum:</b> WGS_1984	

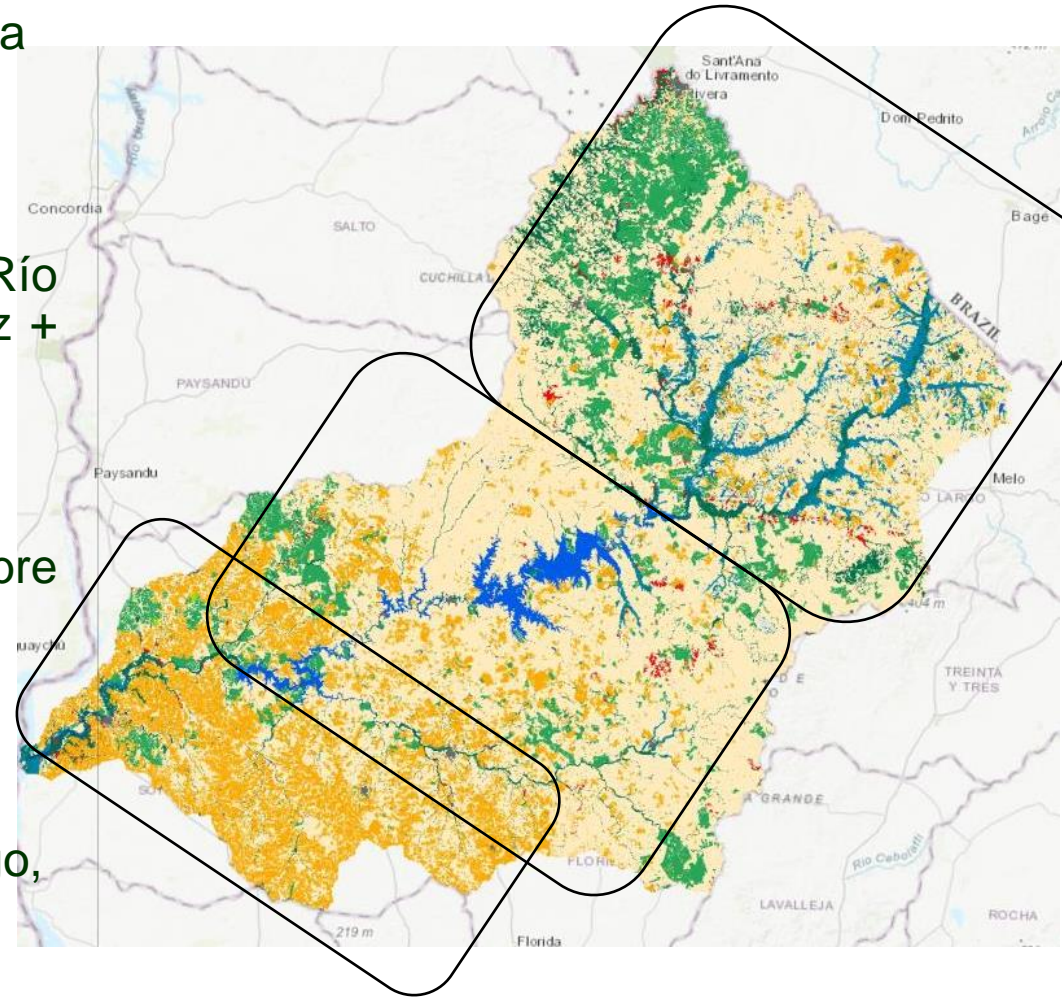
# DESCRIPCION DE LA CUENCA: USO DEL SUELO

Aproximadamente el 95% de la superficie de la cuenca, se encuentra bajo algún tipo de uso productivo.

Cuenca alta, incluyendo territorio de Río Grande del Sur (Brasil) → ganadería + arroz + forestación.

Cuenca media → ganadería extensiva sobre campo natural + (actividad agrícola).

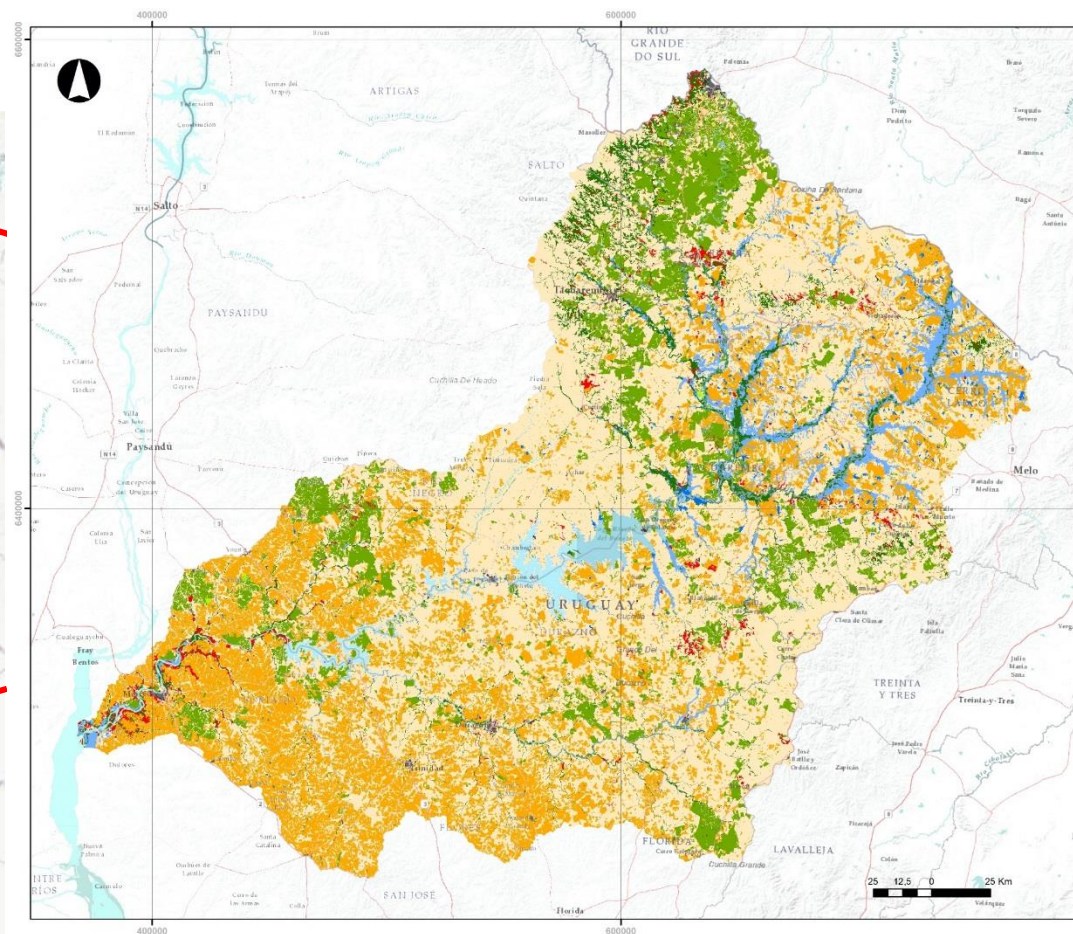
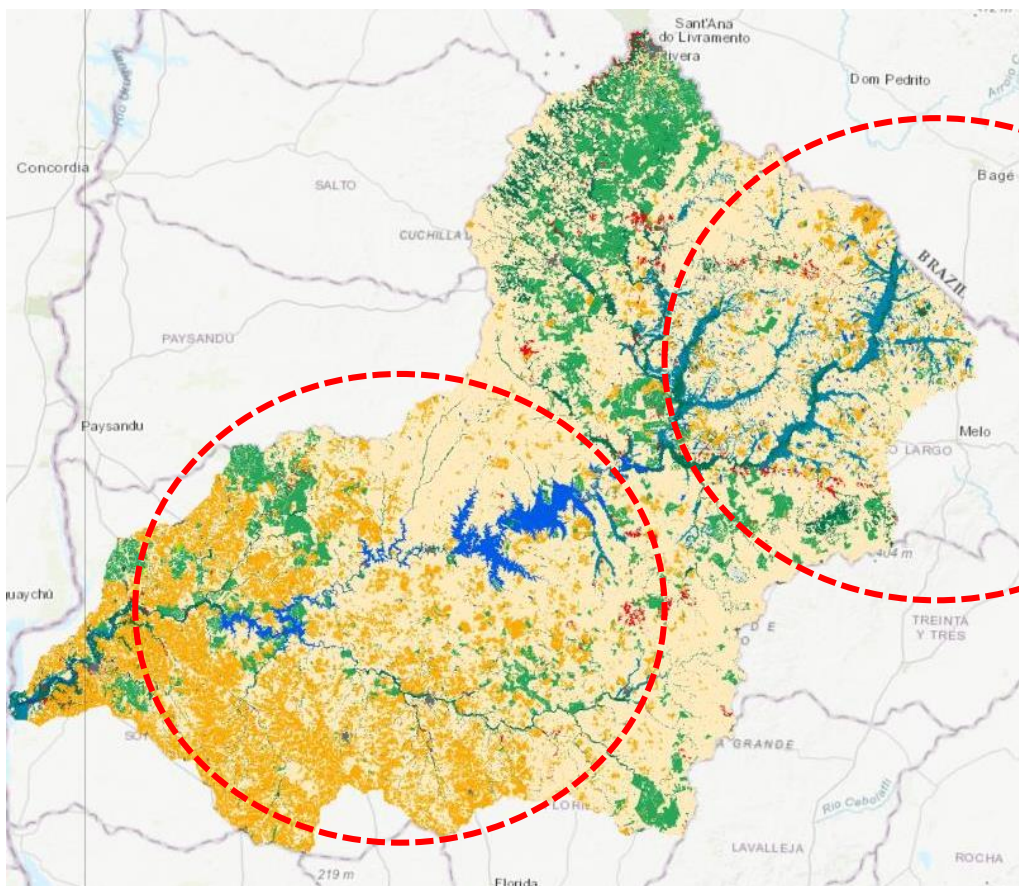
Cuenca baja → agricultura de secano (trigo, sorgo, soja, maíz) + forestación + ganadería





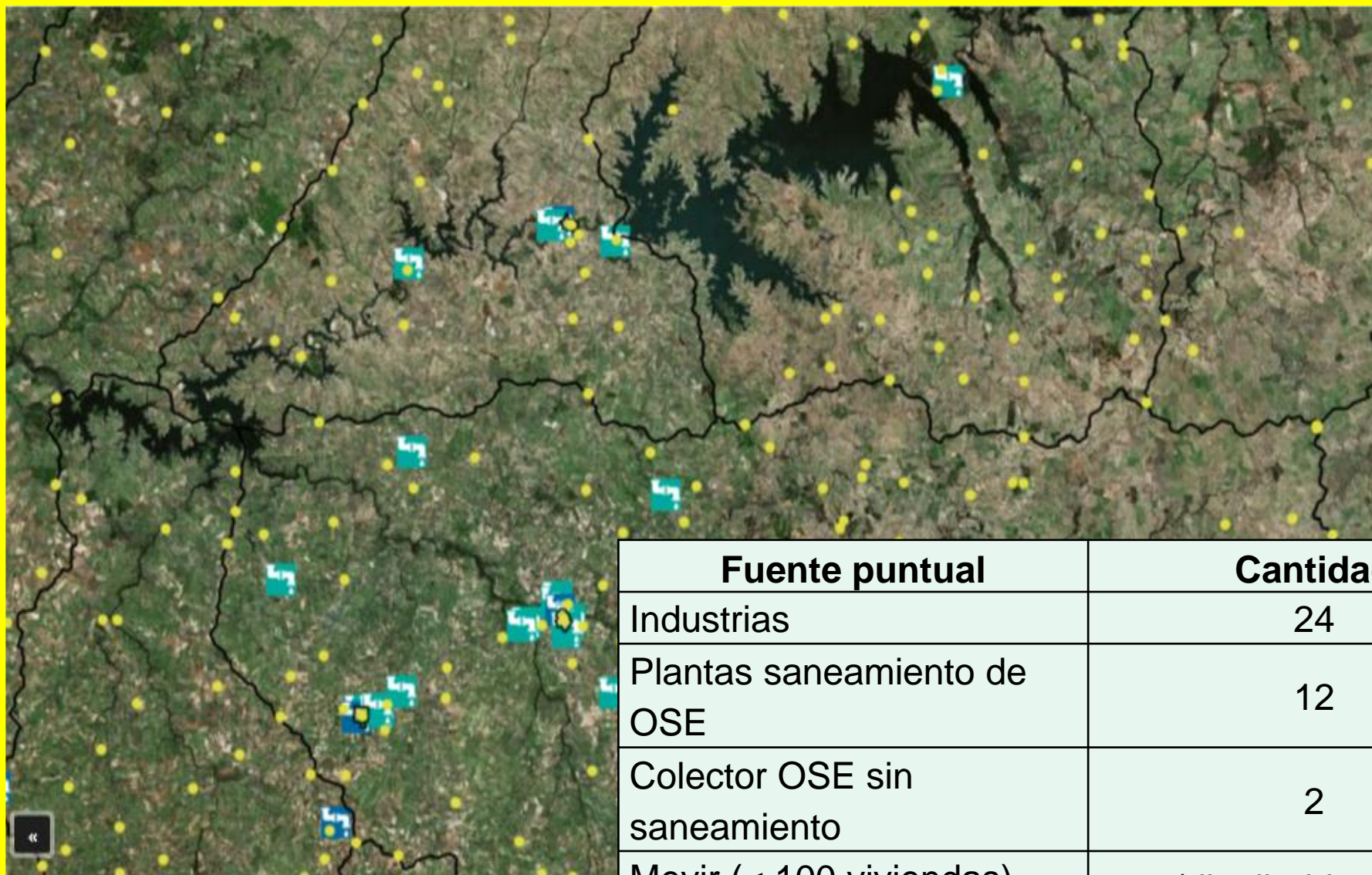
# DESCRIPCION DE LA CUENCA: USO DEL SUELO 2011

2015





# DESCRIPCION DE LA CUENCA: vertidos y centros poblados



Fuente puntual	Cantidad
Industrias	24
Plantas saneamiento de OSE	12
Colector OSE sin saneamiento	2
Mevir (< 100 viviendas)	75 (distribuidos en todo territorio)
TOTAL	113

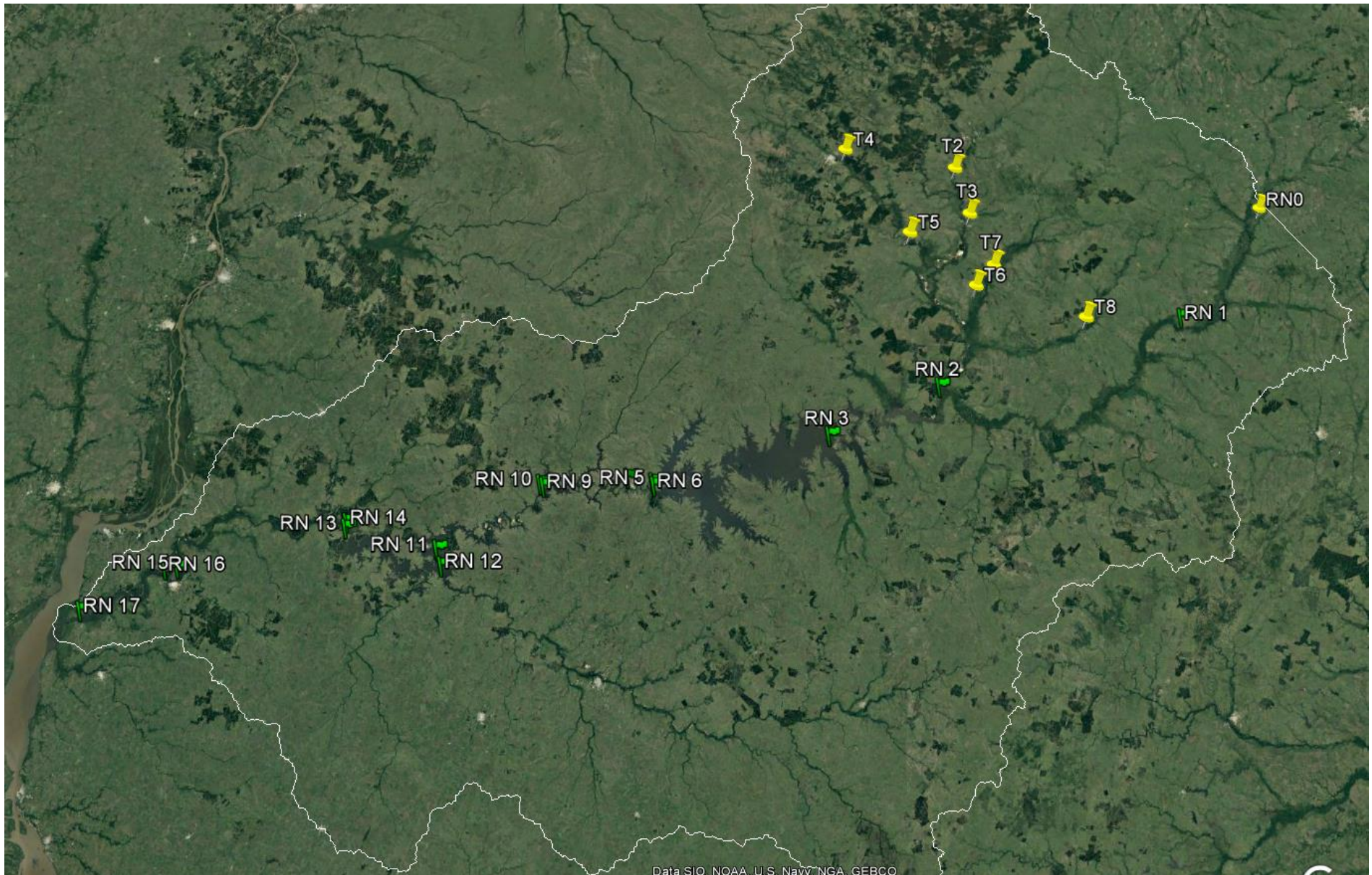


# CALIDAD DE AGUA: PROGRAMA DE MONITOREO - DINAMA

---

- Programa de Evaluación de la Calidad del Agua de la cuenca del Río Negro - DINAMA desde 2009 a la fecha (25 muestreos).
- Monitoreo de 43 variables en 15 estaciones distribuidas a lo largo de toda la cuenca.
- Frecuencia de monitoreo trimestral → permite ver estacionalidad.
- En 2017 se incorporan 7 nuevas estaciones en el río Tacuarembó + 1 en el ingreso a Uruguay.
- Se prevé en 2018 la incorporación del río Yí.
- Desde 2015 se trabaja con Fac. Ciencias (Sección Limnología), monitoreando arroyos vadeables de toda la cuenca alta, media y baja, para establecer la calidad ecológica de la cuenca e identificar bioindicadores de calidad ambiental.

# CALIDAD DE AGUA: PROGRAMA DE MONITOREO - DINAMA





PUNTO	DESCRIPCIÓN	Latitud (WGS 84)	Longitud (WGS 84)
<b>RN1</b>	Río Negro y ruta 44. Primer puente sobre el río.	32° 06' 36" S	54° 40' 02" W
<b>RN2</b>	Balsa abajo desembocadura de Río Tacuarembó. Acceso por camino a la estación del Km 329 (AFE). Define las características de la calidad del agua aportada por el río Tacuarembó.	32° 30' 14" S	55° 30' 19" W
<b>RN3</b>	Entrada a embalse de Rincón del Bonete, frente a la ciudad de San Gregorio de Polanco. Primer punto donde el río se embalsa.	32° 37' 16" S	55° 50' 31" W
<b>RN4</b>	Eliminada por dificultades de acceso.	32° 45' 05" S	56° 12' 22" W
<b>RN5</b>	Salida del embalse de Rincón del Bonete, aguas arriba de la represa. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo. Se realiza monitoreo de sedimentos.	32° 49' 24" S	56° 25' 10" W
<b>RN6</b>	Aguas abajo de la represa del Rincón del Bonete. El río se encausa nuevamente. Cercana a Paso de los Toros.	32° 50' 07" S	56° 25' 09" W
<b>RN7</b>	Aguas abajo de Paso de los Toros. Evalúa la influencia de la ciudad.	32° 49' 16" S	56° 30' 47" W
<b>RN8</b>	Eliminada por dificultades de acceso.	32° 48' 13" S	56° 32' 12" W
<b>RN9</b>	Aguas arriba de la represa de Baygorria. Define la calidad del agua del embalse. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo. Se realiza monitoreo de sedimentos.	32° 52' 34" S	56° 47' 55" W
<b>RN10</b>	Aguas abajo de represa de Baygorria. El río se encausa nuevamente.	32° 57' 17" S	56° 48' 42" W
<b>RN11</b>	Entrada a represa de Palmar. El río se embalsa.	33° 05' 50" S	57° 07' 36" W
<b>RN12</b>	Río Yí, próximo a los tres puentes en Ruta 3. Evalúa los aportes del río Yí. Se realiza monitoreo de sedimentos.	33° 08' 36" S	57° 06' 06" W
<b>RN13</b>	Aguas arriba de represa de Palmar. Evalúa la calidad del agua del lago de Palmar. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo. Se realiza monitoreo de sedimentos.	33° 04' 01" S	57° 27' 15" W
<b>RN14</b>	Aguas abajo de represa de Palmar.	33° 02' 59" S	57° 27' 13" W
<b>RN15</b>	Aguas arriba de Mercedes. Evalúa la calidad de agua antes de la ciudad de Mercedes.	33° 14' 05" S	58° 00' 36" W
<b>RN16</b>	Aguas abajo de Mercedes. Evalúa la calidad después de la ciudad de Mercedes. Se realiza monitoreo de sedimentos.	33° 14' 27" S	58° 03' 25" W
<b>RN17</b>	Desembocadura río Negro, frente a villa Soriano. Último punto previo a la desembocadura en el río Uruguay. Se realiza monitoreo de sedimentos.	33° 23' 18" S	58° 19' 02" W

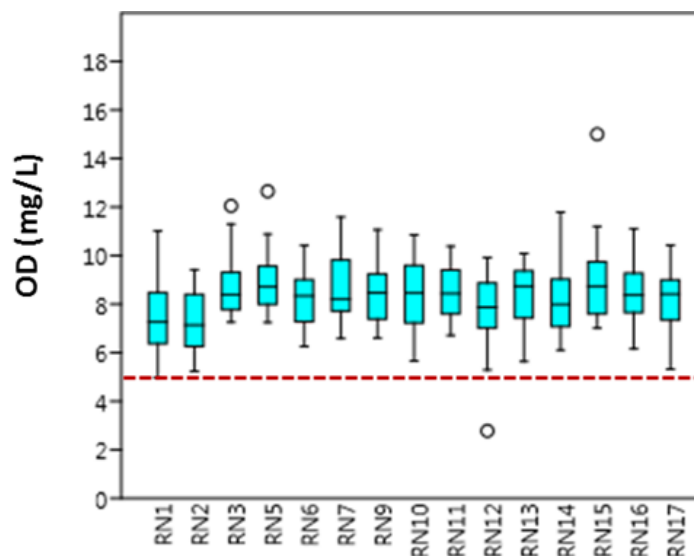
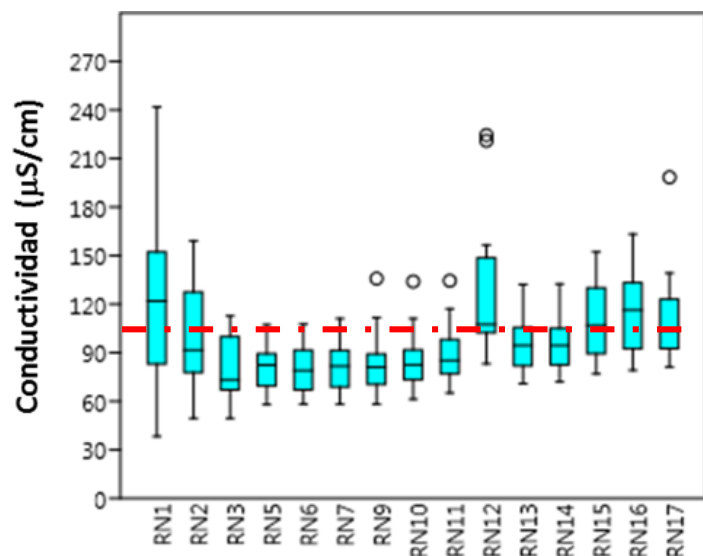
# CALIDAD DE AGUA: VARIABLES MONITOREADAS

- Matrices analizadas:
  - Agua
  - Sedimento

Mediciones <i>in situ</i>	Muestras bio-químicas	“Contaminantes”
<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura</li><li>• pH</li><li>• Conductividad,</li><li>• Concentración de oxígeno disuelto</li><li>• Turbidez</li><li>• Transparencia</li><li>• Floraciones de cianobacterias.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcalinidad</li><li>• SST</li><li>• Nutrientes (PT, NT, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> -)</li><li>• DBO<sub>5</sub></li><li>• Fenoles</li><li>• Clorofila <i>a</i></li><li>• Coliformes termotolerantes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• AOX</li><li>• Fenoles</li><li>• Cd, Cr, Ni, Pb, Fe, Zn, Hg</li><li>• Endosulfan (α, β y SO<sub>4</sub>)</li><li>• Aldrin</li><li>• Dieldrin</li><li>• Atrazina</li><li>• Glifosato, AMPA</li><li>• p.p' DDD</li><li>• p.p' DDE</li><li>• p.p' DDT</li><li>• Lindano</li><li>• Heptacloro</li><li>• Metoxiclor</li></ul>

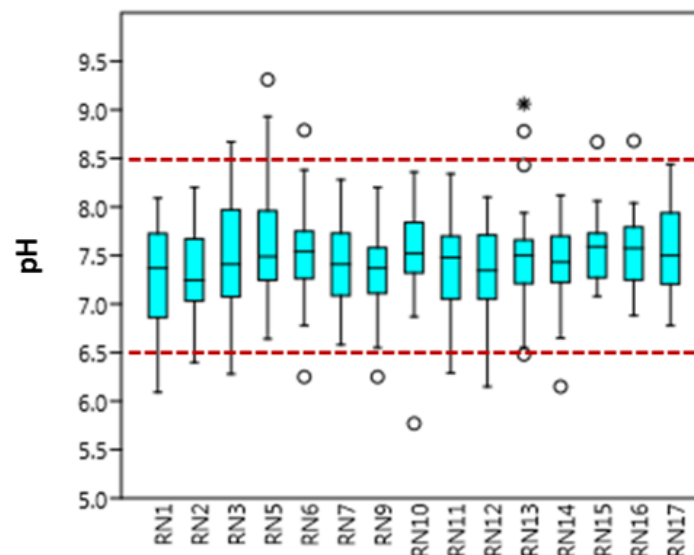
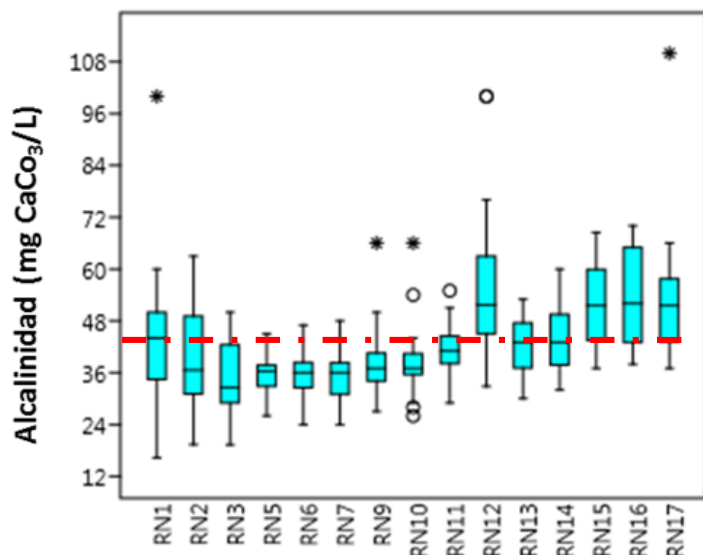


# CALIDAD DE AGUA: RESULTADOS



-----  
**Estándar  
Decr.253/79**

-----  
**Promedio**



## CALIDAD DE AGUA: RESULTADOS en rango y (promedio)

Períodos	1989-98	2000-2010	2009-2016
Conduct.(uS/cm)	36 -137	65-162 (96)	38 – 241 (100ap.)
pH	6,4 - 8,5	6,4 – 9 (7,7)	6,4 – 9,3
O.D.(mg/l)		6,7 – 12 (8,5)	5 – 15 (7,3-8,9)
Alcal. (mgCaCO4/l)		16 – 74 (39)	16 – 110 (47 ap)
PT (ug/l)	9,9 - 266	8,3 – 159 (67)	36 – 460 (<156)
NT (ug/l)	370 – 1150*	144 – 1281 (641)	80 – 4300 (<1300)
Clorof. A (ug/l)	0,9 - 32	0 – 30 (6,5)	0 – 40 (<16)
FUENTE	Conde et al., 2002	Chalar et al., 2010	DINAMA-DCA, 2017

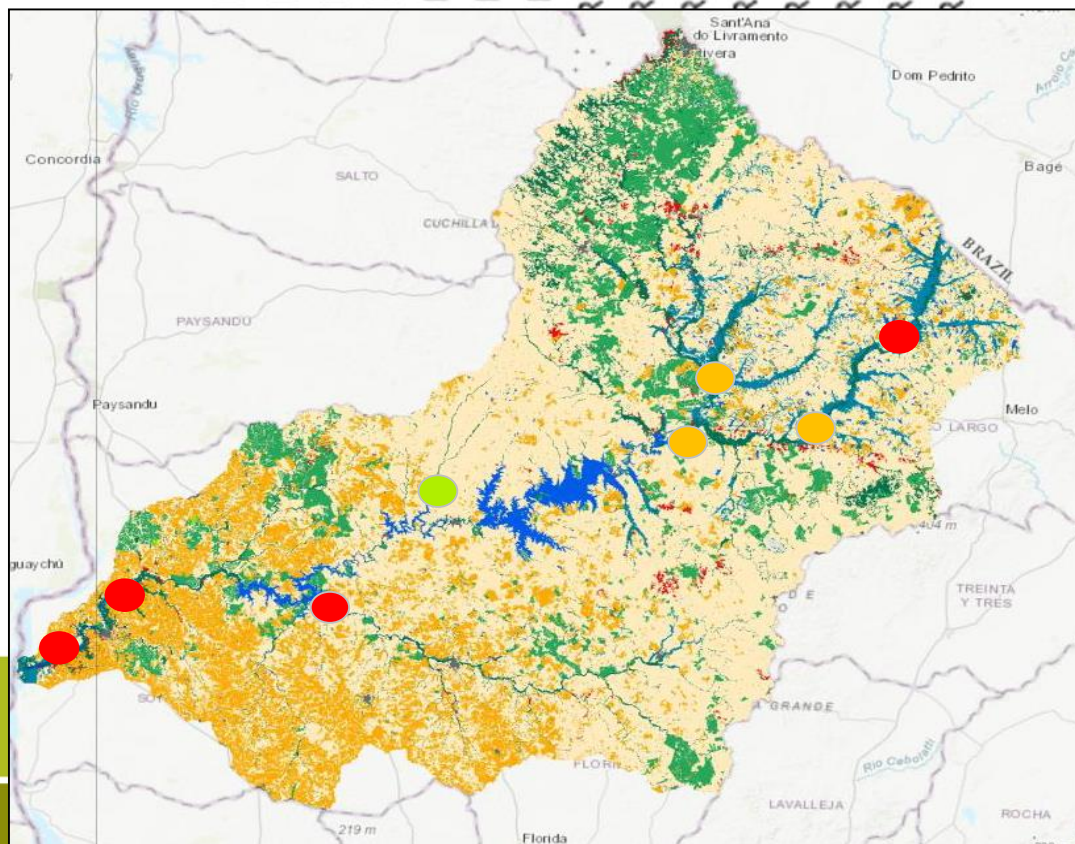
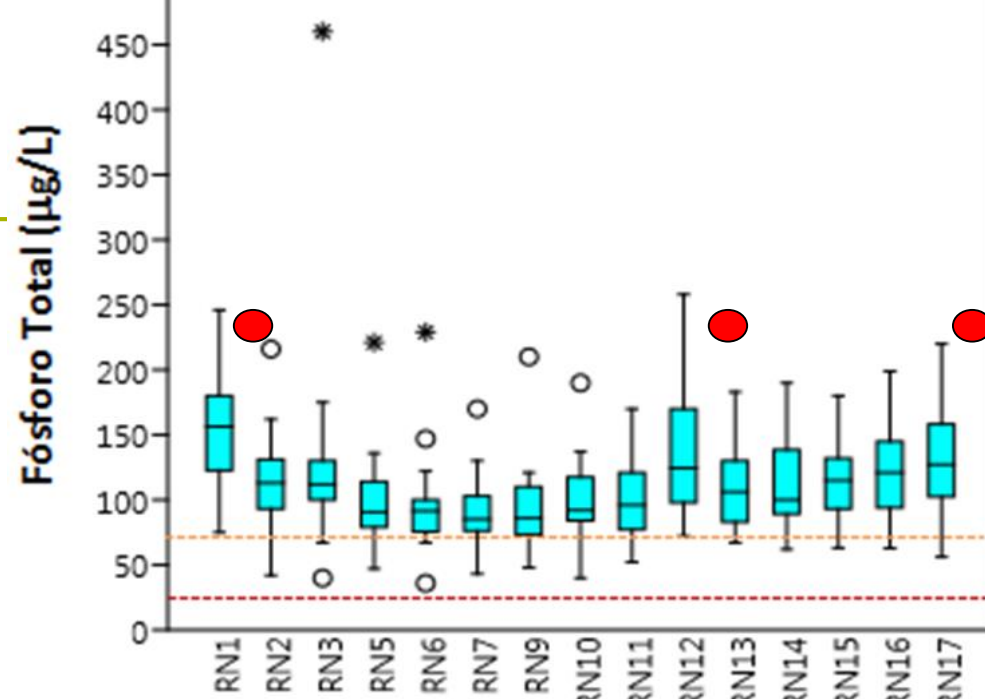


## CALIDAD DE AGUA - PT

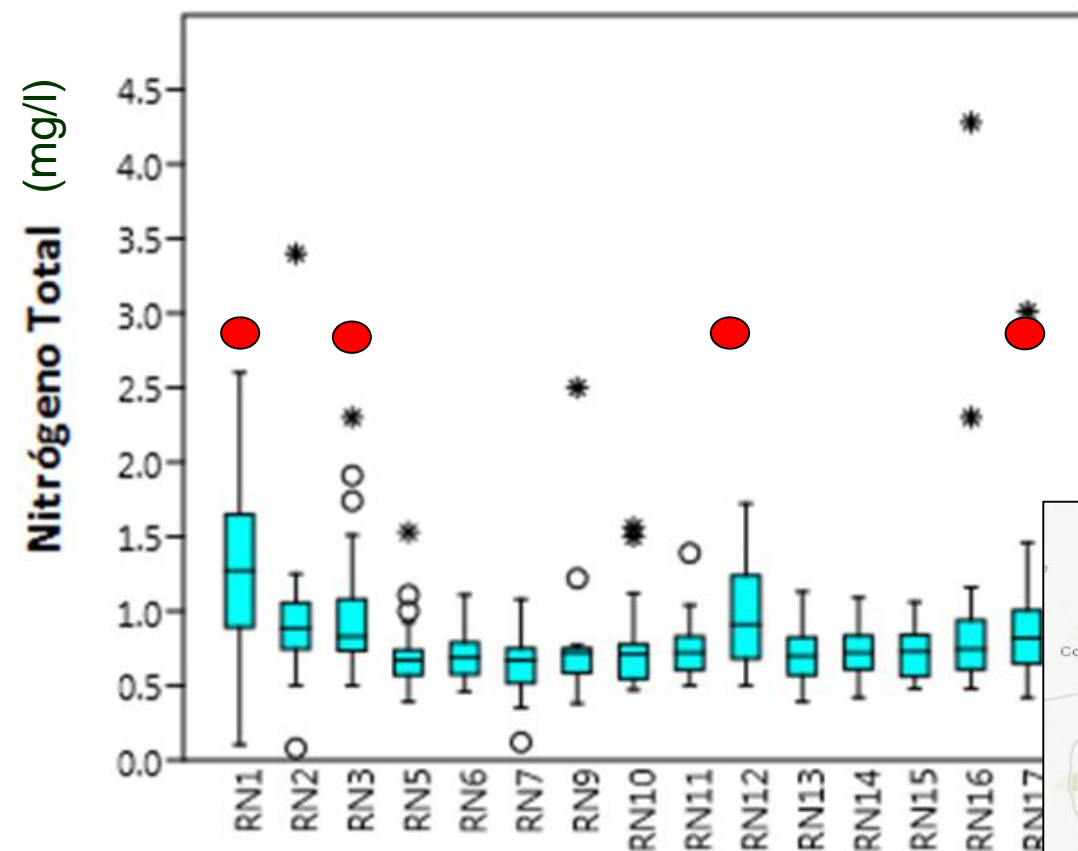
- Mayores concentraciones en RN1 (cuenca alta), RN12 (Yi) y RN17 (desembocadura).

### ¿CAUSAS?

- RN1= Aportes desde la naciente (Brasil); actividades en la cuenca alta (cultivos?)
- RN12= Actividad en la cuenca → cultivos
- RN17= Aportes desde ciudades y desde cultivos

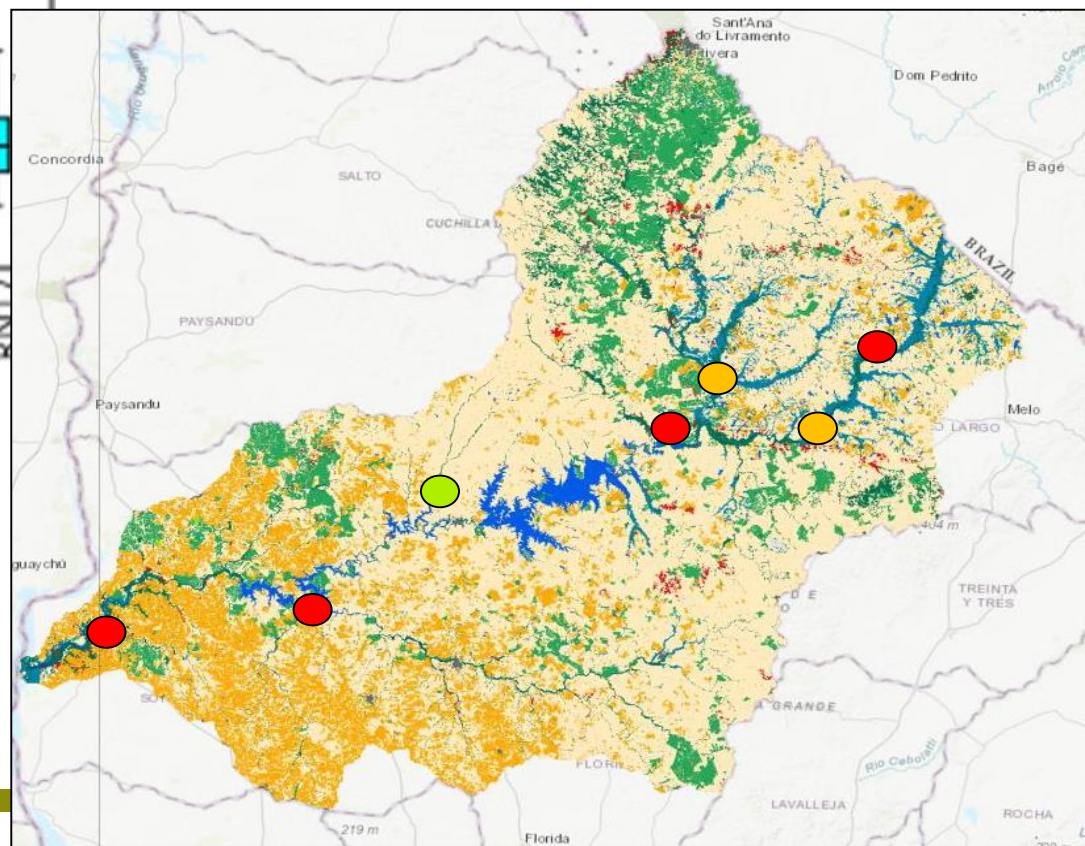


# CALIDAD DE AGUA - NT

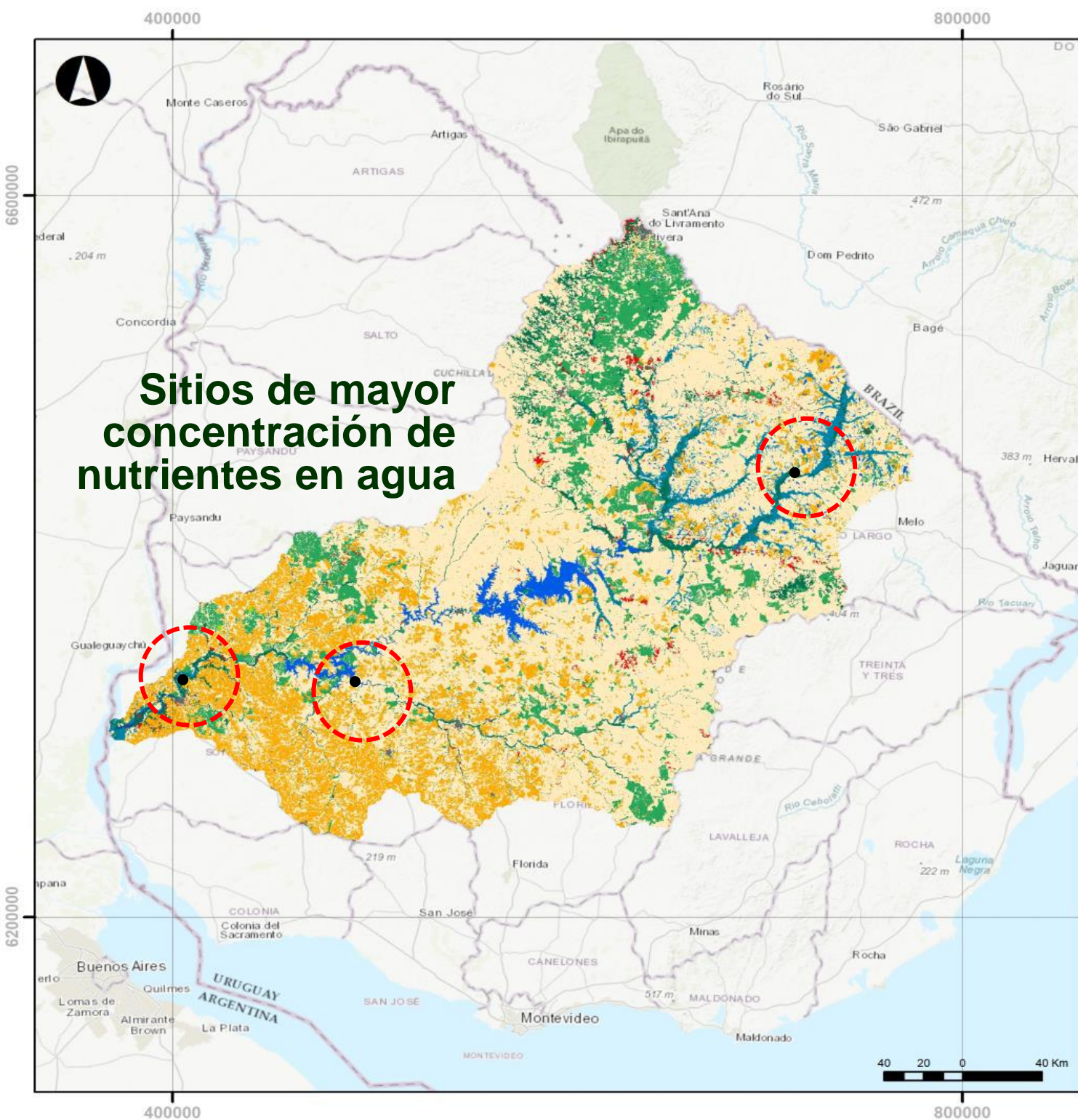


- **Nutrientes nitrogenados (NT, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>):**

- presentan misma tendencia que los fosforados
- Mayores concentraciones (promedio) en RN1 (cuenca alta), RN12 (Yi) y RN17 (desembocadura -







**MVOTMA**  
Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente

**DINAMA**  
Dirección Nacional  
de Medio Ambiente

## COBERTURA CRN 2011

- Aguas Artificiales
- Aguas Naturales
- Arbustos
- Area Urbana
- Areas Desnudas
- Areas Naturales Inundadas
- Areas Urbanas Dispersas
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto
- Cultivos Regados > 4-5 has
- Cultivos Regados y de Secano < 4-5 has
- Cultivos de Secano > 4-5 has
- Equipamiento Urbano
- Frutales
- Herbáceo Natural
- Monte Nativo
- Palmares
- Plantación Forestal

17C Label	AREA HA
Herbáceo Natural	4164708,9
Cultivos de Secano > 4-5 has	1082367,9
Plantación Forestal	666782,5
Monte Nativo	298698,3
Areas Naturales Inundadas	213458,4
Aguas Artificiales	148738,3
Cultivos Regados > 4-5 has	103703
Arbustos	50954,1
Aguas Naturales	26584
Areas Desnudas	18661,6
Cultivos Regados y de Secano	16475,5
Area Urbana	9766,6
Areas Urbanas Dispersas	7736
Canteras, Areneras, Minas a C	2150,6
Equipamiento Urbano	1616,8
Frutales	1197,4
Palmares	41,1

<b>Fecha:</b> 26/09/2017	<b>Proyeccion:</b> UTM 21S	<b>Lamina:</b>  <b>1</b>
<b>Escala:</b> 1:3.000.000	<b>Datum:</b> WGS_1984	



# CALIDAD DE AGUA: metales, pesticidas, AOX

---

**Metales pesados → 87% < LC**

**Sust.Fenólicas → 65% < LC**

**Plaguicidas → 100% <LC**

## **Pesticidas**

Endosulfan

DDT, DDD, DDE

Aldrin, Dieldrin, Lindano,

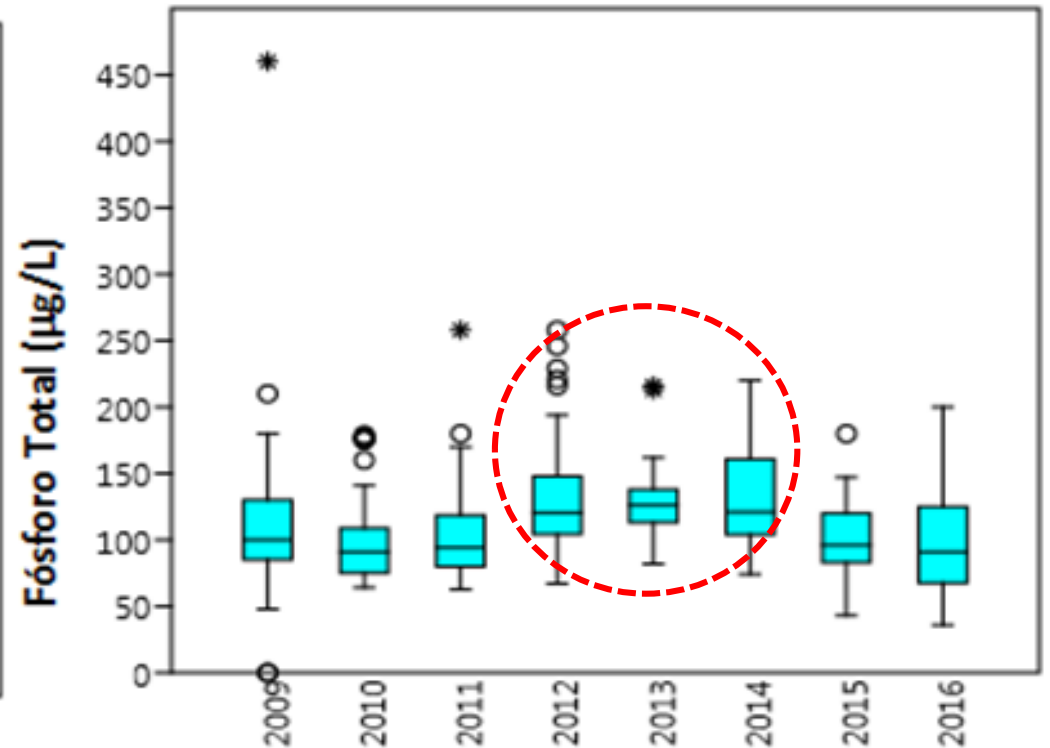
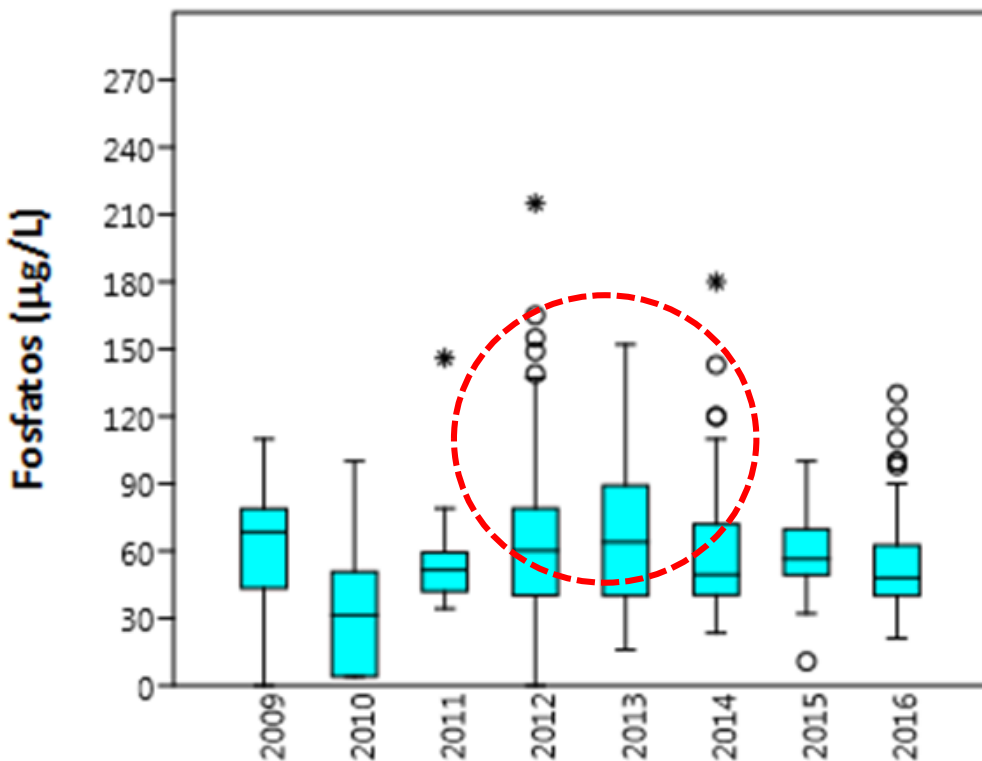
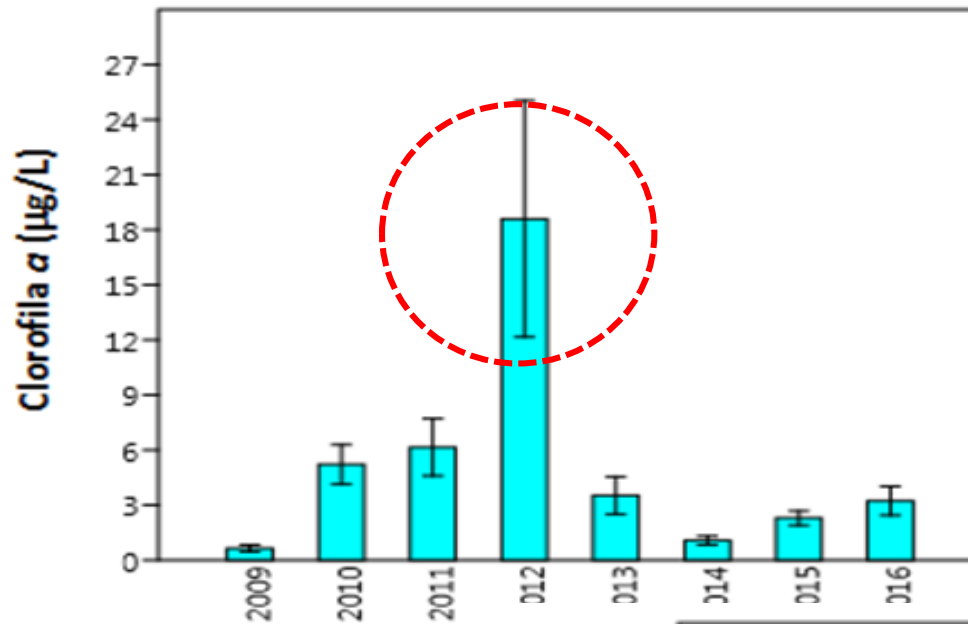
Metoxicloro, Heptacloro,

Atrazina, AMPA, Glifosato

\* < LC

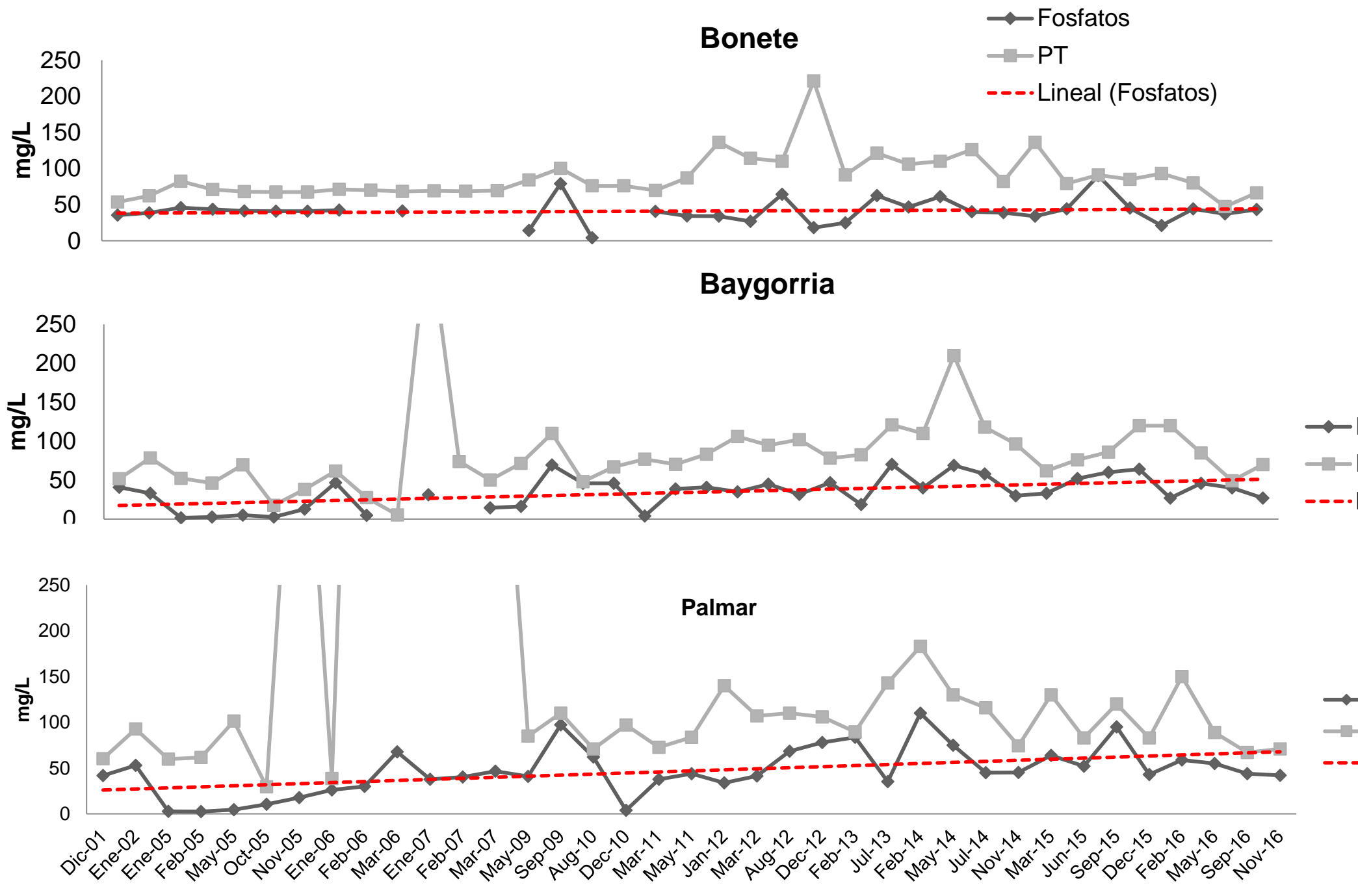
Año	Estación	Concentración de AOX (µg/L)
2009	RN16	43,0
2010	RN2	52,0
2011	RN1	23,5
2012	RN10	104,0
2013	Sin datos cuantificables	
2014	RN12	18,0
2015	Sin datos cuantificables	

# EVOLUCIÓN CALIDAD DE AGUA



# Calidad de Agua en los Embalses:

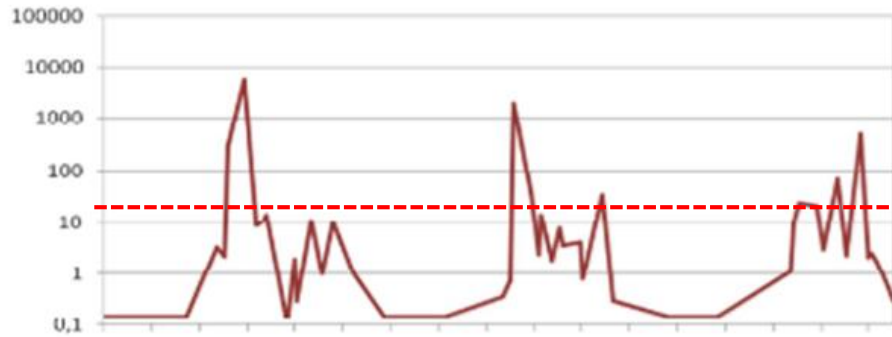
## Evolución de la concentración de fósforo en agua (2001-2016)



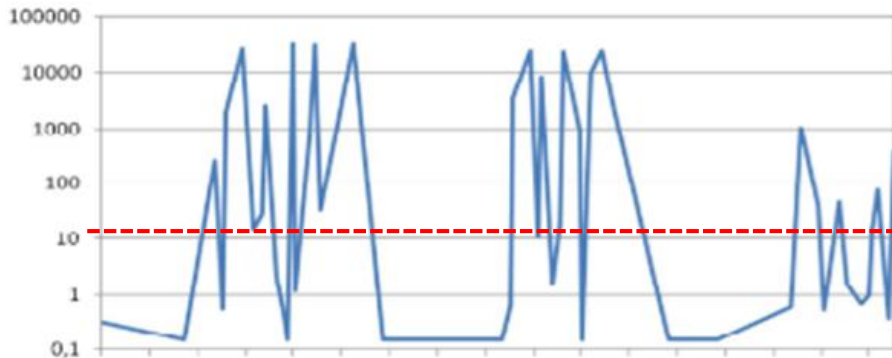


# Calidad agua embalses – cianotoxinas (MCYS)

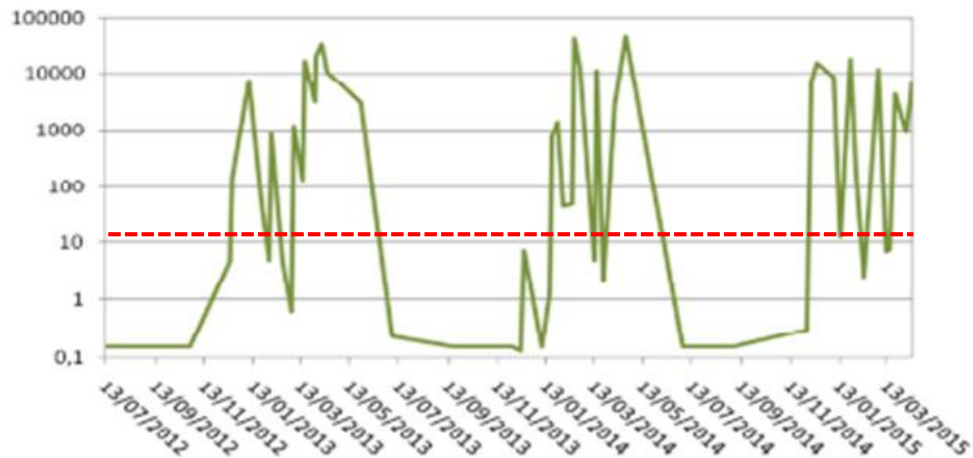
Bonete Lago y espuma cianobacteriana



Baygorria Lago y espuma cianobacteriana



Palmar Lago y espuma cianobacteriana

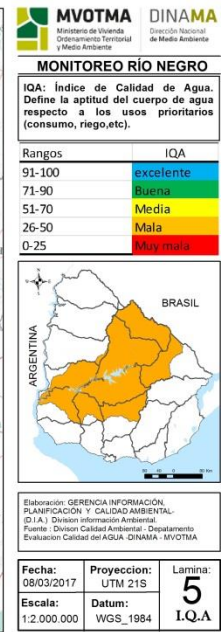
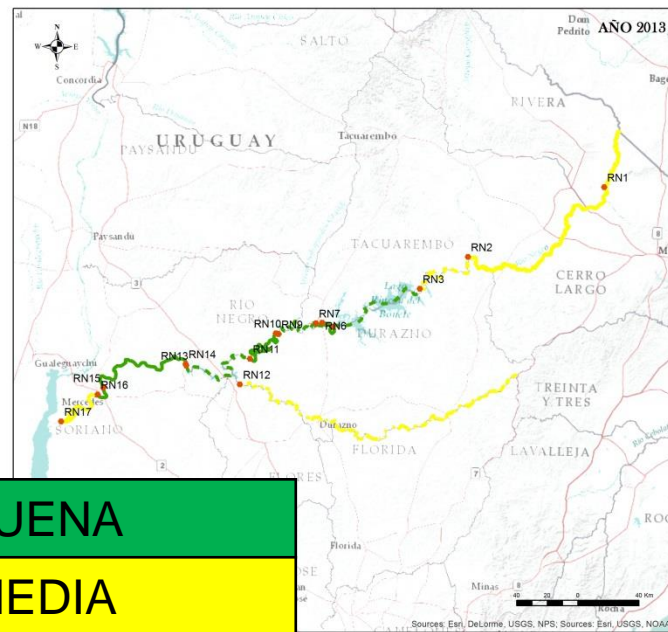
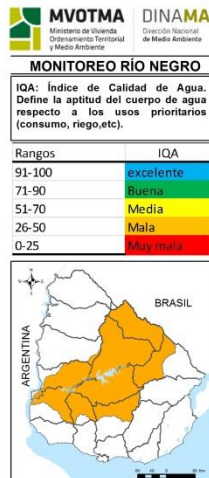
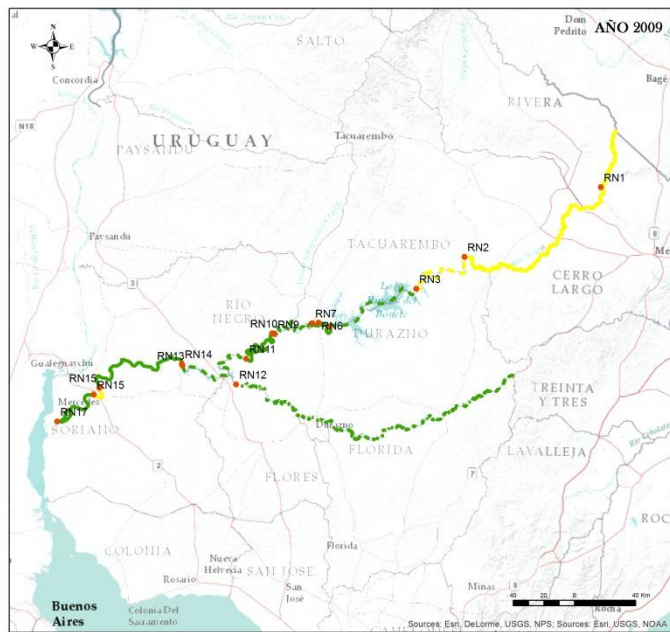


Referencia OMS para aguas de recreación -20 ug/l -----

Muestras de zonas de espuma  
→ alta probabilidad de toxina.

# Índices IQA:

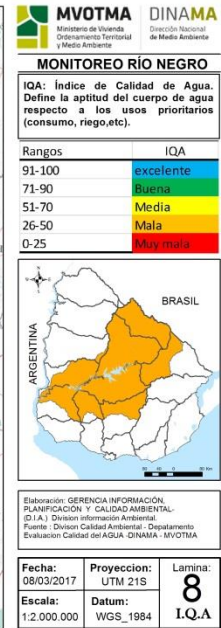
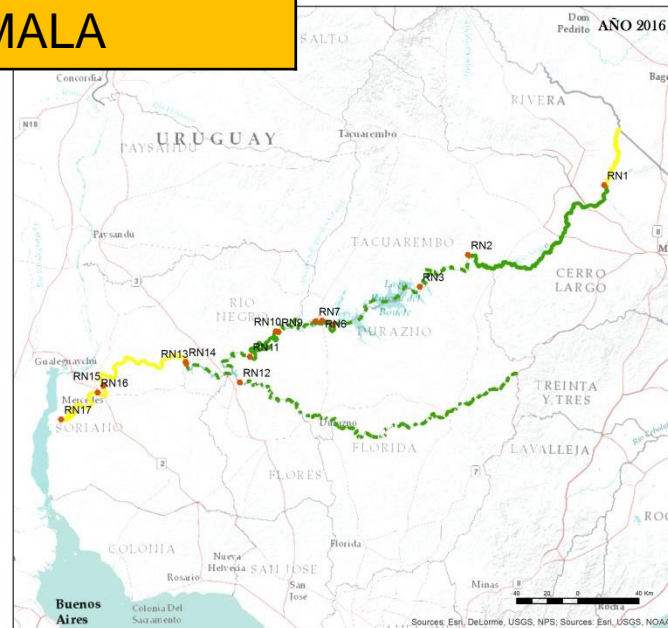
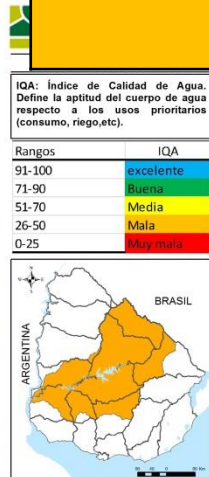
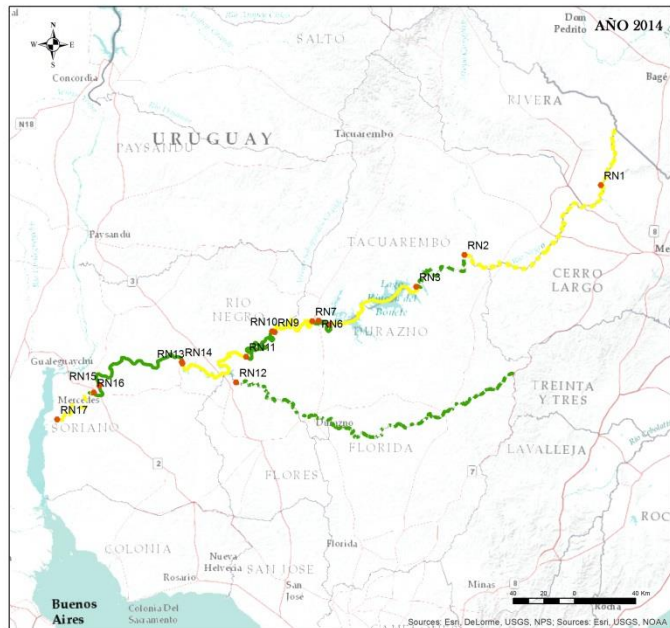
## OD+DBO5+pH+Turb.+PT.+NT.+ST.+Colif.+Temp.



**BUENA**

**MEDIA**

**MALA**



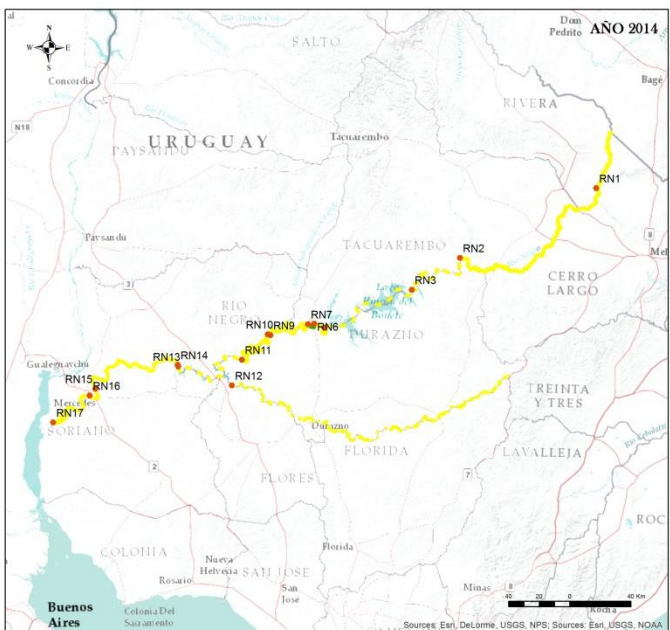
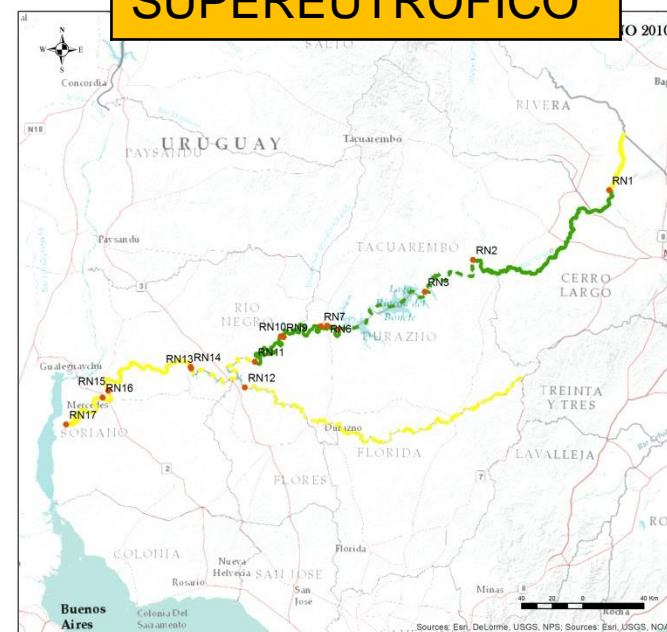
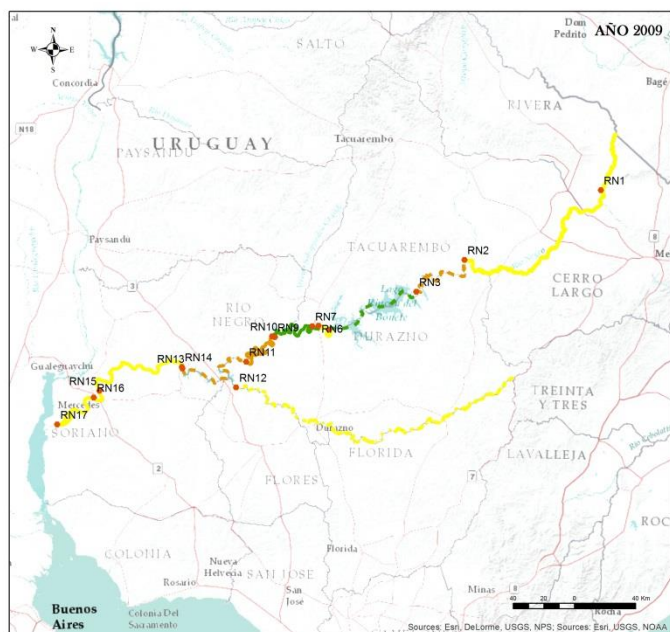


# Índices IET: en base de PT

MESOTRÓFICO

EUTRÓFICO

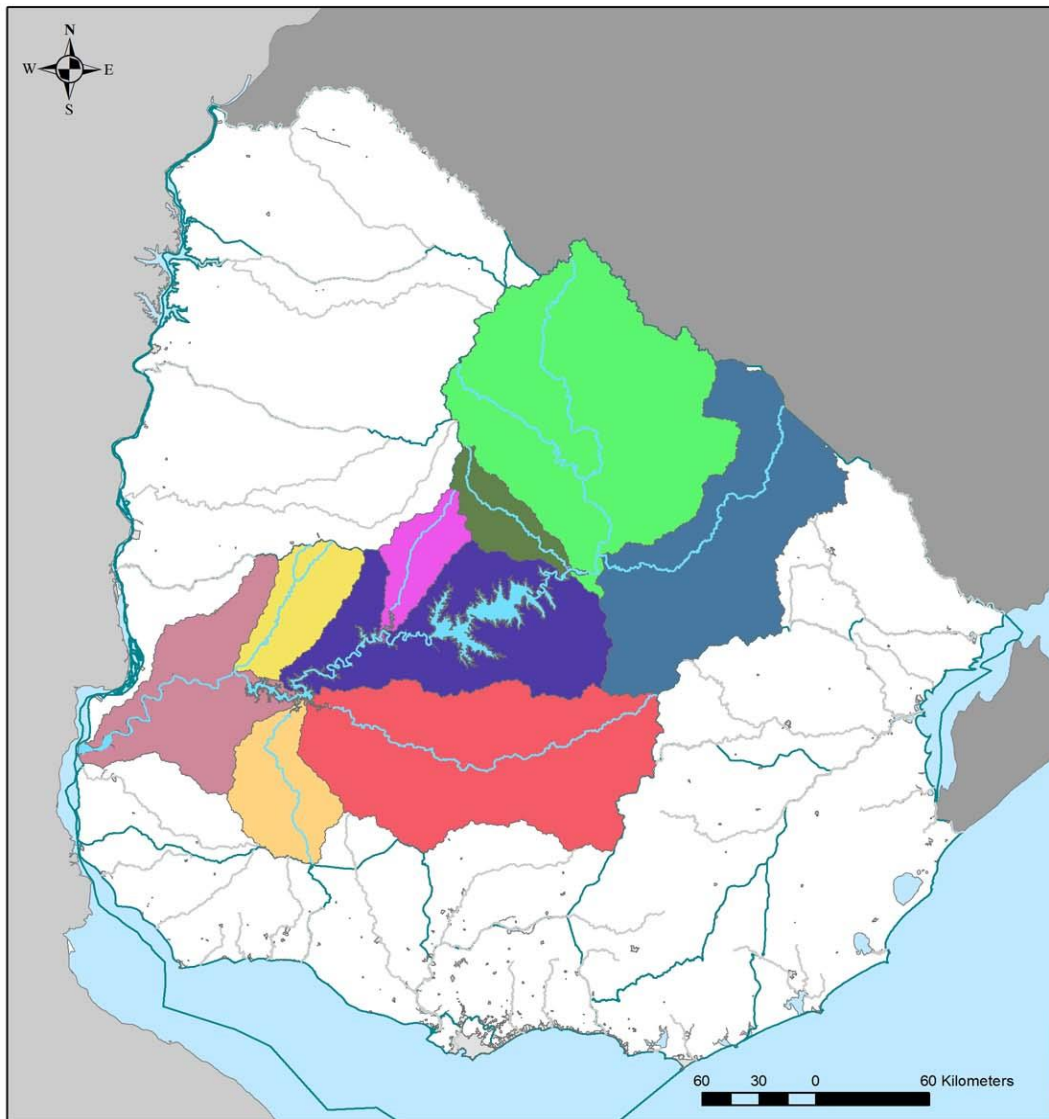
SUPEREUTRÓFICO





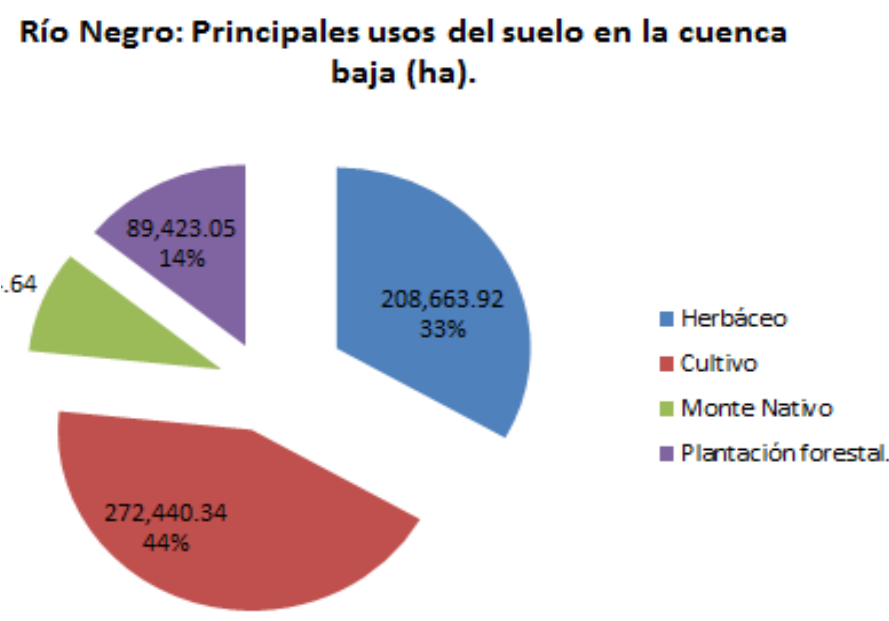
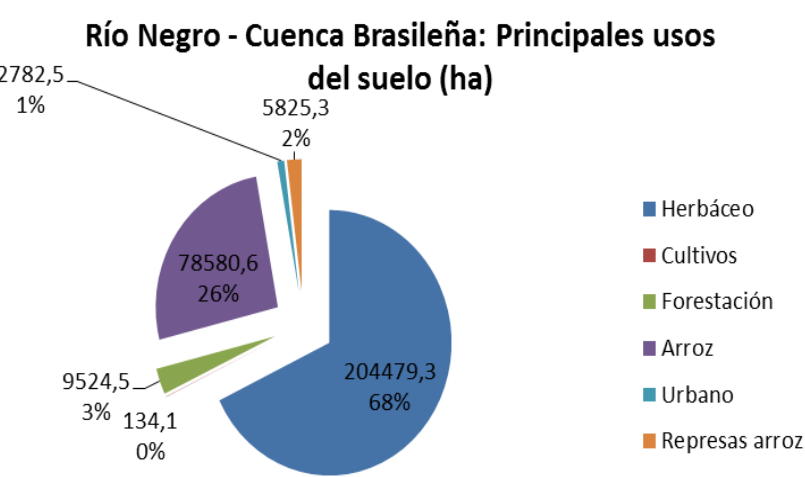
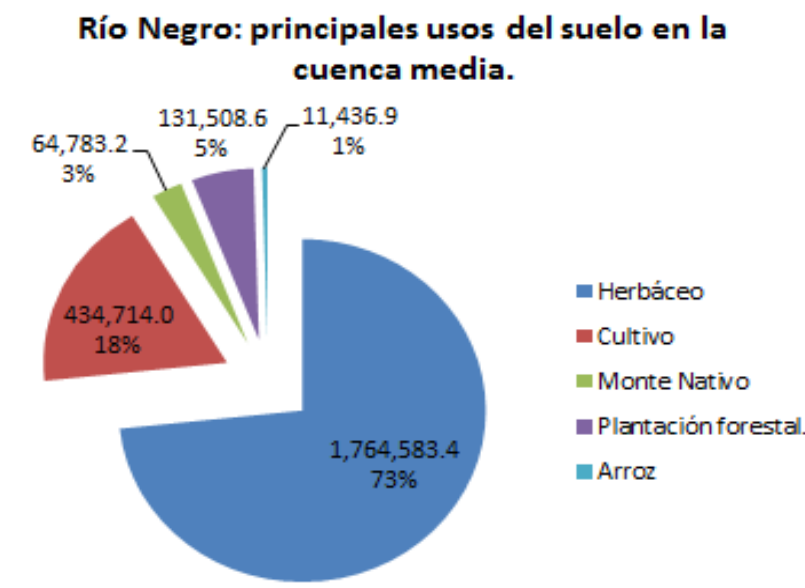
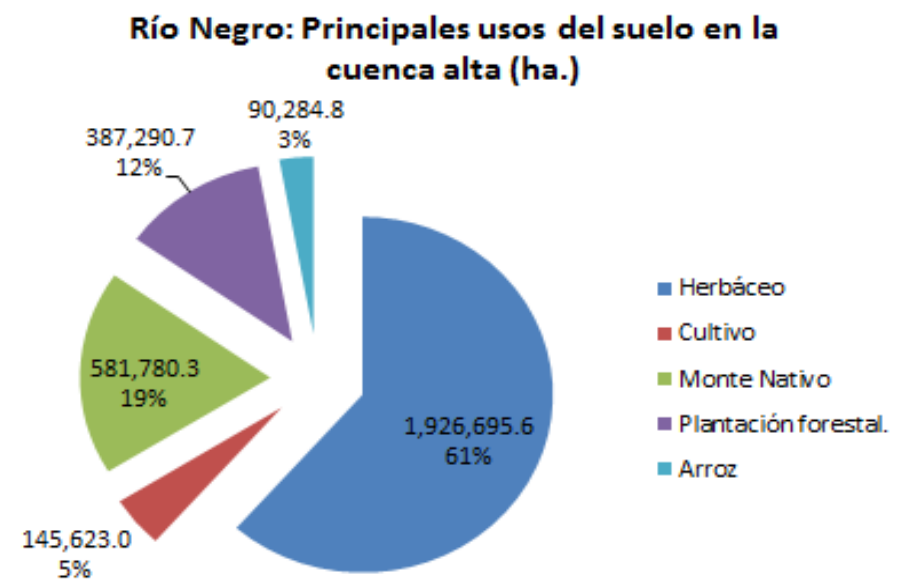
# ESTIMACIÓN DE APORTES DESDE LA CUENCA

## División en subcuencas en zonas Alta, Media y Baja



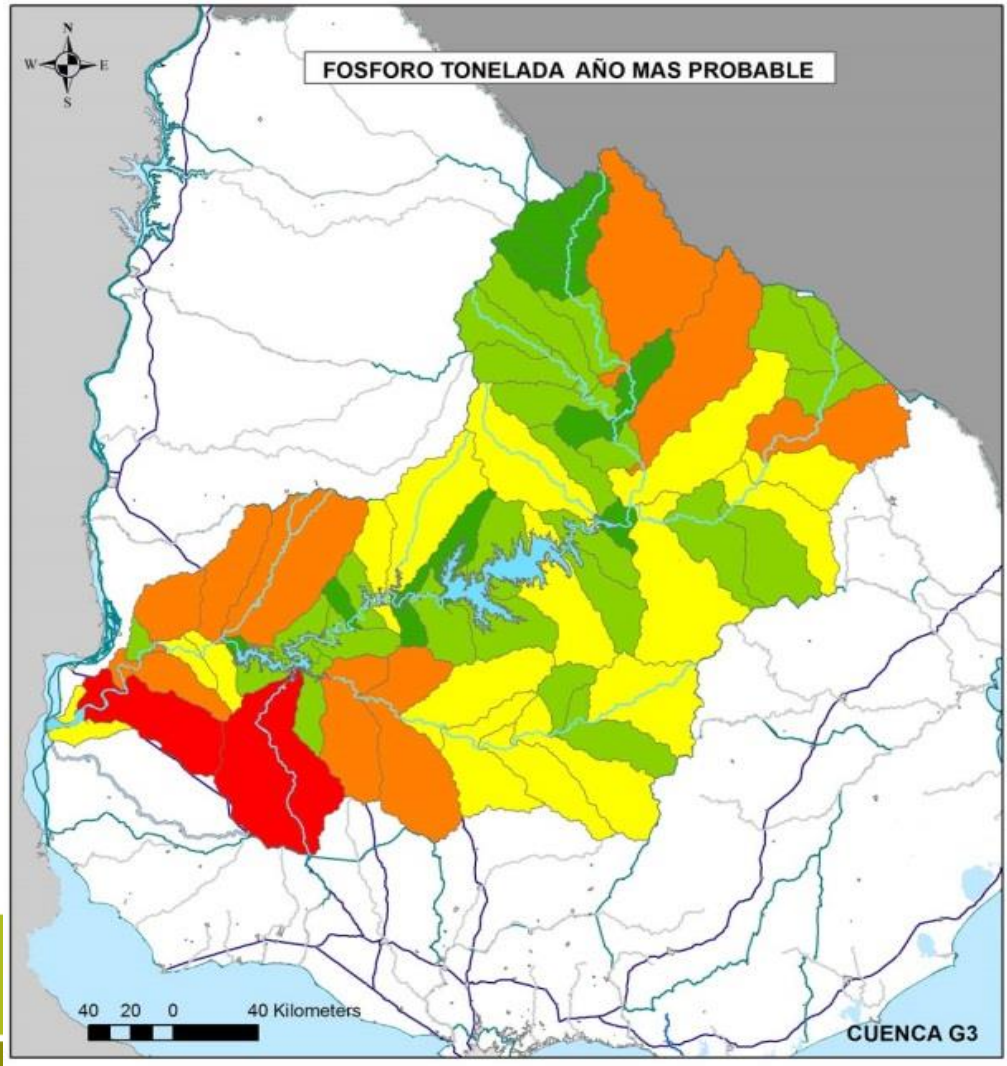
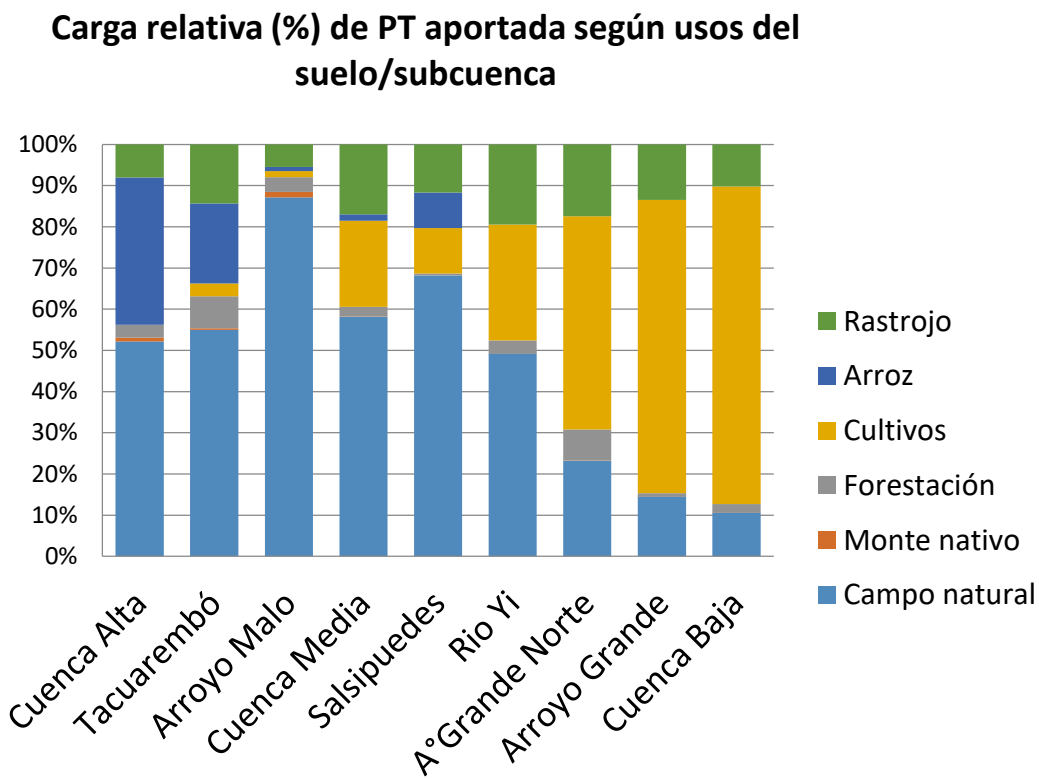
- Cuenca alta
  - Río Tacuarembó
  - R Negro
- Cuenca media
  - A° Salsipuedes
  - Río Yí
  - A° Grande
- Cuenca Baja
  - A° Grande del Norte y A° Don Esteban grande

# Usos del suelo por zona de la cuenca Rio Negro (2011)



# Aporte de PT (ton/año) según usos del suelo/subcuenca

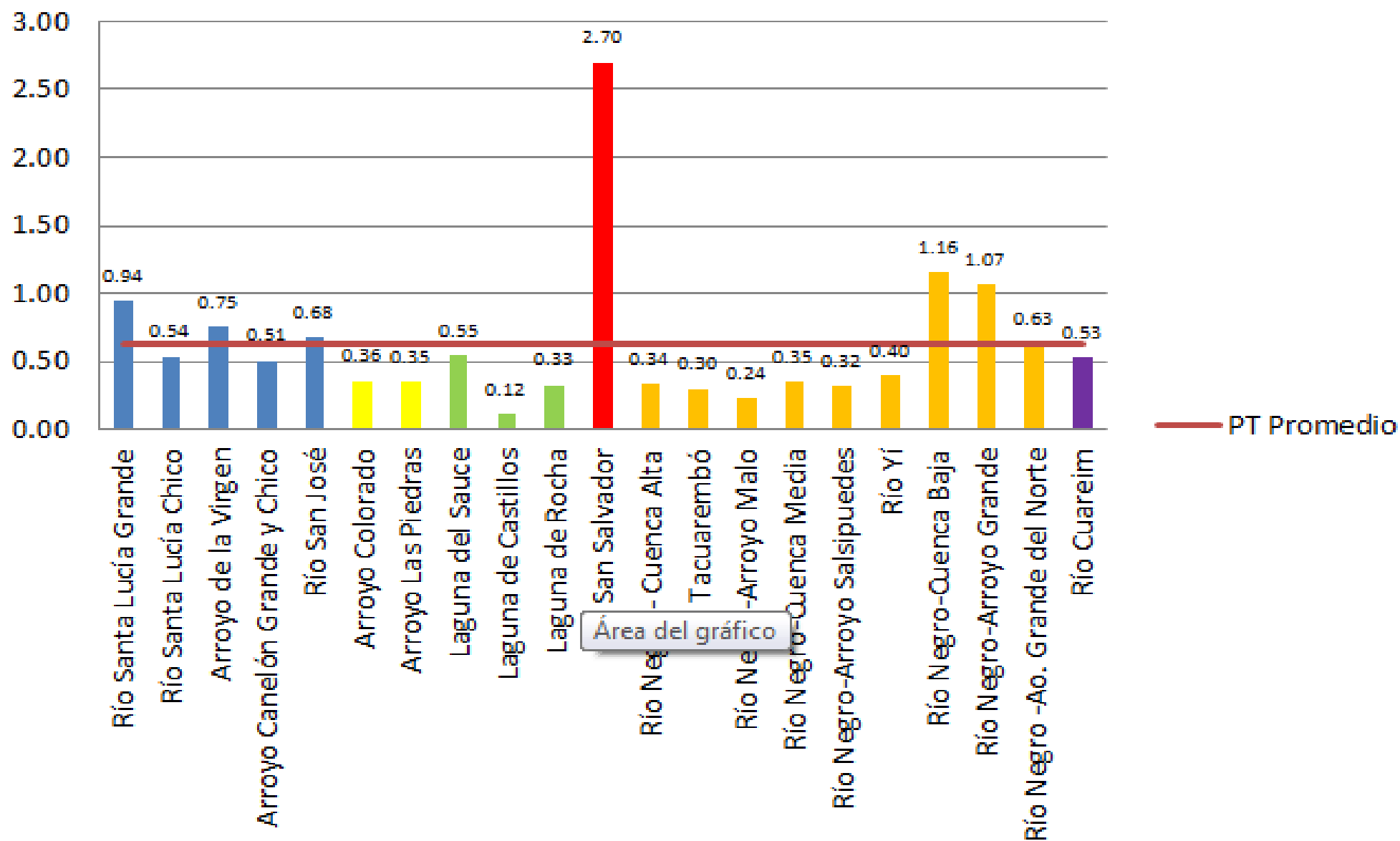
2011





# COMPARATIVO: PT: exportación de PT (kg/ha/año) en subcuencas de los programas de monitoreo – DINAMA (2011)

Comparativa de las cargas difusas más probables de PT (kg/ha/año).



# Síntesis

---

- **Parámetros en rangos históricos con tendencia al incremento de PT, NT, Clorofila, conductividad en los últimos años.**
- **Metales pesados en reducción (desde 2013) y pesticidas <LC (en agua).**
- **Peores condiciones en zona alta (ingreso al país) y baja del río.**
- **Correlación entre concentración de nutrientes y usos agrícolas y ganadero del suelo.**
- **Embalses como retenedores y acumuladores de las sustancias en general (nutrientes principalmente).**
- **Lluvias después de sequía, e Hidrología, aportan nutrientes e inciden en la calidad del agua.**

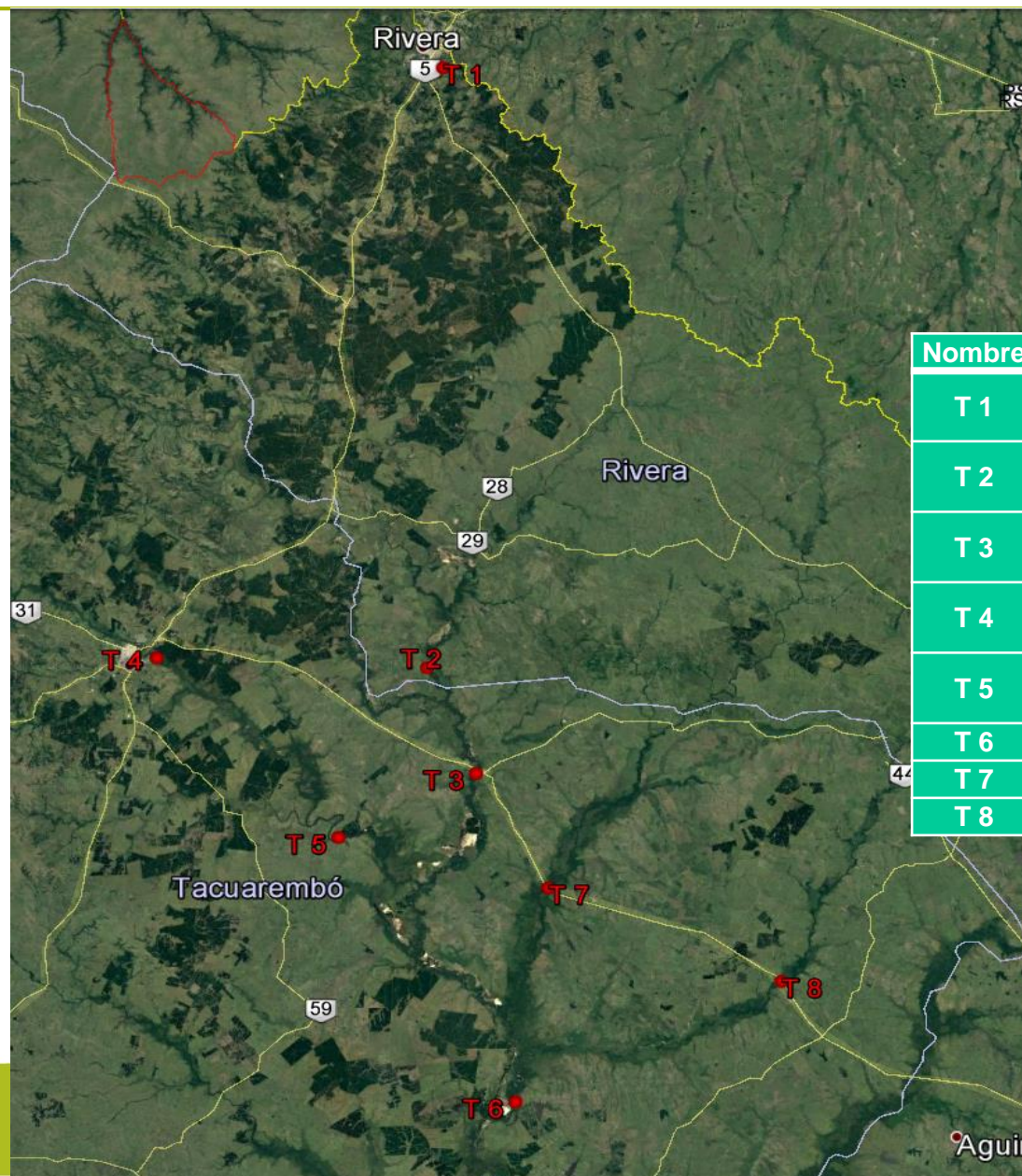


---

# **Calidad de agua en la cuenca Río Tacuarembó**



# I. EL PROGRAMA DE MONITOREO



Nombre	Sitio	Lat.	Lon.
T 1	A° Cuñapirú "Rivera"	30°55'46.12" S	55°31'13.49" O
T 2	A° Cuñapirú "Pso° Cunha"	31°44'14.37" S	55°32'37.49" O
T 3	Tacuarembó "Ansina"	31°52'46.13" S	55°28'20.80" O
T 4	Tacuarembó "Aa Ciudad"	31°43'22.13" S	55°56'33.53" O
T 5	Tacuarembó chico "los novillos"	31°57'56.33" S	55°40'32.26" O
T 6	Tacuarembó "Frig. Modelo"	32°19'18.85" S	55°24'59.14" O
T 7	Arroyo Yaguarí "Ruta 26"	32° 2'0.61" S	55°22'0.59" O
T 8	Arroyo Caraguatá "Ruta 26"	32° 9'29.09" S	55° 1'26.17" O



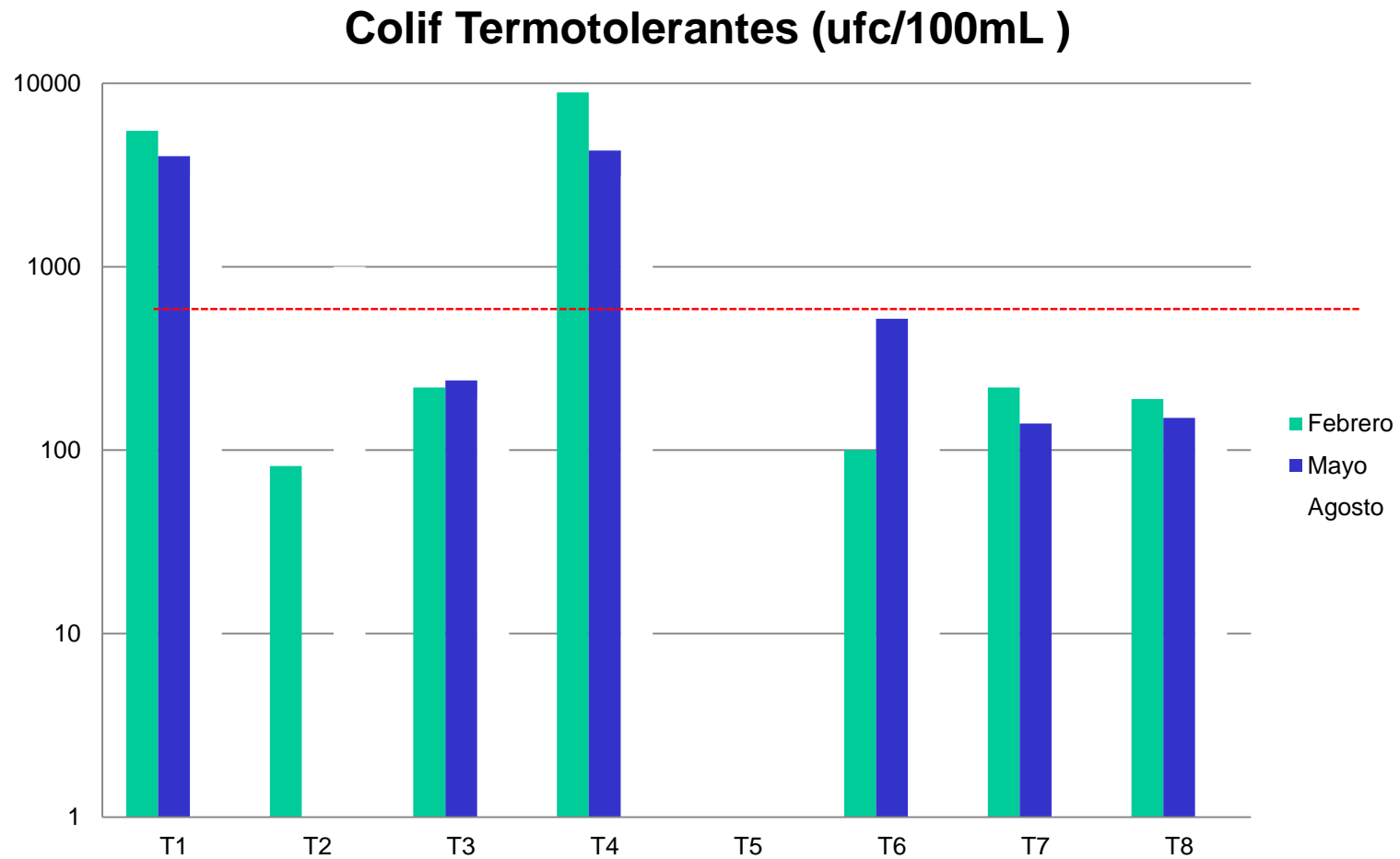
## Tabla III – Variables a medir aguas debajo de los centros poblados.-

N°	Variable	N°	Variable
1	Cond	17	Nitratos
2	Temperatura	18	Nitritos
3	OD	19	Amonio
4	% OD	20	N total
5	pH	21	Fosfatos
6	SECCHI	22	Fosforo tot.
7	Turbiedad	23	RAS
8	Coli. Termo	24	SDT
9	Coli. Totales	25	SDF
10	DBO <sub>5</sub>	26	SDV
11	DQO	27	Clorofila "a"
12	Alcalinidad	28	Feofitina "a"
13	Calcio	29	Fenoles Tot.
14	Magnesio	30	Cianuro Total
15	Sodio	31	Mercurio
16	Potasio	32	AOX

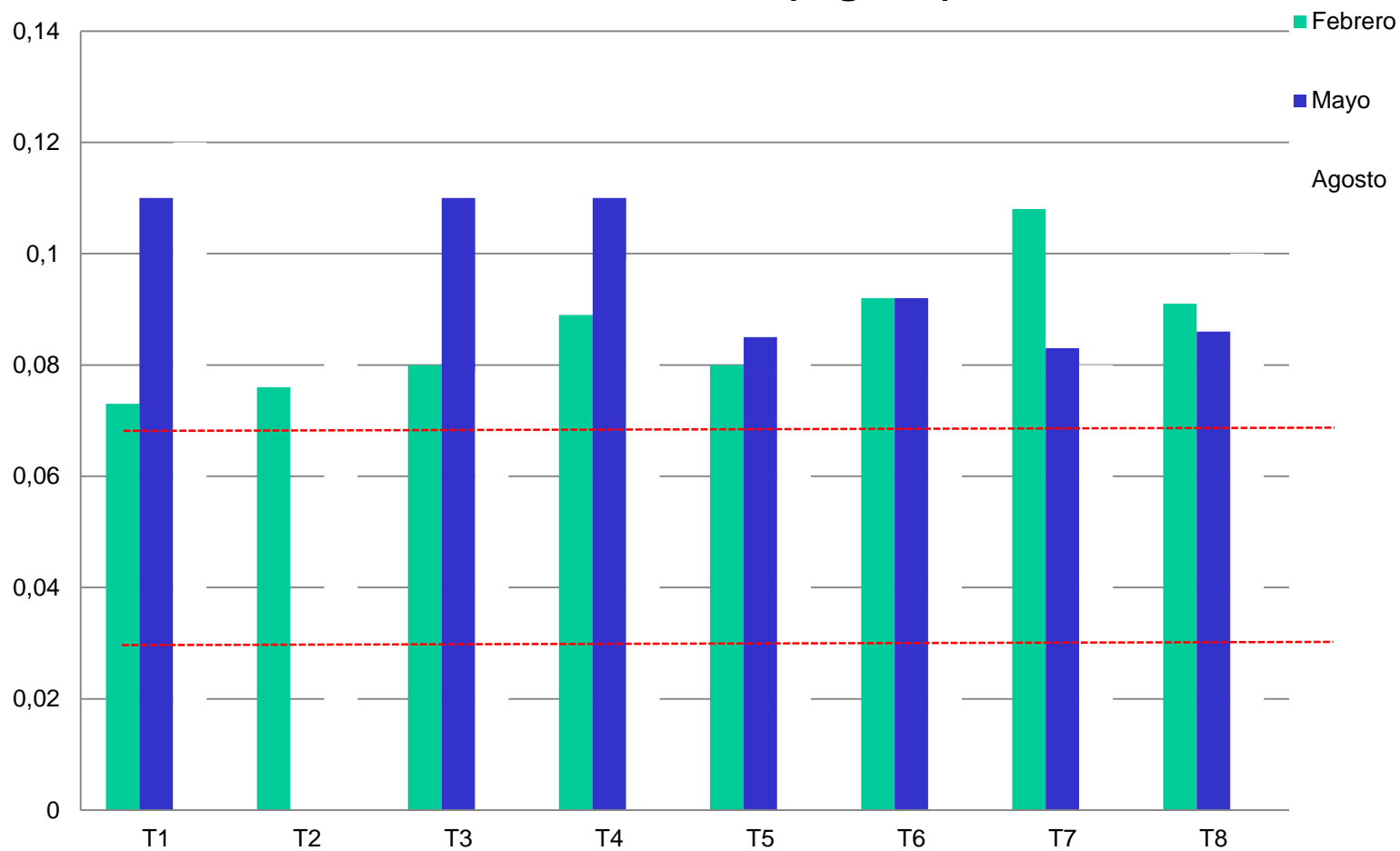
## Tabla IV – Variables a medir en los sitios despoblados.-

N°	Variable	N°	Variable
1	Cond	19	Fosfatos
2	Temperatura	20	Fosforo tot.
3	OD	21	RAS
4	% OD	22	SDT
5	pH	23	SDF
6	SECCHI	24	SDV
7	Turbiedad	25	Clorofila "a"
8	Coli. Termo	26	Feofitina "a"
9	Coli. Totales	27	Fenoles Tot.
10	Alcalinidad	28	Cianuro Total
11	Calcio	29	Mercurio
12	Magnesio	30	AOX
13	Sodio	31	Glifosato
14	Potasio	32	AMPA
15	Nitratos		
16	Nitritos		
17	Amonio		
18	N total		

# EVALUACIÓN PRELIMINAR:



## Fosforo Total (mgP/L )





	Febrero		Mayo		Agosto	
	Glifosato(µg/L)	Ampa(µg/L)	Glifosato(µg/L)	Ampa(µg/L)	Glifosato(µg/L)	Ampa(µg/L)
T1	<LD	0.60				
T2					<LD	0.6
T3						
T4	<LD	<LD				
T5	<LD	<LC	<LD	<LC	<LD	<LC
T6	<LD	0.68	<LD	<LC	<LD	<LD
T7	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LC
T8			<LD	<LC	<LD	<LC

	Glifosato (µg/L)	Ampa (µg/L)
LD	0.7	-----
LC	-----	0.2

Hasta la fecha se han realizado cuatro muestreos en el año 2017; febrero, mayo, agosto y noviembre.

Los resultados de los análisis de la campaña de noviembre 2017 no han sido aún emitidos por el laboratorio ambiental de DINAMA.

Con la información con la cual contamos (tres campañas analizadas) aun no es posible inferir ninguna condición particular del río.

Se entiende conveniente un mínimo de 5 muestreos para emitir un informe con una evaluación más clara de la condición del curso de agua.

Los valores de Glifosato medidos están debajo de los límites de detección de la técnica de laboratorio en todas las estaciones. Sobre AMPA se encontraron trazas en las estaciones T2 y T7.

En términos generales los valores de Coliformes Termotolerantes son elevados a la salida de las ciudades (Rivera y Tacuarembó), los valores de Fosforo total están por encima del límite del Decreto 253/79 (calidad de agua) pero a niveles del promedio en las cuencas principales a nivel nacional.

---

# Gracias!

**LUIS REOLON**

Director de la División Calidad Ambiental,  
Dirección Nacional de Medio Ambiente

**[luis.reolon@mvtma.gub.uy](mailto:luis.reolon@mvtma.gub.uy)**

