



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



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



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

Diciembre de 2016



Proyecto Piloto Demostrativo

Control de contaminación y erosión en el río Pilcomayo

Índice

13	PREFACIO
17	RESUMEN EJECUTIVO
21	<i>RESUMO EXECUTIVO</i>
25	<i>EXECUTIVE SUMMARY</i>
29	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN
29	1.1 EL PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO
32	1.2 MARCO METODOLÓGICO
35	CAPÍTULO 2: MARCO DE INTERVENCIÓN. DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA DEL RÍO COTAGAITA
35	2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
36	2.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS
36	2.2.1 Topografía
37	2.2.2 Hidrografía
37	2.2.3 Minería
37	2.2.4 Capacidad de uso de la tierra, uso actual del suelo y cobertura vegetal
39	2. 3 POBLACIÓN
39	2.4 INSTITUCIONES DE GOBIERNO
41	CAPÍTULO 3: HIDROGEOLOGÍA DE LA CUENCA COTAGAITA
41	3.1 OBJETIVO
41	3.2 METODOLOGÍA
41	3.3 MARCO REFERENCIAL

41	3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
41	3.4.1 Geología
42	3.4.2 Geomorfología
43	3.4.3 Hidrogeología
44	3.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
47	CAPÍTULO 4: BALANCE HÍDRICO
47	4.1 OBJETIVOS
47	4.2 METODOLOGÍA
48	4.3 MARCO REFERENCIAL
49	4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
51	4.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
53	CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA
53	5.1 OBJETIVOS
53	5.2 METODOLOGÍA
54	5.3 MARCO REFERENCIAL
54	5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
54	5.4.1 Diseño de una red de monitoreo de calidad del agua
57	5.4.2 Red de estaciones hidrológicas y de calidad del agua
58	5.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
61	CAPÍTULO 6: ESTIMACIÓN DE LA TASA DE SEDIMENTACIÓN
61	6.1 OBJETIVOS
61	6.2 METODOLOGÍA

62	6.3 MARCO REFERENCIAL
62	6.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
63	6.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
65	CAPÍTULO 7: PRIORIZACIÓN DE CUENCAS
65	7.1 OBJETIVOS
65	7.2 METODOLOGÍA
67	7.3 MARCO REFERENCIAL
67	7.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
70	7.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
73	CAPÍTULO 8: ORGANISMO DE GESTIÓN DE CUENCAS (OGC)
73	8.1 OBJETIVO
73	8.2 METODOLOGÍA
74	8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
75	8.4 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
79	CAPÍTULO 9: PLAN ESTRATÉGICO INTEGRAL DE LA CUENCA COTAGAITA
79	9.1 OBJETIVOS
79	9.2 METODOLOGÍA
80	9.3 MARCO REFERENCIAL
80	9.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN
82	9.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO
85	ANEXO: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
101	REFERENCIAS
103	LISTADO DE FIGURAS

104	LISTADO DE TABLAS
105	CRÉDITO DE FOTOGRAFÍAS
106	LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS
107	REFERENCIAS INSTITUCIONALES
116	LISTADO DE PUBLICACIONES

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

Cuenca 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

La pérdida de calidad de las aguas originada por contaminantes orgánicos y químicos provenientes de fuentes puntuales, como las actividades mineras, se profundiza por la ausencia de instrumentos de vigilancia y monitoreo, dificultando un control adecuado del nivel de la calidad y contaminación de los cuerpos de agua. A esta problemática se suma la erosión y sedimentación, natural y antrópica, que se produce en la parte alta de la Cuenca, afectando principalmente a las partes bajas de esta.

Los problemas identificados son críticos por sus efectos transfronterizos, por lo que, de acuerdo a un análisis realizado por el Comité Intergubernamental de Coordinación de la Cuenca del Plata (CIC Plata), se definió y estableció como prioridad la ejecución del Proyecto Piloto Demostrativo Control de contaminación y erosión en el río Pilcomayo.

Este contó con la participación del CIC Plata, del Ministerio de Relaciones Exteriores del Estado Plurinacional de Bolivia (como Coordinación Nacional del Proyecto Piloto), el apoyo técnico del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAYA), a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

(VRHR), y la participación del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, del Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita y las Coordinaciones Nacionales de Argentina y Paraguay.

El objetivo central del Proyecto Piloto fue la generación de información referida a la gestión integral de los recursos naturales en la cuenca Cotagaita, con la finalidad de construir modelos de gestión de cuencas mineras capaces de ser replicadas en contextos similares de la Cuenca del Plata. De esta manera, se buscó promover una administración autogestionaria y sustentable en el desarrollo productivo, y un mejoramiento de la calidad de vida de la población local.

Metodológicamente, el estudio se realizó a través de la recopilación de información secundaria, la cual fue posteriormente sistematizada para la generación de una base de datos que tuvo como producto final el Plan Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita.

El Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP) se enfocó en tres componentes: a) el control y la mitigación de la contaminación minera pasada y actual; b) la erosión

de suelos y la sedimentación de los ríos y c) el monitoreo de la calidad de agua y sedimentación. Entre las actividades más importantes desarrolladas en la gestión 2014, se encuentran: el diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Cotagaita, la propuesta de un plan de monitoreo de la calidad de las aguas por subcuencas, la consolidación del diseño de una red de monitoreo de calidad de agua, y el planteamiento de alternativas para la reducción de la erosión de suelos y la acumulación de sedimentos. Adicionalmente, se realizó el fortalecimiento institucional de técnicos del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y del

Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita, mediante capacitaciones y entrega de equipamiento.

Como resultado del Proyecto Piloto, se cuenta con información concerniente a las características hidrogeológicas de la cuenca Cotagaita, el diagnóstico biofísico, el comportamiento de temperatura y precipitación, un sistema de monitoreo de la calidad de agua y de sedimentos con sus respectivos puntos de muestreo georreferenciados en microcuencas priorizadas, un Organismo de Gestión de Cuencas y el Plan Estratégico Integral de la Cuenca Cotagaita.

Resumo executivo

A perda da qualidade da água causada por poluentes orgânicos e químicos a partir de fontes pontuais, como a mineração, é agravada devido a ausência de instrumentos de vigilância e monitoramento, dificultando um controle adequado do nível da qualidade e contaminação dos corpos de água. Além disso, a erosão e sedimentação, naturais e antrópicas, produzidas na parte superior da Bacia, afetando principalmente suas partes baixas, também são problemáticas encontradas nesta região.

Os problemas identificados são críticos devido a seus efeitos transfronteiriços, por isso, de acordo com uma análise feita pelo Comitê Intergovernamental Coordenador da Bacia do Prata (CIC Plata), foi definida e estabelecida como prioridade a implementação do Projeto Piloto Demonstrativo de Controle de contaminação e erosão no rio Pilcomayo.

Este contou com a participação do CIC Plata, do Ministério das Relações Exteriores do Estado Plurinacional da Bolívia (como Coordenador Nacional do Projeto Piloto), o apoio técnico do Ministério do Meio Ambiente e Águas (MMAYA), através do Vi-

ce-ministério de Recursos Hídricos e Irrigação (VRHR), e a participação do Governo Autônomo Departamental de Potosí, do Governo Autônomo Municipal de Cotagaita e as Coordenações Nacionais da Argentina e do Paraguai.

O principal objetivo do Projeto Piloto foi gerar informação sobre a gestão integrada dos recursos naturais na Bacia Cotagaita, a fim de construir modelos de gestão de bacias de mineração capazes de serem replicados em contextos semelhantes ao da Bacia do Prata. Assim, procurou-se promover uma gestão autossuficiente e sustentável no desenvolvimento produtivo, e a melhoria da qualidade de vida da população local.

Metodologicamente, o estudo foi realizado através da coleta de informação secundária, que mais tarde foi sistematizada para a geração de um banco de dados que resultou no Plano Estratégico Integral da Bacia Cotagaita.

O Projeto Piloto Demonstrativo Pilcomayo (PPDP) concentrou-se em três componentes: a) o controle e a mitigação da contaminação proveniente da mineração passada e atual; b) a erosão dos solos e a sedimentação

dos rios e c) o monitoramento da qualidade da água e sedimentação. Entre as atividades mais importantes desenvolvidas na gestão de 2014, pode-se mencionar: o diagnóstico biofísico e socioeconômico da Bacia Cotagaita, a proposta de um plano para monitorar a qualidade da água por sub-bacias, a consolidação do planejamento de uma rede de monitoramento da qualidade da água, e a abordagem de alternativas para reduzir a erosão dos solos e o acúmulo de sedimentos. Além disso, foi alcançado o fortalecimento institucional de técnicos do Governo Autônomo Departamental de Potosí e do Governo Autônomo Municipal de Cotagaita,

através de capacitações e da entrega de equipamentos.

Como resultado do Projeto Piloto, foi possível contar com informação referente às características hidrogeológicas da Bacia Cotagaita, o diagnóstico biofísico, o comportamento da temperatura e da precipitação, um sistema de monitoramento da qualidade da água e de sedimentos com os seus respectivos pontos de amostragem georreferenciados em micro-bacias priorizadas, um Órgão de Gestão de Bacias e um Plano Estratégico Integral da Bacia Cotagaita.

Executive summary

The loss of water quality caused by organic pollutants and chemicals from point sources, such as mining activities, is aggravated by the absence of surveillance and monitoring tools, which prevent an adequate control of the quality and pollution level in water bodies. In addition to this problem, the lower parts of the Basin are seriously affected by natural and anthropic erosion and sedimentation which occur in the upper section of the Basin.

The identified problems are critical due to their transboundary effects; therefore and, based on an analysis conducted by the Coordinating Intergovernmental Committee of the La Plata Basin (CIC Plata), the execution of the Pilot Demonstration Project of pollution and erosion in the Pilcomayo river was established as a priority.

It counted on the participation of the CIC Plata, the Ministry of Foreign Affairs of the Plurinational State of Bolivia (as the National Pilot Project Coordination), the technical support of the Ministry of Environment and Water (MMAYA, for its acronym in Spanish), through the Vice-Ministry of Water Resources and Irrigation (VRHR, for its

acronym in Spanish), and the collaboration of the Autonomous Departmental Government of Potosí, the Autonomous Municipal Government of Cotagaita and the National Coordinations of Argentina and Paraguay.

The main objective of the Pilot Project was to generate information concerning the integrated management of the water resources in the Cotagaita Basin in order to build mining basin management models that can be replicated in similar contexts of the La Plata Basin. In this way, the Project aimed at promoting a self-managing and sustainable administration in the productive development and improving the quality of life of the local people.

Methodologically, the study was conducted through the collection of secondary information, which was later systematised to generate a data base whose final product was the Integrated Strategic Plan of the Cotagaita Basin.

The Pilcomayo Pilot Demonstration Project (PPDP) focused on three components: a) control and mitigation of past and present mining pollution; b) soil erosion and river sedimentation and c) water quality

and sedimentation monitoring. Among the most important activities developed in the 2014 administration are: the biophysical and socio-economic diagnosis of the Cotagaita Basin; the proposal of a plan to monitor water quality per sub-basin; the consolidation of the design of a water quality monitoring network; and the formulation of alternatives to reduce soil erosion and sediment accumulation. Additionally, training and equipment were provided in order to enable the institutional strengthening of the technicians from the Autonomous Departmental Government of Potosí and the

Autonomous Municipal Government of Cotagaita.

As a result of the Pilot Project, there is information concerning the hydrogeological characteristics of the Cotagaita Basin, the biophysical diagnosis, the behaviour of temperature and rainfall, a water quality and sediment monitoring system with the respective georeferenced sampling points in priority micro-basins, a Basin Management Agency and the Integrated Strategic Plan of the Cotagaita Basin.

Capítulo 1:

Introducción

1.1 EL PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO PILCOMAYO

El sistema de la Cuenca del Plata, integrado por Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, abarca una superficie de cerca de 3.1 millones de km². En la parte alta de su cuenca, se encuentra la cuenca del río Pilcomayo, compartida entre los países de Argentina, Bolivia y Paraguay, con aproximadamente 290.000 km². El Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP), forma parte del Componente II del Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, con Relación a los Efectos Hidrológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático (PM GEF CIC) del CIC Plata.

En la cuenca Cotagaita se identifican problemas transfronterizos relacionados con la calidad de agua, provocados por la contaminación minera y la erosión, transporte y sedimentación en el río Pilcomayo, que son causados por factores naturales y antrópicos. Bajo estos antecedentes, se elaboró el PPDP, enfocado en tres componentes: a)

el control y mitigación de la contaminación minera pasada y actual; b) la erosión de suelos y la sedimentación de los ríos y c) el monitoreo de la calidad de agua y sedimentación. Los primeros dos componentes toman en cuenta su adaptabilidad a los efectos de la variabilidad hidrológica y el cambio climático.

Asimismo, con el propósito de armonizar y aunar esfuerzos entre el PPDP y el Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo (PGIPMP), los referidos componentes fueron formulados en coordinación con el PGIPMP, a fin de que el presente PPDP pueda contribuir complementariamente a través de sus lecciones aprendida no solo al Programa Marco de Acciones Estratégicas (PMAE) sino también al PGIPMP. De esta manera, se aseguró el nexo e interrelación entre el PGIPMP y el PMAE en el marco del desarrollo del PPDP.

El diseño del Programa Marco y por lo tanto de sus cuatro Proyectos Piloto, tuvo lugar en el año 2005.

Figura 1.1.1

Localización de los Proyectos Prioritarios y Piloto

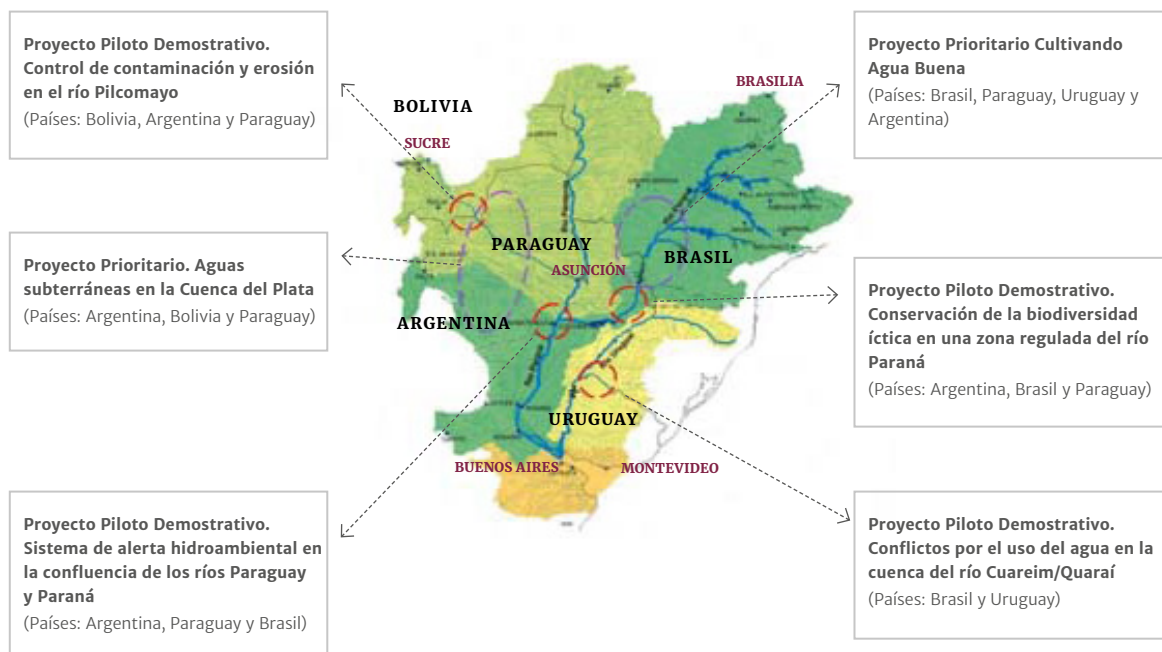


Tabla 1.1.1

Principales características del Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP)

Temática	Gestión integral (uso, conservación y restauración) de los recursos naturales de la cuenca del río Cotagaita, a fin de concebir un modelo de gestión en cuencas mineras que pueda ser replicado en otras microcuencas mineras similares y apunte a promover, en el mediano y largo plazo, una administración autogestionaria y sustentable del Proyecto Piloto con el objetivo de alentar un adecuado desarrollo productivo de la zona de influencia y mejorar la calidad de vida de la población.
Descripción general	El PPD se propone generar información referida a la gestión integral de los recursos naturales en la cuenca Cotagaita, con la finalidad de construir modelos de gestión de cuencas mineras para ser replicadas en contextos similares de la Cuenca del Plata. Metodológicamente, el estudio se realizó a través de la recopilación de información secundaria, la cual posteriormente fue sistematizada para generar una base de datos que tuvo como producto final el Plan Estratégico Integral de la Cuenca Cotagaita. El Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP) se enfocó en tres componentes: a) el control y mitigación de la contaminación minera pasada y actual; b) la erosión de suelos y la sedimentación de los ríos y c) el monitoreo de la calidad de agua y sedimentación.

Principales características del Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP) (cont.)

Ubicación geográfica	La cuenca Cotagaita está localizada al este del Departamento de Potosí, en las provincias Nor Chichas, Sud Chichas y Antonio Quijarro. Geográficamente se encuentra entre los 20°20' y 21°20' de latitud sur y 65°20' y 66°20' de longitud oeste. Casi la totalidad de la cuenca se encuentra en el Municipio de Cotagaita y menores superficies en los Municipios de Uyuni, Tomave, Atocha y Tupiza, abarcando una superficie total de 6.246 km.
Países involucrados	Argentina, Bolivia y Paraguay.
Objetivos	Contar con un diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca. Plantear un componente de plan de monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca y las subcuencas del río Cotagaita, consolidando el diseño de una red de calidad de agua y su monitoreo correspondiente. Reducir la erosión de suelos y sedimentación de los ríos a partir del desarrollo de un modelo de evaluación y comportamiento de sedimentos compatible con el monitoreo de calidad de aguas para las subcuencas del río Cotagaita. Contar con un Organismo de Gestión de Cuencas (OGC).
Organismos intervinientes	El PPD contó con la participación del Comité Intergubernamental de Coordinación de la Cuenca del Plata (CIC Plata), del Ministerio de Relaciones Exteriores del Estado Plurinacional de Bolivia (como coordinador nacional del Proyecto Piloto), el apoyo técnico del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAYA) a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, y la participación del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita y las Coordinaciones Nacionales de Argentina y Paraguay.

El presente documento comprende los siguientes contenidos. El Capítulo 1 incluye una introducción, antecedentes del proyecto y el detalle de la metodología utilizada. En el Capítulo 2, se detalla el diagnóstico del área del proyecto, considerando su ubicación, características biofísicas, socioeconómicas, administrativas e institucionales. En el Capítulo 3, se capturan las particularidades hidrogeológicas de la cuenca, tomando en cuenta su geología, geomorfología e hidrología. Por su parte, en el 4 se desarrolla la información requerida para el cálculo del balance hídrico. El capítulo 5 se describen los insumos y elementos considerados en el

diseño de una red de monitoreo de calidad de agua en ríos específicos. Asimismo, el 6 muestra el procedimiento seguido para el diseño de una red de sedimentos, mientras que en el capítulo 7 se efectúa la priorización de cuencas para la reducción de la erosión, sedimentación y contaminación. El 8 da cuenta de la constitución del Organismo de Gestión de Cuencas (OGC) para el fortalecimiento de capacidades en la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y el Manejo Integral de Cuencas (MIC). Por último, en el capítulo 9, se presenta el Plan Estratégico Integral, como una herramienta para alcanzar metas en el ámbito socio ambiental.

1.2 MARCO METEODÓLOGICO

El Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo fue desarrollado en cuatro fases:

1. Recopilación de información secundaria, en formato impreso y/o digital, desde instituciones estatales (Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio del Agua, universidades, prefecturas departamentales, municipios, Servicio Geológico, empresas de agua potable, Instituto Nacional de Estadística y Proyectos especiales) y privadas (ONG, empresas consultoras y cámaras).
2. Sistematización de la información, creación de una base de datos y su introducción al Sistema de Información Geográfica (SIG) en la proyección UTM, zona 20, Datum WGS-84 y a escala 1:100.000. La información impresa fue clasificada, sistematizada, transcrita, introducida a la base de datos del SIG y digitalizada. Esta sistematización de la información permitió al personal entender el estado de la cuenca, conocer sus recursos, sus fortalezas, sus debilidades y definir áreas prioritarias de intervención con acciones específicas, que permitieran generar un impacto técnico, social y ambiental.
3. Análisis de la información y elaboración del diagnóstico de la cuenca Cotagaita. La difusión de este diagnóstico entre los actores de la cuenca permite que los técnicos y tomadores de decisión de las diferentes entidades, estatales y privadas, trabajen sobre información concreta, técnicamente respaldada y común para todos, para evitar la duplicidad de esfuerzos. De esta manera, en conjunto con el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), se realizaron estudios de hidrogeología, balance hídrico, establecimiento de una red de monitoreo de calidad de agua, establecimiento de una red de monitoreo de sedimentos en las subcuencas y priorización de cuencas para ejecución de proyectos de Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y de Manejo Integral de Cuencas (MIC). Finalmente, como componente social, se conformó un Organismo de Gestión de Cuencas (OGC) con los diferentes actores de los municipios que integran la cuenca Cotagaita.
4. Diseño de un Plan Estratégico Integral de la cuenca, en base a los antecedentes citados anteriormente, el cual permite una adecuada y pertinente toma de decisiones por parte de los actores y de los gobiernos municipales.

Capítulo 2:

Marco de intervención. Diagnóstico de la cuenca del río Cotagaita

2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca Cotagaita está localizada al este del Departamento de Potosí, en las provincias Nor Chichas, Sud Chichas y Antonio Quijarro. Geográficamente, se encuentra entre los 20°20' y 21°20' de latitud Sur y

65°20' y 66°20' de longitud Oeste. Casi la totalidad de la cuenca se encuentra en el Municipio de Cotagaita, y menores superficies en los municipios de Uyuni, Tomave, Atocha y Tupiza (**Tabla 2.1.1**), abarcando una superficie total de 6.246 km² (**Figura A.5.1**).

Tabla 2.1.1

Áreas municipales en la cuenca

Cuenca	Provincia	Municipio	Área total del municipio (km ²)	Áreas municipales en la cuenca (km ²)
Cotagaita	Nor Chichas	Cotagaita	6.412	3.891
	Sud Chichas	Atocha	2.101	959
		Tupiza	6.196	558
	Antonio Quijarro	Uyuni	7.732	90
		Tomave	8.189	748

Fuente: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia (VRHR - MMAyA) (2014).



Municipio de Cotagaita.

2.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

2.2.1 Topografía

La cuenca Cotagaita presenta una variabilidad altitudinal entre los 2600 a 5400 msnm. Las partes altas se encuentran dispersas en

toda la cuenca, en tanto que las áreas de pendiente ligera se concentran al este y suroeste. En la **Tabla 2.2.1.1** se describen las altitudes y pendiente de las subcuencas.

Tabla 2.2.1.1

Características topográficas de las subcuencas del río Cotagaita

Subcuenca	Código Pfafstetter	Altura Mínima (msnm)	Altura Máxima (msnm)	Altura Media (msnm)	Pendiente Media (%)
Desembocadura del río Cotagaita	86841	2420	4046	3019	33,5
Río Limeta	86842	2560	4339	3449	24,9
Parte baja del río Cotagaita	86843	2560	3256	2879	24,1
Río Totorá	86844	2621	4412	3311	29,3
Parte media del río Cotagaita	86845	2621	3973	3066	32,9
Río Caiti	86846	2737	5477	3832	34,5
Parte alta del río Cotagaita	86847	2737	4158	3312	45,8
Río Quechisla	86848	2823	5485	3889	32,4
Río Blanco	86849	2823	5074	3789	36,3

Fuente: VRHR (2014).

2.2.2 Hidrografía

El drenaje de las cuencas y subcuencas del área de estudio pertenece al sistema fluvial de la cuenca de los ríos Pilaya y Pilcomayo y éste, a su vez, al sistema hidrográfico del Río de La Plata, presentando un drenaje dendrítico a subdendrítico. Los caudales que se alcanzan en la cuenca Cotagaita sobrepasan la capacidad de transporte de agua y sedimentos de los ríos, observándose desbordes e inundaciones que afectan a áreas de cultivo ribereñas tal como se observa en la imagen siguiente. Las aguas superficiales son captadas mediante acequias; las aguas subsuperficiales, a través de tajamares y galerías filtrantes; y las aguas subterráneas, mediante pozos perforados con al apoyo de bombas eléctricas, molinos de viento o manualmente, con fines de riego de cultivos o uso doméstico (**Figura A.5.2**).



Río Cotagaita. Fuente: VRHR (2014).

2.2.3 Minería

Entre los centros mineros más importantes en la cuenca Cotagaita se encuentran: Chorolque, Chocaya, Tasna, Churquini. A continuación se describen sus principales características:

- *Centro minero Chorolque:* Se encuentra ubicado en el cantón Guadalupe Santa Bárbara, en la provincia Nor Chichas. Está constituido por varias minas y dos plantas procesadoras. Los drenajes de

este centro minero incluyen a los ríos: Sala Vieja, que fluye hacia el norte; río Fierro Uru y Viscachani, hacia el sudeste; y el río Cobre Mayu, cuyos flujos se mueven en dirección noroeste.

- *Centro minero Chocaya:* Situado en el cantón Chocaya, provincia Nor Chichas. En él se encuentran las minas de Siete Suyos, Animas, Inocentes y Gran Chocaya, además de los ingenios de Telamayu y Santa Ana. Este último fue una de las principales plantas de tratamiento de minerales, con una capacidad instalada de 250 Tn/día. Actualmente se encuentra paralizado con colas de desmonte expuestas a la intemperie. Su drenaje principal es el río Chocaya, el cual se une al río Atocha.
- *Centro minero Tasna:* Localizado en el cantón Cerdas de la provincia Nor Chichas. En este centro minero se encuentran las minas de Tasna Rosario, Farellón Nuevo, Farellón Viejo y Deseada. En esta área, además, se encuentra el ingenio Buen Retiro, que décadas atrás trataba minerales polimetálicos con una capacidad de 350 Tn/día. Hoy en día, el ingenio se encuentra sin actividad y en él se hallan acumulaciones de detritos minerales. Este centro minero drena sus aguas hacia el río Buen Retiro, río Tacna Wayco y el río Blanco.
- *Centro minero Tatasi:* Localizado en el cantón Portugalete en la provincia Sud Chichas. El principal drenaje de este centro minero es el río Tatasi, el cual se orienta hacia el sudeste y sobre el cual confluyen varios tributarios.

2.2.4 Capacidad de uso de la tierra, uso actual del suelo y cobertura vegetal

Según la clasificación de la capacidad de uso de la tierra definida por el Departamento de

Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), el área de estudio corresponde mayormente a las clases VI y VIII, y muy escasamente tierras de la clase IV. Se observan en ella limitaciones como escasa profundidad efectiva del suelo, baja fertilidad del suelo, erosión, elevadas pendientes que fluctúan de 30 a 100 %, escasa precipitación y temperaturas extremas. Estas condiciones determinan restricciones importantes para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias.

En la actualidad, los suelos de terrazas aluviales y terrazas coluvio-aluviales, locali-

zados en las partes bajas, son aprovechados en la agricultura, particularmente en la subcuenca de Vitichi, y abarcan una superficie aproximada de 4.120 hectáreas. Las áreas altas y de mayor pendiente son destinadas al pastoreo extensivo (**Figura A.5.4**).

La cobertura vegetal de la cuenca Cotagaita se caracteriza por una escasa vegetación representada por especies nativas propias de la región andina, la cual es insuficiente para reducir los procesos erosivos del suelo por agentes eólicos, pluviales y antrópicos como muestra la **Figura A.5.5**.



Paja (*Festuca* sp.)



Quewiña (*Polylepis tomentella*)



Thola (*Baccharis incarum* Wedd)



Cruz Cruz (*Colletia spinosissima* Gmelin)



Palki (*Acacia feddeana*)



Aymara (*Trichocereus tarijensis*)



Molle (*Schinus molle* L)



Algarrobo (*Prosopis alba*)



Sauce (*Salix babylonica*)

2.3 POBLACIÓN

Según el último censo nacional de población y vivienda realizado en 2012 por el Instituto Nacional de Estadística, la cuenca del río Cotagaita cuenta con una población de 57.837 habitantes, de los cuales el 54% es urbano y 46% rural. Los varones representan el 49% y las mujeres el 51%.

2.4 INSTITUCIONES DE GOBIERNO

En la cuenca Cotagaita desarrollan sus actividades los ministerios gubernamentales de Medio Ambiente y Agua, Salud, Educación, Tierras, Planificación, entre otros. También, se encuentran las sedes de la gobernación del Departamento de Potosí y los municipios de Cotagaita, Tupiza, Atocha y Tomave.

Capítulo 3:

Hidrogeología de la cuenca Cotagaita

3.1 OBJETIVO

En el marco del Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo, se procedió a recolectar información del área de estudio, concerniente a características litológicas, volcánicas, de sedimentación, plegamientos, fisiografía y paisajes dominantes.

El objetivo de esta fase fue desarrollar una visión general sobre aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos de la cuenca de Cotagaita.

3.2 METODOLOGÍA

En primera instancia, se recopiló, sistematizó y analizó información de interés, proveniente del Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN). A partir de los datos reunidos, y con el apoyo de imágenes satelitales a escala 1:250.000, se elaboraron mapas geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos a escala 1:100.000 y 1:250.000. Con estos insumos, se procedió a su verificación y contrastación in situ.

Toda la información recogida en campo fue procesada, analizada y reinterpretada, junto con la información de fuentes de agua

existentes. Este proceso permitió la generación de datos actualizados sobre la geología, geomorfología e hidrogeología de la cuenca Cotagaita.

3.3 MARCO REFERENCIAL

El análisis geológico y geomorfológico se realizó en base a mapas temáticos provenientes de los estudios realizados por SERGEOTECMIN, los cuales se acompañaron con relevamientos de campo para contrastar la información secundaria.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1 Geología

Estratigrafía

La estratigrafía se refiere a las capas de sedimentos formados a través del tiempo geológico. En gran parte de la cuenca Cotagaita se encuentran distribuidas las rocas más antiguas, provenientes de la era paleozoica y el Ordovícico sedimentario, donde las formaciones mayormente están compuestas por arcillas, limos, areniscas, gravas y conglomerados (Suárez-Soruco, 1995).

En Cotagaita, Cotagaitilla, Toropalca, Mochora y Tupiza, se hallan afloramientos reducidos de areniscas de color rojo amarillento, de la era mesozoica y del periodo jurásico a Kretásico inferior sedimentario. Al sud y este de la población de Ubina se observa una fuerte deposición de sedimentos fluviales y lacustres, correspondientes al periodo cretácico superior temprano sedimentario.

Finalmente, se encuentran rocas correspondientes a la era cenozoica, del periodo oligoceno superior al Mioceno inferior sedimentario, en forma de abanicos aluviales y flujos de detritos, en la parte media de la cuenca, entre Estarca, Tupiza y Suipacha. En este sector, se encuentran fósiles de mamíferos terrestres del Mioceno friasian (Oiso, 1990).

Magmatismo

El magmatismo considera a todas las rocas ígneas formadas por la solidificación del magma. En la parte central de la cuenca Cotagaita se localizan rocas de reacción ácida a básica, como los sinclinales de Camargo y las superficies erosionadas de San Juan del Oro, y al este de Vitichi se observan cuerpos subvolcánicos del periodo cretácico intrusivo. Al occidente de la cuenca afloran rocas piroclásticas resultantes de una explosión magmática, que incluyen a localidades como Chocaya, Toloma, Tres Cerrillos y Tatasi, pertenecientes al periodo mioceno volcánico (Ahlfeld, 1946; Baldellón et al., 1999). En Ubina, Chocaya, Tatasi, Toloma, Galeras, Tres Cerrillos, Tasna y Chorolque, se encuentran domos volcánicos, del periodo mioceno volcánico-subvolcánico (Alcoer et al., 1993).

3.4.2 Geomorfología

Morfoestructuralmente, el área de estudio corresponde a la cordillera de los Andes

Orientales, complejo montañoso ubicado entre el Altiplano por el oeste y el Subandino por el este; orográficamente conformada por las cordilleras de Chichas y Lipez como resultado de procesos geológicos, erosivos y tectónicos relacionados a las diferentes fases de plegamiento u orogenias que actuaron en la región. De este modo, se identifican las siguientes unidades de paisajes: serranías, valles, piedemontes y otras formas menos evolucionadas cuyas características se detallan a continuación.

Características y expresiones geomorfológicas

El Estudio Integrado de Recursos Naturales del Centro y Sud Bolivianos (Programa ERTS) del Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL), determinó que el área de estudio se encuentra en la provincia geomorfológica de la Cordillera Oriental, en un rango altitudinal de 2.952 msnm a 5.552 msnm, donde se diferencian las siguientes unidades geomorfológicas según su origen.

I. Unidades de origen volcánico

Son unidades en forma de conos y domos subvolcánicos de pendientes escarpadas, suelos con erosión laminar y en surcos. Se trata de un paisaje presente en Chocaya, Ánimas, Escoriani, Ventillas y Tupiza. Entre Chocaya y Portuguesa y al noroeste de Totora, donde se encuentran flujos de lava de formas elongadas en dirección de la pendiente ligeramente inclinada. En la región de Cerdas se observan flujos de lava subplanos ondulados con depresiones ocupadas por lagunas temporales.

II. Unidades de origen aluvial

Estas unidades se presentan particularmente en los cursos principales y afluentes primarios de los ríos Cotagaita, Tupiza y San Juan del Oro, en forma

de llanuras aluviales deposicionales.

III. Unidades de origen estructural

Se presentan como montañas con elevaciones de formas irregulares, con divisoria de agua poco diferenciada, pendientes medias a altas, y altitudes entre los 3.500 a 4.000 msnm. Estos paisajes se encuentran en las localidades de Ubina y Totorá; y al sudeste, en una estrecha franja entre Totloca y la estancia Yana Rumi. Asimismo, se encuentran serranías irregulares con cimas agudas y piedemontes amplios. Producto del arrastre de grandes cantidades de sedimentos se forman pequeñas terrazas aluviales.

IV. Unidades de origen denudacional

Ente ellas se encuentran el paisaje denudado plano a ligeramente ondulado, localizado entre la mina Palca Khocha, al norte, y las localidades de Laitapi y Mochará, en el sector central, y Rancho Piscuni al sud. Asimismo, se observan paisajes de serranías bajas y aisladas con cimas redondeadas. Este paisaje se encuentra al sudeste del área de estudio, alrededor del Rancho Kenco, entre la estancia Vila Vila y San Miguel de Porco, en el sector centro sud, y entre las comunidades de Viluyo y San Vicente, al sudoeste.

3.4.3 Hidrogeología

El agua que consume la población que habita en el área de estudio proviene preferentemente de fuentes subterráneas, como pozos excavados y vertientes que afloran en rocas consolidadas. Por su parte, las aguas para riego provienen de lechos de ríos, mediante tajamares y galerías filtrantes. Los recursos hídricos subterráneos presentan una permeabilidad, transmisividad, coeficiente de

almacenamiento y nivel piezométrico que condicionan su mejor aprovechamiento. Las principales características se describen a continuación:

Unidades hidrogeológicas

La presencia de aguas subterráneas está condicionada por las características litológicas, permeabilidad relativa y fuentes de recarga y descarga, que definen la importancia y la productividad del acuífero. En el área de estudio se identificaron las siguientes unidades hidrogeológicas.

I. Acuíferos porosos no consolidados

Representan las aguas subterráneas más importantes localizadas en lechos de ríos maduros de los valles intermontanos, como los ríos Tupiza, Cotagaita y Tumusla, que se consideran ríos maduros por su amplitud, composición litológica y potencial como depósitos de cantos, grava, arena y limo. Son considerados como acuíferos de alta productividad. En esta unidad, también se encuentran los acuíferos locales o discontinuos de productividad moderada, localizados en ríos jóvenes como el Chilco, Tatasi, Tres Palcas, Salo, Blanco, Quechisla, Caiti, Totorá, Limeta, Toropalca, Vitichi y Tumusla. Estas unidades son las que proveen de agua para consumo humano y riego de cultivos.

II. Acuíferos fisurados y karstificados

Constituidos por acuíferos fisurados en rocas calcáreas del Cretácico superior de productividad media a baja pero inferiores a las rocas volcánicas de edad miocena a pliocena. Tienen amplia distribución en el sector oeste del área de estudio. Estos acuíferos pueden ser localmente extensos y relativamente productivos, con alta concentración de sales, carbonatos y sulfatos. Dentro de

esta unidad se encuentran los acuíferos de piroclastitas del Mioceno volcánico, del Mioceno al Plioceno volcánico, y las rocas jurásicas de productividad media que se encuentran formando planicies fracturadas y se constituyen en áreas de recarga, al infiltrarse fácilmente el agua durante la época de lluvias.

III. Aguas subterráneas en acuíferos locales y limitados, con baja o nula producción

Son acuíferos locales en rocas porosas y zonas de fractura, de productividad baja a nula, como los depósitos lacustres y glaciales, de distribución irregular en las partes altas de la cuenca. Se encuentran en gran parte de la superficie del área de estudio, como rocas sin recursos notables de aguas subterráneas, como consecuencia de la falta de una adecuada porosidad y permeabilidad que los hacen estar cementados por sedimentos calcáreos o yesíferos. De esta manera, se constituyen en fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

3.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

A partir de las actividades realizadas se logró recopilar, sistematizar y analizar información base del área del proyecto con relación a las características geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas de la cuenca Cotagaita de utilidad en proyectos futuros a nivel local y regional. Específicamente, se identificó a los depósitos terciarios sedimentarios como las fuentes principales de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, debido a la presencia de lixiviados de minerales solubles como yeso, calcita y otros.

Como recomendación a futuro, si bien se reconoce que los datos e información obtenidos en el proyecto constituyen un avance importante, será necesario realizar estudios complementarios y detallados para cada subcuenca y microcuenca, particularmente de aquellos depósitos sedimentarios que contienen yeso y calcita, por ser la fuente principal de contaminación de las aguas subterráneas.

Capítulo 4:

Balance hídrico

4.1 OBJETIVOS

El balance hídrico es una técnica que posibilita realizar una evaluación cuantitativa de los recursos de agua y conocer sus modificaciones, por factores naturales y antrópicos. Los objetivos de esta fase fueron conocer, analizar, evaluar y tratar las características físicas, geomorfológicas e hidrometeorológicas de las fuentes de agua de la cuenca, así como analizar y evaluar la escorrentía mediante registros históricos para la obtención de caudales, y determinar el funcionamiento hidrológico y la oferta de agua.

4.2 METODOLOGÍA

Inicialmente se realizó el análisis de la precipitación, para lo cual se recolectó del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) información secundaria referente a registros hidrometeorológicos existentes, en el área de estudio y alrededores a la cuenca, para el periodo 1980-2011. Posteriormente, se seleccionaron 11 estaciones meteorológicas (Uyuni, Ticatica, Atocha, Tumusla, Cotagaita Mosojllajta, Palca Higuera, Palca Grande, Villa Abecia, Rama-

das Pti, Oploca y Tupiza), ubicadas en los departamentos de Potosí y Chuquisaca, en función a su proximidad a la cuenca y similitud topográfica. Con toda esta información, se efectuó un análisis de consistencia para identificar y corregir errores en los datos, mediante el rellenado de datos con el software CHAC (Chow, Maidment y Mays, 1994; Villón, 2002).

Con la información anterior se procedió al cálculo de la precipitación que se presenta regionalmente; es decir, se proyectó la precipitación que ocurre en la cuenca Cotagaita empleando el método de distancia inversa y el método de vector regional que forma parte del software Hydraccess, con el cual se determinó el balance hídrico de la cuenca Cotagaita.

La oferta de agua se modeló con el software CHAC y el modelo Temez (Marshall, 1999; Luque, 1981), obteniéndose valores de evapotranspiración potencial y precipitaciones mensuales. Este modelo simula los principales procesos de transferencia de agua en el ciclo hidrológico, considerando su almacenamiento en el suelo y acuífero.

4.3 MARCO REFERENCIAL

A los fines del cálculo del balance hídrico en la cuenca Cotagaita, se consideraron las

siguientes subcuencas (**Tabla 4.3.1** y **Figura 4.3.1**).

Tabla 4.3.1

Subcuencas de la cuenca Cotagaita

Nombre subcuenca	Superficie (km ²)
Río Totorá	528
Río Caiti	688
Río Limeta	1215
Unidad Hidrográfica 86843	84
Unidad Hidrográfica 86845	217
Unidad Hidrográfica 86847	70
Unidad Hidrográfica 86841	207
Río Quechisla	1517
Río Blanco	1724

Fuente: VRHR (2014).

Figura 4.3.1

Subcuencas de la cuenca Cotagaita



Fuente: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) (2014).

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principal resultado obtenido hasta el momento es la base de datos de la precipitación y la temperatura ya trabajada mediante la regionalización, con sus respectivos mapas de isoyetas e isotermas con los cuales, mediante la modelación con el Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas (CHAC), se completará el balance hídrico de la cuenca de Cotagaita.

Precipitación

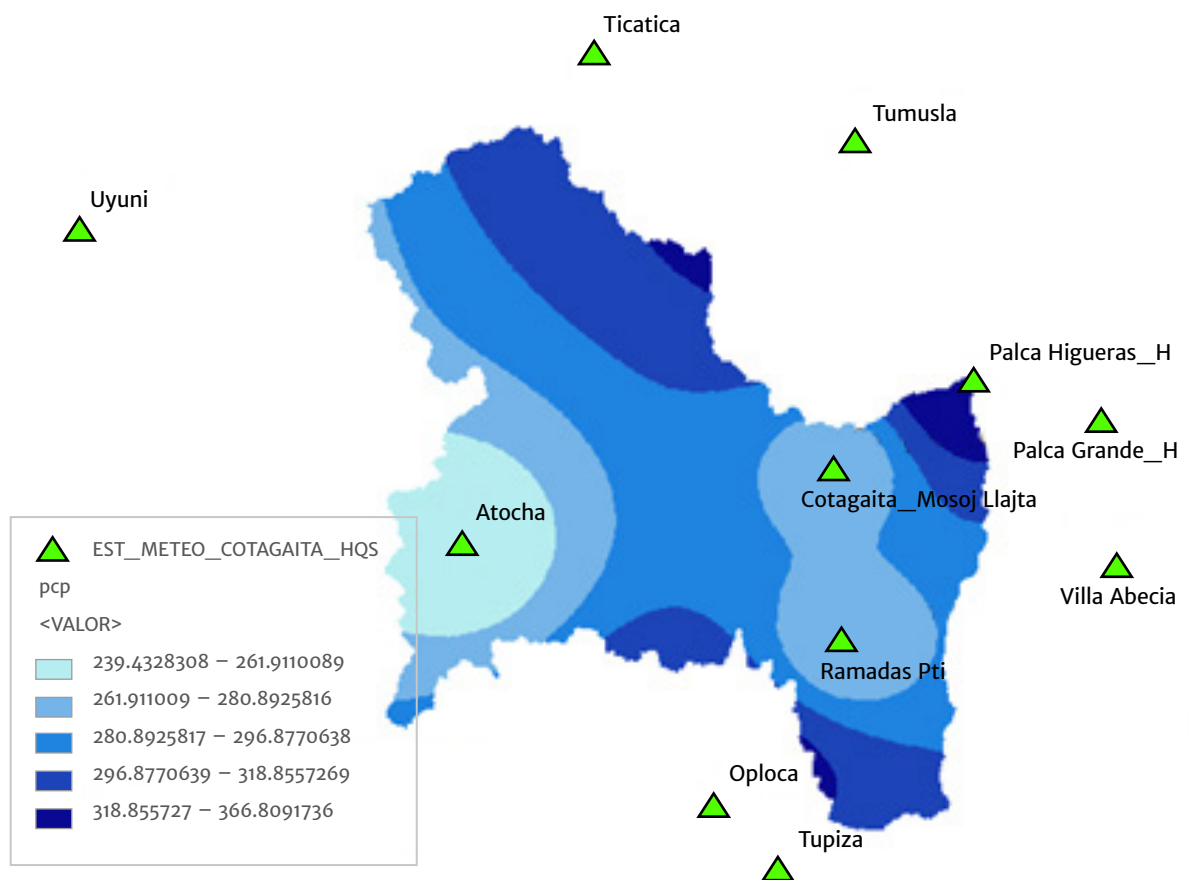
En el balance hídrico de la cuenca Cotagaita se utilizaron datos de precipitación de las

estaciones de Uyuni, Ramadas Pti., Oploca, Tupiza y Villa Abecia, para los cuales se elaboraron histogramas de precipitación pluvial mensual y representaciones de isoyetas como indica la **Figura 4.4.1**.

En la cuenca Cotagaita las mayores precipitaciones ocurrieron en Oploca con 267,26 mm/año, mientras que la más baja fue de 104,87 mm/año en Uyuni. Las lluvias presentaron una variación en función de la altitud y latitud; a menor altitud se produjeron las mayores precipitaciones. Por su parte, de abril a noviembre las precipitaciones son escasas, incrementándose en los restantes meses del año.

Figura 4.4.1

Comportamiento de la precipitación en la cuenca Cotagaita



Fuente: VRHR (2014).

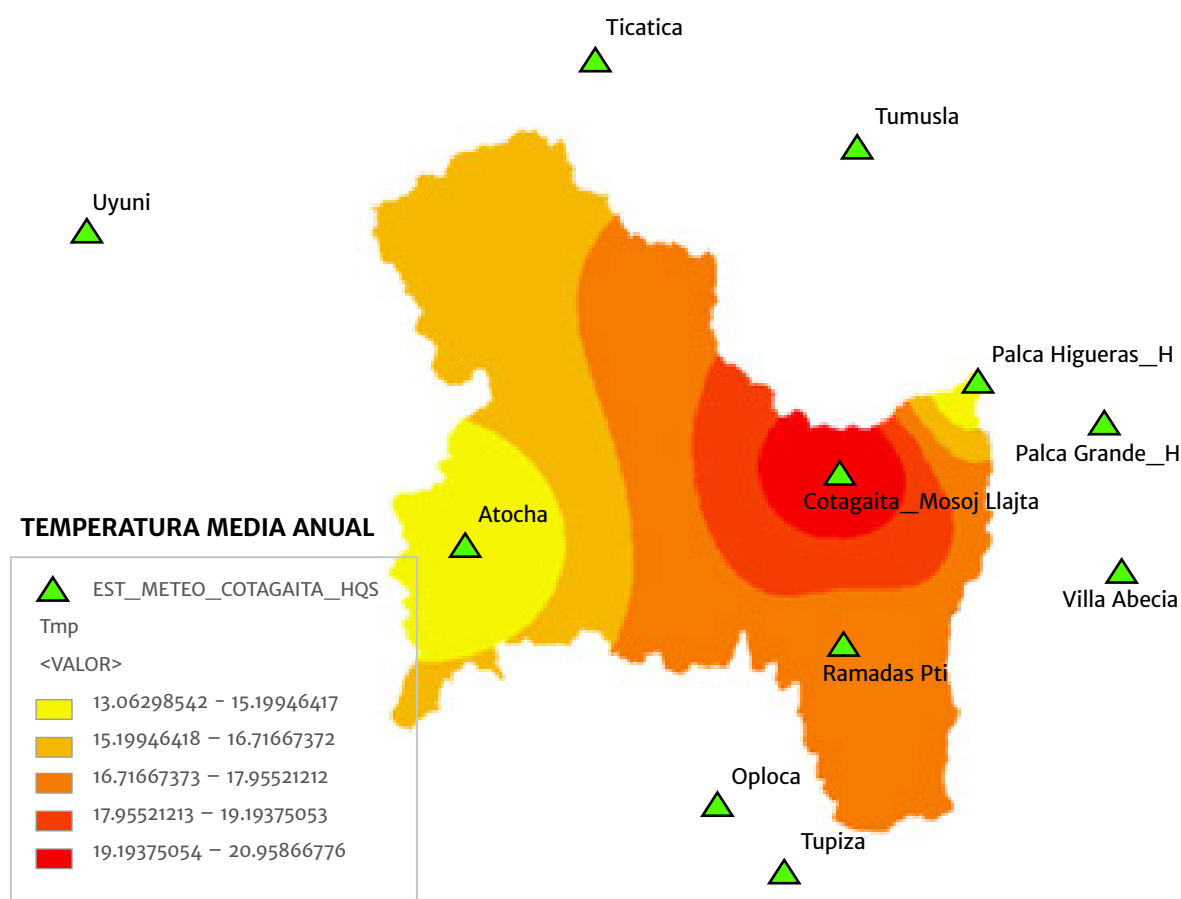
Temperatura

En la caracterización de la temperatura se emplearon datos mensuales provenientes de las estaciones de Uyuni, Ramadas Pti., Tupiza, Tumusla y Palca Grande, aplicando la metodología de perfiles térmicos. Se consideró como variable principal la altitud, ya que la cuenca Cotagaita abarca a dos departamentos del país (Potosí y Chuquisaca) que presentan diferencias en altitud y clima.

Entre los meses de mayo a septiembre se presentan las temperaturas más bajas en la cuenca. La mayor temperatura media anual fue de 22°C, en la estación Palca Grande; y la más baja en Uyuni, con 11°C. El comportamiento de la temperatura en la cuenca para cada una de las estaciones consideradas presentó un gradiente térmico; es decir, que la temperatura fue influenciada por la variación de la altitud (**Figura 4.4.2**). En efecto, en estaciones ubicadas a menor altitud las temperaturas fueron mayores.

Figura 4.4.2

Comportamiento de la temperatura en la cuenca Cotagaita



Fuente: VRHR (2014).

4.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

Tras el balance hídrico realizado se logró recopilar, analizar y evaluar datos meteorológicos de la cuenca Cotagaita adecuados a los objetivos del Proyecto Piloto. También se pudo conocer el funcionamiento hidrológico y la oferta de agua de la cuenca, y estos datos se constituyeron en insumos para ajustar y calibrar modelos de simulación ante eventos extremos climáticos. Asimismo, el modelo de simulación CHAC y los SIG resultan herramientas muy útiles para el cálculo de los componentes del balance hídrico, en especial en lo que refiere al control de calidad de series temporales de las variables climatológicas, la definición de la Evapotranspiración Potencial (ETP) y la calibración y simulación de las aportaciones en la cuenca Cotagaita. De este modo, se recomienda la replicación de esta meto-

dología en casos similares. A continuación, se destacan otras sugerencias formuladas a partir de los aprendizajes del PPDP:

- La escasa disponibilidad de información meteorológica puede ser en cierta medida superada aplicando métodos alternativos que requieren menos datos.
- Se sugiere trabajar con información cartográfica primaria y mapas temáticos a fin de asegurar un mejor ajuste de los parámetros y, de esta manera, lograr resultados más coherentes y reales.
- Se deben realizar mediciones de otras variables que intervienen en el ciclo hidrológico, como por ejemplo la medición de la infiltración, de la humedad del suelo o de la transmisibilidad y el nivel freático, para cubrir apropiadamente los requerimientos de los modelos de simulación.

Capítulo 5:

Diseño de la red de monitoreo de calidad del agua

5.1 OBJETIVOS

En los últimos años se observa una creciente presión del ser humano sobre los recursos hídricos, particularmente a partir de las actividades agrícolas e industriales. Ante este escenario, las diversas entidades responsables de la regulación, explotación y uso de los recursos hídricos han implementado medidas de monitoreo de la cantidad y calidad del agua, así como acciones de prevención, control, mitigación y recuperación, buscando promover un uso sustentable de este recurso.

La incorporación de elementos y sustancias extrañas en los cuerpos de agua provoca cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, pudiendo afectar la salud de todos los organismos vivos que viven en ellos o que hacen uso de sus aguas. Esta situación se agrava cuando no se cuenta con un sistema de monitoreo para tomar medidas preventivas y/o remediadoras que incidan en políticas dirigidas a reducir el efecto de la contaminación dentro de la cuenca y, a la vez, sirvan como instrumentos de apoyo en procesos de planificación hídrica.

El área de estudio cuenta con escasos estudios de monitoreo de la calidad de agua, realizados mayormente por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN) en 2003, en el que se aplicaron diferentes lógicas de relevamiento de datos. Ante este contexto, surge la necesidad de establecer para la cuenca Cotagaita un sistema de monitoreo de la calidad de agua.

De esta manera, el objetivo general de esta fase fue diseñar la red de monitoreo de calidad hídrica en la cuenca Cotagaita, basada en herramientas SIG y modelación geoespacial, como instrumentos de gestión, control y evaluación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales. Sus objetivos específicos fueron, entonces, contar con un sistema de monitoreo de calidad de agua en la cuenca Cotagaita y proponer una red de estaciones hidrológicas y de calidad de agua.

5.2 METODOLOGÍA

Para el establecimiento de puntos de monitoreo de la calidad de agua se utilizó la metodología Evaluación Multicriterio (EMC) y la técnica Analytic Hierarchy Process (AHP). Mientras que la primera pondera y com-

pensa variables, en función de las cuales se toman decisiones, la segunda descompone los factores a analizar según una estructura jerárquica. Así, la técnica AHP genera valores numéricos que permiten emitir juicios de preferencia basados en criterios de accesibilidad (distancia a carreteras, distancia a centros poblados y distancia a ríos) y de presión (densidad poblacional y densidad de centros mineros).

Una vez obtenidas todas las variables de análisis se procedió a su integración y ponderación para obtener un mapa base EMC-AHP, que sirvió de punto de partida para la distribución de puntos de monitoreo de calidad de agua. Luego, se seleccionaron un conjunto de estaciones hidrológicas, en base a los criterios de accesibilidad y presión descritos anteriormente, para el diseño de la red hidrológica y una evaluación de la calidad de agua en la cuenca Cotagaita.

5.3 MARCO REFERENCIAL

El método EMC consiste en un conjunto de técnicas orientadas a asistir en la toma de decisiones en el marco de procesos de investigación, analizando alternativas que satisfagan los objetivos en función de una

serie de criterios (Barredo, 1996; Aránguiz, 2002; Gómez, 2005). La EMC, junto a los SIG, facilita la toma de decisiones en problemas de análisis de áreas vulnerables de inundación, problemas de planificación y gestión del territorio, determinación de la capacidad de acogida del territorio y definición de puntos de muestreo (Bosque, 1992; Gómez, 2001; Yalcin y Akyürek, 2005).

En el caso del PPDP, la técnica fue empleada a fin de determinar los mejores lugares de muestreo en el marco de la cuenca (Parrao, 2004).

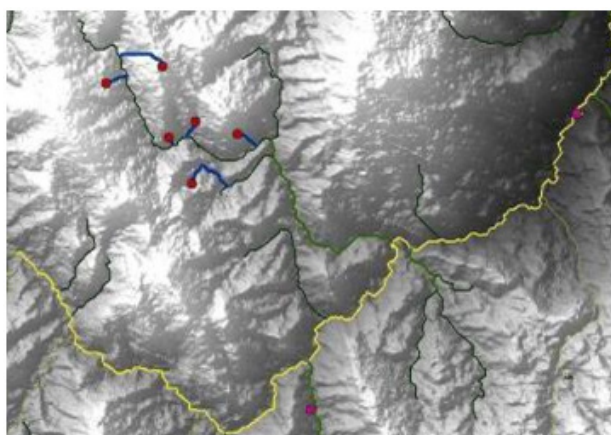
5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4.1 Diseño de una red de monitoreo de calidad del agua

Tal como indica la **Figura 5.4.1.1**, a los efectos del diseño de una red de monitoreo, se efectuó el análisis del recorrido que siguen los contaminantes provenientes de centros mineros (puntos rojos), con la finalidad de ubicar los puntos de confluencia entre el contaminante y los ríos (líneas azules), de acuerdo a la dirección natural del flujo, identificándose 7 puntos de monitoreo durante el relevamiento.

Figura 5.4.1.1

Recorrido de contaminantes por actividades mineras



Fuente: VRHR (2014).

A los 7 puntos obtenidos inicialmente, se adicionaron 7 puntos de relevancia identificados por SERGEOTECMIN y 6 por el VRHR, obteniéndose un total de 20 puntos de monitoreo con sus respectivas coordena-

das (**Figura A.5.6**). La siguientes imágenes muestran 5 de los 20 puntos de monitoreo ubicados en las estaciones de muestreo de la calidad del agua de la cuenca Pilcomayo.



Río Blanco BO5.



Río Caiti BO6.



Río Cotagaita BO7.



Río Tupiza BO10.



Río San Juan del Oro BO11.

A continuación se muestra el trabajo de monitoreo y las mediciones de parámetros de calidad de agua con un equipo multiparamétrico portátil.



Río Caiti



Río Blanco



En las siguientes imágenes se observa el trabajo de medición del ancho, la profundidad y el caudal en diferentes puntos.



Río Toropalca



Río Blanco

La **Tabla 5.4.1.1** detalla la ubicación de los puntos de monitoreo.

Tabla 5.4.1.1

Ubicación de puntos de monitoreo de calidad de agua

Nro.	Subcuenca – Cotagaita	X	Y	Zona UTM
1	Río Blanco	199132.00	7719085.00	20
2	Río Blanco	204796.15	7707683.57	20
3	Río Blanco	782811.08	7739981.28	19
4	Río Blanco	791104.93	7740601.19	19
5	Río Blanco	800878.58	7739965.67	19
6	Río Blanco	802708.14	7729523.08	19
7	Río Blanco	794500.09	7718383.01	19
8	Río Caiti	198797.94	7675016.67	20
9	Río Cotagaita	245695.21	7710197.43	20
10	Río Cotagaita	215555.23	7698716.04	20
11	Río Cotagaita	227387.56	7695861.83	20
12	Río Limeta	232943.00	7648579.00	20
13	Río Limeta	232003.00	7688118.00	20
14	Río Limeta	233698.18	7661221.20	20
15	Río Quechisla	789276.17	7683822.05	19
16	Río Quechisla	786685.71	7673898.48	19
17	Río Quechisla	809813.78	7702409.07	19
18	Río Quechisla	804893.18	7695797.23	19
19	Río Quechisla	785128.97	7685953.55	19
20	Río Totorá	218968.68	7681845.83	20

Fuente: VRHR (2014).

5.4.2 Red de estaciones hidrológicas y de calidad de agua

Como parte del proyecto se diseñó una red de estaciones para el monitoreo hidrológico y de calidad del agua. Las estaciones consi-

deradas fueron la BO4 en el río Toropalca, la BO5 en el río Blanco, la BO6 en el río Caiti y la BO7 en el río Cotagaita. En estos cinco puntos, el problema general se vinculó con la contaminación minera en diferentes grados, que se produce localmente o desde las

partes altas. Los cuerpos de agua de la parte baja de la cuenca del Pilcomayo presentan una elevada contaminación, evidenciada a partir de la coloración blanquecina o amarillenta de sus aguas.

5.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

El PPD logró establecer una red de monitoreo, constituida por 20 puntos (7 en la subcuenca del río Blanco, 1 en la subcuenca del río Caiti, 3 en la subcuenca del río Cotagaita, 3 en la subcuenca del río Limeta, 5 en la subcuenca Quechisla y 1 en la subcuenca del río Totorá). Asimismo, se seleccionaron 4

estaciones hidrológicas, ubicadas en los ríos Toropalca, Blanco, Caiti y Cotagaita, que en adelante proveerán de información sobre el estado de la calidad del agua en el marco de la cuenca. A partir de los aprendizajes realizados en la implementación de esta fase, se recomienda realizar el monitoreo de cuerpos de agua no únicamente en aquellos sitios donde la probabilidad de contaminación sea conocida, sino también en aquellas formaciones geológicas que favorecen la lixiviación de minerales solubles, como el yeso y la calcita. Asimismo, se sugiere proceder al monitoreo aguas abajo de la cuenca donde se concentran y depositan sedimentos provenientes desde las partes altas.

Capítulo 6:

Estimación de la tasa de sedimentación

6.1 OBJETIVOS

Topográficamente, la cuenca Cotagaita es accidentada, presenta altitudes que oscilan entre 4.372 a 1.500 msnm, así como pendientes pronunciadas y de considerable longitud. Estas últimas, sumadas a las características del clima, geología, suelo, cobertura vegetal y uso del suelo, influyen en la ocurrencia de diferentes grados de erosión hídrica, eólica y antrópica.

El conocimiento y análisis de los procesos y de las tasas de sedimentación que se presentan en la cuenca Cotagaita son importantes a fin de poder planificar y desarrollar acciones orientadas a la conservación de sus suelos. En este contexto, resulta útil el uso de herramientas como los modelos de erosión de Djourovic y los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los objetivos de esta fase fueron estimar las tasas de sedimentación en la cuenca Cotagaita, comparar las tasas de sedimentación por subcuencas, y determinar los puntos de monitoreo para evaluar los procesos de sedimentación dentro de la cuenca.

6.2 METODOLOGÍA

La estimación de la producción de sedimentos por erosión superficial en cada una de las subcuencas se realizó empleando el modelo empírico de Djourovic para zonas de montaña (1974), para lo cual se tomaron en cuenta las interacciones de factores climáticos, topográficos, litológicos y de uso de suelos (Farías et al., 2003; Benítez, 2007). Mediante este método, se obtuvo el caudal sólido medio (W) en $m^3/año$ y, complementariamente, se determinó el índice de agresividad climática de la cuenca, mediante el modelo de Fournier (Mármol, 2008). Los cálculos se realizaron mediante el empleo de un SIG a nivel de píxel con una resolución de 30 m. Con los datos de sedimentación obtenidos, se procedió a comparar las tasas de sedimentación que se producen en las diferentes subcuencas por erosión superficial.

De este modo, la red de monitoreo de sedimentos se diseñó sobre la base de una Evaluación Multicriterio EMC-AHP, utilizadas en el capítulo anterior, basada en criterios de accesibilidad (distancia a caminos, cen-

tros poblados y ríos) y presión (densidad de centros mineros y población).

6.3 MARCO REFERENCIAL

Existen varios modelos para determinar áreas con riesgo de erosión y cuantificar las pérdidas de suelo en base a distintos parámetros. Los más conocidos son de tipo físico, empírico y digital (Morgan, 1997).

Los métodos empíricos se basan en la recolección de datos en campo, relacionados a los suelos y registros históricos de precipitación. En este sentido, el modelo Djorovic se ajusta a las necesidades de determinar y/o estimar la cantidad de sedimentos que produce una cuenca.

6.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de sedimentación alcanzada en toda la cuenca Cotagaita fue de 5.029.929 m³ / año (**Tabla 6.4.1**), valor resultante de la sumatoria de los sedimentos producidos en 6 subcuencas (río Blanco, río Quechisla, río Caiti, río Limeta, río Totorá y río Cotagaita).

Asimismo, las tasas de sedimentación difirieron en las distintas subcuencas. Las más altas se produjeron en el río Blanco con 1.410.100 m³ / año, mientras que la más baja fue de 443.453 m³ / año en el río Totorá. Estos valores guardan una relación con la altitud: a mayor altura de la subcuenca, mayores tasas de sedimentación (**Figura A.5.7**).

Tabla 6.4.1

Tasa de sedimentación por subcuenca

Subcuenca	Tasa de sedimentación (m ³ /año)
Río Blanco	1 410 100
Río Quechisla	1 099 670
Río Limeta	913 381
Río Caiti	666 917
Río Cotagaita	496 408
Río Totorá	443 453
Total	5 029 929

Fuente: VRHR (2014).

Por otra parte, se determinaron los puntos para realizar el monitoreo de los procesos de sedimentación en la cuenca Cotagaita,

los cuales fueron georreferenciados en las diferentes subcuencas representadas en la siguiente tabla.

Tabla 6.4.2

Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos de la cuenca Cotagaita

Nº	Subcuenca Cotagaita	X	Y	Zona UTM
1	Río Blanco	205897.319	7703446.330	20
2	Río Caiti	212527.198	7697364.550	20
3	Río Cotagaita	245695.205	7710197.430	20
4	Río Limeta	235089.241	7698879.361	20
5	Río Quechisla	206560.023	7702232.787	20
6	Río Totorá	225492.906	7694750.311	20

Fuente: VRHR (2014).

6.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

Durante las actividades de esta fase se determinó que la erosión superficial es la principal fuente de producción de sedimentos y colmatación de los ríos en las diferentes subcuencas, generando un valor medio de 5.029.929 m³ /año de sedimentos en toda la cuenca Cotagaita. La mayor producción de sedimentos se presentó en la subcuenca del río Blanco con 1.410.100 m³ /año, frente a los 443.453 m³ /año del río Totorá.

Además, en esta etapa, se determinaron 6 puntos de monitoreo para evaluar la sedimentación en el ámbito de la cuenca. Así, se observa que la cuenca Cotagaita, al localizarse en la parte alta de la cuenca alta del río Pilcomayo, presenta una alta tasa

de transporte de sedimentos hacia las partes bajas. Esto se debe a la intensa erosión hídrica que se presenta en esta región que lleva a la colmatación de los ríos y provoca desbordes durante la época de lluvias. Dichas circunstancias justifican el diseño de una red de monitoreo de sedimentos en el área de estudio, la cual permita prevenir futuros eventos extremos y dar las alertas respectivas para evitar afectaciones en la infraestructura productiva, los cultivos agrícolas o la calidad del agua (para consumo humano, animal y riego). Asimismo, la red constituye una herramienta y fuente de información de gran importancia en el manejo integrado de las cuencas transfronterizas que integran los ecosistemas desde los Andes hasta la llanura chaco-pampeana, particularmente en relación al problema de la sedimentación.

Capítulo 7:

Priorización de cuencas

7.1 OBJETIVOS

La priorización de microcuencas permite buscar soluciones a la problemática existente en dichas áreas e implica la realización de una evaluación biofísica y socioeconómica de las zonas a intervenir. Una de las metodologías utilizadas en esta tarea consiste en el uso de SIG, que permite analizar y gestionar información espacial, y aporta respuestas y soluciones a problemas específicos, pudiendo contribuir con la toma de decisiones sobre el uso, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

El objetivo general de esta fase fue implementar una metodología de priorización multicriterio de microcuencas, acorde con las problemáticas detectadas en la cuenca de Cotagaita, considerando los parámetros de erosión, sedimentación y contaminación. Como objetivos específicos, se buscó delimitar unidades hidrográficas (microcuencas de 100 y 150 km²) y caracterizar de modo biofísico, socioeconómico y estadístico a estas unidades.

7.2 METODOLOGÍA

En primera instancia, se utilizó un modelo digital de elevación de la cuenca Cotagaita, con una resolución espacial de 30 metros de fuente ASTER. Sobre la base de esta información, se procedió a delimitar y codificar las unidades hidrográficas a través de la metodología Pfafstetter y con el apoyo del SIG. La caracterización biofísica y socioeconómica de la cuenca Cotagaita ya había sido efectuada, por lo que simplemente se adecuó dicha información a los fines de priorización de cuencas (**Figura 7.2.1**).

Las estadísticas zonales consisten en información resumida sobre la localización geográfica de unidades hidrográficas en la cuenca Cotagaita, como los centros poblados, el número de habitantes y viviendas, la superficie ocupada por la población y las altitudes máxima y mínima de cada unidad identificada como muestra la siguiente tabla.

Tabla 7.2.1

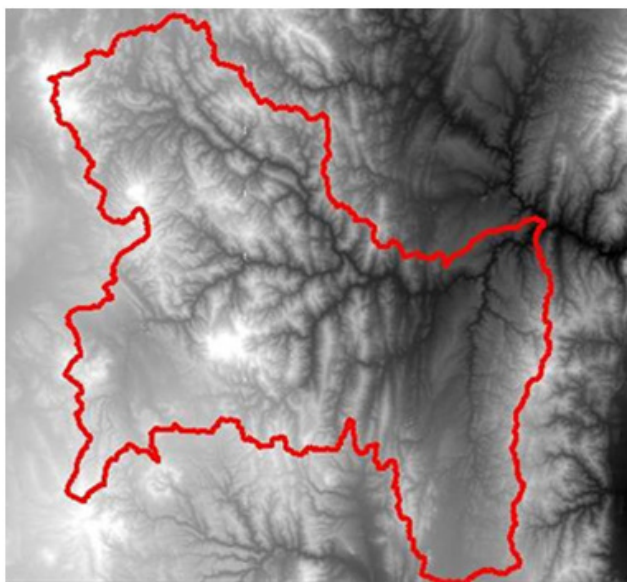
Características generales de la cuenca Cotagaita

Coordenada X	821775,81 m	Área	6271,49 km²
Coordenada y	7692541,05 m	Perímetro	556,26 Km
Altura Máxima	5485 m	Altura Media	3643,89 m
Altura Mínima	2417 m	Diferencia de altura	3068 m

Fuente: VRHR (2014).

Figura 7.2.1

Modelo Digital de Elevación (MDE) de 30 metros



Fuente: VRHR (2014).

7.3 MARCO REFERENCIAL

En la priorización habitualmente se seleccionan cuencas a intervenir de manera preferencial sobre las cuales se desarrollan un conjunto de actividades. El modelo obtenido de este modo puede ser replicado en otras cuencas similares, de acuerdo a las mejores experiencias recogidas. En el Proyecto

Piloto, la priorización de cuencas se realizó mediante la Evaluación Multicriterio (EMC) y los Procesos Analíticos Jerárquicos (AHP, por sus siglas en inglés), también denominada jerarquía Saaty). Esta actividad se basó en el establecimiento de criterios y variables de análisis, cuya valoración alta determina la priorización de una microcuenca sobre otra como indica la **Tabla 7.3.1**.

Tabla 7.3.1

Criterios y variables seleccionadas en la priorización de microcuencas

Criterio	Variable
Accesibilidad	• Distancia a carreteras
	• Distancia a centros poblados
	• Distancia a ríos
Presión	• Densidad poblacional
	• Densidad de centros mineros
Producción de sedimentos	• Tasa de producción de sedimentos por erosión superficial

Fuente: VRHR (2014).

7.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la metodología Pfafstetter, la delimitación de unidades hidrográficas y la Evalua-

ción Multicriterio EMC, se identificaron 49 microcuencas (**Tabla 7.4.1**) en la cuenca Cota-gaita (**Figura A.5.7**).

Tabla 7.4.1

Características biofísicas, socioeconómicas y estadísticas zonales de unidades hidrográficas

Municipio	Unidad hidrográfica	Altura (m)			Área (km²)	Nº vi- viendas	Nº habi- tantes
		Máxima	Mínima	Media			
Cotagaita	86841	4046	2417	3019.82	207.02	274	776
Cotagaita	86843	3256	2556	2879.74	84.01	67	159
Cotagaita	86845	3973	2618	3066.28	217.11	1039	2506
Cotagaita	86847	4158	2733	3311.86	70.03	74	190
Cotagaita	868421	3656	2556	3055.15	51.19	90	308
Cotagaita	Río Luriwaykho	4339	2661	3606.12	99.80	64	202
Cotagaita	868423	4315	2657	3228.76	186.39	422	1290
Cotagaita	Río Laitapi	3977	2882	3384.54	128.38	211	544
Cotagaita	868425	4151	2877	3388.87	208.93	586	1335
Tupiza	Quebrada Siquijoy	4072	3362	3620.16	70.26	44	122
Tupiza	Río Blanco	4117	3157	3643.78	104.76	155	319
Tupiza	868427	4158	3158	3537.37	194.71	351	979
Tupiza	Río Mochara	4016	3362	3550.30	171.14	72	274
Cotagaita	868441	3098	2619	2803.54	18.43	0	0
Cotagaita	868461	4110	2749	3379.13	136.55	130	257
Cotagaita	Quebrada Jatun Waykho	3239	2678	3052.25	25.02	0	0
Cotagaita	Río Jarawaykho Luri Waykho	4987	3021	3895.21	94.30	25	16
Cotagaita	868443	3179	2662	2854.32	35.47	136	372
Cotagaita, Atocha	868463	4461	3003	3741.55	136.46	66	128
Cotagaita	Quebrada Quirquincho Pallkha	3682	2764	3104.74	104.22	21	27
Atocha	Río Abra Negra	4419	3594	3995.01	44.88	15	24
Cotagaita	868445	3874	2762	3071.05	46.34	318	1276
Atocha	868465	4408	3598	3983.73	43.47	97	200
Cotagaita	Quebrada Abuela Tarija	3923	2885	3332.13	29.81	25	34

Características biofísicas, socioeconómicas y estadísticas zonales de unidades hidrográficas (cont.)

Atocha	Quebrada Totorani	4323	3694	3993.66	36.62	0	0
Cotagaita	868447	3269	2888	2972.32	3.67	142	574
Atocha	868467	4419	3688	3969.74	5.89	1	2
Cotagaita	Río Lily	3961	2930	3499.40	85.53	87	347
Atocha	Río Fundición	5392	3712	4189.58	77.49	95	275
Cotagaita	868449	4422	2934	3590.70	178.50	292	1115
Atocha	Escorial	4233	3713	4011.66	111.86	17	18
Cotagaita	868491	4158	2804	3396.93	124.82	95	292
Atocha	Río Falsuri	4680	3635	4053.47	362.48	1397	2898
Cotagaita	868481	4004	2806	3249.69	44.44	0	0
Cotagaita	Río Yuraj Rumiyoj	4399	2932	3797.41	133.02	12	34
Cotagaita	Río Diabla	4820	2950	3814.85	98.65	0	0
Cotagaita	868493	3978	2927	3408.50	25.69	26	50
Cotagaita	868483	4394	2950	3592.41	110.56	36	69
Cotagaita	Río Durazno Waykho	4245	2999	3661.73	131.72	28	63
Cotagaita	Río Tasnamayu	4482	3141	3846.71	211.19	16	43
Cotagaita	868495	4400	2988	3694.38	194.01	81	148
Cotagaita	868485	5485	3141	3895.82	289.19	1267	1453
Cotagaita	Quebrada Hornillos Mayu	4443	3501	4003.31	101.09	0	0
Cotagaita	868497	5030	3143	3818.75	245.89	698	1539
Cotagaita, Atocha	868487	4197	3491	3841.88	189.37	60	124
Tomave	Río Chakeri	5033	3331	3943.35	189.02	1	0
Atocha, Uyuni	Río Chocaya	4661	3634	4006.69	108.56	680	2247
Cotagaita, Atocha	868499	5070	3331	3923.17	408.15	33	93

Fuente: VRHR (2014).

7.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

De acuerdo a la metodología aplicada se priorizaron cuatro microcuencas en base a sus parámetros de sedimentación, erosión y pH de la calidad de agua, en las que se recomienda intervenir de manera preferencia. Las mismas se encuentran ubicadas en la cuenca del río Blanco, río Caiti, río Quechisla y la quebrada Huerta. Se destaca que los resultados de los estudios fueron obteni-

dos en gabinete, de manera que se requiere una verificación de los mismos en campo a ser realizada por especialistas en la temática abordada. La priorización de cuencas en base a parámetros de erosión, sedimentación y contaminación busca identificar, priorizar y resolver los problemas que se presentan su seno. El trabajo desarrollado y los resultados obtenidos constituyen un modelo que puede ser replicado en cuencas similares donde se desarrollan actividades mineras y agrícolas.

Capítulo 8:

Organismo de Gestión de Cuencas (OGC)

8.1 OBJETIVO

La gobernabilidad del agua debe abarcar cuatro elementos fundamentales: 1) el derecho de acceso a este recurso, 2) su uso eficiente y cuidadoso, 3) el control de su calidad y 4) el acceso equitativo por parte de sus beneficiarios. Para ello, se requieren políticas efectivas y un marco legal e institucional que articule e integre a todos los sectores y actores de una cuenca. De este modo, se podrá alcanzar el desarrollo de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y el Manejo Integral de Cuencas (MIC), la descentralización de competencias gubernamentales, el fortalecimiento institucional y la participación ciudadana a través de un Organismo de Gestión de Cuencas (OGC).

El Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo tiene como objetivo fortalecer las capacidades de los OGC en GIRH, MIC y gestión del agua, mediante la ejecución de acciones y actividades en la parte alta de la cuenca, donde se realizan actividades mineras, y en las partes bajas, dedicadas a la agricultura. Las experiencias serán posteriormente sistematizadas para promover procesos de aprendizaje en la prevención y mitigación

de la erosión, sedimentación y contaminación minera, problemáticas que afectan tanto a la población local como a la que se encuentra aguas abajo en la Cuenca del Plata (Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua- , 2014).

8.2 METODOLOGÍA

La constitución del OGC se ajustó a los lineamientos institucionales del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (VRHR) y del Plan Nacional de Cuencas (PNC), a través de un conjunto de actividades implementadas de manera participativa con los actores locales.

Inicialmente, los pueblos originarios, las comunidades, el gobierno municipal, la prefectura, las entidades públicas y privadas, y otras organizaciones sociales nombraron a sus representantes para integrar la OGC, de acuerdo a procedimientos legales y tradicionales. Posteriormente, se procedió a la elaboración del proyecto de reglamento de régimen interno para regular su funcionamiento.



Acto de inauguración a cargo del alcalde de Cotagaita, H. Gilberto Montero.



Presentación de representantes.



Participación de representantes el MMAYA-VRHR.



Entrega de material de difusión e información por la Universidad A. Tomás Frías.



Participación de agricultores.



Participación de mineros.

8.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para asegurar el logro de los objetivos planteados en el Proyecto Piloto, se conformó el Comité Social de Gestión de la Cuenca en el período 2011-2012 (equivalente a un OGC). Sus roles principales son la gestión, socialización, control y fiscalización. Además, el Comité opera como entidad de consulta y coordinación hacia instancias de decisión supranacional, nacional, regional y local.

Este organismo se sustenta legalmente en el control social, establecido en la Constitución Política del Estado de Bolivia y, fundamentalmente, en el mandato de los participantes y representantes de instituciones y actores locales, en correspondencia con los objetivos del PNC, que promueve la creación de un Organismo de Gestión de Cuencas.

De esta manera, por mutuo acuerdo y consenso, se designó a los siguientes representantes para la OGC:

Tabla 8.3.1

Conformación del Comité Social de Gestión de la Cuenca del Río Cotagaita

Institución	Representante	Cargo
Municipio de Cotagaita	H. Gilberto Montero	Alcalde
Municipio de Atocha	H. Wilfredo Chiri	Concejal
Federación Regional de Cooperativas Mineral del Sur (FERECOMINSUR)	Sr. Jorge Juan Colque	Secretario de Medio Ambiente
Central Campesina	Sr. Macario Aquino	Secretario Ejecutivo
Univ. A. Tomas Frías	Ing. Elías Puch	Docente
Gobernación Potosí	Por designar	
COMIBOL (DIMA)	Por designar	
Comité Cívico	Por designar	
Autoridad Originaria	Sr. Feliciano Quispe	Cacique

Fuente: VRHR (2014).

El funcionamiento bajo un marco oficial de este comité se inicia a partir de la aprobación de sus estatutos internos y reglamentos. Asimismo, por tratarse de la primera experiencia de este tipo a nivel del país, se realizará un seguimiento y acompañamiento del proceso hasta que se alcance el pleno funcionamiento del organismo, de acuerdo a un orden lógico que permita alcanzar los objetivos y resultados esperados.

A la fecha, se está trabajando en la elaboración de los roles y funciones de la OGC, considerando que el Comité identificará problemas específicos y tangibles que serán definidos por la población e instituciones locales de manera participativa, con el objetivo de darles soluciones efectivas.

8.4 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

A modo de conclusión, cabe destacar que se logró constituir al Comité Social de Gestión de la Cuenca Cotagaita, conformado por instancias sociales, productivas e instituciones regionales. El organismo contará con las siguientes áreas operativas: I) recursos técnicos, II) desarrollo social y capacitación, que constituye un brazo de formación de recursos humanos locales para el proyecto, III) información y bases de datos, encargada de la gestión de datos, y IV) el área administrativa y de seguimiento, que verificará el manejo legal y administrativo del proyecto y el cumplimiento de los indicadores pro-

puestos. Asimismo, el Comité coordinará sus actividades con entidades financiadoras del proyecto (CIC Plata, PNC, Gobernación de Potosí, Municipio de Cotagaita y la Corporación Minera de Bolivia –COMIBOL–), y con representaciones institucionales o locales (Federación de Cooperativistas Mineras –FENCOMIN–, Programa Marco del Proyecto Pilcomayo y actores locales).

En vistas de la posibilidad de replicar el proyecto en cuencas similares, se recomienda fortalecer la constitución de organismos de gestión de cuencas locales, los cuales per-

mitirán operativizar la intervención del CIC Plata de acuerdo a los objetivos propuestos, promoviendo una mejor respuesta en la gestión de los recursos naturales, en la conservación del medio ambiente, en el uso y aprovechamiento del agua y en su gobernabilidad. Será importante compartir las experiencias que se generen en relación al OGC de la cuenca Cotagaita, así como promover el intercambio con cuencas similares, a fin de transmitir capacidades y habilidades que permitan dar respuesta y soluciones oportunas a los problemas de erosión, sedimentación y contaminación identificados.

Capítulo 9:

Plan Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita

9.1 OBJETIVOS

En relación a la calidad del agua en la Cuenca del Plata, es fuente de preocupación la contaminación causada por descargas de aguas residuales generadas por la actividad minera en la cuenca alta del río Pilcomayo. Es por eso que, en el marco de este Proyecto Piloto Demostrativo, resulta clave la elaboración del Plan Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita, a fin de desarrollar acciones articuladas y concurrentes para hacer frente a esta problemática.

El objetivo general de esta fase fue entonces definir las líneas estratégicas de las actividades a realizar y los criterios de decisión a utilizar por los actores del PPD Pilcomayo, para la obtención de sus metas en el contexto socio ambiental. Por su parte, como objetivos específicos, se buscó analizar y diagnosticar la situación actual de la cuenca, detectar su problemática y lograr una articulación interinstitucional con los diferentes actores que habitan en ella.

9.2 METODOLOGÍA

La construcción del Plan Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita considera las siguientes fases:

Compromiso y responsabilidad institucional

Es importante contar con el compromiso de participación de las instancias gubernamentales a nivel nacional, departamental y municipal, para facilitar los procesos de consenso, elaboración, implementación y monitoreo del plan.

Diagnóstico Integral

Se recopilará información secundaria de la cuenca y áreas de influencia, relacionada a aspectos geográficos, biofísicos, hidrológicos, socioeconómicos y culturales, entre los más importantes.

Construcción de lineamientos estratégicos

Los lineamientos estratégicos serán contruidos sobre la base del diagnóstico y análisis de la problemática de la cuenca, a través de procesos participativos. Se identificarán prioritariamente los ejes temáticos, objetivos y líneas estratégicas, y su justificación.

Formulación del documento estratégico

En su estructuración se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Visión.

- Objetivos (generales y específicos).
- Área de influencia.
- Diagnóstico y análisis de la problemática.
- Ejes temáticos y lineamientos estratégicos.
- Acciones y/o cartera de proyectos.
- Construcción de un sistema de monitoreo y evaluación.

Validación del documento

Contempla la socialización, consenso y validación de la propuesta del documento, con la participación de diferentes actores de la cuenca.

Ejecución del plan estratégico

En función a los lineamientos estratégicos identificados, la articulación con actores de la cuenca y representaciones institucionales nacionales y subnacionales, se procederá a la implementación del plan.

Monitoreo

Se realizará mediante la implementación del sistema de planificación y monitoreo diseñado en el marco del Plan Nacional de Cuencas (PNC), ejecutándose las acciones y actividades contenidas en el mismo, con la participación de la población local, autoridades municipales, gobernación y gobierno central.

9.3 MARCO REFERENCIAL

A partir del 2006, el Estado de Bolivia adoptó una estrategia nacional de recursos hídricos y lanzó el Plan Nacional de Cuencas (PNC) como una estrategia para el Manejo Integral de Cuencas (MIC), la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y la Gestión Social de Agua y Ambiente en Cuencas, en los cuales se

combinan la inversión pública, el desarrollo institucional y las políticas públicas requeridas para respaldar la gestión de los recursos hídricos (MMAYA, 2014).

Entretanto, el VRHR se encarga de implementar medidas que apunten a desarrollar este rol de manera técnica y apoyar sus procesos con la realización de experiencias piloto en la GIRH, con el objetivo de orientar a la sociedad boliviana para enfrentar los retos emergentes (MMAYA, 2013; MMAYA, 2014).

9.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los principales resultados se encuentra la formulación de los lineamientos estratégicos para la gestión integral de la cuenca del Cotagaita, bajo la siguiente definición: “Cuenca piloto con gestión integrada de recursos hídricos y manejo integral de cuencas, que reduce y controla el deterioro del sistema de cuenca y la contaminación ambiental, en un marco institucional y normativo fuerte y articulado, bajo un enfoque de adaptación al cambio climático y de reducción de riesgos”.

Asimismo, se establecen los ejes temáticos del plan, en torno al cual se articulan temáticas que responden a la solución de los problemas identificados en la cuenca piloto. A su vez, se priorizan los siguientes tres ejes temáticos, cada uno de ellos con su respectivo objetivo estratégico, línea estratégica y justificación:

A. Fortalecimiento institucional y de instancias de articulación–concertación

Objetivo estratégico

Planificar, diseñar y realizar una adecuada gestión de los recursos naturales y la contaminación ambiental por parte de las instituciones locales, departamentales, municipales, públicas y privadas capacitadas para tal fin.

Líneas estratégicas

- Promover la conformación y/o fortalecimiento de instancias de articulación con Organismos de Gestión de Cuencas (OGC).
- Desarrollar capacidades y conocimientos de entidades ejecutoras y/o operadores privados (empresas mineras, ONG, fundaciones).
- Asesorar y acompañar los procesos de gestión implementados por las OGC.

Justificación

La capacitación y formación de los actores en sus diferentes niveles se realizará sistemáticamente por parte del VRHR-PNC, en base a una estrategia de cursos modulares in situ. De este modo, será necesario el fortalecimiento de las instancias de planificación y coordinación, en el contexto nacional, departamental y municipal.

B. Gestión de información y conocimiento

Objetivo estratégico

Generar la información y los conocimientos necesarios para la gestión sustentable de la cuenca a través de la investigación formal y el rescate de saberes locales.

Líneas estratégicas

- Generar información y conocimiento vinculado con el sistema hidrológico detallado de la cuenca Cotagaita.
- Desarrollar publicaciones y difundir las experiencias en GIRH/MIC de la cuenca Cotagaita, referidas al conocimiento de prácticas y saberes locales.
- Generar y construir sistemas de modelamiento en sedimentación y contami-

nación hídrica, por actividad minera y degradación de tierras.

- Diseñar e implementar un sistema de monitoreo.

Justificación

- La calidad y disponibilidad oportuna de información es la base de cualquier proceso de planificación y ejecución de actividades en GIRH/MIC. Su obtención debe ser planificada por el nivel nacional en coordinación con las instancias subnacionales y locales. Por ejemplo, la generación y monitoreo de información meteorológica e hidrométrica debe realizarse en coordinación con el SENAMHI y eventualmente con el apoyo de instituciones sectoriales.
- Toda la información generada debe ser difundida y socializada por distintos medios: publicaciones, talleres, boletines, redes o plataformas web.

C. Gestión de proyectos en manejo de cuencas

Objetivo estratégico

Desarrollar procesos de planificación hídrica y territorial para el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos, en el marco del PPD Pilcomayo.

Líneas estratégicas

- Control de erosión y sedimentación
 - Control hidráulico (diques transversales y longitudinales, gaviones y otros)
 - Manejo y conservación de suelos (construcción de terrazas, zanjas de coronación e infiltración, atajados y otros).

- Forestación, reforestación, implementación de viveros y otros.
- Producción integral
 - Fruticultura (huertos familiares y/o mixtos).
 - Agroforestería (forestación lineal, setos vivos, linderos, sistemas agropastoriles, cortinas rompe vientos y otros).
 - Protección de fuentes de agua.
 - Manejo y conservación de sitios de pastoreo y/o ramoneo.
 - Manejo integral del ganado ovino, caprino y bovino.
- Prevención y mitigación de la contaminación de recursos hídricos
 - Diagnóstico ambiental minero de la cuenca Cotagaita.
 - Identificación de zonas de emplazamiento para la implementación de diques de colas.
 - Tratamiento de aguas residuales mineras.
 - Gestión de pasivos ambientales.
 - Remediación ambiental de la contaminación ambiental minera.

Justificación

La gestión ambiental, en particular de la calidad hídrica, es un componente estratégico emergente en la formulación del PNC II, que responde a la problemática actual. En consecuencia, la identificación de los riesgos ambientales, así como el desarrollo e implementación de mecanismos de prevención y mitigación de la contaminación hídrica, son lineamientos fundamentales a desarrollar.

9.5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PROYECCIÓN A FUTURO

Como resultado, se elaboró el Plan Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita. Para este documento, se identificaron tres ejes temáticos clave, orientados al logro de los objetivos y metas que se describen a continuación: a) fortalecimiento institucional y de instancias de articulación y concertación, b) gestión de la información y el conocimiento y c) gestión de proyectos en manejo de cuencas y temas ambientales.

Este plan estratégico se constituye como una alternativa para lograr una gestión integral de la cuenca, cuyo modelo aspira a ser replicado en otras microcuencas de características biofísicas y productivas similares (producción minera en la parte alta y agropecuaria en la parte baja). En este sentido, la implementación coordinada y oportuna de los lineamientos estratégicos será fundamental en la gestión integral de la cuenca Cotagaita.

Con vistas a la replicabilidad del proyecto, se considera que todas las actividades y las acciones que se formulen para evaluar y reducir los problemas que se presentan en una cuenca —tales como la erosión, sedimentación, contaminación, gestión del agua, uso de suelos, cambio climático y otros— deben ser expresadas en un plan estratégico con una visión integral. Este plan deberá ser diseñado con la participación de todos los actores locales, municipales, departamentales y nacionales, involucrando a los diferentes países que comparten aguas transfronterizas. De este modo, será fundamental la contribución de la población directa e indirectamente afectada para generar abordajes y soluciones integrales a la problemática de las cuencas, orientados a una mayor apropiación y sostenibilidad del proyecto.

Anexo

1. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

En el segundo semestre de la gestión 2014, el Programa Marco CIC Plata, con el apoyo del VRHR y la Coordinación del Ministerio de Relaciones Exteriores, desarrolló un conjunto de actividades, en gabinete y en campo, dirigidas al fortalecimiento institucional y la capacitación del personal técnico de gobiernos departamentales y municipales de la región donde se localiza el PPD Pilcomayo. La temática abordada fue la prevención de la contaminación de los cuerpos de agua y el control de calidad de este recurso. Los contenidos fueron previamente consensuados y coordinados entre los técnicos del VRHR, la Cancillería y el CIC Plata.

Estas actividades se realizaron durante la segunda campaña de monitoreo de la calidad de agua de los ríos que discurren por la cuenca Cotagaita y otras circundantes a esta cuenca, desarrollada del 1 al 11 de septiembre de 2014, durante la época de estiaje. Esta experiencia, incluyó la participación de dos consultores de la Fundación para el Desarrollo de la Ecología (FUNDECO), dos técnicos del Laboratorio de Análisis SPEC-

TROLAB y dos supervisores del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

La capacitación en campo contó con la participación de representantes de las comunidades donde se tomaron muestras de agua. Esta circunstancia permitió darles a conocer la red de monitoreo de calidad de agua establecida por el Programa Marco CIC Plata, el MMAyA, y el VRHR. Asimismo, se les indicó que con ayuda de esta red, cada comunidad, en coordinación con los gobiernos municipales y los gobiernos departamentales, está capacitada para realizar el control de la calidad de agua de sus ríos a partir de un análisis rápido, cuyos datos serán enviados a estas entidades gubernamentales para su evaluación, análisis y posterior determinación de políticas públicas sectoriales.

Las instituciones que participaron de estas capacitaciones fueron las siguientes:

1. Gobierno Departamental de Potosí.
2. Gobierno Municipal de Cotagaita.

3. Gobierno Municipal de Tupiza.
4. Gobierno Departamental de Tarija.
5. Gobierno Municipal de Tarija.
6. Gobierno Municipal de Bermejo.
7. Empresa Municipal de agua potable Bermejo.
8. Oficina Técnica de los ríos Pilcomayo y Bermejo.

Entre las actividades desarrolladas se destacan: reunión de autoridades municipales, presentación de herramientas del VRHR, capacitación en gabinete, mediciones en campo, toma de muestras de parámetros básicos y específicos a cargo del laboratorio SPECTROLAB, toma de muestras biológicas (macroinvertebrados) a cargo de FUNDECO, y validación de puntos de monitoreo establecidos por el VRHR y del CIC Plata como indica la siguiente tabla.

Tabla A.1.1

Plan de capacitación y fortalecimiento institucional en la cuenca Cotagaita

Objetivo general	Desarrollar y fortalecer capacidades locales que faciliten acciones de prevención de la contaminación de los cuerpos de agua y el control de su calidad.			
Objetivos específicos	Desarrollar capacidades en el monitoreo fisicoquímico de cuerpos de agua y su interpretación. Desarrollar capacidades en la evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos.			
Actividad	Recursos/Insumos	Responsable	Fecha	Lugar
Presentación de resultados de la campaña de monitoreo 2013	Presentación del informe de resultados	María del Carmen Mendoza (FUN-DECO)	02/09/2014 04/09/2014 06/09/2014 08/09/2014	Municipio de Cotagaita Municipio de Tupiza Oficina de la OTN-PB Municipio de Bermejo
Presentación de la metodología de clasificación de cuerpos de agua	Presentación de las herramientas trabajadas en el VRHR	José Luis Lahore – Giovana Rocabado (VRHR)		
Presentación del plan de trabajo monitoreo 2014	Presentación del plan de trabajo impreso y digital.	María del Carmen Mendoza (FUNDECO)		

Plan de capacitación y fortalecimiento institucional en la cuenca Cotagaita (cont.)

Tema 1 de capacitación: Monitoreo de la calidad físicoquímica de los cuerpos de agua. - Toma y preservación de muestras. - Parámetros determinados en el sitio. - Interpretación de resultados.	- Protocolo de muestreo en digital e impreso o norma. - Planillas para toma de muestras. - Cuadro A-1 del RMCH en digital e impreso.	Técnicos de SPECTROLAB. José Luis Lahore (VRHR).	
Tema 2 de capacitación: Evaluación de las condiciones biológicas de cuerpos de agua utilizando macroinvertebrados bentónicos. - Toma de muestras. - Identificación de macroinvertebrados. - Determinación del índice BMWP/Bol.	- Guía Macroinvertebrados. - Planillas de campo. - Red Surber y demás materiales detallados en la guía.	María del Carmen Mendoza (FUNDECO) Giovanna Rocabado (VRHR)	
Tema 3 de capacitación: Trabajo de campo: - Toma de muestras de agua y medición de parámetros en el sitio. - Interpretación de resultados. - Muestreo de macroinvertebrados. - Separación e identificación de macroinvertebrados. - Interpretación de resultados.	- pH metro. - Conductímetro. - Oxímetro. - Envases. - Muestreadores. - Planillas de campo.	VRHR para los equipos FUNDECO para los materiales y planillas.	

Fuente: VRHR (2014).



Capacitación a técnicos departamentales y municipales en gabinete.



Capacitación en Cotagaita.



Capacitación en Toropalca



Capacitación en Tupiza.



Capacitación en campo a técnicos.



Identificación de muestras.

2. ENTREGA DE EQUIPO DE COMPUTACIÓN Y ESCRITORIO

Bajo la gestión de la Coordinación Nacional del proyecto se logró la donación de un equipo de computación, impresora y escritorio, que será utilizado de manera exclusiva en las actividades que demande el Plan

Estratégico Integral de la cuenca Cotagaita.

Por su parte, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita cedió una oficina nueva al PPDP, como un aporte institucional y local para facilitar el desarrollo de actividades y el logro de los objetivos formulados en el mismo.



Nueva oficina del Proyecto Piloto Demostrativo Cotagaita. Fuente: VRHR (2014).



Equipo donado para el Proyecto Piloto Demostrativo. Fuente: VRHR (2014).

3. EVALUACIÓN REGIONAL DEL CIC PLATA



Encuentro en el despacho del alcalde municipal de Cotagaita.



Representantes intergubernamentales del CIC Plata, la Cancillería de Bolivia, autoridades del Gobierno Municipal de Cotagaita, del MMAYA y representantes de las comunidades locales.



Delegación del CIC Plata y otros representantes institucionales en el playón del río Cotagaita.



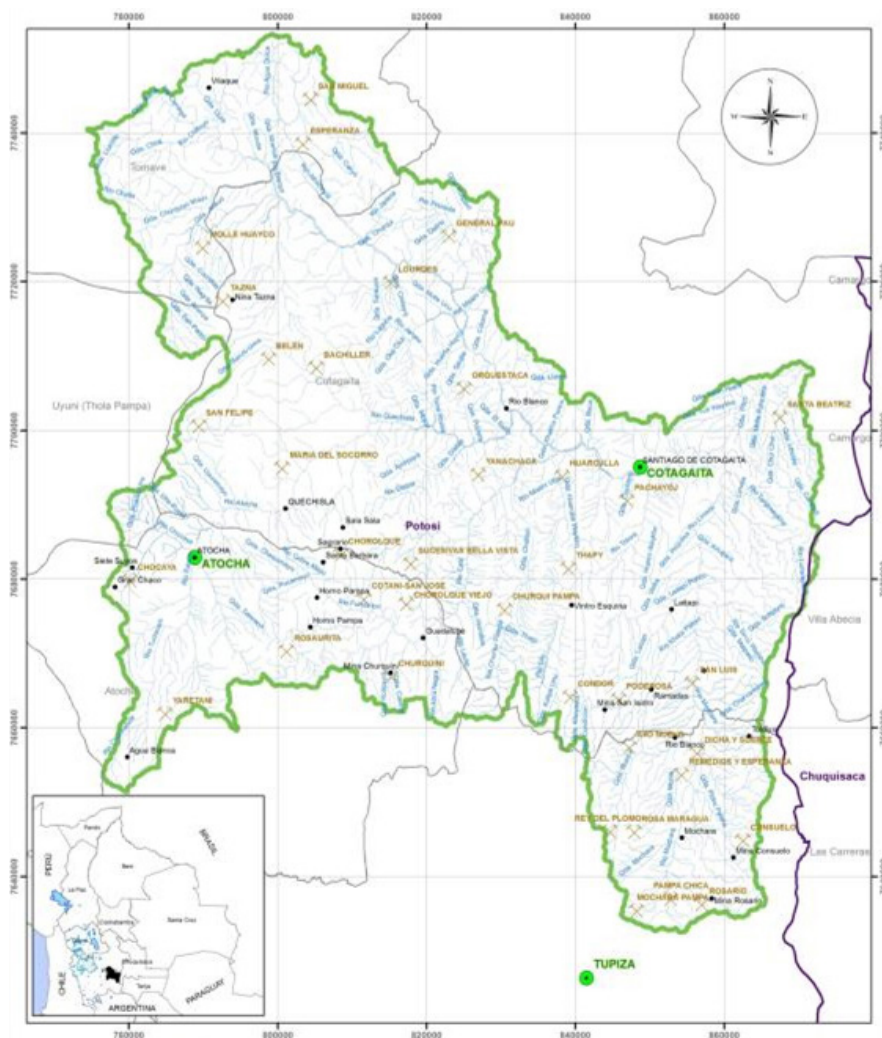
Toma de muestras.

A continuación se presenta el acta de conformación del Comité Social de Gestión de

la Cuenca del Río Cotagaita.

Figura A.5.3

Centros mineros de la cuenca Cotagaita



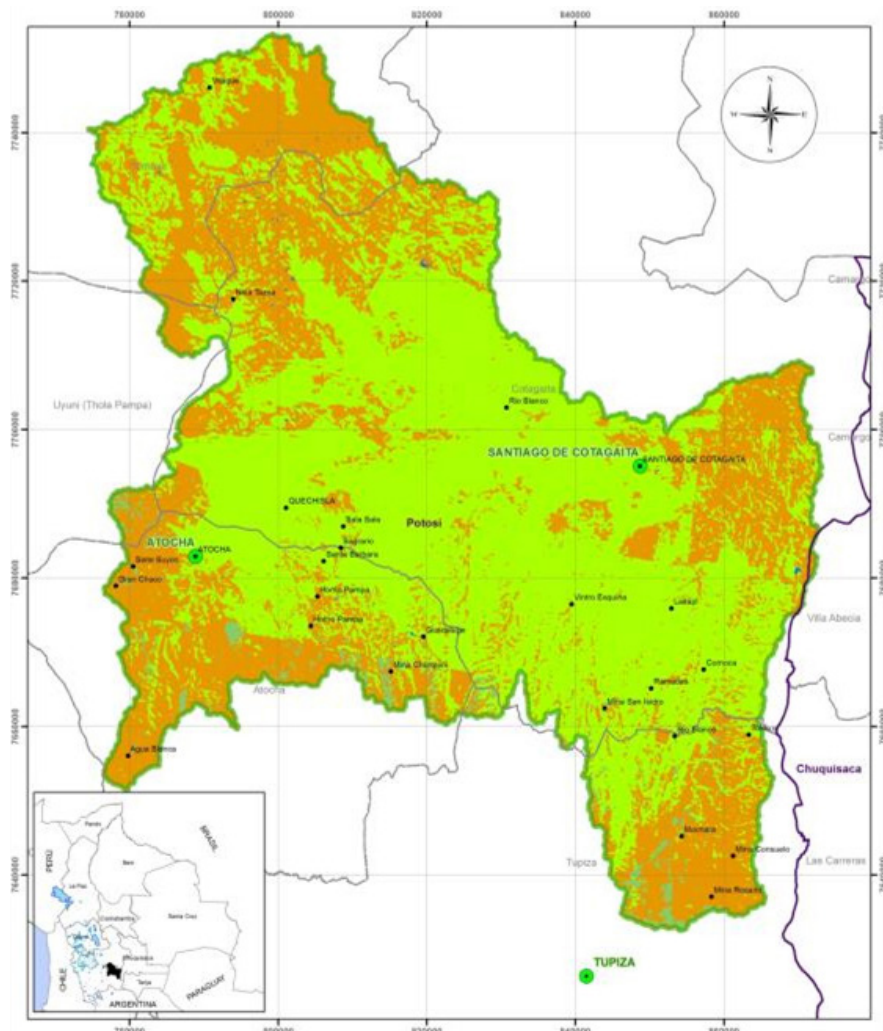
REFERENCIAS

Centros Mineros	Hidrografía
Centros Mineros	Ríos
Poblaciones	Límites
Población	Límite Departamental
Capital Municipal	Límite Municipal
	Cuenca Cotagaita

Fuente: VRHR (2014).

Figura A.5.4

Uso actual de la tierra de la cuenca Cotagaita



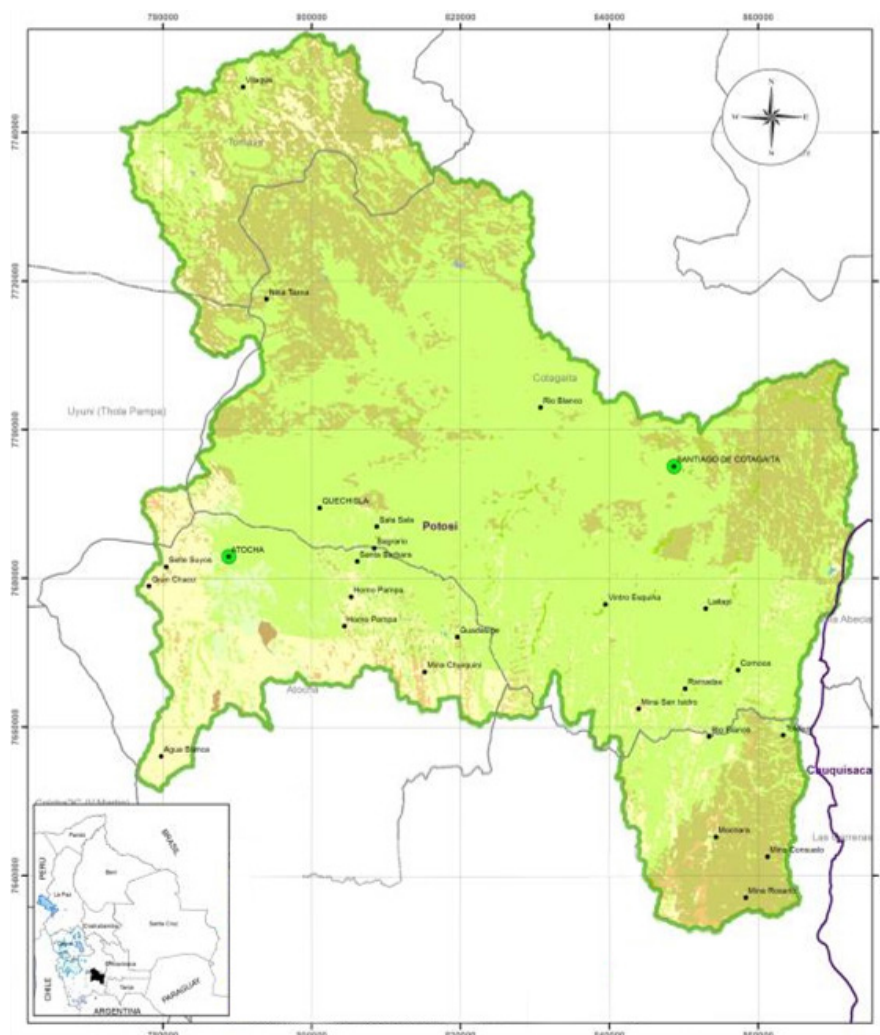
REFERENCIAS

Poblaciones	Uso actual del suelo
• Comunidades	■ Agrícola
● Capital Municipal	■ Campos de nieve permanente
	■ Cuerpo de agua
	■ Forestal
	■ Ganadero
	■ Protección de uso restringido
Límites	
■ Límite Departamental	
□ Límite Municipal	
■ Cuenca Cotagaita	

Fuente: VRHR (2014).

Figura A.5.5

Cobertura vegetal de la cuenca Cotagaita



REFERENCIAS

Poblaciones	Límites
• Comunidades	◡ Límite Departamental
● Capital Municipal	◡ Límite Municipal
	◡ Cuenca Cotagaita

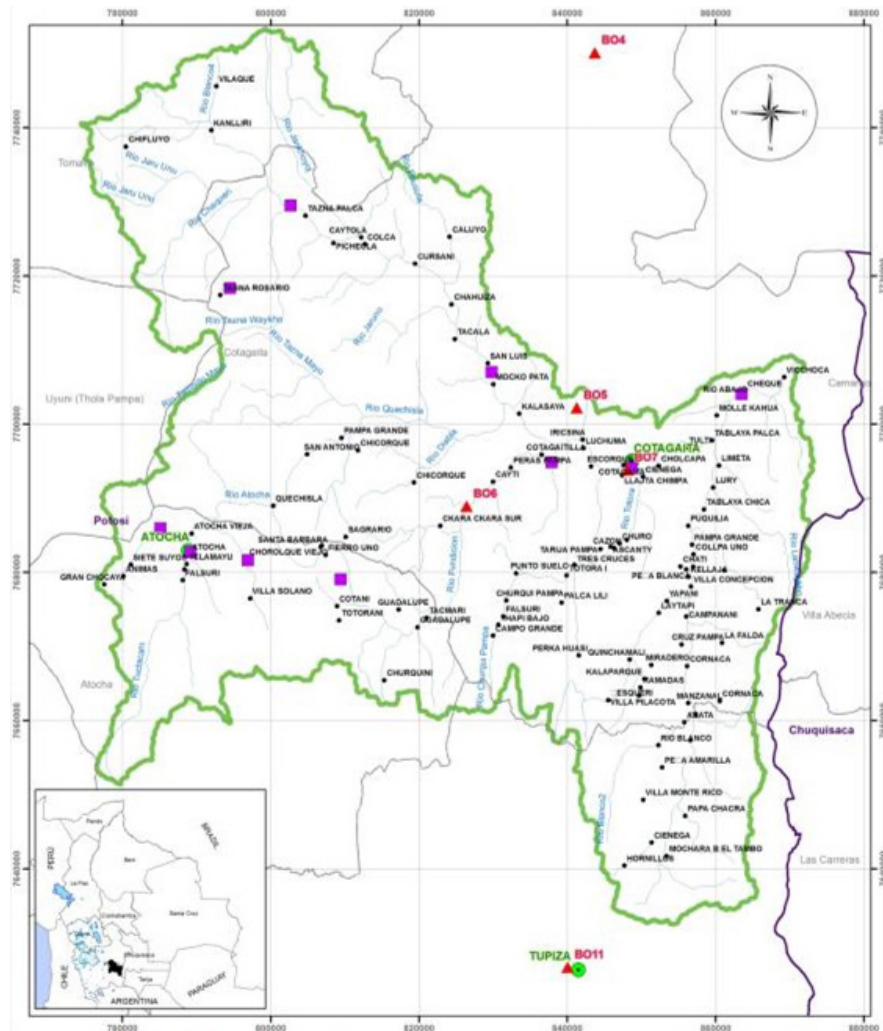
Cobertura vegetal

- Bosque ralo deciduo espinoso microfilo
- Campos de nieve permanente
- Cuerpos de agua, lagos y lagunas
- Cultivos en rotación y producción intensiva
- Dispersa de arbustos en sustrato rocoso, suculentas, gramíneas y forbias efímeras
- Dispersa de arbustos en sustrato salino, matas y cojines
- Herbácea graminoide, amacollada, vivaz, sinusia, arbustiva, microfila
- Herbácea graminoide, césped vivaz, turboso, saturado, plantas pulvinadas
- Herbáceo graminoide, amacollada con sinusia arbustiva xeromórfica
- Superficie descubierta inestable, cárcavas
- Superficie descubierta inestable-depósitos de arena

Fuente: VRHR (2014).

Figura A.5.6

Puntos de monitoreo de calidad de agua



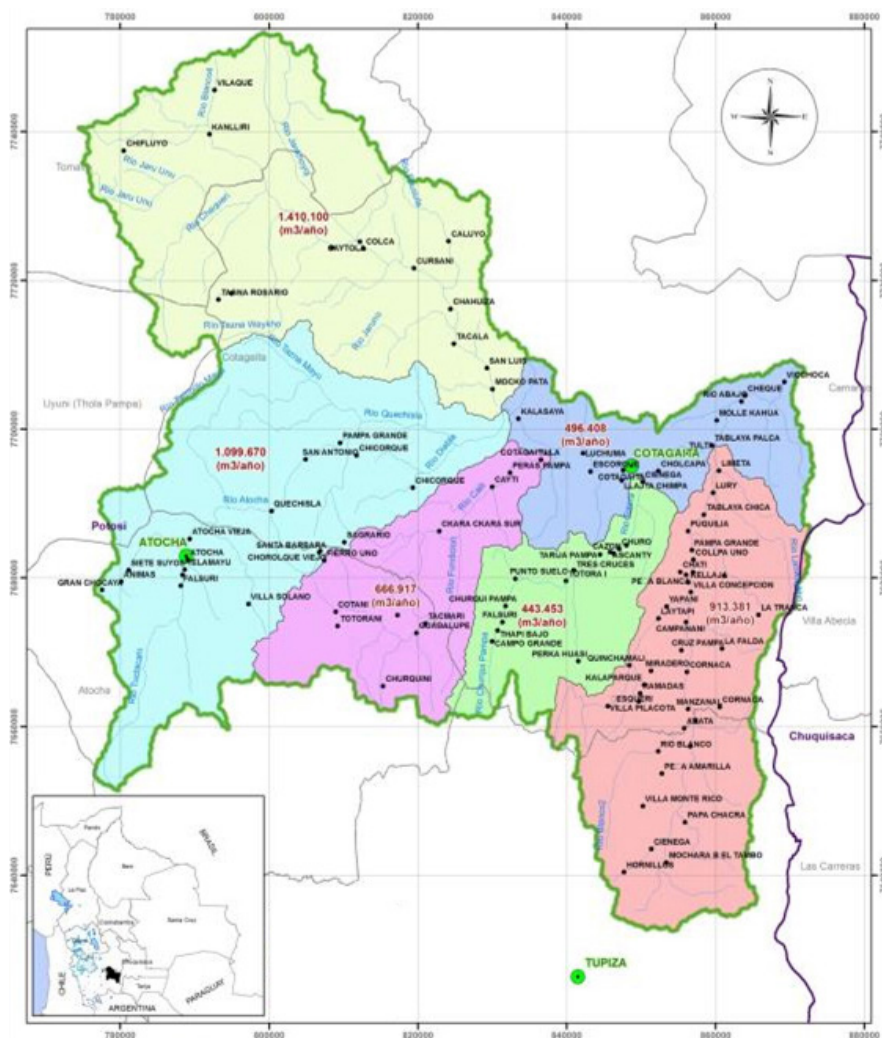
REFERENCIAS

Calidad de Agua	Hidrografía
▲ Puntos de Monitoreo	— Ríos
■ Red de Monitoreo	
Poblaciones	Límites
• Comunidades	▭ Límite Departamental
● Capital Municipal	▭ Límite Municipal
	▭ Cuenca Cotagaita

Fuente: VRHR (2014).

Figura A.5.7

Aporte de sedimentos por subcuenca



REFERENCIAS

Poblaciones	Límites
• Comunidades	◡ Límite Departamental
● Capital Municipal	◡ Límite Municipal
Hidrografía	◡ Cuenca Cotagaita
— Ríos	

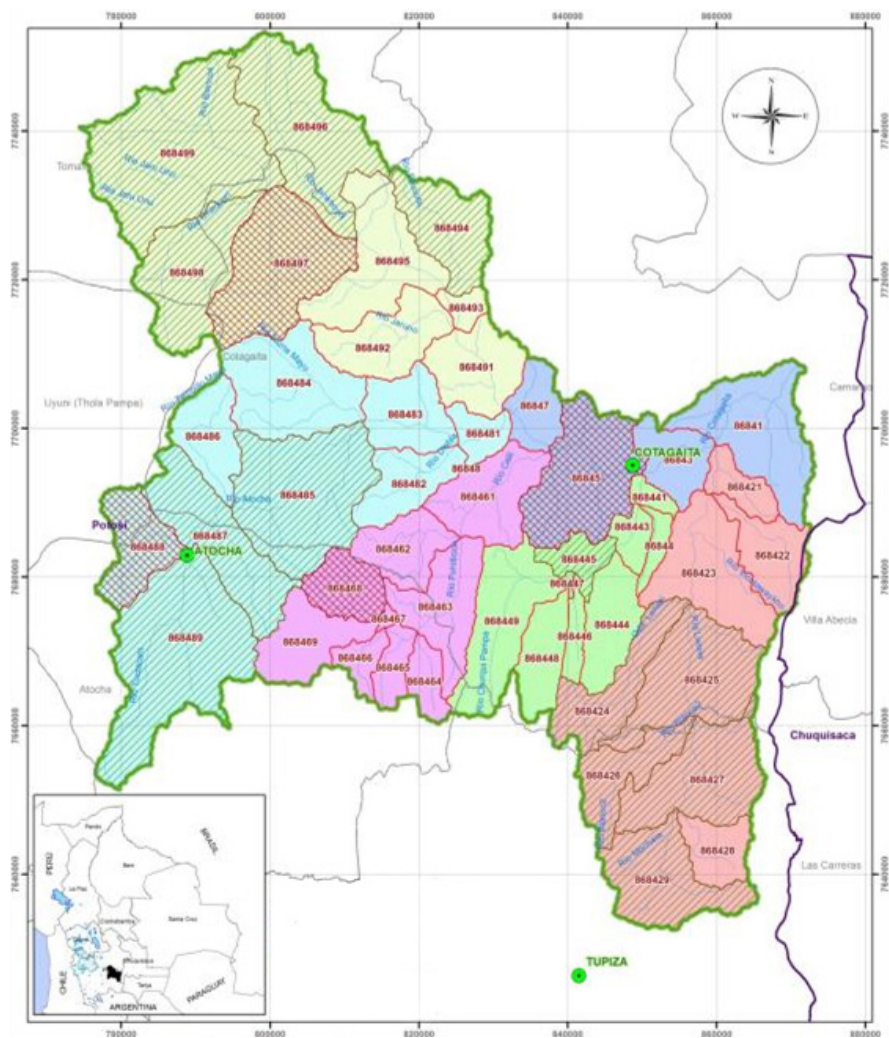
Unidades hidrográficas

- ◡ Río Blanco
- ◡ Río Caiti
- ◡ Río Cotagaita
- ◡ Río Limeta
- ◡ Río Quechisla
- ◡ Río Totorá

Fuente: VRHR (2014).

Figura A.5.8

Microcuencas priorizadas



REFERENCIAS

Poblaciones	Límites
• Comunidades	◼ Límite Departamental
● Capital Municipal	◻ Límite Municipal
	◼ Cuenca Cotagaita
Hidrografía	
— Ríos	

Priorización de Microcuencas

- ◼ Río Blanco
- ◼ Río Caiti
- ◼ Río Cotagaita
- ◼ Río Limeta
- ◼ Río Quechisla
- ◼ Río Totora
- ◼ Priorización alta
- ◼ Priorización media

Fuente: VRHR (2014).

Referencias

Ahlfeld, F. (1946). Geología de Bolivia. *Revista del Museo de la Plata*. N.S.

Alcocer, I., Amador, J., Arequipa, P., Argandoña, J. L., Borja, G., Grisseman, Ch., (“...”) y Schröder, W. (1993). *Prospección y exploración de metales básicos y preciosos en el Departamento de Potosí / Bolivia. Informe final Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL)–BGR* (inéd.).

Aránguiz, I. (2002). La programación multicriterio como herramienta de la ordenación territorial. En *Ordenación territorial, desarrollo de predios y comunas rurales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile: LOM Ediciones.

Baldellón, E., Quezada, G. y García, R. (1999). Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia. Geología de la Hoja San Pablo de Lipez. Boletín No. 24. Servicio Nacional de Geología y Minería de Bolivia (SERGEOMIN).

Barredo Cano, J. I. (1996). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid, Ed. Ra-Ma.

Benítez, Reynoso A. (2007). Evaluación del método de predicción y de las medidas de control de sedimentación en el embalse “San Jacinto”. Fundación HIDROBOL (Fundación para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Hídricos y el Medio Ambiente).

Bosque Sendra, J. (1992): Sistemas de información geográfica. Madrid, Ediciones. RIALP S.A.

Chow, V. T., Maidment, R., Mays, W. (1994). *Hidrología aplicada*. Bogotá: McGraw-hill latinoamericana.

Farías, H. D., Borsellino, M. J. y Pilan, M. T. (2003). *Técnicas para la Estimación de la Producción de Sedimentos en Cuencas con Escasos Datos Hidrológicos*. Aplicaciones en la Región NOA. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Sección Ciencias de la Tierra y Ambientes. Universidad Nacional de Catamarca.

Gómez, M. (2005). Evaluación Multicriterio y SIG. In Video Conferencia del Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá, Madrid, España. Universidad Nacional Autónoma, Tegucigalpa, Honduras.

Gómez, O. (2001). Ordenación Territorial. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa/Editorial Agrícola Española.

Luque, J. (1981). *Hidrología Agrícola Aplicada*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.

Mármol, L. (2008). *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes*. Universidad Nacional de Salta.

Marshall, T. J., Holmes, J. W., Rose, C. W., (1999). *Soil physics*. Cambridge University Press.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA) (2013). Marco Conceptual y Estratégico de la Cuenca del Río Grande. Bolivia.

----- (2014a). Informe de Avance Implementación del PNC MED. Bolivia.

------(2014b). Planes Directores de Cuenca. Lineamientos Generales para la Formulación de un Plan Director de Cuenca. Bolivia.

------(2014c). Programa Plurianual de Gestión Integrada de Recurso Hídricos y Manejo Integral de Cuencas. Bolivia.

Morgan, M. (1997). Erosión y conservación de suelo. UTO-FNI-CIVIL. Oruro, Bolivia.

Oiso, Y. (1990). *A New Land Mammal Locality of Middle Miocene (Friasian) Age from Nazareno, Southern Bolivia*. Informe inédito. Bolivia: Japan Overseas Cooperation Volunteers (JOCV), JICA Bolivia Office.

Parrao, A. (2004). *Modelo de decisión multicriterio para la selección de alternativas de rehabilitación de tranques de relaves*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN) (2003). Clasificación de cuerpos de agua en las cuencas altas de los ríos Tupiza y Cotagaita. Departamento de Potosí.

Suárez-Soruco, R. (1995). Comentarios sobre la edad de la formación Cancañiri. En *Revista Técnica de YPFB*, 16(1-2). Cochabamba. Bolivia.

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) (2014). Programa Plurianual de Gestión Integral de Recursos Hídricos y Manejo Integral de Cuencas. La Paz, Bolivia.

Villón, M. (2002). *Hidrología*. Lima, Perú: Editorial Villón.

Yalcin, G. y Akyürek, Z. (2005). *Multiple criteria analysis for flood in vulnerable areas*. Ankara, Turkey.

Listado de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1.1 Localización de los Proyectos Prioritarios y Piloto

Capítulo 4

Figura 4.3.1 Subcuencas de la cuenca Cotagaita

Figura 4.4.1 Comportamiento de la precipitación en la cuenca Cotagaita

Figura 4.4.2 Comportamiento de la temperatura en la cuenca Cotagaita

Capítulo 5

Figura 5.4.1.1 Recorrido de contaminantes por actividades mineras

Capítulo 7

Figura 7.2.1 Modelo Digital de Elevación (MDE) de 30 metros

Anexo

Figura A.5.1 Localización de la cuenca Cotagaita

Figura A.5.2 Hidrografía de la Cuenca Cotagaita

Figura A.5.3 Centros mineros de la Cuenca Cotagaita

Figura A.5.4 Uso actual de la tierra de la Cuenca Cotagaita

Figura A.5.5 Cobertura vegetal de la Cuenca Cotagaita

Figura A.5.6 Puntos de monitoreo de calidad del agua

Figura A.5.7 Aporte de sedimentos por subcuenca

Figura A.5.8 Microcuencas priorizadas

Listado de tablas

Capítulo 1

Tabla 1.1.1	Principales características del Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo (PPDP)
-------------	---

Capítulo 2

Tabla 2.1.1	Áreas municipales en la cuenca
Tabla 2.2.1.1	Características topográficas de las subcuencas del río Cotagaita

Capítulo 4

Tabla 4.3.1	Subcuencas de la cuenca Cotagaita
-------------	-----------------------------------

Capítulo 5

Tabla 5.4.1.1	Ubicación de puntos de monitoreo de calidad de agua
---------------	---

Capítulo 6

Tabla 6.4.1	Tasa de sedimentación por subcuenca
Tabla 6.4.2	Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos de la cuenca Cotagaita

Capítulo 7

Tabla 7.2.1	Características generales de la cuenca Cotagaita
Tabla 7.3.1	Criterios y variables seleccionadas en la priorización de microcuencas
Tabla 7.4.1	Características biofísicas, socioeconómicas y estadísticas zonales de las unidades hidrográficas

Capítulo 8

Tabla 8.3.1	Conformación del Comité Social de Gestión de la Cuenca del Río Cotagaita
-------------	--

Anexo

Tabla A.1.1	Plan de capacitación y fortalecimiento institucional en la cuenca Cotagaita
-------------	---

Crédito de fotografías

Pág. XX	Municipio de Cotagaita	VRHR
Pág. XX	Río Cotagaita	VRHR
Pág. XX	Cobertura vegetal de la cuenca Cotagaita	VRHR
Pág. XX	Estaciones de muestreo de la calidad del agua de la cuenca Pilcomayo	VRHR
Pág. XX	Mediciones de parámetros de la calidad del agua	VRHR
Pág. XX	Mediciones de ancho, profundidad y caudal	VRHR
Pág. XX	Constitución del OGC	VRHR
Pág. XX	Capacitaciones e identificación de muestras	VRHR
Pág. XX	Nueva oficina del Proyecto Piloto Demostrativo de la Cuenca Cotagaita	VRHR
Pág. XX	Equipo de computación donado al proyecto	VRHR
Pág. XX	Reunión en el despacho del alcalde de Cotagaita	VRHR

Listado de siglas y acrónimos

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process / Proceso Analítico Jerárquico</i>
CHAC	Calculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas
CIC PLATA	Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
EMC	Evaluación Multicriterio
ETP	Evapotranspiración potencial
FENCOMIN	Federación de Cooperativistas Mineras
FUNDECO	Fundación para el Desarrollo de la Ecología
GEOBOL	Servicio Geológico de Bolivia
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
MDE	Modelo Digital de Elevación
MIC	Manejo Integral de Cuencas
MMAYA	Ministerio de Medio Ambiente y Aguas
OGC	Organismo de Gestión de Cuencas
PGIPMP	Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo
PMAE	Programa Marco de Acciones Estratégicas
PNC	Plan Nacional de Cuencas
PPDP	Proyecto Piloto Demostrativo Pilcomayo
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SERGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería
SERGEOECMIN	Servicio Geológico Técnico Minero
SIG	Sistema de Información Geográfica
USDA	<i>United States Department of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos</i>
VRHR	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

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 Segurola 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 Elia 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); CEREAS (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



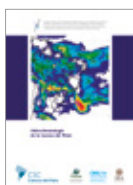
Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata



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



CIC
Cuenca del Plata



FONDO PARA EL MEDIO
AMBIENTE MUNDIAL



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Nos dedicamos por más gente