



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

MONITOREO RÍO CUAREIM

Informe de datos de calidad de agua superficial

2014



DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE

DIVISION DE EVALUACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL

Luis Reolón

DEPARTAMENTO DE SEGUIMIENTO DE COMPONENTES DEL AMBIENTE

Magdalena Hill

Responsable del Plan de Monitoreo

Javier Martínez

Personal responsable del Análisis de la Información

Javier Martínez

Revisado

Magdalena Hill

Personal Participante durante los trabajos de campo y laboratorio

Muestreo y análisis de campo

Javier Martínez
Gerardo Balero
Alejandro Cendón
Malvina Masdeu
Guillermo Cerveto

Laboratorio central

Natalia Barboza
Patricia Simone
Alejandro Mangarelli
Vivian Muñoz
Roxana Gálvez
Gabriela Pistone

Agradecimientos

Se agradece al personal administrativo de DINAMA por el apoyo que brindan permanentemente, y que hacen posible que los cuerpos técnicos puedan realizar su trabajo eficientemente.

RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se presentan los resultados sobre las condiciones ambientales del río Cuareim (jurisdicción Uruguaya) en el tramo compartido con la República Federativa de Brasil, a partir de información obtenida de relevamiento bibliográfico, y del monitoreo de calidad de agua, llevado a cabo por la Dirección Nacional de Medio Ambiente entre enero de 2014 y noviembre de 2014.

El río Cuareim es un curso de agua internacional, cuya cuenca hidrográfica forma parte de Brasil y Uruguay. Posee un área total de aproximadamente 14.865 Km², y forma parte de la cuenca del río Uruguay.

Nace en territorio brasileño, posee una longitud de 351 Km. Presenta desde su nacimiento hasta la desembocadura sobre el río Uruguay una pendiente media de 0.93 m/Km.

Entre 2006 y 2007 se trabajó en el marco del proyecto Twinlatin, continuándose posteriormente hasta el día de hoy a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente.

En términos generales y a partir de la información obtenida de recopilación bibliográfica, del trabajo de campo y resultados obtenidos en el presente estudio, se puede afirmar que el río Cuareim es un sistema que se encuentra en aceptables condiciones ambientales.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
INDICE	4
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURA	5
INTRODUCCION.....	6
1.1 Objetivos del Plan.....	6
1.1.1 Objetivos específicos.	6
2 CARACTERIZACION DE LA CUENCA DEL RIO CUAREIM.....	6
2.1 Fisiografía.	7
3 CLASIFICACION DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN USOS Y ESTANDARES ESTABLECIDOS.....	9
4 ASPECTOS METODOLOGICOS: EL PLAN DE TRABAJO.....	11
4.1 Antecedentes.....	11
4.2 Diseño del Plan de monitoreo.....	12
4.2.1 Frecuencia de muestreo.....	12
4.2.2 Estaciones seleccionadas para cada sustrato.....	12
4.2.3 Variables determinadas.....	14
4.2.4 Aseguramiento de la calidad analítica.....	15
5 RESULTADOS.....	16
5.1.1 Parámetros hidroquímicos básicos.....	16
5.1.1.1 Parámetros de medición <i>in situ</i>	16
5.1.1.2 Parámetros bacteriológicos.....	19
5.1.1.3 Iones mayoritarios.....	19
5.1.1.4 Alcalinidad y Dureza total.....	21
5.1.1.5 Coeficiente de absorción de sodio (RAS).....	23
5.1.1.6 Sólidos suspendidos totales.....	23
5.1.1.7 Nutrientes.....	24
5.1.2 Clorofila- <i>a</i>	26
5.1.3 Compuestos inorgánicos.....	27
5.1.3.1 Metales.....	27
5.1.4 Compuestos orgánicos.....	27
6 COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE ALGUNAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS ENTRE EL PERIODO 2006-2013 Y LOS PROMEDIOS 2014.....	28
6.1.1 FOSFORO TOTAL.....	28
6.1.2 NITROGENO TOTAL.....	29
6.1.3 OXIGENO DISUELTO.....	29
6.1.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	30
Síntesis y recomendaciones.....	30
LISTA DE ACRONIMOS.....	31
UNIDADES DE PESO Y MEDIDAS.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32

LISTA DE TABLAS

Tabla I – Cuenca del río Cuareim.....	8
Tabla II – Estándares de calidad de agua definidos para Clase 3 del Decreto 253/79 y modif.....	10
Tabla III – Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua.....	12
Tabla IV – Variables Analizadas.....	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.- Ubicación de la hemicuenca del río Cuareim, como uno de los sistemas integrantes de la cuenca del Río de la Plata. Tomado de Arcelus & Goldenfum, 2005.	7
Figura 2.2.- Cuenca del río Cuareim, donde puede apreciarse las diferencias de altitud en sus segmentos. Tomado de Twinlatin WP6.	7
Figura 2.3.- Cuenca del río Cuareim. Tomado de Twinlatin WP6.....	8
Figura 2.4.- Hemicuenca uruguaya del río Cuareim, en la cual se identifican los principales tributarios. Tomado de García <i>et al</i> , 2008.	9
Figura 2.5 – Ubicación de las estaciones seleccionadas.	13
Figura 2.6 – Variación de la temperatura del agua entre los sitios de monitoreo.....	16
Figura 2.7 – Distribución espacial de la conductividad en el área de estudio.....	17
Figura 2.8 – Distribución espacial de pH por estación.	17
Figura 2.9 – Distribución espacial de oxígeno disuelto en el área de estudio.	18
Figura 2.10 – Distribución espacial de turbiedad en el río Cuareim,	18
Figura 2.11 – Distribución espacial de Coliformes termotolerantes en el río Cuareim.	19
Figura 2.12 – Distribución espacial de calcio en el área de estudio.....	19
Figura 2.13 – Distribución espacial de magnesio en el área de estudio.	20
Figura 2.14 – Distribución espacial de sodio en el área de estudio.	20
Figura 2.15 – Distribución espacial de potasio en el área de estudio.	21
Figura 2.16 – Distribución espacial de alcalinidad en el área de estudio.....	21
Figura 2.17 – Distribución espacial de dureza total en el área de estudio.	22
Figura 2.18 – Distribución espacial de sulfuros en el río Cuareim.	22
Figura 2.19 – Distribución espacial de RAS en el área de estudio.....	23
Figura 2.20 – Distribución espacial de sólidos suspendidos totales en el área de estudio.....	23
Figura 2.21 – Distribución espacial de nitratos en el área de estudio.	24
Figura 2.22 – Distribución espacial de nitritos en el área de estudio	24
Figura 2.23 – Distribución espacial de amoníaco en el área de estudio.	25
Figura 2.24 – Distribución espacial de nitrógeno total en el área de estudio.....	25
Figura 2.25 – Distribución espacial de fósforo total en el área de estudio.....	26
Figura 2.26 – Distribución espacial de la biomasa algal (clorofila- <i>a</i>) en el río Cuareim.....	26
Figura 2.27 – Distribución espacial de aluminio en la zona de estudio.	27
Figura 2.28 -Comparación de la distribución espacial del Fosforo Total entre el periodo 2006-2013 y 2014	28
Figura 2.29 - Comparación de la distribución espacial del Nitrogeno Total entre el periodo 2006-2013 y 2014.....	29
Figura 2.30 - Comparación de la distribución espacial del Oxígeno Disuelto entre el periodo 2006-2013 y 2014.....	29
Figura 2.31 - Comparación de la distribución espacial de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2006-2013 y 2014.....	30

INTRODUCCION

El agua representa un insumo fundamental para la vida, constituyendo un elemento insustituible en diversas actividades humanas, además de mantener el equilibrio en el medio ambiente. En el escenario mundial, la inminente escasez de los recursos hídricos y la diseminación de los factores condicionantes para una gestión integrada, constituyen un requisito fundamental para el desarrollo equilibrado y en consonancia con la preservación del medio ambiente.

La aplicación de los principios orientadores de gestión de agua deberá ordenar su uso múltiple y posibilitar su preservación para generaciones futuras, minimizando e incluso evitando los problemas originados de la escasez y de la contaminación de los cursos de agua, los cuales afectan y comprometen los diversos usos de los recursos hídricos.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) es el organismo responsable a nivel Nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los *Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente* y de proponer e instrumentar la *Política Nacional* en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible.

El Departamento de Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA) tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. En este contexto, el DSCA lleva a cabo el monitoreo de calidad de agua en el río Cuareim.

Desarrollar este plan ha implicado un esfuerzo muy significativo, cada campaña implicó un nuevo desafío en el que profesionales, técnicos y colaboradores de diferentes ámbitos debieron trabajar en forma coordinada y bajo protocolos establecidos, para garantizar la calidad del trabajo de campo, el traslado de las muestras, análisis de laboratorio, evaluación de los datos así como la interpretación de los resultados.

1.1 Objetivos del Plan.

El *Plan de monitoreo del río Cuareim* tiene como objetivo principal:

- ✓ Conocer el estado de calidad del agua, en el tramo del río Cuareim compartido entre Brasil y Uruguay, que permita evaluar a corto y mediano plazo, los cambios en el sistema frente a los posibles impactos producidos en su cuenca, de modo de poder gestionarla.

1.1.1 Objetivos específicos.

- a) Identificar descargas puntuales o difusas, tanto domésticas como industriales o agropecuarias que afecten la calidad ambiental.
- b) Evaluar la evolución ambiental en el cuerpo principal del Río.

Este Plan se inscribe en los Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente, que tienen como propósito el garantizar el desarrollo sostenible, y poner a disposición de los ciudadanos la información generada, así como los aspectos técnicos vinculados a la obtención de la misma.

2 CARACTERIZACION DE LA CUENCA DEL RIO CUAREIM

Para la elaboración de este capítulo se obtuvo información secundaria a partir de la compilación de información publicada, y de informes técnicos de la DINAMA.

Se hará énfasis en la hemicuenca ubicada en territorio uruguayo.

El río Cuareim, es afluente del río Uruguay, por su margen izquierda, y por lo tanto forma parte de la Cuenca del Plata (fig. 2.1). Se localiza al Sur (S) de la República Federativa de Brasil (que incluye los Municipios de Santana do Livramento, Quaraí y Uruguaiana) y al Noreste (NE) de la República Oriental del Uruguay (Departamento de Artigas).

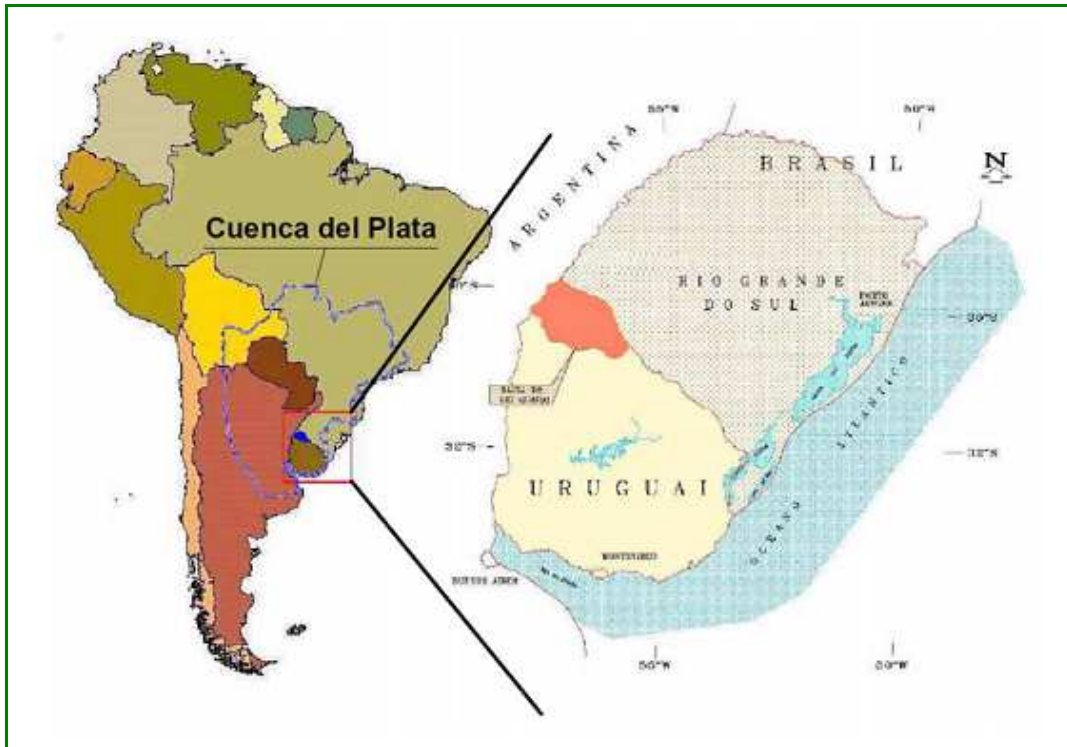


Figura 2.1.- Ubicación de la hemicuenca del río Cuareim, como uno de los sistemas integrantes de la cuenca del Río de la Plata. Tomado de Arcelus & Goldenfum, 2005.

2.1 Fisiografía.

El río Cuareim nace en territorio brasileño, en la ladera brasileña de la cuchilla Negra. Cruza hasta la frontera uruguaya cerrando por el Norte (N) el Rincón de Artigas, que limita al Sureste (SE) la cuchilla Negra y al Oeste (W) los arroyos Maneco e Invernada (Praderi y Vivo, 1970). Todos ellos son cursos torrenciales labrados en la roca.

Sigue en dirección Noroeste (NW), hasta que al S del paralelo 30 tuerce W, y se dirige luego al SW, donde recibe los arroyos Tres Cruces y un kilómetro y medio más abajo el Cuaró. Luego de recibir las aguas del arroyo Yucutujá, el cauce del río Cuareim se ensancha y hace una curva hacia el N, que con el río Uruguay forma el Rincón de Santa Rosa.

Su canal principal posee una longitud total de 351 Km, con un desnivel de 326 m entre la naciente y la desembocadura. Posee una altitud media de 149 m y posee una pendiente media de 0.93 m/Km. Las pendientes más pronunciadas se encuentran en el primer cuarto de su recorrido, siendo de 1.96 m/Km (Gussoni, 2009).

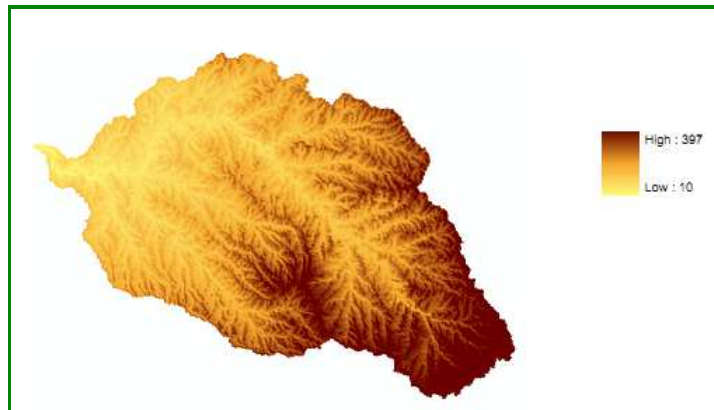


Figura 2.2.- Cuenca del río Cuareim, donde puede apreciarse las diferencias de altitud en sus segmentos. Tomado de Twinlatin WP6.

Sus afluentes más importantes son, del lado brasileño (margen derecha) los arroyos Espinilho, Sarandi, Quaraí-Mirim y Garupá y del lado uruguayo (margen izquierda) los arroyos Catalán Grande, Tres Cruces, Cuaró y Yucutujá (fig. 2.3).



Figura 2.3.- Cuenca del río Cuareim. Tomado de Twinlatin WP6.

La cuenca del río Cuareim es transfronteriza y es compartida entre Brasil y Uruguay, siendo su cauce principal la frontera entre los dos países. Posee un área de drenaje de 14,865 Km², de la cual 8,258 Km² se encuentra en territorio uruguayo (fig. 2.3), y los restantes 6,607 Km² en territorio brasileño (Tabla I).

Tabla I – Cuenca del río Cuareim.

	Área de la cuenca (Km ²)	Cuenca (%)
Brasil	6,608	44.4
Uruguay	8,258	55.6
Total	14,865	100

La mayoría de los afluentes de la región alta de la cuenca en ambos países escurren por terrenos rocosos en régimen torrencial.

Con referencia a los principales afluentes del lado uruguayo, los arroyos Tres Cruces, Cuaró y Yucutujá (fig.2.4) que juntos acumulan 4.685 Km² de cuenca en sus partes altas, son de características torrenciales y en la porción inferior presentan una vegetación importante.

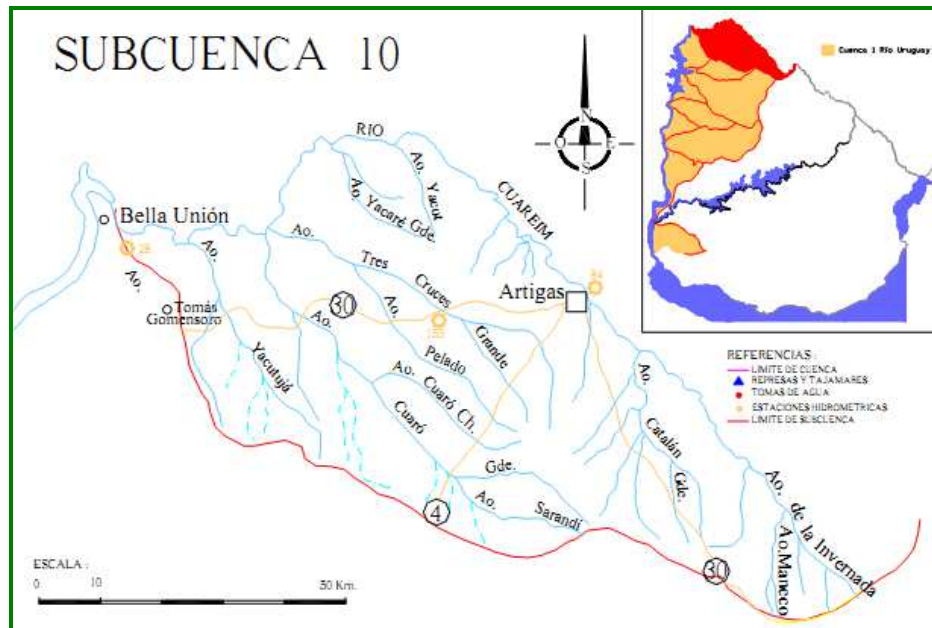


Figura 2.4.- Hemicuenca uruguaya del río Cuareim, en la cual se identifican los principales tributarios. Tomado de García *et al*, 2008.

3 CLASIFICACION DE CALIDAD DEL AGUA SEGÚN USOS Y ESTANDARES ESTABLECIDOS

La contaminación del agua constituye uno de los principales problemas ambientales de nuestros tiempos. Es un problema global, que no puede circunscribirse a un espacio territorial determinado, por haber adquirido dimensiones mundiales, característica general de los problemas ambientales. Esto hace indispensable el establecimiento de una política de protección del agua y lucha contra la contaminación, que permita frenar el avance de la degradación, que tan graves consecuencias acarrea, no solo para la salud y la vida humana, sino también para el propio equilibrio de los sistemas naturales y la vida animal y vegetal.

El carácter indispensable de este recurso natural para la vida y su enorme trascendencia económica, unidos a la presión que se está produciendo sobre el mismo como consecuencia en un aumento de su consumo y de su creciente contaminación han aumentado las preocupaciones por el mantenimiento de su calidad. El deterioro progresivo del medio acuático ha provocado que el punto álgido de las preocupaciones en torno al agua se haya trasladado desde una perspectiva de estricta gestión del recurso a una perspectiva ambiental de protección de calidad del agua y de lucha contra su contaminación.

Considerando estas variaciones, los diferentes Estados, han generado una serie de niveles de referencia para asegurar que los aportes antrópicos, especialmente el aporte de tóxicos, no superen la capacidad de resiliencia del ambiente, provocando una degradación irreversible o generando un daño ambiental que no pueda ser amortiguado. Los mismos pueden ser diferentes, según el país al cual se refiera y a su legislación, pudiéndose contar con:

- niveles guía de calidad,
- objetivos de calidad, ó
- estándares de calidad

Los *niveles guía de calidad* son una expresión cuantitativa o narrativa emergente de un requerimiento científico inherente a un parámetro de calidad respecto a un destino específico asignado.

Los *objetivos de calidad* son una expresión cuantitativa o narrativa inherente a un parámetro de calidad en un programa de manejo del ambiente, respecto a un destino específico asignado al mismo que resulta de considerar, además del requerimiento científico antes mencionado, su calidad actual y las restricciones tecnológicas y socioeconómicas.

El *estándar de calidad* es una expresión cuantitativa o narrativa, fijada con carácter de cumplimiento obligatorio para cada parámetro de calidad en relación a un uso específico asignado al ambiente.

Estos marcos referenciales deben servir como herramienta para la toma de decisiones sobre la asignación de destinos para los recursos hídricos superficiales, subterráneos y su lecho, así como para definir estrategias apropiadas para la protección y la recuperación de la calidad de los mismos, asociadas a la salvaguardia de los componentes bióticos involucrados. Para ello es necesario clasificar a las aguas, asignándoles diferentes usos.

Los países deben hacer cumplir, a través de sus instituciones competentes, las Normas que velan por conservar la calidad ambiental del recurso, para lo cual regulan las actividades antrópicas por medio de normas jurídicas nacionales.

El río Cuareim, es una cuenca transfronteriza, que no cuenta con un régimen estatutario propio a nivel binacional. Tampoco cuenta con estándares o niveles guía de calidad de agua definidos, por lo cual, a efectos de este estudio se compararán los valores obtenidos con la normativa nacional.

En función de sus competencias, mediante resolución ministerial del 25 de febrero 2005, el MVOTMA clasifica en forma genérica, en la clase 3 prevista en el art. 3º del decreto 253/79 del 9 de mayo de 1979, todos los cuerpos y cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km² y que a la fecha no han sido clasificados. Esta clasificación no obstará a que se proceda a clasificar en forma específica cursos o cuerpos de agua o parte de los mismos.

En la tabla II se listan los valores estándar correspondientes a la Clase 3.

Tabla II – Estándares de calidad de agua definidos para Clase 3 del Decreto 253/79 y modif..

PARAMETRO	ESTANDAR
OLOR	No perceptible
MATERIALES FLOTANTES Y ESPUMAS NO NATURALES	Ausentes
COLOR NO NATURAL	Ausente
TURBIEDAD	Máx 50 UNT
pH	Entre 6.5 y 8.5
OD	Mín 5 mg/L
DBO ₅	Máx 10 mg/L
ACEITES Y GRASAS	Virtualmente ausentes
DETERGENTES	Máx 1 mg/L en LAS
SUSTANCIAS FENOLICAS	Máx 0.2 mg/L en C ₆ H ₅ OH
AMONIACO LIBRE	Máx 0.02 mg/L
NITRATOS	Máx 10 mg/L en N
FOSFORO TOTAL	Máx 0.025 mg/L en P

PARAMETRO	ESTANDAR
COLIFORMES FECALES	No se deberá exceder el límite de 2,000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1,000 CF/100 mL
CIANURO	Máx 0.005 mg/L
ARSÉNICO	Máx 0.005 mg/L
CADMIO	Máx 0.001 mg/L
COBRE	Máx 0.2 mg/L
CROMO TOTAL	Máx 0.05 mg/L
MERCURIO	Máx 0.0002 mg/L
NIQUEL	Máx 0.02 mg/L
PLOMO	Máx 0.03 mg/L
ZINC	Máx 0.03 mg/L

Aquellas variables monitoreadas en este Plan que no se encuentran reguladas por el Decreto 253/79 se comparan contra los valores propuestos como objetivos de calidad de agua de la versión Gesta Agua de Diciembre 2014 o con normativa extranjera.

Por ej., en el caso de los Haluros Orgánicos Absorbibles (AOX), se opta por considerar el valor estándar sugerido para el distrito de Berlín (Alemania: Water Quality Class II) a efecto de comparar los valores obtenidos en el monitoreo. El valor estándar utilizado es de 25 µg/l.

Para el caso particular de los coliformes termotolerantes, no se tomará como referencia el estándar del decreto 253/79. Esto se debe a que el tiempo transcurrido entre monitoreos (2 meses aproximadamente), es demasiado extenso, por lo que se optó por utilizar promedios.

4 ASPECTOS METODOLOGICOS: EL PLAN DE TRABAJO.

En este capítulo se presentará el *Plan de monitoreo del río Cuareim*, en el tramo de compartido con Brasil. Este surge ante la necesidad de conocer y describir el estado actual de la calidad del agua de este recurso compartido.

La DINAMA es el organismo competente a nivel Nacional de "...la coordinación exclusiva de la gestión ambiental integrada del Estado y de las entidades públicas en general" (Ley 17.283, Art. 8), así como "formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes de control de las actividades públicas y privadas que incidan en la calidad de los recursos ambientales" (Agregado Art. 7 Ley General de Protección del Ambiente).

4.1 Antecedentes.

En el año 2006, por invitación de la entonces Dirección Nacional de Hidrografía (DNH), la DINAMA a través del Departamento de Calidad de Agua (DCA) participa del monitoreo llevado a cabo en el marco del Proyecto Twinlatin.

(García *et al*, 2008). Dicho monitoreo fue acordado entre la DNH y el IPH (Brasil), y la DINAMA participó del mismo como cooperante de la DNH.

Finalizado el estudio en el marco del Proyecto Twinlatin en el año 2008, el DCA entiende necesario continuar con el monitoreo en dicho curso de agua, de forma de contar con las herramientas que le permitan conocer, vigilar y gestionar la calidad del agua. A su vez, desarrollará un indicador de estado ambiental que permita evaluar el impacto producido por las actividades que involucren el uso del Río, con una fácil visualización e interpretación destinado a los tomadores de decisión y a la población en general.

4.2 Diseño del Plan de monitoreo.

Los Planes de monitoreo de calidad de agua deben proporcionar datos confiables y científicamente verificables. Para ello, deben planificarse muy bien en todas sus etapas, y basarse en metodologías internacionalmente aprobadas.

La metodología de trabajo para agua se basó en el Programa internacional del Sistema Global de Monitoreo Ambiental (Guía operativa GEMS/Agua, 3^{ra} Ed, 94.1). Este es el mecanismo del sistema de Naciones Unidas (UN), cuyo objetivo es coordinar y catalizar las actividades de monitoreo y evaluación ambiental realizadas tanto por las Agencias especializadas de UN como por instituciones nacionales e internacionales. Constituye un esfuerzo conjunto de la comunidad internacional destinado a adquirir, a través del monitoreo permanente y su evaluación, los datos y la información necesaria para el manejo ambiental mundial. No obstante se adaptó a las capacidades nacionales disponibles (recursos humanos, equipos, materiales, técnicas, etc.).

4.2.1 Frecuencia de muestreo.

Este Plan de monitoreo prevé la realización de campañas bimestrales, a los efectos de cumplir con los objetivos previstos, en función de las capacidades nacionales, y teniendo en cuenta que la variación en la calidad del agua puede ser cíclica o aleatoria, especialmente en los ríos.

4.2.2 Estaciones seleccionadas para cada sustrato.

El monitoreo del río Cuareim se realiza desde la costa dado que las condiciones de la ribera del río (monte de galería) y las características de curso de agua (poca profundidad y excesiva corriente) no permiten la utilización de embarcación.

En la tabla III y en la figura 2.5 se presenta la ubicación exacta de las 6 estaciones monitoreadas en el curso principal y las 2 estaciones en los tributarios (los puntos en los tributarios fueron agregados al monitoreo a partir de marzo de 2014)

Tabla III – Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua.

PUNTO RC10	70 km aguas arriba de Artigas (Rincón de Pacheco)	Lat 30°41'21	Long 56°08'34.30"
PUNTO RC20	Piedra pintada a 5 km aguas arriba de la ciudad de Artigas	Lat 30°46'51	Long 56°24'22.93"
PUNTO RC35	Artigas a 150 mts del puente fronterizo	Lat 30°23'44	Long 56°27'21.34"
PUNTO RC40	a 15 Km. aguas abajo de la ciudad de Artigas	Lat 30°21'33	Long 56°32'09.29"
PUNTO RC50	Ubicado aguas abajo de la ciudad de Artigas a unos 5 km	Lat 30°08'39	Long 56°46'51.58"
PUNTO RC60	establecimiento Pay Paso aguas abajo de la ciudad de Artigas	Lat 30°16'45	Long 57°24'57.11"
PUNTO RC3C70	Ubicado en el A° Tres Cruces (tributario)	Lat 30° 20'07	Long 57° 02' 46
PUNTO RCYU80	Ubicado en el A° Yucutujá (tributario)	Lat 30° 20'48	Long 57° 19' 44

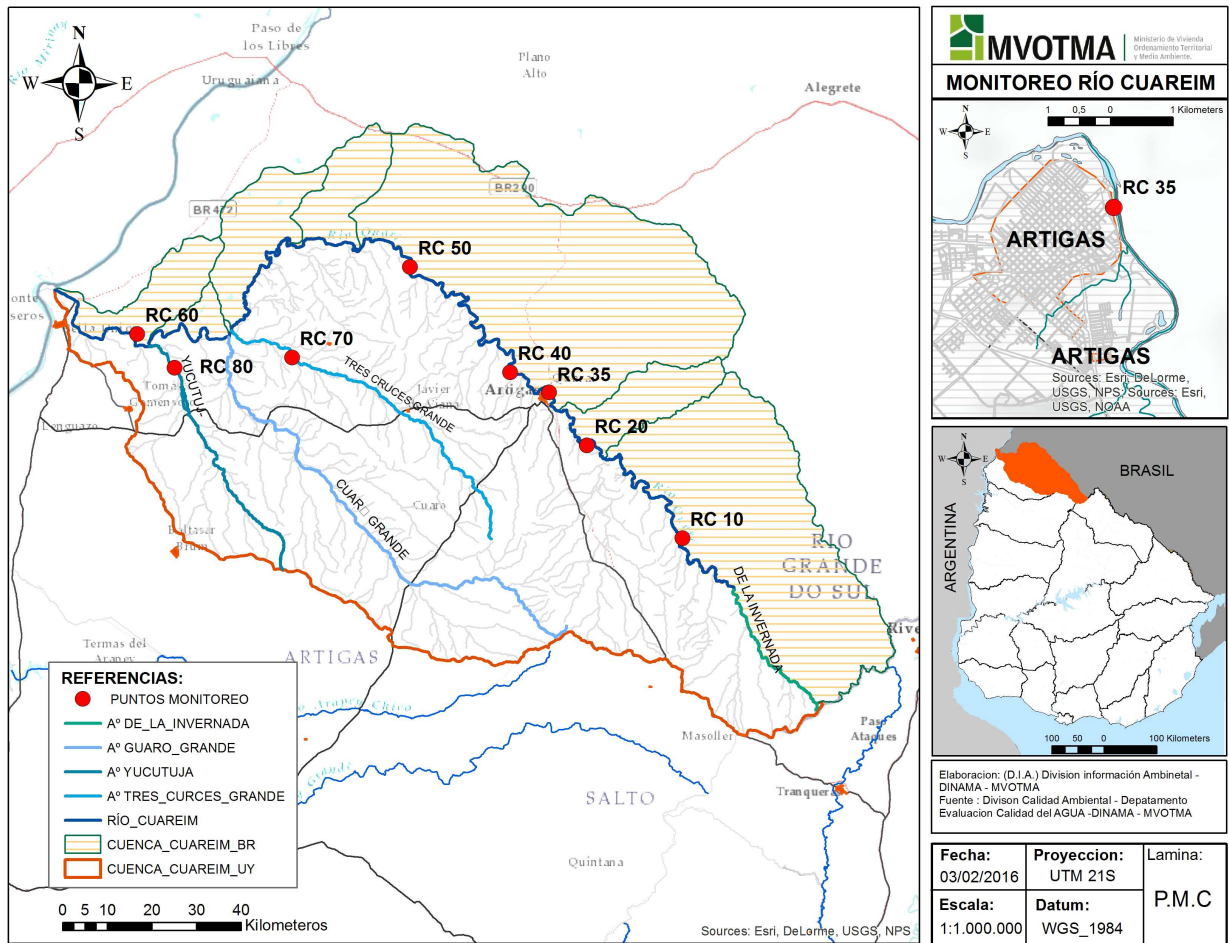


Figura 2.5 – Ubicación de las estaciones seleccionadas.

4.2.3 Variables determinadas.

Con el propósito de obtener un panorama completo del estado de calidad de las aguas del río Cuareim, se analizan algunas variables ambientales y otras que implican aportes antropogénicos (Tabla IV). En el marco del Proyecto Twinlatin no se analizaban los iones mayoritarios. A inicios del 2009, luego de la formulación del nuevo Plan de monitoreo, se comienzan a analizar los cationes (Ca, Mg, Na y K). En cuanto a los plaguicidas, se realizaron análisis en 4 de los 8 puntos de monitoreo (RC10 Y RC60 sobre el curso principal y también en los tributarios puntos RC3C70 Y RCYU80).

Tabla IV –Variables analizadas.

VARIABLES	VARIABLES
Temperatura (campo)	Sulfuro
Conductividad (campo)	Silicatos
pH (campo)	Nitratos
Oxígeno Disuelto (campo)	Nitritos
% Saturación (campo)	Amonio
Coliformes Termotolerantes	Amoniaco
Alcalinidad	Nitrógeno Orgánico
Calcio	Nitrógeno Total
Magnesio	R.A.S
Dureza Total	Turbiedad
Sodio	Sólidos Tot. (Fijos y Volátiles)
Potasio	Sólidos Susp. Totales (Fijos y Volátiles)

Clorofila A	Endosulfan α
Feofitina	Endosulfan β
AOX	Endosulfan Sulfato
Cromo total	Metoxicloro
Zinc	Glisosato
Heptacloro	Ampa
Aldrin	
Dieldrin	
Endrin	
pp'DDD	
pp'DDE	
pp'DDT	

Los procedimientos estandarizados de operaciones son los que se incluyen en el Manual de Procedimientos Analíticos para Muestras Ambientales (DINAMA – Laboratorio Ambiental, 2009), y que se basan en el Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water; 21st edition.

4.2.4 Aseguramiento de la calidad analítica.

Se efectúan controles de calidad para las diferentes determinaciones analíticas. El Laboratorio Ambiental trabaja bajo las condiciones establecidas en sus programas de control de calidad analítico, y participa en ejercicios de intercomparación con otros laboratorios, tanto nacionales como internacionales.

5 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de 6 campañas, que se realizaron entre enero y noviembre de 2014. Para cada variable analizada se muestran los promedios por puntos de monitoreo (sin discriminar entre campañas), con sus correspondientes máximos y mínimos.

Los datos obtenidos, verificados y validados, se comparan con:

- Los estándares de calidad de agua.
- Los promedios registrados durante el período 2006 - 2013, para algunas de las variables.

Esto se realiza con el fin de verificar la calidad del agua y cuantificar cualquier cambio espacial o temporal que pudiese haber surgido.

5.1.1 Parámetros hidroquímicos básicos.

5.1.1.1 Parámetros de medición *in situ*.

Existen parámetros que por sus condiciones de inestabilidad, se recomiendan medir *in situ*. Entre ellos están la temperatura del agua, la conductividad eléctrica, el pH, el oxígeno disuelto y la turbiedad.

Temperatura

Los valores de esta variable no presentaron apartamientos notorios de los valores históricamente registrados (DINAMA, 2012).

Como se aprecia en la figura 2.6 la temperatura presenta una distribución relativamente homogénea entre las estaciones. Teniendo en cuenta todas las estaciones, el rango de variación de la temperatura va desde 13.5 a 28.1°C, con un promedio total de 21,2 °C.

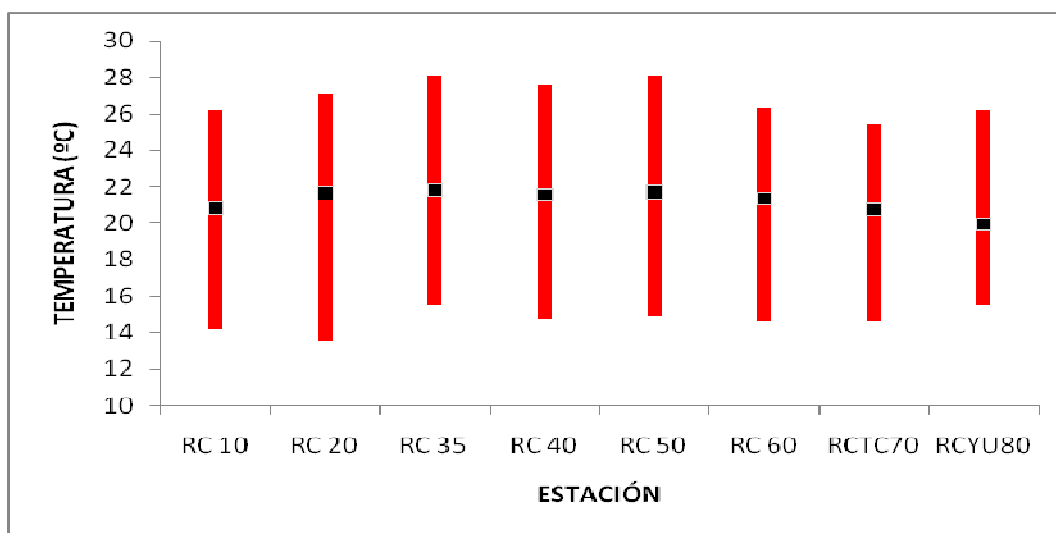


Figura 2.6 – Variación de la temperatura del agua entre los sitios de monitoreo.
En negro: promedios anuales por estación, en rojo: máximos y mínimos por estación.

Conductividad

En el área de estudio se registran valores medios de conductividad de 92,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con máximos y mínimos de 219,8 y 37,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (fig. 2.7). Se aprecia un aumento en el valor de la conductividad en los afluentes (Puntos RCTC70 Y RCYU80).

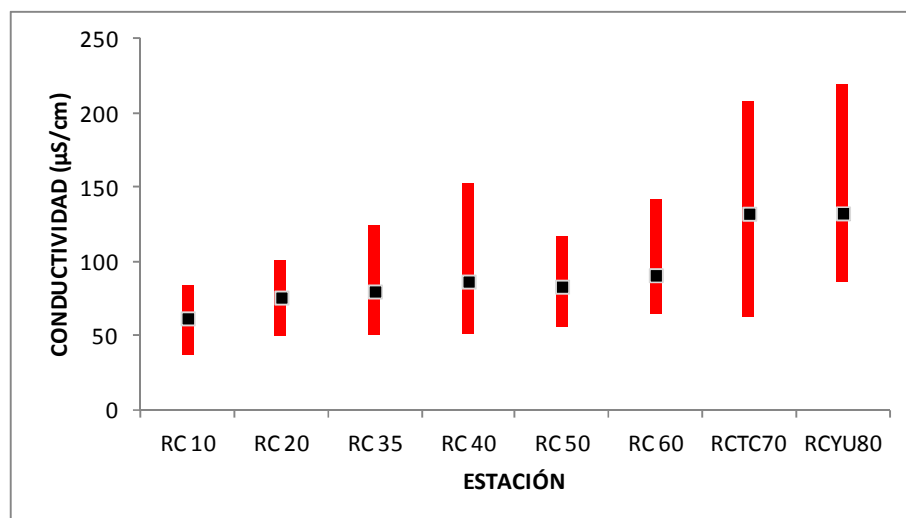


Figura 2.7 – Distribución espacial de la conductividad en el área de estudio.

pH

Los valores de pH cumplen en el 100 % de los casos con el estándar establecido en el Decreto 253/79 (6.5 y 8.5) (fig. 2.8). El promedio registrado en la zona es de 7.6, con un máximo de 8,1 y un mínimo de 7,2.

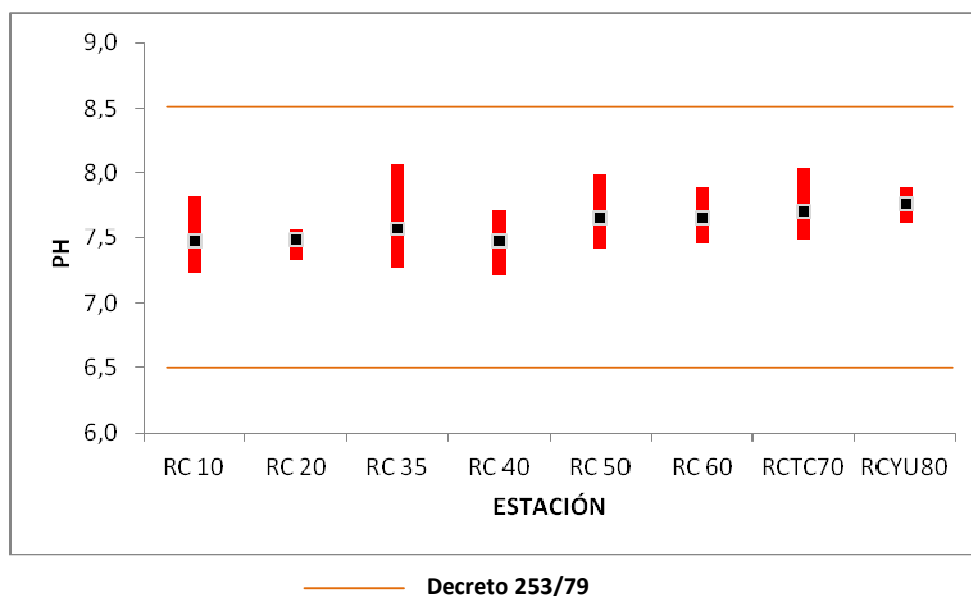


Figura 2.8 – Distribución espacial de pH por estación.

Oxígeno disuelto

En el área de estudio presenta un valor promedio de 7.9 mg/l , con un máximo de 9,7 mg/l y un mínimo de 6,5 mg/l (fig. 2.9). En cuanto al grado de cumplimiento del estándar establecido en el Decreto 253/79 y modif., para Clase 3, que establece un valor mínimo de 5.0 mg/l, puede afirmarse que en el 100% de los casos se cumple con dicho valor. El promedio es similar entre los puntos de muestreo.

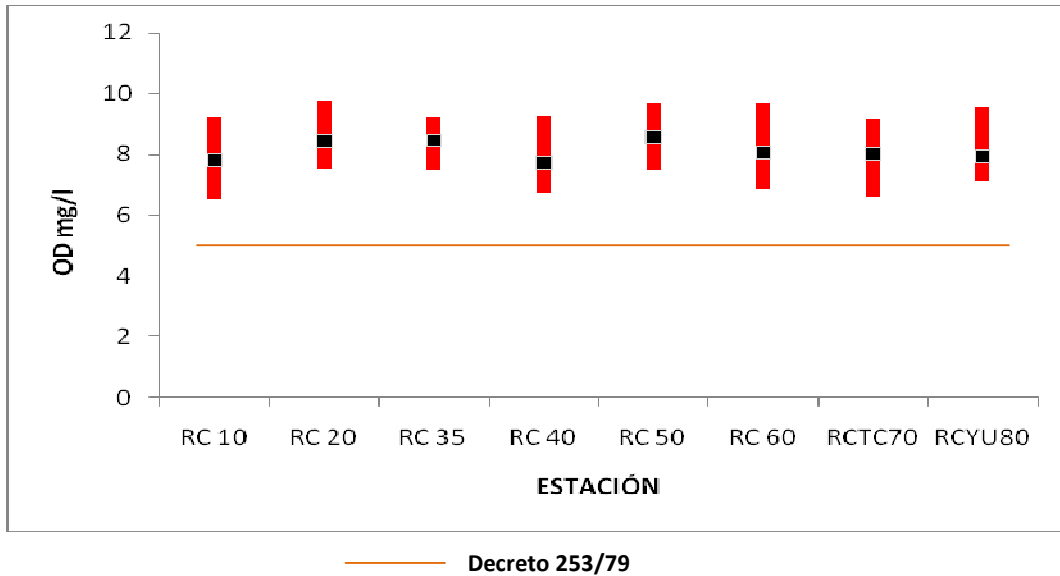


Figura 2.9 – Distribución espacial de oxígeno disuelto en el área de estudio.

Turbiedad

Esta variable se encuentra regulada en el Decreto 253/79 y modificativos, siendo el valor estándar de 50 NTU. Se ha registrado un valor máximo de 70,6 NTU y un mínimo de 2,3 NTU, con un promedio de 15,5 NTU. La mayoría de los valores se encuentran por debajo de dicho límite (fig. 2.10), a excepción de algunos valores registrados para el punto 60.

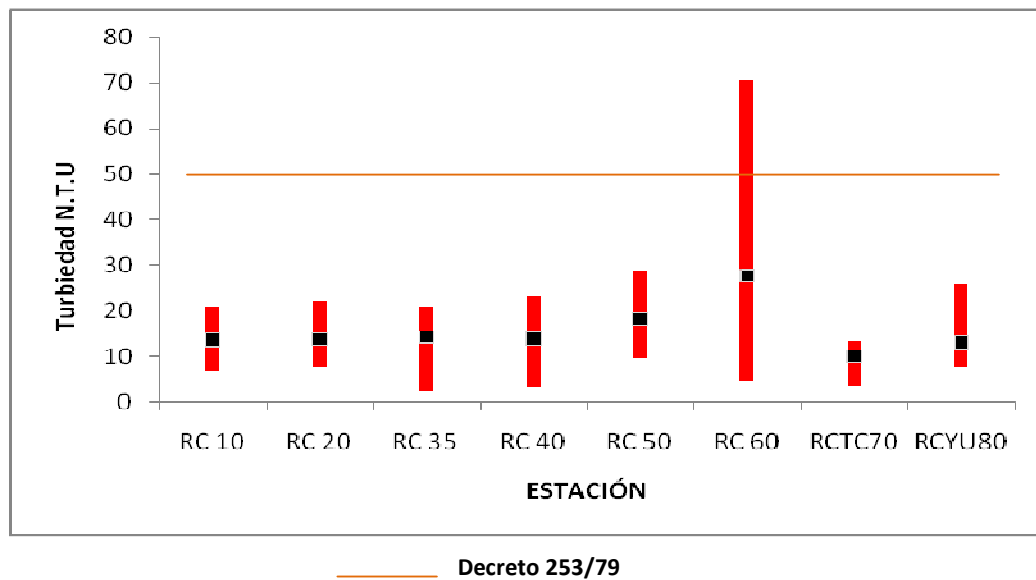


Figura 2.10 – Distribución espacial de turbiedad en el río Cuareim

5.1.1.2 Parámetros bacteriológicos

El promedio de coliformes termotolerantes fue de 1674 UFC/ 100 ml., con un máximo de 17000 UFC/ 100 ml y un mínimo de 10 UFC/ 100 ml. Como se aprecia en la figura 2.11, las estaciones RC40 y RC60 son las que presentan los resultados más elevados. La estación RC40 se encuentra a unos 15 km aguas abajo de la ciudad de Artigas- Quaraí, por lo que el valor elevado posiblemente se deba a las descargas de aguas servidas desde la ciudad y a las lluvias ocurridas en el período de monitoreo, que favorecen al escurrimiento del agua hacia el río. En lo que respecta a la estación RC60, el valor elevado que presenta en la grafica no es atribuible a ningún evento en particular.

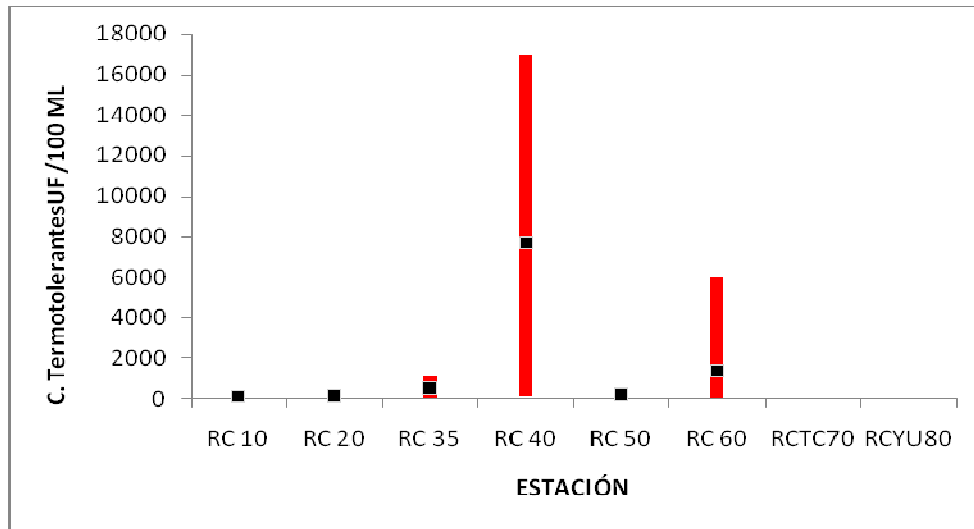


Figura 2.11 – Distribución espacial de Coliformes termotolerantes en el río Cuareim.

5.1.1.3 Iones mayoritarios

Calcio

Se aprecia un aumento en la concentración de calcio desde el punto más cercano a la naciente hacia la desembocadura (fig. 2.12), presentado un valor promedio de 9,5 mg/l, un valor máximo de 16 mg/l, y un mínimo de 4,5 mg/l. A su vez, los datos registrados en la estación RC40 y RC50 son los que presentaron mayor rango de dispersión.

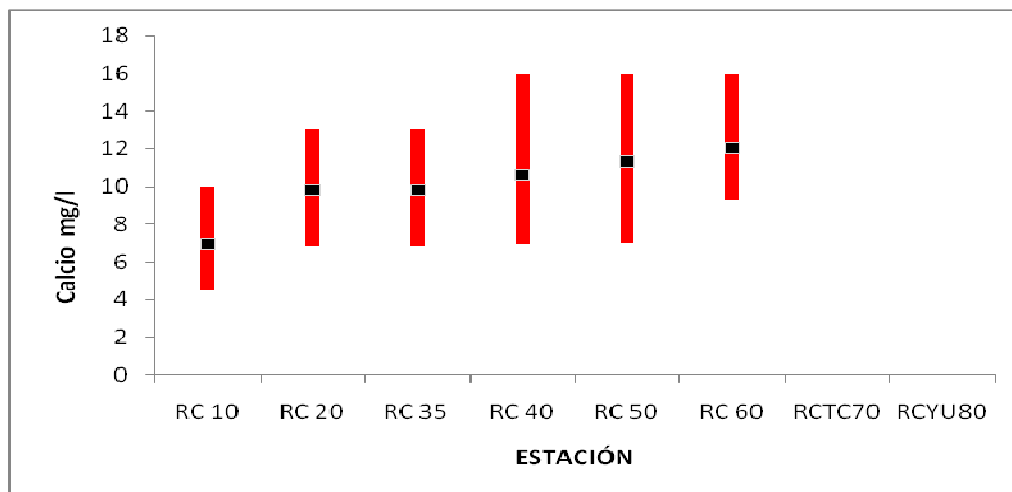


Figura 2.12 – Distribución espacial de calcio en el área de estudio.

Magnesio

El magnesio presentó un comportamiento espacial similar al observado para el calcio. El máximo registrado fue de 5,8 mg/l, el mínimo de 1,4 mg/l y el promedio total fue de 2,9 mg/l. La mayor dispersión de concentración se encuentra en la estación RC50 (fig. 2.13).

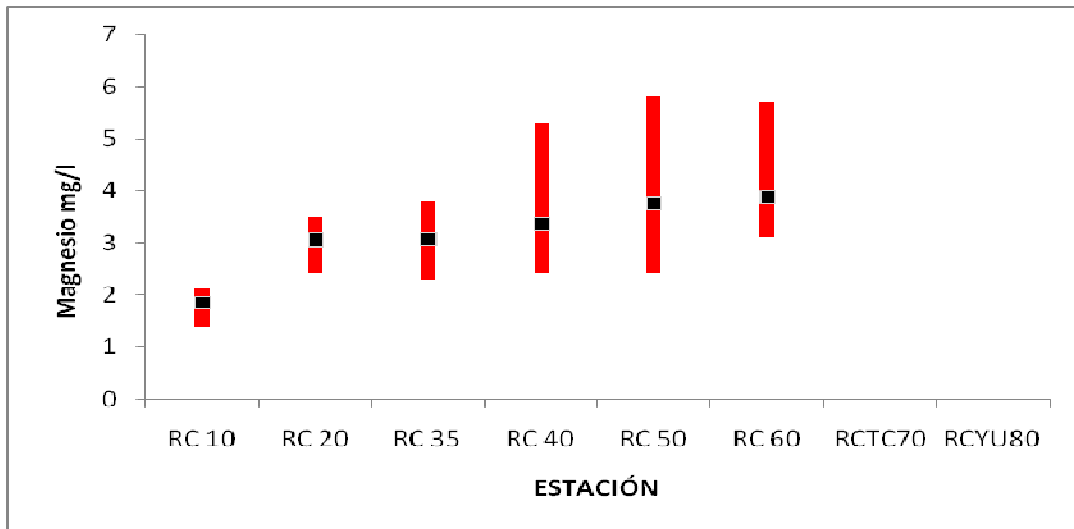


Figura 2.13 – Distribución espacial de magnesio en el área de estudio.

Sodio

Este ión presentó un valor máximo de 6,2 mg/l., un mínimo de 2,8 mg/l. y un promedio de 4 mg/l (fig. 2.14). Los valores máximos, se dan en los puntos RC40 y RC60, lo que puede atribuirse a algún aporte difuso proveniente de la zona rural, la cual predomina en los alrededores de dichos puntos.

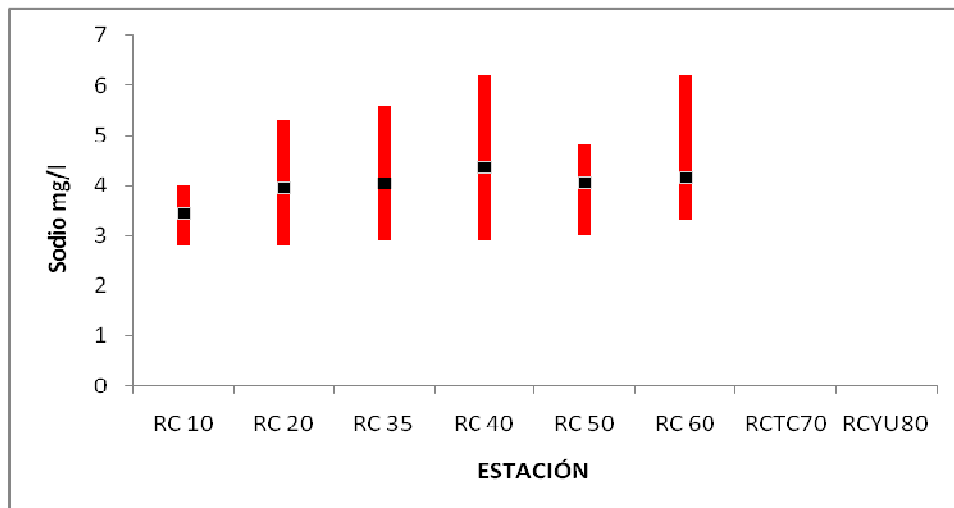


Figura 2.14 – Distribución espacial de sodio en el área de estudio.

Potasio

Los valores obtenidos van desde aquellos que no pudieron ser cuantificados (LC = 1.0 mg/l) hasta valores de 1,7 mg/l (Fig.2.15).

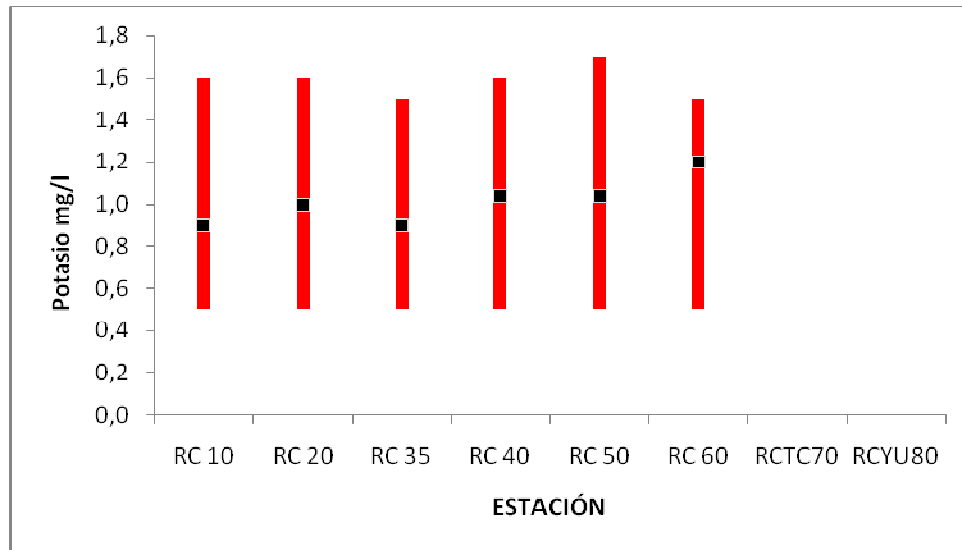


Figura 2.15 – Distribución espacial de potasio en el área de estudio.

5.1.1.4 Alcalinidad y Dureza total

Alcalinidad

Los valores de alcalinidad presentaron un promedio de 52.3 mg CaCO_3/l , con valores máximos de 140 mg CaCO_3/l y mínimos de 22 mg CaCO_3/l . Las estaciones que presentaron los mayores promedios y la mayor variación para esta variable fueron las estaciones RCTC70 y RCYU80 (fig.-2.16).

A su vez el resto de las estaciones, muestran un aumento de concentración desde el punto más cercano a la naciente hacia la desembocadura.

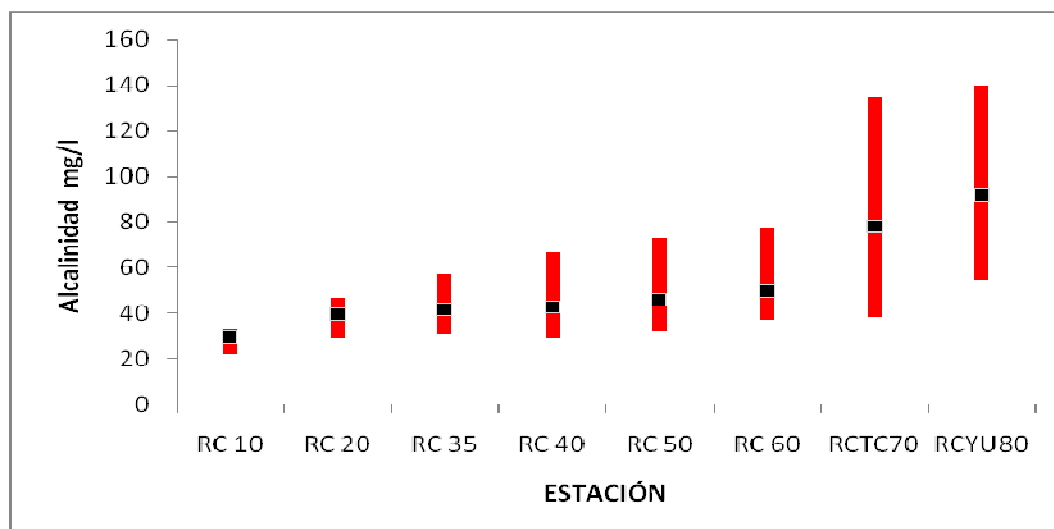


Figura 2.16 – Distribución espacial de alcalinidad en el área de estudio.

Dureza

La dureza total en el área de estudio mostró un valor promedio de 38.2 mg CaCO₃/l, un valor máximo de 63.8 mg CaCO₃/l y un mínimo de 17 mg CaCO₃/l. Se observa cierta tendencia al aumento de los valores desde las estaciones del este hacia las de la desembocadura, con las mayores variaciones en los puntos 40 y 50 (fig. 2.17)

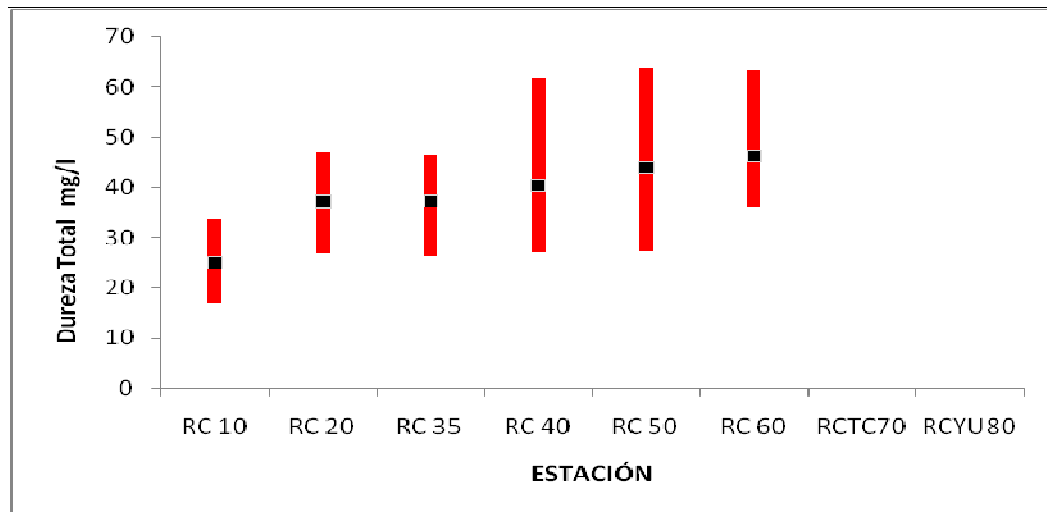


Figura 2.17 – Distribución espacial de dureza total en el área de estudio.

Sulfuro

El sulfuro se distribuye en forma relativamente homogénea a lo largo de los puntos de monitoreo (fig. 2.18). El valor promedio fue de 0.113 mg/l, con un máximo de 0.16 mg/l y un mínimo de 0.025 mg/l.

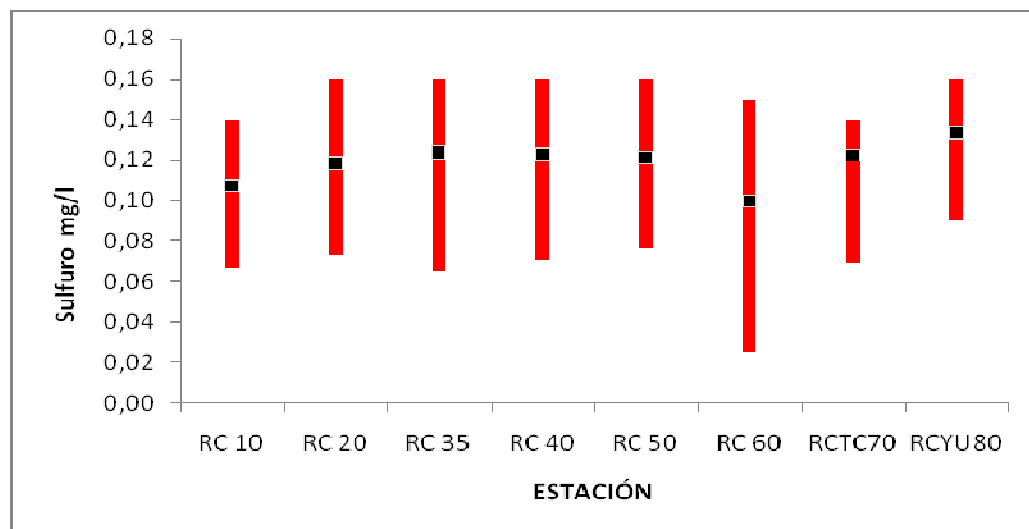


Figura 2.18 – Distribución espacial de sulfuros en el río Cuareim.

5.1.1.5 Coeficiente de absorción de sodio (RAS).

El RAS se distribuyó en forma homogénea entre los sitios de estudio y presentó un valor medio de 0.11 mg/l con máximos de 0.16 mg/l y mínimos de 0.03 mg/l, siendo la estación RC35 la que presenta el valor más elevado (fig. 2.19).

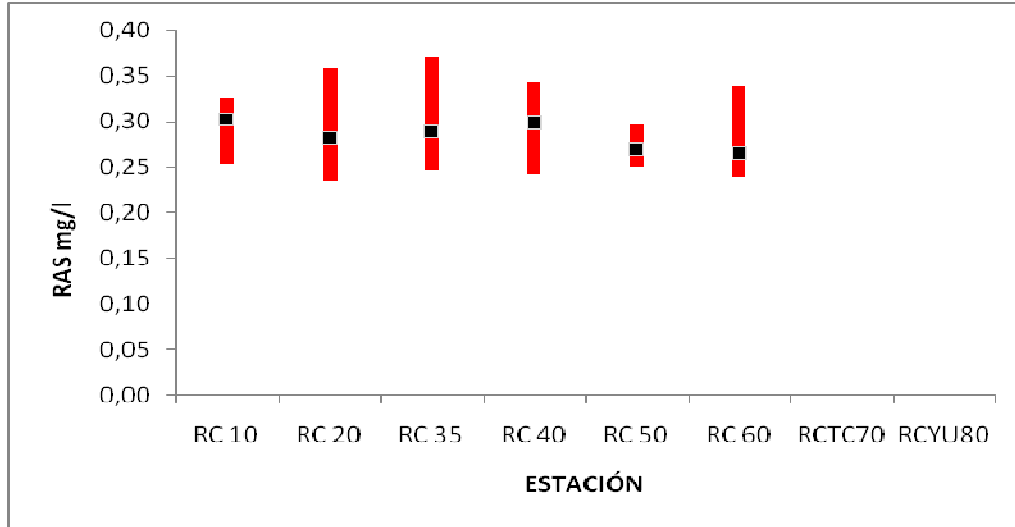


Figura 2.19 – Distribución espacial de RAS en el área de estudio.

5.1.1.6 Sólidos suspendidos totales.

Los promedios en los puntos de monitoreo generalmente se encontraron por debajo de 10 mg/l, a excepción de las estaciones 60 y 70, donde los valores fueron más elevados, superando los 20 mg/l (fig.2.20). Teniendo en cuenta todas las estaciones, el valor promedio fue de 12.9 mg/l, el valor máximo fue de 75 mg/l, y el mínimo de 1,5 mg/.

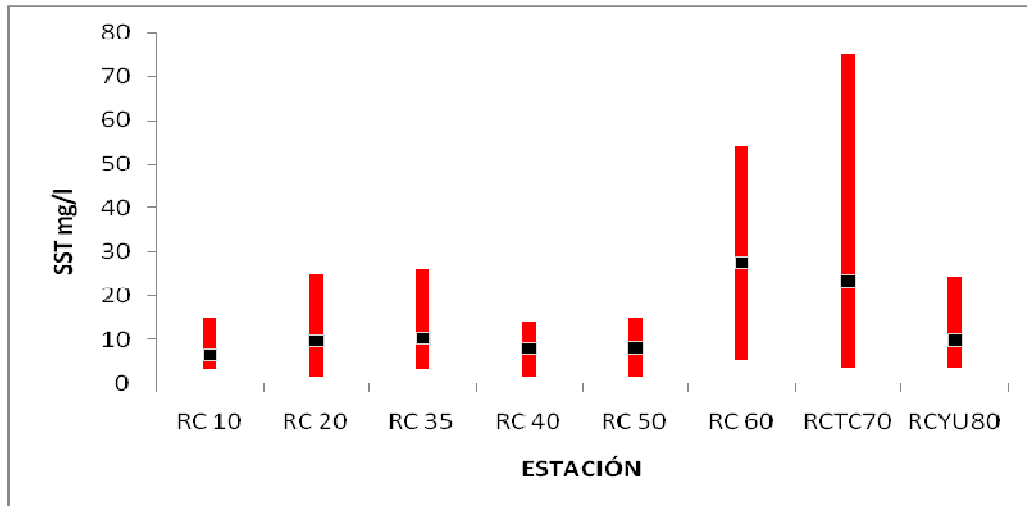


Figura 2.20 – Distribución espacial de sólidos suspendidos totales en el área de estudio.

5.1.1.7 Nutrientes.

Nitratos

Los valores de nitratos cumplen satisfactoriamente con el estándar establecido en el Decreto 253/79 (máximo de 10 mg/l), ya que todos los valores se encuentran por debajo del límite (fig. 2.21-el estándar no se muestra en la gráfica debido a que queda fuera de la escala del eje ya que la misma va hasta 0,50 mg/l).Teniendo en cuenta todas las estaciones, el promedio es de de 0.13 mg/l , el valor máximo es de 0.36 mg/l mientras que el valor mínimo es de 0.03mg/l.

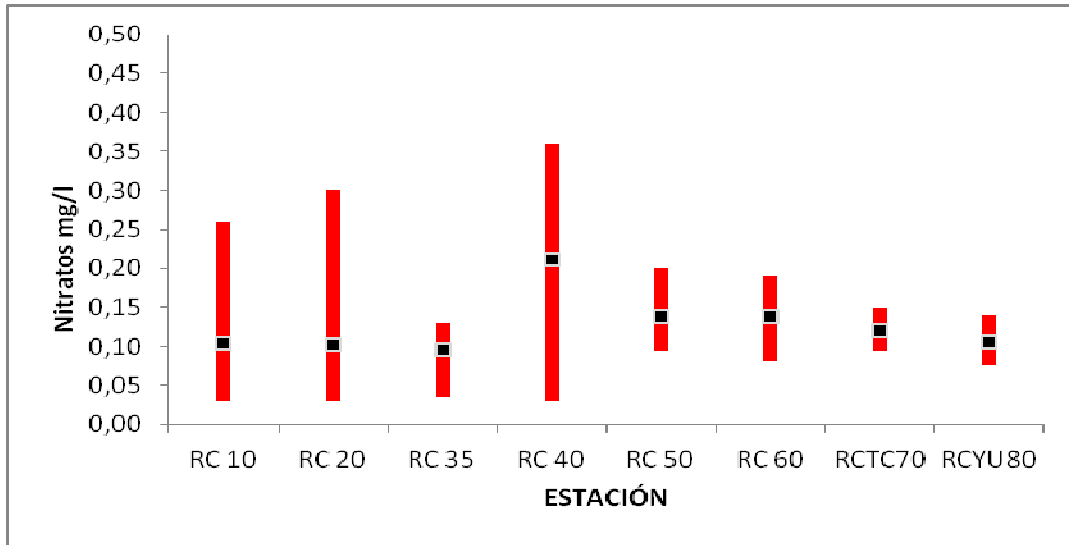


Figura 2.21 – Distribución espacial de nitratos en el área de estudio.

Nitritos

Teniendo en cuenta todas las estaciones, el promedio es de de 0.02 mg/l, el valor máximo es de 0.03 mg/l mientras que el valor mínimo es de 0.01mg/l. (fig. 2.22).

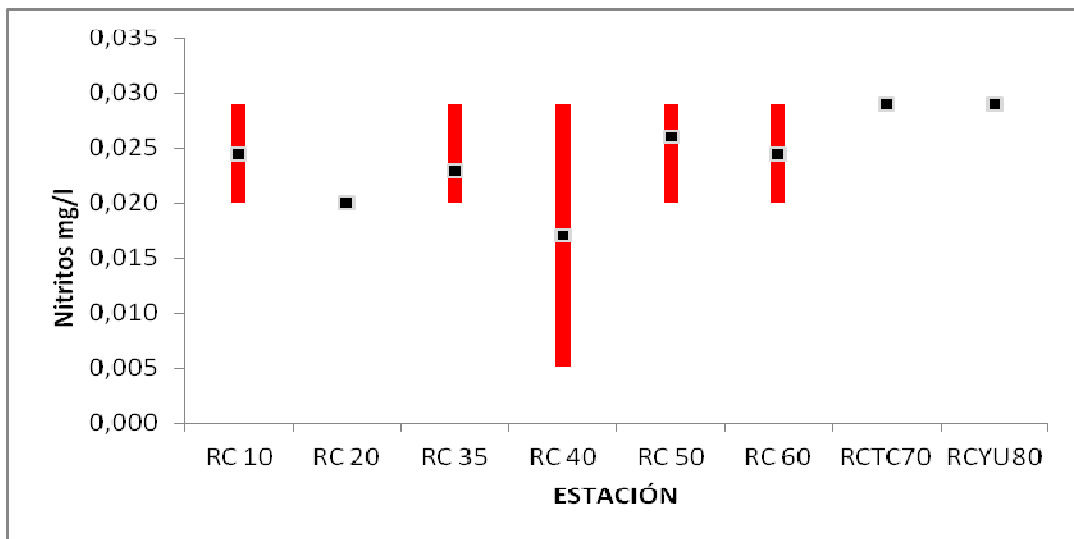


Figura 2.22 – Distribución espacial de nitritos en el área de estudio

Nitrógeno amoniacal

Los valores de amoniaco se encuentran todos muy por debajo del límite máximo admitido según normativa (0,02mg/l) (fig. 2.23-el estándar no se muestra en la gráfica debido a que queda fuera de la escala del eje y, ya que la misma va hasta 0,0025 mg/l).Teniendo en cuenta la totalidad de los datos, el promedio fue de 0,003 mg/l, el máximo fue de 0,009mg/l y el mínimo de 0,0017mg/l.

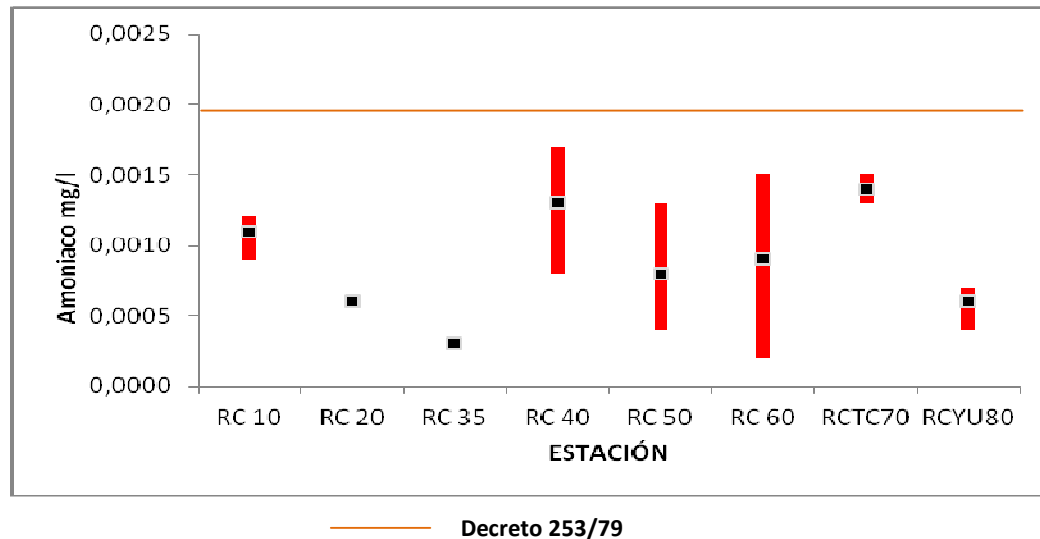


Figura 2.23 – Distribución espacial de amoniaco en el área de estudio.

Nitrógeno total

Los valores promedio de Nitrógeno total fueron similares entre sitios, encontrándose todos entre 0,40 y 0,80 mg/l (fig. 2.24). Teniendo en cuenta todos los datos el valor máximo fue de 1.1 mg/l, el mínimo de 0.2 mg/l y el promedio de 0.6 mg/l. No existe estándar establecido para esta variable.

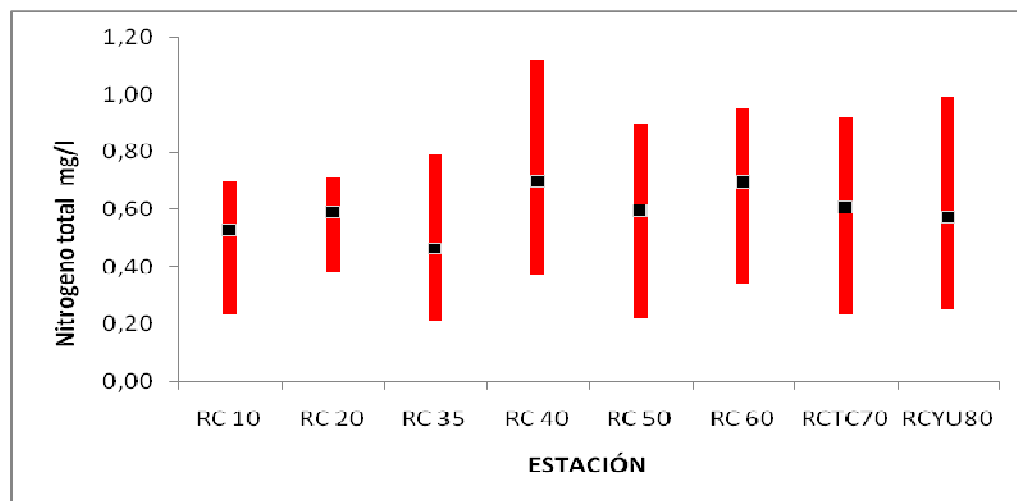


Figura 2.24 – Distribución espacial de nitrógeno total en el área de estudio

Fósforo total

Como puede apreciarse en la figura 2.25, todos los valores superan el límite máximo admitido por la normativa nacional (0,025mg/l). Teniendo en cuenta todos los datos el valor máximo fue de 0,53 mg/l, el mínimo de 0.02

mg/l y el promedio de 0.11 mg/l. No obstante, teniendo en cuenta los valores de fósforo total encontrados en todos los cursos de agua monitoreados en el país, incluso en los que no se identifican indicadores de contaminación, se considera que el estándar establecido en el Decreto 253/79 y modif. no es el adecuado para los cuerpos de agua del Uruguay.

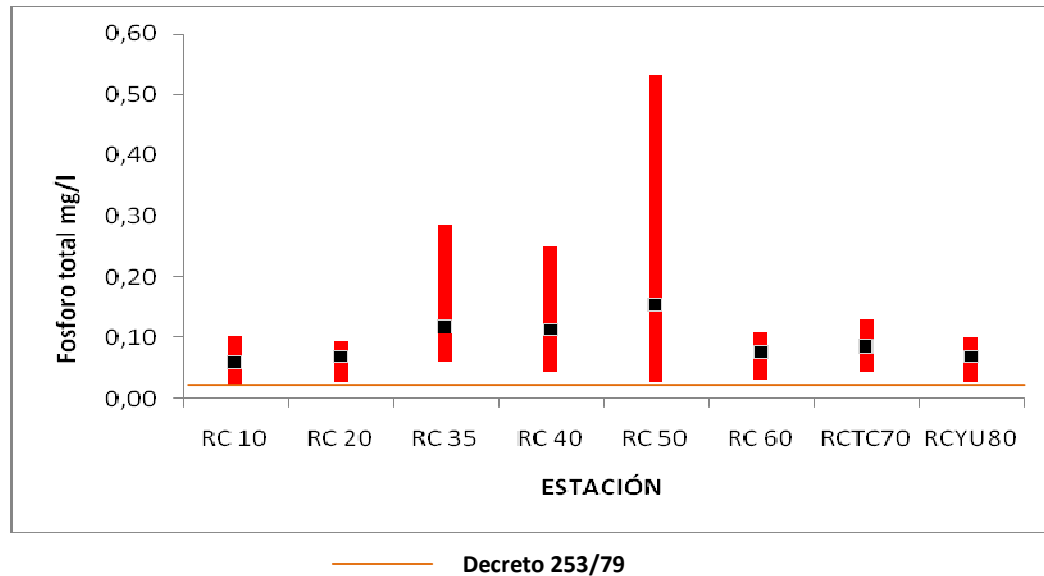


Figura 2.25– Distribución espacial de fósforo total en el área de estudio.

5.1.2 Clorofila-a

En este curso de agua se registraron valores promedio de clorofila-a menores a los 1,4 $\mu\text{g/l}$, y que varían desde valores menores al límite de cuantificación establecido (LC = 0.1 $\mu\text{g/l}$) hasta los 6.5 $\mu\text{g/l}$. Considerando la totalidad de los datos, el promedio general es de 6,5 $\mu\text{g/l}$. Los valores máximos de clorofila se encuentran en los puntos RC35, RC40 y RC50, estos puntos se encuentran uno frente a la ciudad de Artigas- Quaraí (RC35) y los otros dos, aguas debajo de la misma (RC40 y RC50) (fig. 2.26).

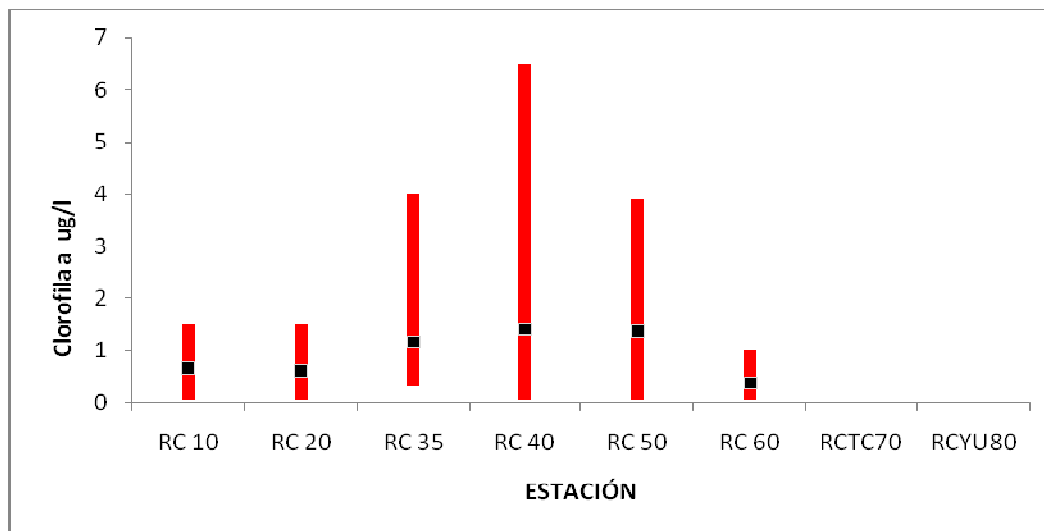


Figura 2.26 – Distribución espacial de la biomasa algal (clorofila-a) en el río Cuareim.

5.1.3 Compuestos inorgánicos

5.1.3.1 Metales

Aluminio

El río Cuareim presenta una concentración promedio de aluminio de 1.1 mg/l, con un máximo de 4.0 mg/l y un mínimo de 0.1 mg/l. Como se aprecia en la figura 2.27 la estación RC60 es la que presenta la concentración media y el rango de variación más elevados.

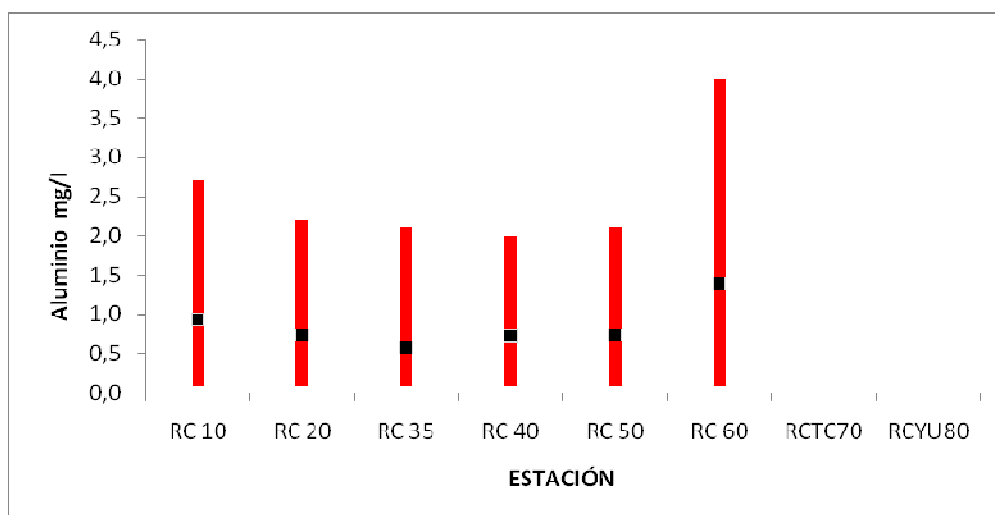


Figura 2.27 – Distribución espacial de aluminio en la zona de estudio.

Cromo

Los resultados obtenidos para este metal siempre se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método, el cual a su vez se encuentra siempre por debajo del límite máximo admitido según el Decreto 253/79 y modificativos (0,05mg/l).

Plomo

Los resultados obtenidos hasta ahora no superan en ningún caso el límite de cuantificación analítico, el cual ha variado entre 2 y 9 µg/l, por lo que se puede asegurar que cumple con el estándar establecido en el Decreto 253/79 y modif., el cual es de 30 µg/l.

Zinc

En la zona de estudio el zinc cumple satisfactoriamente con el estándar establecido en la normativa nacional, presentando valores medios que van desde 2,5 a 25 µg/l (siendo el estándar de 30 µg/l).

5.1.4 Compuestos orgánicos.

Los valores obtenidos nunca superaron el límite de detección, por lo cual no fue posible hacer un análisis más exhaustivo de la información. Si bien el hecho de que las concentraciones se encuentren siempre por debajo del LD significaría que las mismas estarían en niveles muy bajos en el agua, esto solo refleja las concentraciones presentes en esa matriz en el momento del muestreo. Debido a que estos compuestos generalmente tienen una residencia temporal muy corta en agua (15-20 días) en agua, estos resultados podrían no estar reflejando los ingresos reales que recibe el río. Por este motivo, se sugiere incorporar al monitoreo el análisis de estos compuestos en otra matriz, donde los mismos sean más estables (por ejemplo, sedimento).

En el caso particular de los AOX no están regulados en la normativa nacional, por lo que se recurre al estándar sugerido para el distrito de Berlín (Alemania) para protección de la biota acuática (25 µg/l). Debido a que todas las mediciones realizadas se encuentran por debajo del límite de cuantificación establecido para el método (LC = 17 µg/l) y teniendo en cuenta el estándar, se considera que los valores se encuentran dentro de lo aceptable para dicha variable.

6 COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE ALGUNAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS ENTRE EL PERIODO 2006-2013 Y LOS PROMEDIOS 2014

6.1.1 FOSFORO TOTAL

En la Figura 2.28 puede observarse que los valores de fósforo exceden los límites de la normativa (0,025mg/l) tanto para los promedios obtenidos entre el 2006 y 2013, como para los obtenidos durante el 2014.

La variación espacial del Fosforo Total durante el 2014, revela un comportamiento similar al del período 2006-2013, siendo los promedios muy elevados en las estaciones cercanas a la ciudad de Artigas- Quaraí (RC35 y RC 40), y aguas abajo de la misma (RC50). A su vez, es de destacar que en el 2014 hay un incremento notorio en la concentración de esta variable en el punto 50, que llega a ser prácticamente el doble de la registrada en el período 2006-2013 (fig. 2.28). En el 2014 los valores puntuales registrados en ese punto presentaron grandes variaciones (ver fig.2.25), con máximos que llegan hasta los 0,53 mg/l. Debido a que esta zona se encuentra aguas debajo de la ciudad y a su vez se caracteriza por tener usos agropecuarios de la tierra adyacente, habrá que prestar especial atención a los próximos resultados que se obtengan en este punto.

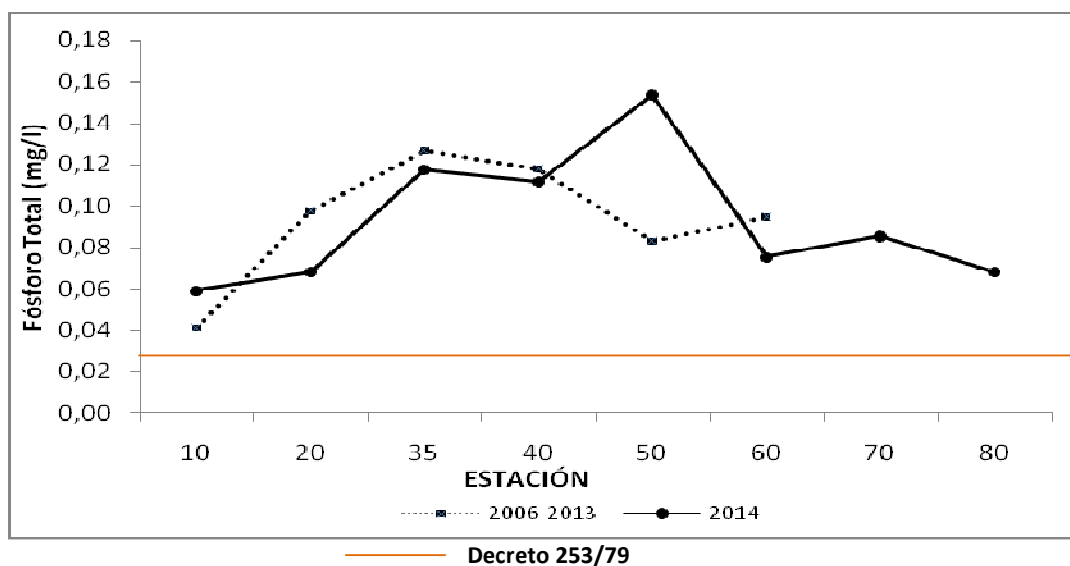


Figura 2.28 – Comparación de la distribución espacial de Fosforo Total entre el periodo 2006-2013 y el 2014

6.1.2 NITROGENO TOTAL

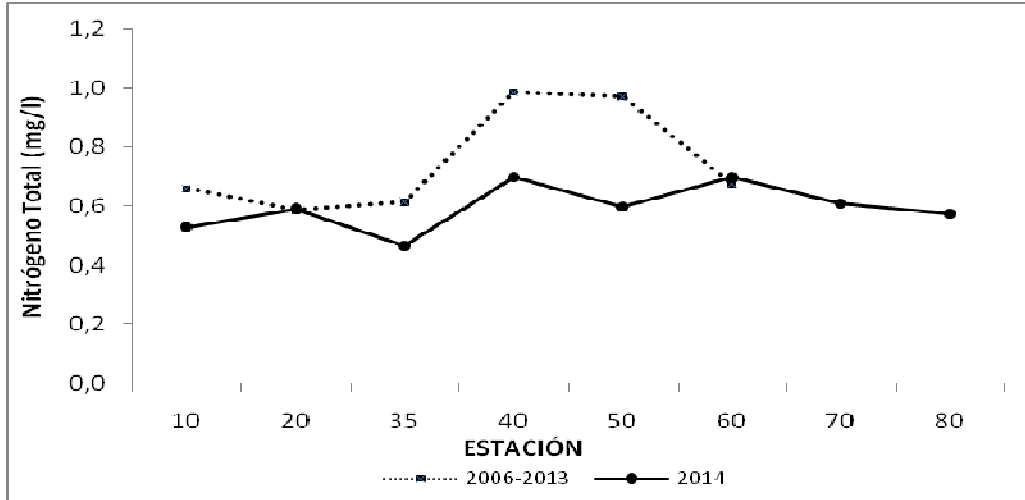


Figura 2.29 – Comparación de la distribución espacial de Nitrógeno Total entre el periodo 2006-2013 y el 2014

Como se ve representado en las graficas de evolución, el Nitrógeno Total, durante el 2014, revela un comportamiento similar al del periodo 2006-2013, siendo los promedios para el 2014 inferiores a los del periodo en comparación (fig. 2.29).

6.1.3 OXIGENO DISUELTO

El comportamiento espacial para el periodo 2006-2013 es similar al del periodo 2014 (fig. 2.30). El oxígeno disuelto se encontró dentro de los valores estándar para ambos periodos.

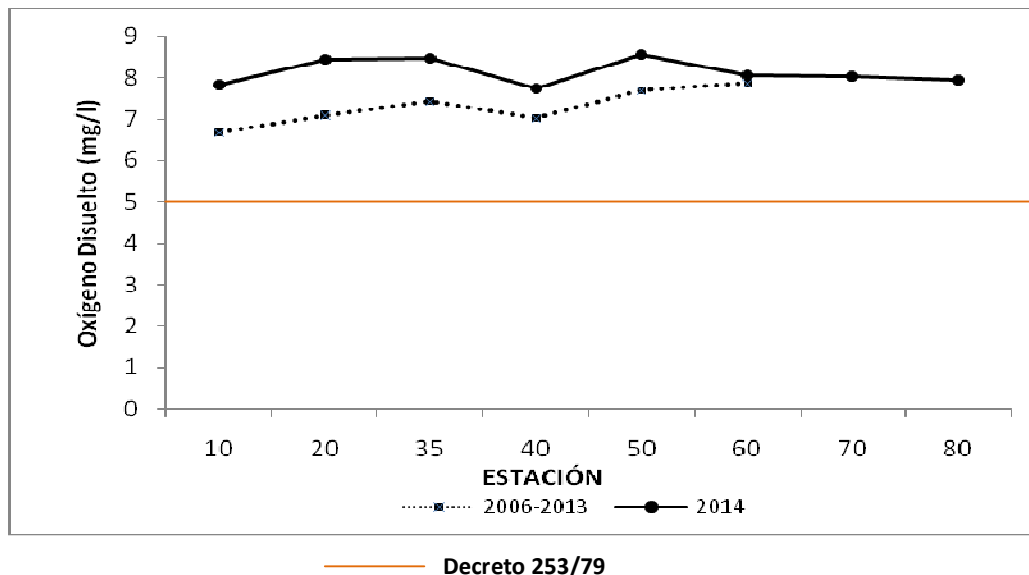


Figura 2.30 – Comparación de la distribución espacial de Oxígeno Disuelto entre el periodo 2006-2013 y el 2014

6.1.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

En las graficas, se observa una disminución de los coliformes termotolerantes en el periodo 2014 en comparación con el periodo 2006-2013, con la excepción de la estación RC40 la cual refleja un valor elevado. Esta estación se encuentra aguas abajo de la ciudad por lo que este valor puede deberse a un evento puntual con vertidos de la ciudad (fig. 2.31).

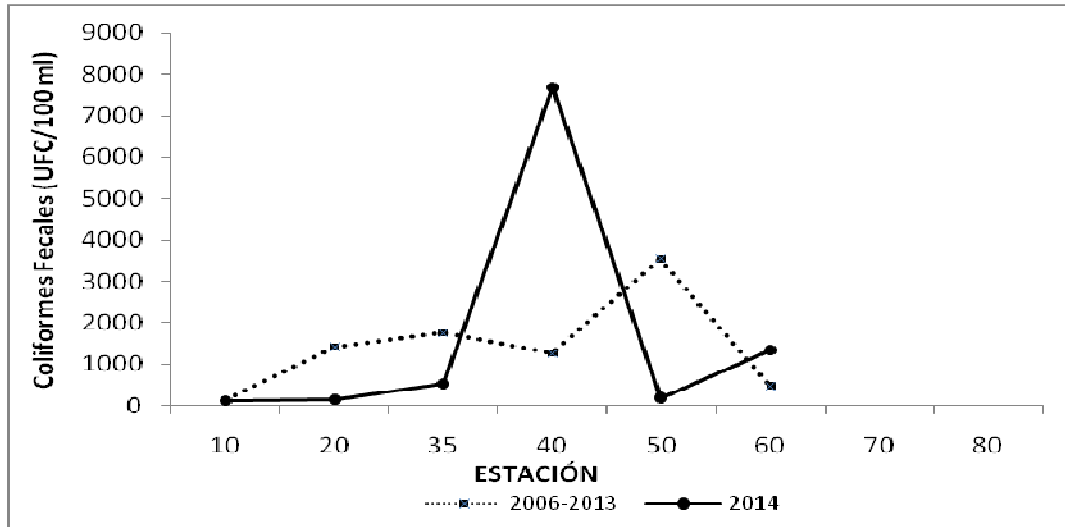


Figura 2.31 – Comparación de la distribución espacial de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2006-2013 y el 2014

Síntesis y recomendaciones.

El río Cuareim presenta un régimen hidrológico muy variable, como consecuencia de la irregularidad de las lluvias que se producen en la cuenca, el elevado coeficiente de escurrimiento y el bajo poder de retención que poseen los suelos.

Generalmente, salvo algunas excepciones que fueran mencionadas en el cuerpo del informe, las variables monitoreadas cumplen con los estándares de calidad establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos.

Además de los efluentes urbanos no se identifican otros aportes puntuales a lo largo del Río, pero se presume que son muchos los aportes difusos, considerando los usos del suelo en la cuenca.

Esta cuenca presenta una presión significativa en lo que refiere a la utilización del agua para riego, por lo cual es imprescindible mantener el monitoreo, ya que esto puede generar alteraciones significativas a su futura calidad.

Si bien esta segunda etapa del Plan de monitoreo, llevada a cabo desde la finalización del Programa Twinlatin, ha contribuido a incrementar el conocimiento sobre el estado de calidad de las aguas de este recurso compartido, aún queda mucho por investigar. Se entiende necesario reformular las actividades de campo, es decir:

- Incluir la toma de muestras para análisis de plaguicidas en sedimentos.
- Obtener datos de caudales en diversos puntos del río.

El río Cuareim se encuentra en una cuenca transfronteriza, por lo cual los problemas asociados a la calidad de sus aguas depende de la gestión realizada en las hemicuencas de Uruguay y Brasil. La Comisión del Río Cuareim debería tener una participación activa a la hora de definir y de implementar un Plan de monitoreo, coordinando las actividades entre ambos países. A su vez, debería establecer los criterios de gestión que involucren el uso y la calidad del agua. En este sentido, los resultados obtenidos en el marco de este Programa de Monitoreo, representan una contribución importante para realizar una gestión sustentable del Río Cuareim. Si bien hasta ahora no se aprecia una mala calidad de este recurso compartido, es responsabilidad de ambos países que esta calidad sea mantenida y en los casos que se perciba algún deterioro, plantear medidas correctivas al respecto.

LISTA DE ACRONIMOS

CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment.
DIEA	Dirección de Estadísticas Agropecuarias
DECA	Departamento de Evaluación de Calidad de Agua.
DINAGUA	Dirección Nacional de Agua
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente.
EPA	Agencia de Protección Ambiental.
GEMS/W	Sistema Global de Monitoreo Ambiental/Agua
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OSE	Obras Sanitarias del Estado

UNIDADES DE PESO Y MEDIDAS

°C	grados Celsius
µg	microgramos
µl	microlitros
µm	micrómetros
<	menor a
>	mayor a
%	porcentaje
cm	centímetros
g	gramos
Km	kilómetros
Km ²	kilómetros cuadrados
l	litros
mg	miligramos
ml	mililitros

BIBLIOGRAFIA

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, 2005". American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, USA.

DINAMA – Laboratorio Ambiental. 2009. Manual de Procedimientos Analíticos para Muestras Ambientales. 2da Edición.

García, C.; A. Cendón; J. Martínez y G. Yorda. 2008. Proyecto Twinlatin: Río Cuareim, Uruguay. Informe Técnico DINAMA.

GEMS/Agua. 1994. Guía operativa. 3ª Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.

Gussoni, J. 2009. Río Cuareim. Primer encuentro de Organismos de Cuenca de America Latina y el Caribe. Foz do Iguaçu, Nov/2009.

Praderi R. y J. Vivo. 1970. Ríos y Lagunas. Colección nuestra tierra N° 36.

Uruguay. 1979. Decreto 253/79 y modificativos. Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas.