

UNA APROXIMACIÓN AL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL. Aplicación en la cuenca alta del Río Carcarañá. Cierre Villa María - Córdoba - Argentina

Dra. Nora Pouey¹; Dra. Margarita Portapila²; Arq. Sonia Omelianiuk³; Ing. Mario Silber⁴; Lic. Mariel Zanuccolli⁵ & Ing. Gisella Maydana⁶

RESUMEN - El principal objetivo de determinar un caudal ambiental es proveer un régimen de flujo adecuado en términos de cantidad y calidad que garantice un uso sustentable del recurso hídrico. Para ello es necesario detectar la dinámica que rige las relaciones estructurales y funcionales de la cuenca y de qué manera los elementos antrópicos intervienen orientando los flujos de materia y energía en uno u otro sentido, lo que determinará el tipo de metodología a implementar. Una vez desarrollada la misma, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación gestionará la aplicación jurídica en Argentina. Se ha tomado como cuenca piloto la correspondiente al río Carcarañá, ubicada en las provincias de Córdoba y Santa Fe, dado que presenta toda tipología de intervención antrópica para el uso del recurso hídrico. Los objetivos generales pueden sintetizarse en: a) Establecer pautas y criterios para la incorporación del caudal ambiental a nivel jurídico a través de la interdisciplinariedad, b) Demostrar su valor como eje de planificación de los recursos hídricos, c) Estructurar un sistema extensivo sobre los aspectos vinculados al manejo y conservación de los recursos, que integre las instituciones oficiales y privadas de localidades que se ubican en la cuenca.

ABSTRACT-The main objective of determining environmental flow requirements for a river at basin scale is to determine an adequate flow regime that guarantees the sustainability of the water resources –in terms of both quality and quantity. An environmental flow methodology will vary according to the flow of mass and energy management approach defined by human actions that happen in the basin. Ongoing research to outline a methodology is currently taking place. Once this methodology is developed the Secretary of Environment and Sustainable Development (SAyDS) will implement it through a legal framework in Argentina. The selected pilot basin is the Carcarañá River catchment, an interprovince basin placed in Córdoba and Santa Fé provinces in the centre of Argentina. The Carcarañá River basin presents a complex typology of human intervention as far as water resources is concerned. The main goals of this work are: a) to establish guidelines and criteria to include environmental flow concepts into the national legal framework through an interdisciplinary approach, b) highlight the relevance of the environmental flow concept regarding the water resources management, c) to integrate public and private institutions connected to the water/natural resources management and conservation as well as stakeholders into an inter-related system.

Palabras-chave: Caudal ambiental, metodologia, gestão

¹ Ingeniera, Profesora UNR –CURIHAM nora@fceia.unr.edu.ar

² Ingeniera, Profesora UNR - CURIHAM margap@fceia.unr.edu.ar

³ Docente Investigadora - CEAH –UNR somelian@agatha.unr.edu.ar

⁴ Investigador – UNR – CURIHAM msilber@fich.unl.edu.ar

⁵ Becaria CONICET- UNR mzanuccolli@gmail.com

⁶ Becaria UNR –CURIHAM. giselamaydana@gmail.com

1.INTRODUCCIÓN

La cuestión ambiental en las cuencas hidrográficas comenzó a ser tratada como una consecuencia de la intervención antrópica, la forma que se da a la ocupación, al uso del espacio y a las infraestructuras.

El medio ambiente representa el resultado de las interacciones de las componentes sociales, económicas y culturales, configurando un perfil de espacio geográfico a ser impactado por la acción antrópica.

Esta conceptualización indispensable a tener en cuenta en todo tipo de intervención en sus diferentes niveles (plan, programa, proyecto), no es suficiente si no se condiciona la metodología de cada etapa abordando el manejo integral en una cuenca hidrográfica.

Resulta un nuevo desafío poder analizar la cuenca mixta (rural-urbana) como concepto, la tendencia al funcionamiento atomizado ha conducido hacia un comportamiento individual de cada una de ellas, perdiéndose paulatinamente la acción en conjunto, y por lo tanto, los beneficios de la comprensión de los procesos y fenómenos que allí ocurren. Además, se subestima el valor de la integración, por parte de quienes debieran resolver problemas comunes.

La cuenca es una unidad lógica de planificación, ya que obliga explícitamente a reconocer que el desarrollo basado sobre la misma, depende de la interacción de las actividades que en ella tienen lugar. Toda cuenca posee un sector alto y otro deprimido, de acuerdo a la escala, aquellas serán de diferente magnitud relativa, pero ambas, siempre están conectadas físicamente a través del ciclo hidrológico.

Así los procesos de erosión hídrica, el arrastre de partícula de suelo, y la posterior sedimentación, la alteración de la infraestructura vial, la dilución y movilización de agrotóxicos, los riesgos para la salud humana, y supervivencia económica de las empresas rurales, entre otros, están íntimamente relacionados.

Más allá de la concepción hídrica que se plantea cuando se considera una cuenca, debe interpretarse a la misma como un *campo operacional de interacciones humanas y naturales*. Los límites políticos y de las propiedades terrenas, raramente coinciden con los de la cuenca, y a menudo entorpecen todo intento de planificación del desarrollo en la misma.

Una de las necesidades básicas para el abordaje de soluciones a nivel de cuenca, es la definición de sus problemas, así será posible iniciar un *análisis preliminar*.

El manejo de cuenca supone un ordenamiento racional de las actividades rurales-urbanas, compatibles con la preservación de los recursos naturales y sociales de modo que las intervenciones se transmiten de un sector a otro, en un proceso sistémico de retroalimentación.

2. CONCEPTUALIZACIONES

Habitualmente, los sistemas vinculados a los cuerpos de agua son estudiados desde el punto de vista de una disciplina en particular, como por ejemplo los aspectos hidrológicos. Este enfoque deja en evidencia la falta de respuesta a una gran diversidad de variables que interactúan sobre un sistema complejo como lo es una cuenca hidrográfica.

Para encarar dicho trabajo se hace necesaria la participación interdisciplinar así como también la participación de los diferentes actores locales dentro del plan de trabajo.

Los sistemas fluviales y de aguas subterráneas necesitan del agua para mantener sus funciones esenciales, así como los usos y beneficios a la población. La cantidad de agua que satisface esta necesidad es lo que se denomina “caudal ambiental”. Las consecuencias de desatender esta necesidad es cada vez más evidente y costosa. Ecosistemas aguas abajo de un curso fluvial, así como comunidades e industrias que dependen de este caudal pagan un alto costo cuando dicho “caudal ambiental” no es alcanzado.

Sin embargo, las necesidades de cubrir este caudal ambiental en sistemas fluviales y de aguas subterráneas no está suficientemente extendido.

El concepto de caudal ambiental está solo siendo introducido formalmente en la capacitación de científicos e ingenieros.

En muchos casos, la provisión de agua en la parte inferior de cursos fluviales está fuera de las agendas de políticos y planificadores. El mantenimiento del caudal ambiental no es solo un capricho por mantener la naturaleza, sino que es crucial para un desarrollo sustentable y próspero a largo plazo de las comunidades. Encontrándose en el centro del debate por el manejo sustentable del recurso hídrico.

Históricamente el manejo del agua se ha considerado desde la perspectiva de maximizar su uso respecto del crecimiento económico a corto plazo. Poco se ha considerado respecto del mantenimiento integrado del ecosistema y las implicancias de un uso desmedido de sus recursos. Un enfoque holístico del sistema fluvial implica un manejo integrado del recurso hídrico (MIRH).

El caudal ambiental debe ser considerado en el contexto del MIRH en cuencas fluviales, como parte de un concepto más amplio en donde se contemplan medidas de más amplio espectro como protección de suelos, prevención de contaminación y protección y restauración de hábitat.

En sistemas donde se produce un sobre uso del agua el desafío consiste en reasignar el agua a sus cauces, limitando el consumo de usuarios privados. Los actores que deberán tomar parte en la provisión del caudal ambiental incluyen políticos, planificadores, economistas, ambientalistas, grupos relacionados a distintos usos del recurso hídrico, organizaciones no gubernamentales, comunidades ribereñas, ingenieros, hidrólogos, abogados, biólogos, etc.

En definitiva, se trata de un trabajo interdisciplinario con miras a mantener un uso sustentado del recurso hídrico.

Debe hacerse la distinción entre la cantidad de agua necesaria para mantener un ecosistema en óptimas condiciones y la cantidad que debe ser destinada al mismo después de una evaluación ambiental, que incluya factores sociales y económicos.

El porcentaje de agua removido de un sistema fluvial que permita su funcionamiento dentro de un rango aceptable nos permitirá definir el caudal ambiental.

El principal objetivo de determinar un caudal ambiental es proveer un régimen de flujo adecuado en términos cuantitativos y cualitativos que garantice un uso sustentable del recurso hídrico.

Sin embargo este uso sustentable trae aparejado criterios que variaran para distintas regiones o países. El análisis de sistemas fluviales o de drenaje debe ser considerado en su contexto. Físicamente, esto significa considerar el curso fluvial desde su origen hasta su desembocadura, incluyendo terrazas de aporte, valle de inundación y sistemas de aguas subterráneas.

Desde el punto de vista sistémico deben considerarse aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales. De este modo se preservará el recurso para las generaciones futuras..

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

A nivel de plan de trabajo, a partir del año 2006, dónde comienza el proyecto de investigación, se ha podido establecer los siguientes aspectos fundamentales para la determinación del caudal ambiental: 1) Análisis bibliográfico de metodologías aplicadas en diferentes países observando las fortalezas y debilidades para ser aplicadas en nuestro país, 2) Recopilación y análisis de datos en la cuenca piloto, 3) Estructuración de la Metodología para ser aplicada en la normativa argentina.

3.1. Análisis bibliográfico de metodologías aplicadas en diferentes países observando las fortalezas y debilidades para ser aplicadas en nuestro país

Muchos métodos han sido desarrollados para determinar requerimientos de caudal ambiental en los recursos hídricos tanto en Australia como en otros países (Arthington and Pusey, 1993).

En las técnicas usadas para determinar el caudal ambiental, Arthington (1998), encontró que un rango de métodos es requerido para mejorar las circunstancias de un estudio específico.

En tanto Doegg (2000) sugirió que los métodos para la determinación de flujos caen en tres categorías:

- 1) *Métodos hidrológicos* son definidos como flujos históricos para establecer un porcentaje de flujos anuales para un índice específico hidrológico para lograr un particular objetivo.

- 2) *Métodos basados en Hábitats* que sirven para definir las relaciones entre descargas, la cantidad y el tipo de hábitat de peces que son provistos.
- 3) *Métodos holísticos* se refieren a métodos que involucran un panel de expertos para integrar información para un rango de disciplinas incluyendo ecología, hidrología, calidad de agua y geomorfología. (Metodología de Bloques de Construcción, Sistemas Soportes de Decisión (DRIFT))

Según Tharme (2002), la categorización global de metodologías corresponden a: - Métodos Hidrológicos,- Métodos Hidráulicos, -Métodos de simulación de hábitat, -Métodos Holísticos, - Métodos combinados. Su distribución porcentual de acuerdo a la aplicación en diferentes países se puede observar en la figura siguiente.

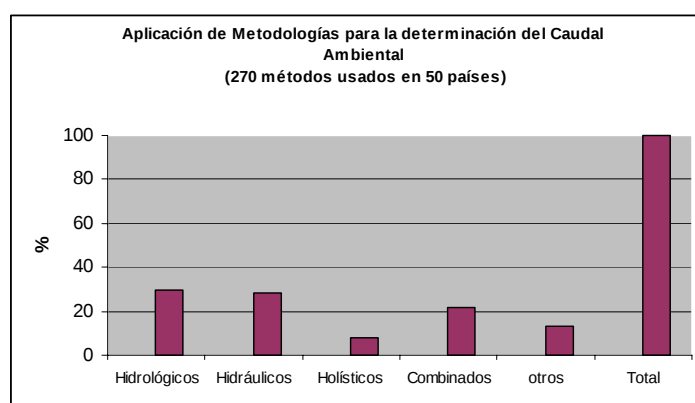


Figura 1 – Metodologías aplicadas para la determinación del caudal ambiental Tharme (2002)

Algunos de los métodos analizados en este período fueron los siguientes:-.

- ♦ Environmental flow assessment for the Goulburn river, Australia
- ♦ Caudal . Elementos esenciales de Caudales Ambientales
- ♦ Flujos. Un método para la determinación de requerimientos de agua ambiental en Victoria, Australia.
- ♦ Régimen ambiental de caudales en el tramo inmediato aguas abajo del embalse de “El Vado” Guadalajara, Méjico.
- ♦ Umbrales ecológicos: la llave para el gerenciamiento ambiental satisfactorio o un importante concepto sin uso práctico?.
- ♦ IFIM
- ♦ Propuesta para el establecimiento de un caudal ecológico en la cuenca del río Quaraí, Brasil.
- ♦ Método de la región de variabilidad , RVA

Del análisis realizado de los métodos surgen algunos aspectos comunes a varios de ellos como por ejemplo:

- Cantidad y calidad del agua que ingresa

- Cantidad y calidad del agua que egresa
- Características físicas de la cuenca
- Definición de marcos de planificación para la evaluación
- Identificación de problemas y alteraciones
- Identificación e intereses de los actores que hacen uso del agua, así como los conflictos que se generan.
- Aplicación del marco legal.

En cuanto a la estructura metodológica que se está desarrollando en este proyecto se pretende incorporar como objeto de estudio la dinámica de los procesos que se desarrollan en la cuenca.

3.2. Recopilación y análisis de datos en la cuenca piloto

La primera etapa del trabajo se inició con la delimitación de la cuenca a partir de datos obtenidos del Instituto Geográfico Militar, y una caracterización ambiental del río Tercero.

A los efectos del estudio se dividió en Cuenca Alta y Baja

a) *Cuenca Alta (comenzando a la salida del Dique Compensador de Piedras Moras, en el sentido de las agujas del reloj):*

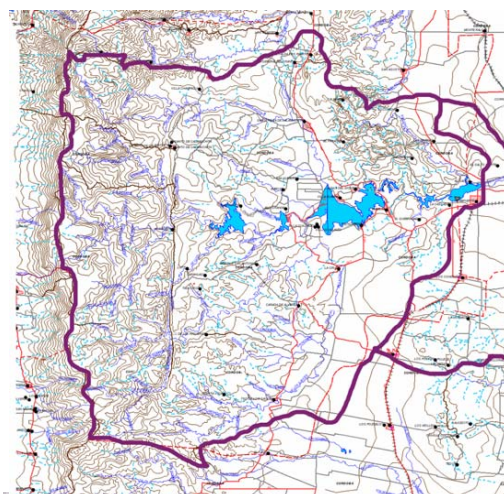


Figura 2 – Cuenca Alta del Río Tercero

b) *Cuenca Baja (comenzando a la salida del Dique Compensador de Piedras Moras, en el sentido de las agujas del reloj):*

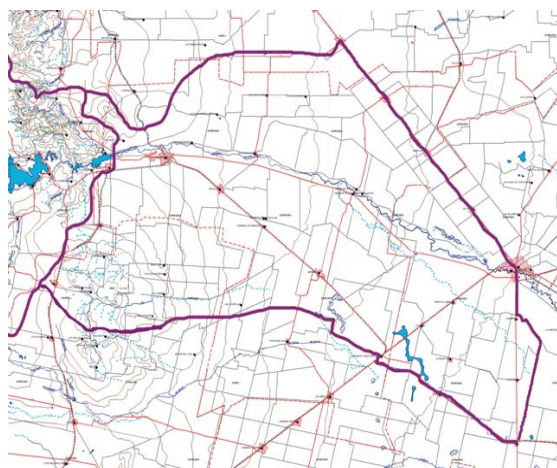


Figura. 3 – Cuenca Baja del Río Tercero

Como se observa en las figuras 2 y 3 el río Carcarañá se conforma por los ríos Tercero y Cuarto, que nacen en la provincia de Córdoba, y sigue su curso en la provincia de Santa Fe, hasta su desembocadura en el río Paraná.

El río Tercero, curso principal de esta importante cuenca, es uno de los sistemas hídricos de la región que ha sufrido mayor deterioro en las últimas décadas debido a la presión a la que está sometido a causa del crecimiento de las poblaciones y el desarrollo de las actividades humanas.

Las principales actividades que se desarrollan dentro de la cuenca son la agropecuaria y la industrial, existiendo también importantes centros urbanos. y una central nuclear. Pero resulta, comparativamente a otras cuencas, abordable para la implementación de soluciones en el marco de la determinación del caudal ambiental.

El río Tercero es el más caudaloso de la provincia de Córdoba, su módulo es de 27,6 m³/s, lo que equivale aproximadamente al 20% del total de los recursos hídricos de la misma (Montenegro, 1985). Posee particular importancia para el abastecimiento de agua a numerosas localidades y también como generador de energía hidroeléctrica. Abastece en forma directa a ciudades como Villa María y Bell Ville y mediante redes de acueductos a Pozo del Molle, las Varillas y San Francisco; Leones, Marcos Juárez y General Roca, Justiniano Posse, Ordoñez y Monte Buey.

La segunda etapa comprende el análisis y determinación de las actividades antrópicas que impactan sobre la región, así como el estudio del marco socio político imperante.

Se relevaron, analizaron y clasificaron datos de diversos organismos públicos y privados, se realizaron tareas de campo no sólo respecto a las variables físico- químicas de la cuenca sino también en sus aspectos socio-económicos, culturales y políticos a través de encuestas a informantes calificados representantes de diferentes actores sociales.

Se presenta a continuación una síntesis de los datos bases en forma gráfica.

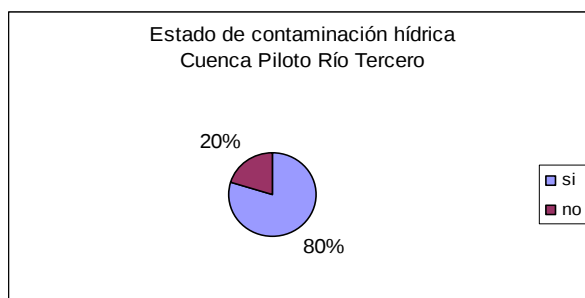


Figura 4 Porcentual de contaminación hídrica (2006).

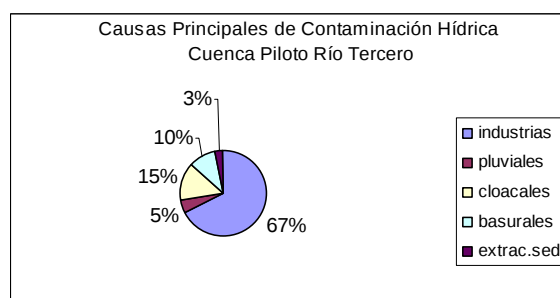


Figura 5. Causales de contaminación (2006).

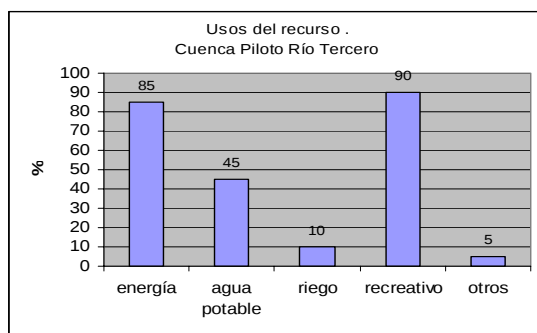


Figura 6 Usos del recurso (2006).

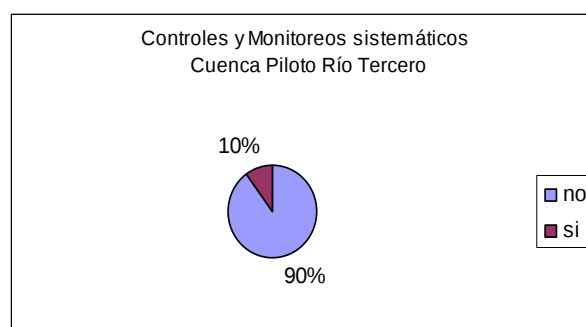


Figura 7 Existencia de controles (2006).



Figura 8 Existencia de Instituciones (2006).

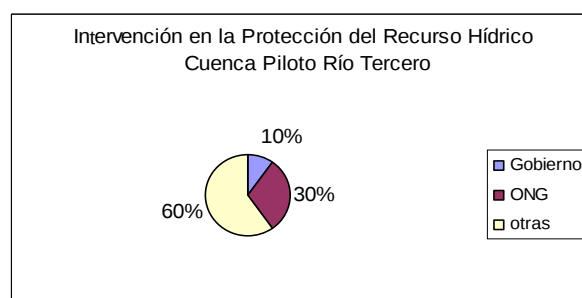


Figura 9 Porcentual de intervención en la protección del recurso. (2006).

En base a la información recopilada y analizada se elaboró una matriz que permite conocer el estado cuantitativo y cualitativo de las variables intervinientes en la cuenca en estudio.

Tabla 1 Matriz de recopilación y análisis de datos

MATRIZ de Recopilación y Análisis de datos		
CLASIFICACION DE DATOS FISICOS	A nivel de Cuenca	Límites geográficos, confección cartografía -Ríos principales, características, sistemas de drenaje-Caudales-Niveles de agua subterránea-Precipitaciones-Temperaturas-Energía producida/Energía consumida
DATOS DEMOGRAFICO	Evolución demográfica censal	Principales concentraciones de población-Densidad poblacional y crecimiento-Urbanización
ACTIVIDADES HUMANAS	Utilización del recurso	Consumo (agua potable)-Recreación-Riego/animales-Procesos Industriales -Generación de energía
	Modificaciones y Alteraciones de los cursos de agua Impactos	Presas-Dragados-Acueductos-Diques-Canales-Usina Hidroeléctricas-Centrales termoelectricas-Plantas potabilizadoras y tomas de agua

BIODIVERSIDAD	Flora y fauna acuática Flora y fauna terrestre	<i>Estructuras biológicas en cuerpos de agua</i> <i>Comunidades de peces y plantas</i> <i>Corredores verdes</i> <i>Especies nativas y autóctonas</i> <i>Especies en riesgo</i>
MARCO SOCIO POLITICO	Institucionalidad Legislación	Normativa vigente Legislación Políticas destinadas a la reducción de la contaminación, tratamiento y abastecimiento de agua. Monitoreos Condiciones de vida de la población: <i>Acceso a agua potable</i> <i>Desagüe a red, pozo, cámara séptica, etc.</i> <i>Acceso a servicios básicos</i> <i>Calidad de viviendas</i> <i>Niveles de empleo</i> <i>NBI</i> <i>Educación</i>
IDENTIFICACION DE IMPACTOS	Matriz ad.hoc	Red cloacal (vertidos, plantas de tratamiento) Condiciones sanitarias (sistema estático-dinámico) Basurales Actividades económicas: <i>Agricultura (cantidad, área sembrada, tipos de cultivos, Utilización de fertilizantes, pesticidas, etc.)</i> <i>Industrias (actividades, vertidos, puntos de, temperatura de, vertidos químicos, etc.)</i> <i>Planta Nuclear-Turismo y recreación-Pesca (comercial y deportiva)-Deforestación-Minería</i>
ASPECTOS AMBIENTALES CALIDAD	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas Contaminación atmosférica Contaminación en suelos	Vertido efluentes-Pesticidas-Desechos cloacales-Sólidos en superficie-Eutrofización-Temperatura
ASPECTOS AMBIENTALES CANTIDAD	Cambios en el caudal	Escasez Aportes por menor precipitación-afluencia Evaporación Extracción de agua para consumo humano Usos de agua : <i>riego, animales, industrias, generación energía</i> Aumento del caudal medio esperado: <i>Canalizaciones Cambios climáticos</i> , Cambios en el nivel de napas Bombeo para riego y consumo de personas y animales Impermeabilización del suelo p/cultivos o desarrollos urbanos
ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS	Activi Econom. relacionada al recurso	Industrial –Agricultura-Pesca-Agua potable-Turismo-Aspectos de salud-Educación.
PARTICIPACIÓN DE DIFERENTES ACTORES	Sector agrícola-ganadero Sector Industrial Empresarial Autoridades y organismos públicos-ONGs-Consumidores Proveedores-Otros	

3.3. Estructuración de la Metodología para ser aplicada en la normativa argentina.

Para tratar de escoger el método adecuado que se aplique a la región que estamos estudiando debemos considerar distintos aspectos que se pueden determinar en varios pasos. Estos pasos tienen ciertos niveles que siguen un orden según la importancia y necesidad de los mismos:

* **Nivel 1:** Auditoria a nivel nacional, para conocer y evaluar el recurso en donde queremos aplicar el concepto de caudal ambiental.

* **Nivel 2:** Planificación de la cuenca fluvial, donde se evalúan los caudales en toda la cuenca, identificando los sitios críticos.

* **Nivel 3:** Evaluación de impacto de la infraestructura, determinando en que obras habría que modificar su régimen o si hay que dismantelar alguna.

* **Nivel 4:** Restauración de Ríos, esto no implica volverlos a su estado natural sino llevar a cabo acciones tanto activas como restrictivas para poder lograr la conservación del recurso.

Por lo que para aplicar estos niveles se deben llevar a cabo ciertas acciones:

* **Paso 1:** Establecer la recopilación de datos: Mediciones de la hidrología, hidráulica y ecología.

* **Paso 2:** Identificar personas competentes

* **Paso 3:** Establecer un centro de datos

* **Paso 4:** Llevar a cabo cursos de capacitación, para que todos los actores involucrados puedan comprender y manejar la información del área en estudio.

* **Paso 5:** Desarrollar y comenzar la ejecución de un programa de investigación, utilizando algunos de los métodos antes descriptos.

* **Paso 6:** Realizar estudios pilotos.

Al aplicar los métodos y monitorear impactos se deben tomar medidas tanto en la gestión activa, como ser la utilización de Bloques de Construcción y el método DRIFT para establecer un régimen de caudal.

En el caso de la gestión restrictiva se podría especificar un caudal umbral por debajo del cual no podrían realizarse extracciones, este caudal se llama caudal de “no-intervención”.

Por lo que habría que tener en cuenta tres elementos fundamentales:

- 1- Caudal fluvial: a corto y largo plazo
- 2- La respuesta de ecosistema, por si es necesario ir modificando ciertos aspectos
- 3- Respuestas sociales al cambio ecosistémico.

CONCLUSIONES

- El trabajo se encuentra en desarrollo y los primeros estudios y análisis elaborados permiten estimar que en el caso particular de la cuenca piloto, el escenario de partida no corresponde metodológicamente a lo que se llama “transparencia”, indicador que muestra la no existencia de contaminación. Análisis efectuados en el punto de cierre Villa María, arrojan valores de los parámetros de calidad superiores a los valores admisibles para uso de consumo establecidos por la normativa de la comunidad europea y el EPA.

- La disposición de los residuos sólidos urbanos en las márgenes del río Tercero contribuyen al deterioro del recurso, lo que se acrecienta con la dinámica demográfica y la falta de intervención de las instituciones correspondientes.
- En el caso del río Tercero el balance hídrico ofrece un escenario de exceso en cuanto a la cantidad de extracción de caudal para consumo humano, animal, riego e industria. Esto se basa en el estudio hidrológico realizado en cinco estaciones desde Piedras Moras a Andino y de los datos censales del año 2004 del INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo)
- La extracción intensa de arenas que componen el lecho del curso de agua contribuye no sólo a una rápida modificación geomorfológica sino también a la biodiversidad acuática.
- -Se ha optado por ir delineando una metodología para la determinación del caudal ambiental de las llamadas combinadas dado que uno de los aspectos más relevantes en nuestro país es la falta de recolección de datos en forma sistemática de la mayoría de las variables que intervienen en el manejo integral del recurso hídrico. Sumase a esto la falta de planes de ordenamiento territorial, lo cual no permite generar escenarios de alta predicción.
- -El próximo estadio de análisis será implementado a través del uso de Sistemas de Información Geográfico, lo que permitirá la elaboración de un diagnóstico más preciso, como así también posibilitará seleccionar las variables focales de la problemática ambiental en la cuenca piloto.

AGRADECIMIENTOS : A la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación quien ha otorgado el subsidio de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- IBGE 2004. SIDRA - *Produção Agrícola Municipal*, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>
- POUEY N. (1996): *Azul, Marrón y Verde... (Aspectos metodológicos para la elaboración de modelos de evaluación del impacto ambiental en el desarrollo de los recursos hídricos en la región)*. Ed. Blaise Pascal. Argentina. 1era. edición.. Pág.145
- POUEY N.(1998): *Erosión hídrica en cursos de llanura sobre lechos cohesivos*. Ed. Universitaria. UNR. Argentina.. ISBN 950-673-176-4. Pág.163
- POUEY N.(1999): *Azul, Marrón y Verde... (Aspectos metodológicos para la elaboración de modelos de evaluación del impacto ambiental en el desarrollo de los recursos hídricos en la región)*. Ed. Universitaria.UNR. 2da. Edición..ISBN 950-673-182-9. Pág.108
- POUEY N.,MONTICO S.(2001): *Cuencas Rurales. Pautas y Criterios para su ordenamiento..* Editora UNR ISBN.950-673-290.
- TUCCI C. E. M. (2002). *Regionalização de Caudales*. Editora da Universidade UFRGS

Revistas

ARTHINGTON Angela (2005): *Water allocation for the environment: recent global and Australian developments*

- BENETTI, A; LANNA A. E. & COBALCHINI M. (2003). *Metodologias para Determinação de Caudales Ecológicas em Rios*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 8 n.2, pp149-160.
- BOVEE K. D., LAMB B. L., BARTHOLOW J. M., STALNAKER C. B., TAYLOR J. & HENRIKSEN J. (1998). *Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology*. U. S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD-1998-0004. viii + 131pp.
- BRIZGA, S.O., ARTHINGTON , A.H., Choy, S., DUIVENVOORDEN , L., KENNARD, M., MAYNARD, R. and POPLAWSKI, W. (2000). *Burnett Basin Water Allocation and Management Plan: Current Environmental Conditions and Impacts of Existing Water Resource Development*. Department of Natural Resources, Brisbane, 2 volumes.
- BRIZGA, S.O. (2000) *Burnett Basin Water Allocation and Management Plan: Proposed Environmental Flow Performance Measures*. Department of Natural Resources, Brisbane, 2 volumes.
- HOGAN, A., PEARSON, R., PUSEY , B. and WERREN , G. (2001). *Barron Water Resource Plan. Ecological Implications Report*. Department of Natural Resources and Mines, Brisbane.
- RICHTER B, BAUMGARTNER J.F., POWELL J..(1996). *A Method for Assessing Hydrologic Alteration*. Ecological Applications. 13(1), pp206-224.
- RICHTER B., BAUMGARTNER J.F., BRAUN D.P.. (1997). *How much water does a river need?*. Freshwater Biology, 37, pp231-249.