



Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático
Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima



Calidad del agua en la Cuenca del Plata



CIC
Cuenca del Plata



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Ministerio del Agua y
Energía

Calidad del agua en la Cuenca del Plata

Diciembre de 2016



Calidad del agua en la Cuenca del Plata

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

Calidad del agua en la Cuenca del Plata. – 1a ed . – Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata – CIC ; Estados Unidos : Organización de los Estados Americanos – OEA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4187-10-9

1. Calidad del Agua.

CDD 333.91

Índice

11	Prefacio
15	Resumen ejecutivo
19	<i>Resumo executivo</i>
23	<i>Executive summary</i>
27	Introducción
29	Parte 1
31	Capítulo 1: Antecedentes
37	Capítulo 2: Evaluación y monitoreo de la calidad y cantidad de agua
57	Capítulo 3: Estimación de aportes de contaminantes principales de origen puntual y difuso
63	Capítulo 4: Campañas de monitoreo: cargas de contaminantes principales transportadas por los grandes ríos de la Cuenca
69	Capítulo 5: Consideraciones finales y conclusiones
73	Capítulo 6: Recomendaciones
75	Referencias
79	Parte 2: Guía metodológica para evaluación de la calidad del agua en las estaciones de la Cuenca del Plata
81	Capítulo 1: Introducción
83	Capítulo 2: Objetivos de la Guía metodológica para la evaluación de la calidad del agua en las estaciones de la Cuenca del Plata
85	Capítulo 3: Ubicación y mapa de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata
87	Capítulo 4: Ficha descriptiva de los puntos de monitoreo
89	Capítulo 5: Número de muestras conforme a las características de la estación de muestreo
93	Capítulo 6: Lista de parámetros acordados para la cuenca
99	Capítulo 7: Frecuencia y modo de muestreo

101	Capítulo 8: Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua
103	Capítulo 9: Selección de las técnicas analíticas
111	Capítulo 10: Preservación y conservación de muestras
115	Capítulo 11: Cadena de custodia
119	Capítulo 12: Control de calidad de laboratorio
121	Capítulo 13: Tratamiento de los datos
125	Referencias
129	Anexos
131	Anexo I: Estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata
137	Anexo II: Tablas comparativas de normativas de calidad de agua entre los países
147	Anexo III: Planillas de cadena de custodia
155	Listado de figuras
157	Listado de tablas
161	Listado de siglas y acrónimos
163	Referencias Institucionales

Prefacio

La Cuenca del Plata es una de las más importantes del mundo, tanto por su extensión como por sus características socioeconómicas. Es un área de más de tres millones de kilómetros cuadrados, habitada actualmente por más de 110 millones de personas y produce más del 70% del PBI de los cinco países que la integran.

La Cuenca constituye un sistema hídrico con una notable diversidad y productividad en materia biológica, alberga el mayor corredor de humedales de América del Sur y es reconocida como una de las más importantes cuencas del mundo por la cantidad, variedad y endemismo de su ictiofauna. No obstante su riqueza, es una de las cuencas más afectadas en lo social y económico por las cíclicas inundaciones y los persistentes periodos de sequías. La relación entre la hidrología, las modificaciones en el uso del suelo y las incertidumbres respecto del clima futuro plantea una serie de desafíos para disminuir la vulnerabilidad a los desastres naturales y atender la gestión ambiental y las necesidades de la población en condiciones de pobreza y marginalidad. En este escenario, el desarrollo económico y social requerido, dentro del marco de integración regional que lo contiene, plantea la

necesidad de un gran esfuerzo en la valoración, conciencia y educación respecto de la naturaleza.

En 2001, los gobiernos de los cinco países que integran el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) decidieron incorporar al organismo capacidades técnicas para atender estos desafíos y concertar un Programa de Acción como guía para la gestión, donde los recursos hídricos juegan un papel clave, incluyendo las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas y sus vínculos con el uso del suelo y el clima. En este esfuerzo, que desarrolló por primera vez un enfoque integrado, las instituciones partícipes coincidieron en la necesidad de fortalecer una visión común de la Cuenca, buscando identificar y priorizar problemas comunes y sus principales causas, de manera de enfrentarlos en forma conjunta y coordinada.

En base a estos antecedentes, y con el apoyo de la SG/OEA y del PNUMA, se gestionó y obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para llevar a cabo el *Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuen-*

ca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático (Programa Marco). El Programa fue concebido como un proceso de gestión de largo plazo, a ser ejecutado en forma coordinada por los cinco países, en el marco del CIC. Durante la etapa inicial de formulación del proyecto (2003-2005), y sobre la base de un proceso participativo, se identificaron los principales desafíos a nivel de cuenca y se delinearon las propuestas preliminares para la gestión, orientadas a resolver o mitigar los problemas identificados.

La Etapa 1 del Programa Marco –ejecutada entre 2010 y 2016– permitió profundizar el diagnóstico realizado, logrando caracterizar de forma más precisa y detallada los problemas de la Cuenca, obteniendo una visión integral del estado de los sistemas hídricos. A partir de este mejor conocimiento, se consolidó el Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y se formuló el Programa de Acciones Estratégicas (PAE), como documento de políticas y acciones prioritarias consensuadas por los cinco países para resolver los principales problemas identificados, particularmente aquellos de carácter transfronterizo.

Los trabajos fueron desarrollados con la activa participación de instituciones nacionales de cada país, a través de especialistas designados para conformar Grupos Temáticos, que actuaron como instancia de planificación y consenso técnico en la implementación de los distintos subcomponentes en que se estructuró la ejecución

del Programa Marco. Los productos de este esfuerzo se sintetizan en una serie de publicaciones –de la cual el presente documento forma parte– que dan muestra de los resultados obtenidos.

El Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata, agradece el compromiso y esfuerzo de cada una de las personas e instituciones que apoyaron y participaron de la ejecución del Programa Marco. Asimismo, reconoce la valiosa cooperación y aporte de la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de su Departamento de Desarrollo Sostenible, quien colaboró y apoyó al CIC en la ejecución del Programa, y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien actuó como agencia de implementación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

El trabajo desarrollado durante esta primera etapa del Programa Marco representó una experiencia pionera, donde más de 150 instituciones y 1500 especialistas de la región lograron articular los intereses y voluntades de cada país en la búsqueda de un objetivo común, orientado a la gestión integrada de los recursos hídricos en el marco de la variabilidad y el cambio climático. Se espera que la experiencia de gestión y las herramientas técnicas desarrolladas cimenten y fortalezcan la voluntad de cooperación e integración regional, buscando avanzar hacia el objetivo de lograr el desarrollo sostenible y el bienestar de los habitantes de los países de la Cuenca del Plata.

Resumen ejecutivo

Las evaluaciones acerca del estado de las aguas de los ríos de la Cuenca del Plata se han efectuado con escaso grado de coordinación entre los países y responden, más que nada, a dar respuesta a necesidades específicas, como puede ser el impacto de una presa hidroeléctrica o la actividad de la hidrovía.

A través de diferentes estudios se ha establecido que las aguas superficiales de la Cuenca del Plata reciben los aportes de contaminantes tanto de origen inorgánico (como por ejemplo metales pesados procedentes de las actividades mineras, industriales e hidrocarbúricas) como también de naturaleza orgánica. Estos últimos aumentan significativamente con descargas urbanas, agrícolas e industriales, identificándose la presencia de compuestos orgánicos persistentes (COP) y pesticidas altamente peligrosos (PAP).

La contaminación microbiológica es alta debido al tratamiento insuficiente de las aguas cloacales generadas en los principales centros urbanos (San Pablo, Buenos Aires, Curitiba, Asunción, Rosario, Posadas, Encarnación, entre otras).

Con respecto a la contaminación química transfronteriza se identificaron las descar-

gas de plaguicidas en las subcuencas de los ríos Iguazú y Uruguay, y el aporte de metales pesados particulados originados en la minería de la alta cuenca del río Pilcomayo transportados hacia el valle chaqueño.

El ingreso y transporte de sedimentos del altiplano boliviano genera un importante impacto en la subcuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo del sistema del río Paraguay. Los episodios de derrames de hidrocarburos, por fuentes fijas y móviles (barcos), también han sido causantes de impactos ambientales en las subcuencas de los ríos Iguazú y de la Plata en el último lustro.

En la Etapa 1 del Programa Marco se desarrollaron dos campañas de monitoreo para conocer el estado actual de las aguas superficiales de la Cuenca. Cada país realizó campañas a nivel nacional, trabajando con laboratorios locales e internacionales, con la finalidad de determinar los parámetros analíticos indicadores de contaminación basal.

Así se realizaron análisis de aguas *in situ* y en laboratorios, cuyos resultados fueron integrados en una base de datos común, siguiendo el formato establecido por el Programa de Agua de PNUMA, GEMS/Agua.

Fue muy importante el establecimiento de una red regional de monitoreo, con el fin de facilitar la cooperación y coordinación entre los organismos y personal técnico para avanzar hacia la estandarización de criterios y metodologías.

Con el fin de unificar las capacidades instaladas de los cinco países, varios laboratorios de la Cuenca participaron en el 8º Estudio de Evaluación de Desempeño Interlaboratorio del GEMS/Agua y se efectuaron cursos de capacitación sobre medición de caudales mediante equipos acústicos que emplean el principio del efecto *Doppler* para mediciones de velocidad y nivel de los cursos de agua, valores que junto con las medidas de la sección y profundidad respectivas, permiten establecer los caudales del curso de agua.

Los países definieron la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad y cantidad de agua en la Cuenca. El monitoreo en campo incluyó, en todos los puntos de muestreo, la medición de los siguientes parámetros: temperatura del agua, turbidez, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, transparencia (disco Secchi) y caudal.

En el caso de la medición de caudales, además de considerar el registro del caudal instantáneo, se determinó el ancho medio del río-transecta, profundidad en el punto de muestreo y condición del río (creciente/bajante). Adicionalmente, se registraron las condiciones climatológicas previas y durante el desarrollo de las actividades de toma de muestras de agua.

Para los análisis físico-químicos de laboratorio se consideraron los siguientes tres subgrupos: a) Parámetros básicos, obligatorios en todos los puntos de monitoreo: iones mayoritarios, metales y metaloides, nutrientes, y parámetros microbiológicos;

b) parámetros específicos, según la subcuenca o río: principalmente plaguicidas, fenoles e hidrocarburos; c) parámetros emergentes o sustancias de reciente presencia en la Cuenca: estradiol y cafeína, si bien fueron considerados, en esta etapa no fueron incluidos en los monitoreos efectuados. Todos los datos recopilados están disponibles en el sitio web del CIC, donde pueden ser consultados.

Los grupos analíticos de mayor atención fueron los metales, contaminantes orgánicos y parámetros fisicoquímicos.

Como parte de las campañas de monitoreo, Bolivia, Brasil y Paraguay realizaron estudios de biomonitoreo y análisis de sedimentos. Se realizaron ensayos de ecotoxicidad crónica y aguda en aguas y sedimentos colectados en todos los puntos de monitoreo.

Se evaluaron también el índice de calidad de aguas (IQA) y el índice de calidad de aguas para la protección de la vida acuática (IVA).

Las estimaciones de cargas contaminantes principales de origen puntual y difuso fueron realizadas con una mirada integral, compatibilizando en forma objetiva la información relevada para cada una de las 7 subcuencas.

En relación al análisis de los aportes del uso del suelo, no fue posible integrar la información a la escala de subcuencas para un análisis general de un modo gráfico, debido a la utilización de capas con distinto grado de escala de análisis y distintas categorías de usos.

La metodología aplicada considera los aportes que realizan la orina y estiércol de animales. Como referencia se consideró la información correspondiente a los censos nacionales agropecuarios, donde se indica

el número de cabezas de ganado por departamento/municipalidad.

Respecto de los aportes derivados del uso doméstico, considerando a los 3 parámetros principales (DBO_5 , P y N), los mayores aportes se realizan en la subcuenca del río Paraná, siguiendo en importancia la subcuenca del Río de la Plata.

En el Río de la Plata, a la altura del frente de máxima turbidez, es donde se deposita la mayor parte de los sedimentos en suspensión provenientes de los cursos de sus afluentes. Son principalmente limos y arcillas donde se encuentran adsorbidos muchos contaminantes.

Producto de los resultados obtenidos, se puede inferir que la Cuenca del Plata concentra los aportes inorgánicos, principalmente sulfatos, cloruros, calcio y hierro, y en menores cantidades zinc, que suman cerca del 99,6% del total. Esto conduce, a mediano y largo plazo, a la salinización de los suelos con la consiguiente reducción de la fertilidad.

En la subcuenca del Paraná se observa que los efluentes de las industrias ligadas a la ganadería, el cultivo de caña de azúcar y los criaderos de cerdos y de pollos representan importantes aportes de contaminación por

materia orgánica, con la consecuente disminución de los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua.

En la subcuenca del Paraguay se observan diversos problemas de contaminación. En la cuenca alta existen depósitos de estaño en forma de casiterita y drenaje ácido, consecuencia de la actividad minera y de sus pasivos ambientales.

En la cuenca alta del río Uruguay, las mayores fuentes de contaminación industrial se encuentran en los ríos tributarios Peixe y Canoas, que reciben altas cargas de contaminación de origen puntual y difusa, debido a la actividad industrial del Estado de Santa Catarina.

En el Río de la Plata, tres fuentes de contaminación han sido identificadas como las responsables de la contaminación de su franja costera: el vertido de descargas de efluentes cloacales, el vertido de efluentes industriales y el vertido de residuos sólidos urbanos.

Si bien la cantidad de datos generados en estas dos primeras incursiones no permite establecer conclusiones definitivas, es posible contar con información actualizada acerca de la calidad del agua a nivel de la Cuenca del Plata pudiéndose identificar las zonas críticas.

Resumo executivo

As avaliações do estado das águas dos rios da Bacia da Prata foram realizadas com pouca coordenação entre os países e tem como objetivo, acima de tudo, responder às necessidades específicas de cada um, tais como o impacto de uma barragem hidroe-létrica ou a atividade da hidrovía.

Após a realização de diversos estudos, ficou estabelecido que as águas superficiais da Bacia do Prata recebem aportes de poluentes tanto de origem inorgânica (como metais pesados resultantes das atividades de mineração, industriais e extração de hidrocarbonetos), como de natureza orgânica. Estes últimos aumentam significativamente com descargas urbanas, agrícolas e industriais, identificando a presença de compostos orgânicos persistentes (COP) e pesticidas altamente perigosos (PAP).

A contaminação microbiológica é alta devido ao tratamento insuficiente do esgoto gerado nos grandes centros urbanos (São Paulo, Buenos Aires, Curitiba, Assunção, Rosário, Posadas, Encarnação, entre outros).

No que diz respeito à contaminação química transfronteiriça, foram identificadas descargas de pesticidas nas sub-bacias

dos rios Iguazú e Uruguai, e o aporte de partículas de metais pesados provenientes da exploração mineira da bacia superior do Rio Pilcomayo, transportados até o vale do Chaco.

A entrada e transporte de sedimentos do altiplano boliviano gera um impacto significativo sobre as sub-bacias dos rios Bermejo e Pilcomayo do sistema do rio Paraguai. Episódios de derrames de hidrocarbonetos, por meio de fontes fixas e móveis (barcos), também têm causado impactos ambientais nas sub-bacias dos rios Iguazú e da Prata nos últimos cinco anos.

Na Etapa 1 do Programa Marco foram desenvolvidas duas campanhas de monitoramento para entender o estado atual das águas superficiais da Bacia. Cada país realizou campanhas em âmbito nacional, trabalhando com laboratórios locais e internacionais, a fim de determinar parâmetros analíticos indicadores de contaminação basal.

Desta forma, foram realizadas análises da água in situ e em laboratórios, cujos resultados foram integrados numa base de dados comum, seguindo o formato estabelecido pelo Programa de Água PNUMA, GEMS/Água.

Foi muito importante o estabelecimento de uma rede de monitoramento regional, a fim de facilitar a cooperação e a coordenação entre os órgãos e a equipe técnica para avançar em relação a padronização de critérios e metodologias.

Com o objetivo de unificar as capacidades instaladas dos cinco países, vários laboratórios da Bacia participaram no 8o Estudo de Avaliação de Desempenho Interlaboratório do GEMS/Água e realizaram cursos de capacitação sobre a medição das vazões através de equipamentos acústicos que empregam o princípio do efeito Doppler para medições de vazões e nível dos cursos de água, valores que, em conjunto com as medidas da seção e profundidade respectivas, permitem estabelecer as vazões do curso de água.

Os países definiram a localização das estações de monitoramento da qualidade e quantidade de água na Bacia. O monitoramento de campo incluiu, em todos os pontos de amostragem, a medição dos seguintes parâmetros: temperatura da água, turbidez, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, transparência (disco Secchi) e vazão.

No caso da medição das vazões, além de considerar o registro da vazão instantânea, foi determinada a largura média do rio-transecto, profundidade no ponto de amostragem e condição do rio (crescente/baixa). Também foram registradas as condições climáticas antes e durante o desenvolvimento das atividades de coleta de amostras de água.

Para as análises físico-químicas de laboratório foram considerados os três subgrupos a seguir: a) Parâmetros básicos, obrigatórios em todos os pontos de monitoramento: íons principais, metais e semimetais, nutrientes e parâmetros microbiológicos;

b) parâmetros específicos, de acordo com a sub-bacia ou rio: principalmente pesticidas, fenóis e hidrocarbonetos; c) parâmetros emergentes ou substâncias presentes recentemente na Bacia: estradiol e cafeína, embora tenham sido considerados, nesta etapa não foram incluídos no monitoramento realizado. Todos os dados coletados estão disponíveis no site do CIC, onde podem ser consultados.

Os grupos analíticos de maior atenção foram os metais, poluentes orgânicos e parâmetros físico-químicos.

Como parte das campanhas de monitoramento, Bolívia, Brasil e Paraguai efetuaram estudos de biomonitoramento e análise de sedimentos. Foram realizados ensaios de ecotoxicidade crônica e aguda nas águas e sedimentos coletados em todos os pontos de monitoramento.

Também foram avaliados o índice de qualidade das águas (IQA) e o índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática (IVA).

As estimativas das principais cargas poluidoras de origens pontual e difusa foram realizadas com um olhar abrangente, combinando objetivamente a informação recolhida para cada uma das 7 sub-bacias.

Quanto a análise dos aportes do uso do solo, não foi possível integrar as informações na escala de sub-bacias para uma análise gráfica geral, devido ao uso de camadas com diferentes graus de escala de análise e diferentes categorias de usos.

A metodologia aplicada considera os aportes realizados através de excrementos de animais. Como referência, foi levada em conta a informação correspondente aos censos agropecuários nacionais, onde o nú-

mero de cabeças de gado é indicado por departamento/município.

Em relação aos aportes derivados do uso doméstico, considerando os 3 principais parâmetros (DBO₅, P e N), os maiores aportes acontecem na sub-bacia do Rio Paraná, seguindo, em importância, a sub-bacia do Rio da Prata.

No Rio da Prata, na altura da frente de máxima turbidez, é onde está depositada a maior parte dos sedimentos em suspensão provenientes dos cursos de seus afluentes. Estes são constituídos, essencialmente, por siltes e argilas, substâncias que absorvem uma grande quantidade de contaminantes.

Pode-se concluir, pelos resultados obtidos, que a Bacia do Prata concentra os aportes inorgânicos, principalmente sulfatos, cloretos, cálcio e ferro e, em menores quantidades, zinco, totalizando cerca de 99,6% do total. Isto conduz, a médio e longo prazo, à salinização do solo, com a consequente redução da fertilidade.

Na sub-bacia do Paraná, observa-se que os efluentes das indústrias relacionadas com a pecuária, o cultivo de cana de açúcar e a criação de porcos e frangos, representam

aportes significativos de poluição orgânica, com a consequente diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido nos corpos de água.

Na sub-bacia do Paraguai observam-se diversos problemas de contaminação. A bacia alta conta com depósitos de estanho em forma de cassiterita e drenagem ácida, resultado da atividade de mineração e de seus passivos ambientais.

Na bacia superior do rio Uruguai, as maiores fontes de poluição industrial estão nos rios tributários Peixe e Canoas, recebendo altas cargas de poluição de fontes pontuais e difusas devido à atividade industrial no Estado de Santa Catarina.

No Rio da Prata, três fontes de poluição foram identificadas como responsáveis pela poluição da sua faixa costeira: o derramamento de descargas de esgoto, de efluentes industriais e a eliminação de resíduos sólidos urbanos.

Embora a quantidade de dados gerados nas duas primeiras incursões não permite estabelecer conclusões definitivas, é possível contar com informação atualizada sobre a qualidade da água no âmbito da Bacia do Prata, podendo, assim, identificar as regiões mais críticas.

Executive summary

Assessments on the state of the La Plata Basin rivers have been carried out with little coordination among the countries and they mainly provide specific information, such as the impact of a hydroelectric dam or the activity of the waterway.

Several studies have shown that the surface waters of the La Plata Basin receive both inorganic pollutants (such as, for example, heavy metals from mining, industrial and hydrocarbon activities) as well as organic ones. The latter significantly increase with urban, agricultural and industrial discharges, which contain persistent organic compounds (POCs) and highly hazardous pesticides (HHPs).

Microbiological pollution is high due to the insufficient treatment of sewage from the main urban centres (São Paulo, Buenos Aires, Curitiba, Asunción, Rosario and Encarnación, among others).

As regards transboundary chemical pollution, insecticide discharges have been identified in the sub-basins of the Iguazú and Uruguay rivers as well as particulate heavy metals originating from the mining activity in the upper basin of the Pilcomayo riv-

er which are transported towards the Chaco valley.

The deposition and transport of sediments from the Altiplano have a significant impact on the sub-basins of the Bermejo and Pilcomayo rivers from the Paraguay river system. Hydrocarbon spill incidents originating from stationary and mobile (ships) sources have also generated environmental impacts on the sub-basins of the Iguazú and La Plata rivers over the last five years.

In Stage 1 of the Framework Programme, two monitoring campaigns were conducted in order to know the present state of the Basin's surface waters. Each country carried out nationwide campaigns, working with local and international laboratories with the aim of determining the analytical basal pollution indicator parameters.

As a result, water analyses were carried out in situ and at laboratories and the results obtained were integrated into a common data base following the format established by UNEP GEMS/Water Programme.

The creation of a regional monitoring network was essential in order to enable coop-

eration and coordination among the organisations and the technical personnel and move forward towards the standardisation of criteria and methodologies.

With the purpose of unifying the installed capacities of the five countries, several laboratories of the Basin participated in the 8th GEMS/Water Inter-laboratory Performance Evaluation Study and training courses were held on flow measurement by means of acoustic equipment that uses the Doppler effect principle to measure the speed and depth of watercourses, values which, combined with the respective section and depth measurements, allow watercourse flows to be established.

The countries defined the location of the water quality and quantity monitoring stations in the Basin. In all sampling points, on-site monitoring included measuring the following parameters: water temperature, turbidity, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, transparency (Secchi disk) and flow.

In the case of flow measurement, besides recording the instantaneous flow, the mean width of the river transect, the depth at the sampling point and the river condition (high water/low water) were also determined. Additionally, the weather conditions before and during the collection of water samples were recorded.

For the laboratory physical-chemical analyses, the following three sub-groups were considered: a) basic parameters which were mandatory in all monitoring points: major ions, metals and metalloids, nutrients and microbiological parameters, b) specific parameters, according to the sub-basin or river: mainly insecticides, phenols and hydrocarbons; c) emerging parameters or substances recently identified in the Basin:

although estradiol and caffeine were considered, in this stage they were not included in the monitoring activity carried out. All collected data is available on the CIC's website, where it can be consulted.

The most important analytical groups were metals, organic pollutants and physical-chemical parameters.

As part of the monitoring campaigns, Bolivia, Brazil and Paraguay conducted bio-monitoring studies and sediment analyses. Chronic and acute ecotoxicity tests were conducted in waters and sediments collected at all monitoring points.

The water quality index (WQI) and the water quality index for the protection of aquatic life (ALI) were also evaluated.

The main point and non-point source pollution loads were estimated with an integrated perspective, objectively coordinating the collected information for each of the 7 sub-basins.

As regards the analysis of land use contributions, it was not possible to graphically integrate the information at a sub-basin scale for a general analysis due to the use of layers with different analysis degrees and use categories.

The implemented methodology considers the contributions made by animal urine and feces. The information corresponding to the national agricultural and livestock censuses was used as a reference, where the number of livestock heads is indicated per department/municipality.

As regards contributions derived from domestic use, taking into account the three main parameters (BOD₅, P and N), the major contributions occur in the sub-basin of

the Paraná river, followed in importance by the sub-basin of the La Plata River.

In the La Plata River, the largest deposition of suspended sediments from its tributary watercourses takes place at the maximum turbidity front. They mainly consist of silt and clay which have absorbed many pollutants.

The obtained results show that the La Plata Basin concentrates inorganic contributions, mainly sulfates, chlorides, calcium and iron, and in smaller amounts zinc, which amount to approximately 99.6% of the total. This leads, in the mid and long term, to the salinisation of the soils with the consequent fertility reduction.

In the sub-basin of the Paraná river, wastewater discharges from the industries related to livestock, sugar cane and pig and poultry production contain significant amounts of organic pollutants, with the resulting lower dissolved oxygen levels in water bodies.

In the sub-basin of the Paraguay river, there are different pollution problems. In the upper basin, there are tin ore deposits consisting in cassiterite and acid mine drainage, as a result of the mining activity and its environmental liabilities.

In the upper basin of the Uruguay river, the main industrial pollution sources are located on its tributary rivers, Peixe and Canoas, which receive large point and non-point source pollution loads due to the industrial activity of the State of Santa Catarina.

In the La Plata River, three sources have been identified as the ones responsible for the pollution of its coastal strip: sewage effluent, industrial wastewater and urban solid waste discharges.

Although no final conclusions can be made based on the amount of data generated in these two first monitoring campaigns, it has been possible to update the information on the quality of the La Plata Basin waters and identify the critical zones.

Introducción

El Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) es el órgano ejecutivo del Sistema de la Cuenca del Plata, integrado por Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Este Comité es reconocido como el órgano permanente de la Cuenca, encargado de promover, coordinar y monitorear la marcha de las acciones multinacionales que tengan por objeto el desarrollo integrado de la Cuenca del Plata. También se ocupa de la asistencia técnica y financiera, contando para ello con el apoyo de los organismos internacionales, y de ejecutar las decisiones que adopten los ministros de relaciones exteriores.

En 2001, los gobiernos de los cinco países que integran el CIC decidieron concertar un programa de acciones, donde los recursos hídricos juegan un papel clave (aguas superficiales y subterráneas), vinculándose con el clima y el uso del suelo. En este es-

fuerzo integrado, las instituciones participantes coincidieron en la necesidad de fortalecer una visión común de la Cuenca, intentando identificar y priorizar problemas comunes y sus principales causas, de manera de enfrentarlos en forma conjunta y coordinada.

Para ello se desarrolló el Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático (“Programa Marco”), donde se enmarcaron los contenidos del presente documento.

En esta publicación se describen las actividades de evaluación y monitoreo de la calidad y cantidad de agua llevadas a cabo durante la Etapa 1 del Programa Marco, las cuales se ejecutaron entre los años 2011 y 2016.

Parte 1

Capítulo 1:

Antecedentes

La Cuenca del Plata es, por su extensión geográfica y por el caudal de sus ríos, una de las más importantes del mundo. Su importancia radica también en que se trata de un territorio compartido por cinco países: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Abarca una superficie de 3,1 millones de km², ocupando la quinta parte de Sudamérica.

Dos grandes ríos confluyen en el Río de la Plata: el Paraná y el Uruguay. El río Paraná, a su vez, tiene como afluentes otros ríos muy caudalosos, como el Paraguay, el Bermejo, el Pilcomayo y el Iguazú.

Esencialmente, se ha establecido a través de diferentes estudios en el tiempo, que las aguas superficiales de la Cuenca del Plata reciben los aportes de contaminantes tanto de origen inorgánico, como por ejemplo metales pesados procedentes de las actividades mineras, industriales e hidrocarburiíferas, como también de naturaleza orgánica. Estos últimos aumentan significativamente con descargas urbanas, agrícolas e industriales, identificándose la presencia de compuestos orgánicos persistentes (COP) y pesticidas altamente peligrosos (PAP).

Hasta el momento las evaluaciones acerca del estado de las aguas de los ríos de la Cuenca del Plata, se han efectuado con escaso grado de coordinación entre los países y responden, más que nada, a dar respuesta a necesidades específicas como pueden ser el impacto de una presa hidroeléctrica o la actividad de la hidrovía.

A partir de los resultados correspondientes de las campañas de monitoreo y otros estudios acerca de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del río Pilcomayo, Escalera (2006) identificó a la cuenca alta, desde el río de la Ribera hasta la zona de Sotomayor, Icla y Soroma, como la que presenta mayores niveles de contaminación por metales pesados. Sin embargo, en la cuenca media, desde la confluencia del río Pilcomayo con el río Pilaya hasta Misión La Paz en la República Argentina, la contaminación es menor. En orden decreciente de concentración, los principales elementos contaminantes identificados para esta cuenca son: zinc, estaño, plomo, cobre, arsénico, plata, cadmio, mercurio y antimonio. Estos contaminantes inorgánicos provienen de las actividades mineras e hidrocarburiíferas.

Figura 1.1

Territorio de la Cuenca del Plata



Tabla 1.1

Distribución del área de la Cuenca del Plata por países y por sistemas hídricos

País	Área sistemas hídricos (km ²)				Área total por país (km ²)
	Paraná	Paraguay	Uruguay	Propio del Río de la Plata (*)	
Argentina	583.885	186.051	63.584	150.535	984.056
	38,7%	16,6%	18,0%	79,2%	30,9%
Bolivia	-	221.994	-	-	221.994
		19,8%			7,0%
Brasil	877.385	362.434	174.199	-	1.414.018
	58,1%	32,4%	49,3%		45,6%
Paraguay	53.000	353.752	-	-	406.752
	3,5%	31,5%			12,8%
Uruguay	-	-	115.668	39.577	155.245
			32,7%	20,8%	4,9%
Área total por sistema hídrico	1.510.513	1.120.154	353.451	190.113	3.182.064
% de la Cuenca del Plata	47,6%	35,3%	11,1%	6,0%	100,0%
Extensión de los principales ríos (km)	4.800	2.600	1.800	700	

(*) El área total incluye la superficie del Río de la Plata, de 30.325 km², compartida por Argentina y Uruguay.

Según el trabajo de Lopolito (2009), “las muestras analizadas indican concentraciones elevadas de hierro en la mayoría de las muestras analizadas, debiéndose probablemente a la presencia de gran cantidad de sólidos suspendidos provenientes de los intensos procesos erosivos característicos de la cuenca del río Bermejo”. Adicionalmente el autor sostiene, que si bien “las concentraciones de boro cumplen con los criterios recomendados por Cuenca del Plata para los usos de consumo humano con tratamiento convencional para la totalidad de las muestras, en algunas estaciones los valores hallados exceden el valor recomendado para protección de vida acuática”.

Por otro lado, Miller (2003) determinó concentraciones de cadmio, plomo y zinc que exceden los límites permisibles para suelos donde se establecen las comunidades distantes entre 25-175 km de las minas y colas de Potosí y que riegan con aguas del río Pilcomayo. Sin embargo, los cultivos evaluados en estos sectores contaminados, no presentaron una acumulación significativa de estos metales pesados.

Archer (2005) sugiere que la contaminación minera del río Pilcomayo no es la única responsable de la contaminación por arsénico en esta zona, ya que existen procesos de lixiviación natural de rocas que aportan significativamente a la contaminación.

Finalmente, Natale (2007) resalta que en la Cuenca del Plata la contaminación micro-

biológica es alta debido al tratamiento insuficiente de las aguas cloacales generadas en los principales centros urbanos (San Pablo, Buenos Aires, Curitiba, Asunción, Rosario, Posadas, Encarnación, entre otras).

Con respecto a la contaminación química transfronteriza se identificaron las descargas de plaguicidas en las subcuencas de los ríos Iguazú y Uruguay, y el aporte de metales pesados particulados originados en la minería de la alta cuenca del río Pilcomayo transportados hacia el valle chaqueño. En este caso, las investigaciones desarrolladas por el Instituto Nacional del Agua (INA-Argentina) indicarían baja biodisponibilidad y ausencia de efectos tóxicos agudos.

El ingreso y transporte de sedimentos del altiplano boliviano genera un importante impacto en la subcuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo del sistema del río Paraguay. Los episodios de derrames de hidrocarburos, por fuentes fijas y móviles (barcos), también han sido causantes de impactos ambientales en las subcuencas de los ríos Iguazú y de la Plata en el último lustro.

Estos antecedentes evidencian que existe una problemática relacionada con la contaminación de los cursos de agua de los diferentes afluentes por actividades antrópicas pero también naturales, la cual debe comenzar a ser evaluada con una “mirada” a nivel de la Cuenca del Plata para poder definir e implementar planes de prevención y reducción de la contaminación.

Capítulo 2:

Evaluación y monitoreo de la calidad y cantidad de agua

En el marco del Subcomponente II.2 Evaluación y Monitoreo de la Calidad y Cantidad de Agua, durante la Etapa 1 del Programa Marco, se desarrollaron dos campañas de monitoreo para conocer el estado actual de las aguas superficiales de la Cuenca. Cada país realizó campañas a nivel nacional, trabajando con laboratorios locales e internacionales, con la finalidad de determinar los parámetros analíticos indicadores de contaminación basal.

Así se realizaron análisis de aguas *in situ* y en laboratorios, cuyos resultados fueron integrados en una base de datos común, siguiendo el formato establecido por el Programa de Agua de PNUMA, GEMS/Agua.

Fue muy importante el establecimiento de una red regional de monitoreo, con el fin de facilitar la cooperación y coordinación entre los organismos y personal técnico para avanzar hacia la estandarización de criterios y metodologías. En este sentido, se consensó previamente entre los cinco países una *Guía metodológica para la evaluación de la calidad del agua en la Cuenca del Plata*. En dicha guía se establecen los puntos de monitoreo y los parámetros físico-químicos generales a determinar en toda la cuenca y los específicos

por cada subcuenca. Se describen además, las técnicas analíticas a ser utilizadas, los criterios de recolección y los sistemas de control y aseguramiento de calidad de resultados.

Con el fin de unificar las capacidades instaladas de los cinco países, varios laboratorios de la Cuenca participaron en el 8º Estudio de Evaluación de Desempeño Interlaboratorio del GEMS/Agua y se efectuaron cursos de capacitación sobre medición de caudales mediante equipos acústicos que emplean el principio del efecto *Doppler* para mediciones de velocidad y nivel de los cursos de agua, valores que junto con las medidas de la sección y profundidad respectivas, permiten establecer los caudales del curso de agua.

Los países definieron la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad y cantidad de agua en la Cuenca, las que pueden observarse en la **Figura 2.1**. Las codificaciones de las estaciones se presentan en la **Tabla 2.1**.

El monitoreo en campo incluyó, en todos los puntos de muestreo, la medición de los siguientes parámetros: temperatura del agua, turbidez, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, transparencia (disco Secchi) y caudal.

Ubicación de estaciones de monitoreo en la Cuenca del Plata



Tabla 2.1

Codificación y ubicación de las estaciones de monitoreo

Código de identificación	Río	Estación	Coordenadas primera campaña		Coordenadas segunda campaña	
Argentina						
001AR12	Pilcomayo	Misión La Paz	22°22'41,3"	62°31'07,1"	22°22'41,3"	62°31'07,1"
001AR08	Paraguay	Puerto. Pilcomayo	25°22'17,8"	57°38'55,1"	25°24'3,67"	57°35'50,23"
001AR09	Paraguay	Puerto Formosa	26°11'28,1"	58°09'06,2"	26°11'29,33"	58°9'3,88"
001ARX1	Bermejo	Aguas Blancas	22°43'29"	64°21'35,7"	22°43'29,0"	64°21'35,7"
001ARX2	Bermejo	Pozo Sarmiento	23°08'42,4"	64°11'53,1"	23°08'42,4"	64°11'53,1"
001AR11	Bermejo	El Colorado	26°20'1,3"	59°21'41,9"	26°20'2,28"	59°21'42,67"
001AR04	Paraná	Puerto. Libertad	25°54'55,1"	54°37'22.0"	25°54'51"	54°37'19"
001ARX3	Paraná	Puerto Rico	26°47'25,1"	55°01'02,1"	26°47'26"	54°58'01"
001AR07	Paraná	Goya	29°07'27"	59°20'37,8"	29°07'43"	59°20'30"
001AR01	Uruguay	El Soberbio	27°19'02,5"	54°11'55,2"	27°17'11"	54°11'32"
001AR06	Paraná	Rosario				
Bolivia						
042BOX	Bermejo	Carachiyamo	21°19'19"S	64°43'40"O		
042BO1	Bermejo	Canasmoro			21°20'27"S	64°45'05"O
042BO2	Bermejo	Guadalquivir	21°32'07"S	64°44'26"O	21°35'34"S	64°41'05"O
042BO3	Bermejo	Grande de Tarija	20°54'59"S	64°14'43"O	22°43'36"S	64°15'39"O
042BO4	Pilcomayo	Toropalca	22°07'14"S	65°44'32"O	20°19'05"S	65°42'22"O
042BO5	Pilcomayo	Blanco	20°44'54"S	65°43'23"O	20°44'27"S	65°49'41"O
042BO6	Pilcomayo	Caiti	20°52'16"S	65°51'47"O	20°52'21"S	65°51'33"O
042BO7	Pilcomayo	Cotagaita	20°49'22"S	65°39'21"O	20°49'16"S	65°39'57"O
042BO10	Pilcomayo	Tupiza	21°25'47"S	65°43'12"O	21°23'27"S	65°44'42"O
042BO11	Pilcomayo	San Juan del Oro	21°31'13"S	65°40'48"O	21°31'16"S	65°40'49"O

Codificación y ubicación de las estaciones de monitoreo (continuación)

Código de identificación	Río	Estación	Coordenadas primera campaña		Coordenadas segunda campaña	
Brasil						
002PAG	Paraguay	Puerto Murtinho MS	21°42'03"S	57°53'36"O	21°42'01"S	57°53'28"O
002PAR	Paraná	Puerto San José PR	22°42'57"S	53°10'58"O	22°42'47"S	53°10'22"O
002IGU	Iguazú	Capanema PR	25°35'34"S	53°53'24"O	25°33'00"S	53°51'00"O
002UR1	Uruguay	Iraí RS	27°10'29"S	53°13'39"O	27°11'25"S	53°15'55"O
002UR2	Uruguay	San Borja RS	28°37'17"S	56°02'16"O	28°37'28"S	56°02'13"O
002UR3	Uruguay	Uruguaiana	29°44'49"S	57°05'43"O	29°44'53"S	57°05'22"O
Paraguay						
XXXPY4	Paraguay	Bahía Negra	20°14'24"S	58°09'56"O	20°14'31"S	58°09'55"O
XXXPY6	Paraguay	Vallemí	22°08'36"S	57°57'30"O	22°08'36"S	57°57'30"O
XXXPY5	Apa	Apa – San Carlos	22°13'25"S	57°18'13"O	22°13'25"S	57°18'13"O
XXXPY1	Paraguay	Concepción	23°23'12"S	58°04'16"O		
XXXPY2	Paraguay	Asunción – Viñas Cue	25°13'57"S	57°34'60"O	25°13'57"S	57°34'60"O
XXXPX1	Tebicuary	Villa florida			26°24'11"S	57°07'57"O
XXXPY3	Paraguay	Pilar	26°51'54"S	58°22'11"O	26°51'10"S	58°19'07"O
XXXPY8	Paraná	Salto de Guaira	24°05'10"S	54°17'49"O	24°05'10"S	54°17'49"O
XXXPY7	Paraná	Ita Cora	27°15'39"S	58°14'49"O	27°15'52"S	58°14'43"O
XXXPX2	Paraguay	Humaitá			27°03'45"S	58°30'47"O
Uruguay						
048UY01	Uruguay	Ciudad de Bella unión	30°14'42"S	57°37'13"O		
048UY02	Uruguay	Presa de Salto Grande	31°18'20"S	57°57'54"O		
048UY03	Uruguay	Concepción del Uruguay	32°27'04"S	58°12'19"O		
048UY04	Uruguay	Próximo a la desemboca- dura	34°05'59"S	58°12'19"O		

En el caso de la medición de caudales, además de considerar el registro del caudal instantáneo, se determinó el ancho medio del río-transecta, profundidad en el punto de muestreo y condición del río (creciente/bajante). Adicionalmente, se registraron las condiciones climatológicas previas y durante el desarrollo de las actividades de toma de muestras de agua.

Para los análisis físico-químicos de laboratorio se consideraron los siguientes tres subgrupos:

- i. Parámetros básicos, obligatorios en todos los puntos de monitoreo: iones mayoritarios, metales y metaloides, nutrientes, y parámetros microbiológicos.
- ii. Parámetros específicos, según la subcuenca o río: principalmente plaguicidas, fenoles e hidrocarburos.
- iii. Parámetros emergentes o sustancias de reciente presencia en la Cuenca: estradiol y cafeína, si bien fueron considera-

dos, en esta etapa no fueron incluidos en los monitoreos efectuados.

Los resultados fueron interpretados aplicando análisis estadísticos básicos (diferencia porcentual relativa y diferencia significativa entre pares de resultados en base a la distribución *t de student*). Posteriormente fueron contrastados contra los valores establecidos por la legislación aplicable por cada país, estableciéndose en cada caso, si los cursos de agua monitoreados cumplen o no con los límites máximos permisibles de cada país. La Guía metodológica, incluye una tabla comparativa entre todas las legislaciones existentes en los países de la Cuenca del Plata.

Las campañas de monitoreo se llevaron a cabo según el calendario que se presenta en la **Tabla 2.2**.

En las **Tablas 2.3 a 2.5**, se presentan los principales parámetros contemplados en la Guía metodológica y los relevados en las campañas de monitoreo efectuadas por cada uno de los cinco países.

Tabla 2.2

Fechas de campañas de monitoreo CIC-Plata

País	Primera campaña de monitoreo	Segunda campaña de monitoreo
Argentina	Octubre - Noviembre / 2013	Septiembre - Octubre / 2014
Bolivia	Septiembre / 2013	Septiembre / 2014
Brasil	Agosto / 2013	Octubre - Noviembre / 2014
Paraguay	Julio - Agosto / 2013	Marzo - Mayo / 2015
Uruguay	Junio / 2013	Junio / 2014

Tabla 2.3

Parámetros fisicoquímicos y nutrientes medidos en la Cuenca del Plata

Grupos	Fisicoquímicos												Nutrientes						
Analito																			
País	CE	SD	ST	CO	TU	OD	AT	pH	DT	Q	Otros		NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	P _T	SiQ ₂	Otros
Argentina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T, SS		X	X	X	X	X	X	
Bolivia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T, SS		X	X	X	X	X	X	
Brasil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T, SS		X	X	X	X	X	X	NTK, NO ₂ +NO ₂
Paraguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T, SS, TRA		X	X	X	X	X	X	NTK
Uruguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	T, SS, OD%		X	X	X	X	X	X	NTK, NO ₂ +NO ₂

X parámetros medidos

X parámetros no medidos

X parámetros que se midieron parcialmente

En el caso de metales, solo se determinaron los contenidos disueltos y no así los totales.

Tabla 2.4

Iones mayoritarios, materia orgánica y metales medidos en la Cuenca del Plata

Grupos	Iones mayoritarios							Materia orgánica					Metales													
Analito																										
País	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Cn	DBO	DQO	TOC	DOC	Fenol	As	B	Cd	Cu	Cr	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	Otros		
Argentina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Bolivia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Brasil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Paraguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Uruguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

X parámetros medidos

X parámetros no medidos

X parámetros que se midieron parcialmente

En el caso de metales, solo se determinaron los contenidos disueltos y no así los totales.

Tabla 2.5

Contaminantes orgánicos y microbiológicos medidos en la Cuenca del Plata

Grupos	Contaminantes orgánicos															Microbiológicos				
Analito																				
País	LI	HE	AL	HP	EN α	EN β	DI	ER	ME	DDT	DDD	HCB	CLO	HCT	Otros	CLA	BCF	BCT	EC	Otros
Argentina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Bolivia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	DDE	X	X	X	X	MAC
Brasil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	DDE, γ CLO, δ BHC, α BHC, β BHC	X	X	X	X	BEN, ZOO, FITO
Paraguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	A&G, DDE, BHC	X	X	X	X	FITO
Uruguay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	DDE, MIREX	X	X	X	X	

X parámetros medidos

X parámetros no medidos

X parámetros que se midieron parcialmente

En el caso de metales, solo se determinaron los contenidos disueltos y no así los totales.

Notas: LI: Lindano, HE: Heptacloro, AL: Aldrín, HP: Heptacloro Epóxido, EN α : Endosulfan α , EN β : Endosulfan β , DI: Dialdrín, ER: Endrín, ME: Metoxicloro, HCB: Hexacloro Benceno, CLO: Clordán, MAC: Macroinvertebrados, FITO: Fitoplancton, ZOO: Zooplancton, BEN: Bentos.

En la columna “otros” se presentan parámetros adicionales que fueron determinados solo por algunos países.

Resultados de las campañas de monitoreo

En la **Tabla 2.6** se detalla la cantidad de resultados de laboratorio obtenidos en las dos campañas de monitoreo de aguas superficiales, en cada uno de los países. Los datos recopilados pueden ser consultados en la página web del CIC (<http://cicplata.org/>).

Los grupos analíticos de mayor atención fueron los metales (ME), contaminantes orgánicos (CO) y parámetros fisicoquímicos (FQ) representando el 32,5%, 20,2% y 19,3%, respectivamente, del total de datos generados. Los parámetros de materia orgánica (MO) y microbiológicos (MI) generaron en conjunto sólo el 8,1% del total de datos. Asimismo, los parámetros de nutrientes (NU) e iones mayoritarios (IM) constituyeron el 19,8% restante.

La diferencia en los porcentajes se debe a que los 11 analitos del grupo de metales fueron evaluados en sus dos posibles formas, total y disuelta, mientras que el grupo

de parámetros de materia orgánica y microbiológicos definidos no sobrepasan de 10 analitos ensayados.

Biomonitoreo

Como parte de las campañas de monitoreo, Bolivia, Brasil y Paraguay realizaron estudios de biomonitoreo y análisis de sedimentos.

En Bolivia, en las dos campañas de monitoreo realizadas, se llevaron a cabo estudios de clasificación cualitativa y cuantitativa de macroinvertebrados en todos los puntos de monitoreo. Los resultados recopilados en base al índice de calidad BMWP/BOL pueden ser consultados en la página del CIC (<http://cicplata.org/>). La clasificación obtenida en base a dicho índice se presenta en la **Tabla 2.7**.

En Brasil, se realizó un estudio integral de biomonitoreo, a través del análisis de las comunidades de fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos, ensayos de

Tabla 2.6
Cantidad de datos generados en campañas 2013-2014 Cuenca del Plata

País	Nº de estaciones	Nº de muestras	FQ	MO	CO	NU	IM	MI	ME	Nº total de análisis	Relación %	Relación P/M
Argentina	11	22	181	46	180	81	129	32	451	1.100	24,3	50
Bolivia	9	18	237	56	218	123	114	56	427	1.231	27,2	68
Brasil	6	12	144	12	215	84	66	12	114	647	14,3	54
Paraguay	10	20	234	36	232	126	90	92	360	1.170	25,8	59
Uruguay	4	6	80	6	72	48	35	20	121	382	8,4	64
%	40	78	876	156	917	462	434	212	1.473	4.530		58
Total			19,3	3,4	20,2	10,2	9,6	4,7	32,5			

ecotoxicidad en agua y sedimento, recuento de microorganismos coliformes termotolerantes y la aplicación de índices de integridad ambiental.

Se realizaron ensayos de ecotoxicidad crónica y aguda en aguas y sedimentos colectados en todos los puntos de monitoreo. Los resultados se presentan en la **Tabla 2.8**.

Se evaluaron también el índice de calidad de aguas (IQA) y el índice de calidad de aguas para la protección de la vida acuática (IVA), cuyos resultados se presentan en la **Tabla 2.9**, utilizando la categorización y ponderación descrita en la **Tabla 2.10**.

Debido a que la mayoría de los parámetros utilizados en el cálculo del índice de calidad de aguas (IQA) son mayoritariamente indi-

cadores de eutrofización relacionados con descargas residuales domésticas, el mismo presenta algunas limitaciones, ya que no considera parámetros tan tóxicos como metales pesados, plaguicidas o compuestos orgánicos, ni productos que interfieren con las propiedades organolépticas del agua.

Comparando ambos índices se establece que si bien las aguas pueden ser consideradas como óptimas según el cálculo del IQA, solo son de calidad regular para la protección de la vida acuática.

La mayor sensibilidad del IVA se debe a que considera la presencia y concentración de contaminantes químicos tóxicos, así como el pH y el oxígeno disuelto, parámetros que son considerados esenciales para la biota y la evaluación de toxicidad de medios acuáticos.

Tabla 2.7

Clasificación de calidad de las aguas en función del índice BMWP/BOL

Río	Canasmoro	Guadalquivir	Grande de Tarija	Toropalca	Blanco	Caiti	Cotagaita	San Juan del Oro	Tupiza
Código	BO1	BO2	BO3	BO4	BO5	BO6	BO7	BO10	BO11
Condición Biológica 2013	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aguas contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas muy contaminadas
Condición Biológica 2014	Se evidencia algún efecto de contaminación	Aguas muy contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas contaminadas	Aguas Contaminadas

En Paraguay, se realizaron evaluaciones de fitoplancton en todos los puntos de monitoreo. Los resultados pueden ser consultados en el sitio web del CIC (<http://cicplata.org/>).

Al igual que en el caso de los macroinvertebrados, las conclusiones de la evaluación de fitoplancton se deben contrastar con los resultados de la caracterización química de las aguas. A diferencia de los bioindicadores considerados en Bolivia, las medidas de fitoplancton han sido sistematizadas por GEMS, siendo posible identificar su código e integrarlo en las tablas armonizadas ya reportadas. Los resultados de parámetros microbiológicos de Paraguay pueden ser descargados desde la página del CIC (<http://cicplata.org/>).

Análisis de sedimentos

En la segunda campaña de monitoreo de Bolivia (2014), se tomaron dos muestras de sedimentos para determinar el grado de contaminación por metales pesados del río Pilcomayo, evaluándose 9 elementos para estimar el nivel de contaminación.

Las muestras fueron colectadas en la parte alta de la cuenca sobre el río Pilcomayo, en proximidades de la formación natural del sinclinal de Maragua, caracterizada por sus suelos calcáreos. En la **Figura 2.2** se puede observar la localización de los puntos de muestreo, aguas arriba (SED01) y aguas abajo (SED02) del mencionado sinclinal.

Tabla 2.8

Ensayos de ecotoxicidad en estaciones de Brasil

Muestra	Agua – Toxicidad crónica		Sedimento toxicidad aguda	
	1ra Campaña (invierno)	2da Campaña (verano)	1ra Campaña (invierno)	2da Campaña (verano)
Control	--	--	--	--
PAG	Tóxica*	No Tóxica	No Tóxica	Tóxica**
APA	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica
PAR	No Tóxica	Tóxica*	No Tóxica	No Tóxica
IGU	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica	Tóxica**
UR1	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica
UR2	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica	Tóxica**
UR3	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica	No Tóxica
Control de calidad Ensayos de sensibilidad	Daphnia similis		Ceriodaphnia dubia	
	KCl – CE50, 48 h		NaCl – CI25, 7 d	
Agosto/2013	524 mg/l		0,15 g/l	
Daphnia similis – banda de sensibilidad: 471 – 605 mg/l de KCl				
Ceriodaphnia dubia – banda de sensibilidad: 0,10 – 0,34 g/l de NaCl				

* Diferencia estadísticamente significativa respecto del control (Test de Fisher).

** Inmovilidad igual o mayor a 50%.

Tabla 2.9

Ensayos de ecotoxicidad en estaciones de Brasil

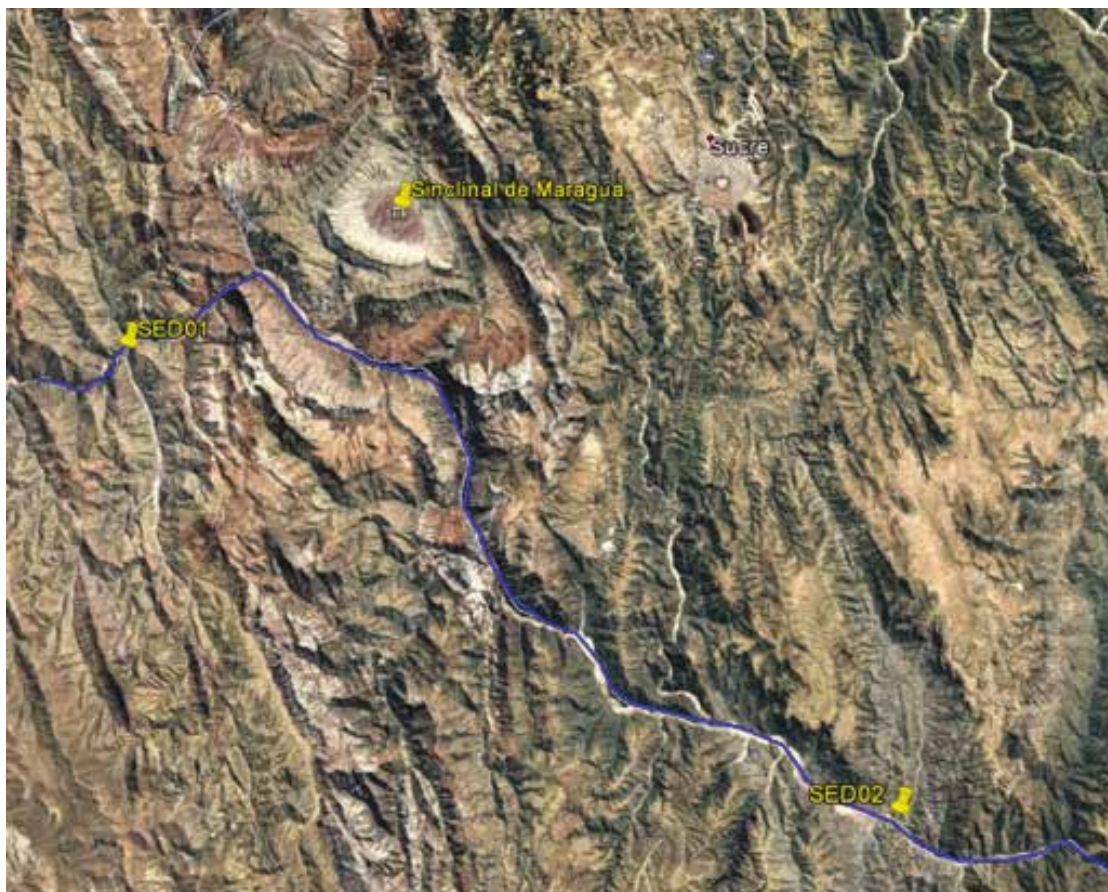
Estación	IQA 1ra Campaña (invierno)	IQA 2da Campaña (verano)	IVA 1ra Campaña (invierno)
PAG	93	46	4,4
APA	97	43	ND
PAR	97	81	2,2
IGU	97	55	2,2
UR1	93	46	3,2
UR2	95	51	2,2
UR3	90	86	2,2

Tabla 2.10

Categorización y ponderación de índices

Categoría	Ponderación IQA	Ponderación IVA
Óptima	$(79 < IQA \leq 100)$	$IVA \leq 2,5$
Buena	$(51 < IQA \leq 79)$	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
Regular	$(36 < IQA \leq 51)$	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
Mala	$(19 < IQA \leq 36)$	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$
Pésima	$(IQA \leq 19)$	$6,8 > IVA$

Figura 2.2

Sitios de muestreo de sedimentos en río Pilcomayo en el sinclinal de Maragua

A partir de los resultados analíticos obtenidos, que se presentan en la **Figura 2.3** (disponibles en el sitio web del CIC <http://cicplata.org/>), se puede notar un incremento en los contenidos de arsénico, mercurio y zinc aguas abajo de este sinclinal y una reducción en los niveles de cadmio, la cual se podría justificar como producto de un intercambio iónico.

En Brasil se evaluó la calidad de los sedimentos a través de las comunidades de zooplancton, zoobentos y fitoplancton.

La comunidad de zooplancton está compuesta por 50 grupos taxonómicos. Se establece que se tienen mayores grupos taxo-

nómicos en verano (V) que en invierno (I). Los grupos analizados se describen en la **Tabla 2.11**.

En relación a la comunidad de zoobentos, se encontraron 29 grupos taxonómicos en invierno y 24 en verano. Los ríos Paraguay y Apa presentaron la mayor diferencia en riqueza de grupos: el río Paraguay presentó 6 grupos en invierno y 15 en verano, mientras que en el río Apa se registraron 17 grupos taxonómicos en invierno y 7 en verano. En la **Figura 2.4** se presentan las abundancias relativas de la comunidad de bentos. Las **Figuras 2.5 y 2.6** muestran el incremento de la materia orgánica y nutrientes, respectivamente, hacia la desembocadura del río Uruguay.

Figura 2.3

Contenidos de metales en sedimentos de río Pilcomayo

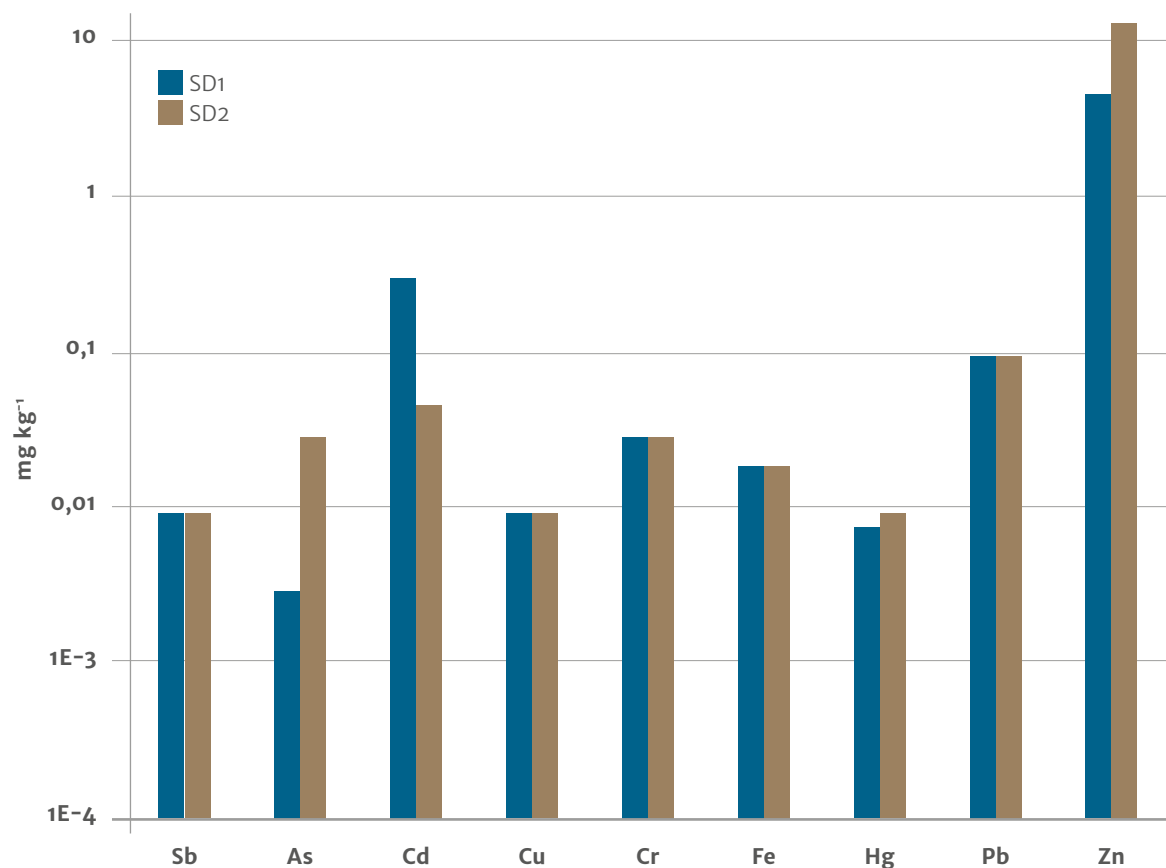


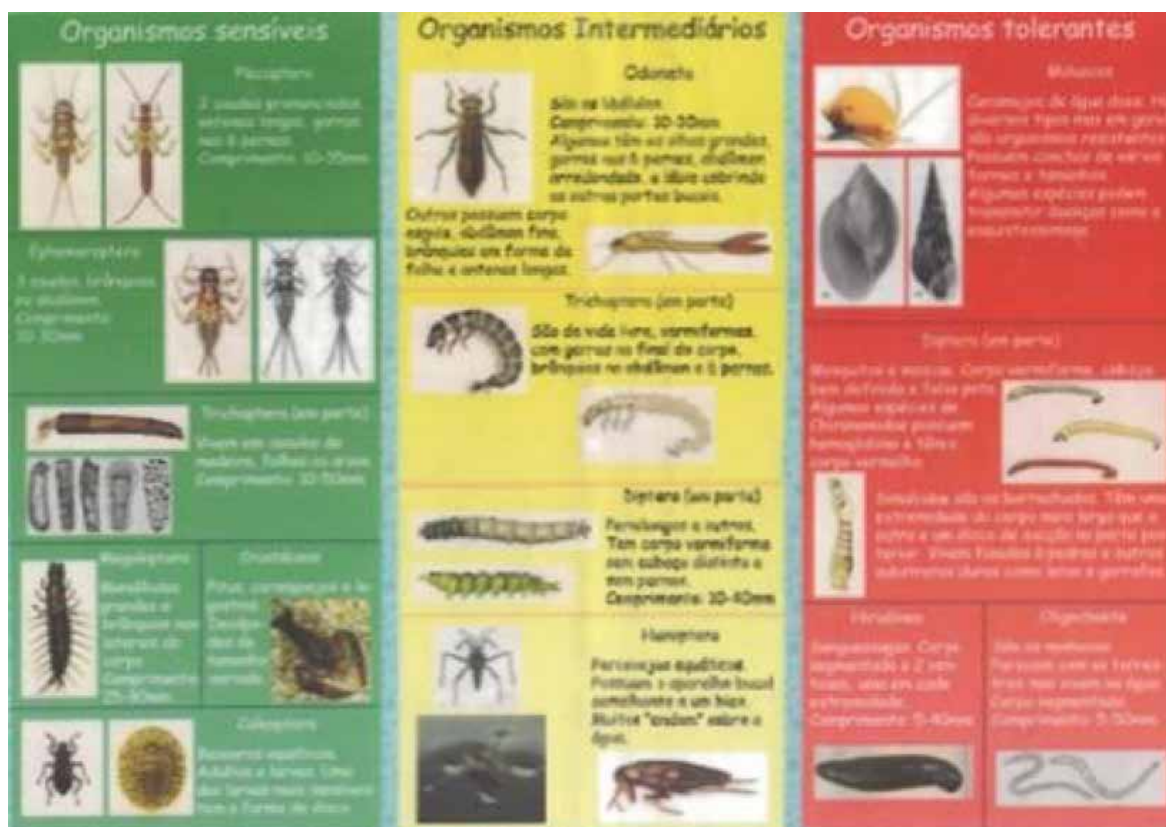
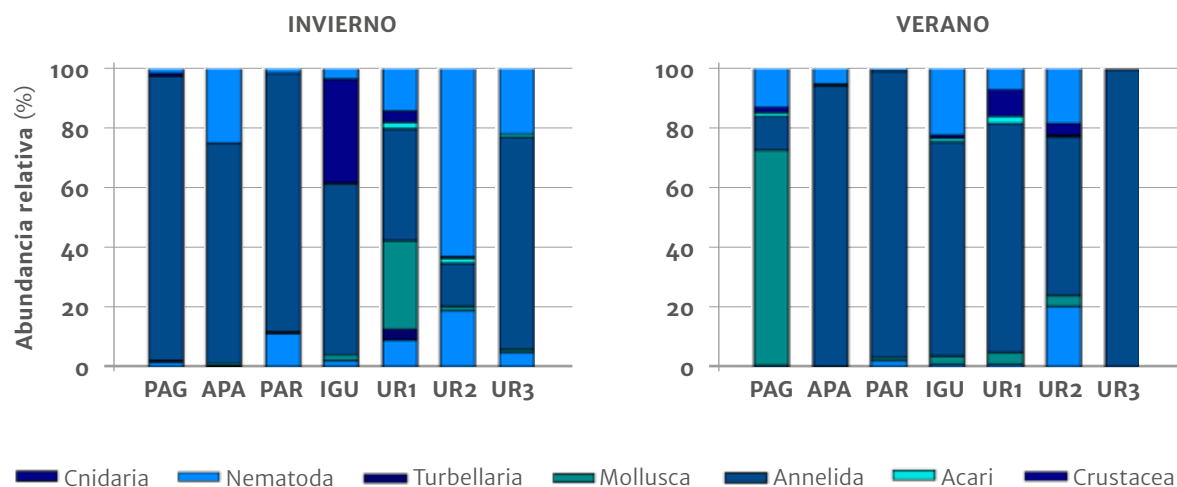
Tabla 2.11

Riqueza de grupos taxonómicos de zooplancton en Brasil

Grupo taxonómico zooplancton	PAG		APA		PAR		IGU		UR1		UR2		UR3	
	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V
Rotífera	4	14	4	6	3	11	1	5	3	5	1	2	1	3
Copépoda	6	6	1	3	6	8	2	3	2	0	2	0	1	1
Cladóceras	6	8	1	6	2	5	0	3	2	1	0	0	2	1
Total	16	28	6	15	11	24	3	11	7	6	3	2	4	5

Figura 2.4

Abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos, Brasil



Cartilla empleada para la identificación de micro y macroinvertebrados considerados en de la Cuenca del Plata según su sensibilidad frente a la contaminación del agua y sedimentos (Fuente: Cultivando Agua Buena-Itaipú, 2013).

Figura 2.5

Variación de porcentaje de materia orgánica en sedimentos, Brasil

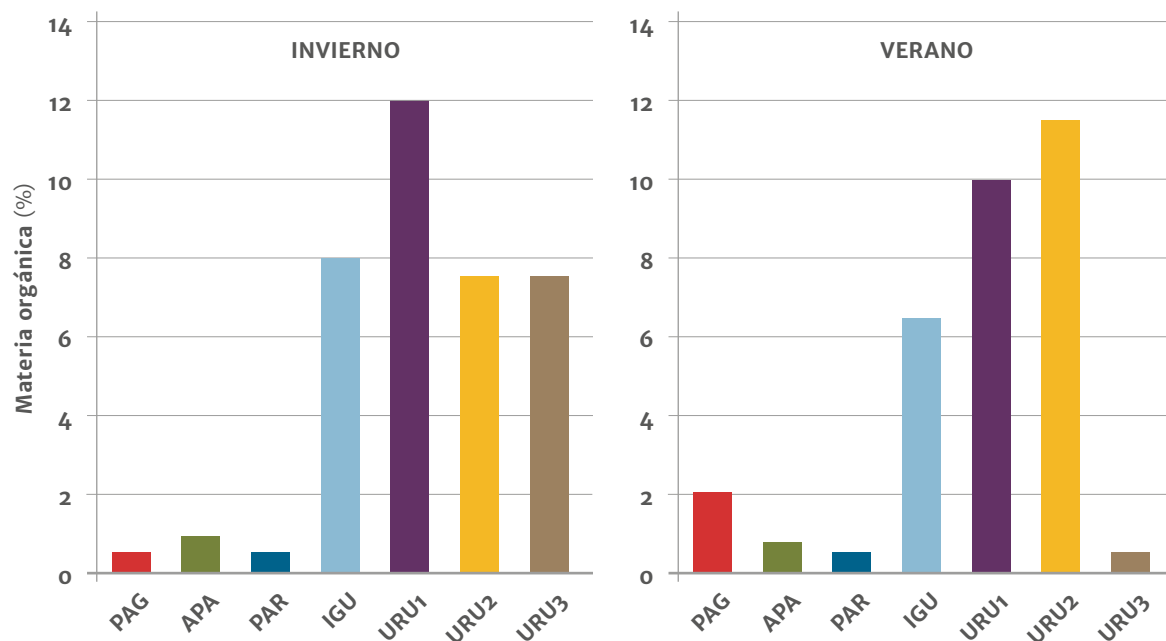
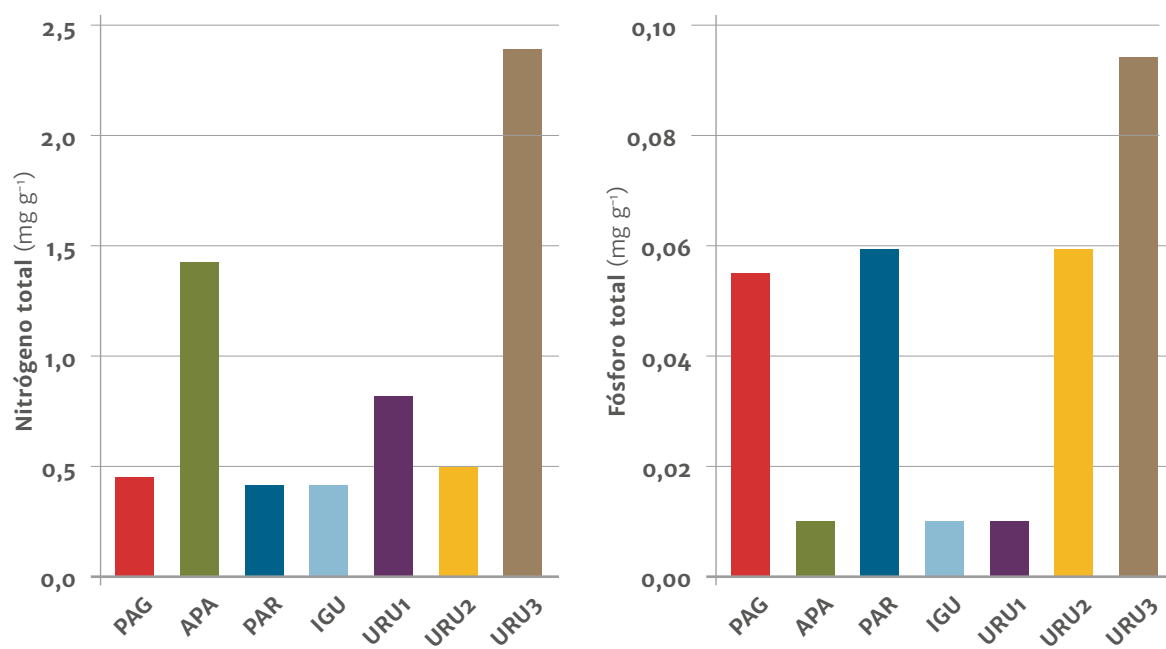


Figura 2.6

Variación de nitrógeno (N) y fósforo (P) total en sedimentos en invierno, Brasil



Se evaluó la composición porcentual de las diferentes fracciones granulométricas de los sedimentos y la variación de dichas fracciones entre las épocas de invierno y verano, descritas en la **Figura 2.7**, donde C: cascajo; AMG: arena muy gruesa; AG: arena gruesa; AM: arena media; AF: arena fina; AMF: arena muy fina; S+A: limo + arcilla.

La comunidad de fitoplancton fue una de las comunidades mayoritariamente presente y estudiada. La comunidad de fitoplancton encontrada en los dos periodos muestreados (agosto/2013 y marzo/2014) presentó 163 grupos taxonómicos, de los cuales 81 (49,7%) correspondieron a la clase *Bacillariophyceae*; 17 (10,4%) a la clase *Zygnemaphyceae*; 24 (14,7%) a la clase *Chlorophyceae*; 18 (11,0%) a la clase *Cyanophyceae*; 10 (6,1%) a la clase *Euglenophyceae*; 6 (3,7%) a la clase *Cryptophyceae*; 2 (1,2%) a las cla-

ses *Chrysophyceae* y *Dinophyceae* y 1 (0,6%) a las clases *Oedogoniophyceae*, *Rhodophyceae* y *Xanthophyceae*.

Las **Figuras 2.8 y 2.9** muestran que en agosto/2013 la estación con mayor riqueza de especies fue PAR, en el río Paraná, con 54 grupos taxonómicos, mientras que la menor riqueza se registró en la estación UR3, en el río Uruguay, con 21 grupos taxonómicos. En todas las estaciones hubo predominio de la clase *Bacillariophyceae*.

En general la riqueza fue mayor en las estaciones PAG, APA, PAR e IGU, siendo menores en el río Uruguay (UR1, UR2 e UR3). Los grupos taxonómicos más frecuentes fueron *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var *angustissima*, *Chroomonas* spp, y *Cryptomonas* spp, presente en todas las estaciones.

Figura 2.7

Composición granulométrica de sedimento, Brasil

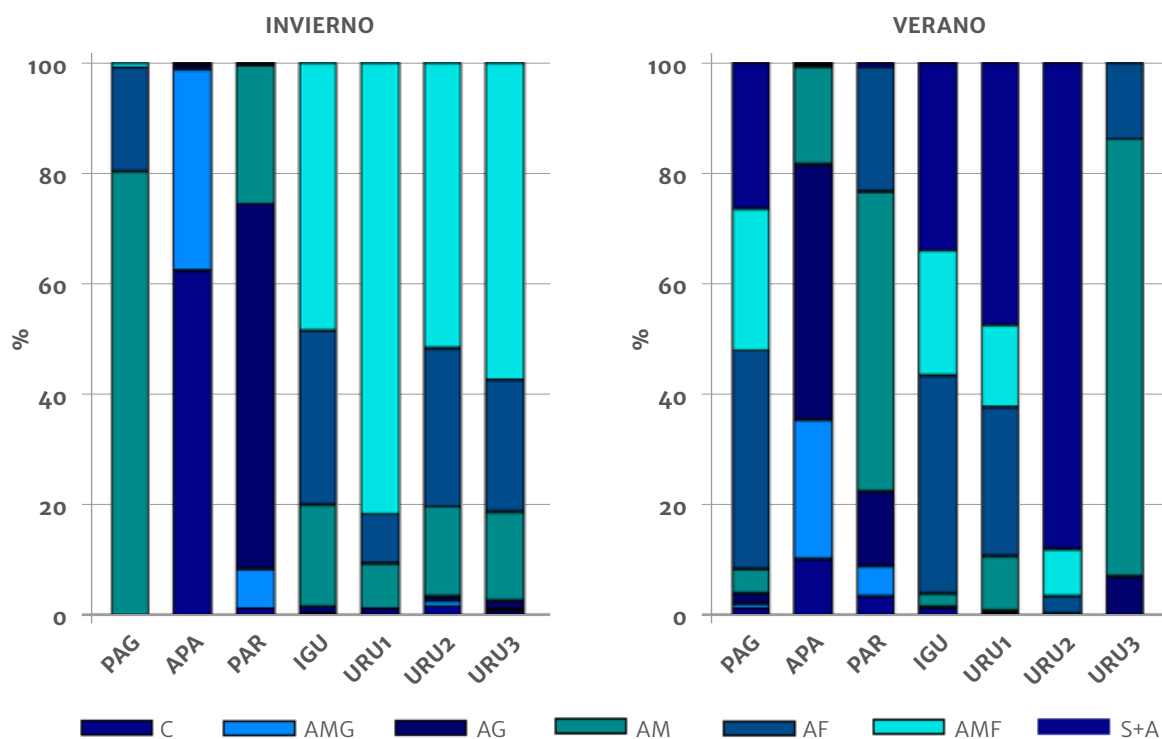


Figura 2.8

Riqueza de grupos taxonómicos de fitoplancton en invierno, Brasil

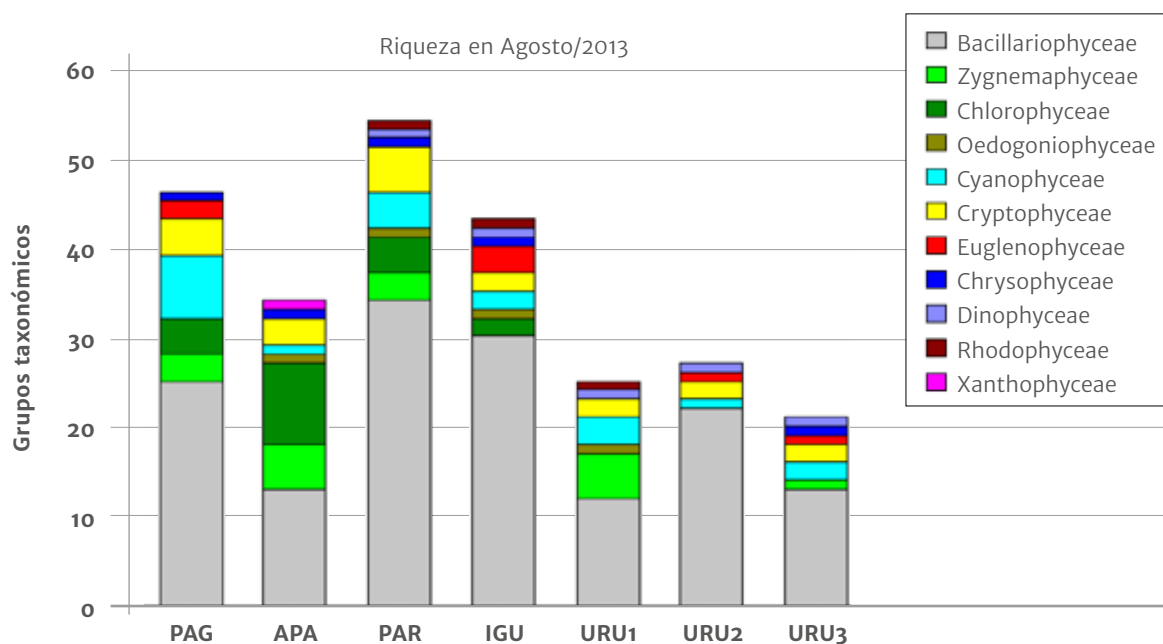
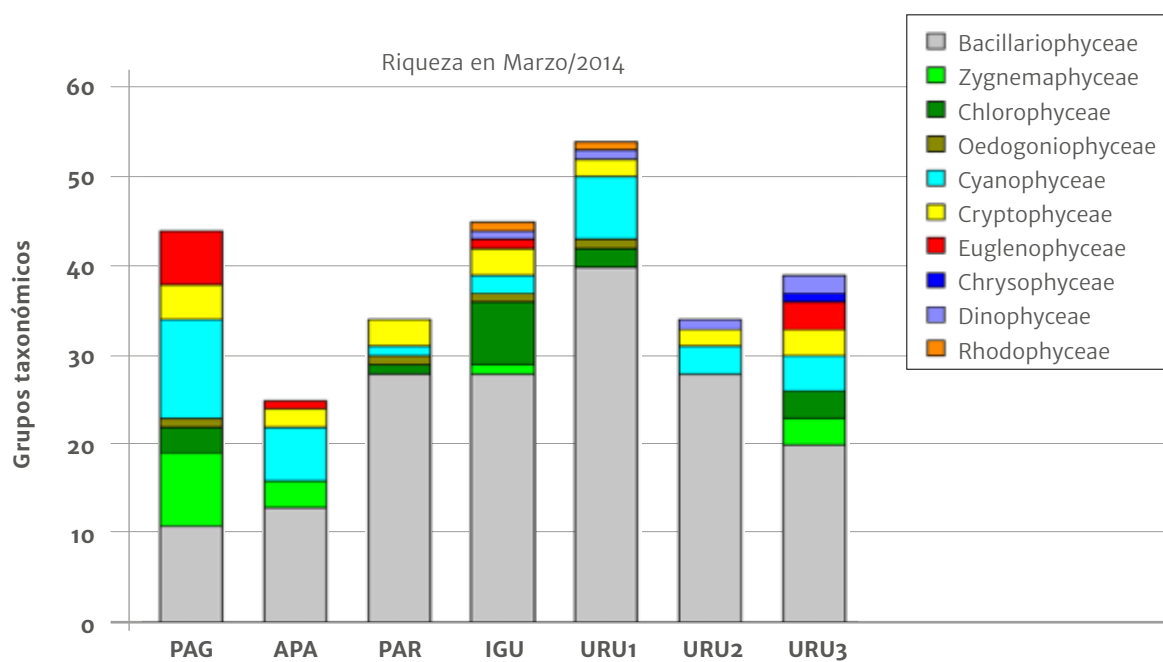


Figura 2.9

Riqueza de grupos taxonómicos de fitoplancton en verano, Brasil



En marzo de 2014 la mayor riqueza de especies se presentó en la estación UR1 en el río Uruguay, con 54 grupos taxonómicos, siendo *Bacillariophyceae* la clase predominante, mientras que la menor riqueza se registró en la estación APA con 25 grupos taxonómicos. De forma general en marzo las riquezas fueron mayores en la estación 1 del río Uruguay (UR1), la estación PAG (río Paraguay) y en el río Iguazú. Los grupos taxonómicos más frecuentes fueron *Synedra ulna*, *Chroomonas spp* y *Cryptomonas spp*.

Se debe destacar que el grupo taxonómico *Ceratium furcoides*, una especie invasora, estuvo presente en las estaciones PAR, IGU, UR1, UR2 y UR3, tanto en agosto/2013 como en marzo/2014.

En la **Tabla 2.12** se presentan cantidad y características de los grupos taxonómicos evaluados.

La **Tabla 2.12**, muestra que en agosto de 2013 (invierno) la región presentó una riqueza considerable de especies de algas, típicamente planctónicas. Los puntos PAG,

APA, PAR e IGU presentaron gran riqueza con predominio de la clase *Bacillariophyceae*. Las densidades y las diversidades también fueron mayores en los puntos PAG, APA, PAR e IGU.

En marzo/2014, la densidad de fitoplancton fue mucho menor respecto de agosto/2013 y la riqueza de grupos taxonómicos fue predominantemente de algas perifíticas, especialmente de la clase *Bacillariophyceae*.

En el Paraguay, datos históricos generados permiten confirmar la tendencia natural de deposición de los metales transportados por las aguas a lo largo del curso del río. Así los contenidos de metales en los sedimentos del puerto de Vallemí van paulatinamente disminuyendo hasta llegar a la ciudad del Pilar. Esta merma se evidencia en todos los metales evaluados (Véase **Figura 2.10**).

Una posible explicación para la reducción en la concentración de metales en su descenso por la cuenca, sería por los altos niveles de materia orgánica presentes en los sedimentos que los retendrían.

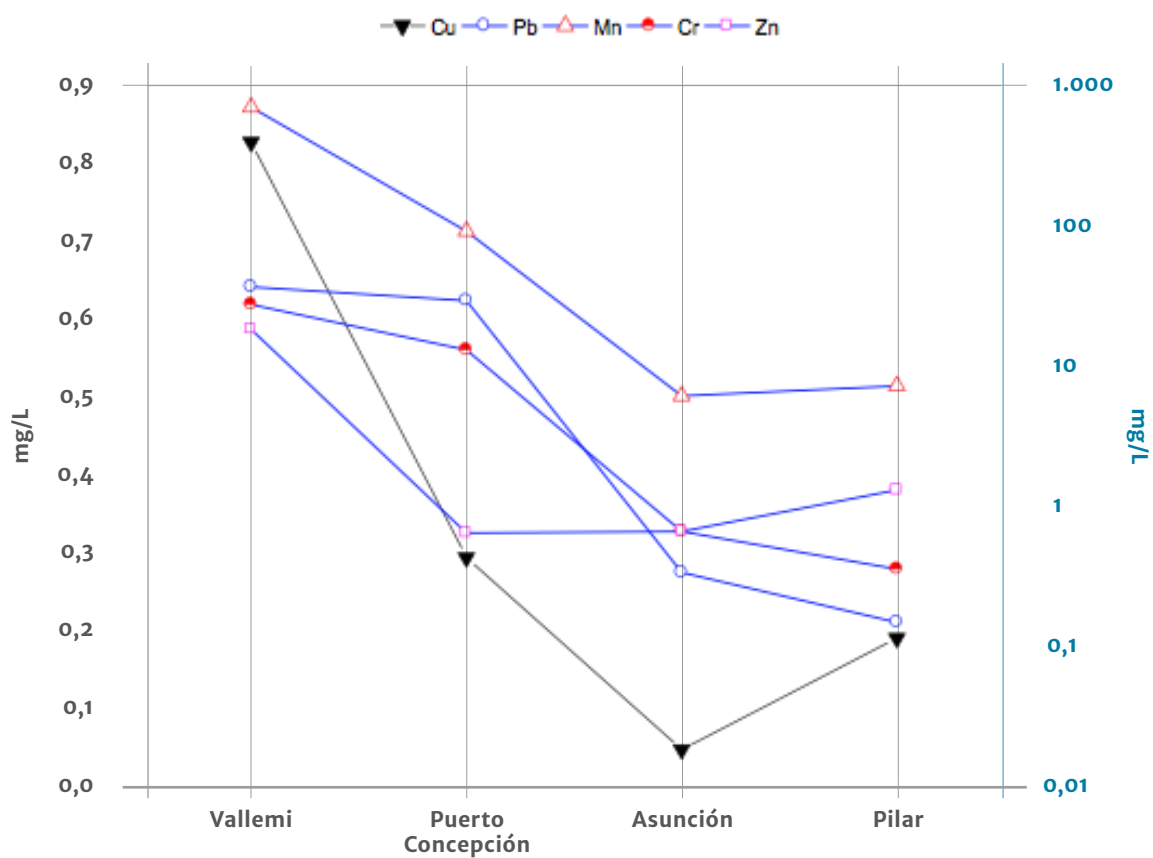
Tabla 2.12

Riqueza de grupos taxonómicos de zooplancton en Brasil

Estación	Riqueza (Grupos taxonómicos)		Diversidad (bits ind ⁻¹)		Equidad	
	Agosto/13	Marzo/14	Agosto/13	Marzo/14	Agosto/13	Marzo/14
PAG	46	44	2,04	1,14	0,490	0,570
APA	34	25	2,87	2,18	0,675	0,631
PAR	54	34	1,88	1,79	0,443	0,566
IGU	43	45	1,73	2,61	0,483	0,639
UR1	25	54	1,48	2,38	0,933	0,571
UR2	27	34	1,48	1,99	0,573	0,598
UR3	21	39	1,21	1,94	0,604	0,560

Figura 2.10

Riqueza de grupos taxonómicos de fitoplancton en invierno, Brasil



Capítulo 3:

Estimación de aportes de contaminantes principales de origen puntual y difuso

Las estimaciones de cargas contaminantes principales de origen puntual y difuso fueron realizadas con una mirada integral, compatibilizando en forma objetiva la información relevada para cada una de las 7 subcuencas. Esto permitirá hacer comparaciones válidas ya que existen diferencias considerables en cuanto a la escala o detalle de la información generada por cada país (Carsen, 2013). Se considera que la actividad industrial no es relevante para la determinación de cargas contaminantes (origen puntual) ya que en principio cumple con las normativas establecidas en cada país.

Aportes derivados del uso del suelo

Para la determinación de los aportes de contaminantes de origen difuso asociados al uso de los suelos de acuerdo a lo acordado con el Grupo Temática Calidad de Agua, se utilizó como referencia el informe *“Metodología para la determinación de los coeficientes de transporte (cuali y cuantitativo) considerando las distintas características de los suelos bajo actividades agropecuarias”*, aportado por la Coordinación Nacional de Uruguay” (Perdomo, 2013).

En relación al análisis de los aportes del uso del suelo, no fue posible integrar la información a la escala de subcuencas para un análisis general de un modo gráfico, debido a la utilización de capas con distinto grado de escala de análisis y distintas categorías de usos. Por este motivo, se presenta la información de estos aportes por país no pudiéndose homogeneizar la información en términos regionales.

En base a los contenidos de nitrógeno y fósforo en las subcuencas de los ríos Paraná y Paraguay, se evidencia el importante uso relacionado a los cultivos (ver **Figura 3.1**).

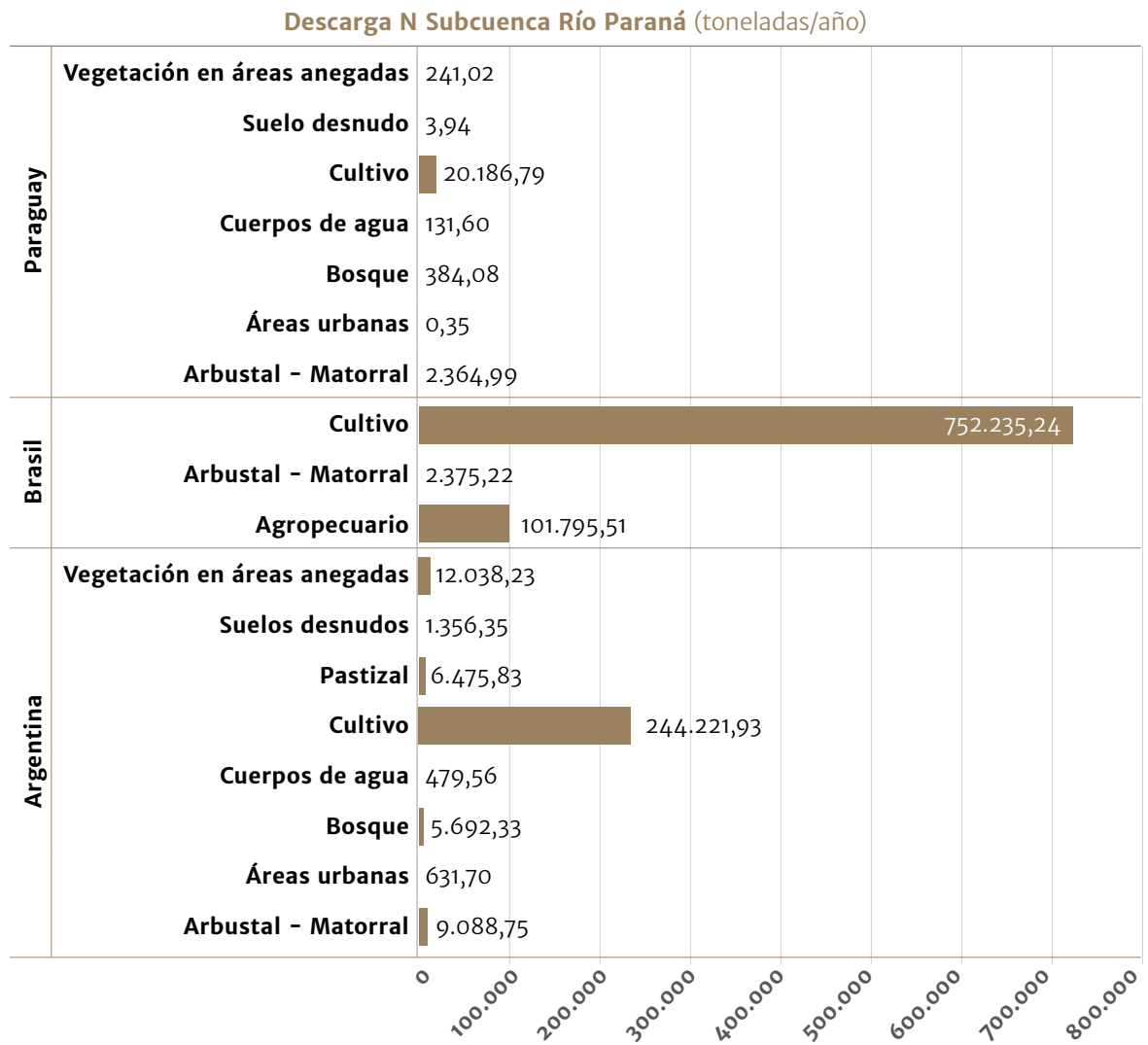
Aportes de materia orgánica de origen ganadero

La metodología aplicada considera los aportes que realizan la orina y estiércol de animales. Como referencia se consideró la información correspondiente a los censos nacionales agropecuarios, donde se indica el número de cabezas de ganado por departamento/ municipalidad.

Es importante considerar que al utilizar solo estos datos, se trata de una primera

Figura 3.1

Descargas estimadas (toneladas/año) de origen difuso de nitrógeno (N) a los grandes ríos de la Cuenca del Plata según usos del suelo



aproximación a la temática ya que los suelos realizan naturalmente una retención del nitrógeno y fósforo de origen animal por lo que podría aplicarse un factor de ajuste. Salas y Martino (2001) sugieren un factor de corrección por retención en suelo igual a 0,925 asumiendo que el pastoreo de los animales es no restringido y con una distribución homogénea y al azar de los mismos, no contemplándose las deposiciones concentradas en lugares de ordeño, corrales no cheros, abrevaderos, *feed lots*, etc. (Perdomo, 2013) ni las distintas características del suelo a escala local e interacción con sus aguas subterráneas.

En el momento de realizar las estimaciones de estos aportes, se optó por no aplicar el coeficiente de corrección mencionado, facilitando la aplicación de modelos de calidad de agua.

Considerando a los principales elementos aportados por la ganadería (nitrógeno, fósforo y oxígeno), se observa que las producciones bovinas, ovinas, caprinas y porcinas aportan en forma diferente según la zona.

Los bovinos realizan aportes significativos en las subcuencas de los ríos Paraná, Uruguay y, en menor grado, en la del Río de la Plata, con rangos entre 1175 y 670 toneladas/

día de aporte (véase **Figura 3.2**). La producción ovina aporta mayores cargas orgánicas en las subcuencas de los ríos Uruguay y Pilcomayo. El ganado caprino lo hace principalmente en las subcuencas del río Pilcomayo y Bermejo, mientras que el ganado porcino genera aportes importantes en las subcuencas del río Pilcomayo, Paraná y, en menor grado en la del río Uruguay.

Aportes derivados del uso domestico

Considerando a los 3 parámetros principales (DBO₅, P y N) los mayores aportes se realizan en la subcuenca del río Paraná, siguiendo en importancia la subcuenca del Río de la Plata (véase **Figura 3.3**).

Importancia relativa de los distintos aportes

Considerando los datos presentados anteriormente, se puede concluir que las principales cargas contaminantes corresponden a los aportes domésticos en la subcuenca del río Paraná, a la ganadería bovina en las subcuencas del Paraná y Uruguay, donde en esta última la producción ovina realiza también aportes significativos. Otras fuentes de materia orgánica se consideran poco significativas frente a las ya mencionadas.

Figura 3.2

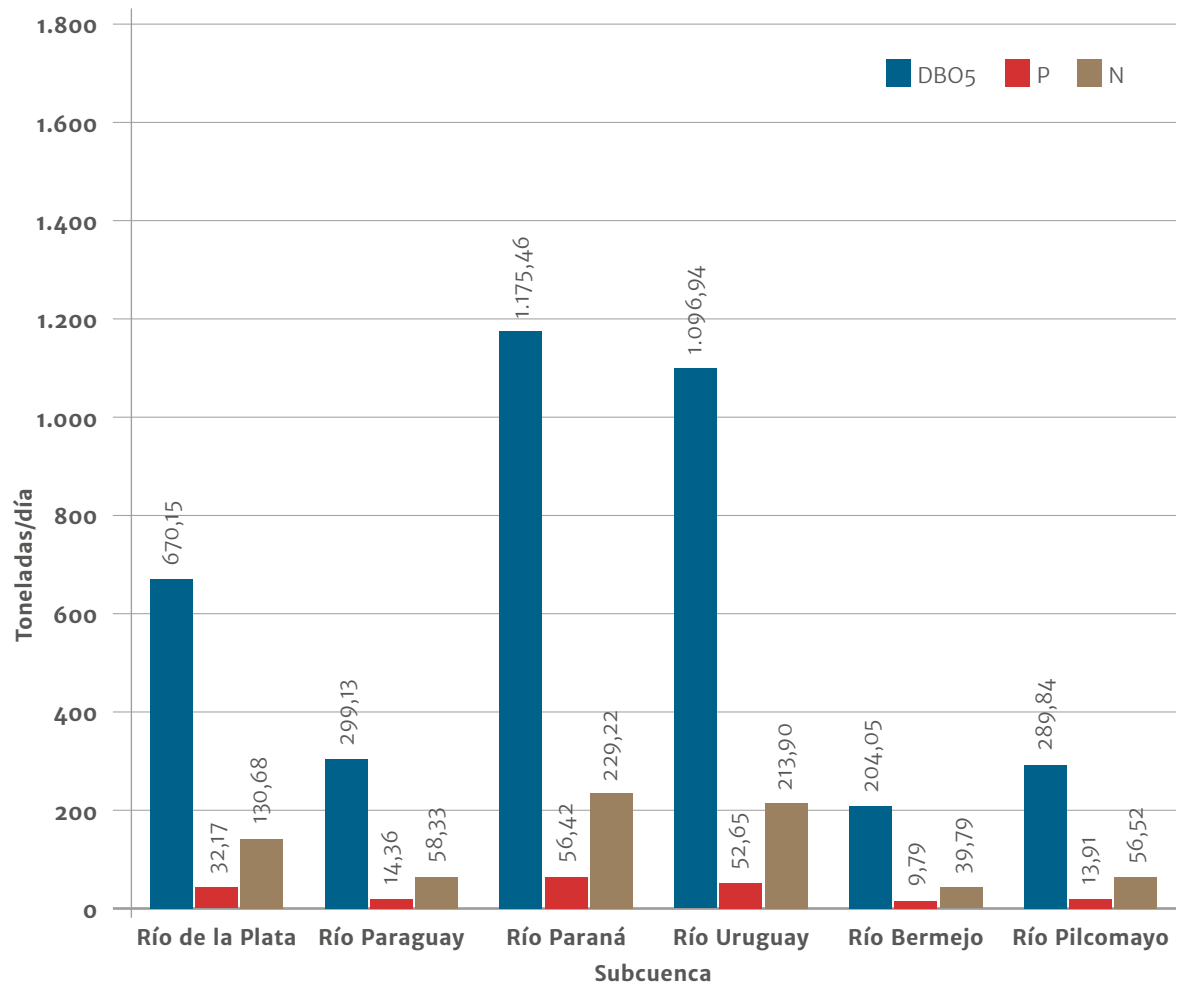
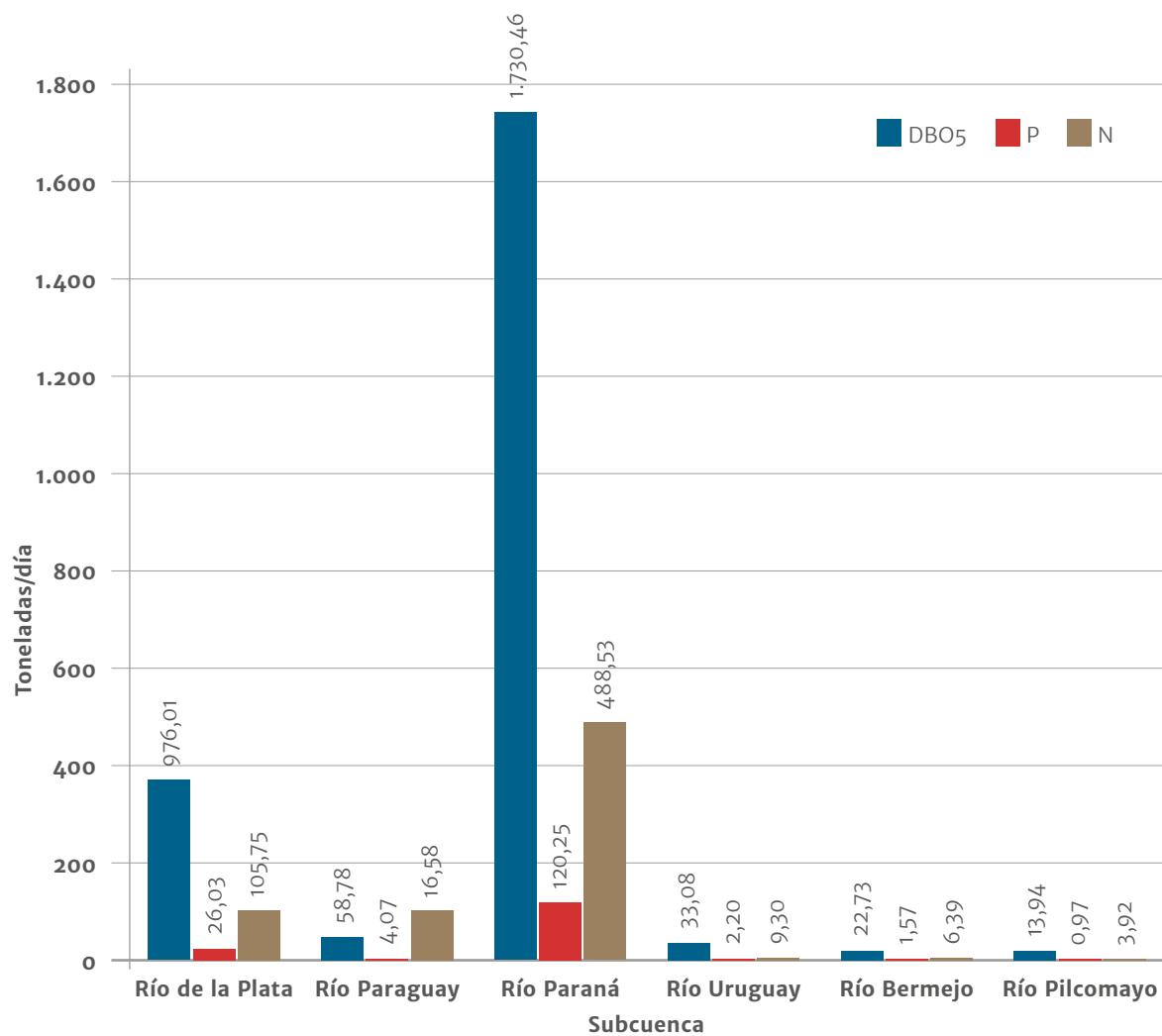
Aportes de ganado bovino en DBO₅, P y N por subcuenca

Figura 3.3

Aportes domésticos de descargas de DBO₅, P y N por subcuenca

Capítulo 4:

Campañas de monitoreo: cargas de contaminantes principales transportadas por los grandes ríos de la Cuenca

En el Río de la Plata, a la altura del frente de máxima turbidez (FMT), es donde se deposita la mayor parte de los sedimentos en suspensión provenientes de los cursos de sus afluentes. Son principalmente limos y arcillas donde se encuentran adsorbidos muchos contaminantes.

En las **Tablas 4.1 y 4.2** se resumen los aportes de contaminantes inorgánicos y orgánicos de los principales ríos de la Cuenca.

Producto de los resultados obtenidos, se puede inferir que la Cuenca del Plata concentra los aportes inorgánicos, principalmente sulfatos, cloruros, calcio y hierro, y en menores cantidades zinc, que suman cerca del 99,6% del total. Esto conduce, a mediano y largo plazo, a la salinización de los suelos con la consiguiente reducción de la fertilidad.

Es importante destacar la presencia de boro (microelemento), naturalmente lixiviado de las cuencas altas de los ríos Pilcomayo y Bermejo, que si bien a nivel de la Cuenca del Plata se encuentra en bajas concentraciones, representa a mediano y largo plazo un potencial peligro. Sería importante complementar los datos obtenidos con es-

tudios de especiación o fraccionamiento de metales y metaloides en los sedimentos del Río del Plata, con la finalidad de establecer la cantidad y formas en las que se hallan asociados estos elementos a los sedimentos.

De las cinco o más fracciones posibles que se puedan encontrar en los sedimentos de la parte baja de la Cuenca del Plata, es muy posible que los metales se encuentren mayoritariamente asociados a la fracción orgánica.

Contaminaciones halladas en los principales ríos

En la subcuenca del Paraná se observa que los efluentes de las industrias ligadas a la ganadería, el cultivo de caña de azúcar y los criaderos de cerdos y de pollos representan importantes aportes de contaminación por materia orgánica, con la consecuente disminución de los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua. Asimismo, se observan problemas de contaminación, principalmente en zonas cercanas a grandes conglomerados urbanos producto del desarrollo industrial, como las ciudades de Rosario y Santa Fe y zonas con actividades industriales específicas, como la ciudad de Esperanza, que se caracteriza por

Tabla 4.1

Aportes de cargas contaminantes inorgánicas a la Cuenca del Plata

Río	As	B	Ca	Cd	Zn	Cl	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	SO ₄	Total	%
Pilcomayo	188	1.876	209.926	6	1.508	629.779	378	395	366.037	2	450	828.657	2.039.292	8,6
Bermejo	17	584	102.690	23	177	100.133	45	0	18.359	0	21	221.572	443.690	1,9
Paraguay	0	0	3.214.972	0	11.568	1.502.323	2.704	1.052	80.825	0	0	5.348.271	10.166.544	42,7
Paraná	0	10.418	1.183.865	5.683	14.680	2.841.276	4.262	0	910.629	0	3.788	3.314.822	8.304.647	34,9
Uruguay	0	0	749.594	0	1.430	986.308	740	493	192.330	0	2121	936.992	2.873.179	12,1
Total	205	12.878	5.461.047	5.712	29.363	6.059.819	8.129	1.940	1.568.180	2	6.380	10.650.314	23.827.352	100
%	0,001	0,054	22,92	0,024	0,123	25,43	0,034	0,008	6,58	0,00001	0,027	44,70		

En toneladas/año.

Tabla 4.2

Aporte globales de cargas orgánicas a la Cuenca del Plata

Río	N_NO ₃	N_NO ₂	N_NH ₄	NTK	P_T	P_PO ₄	%
Pilcomayo	75	83.995	630	75	381.182	72.5213	2,6
Bermejo	53	18.359	213	21	221.572	44.3461	1,6
Paraguay	1.052	80.825	75.116	3.756	5.348.271	10.401.891	37,1
Paraná	464	8.348	46	93	3.246.542	13.611.314	48,5
Uruguay	493	19.2330	10	2121	936.992	2.887.774	10,3
Total	2.137	38.3857	76.015	6.066	10.134559	28.069.653	

En toneladas/año.

la presencia de curtiembres que vierten sus efluentes en la zona norte de la cuenca del río Salado, afluente del Paraná.

En la subcuenca del Paraguay se observan diversos problemas de contaminación. En la cuenca alta existen depósitos de estaño en forma de casiterita y drenaje ácido, consecuencia de la actividad minera y de sus pasivos ambientales. Las descargas de aguas utilizadas en la extracción y procesamiento, así como en la erosión y disolución de los desechos de minería, contaminan los ríos y también las aguas subterráneas. La información sobre la afectación de los acuíferos es aún preliminar y la correspondiente a la contaminación de las aguas superficiales como resultado del drenaje ácido de la minería a cielo abierto, no es del todo precisa. De ahí la importancia que tienen las acciones para prevenir y controlar la contaminación luego del cierre de un emprendimiento minero.

Por su parte, en el sector brasileño de esa cuenca alta, los recursos hídricos también se encuentran contaminados como resultado de actividades mineras, principalmente en el Estado de Mato Grosso, y por los pesticidas utilizados en cultivos anuales en la región del Planalto.

Aguas abajo, las mayores cargas de contaminantes provienen de la actividad agrícola (cultivos y pasturas) y principalmente de descargas de efluentes domésticos e industriales en áreas cercanas a grandes centros urbanos como Concepción, Asunción y Pilar.

Se observó una alta concentración de fenoles –indicando probable contaminación proveniente de industrias, entre ellas la maderera– en el curso del río Paraguay, en Humaitá y en uno de sus tributarios, el río Apa. Los fenoles son compuestos altamen-

te tóxicos para las especies acuáticas y no pueden ser degradados biológicamente.

En la cuenca alta del río Uruguay, las mayores fuentes de contaminación industrial se encuentran en los ríos tributarios Peixe y Canoas, que reciben altas cargas de contaminación de origen puntual y difusa, debido a la actividad industrial del Estado de Santa Catarina.

Los efluentes originados por industrias papeleras, curtiembres y alimentarias provenientes de las ciudades de Caçador y Videira (cuenca del río Peixe) y Lages (cuenca del río Canoas) representan una fuente importante de contaminación por metales pesados y otras sustancias, además de materia orgánica. Estas cargas se han incrementado debido al crecimiento en la producción, la tercerización de la producción industrial y la dificultad en el tratamiento de pequeñas cargas, que llevan a la producción de cargas difusas para la cuenca.

La mayor parte de los efluentes urbano-industriales se descargan en los sistemas fluviales, con escasos o nulos tratamientos, lo que genera condiciones ambientales inadecuadas en la mayoría de los ríos urbanos que drenan de dichas ciudades.

En esta subcuenca se observa un incremento de la aparición de floraciones algales nocivas (cianobacterias), consecuencia de procesos de eutrofización asociados a incrementos del vertido de nutrientes. En algunos casos estas floraciones pueden representar una amenaza para las fuentes de agua potable, ya que los tratamientos convencionales no remueven las cianotoxinas. Estos eventos de floraciones algales nocivas también se trasladan a la margen uruguaya del Río de la Plata.

En el Río de la Plata, tres fuentes de contaminación han sido identificadas como

las responsables de la contaminación de su franja costera: el vertido de descargas de efluentes cloacales, el vertido de efluentes industriales y el vertido de residuos sólidos urbanos. Las primeras dos están disminuyendo debido a la extensión de la red cloacal y a un mayor control de efluentes industriales. En cambio, la presencia de residuos sólidos urbanos en diversos arroyos urbanos y suburbanos es una problemática creciente, principalmente debido a un incremento en la generación de residuos y a una baja aceptación del sistema de recolección. Además, también contribuye a este tipo de contaminación, el uso de los cursos de agua como recipiente de los residuos no reciclados y descartados por los individuos recolectores, los que son arrastrados, especialmente cuando llueve, por la red de drenaje a los cursos de agua superficiales que vierten sus aguas en la zona costera del Río de la Plata.

La asimetría en el desarrollo urbano e industrial entre ambas zonas costeras (uruguay y argentina) se ve reflejada en la calidad del agua y de los sedimentos. A modo de ejemplo, mientras en la margen occidental del Río de la Plata se ubican más de 15.000 industrias, en su margen oriental hay alrededor de doscientas. Por lo tanto, la mayor contaminación de origen urbano-industrial

proviene de las ciudades de Buenos Aires y su conurbano y La Plata y Gran La Plata. Se destacan por su alto grado de contaminación las cuencas de los ríos Matanza-Riachuelo y Reconquista, además de numerosos arroyos y ductos.

Como en otros sistemas de transición, se observa una zona de agua más turbia o de máxima turbidez, en donde interactúan el agua dulce del Río de la Plata y el agua salada del océano Atlántico, lugar donde se acumulan sedimentos (parte de ellos contaminados, por ejemplo, con metales pesados y compuestos orgánicos persistentes) y residuos sólidos de fuentes costeras del Área Metropolitana de Buenos Aires y de la Cuenca del Plata. Esto es causado por dos procesos simultáneos: i) algunas sustancias naturales (orgánicas e inorgánicas) transportadas por el agua dulce del Río de la Plata (ya sea disueltas o adsorbidas al material en suspensión) se condensan y precipitan cuando la salinidad aumenta repentinamente y ii) el agua salada proveniente del mar ingresa en profundidad por su mayor densidad y peso y actúa como una cuña, forzando al material liviano asentado en el fondo a entrar nuevamente en suspensión, incrementando de esta forma la biodisponibilidad de los contaminantes “atrapados” en los sedimentos.

Capítulo 5:

Consideraciones finales y conclusiones

Los países de la Cuenca del Plata realizaron un esfuerzo realizando dos campañas de monitoreo en forma coordinada, aplicando una metodología en común descrita en la Guía Metodológica para Evaluación de la Calidad del Agua en las Estaciones de la Cuenca del Plata (ver *Parte 2*).

Si bien los estudios no fueron los mismos en todos los países, los trabajos permitieron poner en evidencia el estado de las aguas, una clara identificación de áreas críticas donde actuar en forma correctiva y del origen y tipo de contaminantes encontrados.

Las principales amenazas encontradas son la contaminación de origen puntual –consecuencia del vertido de efluentes cloacales e industriales y, en algunas zonas específicas, proveniente de la actividad minera y petrolera– y de origen difuso, resultante de la actividad agropecuaria, además de los residuos sólidos urbanos que son vertidos por las redes de drenaje a los cauces principales de los ríos. Cabe destacar que la contaminación del agua por residuos sólidos urbanos es una temática que, en muchos cuerpos de agua internacionales, es considerada crítica y transfronteriza.

Por otra parte, si bien no han sido medidos en los monitoreos efectuados, se considera que los efluentes cloacales aportan lo que se ha dado en denominar contaminantes emergentes como, por ejemplo, antibióticos, tranquilizantes y otras drogas farmacéuticas que diariamente son ingeridas por la población y cuyos metabolitos finalmente son vertidos a los cuerpos de agua superficiales por las redes de saneamiento, representando una amenaza para los ecosistemas acuáticos. A nivel de la Cuenca del Plata se observa en términos generales que la contaminación orgánica de origen difuso –principalmente como consecuencia de actividades agropecuarias– predomina sobre la de fuentes puntuales. Sin embargo, ambas presentan una paridad en el caso de la subcuenca del Paraná y se invierte la predominancia para la subcuenca propia del Río de la Plata. Esto se explicaría por la presencia en esas subcuencas de las grandes metrópolis, como San Pablo y Buenos Aires, respectivamente.

El impacto generado por la materia orgánica cobra mayor relevancia en el caso de fuentes puntuales en cursos de bajo caudal, típico de las cabeceras de cuenca, en

contraposición con los grandes ríos, que se caracterizan por su alta capacidad de autodepuración.

En lo que respecta a metales pesados, los aportes principalmente son consecuencia de la actividad industrial y minera. Por ejemplo, la contaminación por presencia de metales pesados en los ríos Pilcomayo y Bermejo tiene como origen la fuerte actividad minera en las cabeceras de sus respectivas cuencas sobre territorio boliviano. Constituye un caso emblemático considerando que es una actividad que se desarrolla desde la época precolonial.

Más allá de lo expuesto anteriormente, dada la gran superficie de la Cuenca del Plata y las diversas actividades antrópicas y su grado de desarrollo, cada subcuenca presenta sus particularidades en lo que respecta a la pérdida o amenazas a la calidad del agua.

En lo relativo a las legislaciones nacionales, el tema se encuentra desarrollado con distinta intensidad, por lo que existe un amplio “paraguas” tanto nacional como regional, constituido por varios tratados, algunos que incluyen a los cinco países y otros solo a algunos de ellos.

Existe una guía de metodología aprobada en 1991 por los cinco países y está en proceso la configuración de otra con actualizaciones. Argentina y Uruguay han llevado a cabo monitoreos conjuntos en la zona de uso común del Río de la Plata, en el marco del proyecto FREPLATA y se acordaron objetivos de calidad para esa zona. Asimismo, Argentina, Bolivia y Paraguay realizan monitoreos conjuntos en la cuenca del río Pilcomayo, habiendo definido valores de referencia para metales entre los tres países, dada la prioridad de esa problemática para dicha subcuenca. Se observa, sin embargo, que no hay suficiente articulación entre gobiernos cen-

trales y locales, con instituciones débiles e insuficientes recursos humanos.

Dado que la contaminación de las aguas de la Cuenca constituye un riesgo potencial para la salud humana y para la biodiversidad, se estableció que su origen es multicausal.

Entre las causas técnicas encontramos el uso inadecuado de agroquímicos provenientes de la actividad agropecuaria y agroindustrial, tratamiento inadecuado de aguas residuales (domésticas e industriales), la descarga de metales pesados producto de la actividad minera y una insuficiente gestión de sustancias peligrosas. También, el aporte de nutrientes a los cuerpos de agua, la disposición inadecuada de residuos sólidos en valles de inundación y una pobre gestión de residuos en el transporte transfronterizo.

Como causas de origen socio-cultural encontramos a la pobreza y su consecuencia particular en la capacidad de gestión sustentable de los recursos hídricos, la deficiencia en el cumplimiento de las normativas existentes, baja educación hídrica ambiental y la falta de conciencia sobre la valoración de bienes y servicios ambientales.

Los motivos económico-gerenciales identificados fueron: monitoreo y control insuficiente de las aguas, falta de inversión en plantas de tratamiento de líquidos cloacales y de efluentes industriales y mantenimiento deficiente de las plantas de tratamiento existentes. Se identifican también recursos insuficientes para la gestión adecuada de la calidad del agua, escasos recursos para la mitigación de la contaminación minera, un manejo inadecuado de la actividad agropecuaria y falta de cuantificación y valoración de pasivos ambientales. La actividad minera no tiene adecuación ambiental, faltan medidas no estructurales para el

control de la erosión y no se valora al agua como un recurso natural estratégico. En general, los gestores ambientales tienen escasa capacitación.

Las principales causas político-institucionales encontradas son: la falta de visión y una política de gestión integrada en la cuenca, la heterogeneidad de normas y estándares de calidad de agua, ausencia de políti-

cas de desarrollo que estimulen el empleo de tecnologías limpias y la minimización de residuos. Las normativas sobre gestión de calidad de aguas tienen distintos grados de desarrollo, encontrándose además déficit en su aplicación. Se observan distintos grados de consideración de la calidad del agua en las políticas de estado, finalizando con problemas de integración de los organismos ambientales y de recursos hídricos.

Capítulo 6:

Recomendaciones

En la búsqueda de respuestas y tomando en consideración las distintas causas de los diversos problemas se plantean las siguientes recomendaciones como aporte para la preparación del Programa de Acciones Estratégicas:

- Armonizar normativas y desarrollar criterios consensuados para la evaluación y el monitoreo de la calidad del agua.
- Buscar fuentes de financiamiento para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.
- Buscar fuentes de financiamiento para la implementación de mejores prácticas para el monitoreo y la gestión de la calidad ambiental en emprendimientos mineros.
- Promover la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y de uso racional de agroquímicos.
- Intercambiar experiencias sobre disposición y reciclaje de residuos sólidos urbanos.
- Intercambiar experiencias sobre la disposición de residuos en el transporte transfronterizo.
- Fortalecer los organismos encargados de la gestión de la calidad del agua.
- Desarrollar programas conjuntos de monitoreo de calidad y cantidad del agua entre los países.
- Desarrollar programas de capacitación de gestores ambientales.
- Desarrollar programas de capacitación y educación ambiental.
- Promover la participación ciudadana en la prevención de la contaminación doméstica y urbana.
- Desarrollar planes de valoración e implementación de servicios ambientales.

Referencias

- Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos. Noviembre, 2015. Producto 2 Final, Subcomponente II.2. Evaluación de la Calidad y Cantidad de Agua, Monitoreo de Calidad y Cantidad de Agua, Paraguay.
- Carsen Pittaluga A. Octubre 2013. Estimación de Cargas Contaminantes Principales de la Cuenca del Plata. Proyecto Programa Marco de la Cuenca del Plata.
- Fundação do Instituto de Biociências (FUNDIBIO), enero, 2014. Biomonitoramento integrado ao Monitoramento de Qualidade de Água na Bacia do Prata – ríos transfronteiriços do território brasileiro.
- Fundación para el Desarrollo de la Ecología (FUND-ECO). Marzo, 2014. Informe Final, Monitoreo y Evaluación de la Calidad y Cantidad de Agua en la Cuenca Alta de los Ríos Pilcomayo y Bermejo (Bolivia), Sub-Componente II.2 Calidad y Cantidad de Agua, Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata.
- Programa Marco. Agosto, 2012. Guía Metodológica para Evaluación de la Calidad del Agua en las Estaciones de la Cuenca del Plata. Tercera versión.
- Archer J., et. al. Octubre, 2005. Aqueous Exposure and Uptake of Arsenic by Riverside Communities Affected by Mining Contamination in the río Pilcomayo Basin, Bolivia, Mineralogical Magazine, Vol. 69 (5) 719-736.
- Miller J.R., et. al. 2004. Heavy Metal Contamination of Water, Soil and Produce within riverine Communities of the Río Pilcomayo basin, Bolivia. Science of the Total Environment 320, 189-209.
- Lobos J., Jakomin, L. M. Marzo, 2015. Monitoreo de Calidad y Cantidad de Agua, Informe Final 2da Campaña, Subcomponente II.2. Calidad y Cantidad de Agua, Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- Higa Luis, Jakomin, L. M. Febrero, 2014. Monitoreo de Calidad y Cantidad de Agua, 2do Informe, Subcomponente II.2. Calidad y Cantidad de Agua, Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- Lopolito María Fernanda. Agosto 2009. Sistema Integral de Información Ambiental y Base de Datos de la Cuenca del río Bermejo, Componente Calidad de Agua.
- Natale O.E., Gestión de la Calidad de las Aguas en la Cuenca del Plata.

Perdomo C. 2013. Metodología para la Determinación de los Coeficientes de Transporte (cuali y cuantitativo) Considerando las Distintas Características de los Suelos bajo Actividades Agropecuarias. Informe preparado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y pesca (MGAP) para Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), Uruguay.

Ramiro Escalera R. Agosto, 2006. Interpretación de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del río Pilcomayo y su Relación con los Impactos de la Actividad Minera, Hidrocarburífera, Urbana u Otra. Centro de Investigaciones en Procesos Industriales, Universidad Privada Boliviana.

Parte 2

Guía metodológica para evaluación de la calidad del agua en las estaciones de la Cuenca del Plata¹

¹ La primera versión de esta guía fue confeccionada en el 2004, la segunda en 2005 y la actual data de septiembre del 2015.

Capítulo 1:

Introducción

En el marco de las reuniones sostenidas durante el 2011, los participantes del Subcomponente II.2 Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua deciden actuali-

zar la Guía Metodológica para el muestreo, metodología de análisis y análisis de resultados relativos a calidad de agua en las estaciones de la Cuenca del Plata.

Objetivos del Subcomponente II.2 en relación al monitoreo de la calidad del agua

Objetivo general

Cooperar con las instituciones nacionales responsables de la calidad del agua y control de los contaminantes, para desarrollar una base de conocimiento regional, en el marco del CIC.

Objetivos específicos

- Establecer el número y ubicación de las estaciones a ser evaluadas dentro de las actividades de monitoreo en la Cuenca del Plata.
- Establecer un conjunto de parámetros y un protocolo o Guía Metodológica para la Evaluación de la Calidad del Agua en las estaciones de la Cuenca del Plata.

Capítulo 2:

Objetivos de la Guía metodológica para la evaluación de la calidad del agua en las estaciones de la Cuenca del Plata

Objetivo General

El objetivo fundamental de la Guía Metodológica es describir un conjunto mínimo de estaciones y su operación a fin de analizar la calidad del agua mediante la evaluación y seguimiento de parámetros y variables fisicoquímicas con el fin de generar conocimiento destinado a la gestión y a la protección del recurso hídrico.

Objetivos específicos

- Mejorar la base de conocimiento de la calidad del agua y de las principales características regionales de la Cuenca del Plata.
- Definir metodologías de muestreo y medición armonizadas que aseguren una uniforme y adecuada calidad y representatividad de los resultados.
- Definir metodologías de control de calidad de procedimientos analíticos interlaboratorio para las instituciones involucradas.
- Generar información para evaluar la evolución del sistema en tiempo y espacio. Definir metodologías de evaluación y tratamiento de los resultados.

Capítulo 3:

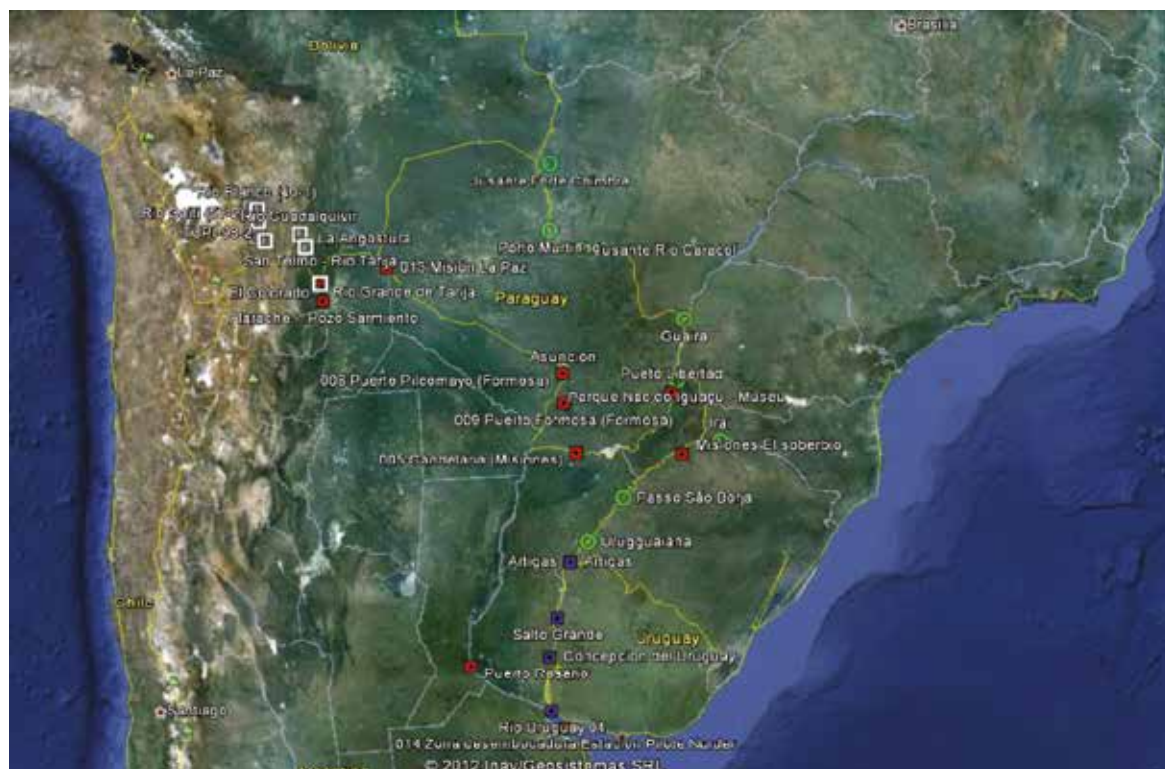
Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata

Se han definido los códigos, nombre de los ríos, estado o provincia a la que pertenecen, nombre de la estación, coordenadas geográficas y observaciones de las estaciones de monitoreo seleccionadas por los países pertenecientes a la Cuenca.

En el *Anexo I* se presenta la Tabla con los detalles mencionados.

Figura 3.1

Mapa de las estaciones de monitoreo de calidad de aguas



Capítulo 4:

Ficha descriptiva de los puntos de monitoreo

Cada punto de monitoreo deberá contar con una ficha descriptiva que contenga como mínimo los siguientes ítems:

- Nombre de la estación
- Nombre del río
- Nombre de la provincia o estado
- País
- Código identificador del punto
- Coordenadas geográficas del punto
- Vías de acceso al punto
- Croquis de localización
- Observaciones (actividades cercanas al punto de monitoreo que puedan impactar en la calidad del agua, existencia de puentes, facilidad de acceso, etc.)

Capítulo 5:

Número de muestras conforme a las características de la estación de muestreo

Habiendo seleccionado previamente la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad en la Cuenca del Plata, es preciso asegurar la representatividad de la muestra a obtener. Se consideran dos grandes grupos según:

- Ríos
- Lagos y embalses

La bibliografía sugiere que para que la muestra sea representativa, se debe determinar la homogeneidad en la sección transversal en los puntos de muestreo.

En el caso de ríos, se toman muestras a intervalos a lo ancho del río y a diferentes profundidades.

Para lagos y embalses normalmente resulta suficiente tener un solo punto de muestreo en el centro del embalse o lago si la mezcla lateral es buena y el volumen adecuado. Si el lago o embalse estuviera dividido en bahías o cuencas, se necesitará más de una estación.

Puede decirse que la cantidad de puntos de muestreo debiera ser igual al valor redondeado del logaritmo de la superficie del lago o embalse en km^2 .

Tabla 5.1

Muestreo de ríos para verificar la homogeneidad en la sección transversal¹

Descarga anual promedio (m ³ /s)	Clasificación de muestreo	Cantidad de puntos	Cantidad de profundidades de muestreo ²
Menos de 5	Corriente pequeña	2	1
5 - 150	Corriente	4	2
150 - 1.000	Río	6	3
> 1.000	Río grande	Mínimo de 6 al igual que en “río”; agregar más estaciones a medida que el tamaño del río se duplica	4

1 Guía operativa GEMS/AGUA, tercera edición, Sistema Global de Monitoreo Ambiental.

2 En la medida de lo posible, las muestras deben tomarse por lo menos a 30 cm por debajo de la superficie o a 30 cm por encima del fondo, con las precauciones necesarias para no alterar los depósitos de fondo.

Tabla 5.2

Cantidad de muestras en lagos y embalses¹

Profundidad del lago o embalse	Cantidad de puntos
No supera los 10 m	2 puntos (superficie y fondo)
Hasta 30 m	3 puntos (superficie, termoclina y fondo)
Por lo menos de 30 m	Mínimo 3 puntos (superficie, hipolimnio superior, termoclina y fondo)
Más de 100 m	Hay que considerar la posibilidad de profundidades adicionales

1 Guía operativa GEMS/AGUA, tercera edición, Sistema Global de Monitoreo Ambiental.

Capítulo 6:

Lista de parámetros acordados para la Cuenca

Determinaciones *in situ* y de campo.

- Temperatura del agua
- Turbiedad
- pH
- Conductividad
- O.D.
- Profundidad de disco Secchi
- Caudal

Actividad optativa: medición de parámetros de campo en la sección transversal (conductividad) y en vertical para observar la posible estratificación.

Será requisito que los equipos a utilizar (termómetro, termistor, turbidímetro, pH-metro, conductímetro, electrodos, etc.) tengan su certificado de calibración vigente y que se realicen las verificaciones correspondientes previa salida a campo con soluciones de calibración trazables.

Parámetros de Laboratorio

Parámetros Básicos

Se establece que en todos los puntos de monitoreo se deberá realizar el análisis de los parámetros detallados en la **Tabla 6.1**.

Respecto del contenido de materia orgánica se establece como condición mínima que de la serie de carbono (DBO, DQO, COT y COD) se realice al menos uno de ellos.

En relación a los análisis bacteriológicos, quedan sujetos a aquellas estaciones para las cuales se logre la entrega de la muestra al laboratorio en tiempo y forma, según requisitos de preservación y conservación.

Parámetros específicos

Se establece, que para algunos puntos de monitoreo, se analicen parámetros específicos conforme a la cuenca.

Parámetros emergentes

Se considera la evaluación de estradiol y cafeína en los siguientes puntos:

Brasil: Guiday, Uruguaiana

Paraguay: Pilar, Concepción, Asunción

Argentina: Paraná, Rosario, Puerto Pilcomayo y desembocadura del Río de la Plata.

Uruguay: Bella Unión y Concepción del Uruguay

Información complementaria

Para una mejor interpretación, tratamiento y evaluación de los datos de calidad de aguas que resulten de los muestreos en la red, se relevarán los siguientes aspectos:

a) Hidrológicos

- Caudal instantáneo, (m^3/s)
- Ancho medio del río (m), en la transecta
- Profundidad del punto de muestreo (m)
- Condición del río (creciente/bajante)

b) Meteorológicos

Esta información se considera de importancia y su obtención queda a criterio del organismo responsable de la toma de muestra.

- Temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$) en el momento del muestreo
- Presión atmosférica (Hectopascal)
- Intensidad de radiación solar o nubosidad
- Precipitaciones acontecidas en la Cuenca previas y durante al muestreo

Tabla 6.1

Parámetros básicos de laboratorio

Color	Boro
Alcalinidad	Coliformes totales
Dureza total	Bacterias termotolerantes (Fec)
Cloruros	Escherichia Coli OPTATIVO
Sulfatos	Nitrógeno de amoníaco
Arsénico (total y disuelto)	Nitrógeno de nitrato
Cobre (total y disuelto)	Nitrógeno de nitrito
Cadmio (total y disuelto)	Nitrógeno Kjeldhal
Mercurio (total y disuelto)	Fósforo total
Níquel (total y disuelto)	Fósforo de ortofosfato
Cromo (total y disuelto)	D.Q.O.
Plomo (total y disuelto)	D.B.O.
Cinc (total y disuelto)	Carbono orgánico (total y disuelto)
Hierro (total y disuelto)	Clorofila "A"
Manganeso (total y disuelto)	Sólidos totales
Magnesio	Sólidos suspendidos totales
Potasio	Sólidos disueltos totales
Calcio	Fitoplancton (por conteo de cianobacterias)
Sodio	Sílice disuelto

Tabla 6.2

Parámetros específicos de la cuenca del río Uruguay

Plaguicidas organoclorados: AOX, Endosulfan α y β , Aldrin, Dieldrin, DDT, DDD, Heptaclor, Heptaclorepoxi, Mirex y Lindano

Sustancias fenólicas (antipirina)

Tabla 6.3

Parámetros específicos de la cuenca del Pilcomayo y Bermejo

Cianuros

Plaguicidas organoclorados:

Lindano, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro epóxido, Endosulfán I, Dieldrin, Endrin, Metoxicloro, Hexaclorobenceno, Clordano, 4,4'DDE+4,4'DDD+4,4'DDT

Hidrocarburos

Sustancias fenólicas

Tabla 6.4

Parámetros específicos de la cuenca del Paraguay

Plaguicidas organoclorados

Lindano, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro epóxido, Endosulfán I, Dieldrin, Endrin, Metoxicloro, Hexaclorobenceno, Clordano, 4,4'DDE+4,4'DDD+4,4'DDT

Hidrocarburos

Sustancias fenólicas

Tabla 6.5

Parámetros específicos de la cuenca del Paraná

Plaguicidas organoclorados

Lindano, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro epóxido, Endosulfán I, Dieldrin, Endrin, Metoxicloro, Hexaclorobenceno, Clordano, 4,4'DDE+4,4'DDD+4,4'DDT

Hidrocarburos

Sustancias fenólicas

Capítulo 7:

Frecuencia y modo de muestreo

Se considera que sería conveniente realizar un mínimo de dos campañas anuales.

Se sugiere para la toma de muestras destinadas a la medición de metales a niveles traza el método EPA 1669 *Sampling Ambient Water for Determination of Metals at EPA Water Quality Criteria Levels*, julio 1996 de la *United States Environmental Protection Agency*. Este método de muestreo surge de las exigencias propuestas bajo el *Clean Water Act* que lo solicita para la publicación de datos que reflejen los últimos avances científicos, en lo que respecta a concentración y distribución de contaminantes, efectos de los mismos sobre la salud humana, ecología y diversidad, productividad y estabilidad de la comunidad biológica. En algunos casos los

niveles fijados por los criterios de calidad de agua pueden resultar tan bajos, respecto de los alcanzables por los métodos propuestos, que la norma surge como necesidad de establecer pautas que minimicen las enormes dificultades que implican la medición de contaminantes a niveles traza reduciendo a un mínimo la contaminación durante la recolección, transporte y análisis de las muestras de agua ambiente.

Para la digestión de las muestras destinadas a metales pesados totales en agua se solicita la aplicación de la técnica EPA METHOD 3051^a *Microwave assisted acid digestion of sediment, sludge, soils and oils* basada en una digestión ácida (solución ácido nítrico) por microondas.

Capítulo 8: Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua

En el *Anexo II* se realiza la comparación de las legislaciones, normativas, niveles guía o estándares adoptados por cada país para sus cursos de agua, con el fin de identificar los métodos analíticos cuyo límite de detección resulte adecuado para que los resultados originados puedan ser contrastados con el menor valor entre las normativas de los países hasta tanto sean derivados los objetivos de calidad para la Cuenca del Plata.

Capítulo 9:

Selección de las técnicas analíticas

A continuación se detallan las técnicas analíticas sugeridas pudiéndose utilizar estas u otras de mayor sensibilidad.

Tabla 9.1

Selección de técnicas analíticas para los parámetros básicos

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
pH	unidades de pH		<i>Standard Methods 4500-H+B - pH Value in Water by Potentiometry Using a Standard Hydrogen Electrode - 20 th. Ed.</i>
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l		<i>Standard Methods 2320 B. Titration Method - 20 th. Ed.</i>
Carbono orgánico total	mg C/l		<i>Standard Methods 5310 A,B. High-Temperature Combustion Method - 20 th. Ed.</i>
Cloruro	mg Cl/l		<i>Standard Methods 4500-Cl- B. Argentometric Method - 20 th. Ed. / Standard Methods 4110C. Test Method C. Single-Column Ion Chromatography with Direct Conductivity Detection - 20 th. Ed.</i>
Color	unidades		<i>Standard Methods 2120 B. Visual comparison Method. 20th. Ed.</i>
DBO ₅	mg O ₂ /l		<i>Standard Methods 5210B 5-Day BOD Test - 20 th. Ed.</i>
DQO	mg O ₂ /l		<i>Standard Methods 5220 B. Open Reflux Method. Alternate procedure for low-COD samples. 20 th. Ed.</i>
Dureza total	mg CaCO ₃ /l		<i>Standard Methods 2340 C Hardness in Water by EDTA Titrimetric Method- 20 th. Ed.</i>

Selección de técnicas analíticas para los parámetros básicos (continuación)

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Calcio	mg Ca/l		Standard Methods 3500-Ca B. EDTA Titrimetric Method- 20 th. Ed./Standard Methods 3111-Ca B. Flame Atomic Absorption Spectrometry - Direct Air-Acetylene Flame Method Standard Method- 20 th. Ed.
Magnesio	mg Mg/l		Standard Methods 3500-Mg B Calculation Method / Standard Methods 3111 B Metals in water by FLAA - 20 th. Ed.
Cianuro	mg Cn/l	0,005	Standard Methods 4500-CN- C and D. Total cyanide after distillation, colorimetric method - 20 th. Ed.
Fósforo total	mg P tot/l	0,025	Standard Methods 4500-P B. 3, 4 and 5. Sample Digestion. St Met. E / 4500-P E. Ascorbic Acid Method - 20 th. Ed.
Fósforo-ortofosfato	mg P-PO ₄ /l		Standard Methods 4500-P E / 4500-P D Vanadomylbophosphoric acid/ Stannous chloride method - 20 th. Ed.
Nitrógeno-amoniaco	mg N-NH ₃ /l	0,016	Standard Method 4500-NH ₃ D Ammonia selective electrode Method (DL 0,03 mg N-NH ₃ /l)/ Standard Method 4500-NH ₃ F Phenate Method (DL 0,6 mg N-NH ₃ /l - 20 th. Ed.
Nitrógeno-nitrito	mg N-NO ₂ /l	0,1	Standard Methods 4500-NO ₂ - B Nitrite by Colorimetry - 20 th. Ed.
Nitrógeno-nitrato	mg N-NO ₃ /l	4,5	Standard Methods 4500-NO ₃ - B (Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method, D Nitrate Electrode Method, E Nitrate in Water by Colorimetry and Cadmium Reduction - 20 th. Ed.
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg NTK/l		Standard Methods 4500-NorgB Macro-Kjeldahl Method- 20 th. Ed.
Turbidez	UNT		Standard Methods 2130 B.Turbidity by Nephelometry Method- 20 th. Ed.
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l	0,5	Standard Methods 5540 C. Anionic Surfactants as MBAS- 20 th. Ed.
Coliformes totales	NMP		Standard Methods 9221 A, B, C Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Estimation of Bacterial Density.
Coliformes fecales	NMP		Standard Methods 9221E Fecal coliform procedure. 9221 C Estimation of Bacterial Density.
Escherichia coli	Pres-Aus./100 ml		Standard Methods 9221 D Presence_Absence (P-A) Coliform test. 20 th Ed.
Sólidos suspendidos totales	mg sólidos suspendidos totales/l		Standard Methods 2540 D Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. 20 th Ed.

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Sólidos totales	mg sólidos totales/l		Standard Methods 2540 B Total Solids Dried at 103–105 °C
Sólidos disueltos totales	mg sólidos disueltos totales/ l		Se realiza por diferencia de cálculo.
Sulfato	mg SO ₄ /l		Standard Methods 4500 E SO ₄ = Turbidimetric Method / 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity
Clorofila "A"	µg/l		Standard Methods 10200 H. Plankton – H. Chlorophyll Espectrofotometría UV visible, mediante extracción en solvente orgánico y dos lecturas: 663 y 750 nm.

Tabla 9.2

Selección de técnicas analíticas para compuestos orgánicos

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Hidrocarburos totales	mg Hc/l		Standard Methods 5520 F 5520 Oil and Grease – F. Hydrocarbons
Pentaclorofenol	µg/l	3	Standard Methods 6420 B Liquid–Liquid Extraction Gas Chromatographic Method. 20 th Ed/Phenols in Aqueous and Non-aqueous Samples by Capillary GC/FID or GC/ECD and Single or Dual Columns EPA Method Number: 8041A Revision: Revision 1, November 2000
2–4–6 Triclorofenol	µg/l	2,4	Standard Methods 6420 B Liquid–Liquid Extraction Gas Chromatographic Method. 20 th Ed/Phenols in Aqueous and Non-aqueous Samples by Capillary GC/FID or GC/ECD and Single or Dual Columns EPA Method Number: 8041A Revision: Revision 1, November 2000
2–clorofenol	µg/l		Standard Methods 6420 B Liquid–Liquid Extraction Gas Chromatographic Method. 20 th Ed
2–4 diclorofenol		0,3	Standard Methods 6420 B Liquid–Liquid Extraction Gas Chromatographic Method. 20 th Ed
Fenoles	mg Fenoles/l	0,001	Standard Methods 5530 A, B, C, D Direct Photometric Method

Tabla 9.3

Selección de técnicas analíticas para metales

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Aluminio disuelto	µg Al/l	100	Standard Methods 3113 H Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid. Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy
Aluminio total	µg Al/l	200	Standard Methods 3113 H Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid. Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy
Arsénico disuelto	µg As/l	10	Standard Methods 3114 B Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Arsénico total	µg As/l	0,14	Standard Methods 3114 B Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Boro disuelto	µg B/l	2.400	Standard Methods 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Boro total	µg B/l	500	Standard Methods 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cadmio disuelto	µg Cd/l	3	Standard Methods 3113 H Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cadmio total	µg Cd/l	1	Standard Methods 3113 H Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy/ Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cinc disuelto	µg Zn/l	5.000	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cinc total	µg Zn/l	30	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cobre disuelto	µg Cu/l	9	Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Cobre total	µg Cu/l	50	Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cromo total disuelto	µg Cr/l	50	Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid. Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Cromo total	µg Cr/l	50	Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid. Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method
Hierro disuelto	µg Fe/l	300	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid
Hierro total	µg Fe/l		Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy / Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid
Manganeso disuelto	µg Mn/l	100	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Manganeso total	µg Mn/l	10	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Mercurio disuelto	µg Hg/l	6	Standard Methods 3112B Cold Vapor atomic / Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Mercurio total	µg Hg/l	0,2	Standard Methods 3112B Cold Vapor atomic (no alcanzaría el LD) / Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma / Mass Spectrometry (ICP/MS)
Níquel disuelto	µg Ni/l	70	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)

Selección de técnicas analíticas para metales (continuación)

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Níquel total	µg Ni/l	20	Standard Methods 3111 Flame atomic Absorption Spectrometry/ Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Plomo disuelto	µg Pb/l	10	Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Plomo total	µg Pb/l	10	Standard Methods 3120 Metals by Plasma Emission Spectroscopy /Standard Methods 3113 B Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Acid//Standard Methods 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS)
Sílice	mg SiO ₂ /l		Standard Methods 4500-SiO ₂ V Molybdosilicate Method

Tabla 9.4

Selección de técnicas analíticas para pesticidas

Parámetro	Unidad	Mínimo valor a alcanzar	Técnica analítica seleccionada para satisfacer la mayor exigencia (o sea el valor más bajo)
Lindano	µg/l	0,02	
Heptacloro	µg/l	0,01	
Aldrin	µg/l		
Heptacloro epóxido	µg/l	0,01	
Endosulfán I	µg/l	0,001	EPA SW 846 3rd Edition – Method 3510 C: Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction (Rev. 3, Dec. 1996) – Method 8081 B: Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography
Dieldrin	µg/l	0,001	
Endrin	µg/l	0,004	
Metoxicloro	µg/l	0,03	
Hexaclorobenceno	µg/l	0,0065	
Clordano	µg/l	0,01	
4,4'DDE+4,4'DDD+4,4'DDT	µg/l	0,002	

Solo alguno de los valores mínimos propuestos para pesticidas son alcanzables por la técnica mencionada, no habiéndose encontrado una más adecuada.

Capítulo 10:

Preservación y conservación

Tabla 10.1

Selección de técnicas analíticas para metales

Parámetro	Refrigeración	Preservante	Envase	Tiempo recomendado de almacenamiento
Alcalinidad	Refrigerar	s/p	P o V – 200 ml	24 horas
Arsénico				
Boro	Refrigerar	HNO ₃ hasta pH < 2	PTFE / P –1000 ml	28 días
Carbono orgánico total	Al o refrigerar con preservante	agregado de HCl, H ₃ PO ₄ , H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	VBS – 100 ml	7 días
Cianuro	Refrigerar	agregado de NaOH hasta pH > 12	P o V – 1000 ml	24 horas
Clorofila “A”	Sin filtrar, en oscuridad a 4°C	s/p	P o V – 50 ml	24 horas
	Filtrada, en oscuridad a –20°C (congelado)	s/p	P o V – 50 ml	28 días
Cloruro	NR	s/p	P o V – 50 ml	28 días
Coliformes fecales y totales	Refrigerar	s/p	P estéril	
Conductividad	Al o refrigerar	s/p	V – 240 ml	6 meses

Selección de técnicas analíticas para metales (continuación)

Parámetro	Refrigeración	Preservante	Envase	Tiempo recomendado de almacenamiento
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Refrigerar	s/p	P o V – 1000 ml	6 horas
Demanda química de oxígeno (DQO)				
Detergentes (SAAM)				
Dureza, Ca, Mg	Refrigerar	Agregado de HNO ₃ , H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	P o V – 100 ml	6 meses
Escherichia coli				
Fenoles (colorimétrico)	Refrigerar	Agregado de H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	P o V – 500 ml	28 días
Fósforo total	Refrigerar	Agregado de H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	P o V – 100 ml	28 días
Hidrocarburos totales	Refrigerar	Agregado de HCl o H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	V de boca ancha – 1000 ml	28 días
Mercurio	Refrigerar	Agregado de HNO ₃ hasta pH < 2	P(A) o V (A) – 1000 ml	28 días
Metales	Refrigerar	Agregado de HNO ₃ hasta pH < 2. Para metales disueltos, filtrar en el muestreo	P(A) o V(A) – 1000 ml	6 meses
Nitrógeno de amoníaco	Refrigerar – Analizar tan rápido como se pueda	Agregado de H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	P o V – 500 ml	7 días
Nitrógeno de nitrato	Refrigerar – Analizar tan rápido como se pueda	s/p	P o V – 100 ml	2 días
Nitrógeno de nitrito	Refrigerar – Analizar tan rápido como se pueda	s/p	P o V – 100 ml	2 días
Nitrógeno total Kjeldhal (NTK)	Refrigerar	Agregado de H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	P o V – 500 ml	7 días
OD (Winkler)	Refrigerar	Titulación puede retrasarse después de la acidificación	V – Botella DBO – 300 ml	8 horas

Parámetro	Refrigeración	Preservante	Envase	Tiempo recomendado de almacenamiento
OD (electrodo)	AI	s/p	V – Botella DBO – 300 ml	25 minutos
Ortofosfato soluble	Filtrar inmediatamente y refrigerar	s/p	V (A) – 100 ml	2 días
pH	AI	s/p	P o V – 50 ml	25 minutos
Compuestos organoclorados	Refrigerar	Agregar 1.000 mg ácido ascórbico/l si hay presencia de cloro residual	V (S) – 1000 ml	7 días
Sólidos suspendidos totales	Refrigerar	s/p	P o V – 200 ml	7 días
Sulfato	Refrigerar	s/p	P o V – 100 ml	28 días
Trihalometanos				
Turbidez	Analizar el mismo día de la toma de muestra. Refrigerar	s/p	P o V – 100 ml	24 horas

Refrigeración

Refrigerar = refrigerar entre 4°C y 2°C, en oscuridad

AI = Analizar inmediatamente, por lo general dentro de los 15 minutos de haber recolectado la muestra

s/p = No requiere

Tipo de Recipiente

P: plásticos como por ejemplo polietileno, PVC, PET, PTFE

V: vidrio

VBS: vidrio borosilicato

Tiempo de preservación

Si no hay indicación es porque, en general, no es importante.

La indicación “1 mes” significa que se preserva sin dificultades

Capítulo 11:

Cadena de custodia

El propósito del protocolo de custodia de la muestra es asegurar la trazabilidad en el acarreo y posesión de todas las muestras. El laboratorio es responsable por la totalidad del proceso de la cadena de custodia, pero cada persona que mueve, transporta o analiza las muestras es responsable por el mantenimiento de la integridad del proceso.

El laboratorio es responsable por la preparación de los envases de muestra adecuadamente limpios y preservados (en el caso que corresponda). El volumen de los envases y el tipo estarán de acuerdo a lo recomendado por las técnicas analíticas. El laboratorio se encargará de proveer los envases adecuados, blancos de traslado, preservadores, formularios para la cadena de custodia, conservadoras y material refrigerante.

La persona encargada del muestreo es responsable de la cadena de custodia y completa las etiquetas de los envases de muestra con la siguiente información:

- Código de la estación
- Hora y fecha del muestreo
- Denominación de la muestras

- Identificación del responsable de la toma de muestra
- Preservante

El responsable de muestreo también debe completar una *Planilla de la Cadena de Custodia* (se puede encontrar un ejemplo de la misma en el *Anexo III*), pero se podrá usar cualquier planilla que contenga al menos la siguiente información:

- Código de la estación
- Coordenadas geográficas
- Posición de la transversal de la toma de muestra
- Hora y fecha del muestreo
- Condiciones atmosféricas del día de la colecta de muestra
- Parámetros organolépticos
- Denominación de la muestras
- Valores obtenidos en los parámetros que se analizan *in situ* junto con los datos del

equipo utilizado para la determinación de los parámetros (marca, modelo, N° de serie o patrimonio)

- Identificación del responsable de la toma de muestra
- Identificación de los responsables de la recepción de la muestra
- Observaciones (si las hubiera)

La *Planilla de Cadena de Custodia* se realizará por duplicado, de manera tal que el original quede en poder del responsable de la toma de muestra y el duplicado en poder de quien realice el traslado de la muestra al laboratorio. El encargado del traslado completará, también por duplicado, la *Planilla de Traslado* (se encuentra un ejemplo de la misma en el *Anexo III*).

El duplicado quedará en poder de la institución responsable de los análisis. Dicha Institución deberá completar la *Planilla Ingreso* al laboratorio/solicitud de análisis por duplicado, quedando una copia en poder del responsable del traslado.

Inmediatamente después de recibidas las muestras, si no fueron preservadas en campo debe realizarse la preservación y ser almacenadas o sometidas al procedimiento de análisis de acuerdo con la metodología aprobada. Aquellas muestras que requieran refrigeración serán colocadas en refrigeradores en el laboratorio. La temperatura de estos debe ser registrada cada día.

A los efectos de mantener un control de calidad en todo el programa de muestreo, además de cumplir con los procedimientos estándar, se sugiere presentar blancos para

poder detectar posibles contaminaciones que puedan producirse durante el proceso de muestreo. De esta manera, se podrán detectar errores sistemáticos o casuales que se produzcan desde el momento en que se toma la muestra hasta el análisis. Se tomara una serie de blancos cada diez muestras. En síntesis, el control de calidad de las operaciones de muestreo constará de los siguientes elementos.

Blancos de frasco: recipiente, que antes de realizar el muestreo, será llenado con agua ultrapura, preservado de igual forma que las muestras de campo y enviado para su análisis como "blanco de frasco". Se detecta así cualquier contaminación del envase.

Blanco de transporte y acarreo: frascos que serán llenados en el laboratorio con agua ultrapura, enviados al lugar de muestreo y retornados al laboratorio para su análisis. Estos frascos no se abrirán en ningún momento. Estos blancos sirven para comprobar contaminación atribuible al transporte y procedimientos de almacenamiento en campo. Sólo se harán blancos de transporte y acarreo en frascos de compuestos orgánicos.

Blancos de campo: se llenarán los recipientes de muestras con agua ultrapura en el lugar de muestreo y se agregará el preservador correspondiente. Los frascos deberán cerrarse herméticamente y ser transportados luego al laboratorio de igual forma que las muestras de agua.

Duplicado de campo: se tomarán dos muestras de un mismo punto en idénticas condiciones, en distintos frascos. Sirve para determinar la repetibilidad a través de todo el proceso desde el muestreo hasta la obtención del resultado.

Capítulo 12:

Control de calidad de laboratorio

Se sugiere para aquellos laboratorios integrantes de la red y que no estén acreditados por norma ISO, que participen de programas de control interlaboratorio como el *Performance Evaluation* del programa GEMS-AGUA (*Global Environmental Monitoring System-Water*) u otro.

El resultado del control interlaboratorio es propiedad del laboratorio. El responsa-

ble nacional de calidad de agua o alguien que éste designe deberá elaborar un informe sobre el desempeño de los laboratorios y las acciones correctivas sugeridas a los mismos.

La participación en el interlaboratorio se entenderá como una retroalimentación para optimizar el desempeño y no como una instancia de evaluación

Capítulo 13:

Tratamiento de los datos

El análisis de la información a coleccionar se realizará a través de un tratamiento estadístico que facilite las tareas de evaluación, caracterización del estado actual y evolución de los parámetros de calidad de agua, además de la optimización del programa de la red de monitoreo establecida.

- a. Análisis espacial de un número de campañas inferior a 6.

Se informarán los datos en el formato adoptado por GEMS. Se podrá realizar el análisis espacial de la evolución de la concentración del parámetro en función de las coordenadas de la estación, asociada a los datos de caudal.

- b. Análisis temporal y espacial de un número de campañas superior a 6

Se informarán los datos en el formato adoptado por GEMS

Se presentarán los resultados a través del método gráfico de *BoxPlot*, para cada estación en función del tiempo (con-

tracción del parámetro vs tiempo) y para cada río en función sus coordenadas, determinándose los siguientes indicadores para cada una de ellas:

Mediana

Máximo

Mínimo

Percentil 75%

Percentil 25%

Desviación estándar

Por otro lado, para la evolución espacial se considerarán los datos registrados para cada estación a lo largo del programa de monitoreo, determinándose los indicadores estadísticos ya mencionados en el punto anterior para la confección del gráfico.

A futuro, la guía podrá ser actualizada a partir de los aportes técnicos que sugieran los países.

13.1 Informe de datos de campo y laboratorio

Los generadores de información de calidad de aguas remitirán al representante nacional del CIC los datos de las estaciones operadas en su ámbito geográfico designado, para el almacenamiento de la información y su procesamiento.

Luego, los representantes nacionales enviarán los datos al sistema soporte.

13.2. Informe anual a nivel de cuenca

El CIC será el encargado de facilitar los mecanismos para la elaboración de un informe anual por parte de los responsables técnicos del Grupo de Calidad de Agua

En el informe final deberá incluir criterios de optimización de la red y del programa de monitoreo.

Referencias

- Biblioteca de los recursos hídricos de la Republica Argentina <http://www.hidricosargentina.gov.ar/biblioteca/index.aspx>
- EPA Method 1669 – Sampling Ambient Water for Determination of Metals at EPA Water Quality Criteria Levels - July 1996 http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/wastewater/method_1669.pdf
- EPA METHOD 200.8. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry. Revision 5.4
- EPA SW 846, 3rd edition - Method 3510 C: Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction (Rev. 3, Dec. 1996) - Method 8081 B: Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography (Rev. 2, Feb. 2007)
- EPA. Water Quality Assessment. A Screening Procedure for Toxic and Conventional Pollutants in Surface and Ground Water. US. EPA, 1985. <http://www.epa.gov/espanol/>
- GEMS Water Operational Guide. 1993. - <http://www.gemswater.org/>
- I.D.H - W.H.O. Water Quality Surveys. A guide for the collection and interpretation of water quality data, UNESCO - WHO, 1978.
- INCYTH - CTUA. Seminario sobre manejo y evaluación de datos de calidad de agua, noviembre, 1982 - INCYTH.
- IRAM 29012 -3:1998. Instituto Argentino de Normalización y Certificación- Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la preservación y manipulación de las muestras. <http://www.iram.org.ar>
- Office of Water Engineering and Analysis Division (4303). Washington, D.C.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 21st edition 2005. Andrew D.Eaton, Lenore Clesceri, Eugene W.Rice, American Public Health Association, 2005 <http://www.standardmethods.org/>
- U.S. Environmental Protection Agency - <http://www.epa.gov/espanol/>
- Wayne W. Daniel, Biostatística, Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa, México, 1977.
- WHO Water quality guidelines 4th edition. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_chapters/en/index.html

Código Alimentario Argentino Capítulo XII. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf

bebidas hídricas, agua y agua gasificada

Niveles guía de calidad de agua ambiente Argentina <http://www.hidricosargentina.gov.ar/>

Ley No. 1333, del 27 de marzo de 1992. Reglamento en materia de contaminación hídrica. <http://www.prefecturalpz.gov.bo/ima/RMCH.pdf>

Artículo 15 de la Resolución Conama nº 357 de 2005 http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf

Secretaría del ambiente. Resolución N° 222. Padrón de calidad de agua en Paraguay. http://www.seam.gov.py/images/stories/seam/resoluciones/resolucion_222_02.pdf

Anexos

Anexo I:

Estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata

Tabla A1.1

Estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata

Código CIC	Nombre del río	Estado/ Provincia	Nombre de la estación	Latitud	Longitud
AR01	Río Uruguay	Misiones	El Soberbio	27°30'0.00"S	54°20'0.00"O
AR04	Río Parana	Misiones	Puerto Libertad	25°55'6.00"S	54°37'18.00"O
AR05	Río Parana	Misiones	Candelaria	27°25'0.00"S	57°20'0.00"O
AR06	Río Parana	Santa Fe	Puerto Rosario	32°49'37.00"S	60°41'41.00"O
AR07	Río Parana		Goya		
AR08	Río Paraguay	Formosa	Puerto Pilcomayo	25°22'60.00"S	57°38'60.00"O
AR09	Río Paraguay	Formosa	Puerto Formosa	26°10'0.00"S	57°38'60.00"O
AR10	Río Bermejo		Alarache en río Bermejo	23° 9'9.08"S	64°11'2.00"O
AR11	Río Bermejo		El Colorado	23°10'19.20"S	64°13'2.90"O
AR12	Río Pilcomayo	Salta	Misión La Paz	22°26'60.00"S	62°22'0.00"O
AR13	Río de La Plata	Buenos Aires	Zona desembocadura Estación Pilote Norder	34°34'0.00"S	57°54'60.00"O
BO1	Río Bermejo		Río Guadalquivir	21°21'36.00"S	64°44'24.00"O
BO10	Río Pilcomayo		Río Tupiza (TUPI-98-2)	21°18'0.00"S	65°56'24.00"O
BO11	Río Pilcomayo		Río Tupiza (TUPI-102-1)	21°25'48.00"S	65°43'12.00"O
BO2	Río Bermejo		Río Tarija (la Angostura)	21°41'60.00"S	64°35'60.00"O
BO3	Río Bermejo		Río Grande de Tarija	22°43'12.00"S	64°15'36.00"O
BO4	Río Pilcomayo		Río Blanco (BLAN-35-2)	20°31'12.00"S	66° 4'48.00"O
BO5	Río Pilcomayo		Río Blanco (BLAN-40-1)	20°36'0.00"S	65°53'24.00"O
BO6	Río Pilcomayo		Río Caiti (CAIT-57-2)	20°53'60.00"S	65°52'48.00"O

Justificación	Antecedente monitoreo previo	Código GEMs
Línea base	1979-1993/1993-2004 (dentro del Proyecto CIC)	1001
Impacto	1979-1994/1994-2008 (dentro del Proyecto CIC)	1004
Tendencia	1994 (dentro del Proyecto CIC)	1103
Ingreso del Pilcomayo a territorio argentino, Tendencia	2006-2011	
Cabecera de la cuenca, punto de referencia	Monitoreo realizado el 2008 – Programa estratégico para la cuenca alta del río Bermejo	
	Clasificación de cuerpos de agua Cotagaita – Tupiza SERGEOTECMIN (2003)	
	Clasificación de cuerpos de agua Cotagaita – Tupiza SERGEOTECMIN (2003)	
Seleccionado para obtener información de calidad de agua después de las poblaciones con mayor aporte contaminante	Monitoreo realizado el 2008 – Programa estratégico para la cuenca alta del río Bermejo	
Se ubica a 600 m de la unión del río Grande y quebrada 9 – Estación importante especialmente después de la zabra	Monitoreo realizado el 2008 – Programa estratégico para la cuenca alta del río Bermejo	
	Clasificación de cuerpos de agua Cotagaita – Tupiza SERGEOTECMIN (2003)	

Estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata (cont.)

Código CIC	Nombre del río	Estado/ Provincia	Nombre de la estación	Latitud	Longitud
BO7	Río Pilcomayo		Río Caiti (CAIT-061-1)	20°58'48.00"S	66° 0'36.00"O
BR01	Río Paraná	Paraná	Guaira (PCD INPE)	24° 4'0.00"S	54°15'0.00"O
BR03	Río Iguazú	Paraná	Parque Nac. Iguazú Museu	25°37'40.00"S	54°28'50.00"O
BR04	Río Paraguay	Mato Grosso do Sul	Aguas abajo de Forte Coimbra	19°56'6.00"S	57°48'44.00"O
BR05	Río Paraguay	Mato Grosso do Sul	Porto Murtinho (PCD INPE)	21°42'1.00"S	57°53'28.00"O
BR06	Río Apa	Mato Grosso do Sul	Aguas abajo de río Caracol	22°14'2.00"S	57° 3'40.00"O
BR07	Río Uruguay	Río Grande do Sul	Irai (PCD INPE)	27°11'25.00"S	53°15'55.00"O
BR08	Río Uruguay	Río Grande do Sul	Passo Sao Borja (PCD INPE)	28°37'48.00"S	56° 2'22.00"O
BR09	Río Uruguay	Río Grande do Sul	Uruguiana (PCD INPE)	29°44'53.00"S	57° 5'22.00"O
UY01	Río Uruguay	Artigas	Ciudad de Bella Unión	30°14'58"S	57°36'46"O
UY02/ AR02	Río Uruguay		Salto Grande (Coincide con lo propuesto por Argentina en Salto Grande)	31°22'59"S	57°58'48"O
UY03/ AR03	Río Uruguay			31°22'59"S	58°12'18"O
UY04	Río Uruguay			34°05'58"S	58°18'45"O
PY01			Concepción	23°24,383'S	56°26,064'O
PY02			Asunción	25°14,180'S	57°34,493'O
PY03			Pilar	26°51'S	58°18'O
PY04			Pozo Hondo	22°22,269'S	62°30,974'O

Justificación	Antecedente monitoreo previo	Código GEMs
Punto de control:	CARU: 1997 – 2004	Coincide con el punto que tiene actualmente Uruguay en GEMS
Coincide con AR02 (ajustar coordenadas). Esta a medio camino entre el punto GEMs de Argentina y Uruguay. Está más próximo al punto sugerido por Argentina.	CARU: 1997 – 2004	(Coincide con lo propuesto por Argentina en Salto Grande)
Coincide con AR03 (ajustar coordenadas)		
Desembocadura Paraná – Uruguay en Río de la Plata	No	
ESSAP (cae en centro de la ciudad)		
ESSAP (Viñas Cué)		
ESSAP (2,5 km aguas arriba de la desembocadura del Bermejo)		

Anexo II:

Tabla comparativa de normativas de calidad de agua entre los países²

Tabla A2.1

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para parámetros básicos

Parámetros básicos

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
pH	unidades de pH	6,5 - 8,5#	6,0 - 8,5 a	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	6,5 - 8,5 b	
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /l						
Carbono orgánico total	mg C/l						
Cloruro	mg Cl/l	350#	250 a	250	250		
Color	unidades	5#		75	15	Ausente b	
DBO ₅	mg O ₂ /l		2	5,0	3	10	
DQO	mg O ₂ /l		5				
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	400#			750		

² Última revisión, agosto de 2012.

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para parámetros básicos (continuación)

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Calcio	mg Ca/l		200 a				
Magnesio	mg Mg/l		100 a				
Cianuro	mg CN/l		0,02 a	0,005	0,2	0,005	0,005
Fósforo total	mg P tot/l			0,10	0,025	0,025	0,025
Fósforo-ortofosfato	mg P-PO4/l		0,13 a				
Nitrógeno-amoniaco	mg N-NH3/l	0,16	0,04 a	0,5 a 3,7	0,16	0,016	0,016
Nitrógeno – nitrito	mg N-NO2/l	0,1#	0,05	1,0	1,0		0,1
Nitrógeno –nitrato	mg N-NO3/l	10*	1 a	10,0 mg/l N	10,0	10	4,5
Nitrógeno total Kjeldhal	mg NTK/l		20 a		0,3		
Turbidez	UNT	3#	10	100	40	50	
Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l		0,5 a	0,5	Ausentes	0,5	0,5
Coliformes totales	NMP						
Coliformes fecales	NMP	< 3	<50 y <5 en 80% muestras				2000 en ninguna de al menos 5 muestras, media geométrica menor a 1000
Coliformes totales	UFC/100 ml	I					
Coliformes fecales	UFC/100 ml						

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Escherichia coli	Pres-Aus./100 ml			1000 NMP/100 ml			
Sólidos suspendidos totales	mg Sól. Susp. Tot/l						
Sólidos totales	mg Sól. Tot/l						
Sólidos disueltos totales	mg Sól.dis. Tot/ l	1500#	1000 a	500	500		
Sulfato	mg SO ₄ /l	400#	300 a	250	250		
Clorofila "A"	µg/l			30			

Valor establecido por el Código Alimentario Argentino Capítulo XII

* Niveles guía de calidad de agua ambiente Argentina

-  No ameritan atención particular respecto a los límites de detección a utilizar
-  No se indica valor alguno en la legislación
-  Parámetros agregados por actualización

Tabla A2.2

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para compuestos orgánicos

Metales pesados

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Hidrocarburos totales	mg Hc/l						
Pentaclorofenol	µg/l	9°		3			3
2-4-6 Triclorofenol	µg/l	200°	10	10			10
2 clorofenol	µg/l	Información disponible inadecuada para permitir la derivación de un nivel guía para salud humana		0,1			0,1
2-4 diclorofenol				4			4
Fenoles	mg Fenoles/l		0,001 a	0,003		0,2	0,001

° Valor correspondiente a Water Quality Guidelines for Human Health World Health Organization, 4th edition.

Tabla A2.3

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para compuestos orgánicos

Metales pesados

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Aluminio disuelto	µg Al/l	200#		100			100
Aluminio total	µg Al/l		200 a		200ç	200ç	200
Arsénico disuelto	µg As/l	10°					10
Arsénico total	µg As/l		50 a	0,01	10ç	5ç	0,14
Boro disuelto	µg B/l	2.400°					2.400
Boro total	µg B/l		1.000 a	500			500
Cadmio disuelto	µg Cd/l	3°					3
Cadmio total	µg Cd/l		5,00	1	1ç	1ç	1
Cinc disuelto	µg Zn/l	5.000#					5000
Cinc total	µg Zn/l		200 a	180	3000ç	30ç	30
Cobre disuelto	µg Cu/l	1.000#		9			9
Cobre total	µg Cu/l		50 a		1.000ç	200ç	50
Cromo total disuelto	µg Cr/l	50°#					50
Cromo total	µg Cr/l		50 a	50	50çø	50ç	50
Hierro disuelto	µg Fe/l	300#	300 a	300	300		300
Hierro total	µg Fe/l						
Manganeso disuelto	µg Mn/l	100#					100

Tabla A2.3

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para compuestos orgánicos

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Manganeso total	µg Mn/l		500 a	100	10ç		10
Mercurio disuelto	µg Hg/l	6°					6
Mercurio total	µg Hg/l		1	0,2	2ç	0,2ç	0,2
Níquel disuelto	µg Ni/l	70°					70
Níquel total	µg Ni/l		50 a	25	25ç	20ç	20
Plomo disuelto	µg Pb/l	10°					10
Plomo total	µg Pb/l		50 a	10	10ç	30ç	10
Sílice	mg SiO ₂ /l						

Tabla A2.4

Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para pesticidas

Compuestos organoclorados

Parámetro	Unidad	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	Mínimo valor a alcanzar
Lindano	µg/l	2°	3	0,02			0,02
Heptacloro	µg/l	0,02 (Heptacloro y heptacloroepóxido)	0,1				
(Heptacloro y heptacloroepóxido)	0,01 (Heptacloro y heptacloroepóxido)	2	2	0,01			
Aldrin	µg/l	0,03 (aldrin + dieldrin)	0,03 (aldrin + dieldrin)	0,005 (aldrin + dieldrin)		0,004 (aldrin + dieldrin)	0,004
Heptacloro Epóxido	µg/l	0,02 (Heptacloro y heptacloroepóxido)	0,1 (Eptacloro y heptacloroepóxido)	0,01 (Heptacloro y heptacloroepóxido)		0,01	0.01
Endosulfán I	µg/l	0,001	70	0,056	56	0,02	0,001
Dieldrin	µg/l	0,03° (aldrin + dieldrin)	0,03 (aldrin + dieldrin)			0,004 (aldrin + dieldrin)	0,0004
Endrin	µg/l	0,6°		0,004	2	0,004	0,004
Metoxicloro	µg/l	20°	30	0,03	40	0,03	0,03
Hexacloro benceno	µg/l	Poco probable su ocurrencia en agua de bebida°		0,0065			0,0065
Clordano	µg/l	0.2°	0,3	0,04		0,01	0,01
4,4' -DDD	µg/l			0,002			0,002
4,4' -DDE	µg/l						0,002
4,4' -DDT	µg/l		1		2	0,001	0,001

° WHO Water quality guidelines, 4th edition. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_chapters/en/index.html.

ç Se asume sobre muestra total.

θ Se asume, con carácter conservativo, igual al valor de cromo hexavalente.

Argentina

WHO Water quality guidelines, 4th Edition. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_chapters/en/index.html

Código Alimentario Argentino Capítulo XII. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf

BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA

Niveles Guía de Calidad de agua Ambiente Argentina <http://www.hidricosargentina.gov.ar/>

Bolivia

Ley No. 1333, del 27 de marzo de 1992. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Cuadro N° A-1. Valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores. Valor más restrictivo correspondiente a la clase A, agua dulce, apta para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana y para la protección de los recursos hidrobiológicos. <http://www.prefecturalpz.gov.bo/ima/RMCH.pdf>

Brasil

Artículo 15 de la Resolución Conama n° 357 de 2005

(http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf)

Paraguay

Secretaría del ambiente. Resolución N° 222. Padrón de calidad de agua en Paraguay. Valor más restrictivo, correspondiente a la Clase 1, aguas destinadas a abastecimiento doméstico con tratamiento simplificado, protección de comunidades acuáticas, recreaciones con contacto primario (natación, esquí-acuático), irrigación de hortalizas que son consumidas crudas, frutas que crecen en el suelo y sean ingeridas crudas sin la remoción de la película, y la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas para la alimentación humana. http://www.seam.gov.py/images/stories/seam/resoluciones/resolucion_222_02.pdf

Uruguay

Ministerio de Agricultura y Pesca. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Decreto 253/79. Aplicable a aguas de Clase 3 Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.

Anexo III:

Planilla de cadena de custodia

Figura A3.1

Planilla de campo (original)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DAS VARIABILIDADES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla de campo								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Original - Queda en poder del responsable de toma de muestra								
Responsable de la toma de muestra:							Fecha	
País:							/ /	
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institución:			
DNI: Firma:					Nombre:			
Fecha:					Firma:			
Hora:								

Figura A3.2

Planilla de campo (duplicado)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DE VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla de campo								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Duplicadoj- Queda en poder del responsable de toma de muestra								
Responsable de la toma de muestra:								Fecha
País:								/ /
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institucion:			
DNI: Firma:					Nombre:			
Fecha:					Firma:			
Hora:								

Figura A3.3

Planilla de traslado (original)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DEPENDENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla de traslado								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Original - Queda en poder del responsable de traslado de muestra								
Responsable de la toma de muestra:							Fecha	
País:							/ /	
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institucion:			
DNI:					Nombre:			
Firma:					Firma:			
Fecha:								
Hora:								

Figura A3.4

Planilla de traslado (duplicado)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DE VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla de traslado								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Duplicado - Queda en poder del responsable de traslado de muestra								
Responsable de la toma de muestra:								Fecha
País:								/ /
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (μS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institucion:			
DNI:					Nombre:			
Firma:					Firma:			
Fecha:								
Hora:								

Figura A3.5

Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis (original)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DEPENDENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Original - Queda en poder del laboratorio								
Responsable de la toma de muestra:								Fecha
País:								/ /
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institucion:			
DNI:					Nombre:			
Firma:					Firma:			
Fecha:								
Hora:								

Figura A3.6

Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis (duplicado)

PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO		PROGRAMA MARCO PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PLATA, CONSIDERANDO OS EFEITOS HIDROLÓGICOS DEPENDENTES DA VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS		CADENA DE CUSTODIA				
Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis								
Evaluación y Monitoreo de la calidad y cantidad de agua								
Duplicado - Queda en poder del laboratorio								
Responsable de la toma de muestra:								Fecha
País:								/ /
ITEM	CODIGO ESTACION	HORA	DENOMINACION DE LA MUESTRA	pH (unidades de pH)	OD (mg/l O ₂)/	Conduct (μS/cm)	Turbidez (NTU)	Temp (°C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
OBSERVACIONES:					EQUIPOS DE CAMPO:			
ENTREGA					RECEPCION			
Nombre:					Institucion:			
DNI: Firma:					Nombre:			
Fecha:					Firma:			
Hora:								

Listado de figuras

Parte 1

Capítulo 1

Figura 1.1 Territorio de la Cuenca del Plata

Capítulo 2

Figura 2.1 Ubicación de estaciones de monitoreo en la Cuenca del Plata
Figura 2.2 Sitios de muestreo de sedimentos en río Pilcomayo en el sinclinal de Maragua
Figura 2.3 Contenidos de metales en sedimentos de río Pilcomayo
Figura 2.4 Abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos, Brasil
Figura 2.5 Variación de porcentaje de materia orgánica en sedimentos, Brasil
Figura 2.6 Variación de nitrógeno (N) y fósforo (P) total en sedimentos en invierno, Brasil
Figura 2.7 Composición granulométrica de sedimento, Brasil
Figura 2.8 Riqueza de grupos taxonómicos de fitoplancton en invierno, Brasil
Figura 2.9 Riqueza de grupos taxonómicos de fitoplancton en verano, Brasil
Figura 2.10 Deposición de metales a lo largo del río Paraguay

Capítulo 3

Figura 3.1 Descargas estimadas (toneladas/año) de origen difuso de nitrógeno (N) a los grandes ríos de la Cuenca del Plata según usos del suelo
Figura 3.2 Aportes de ganado bovino en DBO₅, P y N por subcuenca
Figura 3.3 Aportes domésticos de descargas de DBO₅, P y N por subcuenca

Parte 2

Capítulo 3

Figura 3.1 Mapa de las estaciones de monitoreo de calidad de aguas

Anexo 3

Figura A3.1 Planilla de campo (original)
Figura A3.2 Planilla de campo (duplicado)
Figura A3.3 Planilla de traslado (original)
Figura A3.4 Planilla de traslado (duplicado)
Figura A3.5 Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis (original)
Figura A3.6 Planilla Ingreso al laboratorio/solicitud de análisis (duplicado)

Listado de tablas

Parte 1

Capítulo 1

Tabla 1.1	Distribución de la superficie de la Cuenca del Plata por subcuencas
-----------	---

Capítulo 2

Tabla 2.1	Codificación y ubicación de las estaciones de monitoreo
Tabla 2.2	Fechas de campañas de monitoreo CIC-Plata
Tabla 2.3	Parámetros fisicoquímicos y nutrientes medidos en la Cuenca del Plata
Tabla 2.4	Iones mayoritarios, materia orgánica y metales medidos en la Cuenca del Plata
Tabla 2.5	Contaminantes orgánicos y microbiológicos medidos en la Cuenca del Plata
Tabla 2.6	Cantidad de datos generados en campañas 2013-2014 Cuenca del Plata
Tabla 2.7	Clasificación de calidad de las aguas en función del índice BMWP/BOL
Tabla 2.8	Ensayos de ecotoxicidad en estaciones de Brasil
Tabla 2.9	Índices de calidad de aguas (IQA) y protección de vida acuática (IVA)
Tabla 2.10	Categorización y ponderación de índices
Tabla 2.11	Riqueza de grupos taxonómicos de zooplancton en Brasil
Tabla 2.12	Comunidades de fitoplancton, Brasil

Capítulo 4

Tabla 4.1	Aportes de cargas contaminantes inorgánicas a la Cuenca del Plata
Tabla 4.2	Aporte globales de cargas orgánicas a la Cuenca del Plata

Parte 2

Capítulo 5

Tabla 5.1	Muestreo de ríos para verificar la homogeneidad en la sección transversal
Tabla 5.2	Cantidad de muestras en lagos y embalses

Capítulo 6

Tabla 6.1	Parámetros básicos de laboratorio
Tabla 6.2	Parámetros específicos de la cuenca del río Uruguay
Tabla 6.3	Parámetros específicos de la cuenca del Pilcomayo y Bermejo
Tabla 6.4	Parámetros específicos de la cuenca del Paraguay
Tabla 6.5	Parámetros específicos de la cuenca del Paraná

Capítulo 9

Tabla 9.1	Selección de técnicas analíticas para los parámetros básicos
Tabla 9.2	Selección de técnicas analíticas para compuestos orgánicos
Tabla 9.3	Selección de técnicas analíticas para metales
Tabla 9.4	Selección de técnicas analíticas para pesticidas

Capítulo 10

Tabla 10.1	Preservación según <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> , 21th edition
------------	---

Anexo 1

Tabla A1.1	Estaciones de monitoreo de calidad de agua en la Cuenca del Plata
------------	---

Anexo 2

Tabla A2.1	Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para parámetros básicos
Tabla A2.2	Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para compuestos orgánicos
Tabla A2.3	Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para metales
Tabla A2.4	Comparación de las legislaciones adoptadas por cada país para sus cursos de agua para pesticidas

Listado de siglas y acrónimos

ADT	Análisis Diagnóstico Transfronterizo
CdP	Cuenca del Plata
CIC	Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEF	<i>Global Environment Facility</i> / Fondo para el Medio Ambiente Mundial – FMAM (se cita en el documento por su sigla en español)
INA	Instituto Nacional del Agua de Argentina
OEA	Organización de los Estados Americanos
PAE	Programa de Acciones Estratégicas
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Referencias Institucionales

Representantes de los países en el Consejo Director del Programa Marco

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
Argentina		
Titulares		
Embajador Natalio Marcelo Jamer (2016)	Pablo Bereciartua (2016)	Osvaldo Fernandez (2016)
Embajadora Mónica Rosa Troadello (2011-2015)	Edgardo Bortolozzi (2012-2015)	Roberto Adaro (2015, 2013 y 2012)
	Fabián López (2011)	Julio Nasser (2014)
		Miguel Gomez (2011)
Alternos		
Ministro Eugenio Garcia Santos (2012-2016)	Marcelo Gaviño Novillo (2016)	Miguel Gomez (2014)
	Andrés Rodríguez (2011-2015)	
Bolivia		
Titulares		
Embajador Juan Carlos Alurralde (2013-2016)	Carlos Ortuño (2014-2016)	Oscar Cespedes Montaña (2014-2016)
Embajador Pablo Guzman Lougier (2011-2013)	Luis Marka Saravia (2012-2013)	
Alternos		
Juan Carlos Seguro Tapia (2014-2016)	Oscar Céspedes (2014-2016)	
Mayra Montero Castillo (2011-2016)		
Clarems Endara Vera (2011)		
Brasil		
Titulares		
Embajadora Eugenia Barthelmess (2015-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	
Embajador João Luiz Pereira Pinto (2011-2013)		

Representante Político	Representante Técnico	Segundo Representante Técnico
------------------------	-----------------------	-------------------------------

Brasil		
---------------	--	--

Alternos		
-----------------	--	--

Ministra Consejera Gisela Padovan (2013-2016) Primer Secretario Rodrigo de Macedo Pinto (2016) Segundo Secretario Joaquim Araújo (2016) Secretario Filipe Lopes (2014-2015) Secretario Felipe Antunes (2014-2015) Ministro Philip Fox-Drummond Gough (2013) Segunda Secretaria Patricia Soares (2011)		
--	--	--

Paraguay		
-----------------	--	--

Titulares		
------------------	--	--

Embajador Didier Olmedo (2014-2016)	David Fariña (2014-2016)	
Embajador Luis Fernando Avalos (2012-2014)	Sofía Vera (2013-2014)	
Embajador Gabriel Enciso Lopez (2011)	Daniel González (2013)	
	Silvia Spinzi (2012)	
	Daniel Garcia (2011-2012)	

Alternos		
-----------------	--	--

Primer Secretario Blas Felip (2013-2016)	Rafael Gonzalez (2011)	
Ministro Miguel Lopez Arzamendia (2012)		
Consejero Alfredo Nuñez (2011-2012)		
Primera Secretaria Eliana Abigail Vergara (2011-2013)		

Uruguay		
----------------	--	--

Titulares		
------------------	--	--

Martín Vidal (2016)	Daniel Greif (2015-2016)	Alejandro Nario (2015-2016)
Ministro Juan Remedi (2011-2015)	Daniel Gonzalez (2012-2013)	Jorge Rucks (2011-2015)
	José Luis Genta (2011)	

Alternos		
-----------------	--	--

Javier Vidal (2016)	Silvana Alcoz (2015-2016)	
------------------------	------------------------------	--

Unidades Nacionales del Programa Marco

Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Titulares				
Miguel A. Giraut (2011-2016)	Mayra Montero Castillo (2011-2016)	Julio Thadeu Silva Kettelhut (2011-2016)	David Fariña (2014-2016) Sofia Vera (2013-2014) Daniel Gonzalez (2013) Silvia Spinzi (2012) Daniel Garcia (2011-2012)	Silvana Alcoz (2011-2016)

Asistentes de Coordinadores Nacionales

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Susana Minatti (2011-2016)		Aureliano Cesar (2011-2016)	Julieta Gauto (2011-2016)	Ana Laura Martino (2011-2016)

Unidades Nacionales del Programa Marco

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina*	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Marco Legal e Institucional				
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (Mónica Troadello, Natalio Marcelo Jamer)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Alurralde, Pablo Guzmán Lougier, Mayra Montero Castillo)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Eugenia Barthelmess, Joa Luíz Pereira Pinto); Ministerio do Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Julio Thadeu Silva Kettelhut)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Didier Olmedo, Luis Fernando Avalos, Blas Felip)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Antonio Remedi)
Sistema Soporte para la Toma de Decisiones				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Federico Scuka, Carla Lupano)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Lizet Sullcata)	Agencia Nacional de Aguas (Sergio Barbosa)	Secretaría del Ambiente (Julián Cáceres); Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Federico Ferreira, Nestor Cabral)	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Virginia Fernández); Instituto Uruguayo Meteorología (INUMET) (Víctor Marabotto); Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG) (Ignacio Corrales)
Participación Pública, Comunicación y Educación				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Silvia Freiler, Daniela García)	Ministerio de Relaciones Exteriores (María del Sagrario Urgel Aguilar, Consuelo Ponce) Ministerio de Educación	Ministerio de Medio Ambiente/ Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano (Franklin de Paula Júnior)	Universidad Nacional de Pilar (Ernilda Vera); Secretaría de la Información y Comunicación (César Palacios); Secretaría del Ambiente (Maria Coronel)	MVOTMA (Luján Jara); Ana Laura Martino; Ministerio de Educación y Cultura (Laura Barcia); Secretaría Comunicación Presidencia (Carolina Echavarría)
Balance Hídrico Integrado				
Instituto Nacional del Agua/Centro Regional Litoral (Carlos Paoli)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Luis Noriega)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (André Silveira, Walter Collischonn)	Secretaría del Ambiente (Andrés Wehrle); Universidad Nacional de Asunción (Juan Pablo Nogués); Itaipú Binacional (Pedro Domaniczky)	Universidad de la República (UDELAR) (Luis Silveira, Christian Chreties, Magdalena Crisci, Jimena Alonso); UDELAR-Regional Norte (Pablo Gamazo); CTM-SG (Nicolás Failache); MVOTMA (Rodolfo Chao)

*Consejo Hídrico Federal Argentina (2011– 2016).

Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (Oscar Duarte). Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (Mario Rujana).

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Cantidad y Calidad de Agua				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Marina Jakomin)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Geovana Rocabado)	Agencia Nacional de Aguas (Maurrem Ramon Vieira)	Universidad Nacional de Asunción (Inocencia Peralta); Secretaria del Ambiente (Sofía Vera, Aida Olavarrieta)	MVOTMA (Luis Reolón)
Aguas Subterráneas				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Jorge Santa Cruz, Lida Borello)	Servicio Geológico Minero (Jorge Bellot)	Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (Gerôncio Rocha); Servicio Geológico de Brasil (João Alberto Diniz, Fernando Feitosa, Roberto Kircheim)	Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (Andrés Wehrle); Secretaria del Ambiente (Daniel García Segredo)	MVOTMA (Lourdes Batista, Ximena Lacués); CEREGAS (Alberto Manganelli) Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) (Enrique Massa, Javier Techera); Obras Sanitarias del Estado (OSE) (Pablo Decoud, Andrés Pérez)
Ecosistemas Acuáticos y Asociados				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij); Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi)	Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Sharbel Gutierrez)	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira, Danilo Naliato)	Secretaría del Ambiente (Mirta Medina, Nora Neris, Reinilda Duré)	MVOTMA (Guillermo Scarlato); Ana Laura Martino; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Alfredo Pereira); UDELAR (Alejandro Brazeiro)
Degradación de la Tierra				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (José Cuevas; Pablo Viegas Aurelio)	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Celso Vainer Manzatto)	Secretaría del Ambiente (David Fariña, José Silvero)	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca MGAP (Carlos Clerici); Facultad de Agronomía de la Universidad de la República - UDELAR (Mario Pérez Bidegain, Fernando García Prechac)
Oportunidades para el Desarrollo				
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Martín Reymúndez)	Ministerio de Relaciones Exteriores	Ministerio de Transportes (Luiz Eduardo García)	Secretaría Nacional de Turismo (Antonio Van Humbeeck)	Ministerio de Turismo (Marcelo Canteiro)

Unidades Nacionales del Programa Marco

Grupos Temáticos del Programa Marco (continuación)

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
PPD Biodiversidad				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Laura Pertusi); Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Sara Sverlij)	Ministerio de Medio Ambiente y Agua	Universidad Estadual Paulista (Marcos Nogueira); Itaipú Binacional (Carla Canzi)	Secretaría del Ambiente (Darío Mandelburger)	
PPD Confluencia				
Administración Provincial del Agua del Chaco (Patricia Parini)		Itaipú Binacional (Jair Kotz, Carla Canzi)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro)	
PPD Cuareim				
		Comité de las Aguas Estadales de la cuenca del río Quaraí (Ivo Lima Wagner); Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul; Departamento de Recursos Hídricos (Fernando Meirelles)		Referente Local (Laura Marcelino); Comisión Cuenca Río Cuareim; MVOTMA (Silvana Alcoz); Ana Laura Martino
PPD Pilcomayo				
Unidad Provincial Coordinadora del Agua de Formosa (Horacio Zambón); Secretaría de Recursos Hídricos de Salta (Alfredo Fuertes)	Ministerio de Relaciones Exteriores (Juan Carlos Seguro, Mayra Montero Castillo); Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Oscar Céspedes)		Secretaría del Ambiente (Rosa Morel, Daniel García)	
Escenarios Hidroclimáticos				
Instituto Nacional del Agua (Dora Goniadzki)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Gilvan Sampaio de Oliveira)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez); Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (Benjamín Grassi)	UDELAR (Rafael Terra, Gabriel Cazes, Marcelo Barrero); INUMET (Mario Bidegain)

Grupos Temáticos del Programa Marco

Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay
Monitoreo y Alerta				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Agencia Nacional de Aguas (Valdemar S. Guimarães, Augusto Bragança)	Entidad Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro); Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar)	UDELAR (Luis Silveira, Jimena Alonso); MVOTMA (Luis Reolón, Gabriel Yorda, Javier Martínez, Juan Carlos Giacri, Adriana Piperno) CECOED Artigas (Juan José Eguillor)
Radars				
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Juan Carlos Bertoni, Carlos Lacunza)	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Gualberto Carrasco)	Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (Carlos Frederico de Angelis)	Dirección de Meteorología e Hidrología (Julián Baez)	UDELAR (Gabriel Cazes); INUMET (Daniel Bonora, Néstor Santayana); CTM-SG (Juan Badagian)
Modelos de Grandes Cuencas				
Instituto Nacional del Agua (Juan Borús)	Servicio Nacional de Hidrografía Naval (Luis Miguel Carrasco)	Instituto de Investigaciones Hidráulicas (Walter Collischonn)	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (Cristián Escobar, Pedro Takahashi)	UDELAR (Christian Chreties)



**FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL - FMAM**
GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY - GEF

El FMAM promueve la cooperación internacional y fomenta medidas encaminadas a proteger el medio ambiente de nuestro planeta. Desde su creación, se ha convertido en un agente catalizador y fuente de financiamiento para considerar en forma integrada problemas ambientales mundiales en el proceso de desarrollo, lo que resulta decisivo para conseguir un equilibrio sostenible entre el hombre y la naturaleza. Aportó los fondos no reembolsables con los que se financió el Programa Marco.



**PROGRAMA DE NACIONES
UNIDAS PARA EL MEDIO
AMBIENTE**
UNITED NATIONS ENVIRONMENT
PROGRAMME - UN ENVIRONMENT

El Programa dirige y alienta la participación en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y dando a las naciones y a los pueblos los medios para mejorar su capacidad de vida sin poner en peligro a las futuras generaciones. En la estructura organizativa del Programa Marco ha sido la agencia de implementación del GEF, habiendo sido su objetivo asegurar que el mismo se ejecutara para el beneficio del medio ambiente global. Miembro del Consejo Director del Proyecto.



**ORGANIZACIÓN DE LOS
ESTADOS AMERICANOS - OEA**
ORGANIZATION OF
AMERICAN STATES - OAS

La OEA ha mantenido una histórica relación de cooperación técnica con la Cuenca del Plata y con el CIC en temas relativos al desarrollo sostenible, a los recursos naturales y a la gestión de los recursos hídricos. Para la preparación del Programa Marco de la Cuenca del Plata fue la organización regional seleccionada, tanto por el PNUMA como por el CIC, como agencia ejecutora, responsable técnica y administrativa de los fondos FMAM. Miembro del Consejo Director del Proyecto.

Programa Marco

FMAM - GEF

Christian Severin
Especialista Principal en Medio Ambiente

UN ENVIRONMENT

Isabelle Van Der Beck
Gerente de Programa

OEA - OAS

Cletus Springer
Director del Departamento
de Desarrollo Sostenible (DDS)

Maximiliano Campos
Jefe Sección II, Gestión Integrada
de Recursos Hídricos

Enrique Bello
Jefe Unidad Técnica Administrativa
SG/OEA Argentina

DIRECTOR DE PROYECTO

Miguel Ángel López Arzamendia (2010-2011)
José Luis Genta (2011-2015)
Alejandro Peyrou (2015-2016)

COORDINADORA TÉCNICA INTERNACIONAL

Silvia Rafaelli (2011-2016)

COORDINADORA TÉCNICA ADJUNTA

Elena Benitez Alonso (2011-2013)
Ana Maria Castillo Clerici (2013-2016)

ASISTENTES TÉCNICOS

Ignacio Masson (2011-2014)
Julia Lacal Bereslawski (2011-2016)
Eduardo Roude (2011-2016)
Valeria Rodríguez Brondo (2011-2014)
Fabián Riveros (2011-2012)
Romina Morbelli (2013-2016)
Marta Ayala (2014-2016)
Martín Ribeiros (2014)
Roberto Montes (2015)

SECRETARIAS

Aliene Zardo Ferreira (2011)
Danielle Carvalho (2011-2012)
Lourdes Martins (2012-2015)
María Paula Giorgieri (2015-2016)

Publicaciones del Programa Marco

Documentos principales

Versiones en español, portugués e inglés



Análisis Diagnóstico Transfronterizo de la Cuenca del Plata ADT



Programa de Acciones Estratégicas de la Cuenca del Plata PAE



Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT) y Programa de Acciones Estratégicas (PAE)
Síntesis ejecutiva



Programa Marco de la Cuenca del Plata
Proceso de ejecución y principales resultados

Documentos temáticos



Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata



Marco institucional y legal para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca del Plata



Participación pública, comunicación y educación
Proyectos del Fondo de Participación Pública
Réplica del Programa Cultivando Agua Buena



Hidroclimatología de la Cuenca del Plata



Balance hídrico en la Cuenca del Plata
Disponibilidad y usos, considerando escenarios futuros
Modelos de gestión



**Calidad del agua
en la Cuenca del Plata**



**Aguas subterráneas
en la Cuenca del Plata**



**Ecosistemas acuáticos
en la Cuenca del Plata**



**Inventario de Regiones
de Humedales de
la Cuenca del Plata**



**Degradación de tierras
en la Cuenca del Plata**



**Selva Misionera
Paranaense**



**Hidroelectricidad
y navegación en
la Cuenca del Plata**



**Tecnologías limpias
y ecoturismo
en la Cuenca del Plata**



**Buenas prácticas
en el uso del suelo
en la Cuenca del Plata**



**Boas práticas
para o cultivo do arroz
na Bacia do Prata**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Conservación de la biodiversidad
íctica en una zona regulada
del río Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Resolución de conflictos por
el uso del agua en la cuenca
del río Cuareim/Quaraí**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Sistema de alerta hidroambiental
en la confluencia de los ríos
Paraguay y Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo
Control de contaminación
y erosión en el río Pilcomayo**



Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático
Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima

ISBN 978-987-4187-10-9



9 789874 187109



CIC
Cuenca del Plata



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Los derechos son de todos