

POLÍTICA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO SALÍ DULCE.

REPUBLICA ARGENTINA.

María Sara Albornoz Colomo

Aníbal Comba

María Victoria Bollero

María Silvina Bosio

Juan A. González

Alfredo Montalván

Compiladores



editorial
UNSTA



UNSTA
UNIVERSIDAD DEL NORTE
SANTO TOMÁS DE AQUINO

POLÍTICA HÍDRICA
EN LA CUENCA
DEL RÍO SALÍ DULCE.
REPUBLICA ARGENTINA.

María Sara Albornoz Colomo
Directora

Aníbal Comba
Co-Director



9 de Julio 191 - T4000IHC
San Miguel de Tucumán - Tel.: 54 381 4101154
E-mail: editorial@unsta.edu.ar

Política hídrica en la cuenca del río Salí Dulce / María Sara Albornoz Colomo...
[et al.]. - 1a ed. - San Miguel de Tucumán : Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. UNSTA, 2020.
396 p. ; 23 x 16 cm.

ISBN 978-987-1662-98-2

1. Cuenas Hidrográficas. I. Albornoz Colomo, María Sara.
CDD 577.64

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares.

La Editorial UNSTA no se pronuncia ni expresa implícitamente respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

Editorial UNSTA.
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino
Tucumán, junio 2020.

ISBN: 978-987-1662-98-2

Impreso en Artes Gráficas Crivelli.
Caseros 1551 - Salta. Argentina.

Queda hecho el depósito que previene la Ley 11.723

Índice

13 PRÓLOGO: **Dr. EMBID IRUJO.**

18 INTRODUCCIÓN
El Agua y su significación moral y ecológica
Dr. Fernando de Estrada

CAPÍTULO 1: EL AGUA Y EL AMBIENTE

- 29 **1.1.** “La cuenca Salí-Dulce, un sistema natural complejo a preservar.
“Pensar y actuar como Cuenca”.
Juan Antonio González y Alfredo Montalván
- 41 **1.2.** “Cuencas Hídricas y Cambio Climático”
Florencia Sayago
- 50 **1.3.** “El camino del agua en Tucumán. Agua y Montañas. Precipitaciones y dinámica hídrica” **Hugo Ayarde**
- 63 **1.4.** “Hidrogeología de la Cuenca Salí Dulce” **Patricia Grimaldi**
- 75 **1.5.** “Inventario preliminar de humedales en la provincia de Tucumán:
Distribución territorial y propuestas para su gestión ambiental”
Rubén Ignacio Fernández

CAPÍTULO 2: AGUA Y GESTIÓN

- 107 **2.1.** “Principios rectores de política hídrica de Argentina. Situación actual y perspectivas de lo hídrico-ambiental en la provincia de Tucumán.” **Aníbal Comba**
- 118 **2.2.** “La Gestión Integrada como herramienta para lograr la seguridad hídrica y el desarrollo sostenible en la Cuenca del Salí Dulce”.
Leandro Díaz
- 134 **2.3.** “La urgencia de la ordenación del territorio frente al avance de la urbanización. Evaluación de Impacto Ambiental y Gestión del Agua”.
Marcela Medina
- 147 **2.4.** “Cuencas Hídricas Productivas. Procesos de erosión y sedimentación. Sequía e inundación” **Carlos Alberto Giobellina**
- 160 **2.5.** “Lineamientos para la elaboración de planes hídricos estratégicos para Tucumán. Comisión Especial de Emergencia Hídrica. Honorable Legislatura de Tucumán”. **Sergio Miguel Georgieff**

CAPÍTULO 3: AGUA Y LAS INSTITUCIONES

- 175 **3.1.** “Gobernanza del Recurso Agua en la Provincia de Tucumán”. **María Silvina Bosio**
- 202 **3.2.** “120 años de Institucionalidad”. **Luis Marcelo Lizárraga**
- 209 **3.3.** “La gestión del Agua en la Dirección de Recursos Hídricos”.
Desiderio Dode y Hebe Espinosa Rojas
- 218 **3.4.** “Educación ambiental: cómo se enseña la importancia del agua en los diferen-
tes niveles educativos”. **Silvana Martínez Luque**

CAPÍTULO 4: AGUA Y CALIDAD

- 229 **4.1.** “Calidad del Agua del Río Salí. Su determinación empleando índices de calidad”.
María del Carmen González Gutierrez
- 246 **4.2.** “El valor de los monitoreos continuos en cursos de agua superficiales. El caso
del Río Dulce”. **Bettina Liliana Schilman, Maximiliano Barros, Silvia De Simone,**
Maria Eugenia Arias, Andrea Juárez, Patricia O’ Mill, Karina Quaíni, Mariana Roqué
- 263 **4.3.** “Definición de rangos de referencias históricos de la calidad del Agua. Cuenca
del Río Salí Dulce. Embalse Río Hondo” **Bettina Liliana Schilman, Maximiliano Ba-**
rros, Silvia De Simone, Maria Eugenia Arias, Andrea Juárez, Patricia O’ Mill, Karina
Quaíni, Mariana Roqué
- 288 **4.4.** “Importancia del saneamiento básico del agua en Tucumán”
Julieta Migliavacca, Silvina Gerstenfeld, Debora Haitit
- 294 **4.5.** “Estudio del Contenido de Fluoruros en el Agua de Consumo Humano en la
Provincia de Tucumán, Argentina.”
Estela Liliana Durán y Raúl Alberto Durán
- 311 **4.6.** “Impactos de la minería a cielo abierto en Catamarca en las aguas superficiales
de la Cuenca Salí-Dulce. Efectos no deseados del primer proyecto de minería a cielo
abierto en Argentina.” **Dr. Juan A. González**

CAPÍTULO 5: AGUA Y EL DERECHO

- 325 **5.1:** “Historia de la legislación de Aguas en Argentina”. **María Sara Albornoz Colomo**
y María Victoria Bollero.
- 336 **5.2:** “Derecho Humano al Agua. Estándares Internacionales y Litigio Estratégico para
su efectivización”. **Griselda Alfaro y María Victoria Bollero**
- 347 **5.3:** “Tutela de un Recurso Estratégico”. **María Sara Albornoz Colomo.**
- 355 **5.4:** “Un período en la gestión del servicio público del Agua. Lo que pudo ser y no
fue”. **Carolina Mordini**

CAPÍTULO 6: AGUA Y LA ECONOMÍA

- 366 **6.1.** “Percepción económica-ambiental y vision educativa del recurso Agua”.
María del Carmen Reguera
- 376 **6.2.** “Gestión de la actividad minera en la provincia y su impacto en la Cuenca. Efec-
tos de la extracción de áridos en Ríos”. **Silvina Mendilaharsu, Juan Antonio Gramajo**
y María Agustina de Simone
- 385 **6.3.** “El uso del agua con fines recreativos. Su control y aprovechamiento”
Julieta Migliavacca, Silvina Gerstenfeld, Debora Haitit

Agradecimientos

A la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA), en especial al Sr. Rector C.P.N Francisco López Cruz, al Sr. Decano de la Facultad de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales Dr. Ricardo Von Büren y al Sr. Decano de la Facultad de Ingeniería, Ing. Esteban Vargas, por el apoyo incondicional hacia este proyecto.

A la Secretaría de Medio Ambiente de la provincia y a la Defensoría del Pueblo de Tucumán, por el acompañamiento en todas las etapas de elaboración de este proceso colectivo.

Al Profesor Embid Irujo, por haber enriquecido este trabajo con su prólogo.

A los profesionales que, impulsados por el fuerte compromiso con el cuidado y preservación del ambiente, han contribuido con sus aportes a la concreción de este nuevo proyecto.

A la Editorial UNSTA, por la diligente colaboración para la realización de esta publicación.

Resumen

Agua: "Visión Integral de un recurso estratégico para la provincia de Tucumán y su proyección en la Cuenca Salí-Dulce" es un libro innovador que trata la problemática del agua en Tucumán.

Quienes tienen la decisión sobre la gestión del recurso e investigadores en nuestra provincia, han impulsado esta obra rica en información y datos más que interesantes sobre el estado, uso y la administración del recurso. La Cuenca, como recurso natural compartido, fue la inspiración de los distintos autores que no dejan nada por analizar. Desde una mirada multidisciplinaria nos muestran la problemática en torno a la cual deben tomarse decisiones para el uso racional y sostenible del recurso. Cada uno de los autores, analizan las distintas aristas, y de modo ordenado enlazan cada relato con una visión crítica y a la vez reflexiva. La prevención y aplicación de políticas hídricas y los conflictos judiciales no escapan al análisis profundo en cada uno de los aportes. La legislación, la competencia, los organismos involucrados en la gobernanza del recurso, la influencia de la naturaleza, las dificultades en la gestión y un vasto aporte de datos útiles, conjugan un marco analítico que pretende ser una importante herramienta para quienes desde las instituciones públicas y privadas, ámbitos académicos, especialistas, organizaciones de la sociedad civil tengan incidencia en la toma de decisiones para la transformación social.

La presente obra es fruto del Proyecto de Investigación: “*Agua: Visión Integral de un recurso estratégico para la provincia de Tucumán y su proyección en la Cuenca Salí-Dulce*”, aprobado por Resolución del Rectorado N° 322/2018 de fecha 14 de Mayo de 2018.

Los miembros del equipo de Investigación son:

Directora

María Sara Albornoz Colomo - *Abogada*

Co-Director

Anibal Comba - *Ingeniero*

Integrantes

María Victoria Bollero - *Abogada*

María Silvina Bosio - *Abogada*

Dr. Juan Antonio González - *Biólogo*

Alfredo Montalván - *Ingeniero*

María Silvana Martínez Luque - *Escribana*

Dra. Griselda Alfaro - *Abogada*

Carolina Mordini - *Abogada*

Destacamos a todos los profesionales invitados a participar que aportaron generosamente sus conocimientos, como así también las tareas de compilación y pre edición llevadas adelante por: *Dr. Juan Antonio González*, *Abogadas: María Silvina Bosio y María Victoria Bollero* y de su *Directora y Co-director*.

PRÓLOGO

Antonio Embid Irujo

*Catedrático de Derecho Administrativo. Universidad de Zaragoza.
En Zaragoza (España), a 4 de septiembre de 2019.*

1. Es adecuado comenzar estas líneas informando que los ingenieros Alfredo Montalván y Anibal Comba me pidieron hace tiempo, con ocasión de uno de los viajes que periódicamente he realizado a Tucumán (y espero seguir realizando), que redactara un prólogo a un libro sobre la problemática del agua en Tucumán pretendían promover, y no dudé en aceptar el envite. Por varias razones: en primer lugar por la confianza que a través de los años y del conocimiento de su actividad y saber técnico, los citados ingenieros suscitaban en mí. En segundo lugar por mi cariño, unido al ansia de conocimiento, que a lo largo de muchas visitas a la Provincia he ido atesorando sobre ella con el transcurso de los años. La idea de poder leer, con la anticipación necesaria para escribir el prólogo, los distintos trabajos incluidos en un libro en donde se tratara de la problemática del agua en Tucumán, me seducía claramente. Y, finalmente, claro está, por mi afición a todo lo relacionado con la protección y utilización del recurso hídrico, se encuentre donde se encuentre. El agua, no es un secreto, apasiona sin remedio al que cae en sus redes, y hace ya unas cuantas decenas de años, que fui presa, como pez inocente, de esas benditas trampas.

2. Y el lector tiene en sus manos el resultado de esa decisión de los gestores del agua en Tucumán de propiciar la publicación de este libro. Y lo primero que observarán -como yo lo he observado- es que el propósito original de tratar la problemática del agua en la Provincia se ha elevado de categoría y, en realidad, es el conjunto de la cuenca Salí-Dulce sobre la que se encuentra en estas páginas información y reflexión. Por eso el título del libro calla sobre la Provincia origen de la primitiva preocupación y eleva, a cambio, la denominación de la cuenca a referencia fundamental.

Y ello es un primer acierto que debe resaltarse necesariamente. Porque es, además, plenamente coherente con el contenido de distintos trabajos incluidos en el texto en los que la cuenca hidrográfica aparece como la división natural geográfica con base a la cuál deben tomarse las principales decisiones sobre la protección y utilización del recurso hídrico. Una decisión cada vez más afirmada en el mundo, en general, pero de dificultosa concreción en muchos lugares, entre ellos Argentina, dados los presupuestos de su Constitución que

otorgan a las Provincias un papel fundamental en la gestión del agua, con lo que los límites jurisdiccionales políticos se imponen formalmente sobre los geográficos y pueden dar lugar –es una hipótesis, que a veces ha tenido realidad- a una gestión egoísta y no eficaz. La superación de tal decisión ha operado en Argentina a distintos niveles: mediante el instrumento legislativo de la Ley de Presupuestos Mínimos (concepto que se corresponde con el de la “legislación básica” de la Constitución española de 1978); en segundo lugar con el gran pacto que representan los “principios rectores de política hídrica de Argentina”, elevados a Ley en la mayoría de las Provincias y que en el libro son estudiados por Anibal Comba. Luego, por la constitución por acuerdo entre Provincias de distintos Organismos de cuenca (llamémosles así), no siempre de vida brillante. Finalmente, por la actuación de la Corte Suprema de Justicia que en distintas sentencias (sobre todo en los últimos años) ha llevado la cuenca hidrográfica, basándose sobre todo en presupuestos ambientales, al centro de las preocupaciones y actuación de los Poderes públicos. Por eso, que el primero de los estudios incluidos en el libro lleve como título añadido el de “pensar y actuar como cuenca” (de Juan A. González y Alfredo Montalván) es un acierto en sí mismo y guía indicativa del discurrir general de la obra.

3. En la cuenca Salí-Dulce, en particular, eso llevó hace ya bastantes años a la suscripción de un Tratado interprovincial y a la constitución de un Comité de Cuenca interjurisdiccional que está revitalizándose en los últimos tiempos (en mi percepción directa) y mostrando los benéficos efectos que ese planteamiento puede causar en los ecosistemas hídricos de la cuenca, tan afectados en el pasado por episodios de contaminación que amenazaban con causar la muerte del río, sobre todo por los vertidos procedentes de los ingenios de la provincia de Tucumán. En distintos trabajos aflora la existencia y actuación del comité de cuenca Sali-Dulce (Comba, Diaz, Medina, Bosio, Dode...) ofreciéndose instrumentos y conocimiento de una forma de actuación que deseo crezca en intensidad en el futuro, dotando al Comité de los medios personales y materiales necesarios para el mejor cumplimiento de su función.

4. Si algo claro aporta hoy en día la observación de la naturaleza y el funcionamiento de los recursos naturales, es que ya casi nada es lo que era y es difícil aventurar, a la vez, qué es lo que podrá ser. Digo esto a propósito de las múltiples informaciones sobre el papel de “productora” de agua que, innegablemente, tiene la mayor parte de la Provincia de Tucumán y que resalta en diversos de los estudios contenidos en el libro (singularmente el de Ayarde). Pero ello no quiere decir que no puedan darse casi simultáneamente fenómenos de inundación seguidos de sequías o justamente lo contrario. O inversiones en los períodos conocidos de lluvias que se observa que se transforman. Ello lleva consigo dificultades de gestión que aparecen en muy diversos momentos de los trabajos del libro: superabundancia de aguas cuando no son necesarias, escasez cuando se demanda el agua para necesidades, sobre todo, de la agricultura.

En realidad todo ello tiene una explicación relativamente fácil y consiste en las múltiples perturbaciones que sobre lo habitual o conocido está causando el cambio climático, entendiéndolo por tal el producido por la acción del hombre que se suma, obviamente, a los cambios que históricamente siempre han sucedido en el clima y lo han hecho de una

forma “natural”. Por cierto que esta problemática está presente en el libro expresamente en el trabajo de Sayago, pero también aparece mencionada en otros varios y con completa razón. Sin lugar a dudas, la gestión del agua del futuro (del presente ya) estará vinculada a los efectos del cambio climático que es urgente conocer tanto a nivel global como al de los territorios más pequeños y con una cierta homogeneidad geográfica y climática. Ello tiene que determinar (debería determinar) peculiaridades en una gestión que debe ser sobre todo flexible, adaptativa, huyendo de las rigideces que, quizá, han podido ser característica de otras épocas (por la lógica de la seguridad perseguida a niveles jurídico, económico, técnico, social) pero que no la podrán ser de ésta en la que ya estamos plenamente insertos.

5. La problemática que acabo de esbozar me parece muy importante, clave para señalar el acierto o el fracaso de determinadas políticas hídricas. O de políticas sin más, en general. Ello implica cambios en los modos de gestión, pero también cambios en los instrumentos claves para la gestión como son la legislación y la planificación.

No son las cuestiones legislativas una orientación predominante en el libro, si bien aparece en el libro en distintos trabajos (Lizarraga, por ejemplo) información necesaria para comprender –lo que en Argentina es una rareza- la antigüedad de la preocupación del agua en Tucumán, mostrada por la existencia ya a finales del s. XIX de una Ley de aguas que a la Provincia trae con el ejemplo de Mendoza, el ingeniero Cipoletti, clave en las dos Provincias en la realización de importantes obras hidráulicas, pero también en lo relativo a la creación de una estructura institucional.

Destaca, así, la antigüedad de la creación del Departamento de Irrigación en Tucumán (con la misma denominación en Mendoza, que la sigue manteniendo en la actualidad, lo que no ha sucedido en Tucumán, lo que no es un defecto) lo que da idea de una inteligencia avanzada en el papel que la Ley y la gestión conforme a la Ley han tenido y tienen en los países más avanzados en estas cuestiones para una correcta y adecuada gestión del agua. Y correcta y adecuada gestión del agua es la que hace que el recurso se reparta y use con justicia y racionalidad; y se cuide y se preserve para años futuros y generaciones futuras. La preocupación institucional distingue a las sociedades de aquellas en las que reina, sin más, la arbitrariedad. Y nunca se pondrá suficiente cuidado en la preservación de lo que significa el valor del Derecho, o sea de la Justicia, en estas cuestiones de las que depende no solo la prosperidad, sino la misma posibilidad de vida, en cuanto el recurso hídrico está vinculado, entre otras cosas, a la alimentación y a la generación de la suficiente energía para que los hombres puedan producir y gozar de otros bienes.

La legislación de aguas de Tucumán, por cierto, tiene ya una relativa antigüedad lo que quizá podría mover a los responsables a su adecuación a las exigencias y necesidades de los tiempos actuales. La aceleración histórica que se ha desarrollado en los últimos tiempos ha convertido en “históricas” (por anacrónicas) las normativas sobre recursos naturales de muchos países, aunque éstas, como es el caso, suenen a relativamente próximas temporalmente hablando. En la actualidad se procede en muchos países, con mayor o menor acierto, a su necesaria sustitución y otra vez el cambio climático es ocasión adecuada para ello.

Por otra parte la Planificación hidrológica ha sido en los últimos años del siglo XX y primeros recorridos de éste, una necesidad imprescindible para adecuar los comportamientos

de las Administraciones gestoras y de la sociedad a las pautas necesarias de racionalidad y previsibilidad en el actuar. En algunos momentos aparece noticia en distintos trabajos del libro sobre la formación de un Plan hidrológico que una consultora está realizando. Es una pena que no se disponga todavía del importante elemento de gestión que representa en los países más avanzados un Plan hidrológico. Me permito señalar, no obstante, que un plan hidrológico sin el adecuado soporte en la legislación vigente en cuanto a su procedimiento de elaboración (participado socialmente), su contenido y, sobre todo, su efectividad, puede ser, sin más, un brindis al sol, una oportunidad desperdiciada y un derroche de medios económicos del que no se podrán extraer, por pura ausencia de elementos esenciales para ello, las virtualidades que de otra forma podrían derivarse de la existencia de un Plan como guía para la actuación administrativa y también social.

6. Es obvio que con ello estamos entrando en otras cuestiones que también son objeto de tratamiento en el libro. En particular creo que destacan sobremanera los variados trabajos dedicados a la calidad de las aguas de Tucumán. Probablemente ello está en relación directa con el deterioro que en el pasado ha tenido la calidad de dichas aguas y los esfuerzos realizados para controlar e inspeccionar las actividades privadas que eran las causantes de tal deterioro. Los trabajos de González, Schilman, Migialvacca, Durán y otros, se mueven en este sentido y su presencia en el libro tiene que resaltarse porque es un signo de modernidad perfectamente alabable, la preocupación no solo por los aspectos cuantitativos del agua sino también por los cualitativos. Cantidad y calidad son cuestiones que tienen que ir necesariamente de la mano y ello forma una de las características donde se diferencian necesariamente las viejas y nuevas formas de gestión.

De la misma forma enlazan con estos trabajos los dedicados a las aguas subterráneas (Grimaldi) o a ofrecer noticias sobre los humedales en la Provincia (Fernández). Es notable para el lector de estas páginas la importancia que las aguas subterráneas tienen sobre todo para el abastecimiento a poblaciones. Y de la misma forma, la protección de los humedales (amparada por la Convención Ramsar ratificada e incorporada como Ley por Argentina) aparece como una necesidad permanente de preservación de la biodiversidad.

7. En distintos momentos aparece en el libro el tema del conflicto judicial en torno al agua. Hay que destacar, así los trabajos de Mordini, Albornoz o Bollero que tratan de muy diversas formas del conflicto en torno a la gestión del agua.

8. Una de esas formas de conflicto lo han sido los muchos arbitrajes que se desarrollaron en el próximo pasado ante el CIADI del Banco Mundial como consecuencia de los distintos Tratados Bilaterales de Inversiones que Argentina (y otros muchos países) suscribieron. El arbitraje relativo a Tucumán que detenidamente narra Mordini en su aportación es una muestra (una más) de un período desgraciado en la historia de la gestión de los servicios públicos. Decisiones que hoy pueden juzgarse sin muchas dudas como equivocadas en torno a una privatización de tales servicios mal realizada, llevaron consigo perjuicios para los ciudadanos (que no vieron mejorado su status de usuarios por tales privatizaciones) y finalmente y en muchos casos, consecuencias económicas funestas para los poderes públicos (por tanto también para los ciudadanos) que debieron pagar a los inversores extranjeros indemnizaciones en muchos casos no plenamente justificadas

desde un punto de vista de justicia material. Creo que lo que se narra en el libro es ejemplo primigenio de todo lo que indico.

9. De la misma forma hoy existen diversos conflictos en torno al derecho al agua, derecho que ya tiene que formar parte necesaria de las legislaciones hídricas que deben superar el tratamiento “tradicional” de las mismas consistente, simplemente, en normas sobre propiedad y utilización. El derecho al agua, por el contrario, debe estructurarse en componente decisivo de tales legislaciones, preocupándose el legislador no solo de una mera proclamación (que puede ser un elemento demagógico, sin más) sino también de delimitar con precisión en qué consiste ese derecho, cómo debe ejercitarse por los ciudadanos y cómo debe, sobre todo, protegerse por los poderes públicos y, en última instancia, por los tribunales. Este enfoque hacia una legislación correcta y, sobre todo, una actividad judicial protectora debería desembocar en que dentro de unos años la realización del derecho al agua se considere como “normal”, y, por lo tanto, no haya lugar al planteamiento de acciones judiciales frente a aquéllos que lo desconocen. Hay que reconocer que nos encontramos todavía bastante lejos de ese momento (Alfaro y Bollero).

10. También me ha gustado mucho la introducción en el libro de referencias a cómo en la Provincia de Tucumán se llevan a cabo actividades educativas en torno al agua (Martínez Luque) o datos económicos (Reguera). Sin formación básica, por un lado, y del más alto nivel, por otro, y, sobre todo, sin conocimiento exacto de la trascendencia económica que tiene la utilización y protección del agua no puede llevarse a cabo una gestión adecuada de la misma, en tanto en cuanto se ignoran datos esenciales sobre ella y, por tanto, las decisiones adoptadas pueden estar ayunas de los datos básicos que permitan predecir su probable éxito o su probable, también, fracaso.

11. Concluyo ya manifestando públicamente mi contento por la aparición de un libro donde tantos aspectos sobre el agua (y la geografía, y el clima, y el sistema económico, y los servicios públicos, y las obras públicas) en la cuenca Salí-Dulce se contienen. Hay que felicitar, por tanto, a sus promotores y a todos los autores que han aceptado el reto de participar, desde sus distintos saberes, en esta aventura intelectual. Sin duda el libro es testimonio palpable de los errores y de los aciertos existentes en el pasado en la gestión del agua en la cuenca, pero estoy convencido que, sobre todo, va a ser ocasión para la mejora en el futuro la utilización y la protección de las aguas en la Provincia y en la cuenca Salí-Dulce, lo que quiere decir que lo va a ser de las condiciones de vida y de convivencia del conjunto de su población.

INTRODUCCIÓN

Dr. Fernando Alberto de Estrada

Director del Instituto de Estudios de la Realidad Nacional de UCALP. Miembro de la Comisión Directiva de la Fundación Vida Silvestre- Miembro del Instituto de Política Ambiental y de la Academia de Nacional de Ciencias Morales y Políticas. Miembro del Instituto de Tecnología y Desarrollo de la Academia de Ciencias de Buenos Aires. Ex asesor de la Cámara de Diputados de la Nación.

EL AGUA Y SU SIGNIFICACIÓN MORAL Y ECOLÓGICA

Es una constante en las etapas primigenias de los pueblos que el agua fuera objeto de admiración con sentido casi religioso y siempre poblado de seres sobrenaturales con facultades de ejercer bienes extraordinarios sobre los humanos como también espantosas calamidades. La idea de pacíficos manantiales y lluvias bienhechoras hacía del agua una imagen protectora, pero las inundaciones y tempestades transmitían también símbolos de la imponente de la naturaleza cebándose en la fragilidad humana. Resulta notable que ante estas características las antiguas comunidades no hayan reaccionado en la tradicional forma de rendir sacrificios a este elemento divinizándolo y ofrendándole víctimas, sino aceptándolo como un todo a veces temible pero siempre y en definitiva benéfico, al cual había que aproximarse con unción para participar de su grandeza.

Cuando los antiguos griegos superaron la etapa del mito para adentrarse en la filosofía, las reflexiones de Tales de Mileto sobre el agua significaron un adelanto extraordinario. Nacido aproximadamente en el año 640 A.C., este personaje parece una figura contemporánea no sólo por sus conocimientos de física y matemáticas sino también por su habilidad para aplicarlos a la vida práctica; fue capaz de hacer negocios brillantes al pronosticar con acierto las condiciones meteorológicas que permitirían cosechas favorables y demostró su habilidad de prever y anunciar grandes eclipses para todos inesperados. Se hace preciso recordar estas características del personaje para comprender que sus apelaciones míticas al dios Océano y otras similares no exhiben una mentalidad prelógica sino que constituyen una especie de pedagogía literaria, como en definitiva lo es todo mito en el sentido tradicional de esta palabra.

Tales rinde homenaje a Océano, dios de las aguas, porque de él procede la sustancia que dota de alma a todos los vivientes y genera el alimento para ellos. Pero el agua adquiere en

las consideraciones de Tales una significación más trascendente: no es que el líquido y la humedad constituyan en sí mismos el resto del universo, sino que representan un principio de existencia, lo que la filosofía desarrollaría a partir de entonces con el nombre de “ser”. Es, por consiguiente, una de las deudas que nuestra civilización tiene contraídas con el agua.

Desde la época de la revolución industrial, hace más de doscientos años, esta deuda ha quedado bastante olvidada; el mundo occidental vivía fascinado entonces con la idea de que el progreso material otorgaría posibilidades infinitas hasta para manejar la naturaleza como si fuera un guante, y así la relación con los recursos del planeta fue encarada como la simple explotación de dones gratuitos e inagotables. El agua, para mencionar uno de los recursos más abundantes, parecía gratis. Nosotros quizás pensaríamos lo mismo si cada tanto no nos llamaran a la realidad informaciones tales como que el costo de obtención y potabilización del agua de consumo se encarece incesantemente.

Los ríos y las napas subterráneas pueden ser caudalosos, pero se exige mucho de ellos. Tienen que satisfacer las necesidades domésticas de una población mundial en aumento permanente y proveer su elemento indispensable para el funcionamiento de las industrias y el regadío de suelos que proporcionarán medios de vida a esa masa humana creciente. Cuanto más elevado sea el nivel económico de la sociedad, mayor será el consumo, que llega en la actualidad a una cantidad aproximada de 4.500 kilómetros cúbicos anuales. De esta masa líquida, los países desarrollados destinan sólo el 8 % a usos domésticos. Lo demás se consume en fábricas y regadíos, es decir, en producción de bienes.

De acuerdo a datos proporcionados en 2015 por la Organización Mundial de la Salud, el 71% (5.200 millones de personas) utiliza servicios de suministro de agua potable gestionado de forma segura; de los demás habitantes del planeta, 844 millones carecen de suministro y acceso fácil, y los restantes deben abastecerse en fuentes naturales que se encuentran por lo menos a media hora de distancia de sus lugares de residencia.

Tales proporciones indican que el crecimiento económico está ligado a consumos intensos de agua, pero no de cualquier tipo de agua. Si toda la que existe en el planeta cupiera en una botella de litro sin que se mezclaran la parte salada con la dulce, la primera ocuparía desde el fondo hasta la línea donde empezara el cuello del frasco. De la fracción restante (2,7 %) tres cuartas partes corresponderían al agua dulce encerrada en hielos; quedaría el 0,7 % del total.

Esa minúscula fracción representa toda el agua de los ríos, arroyos, lagos, pantanos, cursos subterráneos y humedad atmosférica de la Tierra. Es un 0,7 % que no aumenta ni disminuye a través del ciclo por el cual pasa de los ríos a las nubes y de éstas a la superficie terrestre como lluvia. Las cuotas de contaminación que le agregamos degradan una parte de ese caudal y nos priva de ella, por lo menos mientras no se la regenere, porque el recurso no es infinito.

En los casos extremos -de los cuales abundan los ejemplos en territorio argentino- lo que corre por los cauces ya no es agua, sino un líquido muerto porque se le ha ido su alma: el oxígeno. Además, si se tratara de hablar en términos estrictamente químicos, la famosa fórmula H_2O (dos átomos de hidrógeno más uno de oxígeno) sería la definición más acabada del agua, pero con el grave defecto de restringirse a su dimensión exclusivamente mineral.

El agua que cubre o impregna la superficie del planeta es la que contiene plancton, palabra griega que significa “flotar errante” y que designa a una cantidad de organismos vivos microscópicos, de los cuales los más simples habitan cerca de la capa acuática superior alimentándose sólo de la luz solar.

El plancton -comunidad de plantas, algas y crustáceos- es alimento de otros invertebrados que a la vez son presa de peces pequeños, como éstos lo serán de los mayores, y de las aves del río o del mar. Allí por donde discurre el ciclo del agua se va alzando la vida, entre sonidos y colores cada vez más ricos a medida que se recorre la cadena alimentaria a partir del primer eslabón constituido por el plancton.

Pero ningún viviente, ni siquiera los integrantes del plancton, pueden subsistir sin oxígeno. Éste es un gas con capacidad de disolución en el agua sumamente limitada, de modo que su intercambio con la atmósfera es pobre; la actividad del plancton también produce oxígeno, a influjo de los rayos solares. Es poco para las criaturas acuáticas, que lo necesitan tanto como las terrestres, y que por eso registran de manera dramática cualquier reducción de ese elemento.

Este mismo oxígeno es el factor central de “hidrodegradabilidad”, un poder maravilloso que adquiere el agua cuando se ha formado el plancton y que la vuelve selectiva en cuanto a lo que se sumerja en ella. Por ejemplo, los microbios patógenos pueden llegar e infectar por distintas vías a los cursos de agua, pero éstos se purificarán por sí solos haciendo desaparecer a aquellos huéspedes indeseables y recuperando su aptitud vital.

Cuando en las aguas cae una carga orgánica (es decir que contiene carbono), de inmediato la atacan los miembros del plancton, ejército microscópico portador de oxígeno, y empieza la disolución del cuerpo extraño hasta dejarlo reducido a sus componentes más simples, que se incorporan al agua como parte homogénea. Es lo que se llama “descomposición aeróbica”; por su parte, las sustancias que se desintegran en este proceso son las denominadas “biodegradables”.

Hay veces en que las sustancias biodegradables resultan excesivas, por lo cual el oxígeno disuelto no alcanza para completar el trabajo; entonces la historia es muy diferente. La carga orgánica no se disolverá con limpieza, sino que entrará en una descomposición “anaerobia” (que significa “en ausencia de oxígeno”). El carbono, que en el caso anterior formaba óxidos, ahora se combina con hidrógeno y produce metano, el gas causante de las burbujas que suelen verse en las aguas contaminadas. Otras sustancias que aparecen, como el ácido sulfhídrico, hacen su aporte para que el olor de este fenómeno resulte inconfundible.

Como se observa, cualquier sustancia orgánica volcada al agua requiere una cantidad determinada de oxígeno para que la población microbiana aerobia trabaje hasta disolverla. Es su “demanda bioquímica de oxígeno”, conocida por las iniciales DBO. La definición científica de la DBO es la siguiente: “cantidad de oxígeno expresada en miligramos por litro, necesaria para transformar en cinco días a una materia orgánica putrescible en materia inofensiva”.

Las sustancias que requieren DBO para disolverse se llaman “biodegradables”. En principio, las biodegradables pueden todas acabar en los ríos sin desmedro de la calidad de éstos; por lo contrario, las “no biodegradables” se agregan al agua y le van anulando sus características, principalmente cuando le impiden oxigenarse. El río desaparece y lo reemplaza una

gran cloaca a cielo abierto donde los desechos orgánicos se pudren en una fermentación anaerobia y maloliente.

La contaminación por sustancias “no biodegradables” –que no se desintegran ni siquiera en un río limpio– se debe generalmente a residuos derivados del petróleo y a los desechos industriales. Suelen consumir el oxígeno y matar el plancton, además de favorecer el ingreso de otras sustancias indeseables.

Los vertidos de petróleo en aguas fluviales o marítimas constituyen uno de los aspectos más graves y frecuentes de la contaminación hídrica. Cada uno de estos episodios reviste características especiales en razón del tipo de petróleo derramado: los pesados permanecen concentrados en el agua durante más tiempo; con los aromáticos se acelera la dispersión, pero son más nocivos para los seres vivos. En el curso de las primeras horas el vertido tiende a desparramarse sobre la superficie acuática, mientras se evapora el 10 % si es petróleo pesado y el 50 % si es liviano; el resto va formando una emulsión espesa, parte de la cual queda en la superficie del agua mientras otra parte va al fondo.

En cuanto a los desechos industriales tienen composición y orígenes diversos. Las fábricas de plaguicidas y fertilizantes, productos farmacéuticos, resinas sintéticas, plásticos, pintura y electrónica generan como residuos compuestos clorados, fenoles, solventes y cianuros. Otras industrias, como las de baterías y tratamientos químicos, arrojan al ambiente metales pesados, cianuros, ácidos...

Tales bombas de tiempo, ¿adónde van en nuestro país? Una porción recibe el tratamiento y la disposición final correspondientes, cuando sus generadores son personas responsables y existe la tecnología adecuada. Si se trata de gente de la misma condición pero falta la tecnología, los residuos quedan debidamente almacenados hasta que se presente la oportunidad de darle disposición, o son entregados a organismos oficiales con el mismo objeto.

En otros casos una buena cuota de las “bombas” dan en vaciaderos ilegales, o directamente se vuelcan en los ríos de la región o en conductos que en ellos desembocan. Existen otras “bombas” de formación más espontánea que consisten en los basurales de residuos domésticos, que desde el punto de vista legal en muchos casos deben considerarse clandestinos. Los desechos allí concentrados generan, principalmente por efecto de las lluvias, una especie de jugo llamado lixiviado particularmente contaminante que penetra la tierra hasta alcanzar las napas subterráneas y se desplaza después a los cursos de ríos y arroyos. Ocupa también su lugar en esta lista el aporte de sustancias cloacales vertidas sin tratamiento directamente en los cursos de agua o que llegan a ellos de modo similar a los lixiviados. No se debe olvidar que la carencia de cloacas afecta a la mayor parte del territorio argentino.

Otro modo de agresión a los ríos característico de los tiempos modernos consiste en el llamado “impacto ambiental” cuando éste no ha sido debidamente apreciado en las consecuencias que puede alcanzar. Uno de los casos emblemáticos de impacto ambiental mal calculado fue el de la represa de Assuán, construida en Egipto para contener las aguas del río Nilo, administrarlas de manera constante, generar electricidad y obtener más de una cosecha anual.

Durante seis mil años los agricultores habían aprovechado el fenómeno natural de la inundación del delta del Nilo por las aguas y los barros que el río llevaba desde el centro de

África. El nivel después bajaba lentamente hasta que los campos quedaban húmedos en la superficie y con el abono de los limos; ése era el momento de cultivar, y las condiciones favorables se mantenían hasta la cosecha.

La represa comenzó a construirse en 1960 y se inauguró once años después; como se consideró que el lago a formarse dejaría sumergida a gran cantidad de monumentos antíguísimos, se constituyeron un fondo y una fuerza de tareas internacionales para rescatar y trasladar esas obras, lo cual se logró a un costo muy alto. Si bien uno de los resultados esperados –obtener más cosechas que las tradicionales– se consiguió, los campesinos beneficiados comprobaron al poco tiempo que uno de sus alimentos habituales, la sardina de mar, comenzó a escasear y se hacía más cara hasta que resultó casi imposible conseguirla. La explicación técnica fue desalentadora: antes de construirse la represa, el río arrastraba una cantidad de sedimentos y plancton que volcaba en el mar Mediterráneo y que constituían la base de la alimentación de las sardinas. Esas sustancias quedaban ahora retenidas en la represa.

Los mismos sedimentos habían servido a lo largo de la historia de Egipto como nutrientes naturales y gratuitos para las plantaciones, pero como se atascaban en Assuán, hubo que reemplazarlos con fertilizantes caros y potencialmente contaminantes. No se agotaban allí las consecuencias de que el barro se estacionara en el dique porque antes, cuando bajaba mezclado con el agua, la mayor densidad de ésta hacía que el río circulara más lentamente; en cambio, la velocidad que lo caracteriza en la actualidad es causa de que las orillas estén sumamente deterioradas con el consiguiente peligro para la estabilidad de los puentes, cuya conservación exigió un presupuesto adicional.

Los efectos no calculados de la represa de Assuán más lamentables se registraron en materia de salud pública. Todo gran reservorio de agua en una zona tropical funciona como caldo de cultivo para el desarrollo de mosquitos y otros vectores de enfermedades, calamidad que en el caso posiblemente haya sido prevista y aceptada como mal menor pero que fue superada por otro que no se tuvo en cuenta. Antes de la construcción de la represa un largo período del año transcurría en condiciones de sequedad a causa de las cuales los caracoles acuáticos no se difundían por Egipto. Estos animales son portadores de un parásito llamado bilharzia transmisible a los seres humanos y que produce una enfermedad debilitante llamada bilharziasis o esquistosomiasis. Desde que los canales de irrigación llevan agua todo el año, la bilharziasis se ha propagado entre el ochenta por ciento de quienes trabajan en sus orillas porque el caracol acuático se reproduce en proporción geométrica. Los costos de salud pública provocados por la bilharziasis son cuantiosos, y los dramas personales mucho más graves porque no hay partidas presupuestarias que los compensen.

Otra manifestación de impacto ambiental de la represa de Assuán aparece en la evaporación, que se lleva anualmente una cantidad de agua suficiente para irrigar un millón de hectáreas. Además, la calidez del lago artificial favorece la propagación de plantas acuáticas que incorporan a la evaporación ambiente las producidas por sus propios metabolismos. En Egipto, la evaporación de las plantas acuáticas alcanza a mil quinientos millones de metros cúbicos anuales, lo cual representa el diez por ciento del caudal de agua requerido para el regadío nacional.

El ejemplo de Assuán es uno de los más notables de impacto ambiental no calculado, pero ciertamente no constituye una excepción en cuanto a lo dudoso de los resultados económicos cuando se deja de ponderar los resultados ecológicos en la contabilidad de ingresos y egresos.

Abundan, ciertamente, los casos como Assuán que explican cierto escepticismo sobre la disponibilidad futura del agua como recurso natural, tanto a causa de la contaminación global como de la eventual reducción de sus cantidades por un derroche irracional según se observa en diversas regiones. Es verdad que el aumento de la población mundial y la consiguiente actividad económica presenta consecuencias negativas visibles como el descenso de napas freáticas y polución de los cursos a cielo abierto, lo cual hasta ahora más que problemas de escasez ha suscitado aumentos sensibles de costos para llegar al recurso y para depurarlo de manera que se vuelva potable.

En tal sentido, y especialmente en nuestro caso argentino, no cabe sumirse en un estado de angustia ecológica sino proceder de manera prudente en la administración de nuestras riquezas hidrológicas. La provincia de Tucumán con su ley de aguas de 1897 ha sido pionera, precedida sólo por Mendoza, de esa actitud, que en sustancia consiste en considerar al recurso hídrico tanto en su perspectiva social como en la económica.

Ambos conceptos no se contradicen, pues si se mantiene la mentalidad de que “el agua es gratis” no se emprenderán con la debida seriedad las iniciativas de suministrársela a los carenciados, ni se registrará la gravedad del despilfarro que suele hacerse de ella en los consumos domésticos y productivos.

El Banco Mundial ha publicado un informe titulado “04. World Development Indicators” donde aporta algunos datos de interés acerca de la distribución de los recursos acuíferos potables en el planeta según estimaciones realizadas en el año 2000. Considerando en metros cúbicos anuales per cápita, en el orden mundial es de 8.513, y según unas muestras de países, tendríamos: Congo, 227.509; Papúa Nueva Guinea, 148.940; Gabón, 124.715; Canadá 92.532; Noruega, 86.602; Perú, 65.797; Chile, 56.707; Colombia, 48.293; Brasil, 41.941; Argentina, 23.693; Indonesia, 3.405; Estados Unidos, 9.772; Alemania, 2.158; Inglaterra, 2.482; China, 2.210; Irán, 1.961; India, 1.819, e Israel, 259.

La distribución por continente está dada a continuación:

- a) América Latina y el Caribe, 31 %.
- b) Asia Oriental y del Pacífico, 22 %.
- c) Los países de mayor desarrollo económico, 21 %.
- d) Europa y Asia Central, 12 %.
- e) África subsahariana, 9 %
- f) Asia del Sur, 4 %.
- g) Medio Oriente y África del Norte, 1 %.

El tema ha dado origen, entre otras consecuencias, a interesantes controversias sobre los llamados “mercados de aguas”. El concepto se refiere a la necesidad de introducir el componente agua en los análisis sobre cuestiones de tierras. No deja de impresionar a los

especialistas en aguas la poca atención que se ha prestado a los derechos de aguas en los debates relativos a los mercados de tierras. En ellos se habla con frecuencia de la importancia de los derechos de agua, pero no se avanza más allá, salvo cuando se trata de tierras agrícolas dependientes del riego, en las cuales el agua es lo más importante y por consiguiente obtiene mayor atención.

Pero el debate tiene por lo general otro escenario cuyos protagonistas son usuarios que compiten por el consumo de masas ingentes de agua, como industrias y haciendas. Hasta lo que puede preverse, los costos y la escasez de oferta continuarán en el futuro, lo cual ha generado un incremento de la presión encaminada a hacer más eficientes, desde el punto de vista económico, el uso y la asignación del agua, y con ello ha aumentado también el interés por toda una gama de instrumentos económicos para su manejo. Estos últimos son, por lo general, herramientas de política que hacen hincapié en los incentivos económicos y de mercado, y dentro de ellos figuran elementos tales como desarrollo de los mercados de aguas, nuevas definiciones de los derechos de propiedad y manejo de la demanda por medio de distintas políticas de precios. Ello es aplicable por igual a los problemas de calidad y de cantidad del agua.

Muchos usos del agua comprometen intereses que son inherentemente públicos o colectivos, tales como la navegación o el turismo y la recreación. La demanda y la oferta de agua varían considerablemente en el tiempo. A causa de ello, la información económica y técnica al respecto es incierta y difícil de conseguir. Todos estos factores condicionan el concepto de mercado de aguas a un derecho de uso y no de posesión, cuya función es generar incentivos económicos para hacer más eficiente el uso y la asignación del agua.

En las Jornadas “El agua es vida” organizadas por el Rotary Club Internacional, el investigador argentino Rogelio Pontón resumió la cuestión en términos suficientemente claros como para transcribirlos literalmente;

“Los recursos de agua, como los mares, ríos, lagos y acuíferos pertenecen a toda la humanidad, y por lo tanto están fuera del comercio. En algunos casos, cuando están dentro de los límites de un solo país, el Estado es el que tiene jurisdicción sobre esos recursos. Distintos son los casos cuando el río o el acuífero están dentro de los límites de varios países. En esos casos, mediante tratados, los distintos gobiernos tendrán que llegar a acuerdos sobre su utilización y sobre la reglamentación para evitar la contaminación.

“También es distinto el caso del agua dulce y potable que después de procesos químicos e industriales llega al consumidor. Esta agua no puede ser un bien gratuito y, por lo tanto, tiene un precio. De todas maneras, compartimos la posición de que la población tiene derecho al agua. En ese caso, el Estado deberá subsidiar a aquellos sectores que no tienen recursos para comprarla.

“Para la teoría económica moderna el agua, como cualquier otro bien, tiene un determinado valor de cambio. Si en una región el agua es abundante su valor de cambio será bajo. Por el contrario, si el agua es escasa su valor de cambio será alto.

“...El que exista un mercado del agua no tiene nada que ver con el sistema de explo-

tación de este recurso. Pero creer que el agua, como el aire, es un bien gratuito no tiene fundamento ninguno. De por sí, para que el agua llegue a la población como potable y fresca tiene que pasar por todo un sistema de transporte, purificación, etcétera, que exige grandes inversiones, sean privadas o estatales”.

Nuestro país, si se atiene a las normas de prudencia política y ecológica mencionadas, goza de la posibilidad de transformarse en exportador de agua hacia regiones que se la requieran como mercadería. No se trata, ciertamente, de emprendimientos fantasiosos como el supuesto proyecto de trasladar icebergs desde las zonas polares hasta los países árabes para su posterior desalinización y consumo, sino de profundizar en nuestra vocación de exportadores de productos agroindustriales que requieren en su elaboración grandes cantidades de agua que los posibles compradores no poseen. La exportación de agua va incluida en bienes naturales e industriales, que son los que mayores cantidades del recurso consumen.

Cuando Tales de Mileto clausuró la época del mito y abrió la de la filosofía y la ciencia el agua no dejó de maravillar a los humanos. Nuestro tiempo, en particular, después de los lamentados descuidos ecológicos ha tenido que reaprender el sentimiento de unción ante los dones de la naturaleza. Y también desarrollar las virtudes prácticas para administrar el gran jardín de la Creación, en el cual el agua refulge como joya extraordinaria, como forma constituyente de toda vida.

CAPÍTULO 01

EL AGUA Y EL AMBIENTE

1.1. “La cuenca Salí-Dulce, un sistema natural complejo a preservar. “Pensar y actuar como Cuenca”.

Juan Antonio González y Alfredo Montalván

1.2. “Cuenas Hídricas y Cambio Climático”

Florencia Sayago

1.3. “El camino del agua en Tucumán. Agua y Montañas. Precipitaciones y dinámica hídrica” **Hugo Ayarde**

1.4. “Hidrogeología de la Cuenca Salí Dulce” **Patricia Grimaldi**

1.5. “Inventario preliminar de humedales en la provincia de Tucumán: Distribución territorial y propuestas para su gestión ambiental”

Rubén Ignacio Fernández

LA CUENCA SALÍ-DULCE, UN SISTEMA NATURAL COMPLEJO A PRESERVAR “PENSAR Y ACTUAR COMO CUENCA”

Juan A. González y Alfredo Montalván

1.- Introducción y antecedentes

La Cuenca Salí-Dulce es un ecosistema natural complejo situada en el Noroeste Argentino (NOA). (Fig. 1). La misma ocupa porciones de la provincia de Salta, Tucumán, Catamarca, Santiago del Estero y Córdoba. La superficie total ocupada en todas las provincias mencionadas es de aproximadamente 60.802 km². Existen en la cuenca dos regiones bien diferenciadas: una superior o alta y una inferior. Casi el 80 % de la región superior se halla en Tucumán y el resto en la provincia de Salta (Cuadro 1).

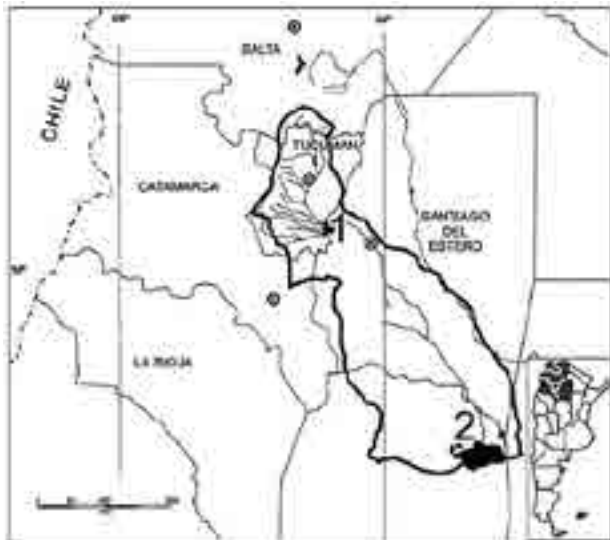


Fig. 1. Cuenca Salí-Dulce. 1: Embalse de Termas de Río Hondo (Tucumán – Santiago del Estero); 2: Laguna de Mar Chiquita (Córdoba). Tomado de: González, JA. 2005.

Cuadro 1: Superficie cubierta por la Cuenca Salí-Dulce y provincias involucradas

Regiones		Superficie involucrada	
		Km ²	Km ²
Total Región Superior		20.000	20.000
	En Tucumán (Cuenca Salí)	16.250	
	En Salta (Cuenca El Tala Candelaria)	3.750	
Total Región Inferior			40.802
	En Santiago del Estero	30.820	
	En Córdoba	6.500	
	Catamarca	3.482	
Área total de la Cuenca Salí-Dulce			60.802

En ese espacio geográfico, que cubre altitudes entre los 200 y 5.550 m snm en una distancia de aproximadamente 500 km, existen numerosas regiones fitogeográficas, microclimas, diferentes tipos de suelos, distintos regímenes de temperaturas, precipitaciones, radiación solar y aguas termales. A lo largo del tiempo, los habitantes de la cuenca utilizaron los elementos mencionados para su desarrollo social y económico, generándose una diversidad de cultivos, una gran actividad industrial y de servicios, turismo, ganadería, minería, actividades forestales, entre otras. Paralelamente, las ciudades crecieron y en la actualidad las mismas albergan un importante número de personas como es el caso del Gran San Miguel de Tucumán, con aproximadamente 800.000 habitantes en un espacio de 114 km².

La interacción entre el uso de los recursos naturales mencionados (especialmente agua, bosques y suelos, entre otros) con las actividades urbanas e industriales y el crecimiento urbano, ha producido un impacto ambiental que ha generado preocupación, en los últimos años, de los gobiernos de las provincias involucradas en la cuenca. Esto ha generado acciones oficiales y privadas tendientes a garantizar el mantenimiento de los servicios ambientales que la cuenca proporciona. Si bien los servicios ambientales que la cuenca ofrece son varios, en lo sucesivo nos vamos a referir solamente al agua, dada la importancia de la misma en las actividades primarias productivas de la cuenca.

Por otro lado, y más allá de la complejidad mencionada de la Cuenca Salí- Dulce, la misma resulta también todo un desafío para la concertación en pos de su conservación y recupe-

ración. Es un desafío ya que la Constitución Nacional, en su artículo 124 expresa que “... corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio...”. La realidad demuestra que muchos recursos (ej. bosques o aguas, solo para mencionar los más conspicuos) son compartidos por varias provincias de lo que surge que se debe “pensar y actuar como cuenca”. Esto requiere sin duda de concertaciones entre estados provinciales, que necesariamente deberán incluir en sus agendas de gobierno los temas ambientales. Existen antecedentes de una concertación de voluntades en el tema del control de la contaminación de la Cuenca Salí-Dulce, entre las provincias de Tucumán y Santiago del Estero y garantizado por la Nación y control de la Corte Suprema de Justicia, que ha llevado a resultados alentadores. En base a este antecedente, no se descarta que se pueda avanzar en otras áreas como aquellas relacionadas con la forestación a gran escala, recuperación de los bosques protectores en todos los ríos involucrados en la cuenca, restricción en los cambios de usos del suelo para atenuar los problemas ligados al cambio climático, recuperación de suelos mediante drenajes adecuados, protección de los recursos bajo figuras legales (como parques y reservas) entre provincias integrantes de la cuenca, o la conformación de consorcios provinciales para la búsqueda de fondos internacionales aplicables a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales y ofertas ambientales inherentes a la cuenca.

2.- La Cuenca Salí y la generación de agua

Tucumán es una provincial generadora de agua. Esto está estrechamente vinculado a la orografía de Tucumán (montañas al oeste y llanura en el este). La presencia de las Cumbres Calchaquíes y el cordón montañoso del Aconquija, genera una barrera para los vientos húmedos del este que al ascender sufren la condensación de la humedad generando las precipitaciones. De manera que el agua disponible en Tucumán se presenta en forma líquida (ríos, arroyos y agua subterránea) y en forma sólida (en forma de granizo o hielo en las altas montañas del Oeste). Por otro lado, el régimen de precipitaciones en Tucumán es estacional (Fig. 2).

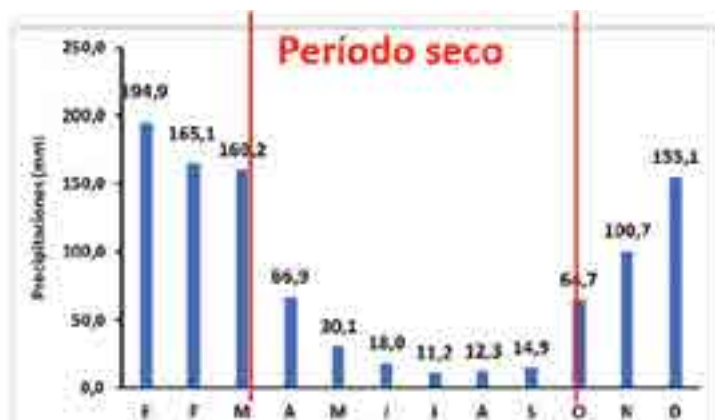


Fig. 2. Precipitaciones mensuales promedio en Tucumán (período 1874 - 2001).

Es decir, las lluvias se presentan principalmente en primavera – verano (octubre – marzo) y ausencia de las mismas en otoño – invierno (abril – septiembre). Durante el período de lluvias se produce el 70 – 80 % del total de las precipitaciones. Durante el período sin lluvias el agua que alimenta los ríos, arroyos y acuíferos subterráneos proviene del agua sólida (nieve o granizo) depositada en las altas montañas de Tucumán. De manera que todas las actividades urbano-industriales depende del agua sólida, acuíferos y de la almacenada en diques y embalses. Por otro lado, también se debe considerar que las lluvias son diferentes en magnitud según el lugar y el piso altitudinal que se considere (Fig. 3).

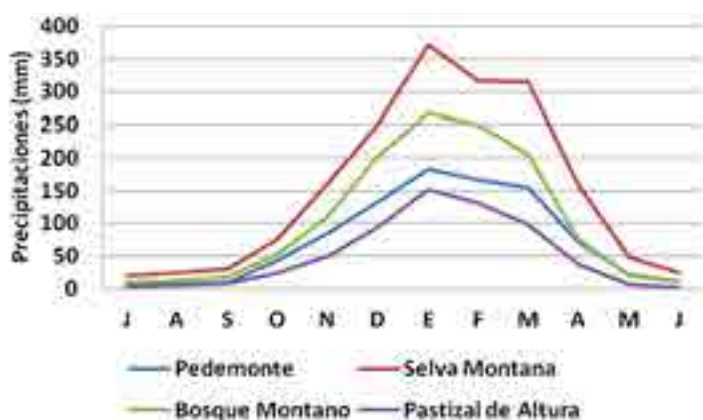


Fig. 3. Precipitaciones mensuales en diferentes formaciones vegetales en el Noroeste Argentino. Datos históricos tomados de: Bianchi, A.R. y C.E. Yáñez (1992). Procesado y cedido para esta publicación por Lic. H. Ayarde.

Todos los puntos anteriores se deben tener en cuenta ya que existe una sensación, o creencia, de que el agua en Tucumán es abundante. Esto es cierto para algunas épocas del año, pero no para otras. Este punto debe ser considerado cuando se planifica su uso tanto actual como potencial. En ningún caso se debe olvidar que se trata de un recurso disponible, pero en diferentes cantidades según la época del año que se considere. Más aún, en los últimos años se deberá considerar que hubo un desplazamiento del agua disponible por precipitaciones hacia los meses de marzo y abril, lo que es un efecto del cambio climático que afecta a nuestra provincia.

Para entender mejor la disponibilidad de agua y su variación temporal en Tucumán, también se pueden utilizar los datos del denominado derrame anual. Así los datos de este parámetro desde 1925/1926 al 2008/2009 (Fig. 4) indican una fuerte variación en el mismo. Esta variación en el derrame anual queda mejor expresada en la Fig. 5 donde se observa que el promedio es de 3433 Hm³ con un máximo de 7.907 Hm³ (año 1999/2000) y un mínimo de 402 Hm³ (1936/1937).

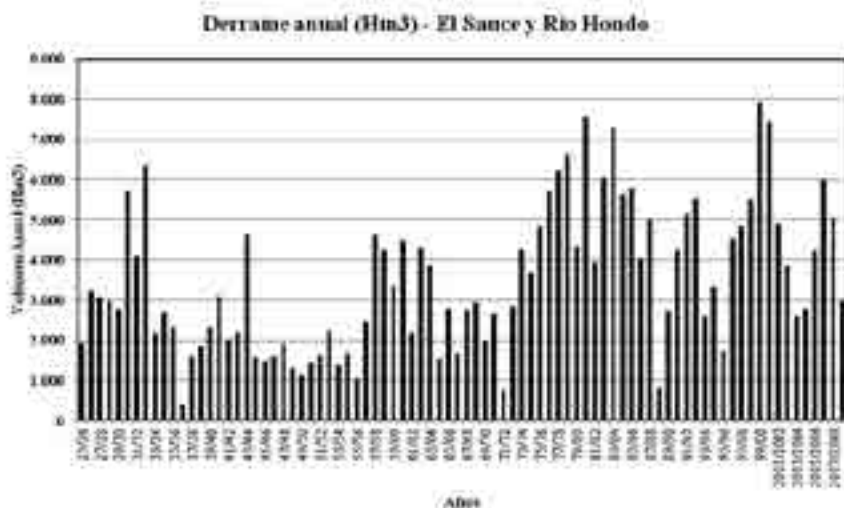


Fig. 4. Derrame anual (1925/1926 al 2008/2009) medidos en El Sauce y Río Hondo.

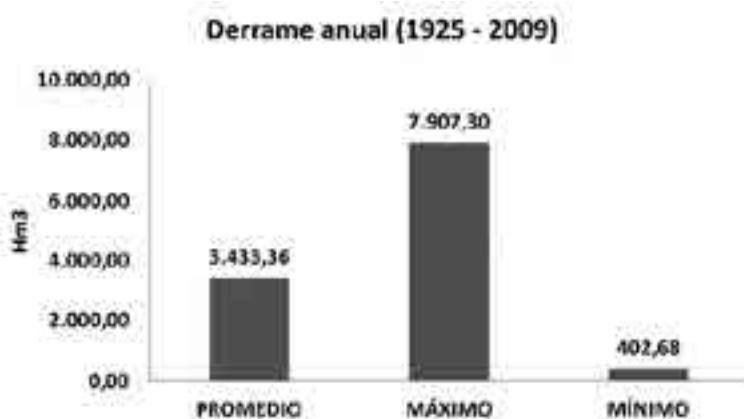


Fig. 5. Promedio, máximo y mínimo registrado en el derrame anual en el período 1925/1926 al 2008/2009.

Por otro lado, en la Fig. 6 se observa la variación del derrame anual en los últimos años (2000 al 2013). Si bien existen oscilaciones muy pronunciadas, la tendencia general es hacia la disminución. En términos generales, entre el período 2000-2001 y el 2012-2013 la disminución fue del orden de 73 % (pasó de 7481 Hm³ a 2023 Hm³). De manera que esta tendencia a la disminución estaría indicando condiciones de sequía, situación que debe ser monitoreada para planificar el uso del agua.



Fig. 6. Tendencia a la disminución del derrame anual entre 2000 y 2013 (datos proporcionados por Ing. A. Comba. Dirección de Recursos Hídricos, Tucumán)

2.- El papel de la vegetación en la regulación y provisión de agua en la provincia de Tucumán. El rol estratégico de los parques y reservas.

Es importante recalcar el papel que juega la vegetación en el ciclo del agua. En efecto, gracias a la presencia de vegetación el agua de lluvia es retenida y de esa forma se infiltra y además regula el flujo hacia los ríos y hacia la atmósfera en forma de vapor de agua. La no existencia de vegetación altera la retención del agua, la misma baja con más fuerza hacia ríos y arroyos, no se retiene tan eficientemente para su infiltración y puede llegar a producir inundaciones.

Mantener la vegetación ayuda de manera decisiva en la retención y regulación del agua en la provincia y por ende en la Cuenca Salí - Dulce

De esto surge, la necesidad de mantener la vegetación, en forma de parques o reservas, en toda la ladera oriental de las Sierras del Aconquija y de las Cumbres Calchaquíes. Si bien en la parte baja de la ladera oriental existen emprendimientos agrícolas, asentamientos urbanos y otras actividades, será necesario avanzar en lo que se denomina planificación territorial con el fin de minimizar los efectos de los emprendimientos mencionados sobre la vegetación existente y sobre la generación de sedimentos que podrían ser canalizados hacia los ríos y zona de llanura de Tucumán.

3.- Desfasaje entre los períodos de máxima precipitación y las demandas en la provincia.

Un tema importante a la hora de planificar los usos de agua son las demandas, relacionadas con la provisión de agua potable para la población, riego e industrias, y el período en que el agua está disponible en Tucumán. El uso de agua y su disponibilidad están desfasadas

(Fig. 7), con el período de mayor “producción” de agua en Tucumán (octubre – marzo) y un consumo alto entre abril y octubre. En el Cuadro 2 y Fig. 7 se muestra el desfasaje entre “producción” de agua y necesidades o demanda de la misma en diferentes meses del año en función de lo que el Río Salí proporciona cada mes.

Cuadro 2: Demanda mensual de agua para distintas actividades y aporte del Río Salí

Mes	Demandas			Demanda Total	Aporte Río Salí
	Agua Potable	Agua para Riego	Agua para Industrias		
	Volumen mensual demandado (Hm ³)			Hm ³	Hm ³
Ene	5,36	32,14	0	37,5	81,22
Feb	4,84	0	0	4,84	110,46
Mar	5,36	0	0	5,36	106,99
Abr	5,18	0	0	5,18	34,99
May	5,36	0	13,39	18,75	18,91
Jun	5,18	0	18,14	23,32	13,97
Jul	5,36	0	18,75	24,11	12,51
Ago	5,36	0	18,75	24,11	11,22
Sep	5,18	6,48	18,14	29,8	9,85
Oct	5,36	13,39	18,75	37,5	10,47
Nov	5,18	22,03	9,07	36,28	17,94
Dic	5,36	32,14	0	37,5	33,64
Tot.	63,07	106,19	115	284,26	462,17

Fuente: Adler, F.J. 2006. Los Embalses y los Recursos Hídricos Superficiales.

Se ha remarcado en amarillo los meses de baja provisión en relación a la demanda

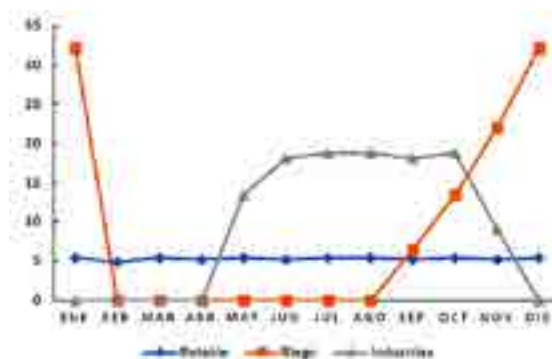


Fig.7. Demanda de agua (en Hm³) para diversos usos (agua potable, riego e industrias).

A partir de los datos del Cuadro 2 y Fig. 7 surge que:

- El agua potable tiene una demanda casi constante a lo largo del año.
- El riego consume mayormente en primavera -verano (septiembre a diciembre).
- Las industrias consumen fuertemente entre abril y noviembre.

En términos generales se puede concluir que los meses donde el agua se produce en mayor cantidad, las demandas son mínimas. De esto surge la necesidad de almacenar agua (en represas y diques) para su distribución y uso en los períodos de alta demanda. Este también es un punto central que debe ser considerado en la educación pública y privada: Tucumán no posee agua en abundancia como se cree y como tal su uso debe ser inteligente y planificado. Recién en los últimos años hemos comenzado a asumir que el agua es un recurso finito y de no mediar educación ciudadana y responsabilidad empresarial la misma puede ser degradada en sus condiciones.

3.1. Los embalses y su papel como reservorio y regulación del agua

En Tucumán existen tres embalses: El Cadillal, Escaba y La Angostura. Un cuarto embalse es compartido con la provincia de Santiago del Estero y es el de Termas de Río Hondo (Cuadro 3).

Cuadro 3: Embalses en Tucumán y pérdida de volumen de los mismos por sedimentos

	Usos actuales del agua	Río	Volumen original (año de cierre) Hm ³	Volumen Actual (año de medición) Hm ³	Pérdida de vol. útil
Cadillal	Riego Agua Potable Industrias Hidroelectr.	Salí	295 (1966)	192 (2001)	35
Escaba	Riego Industria Electricidad	Marapa	142,50 (1948)	115,5 (2001)	18.9
La Angostura	Riego Recreación	La Angostura	79 (1979)	Sin datos	
Río Hondo	Riego Electricidad	Salí - Dulce	1658 (1966)	1442 (2001)	13

Estos embalses son necesarios para cubrir las diferentes demandas de agua en la provincia a lo largo del año. Proveen además de energía y son también sitios de esparcimiento. Sin embargo, el Cuadro 3 revela también la pérdida del volumen útil, o sea la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua. Esto sin duda refleja también la cantidad de sedimentos que son arrastrados por ríos y arroyos de la ladera oriental y que terminan acumulándose en los embalses mencionados. Huelga el comentario, pero la generación de sedimentos debe ser una variable a tener en consideración en la formulación de proyectos de desarrollo provincia y en el ordenamiento territorial.

4. Agua superficial y agua subterránea

De acuerdo a los datos existentes en Tucumán se consumen aproximadamente 893 Hm³/año. En esto se incluye agua potable, riego, bebida para ganado y uso industrial. El 79 % proviene de fuentes superficiales (ríos y arroyos) y el 21 % restante es de origen subterráneo a través de pozos excavados al efecto (Fig. 8). El agua subterránea es una fuente importante de agua en Tucumán. Este aprovechamiento se realiza a través de pozos cuya profundidad es variable según el lugar que se considere. Datos existentes hasta el año 2013 dan cuenta que existían un total de 806 pozos en toda la provincia. La mayoría de los mismos (403 pozos) se encontraban en Capital, 193 en el Gran San Miguel de Tucumán y 210 en el interior de la provincia. En los últimos años el uso de agua a partir de origen subterráneo se ha incrementado y se espera que la misma aumente en las próximas décadas. En este punto se debe insistir en el papel fundamental que juega la vegetación en las laderas de las montañas, para facilitar la infiltración de las aguas de precipitaciones que luego recargarán los acuíferos que más tarde serán la fuente de agua de los pozos subterráneos comentados.

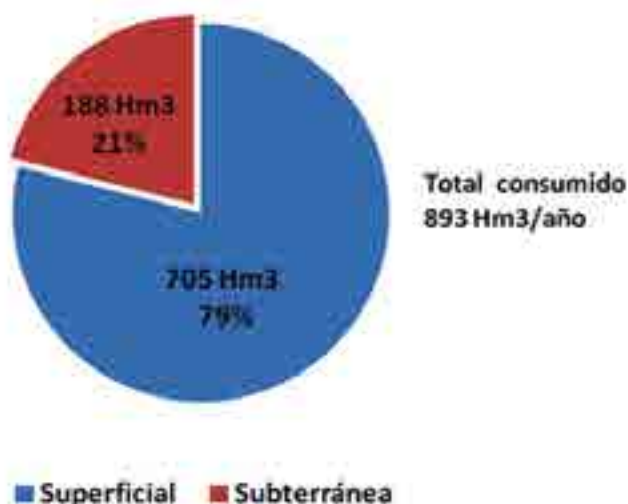


Fig.8. Consumo de agua en Tucumán según la fuente.

5. “Saldo” de agua entre lo disponible y lo utilizado anualmente

Las provincias de Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba, firmaron en 1967 el Tratado Interjurisdiccional donde se definió los cupos de distribución de agua a utilizar en cada provincia al entrar en funcionamiento la presa de Río Hondo. Los porcentajes de distribución quedaron fijados así:

- Tucumán: consumirá hasta 32% del derrame total anual de la cuenca Salí - Dulce
- Santiago del Estero dejará escurrir aguas abajo del Dique Los Quiroga 22% del derrame total anual recibido aforado en El Sauce.

Este convenio se estableció sobre una base de un derrame anual de 3.600 Hm³. Sobre esta base Tucumán podría consumir un total promedio de 1.152 Hm³. Si se tiene en cuenta los datos de consumo de agua mencionado (893 Hm³) y el agua disponible por convenio (1.152 Hm³) resulta que resta un saldo positivo de 259 Hm³. En una primera conclusión se puede decir que la cuenca superior Salí-Dulce aporta el agua suficiente para satisfacer las demandas actuales.

6.- Hacia el futuro inmediato

Si bien existe un saldo positivo de 259 Hm³, también es necesario comentar que el crecimiento poblacional, la necesidad de agua para nuevos cultivos, la falta de áreas protegidas eficientes en la ladera oriental, el avance de obras de infraestructura civiles, el cambio en los patrones de precipitación (desplazamientos hacia el otoño y cambios en la intensidad de las mismas), entre otros factores, obligan a repensar tanto el uso del agua como las formas más eficientes de protección de los elementos naturales asociados al ciclo del agua. Sin duda el consumo con mayor eficiencia, tanto en los sistemas urbanos como en los industriales, podrá mantener o incrementar el saldo positivo que hoy se posee.

Es evidente que la preservación del agua y su manejo inteligente exigen trabajos e inversiones en varias direcciones.

1) Reducir consumos y eficientizar la oferta: Los datos de consumo de agua entre ambientes urbanos altamente poblados (ej. zona oeste del Gran San Miguel de Tucumán) y otros de baja densidad poblacional (como el Este o SE de la provincia) muestran una alta disparidad. El consumo en las zonas del GSMT mencionado es superior a los lugares de baja densidad poblacional. Resulta evidente que se debe racionalizar el consumo en los primeros (disminuyendo su consumo diario) y aumentar en los últimos hasta llegar al mínimo aconsejado por los organismos internacionales para seguridad sanitaria. Asegurar el acceso al agua para todos los ciudadanos y la gestión sostenible de ese recurso, concuerda con el Objetivo N°6 de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), a lo cual Tucumán se halla adherida.

2) Otro punto que requiere del trabajo mancomunado entre sectores oficiales y privados es el manejo del agua que realiza el sector industrial. Concretamente se refiere al consumo de agua que realiza cada empresa por tonelada de materia primara procesada. Para ejem-

plificar este tema se ha confeccionado el Cuadro 4 donde se muestra los consumos en ingenios y citrícolas.

Cuadro 4. Consumo de agua por citrícolas e ingenios azucareros instalados en Tucumán

Consumo de agua (m ³ /tonelada de materia prima)	Citrícolas	Ingenios
Promedio	10,61	9,23
Máximo	18,20	13,96
Mínimo	6,19	3,60

Los datos demuestran que el consumo de agua de las citrícolas es en promedio un 13 % mayor que la que se registra en los ingenios. Si se profundiza más aún, resulta que, dentro del mismo tipo de empresa, en este caso las citrícolas, los consumos pueden variar entre un mínimo de máximo 6,19 m³/tonelada y un máximo de 18,20 m³/tonelada. Si se realiza la misma comparación para un ingenio los valores resultantes son de 3,60 m³/tonelada como mínimo y 13,96 m³/tonelada como máximo. De manera que otro de los objetivos para un uso más eficiente del agua en la provincia debería estar enfocado a disminuir el cociente entre el volumen de agua utilizado por tonelada de materia prima procesada tanto en ingenios como en citrícolas.

3) Otros puntos en los que se debe trabajar para mantener el recurso agua como un elemento estratégico, en una provincia que es productora de bienes primarios y además cabecera de una cuenca que abastece a otras provincias, son:

- a) Reducir la contaminación de origen industrial y urbano que afecta a los recursos hídricos de la Cuenca del Río Salí Dulce.
- b) Controlar la erosión y los procesos de sedimentación en la Cuenca del Río Salí Dulce
- c) Recuperar las condiciones ambientales del embalse de Río Hondo y preservar los bañados del Río Dulce, de la laguna Mar Chiquita y de otros cuerpos.
- d) Minimizar los riesgos asociados con excesos o faltantes de agua, en toda la Cuenca.
- e) Un vigoroso plan de Educación Ambiental en toda la cuenca para sensibilizar y concientizar sobre el valor del agua en el desarrollo de las poblaciones ligadas a la Cuenca Salí-Dulce.
- f) Elaboración y permanente actualización de una Política Hídrica provincial
- g) Reorganización y fortalecimiento institucional
- h) Manejo integrado de los recursos hídricos
- i) Manejo de cuencas y microcuencas
- j) Incorporación de consideraciones ambientales en todos los proyectos hídricos públicos y privados.
- k) Reuso de agua.
- l) Proyectos de “cosecha de agua” en zonas de media y alta montaña.
- m) Mejoramiento del uso del agua en sistemas agrícolas

- n) Investigación y desarrollo en temas hídricos.
- o) Búsqueda de financiamiento internacional para obras hídricas (reforestación en márgenes de ríos y arroyos, recuperación de bosques ribereños, planificación de reservas y/o parques regionales que tiendan a proteger las cuencas, cálculo de caudales ecológicos, entre otros).

Bibliografía

Adler, F.J. 2006. *Los Embalses y los Recursos Hídricos Superficiales*. cet ISSN 1668-9178 Extensión 27. 12 páginas. 12 páginas. Disponible en: <http://problemasdelagua.com.ar/2016/04/07/los-embalses-y-los-recursos-hidricos-superficiales/>

Gallego, A. 2013. *Santiago del Estero y el agua. Crónica de una relación controvertida*. 200 páginas.

González, JA. 2005. *Los ambientes naturales en áreas montañosas del Noroeste Argentino (NOA), su interrelación con países limítrofes y su necesidad de protección, recuperación y conservación*. Serie Conservación de la Naturaleza Nº 15-Fundación Miguel Lillo. 28 pp.

Informes internos del Programa de Reversión Industrial (PRI) de la Dirección de Medio Ambiente dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de la provincia de Tucumán. 2104.

Informes internos de la Dirección de Recursos Hídricos de la provincia de Tucumán. 2014

Informes internos de la SEPAPYS. 2014.

Informes internos de la SAT. 2014.

Juan A. González

Dr. en Ciencias Biológicas. Director del Instituto de Ecología de la Fundación Miguel Lillo Provincia de Tucumán (Argentina).

Alfredo Montalván

Ingeniero Civil. Secretario de Estado de Medio Ambiente de la provincia de Tucumán (Argentina).

CUENCAS HÍDRICAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Florencia Sayago

Señala Antonio Embid Irujo, en su prólogo al libro “Derecho de Aguas”, de Liber Martín¹, que los grandes temas del derecho (en especial del Derecho Público) “aparecen, se esconden y, en ocasiones, vuelven a aparecer” en una secuencia histórica en la que es relativamente fácil identificar sus momentos concretos a través de los debates doctrinarios que generan.

En su enumeración, que comienza con los debates sobre el papel de los servicios públicos, en las primeras décadas del siglo XX y concluye con la globalización y sus implicancias jurídicas, incluye a la discusión sobre el medio ambiente.

Sin duda alguna, las implicancias del cambio climático tienen su lugar en este listado de “debates actuales imprescindibles”².

El cambio climático supone un importante reto para la gestión de los recursos hídricos. Tradicionalmente, la planificación hidrológica y la gestión del agua se han basado en la consideración del sistema hidrológico como un sistema relativamente estable y estático. Sin

1. **LIBER, M.** *Derecho de Aguas*. La Ley. Buenos Aires, 2010.

2. A tal punto que ya podemos hablar de Derecho del Cambio Climático y de Justicia Climática como categorías del saber y del hacer. Dino Bellorio Clabot define al Derecho del Cambio Climático como una “*subespecialidad jurídica que participa del objeto, caracteres y fines del derecho atmosférico, con particular referencia al calentamiento terrestre*”. El *corpus* normativo básico del derecho del cambio climático argentino incluye la Ley Nº 24.295, de aprobación de la Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático; la Ley Nº 25.438, de aprobación del Protocolo de Kyoto, la Ley Nº 27.737, de aprobación de la Enmienda de Doha al Protocolo de Kyoto; la Ley Nº 27.270, de aprobación del Acuerdo de París y el Decreto Nº 891/2016, de creación del Gabinete Nacional de Cambio Climático. El término Justicia Climática es utilizado, básicamente, en dos sentidos: el primero se relaciona con la perspectiva del cambio climático como un asunto ético y político. Este posicionamiento explora los vínculos entre los efectos del cambio climático y la justicia social, los derechos humanos y el derecho al desarrollo. En un sentido más restringido, se lo utiliza también como sinónimo de Litigio Climático, entendido como aquellos casos que han sido llevados ante instancias administrativas, judiciales o investigativas, que presentan cuestiones de hecho o de derecho de aspectos científicos del cambio climático o esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático.

embargo, el cambio climático implica cambios en el ciclo hidrológico y aumenta considerablemente el nivel de incertidumbre a la hora de gestionar los recursos hídricos³.

¿Hacia dónde vamos? El problema de la incertidumbre?

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco. De acuerdo al Quinto Informe del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) *“desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado”*⁴.

En octubre de 2018 el IPCC aprobó el Informe especial sobre el calentamiento global de 1,5 °C. Este informe fue una contribución científica en la Conferencia sobre el Cambio Climático que se celebró en diciembre de ese año en Katowice (Polonia), donde los gobiernos examinaron el Acuerdo de París para afrontar el cambio climático. Uno de los mensajes fundamentales arrojado de forma contundente por el informe es que ya estamos viviendo las consecuencias de un calentamiento global de 1 °C, con condiciones meteorológicas más extremas, crecientes niveles del mar y un menguante hielo marino en el Ártico, entre otros cambios. *“En todos los escenarios de emisiones evaluados, las proyecciones señalan que la temperatura en superficie continuará aumentando a lo largo del siglo XXI. Es muy probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duren más, y que los episodios de precipitación extrema sean más intensos y frecuentes en muchas regiones”*⁵.

América Latina ha visto un incremento en los extremos climáticos, tales como sequías, inundaciones y desastres relacionados en 2,4 veces entre inicios de los años 70 y finales de los 90. Esta tendencia continúa a inicios del siglo XXI. Se ha observado que, en el Sureste de América Latina, el nivel del mar ha aumentado entre 2 y 3 mm al año durante los últimos 10-20 años. Grandes partes de las Américas son vulnerables en gran escala, a anomalías en la precipitación debido al fenómeno de El Niño y La Niña – Oscilación Sur (ENSO). Se

3. Un ejemplo claro es el fenómeno de El Niño que, en Argentina, generalmente provoca precipitaciones superiores a la media, situación diametralmente opuesta a lo que sucede con el fenómeno de La Niña. En algunas temporadas, El Niño ha producido cuantiosas precipitaciones, que provocan inundaciones debidas a la crecida de los grandes ríos de llanura del Este del país. *“No obstante, el efecto que tiene este fenómeno en lo que respecta a las precipitaciones varía mucho de un caso a otro, por lo que no permite realizar pronósticos estacionales satisfactorios aplicables al agro y los procesos hidrológicos”* señalan Camilioni y Barros. (NUCEPAL. *La economía del cambio climático en Argentina: Primera aproximación*. 2014. Pág.65. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35901/1/S2012994_es.pdf

4. IPCC, 2014: *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza. Pág. 2.

5. IPCC, 2014. Op. Cit. Pág.10

espera que la intensificación del fenómeno ENSO tenga un impacto significativo en el clima de la región⁶.

Sin embargo, el ajuste de estos futuros escenarios regionales a una escala local presenta un alto grado de incertidumbre.

Las actuales predicciones sobre cambios globales de temperatura y precipitación, efectuados por los centros de investigación de mayor prestigio, se basan, en general, en modelos de simulación combinados con las actuales observaciones climáticas. Al respecto, las predicciones relativas al incremento de temperatura global con una duplicación de las emisiones de CO₂ muestran un cuasi lineal crecimiento anual de aproximadamente un 1% que alcanzaría en este siglo entre 1,5 - 6,5°C (IPCC, 2007), lo cual asigna a las predicciones un carácter aleatorio de cara al futuro. En cuanto a las precipitaciones, como expresa Pierrehumbert (2002), el clima es un *pas des deux* entre el dióxido de carbono y el agua. Así, los cambios espaciales en la distribución de la precipitación (pluvial y nival) derivados del calentamiento global constituyen uno de los problemas más complejos a resolver. Los modelos más confiables expresan en síntesis que habrá un fuerte incremento de las precipitaciones cerca del Ecuador, alguna reducción en las regiones de subsidencia subtropical y un consistente incremento en las latitudes medias (Allen e Ingram, 2002)⁷.

La cuenca hídrica como unidad de gestión

El manejo de los recursos naturales en el marco de la dinámica de una cuenca hidrográfica, más conocido como gestión de cuencas, surge como una de las posibles opciones de gestión ambiental del territorio.

En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes).

Este modelo de gestión no es novedoso. Ya en la década de los 90 señalaba Axel Dourojeanni que *“la cuenca hidrográfica posee un valor único como base para coordinar actores ligados a un recurso común, el agua, y para evaluar los efectos que tienen sobre este recurso las medidas de gestión ambiental. La calidad del agua refleja en gran parte la capacidad de gestión ambiental dentro de la cuenca”*⁸.

6. **GWA.** Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas VI Foro Mundial del Agua, 2012. Documento de Posicionamiento. Metas 2.1 y 2.2. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/eventos/adaptacion-al-cambio-climatico.pdf

7. **SAYAGO, J.M. y SAYAGO, F.** “Las predicciones sobre los riesgos geoambientales del cambio climático en Tucumán y su aplicación en las acciones preventivas de adaptación”. Acta Geológica Lilloana 24 (1-2): 98-107, 2012. <http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/acta-geologica-lilloana>

8. **DOUROJEANNI, A.** “La gestión del agua y las cuencas en América Latina”. En Revista de la CEPAL N° 53, Agosto de 1994. Santiago de Chile. Pág. 112. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11953/053111127_es.pdf

En 2002, con la sanción de la Ley N° 26.688, que estableció los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional, se convirtió un principio legal en todo el territorio nacional, al prescribir en su artículo 3º: “Las cuencas hídricas como unidad ambiental de gestión del recurso se consideran indivisibles”.

En 2003 los representantes de la Nación, las Provincias, y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires suscribieron el Acuerdo Federal del Agua y aprobaron, como parte del Acuerdo, los Principios Rectores de Política Hídrica. En ese marco instituyeron el Consejo Hídrico Federal (COHIFE) como instancia nacional para el tratamiento de los aspectos de carácter global, estratégico, interjurisdiccional e internacional del agua.

El Principio N°19 sobre “Unidad de planificación y gestión” establece que *“las cuencas hidrográficas o los acuíferos constituyen la unidad territorial más apta para la planificación y gestión coordinada de los recursos hídricos”*. Asimismo, el Principio N° 25 promueve la formación de “organizaciones de cuenca” abocadas a la gestión coordinada y participativa de los recursos hídricos dentro de los límites de la cuenca.

Algunos autores consideran que éste no es un Principio *“sine qua non”* de la gestión ambiental, sino una opción con mayor o menor validez, según las características geográficas de su entorno (Dourojeanni). Para Mauricio Pinto y Liber Martín *“desde el paradigma de la gestión integrada de los recursos hídricos, la cuenca adquiere utilidad en determinadas circunstancias para gestionar aspectos ambientales vinculados al manejo de las aguas y demás recursos asociados a un curso de agua, pero no es el único criterio ni necesariamente el mejor, sobre todo cuando es utilizado sin ningún matiz como fundamento universal para el recorte de los poderes de jurisdicciones políticas constitucionales preexistentes”*.

¿Qué incidencia tiene el cambio climático en este paradigma?

Para el IPCC, cuanto mayor sea el nivel de calentamiento en el siglo XXI, mayor será el porcentaje de la población mundial que experimentará escasez de agua y que se verá afectada por grandes inundaciones fluviales⁹.

El cambio climático supondrá un desafío en lo que respecta a la escasez, ya que el aumento de las temperaturas elevará las tasas de evaporación tanto de los suelos como de las superficies del agua, incrementará las necesidades de agua para los cultivos e intensificará la demanda de agua de refrigeración, la cual es necesaria para generar la energía que los consumidores demandarán en respuesta al aumento de las temperaturas.

En las zonas urbanas, las proyecciones indican que el cambio climático hará que aumenten los riesgos para las personas, los activos, las economías y los ecosistemas, incluidos los riesgos derivados del estrés térmico, las tormentas y precipitaciones extremas, las inundaciones continentales y costeras, los deslizamientos de tierra, la contaminación del aire, las sequías, la escasez de agua, la elevación del nivel del mar y las mareas meteorológicas (nivel de confianza muy alto). Los riesgos se agravarán para las personas que carezcan de infraestructuras y servicios esenciales o vivan en zonas expuestas. En las zonas rurales ha-

9. IPCC, 2014. Op. cit. Pág. 72.

brá grandes impactos en cuanto a la disponibilidad y abastecimiento de agua, la seguridad alimentaria, la infraestructura y los ingresos agrícolas, incluidos cambios en las zonas de cultivos alimentarios y no alimentarios en todo el mundo¹⁰.

Por ello, una visión a largo plazo con un enfoque adaptativo y transdisciplinario¹¹ del manejo integral de una cuenca debe incorporar la adaptación al cambio climático, entendida como los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a variaciones climáticas proyectadas o reales, a fin de moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (IPCC, 2001)¹².

Al vincular el manejo de cuencas con aspectos de riesgo climático, es preciso reconocer que cada cuenca por su estructura propia y su relación con su funcionalidad, el manejo y la ubicación geográfica, así como los aspectos climáticos, tiene un grado de riesgo que está en función de la amenaza y la vulnerabilidad¹³.

La resiliencia al clima es la habilidad de un sistema social o ecológico de absorber disturbios sin modificar su estructura básica y funcionamiento, ni su capacidad de auto organización y de adaptación a presiones y cambios (Kundzewicz, et al., 2007). *“En tanto sistema social, la resiliencia se construye si se fortalece la capacidad de respuesta de la sociedad y sus instituciones a los disturbios que presente el cambio climático (variabilidad hídrica e incertidumbre). Un sistema ecológico será más resiliente en tanto más biodiverso. Un sistema ecológico resiliente como proveedor de bienes y servicios, incrementa a su vez la resiliencia social”*¹⁴.

El Marco de Adaptación de Cancún¹⁵, aprobado por la COP16, recomienda las siguientes acciones y medidas de adaptación: a) Planificación, a nivel de estrategias, programas, planes y proyectos. b) Evaluación de Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación, incluyendo la evaluación de necesidades financieras y económicas, sociales y ambientales de todas las opciones de

10. IPCC, 2014. Op. cit., pág. 74

11. RIOS, Eduardo. “Manejo de cuencas y adaptación al cambio climático”. Conferencia. Michoacán, 2015. https://www.researchgate.net/publication/281374585_MANEJO_DE_CUENCAS_Y_ADAPTACION_AL_CAMBIO_CLIMATICO

12. RIOS, Eduardo. “Manejo de cuencas y adaptación al cambio climático”. Conferencia. Michoacán, 2015. https://www.researchgate.net/publication/281374585_MANEJO_DE_CUENCAS_Y_ADAPTACION_AL_CAMBIO_CLIMATICO

13. La vulnerabilidad al Cambio Climático es el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2007).

14. BARRIOS, Eugenio. “Los servicios de los ecosistemas en la gestión adaptativa de los recursos hídricos”. Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas VI Foro Mundial del Agua, 2012. Documento de Posicionamiento. Metas 2.1. y 2.2. Pág. 40. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/eventos/adaptacion-al-cambio-climatico.pdf

15. United Nations. 2010. Cancún Adaptation Framework. FCCC/CP/2010/7/Addendum.11-31

adaptación. c) Fortalecimiento institucional. d) Desarrollo de la resiliencia de los sistemas socio económicos y ecológicos a través de la diversificación económica y el manejo sustentable de los recursos naturales. e) Adopción de estrategias de reducción de desastres, tomando en consideración el Marco para la Acción de Hyogo. f) Adopción de medidas para la comprensión, coordinación y cooperación con respecto a los refugiados climáticos. g) Investigación y transferencia de tecnología, prácticas y procesos, y construcción de capacidades en adaptación. h) Fortalecimiento de los sistemas de información, educación y concientización. i) Mejoramiento de la investigación, observación, registro y modelización de datos sobre el clima.

El art. 7º del Acuerdo de París sumó nuevos elementos y dimensiones en el área de adaptación. Define un objetivo global sobre adaptación: mejorar la capacidad de adaptación y la resiliencia para reducir la vulnerabilidad, con miras a contribuir al desarrollo sostenible, en el contexto del objetivo de mantener el calentamiento global promedio muy por debajo de los 2 grados C y perseguir esfuerzos para mantenerlo por debajo de 1.5 grados C. El Acuerdo requiere que todas las Partes, según corresponda, participen en la planificación e implementación de la adaptación a través de planes nacionales de adaptación, evaluaciones de vulnerabilidad, monitoreo y evaluación, y diversificación económica. Todas las Partes deben comunicar sus prioridades, planes, acciones y necesidades de apoyo a través de comunicaciones de adaptación. También establece un nuevo marco de transparencia. En este contexto, las Partes deben proporcionar información relacionada con los impactos del cambio climático y la adaptación.

Cambio climático y riesgo de desastres

El cambio climático es considerado como uno de los factores que contribuyen al aumento del riesgo de desastres. Este factor incide de dos maneras: primero, a través de un aumento probable de las amenazas de origen climático (aumento de la frecuencia y de la intensidad de los eventos); segundo, mediante un aumento de la vulnerabilidad de las comunidades frente a las amenazas naturales enmarcado en su nivel de infraestructura, productividad y preparación social, en particular debido a la degradación de los ecosistemas, una menor disponibilidad de agua, de alimentos y cambios en los medios de sustento.

El 90% de los mayores desastres registrados a nivel mundial, causados por amenazas naturales entre 1995 y el 2015, estuvieron relacionados con fenómenos climáticos, incluyendo inundaciones, tormentas, olas de calor y sequías. De todas las amenazas que provocan desastres, las amenazas relacionadas con el agua son las que han ocasionado el mayor impacto en aspectos económicos y sociales. Desde que se realizó la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4.2 billones de personas (95% de todas las personas afectadas por desastres) y causado 1.3 trillones de dólares en daños (63% de todos los daños). Entre 1970 y 2011, el 69,7% de los desastres ocurridos en Centroamérica, han sido originados por eventos hidrometeorológicos¹⁶.

¹⁶ **GWP Centroamérica.** Lineamientos para la incorporación del riesgo con enfoque de recursos hídricos en los Planes de Desarrollo Municipal. Tegucigalpa, 2016. Pág. 9. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/lineamientos-gir-rh-en-pdm_fin.pdf

En la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015 se adoptó el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015/2030. Durante esta conferencia los Estados reiteraron su compromiso de abordar la reducción del riesgo de desastres y el aumento de la resiliencia ante los desastres en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza a través de políticas, planes, programas e inversiones. El Marco de Sendai es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo¹⁷ para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.

Cuando se habla específicamente de “reducción del riesgo de desastres” se hace bajo el concepto y la práctica de que éste sea evitado y mitigado mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de las emergencias y/o desastres. *“Esto incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población, el aumento de la resiliencia estructural, una gestión responsable de los suelos y del ambiente, y el fortalecimiento de la preparación ante los eventos adversos; se busca trabajar en acciones de mitigación dirigidas a reducir, atenuar o limitar los efectos generados por la ocurrencia de un evento”*¹⁸.

El objetivo principal que se establece para el 2030 es prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes implementando medidas integradas e inclusivas de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional que prevengan y reduzcan el grado de exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres, aumenten la preparación para la respuesta y la recuperación y refuercen de ese modo la resiliencia (Marco de Sendai, UNISDR, p.12).

En septiembre de 2016 se sancionó en nuestro país la Ley N° 27.287, de creación del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil (SINAGIR), reglamentada por el Decreto 387/2017, sancionado el 30/05/17, publicado en el Boletín Oficial el 30/05/17^{19|20}.

17. El Marco de Acción de Hyogo se concibió para impulsar el Marco Internacional de Acción del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de 1989 y la Estrategia de Yokohama para un Mundo Más Seguro: Directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos, adoptada en 1994, así como su Plan de Acción, y la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres de 1999.

18. Resolución del Ministerio de Seguridad de la Nación N° 803/2018, del 10/10/18. Aprueba el Plan Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres.

19. De las cinco provincias que integran la Cuenca del Río Salí Dulce, cuatro han adherido a la Ley Nacional N° 27.287: Catamarca (Ley N° 5520, sancionada 21/09/17 y publicada 20/10/17); Córdoba (Ley N° 10.463, sancionada 28/06/17 y publicada 12/07/17); Salta (Ley N° 8096, sancionada 23/11/17 y publicada 22/12/17) y Tucumán (Ley N° 9097, sancionada 18/05/17 y publicada 21/03/18).

20. El sistema anterior, conocido como SIFEM (Sistema Federal de Emergencias), creado por Decreto N° 1.250, estuvo vigente entre 1999 y 2016. Se enfocaba en el gerenciamiento de las emergencias o desastres, en particular en la etapa de respuesta a las crisis.

El SINAGIR tiene por objeto integrar las acciones y articular el funcionamiento de los organismos del Gobierno nacional, los Gobiernos provinciales, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y municipales, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil, para fortalecer y optimizar las acciones destinadas a la reducción de riesgos, el manejo de la crisis y la recuperación.

Por Resolución del Ministerio de Seguridad de la Nación N° 803/2018 se aprobó el Plan Nacional para la Reducción de Riesgos de Desastres 2018 – 2023. Para la región NOA, las amenazas identificadas con Nivel de Exposición “Muy Alto” son la remoción en masa, las tormentas severas y los incidentes con presas (OP); con Nivel de Exposición “Alto” los terremotos, erupciones volcánicas, incidentes con presas (OF), incidentes forestales y sequías.

El Eje 1 del Plan se refiere a las amenazas hidrometeorológicas. El OBJETIVO ESTRATÉGICO es promover y profundizar el conocimiento de fenómenos hidrometeorológicos e incrementar la capacidad de monitoreo de aquellos potencialmente destructivos a los fines de mantener seguridad pública ante inundaciones.

Los objetivos específicos comunes a todas las regiones son:

- Disminuir los niveles de vulnerabilidad de poblaciones ubicadas debajo de presas. Generar un mapa interoperable, de actualización diaria, que contenga el grado afectación en la población, infraestructura y medioambiente generado por el impacto de fenómenos hidro-meteorológicos, en distintas resoluciones (lote, departamento, provincia).
- Incrementar el conocimiento del recurso hídrico en cuencas hidrológicas.
- Instrumentar sitios de medición del recurso hídrico en tiempo real.
- Desarrollar modelos de pronóstico de lluvias de manera bimestral por ecorregiones.

LA CUENCA SALÍ DULCE

De acuerdo a Minetti, González y Sarmiento, los datos demuestran que la región del Noroeste Argentino está inmersa en el fenómeno del cambio climático. En el período 1914-2000 las precipitaciones en promedio aumentaron un 25%. Por otro lado, en período 1881-2001, se ha verificado un aumento de las temperaturas mínimas promedios y una disminución en las temperaturas máximas promedios lo que ha conducido a una disminución de la amplitud térmica. Otros fenómenos observados fueron: disminución de las condiciones de congelamiento, incremento de las condiciones de nubosidad y disminución de la heliofanía. *“El conjunto de estos cambios se los ha englobado dentro del concepto informal de “tropicalización del clima” referido al calentamiento global”²¹.*

Si bien las provincias que integran la Cuenca Salí Dulce han avanzado en acciones individuales, orientadas a la mitigación y adaptación al cambio climático (véase, por ejemplo, las acciones enumeradas en el Anexo del Compromiso Federal de Cambio Climático, suscripto el 11 de noviembre de 2016 por todas las jurisdicciones provinciales, la Ciudad Autónoma de

21. GONZALEZ, JA., SARMIENTO, F. y MINETTI, J.L. “Cambios globales en el Noroeste argentino (21°-32° S) con referencias a la provincias más pequeña de Argentina: Tucumán”. Pirineos, 163: 51 a 62, JACA; 2008.

Buenos Aires y el Gobierno nacional, en el marco del Consejo Federal de Medio Ambiente), aún no se ha incorporado en forma expresa en los instrumentos de gestión aprobados en su ámbito²².

En este proceso resulta auspicioso que la formulación del “Plan Director de Gestión Hídrica de la Cuenca de los ríos Salí-Dulce”, (actualmente en proceso de elaboración) se enmarque en el eje “Adaptación a los Extremos Climáticos”, como parte de los Ejes de la Política Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación²³.

Por otro lado, se encuentra a la fecha para tratamiento en la Cámara de Diputados de la Nación el proyecto de ley de presupuestos mínimos de protección ambiental para la adaptación y mitigación del Cambio Climático, de autoría del Senador Fernando “Pino Solanas”²⁴. De acuerdo al art. 16, el Gabinete Nacional de Cambio Climático deberá elaborar y coordinar el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático. El Capítulo IV se refiere a las medidas y acciones mínimas de adaptación.

22. Los objetivos específicos del Plan de Gestión aprobado por el Comité de Cuenca no mencionan expresamente los efectos e impactos del cambio climático. En forma indirecta, el Objetivo N° 4 hace referencia a los riesgos asociados con excesos o faltantes de agua, en toda la cuenca.

23. “Analizan el Plan Director de la Cuenca Salí Dulce”. Publicado por Nuevo Diario el 05/07/17.
<http://www.nuevodiarioweb.com.ar/noticia/2017/07/05/99691-analizan-el-plan-director-de-la-cuenca-sali--dulce>

24. N° de Expediente 1839/18. Tiene media sanción de la Cámara de Senadores (17/07/19).

Florencia Sayago

Abogada. Especialista en Derecho Ambiental. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Tucumán. Directora de Medio Ambiente de la Provincia de Tucumán. Punto Focal Provincial de Cambio Climático

EL CAMINO DEL AGUA EN TUCUMAN. AGUA Y MONTAÑAS. PRECIPITACIONES Y DINAMICA HIDRICA

Hugo Ayarde

I. Introducción

El noroeste argentino es ‘productor’ de agua por excelencia. A pesar de ello se presta muy poca atención al manejo de este recurso en sus orígenes. Las cuencas de captación en media y alta montaña, sometidas históricamente a una fuerte presión de pastoreo (Molinillo y Manasse, 1993) y en algunos casos a extracción selectiva de especies maderables, no tienen aún la consideración que reviste su importancia hidrológica. Las escasas estaciones de registro que habían sido instaladas en estos ambientes fueron desmanteladas en la década del 90, lo que ocasionó una irreparable pérdida de datos, precisamente en estos tiempos cuando se evidencia un marcado cambio en las características de las precipitaciones por efecto de un reconocido cambio en las condiciones climáticas a nivel mundial.

El calentamiento global perceptible en los últimos años, en el noroeste argentino se evidencia en el fuerte desplazamiento de los valores extremos tanto de las precipitaciones como de la temperatura, lo que pone de manifiesto una creciente continentalización del clima. No es raro, por lo tanto, que en áreas montanas y pedemontanas se registren para eventos de unas pocas horas de duración, montos de precipitación largamente superiores a 100 mm. El agua producto de estos picos de precipitación, potenciada por la fragilidad del basamento, las fuertes pendientes y la degradación de las áreas boscosas, provoca efectos devastadores en las áreas pobladas (inundaciones, cortes de caminos, destrucción de obras de ingeniería, pérdida de vidas humanas, etc.), lo que se traduce en importantes pérdidas económicas y de calidad de vida de la sociedad. En contraste con esta situación, en los períodos de disminución o desplazamiento de las lluvias, como los que recurrentemente suceden, se produce un sensible déficit de agua que limita su uso tanto industrial como agrícola y ocasiona serias dificultades en el suministro urbano de este recurso.

En este punto es indudable que gran parte de estos problemas, especialmente el de las inundaciones, reconocen severas fallas en la planificación urbana y en el diseño de obras de infraestructura complementarias, pero también está claro que un adecuado conocimiento de los procesos que ocurren en las cuencas colectoras, especialmente en las de media y alta montaña, es fundamental para un mejor manejo y control de las graves situaciones que provocan tanto las fuertes precipitaciones como las sequías, que se prevén se acentuarán

como consecuencia del calentamiento global y de la pérdida de la función hidrológica de los ambientes naturales por efecto de la degradación o eliminación de la vegetación.

Ante este panorama, es un deber social de las instituciones pertinentes dirigir esfuerzos a generar conocimientos que permitan a los órganos de decisión del estado, enfrentar las situaciones con sólidos argumentos de base y así optimizar los recursos que se destinan a paliar estas situaciones. En este sentido este artículo, escrito desde la Fundación Miguel Lillo, tiene por finalidad dar a conocer de manera sistematizada y concreta la información existente sobre dinámica hídrica en nuestras montañas

II. El camino del agua

Los ambientes naturales, especialmente los montanos, tienen gran importancia en la captación y concentración del agua atmosférica incidente y en su regulación cuencas abajo, papel que depende principalmente de la vegetación, del suelo y de la topografía. El agua de la cual dispone un sistema natural ingresa, a escala de paisaje, por la vía genéricamente denominada precipitación, ya sea ésta líquida, sólida o gaseosa. La forma líquida, denominada lluvia, es la más frecuente y más o menos común a la mayoría de los ambientes. Las otras dos formas, aunque también pueden ocurrir en casi todos los ambientes, son más importantes en los de altas latitudes o altitudes (sólida) y montanos tropicales (gaseosa).

El agua que llega a un sistema natural ya sea en forma de lluvia o llovizna, denominada Precipitación pluvial (Pp) o de neblina, conocida como Precipitación horizontal (Ph) (Tabla 1), recorre varios caminos, denominados en la jerga hidrológica flujos o láminas (Fig. 1).

Tabla 1. Característica de distintos tipos de precipitaciones.

Tipo de precipitación	Tamaño gota (mm)	Velocidad de caída (m/s)	Intensidad		
			Ligera	Moderada	Fuerte
Lluvia	< 0,5	< 2	> 2,5	2,5-7,5	< 7
Llovizna	0,1-0,5	0,25-0,2	> 0,3	0,3-0,5	< 0,5
Neblina	> 0,1	> 0,25	-	-	-

El agua que ingresa, dependiendo de la cobertura, incide en el follaje de las copas o llega directamente al suelo. Parte del agua que llega al follaje es devuelta a la atmósfera por efecto de evaporación a nivel de las copas. A esta porción de agua se denomina Evaporación por intercepción (Evi) y su proporción oscila entre un 10 y un 40 %, dependiendo ello de factores tales como ambiente regional, época del año, intensidad de las lluvias, compacidad del follaje, etc.

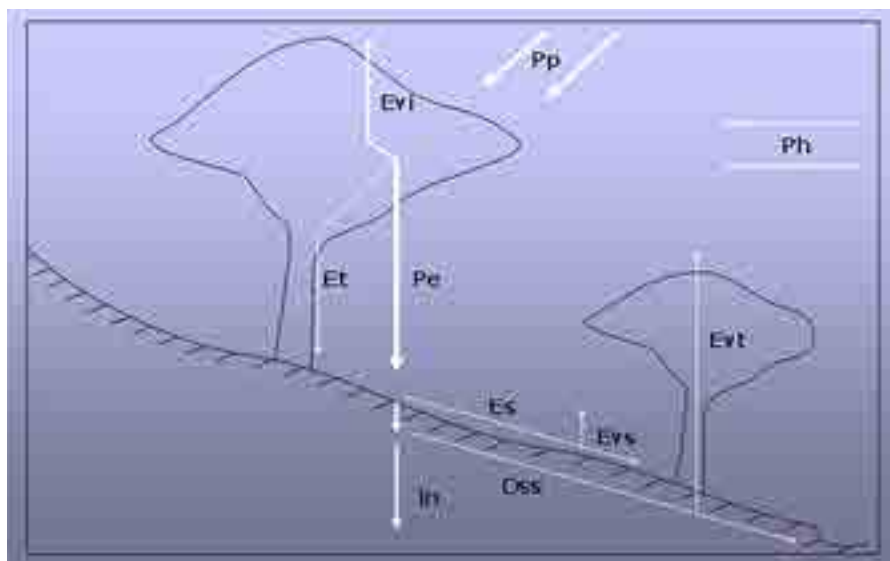


Fig.1. Esquema idealizado del recorrido de los distintos flujos hídricos en un ambiente natural arbolado. El grosor de las líneas indica la importancia relativa del volumen de los flujos.

El resto del agua precipita hacia el nivel inferior (suelo, hojarasca, estrato inferior, etc.) y lo hace de dos modos: por goteo desde las copas hacia el suelo o por escurrimiento por los troncos. La más importante de estas vías es el goteo desde las copas, el que sumado al agua que llega directamente al suelo (sin tocar las copas) se denomina Precipitación efectiva (Pe) y representa entre el 60 al 90 % del agua de lluvia y es una medida de la capacidad de intercepción del follaje de un determinado tipo de vegetación. La otra vía, Escorrimento por los troncos (Et), es poco relevante y por lo común no es tomada en cuenta en los estudios de balance hídrico.

Del agua que llega al suelo, parte escurre en superficie y el resto se infiltra hacia las capas interiores del suelo. Tanto el escurrimiento como la infiltración depende de factores tales como pendiente, cobertura vegetal del suelo, estructura del suelo, intensidad y duración de las lluvias, etc. Comúnmente en ambientes naturales el Escorrimento superficial (Es) va de un 1 a un 5 % del agua ingresada por lluvia. El agua que infiltra puede volver a la atmósfera por evapotranspiración (Evt), por efecto de la vegetación o infiltrarse hasta las capas superficiales del suelo y circular como Drenaje subsuperficial (Dss) para alimentar cauces laterales o infiltrarse hacia las capas profundas (In) para acumularse en napas y acuíferos.

I. Precipitaciones en Tucumán: cómo y cuánto

Distribución altitudinal

El clima regional del noroeste argentino, producto de la circulación regional de las masas de aire y de la disposición de los cordones montañosos, tiene una marcada estacionalidad

especialmente en lo que respecta al régimen de precipitaciones (Fig. 2, a). El grueso del monto anual de las lluvias, alrededor del 75 %, cae en el período que va de diciembre a marzo, lo que significa aportes mensuales promedio del 18,5 % para ese período, mientras que entre junio y septiembre apenas ronda el 4 %, lo que se traduce en apenas el 1 % mensual. Entre estos dos períodos netamente contrastantes, se define uno de inicio de lluvias, que incluye los meses de octubre y noviembre, donde se registran ingresos de lluvia mensuales que rondan el 6,5 %, y otro de final de lluvias que transcurre entre abril y mayo, con montos que representan el 4,5 % mensual del total anual. Independientemente del monto total anual, que es sensiblemente diferente, esta distribución de las lluvias es común a todos los pisos altitudinales de vegetación (Fig. 2, b).

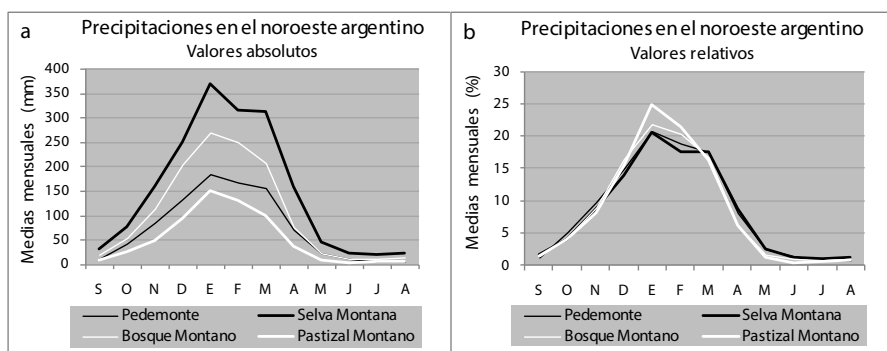


Fig.2. Distribución anual de las precipitaciones en el noroeste de Argentina. Elaborado a partir de datos tomados de Bianchi y Yañez (1992). Se promediaron datos de 23 estaciones de registro para Pedemonte, 10 para Selva Montana, 8 para Bosque Montano y 5 para Pastizal Montano.

En el extremo sur (Tucumán, Catamarca) el cordón del Aconquija constituye una importante barrera climática. Su orientación y altura son determinantes de gran parte de las condiciones climáticas imperantes en la región: alta pluviosidad en el flanco oriental y escasas precipitaciones y aridez creciente hacia la vertiente occidental y cordones situados hacia oeste.

En la ladera oriental, correspondiente al sector tucumano, hay estaciones de registro pluviométrico emplazadas en distintos sectores, entre los 600 y 1.700 m de altitud, de las cuales se cuenta con registros diarios de por lo menos los últimos 30 años, datos que están disponibles on line en la Base de Datos Hidrológica Integrada (BDHI) del Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

Las mayores precipitaciones ocurren en el nivel inferior, entre los 700 y 1.000 m snm, con montos anuales superiores a 2.000 mm. En el área denominada geográficamente Bahía de Concepción (Meyer, 1963), más precisamente en el curso inferior del río Jaya, es donde se lograron los registros más altos, con promedio anual de 2.400 mm y máximos superiores a 3.000 mm. De hecho, en la estación de registro Casa de Piedra los del período 2014-2015

son los más altos de los registrados en el área por lo menos en los últimos 30 años: 3.255 mm anual, 930 mm en marzo y 279 mm el 9 de marzo.

En el nivel medio y altomontano los montos anuales disminuyen notablemente. Registros de tres años en el sector alto de la quebrada de Los Sosa a la altura del faldeo este del cerro Ñuñorco Grande (Ayarde, 2013) reportaron montos anuales de entre 900 y 1.100 mm entre los 1.700 y 2.000 m snm y 600 a 800 mm a los 2.600 m snm. Por encima de los 4.000 m los montos oscilan entre los 300 y 450 mm al año (Halloy, 1985), siendo en su gran mayoría producto de precipitaciones sólidas (garrotillo o nieve).

Distribución espacial

La distribución espacial de las lluvias, al igual que su distribución altitudinal, está fuertemente controlada por el relieve. De cálculos efectuados sobre la base de isohietas, se estima que en todo el territorio de la provincia caen anualmente alrededor de 18.800 hm³ de agua. De éstos, el 32 % lo hace en el área de llanura, el 26 % en la pedemontana, el 39% en la montana y el 3 % restante en el área intermontana del oeste (Tabla 2). Las tres primeras, que reciben el 97 % del total del volumen de agua caída en territorio tucumano, conforman la cabecera de la extensa cuenca Salí-Dulce que desagua en Mar Chiquita (Córdoba), mientras que la última aporta a la del Juramento-Salado que vía río Paraná desagua en el Río de La Plata.

Tabla 2. Distribución espacial de la cantidad de agua ingresada por lluvias en el territorio de la provincia de Tucumán. Valores estimados sobre la base de mapa de isohietas.

Área fisiográfica	Superficie		Volumen	
	(km²)	(%)	(hm³)	(%)
Llanura (incluye cuenca Tapia-Trancas)	9.450	42	5.990	32
Pedemonte	5.100	22,5	4.940	26
Montañas	5.570	25	7.290	39
Valles intermontanos (Calchaquies)	2.400	10,5	610	3

En el área montana y altomontana, considerada tanto los cordones del oeste (Aconquija, Cumbres Calchaquies) como las Sierras Centrales (Cabra Horco, Anfama, Tafí, Ñuñorcos, entre las principales) (Alderete, 1988) y las serranías del noreste (Medina, Nogalito, del Campo), cae más de un tercio (39 %) del volumen total de agua. De este volumen estimado en 5.570 hm³, alrededor del 60 % lo hace en las Sierra del Aconquija y cordones subsidiarios (Tabla 3), lo que se evidencia en los numerosos ríos que tienen su origen en los faldeos altos de esta sierra y que con rumbo E-SE recortan la llanura tucumana.

Tabla 3. Distribución del agua ingresada por lluvia en el área montana de la provincia de Tucumán.

Área fisiográfica (5.570 km ² , 7.290 hm ³)	Superficie		Volumen	
	(km ²)	(%)	(hm ³)	(%)
Sierra del Aconquija	2.700	49	4.360	60
Cumbres Calchaquies	1.120	20	1.007	14
Sierras del Noreste	1.750	31	1.923	26

Distribución temporal

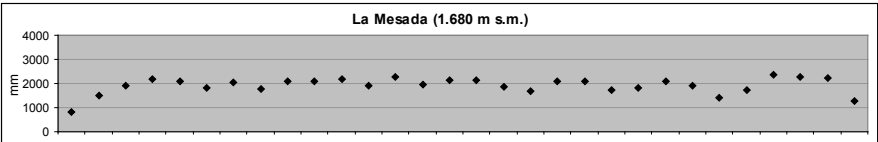
La Sierra del Aconquija es uno de las áreas con mayores precipitaciones del noroeste de Argentina. En el nivel inferior de sus faldeos se registran montos anuales largamente superiores a los 2.000 mm. La existencia precisamente en este sector de algunas estaciones de registro permite tener una idea tanto de la distribución interanual como de la intra-anual de los montos precipitados en las áreas montanas en general. Las estaciones referidas, que forman parte de la Red Hidrológica del Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, se encuentran en su mayoría instaladas en la denominada Bahía de Concepción, una de las zonas con más registros pluviométricos de las sierras. La ubicación de estas estaciones, cuya información se encuentra disponible on line, como ya se apuntó anteriormente, se resume en Tabla 4.

Tabla 4. Ubicación de las estaciones de registro emplazadas en los faldeos bajos del Aconquija y del ex-tremo sur de las Cumbres Calchaquies.

Estaciones de registro	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Potrero del Clavillo (Límite Tucumán-Catamarca)	27°24'00"S	65°68'29"W	1.300
La Mesada (Parque Campo Los Alisos)	27°12'52"S	65°55'55"W	1.680
Casa de Piedra (Límite sur Parque Campo Los Alisos)	27°16'58"S	65°54'45"W	1.180
Piedra Grande (Al este de Parque Campo Los Alisos)	27°18'46"S	65°48'24"W	670
Puesto Llampá (Al norte de Parque Campo Los Alisos)	27°10'44"S	65°50'31"W	1.310
Quebrada Los Sosa (Km 19, Ruta provincial 307)	27°06'01"S	65°38'14"W	615
El Nogalito (río Lules)	26°47'08"S	65°28'18"W	1.050
Potrero Las Tablas (río Lules)	26°51'28"S	65°25'34"W	690

Variación interanual

Las lluvias en el área montana tucumana denotan un cierto patrón de ocurrencia por lo menos en los últimos 30 años. Registros para ese período de estaciones instaladas en los faldeos del Aconquija, sobre los ríos Las Pavas y Jaya (Fig. 3) muestran recurrencia en la fluctuación de los montos precipitados.



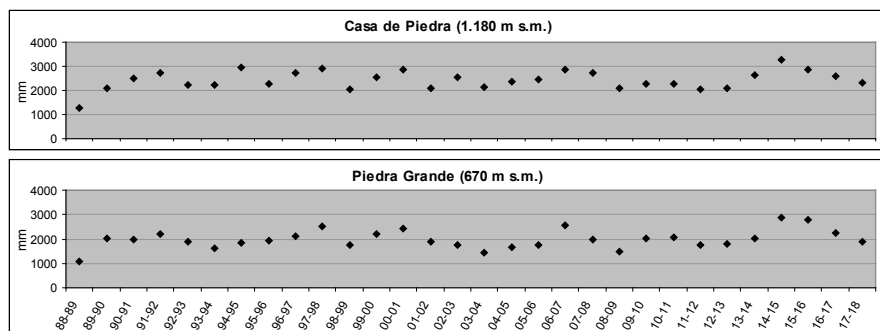


Fig. 3. Montos anuales de las lluvias en los últimos 30 años (o más) en el área montana de Tucumán (departamento Chicligasta). Elaborado con datos de tomados de BDHI. Cada monto consignado considera un período hidrológico (Sep-Ago)

Estas fluctuaciones, consistentes en sensibles aumentos y disminuciones del orden de hasta el 50%, tienen una recurrencia de entre 5 y 7 años, frecuencia que también es observable en sectores con precipitaciones sensiblemente menores como son las registradas en las estaciones situadas más al norte, a la altura del río Lules (Fig.4).

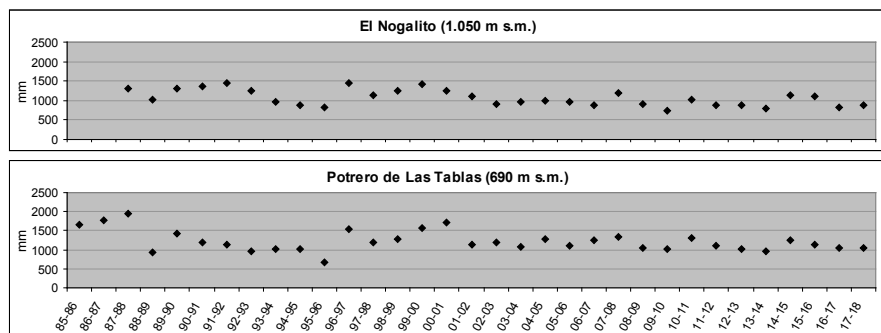


Fig. 4. Registros para estaciones situados en el sector montano del departamento Lules (Tucumán). Elaborado con datos tomados de BDHI.

Sin embargo, aún cuando hay una clara fluctuación periódica no es perceptible, por lo menos en los últimos 30 años, un aumento o disminución sostenida que denote un cambio en el régimen de las precipitaciones, aunque la percepción generalizada es que algo así ocurre. En algunos casos ello probablemente sea debido al desplazamiento anual del grueso de las lluvias, lo que puede provocar extensión o acortamiento del período con escasas precipitaciones, originando, en consecuencia, años-calendario muy lluviosos o muy secos, según el caso, algo ya observado en la región (Ayarde, 2005).

Variación intra-anual

La estacionalidad de las precipitaciones es una de las características de nuestra región. La observación de la progresión mensual de las lluvias (Fig. 5) no sólo muestra su concentración en un corto período (verano), sino que pone de relieve que en algunos meses las lluvias alcanzan montos superiores al 30 % anual, hecho que es más notable en los últimos 15 años, período en el cual fue frecuente la ocurrencia de eventos de alta intensidad sumamente localizados con montos extraordinariamente altos como el ya mencionado del 9 de marzo de 2015, ocurrido en inmediaciones del río Jaya y que provocó el colapso del puente recientemente construido que conectaba con el Parque Los Alisos.

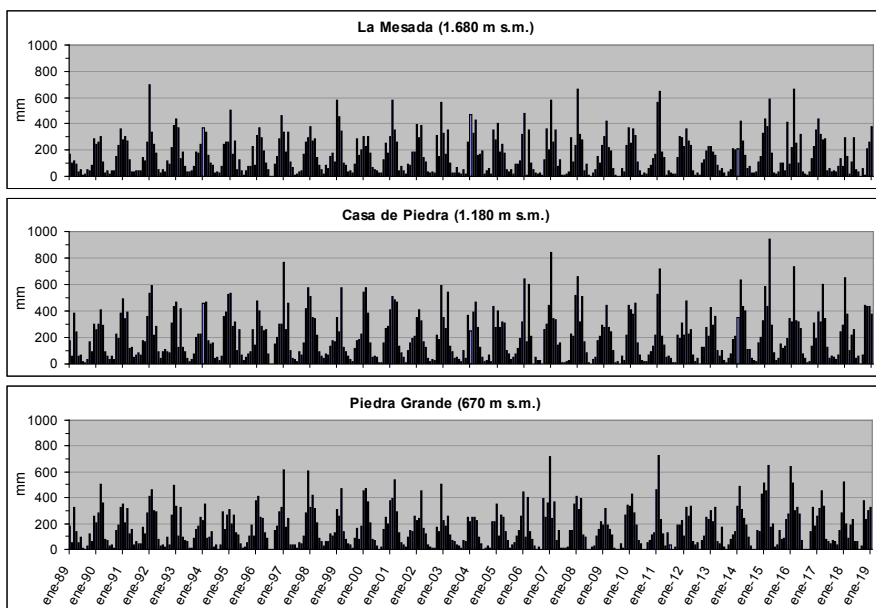


Fig. 5. Progresión mensual de las precipitaciones en los últimos 30 años. Elaborado a partir de datos de estaciones instaladas en los faldeos bajos del Aconquija (Chicligasta, Tucumán), tomados de BDHI del Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.

IV. Estudios sobre Dinámica Hídrica. Qué se conoce

La Dinámica Hídrica en ecología involucra el recorrido del agua en un sistema natural, desde que ingresa hasta que sale de él, y el conocimiento y la cuantificación de los distintos flujos que la componen (Fig. 1) es esencial para el manejo y gestión del tan determinante recurso que constituye el agua para las regiones hídricamente dependientes de los ambientes de montaña, como es el caso de nuestro noroeste argentino.

Su estudio, relativamente reciente a nivel mundial en ambientes de montaña (Bruijnzeel & Proctor, 1993; Bruijnzeel, 2002), en nuestra región es aún incipiente y, por lo tanto, la

información disponible es fragmentaria y aún insuficiente (Tabla 5.). Esto sumado a que la mayoría de ésta solo consiste en datos preliminares provenientes de reportes presentados en reuniones científicas o documentos inéditos. Con todo, la mayoría de éstos están referidos al papel de las neblinas en el aporte hídrico y su relación con el ingreso total de agua al sistema para ambientes montanos tanto de la provincia de Jujuy (Picchi, 1993; Braun Wilke et al., 2012; Ayarde, 2013), como de Salta (Belmonte y Mármol, 2002) y de Tucumán (Hunzinger, 1995, 1997; Ayarde, 2013). La circulación de agua en el sistema es aún menos conocida y sólo hay información de estos flujos para áreas montanas de Tucumán (Ayarde, 2005, 2016; Ayarde et al., 2016).

Tabla 5. Valores de algunos flujos hídricos en ambientes montanos del noroeste de Argentina.

Localidad	Altitud mm	Pp mm	Ph mm %	Pe mm %	Es mm %	Período	Fuente
San Javier (Tucumán)	730	1.262	156 12,5	- -	- -	137 días 1994	Hunzinger, 1997
	1.350	1.226	470 38	- -	- -	163 días 1994	
San Lorenzo (Salta)	1.350	-	Insigni ficante	- -	- -	2001 2002	Belmonte y Mármol, 2002
	1.500	1.662	26,6 1,6	- -	- -		
	1.800	1.767	689 39	- -	- -		
La Florida (Tucumán)	1.300	1.721	62 3,6	1.343 74	2,1 0,1	2002 2005	Ayarde, 2005

En nuestra región la principal fuente de ingreso de agua a un sistema natural son las lluvias y en menor medida las neblinas, aunque en alta montaña las precipitaciones sólidas (nieve, garrotillo) son importantes fuentes de ingreso de agua.

Lluvias (Pp)

En líneas generales, el aporte de las lluvias tiene una clara relación con el gradiente altitudinal, con la altura de los cordones serranos y con la situación topográfica. En los faldeos E del Aconquija los mayores montos ocurren entre los 700 y 1.200 m snm. y disminuyen tanto hacia la llanura como hacia los niveles altomontanos (Fig. 6).

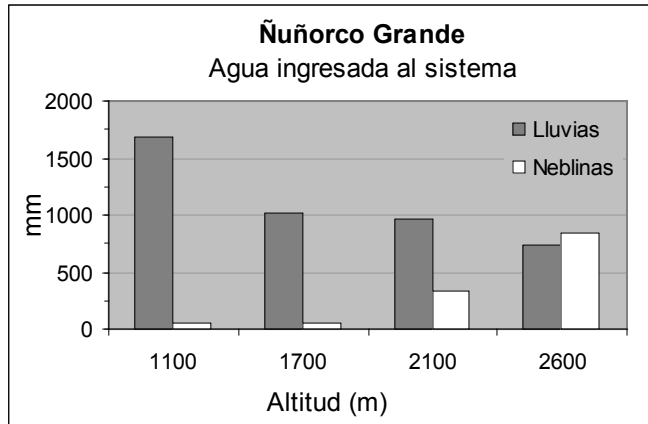


Fig.6. Ingreso de agua por lluvias y neblinas en el faldeo este del Co. Ñuñorco Grande (Monteros, Tucumán). Pro-medio de tres años de registro.

La intensidad de las lluvias es un punto fundamental en la dinámica hídrica, pero del cual se tiene muy poca información cuantificada. Análisis preliminares de distintos eventos medidos en el Parque Nacional Campo de Los Alisos (Chicligasta, Tucumán) (Ayarde, datos no publicados) muestran que los más intensos por lo común son cortos (no más de media hora) y con picos de intensidad que pueden alcanzar los 50 mm/h.

En razón de la importancia que tiene la intensidad de las lluvias y la respuesta del sistema suelo-vegetación en un ambiente natural, en 2015 se inició un estudio al respecto en un sector montano del Parque Campo de Los Alisos, para lo cual se instaló una estación de registro con dispositivos para medir Precipitación pluvial, Precipitación efectiva y Esguerramiento superficial en dos situaciones de un sector de bosque montano. Lamentablemente, al presente solo se cuenta con datos preliminares y discontinuos debido a recurrentes fallas en el funcionamiento de los dispositivos instalados.

Neblinas (Ph)

El aporte de agua por parte de las neblinas en las montañas de estas latitudes es un tema escasamente abordado y los pocos datos existentes muestran algunas inconsistencias, probablemente debido a problemas de origen metodológico en la obtención de los registros. Estudios realizados en la Sierra de San Javier, Tucumán (Hunzinger, 1995, 1997) le asignan un importante rol al aporte hídrico de las neblinas, mientras que estudios posteriores realizados en otros sectores del área montana tucumana encontraron que en el nivel inferior el aporte es muy escaso (Ayarde, 2005) y que se torna más importante a medida que aumenta la altitud hasta llegar a ser igual o mayor que el aporte de las lluvias en el nivel de los pastizales montanos (Fig. 5) (Ayarde, 2013). Algo similar fue reportado para ambientes montanos de la provincia de Salta (Belmonte y Mármol, 2002).

Precipitación efectiva (Pe)

La única información disponible sobre Precipitación efectiva en bosques montanos de la región proviene de un estudio de tres años (Ayarde, 2005) realizado en un parche de bosque en buen estado en un sector de selva montana situada a 1.300 m s.m., en inmediaciones del río Horqueta, en la Reserva Provincial La Florida (Monteros, Tucumán). La información obtenida (Tabla 5) muestra que poco más del 70 % del agua ingresada por lluvia llega hasta la superficie del suelo, lo que demuestra una buena cobertura del dosel arbóreo. Datos puntuales sobre distintos tipos de bosque y cobertura existen para el bosque montano húmedo del Parque Campo de Los Alisos (Ayarde, 2016) y el bosque de transición del Parque Sierra de San Javier (Ayarde et al., 2016).

Escurrimiento superficial (Es)

Los montos de escurrimiento superficial están directamente relacionados con la capacidad de infiltración que tiene el suelo del bosque. Los valores obtenidos en el estudio mencionado anteriormente (Ayarde, 2005), menores del 1 %, muestran la alta capacidad del suelo del bosque para infiltrar el agua que llega a su superficie, y el eficiente papel de morigeración que desempeña la cobertura vegetal por encima de él. Esto se pone de relieve más aún si se compara con datos provenientes de suelos dedicados a actividades culturales productivas, donde los valores de escorrentía superan largamente el 10 % (Hunzinger, 1997).

V. Estudios sobre dinámica hídrica. Qué falta conocer

Como se dijo anteriormente la información básica disponible es aún escasa. Urge la generación de mayor y más precisa información sobre tópicos de Dinámica Hídrica en ambientes montanos de nuestra región. Existe al presente valiosa información disponible sobre montos de las precipitaciones y también herramientas para evaluar, modelos mediante, sus efectos cuencas abajo, pero falta información básica, por ejemplo, sobre intensidad de las lluvias, respuesta de los distintos tipos de cobertura vegetal ante distintas intensidades, permeabilidad del suelo del bosque, efecto de la pendiente, etc. Es por ello que, con el objetivo de generar este tipo de información, desde hace unos años desde el Instituto de Ecología de la Fundación Miguel Lillo estamos desarrollando estudios en esta dirección y lo aquí presentado es parte de los resultados obtenidos.

Bibliografía

Alderete M.C., 1998. *Unidades Fisiográficas*. En: Gianfrancisco M., M.E. Puchulu, J. Durango de Cabrera y G.F. Aceñolaza (eds.), Geología de Tucumán: 29-39. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.

Ayarde H., 2005. *Hidrología en bosques subtropicales de montaña en Argentina*. En: Ataroff M. y J.M. Silva (eds.), Dinámica Hídrica en Sistemas Neotropicales. ICAE, Univ. Los Andes, Mérida, Venezuela, 37-42.

Ayarde H., 2013. *Aporte hídrico de las neblinas en las montañas húmedas del noroeste de Argentina*. En: Actas del I Simposio de la Reserva de Biosfera de las Yungas "10 años de experiencias y desafíos" y V Reunión Regional de las Selvas de Montañas. San Salvador de Jujuy: Grupo Promotor RBYungas; CETAS/UNJu; Secretaría de Gestión Ambiental de Jujuy; Ministerio de Educación de Jujuy; Administración de Parques Nacionales; UCSE; Fundación Pro-Yungas. ISBN 978-950-721-448-6. 13 p.

Ayarde H., 2016. *Dinámica hídrica en bosques de montaña*. En: Instituto de Ecología, FML. Curso de Campo Transferencia de Experiencias en Métodos de Campo en Ecología. Parque Nacional Campo de Los Alisos-Instituto de Ecología, Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 33 p. Noviembre de 2015. https://www.academia.edu/31117997/Memorias_del_curso_de_campo_Transferencia_de_Experiencias_en_M%C3%A9todos_de_Campo_en_Ecolog%C3%ADa_Parque_Nacional_Campo_de_Los_Alisos_Tucum%C3%A1n_Argentina

Ayarde H., E. Perea y J. Julián, 2016. *Dinámica hídrica en bosques montanos subtropicales*. En: Instituto de Ecología, FML. Memorias del curso de campo Transferencia de Experiencias en Métodos de Campo en Ecología. Las Tipas, Parque Sierra de San Javier, UNT-Instituto de Ecología, Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 40 p. Noviembre de 2016. https://www.academia.edu/30460228/Memorias_Curso_de_Campo_2016_Instituto_de_Ecolog%C3%ADa_Fundaci%C3%B3n_Miguel_Lillo.pdf

Belmonte S. y L. Mármol, 2002. *La precipitación horizontal en un sector de Yungas de las Sierranías de Lesser-San Lorenzo (Salta-Argentina)*. Resúmenes III Reunión Regional de Selvas de Montaña: 14-15. Jujuy.

Bianchi A.R. y C.R. Yañez, 1992. *Las precipitaciones del noroeste argentino*. INTA, Estación Experimental Salta. 383 p.

Braun Wilke R.H., L.G. Buitrago, B.S. Villafañe y A. Riquelme, 2012. *La cubierta vegetal y el clima en las tierras altas de Jujuy (Argentina) alrededor de 24°S*. 1ras. Jornadas Integradas y 8vas. Jornadas Científico-Técnicas, Fac. Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.

Bruijnzeel L.A. & J. Proctor, 1993. *Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forest: what do we really know?* En: Hamilton L.S., J.O. Juvik and F.N. Scatena (eds.), Tropical Montane Cloud Forest. Proc. International Symposium: 25-46. East-West Center UNES-CO/USDA, Río Piedras, Puerto Rico.

Bruijnzeel L.A., 2002. *Hydrology of Tropical Montane Cloud Forests: A Reassessment. Proceedings II Colloquium International on Hydrology and Water Management in the Humid Tropics, Panamá*, 1999. IHP-V. Technical Documents in Hydrology 52: 353-383.

Halloy S., 1985. *Climatología y edafología de Alta montaña en relación con la composición y adaptación de las comunidades bióticas* (con especial referencia a las Cumbres

Calchaquies, Tucumán). Ph. D. dissertation, Univ. Microfilm Internat. Publ. Nº 85-02967, Ann Arbor, Michi-gan, U.S.A. 839 p.

Hunzinger H., 1995. *La precipitación horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina*. En: Brown A.D. y H.R. Grau (eds.), Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña: 53-58. LIEY-FCN, UNT.

Hunzinger H., 1997. *Hydrology of Montane Forests in the Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina*. *Mountain Research and Development* 17 (4): 299-308.

Meyer T., 1963. *Estudios sobre la Selva Tucumana. La Selva de Mirtáceas de Las Pavas*. Opera lilloana 10: 1-144. Fundación Miguel Lillo.

Molinillo M. y B. Manasse, 1993. *Racionalidad en el manejo de los recursos naturales en ambientes de montaña: el enfoque de los planificadores y el de la población local*. En: Rabey, M.A. (ed.), El uso de los recursos naturales en las montañas: tradición y transformación, 321-346. UNESCO, Montevideo.

Picchi C.G., 1993. *Ocurrencia de condensaciones ocultas en el nivel superior del bosque montano de la comarca de Yala, provincia de Jujuy*. Resúmenes Primera Reunión Regional sobre Selvas de Montaña. LIEY, Horco Molle, Tucumán.

Hugo R. Ayarde

Lic. en Cs. Biológicas. Investigador en el Instituto de Ecología de la Fundación Miguel Lillo. Especialidad: Flora y Vegetación Regional, Fitogeografía, Dinámica Hídrica.

HIDROGEOLOGÍA DE LA CUENCA SALI DULCE

Patricia Grimaldi

Rio que acaricia dulzura, lado a lado formando cultura.
Lleva corriente su esencia, espejos que multiplican apariencias.
Y ya en la tierra se unen, y ya sal y dulce se funden.
No sé si con el todo, no sé si con la nada.
El y ella; ella y el, en mares infinitos.
N.C.

RESUMEN

En Tucumán, el agua subterránea representa la principal fuente de abastecimiento para uso doméstico, agrícola e industrial. Existe una densa red hidrográfica que drena desde las serranías tucumanas, rellenoando los valles con depósitos clásticos de edad Cuaternaria, en donde los acuíferos poseen agua de buena calidad y en caudales importantes. Según las características geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas, existen tres ambientes hidrogeológicos: Provincia Hidrogeológica de los Valles Intermontanos, de Las Sierras Pampeanas, que cubre la cuenca hidrogeológica del Valle del Río Santa María y Tafi del Valle, ubicados en el sector oeste del territorio provincial. Provincia Hidrogeológica de Los Valles Intermontanos de Sierras Subandinas, que cubre la cuenca hidrogeológica de Tapia -Trancas en el sector centro - norte de nuestro territorio y la Provincia Hidrogeológica Tucumano - Santiagueña, que ocupa las cuencas hidrogeológicas, de la llanura oriental y se extiende hacia el Este, hasta sobrepasar el límite provincial con Santiago del Estero (Tineo et al., 1993).

La zona de estudio se encuentra comprendida entre los meridianos 64° 30' y 66° de longitud Oeste y los paralelos 25° y 30° de latitud Norte/Sur. Como referencia rápida de sus límites, sirven las localidades de Cafayate, El Tala y Copo Quile (Provincia de Salta), al Norte; La Reducción y Ranchillos (Provincia de Tucumán) al Sur; Gobernador Garmendia (Provincia de Tucumán) y Rapelli (Provincia de Santiago del Estero) al Este y al Oeste el límite coincide con el cordón montañoso de la Sierra de Quilmes. Como así también, las localidades de Famaillá, Bella Vista y Leales, al Norte; Rumipunco (Provincia de Tucumán); Termas de Río Hondo (Provincia de Santiago del Estero) al Este. Al Oeste el límite coincide con el cordón

montañoso de la Sierra del Aconquija y las sierras del SO tucumano. Y como límite Sur, la laguna de mar Chiquita (Provincia de Córdoba).

El estudio, tiene como objetivo principal, el obtener una representación lo más completa y homogénea posible del Ambiente Hidrogeológico la Cuenca Salí- Dulce, la cual tenga utilidad, como inventario de los recursos ambientales, así como una orientación para la optimización del aprovechamiento y/o protección del mismo. La metodología de trabajo consistió, en una la recopilación bibliográfica de trabajos específicos, como así también, la obtención de datos de otros organismos, necesarios para la realización del análisis, con sus correspondientes conclusiones.

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio, se caracteriza por sus los recursos hídricos, destacados por su abundancia. La red hidrográfica es extensa y los volúmenes de agua almacenados en los acuíferos, sectorizados, es abundante. (Cuenca Salí - Dulce. Fig. 1)

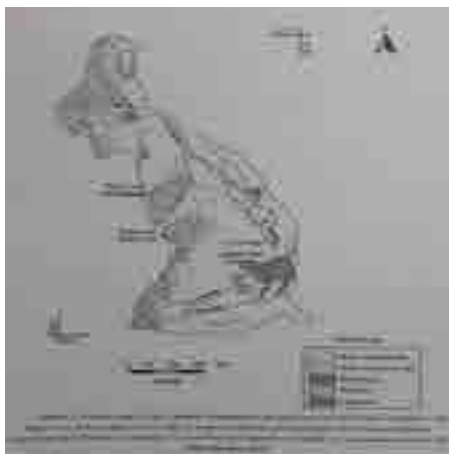


Fig. 1



Fig. 2

El colector principal de la cuenca hidrográfica, es el Río Salí-Dulce, nace en el extremo norte, con el nombre de Río Tala, en la Provincia de Salta. Al entrar a la Provincia de Tucumán, recibe el nombre de Río Salí y al llegar a la Provincia de Santiago del Estero y hasta su desembocadura en la laguna de Mar Chiquita, recibe el nombre de Río Dulce.

En la Provincia de Tucumán, el Río Salí recibe numerosos afluentes que descienden desde la Sierra del Aconquija y las sierras del suroeste, mientras que, en la Provincia de Santiago del Estero, el Río Dulce prácticamente no recibe afluentes. (Fig. 2).

Gran parte de los recursos hídricos de la región, corresponden a aguas subterráneas profundas, alojadas en los sedimentos cuaternarios de la extensa llanura aluvial, que ocupa todo el centro y este de la Provincia de Tucumán.

La calidad de las aguas superficiales como subterráneas, son consideradas de buenas a muy buena, pero la abundancia de los recursos hídricos superficiales y su calidad, se encuentra alterada por las diversas actividades económicas que se desarrollan en la región, limitando su uso para consumo humano. Por tal motivo, el abastecimiento de agua potable se realiza principalmente por medio de perforaciones profundas y someras. Sin embargo, en algunos casos estas aguas, tampoco son aptas para consumo, ya sea porque presentan contaminación bacteriológica o bien porque el contenido de algunos elementos traza de origen natural, excede los valores recomendados por los organismos de salud nacionales e internacionales.

Gran parte del área de Tucumán, está ocupada por cadenas montañosas en donde se encuentran las nacientes de los ríos que alimentan, tres grandes cuencas hidrográficas: la Cuenca del Río Salí ubicada en el sector central de la de la provincia, la Cuenca del Río Santa María que se encuentra en el borde occidental y la cuenca del Río Salado que abarca el sector oriental. La línea divisoria de aguas entre las dos primeras cuencas, coincide con el área de divisorias de aguas de las Cumbres Calchaquíes hacia el norte y las Sierras del Aconquija hacia el sur, mientras que las nacientes de los ríos, pertenecientes a las cuencas de los Ríos Salí y Salado están separadas por las máximas alturas de las sierras del Cajón y de La Ramada.

Desde el sector donde nacen los numerosos ríos, que conforman la cuenca y que en el sector pedemontano se infiltran, recargan los acuíferos que se encuentran en el subsuelo de la llanura, tanto al Este y como al Sur de los valles intermontanos del Norte, sus aguas son intensamente explotadas por medio de perforaciones, que varían en profundidad desde los 100 hasta 400 metros.

Por este motivo, los ríos que nacen en la zona montañosa pueden ser considerados como una de las principales reservas de agua de buena calidad de las provincias de Tucumán y Santiago del Estero.

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Uno de los rasgos sobresalientes del área de estudio, es su red hidrográfica, una de las más importantes de la región del Noroeste y a lo largo de la cual se ha producido el desarrollo económico y cultural de la zona (Fig.3)

El Río Salí surca la región de Norte a Sur, siendo el colector principal de los numerosos ríos que descienden desde las sierras del Aconquija. El río nace en el límite entre las provincias de Salta y Tucumán y en su curso superior hasta el Dique Celestino Gelsi, se encuen-

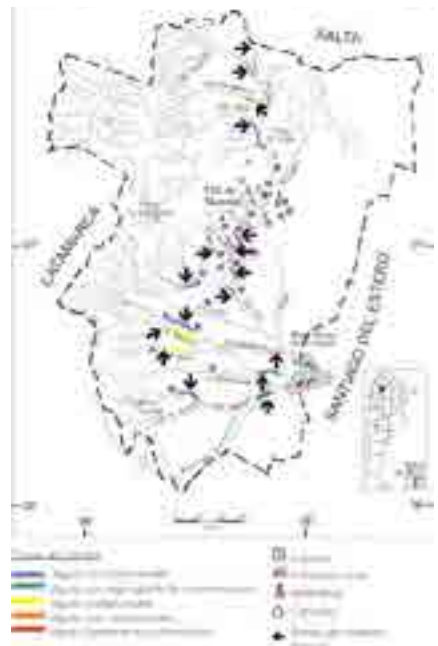


Fig.3

tra encajonado en una falla geológica, que corre en sentido N-S. Inmediatamente hacia el Sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán, el río forma un abanico aluvial que se extiende sobre la llanura tucumana, abarcando una superficie aproximadamente 2000 Km² (Tineo et al 1995).

El Río Salí tiene una longitud de 185.5 km desde el paralelo de 26° S hasta su desembocadura en el embalse de Río Hondo. En su mayoría las cuencas que aportan al Salí, son elongadas en sentido Oeste-Este, con excepción de la subcuenca del Arroyo Mixta, todos los ríos presentan sus cabeceras, en la ladera oriental de la Sierra del Aconquija. Los caudales están fuertemente influenciados por el régimen de lluvias, siendo máximos durante la época húmeda (Octubre a Marzo) y mínimos en el período seco (Junio a Septiembre) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales características morfológicas de la Cuencas y Subcuencas. Datos obtenidos de la Secretaria de Minería de la Nación. SEGEMAR-IGRM. Dirección de Geología Ambiental y aplicada. 2002 (correspondiente a la Provincia de Tucumán)

Subcuenca	Longitud del colector principal (Km)	Superficie de la Cuenca (Km ²)	Nº de orden máximo de ríos
Colorado-Famaillá	41.06	676.41	3
Lules	38.45	1018.59	5
Tapia	18.67	242.02	4
Vipos	30.44	656.26	4
Choromoro	33.86	444.93	4
Acequiones	28.82	595.29	4
Tala	45.68	862.48	5
La Calera	20.80	411.12	4
Candelaria	35.56	441.80	3
Cajon-Tajamar	68.37	438.34	3
Aguas blanca	27.31	384.60	4
Urueña	32.85	690.15	4
Copoquille	30.17	265.57	3
Tafi- La Angostura	10.28	494.80	3
Santa María	63.11	3029.26	5
Pueblo Viejo	70.00	1164.00	
Balderrama			
Seco	60.00	374.00	3
Arroyo Matazambi	70.00	279.00	2
Chico – Medina	105.00	1088.00	4
Gastona	105.00	1253.00	4
Marapa	78	1549.00	3
Arroyo Mixta	53.00	344.00	2
Salí	185.5	11.894.70	5

La extensa red hídrica que se concentra, principalmente en el territorio de la Provincia de Tucumán, soporte de toda la actividad socioeconómica de la región. Sus aguas no sólo se utilizan para consumo, riego y uso industrial, sino que además constituyen el medio de evacuación de muchos de los efluentes que todas estas actividades generan.

Debido, a que la actividad industrial está concentrada en el sector pedemontano y en la llanura, en los sectores próximos a las desembocaduras de los ríos, la calidad está fuertemente afectada. En tanto que, en las cabeceras de los principales ríos, tienen aguas de buena calidad, por más que la expansión urbanística, está dirigida hacia esa zona.

Sin embargo, el grado de alteración no es constante a lo largo del año, como consecuencia de la distribución estacional de las precipitaciones y del carácter también estacional de la actividad industrial.

Las aguas del Río Salí, a lo largo de su recorrido, pasan de ser bicarbonatadas sódicas, a la altura del Balneario El Boyero (Trancas), a sulfatadas cálcicas, a la altura de la localidad de Los Gómez, aproximadamente 40 km antes de su desembocadura en el embalse de Río Hondo. La calidad de sus aguas está afectada por contaminación de origen fundamentalmente orgánico en su curso medio e inferior, con una recuperación en la calidad de las aguas antes de su desembocadura en el embalse de Río Hondo, que es más marcada en época de lluvias (Galindo et al., 2001). En general, los estudios de calidad llevados a cabo en el Río Salí coinciden en que el mayor impacto se produce en el tramo en el que el río atraviesa el complejo urbano de San Miguel (MCT y MA 1995; SEMA 1996; Hidalgo et al. 1994, 2001, 2006; Perera et al. 1996; Seeligmann 1998; Chaile et al. 2000; Fernández Turiel et al. 2001).

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

En base a las características Geológicas-geomorfológicas e Hidrogeológicas, Tineo et al. (1998) han diferenciado en la Provincia de Tucumán tres ambientes hidrogeológicos.

1) La Provincia Hidrogeológica de los valles intermontanos de las Sierras Pampeanas, que comprende las cuencas hidrogeológicas del Valle del Río Santa María y del Valle de Tafí.

2) La Provincia Hidrogeológica de los valles intermontanos de las Sierras Subandinas, que comprende a la cuenca hidrogeológica Tapia-Trancas

3) La Provincia Hidrogeológica Tucumano-Santiagoña, que cubre las cuencas ubicadas en llanura oriental.

La extensa llanura aluvial que abarca todo el sector centro-oriental de la región, alberga recursos hídricos subterráneos de gran importancia no sólo por el volumen de agua almacenado, sino por la calidad de sus aguas, que constituyen la única fuente de provisión de agua potable. Además, existen numerosas captaciones que proporcionan agua para riego y para uso industrial, conformando una extensa red de más de 5000 pozos profundos.

Los pozos de más de 100 metros de profundidad que se encuentran en el sector central y muestran niveles de surgencias, principalmente en el sector cercano al Embalse de Río Hondo, convierten a la zona en una de las cuencas artesianas más importantes del país (Vilela 1970).

En la provincia de Tucumán, la cuenca hidrogeológica se ha denominado Cuenca del Río Salí (Tineo et al. 1984, 1998), mientras que en la Provincia de Santiago del Estero, este

ambiente hidrogeológico se denomina Bordedistal del abanico aluvial de las Sierras del Aconquija (área de Termas de Río Hondo) (Martín 1999). En las inmediaciones de la ciudad de Termas de Río Hondo, sin embargo, el reservorio hídrico subterráneo es quizás independiente del que existe en la llanura tucumana, debido a las características litológicas y estructurales de ese sector (Martín 1999).

Acuíferos

El acuífero libre

La profundidad del acuífero freático es variable en la zona. En las proximidades de las Sierras del Aconquija se encuentra a profundidades comprendidas entre los 20 y 30 metros y sus espesores son variables (Tineo y García 1996). En ambas márgenes del Río Salí, la profundidad de la freática varía entre los 0,50 y 1,80 metros (Figueroa et al. 1996), y hacia el este la profundidad aumenta hasta Estero. Hacia el Sur, la profundidad de la freática puede oscilar entre los 30 y 100 cm. Estas oscilaciones son las responsables de la salinización que afecta los suelos en esa zona.

En el extremo Noreste del área de surgencia, la freática tiene una profundidad de aproximadamente 9 metros, aunque existen niveles saturados a unos 50 cm de profundidad en los alrededores de Estación Aráoz. Estos últimos sólo se forman en las épocas de intensas lluvias y producen enormes daños a los cultivos de la zona -Figueroa et al. (1996)- concluyendo que la recarga de la freática en la llanura tucumana está asociada directamente con las precipitaciones.

En gran parte del área de estudio, el acuífero freático es ampliamente explotado en perforaciones domésticas, que suplen la falta de una red de distribución de agua potable. Estos pozos funcionan con pequeñas bombas manuales y tienen diámetros de aproximadamente 50 cm. Los pozos freáticos del Noreste funcionan por lo general con baldes o pequeñas bombas eléctricas, tienen un diámetro de 1 metro aproximadamente y por lo general se encuentran abiertos o protegidos con tapas precarias. Hacia el Este y Sureste, por el contrario, estas perforaciones someras prácticamente no existen como consecuencia de la gran profundidad a la que se encuentra la freática. En estos casos es más común que la comuna o el particular construyan un pozo profundo que abastezca tanto las necesidades de uso doméstico como de riego. Alcanzando valores de hasta 30 metros en las inmediaciones del límite con la provincia de Santiago del Estero.

Acuíferos confinados y semiconfinados

La sedimentación cuaternaria, corresponde a un proceso fluvial con una dinámica divagante de períodos de fuerte erosión y arrastre que alternan con períodos de menor energía y sedimentación. Las descripciones litológicas de los pozos muestran claramente este proceso, el cual se ha manifestado mediante la presencia de niveles de grava y arena gruesa (períodos de elevada energía) alternantes con niveles arcillosos y limoarcillosos (períodos de baja energía).

Los niveles gravosos y arenosos se encuentran saturados, formando acuíferos limitados por capas limo-arcillosas semipermeables que se van alternando en profundidad y que

van gradando lateralmente hacia el este a facies de granulometría más finas. Los perfiles litológicos de las Fig. 4 y 5, son esquemas que representan, en forma general, las capas del subsuelo y los acuíferos encontrados, con datos aportados de las perforaciones profundas realizadas.

El pozo de mayor profundidad en el perfil de la Fig. 4 atraviesa nueve niveles saturados en el intervalo comprendido entre los 45 y 255 metros de profundidad. El nivel saturado más profundo se desarrolla entre los 250 y 255 metros.

En general los pozos de mayor profundidad se encuentran en el límite entre las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero, donde el espesor sedimentario es mayor.

La delimitación precisa de los acuíferos cuaternarios y del terciario superior, que son explotados en este sector de la cuenca, no ha podido definirse aún debido a la heterogeneidad de la secuencia sedimentaria y a los diferentes criterios utilizados en las descripciones litológicas de los pozos.

Los sedimentos gravosos depositados en el valle del río Salí y tienen un espesor de 150 a 200 metros de profundidad, se encuentran completamente saturados. La recarga de estos acuíferos, se encuentra proporcionado por la infiltración de las aguas de lluvia y por la infiltración directa de las aguas del Río Salí.

Hacia el Este, estos depósitos se interdigitan con el material loésico, que cubre la llanura, hasta los primeros 30 metros y llegando en algunos casos a los acuíferos cuaternarios más profundos. No se conoce cuál es la extensión lateral de esta interconexión.

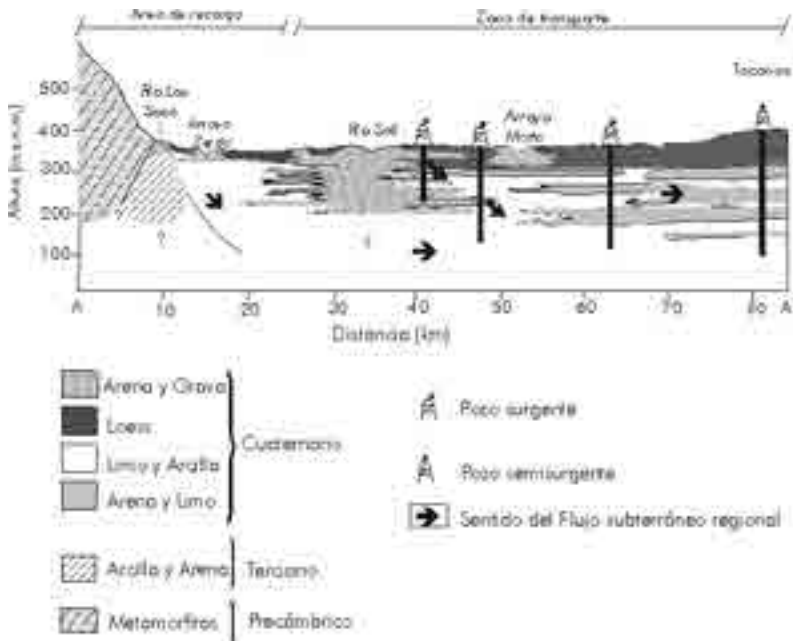


Fig. 4: Corte esquemático de la sección (O - E)

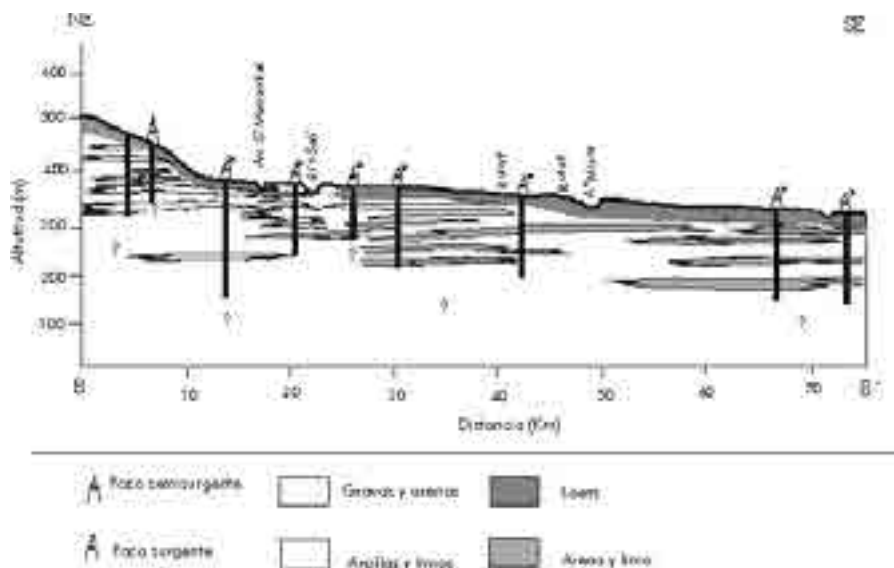


Figura 5: Corte transversal de una sección NO - SE que se extiende desde el flanco Oriental de la sierra de San Javier, hasta las inmediaciones del embalse de Río Hondo

Parámetros y Características Hidrogeológicas Determinadas en Captaciones Nivel estático

El nivel estático presenta fluctuaciones debidas a las diferentes profundidades de los pozos.

La isopieza 0 encierra el área de surgencias, abarcando gran parte de la llanura tucumana, extendiéndose desde las proximidades de la ruta Nacional N°38 hacia el Este y Sur. El límite Oeste se mantiene aproximadamente paralelo a la mencionada ruta y a la Ruta Nacional N°157, aunque presenta importantes desviaciones en las inmediaciones de los ríos Chico y Marapa. El límite Norte está dado por el espolón de Tacanas (Tineo et al. 1984) que constituye una divisoria de aguas subterráneas. Sobre esta estructura, los valores estáticos se profundizan notablemente, alcanzando profundidades de hasta -30 m. Hacia la sierra del Aconquija, los niveles estáticos también se profundizan, aunque no tan marcadamente como en este sector.

Al sur del Río Marapa, la presencia de una importante estructura en el subsuelo de la llanura, corre el límite del área de surgencias hacia el este, entre las localidades de Lamadrid y Taco Ralo.

Movimiento del agua en subsuelo

El área de recarga de los acuíferos, se encuentra en el sector pedemontano, donde los materiales gruesos que constituyen los abanicos aluviales, permiten una fácil infiltración del agua de lluvia y de los principales ríos que conforman la cuenca del río Salí.

El sentido del flujo es en general Noroeste-Sureste, mientras que hacia el Sur el escurrimiento es principalmente Oeste-Este. En el Norte y Noreste de la región, de acuerdo con la distribución de las curvas isopiezas, el sentido del flujo es Sur-Suroeste. Sin embargo, la menor permeabilidad de los materiales presentes en subsuelo y la baja recarga producida por la escasez de precipitaciones, limita la infiltración y el escurrimiento en este sentido.

En el sector Sur, la dirección de movimiento del agua cambia, manteniendo un sentido Noroeste-Norte y está controlada por los afloramientos del basamento en las Cumbres de Balcozna, Narváez y Portillo (Tineo et al. 1984).

Uso del agua subterránea

Gran parte de las perforaciones realizadas en este sector están destinadas a proporcionar agua para el abastecimiento de la población. Todas las comunas presentan un pozo a partir del cual se distribuye el agua a las viviendas. En los mejores casos, la distribución se hace por medio de una red que se conecta al pozo, aunque en general el pozo se hace en un sector de fácil acceso a fin que los pobladores lleven el agua a sus casas cuando la necesitan. En muchos casos el pozo pertenece a una escuela o un hospital de la comuna.

Por tratarse de un área principalmente productora, se han realizado numerosas captaciones, a fin de obtener agua para riego y otros usos. La realización de perforaciones con este fin es una actividad que ha adquirido creciente interés por parte de los productores de la zona, como consecuencia de las escasas precipitaciones que se registran, fundamentalmente durante los meses de invierno. Por lo general estos pozos se encuentran conectados a sistemas de riego por aspersión.

Composición química y calidad de las aguas subterráneas

En los últimos años se han realizado muestreos con el objeto de determinar la calidad de las aguas subterráneas y definir los procesos que son responsables de la composición observada (Nicolli et al. 2000, Martín 1999, García M.G. et al. 2001, García M.G. 2002).

La variación en la composición iónica de las aguas subterráneas profundas refleja en gran medida, las variaciones litológicas encontradas. De acuerdo con el diagrama de Piper-Hill- Langelier, las aguas subterráneas profundas, se clasifican en dos grupos: sulfatadas y/o cloruradas sódicas y bicarbonatadas sódicas (Fig.6). Dentro de este último grupo se encuentran las aguas próximas al Río Salí y las ubicadas en los alrededores de la ciudad de Termas de Río Hondo.

Analizando la distribución de los puntos, en el campo de las aguas sulfatadas y/o cloruradas sódicas, se observa, que las muestras tomadas en sectores más próximos al área de recarga (triángulos rojos) se agrupan en el límite con el campo de aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas, mientras que las restantes se aproximan hacia el extremo sódico. Esta evolución resulta normal para aguas naturales profundas.

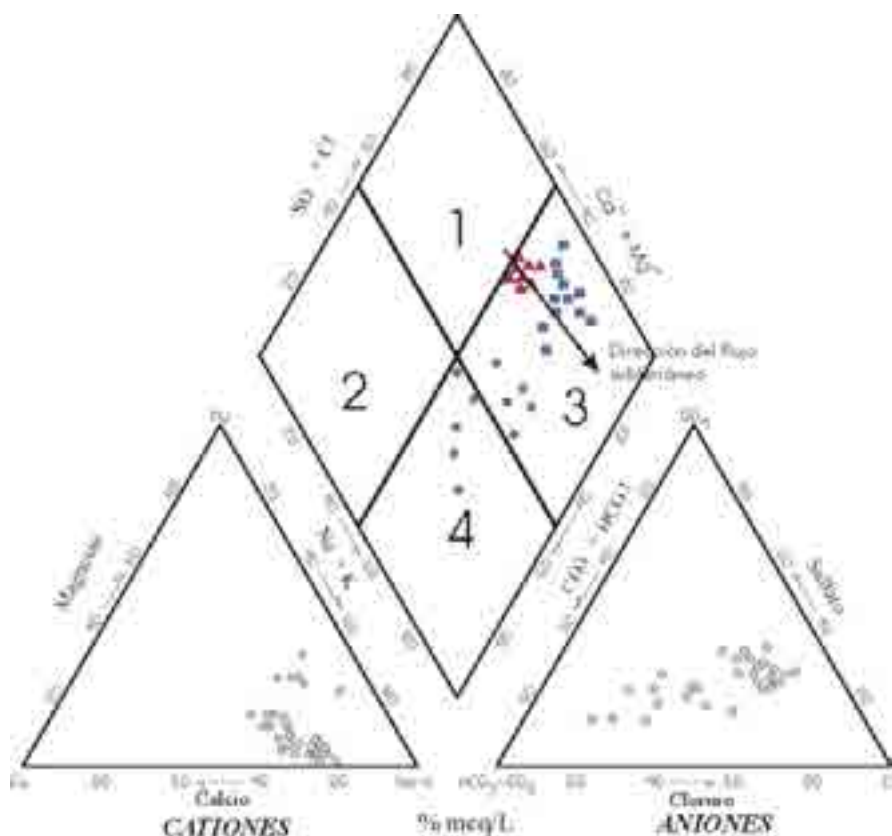


Fig. 6: Diagrama de Piper que muestra la clasificación de las aguas subterráneas profundas del área de estudio. 1. Aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas; 2. Aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas; 3. Aguas sulfatadas y/o cloruradas sódicas; 4. Aguas bicarbonatadas sódicas.

Termalismo

En el sector SE del área de estudio, las aguas subterráneas profundas presentan valores de temperatura anómalos, cuyo origen es aún discutido. En la llanura tucumana, la temperatura del agua subterránea aumenta hacia el Sur y el Sureste, clasificándose como aguas hipertermas o termales (Schoeller 1962), ya que superan la temperatura media anual de la zona en más de 4°C. Según Bogomolov (1966) se clasificarían como tibias a moderadamente tibias.

Las temperaturas del agua en esta zona oscilan entre los 26 y a los 28°C. Mon y Vergara (1987) establecen que las manifestaciones hidrotermales en la llanura del Sureste de la Provincia de Tucumán, estarían estrechamente ligadas a la estructura, y encuentran que los valores de geotermometría más elevados están alineados en forma paralela a la

estructura regional que constituye el borde oriental de la cuenca, en las proximidades del límite con la provincia de Santiago del Estero. Para otros autores, sin embargo, los valores de temperatura registrados en estos pozos están relacionados con su profundidad y el gradiente geotérmico.

La zona donde los acuíferos muestran las máximas temperaturas corresponde a las proximidades de Termas de Río Hondo y Colonia Tinco (Jurío et al. 1975). La primera de estas ciudades es un importante centro de turismo, desarrollado a partir de las propiedades curativas de sus aguas termales. La temperatura del agua en esta región es superior a los 40°C, alcanzando en algún caso hasta 90°C. De acuerdo con las conclusiones obtenidas por estos autores, el origen de la temperatura en las Termas de Río Hondo, a diferencia de lo que ocurre en el resto de la región, no está asociado a las características hidrogeológicas regionales, sino a la influencia de rasgos tectónicos estrictamente locales. En el mismo sentido, Martín (1999), considera que la fosa tectónica de Termas del Río Hondo constituiría una cuenca receptora de corrientes ascendentes de agua que se desplaza a través de fracturas originadas en el subsuelo y sus rasgos hidrogeológicos y de temperatura, estarían íntimamente ligados a factores tectónicos. Sin embargo, ambos autores coinciden en la necesidad de realizar estudios más detallados que permitan definir con precisión el origen de las anomalías termales.

BIBLIOGRAFÍA

- Battaglia, A.,** 1982. *Descripción Geológica de las Hojas* 13f, Río Hondo, 13g, Santiago del Estero, 14g, El Alto, 14h, Villa San Martín, 15g, Frías. Servicio Geológico Nacional Boletín 186: 1-80, Buenos Aires.
- Bianchi, AR y C.E. Yañez.** 1992. *Las Precipitaciones del Noroeste Argentino*. INTA, Salta. 383 pp.
- Camino, R.,** 1979 *Sierras Pampeanas noroccidentales, Segundo simposio de Geología Regional Argentina: Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*. I:225-291
- Custodio, E. y Llamas, R.** 1983. *Hidrología subterránea*. Segunda Edición. Editorial Omega. T I y II: 2350 pp. Barcelona.
- Dal Molin, C., Fernandez, D. S., Escosteguy, L. y Villegas, D.,** 2001. *Hoja Geológica* 2766-IV "Concepción". Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- Dirección Provincial del Agua.** Archivo de perfiles de pozos. Inédito.
- Figuroa, L.R.; Medina, L.F. y Pietroboni, A.M.** 1996. *Variaciones del nivel freático en la llanura deprimida de Tucumán*. INTA – CRT. Serie monográfica N°3. 39 pp.
- García, M.G.** 2002. *Estudio hidrogeo químico de las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca artesiana del sureste de la Provincia de Tucumán*. Tesis doctoral, inédito, Universidad Nacional de Tucumán.
- Georgieff, S., Bossi, G., Ibañez, L. Y Moyano, S.,** 2002. *Efectos en los sistemas fluviales por cambios en el nivel de base (Embalse Río Hondo)*. Documento Final de las 1as Jornadas Eco-Ambientales "Las inundaciones y el Impacto Ambiental relacionados al Embalse Río Hondo". Simoca. Tucumán.

Gianfransisco, M., Puchulu, M., Durango De Cabrera, J. y Aceñolaza, G. (Eds). 1998. *Geología de Tucumán*. Segunda Edición. Colegio de Graduado sen Ciencias Geológicas de Tucumán. Tucumán. Argentina.

Gonzalez, O., 1999. Hoja Geológica 2766-II San Miguel de Tucumán Boletín N°245. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.

Jurio, R.; Méndez I., y Miró, R. 1975. *Zonación hidrotermal de acuíferos del terciario superior en las provincias de Santiago del Estero y Tucumán, Argentina*. II Congreso Iberoamericano de Geología Económica (actas) IV: 495 - 522. Buenos Aires.

Martín, A. 1999. *Hidrogeología de la Provincia de Santiago del Estero*. Ediciones del Rectorado. Universidad Nacional de Tucumán. 267 pp.

Mon, R., Hong, F., y Sosa Gomez, J., 1986. *Aportes de la Microtectónica al conocimiento de la geología del Basamento Metamórfico de la Provincia de Tucumán*. 3º Reunión de Microtectónica. Actas: 73-79. La Plata.

Nicolli, H. B. y M. H. Merino 1997. *Aguas contaminadas, geoquímica ambiental y salud. Protección del Medio Ambiente* (F.A.A.), 1 (1): 68-82. Argentina.

Nicolli, H.b.; Tineo, A. y García J.w. 2000. *Estudio hidrogeológico y de calidad del agua en la cuenca del Río Salí, Provincia de Tucumán*. INGEOQUI (instituto de geoquímica). Dirección General de Investigación y Desarrollo. Fuerza Aérea Argentina: 82-100.

Sayago, J. M., Rato, L. y Collantes, M., 1984. *Geomorfología*. En Geología de Tucumán. Public. Esp. Colegio de Grad. Cs. Geol. Tuc.: 143-153. F. Aceñolaza, A. Toselli y E. Bossi (Eds.).

Soil Survey Staff, 1998. *Keys to Soil Taxonomy*. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. 8 th Edition. EEUU.

Tineo, A. Fernández M.m.; Fernández R., Guerrero, C. y De La Vega, E. 1984. *Hidrogeología*. En: Aceñolza, F., Toselli, A. Y Bossi, G. (Eds). Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas, Tucumán

Tineo A. y García M.G. 1996. *Ambientes hidrogeológicos del Gran San Miguel de Tucumán*. XIII Congreso Geológico Argentino. Actas IV: 351-361. Buenos Aires.

Tineo A., Falcón, C., García, J., D'Urso, C., Galindo G. y Rodríguez, G. 1998. *Hidrogeología*. En: Gianfransisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J., y Aceñolaza, G. (Eds). Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas, Tucumán: 259-274.

Tineo A., García, J., Falcón, C., Rodríguez, G. y D'Urso, C. 1995. *Hidrogeología del cono aluvial del Río Salí, Provincia de Tucumán, Argentina*. IX Congreso Latinoamericano de Geología. Caracas, Venezuela.

Patricia Grimaldi

Lic. en Geología. Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia de Tucumán.

INVENTARIO PRELIMINAR DE HUMEDALES EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN DISTRIBUCION TERRITORIAL Y PROPUESTAS PARA SU GESTION AMBIENTAL

Rubén Ignacio Fernández

RESUMEN

Tucumán, es la provincia más pequeña del país, aun así tiene vastos territorios que no han sido estudiados en varios aspectos. Desde 2009 venimos describiendo y caracterizando humedales naturales y artificiales, realizando tareas de concientización sobre su importancia como recursos hídricos y necesidad de gestión conservacionista presente y futura. Este trabajo reúne 34 “Humedales” que han sido clasificados de acuerdo a la Convención Ramsar (1971) y Cowardin et al (1979).

Asimismo, los pocos que se describen se han evaluado de acuerdo a su valor paisajístico y se proponen como áreas de reserva natural o de la biósfera por su importancia como ecosistemas en el marco de la legislación nacional y provincial vigente.

Introducción:

El estudio de los humedales en nuestra provincia no es nuevo, pero carecía de una sistematización en las investigaciones llevadas a cabo por distintos profesionales a través de los años; quienes casi siempre trabajaron aislados y con variada temática.

A partir de 2009 encaramos en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (SEMA) de la Provincia de Tucumán un estudio preliminar con reconocimiento de campo de diversos cuerpos de aguas (naturales y artificiales) con el fin de inventariar estos recursos hídricos de capital importancia para una futura gestión del agua.

Como en otras partes de nuestro planeta, los humedales fueron considerados tierras marginales, de baja calidad paisajística y sanitaria, que debían ser drenadas o recuperadas; ya sea para su afectación a la producción, como ampliación a la actividad agrícola o desarrollo urbano (Sirombra, 2007). Los humedales proporcionan recursos naturales de gran importancia para la sociedad. Por tal motivo, su manejo implica la necesidad de desarrollar su uso racional o uso sustentable. Dado que el agua fluye naturalmente, existe una estrecha vinculación entre los ecosistemas acuáticos permanentes, los temporariamente húmedos y también los terrestres adyacentes (Fernández et al, 2012). Los humedales son vulnerables a los impactos negativos de acciones (generalmente antrópicas) que ocurren fuera de ellos. Por tal motivo, la conservación y su uso sustentable deben desarrollarse a través de un en-

foque integrador que considere los distintos ecosistemas asociados (Fernández, 2010-2010 a). Destacamos para nuestro medio el primer libro sobre esta temática (Cicerone e Hidalgo, 2007) *“Los Humedales de la Cuenca del Río Salí”*, que reúne trabajos de investigación y desarrollo, con propuestas técnicas y legislativas.

Este trabajo define los “Humedales” como *zonas de transición entre la tierra y el agua; como ecosistemas de aguas poco profundas, temporaria o permanentemente inundados como esteros, bañados, lagunas y pantanos* (Sirombra, 2007). También se incluyen como humedales a *los cuerpos de aguas cuyas dimensiones están contempladas y descriptos en la clasificación de Ramsar* (1971) (Cicerone & Hidalgo, 2007). La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental que fue aprobado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar, relativo a la conservación y el uso racional de los humedales. A pesar de que el nombre oficial de la Convención de Ramsar refiere a humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, con los años su enfoque se amplió. La Convención entró en vigor en 1975 y en la actualidad más de 100 países de todo el mundo han adherido a la misma (Cicerone & Hidalgo, 2007, Fernández, 2010 y Fernández et al, 2012).

Al no contar con una planificación estratégica, comenzamos a estudiar los primeros humedales en el Noreste de la provincia de Tucumán y luego continuamos hacia el Sur tomando como guía las cuencas y subcuencas en los 7 (siete) distritos de riego de la Dirección de Recursos Hídricos (DRH, 2014). Ello dio lugar a una serie de trabajos de Fernández y Suárez (2009), Fernández (2011, 2012, 2013, 2018, 2019 y Fernández y Rodríguez 2019), que aportaron nuevas ideas sobre conservación y gestión del paisaje, como así también propuestas para la declaración de nuevas áreas de reservas naturales.

Se pretende con este inventario preliminar, colaborar con las tareas de numerosos investigadores en la búsqueda de nuevas fuentes de agua potable para nuestra provincia, ofreciendo para nuevos estudios la ubicación geográfica de 34 (treinta y cuatro) “humedales” entre artificiales y naturales. Además se incluye un ensayo de clasificación de acuerdo con la Convención RAMSAR y una somera descripción de los hasta ahora estudiados y publicados. Para finalizar, se agradece a la Secretaría de Estado de Medioambiente (SEMA) y Dirección de Recursos Hídricos (DRH) por el invalorable aporte de información y facilidades para el acceso a varios de los sitios “Humedales” descriptos en el presente trabajo.

METODOLOGIA DE TRABAJO

A pesar de ser un trabajo preliminar, para estudiar la provincia se empleó una base cartográfica compuesta por pares fotográficos aéreos, a escala 1:50.000 (1950) del IGM, provistas por la Dirección Provincial de Minería (D.P.M.) de Tucumán, fotogramas de la Dirección de Estadísticas (1970) a Escala 1:20.000 y ortofotos a escala 1:30.000 de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV). Para la base geológica-hidrogeológica, se usaron las Cartas Geológicas No 2766, II (San Miguel de Tucumán) y No 2765 (Concepción), Tineo (2007), Sayago et al (1998), Ruiz y Busnelli (2014), García et al (2014) y Fernández 2002, 2005, 2012 y 2013). Asimismo, para evaluar la calidad, capacidad de uso y fragilidad del paisaje se usó la metodología del MOPT (1992); modificada de Fines (1968) y Muñoz Pedreros (2004).

Para caracterizar los “humedales”, se usó la Clasificación de Tipos de Humedales, propuesta por la Convención de Ramsar (1971), Cowardin et al (1979) y las adaptaciones de Malvárez y Lingua (2004), Sirombra (2007), Cicerone & Hidalgo (2007), Fernández & Suárez (2009) Fernández (2011 y 2012), Fernández et al (2012) y Fernández y Falcón (2017).

FUNCIONES DE LOS HUMEDALES

Los humedales son esencialmente ecosistemas de gran importancia por los procesos hidrogeológicos y ecológicos que en ellos ocurren y diversidad biológica que sustentan (Cicerone & Hidalgo, 2007). Según Sirombra (2007) desempeñan un papel importantísimo en el Ciclo del Agua porque:

- a) Reciben y acumulan agua por precipitaciones (lluvia, nieve, granizo), agua subterránea o a través de ríos y arroyos.
- b) La liberan, ya sea en otros cursos de agua superficiales por infiltración a través del suelo, constituyendo depósitos de agua subterránea.
- c) Por evaporación y transpiración de las plantas nuevamente a la atmósfera.

Al ser más lenta la circulación del agua en los humedales, su liberación es también más lenta, por lo que tienen los siguientes efectos (Sirombra, 2007):

- 1) Funcionan como reguladores de los excesos y deficiencias hídricas.
- 2) Mitigación de crecientes, recarga y descarga de agua subterránea.
- 3) Desempeñan un papel importantísimo en el ciclo de intercambio entre Materia y Energía, mantenimiento de la calidad del agua (mediante la retención), transformación y transporte de sedimentos, nutrientes y contaminantes.
- 4) Pueden albergar una gran biodiversidad (aves, anfibios, mamíferos, insectos, etc.) que representan en sí mismos, elementos de la cadena trófica.
- 5) Actúan también como sistemas filtradores de la contaminación del agua, ya que la vegetación extrae el exceso de nitrógeno, fósforo, sulfatos, cobre y otros metales pesados llevados por el agua de escorrentía y por afluentes que los incorporan a su biomasa. Debido a su capacidad para filtrar metales pesados y modificar el pH, en Europa se están usando para tratar “Aguas Residuales Urbanas” a humedales artificiales contruidos con dichos fines (Sirombra, 2007). Además son necesarios para el desarrollo de varias actividades humanas que requieren de los recursos naturales provistos por los humedales y dependen por lo tanto del mantenimiento de sus condiciones ecológicas: pesca, agricultura, actividad forestal, el manejo de vida silvestre, pastoreo, transporte, recreación y el turismo (Fernández, 2011, 2012, 2013 y Fernández et al, 2012).

También uno de los aspectos fundamentales por los que en los últimos años se ha volcado mayor atención en la conservación de los humedales, es su importancia para abastecimiento de agua dulce con fines domésticos, agrícolas o industriales. La obtención de agua dulce se evidencia como uno de los problemas ambientales más importantes de los próximos años, dado que la existencia de agua limpia está relacionada con el mantenimiento de ecosistemas sanos. La conservación y el uso sustentable de los humedales se vuelve una necesidad impostergable (Fernández, 2011, 2013, 2019, Fernández et al, 2012).

La mayoría de las investigaciones a nivel internacional han demostrado que es más rentable conservar los humedales naturales que desecarlos o convertirlos y asignar las tierras a otros usos (a menudo marginales) y luego tratar de proveer los mismos servicios que brindaban los humedales, levantando estructuras como presas, diques, instalaciones de tratamiento de agua, etc. (Fernández et al, 2007).

ASPECTOS LEGALES

A contrario a lo que se piensa, en nuestro país no existe una extensa legislación de humedales. Solamente a nivel nacional contamos con la Ley Nº 23.919 de humedales, y otra con media sanción en el Honorable Senado de la Nación.

En la provincia, existe la Ley Nº 7727/2006 que declara sitio RAMSAR a los humedales de los deltas de los Ríos Salí, Gastona, Medina y Marapa; que constituye las riberas del perillago del Dique Frontal en jurisdicción provincial y declara la intangibilidad de los mismos, con excepción de las obras o estudios necesarios para optimizar su conservación y/o explotación, realizados por organismos públicos o instituciones científicas autorizadas por la autoridad de aplicación. Asimismo, establece que el Poder Ejecutivo provincial procederá a la habilitación de un registro para la Inscripción de los sitios existentes que correspondan a las características de humedales (Sitio RAMSAR) en la provincia.

Existen otras leyes que se aplican al uso del agua, sanidad ambiental, flora y fauna acuáticas y del ambiente en general (Sayago, 2007, Fernández, 2013). Para nuestra provincia la principal fuente normativa sobre el uso del agua es la Ley Nº 7139 (y su modificatoria Nº 7140) cuya autoridad de aplicación es la Dirección de Recursos Hídricos (DRH), dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de la provincia de Tucumán (SEMA). Así, el artículo 2 de la Ley Nº 7139 define al agua como un elemento de uso común, escaso, finito y esencial para sostener la vida, desarrollo y el ambiente. El artículo 12 de la misma ley, consagra 8 usos especiales, entre los que se hallan el medicinal y recreativo. Concede al Director de la DRH, la facultad de poder elaborar planes de sistematización y proponer la o las tecnologías ambientalmente más tolerables, promoviendo y participando de proyectos, estudios y actividades relacionadas con la gestión de los recursos hídricos de nuestra provincia (Sayago, 2007, Fernández, 2013, 2019).

Además del artículo 41 de la Constitución Provincial y la Ley Provincial del Ambiente Nº 6253 -que regulan la conservación y uso de los recursos naturales, entre ellos el agua- existe la Ley Nº 6292, que admite la declaración de áreas naturales protegidas, tanto públicas como privadas, siendo su autoridad de aplicación la Dirección de Flora, Fauna y Suelos (DFFS). Así, la mayoría de los objetivos de las áreas protegidas -establecidos en dicha ley en el artículo 76- son aplicables a los humedales como categoría de manejo: mantener y mejorar los sistemas hidrológicos y disponibilidad de agua; mantener las comunidades bióticas naturales; mantener bajo protección o recuperación aquellas especies que constituyen muestras de ecosistemas, paisajes y formas de relieves singulares o únicos; evitar la pérdida de recursos genéticos; proteger y habilitar elementos del patrimonio cultural, entre otros (Sayago, 2007, Fernández, et al 2012).

Con la sanción en la provincia de la Ley Nº 7696/2005 de "Bienes Inundables", cuya autoridad de aplicación es la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (SEMA), se propone regular

el uso de bienes situados en las áreas inundables dentro de la jurisdicción provincial, con el fin de compatibilizar la convivencia entre la actividad del hombre, sus bienes y el comportamiento natural de las aguas comprendidas en estas zonas (art. Nº 17) (Fernández, 2013, 2019).

Esta norma, actualmente en proceso de reglamentación por una Comisión integrada por varios Organismos, no incluye a los “Humedales” en su articulado original, pero los mismos están comprendidos técnicamente –a nuestro entender– en dos de las cuatro zonas estipuladas legalmente, a saber:

AREA IV: Corresponde a zonas urbanas, suburbanas o rurales no fluviales, que, por carecer de drenajes pluviales, presentar un relieve chato o plano y/o un sustrato poco permeable, generan anegamiento y/o inundación periódica por influencia de precipitaciones pluviales locales o regionales o por el afloramiento de la napa freática, con una recurrencia decenal o menor.

AREA V: Todo caso no contemplado en los puntos I a IV, por ejemplo, áreas aledañas a perforaciones o pozos de pozos surgentes, correspondientes a acuíferos subterráneos inundados periódica o permanente; áreas conectadas a sistemas de riego o canalización que son fuente de inundación o anegamiento periódico, etc. La reglamentación de esta ley todavía sigue en proceso de escritura y discusión donde esperamos se incluya a los humedales en las zonas propuestas. (Fernández, 2019).

ENTORNO FISIOGEOGRAFICO DE LOS HUMEDALES DE TUCUMAN (Fig.1)

La provincia de Tucumán presenta una densa red hidrográfica que abarca la mayor parte de su territorio, representada principalmente por la cuenca del río Salí-Dulce. Esta cuenca abarca desde el límite de las provincias de Salta y Tucumán hasta la desembocadura del río Dulce en la laguna de Mar Chiquita, provincia de Córdoba, constituyendo la mayor cuenca cerrada de América del Sur (Bucher y Chani, 1998).

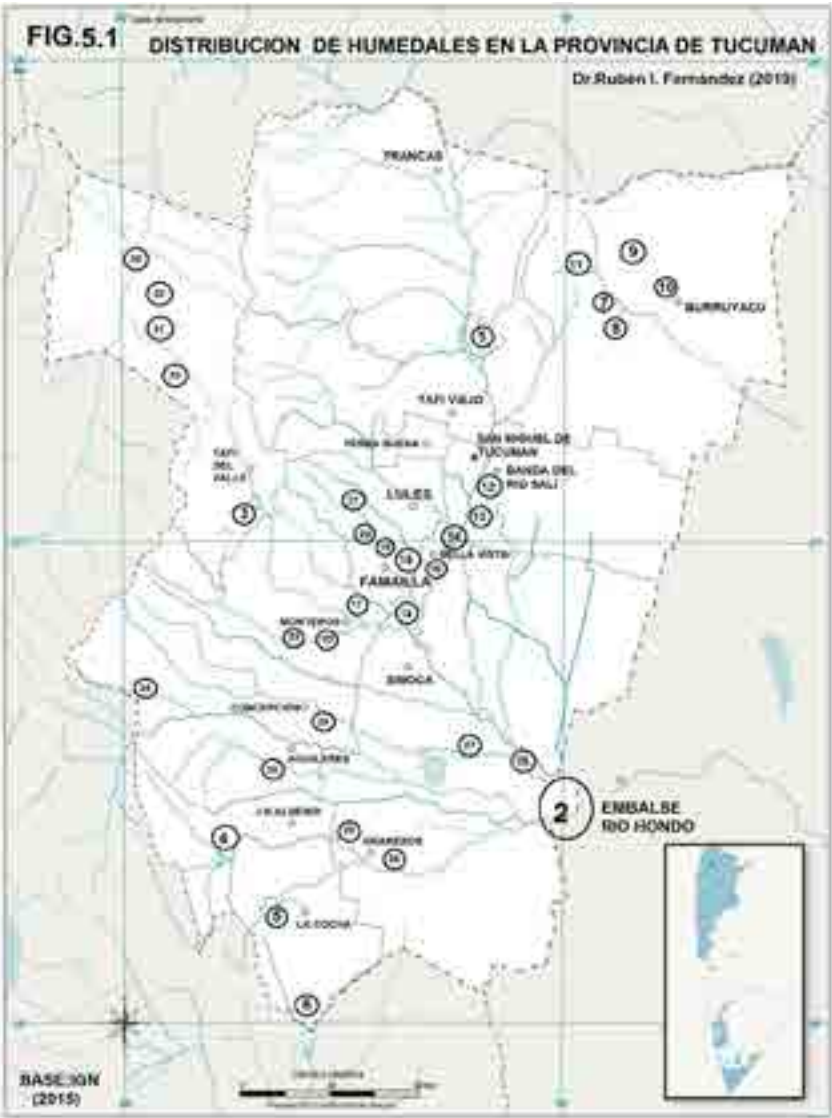
La cuenca mencionada, en el ámbito de la provincia de Tucumán, presenta un colector principal, el Río Salí, que desemboca en el embalse de Río Hondo (Fig.1, Tabla 1). Durante su trayecto, recibe el aporte de numerosos afluentes cuyas nacientes se encuentran en el sistema de Cumbres Calchaquies-Sierra del Aconquija (al Oeste de la provincia) y en menor medida, de las Sierras Subandinas (ubicadas en el Noreste de la provincia) (Fernández et al 2007).

El río Salí atraviesa la provincia con sentido general Norte-Sur. En su tramo superior, que abarca hasta el embalse El Cadillal (Tabla1) se encuentra encajonado en una fractura que limita al Este el valle estructural de Tapia-Trancas.

Al seguir al Sur de la ciudad de San Miguel de Tucumán, el río forma un abanico aluvial que se extiende sobre la llanura tucumana, abarcando una superficie de aproximadamente 2000 km² (Tineo, 2007, Fernández, et al 2007). En este contexto se desarrollaron Humedales Continentales (HC) y que se originaron bajo 3 (tres) situaciones topográficas (Sirombra, 2007): a) Cubetas someras o humedales de depresión (con flujo de agua vertical, incluyendo precipitaciones y flujo capilar); b) Humedales de ribera, desarrollados a lo largo de orillas poco profundas, que ocasional o estacionalmente están inundadas por las aguas de un río o arroyo, pero que permanecen secos durante la mayor parte de la estación de crecimiento (el flujo de agua es unidireccional) y c) Humedales que se desarrollan a lo largo de áreas costeras de grandes lagos (con flujo en dos direcciones).

Seguidamente realizaremos la descripción sintética de los humedales que se desarrollan en la cuenca principal, cuencas afluentes y demás subcuencas reconocidas por los distritos de Riego (DRH,2014 y Ruiz y Busnelli 2014), remitiéndonos para una mejor comprensión del texto, a la Tabla 1 y Fig. 1 (Mapa de Humedales).

DESCRIPCION DE HUMEDALES (Tabla 1 – Fig.1)



1. ARTIFICIALES

1.1. Embalse El Cadillal (Celestino Gelsi) Tabla 1 (1) – Fig.1

Se encuentra ubicado a 26 km. al Norte de la ciudad de San Miguel de Tucumán, en los departamentos Trancas y Tafí Viejo. Se accede al embalse por Ruta Nacional N° 9 en un recorrido de 15 km hasta el empalme con la Ruta Provincial N° 347 que sirve de acceso al embalse. Por esta ruta se recorren 7 km hasta llegar al dique. El embalse El Cadillal se encuentra limitado al Este por la Sierra de Medina, al Oeste por el valle de Tapia-Trancas y al Sur por el Morro del Cadillal y las elevaciones del Saladillo (Fernández, et al 2007). Perteneció al Distrito de Riego I (DRH, 2014), tiene una extensión de 1.040 hectáreas y está rodeado por bosque chaqueño serrano, bosque de transición (caducifolio) y bosque subtropical lluvioso (Vervoort, 1981).

Este dique no tiene comunidades vegetales típicas de ambientes acuáticos debido a los constantes y bruscos cambios del nivel de agua, que se dan según las necesidades de abastecimiento (Bucher y Chani, 1998). Se trata de un área importante para descanso y alimentación de especies de aves migratorias continentales y regionales. Constituye un importante punto turístico y de recreación. Además, cumple funciones de aprovisionamiento de agua potable, de riego y nivelador de caudal del río Salí (Fernández et al ,2007).

Se puede clasificar de acuerdo a la Convención RAMSAR (1971) como HC –HA-Tipo 6 (Ver Tabla I) y Sistema Lacustre (Limnético) de fondo rocoso (Cowardin et al ,1979).

1.2. Embalse Río Hondo. “El Frontal” Tabla 1 (2) –Fig.1

El embalse Río Hondo abarca parte de la provincia de Santiago del Estero y en la provincia de Tucumán vastos sectores de los departamentos de Simoca y Graneros. El cierre del mismo se ubica cerca de la ciudad de Termas de Río Hondo, a una altitud de 220 msnm (Fernández et al, 2007). Su extensión areal es de aproximadamente 35.676 hectáreas, con una capacidad de 1050 Hm³ y abarca las zonas deltaicas de los ríos Salí, Seco, Gastona, Chico y Marapa. Limita al Oeste con la llanura aluvial tucumana y hacia el Este con la llanura chacopampeana, que se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero (Fernández et al, 2007).

La vegetación que rodea al embalse se caracteriza por retazos del monte nativo degradado por fuerte explotación forestal de la zona y monte bajo, producto de la misma degradación, con islotes de diferentes tamaños, cubiertos por palmeras (*Trithrinax campestris*). Existen también áreas puras cubiertas por “jumes” (*Suaeda divaricata*) que se denominan jumeales, que indican áreas salinizadas y gran cantidad de sodio intercambiable. El área considerada por la Ley N° 7727 como primera Reserva Tipo Ramsar de la provincia, presenta una mayor salinización de los suelos por elevación de la napa freática (Sirombra y Neder, 2004, Puchulu y Fernández, 2014).

En áreas cercanas al Embalse y cerca de la salida del Canal Troncal (DPA), se desarrollaron bosques en galería formados por “sauce criollo” (*Salix humboldtiana*), aliso de río (*Tessaria integrifolia*) y vegetación herbácea de las familias Borraginaceae, Cyperaceae Malvaceae, y Asteraceae, que vegetan con aguas bajas semi-sumergidas y sumergidas (Sirombra y Neder, 2004). Se trata de un área importante para especies de aves invernantes (migran-

tes hemisféricas) (Chani y Echevarría, 2007). Asimismo es un importante polo turístico y recreación (Fernández et al, 2007). El embalse de Río Hondo puede ser clasificado según Ramsar (1971) como Humedal Continental y Artificial (HC-HA): Tipo 6 (Tabla I -2) y Sistema Lacustre (Limnético) de fondo no consolidado (Cowardin et al, 1979).

1.3. Embalse La Angostura. Tabla 1 (3) Fig. 1

Se encuentra ubicado en el valle intermontano de Tafí, Departamento de Tafí del Valle, provincia de Tucumán y una altitud de 2000 msnm. Su extensión areal es de aproximadamente 643 hectáreas. El embalse (humedal) se encuentra dentro del valle estructural de Tafí, limitado al Oeste por la Loma Pelada, al Norte por la localidad de Tafí del Valle y al Sur por la localidad de La Angostura. Las comunidades vegetales originales fueron reemplazadas y las márgenes del embalse están compuestas por pastizales (de tipo altoandino) que se inundan durante la época estival, además de playas pedregosas. Es actualmente un importante punto turístico y de recreación (Fernández et al, 2007). Es un área importante para descanso y alimentación de aves migratorias encontrándose 68 especies, distribuidas en 27 familias y 12 órdenes. Así también se registraron cuatro nuevas especies altoandinas (Echavarría et al, 2008).

Puede clasificarse según Ramsar (1971) como Humedal Continental y Artificial (HC-HA): Tipo 6 (Tabla 1) y Sistema Lacustre (Limnético) de fondo rocoso (Cowardin et al, 1979).

1.4. Embalse Escaba: Tabla 1 (4) - Fig. 1

Se encuentra ubicado en el Departamento de Juan B. Alberdi, provincia de Tucumán y a una altitud de 700 msnm. Su extensión areal es de aproximadamente 541 hectáreas con una capacidad de 138 Hm³. Se ubica en una marcada depresión estructural limitada al Este por las Cumbres de Santa Ana, al Oeste por las Cumbres de Narváez y al Sur por el Cerro Quico. Es alimentado por dos ríos principales que son el Singuil y el Chavarría (Fernández et al, 2007). La mayor parte de los suelos que se forman en zonas húmedas alrededor del embalse, tienen rasgos hidromórficos y se disponen topográficamente en zonas deprimidas o planas y suelen presentar problemas de drenaje, ya sea por la presencia de horizontes impermeables o por niveles freáticos altos (Fernández, 2007). La vegetación espontánea es casi siempre herbácea, de carácter hidrófilo, como juncos, varias festucas (*F. ovina* y *F. duriúscula*) y rara vez arbórea (Sauces y Alisos). Asimismo la vegetación predominante caracteriza al piso altitudinal de Selva Montana subtropical que pertenece a la provincia Fitogeográfica de Las Yungas, caracterizado por el predominio de mirtáceas, de Tipa y Laurel en zonas bajas (Fernández et al, 2007). El cierre del embalse constituye un importante refugio para una de las mayores comunidades de murciélagos de América del Sur. Se registraron un total de 131 especies de aves de 39 familias y 18 órdenes de las que 90 especies fueron residentes, 36 migratorias regionales, cuatro neárticas-neotropicales y una especie altitudinal (Echavarría y Fanjul, 2016). Es un importante punto turístico, de recreación y también cumple funciones de nivelador de caudal del río Marapa. Puede clasificarse según Ramsar (1971) como Humedal Continental y Artificial (HC-HA): Tipo 6 (Tabla 1) y Sistema Lacustre (Limnético) de fondo rocoso (Cowardin et al, 1979).

1.5. Dique Los Pizarro: Tabla 1 (5) Fig. 1

Este dique se encuentra ubicado en el Departamento de La Cocha, provincia de Tucumán a una altitud de 527 m s.n.m. Su extensión areal es de aproximadamente 45,16 hectáreas. (Fernández et al, 2007). Se sitúa en el sector pedemontano de las Cumbres de Los Llanos a una distancia de 5,7 km de la ciudad de La Cocha y es alimentado por el río San Ignacio. Las comunidades vegetales originales fueron reemplazadas por cultivos (Arándanos, citrus y Caña de azúcar); mientras que, hacia el Oeste, en las Cumbres de Los Llanos, se desarrolla la Selva Montana con predominio de Tipa y Cebil. No hay un estudio sistemático de aves, pero pueden observarse garzas (zancudas), patos y martín pescador, entre otros. Cumple funciones de dique nivelador de caudal del río San Ignacio. Puede clasificarse según Ramsar (1971) como Humedal Continental y Artificial (HC-HA): Tipo 6 (Tabla 1) y Sistema Lacustre (Limnético) de fondo no consolidado (Cowardin et al, 1979).

1.6. Humedal Los Eucaliptus: Tabla 1 (17) Fig. 2

Se ubica en la Comuna Rural de Acherá, distante 3 Km al oeste del casco urbano. El mismo se ha desarrollado en una espira de meandro (ahora lecho abandonado del Río Arañillas) distante 300 m de la margen Izquierda del Arroyo Hollinado; que conferían al lugar peligrosidad de inundación importante y colapso de suelos (Fernández, 2012). El humedal se produjo como consecuencia de una obra de corrección hídrica (by pass) entre dos extremos de una omega (Ω) del meandro mencionado. Una vez realizada la obra, se instaló un (VRSU), que se encuentra a 300 m al norte de la margen derecha del río Arañillas; en un ángulo de la espira del meandro y con una superficie mayor de 2 hectáreas (Fernández, 2012). A pesar de haberse desarrollado un “Humedal” con flora y fauna (anguilas y nutrias) se siguió depositando residuos y ello alteró notablemente la calidad del agua y del paisaje del mismo. Podemos clasificar en forma preliminar el “Humedal” de acuerdo con la Convención Ramsar (1971) (Fernández, 2012), como: Humedales Continentales (HC-HA):Tp (Tipo 7) (Tabla 1 -17) y Sistema fluvial permanente inferior de fondo no consolidado (Cowardin et al, 1979). (Fig. 2)



Fig. 2: Vista al ONO mostrando el viejo cauce con desarrollo del humedal y los RSU dispuestos sobre borde e interior de la estructura del meandro.

Al analizar el paisaje con la metodología del MOPT (1992) y Muñoz Pedreros (2004); encontramos que el valor del paisaje (VP) es muy inferior a lo esperado por una serie de

razones: a) Existe desde hace casi 10 años, en el sector O-SO del humedal un depósito de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con su consiguiente impacto visual, olfativo y estético). No hay ningún tipo de protección contra dicha agresión ambiental (alambrados, cercas, etc.), ni vigilancia y/o prohibición de las autoridades comunales (Fernández, 2012, Fernández et al, 2012).

Con ésta metodología, podemos considerar $VP=3$ (Adjetivo Desagradable) y Categoría: FEO; de tal manera que su calidad visual, tendrá un rango VP (entre bajo y mediano) y valor numérico (entre 1-2) (Fernández, 2012). Las Características Visuales Básicas (CVB) son el conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o sus componentes; por consiguiente la presencia de animales de granja (cerdos y algunos equinos) con su aporte de materia orgánica nos permite deducir la fragilidad del paisaje y recomendar su capacidad de uso según su calidad ambiental (Fines, 1968). Según las tablas de Muñoz Pedreros (2004) calculamos la Capacidad de Uso del Paisaje (CUP), usando factores tales como: Densidad de Vegetación, Altura de la Vegetación, pendiente, orientación del paisaje, Contraste cromático Vegetación /Suelo y Valor Histórico-Cultural. Ello nos dio valores de Calidad Baja y Fragilidad Alta/ Media y uso recomendado (después de su remediación) de: Zona Protegida (Conservación) y Turismo –recreación (ecológico/ Observación) de bajo impacto.

Sin embargo, estudios realizados por Fernández et al (2012) sobre la calidad del agua de entrada y salida del humedal usando el ICA (Índice de Calidad de Agua) (Díaz et al, 2007); demostró que la escasa contaminación del agua producida por el vertido incontrolado de RSU domiciliarios y presencia de animales, no produjo ninguna alteración en el trabajo de depuración natural del Humedal, con todos los elementos a su alcance como ecosistema complejo (Fernández et al, 2012).

Propuestas de Gestión: En virtud de lo expuesto, vemos que el humedal de Los Eucaliptus ha sido colonizado por numerosas especies vegetales y a pesar del vuelco de RSU en su tamo medio; todavía conserva un paisaje digno de conservarse y recuperarse para constituir allí una futura Reserva Natural Provincial. De acuerdo al trabajo de Fernández (2012), se propone que la nueva reglamentación de la Ley provincial N° 7696, incluya a los “Humedales” en su categoría de Zonas de la I a la V.

A tales fines proponemos que el municipio de Monteros y la Comuna de Acheral, declaren la importancia geoturística y patrimonial del humedal, como Santuario de Aves o Reserva Dulceacuicola, realizando un cercado perimetral y mensura catastral del sitio con ayuda técnica y económica del Estado Provincial y/o Nacional. Deberán confeccionar a tal efecto una ordenanza que prohíba el vertido de RSU en el sitio y entrada de animales, promoviendo pronta acción de conservación y mantenimiento para una futura Área Protegida Provincial o Reserva de la Biosfera Municipal (Fernández et al, 2012). También proponemos usar el sitio para actividades de Gestión Educativa (Educación Ambiental) entre distintas instituciones (ONG, Escuelas, etc.) del municipio y comunas vecinas (Fernández et al, 2012).

1.7. Humedal “San José de Flores” Tabla 1 (18) Fig. 3

El sitio estudiado de aproximadamente 10 hectáreas es conocido como “San José de

Flores" (SJF), era una antigua gravera (cantera de áridos) que se usaba como provisión de material para la construcción del nuevo trazado de la Ruta Nacional N° 38.

Se ubica a 7 kilómetros al Este del centro urbano de la Comuna de Acheral; en el Departamento de Monteros y a 46 Km de San Miguel de Tucumán. El sitio es de fácil acceso por caminos vecinales que lo unen al casco urbano de Acheral, ciudad de 3.000 habitantes aproximadamente (Fernández, 2012, Fernández et al, 2012).

Vervoorst (1981) incluye la zona estudiada fitogeográficamente como parte del Monte Chaqueño oriental o Chaco Semiárido; con formaciones de cebil, algarrobo, y quebracho. El monte está muy antropizado por acción agropecuaria (caña de azúcar y citrus) y extracción maderera (Fernández, 2005, 2012). El humedal (SJF) está en una zona o plano interfluvial situado entre el Río Aranillas (al Norte) y Arroyo Pampa, que conforman la Cuenca del Río Balderrama (Fernández et al, 2012). El perfil geológico que aflora en el humedal y en otra gravera cercana más al Este, permiten observar depósitos de varias decenas de metros de la Formación Tucumán (Bonaparte & Bobobnikov, 1974) del Cuaternario (Pleistoceno superior-Holoceno).

La extracción continuada de áridos se interrumpió por aparición de la freática a 5m de profundidad y finalización de la obra de la Ruta Nacional N° 38 que pasa a 2 km al Oeste (Fernández, 2012, Fernández, et al 2012). El flujo hídrico en el espejo de agua, es permanente, decreciendo mínimamente su nivel en invierno. La alineación de vegetales en la periferia de cauces y planos interfluviales (sauces y eucaliptus) y variaciones de pendientes locales corroboran observaciones de De la Vega (1982), Tineo (2007) y García et al (2014) sobre la importancia de esta área de surgencia delimitada entre curvas piezométricas de 340 y 350, y como perteneciente a la gran Cuenca del Río Salí (Fernández, 2005 y 2012).

Podemos clasificar este "Humedal" de acuerdo con la Convención de Ramsar (1971) como una mixtura entre dos tipos de humedales Continentales (HC-HA) O - P (Tipo 7) (Fernández et al, 2012) y Sistema fluvial permanente inferior de fondo rocoso de (Cowardin et al, 1979).



Fig. 3: Vista al NNO del Humedal "San José de Flores" (Comuna de Acheral)

Al analizar el paisaje con la metodología semi-cuantitativa del MOPT (1992) y de Adjetivos Jerarquizados de Muñoz Pedreros (2004), vemos que las Características Visuales Básicas (CVB) son el conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o sus componentes (Fines, 1968), (Fernández ,2012). Según tablas de Muñoz Pedreros (2004)

calculamos la Capacidad de Uso del Paisaje (CUP) usando diversos factores tales como: Densidad de Vegetación, Altura de la Vegetación, pendiente, orientación del paisaje, Contraste cromático Vegetación/Suelo y Valor Histórico-Cultural. Así encontramos con que el valor del paisaje de San José de Flores (VP), tiene Categoría 3 (Agradable) y un Adjetivo 15 (aceptable). Para la escala Universal de Valores de Fines (1968) el VP= 4 es (Agradable). Al analizar la Fragilidad Visual del Paisaje (FVP) según las tablas de Calidad y Fragilidad (Muñoz Pedreros, 2004) vemos que nuestro paisaje se ubica en una Clase 3, con Calidad (Alta/Media), Fragilidad (Baja) y con Usos Recomendados de Conservación y Turismo/Recreación de bajo impacto (Fernández, 2012, Fernández et al, 2012).

Propuestas de Gestión: Como lo expresamos en el humedal anterior, las primeras medidas van dirigidas a las autoridades municipales y comunales, para que se declare a San José de Flores (SJF) como un sitio o Reserva Provincial de Tipo Ramsar por su valor paisajístico y ecológico (Fernández, 2012). Además se propone utilizar el sitio para realizar actividades de Gestión Educativa (Educación Ambiental) entre las distintas instituciones (ONGs, Escuelas, etc) de la comuna de Acheral, municipio de Monteros y comunas vecinas aprovechando este fenómeno de surgencia (Fernández et al, 2012).

2. NATURALES - (Tabla 1 - Fig. 1)

A continuación, se realiza una breve descripción de los humedales estudiados hasta la fecha, los restantes de la Tabla 1 se encuentran en proceso de estudios de campo y laboratorio.

2.1. Humedal “EL OJO” Tabla 1 (10) Fig. 1 - (Figura 4)

El área estudiada se ubica en el Departamento Burruyacú (o Agua del Burro), situado en el ángulo NE de la provincia de Tucumán a 65 Km de su ciudad capital, San Miguel de Tucumán. Su altura sobre el nivel del mar es de 541 y se sitúa al Oeste de la ruta Provincial N° 304 y a menos de 1 Km de la zona urbanizada (Fernández & Suárez, 2009). El clima, varía entre subtropical húmedo en la vertiente oriental y piedemonte de la Sierra del Campo a subtropical seco-húmedo a medida que nos alejamos hacia el Este. Las lluvias son abundantes durante el verano (700 a 1000 mm-hacia el Oeste) y durante el invierno hay condiciones semiáridas con temperaturas medias anuales entre 18°C y 20°C (Minetti et al, 1971) y (Neder, 2007).

Según Vervoorst (1981), vemos que la zona corresponde a una de las tres regiones principales del Monte Chaqueño -Chaco Semiárido-con formaciones de cebil, algarrobo, y quebracho. Dicho monte se halla antropizado por acción agropecuaria y extractiva de madera, lo que ha generado actualmente escasez de especies arbóreas y gran cantidad arbustos que favorecieron acciones degradatorias como: incendios forestales, sobrepastoreo y desmontes (Remeijn & Neder, 2006). El sitio denominado “El Ojo” comprende aproximadamente 5 hectáreas, dispuestas en sentido elongado de dirección NO-SE. Antiguamente era una cantera de arcillas (con su cortada de ladrillos correspondiente) que trabajó en forma continua hasta finalizar los años 70 (Fernández & Suárez, 2009). La presencia del agua que forma el depósito palustre o “Humedal” tiene su origen en una serie de fracturas longitudinales de dirección paralela a los cursos de agua que descien-

den desde la sierra del Campo. Dichas fracturas cuyo origen se deben a movimientos posteriores a la gran orogenia Andina del período Terciario, han movilizado grandes masas de sedimentos y aún continúan produciendo modificaciones geomorfológicas a los terrenos (Suayter et al, 2005).

Así, los efectos producidos por la neotectónica en zonas adyacentes a la estudiada se identifican por rasgos alineados -como estas zonas de surgencia cartografiadas por Ramírez (1983)-, cauces fluviales rectilíneos, angularidad del drenaje, alineaciones de la vegetación, cambios bruscos de pendiente e inestabilidad de algunos terrenos con problemas de remoción en masa (Vega Caro, 1999, Neder y Ríos, 2000. Suayter et al, 2005. Fernández y Suárez, 2009). Podemos clasificar este “Humedal” de acuerdo a la Convención Ramsar (1971: Humedales Continentales:

(HC) -Tp (Tabla1) (Fernández & Suárez, 2009). Puede considerarse también como Sistema fluvial permanente inferior de Humedal emergente de (Cowardin et al, 1979). Al analizar el paisaje con la metodología del MOPT (1992) y Muñoz Pedreros (2004), nos encontramos con que el valor del paisaje (VP) es muy inferior a lo esperado por una serie de razones:

- a) Existe desde hace casi 20 años, en el sector O-NO del humedal un depósito de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con su consiguiente impacto visual, olfativo y estético (Fernández & Suárez, 2009, Fernández, 2018).
- b) No hay ningún tipo de protección (alambrados, cercas, etc.) contra dicha agresión ambiental, ni tampoco vigilancia y/o prohibición de las autoridades municipales. Así con esta metodología consideramos: VP=3 (Adjetivo Desagradable) y Categoría: FEO, de tal manera que su calidad visual tiene un rango VP (entre bajo y mediano) y valor numérico (entre 1-2) (Fernández, 2018). (Fig. 4)

Como las Características Visuales Básicas (CVB) son el conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o sus componentes, la presencia de animales de granja (cerdos y equinos) con su aporte de materia orgánica nos conduce a calcular la fragilidad del paisaje y recomendar su capacidad de uso según Fines (1968) y Fernández y Suárez (2009) en BAJA Calidad Ambiental. Según las tablas de Muñoz Pedreros (2004) calculamos la capacidad de uso del paisaje, usando diversos factores tales como: Densidad de Vegetación, Altura de la Vegetación, pendiente, orientación del paisaje, Contraste cromático Vegetación/Suelo y Valor Histórico-Cultural. Ello nos dio una serie de valores según Fernández y Suárez (2009) de: Calidad Baja y Fragilidad Media /Alta y para su uso recomendado (luego de su remediación) de: Zona Protegida (Conservación) y Turismo – Recreación (ecológico/Observación) de bajo impacto (Fernández, 2018). De lo expuesto, podemos ver que la contaminación del agua producida por el vertido incontrolado de RSU domiciliarios y la presencia de animales durante más de 20 años no ha impedido el trabajo de depuración natural del Humedal como ecosistema complejo. Aguas bajo del mismo se asientan parte de poblaciones rurales y perforaciones de escasa profundidad que hasta la fecha no han registrado ningún tipo de epidemia y/o enfermedades de importancia (Fernández y Suárez, 2009, Fernández, 2018).



Fig. 4: Vista al Noroeste del humedal “El Ojo” en proceso de recuperación con RSU tapados con tierra y residuos de construcciones y demoliciones.

Actualmente se ha subsanado parte de este conflicto ambiental de vertido de RSU en un recurso hídrico, con acciones recomendadas por la SEMA (Secretaría de Estado de Medio Ambiente) que recuperaron casi un 50% del humedal. Por su valor ecológico alto en una zona de gran desarrollo agropecuario y urbano, el lugar merece un estudio detallado de la hidroquímica y calidad de sus aguas (Fernández, 2018).

Propuestas de Gestión: Van dirigidas a las autoridades municipales y provinciales para que con su ayuda, pueda declararse a “El OJO” como un sitio o Reserva Provincial de Tipo Ramsar; por su valor paisajístico y ecológico. A tales fines el municipio deberá sancionar una ordenanza que prohíba definitivamente el vertido de RSU en el sitio, a los fines de promover una pronta acción de conservación y mantenimiento de una futura Área Protegida o Reserva Municipal o Provincial.

A las tareas de remediación que se realizan actualmente se propone utilizar el sitio para realizar actividades de Gestión Educativa entre las distintas instituciones (ONGs, Escuelas, etc) del municipio y comunas vecinas; ya que fenómenos similares de surgencia aparecen en otros lugares en el faldeo oriental de la Sierra del Campo.

A pesar de ser un área pequeña el valor ecológico e hidrológico debe ser tenido en cuenta para nuevos planes de Gestión Ambiental y Desarrollo Productivo (Fernández y Suárez, 2009, Fernández, 2018).

2.2. Humedal “PACARÁ PINTADO” Tabla 1 (12) Fig. 1 (Fig. 5)

El área estudiada está situada 1 Km al Este de la ciudad de San Miguel de Tucumán y al Sur del ex vertedero y planta de transferencia de RSU de la Empresa La Banda S.R.L., que ha decidido revalorizar el área y recuperar la misma mediante reforestación y cuidado ambiental responsable (Fernández, 2019). Está localizada sobre la margen izquierda del Río Salí y se destaca el diseño de la Ω (omega) de un antiguo paleocauce de meandro (en parte rellenado con sedimentos y vegetación hidrófila). Dicho paleocauce tiene una longitud mayor de 800 m y ancho promedio entre los 15 y 25 m. El sitio y su entorno conforman un humedal (Cripto humedal) Puede observarse el agua solamente en período estival; que ha sido alterado por extracciones clandestinas de Áridos, vertidos de RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y de RCD (Residuos de Construcción y demolición) (Fernández, 2019).



Fig. .5: Vista al Este del Humedal de Pacará Pintado limpio y sin (RSU)

La raíz griega cripto, significa oculto o escondido. En nuestro caso sería “Agua escondida”. Son un tipo de humedales en los que agua no llega habitualmente a aflorar en superficie (queda oculta, escondida), empapando la zona radicular de las plantas. La manifestación evidente del criptohumedal es la vegetación freatófita, similar a la hidrófila de los humedales clásicos (Fernández, 2019). Nuestro Cripto-humedal se halla en el ejido Municipal de Banda Del Río Salí en el Departamento Cruz Alta. Comprende aproximadamente 10 hectáreas dispuestas en un extenso semicírculo formado por un paleocauce (antigua espira de un meandro) que ha sido colonizado por extensos bosques de sauces, pacarás, leucaena sp y moras.

La alineación en los bordes del paleocauce de plantas hidrófilas como *Tiphas sp*, *Ricinus sp* (tártagos), sauces y eucaliptus, etc. indican la presencia permanente de flujo hídrico, como así también el “hundimiento” de extensos manchones de suelos (Fernández, 2019). Así, podemos clasificar nuestro “Humedal” de acuerdo con la Convención de Ramsar (1971) y Fernández (2019), como una mixtura entre dos tipos de Humedales Continentales (HC): O-Ts y como Sistema fluvial permanente inferior de fondo No consolidado de (Cowardin et al, 1979)

Al analizar el paisaje con la metodología semi-cuantitativa del MOPT (1992) y Adjetivos Jerarquizados de Muñoz Pedreros (2004) vemos que las Características Visuales Básicas (CVB) y Capacidad de Uso del Paisaje (CUP), vemos que el Valor del Paisaje (VP) de la futura Reserva Natural Pacará Pintado (RNPP) tiene Categoría 3 (Agradable) y un Adjetivo 15 (acceptable) (Fernández, 2019). Para la Escala Universal de Valores de Fines (1968) el VP = 4 es (Agradable). Asimismo, al analizar la Fragilidad Visual del Paisaje (FVP) y su Capacidad de Uso (CUP); con tablas de Calidad y Fragilidad (Muñoz Pedreros, 2004) vemos que nuestro paisaje se ubica en Clase 3; Calidad (Alta / Media), Fragilidad (Baja) y para los Usos Recomendados de (Conservación y Turismo / Recreación de bajo impacto) (Fernández, 2019).

Propuestas de Gestión: Se propuso para el sitio, en consenso con la Empresa propietaria La Banda S.R.L., la creación de un Área de Reserva Natural (ARN) que conserve el Cripto-humedal y el bosque de Ribera del área, en consonancia con la Ley Provincial de Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo No 8304, art. 7º. Posee una interesante biodiversidad digna de ser estudiada y catalogada, además de características únicas que ofrecen gran interés por la conservación del acuífero (escondido) y sus implicancias ecosistémicas futuras (Fernández, 2019).

2.3. Humedales de “SAN RAMÓN” Tabla 1 (14) Fig. 1 (Fig. 6)

La zona estudiada comprende una serie de Humedales formados por la confluencia del Arroyo Manantial en el Río Lules, y se encuentra entre las Rutas Provinciales N°157 (Este) y N°321 (al Sur). El área estudiada se ubica a 1 Km de la Comuna de García Fernández y comprende una serie de meandros abandonados y paleocauces que conforman dos sistemas fluviales: A) Río Lules y B) Arroyo Manantial (Fernández, 2013). El primer sistema (A) de 40 hectáreas aproximadamente, comprende el Arroyo Manantial, hasta su confluencia con el Río Lules.

El segundo sistema (B) comprende una serie de antiguos paleocauces del Arroyo Manantial, que interconectados suman más de 30 hectáreas. De ésta manera, conforman una serie de humedales que se conectan entre sí por una serie de paleocanales y obras más recientes realizadas para la conexión entre surcos plantados y extracción de caña de azúcar (Fernández, 2013). El clima, varía entre subtropical húmedo a subtropical seco-húmedo hacia el Este con lluvias de verano abundantes (700 a 1000 mm) y durante el invierno hay condiciones semiáridas con temperaturas medias anuales entre 18°C y 25°C (Minetti et al, 1971. Tineo, 2007) y (Fernández, 2005, 2013). Según Vervoorst (1981), la zona forma parte del Monte Chaqueño oriental o Chaco Semiárido, con cebil, algarrobo, y quebracho. El monte está muy antropizado por acción agropecuaria (caña de azúcar y citrus) y extracción maderera (Fernández, 2005, 2013).

SISTEMA (A) (Fig. 6): Observamos que el Arroyo Manantial está contaminado con efluentes de olores nauseabundos y coloración pardo rojiza (Fernández, 2013). La vegetación presente (laurel, eucaliptos, tártagos, cañas tacuaras, etc.) es abundante entre los paleocauces y viejas líneas de ribera.

El humedal tiene un cuerpo principal de aproximadamente 20 hectáreas con vegetación acuática compuesta de *Typhas*, “cola de caballo” y variedades de lirios de agua. Se observa entarquinamiento permanente (el agua circula muy lentamente) y hay un gran desarrollo de pajonal en las riberas con pocas especies arbóreas (pacarás, tipas, etc.). Podemos clasificar éste sistema de “Humedal” de acuerdo con la Convención de Ramsar (1971), como una mixtura entre dos tipos de Humedales Continentales (HC): O - P y como Sistema fluvial permanente superior de fondo No consolidado de (Cowardin et al, 1979)

El Valor paisajístico (VP) preliminar obtenido según la metodología de Fines (1968) y Muñoz Pedreros (2004), tiene una adjetivación de Aceptable (valor=4) y Agradable (Valor numérico=2,1), (Fernández, 2013). **(Fig. 6)**

La Fragilidad del paisaje (VF), evaluada con la metodología anterior da los siguientes valores: 1) D=2 (Densidad de Vegetación media); E=3 (Diversidad de estratos vegetales); A=2 (Altura de Vegetación Media); ES=2 (Estacionalidad de la vegetación media); CV=2 (Contraste cromático entre Vegetaciones); CS=3 (Contraste cromático vegetación/suelo=alto); P=1 (Pendiente baja); O=2 (Orientación del paisaje SE/NO) y H=3 (Valor histórico y cultural alto, alta unicidad y singularidad). De acuerdo a la relación VP/VF la Capacidad de Uso del paisaje es para Conservación como Área de Reserva para la Biósfera (Fernández, 2013).



Fig. 6: Vista NNO mostrando el Humedal entre Río Lules y Arroyo Manantial

Propuestas de Gestión para el Sistema (A): Se propone con este primer sistema, mantener el flujo de agua contaminada que viene por el Arroyo Manantial y hacerla circular por el extenso pajonal desarrollado y que vierta sus aguas en el Río Lules. Aprovechando la diferencia de altura entre la entrada al sistema (384m.s.n.m.) y la salida (entrada al Río Lules=382 m.s.n.m.) puede planificarse una serie de obras de bermado y lagunas de retención de sólidos con previos y detallados estudios hidrogeológicos, hidráulicos (flujos, caudales, etc.) y pendientes (Fernández, 2013).

SISTEMA (B) (Fig. 7): Comprende una serie de antiguos paleocauces del Arroyo Manantial, que interconectados suman más de 30 hectáreas. Se destacan formas semilunares y omegas (Ω) de antiguas formas fluviales meandranes, en las que el agua ha dejado de circular en forma activa, pero conservando la humedad como acuíferos confinados a pocos centímetros del suelo actual (Fernández et al, 2011). De esta manera, se conforman “manchas” de vegetación combinada (acuáticas y continentales) que se conectan entre sí por una serie de paleocanales y obras más recientes realizadas para la conexión entre surcos plantados para extracción de caña de azúcar (Fernández, 2013).

El Humedal cuenta con abundante vegetación arbórea en ambos márgenes de los paleocauces (Tipas, Pacarás, Jacarandás, etc.) y de ambiente acuático como ser cola de caballo, typhas, etc. No hay circulación de agua aparente, pero los suelos reflejan una gran humedad y vegetación abundante (cañas, helechos, laureles, etc.) Podemos clasificar este sistema de acuerdo a la Convención de Ramsar (1971) como: Humedales Continentales (HC): O-P y como Sistema fluvial permanente inferior de humedal emergente (Cowardin et al, 1979). Para este sistema, el Valor paisajístico (VP) preliminar obtenido según la metodología de Fines (1968) y Muñoz Pedreros (2004), tiene un adjetivo Aceptable (valor=4) y Agradable (Valor=3). (Fernández, 2013).



Fig. 7: Vista al NNE mostrando los Humedales del Arroyo Manantial

La Fragilidad del paisaje (VF), evaluada con la misma metodología anterior da los siguientes valores: 1)D=3 (Densidad de Vegetación alta); E=3 (Diversidad de estratos vegetales); A=1 (Altura de Vegetación Alta); ES=2 (Estacionalidad de la vegetación media); CV=2 (Contraste cromático entre Vegetaciones, medio); CS=3 (Contraste cromático vegetación/suelo=alto); P=1 (Pendiente baja); O=1 (Orientación del paisaje SE/NE) y H=3 (Valor histórico y cultural alto, alta unicidad y singularidad).

La Capacidad de Uso del paisaje, de acuerdo a la relación VP/VF, es para Conservación como Área de Reserva para la Biósfera y Turismo/Recreación de Bajo Impacto (Fernández, 2013).

Propuestas de Gestión para el Sistema (B): La diferencia de altura que existe entre la entrada de agua al sistema (385 m. s. n. m.) y la salida (entrada al Río Lules=382 m.s.n.m.) ofrecen una pendiente suficiente para realizar obras de bermado y/o contención mediante lagunas de retención y/o laminación. Para el funcionamiento de este sistema se propone la apertura de un canal de 274 m que conectaría las aguas contaminadas del Arroyo Manantial y luego una serie de obras que reencaucen las aguas a través del sistema de pajonales y paleocauces (Fig. 6).

También se propone a las autoridades del Municipio de Lules, Comuna Rural de García Fernández y provinciales que pueda declararse a San Ramón (SR) como un sitio Tipo Ramsar o Reserva Provincial de importancia geoturística patrimonial, como santuario de Aves o simplemente una reserva dulceacuícola, por su alto valor paisajístico y ecológico (Fernández, 2013).

2.4. Humedal “EL BAÑADO” Tabla 1 (30) Fig.1 – (Fig. 8)

Este “Humedal de Altura”, se desarrolla en la ladera oriental de la Sierra de Quilmes o del Cajón; se sitúa en el Departamento Taquí del Valle, a 202 km al Noroeste de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Forma parte del Parque Provincial “Valles Calchaquíes”, que constituye el área protegida más grande de la provincia, con 270.000 Ha (Fernández y Falcón, 2017). (Fig. 8).



Fig. 8 : Vista panorámica al Oeste del humedal “El Bañado”

El clima predominantemente seco (desértico=BW), presenta un período de lluvias corto y estival con una media anual de 185 mm. Las temperaturas indican clima árido mesotermal (tipo EB2da) y valores entre 14°C y 16°C (Escudero Martínez, 1991, Flores Ivaldi, 1992). El área es parte de dos provincias fitogeográficas:

- 1) El Monte y
- 2) La Prepuna (Vervoorst, 1981). El “Bañado” está en una vasta zona de “Monte Degradado” por acción antrópica, que ha expoliado las especies maderables y de gran porte como algarrobos, chañares, quebrachos, etc., y ha dejado una extensa mata arbustiva compuesta por Jarillas y cardones aislados (Fernández y Falcón, 2017).

Estudios recientes sobre la vegetación que predomina en El Bañado, identifican pajonales de “caso” (*Sporobolus maximus*) y del “Junco” (*juncus acutifolius*), rodeados por un “anillo” oeste de escasos algarrobos (Lomáscolo y Brown, 2014).

El ecosistema que describimos como “Humedal” tiene dirección submeridional y fusiforme alargada de 5 km x 1 km aproximadamente (Fig. 7). Sin límites definidos, presenta núcleos de vegetación que forman “manchones” hacia el O-NO. donde se destacan “anillos” de bosques de algarrobos y chañares, entremezclados con algunos cardones y jarillales. Respecto a la fauna, son comunes los roedores, especialmente cuises (*Microcavia* sp.), zorros y rapaces (Lomáscolo y Brown, 2014).

Adoptando la clasificación de Humedales de Malvárez y Lingua (2004) y Cicerone e Hidalgo (2007) basada en la de RAMSAR (1971) y el Inventario Nacional de USA (Cowardin et al., 1979), clasificamos a este ecosistema como Humedal Continental en transición entre los Tipos (P) y (SP) (Fernández y Falcón, 2017), al efectuar la Valoración Paisajística o Calidad (VP) del humedal usaron la escala de Fines (1968) modificada por Muñoz Pedreros (2004), con los siguientes resultados:

- 1) Valor de Fragilidad (VF) = Media -Alta (2,33) Rango (1-3)
- 2) Valor de Paisaje (VP) = Media -Alta (28,30) Rango (1- 36)

Esta calificación indica un Valor de Uso que implica como primera medida la Conservación, seguida de actividades de Turismo y Recreación de Bajo Impacto.

2.5. Humedal “Lagunas de Huaca Huasi” Tabla 1 (31) Fig. 1

Se denomina así a un grupo de lagunas (más de veinte) de origen glacial y periglacial situadas entre los 4000 y 4650 m.s.n.m. en el Parque Provincial de las Cumbres Calchaquíes. Es una altiplanicie elevada donde el relieve ha sido modelado por la glaciación, generando una veintena de cuerpos de agua dulce desde pequeños charcos hasta lagunas de varias hectáreas y de poca profundidad (Arcuri, 1998).

A ellas se asocian además arroyos, vegas y ciénagas (turberas de plantas vasculares). La vegetación altoandina está conformada por pastizales gramíneos duros (“iro duro”), arbustos de hojas duras espinosas y plantas en rosetas y cojines.

Las especies dominantes son *Festuca orthophylla*, *Stipa ichu* (formando típicas ondas, círculos y semicírculos), *Festuca nardifolia* var. *calchaquiensis* y cojines convexos de *Azorella compacta* (yareta) (Halloy, 1978, 1982).

Caplonch et al (2011) realizaron observaciones ornitológicas describiendo en la Laguna Grande al Chorlito Puneño (*Charadrius alticola*) y varios grupos de unos 20 individuos del Playerito Unicolor (*Calidris bairdii*) y del Playerito Rabadilla Blanca (*Calidris fuscicollis*). Este sitio ha sido objeto de importantes estudios, pero aún es poco lo que se conoce de su biología y estado de conservación de sus especies.

Una iniciativa reciente ha establecido en la zona un Área Piloto para investigar el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad, con metodología GLORIA (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos (www.gloria.ac.ap)). Este es un proyecto nacido en Austria, que se expandió a Europa y en las últimas décadas a todas las grandes cadenas montañosas (Halloy, 2014).

A los fines del presente estudio podemos clasificar preliminarmente éstos cuerpos de agua como: Humedales Continentales (HC): O-Va y Sistema Lacustre Limnético de Fondo Rocoso de Cowardin et al (1979).

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Como lo expresamos anteriormente, con este trabajo pretendemos iniciar una serie de investigaciones sobre los recursos hídricos de Tucumán y especialmente los “humedales” que hasta la fecha no habían sido caracterizados y estudiados en detalle.

A tal efecto se ofrece un primer inventario en el territorio provincial (Tabla 1) y un primer mapa (Fig.1); además de su clasificación de acuerdo con la Convención Ramsar (1971) y jerárquica de Cowardin et al (1979). Para los estudiados por el autor se ofrece una calificación y valoración paisajística de acuerdo con Fines (1968), MOPT (1992) y Muñoz Pedreros (2004), adaptadas por Fernández (2012 y 2013).

Queda así una primera base de estudios, que esperamos será debidamente aprovechada por las nuevas generaciones de científicos que desean preservar un recurso hídrico cada vez más escaso y un ambiente sano para la sustentabilidad de las futuras generaciones que habitarán nuestro territorio.

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE HUMEDALES EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN

Localización Geográfica: Departamento Municipio /Comuna Rural	Coordenadas (GPS) y Altura Sobre el Nivel del Mar	Superficie en Hectáreas (ha)	Clasificación RAMSAR	CUENCA y/o Subcuenca (Sbc)
1) EMBALSE EL CADILLAL (Celestino Gelsi) (Departamentos de Trancas y Tafi Viejo)	Las coordenadas del centro del embalse son 65° 13' 15" O. y 26° 36' 06" S. 545 m snm.	1.283 Ha 300 Hm ³ de Capacidad	Artificial HC-HA Tipo 6	SALI -DULCE Sbc (Tapia Arro- yo India Muerta)
2) Embalse Río Hondo (El Frontal) SO de la provincia de Santiago del Estero (83 Km al SE de S.M. Tucumán) Dptos. de SIMOCA y GRANEROS.	Las coordenadas del centro del embalse son 64° 59' 41" O. y 27° 32' 42" S. y una altitud de 220 m snm.	35.676 Ha capacidad de 1050 Hm ³ .	Artificial HC-HA Tipo 6	SALI -DULCE Sbc (Seco, Chico Marapa, y Gasto- na) (Confluencia)
3) EMBALSE LA ANGOSTURA Dpto. Tafi del Valle-Área Protegida provincial (100 Km al O de San Miguel de Tucumán). Reserva Natural 1996	Las coordenadas del centro del embalse son 65° 41' 36" O. y 26° 55' 06" S. y una altitud de 2000 m snm.	643 Ha Capacidad De 79 hm ³	Artificial HC-HA Tipo 6	RÍO DE TAFÍ DEL VALLE / Sbc (Las Carreras-La Puerta y El Blanquito)
4) EMBALSE ESCABA - Dpto. Juan Bautista Alberdi. (17 Km al Oeste del MUNICIPIO DE JUAN BAUTISTA ALBERDI). Generación Eléctrica	Las coordenadas del centro del embalse son 65° 46' 16" O. y 27° 39' 46" S. y 700 m snm.	541 Ha. con capacidad de 138 Hm ³	Artificial HC-HA Tipo 6	SALI -DULCE Sbc MARAPA Sbc (Singuill y Chavarría)
5) Dique LOS PIZARRO. Comuna Rural: San Ignacio - Los Pizarro. (6 Km al Oeste del Municipio de La Cocha).	Las coordenadas del centro del embalse son: 65° 38' 46" O. y 27° 45' 08" S. y 527 m snm.	45,16 Ha. Capacidad de 3,27 Hm ³	Artificial HC-HA- Tipo 2	SALI -DULCE Sbc (SAN IGNA- CIO)
6) Represa "RUMI PUNCO" (1,4Km al SE de Comuna Rural de Rumi Punco)	Coordenadas: O 65° 35' 04,37" S 27° 59' 39,21" y 525 m snm	5 Ha. Cap. 0,14 Hm ³	Artificial HA- Tipo 2	Sbc Río Huacra o San Francisco
7) Dique EL CAJÓN -Dpto. Burruyacu Comuna de Villa Benjamín Aráoz (10 Km al O de Villa Benjamín Aráoz) (Propuesta para Reserva Natural)	Las coordenadas del centro del embalse son: 64° 52' 56,12" O y 26° 30' 16,16" S y 684 m snm. (Sin uso actual como embalse)	70 Ha. Vaso de 4.180.000 m ³ de Capacidad (7 Ha. actual)	Artificial HC-HA Tipo 6	Cuenca: Río EL Tajamar/ Sbc (Río Chorrillos - Río NIO)
8) Represa El Tajamar - LAS COLAS Dpto. Burruyacu Comuna de Villa Benjamín Aráoz. (8 Km al O de la villa)	Coordenadas del centro del embalse son: 64° 52' 05,76" O y 26° 31' 10,71" S y 660 m snm.	7 Ha.(actual) Capacidad de 0,27 Hm ³	Artificial HC-HA Tipo 2	EL Tajamar/ Sbc (Chorrillos -NIO) Riega: 2400 Has
9) Represa Finca "Don Octavio" Dpto. Burruyacu. Comuna Benjamín Aráoz y El Tajamar (10 Km NO Villa B. Aráoz)	Coordenada del centro del embalse son: 64° 50' 29,72" O y 26° 29' 32,15" S y 705 m snm.	15 Ha. (Actual) 1 Hm ³ (Prop.) (Citrusvil S.A.)	Artificial HC-HA- Tipo 7	Vertientes de la Ladera oriental de la Sierra del Campo

Localización Geográfica: Departamento Municipio /Comuna Rural	Coordenadas (GPS) y Altura Sobre el Nivel del Mar	Superficie en Hectáreas (ha)	Clasificación RAMSAR	CUENCA y/o Subcuenca (Sbc)
10) Humedal “ EL OJO” Municipio de Burruyacu 1 Km NO de urbanización	Coordenadas 64° 44´ 40.34´´ O y 26° 29´ 22.59´´ S y 541m snm.	5 Ha. (Actual) Vertedero RSU	Natural HC (Tp)	(Sbc) Arroyo Pajas Coloradas
11) Humedal “ RÍO NÍO” Comuna de Villa Padre Monti (Ruta Pcial. No305)	Coordenadas 64° 59´ 18.96´´ O y 26° 25´ 25.43´´ S y 973 m snm	2 Ha. (Actual) Vertedero RSU	Natural HC (Ts)	Sbc (Río Nío) sobre Margen derecha
12) Humedal “PACARÀ PINTADO” (2Km al Sur del Municipio de Banda del Río Salí – Comuna de San Andrés)	Coordenadas 65° 11´ 39.75´´ O y 26° 52´ 17.43´´ S y 412 m snm (Propuesta p/Reserva Natural)	10 Ha (Actual) Paleocauce (Antigua Ω)	Natural HC (Ts) Ex-VRSU	RIO SALÍ (margen derecha (Antigua Ω de meandro)
13) Humedales de “ SAN FELIPE Y SANTA BÁRBARA” (3Km al sur de la Comuna Rural) Departamento Lules	Coordenadas: O 65° 15´ 07.47” S 26° 55´ 36.16” y 389 m snm (Propuesta p/Reserva Natural)	30 Ha. Paleocauces (Antiguas Ω)	Natural HC (Ts) O -P	RIO SALÍ Sbc Arroyo Manantial
14) Humedales de “SAN RAMÓN” Comuna de Manuel García Fernández Departamento Lules	Coordenadas centrales de ambos sistemas: O 65°15´ 39” y S26o57´ 23” y 384 m snm	40 Ha. Paleocauces (Antiguas Ω)	Natural HC – O - P	RIO SALI Sbc (Río Lules y Arro- yo Manantial)
15) Humedal “ARROYO CALIMAYO” Municipio de San Isidro de Lules	Coordenadas : O 65o 18´ 45.23” S27o 01´ 57.73” y 365 m snm	192 Ha. Dos Márgenes	Natural HC-Ts-W	RIO SALÍ Sbc (Aq. Calimayo)
16) Humedal “LOS LAZARTE” (Casco Urbano). Municipio de Bella Vista. Avda. Independencia y Sarmiento	Coordenadas: O 65o 20´ 48.40” S26o 20´ 52.93” y con Entrada a 390msnm y Salida 377 m snm	21 Ha. Con vertidos de RSU	Natural HC (Ts) VRSU	RIO SALÍ - Sbc (Arroyos Catarú y Los Toros)
17) Humedal “LOS EUCALIPTUS” Comuna de Acheral - Margen derecha del Río Aranillas Dpto. Monteros	Coordenadas: O 65o 28´ 12.37” S27o 06´ 30.95” y 361 m snm Margen der. Cauce Abandon.	12 Ha. VRSU (Actual)	Artificial HC/ HA/ Tipo 7	RIO SALI - Sbc (Río Aranillas) (Ω de meandro)
18) Humedal “SAN JOSÉ DE FLORES” (5 Km al Este de la Comuna Rural de Acheral Depto. Monteros).	Coordenadas centro humedal: O 65o 05´ 28” - S27o 09´ 02” y 438 m snm	10 Ha. (Paleocauces - Vieja Gravera)	Artificial HC (HA) O –P- Tipo 7	RIO SALI - Sbc (Arroyos Pampa y Hollinado)
19) Humedal “LA CRUZ” Municipio de Famaillá. 2km al NE de la urbanización	Coordenadas :O 65o 23´ 59.64” S27o 02´ 15.78” y 370 m snm	30 Ha. Margen Izq.	Natural HC (Ts)	RIO SALI Sbc Río Famaillá

Localización Geográfica: Departamento Municipio /Comuna Rural	Coordenadas (GPS) y Altura Sobre el Nivel del Mar	Superficie en Hectáreas (ha)	Clasificación RAMSAR	CUENCA y/o Subcuenca (Sbc)
20) Humedal "LOS SIFONES" (2,6Km al NO del Municipio de Famaillà)	Coordenadas :O 65o 24' 29.23" S27o 05' 57.80" y 376 m snm	61 Ha. Margen der.	Natural HC (Ts)	RIO SALI Sbc Río Famaillà
21) Humedal "TRES ALMACENES" 4Km al NO urbanización de Famaillà	Coordenadas :O 65o 25' 48.24" S27o 01' 16.96" y 398 m snm	20 Ha. Margen der.	Natural HC (Ts)	RIO SALI Sbc Río Famaillà
22) Humedal "BARRANCA DE ORÁN". Comuna de Rural El Cer- cado. Departamento de Monteros	Coordenadas del Centro del Humedal: O 65o 33' 15.49" S27o 11' 45.23" y 378 m snm	15 Ha. Margen Izq. Arroyo El Tejar	Natural HC - Ts-W VRSU	RIO SALI Sbc (Arroyo El Tejar)
23) Humedal "EL CHURQUI" Comuna Rural de Capitán Cáceres a 4 Km al Sudoeste de la Comuna y a 16Km de la ciudad de Monteros.	Coordenadas del Centro del Humedal: O 65o 38' 19.34" S27o 12' 14.27" y 468 m snm (Margen Izq.Río Pueblo Viejo)	21 Ha. Brazo Sur del Ar- royo El Tejar	Natural HC - Ts-W Laguna de laminación	RIO SALI - Sbc RIO PUEBLO VIEJO - Sbc Arroyo El Tejar
24) Humedal "FINCA DÌAZ" (2,6 Km al Este del Municipio de Concepción) Depto Chicligasta	Coordenadas del Centro del Humedal: O 65o 59' 42.97" S26o 27' 41.73" y 360 m snm	19 Ha. Actual Ω de Meandro (RG)	Natural HC - O-W	RIO SALI - Sbc Río Gastona y Canal Raco
25) Humedal "SANTA ANA" 3Km al NE de la Comuna Rural de Santa Ana. 5Km al SE del Municipio de Aguilares	Coordenadas del Centro del Humedal: O 65o 39' 27.57" S27o 27' 09.91" y 384 m snm	53 Ha. Actuales Ω de Meandros	Natural HC - Ts - W VRSU	RIO SALI - Sbc Río Chico (Am- bas márgenes)
26) Humedal "LA TRINIDAD" Municipio de Graneros - 5 Km al este de la zona urbanizada municipal.	Coordenadas: Centro antigua Ω de meandro: O 65o 23' 9.46" S27o 38' 25.72" y 315 m snm	12 Ha. (margen der.) Vieja Gravera	Natural HC - O - P Tipo 7	RIO SALI Sbc Arroyo El Chileno
27) Humedal "VILLA VIEJA DE CHICLIGASTA" 500 m N de: Comuna Rural de Villa Chicligasta. Dpto.Simoca	Coordenadas del centro del humedal: 65°09'43.36" O 27°15'43.08"S y 291 m snm	5 Ha. Paleocauce Ao. Yuma Sumaj	Natural HC-Tp-R VRSU	RIO GASTONA Sbc Arroyo Yuma Sumaj
28) Humedal "LA JUNTA" 6Km al Este de la Comuna Rural de VILLA CHICLIGASTA. Departamento Simoca	Coordenadas: del centro del humedal: 65°06'33.75" O 27°26'40.40"S y 285 m snm	285 Ha. Antiguas Ω de Meandros	Natural HC-Ts-R	RIO SALI - Sbc RIO GASTONA Confluencia de 2 ríos
29) Humedal " ALTO EL PUESTO" A 10Km al Este del Municipio de Juan Bautista Alberdi (Dpto. GRANEROS)	Coordenadas : del centro del humedal: 65° 30' 56.84 "O 27° 30' 53.15 "S y 350 m snm	11 Ha. Antigua Ω de Meandro	Natural HC-Ts-W	RIO SALI Sbc RIO MARAPA

Localización Geográfica: Departamento Municipio /Comuna Rural	Coordenadas (GPS) y Altura Sobre el Nivel del Mar	Superficie en Hectáreas (ha)	Clasificación RAMSAR	CUENCA y/o Subcuenca (Sbc)
30) Humedal "EL BAÑADO" Comuna Rural de Colalao del Valle. A 200 Km al NO de San Miguel de Tucumán	Coordenadas del Centro del Bañado: O 65º 59' 42.97" S26º 27' 41.73" y 1746 m snm	500 Ha Vertientes de Sa. de Quilmes	Natural Tipos HC-P -SP	RIO SANTA MARIA - Sbc Arroyo Anjuana
31) Humedal "LAGUNAS DE HUACA HUASI". 20km al Este de la COMUNA RURAL DE AMAICHA DEL VALLE	Coordenadas de la meseta central: (65°44'O y 26°40'S) y altitud de 4225 m snm	15 Ha. Lagunas Periglaciares	NATURAL HC-O-Va	Parque Provincial CUMBRE CALCHAQUIÉS
32) Humedal "LAGUNA DE LOS AMAICHEÑOS" 15Km al Este de la Comuna Rural de Amaicha del Valle.	Coordenadas: 65°45'39.57" O 26°35'20.04"S y 4327 m snm	21 Ha. Laguna Periglaciár	NATURAL HC-O -Va	Parque Provincial CUMBRES CALCHAQUIÉS
33) Humedal "DIQUE LOS ZAZOS" 3Km al Sudeste de la Comuna Rural de Amaicha del Valle. Dpto. Tafi del Valle	Coordenadas: 65°52'29.16" O 26°37'39.40"S y 2201 m snm	4 Ha. Parq. Prov. Cbr. Calchaquíes	Artificial HC-HA-Tipo 2	RÍO SANTA MARIA - Sbc Río Amaicha
34) Humedal "LAGUNA DEL TESORO" (40Km al oeste de la ciudad de Concepción) Depto. CHICLIGASTA	Coordenadas: 65°57'58.13" O 27°16'52.24"S y 1900 m snm Parque Prov. "El Cochuna"	2 Ha. Depresión Tectónica	Natural HC-Tp-Va	Parque Nacional LOS ALISOS Parque Provincial "El Cochuna"

CLASIFICACION DE RANSAR (1971)

Humedales Continentales (HC): (O) = Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8 hectáreas) que incluyen Meandros o brazos muertos de ríos.

Humedales Continentales (HC): (P): Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce (de más de 8 hectáreas); incluyendo lagos de "llanuras de inundación".

Humedales Continentales (HC): (R): Lagos y zonas inundadas estacionales /intermitentes salinos /salobres/alcalinos.

Humedales Continentales (HC): (SP) Pantanos/esteros/ charcas permanentes salinas/ salobres / alcalinos.

Humedales Continentales (HC): (Ts) = Pantanos /esteros/charcas estacionales/ intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos, incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga) "potholes", praderas inundadas estacionalmente y pantanos de ciperáceas.

Humedales Continentales (HC): Tp = Pantanos /esteros/charcas permanentes de agua dulce: Charcas (de menos de 8 hectáreas), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento

Humedales Continentales (HC): (Va) Humedales Alpinos/de Montaña: Incluye praderas alpinas y de montaña; aguas estacionales originadas por el deshielo.

Humedales Continentales (HC): (W): Pantanos con vegetación arbustiva: Incluye pantanos y esteros de agua dulce dominados por vegetación arbustiva, turberas arbustivas ("carr") , Arbustales de Alnus sp,sobre suelos inorgánicos.

Humedal Artificial (HA): (Tipo 2): Estanques Artificiales: Incluye estanques de granjas, estanques pequeños (generalmente menores de 8 hectáreas).

Humedal Artificial (HA): (Tipo 6): Áreas de Almacenamiento de Aguas: Reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales (generalmente mayores de 8 hectáreas).

Humedal Artificial (HA): (Tipo 7): Excavaciones: Canteras de arena y graveras, piletas de residuos mineros y al mismo tiempo es de tipo Freatogénico (Vinculado a flujos subterráneos= Freática).

V.R.S.U.= Vertedero (Basural) de Residuos Sólidos Urbanos

Bibliografía

Administración de Parques Nacionales (APN)(1999) *Programa de Desarrollo Nacional Institucional. Ecoregiones de la R.A. Pub. Sec. de Rec. Nat. y Desarrollo Sustentable*. 49 p. Buenos Aires.

Arcuri, C.B. (1998) *Glacial features in Huaca Huasi (Cumbres Calchaquies, Tucumán, Northwestern Argentina)*. Bamberg Geographische Schriften Bd.15, S.389 -401.

Bonaparte, J. & Bobobnikov, J. (1974) *Algunos fósiles pleistocénicos de la provincia de Tucumán y su significado estratigráfico*. Acta Geol. Lilloana 12:169-188. Tucumán.

Bucher, E. y Chani, J. (1998) Región 2: Chaco, en Canevari, P.; Blanco, D.; Bucher, E.; Castro, G.; Davidson, I (eds.) *Los Humedales de Argentina: clasificación, situación actual, conservación y legislación*, Wetlands International Publ. N° 46, Buenos Aires.

Capllonch, P.; Ortiz, D; Ferro, I. (2011) *Notas sobre la avifauna de las Cumbres Calchaquies, Tucumán, Argentina*. Acta Zoológica Lilloana 55 (1):50-63.S.M.Tucumán

Chani J.M. y Echavarría A. L. (2007) *Aves de la Cuenca Salí- Dulce*. En: “*Los Humedales de la Cuenca del Río Salí, Argentina*”. Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp.85-109. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires. Argentina.

Cicerone, D. & Hidalgo, M. (2007) *Definiciones y clasificaciones de humedales*. En: “*Los Humedales de la Cuenca del Río Salí, Argentina*”. Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp.17-27. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires. Argentina.

Cowardin, L., Carter, V., Golet, F. y La Roe, E. (1979) *Classifications of wetlands and deepwater habitats of the USA*. U.S. Department of the Interior. Washington D.C.

De la Vega, E. M. (1982) *Geología e Hidrogeología del faldeo oriental de la Sierra de Aconquija, entre Famaillá y Monteros*. Prov. de Tucumán. F.C.N. (UNT). T.S. (Inédito).

Dirección de Recursos Hídricos de Tucumán (DRH) (2014) *Distritos de Riego de la Provincia de Tucumán*. www.rekursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/distritos.

Echavarría, A.L., Marano, C.F., Chani, J.M. y Cocimano, M. C. (2008) *Composición de la comunidad de aves del Embalse La Angostura, Tafi del Valle, Tucumán, Argentina*. Acta zoológica lilloana 52 (1-2): 98-105.Fund.M.Lillo, S.M. de Tucumán.

Echavarría, A.L., y Fanjul, M.E. (2016) *Estructura, composición y variación estacional de la avifauna del Embalse Escaba (selva montana subtropical)*, Tucumán, Argentina Acta Zoológica Lilloana 60 (2): 101–115, 2016. F. M. Lillo, S.M. Tucumán.

Escudero Martínez, M. (1991) *Análisis de prioridades para la conservación en el Valle de Santa María, sector occidental. Provincias de Tucumán y Catamarca.* FCN e IML (UNT). Seminario (Inédito). 130 p. S.M. de Tucumán.

Fernández, R.I. (2002) *Diagnóstico geoambiental de la Provincia de Tucumán.* Revista Gerencia Ambiental, Nº 85: pp.315–327 y Nº 86:pp.384–394. Buenos Aires. Argentina

Fernández, R.I. (2005) *Aportes al mapa de Riesgo Geoambiental de la provincia de Tucumán.* República Argentina. Pub.Esp. Subsecretaría de Recursos Hídricos, Energéticos y Política Ambiental. Gob. de la Provincia de Tucumán. 51pp. Argentina.

Fernández, D. S., Hidalgo M. & Cicerone, D. (2007) *Humedales de la Provincia de Tucumán.* En: “Los Humedales de la Cuenca del Río Salí, Argentina”. Cicerone, D. &

Hidalgo, M. (Eds.) pp.201–210. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires. Argentina.

Fernández D. S. Puchulu, M. E. Czerniczyniec, M. (2007) *Trabajo de campo en el Embalse Escaba.* En: “Los Humedales de la Cuenca del Río Salí, Argentina”.

Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp.227–245. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires.

Fernández, R.I. & Suárez, J.E. (2009) *Bases para la recuperación y gestión ambiental de un nuevo humedal en el Municipio de Burruyacu, provincia de Tucumán.* República Argentina. PIEA-CIEA-Publ. CD. Fac. Ccias. Económicas. UBA, Buenos Aires.

Fernández, R.I. (2011) *Evaluación geoecológica de un nuevo humedal en “San José de Flores”, Departamento Monteros.* Provincia de Tucumán. República Argentina. VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. Publ. Inv. en Fac. de Ing. Del NOA. pp.195–200. San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina.

Fernández, R.I. (2012) *Recuperación y gestión ambiental de un nuevo humedal en la comuna de Acheral, Municipio de Monteros, Provincia de Tucumán, República Argentina.* pp.373. V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida.

CIACVi. Ciencia, Vol. 7, Nº 25, Página 57 — 70 Fac. Ccias. Exact. y Nat. (UNCa). San Fernando del Valle de Catamarca. República Argentina. www.exactas.unca.edu.ar/revista/v250/pdf/ciencia25-5.pdf.

Fernández, R. I., Díaz, M.A. González, G. y González Fraile, G. (2012) *Estudio geoecológico y valoración económica de los humedales de la cuenca del río Balderrama.* Departamento de Monteros, Provincia de Tucumán. Revista Científica del IDITEC, no 1. pp.25–68. Universidad San Pablo-T (USP-T) Tucumán, Argentina.

Fernández R. I. (2013) *Caracterización geoambiental de un sistema de humedales entre el Arroyo Manantial y el Río Lules en la Comuna de García Fernández.* Departamento Lules, Provincia de Tucumán. República Argentina VIII Jornadas Agrarias y Agroindustriales (PIEA-CIEA) Fac. CCias. Econ. Publ. CD. (UBA). Bs. Aires.

Fernández, R.I. y Falcón C.M. (2017) *Aspectos geoambientales de la zona de “El Bañado” Departamento Tañi del Valle, Provincia de Tucumán, Argentina.* Actas XX Congreso

Geológico Argentino. Pág.52-56 Sesión Técnica 15.Riesgo Geológico y Geología Ambiental y Urbana. Geología, Presente y Futuro, Tucumán. Argentina.

Fernández, R.I. (2018) *Informe sobre la gestión de remediación del "Humedal" El Ojo Municipio de Burruyacú.* Provincia de Tucumán .pp.10.(SEMA) Inédito .Tucumán

Fernández, R.I. (2019) *Informe sobre la gestión de remediación del "Humedal" Pacará Pintado.* Municipio de Banda del Río Salí. pp.11. (SEMA) Inédito. Tucumán

Fernández R.I. y Rodríguez H. (2019) *Caracterización geoambiental de un sistema de humedales en el Río Famaillá, Departamento Famaillá, Provincia de Tucumán.* República Argentina. (Publ.www) XI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos. PIEA-CIEA. Buenos Aires. Argentina

Fines, K. D. (1968) *Landscape evaluation: A research project in east Sussex. Regional Studies* (2):41-55 .UK.

Flores Ivaldi, E. (1992) *Geología e Hidrogeología del sector comprendido entre las localidades de "El Bañado y Colalao del Valle".* Provincia de Tucumán. FCN e IML (UNT). Seminario (Inédito). 60 p. S.M. de Tucumán.

García, J.W., Falcón C.M., D' Urso, C.H. Rodríguez G.V. y N. Acevedo (2014): *Capítulo Hidrogeología. Libro Geología de Tucumán.* 3ra Edición. Pub. Esp. Col. Grad. en Cs. Geol. de Tucumán. En: Moyano et al. (Ed.). ISSN 978-987-33-6097-8. Pp. 276-294. S.M.de Tucumán. Argentina.

Halloy, S.(1982) *Contribución al estudio de la zona de Huaca Huasi, Cumbres Calchaquies (Tucumán, Argentina).* Climatología y edafología en relación con la composición y adaptación de las comunidades bióticas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 826 pp.

Halloy, S. (2014) *Áreas Protegidas de Tucumán. "La Altiplanicie de Huaca Huasi".* Pp.258, 259. Ed. del Subtrópico. Fundación Pro-Yungas. 312 p. Yerba Buena.

IPDU (Instituto de Planeamiento y Desarrollo Urbano) (1994) *Directrices para la Ordenación del territorio de la provincia de Tucumán.* Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

Lomáscolo, T. y Brown A. (2014) *Áreas Protegidas de Tucumán. "Los Humedales del Río Santa María".* Ed. del Subtrópico. Fundación Pro-Yungas. 312 p. Yerba Buena.

Malvárez, A. & Lingua, G. (2004) *Clasificación De Humedales, Cap. X., En: Malvárez, A. & Bó, F. (Comp.). Documentos del Curso-Taller "Bases Ecológicas para la clasificación e inventario de Humedales de Argentina"* 1ª Ed. A. I. Malvárez (Ed.) Bs.As

Minetti, J., Ramírez, M.G. & Suárez, L. (1971) *Balance hidrológico de la cuenca y subcuenca del Río Salí.* Publ. Misc. Nº 64.E.E.A.O.C.,Tucumán, República Argentina

MOPT (1992) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenidos y Metodología.* Monografías de la Secretaría de Estado para las políticas del agua y del medio ambiente. pp.809. Madrid. España.

Muñoz Pedreros, A. (2004) *La Evaluación del Paisaje: Una herramienta de Gestión Ambiental.* Revista Chilena de Historia Natural 77 (1):139-156. Chile

Neder, L. & Rios, R. (2000) *Evaluación del riesgo sísmico a partir de rasgos geomorfológicos de las Sierras Subandinas tucumanas*. Dpto. Burruyacu. Provincia de Tucumán. Argentina. XV Congr. Geol. Peruano. pp.199-204. Lima, Perú.

Neder, L. (2007) *Geología del Cuaternario y evolución paleoambiental del pie de monte oriental de la Sierra del Campo en el sector de Burruyacu*. Tucumán, Argentina. Tesis Doctoral (Inédito). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). pp.264. San Miguel de Tucumán. Argentina.

Olmos, L. Comba, A. & Ibáñez, J. (2007) *Regionalización de las lluvias máximas diarias de la provincia de Tucumán – Argentina*. XXI Congr. Nac. Agua. Tucumán.

Puchulu M.E. y Fernández, D.S. (2014) *Suelos*. En *Geología de Tucumán*. 3ra Edición. Pub. Esp. Col. Grad. en Cs. Geol. de Tucumán. En: Moyano et al. (Ed.). ISSN 978-987-33-6097-8. Pp. 286-394. S. M. de Tucumán. Argentina.

Ramírez, M.G. (1983) *Geología e Hidrogeología de la Cuenca del río Tajamar, entre Embalse El Cajón y Estación Gobernador Garmendia, Departamento Burruyacu*. Provincia de Tucumán. Trabajo de Seminario (Inédito). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán (UNT). San Miguel de Tucumán. Argentina.

RAMSAR CONVENTION (1971) <http://www.ramsar.org>

Remeijn Y. & Neder, L. (2006) *The Chaco forest*. In: *Land use change and land degradation in the western Chaco, Tucuman province, Northwest Argentina, Burruyacu Region*. ITC Publication. Nº 84(6):79-98. Enschede. The Netherlands (Holanda).

Ruiz A, y Busnelli, J. (2014) *Capítulo Hidrografía*. Libro *Geología de Tucumán*. 3ra Edición. Pub. Esp. Col. Grad. en Cs. Geol. de Tucumán. En: Moyano et al. (Ed.). ISSN 978-987-33-6097-8. Pp. 276-294. S.M. de Tucumán. Argentina

Sayago, J. M.; Collantes, M. & Toledo, M. (1998) *Geomorfología*. En *Geología de Tucumán*. Publ. Espec. Col. Grad. Cs. Geol. Tuc. 241-258. M. Gianfrancisco, M.

Puchulu, J. Durango de Cabrera y G. F. Aceñolaza (Eds.) San Miguel de Tucumán.

Sayago, F. (2007) *Marco normativo aplicable a los humedales en la provincia de Tucumán*. En “*Los Humedales de la Cuenca del Río Salí, Argentina*”. Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp.159-190. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires. Argentina.

Sirombra, M. y Neder, L. (2004) *Mapa de vegetación y usos de suelo. Descripción y consideraciones ecológicas de las comunidades vegetales*. SEGEMAR (ed.) Carta de Líneas de Base Ambiental 2766-IV “Concepción”. Buenos Aires. Argentina.

Sirombra, M. (2007) *Aspectos Ecológicos de Humedales. Un enfoque funcional*. En “*Los Humedales de la Cuenca del Río Salí Argentina*”. Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp. 67-84. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires.

Suayter, L. ; Toscano, V. & Fernández, R.I. (2005) *Uso de la Neosismicidad frente a la Neotectónica*. Rvta. de Geol. Apl. a la Ingeniería y al Ambiente. Nº 21: 111-119. Buenos Aires. Argentina.

Tineo, A. (2007) *Aspectos Hidrogeológicos. Los humedales de la Cuenca de la Llanura Oriental, provincia de Tucumán*. En “*Los Humedales de la Cuenca del Río Salí Argentina*”. Cicerone, D. & Hidalgo, M. (Eds.) pp. 49-66. Jorge Baudino Ediciones. Buenos Aires.

Vega Caro, A.C. (1999) *Rasgos noetectónicos de las sierras del Noreste de Tucumán. Departamento Burruyacu. Tucumán.* Trab. Sem. (Inédito). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la UNT. San Miguel de Tucumán. Argentina

Vervoorst, F. (1981) *Observaciones sobre la vegetación del norte de la provincia de Tucumán. Actas XVIII Jornadas de Botánica. San Miguel de Tucumán.* P. 21 Fund. Miguel Lillo. Tucumán. Argentina.

Rubén Ignacio Fernández

Doctor en Geología. Ms. Sc. Gestión Ambiental. Profesor de Geología Básica y Aplicada (FACET-UNT - FRT-UTN). Asesor Técnico de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de la Provincia de Tucumán (SEMA).

CAPÍTULO 02

AGUA Y GESTIÓN

2.1. “Principios rectores de política hídrica de Argentina. Situación actual y perspectivas de lo hídrico-ambiental en la provincia de Tucumán.” **Aníbal Comba**

2.2. “La Gestión Integrada como herramienta para lograr la seguridad hídrica y el desarrollo sostenible en la Cuenca del Salí Dulce”.

Leandro Díaz

2.3. “La urgencia de la ordenación del territorio frente al avance de la urbanización. Evaluación de Impacto Ambiental y Gestión del Agua”. **Marcela Medina**

2.4. “Cuencas Hídricas Productivas. Procesos de erosión y sedimentación. Sequía e inundación” **Carlos Alberto Giobellina**

2.5. “Lineamientos para la elaboración de planes hídricos estratégicos para Tucumán. Comisión Especial de Emergencia Hídrica. Honorable Legislatura de Tucumán”. **Sergio Miguel Georgieff**

“PRINCIPIOS RECTORES DE POLÍTICA HÍDRICA DE ARGENTINA. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LO HÍDRICO-AMBIENTAL EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN”

Aníbal Comba

Introducción

Los Principios Rectores de la Política Hídrica de la República Argentina (PRPH) reconocen sus antecedentes en la Conferencia de Mar del Plata, en la Conferencia de Dublín y en la Conferencia de Río de Janeiro.

Representan el marco de actuación de la gestión de los recursos hídricos de Argentina en el que las Provincias y Nación se han puesto de acuerdo, lo que fue logrado en virtud de numerosas y participativas reuniones, cuyas conclusiones fueron dando forma a los PRPH y que desembocaron en el Acuerdo Federal del Agua firmado por las partes en el año 2003.

Desde aquel año, en que fueron reconocidos por todas las Provincias y la Nación mediante leyes y decretos, la gestión del agua ha avanzado de manera progresiva, con mayor coordinación y fortalecida en lo institucional.

El objetivo de la presente obra es analizar los avances de los PRPH en la Provincia de Tucumán (cuenca del Río Salí-Dulce), en lo relacionado con lo hídrico-ambiental.

LOS PRINCIPIOS RECTORES DE LA POLITICA HIDRICA (PRPH)

CONSEJO HIDRICO FEDERAL. “15 años. un legado para seguir afianzando”. 2018.

A punto de cumplir los 15 años de existencia, los PRPH se encuentran más vigentes que en sus inicios, sin embargo, queda mucho camino por recorrer para la adopción y puesta en práctica de los principios en la gestión diaria y la planificación a largo plazo en la Cuenca del río Salí.

Un Principio es una ley moral, de la cual se derivan luego leyes y decretos. No es de cumplimiento coercitivo, sino que apela a la conciencia de las personas.

Antecedentes

1.- Creación de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (1969):

Como Asesor de la Secretaría General de la Naciones Unidas, en misión de asistencia técnica ante el Gobierno Argentino, Guillermo Cano produjo un documento titulado “Reestructuración de la Administración Hídrica Federal en la República Argentina”, que fue la base de la creación de la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos de Argentina.

2.- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata / Argentina (1977): Fue la primera conferencia internacional de carácter gubernamental dedicada exclusivamente al agua. El Plan de Acción de Mar del Plata reconoció por vez primera el agua como un derecho humano.

3.- Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, Dublín / Irlanda (1992): La Declaración de Dublín aprobó cuatro “Principios Rectores”.

4.- Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil (1993): Su Plan de Acción, denominado Agenda 21, detalla en su Capítulo 18 las medidas a adoptar para la “Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce”.

5.- Reforma de la Constitución Nacional Argentina (1994): Incorpora el Artículo 124, que establece que “corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”, entre ellos el agua.

6.- Creación de la Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership, GWP) y el Consejo Mundial del Agua (1996). Segundo Diálogo Interamericano sobre la Gestión del Agua. OEA. Buenos Aires / Argentina.

7.- Primer Foro Mundial del Agua: Construcción de una visión, Marrakech / Marruecos (1997)

8.- Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sustentable, París / Francia (1998).

Proceso para la elaboración de los PRPH

Para elaborar los PRPH, respetando el principio de participación, se realizaron en varias etapas talleres en las distintas provincias argentinas. Así durante el año 2000 se realizaron talleres participativos en las provincias de La Rioja, Catamarca, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones y San Juan.

Durante el año 2001 se realizaron talleres participativos en las provincias de Chubut, Entre Ríos, Río Negro, Tucumán, Salta, Tierra del Fuego, Santa Cruz, CABA, Santiago del Estero y Neuquén.



Taller en Tucumán

En una reunión realizada en el Senado de la Nación en 2002, se dio el primer paso para conformar el Consejo Hídrico Federal (COHIFE).

La agenda del Año 2003, estuvo marcada por una serie de eventos, a saber: “Tercer Foro Mundial del Agua: Las Visiones alternativas del Agua Kioto /Japón (2003)”, la “Firma del Acta Constitutiva del COHIFE (2003)” “Primer Encuentro Nacional de Política Hídrica de la República Argentina (2003)”, para culminar en el “Acuerdo Federal del Agua sobre los 49 PRPH” aprobados por la Comunidad Hídrica, formada por representantes de los organismos del área hídrica de veinte provincias y la Nación firmaron un acuerdo para la creación de un Consejo Hídrico.

Las Provincias que conforman la Cuenca Salí-Dulce adhirieron a los mismos mediante los siguientes instrumentos:

- Santiago del Estero: por el Decreto 1482/03
- Salta: por el Decreto 1342/03
- Tucumán: por el Decreto 915/03 y la Ley 8.286 (2010)

Sanción de la Ley COHIFE (Ley 26.438)

El Congreso Nacional le confirió personería jurídica al COHIFE y competencia para concertar la Política Hídrica Nacional. Se ratificó el Acta Constitutiva suscripta el 27 de marzo de 2003, la Carta Orgánica y las Actas de Asambleas Extraordinarias número 1 y 2 del mencionado Consejo.

PRINCIPIOS RECTORES DE LA POLÍTICA HÍDRICA NACIONAL

A continuación detallaremos los 41 Principios Rectores, que analizaremos luego en la Provincia de Tucumán, en el marco de la cuenca del Río Salí-Dulce.

El agua y su ciclo

- 1 El agua es un recurso renovable, escaso y vulnerable
- 2 El agua tiene un único origen

El agua y el ambiente

- 3 Incorporación de la dimensión ambiental
- 4 Articulación de la gestión hídrica con la gestión ambiental
- 5 Articulación de la gestión hídrica con la gestión territorial
- 6 Calidad de las aguas
- 7 Lucha contra la contaminación
- 8 Externalidades de origen hídrico
- 9 Perjuicios causados por exceso o defecto hídrico
- 10 Conservación y reuso del agua

El agua y la sociedad

- 11 Ética y gobernabilidad del agua
- 12 Uso equitativo del agua
- 13 Responsabilidades indelegables del Estado
- 14 El agua como factor de riesgo

El agua y la gestión

- 15 Gestión descentralizada y participativa
- 16 Gestión integrada del recurso hídrico
- 17 Usos múltiples del agua y prioridades
- 18 Unidad de planificación y gestión
- 19 Planificación hídrica
- 20 Acciones estructurales y medidas no estructurales
- 21 Aguas interjurisdiccionales
- 22 Resolución de conflictos

El agua y las instituciones

- 23 Autoridad única del agua
- 24 Organizaciones de cuenca
- 25 Organizaciones de usuarios
- 26 Roles del Estado Nacional
- 27 Gestión hídrica con países vecinos
- 28 Consejo Hídrico Federal

El agua y la ley

- 29 El agua como bien de dominio público
- 30 Asignación de derechos de uso del agua
- 31 Reserva y veda de agua por parte del Estado
- 32 Derecho a la información

El agua y la economía

- 33 El agua como motor del desarrollo sustentable
- 34 El valor económico del agua
- 35 Pago por el uso de agua
- 36 Pago por vertido de efluentes y penalidad por contaminar
- 37 Subsidios del Estado
- 38 Cobro y reinversión en el sector hídrico
- 39 Financiamiento de infraestructura hídrica
- 40 Financiamiento de medidas no-estructurales
- 41 Fondo Federal Permanente de Recursos Hídricos

Análisis de los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina en materia hídrico-ambiental en la Provincia de Tucumán.

El agua y su ciclo:

- El agua es un recurso renovable, escaso y vulnerable
- El agua tiene un único origen

Estos dos primeros principios son definiciones, que describen lo que se entiende por el Agua y su Ciclo.

El agua y el ambiente:

- Incorporación de la dimensión ambiental

En el año 2001 se sanciona y promulga la Ley Provincial N° 4.139 y la Ley N° 4.170, modificatoria y mejoradora de la antigua Ley de Riego N° 731 (vigente desde el 18 de Marzo de 1897). Esta nueva ley de aguas incorpora en su artículo segundo las definiciones del el Agua y su Ciclo (PRPH) y crea la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia como autoridad de aplicación de la ley.

La ley 731 tenía como único artículo “ambiental” aquel que ordenaba que las aguas que ingresaban a los establecimientos fabriles debían egresar con la misma calidad, y agrega un Título completo, de tres artículos, destinado a la preservación de la calidad del agua. A su vez establece en su artículo 43, inc. 5, que es obligación del concesionario no contaminar las aguas.

Con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente (mediante Decreto Acuerdo N° 60/9 (MDP) del 11/08/2008), la Provincia dio una clara señal de empoderamiento a las cuestiones ambientales. Desde allí se motorizaron nuevas pautas de calidad ambiental, se implementaron normativas para las evaluaciones de impacto ambiental, auditorías y evaluaciones de riesgo.

La Dirección de Recursos Hídricos se encuentra en el ámbito de la Secretaría de Estad de Medio Ambiente, pertenecientes las dos al Ministerio de Desarrollo Productivo. A su vez, la Secretaría de Desarrollo Productivo (Suelos, Flora y Fauna) depende también del mismo Ministerio, con lo cual se logra la articulación de lo hídrico con lo ambiental y el territorio.

Los niveles guía de calidad de agua han sido definidos por la SEMA a través de la Resolución N° 030/2009, sobre la base del marco de Presupuestos Mínimos Ambientales de la ley N° 25.688. La determinación de la Línea Base de calidad de agua en la Provincia, realizada por la SEMA es la referencia para analizar la evolución de las aguas.

La creación de dos equipos de monitoreo en la Provincia, que trabajan paralelamente a otros dos equipos de la Provincia de Santiago del Estero, todos los días del año, permiten disponer de información diaria y al instante acerca de la situación hídrica en los cursos de agua de la Cuenca y en el embalse de Termas de Río Hondo, en más de 20 sitios de toma de muestras en tiempo real.

La creación del Grupo de Gestión en Tiempo Real en el ámbito del Comité Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Salí-Dulce, ha permitido trabajar de manera coordinada e ininterrumpida en el monitoreo de la calidad de sus aguas. Su red de más de 20 estaciones de muestreo permanente, además de las 10 propias de ingenios azucareros con transmisión en tiempo real, colectan datos que son almacenados y tratados en un programa de computación denominado SIGMAT, creado especialmente por la SEMA para ello.

- Articulación de la gestión hídrica con la gestión ambiental

Al estar la Dirección de Recursos Hídricos (DRH) vinculada con la SEMA ante el Ministerio de Desarrollo Productivo, se trabaja de manera coordinada, fundamentalmente en Comisiones ad-hoc, pudiendo citarse entre ellas a la Comisión de Desembalse, a la Comisión de Zonas de Bienes Inundables, a la Comisión de Aguas Subterráneas, al Consejo Provincial de Economía y Ambiente.

El Departamento de Calidad de Aguas de la DRH está abocado permanentemente a las actividades que desarrolla el Grupo de Gestión en Tiempo Real (GGTR), aportando instrumental, personal, movilidad y afrontando el costo de análisis de laboratorio de las muestras que se recogen en campaña.

Toda presentación de Evaluación de Impacto Ambiental presentada por desarrolladores de proyectos productivos o urbanísticos, tiene su trámite conjunto entre la SEMA y la DRH, en los aspectos de su incumbencia. Todas las administraciones hídricas de la Provincia se vinculan con la SEMA, ya sea la Dirección Provincial del Agua, el Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento, el ERSEPT, etc., a pesar que no pertenecen todas las instituciones mencionadas al mismo Ministerio.

- Articulación de la gestión hídrica con la gestión territorial

Son muchos los esfuerzos que se hacen diariamente para ordenar y articular la actividad del desarrollo productivo, urbanístico y social en un marco de sostenibilidad y preservación del recurso hídrico.

Los RSU, la demanda creciente de agua para consumo humano, tanto superficial como subterránea, la ocupación de terrenos que tienen destinos de servicios de mantenimiento de infraestructura, de protección ante eventos hidrológicos extremos, de regulación del agua de escorrentía, representan una problemática de complicada gestión.

El ordenamiento territorial debe incluir el ordenamiento hídrico, para lograr un desarrollo sostenible.

La agricultura es la actividad productiva que más agua consume, por lo que los mayores esfuerzos deben estar direccionados hacia ello. ¿Cómo disminuimos el consumo? Aumentando la eficiencia, tanto de conducción como de aplicación. La primera requiere de inversiones importantes en obras de revestimiento de canales, reemplazo de tuberías, reconstrucción y remodelación de obras de arte. Los sistemas de riego de la Provincia han sido contruidos hace más de 60 años y acusan actualmente los efectos del tiempo a pesar de los esfuerzos que se realizan para su mantenimiento. La red de canales tiene una extensión de 1.700 km, casi tan vasta como la red de caminos y rutas.

Se estima que la eficiencia global de conducción no supera el 70%, por lo que unos 200 Hm³ no llegan a destino por filtración en las conducciones. Si bien el agua no se pierde, ya que queda en el suelo recargando las napas freáticas, no cumplen con su cometido de riego.

De interés sería crear un Programa de Modernización de los sistemas de riego, que tenga como eje la realización de obras de impermeabilización de canales y la capacitación de productores-regantes en el uso del agua dentro de sus fincas.

- Calidad de las aguas

La SEMA ha creado recientemente la Dirección de Monitoreo y Laboratorio Ambiental, jerarquizando el área encargada de esas funciones. Su misión es la de asistir a la Superioridad, con información analítica confiable, en el conocimiento de la calidad de las aguas

de la Provincia, en particular de la Cuenca Salí-Dulce y sus procesos de deterioro y/o recuperación, establecer programas de monitoreo sistemático en los cauces hídricos, para mantener el conocimiento permanente de la calidad de las aguas, desde su origen hasta su desembocadura, con toma de muestras y medición permanente y digitalizada, colaborar con el Comité de la Cuenca Salí-Dulce a los fines de realizar el monitoreo permanente de la calidad ambiental de la cuenca, generar y proveer información técnica/analítica necesaria para la elaboración de programas de remediación de lagos, embalses, ríos, arroyos y canales, mejoramiento del nivel de oxígeno de las aguas, descontaminación de las aguas y costas para la recuperación del ecosistema acuático, desarrollar alertas tempranas de floraciones algales para garantizar el usufructo turístico seguro de los cuerpos, fomentar el desarrollo de un Sistema Integral de Gestión Medio Ambiental para la Provincia y acreditar buenas prácticas de monitoreo y laboratorio, para asegurar calidad ante las entidades nacionales pertinentes y brindando seguridad y condiciones de trabajo saludables.

A su vez, la Dirección de Fiscalización Ambiental también integrante de la SEMA, tiene como misión entender en la fiscalización del cumplimiento de las normas relacionadas con la contaminación ambiental, realizar auditorías integrales, realizar el control y evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de residuos y efluentes industriales sólidos, líquidos o gaseosos, controlar los servicios de destrucción y evacuación de residuos, basuras, aguas pluviales, servidas e industriales, imponer multas y/o disponer la clausura preventiva total o parcial, como también la clausura definitiva, de todo establecimiento público o privado por infracciones a las normas de medio ambiente.



Inspección a un
establecimiento
industrial
Web de la SEMA

La DRH tiene en su organigrama el Departamento de Calidad de Aguas, cuya misión es la de monitoreo permanente de los ríos Provinciales. La SEMA y la DRH suman esfuerzos para el monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas en la Provincia, con la disposi-

ción de dos equipos que realizan tareas de muestreo durante todo el año, contando con el servicio de Laboratorio de la Estación Experimental Obispo Colombres para el análisis de las muestras.

La SEMA, por otro lado, está construyendo un Laboratorio de referencia para que a partir de su inauguración colabore con el análisis de muestras y determinación de parámetros físico-químicos. Actualmente está funcionando en éste ámbito, un Laboratorio de detección y análisis de metales pesados.

Según la publicación de la Defensoría del Pueblo de Santiago del Estero del año 2017, denominada “Cuenca del río Salí-Dulce. La Calidad del agua de los ríos que desaguan en el Embalse de Río Hondo”, el Programa de Monitoreo Permanente desarrollado por la Defensoría de Santiago del Estero en colaboración con el Ministerio del Agua y el Ambiente, logró desplegar en el terreno un sistema diario de identificación y alerta de vuelcos ilegales de vinaza y ceniza, que funcionó como un incentivo clave para que disminuyeran significativamente los vuelcos ilegales. Concluye que ésta labor permitió establecer una línea de base de calidad de agua de los tributarios del embalse, que sirve de referencia para evaluar el éxito de las políticas públicas para reducir la contaminación en los cursos de agua. Indica que se hace necesario impulsar, con carácter urgente, un plan integral de recomposición para la cuenca con metas claras, acciones, plazos, indicadores, responsables y presupuesto asignado.

Estas actuaciones hablan de la importancia que se le asigna a la preservación de la calidad del agua en la cuenca, siendo de las actividades que mayor inversión reciben en materia de personal, movilidad, laboratorio e instrumental.

- Lucha contra la contaminación

La lucha contra la contaminación se basa en la realización de distintas actividades:

- Monitoreo permanente.
- Intimaciones.
- Aplicación de multas.
- Desarrollo de nueva normativa.
- Ejecución presupuestaria.
- Auditoría de Evaluaciones de Impacto Ambiental EIA.
- Capacitación, Concientización y Educación Ambiental.

Los avances en monitoreo ya han sido descriptos anteriormente.

Las intimaciones y aplicación de multas son el procedimiento regular ante la comisión de una infracción a la norma vigente y en la SEMA es la Dirección de Fiscalización Ambiental la que lleva adelante los oficios, tanto en materia de contaminación del agua, del aire y del suelo.

Los nuevos estándares (cada vez más exigentes) de calidad del agua y los nuevos desafíos que exigen la tecnología industrial obligan a adecuar la legislación a los efectos de poder actuar protegiendo el medio ambiente. Ejemplo de ello son los casos de disposición de vinaza, cachaza y cenizas en el suelo, la afectación de las reservas de agua subterránea

ante el acelerado desarrollo urbanístico, el impacto que tienen en el régimen natural de las aguas las obras de cosecha de agua, entre otros.

Nuevas Resoluciones de la SEMA y de la DRH han permitido crear el marco normativo adecuado para el manejo sustentable de los recursos naturales. Con estas herramientas se interviene ante acciones de degradación.

A pesar de ello, aún falta mucho por hacer. Un desafío enorme es hoy lograr un nuevo marco normativo para la conservación de los suelos, fundamentalmente por el incremento de la escorrentía que produce el cambio de uso del suelo (forestal a agrícola, agrícola a urbano), por los efectos del cambio climático, por las deficientes prácticas conservacionistas, etc.

La exigencia de presentación de las EIA o Avisos de Proyecto ante la previsión de un nuevo emprendimiento agropecuario, industrial o urbanístico, permite por un lado, fijar un límite a la afectación y por otro, considerar si el impacto de ese nuevo proyecto es aceptable o no, requiriendo de la Autoridad de Aplicación la indicación de tal o cuales medidas para hacerlo aceptable.

La intervención del Consejo Provincial de Economía y Ambiente de la Provincia es la actuación de la sociedad misma (a través de su representación) en el acuerdo con los nuevos emprendimientos. Una vez aprobado y construido o ejecutado, debe procederse a controlar y revisar si lo prometido ha sido cumplido, en su justa medida. Para ello se debe contar con un equipo de inspectores que recorran la Provincia haciendo éste control y la normativa permitir que ante el incumplimiento el emprendedor corrija lo no cumplido y/o sea pasible de multa o de sanción (quite de permisos, aprobaciones, etc.).

En materia de capacitación y concientización, tanto la SEMA como la DRH vienen haciendo ingentes esfuerzos para cambiar el paradigma de la relación hombre-ambiente.

Se trabaja fundamentalmente con docentes, capacitándolos en el manejo de los residuos sólidos urbanos, en el comportamiento del ciclo del agua, en cómo evitar la quema de caña de azúcar, etc. Esta capacitación se instrumenta a través de charlas, jornadas, curso a nivel de educación formal, eventos como “Climactivo”, que éste año reunió a más de 25 mil docentes de todo el país, en Tucumán.



Acto inaugural
del Climactivo

La DRH ha creado recientemente en su organigrama funcional, una oficina de Fortalecimiento Institucional, que lleva a cabo acciones tanto en el nivel interno como externo. A modo de ejemplo se pueden citar las Jornadas de Capacitación Interna para aprender a medir el agua, a manejar nuevos programas de computación que mejoren los trabajos administrativos y a mejorar la utilización de los Sistemas de Información Geográfico para la administración de los recursos naturales.



Jornada de capacitación interna de la DRH

Por último, la publicación de “Juana la Gota” editada por el Consejo Hídrico Federal en 2018, como adaptación de los Principios Rectores de Política Hídrica para los más pequeños (escuelas primarias y secundarias), ha logrado resultados más que imprevistos por su difusión en todo el país, habiendo estado presente inclusive en la Feria Internacional del Libro (Buenos Aires, 2019).

Conclusiones

Es significativo el avance observado de los PRPH de la República Argentina en la Provincia de Tucumán, como marco de actuación en la administración diaria de sus recursos naturales. Ello se puede comprender al leer los párrafos anteriores. Ese rumbo fue instrumentado por Tucumán mediante Ley, adoptado como norma e implementado en la actuación diaria.

La preservación de la calidad y la cantidad de agua en la cuenca es un desafío de todos los días, en los que no pueden bajarse los brazos para sostener un ambiente sano en el que puedan desarrollarse las actividades productivas que tiendan a una mejor calidad de vida.

Las perspectivas son halagüeñas, de mantenerse ésta política de Estado, que articula las acciones entre las Instituciones de Tucumán y entre las provincias integrantes de la Cuenca del río Salí-Dulce.

Tucumán es representada oficialmente en el Comité de Cuenca Salí-Dulce por la SEMA y la DRH desde hace más de 10 años, participando activamente de las acciones que se llevan adelante, en el marco del Plan de Gestión.

Actualmente se está desarrollando una consultoría, financiada con fondos nacionales, que está elaborando un Plan Director para la Cuenca, cuyos Términos de Referencia y resultados

esperados han sido propuestos y consensuados entre las provincias y Nación. La participación de la sociedad está garantizada a través de la realización de cuatro jornadas de debate y propuestas.

Se pretende obtener un Plan Director que ordene y aproveche integralmente los recursos hídricos asociados a excesos y faltantes de agua, evaluar los procesos de erosión y sedimentación así como los procesos de contaminación de origen industrial y urbano en embalses y cursos de agua de toda la cuenca. Una vez terminado el PD, se convertirá en el marco de actuación de la cuenca y señalará las metas a conseguir para su desarrollo sostenible.

Aníbal Comba

Ingeniero en Recursos Hídricos, Subdirector de Recursos Hídricos de Tucumán, Profesor Asociado de la asignatura Hidrología de la UNT, Profesor de la asignatura Contaminación de cuencas hídricas de la UNSTA, Representante Alterno por Tucumán ante el Consejo Hídrico Federal, Representante alterno por Tucumán ante el Comité de la Cuenca del Río Salí-Dulce.

LA GESTIÓN INTEGRADA COMO HERRAMIENTA PARA LOGRAR LA SEGURIDAD HÍDRICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CUENCA DEL SALÍ- DULCE

Leandro Raúl Díaz

GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) EN LA CUENCA DEL SALI DULCE

La Gestión Integrada del Recurso Hídrico como concepto es una construcción relativamente moderna (de no más de tres décadas), pero su significado y su aplicación está arraigado en la cultura humana desde las primeras civilizaciones. Incluso cuanto más dependiente de los ciclos del agua como las primeras culturas agrarias, más internalizada estaba en la estructura social el manejo del agua.

Podemos tomar como definición de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), a aquella que enuncia, que la misma es un proceso cuyo objetivo es asegurar el desarrollo y manejo coordinado del agua en interacción con los demás recursos naturales y sociales, maximizando el crecimiento económico, sin comprometer a los ecosistemas vitales (GWP-SAMTAC, 2000).

La UNESCO asigna como objetivos de la GIRH a, la evaluación y predicción de la cantidad y calidad del agua superficial y subterránea, evaluación y planificación de las demandas de agua de la sociedad, elaboración de balances hídricos y definición de estrategias de largo plazo para el mantenimiento del equilibrio y el uso racional del agua, modelación de la gestión del agua (sistemas expertos, DSS), predicción de los procesos en los sistemas de recursos hídricos, sea tanto en tiempo real como diferido, uso eficiente de la infraestructura hídrica (embalses, plantas de tratamiento, etc.) diseño e implementación de instrumentos administrativos, legales y económicos para la valoración y gestión del agua, protección de los recursos hídricos y de la sociedad frente a la ocurrencia de fenómenos extremos, formación de capacidades técnicas, administrativas.

Desde esa concepción la GIRH, se ha guiado por la existencia de cuatro pilares que actúan como elementos prácticos para su definición (WWC 2018)¹

1. REVITALISING IWRM FOR THE 2030 AGENDA

WORLD WATER COUNCIL CHALLENGE PAPER FOR THE HIGH-LEVEL PANEL ON IWRM AT THE 8TH WORLD WATER FORUM, BRASILIA, BRAZIL Authors Dr. Mark Smith and Dr. Torkil Jønenh Clausen Co-Chairs, World Water Council Task Force on IWRM

- La existencia de un ambiente propicio, las políticas, leyes y planes que poner en marcha “reglas del juego” claras y consistentes para la gestión del agua enmarcada en la GIRH
- La existencia de un Marco institucional para el manejo del agua, teniendo a la cuenca como unidad básica para la gestión,
- Utilización eficaz de instrumentos técnicos y de gestión disponible mediante el uso de datos e instrumentos para la asignación de cuotas de agua y el control de la contaminación como herramientas para ayudar a los tomadores de decisiones a adoptar las mejores decisiones.
- Buenas inversiones en la infraestructura de abastecimiento de agua (para los distintos usos) con la financiación disponible. Posibilitar el cubrimiento de las demandas de agua para el consumo, el riego, la energía, las actividades productivas y de los servicios ecosistémicos.

Se ha considerado que estos principios permitirán conseguir la GIRH cuando sea posible su aplicación por todos los actores involucrados

Actualmente considerando la vigencia de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)² suscriptos en el año 2015 en las Naciones Unidas. Esta tiene el objetivo Numero 6 específicamente dedicado al Agua. Sin embargo, las conexiones entre el objetivo del agua y los otros objetivos son claras ya que la disponibilidad y gestión del agua y el saneamiento es un requisito previo para poner fin a la pobreza y garantizar una buena seguridad sanitaria y alimentaria. También permite y fortalece los resultados para garantizar el acceso a energía asequible, una industrialización inclusiva y hacer que las ciudades sean seguras y resilientes. La gestión de las fuentes de agua, ayudan a lograr la paz y la seguridad de las comunidades y los países y es vital para conservar los ecosistemas y adaptarse a los impactos del cambio climático.

El desarrollo sostenible que cumple estas múltiples ambiciones expresadas en los 17 ODS son inimaginables sin agua. ONU-Agua analizó las interrelaciones entre el agua y el saneamiento a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030. Con políticas y estrategias eficaces, la acción sobre los objetivos hídricos reforzará los resultados para otros objetivos y viceversa. se requiere repensar los mecanismos de la GIRH³ ya que esta aparece como un medio para alcanzar alrededor de 59 metas de las 169 metas de los 17 ODS en 2030.⁴

2. Objetivos del Desarrollo Sostenible-UN-2015

3. REVITALISING IWRM FOR THE 2030 AGEND-WWC-IWRM-2018

4. Estrategia GWP 2020-2025- Global Water Partnership-2019

La GIRH incluida en la Agenda 2030 es una estrategia de adaptación abarcadora para cambiar los principios, pilares y los procesos que han dado forma a la GIRH la cual debería reformularse ahora como un marco general para la integración de la gestión del agua(WWC 2018).⁵ En los ODS se plantea una agenda progresiva para la GIRH que entregará un cambio a gran escala en la sostenibilidad del desarrollo de los recursos hídricos para el año 2030.

En particular el ODS 6.5“De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.” Que se mide a través del indicador 6.5.1 habla específicamente sobre la GIRH tal como esta se entiende hasta ahora por haber alcanzado los cuatro pilares de la misma ya mencionados.

En particular en Argentina (como en otros muchos países) se desarrolló en 2017 un taller para conocer el estado de la GIRH mediante la obtención de una línea Base del indicador 6.5.1. El mismo se desarrolló con un Cuestionario preparado por la agencia UN-Agua, con el objeto de tener información comparable de todos los países. Esta generalización, sin lugar a dudas, complico el poder brindar respuestas precisas dada la situación particular de la organización de los RH en Argentina, entre otros motivos, por la potestad provincial sobre los recursos naturales en el país. Entre ellos los recursos hídricos, “dado que las provincias son preexistentes a la Nación, tal como está establecido en la Constitución Argentina. En consecuencia, las facultades del Gobierno Nacional para implementar la GIRH están acotadas a impulsar acciones y la coordinación de las cuencas interjurisdiccionales, financiar obras hídricas, de agua potable o saneamiento, realizar estudios y proyectos de obras, apoyar financieramente algunos comités de cuencas hídricas y al COHIFE, asesorar a la Cancillería sobre cuestiones atinentes a las cuencas de recursos hídricos compartidos con otros países, etc.” (FADA 2018)⁶

El taller fue organizado de manera conjunta por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y el Foro Argentino del Agua (FAAdA). El desarrollo del proceso comenzó, con el envío del cuestionario a actores involucrados en la gestión del agua de forma directa o indirecta: distintos sectores del gobierno nacional y del sector hídrico de los gobiernos provinciales (en particular el Consejo Hídrico Federal-COHIFE); comités y proyectos de cuencas y acuíferos; organizaciones gubernamentales y no gubernamentales; academia; etc.

El taller se realizó el 19 de octubre de 2017 en la ciudad de Buenos Aires con la participación de 61 personas. Se desarrolló de manera proactiva, destacándose la disposición de los participantes para hacer sus aportes y arribar a resultados concretos consensuados en cada una de las cuestiones abordadas.

5. REVITALISING IWRM FOR THE 2030 AGENDA

WORLD WATER COUNCIL CHALLENGE PAPER FOR THE HIGH-LEVEL PANEL ON IWRM AT THE 8TH WORLD WATER FORUM, BRASILIA, BRAZIL Authors Dr. Mark Smith and Dr. Torkil Jønenh Clausen Co-Chairs, World Water Council Task Force on IWRM

6. ARGENTINA: LINEA DE BASE DEL INDICADOR 6.5.1. GESTION INTEGRADA DEL RECURSO HIDRICO- Foro Argentino del Agua Subsecretaria de Recursos Hidricos De La Nacion 2017

El resultado del mismo fue que el valor del indicador “ 6.5.1. Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos” alcanza un puntaje de 38.2 sobre 100 posibles. Este puntaje obtenido, resultado de la gran diversidad que se presenta en las distintas jurisdicciones, producto no solo de las diferencias marcadas por la legislación existente en cada una de ellas, de la diferencia en capacidades técnicas y económicas de los organismos involucrados, del rango institucional de los mismos, sino también de la percepción del recurso por parte de la Sociedad, a través de las particularidades de la llamada “cultura del agua”. Esta ya es citada por el Principio Rector de Políticas Hídricas de la República Argentina N° 43, que explicita la necesidad de Instalar “nuevas conductas y actitudes de la sociedad en su relación con el Agua”,⁷ en el marco de este Acuerdo Federal del Agua que es un consenso en un marco de federal, brindando los fundamentos necesarios para una política hídrica nacional, racional y aglutinante de todos los sectores.

Del resultado, no demasiado promisorio, obtenido para este indicador, se ha visto la necesidad de avanzar en otra etapa como continuación del proceso de seguimiento del ODS 6 a los efectos de poder alcanzar los objetivos del mismo. Para ello, y como parte del trabajo que se viene realizando enmarcada en el Plan Nacional del Agua⁸ para evaluar, diagnosticar y mejorar las políticas de gobernanza en nuestro país. Se procura la elaboración participativa, de un documento, en el que se plasme la visión de los actores nacionales y provinciales involucrados en la GIRH, a través del registro de los desafíos que actualmente se presentan y las potenciales soluciones a implementar en materia de gobernanza del agua en Argentina, analizando las lecciones aprendidas por aquellas jurisdicciones más avanzadas en la implementación de la GIRH. Esto se espera lograr con las respuestas de preguntas claves en cada uno de los pilares de la GIRH. ¿Cuáles son los desafíos?, ¿Cuáles son las propuestas de solución? y los ejemplos de las buenas prácticas

Al finalizar este proceso, se pretende que los resultados obtenidos sirvan como instrumento orientativo para llevar adelante la Política Hídrica con el objetivo de llegar apropiada y progresivamente a la meta de alcanzar en 2030 los ODS comprometidos respecto de la GIRH (6.5.1).

La GWP brinda un fuerte apoyo a esta iniciativa como uno de los ejes de su nueva estrategia 2020-2025 que se centra en tres áreas principales de trabajo: soluciones de agua para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, desarrollo resiliente al clima y cooperación transfronteriza de agua.

A medida que los países y los socios de desarrollo trabajan para abordar los principales desafíos del agua, GWP movilizará a los actores clave y aprenderá de las nuevas experiencias para crear y mantener el impulso para la acción coordinada. Como reflejo de la conclusión de que “se necesita un cambio masivo de sistemas para permitir que los países

7. PRINCIPIOS RECTORES DE POLITICA HIDRICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA- ACUERDO FEDERAL DEL AGUA -COHIFE-2003

8. PLAN NACIONAL DEL AGUA - SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y POLITICAS HIDRICAS -2017

respondan a la crisis actual y para proporcionar agua limpia y gestionada de manera sostenible a todas las personas” ya que “si no nos encaminamos a brindar agua y saneamiento sostenibles para todos, la Agenda 2030 completa está en riesgo”.⁹ Dentro de esta estrategia se potencia la acción a nivel local, en el terreno, como un medio de lograr cambios a nivel Global, explotando el efecto sinérgico de las redes, con cobertura espacial amplia y diversidad.¹⁰

Existe el consenso que el Agua es crucial para lograr los ODS, observándose con preocupación las crecientes disparidades en el acceso, la calidad y la accesibilidad del agua, el saneamiento y la higiene entre distintas regiones de un país y de una cuenca, temiendo que, si no se pone el suficiente esfuerzo en alcanzar los mismos, éste se dificulte más, con el aumento de la inestabilidad social y económica vinculada al cambio climático y el poco tiempo faltante para alcanzar los mismos en los plazos comprometidos.



Seguridad Hídrica

La seguridad hídrica es un concepto que puede ser interpretado desde distintas posiciones de manera diferente y con alcances, que pueden a veces ser confundidos con aquellos que hablan de acciones o imposiciones.

Sin embargo tomando las acepciones más difundidas, definimos la seguridad hídrica como “la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua”¹¹

Como se desprende de esa definición la Seguridad Hídrica está relacionada a la provisión del recurso y como sabemos este es variable tanto en ciclos estacionales como en ciclos largos referidos a periodos húmedos y secos (que se incrementan en su indeterminación en contexto del Cambio climático), por lo que lleva implícito un concepto de disponibilidad o de una dada garantía de contar con el recurso necesario y la necesidad de contar con la infraestructura adecuada. Por ello para alcanzar la seguridad hídrica, será necesario invertir tanto en infraestructura para almacenar y transportar el agua, y para tratar y reutilizarlas

9. Weber-Fahr- CHAIR GWP-2019

10. Amadou Maiga, PRESIDENTE DE LOS PRESIDENTES REGIONALES DE GWP-2019

11. Grey y Sadoff (2007)

aguas residuales, como así también poder contar con instituciones sólidas y la existencia de información y herramientas necesarias para predecir, planificar y enfrentar la variabilidad climática. Por ello podemos decir que la GIRH es una metodología necesaria para alcanzar la seguridad Hídrica.

Dichas inversiones ayudarán a las sociedades a incrementar su resiliencia al cambio climático en el largo plazo y a manejar la variabilidad y los impactos del clima actuales, proporcionando de esta manera seguridad hídrica a las poblaciones.

Lograr y sostener la seguridad hídrica frente al cambio climático, e ir más allá de ella para aumentar la contribución del agua al bienestar socioeconómico constituyen los desafíos centrales de la adaptación.

En este concepto de disponibilidad del recurso Hídrico es necesario considerar tanto los excesos como los faltantes, o sea considerar los aspectos destructivos del agua – muchos de los cuales serán magnificados por el cambio climático.

Centrarse en la seguridad hídrica constituye una estrategia sólida de adaptación temprana, que proporciona beneficios inmediatos a las poblaciones vulnerables y marginadas, promoviendo así los Objetivos de Desarrollo, al mismo tiempo que fortalece los sistemas y la capacidad de gestión de los riesgos climáticos a largo plazo.

Entonces se ve que alcanzar la seguridad Hídrica es un desafío esencial para alcanzar y mantener el desarrollo de una sociedad y es vital para construir un futuro mejor. Un mundo donde a futuro exista suficiente agua para el desarrollo económico y social y para los ecosistemas.

Además de la variabilidad natural del clima que impulsa el ciclo hidrológico, existen muchas demandas conflictivas de lo que es, esencialmente, un recurso finito.

Estas incluyen el aumento de la demanda de agua debido a los mayores requerimientos para las industrias, un mayor nivel de vida, y cambios en las dietas y en los patrones de producción (por ejemplo, a partir de la expansión de la producción de biocombustibles). La contaminación proveniente de la eliminación de desechos humanos e industriales también está reduciendo la cantidad de agua que puede utilizarse, comportándose como una demanda consuntiva, por impedir la utilización de los recursos existentes no por una limitante de cantidad sino de calidad, por lo que no se puede salvar con un incremento de la Capacidad de regulación de la cuenca. En el caso particular de la Cuenca Salí- Dulce la contaminación no solo, llevo a impedir el uso de los caudales de los cursos de agua dentro de la provincia de Tucumán, sino a llevar al límite dos cuerpos lacustres importantes, uno artificial y el otro natural poniendo en grave riesgo de colapso a ambos. Seguridad hídrica también significa ocuparse de la protección ambiental y de los efectos negativos de una gestión deficiente, lo cual será un desafío cada vez mayor a medida que aumente la variabilidad climática.

Agregar el cambio climático a esta potente mezcla aumenta la complejidad de los problemas que enfrentan los encargados de la gestión del agua y la sociedad en la lucha por satisfacer las nuevas demandas. Por ende no se trata únicamente de alcanzar la seguridad hídrica ante la inminencia del cambio climático y todas las demás presiones que están sur-

giendo; es importante además, poder sostenerla.¹² Para ello es necesario incorporar el valor intrínseco del agua a toda la gama de sus diferentes usos para la supervivencia, el desarrollo y el bienestar humano. Esto permite generar recursos legítimos y equitativos que deben ser empleados en el sostenimiento de la seguridad hídrica.

Este sostenimiento en el tiempo, solo se podrá lograr si se les asignan recursos a los responsables de gestionar, para contar con cuadros técnicos capacitados, equipamiento para mantener registros continuos, permanentes y estandarizados de información (cuali-cuantitativa), capacidad de procesamiento y de divulgación de la misma (de manera libre y gratuita), capacidad de planificación y realización de proyectos (propia o por terceros), capacidad de fiscalización y poder de resolución de conflictos que pueden surgir de disputas sobre aguas compartidas, especialmente en situaciones de creciente tensión, y convertirlos en soluciones beneficiosas para ambas partes.¹³

Un mundo donde la seguridad hídrica esté garantizada reduce la pobreza, promueve la educación y aumenta el nivel de vida. Es un mundo donde existe una mejor calidad de vida para todos, especialmente para los más vulnerables que son los que más se benefician de una buena gobernabilidad del agua.

La Cuenca del Salí Dulce

La cuenca cuya descripción, desde los aspectos particulares y su caracterización se encara en otros capítulos de esta publicación, se extiende sobre el territorio de las provincias de Catamarca, Córdoba, Salta, Santiago del Estero y Tucumán. Abarca unos 57.000 km² y en ella viven aproximadamente 2.5 millones de personas.¹⁴ El Río Salí desagua la mayor parte del territorio de Tucumán, recibiendo además afluentes de Salta y Catamarca. Al ingresar a Santiago del Estero toma el nombre de Río Dulce y luego de atravesar la provincia en forma diagonal desemboca en la laguna Mar Chiquita en Córdoba. Al aproximarse a su desembocadura los desbordes alimentan una amplia área de bañados denominada Bañados del Río Dulce. Es una de las cuencas endorreicas más importantes de América que desemboca en el mar de Anzenunza o laguna de Mar chiquita quinta en extensión a nivel mundial

Si analizamos la cuenca en su interrelación con las distintas Jurisdicciones Política y administrativas podemos ver que la mayor parte de la provincia de Tucumán está comprendida en la cuenca, y que a su vez esta ocupa sólo el 28 % de la extensión total de la misma. En cambios la provincia de Santiago del Estero representa el 54% de la cuenca y solo tiene un 23 % de su extensión dentro de los límites de la misma. De ello vemos que el 82% de la cuenca pertenece a ambas jurisdicciones. En términos de población, la provincia de Tucumán es la

12. La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales - Global WaterPartnership- Comité Técnico (TECN° 14)- 2010

13. Dr Mohamed Ait-Kadi, Wouter Lincklaen Arriens, AUMENTAR LA SEGURIDAD HÍDRICA -UN IMPERATIVO PARA EL DESARROLLO- DOCUMENTO DE PERSPECTIVA – TEC GWP-2013

14. LA GESTION DEL AGUA Y SU INFRAESTRUCTURA EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL TERRITORIO. CIMOP- 2009



más poblada en la región de la cuenca alta. Lo anterior permite inferir la importancia del aprovechamiento territorial de la cuenca por parte de las provincias de Tucumán y Santiago del Estero. Asimismo, la demanda de uso de la cuenca ligada a la actividad económica es particularmente marcada por las actividades de la Provincia de Tucumán por el peso de su demografía y de su participación en el Producto bruto de la cuenca.

La organización del uso de los recursos hídricos se puede remontar a la firma en 1967 de un Tratado Interjurisdiccional entre las provincias de Córdoba, Santiago del Estero y Tucumán, que definió cupos de distribución de agua al entrar en funcionamiento la presa de Río Hondo.

Posteriormente fue creado el Comité de Cuenca en 1971 por la entonces Secretaría de Recursos Hídricos y ratificado por los gobiernos de las provincias de Córdoba, Santiago del Estero y Tucumán. Posteriormente se sumaron las provincias de Catamarca y Salta.

El 21 de marzo de 2007 los gobernadores de las cinco provincias de la cuenca y los Ministros del Interior, de Planificación Federal, Inversión Pública y

Servicios y el Jefe de Gabinete de Ministros firmaron un nuevo Tratado Interjurisdiccional, mediante el cual se sancionó un nuevo Estatuto. Este establece la creación de una Comisión Técnica, cuya función principal será la implementación de un Plan de Gestión.

El Plan de Gestión de la Cuenca que ya había sido elaborado por los representantes técnicos de las jurisdicciones fue aprobado por los representantes políticos el mismo mes. El Plan incorporó las iniciativas que estaba implementando el anterior Comité Técnico, mediante aportes financieros de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica y de la Unidad de Preinversión del Ministerio de Economía.

A la fecha de esta publicación está en formulación un Plan Director de Gestión Hídrica de la Cuenca de los ríos Salí-Dulce (PDCSD), alineado con los Principios Rectores de Política Hídrica, aceptados por las jurisdicciones Provinciales y el Estado Nacional, que conforman el Consejo Hídrico Federal (COHIFE).

El mismo se encuentra enmarcado en el Plan Nacional del Agua¹⁵ y ha sido contratado por la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio del Interior, mediante el préstamo BID 2776/OC-AR Programa de Infraestructura Hídrica Del Norte Grande, por solicitud del comité de cuenca Salí Dulce

15. PLAN NACIONAL DEL AGUA - SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y POLITICAS HIDRICAS -2017

De esta manera se conformará así un “Plan Estratégico de Recursos Hídricos” de la cuenca, que formará parte de los Ejes de Política Hídrica “Adaptación a los Extremos Climáticos”, “Agua para la producción” y “Agua y Saneamiento”, contemplando la problemática de cada jurisdicción (Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba, y áreas menores de Salta y Catamarca), generando recomendaciones y un plan de acción.¹⁶



16. Diagnóstico Plan Director de Gestión Hídrica de la Cuenca de los ríos Salí-Dulce (PDCSD)- Serman&asociados -2018

Los Objetivos Específicos del estudio son los siguientes:

- Elaborar
 - o Síntesis Diagnóstica del estado y gestión de los recursos hídricos de la cuenca y de los problemas ambientales asociados.*
 - o Modelo distribuido de simulación hidrológica de toda la cuenca del río Salí-Dulce y de la cuenca baja que permita mejorar el manejo de los caudales que alcanzan los Bañados del Dulce y la laguna Mar Chiquita.*
- Identificar inversiones dirigidas a disminuir la vulnerabilidad de la Cuenca del río Salí Dulce ante eventos extremos, inundaciones o sequías, exacerbados por la variabilidad y el cambio climático.
- Proponer medidas no estructurales al crecimiento urbano
- Proponer un modelo de gestión del agua de la cuenca en su conjunto
- Analizar la red hidrometeorológica existente identificando la necesidad de ampliar o densificar la misma en los aspectos cuantitativos como cualitativos (“iluminación de cuencas a fin de tener mayor información y datos disponibles”).
- Proponer un Plan Director de Gestión Hídrica de la Cuenca Salí-Dulce para el manejo sostenible e integrado de los recursos hídricos que incluya un programa de inversiones (medidas estructurales y no estructurales) y una propuesta de gestión para el corto, mediano y largo plazo.
- Elaborar e implementar un Plan Piloto de Gestión Integrada de Sequías para sectores críticos de la provincia de Tucumán que integre una articulación de medidas e inversiones de mitigación y planificación de respuesta.
- Conformar un Sistema de Información de los Recursos Hídricos de la cuenca en función de los datos recopilados y generados asociado a un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El desafío de la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del Salí Dulce

La historia argentina, y por ende de la cuenca del Salí Dulce, señala que los mayores cambios en los procesos de gestión no se producen por las recomendaciones de los técnicos en el área, sino por agentes externos. Los cambios políticos y, económicos, la necesidad de reducir el gasto público, las privatizaciones, los intereses sectoriales de uso de agua en minería, energía o agua potable, o las políticas de descentralización o una epidemia de cólera. Por citar solo algunos factores, han tenido muchísima más influencia en la formulación de normas, códigos y leyes de agua, inversiones, y en la organización del sistema de gestión, que las necesidades propias del manejo del uso múltiple del agua y el ambiente.

Como consecuencia de la existencia de estas fuerzas externas, se encuentran grandes fluctuaciones en la capacidad de poder gestionar los recursos hídricos y el ambiente. Con esos cambios, se producen pérdidas importantes en el “ambiente hídrico del país”, que van desde la pérdida de especialistas con “expertise” en el tema hídrico, bibliotecas, documentos, planos, archivos, registros de sistemas de información y series estadísticas en alguna de las múltiples reorganizaciones del aparato estatal por motivos económi-

cos o políticos. Como se ejemplifica con la pérdida de documentación vital de la presa de embalse de El Cadillal y su dique “Celestino Gelsi” en Tucumán entre 1976 y 1978, con planos mandados a quemar para hacer lugar y disolución del organismo técnico de seguimiento.

Todos estos cambios no han servido aún para encontrar el modelo ideal de gestión para el manejo del agua con fines de uso múltiple y sustentable en la Argentina ni en el ámbito de la cuenca del Salí Dulce. Esta tiene un gran peso en la provincia de Tucumán, tanto desde el punto de vista de la generación de los recursos de la misma, como en los usos de esos recursos. El 28% de la cuenca que está dentro de la jurisdicción de Tucumán es generador de la mayoría de la escorrentía que transportan los cauces. También el consumo se encuentra concentrado en esa parte de la cuenca, perteneciente a la provincia de Tucumán cuyas actividades económicas generan un porcentaje del PBI de la cuenca superior al 50%.

Los usos más difundidos del agua en la cuenca, se pueden listar como: consumo para Agua Potable mediante fuentes superficiales y subterráneas, para Riego de fuentes superficiales y subterráneas, empleo en agroindustrias, Industrias de aguas gaseosas y bebidas, cítrcolas y packing, generación de energía térmica e hidroeléctrica, fabricación de biocombustibles, minería, turismo (mantenimiento de ecosistemas y usos sanitarios para bienestar de turistas), etc., etc.

Todos estos usos son llevados adelante por una multiplicidad de actores, estos lo hacen conducidos por el principio de maximizar sus beneficios particulares o sectoriales llevando adelante un aprovechamiento sectorial sin prestar atención al beneficio del conjunto. El marco institucional donde se desenvuelven es, complejo, descoordinado y atiende objetivos sectoriales, faltando una visión global holística que ordene el sistema y permita tomar decisiones en función de un bienestar del conjunto y no solo individual, que muchas veces atenta contra los intereses de otros actores.

Se debe poder tener, una visión que enfoque el problema integralmente, advirtiendo las externalidades que se producen, no solo para minimizarlas, sino para asignar a cada actor sus responsabilidades y los mecanismos de remediación de los perjuicios que ocasione su accionar frente a terceros individuales o colectivos. Este análisis no debe limitarse solo al presente, sino que se debe considerar prospectivamente usos futuros y la responsabilidad intergeneracional, impidiendo el uso expoliativo del recurso (ya sea por sobreexplotación, acaparamiento o contaminación) y que contemple esos nuevos usos a futuro, enmarcados en escenarios que contemplen la variabilidad de los recursos en el contexto del cambio climático.

Es imprescindible considerar, en este análisis, la ocurrencia de eventos extremos, conteniendo sequías (similares a las acaecidas décadas atrás, cuando existía una menor carga sobre el sistema hídrico, por menor población y menor explotación general del mismo) e inundaciones (como las que se producen recurrentemente dentro de la cuenca) muchas veces con una secuencia continua e iterativa entre ambos fenómenos en principio antagónicos.

Los problemas consecuentes de las sequías, si no se tiene una adecuada planificación para gestionar las mismas, seguramente caerán en procesos reactivos componiendo el denominado ciclo hidrológico,¹⁷ del que para salir no es suficiente con cerrar el uso del agua en época seca, o establecer multas y sanciones, al contrario, es necesario gestionar los recursos en este contexto. Lo primero que se necesita es información, información que nos lleve a identificar el comienzo de la sequía y del tipo de sequía al que nos referimos ya que cada una tiene implicancias socioeconómicas y ambientales diferentes.

El término sequía puede hacer referencia a la sequía meteorológica (precipitación bastante inferior a la media), hidrológica (caudales fluviales bajos y niveles bajos en ríos, lagos y aguas subterráneas), agrícola (humedad del suelo baja) o medioambiental (combinación de las anteriores). Los efectos socioeconómicos de las sequías provienen de la interacción entre las condiciones naturales y ciertos factores humanos ligados a las actividades económicas que se desarrollan en el territorio, llevando a cambios en el uso de la tierra, alteraciones de la cubierta de suelo, o la propia demanda y uso del agua.

Pero en el marco del cambio climático, nos importa conocer especialmente la de sequía climática, que según la OMM, es cuando tenemos en un determinada área “un período, de más de dos años consecutivos, durante los que la precipitación registrada, en más del 50% del área, está incluida entre el 40% de los valores más bajos de su serie hidrológica”.

En general en muchas partes del mundo (y también en la cuenca Salí-Dulce), el enfoque relativo a las sequías es reactivo y tiende a centrarse en la gestión de crisis no en la prevención y la existencia de planes de acción para estas circunstancias.

Usualmente se propone la concreción de planes de gestión de sequías a nivel nacional como marco natural de los mismos. Pero dadas las particularidades organizativas y diversidades climáticas de nuestro país, es recomendable la elaboración de planes regionales a nivel de cuenca, donde se aplican los mismos principios: “Sin una coordinación de políticas nacionales sobre la sequía, los países seguirán respondiendo a las sequías de manera reactiva. Lo que necesitamos son sistemas de vigilancia y alerta temprana para proporcionar información oportuna a las instancias decisorias. También debemos contar con procedimientos eficaces de evaluación del impacto, medidas proactivas de gestión del riesgo, planes de prevención para aumentar la capacidad de adaptación y programas eficaces de respuesta en casos de emergencia para reducir los efectos de las sequías”.¹⁸

Desde comienzo de los años 70, las sequías se han hecho más frecuentes en todo el mundo, especialmente en las áreas tropicales y subtropicales. La superficie afectada por la sequía ha aumentado, siendo muy probable que haya habido una contribución humana a esa tendencia. La disminución de la precipitación y el aumento de las temperaturas, (que incrementan la evapotranspiración y reducen la humedad del suelo), son factores importantes que han contribuido a la aparición de sequías con mayor profundidad, duración y frecuencia. A esto se suma que, por la mayor presión antrópica sobre el recurso, y a que

17. I.R. Tannehill (Universidad de Princeton – New Jersey)

18. Secretario General de la Organización Meteorológica Mundial -Michel Jarraud, 2013

fuentes supletorias de agua han desaparecido o están asignadas a otros usos, generan un mayor stress hídrico que rápidamente se transforma en una mayor tensión social con serias consecuencias socioeconómicas.

El aumento de los efectos de la sequía es motivo de gran preocupación. La sequía ya no se asocia solamente con la pérdida o reducción de la producción agrícola. “Hoy, los casos de sequía también se asocian con un impacto considerable en los sectores de la energía, el transporte, la salud, el ocio y el turismo y otros sectores. Igualmente, importante es el impacto directo de la escasez de agua en el sector hidrológico, la energía y la seguridad alimentaria. Con los aumentos actuales y previstos en la frecuencia, gravedad y duración de las sequías como resultado del cambio climático, ha llegado el momento de fomentar un cambio de paradigma, pasando de la gestión de crisis a la gestión del riesgo. Este enfoque tiene por objeto aumentar la resiliencia o la capacidad de reacción de los países a la sequía.”¹⁹

A medida que se intensifican las condiciones de sequía, aumenta la competencia por los escasos recursos hídricos y a menudo surgen conflictos. Por ello es esencial identificar a todos los grupos de involucrados, evitando dejar excluidos tanto los del sector público, como del sector privado, que tienen un interés particular en el proceso y sus intereses. A todos ellos se los debe hacer participar de las distintas etapas de elaboración de un Plan de Gestión de sequias. En ocasión del Taller para la Propuesta del Plan de Gestión de sequias del NOA, se identificaron actores involucrados y como producto del mismo se propusieron “las bases para la formulación de un Programa de Gestión Integrada de Sequías del Noroeste Argentino a partir del cual se promueva el desarrollo e implementación de políticas provinciales y otras acciones de gestión frente a las sequías. Se espera que como resultado del mismo se logren mitigar los impactos socio-económicos consecuentes y se logre fortalecer la resiliencia individual y colectiva en el NOA y se desarrolle una experiencia piloto en la Provincia de Tucumán.”²⁰

El tratamiento de las sequias comparte con el de las inundaciones, muchos aspectos comunes, especialmente porque los actores involucrados son los mismos y los perjuicios económicos en ambos casos son muy importantes. Una diferencia notoria es la percepción del inicio del fenómeno. El inicio de la sequía a veces pasa desapercibido y se advierte, con el proceso muy avanzado.

También se señala, en los informes de organismos multilaterales, que las pérdidas económicas y la afectación social producto de las sequias, tienen órdenes de magnitud mucho mayores que las producidas por las inundaciones, pero no llegan al gran público con tanta fuerza y no afectan a la sensibilidad de la sociedad con el peso de las inundaciones (especialmente porque puede haber pérdidas de vidas humanas).

19. Directrices de política nacional para la gestión de sequías Modelo para la adopción de medidas.- OMM-GWP-2014

20. PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE SEQUÍAS EN EL NOROESTE ARGENTINO (NOA) 2017-2019- FAdA-GWP-COHIFE-2016

Se puede producir en el caso de las inundaciones, el espejo de los procesos del ciclo hidrológico de las sequías, teniendo una continuidad entre ellos y dado que “las situaciones de sequía y las inundaciones pueden ser y de hecho son, muy próximas temporalmente y territorialmente”,²¹ se puede pensar en que los planes y modelos de gestión de ambos fenómenos extremos sean únicos, tratándolos a ambos con una normativa única con las pertinentes diferenciaciones para los aspectos particulares de cada una.

En el caso concreto de la Cuenca del Salí- Dulce, a pesar de no ser tan extensa, se pueden producir simultáneamente ambos fenómenos (parte norte de la cuenca alta con parte sur), u ocurrir en la misma zona ambos fenómenos con pocos meses de diferencia. Como muestra de la actualidad de la problemática en la cuenca del río Salí Dulce en el informe resultante del taller de gestión de sequías del NOA desarrollado en San Miguel de Tucumán en 2016 se decía en una de sus partes: “Las sequías que tienen lugar en Salta y Tucumán afectan a las nacientes de la cuenca del río Salí. Cuando la falta de precipitaciones limita los aportes a los afluentes de este río, las actividades productivas y la población en general se ven fuertemente afectadas. Durante el verano de 2012 y 2013 Tucumán fue foco de una sequía severa (Atlas de Sequías de la República Argentina, 2014), durante la cual no sólo se hizo necesario interrumpir el suministro de agua para riego y uso industrial, sino que la gravedad de las condiciones forzaron la detención de la generación de energía eléctrica en dos embalses provinciales (El Cadillal y Escaba). Aguas abajo, en la provincia de Santiago del Estero, el río Salí se denomina Dulce. En él se manifiestan los déficits hídricos que ocurren en la provincia de Tucumán. Los períodos de sequía que experimenta este curso son de duración prolongada, alcanzando lapsos de hasta 8 años”²²

Esto muestra la necesidad de que, como parte de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en la Cuenca del Salí-Dulce de contar con un programa de Gestión de sequías e inundaciones.

Poniéndonos en línea con la GIRH en la cuenca del Río Salí Dulce

La dispersión normativa, y la desorganización institucional atenta contra una gestión integrada del recurso a nivel de cuenca. La Cuenca del Salí Dulce tiene involucradas 5 jurisdicciones provinciales con una organización distinta en cada una de ellas.

En la Provincia de Tucumán, por ejemplo, hay multiplicidad de organismos con incumbencias en la temática del agua. Estos dependen inclusive de distintos Ministerios y no existe una Autoridad Única del Agua, ni un Plan de Gestión Hídrica Provincial. Estas situaciones revelan que la administración del “recurso agua” no parece haber sido una prioridad de gestión del estado, ni mucho menos considerarla una Política de Estado. Esto a pesar que los emprendimientos ligados al desarrollo económico con gran participación en el PBI local

21. APROXIMACIÓN A UNA TEORÍA GENERAL DE LAS SEQUÍAS E INUNDACIONES COMO FENÓMENOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS - ANTONIO EMBID IRUJO-2017

22. PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRADA DE SEQUÍAS EN EL NOROESTE ARGENTINO (NOA) 2017-2019- FAdA-GWP-COHIFE-2016

como las Agroindustria (tradicional Azucarera y Cítrica), la producción de biocombustibles, turismo productoras de Aguas Gaseosa y Bebidas alcohólicas, producciones no tradicionales, etc., dependen del recurso hídrico para posibilitar su actividad.

Estas situaciones que generan baja efectividad en la gestión y en el control del uso del recurso se podrían superar contando con autoridades únicas del agua en cada jurisdicción, que a su vez conformen la representación en el comité de cuenca. La autoridad única del agua es un anhelo declarado en el principio Rector N° 24 que entre otros conceptos dice :” Por ello se propicia la conformación de una única autoridad del agua en cada jurisdicción ...que lleve adelante la gestión integrada de los recursos hídricos. Dicha autoridad tiene además la responsabilidad de articular la planificación hídrica con los demás sectores de gobierno que planifican el uso del territorio y el desarrollo socioeconómico de la jurisdicción... debe disponer de la necesaria autarquía institucional y financiera.”²³

Sin embargo, ante la no existencia de la misma, y ante la posibilidad de que no se alcance un consenso para su constitución, transitoriamente esta puede ser suplida con una buena coordinación institucionalizada entre los distintos organismos, a los efectos de evitar las descoordinaciones, superposiciones y actividades sin autoridad de aplicación. Se habla de coordinación institucionalizada a la necesidad de que las coordinaciones estén instituidas por marcos legales propuestos por los actores (Resoluciones, Decretos, Leyes etc.) que comprometan e incentiven a los mismos a compartir información, recursos y acciones, que sin abandonar su identidad y su propia cultura institucional puedan trabajar sinérgicamente entre si moldeando una nueva cultura institucional compartida de la gestión del recurso. Esto para evitar repetición de experiencias en las que, a partir de una legislación no consensuada entre los actores, los que se consideran agraviados presionan para conseguir anular o limitar la medida de tal manera que los cambios no se aplican pero generan roces institucionales que hacen retroceder la complementación y la coordinación preexistente (Casos de Leyes 7139 y 7141).

Es por ello que se hace imprescindible una modificación de la estructura de organismos provinciales involucrados en la administración del recurso hídrico y de sus usos (Secretarías, Direcciones, etc.), para que, si no se conforma una autoridad única del agua, al menos exista una coordinación institucionalizada entre ellos que jerarquice el sector y permita llevar las políticas que se fijen para el mismo. También es necesario que, el comité Interjurisdiccional de la Cuenca Salí-Dulce, tenga una transformación que le permita llevar adelante el Plan Director de Gestión Hídrica de la Cuenca de los ríos Salí-Dulce, que se encuentra en elaboración, y que la representación provincial en el mismo represente los distintos sectores involucrados.

23. PRINCIPIOS RECTORES DE POLITICA HIDRICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA- ACUERDO FEDERAL DEL AGUA -COHIFE-2003

De esta manera, podremos alcanzar dos de los pilares fundamentales de la GIRH como es el contar de un ambiente propicio, y la existencia de un Marco institucional para el manejo del agua, teniendo a la cuenca como unidad básica para la gestión. De allí con las capacidades técnicas existentes, se podrá alcanzar a nivel de cuenca y de cada jurisdicción, la utilización eficaz de instrumentos técnicos y de gestión disponibles para ayudar a los tomadores de decisiones a adoptar las mejores decisiones. Esto permitirá lograr el cubrimiento de las demandas de agua para el consumo, el riego, la energía, las actividades productivas y de los servicios ecosistémicos con inversiones en infraestructura eficaces y eficientes.

Leandro Raúl Díaz

Ingeniero Civil –Orientación Hidráulica /Universidad Nacional de Tucumán. Especialista en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente/Universidad Nacional de Tucumán/ Universidad Politécnica de Valencia. Profesor Titular de Hidrología/UNT. Presidente de la Global WaterPartnership Argentina/ Foro Argentino del Agua

LA URGENCIA DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO FRENTE AL AVANCE DE LA URBANIZACIÓN. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y GESTIÓN DEL AGUA

Marcela Cecilia Medina

Introducción

La expansión del aglomerado metropolitano de Tucumán tal como ocurre en otras ciudades intermedias, en las últimas décadas muestra crecimiento en forma dispersa, acentuado hacia el oeste, con transformaciones en la estructura urbana, agudización de los desequilibrios territoriales y deterioro de las condiciones medioambientales.

El avance de la mancha urbana hacia las periferias es alentado por unos procesos crecientes de oferta y demanda que encuentran suficiente atractivo en este sector, dado por la amplia disponibilidad de suelo, la proximidad a los centros urbanos y la falta o laxitud en los mecanismos de regulación y control respecto al uso de la tierra.

La problemática del agua es una de las evidencias de las inequidades que provoca el crecimiento sin previsión en el oeste pedemontano. Ya sea por la carencia de agua potable para algunos sectores, el desvío de cursos de agua en otros, la falta de enfoque de los ríos como potenciales atractores de recursos y actividades o por la carencia de una visión de la cuenca como unidad de gestión territorial.

Este acelerado aumento de la población urbana asociado a nuevos procesos territoriales y formas de vida ubica en el centro de la discusión a la preocupación por la falta de políticas de ordenación del territorio que contemplen procesos de planificación territorial en diferentes escalas, a diferentes plazos, que incorporen los instrumentos existentes, que superen la descoordinación administrativa y sectorial y que trasciendan los periodos político-electorales.

Ante esto, nos preguntamos por la importancia que tienen los instrumentos de gestión vigentes tales como la Evaluación de impacto ambiental-EIA, encargada de evaluar los efectos de todas las “obras o acciones que sean susceptibles de generar un impacto en el medio ambiente” en un contexto de falta de ordenación del territorio y de planificación territorial.

Por lo cual nos proponemos mostrar las limitaciones del mencionado instrumento como herramienta de gestión ambiental que pueda contrarrestar la carencia de políticas urbanas y territoriales integrales. Pretendemos dejar expuesta la falta de articulación entre los diversos instrumentos y actores involucrados y plantear la necesidad de la planificación territorial para dar respuesta a cuestiones ambientales, con referencia a la problemática del agua.

Medio físico. El pedemonte metropolitano

El avance de la urbanización muestra una marcada tendencia de crecimiento hacia el arco noroeste del aglomerado, tal como puede verse en las Fig. 1 y 2, con cambios en la estructura espacial urbana.

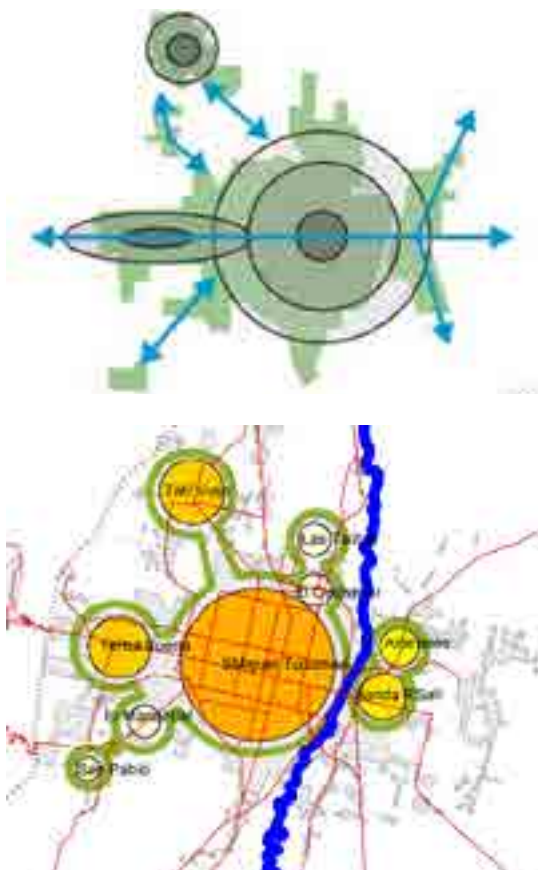


Fig. 1 y 2. Tendencias de crecimiento y estructura del aglomerado metropolitano de Tucumán. Fuente: LEM-DAMI, 2016 y EDAMET-DAMI, 2014.

El medio físico que conforma el sistema territorial presenta a la montaña cuya unidad más representativa es la sierra de San Javier, cubierta en su mayor parte por la Ecorregión de Yungas, regula las condiciones climáticas y brinda servicios ambientales a la urbanización siendo la principal zona de recarga de acuíferos que la nutren de agua potable. Un sector de la sierra compuesto por el Parque Sierra de San Javier y el Parque Provincial Aconquija tiene categoría de área Protegida

El pedemonte metropolitano¹, tal como muestran las Fig. 1 y 2, está ubicado en el faldeo este de la Sierra de San Javier, al oeste del aglomerado tucumano. Se extiende de norte a sur de forma paralela al Cerro San Javier y ocupa aproximadamente el 10% del área metropolitana (LEM-DAMI 2016). Representa un área de alta valoración ambiental por su importante biodiversidad y por los beneficios ambientales que ofrece. Según la ley n° 8.304 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de Tucumán abarca sectores de medio y alto nivel de protección.

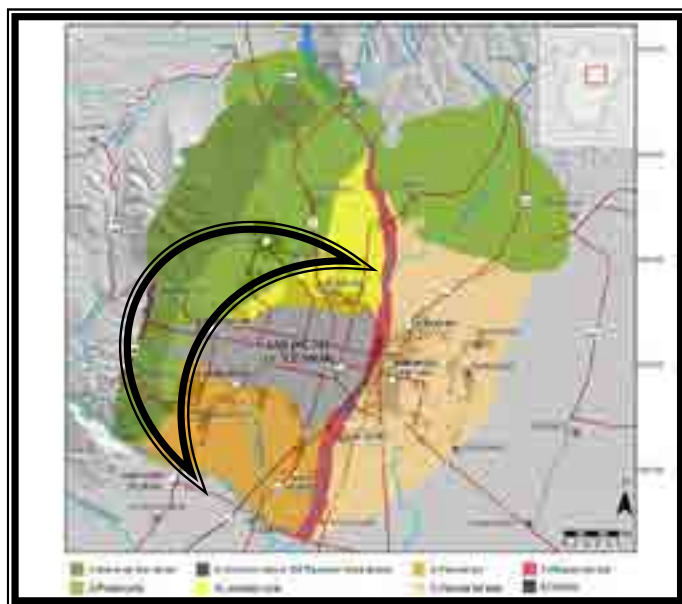


Fig. 3. Arco noroeste: pedemonte y parte suroeste de la planicie sur. Fuente: Indicación de zona de análisis sobre gráfico EDAMET-DAMI, 2014.

1. El análisis hace referencia al arco oeste del AMT, que incluye pedemonte y parte suroeste de la planicie sur, como muestra la Fig. 1, por la problemática en el manejo del agua y por la cantidad de nuevos loteos y barrios cerrados, algunos de los cuales mencionamos como casos de análisis.

Es un sector de elevada fragilidad ambiental, ya que sufre el impacto de los procesos hídricos y aluvionales que se generan en la sierra. La continua modificación antrópica producida por la apertura de vías de comunicación, la construcción de puentes, canales y residencias, intensificada en los últimos años ya que es el sitio elegido para la ubicación de nuevos loteos, tiene relación con el riesgo de inundación y aluvionamiento (LEM-DAMI, 2016).

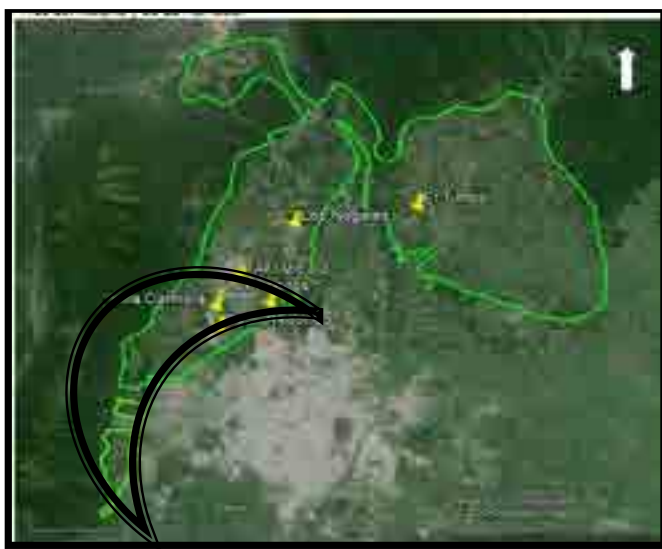


Fig. 4. Arco noroeste: pedemonte y parte suroeste de la planicie sur sobre imagen Google Earth. Fuente: Indicación de zona de análisis sobre gráfico EDAMET-DAMI, 2014

Es un territorio con un alto grado de fragmentación político- administrativa, integrado por los municipios de Lules, Tafi Viejo y Yerba Buena y las comunas rurales de Cevil Redondo, El Manantial, Los Nogales, Raco, San Pablo, Villa Nougues y San Javier, por lo que presenta una multiplicidad de decisores y de instrumentos legales que regulan los diferentes usos del suelo.

Los dificultades en este sector, según los informes LEM-DAMI, 2016 y EDAMET, 2014, están asociadas al uso intensivo de la tierra y al cambio de uso desde la función agrícola a la urbana, al uso inadecuado del suelo, a la alteración y retracción del hábitat natural, a la pérdida de diversidad biológica, a la reducción de la cobertura vegetal y a la depredación de los activos ambientales, especialmente aquellas que surgen del consumo de suelo en áreas que requieren protección o no son aptas para su ocupación. El resto de los problemas se refieren al manejo del agua, tales como el aumento del escurrimiento superficial, las inadecuadas obras de canalización y la falta de infraestructura de drenaje pluvial, la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, el incremento del riesgo de inundación, el desborde de ríos y anegamiento de zonas con poca capacidad de infiltración y la impermeabilización del suelo.

La urbanización sin planificación territorial

En el continuo proceso de transformación de tierras rurales sin infraestructura, al cambiar su destino los nuevos suelos urbanos multiplican con creces su valor. Los barrios de promoción pública siguen algunos patrones similares a los de operatoria privada en la lógica de ocupación del suelo. Sin análisis previo de la capacidad de acogida y de la capacidad de carga del territorio, los mercados del suelo condicionan el funcionamiento y la expansión territorial de las ciudades, poniendo al descubierto la ausencia de políticas públicas que regulen la expansión de forma integrada y los usos de la tierra en forma compatible, coordinadamente entre municipios, comunas rurales y provincia.

Informes técnicos recientes aluden a la mirada fragmentaria de la gestión del territorio. “Un indicador es el “Plan maestro para la recuperación y desarrollo de la costanera del río Salí de la ciudad de San Miguel de Tucumán” (EDAMET, 2014:119). Respecto a la problemática del agua, menciona que el “rol más importante del gobierno urbano es, seguramente, proveer agua potable de buena calidad. La insuficiencia de inversiones públicas y algunos efectos locales del cambio climático global parecen confluir para convertir a esta necesidad primaria en un problema muy serio para el futuro no muy lejano de la vida en Tucumán” (EDAMET, 2014:142)

Indica como problemas inmediatos y comunes a cuestiones de mantenimiento, económicas y tributarias, tales como la falta de inversión para el funcionamiento de la infraestructura existente, el insuficiente volumen de regulación de la red y el actual sistema de cobro que mide la superficie cubierta de la vivienda en lugar de computar el volumen consumido. Menciona cuestiones referidas a la normativa y a la administración, tal como “el vacío institucional en el manejo de nuevas perforaciones para barrios cerrados, públicos y countries” (EDAMET, 2014:148), la insuficiencia del organismo de Servicio de agua potable y saneamiento para atender a las cooperativas y juntas vecinales, la deficiente “coordinación institucional para el previo análisis de factibilidad de provisión de agua para consumo humano” y la falta de aplicación “de la gestión integrada del recurso hídrico”.

Como problemas emergentes alude al fenómeno de sequía, más frecuente en los últimos años. Indica que en un escenario futuro las actuales fuentes de agua, sobre todo las superficiales, podrían mostrar una marcada decadencia, y que un financiamiento del servicio de agua potable y cloacas es insuficiente para atender las necesidades actuales, por lo cual aparece la tendencia a trasladar a los usuarios los incrementos en los costos de operación y mantenimiento.

La vulnerabilidad de las fuentes hídricas por la contaminación de efluentes cloacales y desechos industriales, junto al agotamiento de la vida útil de las grandes obras de captación, conducción y distribución, aumentan sensiblemente los costos de potabilización y disminuyen la disponibilidad del recurso. Los acuíferos subterráneos en El Manantial y Tafí Viejo están sobre explotados, al igual que la zona de recarga de la vertiente oriental de la Sierra de San Javier (EDAMET, 2014).

Las nuevas urbanizaciones tienen como consecuencias, además de la escasez de agua para consumo en algunas zonas, efectos provocados por la erosión, el aluvionamiento, las

inundaciones, la emisión de residuos líquidos, cloacales y sólidos y la contaminación de napas.

Instrumentos de gestión. La evaluación de impacto ambiental

El instrumento de prevención según la legislación nacional y provincial es la Evaluación de Impacto Ambiental². Tanto la Ley General del Ambiente del año 2002 como la ley de la provincia de Tucumán sancionada en 1991 refieren a la Evaluación de Impacto Ambiental. Esta última establece la obligatoriedad de presentar Estudios de Impacto Ambiental para todas aquellas obras susceptibles de generar efectos en el ambiente y crea el Consejo Provincial de Economía y Ambiente, encargado de estudiar y autorizar los proyectos que pueden “producir una variación sobre la calidad del medio ambiente”.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de la política ambiental si se presenta como parte de *“un conjunto de decisiones interrelacionadas, que son tomadas por un actor político o un grupo de actores, y refieren a la selección de objetivos y de los medios para alcanzarlos”* (Geo Ciudades, 2008:158)³

Al mismo tiempo la Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de evaluación territorial. Sin embargo, en la práctica⁴ adolece de una serie de cuestiones, ya sea por razones que tienen que ver con el conocimiento del proyecto puntual, de sus efectos, de sus interrelaciones y del funcionamiento de la ciudad en su conjunto como por las propias limitaciones de una herramienta carente del entretrejo de planes, programas y acciones preventivas.

La descripción de la magnitud y complejidad del proyecto es uno de los aspectos de fundamental importancia para poder considerar los futuros efectos que pueden tener las obras en el ambiente, en la ciudad y en el territorio.

La discontinuidad de la trama urbana, es decir de la red de calles, es una característica que se repite en los planteos de “desarrolladores” como una situación caprichosa e independiente del medio en el que se inserta el proyecto. Esto se agrava cuando se trata de un “loteo cerrado”. Parecieran desconocerse o minimizarse los efectos que esta situación de ruptura produce en la estructura de la ciudad, en el espacio público, en la accesibilidad y conectividad y en la seguridad de la población.

2. Si bien se reconoce que los principios de la Evaluación de impacto ambiental se pueden encontrar en la década de 1950, incluso en los años treinta en Estados Unidos de América, formalmente se estableció en 1970 en Estados Unidos. El ejemplo fue seguido por varios países aunque recién en 1992 se aceptó y divulgó ampliamente en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Perevochtchikova, 2013).

3. Según el manual utilizado en los informes Geo, capacitación para la preparación de evaluaciones e informes ambientales.

4. Los requisitos para Evaluación de Impacto Ambiental que deben cumplir los proponentes de competencias deportivas en bicicleta, motocicleta o automóvil se han aprobado mediante resolución en el año 2017. Las modificaciones a las exigencias para urbanizaciones, loteos, barrios de promoción pública, barrios cerrados, se encuentra en el CPEA para su tratamiento y aprobación.

Esto interpela a la dimensión de la ética profesional, a la formación de los equipos que se desempeñan como consultores ambientales en temas específicos. Se pone en cuestión la discriminación de las profesiones con competencias territoriales⁵ y la conformación de los equipos consultores de técnicos especializados en las diferentes disciplinas afines al proyecto que se presenta y con responsabilidades de acuerdo a sus incumbencias profesionales controladas por sus respectivos organismos colegiados. Como ya se ha mencionado, es fundamental la disponibilidad de la información de proyectos y obras en ejecución, lo cual requiere superar el modo de “hacer ciudad” según las urgencias, incorporando mecanismos eficientes de planificación regulación y control.

La inadmisibilidad de modificaciones a proyectos evaluados

En no pocos casos, una vez que se ha obtenido el Certificado de Aptitud Ambiental, se presentan modificaciones al proyecto original, en las que se reemplazan espacios públicos, verdes o equipamiento comunitario por espacios construidos para residencias. Se omite en éstas, la importancia que tiene destinar el correspondiente porcentaje de espacio al dominio y uso público, en cumplimiento a la ley nº 5380/82 de loteos y sus múltiples efectos positivos en la ciudad. Desde el aspecto tributario es un modo de recuperación de plusvalías para el municipio, desde una mirada funcional y ambiental puede servir según el lugar donde se ubique y el caso de que se trate, como “laguna de retención”⁶ y desde el aspecto funcional urbano resuelve la necesidad de parques y plazas.

La localización importa no solo a los fines de poder ubicar el sector del proyecto sino de situar las administraciones encargadas de los usos del territorio y de sus normativas específicas. Por otro lado, las características del medio físico natural y el medio construido existente determinan la función que debería desarrollarse en el sector según la complementariedad o incompatibilidad de actividades. Para esto es necesario contar con información respecto a los recursos naturales del área y a los insumos que serán utilizados, el detalle de la categoría de bosques nativos que corresponde al sector del inmueble, su relación con cuencas, la proximidad a vías de acceso, la cercanía a cursos de agua, a instalaciones de alta tensión, a plantas de residuos líquidos, cloacales o sólidos, a establecimientos educativos, culturales, deportivos o sanitarios, la distancia al centro urbano más próximo y la dotación de transporte público.

Resulta fundamental la relación con otras obras o proyectos en ejecución o a ejecutar, ya sea con planes estatales o propuestas privadas, es decir con los proyectos asociados, conexos o complementarios, existentes o proyectados, y su incidencia en el proyecto que se

5. Tiene que ver con la dispersión disciplinar en temas urbanos y territoriales, y la falta de técnicos formados en esta disciplina, que se desempeñen como consultores ambientales en la elaboración de Evaluaciones de impacto ambiental.

6. Espacio destinado a almacenar agua de modo temporal a fin de atenuar el impacto de precipitaciones de intensidad moderada a fuerte.

presenta ya que pueden generar interferencias en el tránsito, dificultades en los drenajes o en caso contrario, aportar positivamente a la sinergia de actividades.

La Evaluación de Impacto Ambiental se orienta al análisis de los impactos positivos y negativos sobre la geomorfología, las aguas, el suelo, la flora y fauna, la población de los alrededores, el paisaje, la trama, el tejido urbano y el espacio público. La cantidad de superficie construida tiene relación con el aporte adicional del proyecto a los caudales hídricos.

Es importante el énfasis en la coherencia de las medidas de mitigación, prevención o compensación, ya sean obras o acciones, de las que deberá especificarse la población y los organismos afectados, respecto a los impactos⁷ que deben estar perfectamente identificados, descriptos y medidos.

Otra referencia sumamente significativa es la consideración de la población afectada y el modo en que incide el proyecto al habitar.⁸ Para esto resulta fundamental la descripción de los efectos positivos y negativos que la nueva situación generará en la población, especialmente en los habitantes más próximos al área de intervención, pero también los habitantes afectados en un ámbito más amplio en función del tamaño y características de la obra. Por lo cual, se plantea aquí una dificultad que consiste en definir el área de influencia del proyecto, en el aspecto físico y social, los grupos vulnerables y la cantidad de población que podría verse afectada.

Incluir en la etapa de proyecto a la población involucrada implica un trabajo participativo para evitar los conflictos por la tierra y por el derecho al agua. El caso del desarrollo de un country ubicado en la comuna de San Pablo y la consecuente problemática de la población de “Colonia de Chazal” dan cuenta de esto. Aquí se suman a las cuestiones ambientales, factores culturales y de derecho a la territorialidad, es decir al vínculo que establecen los habitantes con el suelo. Algunos integrantes de esta comunidad que quedó “atrapada” en un “barrio cerrado”, manifiestan que “no tienen acceso al agua como lo hacían en el pasado”, aparentemente como consecuencia de la modificación de los cauces para el nuevo emprendimiento. No aceptaron las viviendas que les ofrecieron como compensación si abandonaban sus tierras, en realidad se trata de “módulos habitacionales” de escasas dimensiones, según sus declaraciones, que se encuentran en un lugar próximo a un cauce. Al hablar se refieren a sus vínculos con la tierra, a su lugar de pertenencia, que se remonta a muchas décadas atrás cuando sus padres trabajaban en el ingenio y recibieron esas tierras por las que mantienen litigio hasta la actualidad. Una virgen, un santuario, que quedó adentro del “barrio cerrado”, los condujo a hacer una presentación ante la justicia para proteger el oratorio, de las reglas que impone a la tierra como un bien de cambio.

Pero también en otros casos se plantea la importancia de considerar a la población afectada, a la futura y potencial población, sus vidas y sus intereses y a vincularlos con la identi-

7. Por ejemplo, en caso de tratarse de un trazado subterráneo o aéreo en espacios urbanizados, debe resolverse la propuesta o los elementos existentes tales como el arbolado urbano.

8. Es una noción antropológica fundamental que los decisores sobre la ciudad y el territorio ignoran.

ficación de los impactos ambientales. Los organismos involucrados otorgan permisos a fin de dar curso a los trámites para conseguir la “habilitación”. Estos se denominan prefactibilidades, ya sea de mitigación de riesgo contra inundaciones como para el servicio de agua y cloacas, o el uso de agua subterránea, la dotación de energía eléctrica, o para construir en zona de bosques o área protegida.

Pueden mencionarse como casos los proyectos de urbanizaciones en el pedemonte que al localizarse en una zona hidrogeológica de “alerta de sobreexplotación”, presenta interrogantes respecto a la provisión de agua y electricidad, la escorrentía superficial y el sistema de cloacas. Un barrio en el municipio de Yerba Buena, avanza en zona de ladera en un sector que aparenta ser “parque de bosque”, respecto al que uno de los organismos intervinientes advierte sobre “...riesgo de reptación o aluvionamiento...” que deberá comunicarse a los futuros compradores, sin considerar los posibles daños al resto de la población, los costos sociales y económicos y el riesgo para la vidas de los habitantes.



Fig. 5. Zona suroeste: de conflictos por el agua y crecimiento sin previsión. Fuente: Imagen satelital Google Earth

Otras veces los grandes parcelas de decenas o cientos de hectáreas se subdividen en lotes de menores superficies y se venden como proyectos independientes, tal como

ocurre con un llamado “master plan” de más de 200 hectáreas destinadas a “barrios cerrados” en el área de la comuna de El Manantial. Algunos de los problemas se presentan ante lo que podría considerarse una estrategia para transgredir la norma, aun cuando no hay impedimentos para subdividir grandes loteos. Según un informe de la oficina de Recursos hídricos de la provincia, “se estima la construcción de 3.600 viviendas y se proyecta un aumento de la población de 15.800 habitantes” con un factor de ocupación del suelo igual a 0,6.

El “master plan” presentado solo incluye un planteo de manejo de los recursos hídricos que no se acompaña de una propuesta urbanística, de infraestructura, de equipamientos comunitarios y de accesos, teniendo en cuenta el colapso que puede generar en el actual sistema territorial. Lo cual deriva en una mera anexión de partes cuyos impactos territoriales y ambientales no pueden ser evaluados de forma independiente.

Ordenación del territorio. Desafíos

Distintas iniciativas promovidas a fines del año 2015, no han logrado modificar la situación previa de predominio del avance de la urbanización hacia el oeste con sus consecuentes impactos. La municipalidad de Yerba Buena, mediante Decreto n° 1106/2015, prohibió los emprendimientos desde el río Muerto hacia el Oeste por el término de seis meses, que renovó por el mismo período y creó una comisión de evaluación del pedemonte integrada por representantes de distintos organismos provinciales para la revisión y modificación del Código de Ordenamiento Urbano.

Uno de los informes de integrantes de la comisión sostiene que los conos de deyección no deben urbanizarse, ya que constituyen sectores de recarga de acuíferos y propone la creación de parques de transición como zonas de amortiguación que podrían manejarse y regularse desde la gestión público-privada.

El municipio de Tafí Viejo mediante Ordenanza Decreto n° 4207/2015/1, menciona que *“los pedidos de factibilidades de localizaciones urbanas para emprendimientos habitacionales en trámite no se ajustan a las normas provinciales y ordenanzas vigentes de la municipalidad de Tafí Viejo (Ley N° 5380, Ordenanzas N° 41/84 y N° 107/87)”*, lo cual, *“amerita una tregua en la aprobación de nuevos emprendimientos urbanos”* por el término de ocho meses.

Estas medidas impactan en los territorios pertenecientes a las comunas del pedemonte que se presentan como territorios con adecuadas aptitudes y menores restricciones para las nuevas urbanizaciones.

La constitución de una Mesa de Coordinación Metropolitana, según acta de conformación firmada el 29/08/16 y un acta acuerdo entre municipios y comunas del pedemonte y gobierno provincial de fecha 15/12/2016, han quedado en una instancia formal.

A pesar de que la ordenación del territorio aparece como un instrumento de gestión en la ley de presupuestos mínimos, junto a la mención del plan estratégico y del sistema de información, vinculación y asistencia y de la ley de desarrollo y ordenamiento, la planificación territorial⁹ sigue siendo una materia pendiente. La ordenación del territorio es un

proceso de carácter técnico, político y administrativo (Gómez Orea, 1994) que pretende disponer a largo plazo el uso del territorio, de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones y a las necesidades y aspiraciones de la población mediante planes de ordenación (Massiris Cabeza, 2002).

En América latina¹⁰ la gestión no ha sido eficiente para resolver los problemas territoriales y ambientales, las limitaciones para solucionar estos problemas obedecen fundamentalmente a consideraciones de tipo político, económico y organizacional y a la inexistencia de un marco normativo claro, concreto, completo, que viabilice las transformaciones estructurales para llevar adelante el proceso de ordenación del territorio que se sostenga en el largo plazo.

Sin embargo, en la actualidad parece ineludible contar con políticas que clasifiquen y califiquen el suelo y determinen sus usos según su aptitud. Otra necesidad aparece respecto a los mecanismos de control, a los indicadores¹¹ de seguimiento de calidad del aire, del suelo, del agua, de la flora o de residuos. Los instrumentos que colaboren o formen parte de un proceso de Ordenación del territorio tienen la misión de disminuir los desequilibrios y las inequidades que se dan en las diferentes escalas.

Reflexiones finales

Las tradicionales líneas de análisis urbano plantean que el mayor impacto territorial de la expansión urbana refiere a la disminución de tierras agrícolas, al aumento en la congestión, a la contaminación atmosférica, a la significativa pérdida de población en las áreas centrales, al aumento de la segregación socio espacial, al aumento de los tiempos de traslado producto del tendiente y progresivo crecimiento periférico y al manejo de residuos y de aguas.

Estas cuestiones aún sin atender tienen relación con la falta de coordinación entre los diversos actores y entre instrumentos de gestión ambiental y territorial involucrados a diferentes escalas. Para poder proyectar en función de la complementariedad de actividades y provocar sinergias es inexcusable superar la mirada fragmentaria, la operatividad por sectores,

9. El primer antecedente es la ley 8912/77 de Ordenamiento territorial y uso del suelo de la provincia de Buenos Aires. En 2009 se sancionó la ley 8051 de Ordenamiento territorial y usos del suelo de la provincia de Mendoza. En la escala nacional el Plan estratégico territorial 2016 se complementa con el proyecto de ley de Ordenamiento Territorial Nacional.

10. La Ordenación del territorio (OT) en los países latinoamericanos tiene una historia muy reciente que se remontan a los inicios de la década de los ochenta. Desde su origen ha sido concebida de manera diversa, asociada a las políticas ambientales, urbanísticas, de desarrollo económico regional y de descentralización. Hoy predomina la idea de la ordenación como instrumento o estrategia para lograr el desarrollo sustentable, entendido en términos de política plurisectorial, horizontal (Massiris Cabeza, 2002)

11. Son “paquetes de información” que ayudan a comprender las interacciones complejas entre diferentes situaciones, proporcionan información relevante y no son perceptibles de inmediato (Geo ciudades, 2008).

la burocracia, la resolución de urgencias, y la transparencia y accesibilidad de la información.

La gestión integrada del agua demanda la armonía entre los intereses y la dinámica de las poblaciones y la lógica propia de las cuencas hidrográficas y el ciclo hidrológico, pero la falta de articulación para la toma de decisiones a partir de los diferentes conocimientos y áreas es una de las causas de ingobernabilidad en materia de gestión integrada del agua, mientras que las decisiones se toman usualmente en forma simplificada y parcial, con paradigmas preestablecidos (Dourojeanni y Jouravlev, 2001).

En materia de Ordenación del territorio, ya sea si tomamos como unidad de gestión la cuenca de los ríos Salí Dulce¹² o el pedemonte metropolitano, caben las mismas observaciones. La gestión integral del agua como parte de las políticas territoriales, pone en el eje de la cuestión al agua como potencial atractivo, como unidad de análisis de planificación y como derecho primordial.

La ordenación de territorio es un instrumento preventivo y por lo tanto requiere herramientas legales que lo sostengan en el largo plazo, con instrumentos financieros económicos que aseguren su sustentabilidad y con instrumentos de efectiva participación para incorporar miradas y conocimientos diversos, no sólo de los técnicos como sucede en la mayoría de las instancias llamadas participativas, sino de las poblaciones locales profundamente vinculadas a los usos del agua y al territorio.

Además de establecer límites a la urbanización y de elaborar planes especiales de intervención y de ordenación, aparecen como posibilidad otros instrumentos. Entre ellos la municipalización de Comunas Rurales y las restricciones al dominio que delimiten y subordinen el uso absoluto del suelo de áreas sensibles (Pedemonte o Cuenca del Salí-Dulce) respeten las autonomías locales, declaren la utilidad pública de áreas sujetas a protección o creen la figura legal de “servidumbre administrativa de ocupación hídrica” (LEM-DAMI, 2016), o las distintas formas de intermunicipalidad que pueden tener como horizonte la creación de una autoridad metropolitana, la supra municipalidad política y la cooperación institucional.

Para alcanzar el éxito en la gobernabilidad metropolitana, como dice Lefevre, 2005 (LEM-DAMI, 2016) se hace necesaria la producción de tres elementos simultáneos: la legitimidad política, funcional y social. Es decir, a partir de instaurar instituciones públicas con autoridad supra municipal y supra provincial y mediante políticas adecuadas para llevar adelante nuevos procesos de Ordenación del territorio.

12. Actualmente está en proceso de elaboración el Plan director para la Cuenca Salí Dulce. Uno de los 89 proyectos que incluye, es la modificación del funcionamiento del Comité de cuenca S-D a fin de que elabore propuestas de Ordenación del territorio. En uno de los talleres participativos pudo observarse la reducción de las políticas de Ordenación del territorio a la mera de la elaboración de planes urbanos.

Bibliografía

- Gómez Orea.** 1994. *Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el medio físico.*
- Massiris Cabeza, A.** “Ordenación del Territorio en América Latina”. Scripta Nova Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788, vol. VI, núm. 125, 1 de octubre de 2002. En <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-125.htm>
- Petroska, M.** “La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales”. En Revista Gestión y Política pública, vol. XXII- número 2- II semestre 2013. pp. 283-312. En <http://www.redalyc.org/pdf/133/13328943001.pdf>
- Pnuma.** 2002. *Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades.* México.
- Universidad Nacional de Tucumán- UNT.** 2014. Estudio de Diagnóstico del Área Metropolitana de Tucumán. EDAMET-DAMI. Informe final. En <http://www.dami.uec.gov.ar/donde-se-implementa/am-tucuman/>
- Observatorio de fenómenos urbanos y territoriales – OFUT,** Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. 2016. Lineamientos estratégicos para la Gestión Territorial del Área Metropolitana de Tucumán. LEM-DAMI. Informe final. En http://www.dami.uec.gov.ar/wp-content/uploads/2016/10/dami.uec.gov.ar_dami_lineamientos_estrategicos_metropolitanos_tucuman_dami.pdf
- Comisión del pedemonte de la Municipalidad de Yerba Buena.** 2016. Informes parciales. Tucumán.
- Ley n° 25.675 General del Ambiente,** Argentina, 27/11/2002.
- Ley n° 6.253 Normas generales y metodología de aplicación para la defensa, conservación y mejoramiento del Ambiente,** Tucumán, Argentina. 16/09/1991.
- Resolución n° 116 DCT y MA,** Tucumán, Argentina 23/10/2013.
- Ley n° 5.380 de Loteos,** Tucumán, Argentina, 24/03/1982.
- Ley n° 8.304 de Ordenamiento territorial de bosques nativos,** Tucumán, Argentina, 24/06/2010
- Decreto n° 1.106,** Municipalidad de Yerba Buena, Tucumán, Argentina. 14/12/2015.
- Decreto n° 4207/2015/1** Municipalidad de Tafi Viejo, Tucumán, Argentina. 9/11/2015
- Expediente n° 04/620-MM-2016.** Dirección de Medio Ambiente, Tucumán, Argentina. Propuesta de modificación aviso de proyecto para Urbanizaciones, loteos y barrios abiertos y cerrados.
- Informes de Evaluaciones de impacto ambiental de urbanizaciones y loteos. Dirección de Medio Ambiente, Tucumán, Argentina.

Marcela Cecilia Medina

Arquitecta, Doctora en Humanidades con especialidad en Urbanismo. Profesora adjunta Urbanismo II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Profesora asociada Ordenamiento territorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. Asesora técnica de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de Tucumán

CUENCAS HÍDRICAS PRODUCTIVAS. “Procesos de erosión y sedimentación. Sequía e Inundación”

Carlos Alberto Giobellina

1. Introducción.

La Cuenca Salí Dulce¹, es de tipo endorreica de unos 90.000 Km² de superficie, con las nacientes en Salta, Tucumán y Catamarca, y luego transita por Santiago del Estero, entregando sus aguas en Córdoba en la Laguna de Mar Chiquita.



El sector de la Cuenca, integrado por las Provincias de Salta, Catamarca y Tucumán, conforma la cuenca alta y es donde se producen los procesos de erosión importantes, por razones naturales y antrópicas. Y también parte de la sedimentación.

El río Salí entrega sus aguas al embalse artificial que conforma el Complejo Multipropósito del Dique de Río Hondo, en la Provincia de Santiago del Estero. Parte de dicho embalse se ubica en Tucumán, lo que generó una modificación en el régimen de escurrimiento de los cauces naturales aportantes, llevando a depositar sólidos en suspensión en ellos, producto de la erosión en la cuenca alta.

2. Breve historia.

En este trabajo, nos ocuparemos parcialmente de los procesos de erosión y sedimentación en la Provincias de Tucumán, producto de los cambios de uso de suelo para el desarrollo de la actividad

Figura 1. Mapa de la Cuenca Salí Dulce.
Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica.

1. Sistema Nacional de Información Hídrica, superficie de la Cuenca Salí Dulce 92.270 Km2.

agro-industrial, en los últimos 150 años, resaltando la ausencia de la planificación territorial y su necesario ordenamiento, donde la mirada del Ambiente es una muy joven componente en la evaluación de los costos y los beneficios en las actividades humanas. Sin embargo, en forma puntual y en diversas épocas de esta reciente historia, hubo “hombres iluminados” que pensaron en la sostenibilidad de este magnífico y rico territorio.²

Desde los primeros tiempos de la Colonia y la conformación de los territorios de la Provincias Unidas, Tucumán tuvo un rol importante en el desarrollo de las actividades productivas como la agropecuaria y luego la industrial.

Las primeras industrias, agro alimentarias, fueron a niveles familiares y de pequeña escala de producción, hasta la llegada del ferrocarril, donde se produce un salto cuantitativo en la tecnificación de la molienda y lleva la escala de producción a muy altos niveles. Pasando de rústicos trapiches de palos movidos por tracción a sangre, con cocción del jugo de la caña de azúcar en pequeñas cubas calentadas a fuego directo; a la incorporación de una nueva fuerza motriz basada en calderas que movían grandes trapiches de acero, con sistemas de cocción que utilizan las mismas calderas.

*“En 1858 ya se había intentado dar el primer gran paso de transformación tecnológica trayendo a Tucumán dos técnicos franceses que trasladaron en carretas máquinas de vapor inglesas”*³

En 1876, llega el Ferrocarril Central Norte Argentino, en su ramal Córdoba - Tucumán.⁴ En 1891 llega el ramal Rosario - Tucumán. Ello permitió transportar maquinarias de mayor porte y un flujo importante y decisivo de inmigrantes que se radicaron en esta provincia del Norte, y contribuyeron al desarrollo de la pesada Industria Azucarera.

El despegue azucarero, en Tucumán, es en el período entre 1876 a 1895 donde sufre un vertiginoso proceso de modernización de los Ingenios Azucareros, produciendo una reorientación en la Provincia de una agricultura de subsistencia a una intensiva y preponderante del mono cultivo con la plantación de caña de azúcar.⁵

2. A veces deben transcurrir más de cien años en nuestro país para que se concrete un sueño. En 1914, Miguel Lillo (1862-1931), el sabio tucumano, tuvo la idea de establecer el área protegida al sur de Tucumán porque allí se hallaba la vegetación forestal más exuberante del país y las posibilidades máximas de proteger la copiosa vegetación selvática y las principales cuencas hídricas de la provincia. El 4 de julio pasado, la Cámara de Diputados aprobó por unanimidad la ley de creación del Parque Nacional Aconquija. La Gaceta – 18 de Julio de 2018.

3. http://www.todo-argentina.net/geografia/provincias/tucuman/la_industria_azucarera.html

4. El 31 de octubre de 1876 se efectuó la inauguración oficial del Ferrocarril Central Norte (FCCN), con vías de trocha métrica, construido por el Estado Nacional. Aquel día llegó a Tucumán el tren que conducía al Presidente Nicolás Remingio Aurelio Avellaneda y su Comitiva. Avellaneda (1937-1885), nacido en Tucumán, fue abogado, periodista, político y estadista argentino.

5. Caña de azúcar, introducida por la Compañía de Jesús en Tucumán. Los Jesuitas (1585 a 1767) desarrollaron importantes actividades económicas y comerciales en este territorio. *“Jesuitas en Tucumán al filo de la expulsión”* Sara Peña Bascary 1994.

Los datos previos a la llegada del Ferrocarril a Tucumán son:

1) En 1872 la superficie plantada con caña de azúcar es de 1.687 Ha y con una producción de 1.200 toneladas (T) de azúcar.

2) En 1877, a un año de la llegada del ferrocarril, la superficie plantada con caña es de 2.487 Ha y con una producción de 3.000 T de azúcar.

3) En 1881 la superficie plantada con caña fue de 5.405 Ha con una producción de 9.000 T. de azúcar.

4) En 1884 la superficie fue de 10.980 Ha con una producción de 24.152 T. de azúcar. Pasando a 1895 con 40.724 Ha y una producción de 109.253 T. El potencial de rendimiento fabril en esos años era de 7,9%.

Toda la actividad agropecuaria en la provincia de Tucumán, se desarrolló en parte media de la subcuenca Salí, ocupando y transformando la selva basal y parte del parque chaqueño semiseco, de donde se proveía del combustible para sus calderas a los Ingenios Azucareros, que consistía fundamentalmente de leña.

La importante transformación agro industrial de Tucumán, claramente es un accionar público privado con roles destacados de Gobernadores, como Benjamín Aráoz⁶ y Lucas Córdoba, quienes acompañan el desarrollo con obras hídricas de infraestructura pública, orientadas a sustentar la producción industrial y a dotar de “agua corriente” a la población en permanente crecimiento, con tasas altas migratorias atraídas por el creciente desarrollo industrial.

Como ejemplo tenemos la contratación del ingeniero hidráulico César Cipolletti como responsable de las obras hidráulica para la provincia. Cipolletti se encargó de las “Aguas Corrientes”, el Dique derivador de la Aguadita sobre el río Salí, el Dique el Cajón, y del Dique de El Cadillal en su primera versión. Ello entre los gobiernos de Benjamín Araoz y Lucas Córdoba.

Tucumán tuvo una visión amplia sobre las cuencas hídricas desde sus inicios, y fue de las primeras provincias en desarrollar obras hidráulicas para aprovechamiento de los recursos hídricos. La actual Dirección de Recursos Hídricos, en 2019 cumplió 121 años de existencia, con funciones que incluyeron el “agua corriente”, creada en la Gobernación de Lucas Córdoba.

3. Procesos de erosión por causas antrópicas.

Existen varios avisos de procesos de erosión en territorio de Tucumán por causas antrópicas, como también tenemos evidencia de procesos de erosión y sedimentación de gran

6. Carlos Páez de la Torre H.El 11 de junio de 1895, el presidente del Consejo de Higiene de Tucumán, doctor Domingo del Campo, dirigía una larga nota al Gobierno, dirigido por Benjamín Aráoz. Empezaba expresando que el organismo a su cargo, Había reconocido que “la mayor parte de las enfermedades infecciosas y contagiosas que diezman las poblaciones de los departamentos de la provincia, tienen su origen en el uso que se Hace del agua de las acequias para beber”. Lucas Córdoba, en su carácter de Ministro de Gobierno aceptó las recomendaciones y actuaron en consecuencia.

magnitud, por causas naturales en períodos geológicos anteriores al desarrollo agropecuario contemporáneo.

Ejemplo de ello son la cantidad de bañados naturales existentes en zonas de cambio de los gradientes de pendiente, y con fuerte correlación a los gradientes de precipitación.

Al no contar el territorio con una planificación de ocupación y desarrollo sostenible, a lo largo de los últimos dos siglos, podemos observar una serie de factores que contribuyeron negativamente a la conservación de los suelos, generando pérdidas de ellos en ciertos sectores por procesos erosivos de origen hídrico; y a la sedimentación en las zonas con menores gradientes de pendientes por la disminución de la velocidad de las escorrentías superficiales de los excedentes pluviales.

En general, ya hasta los '70 del siglo XX, estas zonas de sedimentación tenían una mayor cobertura vegetal por ser sectores de baja precipitación (<600 mm), donde existía grandes superficies con ganadería extensiva. Y a pesar de tener los bosques nativos degradados, no conformaban grandes superficies agrícolas. Es sabido que cuando existe cobertura vegetal nativa, por más degradada que se encuentre, ésta ofrece una resistencia mayor a las escorrentías superficiales en relación con las zonas agrícolas, de los excedentes hídricos bajando la velocidad y permitiendo la deposición de las partículas de suelos transportados. También facilitan la infiltración, la evaporación y la evapotranspiración; disminuyendo los caudales y aumentando los tiempos de concentración de las micro cuencas en los cauces naturales o canales artificiales.

A partir del avance de la frontera agrícola en Tucumán, sobre el parque chaqueño, pasando de ganadería extensiva con pequeñas áreas agrícolas, a grandes superficies de uso agrícola con cultivos de granos, con inadecuada planificación, pobres o inexistentes prácticas agrícolas con criterios de conservación, y con total ausencia de criterios de sustentabilidad y sostenibilidad. Nos llevaron a que los excedentes hídricos de las zonas con precipitaciones entre 600 mm y más de 1.200 mm, generaran en diferentes zonas ambientalmente frágiles, a que los procesos de erosión hídrica de los suelos productivos y su consecuente sedimentación en las zonas más bajas y con menores gradientes de pendiente, con externalidades de procesos lineales de erosión y la generación de grandes cárcavas, activas y retrógradas.

4. Antecedentes registrados de los procesos de erosión y sedimentación.

En 1983, en el departamento de Burruyacu de la provincia de Tucumán, luego de una serie de fenómenos meteorológicos con precipitaciones de intensidad media y alta, de carácter ordinario, generaron inundaciones que afectaron infraestructura pública y con daños a la propiedad privada. Caminos internos de fincas afectados, canales de desagüe inter-fincas con procesos de erosión y generación de cárcavas, Escuela afectada por inundación con alta carga de sedimentos, puentes de ferrocarril afectados y RN 34 inundada y con sedimentos.

Uno de estos casos, por su gravedad sobre daños a la infraestructura pública, fue estudiado con un importante grado de detalle y base técnica, lo que generó un amplio informe presentada bajo el expediente No 2862/325-DPA-1983. Informe de Inundación Pajas Coloradas, Garmendia, Dpto. Burruyacu, elaborado por el Lic. Geólogo Ernesto Pantorrilla. Elevado al Sr. Secretario de Estado de Obras y Servicios Públicos.

*"01-Junio-1983. De Ernesto Pantorrilla al
Sr. Director Provincial del Agua. Ing. Alfredo Alonso.*

Conforme a lo solicitado y a fin de esclarecer los problemas de inundaciones de campos de cultivo y cortes de la Ruta Nacional No34 en la zona de Gdor. Garmendia, elevo a Ud. el presente informe elaborado.

*En base a fotografías aéreas ejecutadas por SPARTAN para el N.O.A. Geológico Mi-
nero en el año 1971.*

*Se ha preparado una planimetría que abarca la zona afectada y hacia el Oeste has-
ta la Sierra de La Ramada y del campo donde tienen origen algunos de los problemas.*

*Puede observarse que en el año 1971 eran pocas las propiedades desmontadas. En
la actualidad (1983) prácticamente toda la zona ha sido desmontada he incorporada
a la agricultura. Salvo excepciones, en la mayoría de los casos se realizan cultivos
intensivos sin aplicar las prácticas de conservación de suelos (cultivos en terrazas,
curvas de nivel, etc.) y sin tener en cuenta los desagües de esas áreas incorporadas al
uso agrícola, ya que al desaparecer el monte natural se aumenta considerablemente
la escorrentía de superficie.*



Figura 2. Fotoplano del vuelo fotogramétrico del N-O-A- Geológico (Spartan- 1971).

Así mismo puede observarse que el Río Tajamar corre por un cauce perfectamente definido hasta unos 5 Km al S.E. de la Ruta Provincial No304, lugar denominado "Punta del Agua" y desde allí hacia el E. y E.S.E. por zonas bajas que pasan las vías del F.C.G.B.M. y Ruta Nacional No34 Hasta la Provincia de Santiago del Estero.

Evidentemente esas zonas bajas que hoy se encuentran desmontadas y cultivadas, no llevaban agua en forma continua y permanente, si lo hacen en época estival, motivo por el cual el Ferrocarril ejecuta 2 obras de arte -(1) y (2) en el mapa- y Vialidad Nacional badenes sobre la Ruta.

En la actualidad (1983) el Río Tajamar, debido al aumento de la escorrentía superficial sobrepasa la Ruta Nacional No34 y el Ferrocarril prácticamente durante todo el año con cauce propio y en parte ejecutado por propietarios ribereños en coincidencia con el puente (2) del Ferrocarril.

Como puede observarse en la fotografías aéreas el cauce sobre el Puente (1) se prolonga unos 10 Km hacia Santiago del Estero, en cambio el inferior (2) desaparece unos 4,5 Km al E. de la RN 34. En esta zona la pendiente del cauce es muy baja y como consecuencia de ello es que se produce los anegamientos del badén sobre la RN 34 y la sedimentación del material de arrastre que se observa en la zona, prácticamente tapando los alambrados.

En cuanto al anegamiento de campos en la zona de Pajas Coloradas y corte de la Ruta Nacional No34 a unos 4 Km al S. de Gdor. Garmendia se deben a un trabajo de canalización efectuado por los propietarios de la Estancia "El Zapallar" en el tramo marcado (3) y (4) en el mapa, para evitar la entrada de agua proveniente del área al Q. de dicha propiedad entre las Rutas Nos 304 y 336, y aguas de vertientes existentes en la zona. Al llegar a (4) el agua se derrama sobre la propiedad de "Legumbres S.A." y entonces se construye el canal en el tramo (4) y (5) por los dueños de la Firma.

En las fotografías que se adjuntan puede observarse este trabajo de canalización y el grado de erosión que se produjo como consecuencia del mismo proceso que ya es irreversible (1983) debido a las dimensiones que alcanzó el cárcavamiento.

El canal que en sus orígenes tuvo una sección de 1,00 x 3,00 metros en la actualidad (1983) alcanza en zonas a más de 6 m de profundidad por 15 m de ancho.

A partir de este punto el agua corre por un camino vecinal y comienza a despararrarse anegando campos de cultivos, inundando y afectando las instalaciones de la Escuela de Pajas Coloradas y poniendo en grave riesgo la represa existente en la zona, para llegar finalmente a la RN 34 anegándola en un tramo de más de 1000 m, con los inconvenientes ya conocidos (Ver fotografías).

Para solucionar parte de este problema, Vialidad Provincial ejecuta.....". Sigue el informe con aspectos técnicos de proyectos de mitigación de daños en infraestructura.

El informe da cuenta de una serie de externalidades que se manifestaron a partir de lluvias de mediana y alta intensidad, sobre una vasta superficie, con afectación a cultivos, infraestructura pública y privada. Pone de manifiesto los procesos de erosión en cauces hídricos naturales (Arroyo Tajamar) y artificiales (canal de desagüe inter-finca); y su con-

secuente proceso de inundación y sedimentación en campos con cultivos, Escuela, RN 34, puente ferroviario.

También da cuenta de procesos de generación de “nuevos cauces” en zonas que antes (poco años atrás) existía un sistema de bañado denominado “Punta del Agua”, donde el agua transcurría en forma laminar (mansa), con baja energía, precipitando los sólidos en suspensión, en un ambiente con vegetación nativa acorde al paisaje, cumpliendo importantes funciones hídrico ambientales y servicios eco sistémicos.

La cartografía usada por el Lic. Ernesto Pantorrilla en 1983 para el análisis realizado, fue un foto-mosaico confeccionado en base a las fotografías aéreas del vuelo *Spartan* para el NOA Geológico, realizado en 1971. En ese momento (1983) no disponían de nuevos vuelos fotogramétricos, ni tampoco contaban con acceso a imágenes satelitales.

Hoy, ya contando con esas imágenes en formato digital y medios tecnológicos (informáticos) que nos permiten reconstruir la superficie de Bosques Nativos a 1984, dentro de un área transformada a 2016, que tiene por límite inferior altitudinal la localidad de Pajas Coloradas. Donde en el informe, muestra la sedimentación por los efectos de los procesos de erosión de la cuenca transformada superior.

Podemos asegurar que al momento de la evaluación realizada en el expediente No 2862/325-DPA-1983, presentaba sobre 21960 Ha un 57,9% de cobertura con Bosques Nativos y solo 5340 Ha transformadas de BN a campos agrícolas (42,1%). Sin embargo el informe da cuenta del desequilibrio de la cuenca aportante a Pajas Coloradas y aguas abajo a la RN 34 y el FCGMB.

Destacando los procesos de erosión –tanto laminar en campos como de fondo y márgenes cursos permanentes- que se los visualiza por la pérdida de infraestructura –caminos vecinales transformados en cauces-; y la posterior deposición del material transportado en campos, cauces hídricos inferiores, y en infraestructura como Escuela, rutas y puentes.



Figura 3. Mapa de los Bosques Nativos existentes en 1984 dentro del área de cuenca media de aporte a Pajas Coloradas.

Esta área trazada al efecto de evaluar temporalmente la relación entre BN y suelos agrícolas, de 21.690 Ha (ver figura 3), a 2016 tiene solamente 1.952 Ha de BN (de los cuales 578 Ha son cauces hídricos), o sea un 15,4% lo cual es un valor menor al 21,4% establecido en los criterios de conservación de biodiversidad por la Resolución No 24/2014 (DFFSyS).



Figura 4. Imagen satelital 2016. 1374 Ha de BN. Transformadas en suelo agrícola = 10.738Ha.

Las corrientes de agua superficial poseen un comportamiento complejo y sobretodo dinámico. El río es solamente una parte del sistema. La cuenca, la geología, el clima, la vegetación y otros factores influyen en forma determinante en su comportamiento. El sistema fluvial incluye unas zonas de producción de sedimentos, unas de transporte y finalmente unas de deposición.

Si construimos una obra en un río estamos logrando algo “bueno” con un objetivo, pero al mismo tiempo podemos estar generando efectos negativos. Los efectos secundarios de las obras pueden traer resultados catastróficos. También, cuando transformamos territorios cubiertos de bosques y pastizales nativos, podemos entenderlo como un beneficio al incorporar suelos productivos con actividades agropecuarias; sin embargo estas modificaciones producen externalidades como los procesos en la zona de Burruyacu destacados en el informe antes descripto.

Se requiere entonces capacidad para predecir la dinámica del sistema. Para anticipar el conocimiento del comportamiento de la corriente se hace necesario determinar las características morfológicas de la corriente, su geología, sedimentos, hidrología e hidráulica; y la debida correlación con las condiciones climáticas que las producen.

5. Recomendaciones para buenas prácticas agrícolas.

En 1986 la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería (S.E.A. y G.) del Ministerio de Economía de Tucumán, generó un importante documento donde da cuenta de las consecuencias adversas de avanzar con la frontera agrícola en los diferentes ambientes

o eco regiones de la provincia, sin una adecuada planificación y bajo normas de “buenas prácticas agrícolas”.

Distingue las regiones agroecológicas: pedemonte, llanura, y la serrana y valles intermontanos. Describe sus características climáticas, edáficas, topográficas y los tipos de actividades agropecuarias en ellas desarrolladas.

A partir de ello correlaciones prácticas agrícolas con los problemas de los procesos de erosión de suelos en la región pedemontana y los procesos de sedimentación en la llanura y también con procesos erosivos en determinados suelos y de inundaciones. Dando detalles de lo ocurridos en décadas anteriores hasta la fecha de ese informe:

“Las tierras desmontadas en el Este y Sud de la Provincia, las que son manejadas sin ninguna norma de conservación, sufren durante los meses de agosto a diciembre voladuras de suelos. Esta situación es una consecuencia de que en ese período se produce el mayor déficit hídrico, y de los vientos más veloces y frecuentes, a esto se suma que los productores con las sucesivas labores mantienen el suelo en forma pulverulenta durante este período, favoreciendo de esta manera las pérdidas de las fracciones más importantes del suelo.”

“A partir del año 1975, con la expansión de las fronteras agrícolas, la erosión hídrica alcanzó en esta Región de Llanura, suma importancia, por concurrencia de diversas causas, entre las que se cuentan: el auge de los cultivos de leguminosas de ciclo verano-otoñal y el incremento de las precipitaciones del orden del 22%. Esto ha producido modificaciones de aptitud económica de la tierra, favoreciendo el cambio de explotaciones antaño, netamente ganaderas, pasan a ser eminentemente agrícolas, con cultivos como soja, maíz, poroto, etc. y cuyas características prácticas de laboreo excesivas aceleran el proceso erosivo.”

“Como dato ilustrativo, puede mencionarse la superficie desmontada desde el año 1974 hasta el año 1983:

Burruyacu	63.037 Ha
Cruz Alta	22.567 Ha
Leales	19.691 Ha
Graneros	37.962 Ha
	143.257 Ha”

“Este desmonte muchas veces irracional trajo aparejado otros problemas, no solo por el sobre laboreo sino también por el sobre pastoreo y pisoteo.”

“La mayoría de los bosques fueron talados, una y otra vez, para la obtención de carbón o leña. Más del 90% de la provincia estaba cubierta por bosques a la llegada del europeo. Pero la explotación a que fueron sometidos y la erradicación de la gran parte de la floresta de llanura, para abrir campo al desarrollo agrícola-ganadero, disminuyeron no solo la superficie sino también la productividad de las masas boscosas.”

“Entre 1973 y 1983 se autorizaron a desmontar casi 143.000 Ha en toda la provincia.”

“La erosión se enseñoreó del ambiente y el poder de infiltración de los suelos disminuyó, con el consecuente aumento en el caudal de los ríos y arroyos. Vastas áreas de la provincia muestran cárcavas anchas y profundas. Existen en la provincia más de 100.000 Ha afectadas de procesos erosivos. El suelo arrastrado por el viento y por las aguas, al no existir una esponja superficial absorbente, se escurrieron torrencialmente, cubriendo con sedimentos las áreas más bajas y el fondo de los diques (alrededor de 20m en el lago del Dique El Cadillal) cuya capacidad se redujo en un 25%.”

“El aprovechamiento irracional de la flora provincial, particularmente los bosques naturales, y el uso de los suelos típicamente forestales con fines agrícolas-ganaderos ha transformado los bosques en fachinal improductivo. Llegando al punto actual, de numerosas formaciones arbóreas sin valor comercial.”

“La destrucción del bosque pues, significa la ruptura del pequeño equilibrio bio-ecológico existente en las regiones.”

“El problema se presenta al introducir cultivos de las especies de la agricultura clásica de zonas húmedas, en las zonas áridas; o bien, domesticar las especies de zonas áridas.”

“La carencia de una legislación lo suficientemente completa, que abarque de una manera integral todos los aspectos relacionados con la protección y conservación de los recursos naturales renovables provinciales, nucleando una legislación actualmente dispersa, incide negativamente en el armónico manejo de los recursos con el medio físico.”

El documento de la ex S.E.A.y G. propone un conjunto de acciones tendientes a minimizar y revertir los procesos de erosión hídrica en la provincia, causados por la transformación del territorio: En las mediatas incluye la elaboración y ejecución de reordenamientos regionales integrales de los sistemas de explotación agropecuarios, infraestructura vial e hidráulica.

En las inmediatas se trabajaría a nivel de sub-cuencas, con planificación y coordinación de los servicios técnicos del estado, mediante consorcios de productores en distritos de conservación, acorde la Ley No 22.428 de Fomento a la Conservación de Suelos.

También proponían acciones experimentales en todas la sub-cuencas, realizando estudios especiales y experimentales relativos a: Suelos, infiltración, escurrimiento, pérdidas, influencia de pendientes, estado físico, profundidad, etc. Clima, intensidad, distribución y frecuencias de las lluvias. Vegetación, efectos sobre erosión de las cubiertas vegetales; estudios de bosques de protección. Técnicas de conservación, aplicación de técnicas adecuadas a cada región en relación a sus condiciones particulares de suelo, vegetación, clima, y técnicas culturales.

Proponiendo la integración de la Academia, en INTA la Estación Experimental Agroindustrial O. Colombres y la SEAyG.

Sin embargo a la fecha la frontera agrícola siguió avanzando desordenadamente a nivel de predios-parcelas, sin una mirada integradora a la gestión de las sub-cuencas. Como ejemplo podemos decir que al año 2018 el Complejo Hidro-eléctrico de El Cadillal ha perdido un 42,5% de su capacidad de embalse según el siguiente detalle:⁷

7. Marco Giuseppe Pietro Braghini. XIII Auditoría Técnica del Complejo Hidroeléctrico de El Cadillal. Octubre de 2018. O.R.S.E.P. Regional Norte. Hidroeléctrica Tucumán S.A.

1966	Volumen 287 Hm ³	Sedimentos 0 Hm ³	100% capacidad de embalse
1984	Volumen 247 Hm ³	Sedimentos 40 Hm ³	86,1% capacidad de embalse
2005	Volumen 190 Hm ³	Sedimentos 97 Hm ³	66,2% capacidad de embalse
2018	Volumen 165 Hm ³	Sedimentos 122 Hm ³	57,5% capacidad de embalse

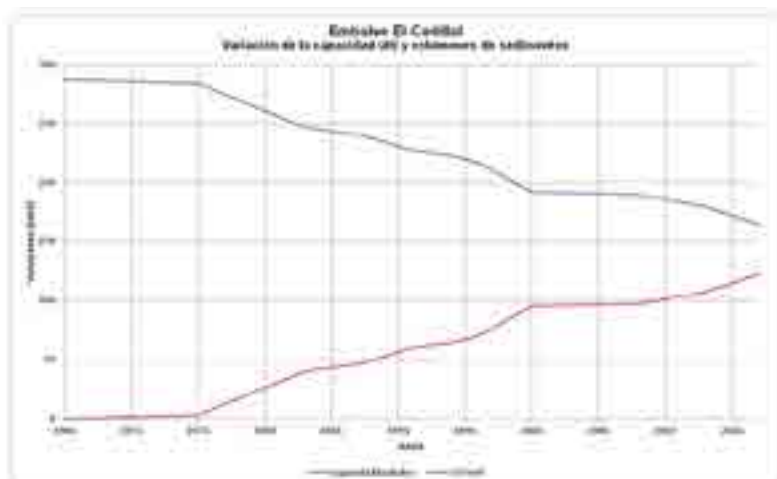


Figura 5. Gráfico de variación de capacidad útil de embalse (-) vs.volumen de sedimentos (-).

6. ¿Estamos bien encaminados?

Enrique Santos Discepolo – ¡Yo puedo negar Todo! ¡Vos podes negarlo todo! ¡Todos podemos negarlo todo! Pero hay algo que no se puede negar: la evidencia. Y vos sabéis qué es la evidencia; la evidencia es lo que está ahí, lo que te hace señas para que lo veas, lo que te grita para que lo oigas... Claro que, si vos cerras los ojos y tapas tus oídos, ni escuchas ni ves nada... ¡No ves ni escuchas sólo vos!... ¡Sin embargo la evidencia sigue ahí!

Desde que la problemática ambiental se instala en la sociedad global, se produce un nuevo paradigma relativo a la “ética”, que hasta entonces solo entendía sobre las relaciones entre los seres humanos en base a cuatro principios éticos básicos. El respeto por las personas, la beneficencia, la no maleficencia, y la justicia.

En estos principios no se incluía la a los otros seres vivos del planeta. Y cabe la siguiente reflexión:

“La ética tiene una mirada antropocéntrica”, ¿puede ser cuestionable desde una mirada ambiental? ¡La respuesta es que sí es cuestionable!

A partir de la revolución industrial el mundo ha cambiado dramáticamente, nuevas formas de desarrollo económico, social y político han surgido a la par que nuevas tecnologías y co-

nocimientos sobre el mundo que nos rodea, lo que ha ocasionado, primero que las fuerzas de la naturaleza sean comprendidas y hasta subyugadas a favor del hombre, y segundo que se haya perdido la unión con el mundo natural, y por ende el respeto y el cuidado que se le atribuía han quedado sometidos a las voluntades de los intereses monetarios. Estos cambios a favor del bienestar y comodidad humana, no han estado exentos de nuevos problemas con los que tenemos que lidiar, y que hoy en día se hacen más evidentes y graves, como son la pérdida de biodiversidad, deforestación, desertificación, cambio climático, contaminación de las aguas, inundación, erosión y sedimentación.⁸ (Gafo, 1993)

Entendemos a la **ética ambiental** como la rama de la filosofía que considera especialmente las relaciones entre los hombres y el medio ambiente en el cual se desenvuelven, y que se preocupa y ocupa especialmente de regular que las acciones de los seres humanos no atenten contra el desarrollo y la evolución de los ambientes naturales.

La **ética ecológica o ambiental** se preocupa de estudios si las conductas modelos, los políticos y las actividades ecodidias⁹ son correctas de cara a la ecología y a la naturaleza. También estudia la relación entre los seres vivos y el medio en el que viven.

Si consideramos las transformaciones realizadas en el paisaje de Tucumán, con fines productivos, de los centros poblados y de las ciudades, inclusive las obras de infraestructura construidas a lo largo de los años; hoy podemos asegurar de que hemos impactado fuertemente al ambiente, con consecuencias graves y en muchos casos con consecuencias irreversibles.

A esta altura de nuestra historia, es importante realizar una evaluación de los impactos que hemos producido en el ambiente con una mirada desde la “ética ambiental”, para poder planificar las acciones necesarias de mitigación orientando a la sustentabilidad y sostenibilidad de los actuales modelos productivos y sociales.

7. Conclusión.

El presente trabajo expone las consecuencias negativas generadas por las transformaciones territoriales con fines productivos sin la necesaria mirada ambiental, para entender los complejos mecanismos de inter relación con el ambiente y la biodiversidad que en él habita, valorar los servicios ecosistémicos que producen y las consecuencias de su pérdida.

Las externalidades de las transformaciones y la fragmentación del paisaje como los procesos de erosión y sedimentación, la pérdida de biodiversidad, la pérdida de los servicios

8. Amanda Legorreta Ramírez, Maribel Osorio García, José Loreto Salvador Benítez. Ética ambiental y turismo: relación responsable hombre-naturaleza. Ciencia y Sociedad 2010 (ISSN 0378-7680).

9. Ecocidio, hace referencia a los daños masivos o a la destrucción ambiental de un territorio determinado. El ecocidio puede ser irreversible cuando un ecosistema sufre un daño más allá de su capacidad de regenerarse. Es generalmente asociado con el daño causado por un agente vivo que directa o indirectamente puede infligir un ecocidio directo matando suficientes especies en un ecosistema para interrumpir su estructura y función.

ecosistémicos de los ambientales naturales, en su complejidad deben ser ampliamente evaluados a los efectos de corregir y mitigar los mismos.

Tratando de minimizar y revertir los daños provocados a la flora y fauna silvestre, con acciones de recuperación de los corredores biológicos, restaurando ambientes con mirada a las cuencas hídricas y desde la ética ambiental como premisa fundamental.

Analizando lo sucedido hasta el presente en nuestra Provincia, la restauración del paisaje, aparece como necesidad inmediata a resolver. Los principales interrogantes que se presentan es hallar la forma, o encontrar las soluciones correctas previas a la fragmentación del paisaje. De seguro que esto procederá eligiendo un modelo sustentable de uso del suelo, con una mirada más amplia, que involucre a todos los sectores: producción, desarrollo, ONGs, partiendo desde el ordenamiento territorial poniendo énfasis en el paisaje.

La experiencia del “Programa Piloto” sobre 20 has en el Palancho, iniciada por las Ongs: Fundecma, Proyungas y el INTA, es un modelo a imitar en gran escala para la remediación, sin olvidar que nuestra mirada apunta a anticipar, prevenir y evitar los procesos erosivos y sus consecuencias.

Bibliografía

Carlos Páez de la Torre (h), Pedro León Cornet. *Don Lucas Córdoba*. Ediciones de La 24. 2014.

Raúl Scalabrini Ortiz. *Historia de los Ferrocarriles Argentinos*. 7ma Edición. Editorial Plus Ultra.

Ernesto Pantorrilla. Expediente N° 2862/325-DPA-1983. Informe de Inundación Pajas Coloradas, Garmendia, Dpto. Burruyacu. Archivo Dirección de Recursos Hídricos de Tucumán.

S.E.A. y G. de Tucumán. Informe de procesos de erosión hídrica en la Provincia de Tucumán, Mayo 1986. Archivo Dirección de Recursos Hídricos de Tucumán.

Franklin Adler. *El futuro del Agua en Tucumán*. 2014, 1ra Edición PDF. ISBN 978-987-33-5822-7.

Amanda Legorreta Martínez, Maribel Osorio García, José Loreto Salvador Benítez. *Ética ambiental y turismo: relación responsable hombre-naturaleza*. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXV, número 3, 2010. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana. ISSN 0378-7680.

Marco Giuseppe Pietro Braghini. *XIII Auditoría Técnica del Consultor Independiente del Colpejo Hidroeléctrico de El Cadillal*. Octubre 2018. O.R.S.E.P. Regional Norte. Hidroeléctrica Tucumán S.A.

Comisión Especial de Emergencia Hídrica – Honorable Legislatura de Tucumán. Informe de Comisión: <https://www.legislaturadetucuman.gob.ar/CEEH/index.php>

Carlos Alberto Giobellina

Subsecretaría de Recursos Hídricos. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Ministerio de Desarrollo Productivo. Tucumán.

LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES HÍDRICOS ESTRATÉGICOS PARA TUCUMÁN

Comisión Especial de Emergencia Hídrica HLT

Sergio Miguel Georgieff

Comisión Especial de Emergencia Hídrica
Honorable Legislatura de Tucumán (Resolución 60/2017)

Trabajo elaborado por un grupo de expertos, profesionales de Universidades, ONGs y distintas reparticiones públicas. Financiado por la Honorable Legislatura de Tucumán y conducido durante el último periodo por el Dr. Mateo Martínez, Decano de la Facultad de Medicina UNT. El trabajo completo se encuentra publicado en internet, siendo el presente una adaptación para esta edición.

Introducción

Un aprovechamiento racional de los recursos hídricos de la provincia, exige considerar un conjunto de componentes que acotan una gestión inteligente del agua y que condicionan una proyección socio-productiva capaz de lograr mejoras económicas, ambientales y de bienestar, para Tucumán y sus ciudadanos.

Estos elementos se enlazan en un entramado de factores que influyen entre sí, generando responsabilidades compartidas, los cuales se sintetizan en:

- a. La existencia de una provincia pequeña en territorio, densamente poblada y fuertemente explotada en sus recursos naturales.
- b. La anomia social existente, con insuficiente conciencia ambiental por lo cual, para la mayoría de los ciudadanos, procesos y problemas tales como uso del agua, conservación de suelos productivos o preservación de biomasa, no constituyen cuestiones prioritarias.
- c. Un fuerte desarrollo de emprendimientos inmobiliarios, que avanza tanto sobre tierras productivas como en el pedemonte, influyendo en el ciclo del agua.
- d. Una intensa producción agrícola, pecuaria e industrial no siempre basada en criterios de sustentabilidad y conservación de suelos o manejo racional del agua.
- e. Inconsistente administración del agua, en todos los niveles del Estado:
 - **Municipal:** responsable de organizar, aplicar y fiscalizar el planeamiento urbano, una de las causas de distorsión en la gestión de recursos naturales.
 - **Provincial:** con organismos de control del agua de compleja administración, que muestran superposición de incumbencias, de esfuerzos y de erogaciones.

- **Nacional:** responsable de inversiones al interior provincial y/o en obras compartidas con otras provincias, en particular para aquellas de envergadura.

La Comisión Especial de Emergencia Hídrica de la Legislatura de la Provincia de Tucumán (CEEHL), entiende que la resolución de los problemas derivados de este complejo entramado de derechos, deberes e intereses, encuentra solución en un Plan Director de Gestión del Agua, cuya formulación detallada e implementación llevará varios años. Asimismo, y sin desmedro de formular un plan minucioso, se propuso un plan de contingencia de La Madrid -solución acotada y post-daños, pero que atiende a la seguridad de personas bajo riesgo-conformándose un modelo de trabajo aplicable a otras áreas.

En relación con el plan rector el riesgo es que, al culminar una descripción detallada, las condiciones y fenómenos que lo motivaron podrían ser ya otros y por lo tanto las soluciones del mismo, resultar impertinentes o inviables. La CEEHL propone entonces, un conjunto de lineamientos estratégicos los que, asimilados por los poderes públicos, constituirían verdaderas Directrices Políticas; así conformarán un conjunto de medidas resolutive dinámicas y contextualizadas, tanto con las urgencias que preocupan a la sociedad tucumana, como con los problemas de fondo existentes. Esto permite ajustar objetivos a medida que muten fenómenos y se concreten proyectos. A criterio de la CEEHL, contribuirán a orientar y enmarcar actividades, proyectos y programas existentes o futuros, de acuerdo a los lineamientos expuestos más abajo.

Síntesis diagnóstica

El agua es un recurso finito y vulnerable, es alimento y es vida, que constituye una problemática crítica para las sociedades, los estados y sus economías. Exige políticas de gestión y conservación que deben estar complementadas por programas de educación y reeducación en el uso del agua.

Aspectos hidrogeomorfológicos

Dado que el movimiento de las aguas no reconoce fronteras político-administrativas sino leyes físicas, las cuencas hidrográficas y los acuíferos constituyen la unidad territorial de estudio para la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos, fuertemente vinculada a la conservación de los suelos, a la protección de los ecosistemas naturales y a la actividad humana a través de las múltiples obras de infraestructura implantadas.

A la CEEHL no le caben dudas que resulta imprescindible un ordenamiento y manejo hidrológico en acuerdo con el concepto de cuenca hidrográfica; esto permitirá entender mejor y hacer sustentable el uso de los recursos naturales existentes en la provincia: el agua superficial, los suelos, los bosques, el subsuelo y los acuíferos. A partir de este enfoque, surgirán con más facilidad y pertinencia los programas, proyectos y actividades específicos que permitan mejorar una provisión de servicios que mejore sustantivamente la calidad de vida de los tucumanos; asegurar una producción adecuada de las materias primas provinciales y su procesamiento; y promover un desarrollo industrial y urbano planificado en la provincia.

Naturalmente, esto implica una definición sobre la extensión de las cuencas hidrográficas provinciales e interprovinciales, por lo que se propone considerar al Comité de Cuencas

como un órgano intermedio orientado a la gestión de las cuencas/subcuencas provinciales e interprovinciales (conceptos utilizados para el estudio y desarrollo de cuencas mayores, que se adaptan a escalas menores) para atender necesidades actuales y afectar recursos a futuro. Se espera de estos Comités que realicen un manejo responsable de los recursos naturales, con una planificación socio-económica equilibrada en el ámbito de su cuenca. Sus componentes provendrán de ámbitos científicos, profesionales, sociales, jurídico-administrativo y económico-productivo.

El manejo de una cuenca exige, además, el acceso libre y gratuito a una base de datos ordenada, actualizada y con una calidad estándar de sus datos, incluyendo vinculación entre diversos IDEs, con reparticiones del estado nacional y provincial, universidades y/o centros de estudios y del sector privado. En este sentido, se considera que la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es el marco más adecuado para analizar el estado y posibilidades socio-económicas de una cuenca, en forma anticipada a las propuestas de intervención que corresponda; esta no es sólo un repositorio de datos, sino que permite compartir en forma ágil la información geográfica generada por distintos medios, plataformas e instituciones, incidiendo directamente en la toma de decisiones, propuestas de intervención y participación de los diversos actores.

En un escenario de funcionamiento pleno, cada Comité de Cuenca podrá definir en forma anticipada las necesidades, condiciones y opciones de intervención en su cuenca, ordenando y gestionando con un panorama claro sobre las condiciones territoriales particulares; del estado y necesidades de la infraestructura ingenieril y de las áreas urbanas; del ordenamiento de ese territorio en acuerdo con la legislación vigente; de las opciones de gestión de los recursos agua, suelo, bosques y subsuelo. Los comités, se agruparán por sub-regiones hídricas.

Aspectos medioambientales y de producción

Ambiente: El cambio de Paradigma de Expansión Urbana y del uso de espacios por la inversión pública y privada, generó la adopción de estrategias de grandes fundos en la zona periurbana del área metropolitana de Tucumán, con terrenos que se salen de la unidad productiva y migran su uso del suelo hacia la urbanización. Ese cambio de uso del suelo agrícola a suelo urbano tiene implicancias que son especialmente visibles en el faldeo del Aconquija y el río Salí, Yerba Buena, Cevil Redondo, Tafí Viejo, Nueva Esperanza, Los Nogales. Allí se da una sustitución del tejido de bosque hacia nuevos horizontes urbanos, cambio que en algunos lugares, arrasa la vegetación original, sin reforestación. Estas situaciones se observan tanto en emprendimientos privados, como en proyectos planificados por el Estado. Estos desequilibrios en el uso del suelo, incrementan los caudales erogados por las cuencas, generando procesos erosivos y atentando contra las obras de infraestructura existente. Ante ello corresponde un Plan de Ordenamiento Territorial que considere al espacio en diversas escalas, tomando a la cuenca como ámbito natural de gestión.

Producción: La principal causa de la pérdida de la calidad de los suelos del planeta, resulta de lo que el hombre está haciendo con ellos; por tal motivo, la reorientación de esas conductas puede aún no solo prevenir mayores daños, sino en muchos casos, revertirlos satisfactoriamente.

Para los tiempos del hombre y especialmente para los de la agricultura, el suelo es un recurso no renovable; el cambio climático y el uso abusivo de los suelos productivos, están degradando paulatina y fuertemente sus cualidades físicas, químicas y biológicas –las que van desde leves hasta muy severas, según el área. No solo las malas prácticas en el manejo del suelo a nivel de predio lo degradan, otros factores ambientales –también antrópicos– inciden en este sentido; estos procesos lesivos se concretan como: erosión hídrica, degradación de suelos y suelos con problemas de drenaje.

Existe una diversidad de posibilidades de manejo y/o prácticas recomendadas para el control de la erosión hídrica, tales como la construcción de terrazas y canales, la siembra directa y los cultivos de cobertura; asimismo el manejo y las prácticas recomendadas para reducir o minimizar la degradación de los suelos incluyen la fertilización, la utilización de cultivos de cobertura y la aplicación de compost preparados con residuos de la agroindustria; finalmente, el manejo y las prácticas recomendadas para suelos con problemas de drenaje, en general, implican un adecuado drenaje de los excesos.

Entre las principales prácticas utilizadas y/o recomendables para el adecuado manejo de los suelos productivos de la provincia se destaca la conveniencia de ejecutar obras que garanticen el balance hídrico. El análisis de cuenca permitirá establecer el peso de los impactos generados por las actividades agropecuarias y las urbanas o periurbanas en el desbalance hídrico. Desde una perspectiva social, los impactos urbanos y periurbanos revisten una gravedad significativa. Como ejemplo de ello se puede mencionar los eventos de inundación de La Madrid y la población directamente afectada que ocupó titulares de diarios. Sin embargo, la población rural dispersa afectada por el mismo evento fue significativamente mayor. Finalmente, los procesos erosivos, la pérdida de suelos, su deterioro por salinización, no son problemas que se perciban como tales por la sociedad. Si analizamos el factor de ocupación del suelo de las distintas actividades dentro de una cuenca, tendremos que el mayor uso del suelo está representado por actividades agropecuarias, mientras que la ocupación del mismo por áreas urbanas o industriales es significativamente inferior.

Aspectos inherentes a la infraestructura hídrica

Una cuenca es una unidad física que requiere de un estudio y gestión integral, con clara referencia en torno a las características naturales y la infraestructura que le son propias, de manera que los planes elaborados, posibiliten una adecuada toma de decisiones técnicas, políticas de planificación de obras (medidas estructurales), normativas, reglamentaciones de usos y recomendaciones (medidas no estructurales), en el mediano y largo plazo, permitiendo además sugerir obras de carácter inmediato que tiendan a optimizar el manejo de los recursos hídricos.

El modelado de los eventos de precipitaciones y crecientes permitió avanzar en la definición de soluciones prácticas aplicadas a las cuencas de los ríos Marapa - San Francisco, particularmente tendientes al manejo de los eventos extremos de la localidad de La Madrid. La metodología desarrollada resulta aplicable para el resto de las cuencas de la provincia. Por otra parte, resulta indispensable avanzar con convenios interprovinciales de acuerdo a la extensión de la cuenca en particular.

Aspectos económicos

Desde la perspectiva económica, los estudios de los efectos del desastre de la inundación de La Madrid muestran un alto costo monetario y social para toda la provincia de Tucumán. Los costos totales soportados por la provincia incluyen los esfuerzos financieros directos asociados a la asistencia del sector público y también los costos absorbidos por el sector privado.

Las pérdidas, daños y costos asociados cuantificadas suman alrededor de los \$600 millones al momento del estudio, lo cual, justifica la financiación y el abordaje de soluciones de fondo en el mantenimiento y recupero de la infraestructura que compromete el crecimiento socio-productivo de Tucumán. Además, las estimaciones de los costos en términos de largo plazo se multiplican debido a la mayor frecuencia y recurrencia de los eventos que inciden negativamente en la economía provincial.

Las soluciones para las cuencas del Marapa y San Francisco surgen de una multiplicidad de factores originados en variables exógenas como la orografía y el aumento de las precipitaciones y factores endógenos asociados básicamente a problemas de orden administrativo y de infraestructura. Por lo tanto, la solución requiere un abordaje interdisciplinario con la coordinación de esfuerzos en la recuperación de la estructura natural de la cuenca.

Aspectos relacionados a la gestión del riesgo

La extensa y profusa red hídrica natural provincial goza de un importante régimen de precipitaciones, sobre todo estivales, desarrollándose el resto del año las principales actividades agroindustriales: caña de azúcar y limón.

En el período estival se generan las principales inundaciones y con frecuencia, al final de esa temporada, se producen lluvias de gran intensidad.

Una fuerte y sostenida acción antrópica, con una intensa modificación de las condiciones físicas del suelo, cambio en su uso, deforestación, urbanización, etc. sin una adecuada infraestructura que atenúe sus consecuencias, tornan a muchas localidades de la provincia, más vulnerables ante las inundaciones.

Un paisaje con colmatación de los sistemas de alcantarillado urbano, puentes colapsados, diques sin capacidad de atenuación de crecidas, desborde frecuente de ríos, arroyos, canales de desagüe, pueblos y ciudades inundadas, constituyen los aspectos más fácilmente visibles del daño y sufrimiento en comunidades vulnerables.

Se deben adoptar medidas urgentes para reducir los riesgos de inundación, además de asistir a la población bajo amenaza; ello implica que, simultáneamente a la ejecución de las obras necesarias para mitigar y controlar crecidas, se desarrollen planes de contingencia ante inundaciones para poblaciones en riesgo.

El abordaje de la problemática provincial de las inundaciones se enmarca en una perspectiva nacional e internacional. La nueva normativa que regula la gestión del riesgo en la Argentina es la Ley 27.287 (Sistema Nacional de Riesgo), a la cual Tucumán se adhirió a través de la Ley N° 9.097, promulgada el 19/03/2.018, y a nivel internacional, el Marco de Sendai 2015-2030, en la cual, Argentina participa activamente. En ambas, la problemática de las emergencias se aborda desde el nuevo paradigma de la “Gestión Integral de Riesgos

de Desastres” (GIRD). Esta ley nacional, crea el Sistema Nacional de Gestión Integral de Riesgo (SINAGIR) donde pueden participar orgánicamente todas las provincias. Es así que la elaboración de Planes de Contingencia es posible mediante el aporte de organismos públicos y consultores privados; asimismo y como todo instrumento de uso práctico, estos deben ser revisados y actualizados a la luz de nuevos datos.

Por ello y en congruencia con el abordaje de la problemática con base en el concepto de cuenca, los lineamientos para elaborar planes de contingencia para cada población expuesta, sigue la dinámica que le imprime su propia cuenca, ya que cada una presenta características morfológicas y ambientales propias. Se ha abordado, a modo de ejemplo, un plan de contingencia por inundación en la localidad de La Madrid; esto está detallado en el componente de la “Comisión de Emergencia para el Tratamiento de la Problemática de Inundaciones en el Sur de la Provincia de Tucumán, este de Catamarca y Río Hondo” (2017), en el que se exponen las causas principales de las inundaciones en la Sub-Cuenca del río Marapa y se explica el incremento de sus efectos en La Madrid en el 2017.

Finalmente, la particular historia que rodea a la existencia del sudeste tucumano, especialmente a la localidad de La Madrid, ha exigido tempranamente a la Comisión, a abordar el estudio de la Cuenca Marapa-San Francisco y a generar propuestas en ese sentido.

Plan de contingencias: es un componente del Plan de Emergencia y contiene los procedimientos específicos para la pronta respuesta, en caso de presentarse un evento no deseado y que posibilite la continuidad del servicio y las actividades esenciales de una comunidad por otros medios.

Plan de Emergencia: define las políticas, la organización y los métodos que indican la manera de enfrentar una emergencia o desastre.

Aspectos jurídico-legales

Análisis. Desde lo jurídico-legal se han realizado distintos estudios, mediante los cuales se arriba a la conclusión, de que resulta más apropiado formular planes hídricos por cuencas, atento a la diversidad de características que les son propias a cada una de ellas. Las leyes ambientales, productivas o de recursos naturales de la provincia de Tucumán no han abordado históricamente la regulación de los recursos con una mirada de unidad de paisaje o de cuenca. Por otro lado, las leyes sectoriales muchas veces se contradicen y hasta producen efectos adversos en otros recursos, generando en los hechos la inaplicabilidad de unas u otras.

La elaboración de planes hídricos por cuencas precisa un soporte jurídico-legal para un diagnóstico integral de las distintas cuencas, pues su funcionamiento involucra una multiplicidad de factores, tales como cauces de agua superficial y comportamiento-calidad de las aguas subterráneas, obras de captación y conducción superficial, captaciones subterráneas, áreas cultivadas, tipos de suelo, tipos de cultivos, organización legal de la distribución del agua (comité de cuencas y reforma a la Ley de Aguas Nº 7.139 de la Provincia de Tucumán), estudios de la población actual y futura en áreas urbanas y agrícolas, infraestructura vial y de ferrocarriles, caracterización hidrológica y determinación de caudales de crecientes, etc., todo ello en función de las características de cada una de las cuencas.

La CEEHL ha tomado como base el análisis pormenorizado de las cuencas Marapa y San Francisco; caracterizadas por ser interjurisdiccionales y comprometer distintas circunscripciones administrativas, excediendo los límites provinciales. Eso ha derivado en un trabajo coordinado sobre los Complejos Multipropósito existentes y que se han volcado en estudios de las restantes cuencas de la Provincia, ya que ello permitirá contar con una matriz (Plan Director para la Cuenca Marapa – San Francisco) a ser replicada, con los ajustes correspondientes al resto de las cuencas. Se aplica una visión integradora que considera la inclusión, la sustentabilidad y la institucionalidad como un imperativo para lograr que el manejo de los recursos hídricos, se conviertan en políticas de Estado.

La inclusión como respuesta a la diversidad, implica concebir estas propuestas desde la perspectiva del derecho al ambiente de todos y cada uno de sus habitantes, entendiendo a aquel como el usufructo equitativo del hábitat en el marco de principios de sustentabilidad, igualdad de oportunidades y equidad social, debiendo ser un compromiso para garantizar la puesta en funcionamiento de políticas, programas y proyectos urbanos de inclusión.

Por sustentabilidad se entiende que el abordaje ambiental se base en la interacción de los sistemas sociales sobre los sustratos físico y biológico; pensar en un área o región sustentable supone entenderla como un sistema vivo que, en una propuesta de transformación, debe considerar las relaciones preexistentes y las nuevas relaciones a generar que deberán integrarse y alimentarse entre sí; es así que los procesos deben ser integrales y dinámicos como requisito indispensable para la gobernabilidad, equilibrio y la permanencia del sistema.

Por otra parte, la viabilidad institucional de un Plan Hídrico Estratégico dependerá de que se instale, como Política de Estado, una agenda permanente que permita al menos cuatro acuerdos básicos: la planificación integral de la gestión de recursos hídricos; una coordinación interjurisdiccional, la concertación Público – Privada; la búsqueda de consensos y Participación ciudadana.

Necesidad de un nuevo marco normativo: En esa dirección, se formula un anteproyecto de Ley de Aguas, que recoge la mayoría de los estudios formulados por la CEEHL. Así, se pretende dar un estándar jurídico legal, que sirva como herramienta para el aprovechamiento de los recursos hídricos; armonizando los aspectos sociales, económicos y ambientales con que nuestra sociedad identifica al agua.

El anteproyecto referido, pretende ser solo un disparador para el análisis y discusión, que involucre a todos los actores vinculados a la gestión y gobernanza de los Recursos Hídricos, y es que la necesidad de un uso racional del agua; así como el propósito de procurar la mejor utilización de este recurso, implican sin duda un cambio de paradigma. Se trata de dejar de lado la falsa dialéctica “desarrollo versus ambiente, producción versus sustentabilidad”, de manera tal de tener una visión más amplia, más rica, más participativa que permita promover el bienestar general para la sociedad actual y para la posteridad, como reza el preámbulo de nuestra constitución nacional. Es que lo individual y lo social aparecen no separados, sino compenetrados; no se oponen irreductiblemente sino que buscan su armonía como base de orden social. El ante proyecto propuesto, es la necesidad de una adecuación de la ley vigente (Ley Nº 7131 del año 2001), a los cambios legislativos que se han sucedido en los últimos tiempos, en especial con la sanción del Nuevo Código Civil y Comercial de la

Nación (Ley 26.994) y a la prolífera legislación en materia de presupuestos mínimos que ha sancionado el Congreso de la Nación, de conformidad a lo dispuesto por el Artículo 41, que en el Capítulo de los “Nuevos derechos y garantías”, incorporó el derecho a un ambiente sano y al desarrollo sustentable.

Situaciones emergentes, medidas estructurales y no estructurales ejecutadas y proyectadas para el sur de Tucumán

Escenarios

Las inundaciones en el sur de Tucumán durante los últimos 25 años se produjeron por causas fuertemente relacionadas a las actividades socio-económicas: cambio de uso de suelo (deforestación, principalmente de la llanura y de los bosques de ribera), canalización de los bañados (Ovanta, San Ignacio, La Posta, El Sueño y San Ignacio), prácticas agrícolas no conservacionistas, riego asistido (incremento artificial de la humedad, menor capacidad de almacenamiento del suelo durante las lluvias), cambios en los sentidos de escurrimiento (canalizaciones y desvíos internos) y descargas de excedentes de las escorrentías sobre la red vial terciaria son algunas de las variables que inciden en la dinámica hídrica general. Sumado a esto, el incremento general de las precipitaciones con episodios de mayor volumen de lluvias desplazadas hacia el inicio del otoño (principios de abril) genera que los ríos se encuentren permanentemente superados en su capacidad de transporte produzcan desbordes e inundaciones en las poblaciones del pedemonte y en la llanura.

En la localidad de La Madrid se produjeron 5 grandes inundaciones entre 1992 y 2017, a continuación se describen una serie de medidas que fueron ejecutadas y las que se encuentran proyectadas.

Medidas no estructurales aplicadas

Relevamientos. La Dirección Provincial del Agua realizó relevamientos planialtimétricos con drones en sectores de la localidad de La Madrid que fueron complementados con el relevamiento de campo de la Sub-Comisión de Infraestructura de la RN157, puente sobre el río Marapa, relevamiento y evaluación del alcantarillado de la Ruta Nacional, relevamiento de tramos Ramal CC del Ferrocarril General Belgrano y definición de la ubicación más adecuada del Centro Operativo de Emergencia en caso de un nuevo evento de inundación.

Reuniones preparatorias para acordar un Convenio entre con Catamarca en relación a la cuenca del río San Francisco.

El Banco Interamericano de Desarrollo realizó los proyectos de obras de protección y apoyo a la formulación del Programa Argentina Resiliente Ante Riesgos De Desastres (AR-11286).

La CEEH destinó fondos para la adquisición e instalación de 2 (dos) estaciones meteorológicas en la cuenca media y alta que se integran al sistema de alerta temprana formulado para la localidad de La Madrid.

Plan de emergencia Comunal. En 2018, como parte del sistema de alertas se instaló en la comisaría de La Madrid una sirena para prevenir a la población de crecidas del río Marapa. En septiembre de 2019, la Dirección Provincial de Defensa Civil realizó en la Comuna de La Madrid un “Ejercicio de Simulación”, para poner en práctica el Plan de Emergencia Comunal, evaluar las acciones a adoptar por los distintos estamentos involucrados en las diferentes

etapas para dar respuesta en tiempo y forma, aplicar herramientas creativas en la resolución de conflictos. El desarrollo de las actividades fue realizado por Instructores formadores pertenecientes a la Secretaría de Protección Civil de la Nación. Las instituciones participantes fueron: Policía Local, Sub-unidad de Bomberos de la Policía, Hospital Ramón R. Maza, Ministerio del Interior, Bomberos Voluntarios de Bella Vista, Defensa Civil Municipalidad de Aguilares, Escuela N°71, Escuela Benjamín Matienzo, Zona de Supervisión N° 27 (Ministerio de Educación), Personal Comuna de La Madrid, Medios de Comunicación Comuna de La Madrid, Nueva Gestión Comuna de La Madrid, Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP), Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA), Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. En esta actividad pionera a nivel provincial para la gestión de riesgo, se capacitaron a los participantes sobre: Plan de Emergencia, Organización del Centro Operativo de Emergencia (COE), herramientas para la preparación de la respuesta, medios de comunicación, redes sociales y como corolario se realizó un Ejercicio de Simulación del que participaron activamente todos los participantes. De esta manera, se internaliza que el objetivo principal del Plan de Emergencia es el trabajo conjunto interinstitucional y reconoce que todos los actores son parte fundamental en el proceso del custodio de la vida.

Medidas estructurales ejecutadas

La conformación de terraplenes del lado Este y perfilar los canales de cintura sur y cintura norte; ensanchamiento y profundización del arroyo El Chileno: uniformización de las pendientes de fondo y modificación de las alcantarillas.

Conformación y refuerzo de un terraplén de defensa en la margen izquierda del río Marapa entre la desembocadura de canal sur y el puente de la ruta nacional 157.

Uniformización de la sección de tránsito del cauce del río Marapa de acuerdo al Proyecto de la Dirección Provincial del Agua.

Medidas estructurales proyectadas, cuenca media y superior del río San Francisco

1ª etapa. En la cuenca superior del río San Francisco orientar los trabajos hacia la estabilización de los cauces de los ríos El Abra y Ovanta en la provincia de Catamarca, río San Francisco compartido entre Catamarca y Tucumán y en los Aº El Suncho, Manitala, La Posta y El Sueño en la Provincia de Tucumán, planteando las siguientes medidas estructurales: 1) Proteger pie de barrancas en curvas externas activas: obras de defensa longitudinales; 2) Conformar umbrales soterrados de suelo cemento, que eviten la erosión del fondo del cauce.

2ª etapa. Algunas de las medidas propuestas son: 1) identificar y conformar espacios de retención en cauces y actuar sobre la reglamentación y el cumplimiento de normativas orientadas a la retención de agua dentro de las propiedades privadas; 2) conformar diques de baja altura y semiabiertos, que permitan generar espacios de laminación donde estos cauces llegan a alcanzar ceca de los 1000m entre barrancas altas. Existen espacios de estas características en el río El Abra y en sectores del río San Francisco; en las propiedades privadas cumplir la normativa de conservación de caudales entre lo que ingresa y egresa.

Proyecto BID. La información de base generada por la CEEH fue utilizada por la consultora ITEC SAS (Colombia), en el programa de APOYO A LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA ARGENTINA RESILIENTE ANTE RIESGOS DE DESASTRES (AR-L1286) del BID,

elaborando los proyectos finales de obra de desvío del río San Francisco y de protección de La Madrid, desarrollada en el estudio: MEMORIAS DE CÁLCULO - OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO Y CONTROL DE INUNDACIONES LA MADRID. En este contexto, fue realizada una evaluación del traslado de la localidad de La Madrid, costo estimado sin considerar expropiaciones y costos de infraestructura pública de calles de aproximadamente U\$S53.000.000,00. El costo de las obras de protección de La Madrid tienen un monto aproximado de U\$S12.500.000,00 que se destinarán a: 1) complementar las obras a realizar por parte de la Dirección Provincial del Agua en: i) Canal de cintura sur, ii) Canal de Cintura Norte, iii) adecuación completa del arroyo El Chileno, iv) complementar obras de protección de la margen izquierda del río Marapa entre la desembocadura en canal de cintura sur y Puente sobre la ruta nacional 157, v) conformar dos espacios de laminación con compuertas tipo clapeta que evite el retroceso durante la época de crecientes del río Marapa hacia La Madrid, vi) obra de desvío del río San Francisco hacia los bañados de Taco Ralo.

El BID prevé una segunda etapa de estudios de sistematización de la cuenca superior del río San Francisco con un monto de U\$S 25.000.000,00 y la realización de estudios complementarios detallados de las características hidrogeomorfológicas de los cauces de los ríos San Francisco, El Abra y Ovanta.

Lineamientos Estratégicos generales de los planes hídricos para Tucumán, una síntesis:

Constitución de una base de datos técnico-social, usando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) existentes en la provincia, posibilitando una toma racional de decisiones.

Conformación de un corpus normativo para enmarcar la gestión del recurso agua, sujeta a normas que hoy superponen funciones y objetivos concurrentes. Esta síntesis normativa incluirá normas nuevas.

Plan de ordenamiento del territorio y sus recursos: la gestión integrada de los recursos hídricos involucra el ordenamiento territorial y sus recursos, para aportar soluciones a problemas de fondo, en la provincia más densamente poblada y fuertemente contaminada.

Conformación de comités de cuenca, los que se constituirán por regiones, procurando ordenar así racionalmente los recursos y acciones del estado y la sociedad civil, orientados a un uso responsable del agua. Estos Comités conforman la estructura básica para la gestión del agua en Tucumán.

Formulación de programas de contingencia enmarcados en el SINAGIR, que resulten pertinentes, eficaces, eficientes y destinados a áreas bajo riesgo ambiental recurrente y con consecuencias productivas y humanas.

Instauración de un programa de recuperación y mantenimiento de la infraestructura hídrica existente, generando formación y ocupación de técnicos, colaborando con el arraigo local de población económicamente activa y revitalizando las economías micro-regionales.

Fomento de una mayor conciencia ambiental por parte de la sociedad civil y los actores del Estado. Las decisiones de estos últimos impactan con más fuerza en los recursos naturales que las acciones del ciudadano común.

Llamado a la acción al sector privado, fomentando una mayor conciencia ambiental entre emprendedores agropecuarios e inmobiliarios, cuyas acciones impactan –junto con la industria– fuertemente en los recursos naturales. Se generarían así vínculos virtuosos de asociación público-privado.

Desarrollo de obras de infraestructura hídrica, nómina definida en razón de su ponderación social, política y económica. Ejemplo de ello son las obras propuestas por la CEEHL para las cuencas Marapa y San Francisco.

Coordinación funcional de áreas del Estado incluyendo organismos y poderes, con injerencia en la gestión del agua.

Conclusiones

Las líneas estratégicas enunciadas previamente se encuentran desarrolladas en forma detallada en el documento homónimo en la Biblioteca de la Honorable Legislatura de Tucumán (2019).

Finalmente, es deber cívico de la CEEHL, recordar a la sociedad y a los poderes públicos, el impacto y los costos que involucra la inacción en este campo, en términos de salud, bienestar social y producción económica.

Sergio Miguel Georgieff

Doctor en Geología. Profesor Adjunto de la Facultad de Cs. Naturales e Instituto Miguel Lillo UNT, Consultor externo especialista en Sedimentología y Procesos Fluviales.

CAPÍTULO 03

AGUA Y LAS INSTITUCIONES

3.1. “Gobernanza del Recurso Agua en la Provincia de Tucumán”. **María Silvina Bosio**

3.2. “120 años de Institucionalidad”. **Luis Marcelo Lizárraga**

3.3. “La gestión del Agua en la Dirección de Recursos Hídricos”.

Desiderio Dode y Hebe Espinosa Rojas

3.4. “Educación ambiental: cómo se enseña la importancia del agua en los diferentes niveles educativos”.

Silvana Martínez Luque

GOBERNANZA DEL RECURSO AGUA EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN.

Maria Silvina Bosio

I. Concepto de Gobernanza

La gobernanza es un concepto difuso, tomado del inglés (governance), que se encuentra en constante construcción. Como sugiere Francisco Longo, el término gobernanza surge por la necesidad de ir más allá de la palabra gobierno (government), demasiado ligada a modelos de decisión propios de los antiguos escenarios, predominantemente jerárquicos.

Desde una perspectiva descriptiva, la gobernanza se puede entender como el conjunto de arreglos institucionales mediante los cuales se adoptan y ejecutan las decisiones públicas en un entorno social determinado. Más allá de la descripción, surge una aproximación prescriptiva o normativa que relaciona la gobernanza a la aspiración a tener una acción pública de calidad, configurándose como un atributo que caracteriza a las sociedades capaces de afrontar con éxito los restos del progreso y el bienestar.

La Gobernanza se asocia a *“la buena forma de gobernar”*, a una cierta forma apropiada y correcta de gobernar una sociedad determinada, desde el consenso.

Se destacan así tres perspectivas:

- La relación de la gobernanza con la calidad de la democracia (**gobernanza democrática**), que pone énfasis en facilitar la aproximación e incorporación de los ciudadanos a la acción pública y se expresa en los esfuerzos de apertura a la participación, la rendición de cuentas y el control social.
- El vínculo con la capacidad para resolver problemas colectivos (**gobernanza eficaz**) y alcanzar los fines socialmente pretendidos, que se relaciona a la eficacia directiva del proceso mediante el cual los actores deciden sus objetivos de convivencia y la forma de coordinarse para realizarlos.
- La que considera su papel como garantía para los mercados y el buen funcionamiento de la sociedad civil (**buena gobernanza**), que se refleja en los marcos institucionales formales e informales que aseguren un funcionamiento eficaz del sistema económico y faciliten el desarrollo del espíritu emprendedor y la formación de capital social.

Por otro lado, la gobernanza puede referirse a los cambios en la naturaleza y el papel del sector público, un desplazamiento desde la burocracia hasta los mercados y las redes, pero

también puede aludir a un programa de reforma global que aborda preocupaciones tan diversas como la pobreza, la inclusión social, el comercio justo y los entornos sostenibles. Así, las nuevas prácticas de gobernanza se extienden por todo el mundo desarrollado y en vías de desarrollo y son importantes entre las estrategias para regular los flujos transnacionales y los bienes comunes de carácter global -como lo son el ambiente (en lo que respecta a la problemática del calentamiento global) y la seguridad pública internacional (frente al terrorismo, el narcotráfico, la trata de personas, etc.).

Los problemas públicos actuales rara vez caen de una forma claramente definida, en las jurisdicciones de organismos o incluso Estados concretos, y mucho menos los problemas ambientales. Por consiguiente, la gobernanza plantea dilemas que exigen nuevas estrategias de gobierno para ampliar jurisdicciones, vincular personas a través de diferentes niveles de gobierno y movilizar diversos grupos de interés.

Es así que resulta necesario desarrollar entonces el tema de la **gobernanza en la Administración Pública**: la existencia de una administración pública imparcial es un atributo básico de gobernanza eficaz (la segunda perspectiva a la que se hizo referencia ut supra).

La *imparcialidad* de la administración en sus relaciones con los particulares es garantía de la existencia de seguridad jurídica e igualdad de trato, reductoras de la incertidumbre. En cuanto a la *eficacia*, es una exigencia de la sociedad al comportamiento de los gobiernos y sus organizaciones, tanto cuando actúan directamente como cuando lo hacen comprando en el mercado servicios y actividades de interés general, públicamente financiados.

Este tipo deseable de administración pública obliga a los Estados democráticos a disponer de *un empleo público profesional*, idóneo para la tarea, y que produzca un rendimiento cierto. Así, formando parte del elenco de instituciones nacidas con las reformas administrativas de las últimas décadas, se halla la dirección pública profesional, que constituye uno de los principales ingredientes de la gobernanza contemporánea, vista desde el ángulo de la gestión pública.

La llamada gerencia profesional, aparece como respuesta a la necesidad de mejorar la eficacia directiva de los gobiernos y su capacidad de control sobre una maquinaria administrativa cada vez más diversificada y compleja. Ello obliga a profesionalizar un segmento directivo en la cúspide de las organizaciones públicas, y a definir para él un marco de responsabilidad, con las siguientes características: *a) discrecionalidad directiva*, nacida de una delimitación de responsabilidades políticas y gerenciales, y del respeto de una esfera de decisión autónoma, protegida de la interferencia política; *b) responsabilización de los directivos por resultados*, en el marco de un mandato político previo; *c) instrumental de incentivos* -premios y sanciones- vinculado a dicho sistema de responsabilización; y *d) un conjunto de valores éticos de referencia*, en el que la racionalidad económica y la responsabilidad deben ocupar un lugar central.

Por último, forma parte de los atributos de la gobernanza en este campo, *el desarrollo de capacidades de coordinación estratégica de las políticas públicas*, necesarias para maximizar el impacto de las decisiones de inversión de recursos en prioridades sociales.

Estas capacidades resultan particularmente deseables en escenarios institucionales de gobernanza multinivel (conurrencia de diversos escalones territoriales de administración

pública) y en especial cuando -como resulta frecuente- la implementación de las políticas requiere el concurso de redes de actores, públicos y privados, con intereses diversos.

Actualmente, la mera existencia de una pirámide jerárquica, por más que la misma tenga una base constitucional o legal, no garantiza a los gobiernos el logro de una efectiva coordinación estratégica (y menos aún, en una materia transversal y compleja como la ambiental).

Por ello, la gobernanza debe incorporar arreglos institucionales específicamente orientados a fortalecer las capacidades de protección del patrimonio público frente a los riesgos de captura por intereses particulares (Bresser Pereira, 2004).¹

La capacidad fiscal, así como la eficacia y transparencia en la gestión del gasto público, son otros atributos de la gobernanza en este campo. La existencia de un sistema tributario que facilite al Estado recursos suficientes, y que sea compatible con el buen funcionamiento de la actividad económica del país o provincia, constituye la premisa en este punto. Los marcos institucionales correspondientes deben garantizar, además, el carácter equitativo del sistema y la eficacia gubernamental para evitar el fraude. En cuanto al gasto, la existencia de sistemas transparentes de compras públicas, así como el buen funcionamiento de los controles internos y externos de regularidad en la gestión presupuestaria, son los ingredientes institucionales básicos.

Una buena gobernanza exige, en la gestión pública, la existencia de sistemas efectivos de evaluación y responsabilización, no sólo individual de cada funcionario, sino también colaborativa de todos ellos, ya que una buena gobernanza implica gestión en equipo, coordinación y planificación.

Una democracia avanzada obliga a planificar más allá de los 4 años de mandato de un gobierno. El primer paso, es la extensión de la transparencia en el acceso a la información sobre las estructuras y el funcionamiento de los gobiernos y sus organizaciones, que debe estar sometida al escrutinio público sin más restricciones que las derivadas de la seguridad pública o los derechos de privacidad de las personas. Esto se agudiza si hablamos de la gestión del medioambiente y de las políticas públicas a aplicar en este campo.

II. Situación de Tucumán

Tucumán es una provincia pequeña en superficie, muy densamente poblada, que por sus características físicas, concentra en una franja más o menos reducida, la mayoría de sus actividades productivas.

Es por ello que las zonas urbanas, desde el punto de vista ambiental, son muy vulnerables si los recursos naturales son gestionados deficientemente.

La mayoría de la población tucumana se concentra en la zona central de la provincia, entre la montaña y la llanura. A su vez, es la zona donde las tierras son mas fértiles y productivas. Todos los ríos de la provincia que confluyen en la cuenca Salí Dulce, riegan esta región,

1. L. Bresser Pereira, 2004. <http://bresserpereira.org.br/papers/2004/75RestriccionDemocratiza.e.pg.pdf>.

donde también se asentaron la mayoría de los establecimientos industriales (ingenios, destilerías, citrícolas, textiles, alimenticias, papelera, etc.).

La gestión ambiental deficiente de los residuos de la actividad industrial y estatal (en lo que respecta al servicio público de cloacas y de RSU) convirtió a la cuenca Salí Dulce en la segunda cuenca más contaminada de nuestro país, después de la de Matanza- Riachuelo.

De hecho, la Provincia de Santiago del Estero, junto con su Ombudsman, demandó a los principales ingenios tucumanos por contaminación de la cuenca, planteando amparos ambientales ante la Corte Suprema de Justicia de la Nación,² como consecuencia del grave daño ambiental que estaba sufriendo el embalse de Río Hondo, que recibía las aguas contaminadas del Río Salí, con efluentes industriales de los ingenios y destilerías. A partir de allí, la Provincia de Tucumán comenzó a generar políticas públicas tendientes a revertir esta situación, mejorando los mecanismos de fiscalización de los efluentes y utilizando la concertación como herramienta de gestión ambiental, impulsando a que cada industria que arrojaba sus efluentes a los ríos de la cuenca, presente un Plan de Reconversión Industrial, el que debía ser aprobado por las autoridades ambientales provinciales y de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, mediante la firma de un Convenio de Reconversión Industrial (CRI), cuyo cumplimiento era monitoreado no solo por las autoridades mencionadas, sino también por el Defensoría del Pueblo de Santiago del Estero, en los casos de los Ingenios demandados.

Así, se firmaron CRI con todos los ingenios y destilerías, citrícolas, frigoríficos, Papelera del Tucumán, Sociedad Aguas del Tucumán (en lo que respecta al tratamiento de cloacales) y una industria de levaduras.

La eficacia de los actuales esfuerzos realizados por las autoridades de la Provincia de Tucumán referidos al manejo sustentable de los recursos naturales (entre ellos el agua) depende -si tenemos en cuenta el concepto de gobernanza desarrollado anteriormente- de la coordinación entre los Organismos Públicos, de la coherencia entre los sistemas regulatorios y fiscalizadores (nacionales, provinciales y municipales) que se apliquen y, por supuesto, de la voluntad de todos los actores involucrados en cumplirlos.

Por ello, el caso de los CRI y sus resultados -sobre todo en lo que respecta a la mejora de la calidad de las aguas de la Cuenca, lo que trajo como consecuencia la suspensión de los amparos ambientales incoados por Santiago del Estero- sumado a un control eficiente por parte del Estado, demuestran que ese es el camino para lograr la gobernanza.

2. La provincia de Santiago del Estero y su Defensor del Pueblo, en el año 2011, iniciaron amparos ambientales contra los ingenios y destilerías tucumanos Bella Vista, Leales, Santa Bárbara, Fronterita, San Juan, Marapa, La Florida, La Corona, Concepción y Santa Rosa, para que cesen de contaminar con sus efluentes industriales (vinaza, cachaza y cenizas) las aguas de los ríos de la Cuenca Salí Dulce, solicitando como medida cautelar que la Corte Suprema de Justicia de la Nación ordene que dejen de producir hasta tanto no garantizan que sus efluentes no son tóxicos, de acuerdo a los parámetros permitidos por la normativa ambiental.

En materia ambiental y de protección de los recursos naturales, de nada sirve tener normas en abundancia, si quienes deben acatarlas no lo hacen por falta de control de los órganos fiscalizadores.

Para analizar la eficiencia con la que el Estado gestiona el ambiente -en su rol de garante de que el ecosistema sea saludable para todos- debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

1) La Administración Pública provincial -por mandato constitucional-³ es la encargada de aplicar las normas ambientales, de bajarlas a la realidad y de hacerlas cumplir, controlando que los particulares -ya sean personas físicas, industrias, prestadoras de servicios, etc- o el mismo Estado, en cualquiera de sus niveles o figuras, las acaten.

2) La Administración Pública municipal, por su cercanía con los vecinos, es la primer garante de un ambiente sano para ellos. Es el municipio el que controla en primer término, el cumplimiento de las normas ambientales al momento de autorizar o habilitar cualquier tipo de actividad u obra dentro de su territorio.

3) Dentro de ambos niveles de Administración Pública, existen varios organismos que de una u otra manera gestionan los mismos recursos naturales o aspectos que inciden sobre ellos, lo que supone necesariamente, superposición de competencias que deben coordinarse.

En aras de una buena gobernanza, el ambiente y los recursos naturales deben ser entendidos en su complejidad por quienes tienen la misión de ejercer la función pública y planificar las políticas para gestionarlos de forma adecuada y sustentable.

Por otro lado, la sociedad civil debe participar de alguna manera en la formación de esas políticas públicas a fin de lograr el conceso necesario para su acatamiento y puesta en marcha. Ello supone mayor información y transparencia por parte del Estado hacia la población, por un lado; y mayor compromiso de la ciudadanía en interesarse por estos temas, que involucran el bienestar de las generaciones presentes y futuras, por el otro.

Actualmente, en Tucumán, existen normativas, y organismos de control y de gestión ambiental en todos los niveles de gobierno (provincial y municipal), pero no hay coordinación entre ellos -lo que genera superposición de tareas y de recursos- por falta de comunicación, de intercambio de información y sobre todo, por no haber una planificación estratégica que los contemple a todos, considerando que el ambiente y los recursos naturales son sistemas que no responden a jurisdicciones ni competencias.

Con el problema de la contaminación de la Cuenca, se puso en relieve que se pueden lograr objetivos positivos y se puede gestionar de forma eficiente el recurso, coordinando el accionar de los organismos nacionales, provinciales y municipales -en lo que respecta al control y fiscalización- y la parte privada -en lo que hace a la gestión ambiental de sus efluentes.

Por ello, la política pública ambiental debe ser planificada, clara y sobre todo, apoyada por todos sus componentes. Esa es la forma de lograr la gobernanza.

3. Arts. 121 y 124 de la Constitución Nacional.

II.1. Organismos estatales relacionados con el recurso agua que actúan en la Provincia de Tucumán.

II.1.A. Organismos Nacionales:⁴

- Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica de la Nación:

Depende el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación. Este Organismo tiene por principal misión el diseño, la coordinación e implementación del Plan Nacional del Agua en todo el territorio nacional, basándose en los cuatro ejes de la política hídrica orientados en la necesidad de lograr el desarrollo regional, contribuir a la generación de empleo y disminuir el porcentaje de la población en situación de pobreza.

Los ejes del Plan Nacional son: Agua y saneamiento, adaptación del territorio al cambio climático, agua para la producción, y aprovechamientos multipropósito y biomasa.

Coordina el accionar de los siguientes organismos:

a) El Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP): su función consiste en lograr que las presas de nuestro país cumplan con los estándares internacionales de seguridad, tanto estructural como operativa, con el objeto de proteger la población y resguardar el patrimonio nacional. Para ello suscribe convenios con los estados provinciales, sus organismos específicos y los municipios a fin de brindar asistencia técnica y trabajar en coordinación para cumplir con los estándares y protocolos de seguridad ante una emergencia hídrica.

En la provincia de Tucumán controla 4 diques o presas, todas ellas operadas por la concesionaria Hidroeléctrica Tucumán S.A.:

- Dr. Celestino Gelsi (El Cadillal)
- Pueblo Viejo Derivador La Horqueta (Pueblo Viejo)
- Escaba
- Batirua (Escaba)

b) El Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) tiene por misión mejorar la calidad de vida de las personas a través de la asignación eficaz y eficiente de los recursos del Estado en el sector de agua potable y saneamiento básico. Es el organismo nacional al que recurren los estados provinciales y municipales en busca de financiamiento para sus proyectos tendientes a brindar agua potable y cloacas a sus ciudadanos o mejorar los servicios que actualmente brindan. Su objetivo es que el 100% de los argentinos tengan agua potable y cloacas.

c) Consejo Hídrico Federal (COHIFE), conformado por los Estados Provinciales, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Estado Nacional, es una persona jurídica de derecho público creada como instancia federal para el tratamiento de los aspectos de carácter global, estratégico, interjurisdiccional e internacional de los Recursos Hídricos. Entre otras funciones, su propósito es el de promover el desarrollo armónico e integral del País en materia de Recursos Hídricos en el marco de los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina, participando en la formulación y el seguimiento estratégico de la Política Hídrica Nacional a los fines de una gestión integrada de los recursos hídricos respetando el dominio originario que sobre dichos recursos ostentan las provincias argentinas.

4. Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/interior/infraestructura-y-politica-hidrica>

d) Comité de la Cuenca del río Salí-Dulce: fue creado formalmente mediante un Tratado Interjurisdiccional, integrado por representantes de las cinco provincias de la cuenca (Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba) y la Nación (Ministerio del Interior, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica). Promovió la realización de estudios, monitoreos y en su seno se consensuó un Plan de Gestión (que consiste en un conjunto de proyectos cuya finalidad principal es reducir la contaminación, preservar los humedales y mitigar los efectos de la erosión) y la constitución de una Unidad del Plan para ejecutarlo. El funcionamiento de la Unidad del Plan es financiado con aportes de las jurisdicciones que integran el Comité, el cual también supervisa su ejecución.

Tuvo un rol más importante a partir del año 2007, cuando se renovó el Tratado Interjurisdiccional con el objetivo de revertir el estado de contaminación de las aguas de la cuenca, que por ese entonces era considerada como la 2° más contaminada del país.

Se sancionó un nuevo Estatuto que estableció la creación de una Comisión Técnica, cuya función principal era la implementación de un Plan de Gestión Integral de la Cuenca, elaborado por los representantes técnicos de las jurisdicciones, con el respaldo de los representantes políticos. El Plan incorporó las iniciativas que estaba implementando el anterior Comité Técnico, mediante aportes financieros de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica y del Ministerio de Economía.

Al margen de la labor de los Coordinadores de los Programas que integran el Plan, la Comisión Técnica constituyó dos grupos de trabajo interorganismo: uno realiza que campañas de monitoreo y el otro, denominado Grupo de Gestión en Tiempo Real, que elabora informes periódicos sobre el estado de situación de la cuenca.

II.1.B. Organismos Provinciales:⁵

En la Provincia de Tucumán, los siguientes organismos tienen injerencia en la gestión del agua:

1. Área del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia: entre sus misiones se encuentran: entender en la formulación de los planes y programas del Estado tendientes a lograr el desarrollo económico de la Provincia y la plena ocupación de los factores productivos; promover la radicación provincial y regional de establecimientos agrarios, industriales, mineros, energéticos, tendientes a la consolidación y diversificación de la economía y a la creación de nuevas fuentes de trabajo; entender en la formulación de políticas y programas tendientes a la preservación del ambiente en todos los aspectos y en las acciones de preservación ecológica y de recursos naturales; orientar, fomentar, difundir y fiscalizar el desarrollo de la producción agrícola, ganadera y granjera en el ámbito provincial, en base a normas técnicas y jurídicas que posibiliten una mayor eficiencia de producción y la obtención de mayores rentabilidades sectoriales, participando en la colonización o destino de las tierras fiscales cuyo objetivo sean las explotaciones agropecuarias, entre otras.

5. <https://www.tucuman.gov.ar/organismos>

Dentro de esta Área de Gobierno, en relación al agua como recurso natural utilizado para la producción de bienes y servicios, se encuentran los siguientes Organismos:

1.a) Secretaría de Estado de Medio Ambiente, cuya misión es participar en la formulación, implementación, evaluación y control de las políticas, programas y proyectos vinculados a la preservación y protección ambiental, al desarrollo sustentable, a la utilización racional y conservación de los recursos naturales renovables y no renovables, a los recursos hídricos, mineros y al ordenamiento territorial de los bosques nativos, tendientes a alcanzar un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano, proponiendo y promoviendo estrategias dirigidas a un aprovechamiento integral, racional y sustentable de los mismos.

Entre sus funciones se pueden citar, en relación al agua: prevenir los efectos ambientalmente negativos, provenientes de los riesgos naturales y antrópicos con relación a la instalación de asentamientos humanos, infraestructura y emprendimientos económicos; contribuir a planificar y tomar decisiones de nivel estatal y privado, a partir del conocimiento del territorio, de los recursos y de la tecnología, en los distintos campos de la actividad humana, con énfasis en la sustentabilidad ambiental de las actividades; conducir las acciones tendientes a aplicar la política sectorial, orientando el proceso de adaptación de los nuevos operadores hídricos y mineros, al interés general, respetando la explotación racional de los recursos y la preservación del ambiente y entender en la propuesta y elaboración de los regímenes normativos relativos a la calidad de los recursos ambientales, a la conservación, protección y utilización de los recursos naturales, al desarrollo sustentable, al ordenamiento ambiental del territorio y a la calidad ambiental, en coordinación con los Organismos que correspondan; promover la coordinación con Municipios, Comunas Rurales y otros Organismos, respecto de las actividades inherentes a la materia de su competencia, entre otras.

1.a.1) Subsecretaría de Recursos Hídricos: Dependiente de la Secretaría de Estado Medio Ambiente. Su misión es promover el desarrollo, aprovechamiento, control y protección de los recursos hídricos, en consenso con los Organismos provinciales, con injerencia en la materia.

Sus funciones son: proponer las políticas hídricas de riego y de drenaje de riego en el territorio provincial; efectuar la evaluación y seguimiento de los planes, programas y proyectos en materia de su competencia y proponer las medidas tendientes a optimizar la gestión de los mismos; elaborar y proponer los instrumentos que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles y entender en las actividades relacionadas al régimen de uso de los bienes situados en las áreas inundables dentro de la jurisdicción provincial.

•**Dirección de Recursos Hídricos:** Es la Autoridad de Aplicación de las Leyes Nº 7139, 7140 y 7245 (Ley Provincial de Riego y modificatorias), ejerciendo las facultades administrativas, normativas y el poder de policía sobre las aguas, sus cauces y las obras hidráulicas para riego. En función de ello, asesora a los poderes públicos en la formulación y actualización de las políticas de desarrollo vinculadas al agua y demás usos productivos; ejecuta las políticas hídricas, en especial las de riego y drenaje de riego; organiza todo lo concerniente al aprovechamiento de las aguas, su uso, preservación y reserva; organiza y regula lo referente a

la defensa del patrimonio hídrico de la Provincia; reglamenta y toma intervención en todas las actividades y obras públicas o privadas relativas al estudio, captación, uso, conservación y manejo del agua en cualquiera de sus estados y a la protección y control de sus efectos nocivos; realiza el inventario y evaluación permanente del recurso hídrico en todo el territorio provincial; controla y vigila la regularidad del uso de las aguas en general, su preservación contra los efectos nocivos y el régimen de permisos y concesiones; asesora al Ejecutivo Provincial en la fijación de los tributos del agua; interviene como instancia conciliatoria previa, en la solución de los conflictos derivados del uso del agua y administra un Fondo Especial destinado a captar los fondos provenientes de los tributos del sector hídrico (canon, tasas, multas, etc.).

Es el Organismo que más injerencia tiene en la gestión del agua como recurso natural, aunque direccionada especialmente a su uso para riego.

1.a.2) Dirección de Fiscalización Ambiental: su misión en términos generales es fiscalizar las condiciones relativas a la calidad de los recursos naturales disponibles, a fin de alcanzar un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano. Para ello, controla el cumplimiento de las normas relacionadas con la contaminación ambiental, coordinando sus actividades con Municipios, Comunas Rurales y otros Organismos Gubernamentales; realiza auditorías integrales, evaluaciones ex post de impacto ambiental, evaluaciones de los servicios públicos y privados que tengan relación con los temas ambientales; controla y evalúa la eficiencia de los sistemas de tratamiento de residuos y efluentes industriales sólidos, líquidos o gaseosos; controla los servicios de destrucción y evacuación de residuos, basuras, aguas pluviales, servidas e industriales y en caso de infracción a las normas ambientales, impone multas y/o dispone la clausura preventiva total o parcial, como también la clausura definitiva, de todo establecimiento público o privado.

1.a.3) Dirección de Monitoreo y Laboratorio Ambiental: este es un organismo técnico calificado cuya misión es específicamente monitorear la calidad físico química del recurso agua en la provincia. Sus funciones principales son asistir a la Superioridad, con información analítica confiable, en el conocimiento de la calidad de las aguas de la Provincia, en particular de la Cuenca Salí-Dulce, y sus procesos de deterioro y/o recuperación; establecer programas de monitoreo sistemático en los cauces hídricos, para mantener el conocimiento permanente de la calidad de las aguas, desde su origen hasta su desembocadura, con toma de muestras y medición permanente y digitalizada; colaborar con el Comité de la Cuenca Salí-Dulce a los fines de realizar el monitoreo permanente de la calidad ambiental de la cuenca; generar y proveer información técnica/analítica necesaria para la elaboración de programas de remediación de lagos, embalses, ríos, arroyos y canales, mejoramiento del nivel de oxígeno de las aguas, descontaminación de las aguas y costas para la recuperación del ecosistema acuático, desarrollar alertas tempranas de floraciones algales para garantizar el usufructo turístico seguro de los cuerpos acuáticos; mantener un registro digital actualizado sobre la calidad ambiental de las aguas superficiales y efluentes industriales de la Provincia y de la Cuenca Salí-Dulce y coordinar con las restantes áreas del gobierno provincial, nacional e internacional, los programas y acciones tendientes a la preservación, conservación y defensa del medio ambiente y en los casos que corresponda.

1.a.4) Subsecretaría de Protección Ambiental: Su misión es supervisar la ejecución de políticas, planes y programas de protección al Medio Ambiente, conforme a la normativa vigente y a las pautas establecidas por la Secretaría de Medio Ambiente. Entre sus funciones se encuentra la de coordinar los Comités de Cuenca existentes en la Jurisdicción Provincial, articulando su accionar con otros Organismos de la Administración Pública Provincial y de otras jurisdicciones. Depende de esta Subsecretaría:

-Dirección de Medio Ambiente: Sus funciones son entender en la propuesta y elaboración de los regímenes normativos relativos a la calidad de los recursos ambientales, al desarrollo sustentable y a la calidad ambiental, como así también en la aplicación y cumplimiento de la normativa vigente en la materia; entender en el ordenamiento y en la planificación de los diferentes aspectos de la gestión ambiental, colaborando con la Superioridad en el diseño y ejecución de políticas en la materia; coordinar con las restantes áreas del Gobierno Provincial todos los programas y acciones tendientes a la preservación, conservación y defensa del Medio Ambiente, la restauración ecológica de los ambientes degradados y asegurar una racional interacción Hombre – Naturaleza con el fin de lograr el desarrollo sustentable de la Provincia; investigar, detectar, controlar y tomar los recaudos inmediatos para evitar toda obra, actividad o concreción de proyectos degradantes o susceptibles de degradar el ambiente; procurar la definición de los estándares técnicos de calidad ambiental a aplicar en la jurisdicción provincial, en concordancia con los lineamientos Internacionales; emitir los certificados de Aptitud Ambiental autorizados por el Consejo Provincial de Economía y Ambiente, manteniendo un Registro de Actividades Contaminantes (Ley N° 7165), entre otras.

-Dirección de Minería: Su inclusión dentro de los organismos que de alguna manera intervienen o gestionan aspectos relacionados con el agua obedece al hecho que en Tucumán no hay desarrollo de la minería, salvo en lo que respecta a las minas de 3° categoría,⁶ las que en la provincia, generalmente se ubican en los cauces de los ríos y arroyos. Entre sus funciones se encuentran: participar en la formulación de políticas estratégicas tendientes a mejorar la producción minera provincial, con criterios integrales y sustentables; ejercer las facultades conferidas por la normativa vigente en la materia, tanto nacional como provincial (entre ellas está la de otorgar los permisos o concesiones de minas de 3° categoría); brindar asistencia técnica a los productores mineros de la Provincia; ejercer el control sobre las mensuras de minas, las exploraciones, cateos y explotaciones mineras; intervenir en los estudios y proyectos de obras de infraestructura minera en coordinación con Organismos Nacionales y Provinciales, etc.

1.b) Secretaría de Estado de Desarrollo Productivo: su misión es asistir al Ministerio de Desarrollo Productivo, en la determinación de las políticas necesarias para el ordenamiento, promoción, desarrollo y ejecución de la producción económica de la Provincia, incentivando

6. Art. 5 del Código de Minería de la Nación: Componen la tercera categoría las producciones minerales de naturaleza pétreo o terrosa, y en general todas las que sirven para materiales de construcción y ornamento, cuyo conjunto forman las canteras.

las inversiones ambientalmente sustentables. Entre sus funciones se encuentran –relacionadas con el agua– las siguientes: participar en la formulación de políticas y estrategias para la aplicación eficaz de sus respectivos programas y proyectos; entender en la elaboración de regímenes de promoción y protección de las actividades productivas, articular las actividades de los Organismos bajo su dependencia, a los fines del cumplimiento de los objetivos fijados en el planeamiento estratégico del área; coordinar con Organismos Internacionales, Nacionales, Provinciales y Municipales la elaboración de proyectos que coadyuven a la promoción y desarrollo de los temas de su competencia, entender en la preservación, conservación, propagación, restauración, población, repoblación y aprovechamiento racional de la flora silvestre, los recursos biológicos acuáticos, la fauna silvestre y suelos; así como la preservación, conservación y ampliación de las áreas naturales protegidas; participar en la formulación de políticas, en materia de su competencia, tendiendo a la definición de la frontera agropecuaria y forestal.

1.b.1) Subsecretaría de Asuntos Agrarios y Alimentos: supervisa la ejecución de políticas, planes y programas tecnología, calidad y sanidad en materia agropecuaria, alimentaria y flora, fauna silvestre. Entre sus funciones están: promover la utilización y conservación de los recursos naturales destinados a la producción agrícola, ganadera y alimentaria, a fin de acrecentar el capital productivo de la provincia y el desarrollo económico del sector; entender en el ejercicio de la policía sanitaria animal y vegetal, en coordinación con los Organismos competentes en la materia; participar, en coordinación con los Organismos correspondientes, en la definición de las políticas referidas al desarrollo, promoción, calidad y sanidad de productos, industrializados o no, para consumo alimentario de origen animal o vegetal, siguiendo las pautas de la normativa vigente en la materia; promover la creación de un sistema integral de gestión agropecuaria, a fin de permitir una actuación coordinada; promover programas y planes de tecnificación rural y entender en todo lo relacionado con la promoción, ordenamiento y fiscalización del desarrollo agropecuario en general; elaborar, coordinar y supervisar la ejecución de las políticas en materia forestal en el orden provincial, articulando su accionar con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, etc. De esta Subsecretaría dependen los siguientes organismos, que por sus funciones se relacionan con el recurso agua:

-Dirección de Flora, Fauna Silvestre y Suelos: su misión es administrar los recursos naturales renovables, mediante el establecimiento e implementación de políticas acordes a las normas de manejo, recuperación y conservación en la materia. Ejerce las siguientes funciones: aplicar y hacer cumplir la legislación vigente en la materia, proponiendo las modificaciones necesarias para el adecuado manejo de los recursos naturales renovables; ejecutar los planes inherentes al aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables; intervenir en la autorización de planes de obras y actividades que impacten sustentablemente sobre los recursos naturales renovables; administrar, proteger y manejar las áreas naturales de la Provincia, cuando corresponda y en coordinación con los Organismos Nacionales competentes; ejercer el monitoreo de la evolución del uso de los suelos agrícolas, a los fines de establecer y difundir técnicas conservacionistas de uso, de manejo cultural y recupera-

ción de suelos, en el marco de las normas legales vigentes; realizar el Inventario Forestal, a fin de usarlo de acuerdo a planes dasocráticos, bajo el concepto de ordenación de cuencas hidrográficas, para elaborar el Mapa Forestal, el Mapa de Uso y Aptitud de Suelos (bosques de ribera);⁷ establecer mecanismos y procedimientos de evaluación de impacto ambiental en el recurso suelo, en relación a nuevas obras públicas o privadas, en coordinación con el Organismo competente en materia ambiental; concientizar a la población acerca de los problemas derivados de la degradación de los suelos, realizando campañas de educación y difusión, en coordinación con los Organismos competentes; propiciar la constitución de consorcios voluntarios de productores para la conservación del suelo y de áreas demostrativas del manejo conservacionista; proyectar y ejecutar las obras de defensa de los suelos contra la erosión eólica e hídrica; proponer obras de colectores secundarios y terciarios de desagües, tendientes a la recuperación de suelos salinos, en coordinación con los Organismos que correspondan; hacer cumplir las leyes provinciales de caza y pesca deportiva, aplicando las sanciones que correspondan; coordinar sus actividades con la Dirección de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos; etc.

-Dirección de Agricultura: participa en la formulación de políticas estratégicas tendientes a mejorar la producción agrícola provincial, con criterios integrales y sustentables, en coordinación con otros Organismos nacionales, provinciales, municipales y de la actividad privada; impulsa el cambio hacia cultivos de mayor diversidad, considerando el potencial productivo regional y los requerimientos de la demanda, preservando la sustentabilidad ambiental; promueve la construcción y rehabilitación de infraestructura básica que brinde valor agregado a la producción primaria; fiscaliza el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de producción de semillas, sanidad vegetal, agroquímicos y colonización, conjuntamente con Organismos nacionales y aplica sanciones cuando corresponda; evalúa y verifica los daños causados por las diferentes adversidades naturales en los cultivos de la Provincia, conforme lo establece la normativa vigente en materia de emergencia y/o desastre agropecuario provincial y nacional, en coordinación con los Organismos competentes, etc.

-Dirección de Ganadería: participa en la formulación de políticas estratégicas tendientes a mejorar la producción pecuaria y granjera provincial, con criterios integrales y sustentables, en coordinación con otros Organismos nacionales, provinciales, municipales y de la actividad privada; realiza estudios e investigaciones micro y macroeconómicas para la formulación de políticas pecuarias y granjeras, tendientes al fomento de la competitividad; difunde y fomenta el uso de nuevas tecnologías con el fin de aumentar la producción y rentabilidad de las explotaciones pecuarias y granjeras, ambientalmente sustentables; implementa acciones tendientes a alcanzar el mejoramiento del status sanitario del sector pecuario y de granja, especialmente de las carnes obtenidas en establecimientos radicados en la provincia, con destino al consumo humano; fiscaliza el cumplimiento de las leyes y reglamentaciones en materia de sanidad animal, transporte de carnes y subproductos de origen animal, sani-

7. El agregado en cursiva pertenece a la autora de este trabajo.

dad e higiene de las carnes e inspección sanitaria apícola, en coordinación con Organismos nacionales, etc.

1.c) Ente Único de Control y Regulación de los Servicios Públicos Provinciales de Tucumán (ERSEPT). Es el ente regulador de los Servicios Públicos de concesión provincial, a saber: Distribución de Energía Eléctrica y Servicio de Agua Potable y Cloacas. Así, respecto de este último, dentro de sus funciones cabe mencionar: cumplir y hacer cumplir las obligaciones emergentes de la Ley 6529 (Marco Regulatorio del Servicio de Agua Potable y Cloacas), su reglamentación, las disposiciones complementarias y la normativa nacional aplicable al mismo; controlar y hacer cumplir los contratos de concesión, licencias, permisos, autorizaciones y habilitaciones del servicio, asegurando que el mismo se preste con continuidad, regularidad, accesibilidad, igualdad, seguridad y calidad; dictar las normas de seguridad y procedimientos técnicos: de medición y facturación de consumos, de control y uso de los medidores, de conexión y reconexión de los suministros, de acceso a inmuebles de terceros y calidad del servicio bajo su control, conforme al respectivo Marco Regulatorio; fiscalizar las actividades de los prestadores de servicios públicos comprendidos bajo su jurisdicción, en todos los aspectos prescritos por la normativa aplicable, respecto de la economía, sustentabilidad, competitividad, eficiencia y equidad de los servicios públicos; controlar los planes de expansión y las inversiones a cargo de los prestadores y usuarios de los servicios públicos sometidos a su control conforme las leyes, su reglamentación, los marcos regulatorios y los contratos de concesión, licencias y permisos vigentes; participar en la elaboración de los planes de expansión y mejora de la infraestructura sobre la que se asientan los respectivos servicios públicos bajo su competencia, velando por la economía y la mejora de los niveles de calidad, y en la implementación de soluciones no convencionales tendientes a la satisfacción de la demanda de servicios en áreas que lo carezcan o fueran deficientemente abastecidas; velar por la protección de la propiedad, del medio ambiente y la seguridad pública en todos los tramos vinculados a los servicios sometidos a su jurisdicción; autorizar las servidumbres requeridas para la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones aplicadas a los servicios bajo su jurisdicción, con arreglo a la legislación vigente y establecer las restricciones al dominio de los particulares que sean necesarias para la prestación de los servicios públicos regulados; incentivar el uso eficiente de los recursos y de los servicios públicos, fijando metodologías apropiadas para calcular las tarifas y calidad del suministro, orientando su gestión racional y por último, en lo específico del agua: asesorar al Poder Ejecutivo y al Poder Legislativo:

- a)** Sobre prórroga, caducidad, renovación, rescate y reemplazo de los contratos de prestación.
- b)** En la formulación de políticas en materia sanitaria vinculadas a la captación, transporte, distribución y comercialización de agua potable, colección, tratamiento y disposición de efluentes cloacales e industriales, saneamiento de embalses y cursos de agua en el territorio provincial, tendientes al uso racional del recurso y la preservación de las fuentes.

- c) En la formulación de políticas de expansión de los servicios bajo su jurisdicción y sobre las modificaciones regulatorias que se consideran necesarias para su adecuación a los cambios tecnológicos y al de los requerimientos del mercado.

1.d) Ente Autárquico Tucumán Turismo: Su misión es la ordenación y promoción del Turismo, definiendo y aplicando políticas de la actividad turística, con el fin de planificar, programar, promover, capacitar, proteger, generar inversión y fomentar el desarrollo del turismo, regulando las actividades turísticas en cualquiera de sus formas.

Los recursos hídricos, como ser ríos, lagos y diques, muchas veces son utilizados como una atracción turística y el impacto antrópico sobre los mismos es muy grande. Por ello, entre sus funciones El Ente Turismo coordina con las autoridades de todo el territorio de la Provincia, sean Provinciales, Municipales o Comunes, las políticas relativas a la preservación del patrimonio arquitectónico y cultural y al cuidado ambiental en el desarrollo de la actividad, brindando el asesoramiento técnico y el apoyo necesario en materia de fomento y promoción turística; interviene en el relevamiento de los recursos turísticos en la Provincia, en coordinación con otros Organismos del Estado; entiende en el desarrollo y la difusión del ecoturismo y el agroturismo, con el objeto de lograr un crecimiento sostenible de los mismos; entre otras actividades.

1.e) Subsecretaría de Servicios Públicos: La Provincia de Tucumán genera energía a partir del agua, por ello es que se considera importante el rol de este organismo. Su misión es diseñar, implementar y administrar las políticas para el desarrollo coordinado y eficaz de los servicios públicos y del sector energético. Así, entre sus funciones se encuentran: proponer políticas que tiendan a una prestación eficiente, oportuna y con calidad de los servicios públicos que se brindan a la sociedad; fomentar la participación ciudadana en la previsión, mantenimiento y evaluación de la infraestructura destinada a los servicios públicos; propiciar la incorporación de estándares de calidad de los servicios públicos a partir de la innovación, para contribuir a su desarrollo sustentable; supervisar la ejecución de la política de recursos energéticos de la Provincia, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región y a la protección del medio ambiente.

1.e.1) Dirección de Energía, dependiente de la Subsecretaría de Servicios Públicos, entiende en la ejecución de la política energética de la Provincia, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región y a la protección del medio ambiente. Para ello, realiza la elaboración, propuesta y ejecución de la política provincial en materia de energía, con un amplio criterio de coordinación con la jurisdicción federal, velando por el cumplimiento de las normas legales nacionales y provinciales vigentes; estudia y analiza el comportamiento de los mercados energéticos, elaborando el planeamiento estratégico provincial en materia de energía, promoviendo políticas de eficiencia en la asignación de recursos, etc.

1.f) Secretaría de Estado de Coordinación y Control de Gestión: esta Secretaría asesora al Ministro de Desarrollo Productivo en la elaboración de políticas públicas y estrategias para el desarrollo del sector productivo; promueve la coordinación de las acciones que realicen

los Organismos dependientes del Ministerio de Desarrollo Productivo, a fin de fortalecer la comunicación institucional entre los mismos, para el eficaz y eficiente desarrollo de sus actividades y el mejoramiento de la calidad de gestión; participa conjuntamente con otras áreas del Ministerio, en la identificación, formulación, evaluación y gestión de programas y proyectos con entes de financiamiento externo vinculados al desarrollo productivo; supervisa la aplicación de fondos de financiamiento externo, públicos o privados para la ejecución de programas y proyectos vinculados al sector productivo y promueve la captación de recursos materiales, económicos, financieros y/o servicios, ante Organismos gubernamentales y privados, destinados al área productiva.

1.f.1) Unidad Ejecutora para el Desarrollo Productivo: dependiente de la Secretaría de Coordinación, participar en la identificación, formulación, evaluación y gestión de proyectos con financiamiento nacional o internacional vinculados al sector agropecuario, derivados de convenios celebrados a tal efecto, y conforme a la normativa que corresponda; coordina la ejecución de los diferentes programas, elaborando la documentación pertinente, conforme a las normas que correspondan y a las pautas contenidas en los respectivos convenios; elabora información para la Superioridad y los Entes Provinciales, Nacionales y otros organismos de crédito, en los casos que correspondiere, sobre el estado de avance y la ejecución financiera de los diferentes programas y proyectos, etc.

2. Área de Ministerio de Economía de la Provincia: su misión es asistir al Poder Ejecutivo en la elaboración y control de ejecución del presupuesto de gastos y cálculo de recursos; la formulación de la política fiscal; el diseño de políticas, principios y pautas técnicas de economía para el funcionamiento del Estado Provincial; la percepción y distribución de las rentas de la provincia; el régimen jurídico y catastral de los bienes inmuebles en la Provincia, así como también lo referente a obras públicas.

2.a) Secretaría de Estado de Unidad Ejecutora Provincial: Entiende en lo atinente a la evaluación, coordinación y supervisión de todos los programas provinciales que cuenten con financiamiento externo, ya sea de la Nación o internacional. Así, conduce las acciones correspondientes a la selección, evaluación, presentación y control de todos los Programas con financiamiento externo que se apliquen en el ámbito Provincial; coordina y canaliza las actividades tendientes a dar cumplimiento a los requerimientos efectuados por las Unidades Ejecutoras Centrales en la Nación y los Organismos de financiamiento; participa en los convenios a celebrarse con entes descentralizados y Municipios Provinciales como parte de los acuerdos celebrados con la Nación y los Organismos de financiamiento; monitorea, en sus aspectos físicos y financieros, el cumplimiento de los objetivos de todos los Programas con financiamiento externo que se apliquen en el ámbito Provincial; supervisa y coordina la ejecución de los Programas que se apliquen en el ámbito del Ministerio de Economía.

2.a.1) Dirección de Programas y Proyectos: bajo la dependencia de la Unidad Ejecutora Provincia, gestiona, prepara, evalúa y ajusta anualmente los Programas y Proyectos que deban ser presentados ante los Entes Nacionales y Organismos Multilaterales de Crédito. Por ello, asesora a los distintos Organismos del Estado Provincial, Municipios y Comunas Rurales sobre la elaboración de Proyectos; evalúa técnica y financieramente, los proyectos

presentados en el marco de los Programas, a los efectos de medir el grado de alcance de los resultados esperados respecto de los objetivos propuestos; lleva el estado de avance de los programas y proyectos, preparando los informes periódicos a ser presentados a los Organismos Nacionales competentes y a los Organismos Multilaterales de Crédito; supervisa la confección de proyectos por parte de Organismos del Estado Provincial, Municipios y Comunas Rurales, evalúa y eleva los mismos con la pertinente aprobación técnica – económica; confecciona un Banco de Proyectos en ejecución o en espera de acceso al crédito, etc.

2.b) Secretaría de Estado de Hacienda: su misión es entender en todo lo concerniente a las políticas económico-financieras de la Provincia, por ello, bajo su dependencia se encuentran:

2.b.1) Dirección General de Catastro: Sus funciones son: dar a publicidad el estado parcelario, geométrico, dominial y de valuación de los inmuebles que componen el territorio de la provincia; confeccionar la cartografía básica de toda la Provincia, con el objeto de obtener la localización real de los inmuebles, fijar sus dimensiones lineales y superficiales, su naturaleza intrínseca y su vinculación con puntos geo-topográficos; aprobar los planos de loteos y división dentro de su competencia; suministrar la información correspondiente a toda modificación parcelaria a la Dirección General de Rentas de la Provincia, para la elaboración del Padrón Inmobiliario Anual; coordinar con el Registro Inmobiliario la actualización permanente de la titularidad del dominio de cada parcela; integrar equipos de planificación para regular el desarrollo de áreas urbanas y rurales; mantener permanentemente actualizado el relevamiento completo de los inmuebles de dominio público y privado del Estado Provincial; determinar la situación de los inmuebles fiscales; entender en el saneamiento integral de los títulos de propiedad del Estado Provincial; asesorar al Poder Ejecutivo por intermedio del Ministerio de Economía sobre las medidas cuya adopción sea conveniente y necesaria para aprovechar racionalmente el patrimonio inmobiliario de la Provincia; intervenir en la afectación de uso de inmuebles fiscales; entender en la elaboración de toda documentación para materializar, en su caso, la transferencia de dominio, posesión, tenencia, locación, concesión, uso, usufructo por cualquier título de los inmuebles de propiedad fiscal de conformidad a las instrucciones que a tal fin imparta el Poder Ejecutivo; estudiar la situación ocupacional, títulos y /o documentación de los inmuebles fiscales ocupados por terceros; coordinar su acción con los organismos provinciales, municipales y comunales y recabar toda información necesaria y disponible en las áreas pertinentes; asesorar a las autoridades del Poder Ejecutivo sobre los inmuebles a expropiar y /o sobre la necesidad o conveniencia de desistir de algunas expropiaciones, etc.

2.c) Secretaría de Estado de Obras Públicas: Sus funciones son muy importantes en lo que refieren a la gestión del agua. A continuación se enumeran solo las pertinentes al tema en estudio: en general, atiende la ejecución del Plan de Trabajos Públicos; ejecuta el Plan Vial de la Provincia, en coordinación con la Nación, otras Provincias, Comunas y demás entidades que coadyuven a integrarlo; construye las obras hidráulicas y energéticas, como así también los canales primarios de riego; construye viviendas, edificios públicos, escuelas, colonias de vacaciones, obras de urbanización y contenido social, hoteles de turismo, etc.; planea y construye obras hidráulicas con fines de energía, riego, saneamiento de zonas inundables y

defensa, en coordinación en lo pertinente con los Ministerios de Economía y Salud Pública y los gobiernos de la Nación y otras Provincias; estudia, proyecta, ejecuta y fiscaliza el aprovechamiento de las fuentes naturales de energía y de los recursos hidráulicos, su transformación y empleo en coordinación con los Ministerios de Economía y Salud Pública; mantiene la información actualizada respecto a la marcha de las obras y estado de los proyectos; vincula funcionalmente a la Dirección Provincial de Vialidad (D. P. V.), Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento (Se. P. A. P. y S.) y al Instituto Provincial de Vivienda y Desarrollo Urbano (I. P. V. D. U.). De ella depende la Subsecretaría de Obras Públicas, que coordina el accionar de los siguientes organismos:

2.c.1) Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento (SePAPyS): Su función es promover, impulsar, supervisar, financiar y administrar obras, planes y /o programas de provisión de agua potable y saneamiento a comunidades ubicadas en el área de influencia descripta en el artículo 3° de la Ley 6272,⁸ administrar los fondos que provienen del ENHOSA, los que serán destinados a programas de ayuda social y disponer de cualquier otro, cuyo destino sea la asistencia social y financiera a Municipios y Comunas del Interior de la Provincia, obtener financiación oficial, privada o mixta, actuando a tal fin como Unidad Ejecutora de la Provincia; asistir técnicamente, administrativa e institucionalmente a los operadores de los servicios comprendidos en el área de influencia para su operación, administración y mantenimiento o mejoras en la prestación de los mismos (generalmente cooperativas o juntas vecinales).

2.c.2) Dirección Provincial de Vialidad: el punto de unión entre las funciones de este organismo y el agua está en hecho que muchas veces los caminos atraviesan ríos y producen un impacto importante sobre este recurso. Así, entre sus funciones se encuentran: planificar a corto y largo plazo la red provincial de caminos, en coordinación con la red nacional y comunal de los mismos; estudiar sobre el terreno la traza a seleccionar para el proyecto; efectuar los trabajos topográficos integrales, como asimismo los estudios de materiales, fundaciones y demás aspectos técnicos que han de contemplar los proyectos de obras a ejecutar; confeccionar toda la documentación técnica y legal requerida para el llamado a licitación o para la ejecución de las obras por administración, según el caso; licitar las obras, realizando el control técnico de ejecución a las empresas adjudicatarias; ejecutar obra con personal y equipos propios, efectuando su dirección y control; conservar, con personal y equipos propios, las obras terminadas, etc.

2.c.3) Dirección Provincial del Agua: Este es otro de los organismos provinciales más importantes, en lo que refiere a la gestión de los recursos hídricos. Su misión es planificar, estudiar, proyectar y ejecutar Obras Hidráulicas, y acciones referentes a la preservación de

8. El Área de Influencia abarca: a) Las aéreas denominadas como Áreas Excluidas del apartado e) del artículo 4° de la Ley N° 6.529. b) Las aéreas definidas como Áreas Remanentes del apartado d) del mismo artículo con acuerdo previo con la prestataria del servicio concesionado y siempre que ello resulte conveniente para la población, o cuando razones de urgencia sanitaria ameriten como no conveniente esperar el transcurso del tiempo fijado en el capítulo VII de dicha Ley. c) Los servicios de agua potable y saneamiento que por cualquier causa o motivo se reintegren a la Provincia.

la cuenca hídrica, regularización y fiscalización del uso de las aguas superficiales y subterráneas, excepto las destinadas al uso de riego e industria, dentro del ámbito Provincial, para su aprovechamiento en un desarrollo sustentable y protección de inundaciones. Sus funciones son: efectuar los estudios generales mediatos e inmediatos de obras para la captación y distribución del agua, tanto de superficie como subterráneas de la Provincia para el consumo humano; elaborar planes de corto, mediano y largo alcance para el logro de su misión; ejercer el control con pleno ejercicio del Poder de Policía, sobre 'los trabajos de cualquier índole que se ejecuten en los sistemas Hidráulicos de la Provincia, en coordinación con los Organismos competentes, emitiendo los instrumentos correspondientes de factibilidad técnica; estudiar lo relativo al aprovechamiento del agua para la producción de energía, como así también, las obras de desagües pluviales en toda la Provincia; formular los estudios y proyectos para ejecutar obras hidráulicas en el ámbito de la Provincia, por administración y/o por contratos a terceros y por convenio con instituciones públicas o privadas; supervisar la elaboración de los pliegos generales y particulares, de las obras a ejecutar por terceros, conforme a las normas legales vigentes; entender en la fiscalización de todas las obras que se ejecuten por contrato, emitiendo los certificados de obras, de adicionales e imprevistos, de redeterminación de precios, así como realizar las recepciones provisorias y definitivas de obras, verificando los plazos de garantía; ejecutar las Obras por Administración, controlando las inversiones que se efectúen tanto en relación a los elementos materiales como humanos; registrar la información permanentemente actualizada sobre los perfiles geológicos de los pozos perforados, por el Estado Provincial o terceros y habilitados en el ámbito de la Provincia, en coordinación con los Organismos competentes en la materia; conservar, mantener y reparar todas las obras que dependen de la Repartición; coordinar con los Organismos que corresponda la formulación, ejecución y seguimiento de la "Política Hídrica de la Provincia"; participar en el marco de su incumbencia, y articuladamente con los organismos que correspondan, en la evaluación de impactos ambientales; coordinar con la Secretaría de Estado de Obras Públicas y otros Organismos del Estado Provincial, la elaboración y utilización de la cartografía básica de la Provincia; propiciar y coordinar con otros Organismos competentes de la Provincia el ordenamiento territorial de la Provincia y la Región, para garantizar la optimización del recurso hídrico; participar en los consejos y comités interjurisdiccionales sobre cuencas hídricas; realizar el seguimiento de las gestiones y trámites para obtención de la financiación de obras, en los Organismos Nacionales o Provinciales que correspondan.

-Departamento Planeamiento: este organismo evalúa la situación hídrica provincial, generando su diagnóstico hídrico; participa en la formulación de los programas de obra en base al stock de acuíferos superficiales y subterráneos evaluados oportunamente en coordinación con los sectores y organismos correspondientes; genera el Mapa de Riesgos Hídricos en base a diagnósticos Hidráulico-Hídrico, los que deberán ser actualizados después de cada fenómeno; elabora un Plan de Ordenamiento Territorial desde el punto de vista Hidráulico-Hídrico, teniendo en cuenta el diagnóstico Hidráulico, los aspectos ambientales y ecológicos, el mapa de riesgos hídricos, la oferta y la demanda de agua en el territorio provincial, para formular el plan de obras, como base para el desarrollo sustentable de la Provincia de

Tucumán, trabajando en coordinación los organismos especialistas en cada materia; registra todas las Obras Hidráulicas que realice la Dirección Provincial del Agua, por administración o por contrato con terceros, como también las que por Convenio se apruebe su ejecución actualizando periódicamente el Plan de Obras; coordina la información que debe elevarse a los sectores correspondientes al planeamiento general del Estado Provincial, conforme a pautas técnicas preestablecidas, coordinando con los sectores y Organismos correspondientes, los programas preventivos de inundaciones; participa con datos actualizados y de su incumbencia, en el Sistema de Información Geográfica de la Provincia.

-Departamento de Estudios y Proyectos: Su función es coordinar con los Organismos pertinentes, el relevamiento topográfico de la zona donde se ejecutará la Obra; Realizar los estudios primarios necesarios para la elaboración de un Proyecto de obras hidráulicas; formular en conjunto con el Departamento Planeamiento, las características del proyecto de obra conforme las evaluaciones ambientales y sociales, para definir las alternativas de obras en zonas inundables; formular los proyectos de drenaje pluvial, de todo tipo de emprendimientos en el ámbito de la Provincia, para emitir el Certificado de Factibilidad de No Inundabilidad; evaluar los proyectos de obras hidráulicas en la Provincia y emitir la aceptación técnica de la obra ejecutada; recopilar y archivar antecedentes que a través de estudios e investigaciones de proyectos, sirvan al objetivo del Organismo; formular la documentación técnica y los pliegos de condiciones particulares para la contratación de obras; supervisar las Obras por Administración ejecutadas por el Organismo.

-Departamento de obras por contrato: realiza el control técnico e inspección de las Obras ejecutadas por contrato; ejecuta el replanteo de acuerdo a la planimetría fijada en los planos de acuerdo a los pliegos correspondientes del inicio de obra; verifica la total terminación y pruebas de funcionamiento, incluyendo comprobaciones en laboratorios de las partes y materiales empleados según pliegos y recepción provisoria; participa de la emisión de los certificados de obra, de redeterminación de precios y en su caso de intereses, así como los certificados provisorios y de terminación de obras; realiza los apoyos técnicos y administrativos de las inspecciones; archiva y resguarda la documentación de las obras, llevando la documentación correspondiente a la marcha de obra, órdenes de servicios y notas de pedidos; realiza los informes mensuales, trimestrales y anuales de la marcha de las Obras y sus respectivos planes de trabajo, trabajando en coordinación con el Departamento Planeamiento para informar a la Superioridad.

-Departamento obras por administración: realiza la conservación y mantenimiento de las obras hidráulicas en el ámbito de la Provincia, en especial las ejecutadas por la Dirección Provincial del Agua; ejecuta las obras nuevas de carácter hidráulicas y obras civiles complementarias a los sistemas mencionados en ríos, arroyos, canales de desagües y drenajes; mantiene en condiciones el equipo pesado y liviano adquirido para la realización de trabajos que ejecuta el Estado y facilita la supervisión de las obras y el apoyo técnico y administrativo; ejerce el poder de policía de los cauces de ríos, arroyos, canales de desagües, canales de drenajes y toda obra hidráulica en la provincia; supervisa la construcción de obras y su control, mediante los Distritos que administran el territorio provincial, de acuerdo a las subcuencas operativas.

-Departamento Perforaciones: ejecuta conforme al planeamiento establecido, pozos profundos para la obtención de agua potable en el ámbito de la Provincia, por administración, por convenio a terceros y por convenio con Instituciones Públicas o Privadas; supervisa y asesora en materia de obras de perforaciones en todo el ámbito provincial; efectúa los estudios generales mediatos e inmediatos de obras de captación de agua subterránea, dentro del territorio provincial, en coordinación con el Departamento Planeamiento; prepara el presupuesto de obra, especificaciones técnicas generales y particulares, como así también, las condiciones de convenio, cuando así corresponda; lleva un control de los perfiles geológicos de los pozos perforados, habilitados y registrados en el archivo del Departamento; realizar los estudios técnicos y de laboratorio necesarios para el desarrollo de sus funciones.

3. Área del Ministerio de Salud de la Provincia: El tema de la salud de la población está directamente relacionado con el agua, es por ello que se incluye este organismo dentro de los que de alguna manera intervienen en su gestión. Este ministerio entiende en la elaboración, diseño y supervisión de la política provincial de salud articulada con la política nacional en la materia; promueve, organiza y coordina las acciones públicas y privadas en materia de asistencia médico-social; entiende en la supervisión y evaluación del funcionamiento de los servicios relacionados con la salud; participa, en coordinación con los organismos pertinentes, en las políticas sociales que tengan impacto en la salud, etc.

De él dependen:

3.a) Sistema Provincial de Salud (SIPROSA): la misión de este Organismo es: organizar e instrumentar la promoción, protección, reparación y rehabilitación de la salud física y mental de la población y cualquier otra prestación y servicios de salud en relación con el ambiente; orientar la educación y promoción de la salud para generar en la comunidad una conciencia sobre el valor personal y trascendente de la vida humana y de la necesidad de su participación solidaria en el logro de su máximo bienestar; lograr el acceso de la población a una asistencia médica integral que contemple sus aspectos físico, mental, higiénico-ambiental y estético, a través de una medicina humanizada, oportuna, eficaz y participativa, atendiendo siempre a la condición humana de sus destinatarios y desterrando todo privilegio basado en la situación económica o social de los mismos; realizar la capacitación, adiestramiento y perfeccionamiento de los recursos humanos para los servicios de salud y medio ambiente, así como la investigación en relación a tales problemas; coordinar con otras provincias, con el Estado Nacional y en general con organismos nacionales y extranjeros, la realización de programas comunes, de salud y medio ambiente; por último, regular el desarrollo total de la capacidad instalada y de las acciones de salud y medio ambiente en la Provincia. A su vez, del SIPROSA dependen:

3.a.1) Dirección de Epidemiología: es la unidad orgánica encargada de garantizar la recolección y el análisis de la información proveniente de diversas fuentes, para ser utilizada como base en la toma de decisiones para mejorar la salud de la población. Su misión es asegurar la recolección sistemática, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre condiciones de salud de la población; como así también analizar e interpretar los datos para proporcionar bases para la planificación y la toma de decisiones basada en la evidencia; y

conducir, asesorar o apoyar todo tipo de investigaciones que favorezcan a la Salud Pública.

4. Área del Ministerio del Interior: Sus principales funciones son entender en la formulación de las estrategias, políticas, y mecanismos que apunten al desarrollo integral de las distintas regiones que componen la Provincia; entender en las relaciones económicas - financieras entre el Estado Provincial y los Municipios y Comunas Rurales de la Provincia; entender en la coordinación y supervisión de los Planes Nacionales y Provinciales en el ámbito Municipal y Comunal; promover la cooperación entre los distintos Municipios y Comunas Rurales ubicados en el interior de la Provincia; entender en la formulación de planes conjuntos con las Municipalidades y Comunas Rurales, para solucionar problemas de desarrollo y equipamiento; entender en las acciones de apoyo de los distintos sectores del Gobierno Provincial a las Municipalidades y Comunas Rurales; entender en la política demográfica provincial y el ordenamiento de las migraciones, etc. Si analizamos estas funciones, muchas de ellas están relacionadas con el recurso agua, porque es este Ministerio es el que coordina el tema de los proyectos con los planes Nacionales y Provinciales para concretarlos, sobre todo en lo que hace a obras de infraestructura para el desarrollo de las poblaciones y la economía regional, en los que el agua es un punto esencial.

4.a) Secretaría de Estado de Coordinación con Municipios y Comunas Rurales: se encarga de asesorar a la Superioridad en materia de legislación y reglamentación de la coparticipación de impuestos nacionales y provinciales a Municipios de la Provincia, en lo referente a sus aspectos económicos financieros, también interviene en la elaboración de los convenios de asistencia financiera a los Municipios de la Provincia, conforme a las pautas dictadas por la Superioridad y a la legislación y reglamentación vigente en la materia (en esta asistencia se encuentra la relativa a los recursos económicos para hacer obras o brindar servicios, como el de distribución de agua potable, por ejemplo), e interviene en la celebración de convenios intermunicipales e intercomunales en materia de su competencia.

4.a.1) Dirección de Asuntos Comunales: es el organismo técnico de asesoramiento tanto jurídico como financiero para que las Comunas puedan ejecutar sus presupuestos y las obras. Así, brinda apoyo a las Comunas Rurales traducido en aportes de recursos humanos y materiales; asiste técnicamente a las Comunas Rurales en materia de elaboración, presentación y evaluación de sus Estados Contables, así como de las rendiciones de cuentas correspondientes; también las asiste técnicamente en materia de obras, planes y programas en ejecución o a ejecutarse en las mismas; las asesora y supervisa en la aplicación y cumplimiento de las normas en su materia y en desarrollo del potencial de sus recursos humanos.

4.b) Secretaría de Estado de Planificación y Relaciones Interinstitucionales: su misión es planificar y supervisar la ejecución de políticas inherentes al sostenimiento de las relaciones institucionales del Ministerio de Interior con otros Organismos de la Administración Pública Provincial y Nacional y las entidades de la comunidad tendientes al fortalecimiento de las instituciones municipales y comunales y sus representantes. Para ello, entiende en la cooperación entre los distintos Municipios y Comunas Rurales ubicados en el interior de la Provincia; entiende en la participación de la comunidad a través de sus organizaciones en el quehacer Municipal y/o Comunal; evalúa los posibles escenarios y situaciones potenciales de conflictos en los Municipios y Comunas Rurales, interviniendo en pos de su solución

cuando correspondiera; facilitar la canalización de las necesidades comunitarias a través de los Municipios y Comunas Rurales; entiende en el estudio de las relaciones jurídicas e institucionales entre los Municipios y Comunas Rurales del interior de la Provincia; procura la obtención de planes nacionales y provinciales, cualquiera sea su materia, articulando las necesidades de Municipios y Comunas Rurales con los Organismos otorgantes de dichos planes; fomenta la creación de planes sociales acorde las necesidades de Municipios y Comunas Rurales en coordinación con las áreas pertinentes y coordina las actividades de los distintos Organismos del Estado Provincial, en la solución de necesidades municipales y/o comunales.

4.b.1) Dirección de Relaciones Interinstitucionales: en el ámbito de esta Secretaría, la Dirección de Relaciones Institucionales en forma específica es la que coordina las actividades de los distintos Organismos del Estado Provincial, en la solución de necesidades municipales y/o comunales y ejecuta los aspectos operativos, en el ámbito de su incumbencia, de planes, programas y proyectos internacionales, nacionales y provinciales, con aplicación en Municipios y Comunas Rurales (entre ellos, los relativos a la provisión de agua potable, perforación de pozos, etc.).

4.c) Secretaría de Estado de Grandes Comunas: su misión es asistir al Ministerio de Interior en la formulación de planes, programas y proyectos a implementarse en el ámbito de grandes conglomerados comunales, como así también en su asesoramiento técnico. En función de ello, entiende en la realización de planes conjuntos con los grandes conglomerados comunales, para el desarrollo e integración local, colaborando en su implementación y seguimiento; asiste técnicamente a las grandes Comunas Rurales en cuanto a la elaboración de diagnósticos, análisis de factibilidad y formulación de planes estratégicos integradores y entiende en la coordinación de las actividades de los distintos Organismos del Estado Provincial, en la solución de necesidades municipales y/o comunales.

4.d) Secretaría de Estado de Asuntos Comunitarios y Sociales del Interior: Este organismo es el encargado de articular sus acciones con otras áreas y organismos del Estado Provincial, a los fines de mejorar la calidad de vida de los habitantes de cada comunidad del interior provincial y colaborar con las áreas y Organismos específicos del Estado Provincial, a efectos de mitigar la emergencia social, en caso de desastres naturales que ocurrieren en el interior del territorio provincial (por ejemplo, inundaciones).

4.e) Secretaría de Estado de Fiscalización y Control: entiende en la supervisión de los Planes Nacionales y Provinciales aplicados en el ámbito de aquellos Municipios adheridos al Pacto Social o Convenios y Comunas Rurales, en lo que hace a la verificación de objetivos, metas y resultados de los programas y proyectos ejecutados o en fase de ejecución; también entiende en el diagnóstico, formulación, ejecución y evaluación ex ante de planes, programas y proyectos internacionales, nacionales y provinciales, con aplicación en Municipios adheridos al Pacto Social o Convenios; y Comunas Rurales.

4.e.1) Dirección de Fiscalización: su función es recopilar información sobre todos los programas y proyectos en materia de su competencia, que se estén ejecutando en el ámbito de los Municipios adheridos al Pacto Social o Convenios y Comunas Rurales, administrando y

manteniendo actualizada dicha información, mediante una base de datos que sirva eficazmente para la toma de decisiones; controlar la correcta aplicación de los fondos asignados a la realización de Obras y Servicios Públicos en los Municipios adheridos al Pacto Social o Convenios y Comunas Rurales y controla la eficiencia en la aplicación de recursos asignados, en los distintos planes y programas, Nacionales y/o Provinciales, de los Municipios y Comunas Rurales suscriptos o a suscribirse con el Gobierno de la Provincia o de la Nación, sea cual fuere su fuente de financiamiento.

4.e.2) Dirección de control de obras y servicios públicos Municipales y Comunales: participa en la formulación de programas y proyectos de infraestructura básica, equipamiento comunitario, con los Municipios y Comunas Rurales; realiza el seguimiento, evaluación y asesoramiento para la reformulación o ajustes de los programas y proyectos en ejecución; elabora informes periódicos sobre el estado de los proyectos monitoreados, confeccionando planillas de avance y estado de obras, con el objeto de verificar el cumplimiento del plan de trabajo y brinda asistencia técnica a los Municipios y Comunas Rurales, en el ámbito de su jurisdicción, en materia de planificación, coordinación y dirección de proyectos y obras públicas, civiles y viales, muchas de las cuales están relacionadas con el recurso agua (construcción de canales de desagüe, redes de distribución de agua potable y cloacas, etc).

5. Área del Ministerio de Seguridad: su misión es asistir al Poder Ejecutivo en todo lo referente a las funciones vinculadas con la seguridad de los ciudadanos de la Provincia, en un marco de plena vigencia de las instituciones del sistema democrático. La injerencia de este Ministerio, en lo que respecta al agua, está vinculada con las situaciones de emergencia, como por ejemplo, inundaciones o tormentas muy severas –cada vez más frecuentes– que ponen en peligro a la población, ya sea en sus personas o en sus bienes.

5.a) Dirección Provincial de Defensa Civil: proyecta el plan provincial de defensa civil y de emergencia, con sus programas provinciales, proponiéndolos a la Superioridad; propone las medidas a adoptar para crear, desarrollar y estimular una difusión eficaz y oportuna de información permanentemente actualizada en materia de prevención de desastres y mitigación de sus efectos, en las entidades públicas o privadas cuyos fines sean acordes con la defensa civil, así como en la población en general; asiste a la Superioridad en el requerimiento de ayuda federal cuando las emergencias producidas superen las posibilidades provinciales, incluidas las provenientes de los acuerdos de apoyo militar y de ayuda mutua interprovincial, coordina las Juntas Municipales y Comunales en relación a la Defensa Civil; realiza, en coordinación con los restantes Organismos Provinciales competentes, los estudios necesarios para determinar el potencial provincial en materia de defensa civil, etc.

6. Comisión Especial de Emergencia Hídrica: Ante las graves inundaciones sufridas en varias localidades del sur de la Provincia, fue creada en el ámbito de la Legislatura de la Provincia de Tucumán, el 27/04/2017 por Resolución n° 60/2017, esta Comisión con el objetivo de elaborar un “Plan Hídrico Estratégico de la Provincia de Tucumán”. Participaron numerosas instituciones y organismos de diversa naturaleza (Académica, Poder Legislativo, Poder Ejecutivo Provincial, Poder Ejecutivo Nacional, SIDEPEC, Ciencia y Fuerzas Vivas). Se conformaron

subcomisiones de expertos sobre diferentes temas: Infraestructura, Social-Producción y Ambiental, Hidrogeomorfología, Evaluación Económico Financiera y Presupuesto y Legal.

La Subcomisión de infraestructura, dentro del Plan de Contingencias, presentó en la HLT el día 06/12/2017, un primer informe denominado “OBRAS DE CARÁCTER PRIORITARIO PARA LA LOCALIDAD DE LA MADRID” (que resultó ser la más afectada en ese momento) en el que se plantearon acciones directas de intervención en esa localidad y alrededores, de carácter preventivo, para morigerar los posibles eventos de desbordes que pudieran ocurrir en el futuro.

Próximamente concluirá con su cometido, presentando el Plan Hídrico Estratégico para la Provincia, documento que será de suma importancia para la gestión eficiente de este recurso.

II.1.C. Municipios y Comunas:

Una parte importante de la gestión del agua la tienen los Municipios y Comunas. Según la Constitución de la Provincia de Tucumán las municipalidades son autónomas en el ejercicio de sus funciones. El Art. 134 establece con carácter enumerativo las funciones y atribuciones de los entes municipales, consignando en este trabajo sólo aquellas que se relacionen con el agua:

- 1º) Gobernar y administrar los intereses públicos locales dirigidos al bien común...
- 3º) Realizar obras y servicios públicos por sí, por intermedio de particulares o con colaboración vecinal.
- 4º) Atender las siguientes materias: a) Salubridad; b) Asistencia social, salud y centros asistenciales; c) Higiene y moralidad pública... f) Planes edilicios, apertura y construcciones de calles, plazas y paseos... h) Uso de las calles, subsuelo y espacio aéreo; i) Control de la construcción, debiendo reglamentar y respetar los aspectos urbanísticos de desarrollo urbano.
- 6º) Conservar y defender el patrimonio histórico, arquitectónico y artístico.
- 7º) Proteger el medio ambiente.
- 8º) Fomentar la recreación, turismo y deportes...
- 10º) Prestar los servicios públicos que la Nación o la Provincia le transfieran en el futuro, con la asignación de los respectivos recursos...
- 14º) Controlar mercados y el abastecimiento de productos en las mejores condiciones de calidad y precios.
- 15º) Establecer restricciones con arreglo a las leyes que rigen la materia.
- 16º) Cualquier otra función relacionada con los intereses locales dentro del marco de su Carta Orgánica o de la Ley de Municipalidades.

Todas estas atribuciones se encuentran ampliadas en la Ley 5529, que establece el Régimen Municipal.

Por su parte, las Comunas Rurales también cuentan con su Ley, la 7350, que en relación a sus funciones establece: “Además de los intereses morales, culturales y materiales de carácter local, las Comunas Rurales tendrán a su cargo:

1. La construcción de obras y prestación de servicios públicos.
2. La urbanización de los pueblos...
4. El control de la higiene y moralidad pública.

5. Los servicios de salubridad, asistencia social y asistencia pública.
6. El fomento de la cultura, las artes y la educación física.
7. La protección del medio ambiente y preservación de la riqueza y variedad ecológica.
8. La recreación, turismo y deporte.
9. La organización de servicios generales y especiales tendientes al mayor bienestar de las poblaciones rurales y cualquier otra función relacionada con los intereses locales.

Es dable destacar que en Tucumán hay 19 Municipios y 93 Comunas Rurales, de manera tal que resultaría excesivo analizados a cada uno. En términos generales, las Municipalidades tienen obviamente una estructura más completa que las Comunas, donde generalmente hay organismos –casi siempre Secretarías– que se encargan de gestionar las cuestiones relativas a los servicios públicos y a las obras públicas, donde siempre está involucrada el agua como recurso.

III. Conclusión

En base al análisis de los organismos, sus funciones, interacciones y resultados de las políticas públicas y gestiones implementadas por el Estado en relación al agua, se concluye lo siguiente:

- 1) Que como surge de este artículo, existen en la provincia de Tucumán múltiples órganos estatales (nacionales, provinciales y municipales) que en su campo de competencia, realizan acciones que involucran el recurso natural agua, pero generalmente lo hacen desde su visión, como entes aislados y sin interactuar entre ellos, salvo raras excepciones.
- 2) Un fenómeno que hace evidente esa falta de coordinación, es el tratamiento que se le ha dado a la problemática de las inundaciones y demás consecuencias del cambio climático en la región. Año a año se observa cómo vuelven a producirse los fenómenos climáticos que ocasionan daños a la población y a la infraestructura del Estado (ya sean rutas, puentes, etc) sin que los esfuerzos realizados para evitarlos o minimizar su efectos resulten suficientes.
- 3) Que desde el trabajo investigativo que realiza la Secretaría de Medio Ambiente de la Defensoría del Pueblo de Tucumán en relación a esta problemática en particular, y de la voluminosa información brindada por los organismos consultados, surge que el Estado –desde las diferentes áreas y jurisdicciones– está trabajando, realizando estudios, proyectando y ejecutando obras, lo cual es sumamente alentador e implica un avance con respecto de años anteriores. El hecho de haber formado una Comisión Especial de Emergencia Hídrica, constituida por la mayoría de los organismos con injerencia es la materia también demuestra que ese es el camino para lograr la gobernanza.⁹
- 4) Que la Defensoría del Pueblo de Tucumán sostuvo en la Resolución n° 4.192-955 -DP -19 (XI) la necesidad imperiosa de articular y coordinar las acciones de los diversos organismos Nacionales, Provinciales, Municipales y/o Comunales, Universidades y otras entida-

9. Actuación n° 14995/17, promovida de Oficio por la Defensoría del Pueblo de la Provincia de Tucumán, referida a “Intervención ante las autoridades competentes para conocer las reparaciones, obras y gestiones efectuadas para prevenir futuras inundaciones en la Provincia de Tucumán”.

des académicas, ONGs, etc. para que trabajen de esa forma constantemente y no manera eventual, cuando la provincia se ve afectada por estos episodios climáticos. Solo a través de una mirada amplia, transversal e integradora de este recurso, se podrá lograr una solución duradera en el tiempo.

5) Es por ello que la Defensoría propone la creación de una Autoridad Única del Agua, que se encargue –dentro del territorio provincial- de su gestión de forma integral, coordinando las acciones de los diferentes organismos del Estado sobre este recurso, con la finalidad única de tornar eficiente todas las acciones que lo involucren y así lo propuso a la Honorable Legislatura de la Provincia, a modo de Informe Especial (art. 21 de la Ley 6644), sugiriendo se notifique a todas las Comisiones de Trabajo de ese Cuerpo, en especial a las que trabajan sobre la problemática de la inundaciones, a fin de coordinar con los organismos técnicos del Poder Ejecutivo un proyecto de Ley tendiente a la creación de un Ente Único del Agua para la Provincia de Tucumán, que coordine todo el accionar del Estado y de los particulares en relación a la gestión de este recurso natural tan esencial para la vida y estratégico para el desarrollo económico de la Región.

6) **Una visión integral, entendiendo que el ambiente es un sistema y que el agua es un factor esencial en el mismo, podrá permitir una gestión sustentable y duradera, eficiente en cuanto a la utilización de los recursos (humanos y materiales) y consensuada, no solo por los actores estatales encargados de proyectar y ejecutar las políticas públicas, sino también por la población, que debe participar en lo que se refiere al cuidado, conservación y acatamiento de las normas, en el entendimiento de que el agua es esencial para la vida y para el desarrollo de la sociedad, que debe ser objeto de cuidado para las generaciones presentes y futuras.** Solo así lograremos la Gobernanza ambiental.

Bibliografía

Ocampo Gaviria, J. (ed.) (2015), *Gobernanza global y desarrollo: Nuevos desafíos y prioridades de la cooperación internacional*, Buenos Aires, Siglo Veintiuno Editores.

Longo, F. (2008), *Quality of Governance: Impartiality Is not Enough*, en Governance, Vol. 21 N°2, Oxford University.

Longo F. y Ysa, T (2008), *Introducción en los escenarios de la gestión pública en el siglo XXI*, Barcelona, Escuela de Administración Pública de Cataluña, Ediciones Bellaterra.

Concepto de Gobernanza de la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico, <https://www.casaasia.es/governasia/boletin2/3.pdf>.

Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica – Cinvestav, (2006). www.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/Sec_Difusion/.../4%20gobernabilidad.pdf

Ramires Alujas, A. (2011), Ponencia para el X Congreso de la Asociación Española de Ciencia Política y de la Administración (AECPA): “La política en la red”. Murcia https://www.academia.edu/3013877/Open_Government_y_Gobernanza_Colaborativa_EL_inevitable_camino_hacia_un_nuevo_paradigma_de_Gobierno_y_Gesti%C3%B3n_P%C3%BAblica_Estado_del_arte_desaf%C3%ADos_y_propuestas

<https://www.argentina.gob.ar/interior/infraestructura-y-politica-hidrica>
www.tucuman.gob.ar. Organismos oficiales.

María Silvina Bosio

Abogado. Mediadora. Secretaria del Área Ambiental de la Defensoría del Pueblo de Tucumán. Maestrando en Gestión Ambiental (Facultad de Ciencias Naturales de la UNT). Investigadora UNSTA. Profesora Adscripta a la Cátedra Legislación Rural de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT.

120 AÑOS DE INSTITUCIONALIDAD

Luis Marcelo Lizárraga

La gestión de los recursos hídricos en la Provincia de Tucumán:

Los antecedentes de la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia de Tucumán, denotan el poder de una institución marcada por la historia provincial, que acompañó su crecimiento económico, institucional, social y ambiental.

La obra del Ing. Aníbal Comba: “Historias (poco conocidas) del Agua en Tucumán” fue el primer esfuerzo en plasmar con profundidad y fidelidad el crecimiento de nuestra institución, desde antes de la organización federal, hasta su publicación en 2007, acompaña con imágenes y publicaciones periodísticas ilustrativas, y es una obra guía del presente comentario.

En los albores de la organización republicana de nuestra patria, a comienzos del S.XX, durante la presidencia de Julio Argentino Roca, la gobernación de la Provincia ejercida por el Tte. Gral. Lucas Córdoba, dio inicio a una institución que a lo largo de los años fue transformándose, en su comienzo como soporte industrial y luego socio- ambiental de los tucumanos.

La industria azucarera en auge de crecimiento, con grandes demandas de agua para sostener su producción, competía con otros sectores productivos y con el consumo humano de agua potable, ello provoca que a fines de 1800, sea necesario poner orden a la gestión del Recurso Hídrico. A su vez resultaba necesario por ese entonces, generar obras civiles para proveer estas demandas, por ello la provincia contrata al Ing. Cesar Cipoletti, quien se encontraba en la Provincia de Mendoza, trabajando en la gestión hídrica.

La Ley 731 y el comienzo de una gestión trascendental:

De la pluma del destacado ingeniero hídrico de origen italiano, surge en el año 1897, la ley No 731, que fue la primera legislación sobre el recurso agua de la provincia; la Ley de Riego de Tucumán. Esta ley confirmaría su importancia con más de cien años de vigencia, y creó la Institución más señera de la administración tucumana: el Departamento General de Irrigación, tal como organizaba la Provincia de Mendoza y que nació 4 años antes. Le otorga la ley a esta institución la facultad de ser autoridad de aplicación de las aguas públicas en todo el territorio provincial.

Establece la ley un sistema de concesión de aguas, las cuales, al ser un bien de dominio público (tal como lo reconocía el recientemente sancionado Código Civil de Vélez Sarfield) solo por esta figura podían las aguas ser explotadas por los particulares, y para ello establece un orden de prioridades que debía respetar la autoridad.

Con esta ley comienza la una larga historia de la institucionalidad, primero del Departamento General de Irrigación, luego Dirección General de Irrigación, más tarde Dirección de Irrigación y finalmente la actual Dirección de Recursos Hídricos (DRH).

Cabe remarcar en este punto que, a diferencia de lo que ocurre en la Provincia de Mendoza, donde debido a su clima árido y escases de agua, las zonas no irrigadas son desérticas, por lo que esta autoridad de aplicación: el Departamento General de Irrigación, tiene jerarquía constitucional, y su presidente es designado con acuerdo del Poder Legislativo a propuesta del Ejecutivo.

Diferente es la situación en la Provincia de Tucumán, donde la conciencia “húmeda”, condiciona la visión de los decisores políticos, lo que lleva a que el Departamento General de Irrigación, sufra estos embates por la falta de conciencia de la gestión del agua, así desgraciadamente, se producen varios desmembramientos que generan nuevas y aisladas instituciones, tales como: la Dirección Hidráulica, (actual Dirección Provincial del Agua -DPA-), ubicadas administrativamente en distintos ministerios, y muchas veces ejerciendo funciones superpuestas o con incumbencias solapadas.

Esta fragmentación de la administración de un mismo recurso atenta contra una adecuada gestión, baste mencionar el principio rector de política hídrica N° 24 “Autoridad única del agua”, situación que hasta la actualidad, desgraciadamente se mantiene y profundiza.

Como lo señala la autora Elsa Bruzzone en su obra “Las guerras del agua. América del Sur en la mira de las grandes potencias”, quien analiza toda la problemática del agua en la Argentina con visión global, nos remarca: “A nivel nacional y provincial la gestión de los recursos hídricos se ha caracterizado por la falta de coordinación, lo que ha provocado superposición de funciones, incomunicación, fragmentación sectorial, conflictos interprovinciales por contaminación de cursos de agua...”.

Esta crisis de institucionalidad, se profundiza en los años 90 donde las corrientes políticas liberales de ese momento, tanto de la Nación como de la provincia, atentan contra la institucionalidad de todos los organismos con incumbencia en el “Agua”, generando que varios de ellos desaparezcan (ejemplo: Dirección Provincial de Aguas Sanitarias -DIPOS-), no obstante ello la Dirección de Irrigación, sostenida por la fuerza de su servicio, competencia y calidad, mantiene su estructura y funcionamiento.

La nueva visión ambiental:

El nuevo siglo XXI, precedido por el auge de las políticas económicas liberales de fines de los años 90, producen una concentración de capitales con la expansión de la producción y la eliminación paulatina del minifundio en la provincia, también trae aparejada el surgimiento de la preocupación de la comunidad por la dimensión ambiental del recurso agua. Esto se consagra con la reforma constitucional provincial (puesta en vigencia el 22/01/1991) y su Art. 41, y luego con la reforma constitucional nacional, al incorporar el derecho a un ambien-

te sano en el Art. 41. La sociedad, los colegios profesionales, la legislación y las instituciones comienzan a adaptarse a esta nueva visión ambiental. La comunidad hídrica empieza a ser más importante al punto de concebir los principios rectores de Política Hídrica.

La visión de la Ley 731 ya reglamentaba algunas cuestiones que después quedaron inmersas en la gestión ambiental, como ser: establecer que las aguas debían ser restituidas en igual calidad que se recibieron. Pero al realizarse una auditoria institucional desde el PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales) para el mejoramiento del servicio de riego en la provincia (llevada a cabo por el Dr. Cesar Magnani), surgió la necesidad de reformar la institución y ley de riego del momento.

Este proceso culmina con la sanción en 2001 de la Ley 7139 (y sus posteriores reformas) que consagra todo un capítulo de la dimensión ambiental a la gestión hídrica.

Al mismo tiempo la Dirección de Irrigación con una nueva conducción política, de la mano del Ingeniero Alfredo Montalván, toma la decisión política de comenzar un cambio de paradigmas. Hasta entonces, la Dirección de Irrigación se encontraba geográficamente alejada de la administración central, ubicada en la zona del Parque 9 de Julio, lo que acrecentaba el aislamiento institucional, y por su característica principal de proveedor de servicios al sector productivo, generaba una suerte de “dependencia institucional y económica” de las Juntas de Regantes.

A partir de este nuevo mando en 1999, se inicia un proceso de visión de calidad, cambiando antiguos patrones, buscando una identidad más cercana al Estado y no de exclusividad con la Junta de Regantes, y ampliando a visión a la gestión integral de la producción y abrazando la dimensión ambiental.

Con este proceso de crecimiento institucional, surge la Dirección de Recursos Hídricos, organismo descentralizado, encargado, por Ley que le da origen, de la formulación de la política hídrica provincial, amparada con la fuerza de lo ambiental. En el año 2003, el crecimiento institucional nos lleva a la creación, en el concierto de la administración pública provincial, de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Energéticos, Mineros y Política Ambiental, jerarquizando la labor ambiental que desde lo hídrico venía realizándose, para que luego, la complejidad de los temas ambientales y lo específico de su quehacer técnico científico administrativo nos lleva al año 2006 donde nace la Secretaría de Estado de Medio Ambiente –SEMA- reorganizada a través de varias instituciones con injerencia productiva-ambiental, separándose en dos grandes estamentos: La SubSecretaría de Recursos Hídricos y la Subsecretaría de Protección Ambiental, todo sin deshacer la alianza estratégica construida con la Dirección de Recursos Hídricos, con la que comparte las responsabilidades en materia hídrico ambiental.

Estos avances permiten, entre otros adelantos, modificar la cultura del no pago del agua, comenzado por un efectivo cobro del servicio, lo que lleva en definitiva a que el usuario y consumidor valore la prestación y el recurso. Se propone al Ministerio asegurar el cobro del servicio, a cambio de que el 50% de lo percibido sea volcado al fortalecimiento institucional. Así el primer año de gestión, se elevó la percepción del canon del antiguo promedio del 11% al 50% de la totalidad del servicio prestado.

Los nuevos tiempos y el crecimiento y empoderamiento de la gran institución hídrica, luego del 2000, genera una nueva posición frente a los organismos nacionales, así, con

créditos obtenidos de organismos multilaterales, a través de la Nación a la Provincia, se realizan las obras de Riego Presurizado por carga Gravitacional de Lules y Tafi del Valle, que son los primeros sistemas de este tipo en el país en el ámbito público, que permite sustituir los viejos sistemas de conducción a cielo abierto, por conducción por cañería, incrementando la eficiencia del sistema, y eliminando la necesidad de importación de energía al mismo, ya que aprovechando la topografía favorable, se genera presión de agua por diferencias de altura. El avance de riego por obras a cielo abierto a sistemas cerrados que generan menos contaminación del recurso, permite un mejor uso de este bien, y con ello como consecuencia la optimización del servicio.

Desafíos de la gestión:

Los principales desafíos que se llevan adelante en la gestión de la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia, ya vienen siendo citados en el presente.

A pesar de la difícil tarea de llevar adelante la gestión del recurso hídrico de Tucumán, de las estratégicas funciones que se cumplen, ello no ha convertido a la Dirección de Recursos Hídricos en una administración apetecible políticamente. Tal vez la respuesta a esta situación, esta brindada por la capacitación que requieren las funciones que se desarrolla, el arduo trabajo que implica y que sobrepasa los límites horarios y espaciales de la administración pública.

Además, en la actualidad, debemos sumar que la gestión hídrica para usos consultivos, compite con la necesidad de cubrir con las demandas de agua para uso humano. Los aumentos de frontera urbana de Tucumán, con gran crecimiento poblacional y nuevas y abundantes urbanizaciones, el uso de agua con fines recreativos, entre otros, obligan a una planificación del territorio para optimizar el recurso, situación que exige a todos los entes con injerencia a aunar criterios para la optimización del recurso.

Las características climáticas de la provincia, que marcan épocas de grandes crecientes con inundaciones frecuentes, y otros meses de sequía, son una preocupación del gobierno local, que a través de nuevas leyes y sistemas de prevención buscan frenar los impactos negativos en la población, economía y seguridad.

Por otro lado, no podemos dejar de advertir el crecimiento de la producción agrícola ganadera de la provincia, que la convierte en una exportadora mundial de citrus y otras frutas. En Tucumán, se riega 20% de la superficie cultivable, pero ese 20% aporta un porcentaje más elevado al PBI que el porcentaje que no se riega, o sea que el beneficio económico del riego es altísimo, lo que determina el origen de los conflictos del uso de agua en cuanto a la preferencia de uso.

Los desafíos de una correcta gestión de la administración del recurso agua han sido estudiados a nivel nacional y provincial, concluyendo en todos los casos, en lograr una autoridad única y empoderada en la gestión, con la mirada en el futuro, el cuidado del recurso, el planeamiento urbano, en busca de equilibrar las diferencias sociales que se suscitan. Cabe citar en este punto las reflexiones brindadas en: "Aportes para la Gestión Ambiental local", obra coordinada por Mauricio Lisa de la Fundación Konrad Adenauer Stiftung, que en síntesis indica. *Es responsabilidad de los gobiernos locales incorporar la dimensión ambiental al*

desarrollo de todas las políticas públicas, sin menoscabar las responsabilidades sectoriales de cada área específica de gobierno... (p.41).

Fortalezas de la institución:

La síntesis de la historia de la institución hídrica en la Provincia de Tucumán, nos permite advertir que, con 122 años de antigüedad, solo han pasado 27 directores. Esto a todas luces habla de una continuidad institucional, y la posibilidad de llevar adelante una carrera administrativa en la misma. No está de más remarcar en esta instancia, que a su vez es un organismo que brinda soluciones y soluciona conflictos, ya que la gestión del agua, es en sí misma un conflicto, por ser éste un bien escaso, finito y vulnerable, del que depende no solo la vida humana (consumo) sino también el crecimiento económico.

La cercanía institucional y física con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, permite tener una amplia visión de las tareas y del trabajo que se lleva adelante, que se potencia en lo humano, educacional, profesional de los que forman parte de la institución.

Algunos ejemplos sociales del cambio de paradigma iniciado en los últimos tiempos, bajo el esquema de modernización del Estado, trae aparejado un Programa de Mejora continua. Esto ha permitido que muchos de los trabajadores de la institución que no habían terminado sus estudios, se les fomentara culminar con la secundaria, o con los estudios universitarios. Se ha colaborado directamente en profesionalizar todos los cuadros de la DRH, en todos los niveles, desde sus ordenanzas hasta los grados jerárquicos.

Hasta la actualidad se mantienen reuniones de capacitación interna continua del personal en forma semanal.

El aspecto educacional se ha potenciado generando grupos de Educación Hídrica y Ambiental que, en coordinación con el Ministerio de Educación de la Provincia, capacitan a educadores y en instituciones primarias y secundarias.

Por su parte la SEMA, ha iniciado un proceso de fortalecimiento institucional, participando en Proyectos de Investigación en forma continua los últimos 8 años, promoviendo publicaciones que son de interés público, y sirven de material de estudio universitario. Se han firmado convenios para la obtención de becas de grado y post grado para beneficio del personal. Como ejemplo podemos citar el “Manual de Políticas Públicas Ambientales”, obra promovida conjuntamente con la Universidad de Norte Santo Tomás de Aquino que sirve de referencia en la gestión ambiental de la Provincia, y que se puede citar como bibliografía actualizada de cualquier estudio.

La relación con otros organismos

El crecimiento en lo institucional (perfeccionamiento, sentido de pertenencia mística de la institución para los que recién ingresan) generó una hermandad y concepto de familia y equipo en la DRH, respetando los matices de cada particular. Esto provocó la mirada de otros sectores del Estado que no comparten estas características, mas aun cuando en los mismos se advertía una visión sesgada, que se agudiza con la vigencia de la 7139.

En esta instancia, y en varios momentos políticos se buscó aniquilar a la DRH, y en todas las oportunidades, solo se logró aun mayor fortalecimiento, lo cual se produjo al crearse la

SEMA y la gran función encomendada de lograr que las industrias adecuen sus procesos y saneen sus pasivos ambientales, en la búsqueda del desarrollo sustentable y con sentido de progresividad.

En la actualidad, la relación con otros organismos con incumbencia en el mismo recurso, obligan a concertar su correcto uso, lo cual no se da a la perfección, ya que lo debería ser es que la formulación de la política hídrica, sea ejercida absolutamente por la DRH, puesto que es el órgano que por ley esta investido de tal función.

Son muchos los ejemplos diarios de superposición de funciones con otros organismos, sobre todo a la hora de ejecutar obras civiles, o dar soluciones inmediatas a la población.

La fortaleza de un Consejo modelo y la participación de la DRH en el CPEA

El Consejo Provincial de Economía y Ambiente de la Provincia -CPEA- es el órgano que jerarquiza que la función de la SEMA. El prestigio de la tarea que realizamos, el aval directo que otorgan instituciones como los centros de conocimiento, universidades, organismos de la sociedad civil, participantes de otros entes del Estado Provincial, que fueron por ley incluidos en la formación del CPEA, despojan de cualquier imparcialidad las decisiones que se tomen en las aprobaciones de los Estudios de Impactos Ambiental, y se ajusten a las necesidades, a un profundo análisis de costo beneficio, emitiendo dictámenes que revisten el carácter de vinculantes.

Entre otras funciones y misiones del CPEA, es el de ser órgano asesor del poder legislativo y del poder judicial de la política ambiental, por lo que lo torna en el organismo ideal para el tratamiento de los problema en cuanto al uso del agua. En la actualidad cobra vigencia, por ejemplo, el uso del agua en urbanizaciones, la función protectora de los bosques nativos frente a los pedidos de cambio de uso de suelo, lucha entre las fronteras agropecuaria y urbanización, el “hacer desordenado” (ej.: gasoducto mal puesto, con posteriores pavimentaciones, etc)

Los ejemplos citados demuestran que es una temática recurrente en el CPEA todo lo que hace ala política hídrica, lo referente a las inundaciones y la gestión de inundaciones y sequias y el uso del recurso.

Se puede remarcar en el CPEA, al igual que en la DRH, su institucionalidad, y espíritu de cuerpo, en cuanto a su funcionamiento, respeto, honestidad intelectual de sus miembros, y además de ser el punto de encuentro de todas las instituciones.

Relación con la Nación y con la cuenca Salí Dulce;

Con la cuenca Salí Dulce, la historia se remonta a la negativa de las jurisdicciones a formar una autoridad supranacional a las mismas. Se optó por un órgano de consenso de todas las jurisdicciones, que implica construir un vínculo de confianza para su solidez. En la actualidad, el Comité de Cuenca Salí Dulce, cuyos representantes provinciales son la SEMA y la DRH, se encuentra atravesando, luego de muchos años de trabajo un momento de crecimiento.

El surgimiento de este Comité, iniciado como consecuencia de la demanda que la Provincia de Santiago del Estero, le iniciara las industrias locales y a la cual la Provincia de Tucumán intenta se la declare parte interesada, fue de gran tensión, pero con años de arduo

trabajo conjunto de Tucumán, Santiago del Estero y Nación, se fueron lentamente construyendo puentes de entendimiento y apoyados en la herramienta que representa el Programa de Reconversión Industrial -PRI-, fuimos sistemáticamente morigerando el clima de conflictividad, en base a el cumplimiento de los acuerdos logrados y la confianza mutua construida en la tarea cotidiana de control y monitoreo.

Guían las acciones del comité el “Pensar y actuar con sentido de cuenca”, y no mantener una mirada solo al cerro, sino al Río. Esto se lleva adelante y es inspiración para el trabajo en reversión y control.

El Comité, integrado por los representantes de las cinco provincias que conformamos la Cuenca Salí Dulce, reconoce en la DRH al representante de Tucumán en materia hídrica y autoridad de agua. Igual sucede con el Consejo Hídrico Federal (COHIFE).

Conclusión:

El valor de lo institucional, mas allá de los hombres que conforman la administración o de la conducción de cada momento, es la verdadera fuerza de la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia, la dimensión ambiental y la gestión de nuestras aguas es el hilo conductor de la administración, y la fuerza motriz que impulsa su crecimiento diario.

Bibliografía

Bruzzone, Elsa; *Las guerras del agua. América del Sur, en la mira de las grandes potencias.* Capital Intelectual, CABA, Argentina, 2012

Bosio, María Silvina; González, Juan Antoni; Albornoz Colomo, María Sara; Bollero, María Victoria; Montalván, Alfredo, *Manual de Políticas Públicas Ambientales para la Provincia de Tucumán,* Ed. UNSTA, Tucumán, 2017

Lisa, Mauricio; *Aportes para la Gestión Ambiental Local,* ACEP. Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires, 2012.

Luis Marcelo Lizárraga

Licenciado en Gestión Ambiental y Ecología. Subsecretario de Protección Ambiental de la Provincia de Tucumán, Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNSTA.

LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA DIRECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Desiderio Dode y Hebe Espinosa Rojas

INTRODUCCIÓN

Según la cosmovisión andina, el agua *“es de todos y es de nadie”*. Partiendo de esta premisa, se entiende lo complicado que resulta la gestión de los recursos hídricos.

Tucumán, con una superficie de 22.524 Km², está marcada por desequilibrios temporales y territoriales en la distribución del agua en sus cuencas, ya que presenta una situación climática, en la que tiene influencia además de la acción ejercida por las masas de aire provenientes de los anticiclones del Atlántico y Pacífico Sur; el Cordón montañoso del Oeste que constituye una barrera que altera el régimen de los vientos, las precipitaciones pluviales y la temperatura. Resulta entonces, que el sistema de aguas superficiales de Tucumán es alimentado principalmente por vertientes y lluvias de verano con una menor incidencia de deshielos. Los aportes más importantes provienen de las Cumbres Calchaquies y el cordón del Aconquija. Siendo en definitiva este sistema caracterizado por una alta estacionalidad estival-otoñal y un periodo seco invierno-primaveral.

La provincia participa en dos grandes cuencas hídricas; la cuenca del Río Juramento-Salado (20% del territorio) cuyas aguas llegan al océano y la mayor de todas, no solo por el volumen de agua que colecta sino también por lo que significa económicamente para la provincia, como lo es la cuenca alta del Río Salí-Dulce (80%) que forma parte de la cuenca de la Laguna Mar Chiquita.

Las aguas subterráneas, tienen su origen principalmente en el faldeo oriental de la zona montañosa, donde las aguas de lluvia y de los ríos se infiltran fácilmente en los terrenos areno-tobáceos del Terciario, muy permeables y en los depósitos más modernos de origen fluvial.¹

Para tener una idea de la importancia que reviste el caudal de las aguas subterráneas en la provincia de Tucumán, se puede hacer referencia al estudio realizado por el Dr. Stappenbeck² que ha sido y es de tanta importancia para la evaluación de estos recursos. Este autor

1. Ing. Jorge Yapur, CFI año 1994

2. Stappenbeck, R.: El agua subterránea en el cono de deyección de Tucumán. Primera Reunión Argentina de Ciencias Naturales. Tucumán 1916. Bs. Aires 1918-19

considera que el cono de deyección antepuesto a la zona serrana, alcanza dimensiones considerables, tanto es así que su superficie ha sido calculada en 225 km².



Cuencas Hídricas



HISTORIA

En Tucumán la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX, representa un hito histórico en materia de manejo de agua,³ ya que en 1897 se sanciona la Ley de Riego N° 731, elaborada en base a los usos y costumbres de los vecinos y de la normativa vigente en ese momento; creándose el Departamento General de Irrigación; hace ya 122 años.-

3. Historias poco conocidas del Agua en Tucumán.

En el año 2003 se sancionan las Leyes N° 7139 y 7140, actualmente Ley N° 7139 TC; en la cual el ex Departamento General de Irrigación pasa a convertirse en Dirección de Recursos Hídricos (DRH), como autoridad de aplicación de la misma y como organismo descentralizado del Ministerio de Desarrollo Productivo. Según dicha ley la formulación, desarrollo y aplicación de la Política Hídrica concerniente a las aguas superficiales y subterráneas para riego, industrias y otros usos que la ley define, depende de la Dirección de Recursos Hídricos.-

GESTIÓN

A fin de administrar equitativa y eficazmente el agua de dominio público, la Dirección se encuentra conformada territorialmente por siete Distritos y sus respectivas Comparticiones, además de Departamentos encargados del control del otorgamiento de concesiones, el mantenimiento de la infraestructura hídrica, la protección y el control de la cantidad y calidad del recurso y la administración del agua subterránea entre otros.-

- Usos del Agua

Existen diferencias, de acuerdo a la Ley de Aguas, entre el uso común y privado. Nadie puede hacer uso privado de las aguas superficiales y subterráneas sin ser titular de una concesión, la cual puede ser permanente o eventual, o de un permiso precario otorgado por la Dirección de Recursos Hídricos.

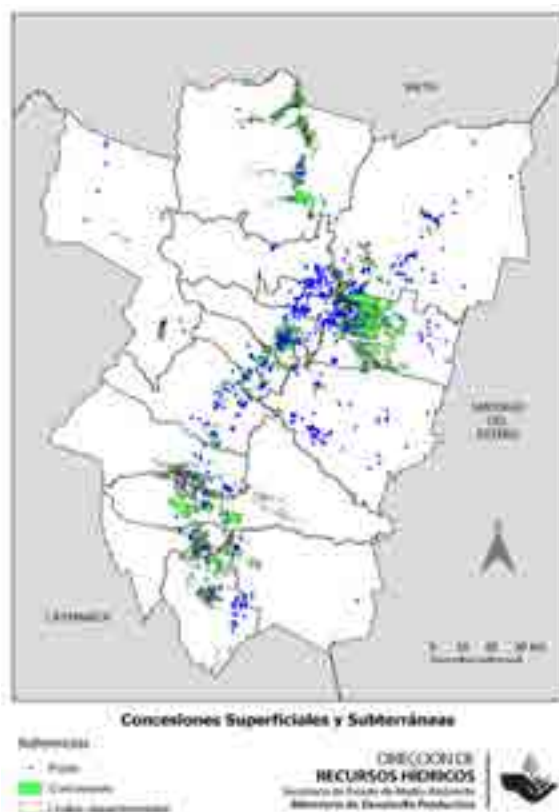
Hay distintos tipos de usos privados, los cuales se otorgan de acuerdo al siguiente orden de prioridad: Industrial, Agrícola, Pecuario, Energético, Minero, Medicinal, Piscícola y Recreativo.-

El Decreto Reglamentario N°480 (MDP), establece las condiciones para cada uso del agua. Por ejemplo, en su artículo N° 56 establece que para el otorgamiento de concesiones y permisos para uso agrícola será necesario que el predio pueda desaguar, que la tierra sea apta y que para la agricultura sea necesaria la irrigación. La dotación de aguas se entregará por volumen en base a un uso beneficioso y demás condiciones establecidas en la Ley para el uso agrícola. La Dirección de Recursos Hídricos fijará en tal sentido la dotación para los usos consuntivos en cada zona, teniendo en cuenta los diferentes tipos de cultivo, naturaleza del suelo, clima y las posibilidades de la fuente. Si el agua es empleada para producir calor, como refrigerante, como materia prima, disolvente reactivo, para lavado o coadyuvante en cualquier proceso de elaboración, transformación o producción, requerirá de la pertinente concesión industrial, la dotación se determinara en litros por segundo, esto según el artículo N° 50, de dicho decreto.

En la actualidad coexisten 5.700 concesiones de agua superficial, donde la mayor cantidad corresponde al uso agrícola con 5041 concesiones, lo que significan 118.472 Has. empadronadas. El uso industrial no presenta gran cantidad de usuarios, sin embargo los 10.400 l/seg concesionados al ser prioritarios, son especialmente supervisados.

El derecho al uso del agua es inherente al inmueble, por lo que la Dirección de Recursos Hídricos no escapa a problemática de la actualización catastral, la cual depende de factores tanto propios como externos. Es de destacar que la actualización de información de las concesiones es procesada e incorporada al Sistema de Información Geográfica de la DRH, lo cual redundará en un mejor manejo y disponibilidad de la misma.

En cuanto al agua subterránea, actualmente existen 699 perforaciones registradas, de los cuales el 33% corresponde a riego, el 42% a industria y 25% a otros usos. Además se lleva adelante el Registro Único de Empresas Perforadoras, las cuales son las únicas empresas autorizadas para realizar trabajos de captación del agua subterránea en la provincia.



Es importante recalcar que antes de la Ley 7139/40, que reconoce el derecho de uso común y privado de las aguas subterráneas y que impone a la DRH a llevar un registro de los usos otorgados, no existían en la provincia registros oficiales de las perforaciones ni una política de gestión clara, lo que llevó a una explotación anárquica del recurso. En este sentido, desde el año 2004, se realizan constantes inspecciones a efectos de regularizar las perforaciones existentes, así como una concientización de la importancia de dicha regularización a la comunidad.

Entre otras acciones respecto a protección del recurso la DRH declaró como área de Alerta la Cuenca Hidrogeológica del Arroyo Muerto-El Manantial, no autorizándose nuevas perforaciones para los usos que la ley dispone y se encuentran en estudio otras zonas de la

provincia. Resulta un desafío constante el control de las nuevas perforaciones, así como la detección de las ya existentes, tanto por falta de recursos como por falta de concientización de los distintos actores de la problemática. Bajo tal premisa, la DRH participa activamente de reuniones con distintos organismos a efecto de coordinar los avances, recabar información así como recomendar acciones tendientes a mejorar la gestión del agua subterránea.

- Relevamiento e Inventario de las Aguas Publicas

El conocimiento del recurso permite una mejor gestión, por ello se trabaja en el Relevamiento e Inventario de las Aguas Publicas de la Provincia, que lleva el registro no solo de las concesiones de agua superficial y los registros de los pozos de agua subterránea, sino que también cuenta con información de 59 estaciones pluviométricas y 13 estaciones automáticas pertenecientes a la red de la DRH; así como de estaciones automáticas pertenecientes a la Universidad Nacional de Tucumán y Municipalidad de Tafí Viejo a las cuales también se les realiza mantenimiento de rutina. Si bien no incluye estaciones hidrométricas permanentes, se realizan aforos volantes sistemáticos en los principales sistemas de riego y al ingreso de las principales industrias, así como en ríos y arroyos que resulten de interés. Actualmente se está en proceso de transferir toda la información hidrometeorológica al Sistema Integral de Gestión Medio Ambiental de Tucumán (SIGMAT).

Además de ser un bien productivo, el agua es un bien escaso, finito y esencial para sostener la vida y el ambiente. Y según el art. 2 de la Ley N° 7139 TC, es premisa básica garantizar su aprovechamiento racional, eficiente y equitativo, fomentando el desarrollo sustentable y procurando no alterar su calidad ni el equilibrio del medio ambiente, teniendo en cuenta el beneficio de las generaciones actuales y futuras. En este sentido la DRH realiza el monitoreo de 77 sitios, de los cuales 39 se controlan mensualmente, 19 estacionalmente y otros 19 bianualmente. En cada sitio, además de tomar la muestra y medir el caudal se miden in-situ, con sondas multiparamétricas 8 parámetros físico-químicos y además, con fondos propios se analizan dichas muestras con métodos estándares en laboratorios certificados 37 parámetros físico-químicos, metales y bacteriológicos. Toda esta información es volcada al SIGMAT, permitiendo el acceso a la misma a otras direcciones pertenecientes a la Secretaria de Medio Ambiente, contribuyendo una gestión conjunta del recurso.



- Infraestructura de Riego

Sin obras, no se tiene garantía para atender los usos a los que el agua va destinada. La infraestructura de riego, sufrió los embates de las crecidas extraordinarias de los últimos años y si bien se trabajó en la coyuntura del momento, es necesario tomar decisiones estructurales al respecto. En ese sentido anualmente se presenta el plan de obras necesarias, a efectos de contar con presupuesto para la realización de las mismas; además de complementarla con una adecuada gestión de la demanda, promoviendo la eficiencia en el uso del agua.

Sin embargo y aun cuando por ley corresponde a la Junta de Regantes el mantenimiento y limpieza de los sistemas de los cuales se sirven, la DRH constantemente realiza obras menores de reparación y limpieza de los sistemas de riego. También se gestionan en diversos organismos fondos para la realización de estudios y/o ejecución de obras de riego tendientes a mejorar o ampliar el uso del recurso. Así es, como se realizaron los Sistemas de Riego Presurizado Gravitacional de Tafí del Valle y Lules, que fueron pioneras en la conversión del sistema de canales existentes a cielo abierto por otro de tuberías presurizadas. Con esto se mejoró la disponibilidad y calidad del agua en el área servida por las obras, impactando positivamente en la productividad de las fincas y en la calidad de vida de la población de la zona.⁴

Actualmente se gestionan los fondos para la realización de obras en los sistemas de riego del Río Medina, Río Choromoro y Río El Tala, los cuales ya cuentan con sus respectivos proyectos ejecutivos.

Con fondos propios se desarrollaron los estudios necesarios para la reparación del Dique San Ignacio en el Departamento de La Cocha, que fuera afectado por una intensa crecida a principios de 2016, que generó un colapso del coronamiento y una importante erosión al pie. A la fecha la obra está adjudicada y a la espera de los inicios de los trabajos, los cuales se realizarán con fondos que fueran oportunamente gestionados al Fondo Especial del Tabaco y que gracias al trabajo conjunto de ambos organismos hoy se hace realidad.

- Distribución del Agua

En búsqueda de transmitir las políticas e instrucciones para el adecuado manejo del recurso hídrico y en pos de la sostenibilidad de la producción y de la productividad, la provincia se divide en 7 Distritos de Riegos, cada Jefe de Distrito representa al Director en su jurisdicción, ejerciendo el control y la vigilancia del recurso hídrico, según lo dispuesto por la Ley 7139 TC. Los Distritos realizan tareas de evaluación y planificación zonal y determinan la necesidad de llevar a cabo estudios, proyectos y obras que tengan que ver con el mantenimiento de los sistemas de riego o con mejoras para una mejor administración del recurso, todo esto en coordinación con los distintos Departamentos de la Dirección. Además promueven el mejoramiento y la consolidación en la participación de los usuarios a través de las organizaciones y consorcios legalmente constituidos, a fin de posibilitar su efectiva intervención en todas las instancias de la ejecución de los proyectos (planificación, programación, operación y financiamiento).

4. Evaluaciones de impacto del Programa de Riego y Transformación Productiva (P RTP) – PROSAP – Provincia de Tucumán

La gestión además, cuenta con una herramienta muy importante, como lo es la Junta de Regantes, la misma es una asociación civil tutelada de legalidad por la Dirección de Recursos Hídricos. Dicha Junta representa a los usuarios de cada sistema de riego, y tiene la facultad de elegir sus representantes y administrar sus propios bienes. Tiene como tareas el ordenamiento y vigilancia en la distribución del agua, conservación de los bienes que constituyen el sistema y promoción de acciones tendientes al mejoramiento del servicio.

Los Jefes de Distrito además deben coordinar institucionalmente con las Juntas de Regantes, Municipalidades, organizaciones intermedias y otras instituciones relacionadas con los recursos hídricos en su zona.-

Cada Distrito se organiza en Comparticiones, cada Compartidor es el encargado de que el agua de la fuente sea distribuida proporcional y equitativamente entre todos los canales que de ella se deriven, por último el tomero realiza la entrega de los servicios a los inmuebles con concesiones o permisos precarios.



En la faz práctica, la distribución se hace según lo dispuesto por el artículo 83º del Decreto Reglamentario: “Las concesiones pueden ser permanentes o eventuales y en

uno u otro caso continuas o temporarias. Las permanentes tendrán derecho a recibir prioritariamente la dotación concedida. Son continuas cuando la dotación puede usarse en cualquier época del año y temporarias cuando sólo pueden utilizarse en el período fijado en la concesión. En caso de escasez de agua, la continua tiene preferencia sobre la temporaria. Las concesiones eventuales, sean continuas o temporarias, reciben su dotación luego de ser atendidas las permanentes y en el orden cronológico de su otorgamiento. La Dirección de Recursos Hídricos establecerá para cada sistema y época la dotación correspondiente”. La distribución se hace, según las características de los sistemas por turno, a la demanda o semidemanda. En cualquier caso, el usuario solicita la distribución de agua en las Comparticiones de Riego existentes en cada Distrito de Riego. La distribución práctica la hace el Tomero, el que anota en un cuaderno la fecha y hora de entrega y retiro del servicio, lo que posteriormente se vuelca a una planilla de control. Otra condición necesaria para el aprovechamiento de agua es estar al día con el pago del tributo al Uso del Agua, lo que se controla mediante la presentación de copia de la boleta respectiva al momento de solicitar el servicio.

- Financiamiento

A efectos de poder cumplir con sus funciones, la Dirección cuenta con recursos provenientes de la Administración Pública Provincial, los cuales se destinan al pago de los haberes mensuales del personal y aquellos provenientes del Plan de Obras Anual que remita al Poder ejecutivo y resulte ser aprobado por la Honorable Legislatura de la Provincia. Al ser un organismo descentralizado, la DRH es recaudador de sus recursos, los cuales provienen del cobro del tributo al uso del agua, siendo estos los que mayoritariamente cubren los gastos operativos de la Dirección.

DESAFÍOS

En los últimos años la Dirección de Recursos Hídricos sufre una baja constante en la cantidad de empleados, que por haber cumplido la edad jubilatoria no son reemplazados. Esto afecta, principalmente en el territorio, donde las tareas de campo precisan de personal capacitado. Por lo que la capacitación y el uso de nuevas herramientas por parte del personal es fundamental para continuar con la gestión.-

Un desafío constante es continuar con el proceso de registración de los pozos de agua subterránea y actualización de concesiones de agua superficial, además de la preservación y seguimiento de la calidad del recurso.

Teniendo en cuenta el importante crecimiento que tiene la demanda de agua subterránea, no solo para uso privado sino también para consumo humano, es primordial realizar una evaluación de la real capacidad de disponibilidad de los acuíferos de la provincia.

Otro objetivo es la regularización las Juntas de Regantes, así como promover la participación en las mismas de los usuarios del agua subterránea o de la creación de Consorcio de Agua Subterráneas, ya que la intervención de los distintos actores es la mejor forma de preservar el recurso.

Recuperar la infraestructura de riego, significa poder contar con una herramienta importante para la gestión, y por ende en un mejor aprovechamiento del recurso.-

El agua *“es de todos y es de nadie”* por lo que su gestión es de por sí un desafío, que la Dirección de Recursos Hídricos realiza desde el año 1.897 y que continuara realizando, adecuándose a los efectos de la variabilidad y cambio climático.

Desiderio Dode

Ingeniero Agrónomo. Director de Recursos Hídricos de Tucumán. Miembro titular de la Comisión de Embalse y Desembalse y miembro titular por la Provincia de Tucumán en el Consejo Hídrico Federal.

Hebe Espinosa Rojas

Ingeniera Civil. JTP de la cátedra: “Hidrología” Fac. de Cs. Exactas de la UNT Jefe del Departamento de Estudios y Proyectos y del Departamento de Planificación Hidrológica de la Dirección de Recursos Hídricos de Tucumán.

EDUCACION AMBIENTAL: COMO SE ENSEÑA LA IMPORTANCIA DEL CUIDADO DEL AGUA EN LOS DIFERENTES NIVELES EDUCATIVOS

María Silvana Martínez Luque

INTRODUCCIÓN

La palabra educación etimológicamente proviene del término latino educare que significa “criar, alimentar o instruir”. En este sentido, podemos definir a educación como un *“proceso intencional que pretende el perfeccionamiento del individuo como persona y la inserción de éste en un modo cultural y social en el mundo en que se desenvuelve”*¹.

La educación busca el desarrollo integral del individuo, la incorporación de nuevos conocimientos que le permitan enfrentar la vida adulta y profesional. Existen, por lo tanto, diferentes niveles educativos conforme el nivel de desarrollo físico, intelectual y emocional de los educandos.

La ley N°26.206 (Ley de Educación Nacional) en su artículo 17 establece que la estructura del Sistema Educativo Nacional comprende 4 niveles: educación inicial, primaria, secundaria y superior (que en nuestro país comprende tanto la formación terciaria como universitaria). En la provincia de Tucumán, los niños y jóvenes tienen la posibilidad de asistir a instituciones públicas o privadas, como así también pueden optar por diferentes orientaciones vinculadas a sus intereses.

Formar a los alumnos de las nuevas generaciones implica contar con herramientas novedosas conforme a las nuevas tecnologías, como así también, la necesidad de abordar temas actuales, lo que conlleva a un perfeccionamiento y una actualización permanente tanto en los docentes como en los directivos. Por lo tanto, hoy resulta tan importante que los niños resuelvan problemas matemáticos como que manejen la computadora y conozcan temas fundamentales con los que se verán obligados a trabajar en el futuro y el cuidado del agua como así también su importancia y protección no pueden quedar al margen.

Entonces podemos plantearnos: en nuestro país, específicamente en la provincia de Tucumán: ¿existe una formación tendiente a fomentar el cuidado y el consumo responsable

1. ENCICLOPEDIA HISPANICA; MACROPEDIA Volumen 5; Segunda Edición. Editorial Barsa Planeta Inc. (Buenos Aires 2001)- pag310.-

del agua? ¿Cuentan los docentes con material actualizado? Y finalmente, ¿los jóvenes y profesionales egresados de nivel secundario y universitario tienen un conocimiento efectivo sobre el tema?

IMPORTANCIA DEL RECURSO AGUA.

El agua es un recurso necesario para la vida del hombre. Está compuesta químicamente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Sin agua no hay vida. Los diversos estudios han demostrado que los seres vivos contienen en su organismo aproximadamente entre 70% y 80% de agua, que circula a través de los diferentes órganos del cuerpo y transporta nutrientes, elimina residuos y ayuda a regular la temperatura corporal, entre otras funciones.

No obstante, como consecuencia del aumento creciente de la industria y en nuestra opinión, de un desconocimiento por parte de la población de cómo se debe cuidar el agua, en la actualidad la contaminación de la misma es un hecho que avanza, sobre todo en los predios urbanos y suburbanos. Su principal consecuencia es la pérdida de potabilidad del agua, lo que causa graves perjuicios a la salud.

Según la Organización de las Naciones Unidas, el agua no potable es una de las principales causas de mortalidad infantil, y las enfermedades causadas por su escasez generan la muerte de aproximadamente un millón y medio de niños en un año (en su mayoría menores de cinco años) en los países en vías de desarrollo.²

A nivel internacional, la Asamblea de la ONU proclamó el período comprendido entre 2018-2028 como Decenio Internacional para la Acción “Agua para el Derecho Sostenible” que comenzó el 22 de marzo de 2018 (Día Internacional del Agua) y terminará para esa misma fecha en 2028, que tomando como base la situación actual respecto al cuidado del agua y partiendo de que el acceso a la misma es considerada un Derecho Humano, busca promover de distintas formas el uso eficiente del recurso en todos los niveles, teniendo en cuenta el nexo entre el agua, la energía, los alimentos y el medio ambiente, incluso en la ejecución de programas nacionales tendientes al desarrollo.³ Este tema ya había sido planteado con anterioridad en la Cumbre de la Tierra celebrada en el año 2002 en la ciudad de Johannesburgo (Sudáfrica) en la cual participaron dirigentes de diferentes estados como así también miembros de organizaciones no gubernamentales y se trató explícitamente la cuestión del agua haciendo referencia a un problema que afecta a numerosas personas a nivel mundial fundamentalmente aquellas que habitan en países en vías de desarrollo: la falta de acceso al agua potable y medidas para revertirlo.

En nuestra opinión, una de las principales causas de la indiferencia de la población respecto al cuidado del agua está dada por la falta de información o bien por errores u omisiones al momento de comunicarle a la sociedad su importancia. En la provincia de Tucumán, muchos jóvenes y adultos no cuidan el agua o simplemente la desperdician porque no tienen conocimiento de las consecuencias que generan sus actos. Esta situación nos lleva a investigar cómo se enseña el cuidado del agua y si efectivamente al egresar tanto de la secundaria

2. Texto disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depht/water/index.html>

3. Texto disponible en: <https://www.un.org/es/events/waterdecade/>

como de la universidad (dado que es un tema interdisciplinario y se enseña en diferentes carreras de grado) los egresados conocen efectivamente sobre el tema.

LA EDUCACION AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTION AMBIENTAL.

En nuestro país, la Ley 25.675 de Política Ambiental Nacional (conocida como Ley General del Ambiente) en su artículo 2 establece que se deben *promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten un desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como no formal*.⁴ Por otra parte, el mencionado texto legal contempla, en su artículo 8, la educación ambiental como uno de los instrumentos fundamentales de la política y gestión ambiental.

EDUCACION AMBIENTAL EN TUCUMAN. NIVELPREESCOLAR

En la actualidad en la provincia de Tucumán, desde pequeños en el jardín de infantes se les enseña a los niños a cuidar el agua. El maestro aborda el tema teniendo en cuenta la edad del niño, y por lo general se logra enseñándole pequeños hábitos que luego se convertirán en costumbre en la vida adulta, por ejemplo, cerrar el grifo cuando se lava los dientes. Existen, por lo tanto, muchas formas de transmitirles a los infantes que deben cuidar su planeta: desde afiches ilustrativos los días claves (ej el día del agua), actividades que implican el uso de colores e incluso videos que están disponibles en distintas plataformas tales como YouTube (como por ejemplo el video “Cuidando el Agua” UNESCO) que permiten enseñarles a los nenes a cuidar el agua de manera gráfica y divertida.

Lorena Medina, profesora de nivel preescolar, egresada del Colegio San Carlos quien realizó la residencia en la escuela Ramón Paz Posse de la ciudad de Banda del Río Salí, Departamento Cruz Alta, provincia de Tucumán y actualmente se encarga de realizar talleres para niños, nos comenta que el tema se suele encarar de manera general con todo lo que es cuidado del medio ambiente, no específicamente el tema agua. Se lo toma del diseño curricular pero en forma amplia a través de una secuencia didáctica. La docente nos explica que el reconocimiento de los rasgos comunes y diferentes de plantas y animales, las relaciones entre sí y con otros componentes del entorno: agua, aire, luz y suelo y su incidencia en la vida forman parte de los contenidos que se enseña en el jardín. Por otra parte, alude a que la orientación depende mucho de lo que se quiera enseñar teniendo en cuenta esos contenidos. Los recursos más utilizados son cuentos, videos, canciones e imágenes y para enseñarles a los infantes previamente se confecciona una secuencia didáctica donde se plasman los objetivos que quiere alcanzar, los contenidos a realizar, las actividades y los recursos y evaluación (es una puesta en común de lo trabajado más los registros escritos a través de dibujos). Además, todos los contenidos a enseñar parten de un conocimiento previo del niño (L. Medina, comunicación personal, 21 de junio de 2019).

4. Textodisponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-799999/79980/norma.thm>

EDUCACION AMBIENTAL EN NIVEL PRIMARIO Y SECUNDARIO.

En la primaria es fundamental que el docente le explique al alumno por qué se debe cuidar el agua como así también brindarles herramientas para que puedan identificar cuáles son los principales problemas ambientales que se encuentran a su alrededor tanto en la ciudad en la que viven como en su provincia y país. Para ello, deberá fomentar actividades que lleven a que el educando tome conciencia de la importancia del recurso. En este contexto, las actividades grupales como así también las ferias de la ciencia tienen un rol fundamental.

Tienen importancia también las charlas de personas calificadas contribuyen a entusiasmar a los alumnos sobre prácticas tendientes al uso racional del recurso. Por ejemplo, en 2012, técnicos de la SAT dada la iniciativa del Sindicato Tucumán del Personal de Obras Sanitarias recorrieron las escuelas de la provincia con el objetivo de concientizar a los alumnos sobre el cuidado del agua y del medio ambiente.⁵

La licenciada María Isabel García Ilvento (Profesora de Geografía y Licenciada en Enseñanza de las Ciencias Ambientales) quien se desempeñó desde el 2006 como asesora del área de educación ambiental de la Dirección de Medio Ambiente, dicta capacitaciones para alumnos de escuelas de la provincia sobre diferentes problemáticas ambientales. Entre los temas contemplados se encuentran la quema de la caña de azúcar y el recurso agua. La mencionada profesional comentó que la capacitación sobre el agua comenzó en el año 2019. Se realiza en diferentes colegios tanto públicos como privados de toda la provincia de Tucumán. Está destinado a alumnos de quinto grado. Se dictan de a dos a tres veces al mes con especialistas en recursos hídricos. Una vez realizada una charla con los educandos se efectúan talleres con dibujos y actividades diversas para fijar el conocimiento. Ellos proporcionan los materiales buscando generar interés en los alumnos. García Ilvento comenta que trabajan con videos y powerpoints. Actualmente se utiliza como material de estudio el libro “Las Peripecias de Juana la Gota. Principios rectores de Política Hídrica de la República Argentina” de la autora santafesina Marta Coutaz que con ilustraciones y tomando la forma de un cuento habla de manera simple y didáctica sobre el ciclo de agua, los principios rectores de política hídrica y las consecuencias de la contaminación de la misma. La licenciada destaca que el resultado de los cursos es exitoso fundamentalmente porque se realiza un seguimiento de los estudiantes a lo largo del año. Los talleres se caracterizan por ser dinámicos. Por lo general, al final de cada una de las capacitaciones se entregan árboles para la institución. (M.I. García Ilvento, entrevista personal, 22 de agosto de 2019).-

La educación ambiental en la secundaria está más orientada a formar ciudadanos comprometidos con el planeta. Trabajos prácticos, exposiciones grupales y talleres informativos están presentes en la formación de los jóvenes. En la provincia de Tucumán, el cuidado del medio ambiente se aborda en varias materias tales como Biología.

En una entrevista con Patricia Judith Aldana, estudiante avanzada del profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, nos comenta que en varias materias se discute el tema del

5. Texto disponible en: <https://formar.educaciontuc.gov.ar/capacitacion/1117>

agua, los residuos y la restauración del ambiente y ambientes nativos en la provincia, tales como Ética, Psicología, Ecología y Práctica Profesional. Así mismo, nos cuenta que siendo alumnos e incluso como docentes se actualizan constantemente sobre estos temas en jornadas permanentes sobre medio ambiente que organiza la universidad. Desde la perspectiva del aula y una mirada pedagógica, Aldana comenta que se busca que el alumno entienda qué es el agua para toda la biota del planeta y lo importante que es preservarla debido a que hoy ya no es considerada un recurso renovable. Se busca que los alumnos armen proyectos para concientizar a sus pares sobre el uso de la misma, a no desperdiciarla y a reducir los contaminantes tanto en sus casas como en su barrio, como así también para que les transmitan su conocimiento a sus padres y familia. Finalmente, además de este tema se enseñan otros tales como el ciclo del agua, su relación con la flora y la fauna, siempre en base a la ecología y los valores (P.J. Aldana, comunicación personal, 19 de junio de 2019).

EDUCACION AMBIENTAL EN NIVEL SUPERIOR.

A nivel terciario, existen diferentes profesorados que forman a los docentes con amplios conocimientos sobre el cuidado del agua y el tema de aborda en carreras tales como el Profesorado en Ciencias Naturales o Biología.

A nivel universitario, dada la interdisciplinariedad de la cuestión ambiental, el tema se estudia en diferentes carreras en todas las universidades tanto públicas como privadas.

En el caso de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA) la temática se enseña tanto en materias de la Facultad de Ingeniería, por ejemplo, en la carrera Licenciatura en Gestión Ambiental como así también en la Facultad de Ciencias Jurídicas Políticas y Sociales (UNSTA) en la cátedra Derecho de los Recursos Naturales y Protección del Medio Ambiente. Incluso, la materia en la Facultad de Ciencias Jurídicas pasó de ser optativa (como era en el Plan 2002) a obligatoria (Plan 2018) en la formación de los abogados, lo que implica la trascendencia que tiene la temática y la necesidad de enseñarles a los futuros profesionales la existencia del derecho ambiental.

En una entrevista con el Dr. Luis Gonzalo Britos, Director de Carrera de la Facultad de Ciencias Jurídicas Políticas y Sociales nos comenta que entre las motivaciones que llevaron a incorporar a la materia Derecho de los Recursos Naturales como obligatoria en el Plan 2018 se encuentran la gran repercusión y vigencia que tiene la cuestión ambiental en el derecho actualmente, como así también que cada vez son más los abogados que se dedican al asesoramiento de empresas vinculados a esta rama del derecho. Por otra parte, además de estas cuestiones que podrían ser circunstanciales, el Dr. Britos destaca que con la reforma constitucional de 1994 el artículo 41 contempla el derecho que tienen todos los habitantes a vivir en un medio ambiente sano y equilibrado y a que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras. En consecuencia, por primera vez en forma explícita en la Constitución Nacional se incorpora la solidaridad intergeneracional. De esta manera se genera una visión de la persona y la comunidad política no sólo vinculadas a un pasado y un presente común, sino que tienen claros deberes hacia las generaciones venideras. Eso punto nos interesa especialmente a nosotros como Universidad Católica ya que no solamente queremos brindar-

les a los alumnos una formación académica sino también una formación humanística lo que implica una preocupación por el bien común y en ahí entra en juego la cuestión del medio ambiente y el derecho a vivir en un medio ambiente sano. Por esa razón debemos contemplar todos esos temas en la formación del alumno. Queremos una formación integral del egresado tanto en su dimensión espiritual como social (L.G. Brito, comunicación personal, 18 de junio de 2019).

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino se dicta también la Diplomatura en Gestión Integrada del Agua. La misma tiene la duración de un año. Se cursa de manera presencial con el soporte tecnológico de la Plataforma SEO (que es una herramienta que cuenta la universidad para brindar contenido actualizado a los alumnos como así también para subir material y trabajos prácticos). Entre los objetivos del postítulo se busca que el egresado cuente con herramientas eficaces para el manejo del recurso en miras de lograr un desarrollo sustentable.

El ingeniero en Recursos Hídricos Aníbal Comba, docente a cargo de la Diplomatura quién a su vez trabaja desde hace treinta y cinco años en la Dirección de Recursos Hídricos (desempeñándose desde el 2003 en el cargo de Subdirector) y es representante alterno por la provincia de Tucumán ante el Consejo Hídrico Federal, nos comenta que el equipo docente es de carácter interdisciplinario porque cuenta con geólogos, ingenieros, agrimensores y economistas dado que la temática del agua es transversal y abarca múltiples actividades humanas. Entre los estudiantes que cursan la diplomatura se encuentran abogados, geólogos, ingenieros y arquitectos. Comba cuenta que en el año 2019 se recibirá la primera promoción y que se busca formar tanto a profesionales como no profesionales en todo lo relacionado a la gestión integrada del agua. (A. Comba, entrevista personal, 22 de agosto de 2019).

Por otra parte, la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo ofrece la Maestría en Gestión Ambiental, la que, dado el carácter interdisciplinario del tema busca desde el año 2006 formar a profesionales de distintas ramas (abogados, ingenieros, biólogos) que quieran perfeccionarse en problemáticas ambientales. El posgrado dura dos años y tiene una modalidad presencial. El tema agua como así también las cuencas hidrográficas se tratan explícitamente. También se aborda en un módulo la educación ambiental y cómo se les enseña a los alumnos el cuidado del ambiente, dado que la misma es cursada por muchos docentes e investigadores universitarios que enseñan asignaturas relacionadas con el tema. La primera cohorte (2006-2008) contó con 21 alumnos, la segunda cohorte (2008-2010) con 25, la tercera (2010-2012) con 35, la cuarta (2012-2014) con 34, la quinta (2014-2016) con 35, la sexta (2016-2018) con 32 y finalmente la séptima (2018-2020) tiene 33 alumnos.

CURSOS DE FORMACION Y ACTUALIZACION DOCENTE.

En la provincia de Tucumán, existe una amplia oferta de cursos para docentes, lo que les permite además de actualizarse sobre diversos temas obtener puntaje para adquirir cargos y lograr la titularidad en horas cátedra. Los mismos están disponibles para los profesores de los diversos niveles educativos existiendo algunos gratuitos y otros que deben ser pagados por los docentes. Entre ellos, podemos mencionar el PROGRAMA FORMAR propuesto por el Ministerio de Educación de la Provincia que les permite a los educadores adquirir nuevas

herramientas de manera gratuita, existiendo una amplia variedad de temas para elegir. Por ejemplo, en junio de 2019 se ofreció uno vinculado al uso racional y eficiente de energía.⁶

También se dictan cursos con puntaje docente en la en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, como ejemplo, podemos nombrar la Resolución N° 533/S (SGE) del año 2015, que autorizó a que se continué con el dictado del curso “Ambiente y Recursos Naturales: Herramientas para su Gestión”, con un total de 88 horas cátedras y modalidad semi presencial. Por otra parte, varios institutos privados dictan cursos de permanente actualización tales como el Centro de Altos Estudios. Los temas a tratar en los cursos de perfeccionamiento son amplios y van desde el uso de las nuevas tecnologías en el aula hasta cómo explicar el cambio climático a los estudiantes lo cual implica que al tratar temas actuales el cuidado del medio ambiente no queda al margen.

A su vez, la Dirección de Medio Ambiente cuenta con un equipo de educación ambiental destinado a formar a docentes de toda la provincia. Trabajan con material actualizado y con recursos sumamente didácticos con el fin de que los maestros aborden el tema de una manera clara y específica. Dentro de los contenidos que se abarcan, el cuidado y la conservación del agua es uno de los más importantes. Los cursos son dictados por profesionales especialistas en la temática que se aborda. José Clodomiro Lazarte, quien forma parte del equipo de Educación Ambiental y es miembro fundador del mismo (que está coordinado por la profesora Marina Polito) nos comenta que empezaron en el año 2013, que los mismos son de carácter gratuito y están destinados a formar a maestros tanto en San Miguel de Tucumán como en el interior de la provincia. Asimismo explica que el otorgar puntaje docente, constituye un incentivo importante para que los educadores los realicen. (J.C. Lazarte, entrevista personal, 04 de octubre de 2019).

Rubén Ignacio Fernández, doctor en geología e integrante también del equipo de educación ambiental, destaca el carácter interdisciplinario que tienen los cursos. Él participó en el dictado de varios temas entre ellos residuos sólidos urbanos (RSU) y agua. El interés de los docentes que los realizan es notable sobre todo porque reciben información actualizada sobre las diferentes temáticas. (R. I. Fernández, entrevista personal, 04 de octubre de 2019),

Según los datos documentados con los que cuenta el equipo de educación ambiental: en 2013 cursaron y aprobaron los diferentes cursos un total de 46 docentes; en 2014: 59; en 2015: 1126; en 2016: 1647; en 2017: 1104; lo que suma un total de 4082 educadores.

CIUDADANOS COMPROMETIDOS CON EL CUIDADO DEL AGUA.

¿EXPECTATIVA O REALIDAD?

Si partimos de la base de que los ciudadanos desde niños reciben información sobre el cuidado del agua y que el tema es abordado en los diferentes niveles educativos, realizamos una encuesta a treinta jóvenes universitarios estudiantes de la carrera de Abogacía de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino de entre 20 y treinta años para comprobar si efectivamente tienen un compromiso específico con el cuidado del agua y conocen su importancia.

6. Texto disponible en: <https://formar.educaciontuc.gov.ar/capacitacion/1117>

De la totalidad de los alumnos universitarios encuestados el 93,3 % respondió que le interesa la temática del agua como recurso necesario para la vida del hombre. No obstante, sólo un 60% reconoce que toma precauciones y medidas en su vida diaria para preservar y cuidar el recurso.

El 56% manifiesta que aprendió sobre el cuidado del recurso en su formación primaria y secundaria mientras que solamente el 20% conoce medidas que se estén llevando a cabo en la provincia para preservar el fluido.

El 86,6% de los alumnos expresó que le preocupa la escasez del agua en el futuro.

CONCLUSION.

La educación es una herramienta que puede cambiar el mundo. Con la investigación y los resultados de nuestra encuesta se puede decir que los alumnos de la carrera de Abogacía menores de 30 años, los cuales tienen primaria y secundaria completa y una carrera de grado próxima a finalizar reciben información clara y actualizada sobre el cuidado del agua y que les interesa la temática.-

No obstante, el número de personas que reconocen que cuidan el recurso es aún menor que a los que les interesa la escasez del agua en el futuro, lo que implica que a pesar de los avances todavía queda un largo camino para recorrer. Es importante que tengamos en cuenta que el cuidado del agua es algo que nos compete a todos desde el lugar que ocupemos en la sociedad (docentes, abogados, ingenieros, padres) y que debemos trabajar para preservarla para que las nuevas generaciones puedan disfrutar del recurso en la misma cantidad y calidad en la que nosotros la disfrutamos hoy.

También es necesaria una mayor difusión de todas las medidas que se llevan a cabo para preservarla en la provincia.

Se necesita una mayor participación ciudadana para proteger el agua como recurso necesario en la vida del hombre. Este es un recorrido largo que implica un cambio de mentalidad y conducta en la sociedad, sin embargo, los jóvenes nos demuestran que están comprometidos a generar ese cambio que necesitamos para cuidar nuestro planeta.

María Silvana Martínez Luque

Abogada. Escribana. Docente Facultad de Ciencias Jurídicas Políticas y Sociales e investigadora UNSTA.

CAPÍTULO 04

AGUA Y CALIDAD

4.1. “Calidad del Agua del Río Salí. Su determinación empleando índices de calidad”. **María del Carmen González Gutierrez**

4.2. “El valor de los monitoreos continuos en cursos de agua superficiales. El caso del Río Dulce”. **Bettina Liliana Schilman, Maximiliano Barros, Silvia De Simone, Maria Eugenia Arias, Andrea Juárez, Patricia O’ Mill, Karina Quaini, Mariana Roqué**

4.3. “Definición de rangos de referencias históricos de la calidad del Agua. Cuenca del Río Salí Dulce. Embalse Río Hondo” **Bettina Liliana Schilman, Maximiliano Barros, Silvia De Simone, Maria Eugenia Arias, Andrea Juárez, Patricia O’ Mill, Karina Quaini, Mariana Roqué**

4.4. “Importancia del saneamiento básico del agua en Tucumán”

Julieta Migliavacca, Silvina Gerstenfeld, Debora Haitit

4.5. “Estudio del Contenido de Fluoruros en el Agua de Consumo Humano en la Provincia de Tucumán, Argentina.”

Estela Liliana Durán y Raúl Alberto Durán

4.6. “Impactos de la minería a cielo abierto en Catamarca en las aguas superficiales de la Cuenca Salí-Dulce. Efectos no deseados del primer proyecto de minería a cielo abierto en Argentina.”

Dr. Juan A. González

CALIDAD DE AGUA DEL RIO SALI. SU DETERMINACION EMPLEANDO INDICES DE CALIDAD

María del Carmen González Gutiérrez

El Medio Ambiente es concebido actualmente como una íntima relación naturaleza-sociedad, lo que nos lleva a la reflexión de que la naturaleza nunca debe ser separada del hombre, para el cual fue concebida. Somos naturaleza, vivimos en ella y tenemos una interdependencia, por todo ello si algún elemento biótico o abiótico, se aleja de sus valores normales, o sea si el funcionamiento del ecosistema se ve comprometido, es el hombre el encargado de analizar causas y efectos, debiendo buscar rápidamente soluciones integrales que consideren las interrelaciones de los sistemas naturales entre sí y con los sistemas sociales.

No hay dos crisis “la ambiental” y “la social”, sino una compleja crisis socio-ambiental, hoy más que nunca debemos pensar que todos los componentes del Planeta Tierra son una herencia común que nos fue prestado y cuyos frutos deben beneficiar a todos. La situación actual de los biomas es preocupante para líderes políticos y religiosos, existiendo indicadores que tienen que ver con el agotamiento de los recursos naturales, debiendo replantear el actual nivel de consumo de los países más desarrollados.

La Carta Encíclica LAUDATO SI del Papa Francisco, nos permite analizar la importancia y la necesidad de los diferentes recursos, el agua, principalmente la potable y limpia, es una cuestión de incuestionable importancia, al ser indispensable para la vida humana y el sostenimiento de ecosistemas terrestres y acuáticos. La provisión de agua permaneció relativamente constante durante mucho tiempo, pero actualmente un problema serio es la calidad del recurso. Las aguas subterráneas en muchos lugares están amenazadas por la contaminación que producen algunas actividades extractivas, agrícolas e industriales, sobre todo en países donde no hay reglamentación y controles suficientes.

La historia del planeta tierra nos demuestra que el recurso agua fue un motivo disparador de encuentros, convivencia y comunicación de los pueblos que lo habitaron, por ser la principal fuente de vida de la tierra, que permitió el desarrollo de sus civilizaciones. Los seres humanos siempre buscaron asentarse desde la antigüedad junto a las fuentes naturales, como ser ríos, lagos y mares, por poseer las condiciones para el establecimiento de focos de civilización, donde la agricultura, electricidad hidráulica y comunicaciones facilitaron el desarrollo de las distintas culturas a lo largo del tiempo.

El biotopo de los ecosistemas acuáticos, desde una visión holística es más que una composición de hidrógeno y oxígeno; se desarrolla toda una diversidad biótica, interactuando constantemente con los factores abióticos, por lo que cualquier alteración por materias o formas de energía introducidas (de manera natural o antrópica), supone cambios que operan sobre la biodiversidad.

Actualmente se están produciendo hechos indicadores de cambios a nivel planetario, donde el cambio climático global es un condicionante de gran magnitud y preocupación. La variabilidad meteorológica, con sucesos climatológicos extremos como sequías e inundaciones y aumentos de temperatura, están conduciendo a grandes demandas de agua para uso doméstico, agropecuario e industrial. Es preocupante la incidencia en incrementos del nivel del mar, con los consabidos problemas de inundaciones litorales y salinización de los acuíferos costeros.

Todo ello nos lleva a una reflexión: tanto la disponibilidad del recurso como los sucesos extremos deben ser tenidos en cuenta en la planificación y gestión de los recursos hídricos de los decisores de políticas hídricas.

A pesar que consideramos a la Tierra como un planeta acuático con gran cantidad de agua cubriendo su superficie a través del ciclo natural, sus alteraciones, crecimiento demográfico y desarrollo económico son factores de presión indicadores de que el recurso, para los distintos usos, está en peligro por escasez y calidad, conduciéndonos a una crisis que se agudiza constantemente.

Los cambios hidrológicos, perturbaciones de hábitat, conversión de uso del suelo a urbano e industrial, contaminación puntual y difusa por vertido de efluentes industriales y domiciliarios sin tratar, escorrentía superficial de suelos agropecuarios son algunos de los muchos ejemplos que comprometen los ecosistemas loticos por impactos que modifican la calidad para usos posteriores.

Sin embargo, no todos los problemas de calidad de aguas son una consecuencia antrópica; características geoquímicas naturales, inundaciones y sequías pueden provocar deterioro del ambiente acuático. No obstante, su impacto generalmente suele ser menor que cualquier actividad desarrollada por el hombre, sobre todo cuando los tratamientos empleados no regresan al recurso a sus condiciones naturales.

El Departamento General de Irrigación de Tucumán creado en 1897 por Ley Nº 731, tuvo la misión de dirección, policía y juez en materia de aguas, dedicándose a lo largo de un siglo, principalmente al cuidado de entrega de agua en tiempo y forma a sus usuarios. A partir del año 2000, por Ley Nº 7140, pasó a denominarse Dirección de Recursos Hídricos, con la nueva misión de promover el desarrollo, aprovechamiento, control y protección de los recursos hídricos, en consenso con otros organismos con injerencia en el tema.

De esta manera se dio el puntapié inicial para valorar la entrega del agua en cantidad y calidad, creando el Departamento de Calidad de Aguas, desde donde se inició el relevamiento de las aguas públicas, siguiendo lo establecido en el artículo 63 de su Ley.

Con escasos recursos humanos y económicos, viendo las autoridades la necesidad de comenzar el estudio del estado de los recursos hídricos provinciales, de a poco, se iniciaron los monitoreos en sitios de un mismo curso de agua, en cuenca alta, media y baja, anali-

zando parámetros físico-químicos y biológicos, lo que permitió contar con un primer diagnóstico del estado de situación de todos los cursos que atraviesan el territorio tucumano, llegando en el período 2005-2007 a monitorear sesenta sitios mensuales. En la elección de los mismos se tuvo en cuenta lugares con las siguientes características: posibilidad de medir caudales todo el año; fácil acceso, seguros y con posibles impactos de actividades agropecuarias, industriales y urbanas principalmente. Estos años de monitoreo, permitieron establecer la Línea Base del curso principal del Río Salí, sus afluentes y el resto de los cursos que vierten sus aguas al Embalse Río Hondo.

Este fue el inicio de la contabilidad del recurso agua, conocimiento importante por la necesidad de verificar la variabilidad espacio-temporal de los distintos ecosistemas que presenta la provincia, antes de su ingreso en la provincia de Santiago del Estero.

Con el transcurrir de los años, los parámetros a analizar se fueron modificando, hasta que, a fines del año 2007, el Comité de la Cuenca Salí-Dulce, con en el afán de avanzar en los temas de minimización de la contaminación, encomendó al grupo de Gestión en Tiempo Real (GGTR), establecer qué medir y dónde, seleccionando parámetros físico-químicos (se incluyeron metales pesados factibles de encontrar, dadas las actividades y material geológico presente en la provincia) y biológicos.

El monitoreo desde un principio se hizo, teniendo presente lo indicado en el Manual de Calidad de Agua de la DRH, siendo las principales indicaciones que hacen a un monitoreo seguro y confiable las siguientes:

- Técnicas

- partir con todos los elementos de protección necesarios
- revisar los equipos de medición de caudales y calidad con anterioridad

- Muestra

- en lo posible, tomar del centro del curso de agua, evitando las orillas
- colocación en recipientes especiales, de acuerdo al parámetro que se desea analizar
 - o vidrio color ámbar o plástico de alta densidad (metales pesados);
 - o vidrio o plástico esterilizado (microbiológico) con la precaución de abrir y cerrar la tapa debajo de la superficie del curso de agua a monitorear; o botellas plásticas (físicoquímico), con la precaución de limpiar tres veces con líquido de muestra, previo a la carga final, tapando de forma que no quede aire en el recipiente.
- identificación: etiquetado determinando código, lugar y fecha
- traslado a laboratorio: acondicionamiento de muestras en conservadoras, debidamente refrigeradas hasta entrega en laboratorio.

En forma simultánea se hacen mediciones in situ, con instrumental de campo, anotando en una libreta, por cada sitio ya georreferenciado: código asignado en el envase, hora, nombre del muestreador, caracterización del ambiente, observaciones que considere de importancia el técnico que realiza la operación y valores de los parámetros: oxígeno disuelto (OD); potencial hidrogeno (pH), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica (CE), salinidad (SA), turbiedad (TU), temperatura ambiente (TA) y de la muestra (TM).

El análisis de las muestras se realiza en el Laboratorio de Sección Química de la Estación Experimental Obispo Colombres de Tucumán (EEAOC), seleccionado por ser el único de jurisdicción provincial que está certificando sus procesos (Normas ISO 9000), siguiendo lo establecido por el Standard Methods for the Examination of Water and Masterwater.

Al ingresar la muestra en EEAOC, se elabora una hoja de custodia, que contiene: identificación de la muestra a través de un código; fecha de recolección de la muestra; parámetros a determinar; fecha y nombre de quien la entrega (DRH) y de quien la recibe (EEAOC).

Se debe tener presente que Argentina carece de valores guía nacionales para la determinación de calidad de sus cuerpos de agua, razón por la que varias provincias, aplican normativas de otros países. Tucumán emplea en sus informes como límites de detección, niveles permitidos para agua potable por la Organización Mundial de la Salud (OMS); Código Alimentario Argentino (CAA); valores guía de calidad de agua dulce para protección de la vida acuática, establecidos por Ley 24.051 de Residuos Peligrosos para la mayoría de los elementos analizados; y para vertido de efluentes industriales la Resolución N°030/SEMA.

Independientemente del tipo de variables usadas en el monitoreo de una fuente, siempre se genera un gran número de datos, que requieren de un tratamiento e interpretación, tarea dispendiosa y de complejo entendimiento en el proceso de la valoración de la calidad, ya que en muchas ocasiones se incurre en la pérdida de información. En la actualidad los valores obtenidos deben permitir resolver diferentes tipos de conflictos, como el uso del agua y la integridad ecológica de los sistemas acuáticos, los cuales involucran también aspectos socioeconómicos.

En el mundo entero hay una necesidad de evaluar los datos de calidad de agua mediante procesos científicos válidos y, a la vez, útiles y de fácil de entendimiento, tanto para aquellas personas encargadas del manejo de los recursos de agua, como para el público en general, posiblemente con conocimiento técnico limitado. Dadas las diferencias de interpretación entre quienes toman las decisiones, expertos en el tema y público en general, es necesario desarrollar una metodología que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia único.

Con el fin de facilitar la interpretación de los datos, cada vez más agencias medioambientales, universidades e institutos recurren a los índices de calidad del agua (ICA) e índices de contaminación del agua (ICO), los cuales mediante una expresión matemática (que representa a todos los parámetros valorados), permite evaluar el recurso hídrico, de una manera sencilla.

Un índice de calidad de agua es una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. La ventaja de los mismos radica en que su información, puede ser más fácilmente interpretada que una gran lista de valores numéricos, constituyendo una herramienta comunicativa para transmitir información. Investigadores de diferentes disciplinas y la ciudadanía pueden rápidamente, tener una idea clara de lo que indica este índice, como contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras, de fácil comprensión y abstracción.

La elaboración y aplicación de cualquier indicador es específica para cada región o fuente en particular; pero su construcción básicamente consta de tres pasos fundamentales:

- selección de variables,
- determinación de subíndices para cada parámetro,
- elección de la fórmula de agregación.

Los pioneros en generar una metodología unificada para el cálculo de un índice de calidad del agua fueron Horton (1965) y Liebman (1969), pero el índice general de calidad del agua fue desarrollado en la década del 70, por Brown y sus colaboradores y posteriormente mejorado por Deininger para la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1975. La Fundación de Sanidad Nacional (NSF) de los Estados Unidos, desarrolló el índice conocido como Water Quality Index “WQI”, identificado en español como Índice de Calidad de Agua, ICA. El mismo permitió medir cambios de calidad en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando sectores de un mismo río, o con diferentes ríos del mundo.

Para un mejor análisis de los datos y de la evolución espacio temporal de sitios estudiados, Brown trabajando con la metodología Delphi, convocando a un panel de 142 expertos, a efectos de establecer mediante encuestas, importancia y peso de varios parámetros. En esta ocasión, se sometieron 35 parámetros a valorización, resultando elegidos, en una selección solamente nueve de ellos: potencial hidrogeno (pH), turbiedad (TU), demanda biológica de oxígeno (DBO₅); sólidos disueltos totales (SDT); nitrógeno (N); fosforo (P); oxígeno disuelto (OD); coliformes totales (CT); diferencia de temperatura ambiente y de la muestra (TA y TM).

A cada parámetro se le asignó un peso relativo (escala 0-100) racional y unificado, de acuerdo al uso del agua y la importancia de los parámetros. El índice ICA adopta para las condiciones óptimas valor máximo de 100, disminuyendo al empeorar la calidad del curso de agua. La característica principal del índice es la utilización de pocas variables, donde cada una de ellas posee un peso según su importancia. (Tabla 9.1).

Tabla.1: Pesos relativos de cada parámetro

Tabla de Pesos Relativos	
Parámetros	Pesos Relativos (wi)
Coliformes totales	0.15
Oxígeno disuelto	0.17
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días	0.10
Nitratos	0.10
Fosfatos	0.10
Turbiedad	0.08
Potencial Hidrógeno	0.12
Sólidos disueltos totales	0.08
Temperatura	0.10

La combinación de los pesos aplicando una ecuación matemática, da como resultado un índice final o Valor ICA.

Ecuación matemática utilizada: $ICA = \sum (Q - \text{value}_i * W_i)$, donde:

i: parámetro;

W_i: pesos asignados al parámetro;

Q: calidad parámetro en función de concentración

Los valores ICA obtenidos según fórmula, son clasificados por rangos (correspondiendo a cada rango un color), resultando de esta manera varias categorías de calidad del agua analizada.

Calidad: excelente (azul), bueno (verde), regular (amarillo), malo (naranja) y muy malo (rojo). (Tabla 2).

Tabla.2: clasificación de calidad, según valores de ICA

Clasificación ICA		
calidad de agua	color	valor ICA
Excelente		91-100
Bueno		71-90
Regular		51-70
Malo		26-50
Muy malo		0-25

Actualmente, muchos centros de investigación, con el apoyo de las Ciencias Computacionales, han desarrollado software como Ictest V 1.0 de Colombia, facilitando el cálculo y permitiendo generar y guardar historiales y realizar estudios comparativos de calidad de aguas.

Los índices ICA son herramientas muy utilizadas, ya que al englobar varios parámetros en su mayoría físico-químicos y microbiológicos, permiten reducir la información a una expresión sencilla, posibilitando a través de un uso correcto su empleo en programas de gestión de recursos hídricos.

Esta forma de agrupación simplificada de algunos parámetros indicadores del estado de la calidad del agua, cuyo valor resultante es representativo del nivel de contaminación de un punto cualquiera, fue elegido para el análisis del estado de la calidad del Río Salí, desde el ingreso del mismo en la provincia de Tucumán, hasta su vertido en Embalse Río Hondo, en el período 2009 - 2013.

La metodología del ICA fue elegida principalmente por:

- interpretación fácil y simple de la variación tiempo-espacio
- determinación rápida y disponible
- acerca puntos de vista de profesionales, funcionarios y público.

Los sitios sobre el curso principal del Río Salí, desde su ingreso en la provincia de Tucumán, hasta el vertido en Embalse Río Hondo, se pueden observar en Fig. 1.

La ubicación de cada sitio y el motivo de selección de los mismos, se detallan en: (Fig. 2, a Fig. 9)

- Salí-El Tala. (Fig. 2)

Sitio en la toma sobre Dique El Tala. (LW: 65°20'30.40"; LS: 26°3' 54.80")

Es el primer lugar donde se puede monitorear el Río Salí, al ingresar en la provincia de Tucumán. Las actividades antrópicas son escasas y en sectores de serranía.

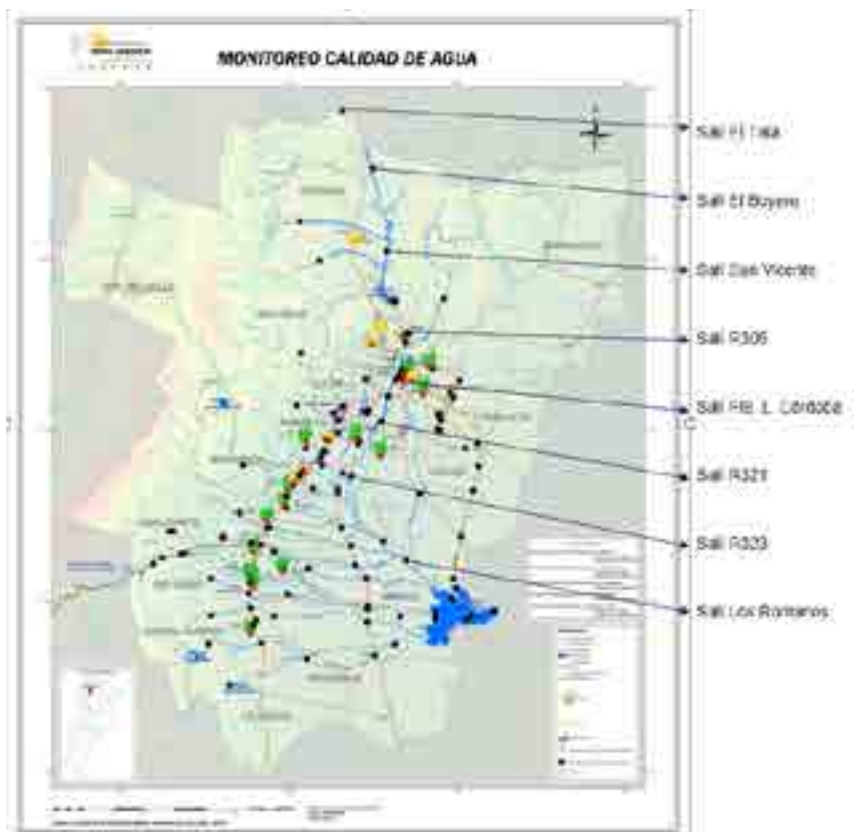


Fig. 1: Sitios del Río Salí, calificados con ICA. Elaboración propia. Fuente: SEMA



Fig. 2: Río Salí, localidad El Tala. Fuente: Elaboración propia

- Salí-El Boyero. (Fig. 3)

Las muestras se toman en el balneario denominado El Boyero, ubicado en cercanías de la ciudad de Trancas. (LW: 65°15'8.92"; LS: 26°13'54.20").

Se desarrollan actividades agrícolas ganaderas, tambos y queserías, a lo que debe sumarse el impacto de la ciudad.



Fig. 3: Río Salí, localidad El Boyero. Fuente: Elaboración propia

- Salí-San Vicente. (Fig. 4)

Sitio ubicado al este de la localidad de San Vicente (Choromoro). (LW: 65°12'42.39"; LS: 26°28'3108")

La elección del mismo se debió a que es el último punto posible de monitorear, antes de ingresar el Río Salí, en Embalse Celestino Gelsi.

Este punto está ubicado en el sector sur de la Cuenca Tapia-Trancas, con actividad agropecuaria y posible impacto de poblaciones dispersas.



Fig. 4: Río Salí, localidad San Vicente. Fuente: Elaboración propia

- Salí-R305. (Fig. 5)

Este sitio se monitorea debajo del puente sobre ruta provincial N° 305. Es el primer punto factible de muestrear luego del Dique Celestino Gelsi (LW: 65°9'44.78"; LS: 26°43'18.87")

Está ubicado en zona de actividad principalmente citrícola y cañera, sin impacto de localidades urbanas importantes.



Fig. 5: Río Salí, ruta N° 305. Fuente: Elaboración propia

- Salí-Puente Lucas Córdoba. (Fig. 6)

La toma de muestra se realiza debajo del Puente Lucas Córdoba, en sector de la ciudad de San Miguel de Tucumán. (LW: 65°10'24.30"; LS: 26°50'16.79")

Ubicado en un sector de impactos antrópicos diversos de industrias y ciudades: Tafí Viejo, Alderetes, Banda del Río Salí y norte de San Miguel de Tucumán.



Fig. 6: Río Salí, Puente Lucas Córdoba. Localidad San Miguel de Tucumán. Fuente: Elaboración propia

- Salí-R321. (Fig. 7)

Este sitio se ubica en el puente sobre ruta provincial N°321. (LW: 65°13'40.48"; LS: 26°58'21.58")

Los principales impactos son ciudades y actividades antrópicas agrícolas e industriales al oeste del río y en algunos períodos del año, características de ascenso de la freática.



Fig. 7: Río Salí, ruta provincial N°321. Fuente: Elaboración propia

- Salí-R323. (Fig. 8)

Se monitorea sobre el puente ubicado sobre ruta provincial N°323. (LW: 65°18'49.75; LS: 27°80.21")

Las actividades agrícolas de diversos cultivos, industriales y las ciudades ubicadas al oeste de esta ruta, inciden en este sitio. A ello debe agregarse que es una región naturalmente con impactos de napa con sectores salinos.



Fig. 8: Río Salí, R.P. N°323. Fuente: Elaboración propia

- Salí-Los Romanos. (Fig. 9)

Este lugar, es el último factible de monitorear antes de ingresar el Río Salí en el Embalse Río Hondo. (65°9'08.5"; LS: 27°22'44.9")

Solamente hay poblaciones dispersas, pero su ubicación en plena llanura deprimida salina es una condición natural que puede tener incidencia en la calidad del sitio.



Fig. 9: Río Salí, localidad Los Romanos.
Fuente:
Elaboración propia

El monitoreo in situ y la toma de muestras para llevar a laboratorio de EEAOC, fue realizado por los técnicos del Departamento Calidad de Agua de la DRH, siguiendo las disposiciones establecidas en Manual de Toma de Muestras. (Foto 1, 2 y 3)



Foto 1: Toma de la muestra, sobre Dique El Tala. Fuente: González MC



Foto 2: Muestras, Salí R 323.
Fuente:
González MC



Foto.3: Medición in situ. Fuente: González MC

Los ocho parámetros mensuales determinados en laboratorio y provistos por SEMA, utilizados en el ICA son pH, turbiedad, DBO₅; sólidos disueltos totales; nitrógeno; fosforo; oxígeno disuelto; coliformes totales. Para determinar la diferencia de temperatura (ambiental y de la muestra), se recurrió a los valores medidos in situ y anotados en la planilla de campo por los técnicos que tomaron muestras.

En el análisis de los datos, se siguió el procedimiento propuesto por Brown, obteniendo un valor ICA por sitio y mes analizado. En la interpretación de los resultados se tuvo presente:

1. Variación valores ICA anuales, calculados para cada sitio. (Tablas N° 3, 4, 5, 6, 7).

Tabla 3: Valores ICA, año 2009. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

* Los casilleros en blanco, corresponden a meses y sitios que, por diferentes razones no fueron monitoreados.

Sitio	Año 2009											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
El Tala	69.09	67.92			84.01	81.17	78.88	73.78	80.98	72.99	74.79	64.40
Boyero												
San Vicente												
Salí R305	58.24				74.55	77.97	59.23	66.23	71.07	68.32	70.70	71.41
PL Córdoba	54.24				35.95	36.26	31.75	37.49	32.92	43.99	55.50	65.72
Salí R321	43.22				34.95	34.80	34.55	35.80	25.06	33.34	62.12	47.80
Salí R323	46.35				34.99	39.26	31.73	35.45	32.05	27.21	62.12	51.49
Los Romanos	53.42	62.75	51.60		60.11	41.64	32.26	29.60	31.82	31.81	59.82	48.03

Tabla 4: Valores ICA, año 2010. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

Sitio	Año 2010											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
El Tala				75.41	79.42	80.02	80.79	76.07	74.79		66.78	75.87
Boyero	67.71	65.13	78.54	79.33	82.29	78.66	77.40	73.64	75.32	76.98	74.54	65.00
San Vicente	59.64	69.08	68.06	66.92	75.60	74.01	74.94	67.20	73.86	63.54	66.78	68.17
Salí R305	63.34	62.03	64.86	64.55	71.73	71.31	69.47	76.91	69.97	51.41	70.59	66.72
PL Córdoba	57.13	54.92	59.20	61.87	41.95	51.88	41.49	36.93	44.03	49.86	67.51	54.86
Salí R321	44.85	43.24	56.94	48.33	38.16	32.59	31.19	33.39	33.05	32.19	60.32	51.62
Salí R323		43.53	55.15	49.54	55.99	29.65	33.22	31.86	30.83	32.72	56.62	52.95
Los Romanos	50.85	60.34	59.12	55.63	62.78	33.01	35.86	31.51	35.51	42.65	58.61	57.29

Tabla 5: Valores ICA, año 2011. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

Sitio	Año 2011											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
El Tala				68.90	76.07	79.50	76.07	70.55	72.79	69.10	65.95	62.72
Boyero				73.46	69.65	73.63	73.89	74.61	74.85	74.25	68.96	68.97
San Vicente				69.62	70.31	72.60	67.68	69.41	69.64	65.10	66.33	58.98
Salí R305				68.25	70.62	71.31	75.52	64.92	71.08	67.92	67.86	66.07
PL Córdoba				53.66	48.03	39.78	43.25	37.92	39.57	54.58	55.49	62.65
Salí R321				49.91	47.96	33.22	30.88	30.44	34.58	40.63	41.76	53.62
Salí R323				49.64	53.67	35.63	34.14	32.96	32.99	43.45	51.94	51.84
Los Romanos				62.86	67.76	51.22	47.93	40.47	41.12	56.00	63.34	63.10

Tabla.6. Valores ICA, año 2012. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

Sitio	Año 2012											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
El Tala	71.11	61.46	57.73	72.02	66.61	75.85	78.17	68.64	77.16	80.22	77.49	72.42
Boyero	72.58	57.02	62.49	68.39	70.74	78.77	78.13	69.73	82.42	78.47	74.63	79.23
San Vicente	59.88	55.12	56.12	64.69	69.11	73.47	73.89	76.98	75.65	71.54	71.43	74.22
Salí R305	67.55	66.30	66.72	65.86	67.93	68.36	70.14	68.42	73.62	74.39	76.45	73.51
PL Córdoba	59.18	63.30	63.90	65.24	51.39	46.29	37.28	37.09	43.24	34.92	67.38	68.19
Salí R321	52.97	51.57	46.20	52.63	49.59	39.88	34.70	35.13	34.36	32.25	52.64	49.89
Salí R323	56.52	50.72	50.15	52.54	49.94	43.94	32.88	32.81	31.95	31.69	48.50	39.56
Los Romanos	60.01	63.23	55.51	54.77	56.16	52.21	35.60	31.70	32.81	31.75	53.55	60.75

Tabla 7: Valores ICA, año 2013. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

Sitio	Año 2013											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dic
El Tala	71.42	71.22	71.12	72.56	75.28	74.15	73.37	72.98	74.22	72.36	71.49	69.99
Boyero	72.81	72.83	77.16	62.43	70.75	73.77	71.16	74.91	72.32	71.70	68.47	64.26
San Vicente	62.69	73.65	70.12	65.79	72.44	72.55	64.07	67.32	67.82	65.94	68.59	66.64
Salí R305	72.10	72.78	70.65	65.06	68.95	69.49	68.06	69.35	67.33	66.91	66.47	65.49
PL Córdoba	59.62	51.08	59.34	65.27	37.50	33.72	39.96	32.15	31.58	41.33	56.93	57.10
Salí R321	49.62	49.64	49.05	48.87	47.10	33.90	32.96	27.28	32.29	36.68	47.26	50.43
Salí R323	57.71	54.73	49.66	58.32	52.55	33.50	33.29	33.75	27.58	35.41	45.26	50.21
Los Romanos	63.27	55.75	56.52	61.80	60.57	36.11	36.92	35.78	26.49	37.54	59.85	55.25

Del análisis de los valores ICA, calculados para el Río Salí, periodo 2009 - 2013, se puede decir que la calificación decrece desde el sitio Puente Lucas Córdoba, en el periodo coinci-

dente con la zafra sucroalcoholera y citrícola. Se debe hacer notar que, en estos meses hay mayor necesidad del uso del recurso agua por parte de las actividades agroindustriales, coincidiendo con bajos caudales que posee el Río Salí al no haber aporte de precipitaciones importantes, dado el régimen monzónico de la provincia. Sin embargo, en un análisis de mayor detalle, se encuentran leves mejorías en sitios y meses.

2- Variación valores ICA promedio para cada. (Tabla 8)

Tabla 8: Valores ICA promedio/año/sitio. Fuente: elaboración propia, en base a datos SEMA

** Durante el año 2009, los sitios El Boyero y San Vicente, no se muestrearon

Sitio	Años				
	2009	2010	2011	2012	2013
El Tala	74.80	76.14	71.29	71.57	72.51
El Boyero		74.54	72.47	72.72	71.05
San Vicente		68.98	67.74	68.51	68.14
Salí 305	68.64	66.91	69.28	69.69	68.55
PL Córdoba	43.76	51.80	48.33	53.12	47.14
Salí R321	39.07	42.16	40.33	44.32	42.09
Salí R323	40.07	42.91	42.92	43.43	44.33
Los Romanos	44.94	48.59	54.87	49.00	48.82

Los parámetros utilizados en valorar la calidad del agua, en el caso de Tucumán, con ecosistemas tan diversos en cuanto a tipos de suelo y clima, también pueden influir en la calificación, indicando posibles alteraciones del agua de origen natural.

- La calidad de todos los sitios analizados es Buena, Regular y Mala, dependiendo del sitio y año, pero en ningún caso se registró calificación Muy Mala.
- Los sitios con calidad Buena a lo largo de todo el período en estudio, son El Tala y El Boyero.
- A partir de los sitios San Vicente y Salí R305, la calidad es Regular en todo el período analizado. En estos lugares se da un aumento en actividades agropecuarias y número de habitantes de poblaciones dispersas.
- El sitio Puente Lucas Córdoba con excepción de los años 2010 y 2012, la calidad califica Mala, posiblemente por aumento de impactos antrópicos de actividades industriales y urbes con escasos o nulos tratamientos en sus efluentes.
- Salí R321 y Salí R323 poseen calidad Mala en todo el período.
- Los Romanos, solamente en el año 2011 posee calificación Regular.
- En Salí R323 y Los Romanos encontramos valores ICA mayores que Salí R321, donde es factible una recuperación relacionada con la autodepuración del curso de agua, una vez que se va alejando de los sitios puntuales de vuelco de efluentes domiciliarios e industriales.

El presente estudio permitió visualizar que en los últimos años y particularmente en el 2013, se nota aumento en valores ICA en sitios y meses puntuales, muy probable por aumento de controles de los organismos medioambientales nacionales y las provincias de Santiago del Estero y Tucumán.

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente de Tucumán, reglamentó el vuelco de varios efluentes sucroalcoholeros a cursos de agua, “vinaza, cachaza y ceniza cero” debiendo reutilizarlos o disponerlos en terrenos donde no acuse impacto negativo al ambiente, y al igual que el resto de los efluentes industriales, deben cumplimentar los límites de vuelco permitidos de algunos parámetros en suelo y agua, establecidos por resolución 030/SEMA.

A los monitoreos en cursos de agua y efluentes instrumentados por el estado provincial, deben sumarse los esfuerzos de mejora de procesos por parte de los industriales, con la adopción de tecnologías progresivas y voluntarias tendientes a llegar al cumplimiento de la normativa en sus efluentes industriales.

El empleo del ICA permitió visualizar en la Cuenca principal del Río Salí, dentro de la provincia de Tucumán, de acuerdo a calidad del agua, dos subcuencas bien diferenciadas:

■ Subcuenca Tala-Salí R305

- Ante ausencia de grandes impactos antrópicos (principalmente industriales), la calidad se mantuvo a lo largo del tiempo con calificación Buena a Media.

■ Subcuenca Puente Lucas Córdoba-Los Romanos

- Las acciones antrópicas no respetuosas del ambiente, demuestran un impacto sobre los cursos de agua, bajando la calificación en este tramo del Río Salí de Media a Mala. A ello debe sumarse que el río en este sector comienza a transitar por la región agrológica de la Llanura Deprimida, corriendo por gran parte de la región salina.

Es muy importante citar que todos los años se observa, independientemente de la calificación obtenida en las dos subcuencas citadas, que el Río Salí manifiesta una autodepuración propia, que permite a la biota seguir interrelacionándose con el resto de componentes del ecosistema acuático.

Sin embargo, hay que tener presente que los cambios ocurridos en el medio, no son conocidos en su totalidad, con posibles variaciones de la diversidad biológica. Todo ello, nos lleva a pensar y actuar con conciencia ecológica, instando a estudios más profundos de la contabilidad ambiental y su seguimiento.

El empleo del ICA, es una herramienta que permite de una manera gráfica y didáctica, interpretar la dinámica del Río Salí en el territorio tucumano, recomendando su uso para comparar tramos de un mismo río o de otros cursos de agua con similares condiciones.

Esta visualización gráfica y con colores permite al ciudadano de cualquier nivel de instrucción, interpretar los problemas causados al Recurso Agua, sirviendo como un instrumento educativo más, para la concientización y cuidado del elemento de mayor proporción que constituye el cuerpo humano y el Planeta Tierra, sin el cual la vida es imposible.

Es importante destacar que este estudio debería relacionarse con estudios de la biota del ecosistema Río Salí, para ver si estas variaciones entre sitios ejercen algún impacto en la biodiversidad y riqueza.

Reflexión

Es necesario valorar los conceptos emitidos por el jefe Seattle, perteneciente a la tribu Suwamish en 1855, ante una oferta del presidente de Estados Unidos, Franklin Pierce, con la promesa de dinero y convertir una gran extensión de territorio de este pueblo en reserva. Actualmente el territorio es el estado de Washington...

“Esta agua brillante que se escurre por los riachuelos y corre por los ríos no es apenas agua, sino la sangre de nuestros antepasados. Si les vendemos la tierra, ustedes deberán recordar que ella es sagrada y deberán enseñar a sus niños que cada reflejo sobre las aguas limpias de los lagos habla de acontecimientos y recuerdos de la vida de mi pueblo. El murmullo de los ríos es la voz de mis antepasados. Los ríos son nuestros hermanos, sacian nuestra sed. Los ríos cargan nuestras canoas y alimentan a nuestros niños. Si les vendemos la tierra, ustedes deben recordar y enseñar a sus hijos que los ríos son nuestros hermanos y los suyos también. Por lo tanto, ustedes deberán dar a los ríos la bondad que le dedicarían a cualquier hermano.

Ustedes deben enseñar a sus niños que el suelo bajo sus pies es ceniza de sus abuelos. Para que respeten la tierra digan a sus hijos que ella fue enriquecida con las vidas de nuestro pueblo. Enseñen a sus niños lo que enseñamos a los nuestros, que la tierra es nuestra madre.

Todo lo que ocurra a la tierra, les ocurrirá a los hijos de la tierra. Si los hombres escupen en el suelo, están escupiendo en sí mismos. Esto es lo que sabemos: la tierra no pertenece al hombre; es el hombre el que pertenece a la tierra.

Esto es lo que sabemos: todas las cosas están relacionadas como la sangre que une una familia. Hay una unión en todo. Lo que ocurra con la tierra recaerá sobre los hijos de la tierra. El hombre no tejó el tejido de la vida; él es simplemente uno de sus hilos. Todo lo que hiciere al tejido, lo hará a sí mismo.

La tierra es preciosa y despreciarla es despreciar a su Creador. Los blancos también pasarán; tal vez más rápido que todas las otras tribus.

Contaminen sus camas y una noche serán sofocados por sus propios desechos. Cuando nos despojen de esta tierra, ustedes brillarán intensamente iluminados por la fuerza del Dios que los trajo a estas tierras y por alguna razón especial les dio el dominio sobre la tierra y sobre el hombre piel roja.

Este destino es un misterio para nosotros, pues no comprendemos el que los búfalos sean exterminados, los caballos bravíos sean domados, los rincones secretos del bosque denso sean impregnados del olor de muchos hombres y la visión de las montañas obstruida por hilos de hablar.

¿Qué ha sucedido con el bosque espeso? Desapareció

¿Qué ha sucedido con el águila? Desapareció

La vida ha terminado. Ahora empieza la supervivencia.

Este discurso del primer ecologista emitido en su lengua originaria, fue escrito y publicado en periódicos por Henry Smith, testigo del hecho. Aunque hay algunas dudas de la verosimilitud del texto, es considerado el primer manifiesto ecológico en defensa del medio ambiente y la naturaleza, y con una antigüedad de más de un siglo y medio, nos permite reflexionar qué estamos haciendo de los recursos.

Desde la Cumbre de Río en 1992, quedó claramente expuesto que sociedad y gobiernos tienen que luchar por el consumo racional de los recursos, a través de medidas de extracción que tengan presente las tasas de regeneración y recuperación. Pasaron los años y las Reuniones Cumbres y aún estamos diciendo *“si fuera posible que todos los seres humanos tengan el nivel de consumo de los países desarrollados, se necesitarían varios planetas para atender la demanda global”*

Con respecto al recurso agua, si no respetamos zonas de recarga de acuíferos, calidad y consumo sustentable, la búsqueda de agua en otros planetas seguirá siendo un objetivo imperioso para el hombre, “cuidar el agua, es cuidar la vida”.

Síntesis de Tesis Doctoral *“Calidad del Agua del Río Salí, Tucumán. Argentina”*.

Defensa: Universidad de Burgos, España, febrero 2016

María del Carmen González Gutiérrez

Doctora Universidad de Burgos (España). Magister Universidad Iberoamericana Santa María Rábida (España). Especialista Ordenamiento del Territorio. UNT-UPV. Docente: FAZ-UNT y UNSTA. Maestría Ingeniería Ambiental UTN. UTN. Maestría Interdisciplinaria en Gestión Ambiental. FCN-UNT.

EL VALOR DE LOS MONITOREOS CONTINUOS EN CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES: EL CASO DEL RÍO DULCE

Schilman, B., Barros, M., De Simone, S., Arias, M.E., Juárez, A., O' Mill, P.,
Quaini, K, Roqué, M.

1. Introducción

El comportamiento de los caudales de los cursos de aguas superficiales y de las sustancias que transportan (inorgánicas y orgánicas) son variables en el espacio y en el tiempo. Existe una variación natural y otras que está sujeta a la influencia antrópica. La variación natural, está ligada al régimen de precipitaciones y a la naturaleza de los suelos, tanto por donde atraviesa el río, como por el aporte de ríos menores. La magnitud de esta variación depende de la estación que se considere, manifestándose con mayor intensidad en primavera-verano (en el caso de lluvias en el verano) y una menor (en el caso otoño-invierno). Tratándose de ríos que reciben la influencia de núcleos urbanos e industriales, se debe considerar un aporte extra de sustancias que, de alguna forma, impactan en el momento o después de un tiempo, en la calidad físico-química y microbiológica de un río.

De manera que, la investigación sistemática del comportamiento espacio-temporal de un río, la identificación de valores atípicos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, sus posibles factores causantes y otros parámetros de interés, son esenciales para establecer, con el tiempo, Rangos de Referencia que, sin duda, podrán servir de base (o comparación) para estudios futuros. Cabe destacar que estudios de este tipo, no existen en la región del Noroeste Argentino, salvo los que se refieren a mediciones de caudales. El caso que se presenta, incluye los primeros resultados de un monitoreo continuo, de ocho parámetros físico-químicos, entre 2011 y 2017 para el Río Dulce, desde sus nacientes, a la salida del Embalse de Termas de Río Hondo (ERH), Santiago del Estero, hasta el último sitio monitoreable del río (límite Santiago-Córdoba), antes de su desembocadura en los bañados de la Laguna Mar Chiquita (Córdoba).

El informe completo fue elevado el 4 de diciembre de 2017 a las autoridades del Comité de la Cuenca del Río Salí-Dulce (Sub GRH, 2017). El mismo, fue elaborado por el Subgrupo de Registros Históricos (Sub GRH) del mencionado Comité, integrado por representantes de las Provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba y de la Nación, con el título

“Definición de Rangos de Referencia Históricos de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Salí-Dulce. Parte I: Río Dulce”.

Las mediciones de campo fueron efectuadas por el Grupo de Gestión en Tiempo Real (GGTR), entre 2011 y 2017. En base a los muestreos y mediciones en campo realizados, dicho trabajo brinda, por primera vez, para el Río Dulce, Rangos de Referencia Históricos que servirán en el futuro inmediato como comparación para futuros datos del río.

2. Sitios y frecuencia de muestreo

El Río Dulce se encuentra dentro de la Cuenca del Río Salí-Dulce (Fig. 1) y, en su recorrido, atraviesa toda la Provincia de Santiago del Estero, desde el cuenco disipador del ERH, hasta su desembocadura en los bañados de la Laguna de Mar Chiquita, en la Provincia de Córdoba. A unos 80 Km del cuenco disipador, el Río Dulce es embalsado, principalmente, para distribuir sus aguas para riego a una vasta superficie de Santiago del Estero. En su trayecto, recorre suelos de diversos tipos que van definiendo la naturaleza de las aguas. El Río Dulce no recibe tributarios, tampoco pasa por industrias ni zonas muy pobladas que puedan modificar, significativamente, la composición natural de sus aguas.



Fig. 1. Ubicación geográfica de la Cuenca del Río Salí-Dulce.

Durante el período junio 2011-junio 2017, se monitorearon ocho sitios preestablecidos del Río Dulce (Tabla 1 y Fig.2), con un total de 32 campañas, que se realizaron según el cronograma anual, que se detalla en la Tabla 2.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sitios permanentes donde el Grupo de Gestión en Tiempo Real monitorea la calidad de las aguas del Río Dulce.

Sitio	Latitud	Longitud
Río Dulce X Paso de la Cima	-29° 47' 41.752"	-62° 48' 21.852"
Río Dulce IX Paso de los Oskars	-29° 14' 33"	-63° 7' 37.999"
Río Dulce VIII Los Talaros	-28° 51' 21.598"	-63° 28' 10.090"
Río Dulce VII Loreto	-28° 19' 42.539"	-64° 0' 26.468"
Río Dulce V Caña Tacuara	-27° 52' 57.601"	-64° 9' 42.998"
Río Dulce III Los Quiroga	-27° 35' 40.298"	-64° 24' 0.4"
Río Dulce II Tarmas	-27° 24' 46.201"	-64° 50' 31.672"
Río Dulce I Piletas Cuerno Ocupador	-27° 8' 17.501"	-64° 58' 20.398"

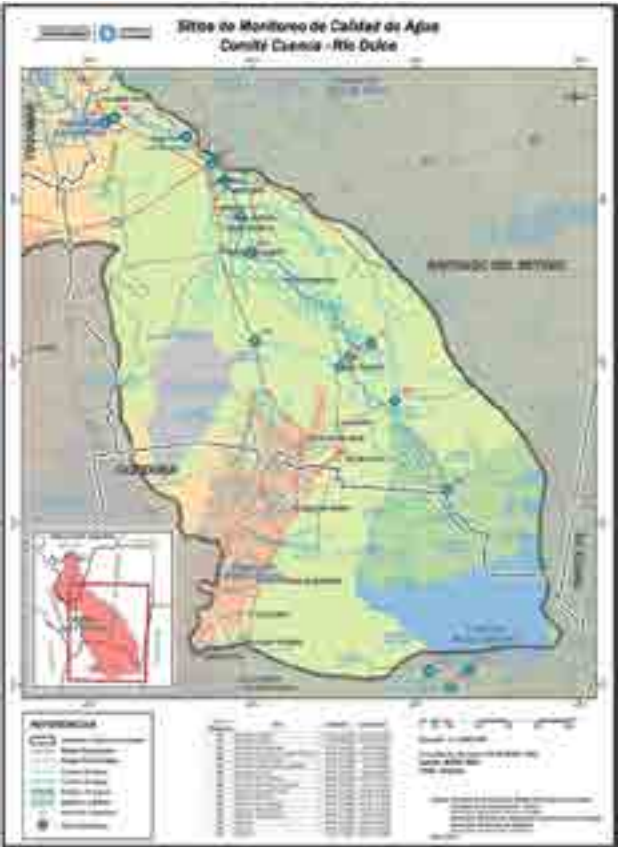


Fig. 2. Ubicación de los ocho sitios de monitoreo del GGTR a lo largo del Río Dulce y Laguna de Mar Chiquita.

Tabla 2. Cronograma de las campañas de monitoreo de calidad de las aguas del Río Dulce.

Meses	Año						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ene							
feb			X		X		X
mar						X	
abr			X	X	X	X	X
may							
jun	X	X	X	X	X	X	X
jul	X				X		
ago	X				X		
sept	X	X	X	X	X	X	
oct	X						
nov	X	X	X	X		X	
dic							
total campañas	6	3	5	4	6	5	3

3. Determinación de parámetros de calidad de agua

En cada sitio, se llevaron a cabo mediciones en campo de ocho parámetros físico-químicos con sondas portátiles (multiparamétrica-HANNA HI9828 y turbidímetro-HANNA HI98713 y con sonda HORIBA 5052, minimizando así posibles variaciones de instrumental): temperaturas del aire (Taire) y del agua (Tagua), potencial Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), oxígeno disuelto (OD), turbidez (TU) y salinidad (S). Las mediciones se efectuaron en superficie, siguiendo los “Standard Methods” (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater)(APHA, 2017).

Los resultados de dichas mediciones fueron cargados en la base de datos digital del Sistema Integral de Gestión Medio Ambiental Tucumán (SIGMAT) de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (SEMA), Tucumán. Con el SIGMAT, se elaboraron gráficos lineales y estadísticos de la variabilidad temporal y espacial de cada parámetro de calidad del agua en el período estudiado. A partir de ellos, se definieron los rangos históricos que mejor representaron la calidad de los principales cuerpos de agua de la cuenca (ríos, arroyos, canales de desagüe pluvial y embalses).

4. Análisis estadístico

A fin de determinar si existían diferencias significativas de parámetros de calidad de agua entre los sitios del Río Dulce, se realizó un análisis de varianza de una vía, usando el paquete estadístico Infostat. Dado que los valores de pH, OD, CE, TU, S, SDT no mostraron una distribución normal, se aplicó el ANOVA no paramétrico (Kruskal-Wallis) y, posteriormente, se realizó una comparación de a pares. Para la definición de los Rangos de Referencia de los parámetros de calidad de agua del Río Dulce, se consideró los valores contenidos entre el cuartil superior e inferior, y los mínimos y máximos absolutos registrados, utilizando el programa SIGMAT.

5. Resultados

Dada la cantidad de datos que se generaron, resultó difícil incluir todos ellos en este informe. De manera que, se ha optado por expresar gráficamente parámetros que se consideraron emergentes de la situación del río, como oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales y salinidad. La idea central de esta opción es presentar una metodología que pueda repetirse en otros ríos y demostrar la potencialidad de la misma para explicar su dinámica y cómo es posible generar parámetros de referencia que puedan ser comparativos para análisis futuros. Los demás parámetros medidos se comentan en cada caso.

5.1.- Análisis de la Concentración de Oxígeno Disuelto en las aguas del Río Dulce. Variación estacional y espacial

Entre junio de 2011 y junio de 2017, la concentración media de OD en las aguas del Río Dulce, desde el cuenco dissipador del Embalse de Río Hondo hasta el Paso de la Cina, varió entre ~6,0 mg/L y ~8,0 mg/L (Tabla 3 y Fig. 3), indicando buenas condiciones de oxigenación durante todo el año para el desarrollo del ecosistema acuático. Valores inferiores a los 2 mg/L se midieron, únicamente, en el cuenco dissipador del ERH y aguas abajo a la ciudad de Termas de Río Hondo, durante noviembre de 2011 y febrero de 2013 (Figs. 4 y 5). Esos valores relativamente bajos de OD en las aguas del cuenco podrían estar relacionados a la formación de un microambiente en las zonas laterales de dicho cuenco, producto de la acumulación de sedimentos anóxicos y metanogénesis, que resultaron en una disminución de la concentración del oxígeno disuelto de las aguas. A partir de entonces, la concentración de OD se mantuvo durante todo el año en ≥ 4.0 mg/L (Fig. 4). Los valores de OD medidos en los diferentes sitios no presentan diferencias importantes (Tabla 3).

Tabla 3. Datos estadísticos de la concentración de oxígeno disuelto en los ocho sitios permanentes de monitoreo del GGTR en el Río Dulce. CI: cuartil inferior, CS: cuartil superior, N: número de muestras consideradas en el cálculo.

OXIGENO DISUELTO (mg/L)						
01-06-2011 al 30-06-2017						
Sitios de Monitoreo	N	Mín. registrado	RANGOS DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
Río Dulce I Pilónas Cuenco Dissipador	34	0,9	4,5	7,2	10,7	6,0
Río Dulce II Termas	31	1,7	5,5	7,8	11,0	6,8
Río Dulce III Los Quiroga	30	5,0	7,2	8,7	11,8	8,0
Río Dulce V Caña Tacuara	32	3,1	6,6	8,2	10,1	7,4
Río Dulce VII La ruta	33	3,1	7,6	8,9	10,2	7,9
Río Dulce VIII Los Tabares	28	5,0	6,5	8,9	13,8	8,0
Río Dulce IX Paso de los Ocaros	31	4,5	6,5	8,8	10,2	7,6
Río Dulce X Paso de la Cina	31	3,0	5,3	8,8	11,0	7,4
Cant. Total de Muestras - N _t	249					

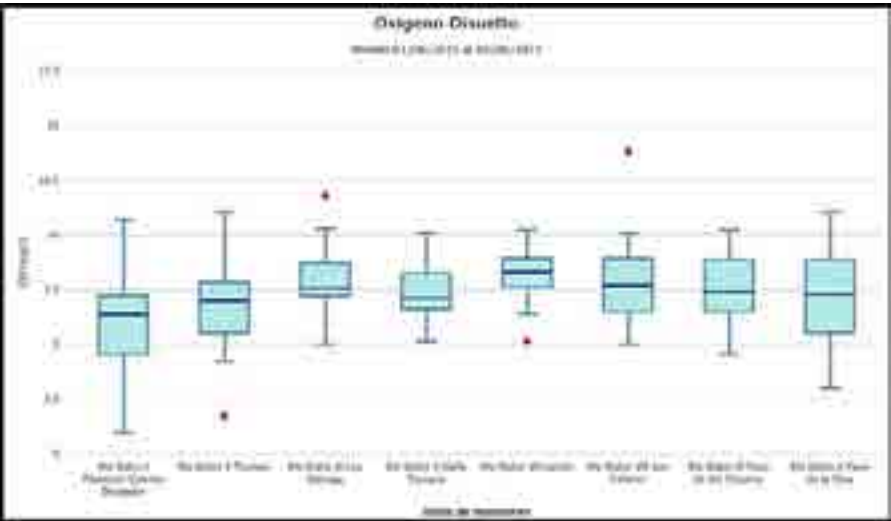


Fig. 3. Variación estadística de la concentración de Oxígeno Disuelto (OD) de las aguas del Río Dulce medida en los 8 sitios de monitoreo del GGTR durante el período 2011-2017.

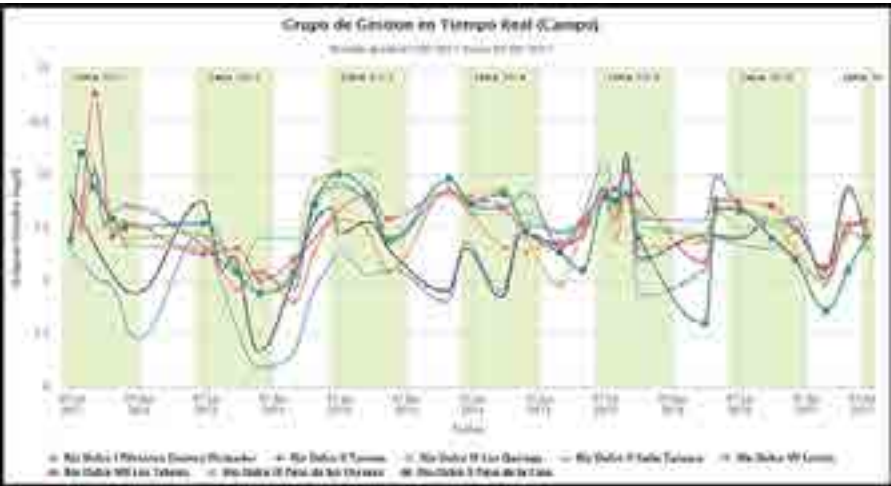


Fig. 4. Variabilidad tempo-espacial de la concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en los 8 sitios de monitoreo en el Río Dulce entre jun 2011 y jun 2017.

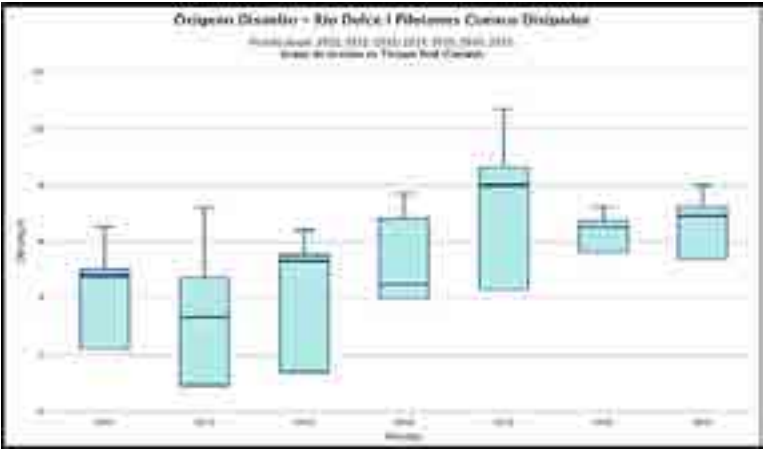


Fig. 5. Variación estadística de la concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en el Cuenco dissipador del ERH entre 2011 y 2017.

5.2.-Análisis de la Conductividad Eléctrica en las aguas del Río Dulce

5.2.1.- Variación estacional

Entre junio de 2011 y junio 2017, ocurrieron cambios cíclicos en la conductividad eléctrica en los aguas del Río Dulce. Incrementos en los valores de CE coincidieron con la estación húmeda del año (noviembre-marzo), mientras que, valores bajos de CE se midieron en la estación seca(junio-septiembre) (Fig. 6)

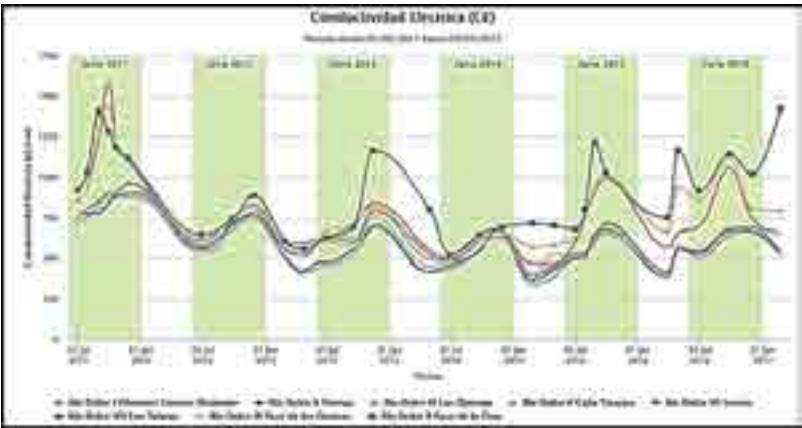


Fig. 6. Variación estacional de la CE del Río Dulce. Nota: no se incluyó el valor atípico de 3650 $\mu S/cm$ medido en Paso de la Cina en abril de 2017 para mostrar, claramente, la tendencia entre la estación húmeda y seca de cada año. Sombreado: zafra sucro-alcoholera en Tucumán (1/6-31/12) se indica como referencia, ya que, coincide con la estación seca de la región.

Esta área de Argentina se encuentra bajo un régimen climático tipo monzónico (Vera et al., 2006), típico clima semiárido caracterizado por veranos cálidos y húmedos, con intensas precipitaciones y temperaturas extremas altas entre noviembre y marzo. El invierno, de julio a septiembre, se caracteriza por ser seco y templado a frío. La precipitación media anual en la región es de unos 550 mm/año y la temperatura media anual de 20°C (Zanor et al., 2013).

Marcados incrementos en los valores de conductividad eléctrica de las aguas coincidieron con los años relativamente húmedos (2011-2012 y 2014-2017), descendiendo durante la extrema sequía que azotó la región durante el año 2013. Esta variabilidad interanual se observó claramente en la zona donde el Río Dulce atraviesa el Paso de la Cina; la CE de las aguas y el caudal mostraron un patrón similar (Figs. 7A y 7B). La misma tendencia (>humedad>salinidad>CE) se observó entre los años húmedos y secos que tuvieron lugar en el período de estudio.

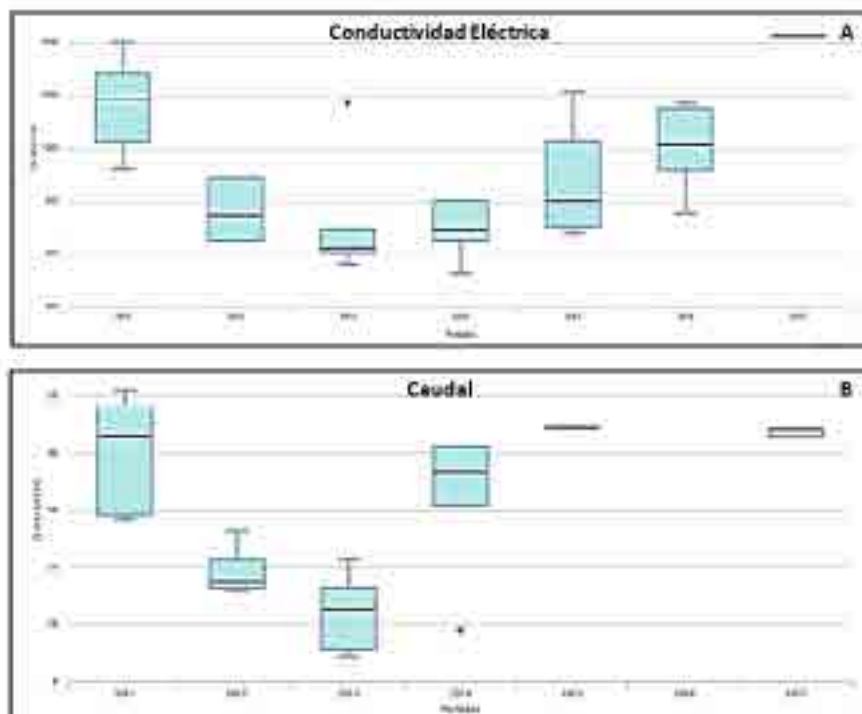


Fig.7. Variación estadística de la CE (A) y del caudal-Q (B) en Paso de la Cina - Río Dulce. Nota: cabe aclarar que no se incluyó el valor atípico de 3650 $\mu\text{S/cm}$ para mostrar claramente la tendencia entre años húmedos y secos.

El análisis estadístico de los ocho sitios indica que los valores medios oscilan entre 570 $\mu\text{S/cm}$ y ~1000 $\mu\text{S/cm}$ (Tabla 4).

Tabla 4. Datos estadísticos de CE en los ocho sitios permanentes de monitoreo en el Río Dulce. CI: cuartil inferior, CS: cuartil superior, N: número de muestras consideradas en el cálculo.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 01/05/2011 al 30/05/2017						
Sitios de monitoreo	N	Mín. registrado	RANGOS DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
Río Dulce I Piletones Curroco Disipador	36	322	455	687	875	567
Río Dulce II Termas	35	363	479	691	901	596
Río Dulce III Los Quiroga	31	378	530	695	957	625
Río Dulce V Caña Tecoara	32	380	540	756	970	640
Río Dulce VI Loreto	32	400	562	722	967	637
Río Dulce VII Los Telares	29	466	612	814	1583	780
Río Dulce IX Paso de los Ozueros	32	510	633	839	1426	855
Río Dulce X Paso de la Cina	32	523	693	1167	3642	994
Cant. Total de muestras = N:	259					

5.2.2.- Variación espacial

El análisis de varianza de los valores de CE medidos en los ocho sitios del Río Dulce, entre 2011 y 2017, permitió diferenciar dos tramos, uno Superior y otro Inferior (Fig. 8), que se distinguieron por los valores significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) de la CE de sus aguas (Tabla 4).



Fig. 8. Mapa indicando los dos tramos del Río Dulce que difieren por la (CE) de sus aguas: Superior, al Norte, desde el cuenco disipador del ERH hasta Loreto e Inferior, desde los Telares hasta Paso de la Cina.

El tramo *Superior* presentó valores bajos y homogéneos de CE, mientras que el tramo *Inferior*, presentó valores más altos, los cuales tendieron a incrementarse con el escurrimiento del río, alcanzando valores cercanos a los 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de CE media en el Paso de la Cina (Fig. 9). En base a estas diferencias, los valores de referencia de CE para el Río Dulce, se calcularon para ambos tramos por separado. En el tramo *Superior*, la composición de las aguas del Río Dulce está condicionada por las aguas del Embalse de Río Hondo (baja CE relativa) y no presenta modificaciones significativas, trayecto abajo, hasta el área de Loreto, ya que, la composición de los suelos por los que escurre es relativamente similar. En el tramo *Inferior*, desde Los Telares, en cambio, la CE de las aguas es más alta que en el tramo *Superior* (Tabla 4 y Fig. 9), ya que, campos salados son característicos del extenso territorio deprimido que se extiende desde el Sur de Santiago del Estero hasta el Norte de Córdoba.

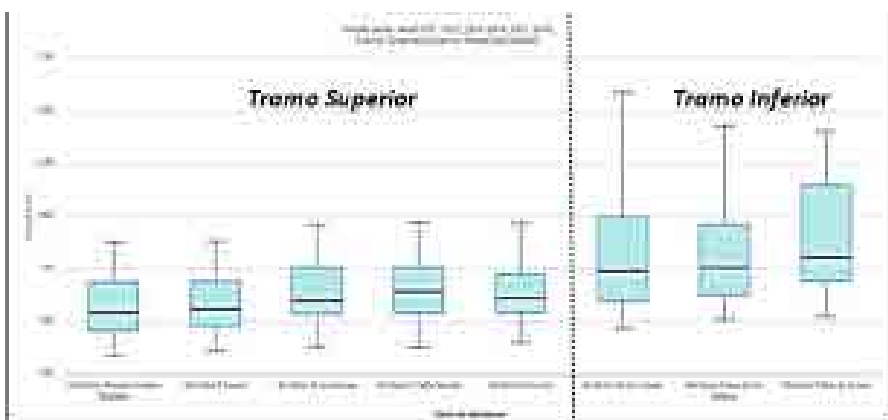


Fig. 9. Variación estadística de la CE de las aguas del Río Dulce en los ocho sitios de monitoreo. Nota: cabe aclarar que no se incluyó el valor atípico de 3650 $\mu\text{S}/\text{cm}$, medido en abril 2017 en el Paso de la Cina para mostrar la diferencia en CE entre los tramos Superior e Inferior.

Los altos valores de CE del río en el tramo Inferior podrían explicarse por la permanencia de los sistemas de bañados en esa zona salina y la ampliación del área inundada de la Laguna Mar Chiquita a partir del 2014 (Fig. 10).



Fig. 10. Evolución del área de bañados del Río Dulce desde 2013 al 2016 (Imágenes satelitales de Google Earth).

La variación temporal de la cota de la Laguna Mar Chiquita también indica esta tendencia en el período estudiado (Fig. 11).



Fig. 11. Variación temporal del nivel de la Laguna Mar Chiquita. Recuadro sombreado: período analizado por el SubGRH. Flechas indican tendencias del nivel de la laguna (modificado a partir de datos de la Secretaría de Recursos Hídricos de Córdoba).

En el tramo Inferior, especialmente en los Telares y Paso de la Cina, se registraron valores anómalamente altos de CE. Así en junio de 2011 se midió una CE=1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Pasos de la Cina y Oscars), mientras que, en septiembre de ese mismo año, se registró una CE~1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los Telares y, en abril de 2017, la misma se incrementó a valores que

alcanzaron los 3650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Paso de la Cina) (Figs. 12A y 12B). Estos valores atípicos, podrían estar relacionados a los períodos excepcionalmente lluviosos que tuvieron lugar en la región NOA, provocando el aumento del caudal de ríos que el resto del año permanecieron secos, como el Río Saladillo, descargando sus aguas colmadas de sales de las Salinas de Ambargasta en el Río Dulce (Fig. 13).

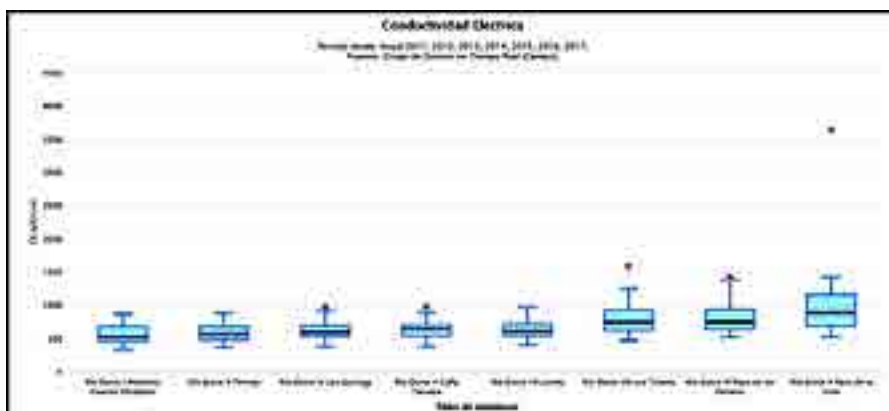


Fig.12A. Variación estadística de la CE de las aguas del Río Dulce en los ocho sitios de monitoreo desde Jun 2011 hasta Jun 2017.



Fig. 12B. Variabilidad interanual de la CE de las aguas del río en los Telares (línea azul), Paso de los Oskares (línea negra) y Paso de la Cina (línea verde). Valores atípicos se indican con flechas. Sombreado: períodos de zafra sucro-alcoholera en Tucumán se indican como referencia, ya que, coincide con la estación seca de la región.



Fig. 13. Esquema geológico de las Sierras del Norte de Córdoba, Santiago del Estero y Este de Catamarca, indicando las Salinas de Ambargasta y el recorrido del Río Saladillo a través de ellas.



Fig. 14. Variación temporal de CE, STD y S en el agua del Río Dulce - Los Telares, mostrando sus patrones similares.

5.3.- Análisis de los Sólidos Totales Disueltos y Salinidad en las aguas del Río Dulce

Teniendo en cuenta que los valores de sólidos totales disueltos y salinidad registrados en campo mediante sondas multiparamétricas se calculan multiplicando los valores de conductividad eléctrica por factores de conversión internos del equipo, los patrones de variación observados en estos tres parámetros (CE, STD y S) son similares para el período analizado, como se refleja en el sitio Los Telares (Fig.14)

En las Tablas 5A y 5B se detallan los valores estadísticos calculados para la concentración de sólidos totales disueltos y la salinidad del agua del Río Dulce.

Tabla 5A. Datos estadísticos de la concentración de Sólidos Totales Disueltos en los ocho sitios de monitoreo del GGTR en el Río Dulce. CI: cuartil inferior, CS: cuartil superior, N: número de muestras.

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L)						
01/06/2011 al 30/06/2017						
Sitios de monitoreo	N	Min. registrado	RANGOS DE REFERENCIA		Max. registrado	Media
			CI	CS		
Río Dulce I Piletones Cuenco Disipador	38	161	228	343	612	311
Río Dulce II Termas	35	182	239	347	628	326
Río Dulce III Los Quiroga	31	189	264	347	670	340
Río Dulce V Caña Tacuara	32	190	270	382	679	352
Río Dulce VI Loreto	32	200	285	381	676	345
Río Dulce VII Los Telares	29	233	307	457	1112	432
Río Dulce IX Paso de los Oscuros	32	255	313	506	999	450
Río Dulce X Paso de la Cina	32	262	346	644	1823	539
Cant. Total de muestras = N	259					

Tabla 5B. Datos estadísticos de la Salinidad en los ocho sitios permanentes de monitoreo del GGTR en el Río Dulce. CI: cuartil inferior, CS: cuartil superior, N: número de muestras en el cálculo.

SALINIDAD (PSU)						
01/06/2011 al 30/06/2017						
Sitios de monitoreo	N	Min. registrado	RANGOS DE REFERENCIA		Max. registrado	Media
			CI	CS		
Río Dulce I Piletones Cuenco Disipador	38	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3
Río Dulce II Termas	35	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3
Río Dulce III Los Quiroga	30	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3
Río Dulce V Caña Tacuara	32	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3
Río Dulce VI Loreto	32	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3
Río Dulce VII Los Telares	29	0,3	0,3	0,5	0,9	0,4
Río Dulce IX Paso de los Oscuros	32	0,3	0,3	0,5	0,8	0,4
Río Dulce X Paso de la Cina	32	0,3	0,4	0,6	1,9	0,5
Cant. Total de muestras = N	258					

6.- Otros parámetros analizados

6.1.- Análisis de la Turbiedad en las aguas del Río Dulce. Variación estacional y espacial

La turbiedad del agua del Río Dulce muestra un patrón estacional con valores que aumentan durante los períodos húmedos. Los valores medios de turbiedad oscilaron entre 33NTU y 228 NTU. Las variaciones espaciales de la turbiedad del agua y el análisis estadístico permitieron distinguir también dos tramos, Superior e Inferior, en coincidencia con los definidos para la CE del agua. Así en el tramo Superior (desde el cuenco dissipador del Embalse Río Hondo hasta Loreto), los valores medios de turbiedad son más bajos relativamente (33-54 NTU), mientras que en el tramo Inferior (desde Los Telares hasta Paso de la Cina), los valores medios son más altos (~170-230 NTU). Si bien en el sitio Loreto, las aguas tenían valores de NTU significativamente diferentes al resto, se decidió agruparlo con el tramo Inferior por encontrarse en el mismo orden de magnitud que los valores de CE de este tramo. Los valores elevados de turbiedad registrados en el tramo Inferior podrían estar relacionados con el mayor arrastre de sedimentos en esta zona donde predominan los bañados.

6.2.- Análisis del Potencial Hidrógeno en las aguas del Río Dulce.

Los valores medios de pH de las aguas del Río Dulce variaron en un rango de 8,0 a 8,3. Los valores atípicos medidos no superaron el valor de la media en ± 1 , por lo cual, no se consideró relevante un análisis de ANOVA. Tampoco se observó un patrón estacional definido en el pH.

6.3.- Análisis de la Temperatura en las aguas del Río Dulce

La temperatura del agua del Río Dulce, en los ocho sitios de monitoreo, varió acorde al patrón de variación de las estaciones del año, con un mínimo de 11°C (Paso de La Cina) y un máximo de 36°C (Dique Los Quiroga), durante los 6 años. Las temperaturas del aire y del agua del río muestran un comportamiento similar durante todo el período analizado (06/2011-06/2017), por lo cual, el cálculo de los Rangos de Referencia de estos parámetros se realizó en base a los valores registrados en la totalidad de los sitios.

7.- Rangos de Referencia de Parámetros de Calidad de Agua del Río Dulce

Para la determinación de los Rangos de Referencia, los parámetros de calidad de las aguas del Río Dulce, fueron discriminados en dos grupos, acorde a su desigual comportamiento geográfico:

- a. Para las Temperaturas del aire y del agua, pH y Oxígeno Disuelto, el Río Dulce se consideró como una unidad, desde la salida del ERH, cuenco dissipador-Dulce I hasta Paso de la Cina-Dulce X.
- b. Para la Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Salinidad y Turbidez, se dividió el Río Dulce en dos tramos: Tramo Norte (Superior), desde el cuenco dissipador-Dulce I hasta Loreto-Dulce VII y Tramo Sur (Inferior), desde Los Telares-Dulce VIII hasta el Paso de la Cina-Dulce X.

La discriminación en su tratamiento se debió a sus particulares patrones de comportamiento a lo largo del río y del tiempo, durante todo el período de muestreo (2011-2017). Los

Rangos de Referencia incluyen los valores contenidos entre los cuartiles superior e inferior (rango intercuartílico). Se indican, también, los máximos y mínimos absolutos registrados, considerándose los valores atípicos. Los Rangos de Referencia Históricos para los parámetros analizados son los siguientes:

SECTOR RÍO DULCE	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
OD (mg/l)	250	0,9	6,0	9,0	13,8	7,3
pH	258	6,4	7,7	8,6	9,0	8,1
Temperatura (°C)	258	11	16	26	36	21
TRAMO NORTE- SUPERIOR	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
CE (µS/cm)	166	322	479	722	970	620
STD (mg/l)	166	161	239	361	679	306
S (PSU)	165	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3
TU (NTU)	152	8	10	44	251	32
TRAMO SUR- INFERIOR	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
CE (µS/cm)	93	466	612	1167	3642	863
STD (mg/l)	93	233	307	644	1823	463
S (PSU)	93	0,2	0,3	0,6	1,9	0,4
TU (NTU)	90	26	80	231	1000	150

Bibliografía

APHA, American Public Health Association, 2017. Standard Methods for the Examination of Water Wastewater. 23rd Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington, Estados Unidos de América.

Sub GRH, 2017. Definición de Rangos de Referencia Históricos de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Salí-Dulce. Parte I: Río Dulce. Informe del Subgrupo de Registros Históricos presentado al Comité Interjurisdiccional de la Cuenca Salí-Dulce. 26 p. Santiago del Estero, Argentina.

Vera, C., Baez, J., Douglas, M., Emmanuel, C.B., Marengo, J., Meitin, J., Nicolini, M., Niegues-Paegle, J., Paegle, J., Penalba, O., Salio, P., Saulo, C., Silva Dias, M.A., Zipser, E., 2006. The South American Low-Level Jet Experiment. American Meteorological Society 19: 63-77.

Zanor, G.A., Piovano, E.L., Ariztegui, D., Pasquini, A.I., Chiesa, J.O., 2013. El registro sedimentario Pleistoceno tardío-Holoceno de la Salina de Ambargasta (Argentina central): una aproximación paleolimnológica. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 30: 336-354.

Bettina Liliana. Schilman.

Dirección de Monitoreo y Laboratorio Ambiental – Secretaría de Estado de Medio Ambiente – Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán.

Maximiliano Barros y Andrea Juárez.

Instituto de Investigación y Desarrollo Aplicado de Hidrobiología “Ing. Néstor R. Ledesma” – Ministerio del Agua y Medio Ambiente de la Provincia de Santiago del Estero.

Silvia De Simone.

Secretaría de Política Hídrica e Infraestructura – Ministerio del Interior de la Nación.

María Eugenia Arias.

Defensoría del Pueblo de la Provincia de Santiago del Estero.

Patricia O’Mill y Mariana Roqué.

Instituto Administración Provincial de Recursos Hídricos – Ministerio de Obras Públicas - Gobierno de la Provincia de Córdoba.

Karina Quaini.

Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos – Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

DEFINICIÓN DE RANGOS DE REFERENCIA HISTÓRICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA. CUENCA DEL RÍO SALÍ-DULCE EMBALSE RÍO HONDO

Schilman, B, Barros, M., De Simone, S., Juárez, A., O´Mill, P., Quaini, K., Roqué, M.

1. Introducción

La Cuenca del Río Salí-Dulce es una de las casi 100 cuencas hidrográficas de la Argentina (Fig. 1A) y una de las 14 que cuenta con una Autoridad de Cuenca. La mayoría de las cuencas del país son exorreicas, es decir, que desembocan finalmente en los océanos Atlántico o Pacífico y otras son endorreicas o cerradas, esto es, que desaguan en un cuerpo interior, sin salida al mar. La Cuenca del Río Salí-Dulce (Fig.1B) forma parte de estas últimas: nace en la Provincia de Salta como Río Tala, atraviesa la Provincia de Tucumán con el nombre de

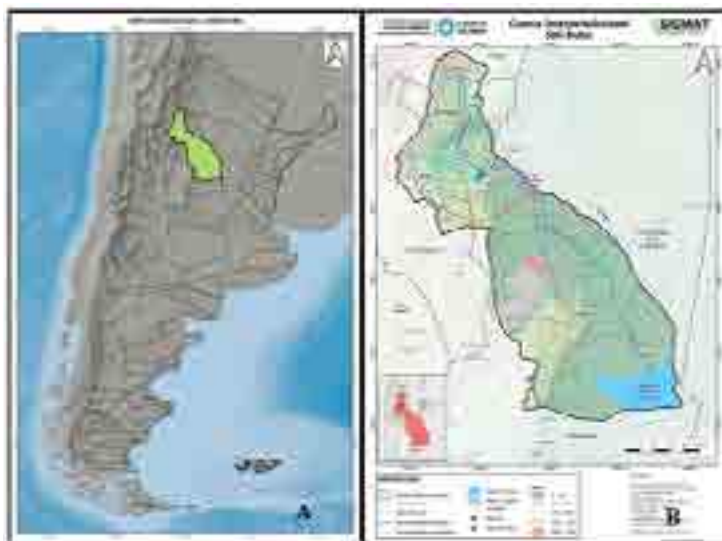


Fig.1A.Cuencas hídricas de la Argentina, destacándose en verde la Cuenca del Río Salí-Dulce (modif. de Fuente: INTA, UNLP, SSRH). B. Hidrología de la Cuenca del Río Salí-Dulce.

Río Salí y desemboca en el Embalse de Río Hondo (ERH), el que es también alimentado por cauces hídricos que nacen en la Provincia de Catamarca (Fig. 1B). Desde su salida del ERH, el Río Salí se convierte en el Río Dulce, nombre con el que recorre toda la Provincia de Santiago del Estero, convirtiéndose, en su tramo inferior, en los Bañados del Río Dulce. Finalmente, sus aguas se vierten en la Laguna de Mar Chiquita al norte de la Provincia de Córdoba (Fig. 1B). La Laguna de Mar Chiquita junto a los bañados, es una de las Reserva de Uso Múltiple. Además, fue declarada Sitio Ramsar. La cuenca abarca ~57.000 Km² y en ella viven 2,5 millones de personas aproximadamente.

1. Generalidades

El Embalse de Río Hondo, fue emplazado artificialmente en el año 1967, en la Cuenca del Río Salí-Dulce, en el límite interprovincial Tucumán-Santiago del Estero (Fig.2).



Fig. 2. Ubicación del Embalse de Río Hondo (ERH) en el Sudeste de la Provincia de Tucumán, límite con la Provincia de Santiago del Estero.

La ubicación geográfica del Embalse de Río Hondo está determinada por el meridiano de 64° 30' O y 27° 35' S. El límite entre las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero atraviesa el espejo de agua (Fig. 2). El embalse tiene de largo 19 Km y de ancho 17 Km. La superficie cubierta por las aguas es de unas 33.000 Ha, cota promedio de 274 msnm y profundidades de 0-29 m y ~5-6 m de promedio (Mariot, 2000, Coronel, 2003). Constituye un sistema de propósitos múltiples: producción de energía hidroeléctrica, atenuación de crecientes, embalse y regulación de caudales naturales del río con destino a riego, turismo, recreación y potabilización para el consumo humano (Mariot, 2000). El embalse es alimentado por aguas provenientes de Tucumán, a través de los Ríos Salí, Chico/Medina y Marapa, Arroyo Mista, del canal de desagüe pluvial Troncal y de sus respectivos afluentes. Sus aguas templadas admiten el desarrollo de una gran riqueza ictícola: dorados, bogas, bagres, tarariras, sábalos, pejerreyes, etc. (López y otros, 2003). Desde su emplazamiento, la calidad de las aguas estuvo influenciada por factores naturales y, en mayor medida antrópicos, que lo convirtieron progresivamente en un lago hipereutrófico (Acosta y otros, 1995, SSRH y otros, 2007). Dentro de los factores naturales, por la ubicación geográfica de Tucumán y, a pesar de ser la provincia con menor superficie de la Argentina (0,8%-22.524 Km²), posee una gran variedad climática y geomorfológica, con un amplio espectro altitudinal, térmico, pluvial e hidrológico, que optimizaron el desarrollo de importantes centros urbanos y de una intensa actividad agroindustrial/ganadera.

Estas características dieron lugar a considerables factores antrópicos que fueron dejando huella en la calidad de los recursos naturales de la provincia, en particular y, de la Cuenca del Río Salí-Dulce, en general. Así, los efluentes de origen industrial, agropecuario y poblacional que se vuelcan a lo largo de los cauces hídricos de Tucumán, llegan finalmente al Embalse de Río Hondo, repercutiendo en su equilibrio acuático. Acorde con su volumen y naturaleza, históricamente, los materiales acarreados por los efluentes provocaban la abrupta disminución en los niveles de oxígeno de las aguas, aumento del ingreso de nutrientes (compuestos fosforados y nitrogenados) en el ERH, dando lugar a proliferaciones algales y, en ocasiones, incluso a mortandad de peces.

Una de las causas naturales que pueden provocar el deterioro de la calidad de las aguas del embalse, estaría relacionada con el importante volumen de sedimentos inorgánicos y orgánicos que, anualmente descargan en el embalse, los ríos (Río Chico, Arroyo Matzambi y Río Marapa) que nacen en las montañas del Oeste de Tucumán y Este y Sur de Catamarca. La remoción y acarreo de dicho material son consecuencia de las copiosas precipitaciones estivales en las altas montañas. Al entrar en el ERH, causan un pronunciado aumento de turbidez en la columna de agua, impidiendo la penetración solar y, por ende, alterando los procesos metabólicos propios de su vegetación (fotosíntesis), a la vez que disminuyen el oxígeno disuelto en sus aguas por la descomposición del material orgánico de los sedimentos.

1. Progresividad en la calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo

El resguardo de la calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo, así como de los demás cuerpos de agua de la Cuenca del Río Salí-Dulce fue una de las misio-

nes primordiales de las provincias que la integran, así como de las autoridades ambientales de la Nación. Ya desde el año 2001, comenzaron a implementarse los Programas Nacionales de Producción más Limpia (2001-2003) y de Reconversión Industrial (2006-2018), con el principal objetivo de transformar, bajo la premisa de progresividad, la actividad industrial en sustentable para el medio ambiente. Importantes inversiones se hicieron en el ámbito privado empresarial de las industrias emplazadas en la Provincia de Tucumán para cumplir las metas acordadas en dichos programas.

Determinante al respecto, fue la firma del Acta Acuerdo entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Provincia de Tucumán, la Provincia de Santiago del Estero, y la Defensoría del Pueblo de Santiago del Estero en diciembre de 2011, cuya premisa fue trabajar, coordinadamente, en la reducción de la contaminación en la Cuenca del Río Salí-Dulce. Su principal antecedente fue el Acuerdo para la prevención de la contaminación de origen industrial en el Embalse de Río Hondo de noviembre de 2011, suscrito entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de Tucumán y los titulares de diez ingenios locales (Concepción, San Juan, Florida, Bella Vista, Leales, Famaillá (ex Fronterita), Santa Rosa, Santa Bárbara, Corona y Marapa), que fijó los alcances de las medidas de prevención de la contaminación de origen industrial en el ERH. Con este acuerdo (aprobado por la Res. 518/SEMA/27-12-2011 y convertido en la Ley 8470 de la Prov. de Tucumán, 02-01-2012), quedó establecido el “Plan Vinaza Cero–Ceniza Cero a Cursos de Agua, a partir de la Zafra 2012 y Vuelco Cero del Agua Proveniente del Lavado de Caña, desde el año 2013”.

Desde entonces, y para asegurar su cumplimiento, las autoridades ambientales de Tucumán y Santiago del Estero, implementaron un programa de seguimiento y controles exhaustivos para monitorear la calidad y el destino de los vertidos de efluentes industriales, sólidos y/o líquidos, durante las posteriores zafas sucro-alcoholeras.

El Grupo de Gestión en Tiempo Real (GGTR), integrado por profesionales y técnicos de las Provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba y de Nación, designado por el Comité Interjurisdiccional de la Cuenca Salí-Dulce (CICSD) en el año 2009, para efectuar el monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca, también amplió su red de monitoreo (sobre el Río Dulce) a partir del Acuerdo firmado en 2011. En el presente informe, el Subgrupo de Registros Históricos (SubGRH) del CICSD, presenta los Rangos de Referencia de calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo, a los que arribó del análisis de la variabilidad de parámetros físico-químicos recabados por el GGTR durante el período 2009-2018. Además, identificó patrones de variación espacio-temporal, estableció valores atípicos e interpretó sus causas probables (de origen natural o antrópico).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sitios y frecuencia de muestreo

Durante el período enero 2009-noviembre 2018, se realizó el monitoreo de siete sitios, preestablecidos dentro del Embalse de Río Hondo (Tabla 1 y Fig. 3).

Sitios de Monitoreo	Latitud	Longitud
Toro Mocho ERH	-27° 31' 32.2"	-64° 56' 03"
Murallón ERH	-27° 31' 33"	-64° 53' 13"
Centro ERH	-27° 23' 0"	-64° 58' 23"
Des. Canal Troncal ERH	-27° 27' 40.4"	-64° 59' 59"
Des. Río Salí ERH	-27° 29' 31"	-64° 59' 23"
Des. Río Medina ERH	-27° 32' 45.3"	-65° 00' 42.5"
Des. Río Marapa ERH	-27° 33' 48"	-65° 00' 49"

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sitios donde se monitorea la calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo. ERH: Embalse de Río Hondo.

Durante 10 años, se realizaron 71 campañas de navegación por el embalse y se monitorearon 524 veces en total los siete sitios, según el cronograma anual que se detalla en la Tabla 2. Los sitios fueron monitoreados entre 67 y 91 veces y, por año, se entró entre 6 y 14 veces (al menos, a monitorear un sitio, ej. Murallón ERH).



Fig. 3. Mapa del área, indicando los siete sitios de monitoreo permanentes del GGTR.

Tabla.2. Cronograma del total de campañas de monitoreo de calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo y discriminadas por sitio y por año, desde enero 2009 hasta noviembre 2018.

Cantidad de Muestras por Año/Sitio - Desde mes 01 a 12 entre 2009 a 2018									
Año/Sitio	Des. Río Mariano ERH	Des. Río Medio ERH	Des. Río Salí ERH	Des. Canal Trenel ERH	Centro ERH	Yitandén ERH	Coro Mocho ERH	Total/ Año	
2009	3	4	5	5	9	8	8	34	
2010	10	5	5	5	10	8	8	51	
2011	7	5	5	7	7	8	8	48	
2012	7	5	5	7	9	8	8	50	
2013	7	5	7	7	9	8	8	49	
2014	7	5	4	4	4	9	4	34	
2015	7	4	5	5	8	8	4	35	
2016	10	10	10	10	11	12	10	73	
2017	9	9	14	10	11	12	8	73	
2018	9	9	11	9	11	12	8	71	
Total/ Año	94	61	76	71	81	81	60	524	

2.2. Determinación de parámetros de calidad de agua

Se llevaron a cabo mediciones en campo de ocho parámetros físico-químicos con termómetros de alcohol y digitales y diversas sondas portátiles (multiparamétricas marcas HANNA HI9828 y HORIBA U-52G y turbidímetros marcas Velp 439162/438579 y Milwaukee Mi415), minimizando así posibles variaciones de instrumental: Temperaturas del Aire (Taire) y del Agua (Tagua), potencial Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Turbiedad (TU), Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Salinidad (S). Los últimos dos parámetros fueron calculados indirectamente desde la medición de la CE del agua, ya que, las sondas multiparamétricas empleadas por el GGTR poseen factores internos constantes, prefijados de fábrica, para dichos cálculos. En campo, además, se recolectaron muestras de agua con envases de vidrio, tipo winkler, para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el Laboratorio de Química de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres de Tucumán. Las mediciones y toma de muestras se efectuaron a una profundidad menor a 1,0 m, acorde a los “Standard Methods” (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 2017), con adaptaciones. Los parámetros físico-químicos mencionados, fueron elegidos por ser certeros indicadores de la calidad de las aguas del ERH que, potencialmente, pueden ser alteradas por efluentes orgánicos, provenientes de las industrias emplazadas aguas arriba.

2.3. Manejo de datos

Siguiendo el protocolo estandarizado de manejo de los datos, los resultados de las mediciones en campo y de laboratorio, fueron incorporados a la base de datos digital del Sistema Integral de Gestión Medio Ambiental Tucumán (SIGMAT®), software desarrollado por la SEMA. Con el SIGMAT®, se elaboraron gráficos lineales y estadísticos de

la variabilidad temporal y espacial de cada parámetro de calidad del agua en el período estudiado. A partir de ellos, se definieron los Rangos Históricos que mejor representaron la calidad de los principales cuerpos de agua de la cuenca (ríos, arroyos, canales de desagüe pluvial y embalses).

2.4. Análisis estadístico

Se aplicó un análisis estadístico de varianza de una vía, usando el paquete estadístico Infostat para determinar si existían diferencias significativas de parámetros de calidad de agua entre los sitios del Embalse de Río Hondo. Para el embalse, además, se llevó a cabo un análisis multivariado (AM) para investigar si existió alguna relación entre las variables medidas y los sitios de muestreo, y entre períodos de zafra e interzafra. El AM posee metodologías exploratorias, que permiten describir tendencias y principales fuentes de variación (análisis de conglomerados o Cluster-AC, análisis de componentes principales-ACP); otras técnicas multivariadas, como el análisis de la varianza multivariada (MANOVA), son confirmatorias y se aplican para ratificar hipótesis referidas a la variabilidad multidimensional de las unidades de estudio y sus causas de variación. Para realizar estas técnicas en el presente estudio, se utilizaron nueve parámetros, de los cuales tres son similares (CE, STD y S), por lo que, se recomendaría, para un estudio más profundo, utilizar mayor cantidad de parámetros. Para la definición de los Rangos Históricos de Referencia de los parámetros de calidad de agua del Embalse de Río Hondo se consideró los valores contenidos entre el cuartil superior e inferior, y los mínimos y máximos absolutos registrados, calculados por el SIGMAT®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dada la cantidad de datos que se generaron durante los años de estudio, resulta difícil mostrarlos en su totalidad en este informe. Por ello, se ha optado mostrar gráficamente parámetros que se consideran emergentes de la situación del río, como Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad y Turbidez. Los demás parámetros medidos se comentan en cada caso. De esta forma, se da cuenta de una metodología que puede repetirse en otros embalses, mostrar la dinámica de los parámetros medidos y generar valores de referencia que puedan ser comparativos para análisis futuros.

3.1. Oxígeno Disuelto

3.1.1. Variación Temporal

Entre 2009 y 2018, la concentración de oxígeno disuelto en el ERH mostró variaciones sustanciales (Fig. .4). Los valores tolerables de OD $\leq 4-5$ mg/L para el destino de las aguas de este embalse (clases 3 y 2, respectivamente, CONAMA N°357/2005), se midieron, generalmente, durante el período de zafra, registrándose episodios, incluso de anoxia, aunque sólo en las áreas próximas a las desembocaduras del Río Salí y del Canal Troncal.

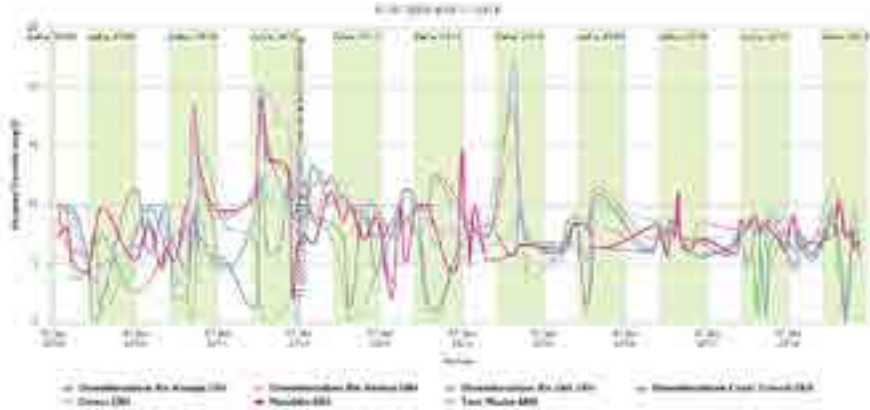
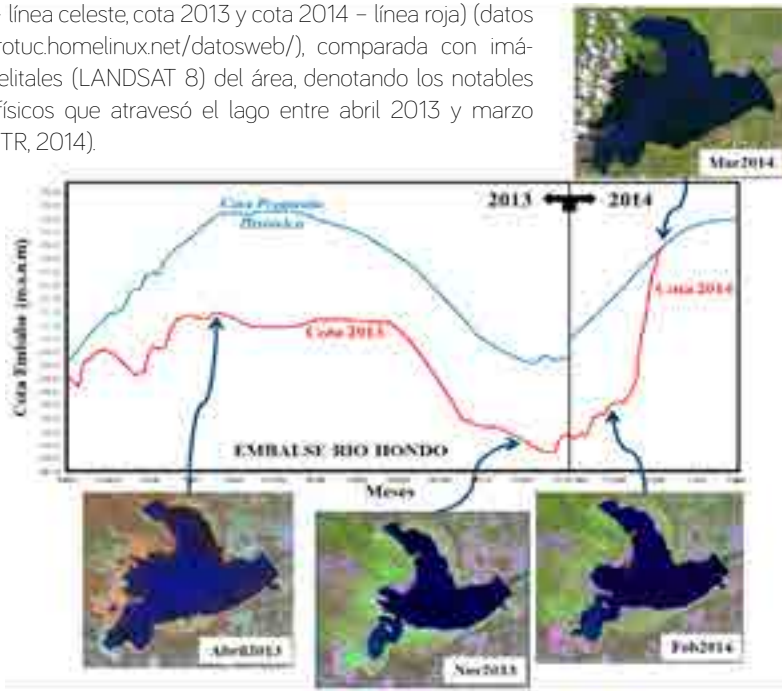


Fig.4. Variación temporal de la concentración de Oxígeno Disuelto de las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo. Nota: Se indican como referencias los períodos de zafra sucro-alcoholera (sombreado) y la fecha de firma (16/12/2011) del Acuerdo Complementario para la Cuenca del Río Salí-Dulce.

Fig. .5. Variabilidad en la cota del Embalse de Río Hondo (cota histórica – línea celeste, cota 2013 y cota 2014 – línea roja) (datos <http://hidrotuc.homelinux.net/datosweb/>), comparada con imágenes satelitales (LANDSAT 8) del área, denotando los notables cambios físicos que atravesó el lago entre abril 2013 y marzo 2014 (GGTR, 2014).



Los valores anómalamente elevados (≥ 10 mg OD/l) medidos, coincidieron con las proliferaciones algales eventuales que se observaron en el embalse; mientras que, los valores bajos hasta nulos (anoxia) de OD, se midieron al morir y descomponerse dichas algas y/o el material orgánico aportado por los efluentes fabriles, en especial, mientras se desarrolla la zafra en Tucumán (mayo-octubre).

En la Fig. 5, se observa que, a partir del año 2015, como ocurre con el pH, el rango de variación de la concentración de OD disminuye (5-10 mg/L), en especial, por la ausencia de valores ≥ 12 mg/L y esporádicos eventos anóxicos, los cuales ocurrieron, únicamente, en las desembocaduras del Río Salí y Canal Troncal, solo durante períodos de zafra (Fig. 4). Se estima que la estabilidad relativa de los últimos 4 años en la concentración de OD en las aguas, sería una consecuencia directa de la firma del Acuerdo Complementario (12/2011). A pesar de haber disminuido, significativamente, el vuelco de material orgánico fabriles a los cauces naturales a partir de dicho acuerdo, el área del ERH atravesó la extrema sequía que azotó la región del Noroeste Argentino en el año 2013 (Fig. 5), provocando la disminución de su superficie desde 30.000 ha a 3.000 ha. Esto conllevó el descenso de su cota, la que pudo recuperarse recién después del año hidrológico de 2014, cuando se normalizaron las precipitaciones en la región. Entonces, las condiciones del embalse se estabilizaron y mejoraron mucho respecto a la situación del período previo.

Los últimos eventos de mortandad de numerosos peces ocurrieron durante los períodos de zafra de los años 2010 y 2011 y coincidieron con niveles de anoxia en el área de la desembocadura del Río Salí y de hipoxia en la del Canal Troncal (Fig. 4). Estos episodios se complejizaron aún más por la alternancia de proliferaciones algales, como se explicó anteriormente. Para el resto de los sitios de monitoreo, desde 2014, se registraron valores de OD superiores a 5 mg/L.

3.1.2. Variación Espacial

El análisis estadístico de los datos de OD en cada uno de los sitios de muestreo, entre 2009–2014 y 2015–2018, demuestra que, en ambos períodos, los valores más bajos de OD, próximos a la anoxia y/o hipoxia, ocurrieron solo en las desembocaduras del Río Salí y del Canal Troncal.

Cabe destacar que, en el primer intervalo (2009-2014), se midieron numerosos valores de OD por debajo de 4-5 mg/L (valor límite para clases 3 y 2, respectivamente, CONAMA N°357/2005), tanto que conformaron el cuartil inferior de los cálculos estadísticos en la desembocadura del Río Salí y en el bigote inferior en la desembocadura del Canal Troncal. En tanto, desde 2015 a 2018, los valores por debajo de 4-5 mg/L fueron esporádicos, por lo que, estadísticamente, se consideran valores anómalos. Por otro lado, es notable la reducción de la amplitud de los rangos de las concentraciones de OD en los distintos sitios de monitoreo durante el segundo período, reflejando la mejora en la calidad de las aguas y la estabilidad relativa en las condiciones del embalse. En las Tablas 3A y 3B, se incluyen los cálculos estadísticos de los dos períodos.

Tabla 3. Datos estadísticos de Oxígeno Disuelto en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo entre A. 01/01/2009–31/12/2014 y B. 01/01/2015–30/11/2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

Tabla 3A. OXÍGENO DISUELTO (mg/L) 01/01/2009 al 31/12/2014						
SITIOS DE MUESTREO	N	Máx. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Mín. registrado	Media
			CI	CS		
Des. Río Marga ERH	36	42	14	30,3	22,2	3,7
Des. Río Medina ERH	36	24	2	11,3	18,2	9,7
Des. Río Salí ERH	37	0	18	3,1	24,8	5,5
Des. Canal Troncal ERH	37	0	14	10,8	12,4	6,5
Centros ERH	44	3,5	1,3	10,2	11,1	5,3
Martín ERH	46	2,6	1,3	10,0	10,9	6,5
Torre Morán ERH	39	3,5	1,3	11,7	10,5	10,0
SUMARIO	275	0	1,6	11,7	22,3	6,4

Tabla 3B. OXÍGENO DISUELTO (mg/L) 01/01/2015 al 30/11/2018						
SITIOS DE MUESTREO	N	Máx. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Mín. registrado	Media
			CI	CS		
Des. Río Marga ERH	33	6,7	1,0	8,3	10,9	7,8
Des. Río Medina ERH	32	5,0	1,0	8,6	11,3	7,8
Des. Río Salí ERH	37	0	1,5	7,5	10,8	6,2
Des. Canal Troncal ERH	32	0	1,8	7,2	9,7	6,3
Centros ERH	37	5,4	4,7	6,1	9,0	7,7
Martín ERH	40	7,5	4,3	6,7	11,1	7,5
Torre Morán ERH	38	6,0	1,7	8,1	11,7	7,8
SUMARIO	240	0	5,8	8,6	11,7	7,3

Con el fin de determinar en qué momento tuvieron lugar los datos anómalos, se analizó la evolución de los valores de OD durante las épocas de interzafra y zafra para los períodos 2009-2014 (Figs. 6A-B) y 2015-2018 (Figs. 6C-D), respectivamente.

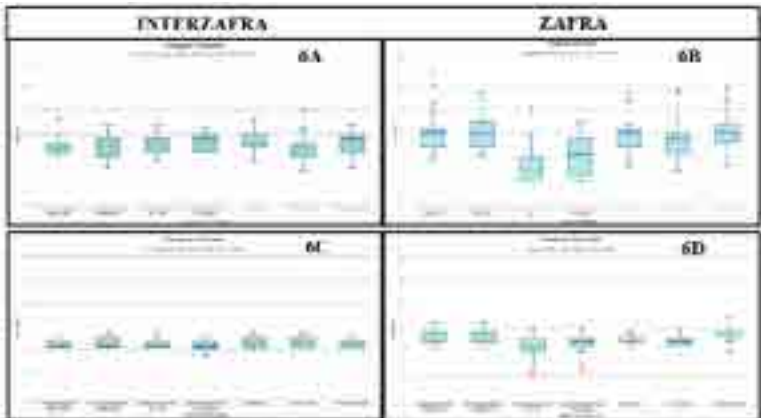


Fig. 6. Rangos estadísticos de los niveles de Oxígeno Disuelto de las aguas del ERH en las épocas de interzafra y zafra durante los períodos 2009-2014 (A-B) y 2015-2018 (C-D), respectivamente.

Los valores más bajos de OD se registraron durante los períodos de la zafra sucro-alcoholera en la Provincia de Tucumán, reflejando que aguas con alto contenido de material orgánico ingresaban al embalse. Los gráficos de las Figs. 6B y 6D, muestran una evolución positiva (aumento de OD) y más estable de OD en las aguas del embalse después de la firma del Acuerdo Complementario. Cabe destacar que, durante el período 2009-2014 (Figs. 6A y 6B), se midieron numerosos valores de OD en las aguas ≥ 10 mg/L, en especial durante la zafra (Fig. 6B), tanto en las desembocaduras de los Ríos Marapa y Medina-Chico, como en las áreas de Toro Mocho, Centro y Murallón. Estos elevados valores de OD podrían ser el resultado de intensos procesos de fotosíntesis que realizaron masas algales que proliferaron, localmente, en esas áreas del embalse, cuando las condiciones ambientales (altas temperaturas, intensa radiación solar y alimento - zafra) favorecieron su desarrollo.

A partir del año 2015, habiendo ya disminuido, considerablemente, la carga orgánica de los efluentes industriales volcados a los cauces hídricos, las aguas del Embalse de Río Hondo presentaron condiciones más estables, con concentraciones medias de oxígeno disuelto entre 6 mg/L y 8 mg/L (Tabla 3B), óptimas para el normal desarrollo del ecosistema acuático. En sólo escasas oportunidades se registraron, en las desembocaduras del Río Salí y Canal Troncal, valores de anoxia e hipoxia (Fig. 6B). Las nuevas condiciones del Embalse de Río Hondo se vieron, además, favorecidas por el contexto hidrológico normalizado de la cuenca y la región, permitiendo mantener la cota promedio del embalse (o por encima) durante los últimos 4 años.

3.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno

3.2.1. Variación Temporal

En la Fig. 7, se observan picos de DBO₅ en el período de zafra (mayo-octubre), al parecer, cuando efluentes industriales fueron volcados a ríos tributarios del embalse. Los más elevados valores de DBO₅ se registraron durante la zafra 2013, principalmente, en la desembocadura del Río Salí. Por otro lado, el pico de DBO₅ en la desembocadura del Canal Troncal en el período de interzafra de ese mismo año (Fig. 7), podría ser considerado como un caso atípico, ya que, en ocasiones, la medición de este parámetro se puede ver alterada por la presencia de floraciones algales estivales.

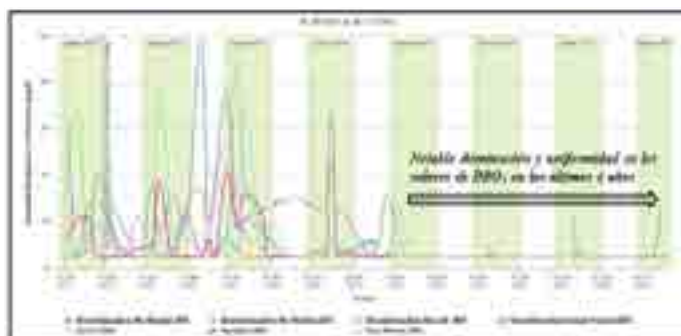


Fig. 7. Variación temporal de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas del Embalse de Río Hondo en los siete sitios de monitoreo desde 2011 a 2018. Nota: Se indican como Acuerdo Complementario para la Cuenca Salí-Dulce.

A partir del año 2015, se observa una importante disminución de los valores de DBO_5 , tanto en el período de zafra como interzafra, en todas las estaciones de monitoreo, lo cual refleja un menor ingreso de materia orgánica al Embalse de Río Hondo (Fig. 7). Este descenso de DBO_5 , coincidente con el incremento en los niveles de oxígeno disuelto en las aguas, estaría asociado a la firma del Acuerdo Complementario (12/2011), de los continuos controles y de acuerdos público-privados, a partir de los cuales este sector industrial realizó grandes inversiones para el tratamiento de sus residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Esto permite inferir que la carga de materia orgánica en los cursos de agua receptores, proveniente de vuelcos de la actividad sucro-alcoholera, fue decreciendo, significativamente, hasta la fecha. Datos del Programa de Reconversión Industrial, al que están adheridos los ingenios tucumanos, revelaron que, en los últimos años, no se volcaron unos 2.000.000 de $\text{m}^3/\text{año}$ de sólidos orgánicos a los cauces hídricos de la provincia, efecto que se reflejó en la mejora sustancial de la calidad de sus aguas y del Embalse de Río Hondo, donde no se registraron mortandades masivas de peces desde hace ya más de 7 años. Ese gran volumen de residuos orgánicos ($2.000.000 \text{ m}^3$) fue restituído a los suelos tucumanos en calidad de enmienda y fertilizantes.

3.2.2. Variación Espacial

Al analizar el comportamiento de los valores de DBO_5 , para todas las estaciones de monitoreo del ERH, entre junio 2011 y noviembre 2018 (Fig. 8), se observa que los valores superiores a 60 mg/L de DBO_5 , se registraron, en especial, en la desembocadura del Río Salí y del Canal Troncal, indicando el ingreso de elevados volúmenes de materia orgánica biodegradable proveniente de diferentes fuentes emisoras aguas arriba.

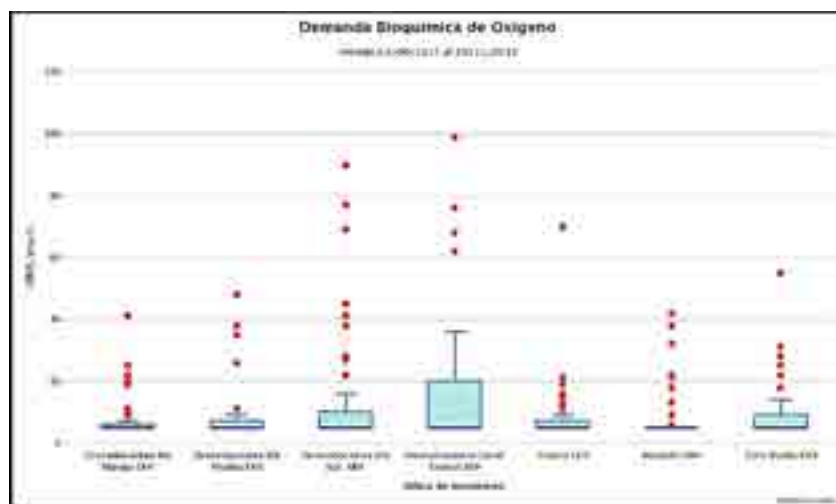


Fig. 8. Variación estadística de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas del Embalse de Río Hondo entre junio 2011 y noviembre 2018.

Se analizaron los valores de DBO_5 de las siete estaciones de monitoreo del ERH en dos períodos: 2011–2014 y 2015–2018, distinguiendo los períodos de interzafra y zafra (Figs. 9A-B y 9C-D, respectivamente). Entre los años 2011 y 2014, los valores más elevados se registraron en el período de zafra (Fig. 9B). Sin embargo, a partir del 2015, la DBO_5 de las aguas en todo el embalse se redujo significativamente, al punto tal, que los valores en la época de zafra fueron similares a los de interzafra (Figs. 9C y 9D). La marcada mejoría en los valores de DBO_5 entre ambos períodos, al igual que se observó en prácticamente todos los demás parámetros de calidad de agua analizados en el presente trabajo, parece deberse a las gestiones del sector público y privado, mancomunadas para la prevención de la contaminación del embalse.

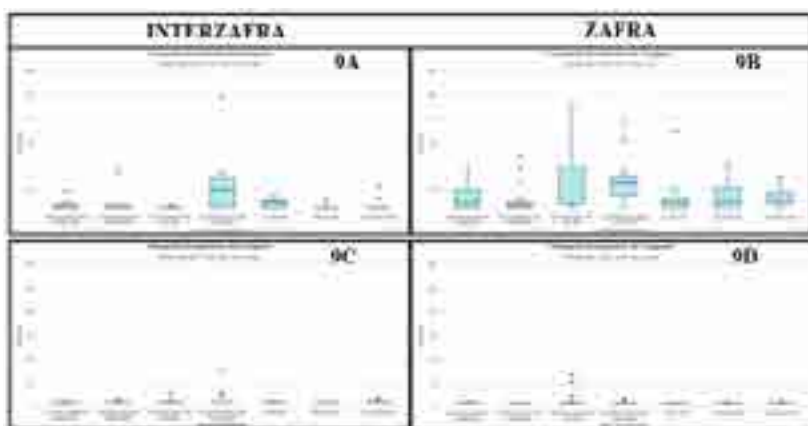


Fig. 9. Rangos estadísticos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas del ERH en las épocas de interzafra y zafra durante los períodos 2011-2014 (A-B) y 2015-2018 (C-D), respectivamente.

En las Tablas 4A y 4B, se incluyen los cálculos estadísticos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en las aguas del ERH de los dos períodos mencionados.

Tabla 4. Datos estadísticos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo entre A. 01/06/2011–31/12/2014 y B. 01/01/2015–30/11/2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

Tabla 4A. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (mg/l) 01/06/2011 al 31/12/2014						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Modo
			CI	CS		
Des. Río Mirapa ERH	21	5	7	11	41	12
Des. Río Molina ERH	21	5	7	9	48	12
Des. Río Salt ERH	21	5	7	16	99	23
Des. Canal Troncal ERH	20	5	15	35	99	30
Cuentos ERH	34	5	5	35	70	11
Miraflores ERH	21	5	5	18	42	14
Torre Molinos ERH	19	5	7	14	55	17
SÍNTESIS	147	5	5	35	99	17

Tabla 4B. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (mg/l) 01/01/2015 al 30/11/2018						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
Des. Río Hondo ERM	21	2	2	2	8	5
Des. Río Medina ERM	26	5	5	5	7	5
Des. Río Salí ERM	24	3	3	3	28	7
Des. Canal Troncal ERM	29	3	3	3	21	7
Centro ERM	33	5	5	5	8	5
Moscatillo ERM	10	3	3	3	6	5
Inzu Mecho ERM	24	5	5	5	8	5
SÍNTESIS	213	3	3	3	31	6

3.3. Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad

Como se explicó, la medición en campo con sonda multiparamétrica de la conductividad eléctrica, la concentración de sólidos disueltos totales y salinidad de las aguas está relacionada mediante una constante; por ello, la variabilidad de las tres variables será analizada conjuntamente.

3.3.1. Variación Temporal de la CE

En la Fig. 10, se observan las variaciones temporales de la conductividad eléctrica en los distintos sitios de monitoreo dentro del Embalse Río Hondo para el período estudiado.



Fig. 10. Variación temporal de la Conductividad Eléctrica de las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo. Nota: Se indican como referencias los períodos de zafra sucro-alcoholera (sombreado) y la fecha de firma (16/12/2011) del Acuerdo Complementario para la Cuenca Salí- Dulce.

En general, la CE presenta un comportamiento cíclico, aparentemente respondiendo a los efectos del clima subtropical con estación seca (otoño-invierno) característico de la región; incrementos en la CE de las aguas del embalse coincidieron con el período de estiaje por la concentración de las sales, mientras que la disminución de los valores de CE ocurrió durante

los períodos húmedos (verano-primavera), como resultado de la dilución de las sales disueltas en las aguas del embalse. El patrón cíclico pudo estar relacionado, además, con la estacionalidad de la actividad sucro-alcoholera (zafra) que coincide con la estación seca. Esta actividad industrial genera residuos orgánicos sólidos y líquidos, caracterizados por contener alta concentración de sales, que le otorgan una conductividad eléctrica especialmente elevada (15.000-30.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En la Fig. 10, puede observarse la tendencia decreciente de la CE de las aguas del embalse, posterior a la firma del Acuerdo Complementario.

Estadísticamente, entre 2009 y 2011, se calculó una CE media de ~ 760 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para las aguas de todo el ERH (mínimo entre 360-550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y máximo entre 960-1460 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Fig. 11A), mientras que, a partir de la zafra 2012, la CE media de las aguas no superó los ~ 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mínimo entre 285-390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y máximo entre 810-1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Fig. 11B). Los máximos valores de conductividad de las aguas del ERH registrados, disminuyeron un 20% en promedio, tanto durante las épocas de zafra (2009-2011: 1460 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vs 2012-2018: 1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$), como en las interzafra (2009-2011: 1010 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vs 2012-2018: 890 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

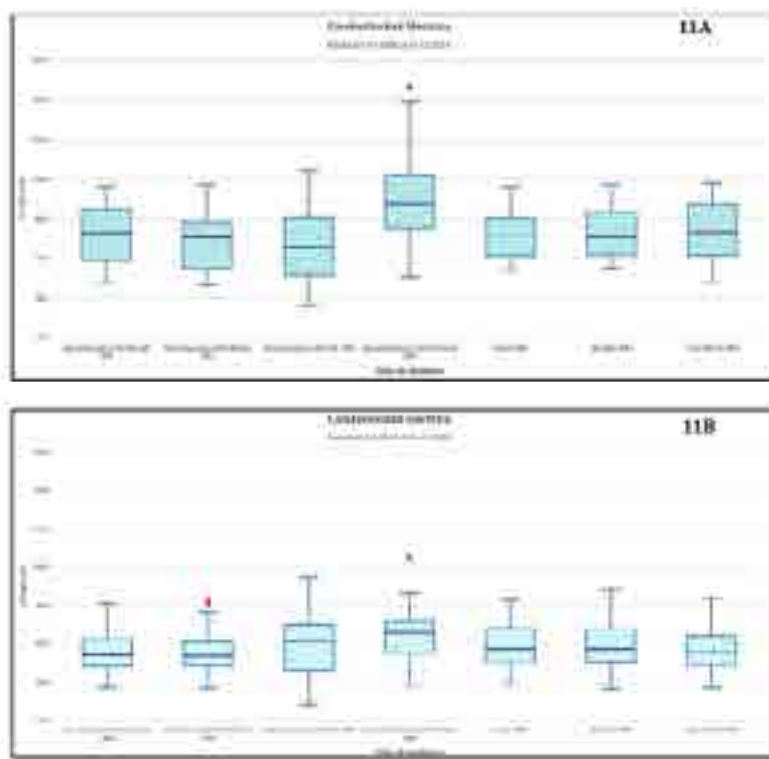


Fig. 11. Variación estadística de la Conductividad Eléctrica de las aguas del Embalse de Río Hondo en los siete sitios de monitoreo. A. Período 2009-2011, B. Período 2012-2018.

3.3.2. Variación Espacial de la Conductividad Eléctrica

Analizando el comportamiento de la CE en las aguas de los sitios monitoreados en el ERH (Figs. 11A y 11B), se observa que, en la desembocadura del Canal Troncal, en general, se registraron valores más elevados de CE respecto a los otros sitios, además, de haberse medido ahí los dos valores más extremos, antes y después de la firma del Acuerdo. Estos altos valores de CE parecerían haber sido otorgados por el aporte de las aguas ricas en sales que entraron al embalse por el Canal de desagüe Troncal luego de atravesar la llanura deprimida tucumana salina, próxima a su desembocadura en el ERH.

Por otro lado, en el primer período de estudio (2009-2011), la CE presentó mayor dispersión de los datos en esa área (Fig. 11A), mientras que, en el segundo período (2012-2018), la mayor dispersión en los valores de CE ocurrió en el área de la desembocadura del Río Salí (Fig. 11B). En el resto del embalse, la CE se mantiene, relativamente, uniforme en ambos períodos.

Acorde a lo observado, se calcularon estadísticamente los rangos de CE de las aguas para los siete sitios de monitoreo dentro del ERH, discriminando ambos períodos mencionados: Tabla 5A: 2009-2011 y Tabla 5B: 2012-2018.

Tabla 5. Datos estadísticos de la Conductividad Eléctrica en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo entre A. 2009–2011 y B. 2012–2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

Tabla 5A. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm) 01/01/2009 al 31/12/2011						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Mín. registrado	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matagorda ERH	18	480	580	640	880	739
Des. Río Medina ERH	18	470	550	787	470	709
Des. Río Salí ERH	18	360	555	804	360	565
Des. Canal Troncal ERH	20	508	732	1000	508	892
Centro ERH	23	530	815	899	540	743
Marabón ERH	23	535	823	832	550	752
Torre Media ERH	23	477	819	870	477	761
SINTESES	140	360	515	1000	880	763
Tabla 5B. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm) 01/01/2012 al 30/12/2018						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Mín. registrado	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matagorda ERH	52	571	889	623	930	567
Des. Río Medina ERH	30	367	488	609	323	564
Des. Río Salí ERH	54	284	462	500	944	394
Des. Canal Troncal ERH	48	392	550	701	1000	637
Centro ERH	58	388	500	880	830	588
Marabón ERH	84	364	508	677	481	590
Torre Media ERH	46	371	690	640	840	576
SINTESES	270	284	487	701	1000	608

3.3.3. Variabilidad Temporal y Espacial de los Sólidos Disueltos Totales y Salinidad

En las Figs. 12A y 12B, se muestra la variabilidad en el tiempo y en el espacio de la concentración de los sólidos totales disueltos y la salinidad de las aguas del Embalse de Río Hondo

para el período 2009–2018. Como era de esperarse, acorde a lo explicado anteriormente, el patrón de ambas variables es similar entre ellos y al de la conductividad eléctrica.

Por lo que, los cálculos estadísticos para los valores de STD y la S se realizaron para los mismos períodos que para la CE. En las Tablas 6A y 6B, se detallan los valores estadísticos calculados para la concentración de sólidos totales disueltos en las aguas del ERH para los períodos 2009–2011 y 2012–2018, respectivamente; en tanto, las Tablas 7A y 7B, incluyen los valores estadísticos de la salinidad de las aguas para los mismos períodos.

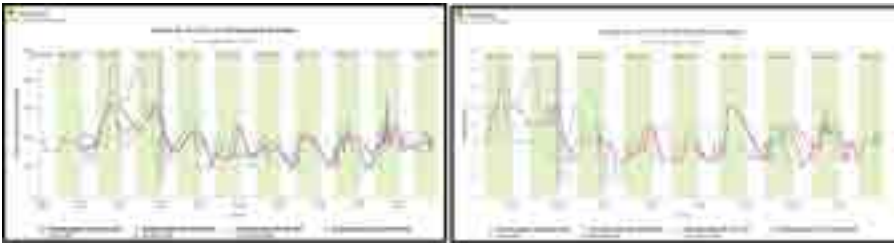


Fig. 12. Variación tempo-espacial de A. Sólidos Totales Disueltos y B. Salinidad de las aguas del Embalse de Río Hondo en los siete sitios de monitoreo entre 01/01/2009 y 30/11/2018. Nota: Se indican como referencias los períodos de zafra sucro-alcoholera (sombreado) y la fecha de firma (16/12/2011) del Acuerdo Complementario para la Cuenca Salí-Dulce.

Tabla 6A y 6B. Datos estadísticos de los Sólidos Totales Disueltos en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo entre A. 2009–2011 y B. 2012–2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

Tabla 6A. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L) 01/01/2009 al 31/12/2011						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrada	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrada	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matagorda ERH	13	140	210	272	642	429
Des. Río Medina ERH	14	270	329	348	642	459
Des. Río Salí ERH	12	232	339	420	721	504
Des. Canal Troncal ERH	13	360	430	458	923	608
Centro ERH	16	240	330	393	631	475
Marabón ERH	21	312	340	569	629	485
Torre Mocho ERH	15	360	434	597	634	510
SÍNTESIS	118	232	210	458	923	487

Tabla 6B. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L) 01/01/2012 al 30/11/2018						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrada	RANGO DE REFERENCIA		Mín. registrada	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matagorda ERH	51	188	281	377	519	335
Des. Río Medina ERH	49	197	280	372	597	335
Des. Río Salí ERH	53	143	230	422	603	334
Des. Canal Troncal ERH	48	191	300	432	674	377
Centro ERH	57	200	295	381	510	343
Marabón ERH	56	182	289	376	509	339
Torre Mocho ERH	48	183	278	378	553	342
SÍNTESIS	382	143	278	432	674	347

Tabla 7A y 7B. Datos estadísticos de los Salinidad en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo entre A. 2009–2011 y B. 2012–2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

Tabla 7A. SALINIDAD (PSU) 01/01/2009 al 31/12/2011						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Más. registrado	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matanza ERH	10	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4
Des. Río Matanza ERH	11	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4
Des. Río Salí ERH	19	0.2	0.1	0.3	0.6	0.3
Des. Canal Troncal ERH	9	0.4	0.2	0.5	0.7	0.5
Centro ERH	11	0.3	0.2	0.5	0.5	0.4
Manzana ERH	12	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5
Torre Molino ERH	12	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4
SINTESES	75	0.2	0.2	0.5	0.7	0.4

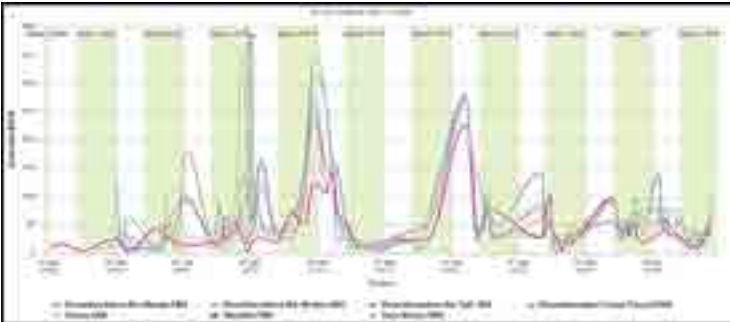
Tabla 7B. SALINIDAD (PSU) 01/01/2012 al 30/12/2018						
SITIOS DE MUESTREO	N	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Más. registrado	Medio
			CI	CS		
Des. Río Matanza ERH	21	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3
Des. Río Matanza ERH	49	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3
Des. Río Salí ERH	13	0.1	0.2	0.3	0.6	0.3
Des. Canal Troncal ERH	48	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3
Centro ERH	37	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3
Manzana ERH	59	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3
Torre Molino ERH	48	0.03	0.2	0.3	0.4	0.3
SINTESES	345	0.03	0.2	0.3	0.6	0.3

3.4. Turbiedad

3.4.1. Variación Temporal

Alta variabilidad en los valores de TU se observó en el ERH entre 2009 y 2018 (Fig. 13). Los principales picos de TU (>150 NTU) se registraron en 2011, 2012, 2013 y 2015, durante los meses de interzafra, coincidiendo con la época húmeda en la región, que provocan la entrada de sedimentos de arrastre al embalse. Durante los últimos tres años (2016 al 2018), los valores de TU, prácticamente, no superaron los 100 NTU, salvo en tres oportunidades, siempre en época interzafra: mayo 2016 y febrero 2018 en la Des. Canal Troncal y febrero 2018 en la Des. Río Salí (Fig.13).

Fig. 13. Variación temporal de la Turbiedad de las aguas del Embalse Río Hondo 2009-2018. Nota: Se indican como referencias los períodos de zafra sucoalcoholera (sombreado) y la fecha de firma (16/12/2011) del Acuerdo Complementario para la Cuenca Salí-Dulce.



En el caso de la turbiedad de las aguas del embalse, entonces, los dos períodos característicos serían: A. 2009-2015 y B. 2016-2018.

3.4.2. Variación Espacial

El análisis estadístico de los valores de turbiedad de los siete sitios de muestreo, destaca una TU media, relativamente, más elevada en las aguas de las desembocaduras de los cauces hídricos (Ríos Marapa, Medina/Chico, Salí y Canal Troncal), respecto a la del Centro, Toro Mocho y Murallón (Fig. 14). En las Figs. 15A y 11.15B se distinguen claramente los dos períodos, con patrones estadísticos diferentes y numerosos valores anómalos en el primer intervalo de tiempo y en los siete sitios (Fig. 15A), mientras que, en el segundo, pocas son las anomalías y ocurren solo en las desembocaduras del Río Salí y del Canal Troncal y en el Murallón (Fig. 15B). Los valores estadísticos de la Turbiedad en las aguas del ERH para los períodos mencionados, se incluyen en las Tablas 8A y 8B.

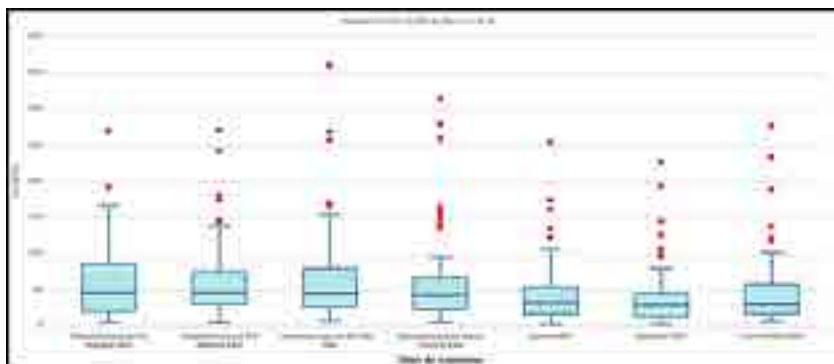


Fig. 14. Variación estadística espacial de la Turbiedad de las aguas del Embalse de Río Hondo desde 2009 a 2018.

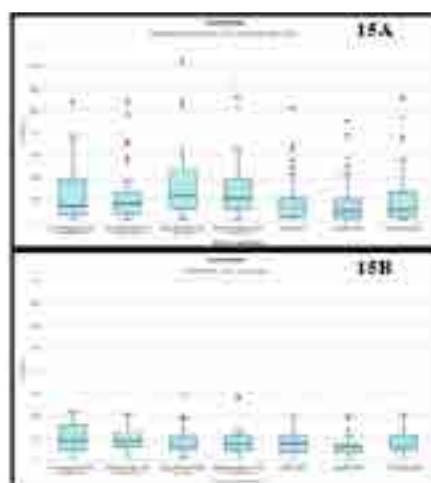


Fig. 15A y 15B. Rangos estadísticos de la Turbiedad de las aguas del ERH en los períodos 2011-2015 (A) y 2016-2018 (B), respectivamente.

Tabla 8A y 8B. Datos estadísticos de la Turbiedad en las aguas del ERH en los siete sitios de monitoreo para el período A. 01/01/2009–31/12/2015 y B. 01/01/2016–30/11/2018. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior, Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. N: número de muestras consideradas en el cálculo.

ESTACIÓN DE MONITOREO	N	Mín.	Máx.	CI	CS	Des.	Media
Des. Río Uruguay ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Río Salado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Río Salí ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Canal Venado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Alacranes ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Alacranes ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Salado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
TOTAL	70	0	10	0	10	2,10	2,10

ESTACIÓN DE MONITOREO	N	Mín.	Máx.	CI	CS	Des.	Media
Des. Río Uruguay ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Río Salado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Río Salí ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Canal Venado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Alacranes ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Alacranes ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
Des. Salado ERH	10	0	10	0	10	2,10	2,10
TOTAL	70	0	10	0	10	2,10	2,10

3.5. Potencial Hidrógeno - pH

3.5.1. Variación Temporal

A partir de la firma del Acuerdo (12/2011), se observa un patrón de pH relativamente más definido y similar para los siete sitios monitoreados del ERH. Desde el año 2015, el pH se estabiliza en general y el rango de valores disminuyó. Se estima que la amplitud en el rango de pH estaría vinculada a la dinámica metabólica resultante del crecimiento algal y su descomposición, así como del material orgánico de origen antrópico que haya entrado al ERH. Al inicio de los eventos de floración algal, el proceso fotosintético supera al respiratorio y el CO₂ libre disminuye para transformarse en bicarbonato, dando como consecuencia un aumento del pH (valores de pH alrededor de 8,3). Si dicha floración sigue aumentando, la reacción, incluso termina produciendo carbonato y los valores de pH son cercanos a 9. Posteriormente, con la descomposición de esas algas y sumada a la descomposición de la materia orgánica proveniente de los residuos industriales, se da el proceso inverso, donde la respiración supera a la fotosíntesis, consumiendo el O₂ y aumentando el CO₂, que en el agua se transforma en ácido carbónico, y como consecuencia disminuye el pH, a la vez que deteriora la calidad del agua.

3.5.2. Variación Espacial

Los datos mostraron una homogeneidad de los valores de pH en las aguas del ERH, para los períodos 2009-2014 y 2015-2018, excepto en la desembocadura del Río Salí, donde los valores son levemente más bajos, lo que indicaría, probablemente, mayor intensidad en los procesos de descomposición de la materia orgánica en esa área, liberando CO₂ que acidificó las aguas. Durante los primeros 5 años de monitoreo (2009-2014), los valores de pH variaron entre 6,5 y 10,1, mientras que, desde 2015 al 2018, el rango fue de solo 2 unidades de pH, entre 6,9 y 8,9, demostrando la relativa estabilidad en la alcalinidad de las aguas del embalse a partir del año 2015.

3.6. Temperatura del Aire y del Agua

3.6.1. Variación Temporal

La temperatura del aire medida durante las campañas de monitoreo en el ERH, entre 01/01/2009 y 30/11/2018, varió cíclicamente, acorde a las estaciones del año, con mínimos en otoño-invierno y máximos en primavera-verano. La temperatura del agua del ERH, en los siete sitios de monitoreo, por su parte, siguieron un patrón estacional, incluso más regular que la del aire.

3.1.2. Variación Espacial

Los valores de las temperaturas del aire y el agua tuvieron un comportamiento relativamente uniforme en los siete sitios de monitoreo en cada campaña realizada al Embalse de Río Hondo en los últimos 10 años.

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

4.1.1. Análisis de la Varianza Multivariada (MANOVA)

Para detectar la posible existencia de diferencias significativas entre los sitios de muestreo y de los distintos parámetros, se aplicó el MANOVA, cuyos resultados se resumen en la Tabla 9. Las Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla .9. Medias. Prueba Hotelling Alfa=0,05. Des.: Desembocadura. ERH: Embalse de Río Hondo. n: número de muestras consideradas en el cálculo.

SITIOS DE MUESTREO	Temp Aire (°C)	Temp Agua (°C)	CE (µS/cm)	STD (mg/l)	S (PSI)	pH	CO (mg/l)	DBO (mg/l)	TU (NTU)	n	LETRA
Des. Canal Troncal ERH	22.66	21.31	714.21	424.46	0.34	7.94	6.37	15.34	69.33	71	A
Des. Río Salí ERH	23.22	21.17	650.68	382.90	0.31	7.76	5.29	13.28	68.22	36	B
Murallón ERH	23.05	21.32	633.21	372.51	0.31	8.07	7.91	7.62	46.60	90	C
Centro ERH	23.04	21.28	633.44	372.62	0.31	8.14	8.62	7.52	47.04	82	C
Toro Mocho ERH	22.78	21.22	654.19	384.26	0.31	8.11	9.08	8.21	51.56	68	C
Des. Río Marapa ERH	22.33	20.69	608.32	363.49	0.30	8.18	8.79	8.17	66.65	69	C
Des. Río Medina ERH	22.65	20.46	608.25	365.79	0.30	8.15	8.86	7.93	60.31	67	C

Al analizar la Tabla 9, se podría señalar que hay tres zonas distintas en el embalse. La zona de la Desembocadura del Canal Troncal, que es diferente a todos los sitios muestreados, así como la zona de la Desembocadura del Río Salí, que presenta características propias. El resto de los sitios no poseen diferencias significativas entre ellos.

4.1.2. Análisis de Conglomerados o Cluster

El análisis de Conglomerados o Cluster, se realizó para detectar la potencial similitud entre los distintos sitios de muestreo. El Dendograma de la Fig. 16 muestra tres grupos bien definidos al 75% de la distancia total, agrupando, por un lado, los sitios Centro, Murallón, Toro Mocho y Desembocaduras de los Ríos Marapa y Medina; en el segundo grupo, estaría la Desembocadura del Río Salí y, en el último grupo, la Desembocadura del Canal Troncal.

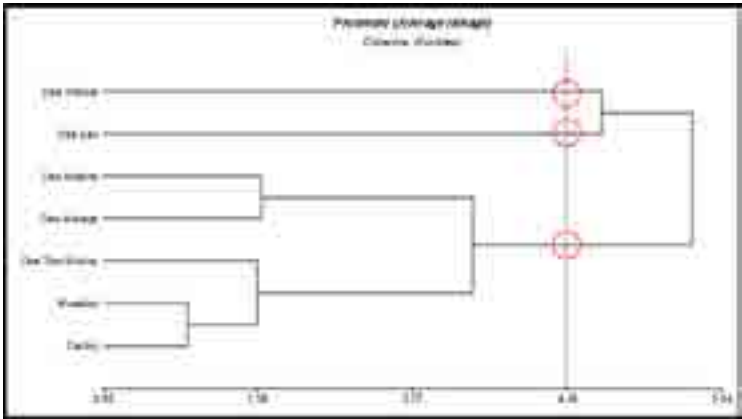


Fig. 16. Dendrograma del Análisis de Conglomerados Espacial (encadenamiento promedio, distancia Euclídea). La línea vertical indica el 75% de la distancia Euclídea.

4.1.3. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se utiliza un Análisis de Componentes Principales (ACP) para observar si existe variación en la calidad de agua del embalse entre épocas de zafra e interzafra a partir del año 2015. Se exhibe en este trabajo solamente el sitio centro, por considerarse la zona más representativa, sin embargo, se observa similar resultado con el resto de los sitios. En la Fig. 17, se muestra un gráfico biplot, representando en un mismo espacio, los pesos de las variables, parámetros, con las temporadas de zafra e interzafra. Se observa que la componente principal CP1 explica, con un 58.0%, que las épocas de zafra de todos los años, presentan poca variabilidad entre ellas, pero sí entre las temporadas de interzafra y de zafra, especialmente en el año 2015. Además, las épocas de zafra se asocian más a parámetros como CE, SDT y salinidad (Fig. 17).

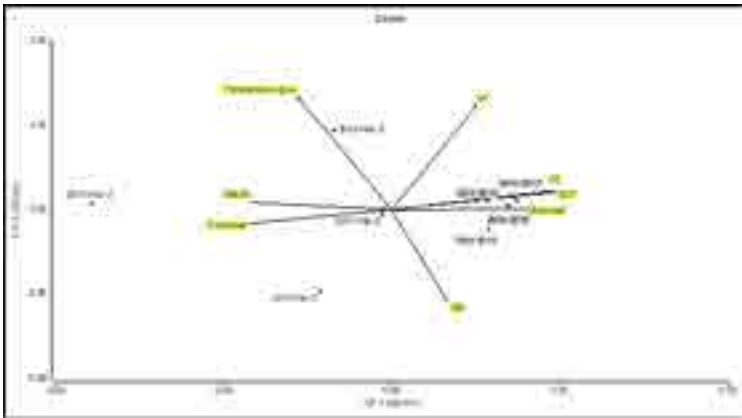


Fig. 17. Gráfico biplot del Centro del ERH, obtenido al realizar el ACP entre los parámetros de calidad de agua y las épocas de zafra e interzafra.

Por su parte, la componente principal CP2 indica, con un 20.9%, la variabilidad entre épocas de zafra e interzafra para el año 2015, similar a lo expresado por la otra componente. Los años 2016, 2017 y 2018, presentan variabilidad solo entre las interzafras (Fig. 17).

5. RANGOS DE REFERENCIA HISTÓRICOS

A excepción de las temperaturas del aire y agua, cuyo patrón cíclico responde de la estacionalidad térmica anual, los valores de los demás parámetros estudiados, evidenciaron una mejora sustancial a partir del año 2015, probablemente relacionada a la firma del Acuerdo Complementario (12/2011), a los controles exhaustivos por los equipos técnicos de Tucumán, Santiago del Estero y Nación y a los programas de reconversión industrial, en cuyo marco, las industrias llevaron a cabo fuertes inversiones en la gestión y tratamiento de sus efluentes sólidos, líquidos y gaseosos. En virtud de ello, y para que el cálculo de los Rangos de Referencia Históricos de los parámetros de calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo sea relevante para las condiciones actuales, se consideraron los valores registrados los últimos 4 años (2015-2018) para todos los parámetros analizados, excepto para la Turbiedad de las aguas, para la que se calcularon los últimos 3 años (2016-2018). La discriminación en su tratamiento se debió a sus particulares patrones de comportamiento a lo largo del tiempo, durante todo el período de muestreo (2009-2018).

En la Tabla 10 se resumen los Rangos Históricos de Referencia de la Calidad de las Aguas del Embalse Río Hondo para las Temperaturas Agua y Aire, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad, pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Turbiedad de las aguas de Río Hondo, entre 2015 y 2018, con excepción de la Temperatura del Agua, en cuyos cálculos se incluyeron los valores medidos desde el 2009. En la tabla, se incluyen el número de mediciones realizadas (N), los valores de los Cuartiles Inferior (CI) y Superior (CS), considerados como límites del Rango de Referencia, la Media y los valores máximos y mínimos absolutos registrados, en los que se incluyen los valores atípicos. En la síntesis de la última fila de cada cuadro, se resumen los valores representativos de las aguas del ERH para dicho parámetro.

Tabla 10. Rangos de Históricos Referencia de la Calidad de las Aguas del Embalse de Río Hondo. Temperaturas del Aire y Agua (2009-2018) y de Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad, pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (2015-2018) y Turbiedad (2016-2018). N: número de mediciones, Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, CI: Cuartil Inferior, CS: Cuartil Superior.

CALIDAD DE AGUA EMBALSE RIO HONDO	N°	Mín. registrado	RANGO DE REFERENCIA		Máx. registrado	Media
			CI	CS		
Temp. Aire (°C)	440	6	16	29	42	23
Temp. Agua (°C)	520	11	15	26	34	21
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	234	284	491	739	1050	593
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	235	143	272	439	674	350
Salinidad (PSU)	235	0,14	0,21	0,37	0,50	0,29
pH	242	6,9	7,4	8,4	8,9	7,9
Oxígeno Disuelto (mg/L)	242	0	5,5	8,6	11,7	7,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	213	5	5	5	31	6
Turbiedad (NTU)	200	3	14	79	144	45

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, el SubGrupo de Registros Históricos definió Rangos de Referencia de nueve parámetros indicadores de calidad del agua del Embalse de Río Hondo: Temperaturas del Aire y Agua, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad, pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Turbiedad.

Las mediciones de estos parámetros revelaron una mejoría significativa en la calidad del agua del Embalse de Río Hondo, que se considera fue el resultado de los permanentes controles que llevaron a cabo el GGTR y equipos técnicos de las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero y de las importantes inversiones realizadas por las industrias en la gestión y tratamiento de sus efluentes, acordadas mediante convenios públicos-privados (PRI) e interjurisdiccionales (Acuerdo Complementario 12/2011).

Durante más de 7 años, en el ERH no se registraron manchas negras (ceniza), olores nauseabundos ni mortandad masiva de peces, como ocurría en el pasado. Este logro fue conseguido, al no volcarse a los cauces hídricos de Tucumán un volumen aproximado de 2.000.000 m³ de residuos orgánicos de origen industrial, que se disponen desde entonces, en los suelos de Tucumán para enmienda y fertilizantes.

Los esfuerzos realizados permitieron el uso de las aguas del embalse para consumo humano a partir de 2015, cuando se instaló una Planta de Tratamiento a 4 km de las Termas de Río Hondo, para su potabilización y distribución a más de 500 familias del Departamento Río Hondo. Además, desde 2016 funciona el Instituto de Investigación y Desarrollo Aplicado de Hidrobiología "Ing. Néstor R. Ledesma", dependiente del Ministerio del Agua y Medio Ambiente de la Provincia de Santiago del Estero, sede del Monitoreo Permanente de la calidad de las aguas del ERH, y en cuyos laboratorios, se investigan las técnicas del cultivo de peces bajo condiciones controladas, con el objetivo de recuperar la población ictícola original del embalse.

A pesar de las mejoras mencionadas, aún se observan diferencias en la calidad del agua del embalse entre los períodos de interzafra y zafra, especialmente en las desembocaduras del Río Salí y Canal de Desagüe Troncal, por lo que, es importante continuar con las actividades de control y monitoreo.

Bibliografía

Acosta, R., Valdéz, A., Abó, M., Gutiérrez J., 1995. Diagnóstico general de la contaminación de la cuenca del Río Salí-Dulce, en la Provincia de Tucumán. Acta de Cooperación, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente del Gobierno de Cuba-Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Presidencia de la Nación Argentina.

American Public Health Association, 1992. Standard Methods for the Examination of Water Wastewater. 18th Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington, Estados Unidos de América.

American Public Health Association, 2017. Standard Methods for the Examination of Water Wastewater. 23rd Edition, APHA, AWWA, WPCF, Washington, Estados Unidos de América.

Baumgarten, M.G.Z, Pozza, S.A., 2001. Calidad del agua: Descripción de los parámetros químicos indicados en la legislación ambiental. Universidad Federal de Río Grande, Brasil.

Chapman, D., 1992. Water Quality Assessments. A guide to the use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Ed. Chapman, D. on behalf of UNESCO, WHO, UNEP. 585 pp. Rangos de Referencia - Calidad de Agua Embalse de Río Hondo - Subgr. Reg. Históricos 39

Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). 2005. Resolución N° 357. Publicada en DOU 53, Sección 1, pp. 58-63.

Coronel, M., 2003. Determinación del óptimo económico en explotaciones-tipo del área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero-Argentina. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 336 pp. España.

GGTR, 2014. Grupo de Gestión en Tiempo Real (GGTR) del Comité de la Cuenca Salí-Dulce.

CCSD. 2014. Calidad de las aguas del Embalse de Río Hondo y sus tributarios desde septiembre 2013 - marzo 2014. Informe Técnico elevado a la Comisión Técnica del CCSD, 14 pp.

López, H.L., Miquelarena, A.M., Menni, R.C., 2003. Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Serie Técnica y Didáctica N°5. Ed. Probiota. 85 pp. La Plata, Argentina.

Mariot, V., 2000. Estudio de sedimentación del Embalse de Río Hondo, valoración cualitativa y cuantitativa de los problemas erosivos que afectan a la alta cuenca del Río Salí-Dulce. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 221 pp. España.

Moya, G., Ramón, G., 1984. Evolución del contenido de oxígeno disuelto en las aguas de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 28, 81-94. Palma de Mallorca, España.

Rojas, H.A., 2010. Applying a correlation model among the variables temperature, density and dissolved oxygen in the thermocline identification in a thermic stratification. Reportes Científicos, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (FACEN), Universidad Nacional de Asunción (UNA), Vol.1, N°2. Paraguay.

SubGRH, 2017. Definición de Rangos de Referencia Históricos de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Salí-Dulce. Parte I: Río Dulce. Informe del Subgrupo de Registros Históricos presentado al Comité Interjurisdiccional de la Cuenca Salí-Dulce. 26 p. Santiago del Estero, Argentina.

IMPORTANCIA DEL SANEAMIENTO BASICO DEL AGUA EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN

Julieta Migliavacca. Silvina Gerstenfeld. Debora Haitit

1. Introducción

El agua es vital para la salud y para la seguridad alimentaria, además constituye un recurso importante para la industrialización por lo tanto para el desarrollo económico. La reducción de su calidad podría generar graves dificultades en términos de salud pública, ambientales, sociales y/o económicos.¹

El agua, el saneamiento y la higiene tienen consecuencias importantes sobre el proceso salud y enfermedad. Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua; también existen organismos que tienen parte de su ciclo de vida en el agua y otros cuyos vectores están relacionados con el agua. En el caso del uso recreativo del agua, el ahogamiento y otros daños.²

El problema no es solo la calidad del agua; también es importante el acceso a una cantidad mínima de agua potable al día, dado que una persona debe consumir entre 1,5 y 2 litros de líquido al día dependiendo de su peso, lo cual es vital para mantener y evitar algunos problemas de salud; en este punto es relevante la continuidad del servicio¹

Un determinante clave de calidad y continuidad es la contaminación del agua, pues se considera la principal fuente de enfermedades infecciosas y generadora de riesgos, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- a)** patógenos transmitidos que se desarrollan y diseminan por agua.
- b)** transmitidos por vectores con parte de su ciclo biológico o que se desarrollan en el agua.
- c)** falta de agua para la higiene personal y doméstica.
- d)** transmisibles por parásitos o patógenos que pasan parte de su ciclo biológico en el agua.

Otros no menos importantes son los riesgos asociados a situaciones de emergencias que son circunstancias momentáneas como inundaciones, que presentan cuerpos de aguas y situaciones adversas que favorecen epidemias.³

La contaminación fecal de fuentes de abastecimientos de agua ha ocasionado epidemias y es una de las problemáticas más relevantes, principalmente en las ciudades donde la contaminación del agua es debida al vertimiento de aguas domésticas, residuales e industriales a los cuerpos hídricos y al desecho de basuras; contrastado con las zonas rurales, donde la contaminación se origina por la defecación a campo abierto y por la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de agentes patógenos. Los agentes patógenos implicados en la transmisión hídrica de enfermedades son las bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias”.⁴

Otro de los motivos de contaminación se presenta cuando entra al sistema de distribución, a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, también se pueden presentar factores adecuados de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, que permitan la proliferación de microorganismos.⁵

ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN HÍDRICA

La contaminación de los cursos de agua, tanto superficiales como profundas, constituyen el principal problema ambiental de la Argentina. Enormes cantidades de sustancias originadas de la actividad humana son vertidas al mar, a los ríos, arroyos, lagos y napas subterráneas.

En algunas zonas, los contaminantes existen naturalmente, como es el caso del Arsénico. Los niveles permisibles de nitratos, bacterias, plaguicidas y metales pesados en numerosos cursos de agua se presentan excedidos. Todos ellos tienen un enorme impacto negativo en la salud.

Existe una extendida percepción de que el agua es un recurso ilimitado, que los cursos pueden asimilar cuanto reciben, o que la contaminación es un inevitable impuesto al desarrollo. Cabe también señalar la paradoja de que el agua de consumo provenga en muchos casos de los mismos cuerpos de agua en los que se vierten las excretas y los residuos industriales.⁶

Las enfermedades transmitidas por el agua pueden ser infecciosas (diarrea, cólera, fiebre tifoidea, poliomielitis, meningitis, hepatitis A y E, etc.), por contaminación antropogénica o natural de aguas profundas.

Millones de personas tienen poco acceso a servicios sanitarios de evacuación de desechos a agua limpia para la higiene personal. Se estima que 3.000 millones de personas carecen, por ejemplo, de servicios higiénicos. Más de 1.200 millones de personas están en riesgo porque carecen de acceso a agua dulce salubre.⁷¹⁸¹⁹

En lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas, las enfermedades transmitidas por el agua pueden propagarse con gran rapidez.

Las enfermedades diarreicas, las principales enfermedades transmitidas por el agua, prevalecen en numerosos países en los que el tratamiento de las aguas servidas es inadecuado. Los desechos humanos se evacúan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza. Según las estimaciones, todos los años se registran 4.000 millones de casos de enfermedades diarreicas, que causan 3 a 4 millones de defunciones, sobre todo entre los niños.¹⁰

Las áreas urbano-marginales, presentan dificultades vinculadas con la expansión de los servicios de agua potable, así como con el mejoramiento de los suministros intermitentes y con la desinfección. En tanto, las áreas rurales requieren de la ampliación de la cobertura y la implementación de medidas y tecnologías de desinfección de las aguas, y campañas de educación sanitaria.¹¹

El vertido de las aguas residuales domésticas sin depurar a los ríos y lagos y la infiltración de excretas provenientes de fosas sépticas y redes cloacales mal mantenidas, constituyen una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, generando así un riesgo potencial para la salud de la población.

El uso de aguas servidas como fertilizante puede provocar epidemias o enfermedades como el cólera. Estas enfermedades pueden incluso volverse crónicas en lugares donde los suministros de agua limpia, son insuficientes. A principios de los años noventa, por ejemplo, las aguas servidas sin tratar que se utilizaban para fertilizar campos de hortalizas ocasionaron brotes de cólera en Chile y Perú¹⁰¹². En Buenos Aires, Argentina, una “villa miseria” sufrió continuos brotes de cólera, hepatitis y meningitis porque sólo 4% de las viviendas tenían agua corriente o servicios higiénicos adecuados, mientras la alimentación deficiente y el poco acceso a los servicios médicos agravaban los problemas de salud.¹³

Las sustancias tóxicas que van a terminar al agua dulce son otra causa de enfermedades transmitidas por el agua. Cada vez más se encuentran en los suministros de agua dulce productos químicos para la agricultura, fertilizantes, plaguicidas y desechos industriales. Esos productos químicos, aun en bajas concentraciones, con el tiempo pueden acumularse y, finalmente, causar enfermedades crónicas como cánceres entre las personas que usan esas aguas.¹⁴

Los problemas de salud derivados de los nitratos presentes en las fuentes del agua se están convirtiendo en una seria preocupación en casi todas partes. En más de 150 países, los nitratos procedentes de los fertilizantes se han filtrado en los pozos de agua, contaminando el agua para beber.¹⁵ Además, los altos niveles de nitratos y fosfatos en el agua estimulan el crecimiento de algas verde-azules, que llevan a la desoxigenación (eutrofización) de la misma. Se requiere oxígeno para el metabolismo de los organismos que sirven de depuradores, descomponiendo la materia orgánica, que contamina el agua. De allí que la cantidad de oxígeno contenida en el agua sea un indicador clave de su la calidad.

Plaguicidas como el DDT y el heptacloro, que se utilizan en la agricultura, suelen escurrirse del agua de riego. Su presencia en el agua y en productos alimenticios tienen repercusiones alarmantes en la salud humana pues es sabido que causan cáncer y también pueden causar recuentos bajos de espermatozoides y enfermedades neurológicas.¹⁶ En Dacca, Bangladesh, los residuos de heptacloro en las fuentes del agua han alcanzado niveles de 0,789 microgramos por litro —más de 25 veces el máximo de 0,03 microgramos por litro recomendado por la OMS.¹⁷ También en un estudio realizado en Venezuela en el que se recogió agua durante la estación lluviosa se encontró que el agua estaba contaminada con varios plaguicidas. Al examinarse a las mujeres embarazadas de la zona se encontró que todas tenían residuos de DDT en la leche —toxinas éstas que pueden pasar al lactante.¹⁸

La filtración de contaminantes tóxicos en los depósitos de agua subterránea o superficial utilizada para beber o para uso doméstico también causa problemas de salud en los países industrializados.

El estado de las aguas profundas debe considerarse el problema de contaminación más importante de la República Argentina. La cantidad de gente afectada por enfermedades de transmisión hídrica debidas a la mala calidad del agua es enorme. Resulta sobre todo afectada una gran proporción de los hogares de bajos recursos, que dependen del agua subterránea para sus necesidades diarias. La más importante fuente de contaminación de aguas profundas la constituyen los tanques sépticos, que utilizan más del 70% de las viviendas del conurbano y más del 60% en el resto del país, y que contaminan con patógenos infectantes las napas cercanas. A su vez, hasta el 65 % de las viviendas de ciertas áreas del conurbano, y el 30% en el resto del país, no están conectados a la red de agua y usan agua de pozo.¹⁰ Por lo tanto, el número de expuestos a riesgo es altísimo. No extraña, pues, las cifras elevadas de morbilidad por diarrea entre los niños de hogares pobres sin agua potable, especialmente durante el verano, cuando aumenta la sed y cuando las condiciones ambientales son más favorables para el desarrollo de bacterias enteropatógenas.¹¹

Los basurales a cielo abierto constituyen una fuente adicional importante de contaminación del agua. Afectan un total de 147 hectáreas y contienen un volumen de residuos de 1.000.000 de m³.⁶

Los conglomerados humanos precarios que asientan en la cuenca sufren cada tanto inundaciones, que pueden ocurrir tanto por precipitaciones inclementes como sudestas, que impulsan desde el Río de la Plata mareas que penetran por el río aguas arriba. El riesgo de inundación se incrementa como consecuencia de las bajas cotas del terreno, la insuficiencia de desagües pluviales y la deficiente descarga de conductos troncales. Cuando los ríos salen de madre, las letrinas rebosan y los basurales a cielo abierto se desparraman. El agua contaminada inunda las viviendas, calles y terrenos, poniendo en peligro la salud de la población.

En la provincia de Tucumán la potabilización del agua puede estar a cargo de juntas vecinales, municipios, comunas o de una empresa, siendo su responsabilidad el otorgar agua potable a toda la población servida.

El control de la calidad del agua de consumo requiere el desarrollo de planes de gestión cuya aplicación constituya la base para la protección del sistema y el control de los procesos con el fin de garantizar que las concentraciones de agentes patógenos y sustancias químicas existentes ocasionen riesgos para la salud pública insignificantes y que el agua sea aceptable para los consumidores.

SANEAMIENTO BASICO EN TUCUMAN

La Dirección de Salud Ambiental perteneciente al Sistema Provincial de Salud es responsable a través del Departamento de Saneamiento Básico de la vigilancia de la calidad de agua de consumo de la población de la provincia de Tucumán.

En la provincia de Tucumán el servicio de abastecimiento de agua está a cargo de la Sociedad de Aguas de Tucumán (S.A.T.), municipios, comunas y/o cooperativas.

El Departamento de Saneamiento Básico realiza la vigilancia de la calidad del agua de consumo y la habilitación de los natatorios como así también el control del agua de las piscinas de uso público de la provincia de Tucumán.

Se realizan muestreos en puntos fijos de la provincia, de usuarios, escuelas, hospitales, CAPS y otros establecimientos públicos. Luego en el laboratorio de calidad de agua del Departamento de saneamiento básico se efectúan los análisis bacteriológicos y físico-químicos de acuerdo a la normativa vigente para agua potable (Art. 982 Capítulo XII del Código Alimentario Argentino) y en el caso de presentar observaciones se elevan informes a la empresa prestadora del servicio de agua de la provincia de Tucumán (S.A.T.), al ente de Regulación de los Servicios Públicos Provinciales de Tucumán (E.R.S.E.P.T.), a las comunas y/o municipios según corresponda para que se tomen las medidas adecuadas. También se realizan análisis de muestras extraídas por el Servicio de Agua Potable y Saneamiento (Se.P.A.P.y.S.).

La vigilancia se realiza con la finalidad de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por el consumo y del uso del agua.

Cabe mencionar que para el caso de uso recreativo del agua, existe la Resolución N° 632/SPS (Actualmente en revisión, Agosto 2019), la cual tiene por objeto establecer las normas tendientes a brindar seguridad y adecuar las instalaciones de piscinas con el fin de evitar accidentes, problemas de salud y proteger la vida de los usuarios.

Conclusión:

Como conclusión, podemos citar la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, que plantea que el saneamiento básico es la “tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios”.¹⁹

Bibliografía

1. **Suyapa G. Barón López**, Documento Técnico Calidad de Agua y Saneamiento Básico Bogotá D.C., Noviembre de 2011
2. **OMS**, 2011.
3. **OMS**, 2003.
4. **OMS**, 2004.
5. **Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente**, 1999.
6. **Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento**–Sistema Permanente de Información de Saneamiento (ENOHSA/SPIDES). Página web Intramed.net. pagina web
7. **Khan, A.H.** The sanitation gap: Development's deadly menace. In: The progress of nations. New York, UNICEF, 1997. p. 5-13.

8. United Nations (Un). Department for Policy Coordination and Sustainable Development. Critical trends—Global change and sustainable development. New York, UN, 1997. p. 43-56.

9. Warner, D. Drinking water supply and environmental sanitation for health. Presented at the International Conference of Water and Sustainable Development, Paris, Mar. 19-21, 1998, p.1-10.

10.- Misch, A. Sanitation in the time of cholera. *World Watch*, Jul.-Aug. 1991. p. 37-38.

11. Fuente Basurales en Conurbano. CEAMSE. 1994.

12. United Nations (Un). Commission on Sustainable Development. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Report of the Secretary General. New York, UN, 1997. 39 p.

13. Ainstein, L. Buenos Aires: A case of deepening social polarization. In: Gilbert, A., ed. *The mega-city in Latin America*. New York, United Nations University Press, 1996. p. 133-154.

14. Silfverberg, P. Environmental health hazards. In: Lankinen, K.S., Berström, S., Mäkelä, P.H., and Peltomaa, M., eds. *Health and disease in developing countries*. London, Macmillan Press, 1994. p. 67-78.

15. Maywald, A., Zeschmar-Lahl, B. and Lahl, U. Water fit to drink? In: Goldsmith, E. and Hildyard, N., eds. *The earth report: Monitoring the battle for our environment*. London, Mitchell Beazley, 1988. p. 79-88.

16. Mckibben, B.A special moment in history. *Atlantic Monthly*, May 1998. p. 55-78.

17. Xinhua Chinese News Agency. Rampant use of DDT pollutes Bangladesh's underground. [Dhaka, Jun. 7, 1998] (Comtex News Wire)

18. Brunetto, R., Leon, A., Burguera, J.L., and Burguera, M. Levels of DDT residues in human milk of Venezuelan women from various rural populations. *Science of the Total Environment* 186 (3): 203-207. Jul. 30, 1996.

19. OMS, 2011

Julieta Migliavacca.

Ingeniera industrial. Mg en Ingeniería Ambiental. Especialista en Ing. Ambiental: Jefa de Prevención de Riesgos Ambientales Dirección General de Salud Ambiental. SIPROSA.

Silvina Gerstenfeld.

Bioquímica. Diplomada en Gestión Ambiental. MBA. Jefa de Saneamiento Básico Dirección Gral. De Salud Ambiental. SIPROSA.

Debora Haitit.

Bioquímica. Especialista en Microbiología y Agua Potable. Laboratorio de Control de Agua Potable. Dirección Gral. De Salud Ambiental. SIPROSA

ESTUDIO DEL CONTENIDO DE FLUORUROS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA.

Raúl Alberto Durán, Estela Liliana Durán

RESUMEN

Los fluoruros se encuentran presentes en el agua de consumo humano en concentraciones variables, en exceso pueden ocasionar diversos trastornos musculo esqueléticos y su déficit favorece el desarrollo de caries dentales. La caracterización el agua de consumo de la red pública, de la provincia de Tucumán, Argentina, de acuerdo al contenido de fluoruros permitió establecer que solo un 1 % de la población estudiada consumía agua en concentraciones óptimas, un 5 % estaba expuesta a concentraciones de fluoruros superiores al límite máximo requerido y el 94% consumía agua con concentraciones de fluoruros inferiores a los límites recomendados. En San Miguel de Tucumán el promedio de fluoruros fue de 0,32 mg/l, valor inferior al límite recomendado (0,6 mg/L). La superposición de isotermas de temperaturas máximas medias y las localidades estudiadas en el mapa de la Provincia de Tucumán permitieron establecer los límites, mínimo y máximos, de los contenidos de fluoruros recomendados según el Código Alimentario Argentino, para cada localidad estudiada. Fue elaborado el mapa de distribución de fluoruros en el agua de red de la provincia permitiendo caracterizar el agua de consumo de cada localidad estudiada según el parámetro de estudio. Mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se realizó la superposición de las capas de red hidrológica de la provincia y distribución de fluoruros, lo cual permitió establecer una relación inversa entre el contenido de fluoruros y la red hidrológica en las zonas de estudio. También se realizó el mapa de distribución de Kernel, que proporcionó una estimación de la distribución del contenido de fluoruros en el agua de consumo de localidades no estudias. La información obtenida sobre el contenido de fluoruros en el agua de red de la provincia, es relevante para el adecuado manejo del flúor, en beneficio de la salud pública preventivade la población expuesta a las enfermedades de origen hídrico relacionadas al parámetro de estudio.

PALABRAS CLAVES: Agua de consumo humano, fluoruros, caries dental, prevención.

INTRODUCCIÓN

La caries dental constituye uno de los principales problemas de salud bucal en el mundo. Los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud reportan una prevalencia de hasta el 98% en la población general. En los países en desarrollo, la caries dental es un problema de salud pública y, en Argentina, la tendencia es coincidente y existe una elevada prevalencia de caries en la población de niños y adolescentes.

La caries dental se define como un proceso o enfermedad dinámica crónica, que ocurre en la estructura dentaria en contacto con los depósitos microbianos, y por el desequilibrio entre la sustancia dental y el fluido de placa circundante, lo que da como resultado una pérdida de mineral de la superficie dental, cuyo signo es la destrucción localizada de tejidos duros.

Los factores más importantes asociados a la presencia de caries dental son la higiene bucal, la susceptibilidad individual, la exposición a fluoruros, los hábitos alimenticios, la accesibilidad a servicios estomatológicos, y las condiciones socioeconómicas.

Con relación a la exposición a fluoruros, estos pueden ser ingeridos con los alimentos, el agua, la leche, o la sal y actúan en la placa bacteriana y en la remineralización del esmalte, a través de la saliva. El fluoruro disponible en saliva y placa bacteriana es el principal responsable del efecto preventivo en las caries.

El exceso de flúor consumido por distintas vías podría producir riesgos, como la fluorosis dental y fluorosis ósea. Cuando el agua contiene más de 3-6 mg/l de fluoruros se ha observado casos de fluorosis esquelética. McKay y Black (1931) postularon una asociación entre la fluorosis y el esmalte dental moteado y relacionaron inversamente la frecuencia de caries con el contenido de los fluoruros en agua potable. En una revisión sistemática sobre los efectos adversos de la fluoración del agua desde el 2002 al 2012 se encontró que, con excepción de la fluorosis dental, no hay asociación entre la fluoración del agua con fracturas óseas, cáncer u otro efecto adverso.

El estudio geográfico del contenido de fluoruros en aguas de consumo humano permite visualizar la información e interpretarla, analizando patrones, tendencias y relaciones a fin de facilitar la resolución de problemas complejos de planificación y gestión de territorios. En este sentido, el análisis de la distribución espacial del contenido de fluoruros en el agua de consumo en la provincia de Tucumán permite diferenciar áreas de concentración semejantes, teniendo en cuenta los requerimientos de la legislación vigente, y relacionarlas, en general, con la red hidrológica y el relieve.

Tekle-Haimanot et al. relevaron la distribución geográfica de fluoruros en aguas superficiales y profundas en Etiopía, y encontraron una variación espacial en la distribución de fluoruros, aun en pequeñas áreas. Según lo informado por Cuellar Luna y García Melián, la mayor proporción de fluoruros que llega a los recursos hídricos procede de la lixiviación de rocas y suelos, lo cual está en estrecha relación con las características geológicas de cada terreno.

Existe una fuerte evidencia acerca de que la fluoración del agua es efectiva para controlar la caries dental dentro de las comunidades urbanas, del mismo modo Muñoz Millán reportan la fluoración de la leche en comunidades rurales de Chile. La fluoración

del agua de consumo, como método de fluoración preventivo, es eficaz y de amplitud colectiva. Se reporta en algunas ciudades brasileñas con una reducción en la prevalencia de caries dental, desde el 44% al 79%(16). Armfield documentó que los niños que viven en Australia en áreas con concentraciones menores a 0,3 mg/l de fluoruro en el agua tienen mayor experiencias y prevalencia de caries que sus homólogos de la misma edad que residen en áreas con concentraciones óptimas de fluoruro en el agua (> 0,7 mg/l).

Al considerar la relación entre la distribución de fluoruros y las características topográficas de la zona de estudio Cuellar en la Habana, resaltan la importancia de la intervención positiva, por fluoración de las aguas, reduciendo los índices de caries dentales.

En Argentina, varios autores estudiaron el contenido de fluoruros en el agua de consumo. En el año 1975, se sancionó en el país la Ley 21172/75, que dispone la fluoración o defluoración del agua de consumo hasta alcanzar el nivel óptimo del ion flúor. Desde entonces, las provincias de Misiones, Río Negro, Tucumán y Santa Fe han adherido a la propuesta de la mencionada ley y han implementado planes defluoración de las aguas de consumo. Sin embargo, en la actualidad, no se están ejecutando dichos planes de fluoración en la provincia de Tucumán. En la provincia de Tucumán, los estudios sobre el contenido de fluoruros en el agua de abastecimiento público se remontan a la década de 1980. En 147 muestras de agua de consumo se encontraron concentraciones de fluoruros en el agua de bebida con valores medios de 0,43 mg/l y 0,24 mg/l para la provincia y en San Miguel de Tucumán, respectivamente, tomando como referencia los límites recomendados de 0,7 mg/l y 1,0 mg/l, por las Normas de Agua Potable del Servicio de Salud Pública de EE.UU., para un valor de temperatura del aire máximas promedio anual de 24,6 °C de la provincia de Tucumán.

La OMS toma el valor límite de fluoruros en el agua de bebida de 1,50 mg/l, y destaca la necesidad de tener en cuenta las condiciones climáticas, el volumen de agua ingerido y la ingesta de fluoruros procedentes de otras fuentes. En ese sentido, el Código Alimentario Argentino (CAA) establece los límites mínimos y máximos en el contenido de fluoruros, en función de la temperatura máxima promedio de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

La provincia de Tucumán está ubicada en el noroeste de Argentina, entre los meridianos 26° y 28° de latitud sur y los paralelos 64° y 68° de longitud oeste, tiene una superficie de 22.524 km², su población alcanza a 1.448.400 habitantes y constituye la provincia más densamente poblada del país (64,3 hab/km²). Presenta zonas con amplia variación de temperaturas máximas medias anuales que oscilan, entre los 19°C y los 28°C. El clima predominante es subtropical, con estación seca en invierno. La capital de la provincia, San Miguel de Tucumán, concentra el 37,9% de la población.

Durante el periodo 2008-2012, se recolectaron 1.210 muestras de aguas de consumo distribuida por red, de 190 localidades de los 17 departamentos que componen la provincia de Tucumán. Los sitios de muestreos fueron georeferencia-

dos mediante un equipo Garmin eTrexLegendHCx y los datos fueron procesados mediante los programas MapSource, OpenOffice 3.4.1, ArcView Gis 3.2, Adobe Photoshop CS4, y QGIS 2.16. Para la elaboración de los mapas de calor se utilizó la capa vectorial de puntos de concentración de fluoruros de cada localidad estudiada, y se generó un raster de salida con un ancho de banda (radio de búsqueda) de 5 mm; y se ponderó la concentración de fluoruros de cada punto georreferenciado. Se utilizó una relación de decadencia igual a cero. Los sitios de muestreos fueron seleccionados de acuerdo a la distribución demográfica de la población, para lo cual se seleccionaron localidades con más de 200 habitantes, coincidente con la distribución de los centros de atención de salud de la provincia. En cada localidad se tomaron muestras de un centro de salud, de un establecimiento educativo y de un usuario. En San Miguel de Tucumán, se realizó un muestreo por áreas, considerando los antecedentes de la concentración de fluoruros en el agua y la interconexión de las fuentes de suministro en la red de distribución. Este esquema de muestreo se realizó en el periodo 2008-2012 durante el cual se estudió la distribución del contenido de fluoruros en el agua de red, de acuerdo a las recomendaciones de la OMS.

Las muestras recolectadas se trasladaron al laboratorio de análisis, cumpliendo con los métodos estándares de conservación y cadena de custodia. Las determinaciones analíticas de fluoruros se realizaron por el método colorimétrico estandarizado SPANDS –sal trisódica del ácido 1,8-dihidroxi-2-(4-sulfofenilazo) naftalen-3,6-disulfónico– basado, en la reacción química entre el ión fluoruro y una laca coloreada de zirconio, que provoca una disminución del color, el cual es medido espectrofotométricamente a 570 nm de longitud de onda con un espectrofotómetro marca Metrolab 1600 plus. Para los controles de calidad, se usaron soluciones patrones comerciales de fluoruros.

Los registros de estaciones meteorológicas, la información de mapas de isotermas y los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional fueron empleados para diferenciar las áreas geográficas según las temperaturas máximas medias anuales del aire en las zonas de estudio. El déficit y exceso de fluoruros fue valorado según los límites establecidos por el CAA, para las temperaturas máximas medias anuales de aire, de las zonas de estudio.

RESULTADOS

En la Figura 1 se representa la distribución geográfica de los fluoruros en agua de consumo, y en la Tabla 1 se presentan los valores de concentración de fluoruros, los rangos de temperaturas y los límites de fluoruros según los requerimientos del CAA para las localidades estudiadas.

Figura 1. Contenido de fluoruros en el agua de red de las localidades seleccionadas. Provincia de Tucumán, Argentina.

Fuente: elaboración propia

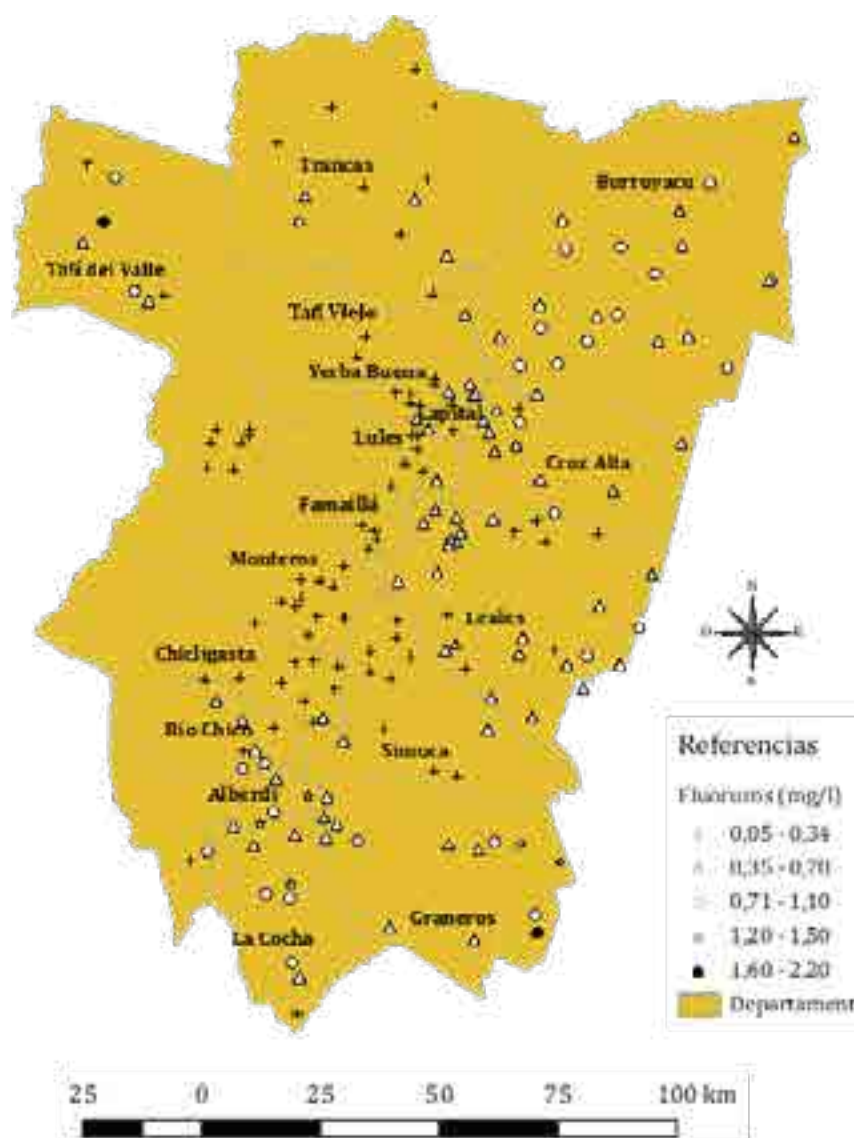


Tabla 1. Concentraciones de fluoruros distribuidas por localidades, rango de temperaturas y límites mínimos y máximo de fluoruros, según los requerimientos del Código Alimentario Argentino. Provincia de Tucumán, Argentina, 2008-2012.

Fuente: Elaboración propia

Departamento	Localidad	(F)	Rango	Límites		Localidad	(F)	Rango	Límites	
				Min	Max				Min	Max
		mg/L	T°C				mg/L	T°C		
Alberdi	Villa Belgrano	0,6	26-28	0,6	0,8	Villa de Escaba	1	22-26	0,7	1
	Talamuyo	1,4	26-28	0,6	0,8	Marapa	1,2	22-26	0,7	1
	Escaba de Abajo	0,2	22-26	0,7	1	J.B. Alberdi	0,8	22-26	0,7	1
Burruyacu	La Cruz	0,8	26-28	0,6	0,8	Chilcas	0,6	22-26	0,7	1
	La Cañada de									
	La Cruz	0,6	26-28	0,6	0,8	Requielme	0,8	26-28	0,6	0,8
	Benjamín Araoz	0,8	26-28	0,6	0,8	7 de Abril	0,7	26-28	0,6	0,8
	Tala Pozo I	0,7	26-28	0,6	0,8	Garmendia	0,5	26-28	0,6	0,8
	Tala Pozo II	0,7	26-28	0,6	0,8	El Chañar	0,7	22-26	0,7	1
	Gdor. Piedra Buena	0,8	26-28	0,6	0,8	Macomitas	0,9	22-26	0,7	1
	El Timbo Viejo	0,7	22-26	0,7	1	La Ramada	1,1	26-28	0,6	0,8
	El Sunchal	0,7	22-26	0,7	1	El Cajón	0,9	22-26	0,7	1
	Villa Padre Monti	0,9	22-26	0,7	1	El Naranjo	0,8	22-26	0,7	1
	Rio Nio	0,6	22-26	0,7	1	El Chañar Viejo	0,5	26-28	0,6	0,8
	Villa de Burruyacu	0,4	26-28	0,6	0,8	Cañada de				
						Alsogaray	0,8	22-26	0,7	1
Capital	S.M. de Tucumán	0,3	26-28	0,6	0,8					
Chicligasta	Villa de Medinas	0,3	26-28	0,6	0,8	Belicha	0,2	26-28	0,6	0,8
	San Ramón	0,1	26-28	0,6	0,8	Gastona Sud	0,2	26-28	0,6	0,8
	Concepción	0,1	26-28	0,6	0,8	El Molino	0,1	22-26	0,7	1
	Arcadia	0,2	26-28	0,6	0,8	La Trinidad	0,4	26-28	0,6	0,8
	Gastona Norte	0,2	26-28	0,6	0,8	Alpachiri	0,3	22-26	0,7	1
La Cocha	El Corralito	0,5	22-26	0,7	1	La Cocha	1,1	26-28	0,6	0,8
	Yanima	0,5	22-26	0,7	1	Los Pizarros	1	22-26	0,7	1
	Rumi Punco	0,3	26-28	0,6	0,8	Huasa Pampa N.	1,2	26-28	0,6	0,8
	Pueblo Viejo	0,7	26-28	0,6	0,8	La Invernada	0,4	26-28	0,6	0,8
	Huasa Pampa	0,9	22-26	0,7	1					
Tafí Viejo	El Cadillal	0,5	22-26	0,7	1	V.M. Moreno	0,5	22-26	0,7	1
	El Siambón	0,1	22-26	0,7	1	Los Nogales	0,6	22-26	0,7	1
	Raco	0,1	22-26	0,7	1	Tafí Viejo	0,4	22-26	0,7	1
	Granja Modelo	0,5	26-28	0,6	0,8	Los Pocitos	0,3	22-26	0,7	1
	Las Talitas	0,5	26-28	0,6	0,8	Lomas de Tafí	0,9	22-26	0,7	1
	El Colmenar	0,5	26-28	0,6	0,8					

Departamento	Localidad	(F)	Rango	Límites		Localidad	(F)	Rango	Límites	
		mg/L	T°C	Min	Max		mg/L	T°C	Min	Max
Trancas	S.P. de Colalao	0,3	22-26	0,7	1	Tapia	0,2	22-26	0,7	1
	Trancas	0,2	22-26	0,7	1	Gonzalo	0,4	22-26	0,7	1
	Benjamín Paz	0,2	22-26	0,7	1	Rodeo Grande	0,5	22-26	0,7	1
	Chuscha	0,2	22-26	0,7	1	Hualinchay	0,1	22-26	0,7	1
	Choromoro	0,4	22-26	0,7	1	Ticucho	0,5	22-26	0,7	1
	Vipos	0,2	22-26	0,7	1	Las Arcas	0,3	22-26	0,7	1
Yerba Buena	Villa Carmela	0,2	22-26	0,7	1	Horco Molle	0,1	22-26	0,7	1
	San Javier	0,3	22-27	0,7	1	El Corte	0,2	22-27	0,7	1
	Bº Islas Malvinas	0,2	22-26	0,7	1	Yerba Buena	0,2	22-26	0,7	1
	La Rinconada	0,4	22-26	0,7	1					
Cruz Alta	Ranchillos	0,4	26-28	0,6	0,8	Pacará	0,6	26-28	0,6	0,8
	Delfín Gallo	0,8	26-28	0,6	0,8	Lastenia	0,6	26-28	0,6	0,8
	Los Pereyra	0,5	26-28	0,6	0,8	Colombres	0,6	26-28	0,6	0,8
	B. del Río Salí	0,6	26-29	0,6	0,8	La Florida	0,3	26-29	0,6	0,8
	Las Cejas	0,5	26-28	0,6	0,8	Alderete	0,5	26-28	0,6	0,8
Famaillá	Nueva Baviera	0,2	22-26	0,7	1	Famaillá	0,2	22-26	0,7	1
	El Cruce	0,2	22-26	0,7	1					
Graneros	Puesto Los Pérez	0,6	26-28	0,6	0,8	Las Animas	0,6	26-28	0,6	0,8
	Campo Bello	0,5	26-28	0,6	0,8	Barrancas	0,9	26-28	0,6	0,8
	Casas Viejas	0,6	26-28	0,6	0,8	La Esperanza	1,2	26-28	0,6	0,8
	La Cañada	0,7	26-28	0,6	0,8	Arboles Grande	1,4	26-28	0,6	0,8
	Graneros	0,8	26-28	0,6	0,8	Paloma	1,0	26-28	0,6	0,8
	Alto Puesto	0,6	26-28	0,6	0,8	La Iguana	1,7	26-28	0,6	0,8
	Lamadrid	0,5	26-28	0,6	0,8	Taco Ralo	0,6	26-28	0,6	0,8
Leales	Las Encrucijadas	0,4	26-28	0,6	0,8	Carancho Pozo	0,6	26-28	0,6	0,8
	Puesto Chico	0,4	26-28	0,6	0,8	La Florida	0,5	26-28	0,6	0,8
	Los Herreras	0,5	26-28	0,6	0,8	Los Puestos	0,3	26-28	0,6	0,8
	Los Romanos	0,5	26-28	0,6	0,8	García Fernández	0,4	26-28	0,6	0,8
	Los Gómez	0,3	26-28	0,6	0,8	Las Talas	0,5	26-28	0,6	0,8
	La Cañada	0,4	26-28	0,6	0,8	Bella Vista	0,4	26-28	0,6	0,8
	Los Juárez	0,4	26-28	0,6	0,8	Rio Colorado	0,5	26-28	0,6	0,8
	Los Quemados	0,3	26-28	0,6	0,8	Esquina	0,6	26-28	0,6	0,8
	Mancopa	0,4	26-28	0,6	0,8	Quilmes -Pala Pala	0,6	26-28	0,6	0,8
	El Chilcal	0,3	26-28	0,6	0,8	Ingenio Leales	0,5	26-28	0,6	0,8
	Cóndor Huasi	0,3	26-28	0,6	0,8	Villa Fiat	0,5	26-28	0,6	0,8
	Oran	0,3	26-28	0,6	0,8	Los Suelos	0,6	26-28	0,6	0,8
	Viclos	0,5	26-28	0,6	0,8	Santa R. de Leales	0,4	26-28	0,6	0,8
	Campo Quimil	0,8	26-28	0,6	0,8	Estación Araoz	0,2	26-28	0,6	0,8
	El Mollar	0,6	26-28	0,6	0,8	San José de B. Vista	0,2	26-28	0,6	0,8

Departamento	Localidad	(F)	Rango	Límites		Localidad	(F)	Rango	Límites	
		mg/L		Min	Max		mg/L		Min	Max
Leales	Agua Dulce	0,8	26-28	0,6	0,8	Tacanas	0,6	26-28	0,6	0,8
	Agua Salada	0,8	26-28	0,6	0,8					
Lules	La Bolsa	0,3	26-28	0,6	0,8	Villa del Rosario	0,3	22-26	0,7	1
	San Rafael	0,3	22-26	0,7	1	San Pablo	0,3	22-26	0,7	1
	San Isidro	0,3	22-26	0,7	1	Ohuanta	0,4	22-26	0,7	1
	Malvinas	0,2	22-26	0,7	1					
Monteros	Acheral	0,2	26-28	0,6	0,8	LeónRouges	0,3	26-28	0,6	0,8
	Sargento Moya	0,1	22-26	0,7	1	Villa Quinteros	0,2	26-28	0,6	0,8
	Capitán Cáceres	0,3	22-26	0,7	1	Monteros	0,2	26-28	0,6	0,8
	El Churqui	0,2	22-26	0,7	1	El Cercado	0,3	22-26	0,7	1
	Yonopongo	0,3	22-26	0,7	1	Soldado Maldonado	0,3	22-26	0,7	1
	Los Costillas	0,3	26-28	0,6	0,8	Los Sosa	0,3	22-26	0,7	1
Rio Chico	Villa Hileret	0,4	26-28	0,6	0,8	Los Lunas	0,8	22-26	0,7	1
	Santa Ana	0,3	22-26	0,7	1	Aguilares	0,3	26-28	0,6	0,8
	Colonia 6	1,1	22-26	0,7	1	Los Sarmientos	0,4	22-26	0,7	1
	Monte Bello	0,4	22-26	0,7	1					
Simoca	Atahona	0,2	26-28	0,6	0,8	Simoca	0,1	26-28	0,6	0,8
	Villa Chicligasta	0,7	26-28	0,6	0,8	Güemes	0,2	26-28	0,6	0,8
	Monteagudo	0,2	26-28	0,6	0,8	San Pedro Mártir	0,2	26-28	0,6	0,8
	Niogasta	0,3	26-28	0,6	0,8	La Tuna	0,2	26-28	0,6	0,8
	Ciudadita	0,2	26-28	0,6	0,8	Manuela Pedraza	0,3	26-28	0,6	0,8
	Los Agudos	0,4	26-28	0,6	0,8	Buena Vista	0,2	26-28	0,6	0,8
Tafí del Valle	Ampimpa	0,3	22-26	0,7	1	Tafí del Valle	0,2	19	0,7	1,2
	Los Zazos	0,4	22-26	0,7	1	La Ovejería	0,1	19	0,7	1,2
	El Pichao	0,1	22-26	0,7	1	El Rodeo	0,1	19	0,7	1,2
	Colalao del Valle	0,9	22-26	0,7	1	Las Carreras	0,1	19	0,7	1,2
	El Bañado	1,8	22-26	0,7	1	El Mollar	0,2	19	0,7	1,2
	Quilmes	0,6	22-26	0,7	1	La Costa II	0,2	19	0,7	1,2
	Amaicha	0,9	22-26	0,7	1	La Costa I	0,2	19	0,7	1,2

La Figura 2 muestra los sitios de muestreos y las isotermas de temperaturas máximas medias anuales del aire, en la que se diferencian cuatro zonas geográficas: Este, Centro, Oeste I y Oeste II, acorde a rangos de temperaturas máximas medias anuales y a los límites recomendados por el CAA para el contenido de fluoruros en el agua de bebida (Tabla 2).

Figura 2. Superposición de Isotermas de temperaturas máximas medias anuales y localidades georreferenciadas relevadas. Provincia de Tucumán, Argentina.

Fuente: elaboración propia.



Tabla 2. Zonas estudiadas según rangos de temperaturas máximas medias anuales y límites recomendados por el Código Alimentario Argentino. Provincia de Tucumán, Argentina, 2008-2012.

Zonas	Isotermas de temperatura anual		Temperatura anual ¹		Límites de fluoruro ¹	
	Media (°C)	Máxima (°C)	Media (°C)	Máxima (°C)	Inferior (mg/L)	Superior (mg/L)
Zona Este	26	28	26,3	32,6	0,6	0,8
Zona Centro	26	22	21,5	26,2	0,7	1,0
Zona Oeste I	19	19	17,7	21,4	0,7	1,2
Zona Oeste II	26	23	21,5	26,2	0,7	1,0

1. Límites recomendados por el Código Alimentario Argentino

Fuente: Elaboración propia.

La zona Este, que incluye el Gran San Miguel de Tucumán tiene una población de 794.327 habitantes, siendo el quinto conglomerado urbano de la Argentina, con una densidad de 6.967 hab/km². La zona geográfica Oeste I comprende a las localidades próximas a la ciudad cabecera del departamento de Tafí del Valle con registros de temperaturas máximas medias anuales cercanas a los 19°C.

La Figuras 3 muestra la distribución geográfica de cursos de agua y concentraciones de fluoruros clasificadas en tres tipos: déficit, recomendado y exceso.

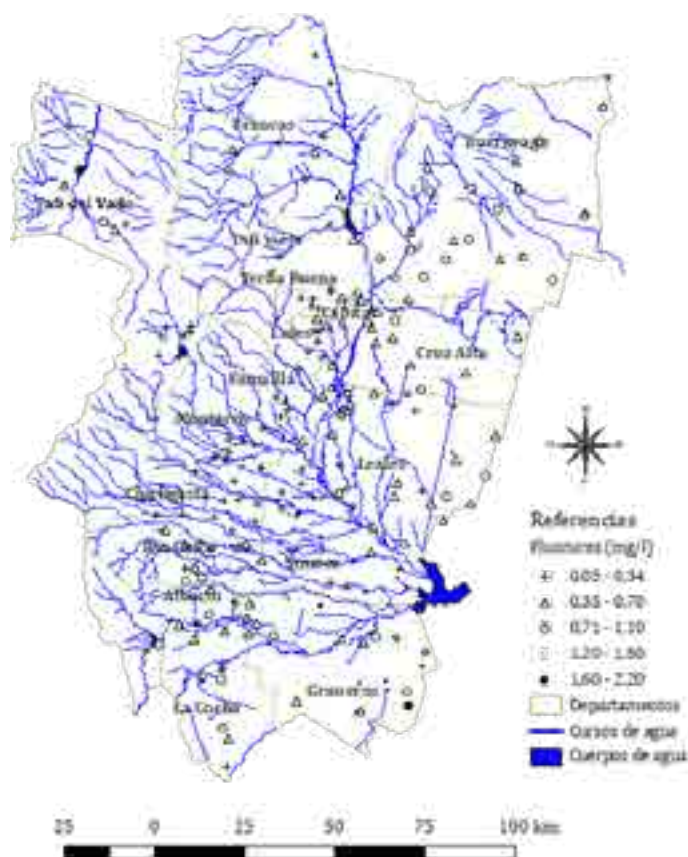


Figura 3. Distribución geográfica de cursos de agua y concentraciones de fluoruros clasificadas en tres tipos: déficit, recomendado y exceso. Provincia de Tucumán, Argentina, Fuente: elaboración propia

La Figura 4 muestra la distribución de frecuencias de concentraciones de fluoruros en agua de red en San Miguel de Tucumán. Los resultados promedios fueron agrupados en rangos de concentraciones, con un incremento de concentración de 0,1 mg/l para cada grupo relacionando.

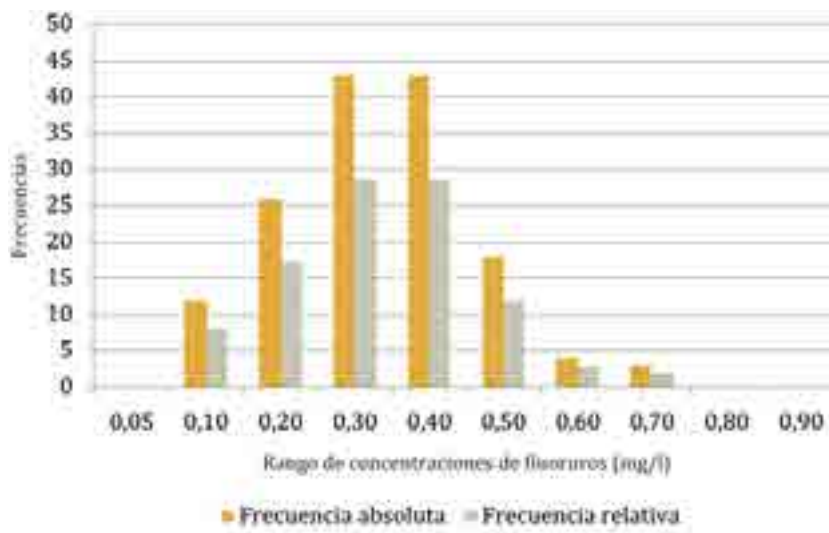


Figura 4. Distribución de frecuencias del contenido de fluoruros en el agua de red. San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán, Argentina.

Fuente: elaboración propia

La población de las localidades estudiadas alcanzó a 1.250.700 habitantes (86,36% del total de habitantes de la provincia), de los cuales 1.170. 000 consumen agua con déficit de fluoruros y 59.000 están expuestos a un exceso de fluoruros. Solo 15.000 habitantes (1%) disponen de agua que contiene fluoruros en concentraciones recomendadas.

El contenido de fluoruros en el agua de consumo fue clasificado en tres tipos: déficit, recomendado y exceso (Figura 3). Los departamentos de Tafí del Valle, Graneros, La Cocha, Burruyacu, Cruz Alta, Leales y Alberdi presentaron variaciones espaciales en las concentraciones recomendadas de fluoruros en el agua. Los restantes departamentos, presentaron, en general, una distribución con déficit de fluoruros en el agua de bebida.

La Figura 5 muestra la densidad de Kernel para la concentración de fluoruros en el agua de red en la provincia de Tucumán. El complemento “mapa de calor” de QGis 2.16 utiliza la estimación de la densidad de Kernel para crear un raster de densidad a partir de una capa vectorial de puntos de entrada. La densidad se calcula sobre la base del número de puntos en cada localización de forma que un número más grande de puntos vectoriales agrupados dan resultados mayores (expresada en unidades del mapa). Esto determina la forma del

Kernel que controla el rango en el cual la influencia de un punto decrece a medida que la distancia desde el punto aumenta. Así mismo, el ancho de banda especifica la distancia alrededor de un punto en el que sentirá la influencia de los puntos vecinos permitió estimar la concentración de fluoruros en zonas no relevadas, a partir de sitios muestreados, teniendo en cuenta las temperaturas máximas medias anuales de la zona (Figura 5).

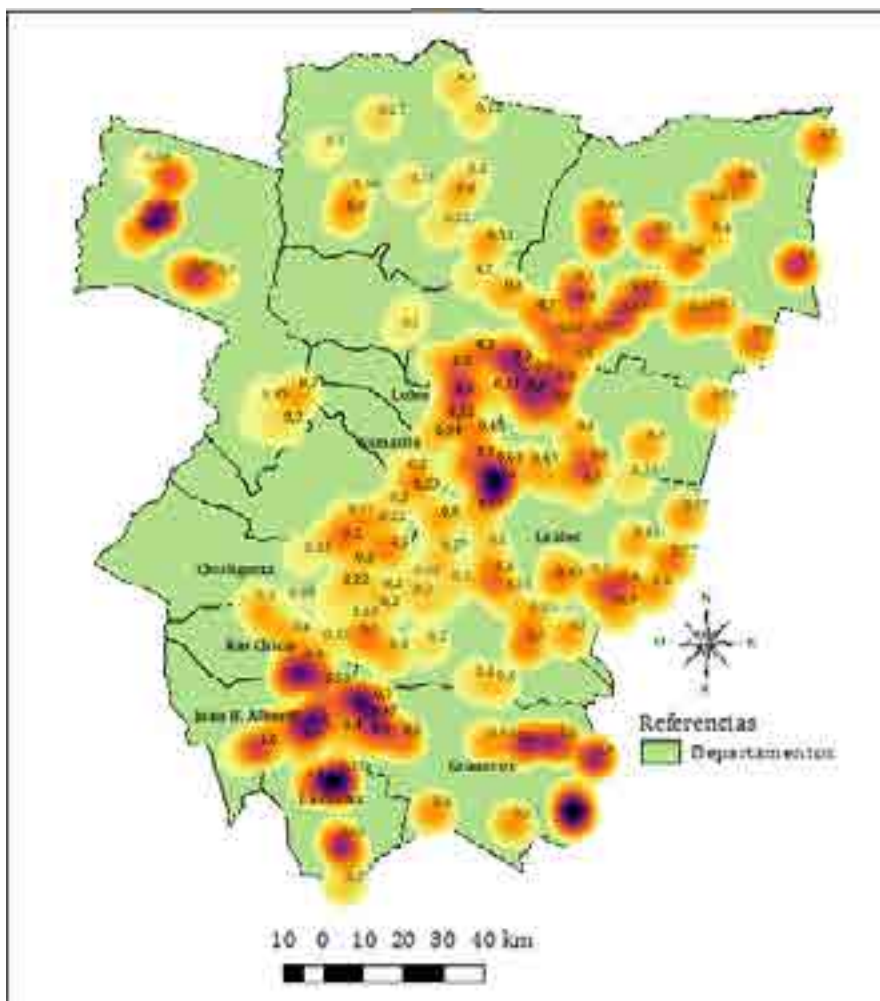


Figura 5. Estimación de la densidad de Kernel para la concentración de fluoruros en el agua de red. Provincia de Tucumán, Argentina.

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Distribución espacial de las concentraciones de fluoruros

El presente trabajo constituye el primer relevamiento de la distribución geográfica de fluoruros en el agua de consumo de la provincia de Tucumán. Las muestras fueron razonablemente representativas y se podría asumir que la distribución geográfica de fluoruros representa la real situación de la concentración de fluoruros en el agua de la provincia.

En este estudio el contenido de fluoruros en el agua de consumo y sus variaciones espaciales fueron investigadas usando las técnicas del Sistema de Información Geográfica (SIG) que permiten analizar la información geográfica relevada a fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

La distribución de la concentración de fluoruros en el agua de consumo es heterogénea (Figura 1), coincidentes con relevamientos realizados en otros países. La diferenciación de zonas de temperaturas máximas medias anuales propuestas para la provincia de Tucumán (Figura 2 y Tabla 2), permitió la evaluación del contenido de fluoruros en el agua de consumo (Tabla 1), acorde a las recomendaciones del CAA.

La red hidrológica de Tucumán es una de las más importantes de la región, las cuencas de alimentación descienden de las cumbres Calchaquies y del Cordón del Aconquija; los cursos de aguas de estas cuencas lixivian las rocas y el suelo, las cuales influyen según su naturaleza geológica en la concentración de fluoruros en el agua. En concordancia con lo informado por Cuellar Luna y García Melián. En la Figura 3 se observó a simple vista, para los departamentos de Simoca, Chicligasta, Monteros, Famaillá, Lules y Trancas, una relación inversa entre las concentraciones de fluoruros y la densidad de la red hidrológica.

En San Miguel de Tucumán se encontró, una acumulación de frecuencias superiores al 50%, entre las concentraciones de 0,30 mg/l y 0,40 mg/l, con un valor promedio de 0,32 mg/l y una mediana de 0,30 mg/l (Figura 4). En algunas localidades montañosas del departamento Tafí del Valle, los niveles de fluoruros mostraron mayor déficit con respecto a los niveles óptimos recomendados con relación a otros departamentos estudiados.

Adecuado manejo del flúor

La caries dental es un problema de salud pública mundial con una alta prevalencia en Argentina y asociada a la exposición a los fluoruros, por lo que la información del presente trabajo se torna indispensable para el manejo adecuado del flúor en el agua de bebida por las autoridades sanitarias, teniendo en cuenta los antecedentes con intervenciones positivas de reducción de los índices de caries por fluoración del agua, la leche o la sal y el uso de pastas fluoradas. Del mismo modo, la información es útil para evitar la fluorosis en la población de aquellas localidades con concentraciones recomendadas y en exceso de fluoruros.

La prevención es una meta básica en la medicina y la odontología para evitar el inicio de la enfermedad y su desarrollo posterior. Una forma de prevención de la caries dental requiere de programas centrados en el manejo de la fluoración del agua de abastecimiento, de la sal para consumo humano y el uso extendido de cremas dentífricas fluoradas. Estas medidas han probado tener efectos beneficiosos para prevenir la caries en varios países de América y Europa. El uso de dentífricos fluorados, con la concentración adecuada de fluoruros, es una forma de reducir la prevalencia de la caries dental con una buena relación costo-efectividad.

Las implicancias del presente trabajo involucran la optimización de medidas preventivas de cada zona de la provincia, identificando estrategias eficaces para promover la adopción de las recomendaciones actuales sobre el uso de fluoruros. Dichas estrategias deben estar dirigidas tanto a los adultos como a los niños, a sus padres y a los profesionales sanitarios.

CONCLUSIONES

Esta investigación, realizada por primera vez en la provincia, permitió la elaboración de mapas de distribución geográfica de la concentración de fluoruros en el agua de bebida, utilizando las técnicas de los sistemas de información geográfica. Por medio de esta metodología se relacionó espacialmente la concentración de fluoruros de 1.210 muestras de agua de consumo, con las características hidrológicas, geográficas y socioeconómicas de Tucumán.

Se relevó la concentración de fluoruros en el agua de consumo, de 190 localidades de los 17 departamentos de la provincia, durante el periodo 2008-2012. Los resultados analíticos obtenidos se evaluaron a partir de la diferenciación en la provincia, de zonas con registros de temperatura del aire diferentes. Para ello, se identificaron cuatro zonas en la provincia con rangos térmicos diferentes, lo cual permitió distinguir en las localidades relevadas, los rangos de temperaturas máximas medias anuales del aire. Se identificaron los requerimientos del contenido de fluoruros en el agua de consumo, de las localidades estudiadas, según las exigencias del CAA.

Se podría considerar, en general, a la provincia de Tucumán como flúor carencial, ya que se encontró que el 94% de la población estudiada consumía agua con concentraciones de fluoruros inferiores a los límites recomendados, que el 5% estuvo expuesta a concentraciones superiores al límite permitido, y solo el 1% consumió agua con las concentraciones de fluoruros recomendadas.

Los mapas elaborados de Tucumán muestran una distribución heterogénea de los fluoruros en el agua de consumo y se observa, en general, una relación inversa entre la concentración de fluoruros y la densidad de la red hidrológica de la provincia. En San Miguel de Tucumán se encontró un valor promedio de concentración de fluoruros de 0,32 mg/l y la distribución espacial de los sitios de muestreos no presentaron relación directa con los indicadores socioeconómicos estudiados. Las técnicas de análisis espaciales exploratorios empleadas permitieron estimar las concentraciones de fluoruros en localidades no relevadas.

Es destacable el déficit de contenidos de fluoruros en el agua de consumo de algunos departamentos de la provincia, especialmente, en los grandes conglomerados urbanos. Asimismo, se distinguieron localidades con exceso de concentración de fluoruros en el agua.

Esta información es indispensable para encarar planes y medidas sanitarias en beneficio de la salud de la población, ya que el adecuado manejo del flúor permitirá mejorar las prácticas, reducir costos y encarar políticas sanitarias. A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se prevé dar continuidad a esta investigación, relacionando otros factores de importancia sanitarios, mediante las técnicas del SIG, en beneficio de la salud pública.

AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de este trabajo se contó con una Beca “Ramón Carrillo-Arturo Oñativia” de iniciación en Salud Pública, del Ministerio de Salud de Argentina.

Bibliografía

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. En: Código Alimentario Argentino. Buenos Aires: ANMAT; 2007.

APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17a ed. Madrid: Ediciones Diaz de Santos; 1992.

Armfield, J.M. Community effectiveness of public water fluoridation in reducing children's dental disease. Public Health Reports. 2010;125(5):655-664.

Ávila Carreras N, Farias SS, Bianco G, Bovi Mitre MG. Determinación de fluoruro en aguas de Rinconadillas (Provincia de Jujuy). Acta Toxicológica Argentina. 2008;16(1):14-20.

Bordoni N., Bellagamba H., Doño R., Piovano S., Marcantoni M., Squasasi A. Efecto del autocepillado con fluorfosfato de sodio acidulado pH 5,6 sobre la caries dental en niños. Boletín de la Asociación Argentina de Odontología para Niños. 1999;28(1):14-18.

Buzai, G.D. Análisis espacial con sistemas de información geográfica: sus cinco conceptos fundamentales. En: Geografía y Sistemas de Información Geográfica: Aspectos conceptuales y aplicaciones. Buenos Aires: Universidad Nacional de Luján, GESIG; 2010. p. 163-195.

Carmo CDS., Coelho Alves M.C., Cavalcante P.R., Costa Ribeiro C.C. Avaliação da fluoretação da água do sistema de abastecimento público na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva. 2010;15(1):1835-1840.

Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. Mortality and Morbidity Weekly Reports. 2001;50(RR-14):1-42

Cuellar-Luna L., García-Melián M. El fluoruro en aguas de consumo y su asociación con variables geológicas y geográficas de Cuba. Revista Panamericana de Salud Pública. 2003;14(5):341-349.

Davraz A., Sener E., Sener, S. Temporal variations of fluoride concentration in Isparta public water system and health impact assessment (SW-Turkey). Environmental Geology. 2008;56(1):159-170.

Durán R., Durán E., Ojeda G., Castellanos W. Distribución geográfica de fluoruros en el agua de red de abastecimiento público en la provincia de Tucumán, Argentina. Salud Colectiva. 2017;13(1):105-122. doi: 10.18294/sc.2017.1033.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo 2010 [Internet]. Buenos Aires: INDEC; 2010 [citado 9 jun 2015]. Disponible en: <http://tinyurl.com/zqftbf5>

Lynch R.J., Navada R., Walia R. Low-levels of fluoride in plaque and saliva and their effects on the demineralisation and remineralisation of enamel; role of fluoride toothpastes. *International Dental Journal*. 2004;54 (Suppl. 1):304-309.

Mattos Vela M.A., Melgar Hermoza R.A. Riesgo de caries dental. *Revista Estomatológica Herediana*. 2004;14(1-2):101-106.

Minetti J.L., Laboratorio Climático Sudamericano. El clima del noroeste argentino [CD-Rom]. Tucumán: Editorial Magna; 2012.

Mitchell C., Craig C., Wilson D. National Health and medical Research Council. A systematic review of the efficacy and safety of fluoridation, Part A: Review methodology and results. Sidney: Australian Government, National Health and Medical Research Council; 2007.

Montero Canseco D., López Morales P., Castrejón Pérez R.C. Prevalencia de caries de la infancia temprana y nivel socioeconómico familiar. *Revista Odontológica Mexicana*. 2011;15(2):96-102.

Muñoz Millán P., Espinoza Espinoza G., Nuñez G., Sanhueza Campos A. Disponibilidad de flúor en saliva y biofilms en escolares expuestos a leche o agua fluorurada. *International Journal of Odontostomatology*. 2015;9(3):393-398.

Newby E.E., Martinez-Mier E.A., Zero D.T., Kelly S.A., Fleming N., North M., Bosma M.L. A randomised clinical study to evaluate the effect of brushing duration on fluoride levels in dental biofilm fluid and saliva in children aged 4-5 years. *International Dental Journal*. 2013;63(Suppl. 2):39-47.

Núñez D.P., García Bacallao L. Bioquímica de la caries dental. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* [Internet]. 2010;9 [citado 10 may 2016]. Disponible en: <http://tinyurl.com/zyrkmn8>.

Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Salud en las Américas 2007 (Publicación Científica y Técnica N° 622). Washington DC: OPS; 2007.

Organización Mundial de la Salud. Etiología y prevención de la caries dental (Informe Técnico N° 494). Ginebra: OMS; 1972.

Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable (Vol. I, II, III). Washington DC: OMS; 1998.

Organización Mundial de la Salud. Los Fluoruros y la salud bucodental: informe de un comité de expertos de lo OMS en el estado de la salud bucodental y el uso de fluoruros (Informe Técnico N° 846). Ginebra: OMS; 1994.

Osicka R.M., Agulló N.S., Herrera Ahuad C.E., Giménez M.C. Evaluación de las concentraciones de fluoruro y arsénico en las aguas subterráneas del Domo Central de la provincia del Chaco [Internet]. Corrientes: Facultad de Agroindustrias, Universidad Nacional del Nordeste; 2002 [citado 9 jun 2015]. Disponible en: <http://tinyurl.com/zzrc8me>.

Sociedad Argentina de Pediatría, Universidad de Buenos Aires. Flúor y prevención de caries en los niños. Buenos Aires: Comité Nacional de Pediatría Ambulatoria; 2006.

Sosa-Rosales M. Evolución de la fluoruración como medida para prevenir la caries dental. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2003;29(3):268-274.

Tekle-Haimanot R., Melaku Z., Kloos H., Reimann C., Fantaye W., Zerihun L., Bjorvatn K. The geographic distribution of fluoride in surface and groundwater in Ethiopia with an emphasis on the Rift Valley. *The Science of the Total Environment*. 2006;367(1):182-190.

The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century the approach of the WHO Global Oral Health Programme. Geneva: World Health Organization; 2003.

Torres Bruchmann E. Atlas agroclimático y bioclimático de Tucumán (1a Parte). San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán; 1976.

Torres Bruchmann E. Atlas agroclimático y bioclimático de Tucumán (2a Parte). San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán; 1977.

U.S. Department of Health, Education and Welfare. Public Health Service Drinking Water Standards. Washington DC: Public Health Service; 1962.

Zaror C., Vallejos C., Corsini G., De La Puente C., Velásquez M., Tessada-Sepúlveda R., Del Valle-Aranda C., Vega-Rodríguez G. Revisión sistemática sobre los efectos adversos de la fluoración del agua. *International Journal of Odontostomatology*. 2015;9(1):165-171.

Raúl Alberto Durán

Magíster en Gestión Ambiental. Bioquímico. Diplomado en Dirección y Gestión de Servicios de Salud Laboratorio de Control de Agua Potable, Departamento de Saneamiento Básico, Dirección de Salud Ambiental, Sistema Provincial de Salud de la Provincia de Tucumán, Argentina

Estela Liliana Durán

Doctora en Ciencias Biológicas. Bioquímica. Jefa de Laboratorio, Laboratorio de Control de Agua Potable, Departamento de Saneamiento Básico, Dirección de Salud Ambiental, Sistema Provincial de Salud de la Provincia de Tucumán, Argentina.

IMPACTOS DE LA MINERÍA A CIELO ABIERTO EN CATA-MARCA EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA SALÍ-DULCE.

Efectos no deseados del primer proyecto de minería a cielo abierto en argentina.

Dr. Juan A. González

1.- Introducción

La megaminería^(*) se instaló en varios países de Sudamérica y en especial en aquellos que se hallan relacionados con la Cordillera de los Andes y otros cordones montañosos de menor altitud. En el caso de Argentina, desde los '90, la megaminería recibió el apoyo explícito del gobierno nacional a través de un paquete de leyes de promoción de la misma, lo que significó la entrada al país de empresas nacionales e internacionales para la prospección y en algunos casos la puesta en marcha de proyectos que ya estaban en etapa de factibilidad, como fue el de Minera Alumbrera.

Tanto las etapas de prospección y particularmente las de explotación significan la apertura de huellas, caminos, instalación de campamentos, depósitos de combustibles y químicos diversos, explosivos y generación de ruido que causan impactos ambientales significativos como la eliminación de cobertura vegetal, alteración del paisaje, altas tasas de uso de agua y movilización de elementos o compuestos químicos hacia aguas subterráneas o superficiales. Un tema relacionado con la biodiversidad biológica, aún no evaluado en detalle, es justamente el efecto en el mediano y largo plazo que las actividades mineras pueden tener sobre el número y distribución de especies, competencia intra-interespecífica, entre otros. Por otro lado, el efecto de bioacumulación de compuestos químicos en organismos acuáticos y terrestres y los conflictos con áreas protegidas, cercanas a los emprendimientos mineros, son otros de los problemas a resolver. Tampoco los temas sociales y el impacto de la megaminería sobre las microeconomías son contemplados satisfactoriamente en los

(*) Actividad minera que implica una explotación a cielo abierto, uso de sustancias contaminantes (ej. cianuro o sales equivalentes), con grandes consumos de energía (ya sea electricidad o combustibles fósiles) y grandes volúmenes de agua por periodos largos de tiempo (ej. Millones de litro por día durante la vida útil de la mina), generación de drenaje ácido y pasivos ambientales importantes (ej. residuos peligrosos, escombreras, diques de cola, alteración de balances hídricos, entre otros).

proyectos mineros en marcha y a menudo se circunscriben a pequeñas ayudas en nombre de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE).

Si bien muchas empresas y los mismos gobiernos, aducen que para la actividad minera existen normas ambientales y protocolos estrictos, lo cierto es que a la fecha los efectos reales de la megaminería sobre los ecosistemas andinos de Sudamérica permanecen en la incógnita. Esto da lugar a especulaciones, con o sin fundamentos técnico-científicos, por parte de la población y grupos civiles organizados. Descuidos y evidencias de contaminación fueron ampliamente difundidos, pero aún no conocemos los efectos en el corto, mediano y largo plazo.

Nadie duda que la minería sea necesaria para el desarrollo de la sociedad. Pensemos solamente en un automóvil, un celular o los utensilios que usamos a diario en nuestro hogar para darnos cuenta de su necesidad. Sin embargo, no se cuestiona la actividad sino los descuidos y la forma en que se la hace y como esas acciones pueden o están perjudicando nuestro sistema natural y social.

En lo que sigue se realiza una síntesis de los efectos a distancia, fuera de la provincia de Catamarca, que provocó la explotación de minerales en Minera Alumbrera y como parte de los efluentes producidos llegaron a la Cuenca Salí- Dulce. En especial se hace referencia a los contaminantes ingresados a la Cuenca y su cuantificación en base a datos contenidos en los informes de Actualización de Impacto Ambiental (Informes III y IV en este caso) que la propia empresa estaba obligada por ley a presentar. Ver al final los cálculos realizados y un resumen de los sólidos ingresados por medio del mineralducto. Los cálculos se realizaron tomado como referencia análisis químicos realizados en 2003 y 2004 ya que se pudo acceder a esos datos. Se desconoce cuál ha sido el impacto de los contaminantes generados en años posteriores a los citados.

2.- El proyecto de Minera Alumbrera y sus impactos

El proyecto de Minera Alumbrera en Catamarca comenzó a operar en 1997. Quedó así inaugurado el primer proyecto de megaminería a cielo abierto en Argentina. El primer envío de 20.000 toneladas de concentrado se produjo el 31 de octubre de 1997 a la que siguieron otros con miles de toneladas. En ese lapso se produce el primer impacto ambiental por falta de la planta de tratamiento. Efectivamente, en ese lapso de tiempo solo funcionaba la Planta de Filtrado y Secado (Ranchillos, Tucumán), equipamiento que realizaba la filtración y la eliminación del agua del concentrado de minerales que llegaba desde Catamarca a Tucumán a través del mineralducto. El agua resultante fue eliminada directamente al Canal DP2. La planta de tratamiento recién fue inaugurada el 28 de marzo de 2000 (ver información en La Gaceta de Tucumán en la fecha mencionada). Es decir, que la empresa estuvo funcionando sin planta de tratamiento desde 1996 hasta la fecha última citada. Esto significa que los residuos contaminantes (restos de minerales, restos de suelos, químicos utilizados en la minería) transportados por el mineralducto hasta Tucumán, fueron arrojados al canal mencionando (DP2), que termina en el Embalse de Termas de Río Hondo, sin tratamiento alguno. Aún funcionando la planta de tratamiento de efluentes mineros en Ranchillos se debe agregar que se desconoce a

la fecha, donde Minera Alumbra arroja otros residuos que se generan en la planta de tratamiento instalada. Estos barros (residuos), podrían contener altas concentraciones de metales pesados muy peligrosos para los ecosistemas y para la población de no mediar los cuidados ambientales correspondientes. Se desconoce incluso si esos barros no están contaminados con bacterias, u otros microorganismos, que se utilizan para descontaminar, pero cuyos efectos en el ambiente se desconocen. Este hecho se agrava si se tiene en cuenta que esta probable fuente de contaminación es constante durante 24 horas y 365 días al año multiplicado por el número de años que duró el proyecto.

3.- Algunos análisis que detectaron la contaminación

¿Cuánto es el efluente que descargó Minera Alumbra en el Canal DP2 (Tucumán)? La propia empresa en sus informes expresó que el caudal fue de 18,9 litros de agua contaminada por segundo. Esto es aproximadamente 68.000 litros por hora o 1.632.960 litros por día. Si fuera agua potable se podría dar de beber a 8.165 personas a razón de 200 litros por día por persona. Este volumen de agua fue “exportado” desde los acuíferos existentes en el Campo del Arenal (Catamarca) a Tucumán.

Este volumen de efluentes es el que transportaba los contaminantes y que fueron detectados en muchos estudios. Investigaciones en el Canal DP2 (análisis físico-químicos y biológicos) por parte de investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, han demostrado la degradación y agresión al ecosistema con la instalación de la Planta de Secado y Filtrado en Cruz del Norte. Estos estudios fueron presentados bajo el título “Impacto de la actividad minera sobre la fitoflora” en el Congreso Boliviano de Limnología y Recursos Acuáticos (Año 1999, Universidad Mayor de San Simón y auspicio del Reino de Bélgica e instituto ORSTOM de Francia). En este estudio quedó demostrada la presencia de cobre en exceso en los efluentes y la degradación de las poblaciones de algas en ese canal, organismos que son muy importantes justamente en la purificación del ambiente.

En octubre de 2000 la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia de Tucumán descubrió residuos mineros (110 m³) en una finca privada en la Quebrada de Lules, a escasos 20 metros del Río Lules (Expte. N° 398-620-2000). La empresa Minera Alumbra aceptó que eran de su propiedad. Los análisis demostraron la presencia de varios elementos químicos contaminantes, entre ellos cobre en exceso y pH muy ácido.

Investigaciones del Ministerio Público de la Nación (Oficio N° 078 – A/2003) mediante la intervención de la Policía Científica de la División Medio Ambiente de Gendarmería Nacional constató que el Canal DP2 presentaba contaminación con cobre y cromo. El valor máximo de cobre permitido es de 0,002 mg/L y la investigación arrojó un valor de 0,20 mg/L. O sea 10 veces más que lo normado en los niveles guías de calidad de agua para la protección de la vida acuática (Decreto 831/93). Por otro lado, los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno se encontraban cuadruplicados o duplicados. Estos últimos parámetros tienen relación directa con la vida acuática. Cuanto mayor es el valor de estos parámetros mayor peligrosidad para la vida acuática.

Los análisis realizados en el año 2004 en el Canal DP2 por el Instituto Nacional del Agua (INA) (Nota de la Subsecretaría de Recursos Hídricos, SSRH N° 3912/2003 al Instituto Nacional del Agua, INA), demostraron que los parámetros conductividad eléctrica y sulfatos estaban por arriba de los límites establecidos en la legislación local. Sólo a modo de aclaración se menciona que la conductividad eléctrica es un indicador de que en el efluente existen sustancias químicas (orgánica, inorgánicas o ambas) que luego deben ser estudiadas. Es el equivalente a la fiebre en un organismo: indica que algo está sucediendo.

En el Expte. N° 298/313/SD-04 se hallan resumido los análisis históricos de datos físicos y químicos (1997-2004) del efluente de Minera Alumbrera. Este análisis ha demostrado que tanto la Conductividad Eléctrica, oxígeno disuelto y sulfatos estuvieron por arriba de la norma en numerosas oportunidades analizadas. También el cobre como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) estuvo en varias oportunidades por fuera de la normativa. Un caso especial es el de los Sólidos Totales. Estos no se hayan normados, pero el registro histórico mostró que ingresaron a Tucumán (a través del mineralducto) una cantidad de sólidos equivalente a 1,7 toneladas de sólidos por día. Un cálculo similar para el elemento arsénico nos indica que está ingresando a territorio tucumano una cantidad de 12 kilogramos por día. Dicho de manera resumida “el mineralducto es el vehículo por el cual están ingresando a Tucumán y a la Cuenca del Río Salí, elementos orgánicos e inorgánicos que antes del emprendimiento minero no existían o por lo menos no en los valores encontrados”.

Surge también del análisis de los datos físico-químicos que en el efluente eliminado existe el elemento químico denominado estroncio (Sr). El valor informado por el SEGEMAR INTEMIN (folio 36, página 69, 2004) es de 2,30 mg/litro. El estroncio no está reglamentado en la ley nacional de residuos peligrosos. Sin embargo, tratándose de un elemento cuyos efectos se desconocen, su presencia debió ser motivo de consulta y análisis por los organismos relacionados a la actividad nuclear en el país, para dilucidar si se trata de un elemento radiactivo o no. Un cálculo sencillo (donde se tiene en cuenta el valor de 2,30 mg/litro de estroncio y el caudal del efluente en el canal DP2 que según la empresa es de 18,9 litros por segundo, surge que habrían ingresado a Tucumán 3,7 kg de Estroncio por día.

Por otro lado, en el año 2007 la página digital de la Secretaría de Minería de la Nación: <http://www.mineria.gov.ar/ambiente/estudios/dias/tucuman/p-tucuman.asp> reconoció (p. 5, Identificación de Impactos Ambientales Actuales) que el Canal DP2 se encontraba impactado por “...elevado contenido de metales...”. Asimismo en la página 6 se dice textualmente que “...las mediciones realizadas en indican que el efluente de la planta de tratamiento de Minera Alumbrera presenta concentraciones de SDT (sólidos disueltos totales), sulfatos y molibdeno detectadas en el comienzo del canal que superan los límites normados.. Luego el mismo informe expresa “... el impacto considerado es de carácter negativo, con un fuerte grado de perturbación y un alto valor ambiental. La intensidad del mismo resulta alta, de extensión regional, permanente y parcialmente reversible...”. Este informe, que fue dado a conocer a la Fiscalía General por el firmante de este escrito, al tomar estado público fue “eliminado” de la página de la Secretaría de Minería de la Nación.

Los datos que surgen del análisis de los informes que se citan en la bibliografía y especialmente aquellos presentados por la propia empresa (Informes de Actualización de Impacto

Ambiental N° III y N° IV) demuestran que hubo un vuelco de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas en las aguas de un canal que desemboca directamente en el Río Salí. Cotejando los datos de los citados informes con las Tablas Guías de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos (N° 24.051) surge la contaminación provocada entre 1997 hasta el 2004, por la empresa en las aguas citadas. Sin duda esa acumulación de sustancias conforma lo que se denomina un “pasivo ambiental” cuyas consecuencias aún no conocemos.

El análisis de los sólidos ingresados a Tucumán se resume en el Cuadro 1. Si bien el proceso es dinámico y los kilogramos de sólidos pueden variar temporalmente se asume que las 4 fechas de muestreos son representativas. Para el cálculo final por año se ha tomado el promedio de los cuatro datos. Este valor de sólidos en kilogramos multiplicado por 365 nos brinda una aproximación a la generación de contaminantes ingresados por año. En el Apéndice 1 se indica la forma en que se calcularon los contaminantes presentes en el efluente.

Cuadro 1. Kilogramos de contaminantes ingresados al Canal DP2 provenientes de la Planta de Filtrado y Secado de Minera Alumbrera

Fechas	Kilogramos de contaminantes por día	Kilogramos de contaminantes por año
Ene de 2003	9960,4	3.635.546
Mar de 2004	1740	635.100
Ago de 2004	1640	598.600
Oct de 2004	8089,04	2.952.499,6
Total para las 4 fechas	21.429,44	7.821.745.60
Promedio de las cuatro fechas	5.357,36	1.955.436,4

Se debe aclarar que los elementos o compuestos químicos que se mencionan no son los únicos presentes o usados en minería. Entre estos también se usan: cal hidratada, nutriente nitrogenado, cloruro férrico, coagulante, floculantes, soda caustica, oxígeno líquido, dictiofosfatos, óxido de calcio, entre otros. Un compuesto químico no mencionado son los xantatos de sodio y potasio, que se usan como elementos en la flotación de minerales. Estos compuestos privan al agua del oxígeno. Un dato preocupante es que de los metales pesados que conocemos (aluminio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, talio, zinc, selenio, vanadio y oro), 13 fueron encontrados en el efluente de Minera Alumbrera.

La presencia de los elementos contaminantes mencionados (más de 1.955 toneladas promedio por año) y detectados por los análisis realizados, podrían provocar daños al suelo,

agua, organismos acuáticos, vegetación ribereña y acumulación en las cadenas tróficas a peces y eventualmente a personas. A veces estos daños no se manifiestan al instante sino que se acumulan y después de varios años aparecen las consecuencias. Sin embargo, más allá de esta última posibilidad, que deberá ser comprobada por rigurosos estudios ecotoxicológicos en aves, peces y vegetación acuática y ribereña y realizado en laboratorios independientes y certificados, también se debe ponderar que se ha violado una norma nacional (Ley N° 24.051) y otras normas locales, las que sin duda para su elaboración ha tenido en cuenta muchos antecedentes nacionales e internacionales relacionados con el o los efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas. No debemos olvidar que la experiencia de minería a cielo abierto se inaugura en el país con el emprendimiento de Minera Alumbrera. De esta forma, estimo que la atención a este tipo de emprendimiento en el futuro cercano se deberá extremar para evitar daños en el corto, mediano y largo plazo.

Tucumán posee una riqueza ponderable sin duda es el agua. Su preservación y conservación es y será clave tanto para el desarrollo humano como para la producción inteligente y para la integridad de los ecosistemas. Y más allá aún, el agua que se genera en Tucumán no sólo beneficia a Tucumán sino a toda una cuenca (Cuenca Salí-Dulce). De nuestros celos en cuidar esta riqueza dependerá el futuro de Tucumán y de la Cuenca mencionada.

Bibliografía

González, Juan Antonio s/denuncia. Expte. N° 378/99. Ministerio Público Fiscal. Tucumán.

Actuación N° 15499/97 de la Defensoría del Pueblo de la Nación

Expte. N° 514/411-F-2002. Informe del SIPROSA (Tucumán)

Expte. N° 298-313-SD-04 de la Dirección de Minería de la Provincia de Tucumán.

Informe del Instituto Nacional del Agua (marzo de 2004). Muestreos y análisis de Efluentes Líquidos Vertidos en el Canal DP2 por la Minera Alumbrera.

Informe de Impacto Ambiental – Etapa de Explotación – Tercera Actualización – agosto de 2003 (Expte. N° 116 – 313 – MA- 2003).

Informe de Impacto Ambiental – Etapa de Explotación – Cuarta actualización – junio de 2006

Juan A. González

Dr. en Ciencias Biológicas. Director del Instituto de Ecología de la Fundación Miguel Lillo Provincia de Tucumán (Argentina).

Apéndice 1**Informe de Impacto Ambiental – Etapa de Explotación****Cuarta actualización – Junio de 2006**

Apéndice 1a. Cálculo de carga contaminante a partir de los datos de la Tabla 1 del Cuarto Informe de actualización. Datos correspondientes al 21 de enero de 2003

Análisis de la carga contaminante (1) a partir de los datos informados por la empresa (Tabla 1, pag 66, folio 34 bis)

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Calcio	303 mg/L	303	18,9	494786880	494,78688
Cromo total	< 1 ug/L < 200 ug/L	< 0,001 < 0,2	18,9 18,9		
Cobre	138 ug/L < 80 ug/L	0,138 < 0,08	18,9 18,9	225348,48	0,22534848
Fluoruros	1,35 mg/L 1,08 mg/L	1,35 1,08	18,9 18,9	2204496 1763596,8	2,204496 1,7635968
Hierro	0,21 mg/L 0,28 mg/L	0,21 0,28	18,9 18,9	342921,6 457228,8	0,3429216 0,4572288
Mercurio	< 1ug/L < 1 ug/L	< 0,001 < 0,001	18,9 18,9		
Molibdeno	290 ug/L 290 ug/L	0,29 0,29	18,9 18,9	473558,4 473558,4	0,4735584 0,4735584
Níquel	<0,05 mg/L < 0,15 mg/L	< 0,05 < 0,15	18,9 18,9		
Plomo	< 0,05 mg/L < 0,20 mg/L	< 0,05 < 0,20	18,9 18,9		
Sulfatos	1101 mg/L 990 mg/L	1101 990	18,9 18,9	1797888960 1616630400	1797,88896 1616,6304
Selenio	< 1 ug/L < 0,03 ug/L	< 0,001 < 0,0003	18,9 18,9		
Cinc	< 0,05 mg/L < 0,05 mg/L	< 0,05 < 0,05	18,9 18,9		
SDT	1682 mg/L 2020 mg/L	1682 2020	18,9 18,9	2746638720 3298579200	2746,63872 3298,5792
Kilogramos de contaminantes que llegaron al Canal DP 2 a través del mineralducto					9960,4 kg

(1) Carga contaminante se calcula como el producto de la concentración (en mg/L) por el caudal (litros/segundo).

(*) Valor informado: se refiere al valor informado por la Empresa Minera Alumbrera en la Cuarta Actualización

NOTA: donde figuran dos valores para el mismo elemento o compuesto se refiere el primero al valor aportado por los laboratorios de la empresa y el otro

al valor aportado por otro laboratorio (INDUSER en este caso). Los cálculos se realizaron solamente para aquellos elementos o compuestos cuya concentración es un número exacto y no en aquellos donde se expresa que es menor (<) a cierto valor

(2) Para este cálculo se asume que tanto el caudal como la concentración de los elementos, o compuestos, no varió durante todo el año. Lógicamente eso es sólo una aproximación.

Cálculo de carga contaminante a partir de los datos de la Tabla 1 del Cuarto Informe de actualización. Datos correspondientes a marzo de 2004

Análisis de la carga contaminante (1) a partir de los datos informados por la empresa (Tabla 2, pag 67, folio 35).

Análisis realizados por el INA y Gendarmería Nacional en Marzo de 2004

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Aceites y grasas	14,9 mg/L	14,9	18,9	24331104	24,331104
Aluminio	< 0,1 mg/L	< 0,1	18,9		
Arsénico	<0,01 mg/L	< 0,01	18,9		
Bario	0,213 mg/L	0,213	18,9	347820,48	0,34782048
Boro	< 0,1 mg/L	< 0,1	18,9		
Cadmio	< 0,003 mg/L	< 0,003	18,9		
Cianuros	0,0008 mg/L	0,0008	18,9	1306,368	0,001306368
Cinc	0,009 mg/L	0,009	18,9	14696,64	0,01469664
Cloruros	101 mg/L	101	18,9	164928960	164,92896
Cobalto	< 0,011 mg/L	< 0,011	18,9		
Cobre	0,054 mg/L	0,054	18,9	88179,84	0,08817984
Cromo hexavalente	< 0,01 mg/L	< 0,01	18,9		
Cromo total	<0,015 mg/L	< 0,015	18,9		
Detergentes aniónicos	0,09 mg/L	0,09	18,9	146966,4	0,1469664

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Estaño	< 0,0021mg/L	< 0,0021	18,9		
Fenoles	< 0,01 mg/L	< 0,01	18,9		
Fósforo total	0,1 mg/L	0,1	18,9	163296	0,163296
Hidrocarburos totales	< 0,2 mg/L	< 0,2	18,9		
Hierro	< 0,04 mg/L	< 0,04	18,9		
Manganeso	0,025 mg/L	0,025	18,9	40824	0,040824
Mercurio	< 0,001 mg/L	< 0,001	18,9		
Níquel	0,026 mg/L	0,026	18,9	42456,96	0,04245696
Nitrógeno Nitratos	1,8 mg/L	1,8	18,9	2939328	2,939328
Nitrógeno Nitritos	0,02 mg/L	0,02	18,9	32659,2	0,0326592
Nitrógeno amoniacal	0,09 mg/L	0,09	18,9	146966,4	0,1469664
Plomo	< 0,03 mg/L	< 0,03	18,9		
Sulfatos	947,45 mg/L	947,45	18,9	1547147952	1547,147952
Sulfuros	< 0,01 mg/L	< 0,01	18,9		
Kilogramos de contaminantes que llegaron al Canal DP 2 a través del mineralducto					1740,37 kg

(1) Carga contaminante se calcula como el producto de la concentración (en mg/L) por el caudal (litros/segundo)

(*) Valor informado: se refiere al valor informado por la Empresa Minera Alumbra en la Cuarta Actualización

NOTA: donde figuran dos valores para el mismo elemento o compuesto se refiere el primero al valor aportado por los laboratorios de la empresa y el otro al valor aportado por otro laboratorio (INDUSER en este caso)

(2) Para este cálculo se asume que tanto el caudal como la concentración de los elementos, o compuestos, no varió durante todo el año. Lógicamente eso es sólo una aproximación.

Cálculo de carga contaminante a partir de los datos de la Tabla 3 del Cuarto Informe de actualización. Datos correspondientes a agosto de 2004.

Análisis realizados por el SIPROSA en agosto de 2004

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Cloruros	51,2 sin unidades	51,2	18,9	83607552	83,607552
Cadmio	< 0,02 mg/L	< 0,003	18,9		
Cromo total	<0,3 mg/L	< 0,015	18,9		
Cobre	0,1 mg/L	0,054	18,9	88179,84	0,08817984
Níquel	0,02 mg/L	0,026	18,9	42456,96	0,04245696
Sulfatos	730 mg/L	947,45	18,9	1547147952	1547,147952
Kilogramos de contaminantes que llegaron al Canal DP 2 a través del mineralducto					1630,89

Cálculo de carga contaminante a partir de los datos de la Tabla 4 del Cuarto Informe de actualización. Datos correspondientes a octubre de 2004

Análisis realizados por el Segemar, INTEMIN en octubre de 2004

(2) Para este cálculo se asume que tanto el caudal como la concentración de los elementos, o compuestos, no varió durante todo el año. Lógicamente eso es sólo una aproximación.

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Aceites y grasas	14,9 mg/L	14,9	18,9	24331104	24,331104
Alcalinidad total (CO ₃ Ca)	26 mg/L	26	18,9	42456960	42,45696
Aluminio	< 0,01 mg/L	< 0,01			
Arsénico	< 10 ug/L	< 0,01			
Bario	0,213 mg/L	0,213	18,9	347820,48	0,34782048
Bicarbonatos	26 mg/L	26	18,9	42456960	42,45696
Boro	< 0,1 mg/L	< 0,1			
Cadmio	< 1 ug/L	< 0,001			
Calcio	334 mg/L	334	18,9	545408640	545,40864
Cianuros	0,0008 mg/L	0,0008	18,9	1306,368	0,001306368
Cinc	< 0,002 mg/L	< 0,002			

Elemento o compuesto químico analizado	Valor informado (*)	Concentración (mg/L)	Caudal Informado (L/seg) (*)	mg del elemento o compuesto por día	Kg del elemento o compuesto por día
Cloruros	87 mg/L	87	18,9	142067520	142,06752
Cobre	< 0,01 mg/L	< 0,01			
Conductivid.	(uS/cm)	2662	2662		
Cromo hexavalente	< 2 ug/L	< 0,002			
Cromo total	< 2 ug/L	< 0,002			
Dureza total	929 mg/L	929	18,9	1517019840	1517,01984
Estaño	< 10 ug/L	< 0,01			
Estroncio	2,30 mg/L	2,3	18,9	3755808	3,755808
Fluoruros	1,2 mg/L	1,2	18,9	1959552	1,959552
Fósforo total	< 0,05 mg/L	< 0,05			
Hierro	< 0,01 mg/L	< 0,04			
Magnesio	23 mg/L	23	18,9	37558080	37,55808
Manganeso	0,017 mg/L	0,017	18,9	27760,32	0,02776032
Mercurio	< 1 mg/L	< 1			
Molibdeno	161 ug/L	0,161	18,9	262906,56	0,26290656
Níquel	< 0,01 mg/L	< 0,01			
Nitratos + nitritos	< 2 mg/L	< 2			
Nitrógeno amoniacal	0,09 mg/L	0,09	18,9	146966,4	0,1469664
Plomo	< 0,007 mg/L	< 0,007			
Potasio	39 mg/L	39	18,9	63685440	63,68544
SDT	2180 mg/L	2180	18,9	3559852800	3559,8528
Selenio	< 10 ug/L	< 0,01			
Sodio	160 mg/L	160	18,9	261273600	261,2736
Sulfatos	1131 mg/L	1131	18,9	1846877760	1846,87776
Sulfuros	Sin datos				

Kilogramos de contaminantes que llegaron al Canal DP 2 a través del mineralducto

8089,49

(1) Carga contaminante se calcula como el producto de la concentración (en mg/L) por el caudal (litros/segundo) (*) Valor informado: se refiere al valor informado por la Empresa Minera Alumbra en la Cuarta Actualización 2) Para este cálculo se asume que tanto el caudal como la concentración de los elementos, o compuestos, no varió durante todo el año. Lógicamente eso es sólo una aproximación.

CAPÍTULO 05

AGUA Y EL DERECHO

5.1: “Historia de la legislación de Aguas en Argentina”.
María Sara Albornoz Colomo y María Victoria Bollero.

5.2: “Derecho Humano al Agua. Estándares Internacionales y Litigio Estratégico para su efectivización”.
Griselda Alfaro y María Victoria Bollero

5.3: “Tutela de un Recurso Estratégico”. **María Sara Albornoz Colomo.**

5.4: “Un período en la gestión del servicio público del Agua. Lo que pudo ser y no fue”. **Carolina Mordini**

HISTORIA DE LA LEGISLACION DE AGUAS EN ARGENTINA

María Sara Albornoz Colomo

María Victoria Bollero

La legislación de aguas en nuestro país se ha visto modificada como consecuencia del valor que se le fue dando a este importante recurso. Si trazamos una línea de tiempo podemos observar que desde las primeras legislaciones coloniales (anteriores a la sanción del Código Civil de Vélez Sarsfield) a la fecha hubo una notoria evolución en la protección del recurso.

El citado Código Civil, entró en vigencia en nuestro país a partir de 1871. Hasta entonces regía la legislación española dictada para las colonias. A partir del nacimiento de nuestra patria, el uso del recurso para el consumo personal se realizaba a través de aljibes o de aguateros, sin una reglamentación específica.



Casa de inmigrantes, hacia la zona de Retiro. FOTO: GENTILEZA MUSEO ISAAC FERNÁNDEZ BLANCO. <https://www.perfil.com/noticias/arte/el-museo-fernandez-blanco-exhibe-fotografias-de-buenos-aires-del-siglo-xix.phtml>

Precisamente la obra “Historia del Agua en Buenos Aires” realiza un recorrido sobre la historia de este vital elemento, desde el origen de la ciudad de Buenos Aires. Dicho trabajo, en una interesante narración, describe el escaso valor que en aquella época se le brindaba al recurso. Resalta que la actividad agrícola solo apuntaba a satisfacer el consumo regional, para ello se aprovechaba las aguas de lluvia y de los ríos cercanos se extraía agua para riego.

Ilustraban este escenario, carros con bueyes que ingresaban a los ríos, lavanderas y aguateros que compartían el agua del río en el que desembocaban (sin ningún tratamiento) los efluentes de las incipientes industrias, las aguas de lluvias de toda la ciudad, y las actividades portuarias y de pesca. Estas conocidas prácticas a lo largo de la historia de nuestro país, muestran el destrato al recurso agua.

Con la sanción de la Constitución Nacional en el año 1853, se afianza el sistema republicano y federal. En efecto, las provincias delegaron a la Nación, entre otras facultades, la de dictar los códigos de fondo. Siguiendo este mandato, el Congreso sancionó el Código Civil, estableciéndose las primeras normativas sobre el recurso agua. Respecto del derecho de las provincias sobre sus recursos naturales el entonces artículo 104, habilitaba a las mismas solo al aprovechamiento de sus ríos.

El Código Velezano, legisló el recurso Agua dentro de la categoría de “cosas”, entendiendo por tales (Art. 2311) a aquellas susceptibles de tener un valor. Dentro de esta categoría, el agua reviste, al igual que en la actualidad una doble característica, ya que puede ser:

- **Cosa mueble:** es decir que se puede movilizar o transportar (Art. 2318) cuando el agua se encuentra embotellada. A modo de ejemplo, son las aguas comerciales que se pueden adquirir para el consumo humano.

- **Cosa Inmueble** (Art. 2313), en este caso también el agua puede subdividirse en las dos categorías previstas por el código para este tipo de cosas: **Cosas inmuebles por su naturaleza** (Art. 2314) que se definían como “todas las cosas por si inmovilizadas como el suelo y todas las partes sólidas o fluidas...”. Estas son las aguas en su carácter natural: ríos, arroyos, mares, lagunas, glaciares, etc., o **Cosa Inmueble por su accesión:** definidas en el antiguo Art. 2315 y ss., que en el caso de las aguas, son aquellas que recorren por las cañerías de un inmueble o se encuentran almacenadas en tanques que forman parte de un inmueble.

Respecto a la propiedad de las aguas, el Código Civil había establecido en su Art. 2340 que las mismas, en cuanto a su relación con las personas eran bienes públicos del Estado. El origen de este artículo narrado por Vélez Sarfield se remonta a la Recopilación de Indias, y su narración fue motivo de reformas.

Por su parte el Art 2350 establecía que las aguas que nacen y mueren en una misma heredad, pertenecen en propiedad, uso y goce al dueño de la heredad.

Precisamente sobre estos aspectos es que van a versar las futuras reformas civiles en la legislación de las aguas.

Primeras reformas en torno al agua

La Ley N° 17.711 de 1868, es la que introduce las reformas más importantes al Art. 2340

del Código Civil. Remarcamos este artículo porque es el que se aplicó hasta la entrada en vigencia del nuevo Código Civil y Comercial Común unificado. El espíritu de esta ley, va a ejercer su influencia directamente en el inciso 3 del Art. 2340, cuando incluye dentro de las aguas públicas a las que tienen la aptitud de satisfacer los usos de interés general.

Por su parte, la reforma de 1994 a nuestra carta magna, fue la que marcó un hito, no solo al introducir el Art. 41 que estableció el derecho a un ambiente sano y equilibrado, sino por consagrar una serie de derechos que inciden directamente en el régimen de las aguas. En este sentido, destacamos lo siguiente:

- Incluye expresamente el dominio originario de las provincias sobre sus recursos naturales en el Art. 124
- Otorga facultades al Estado Nacional para dictar las Leyes de Presupuestos Mínimos (Art. 41. 3° párrafo). Como consecuencia de ello, van a surgir las leyes: 25.688 de Presupuestos Mínimos “Régimen de Gestión Ambiental de Aguas” y la Ley 26.639 de “Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial”, que entre otras contienen legislación sobre las aguas.

En línea con estas reformas, la jurisprudencia de la Corte Suprema de Justicia de la Nación ha mostrado su incidencia en la legislación específica, especialmente en algunos fallos emblemáticos, entre ellos: Riachuelo (Mendoza, Beatriz c/ Estado Nacional y otros), Provincia La Pampa c/ Provincia Mendoza, Halabi, Kersich, Río Atuel, entre otros. También en esta Obra se analizaron distintos aspectos de éstos fallos, en capítulos aparte.

EL NUEVO CODIGO CIVIL Y COMERCIAL.

El nuevo Código Civil entró en vigencia el 1º de Agosto de 2015, y fue aprobado mediante Ley N° 26.994. Se trata de un cuerpo unificado que recepta la reforma constitucional de 1994, reconociendo expresamente en su artículo 14 los derechos de incidencia colectiva y en especial al medio ambiente como un “derecho-deber”.

En cuanto a la legislación de las aguas, se mantiene en el Título III, caracteriza a las mismas como cosas, mueble o inmuebles, tanto por su accesión como por su naturaleza. La Sección II de este Título -desde los Arts. 235 a 239- legisla sobre los bienes en relación a las personas, y es en esta sección de donde surgen las principales reformas con respecto al anterior Código.

En el Art. 235 establece los Bienes pertenecientes al dominio público y expresa: “Son bienes pertenecientes al dominio público, excepto lo dispuesto por leyes especiales:

- a) **el mar territorial** hasta la distancia que determinen los tratados internacionales y la legislación especial, sin perjuicio del poder jurisdiccional sobre la zona contigua, la zona económica exclusiva y la plataforma continental. **Se entiende por mar territorial** el agua, el lecho y el subsuelo;
- b) **las aguas interiores, bahías, golfos, ensenadas, puertos, ancladeros y las playas marítimas; se entiende por playas marítimas** la porción de tierra que las mareas bañan y desocupan durante las más altas y más bajas mareas normales, y su continuación hasta la distancia que corresponda de conformidad con la legislación especial de orden nacional o local aplicable en cada caso;

c) los ríos, estuarios, arroyos y demás aguas que corren por cauces naturales, los lagos y lagunas navegables, los glaciares y el ambiente periglacial y toda otra agua que tenga o adquiera la aptitud de satisfacer usos de interés general, comprendiéndose las aguas subterráneas, sin perjuicio del ejercicio regular del derecho del propietario del fundo de extraer las aguas subterráneas en la medida de su interés y con sujeción a las disposiciones locales. **Se entiende por río** el agua, las playas y el lecho por donde corre, delimitado por la línea de ribera que fija el promedio de las máximas crecidas ordinarias.

Por lago o laguna se entiende el agua, sus playas y su lecho, respectivamente, delimitado de la misma manera que los ríos;

d) las islas formadas o que se formen en el mar territorial, la zona económica exclusiva, la plataforma continental o en toda clase de ríos, estuarios, arroyos, o en los lagos o lagunas navegables, excepto las que pertenecen a particulares; e) el espacio aéreo suprayacente al territorio y a las aguas jurisdiccionales de la Nación Argentina, de conformidad con los tratados internacionales y la legislación especial; f) las calles, plazas, caminos, canales, puentes y cualquier otra obra pública construida para utilidad o comodidad común; g) los documentos oficiales del Estado; h) las ruinas y yacimientos arqueológicos y paleontológicos.

El articulado establece lo referente a la propiedad de las aguas, y de esta nueva legislación destacamos lo siguiente:

- Son bienes públicos del Estado, respetando las características que tienen los mismos y establecidas en el Art. 237 C.C. y C. son inalienables, inembargables e imprescriptibles. Las personas que ejercen su uso y aprovechamiento están sujetas a las normativas locales y generales.
- En cuanto al mar territorial, lo define comprendiendo el lecho y el subsuelo, y destaca la legislación internacional que legisla la materia, en este caso los Tratados suscriptos por nuestro país, en especial el Convenio de la Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, ratificado por Ley 25.543/95. También se incluye dentro del mar territorial al subsuelo.
- En el Inc. b) amplía qué se entiende por aguas interiores, agregando especialmente a los Golfos (cuya definición surge de la Convención de la ONU citada). Asimismo define qué se entiende por playa marítima, para definir la extensión de las mismas ahora se tendrá presente la “legislación nacional o local” lo que permite ampliar ese dominio en virtud de la legislación local y no restringirlo.
- En cuanto al Inc. c) es donde más se amplía la jurisdicción y dominio del Estado respecto a su anterior narración. Se incorporan nuevas categorías de bienes de dominio público, tales como: Estuarios, arroyos, glaciares y ambientes periglacial. En cuanto a los estuarios, su definición esta brindada por las ciencias especiales, pero no el Código Civil y Comercial, siendo necesaria su reglamentación, ya que al ser el sistema de interfase entre el agua de mar y los cursos fluviales, reviste una gran importancia para la biodiversidad asociada.
- Los glaciares y ambientes periglaciares, se encuentran definidos por la Ley de Presupuestos Mínimos 26.639, gozando de esta manera de jerarquía constitucional, y en un

todo de acuerdo a esta discutida Ley de Presupuestos Mínimos, el C. C. y C. ahora lo agrega en su narración.

- Se define a los “lagos y lagunas”, con el mismo criterio que se delimitan los ríos, manteniendo la diferencia del antiguo código en navegables o no navegables. Respecto de lo que se entiende por lago, laguna o río navegable aún no hay una definición absoluta en el código, siendo de criterio jurisprudencial su definición, y atendiendo según las necesidades y avances actuales que ha permitido aumentar a nuevas zonas la navegabilidad de personas y bienes.

Son dos los temas en torno a la reforma que merecen mayor análisis: la definición de Río y sus límites y la cuestión de las aguas subterráneas.

Se define lo que se entiende por Río: el agua, las playas y el lecho por donde corre, delimitado por la línea de ribera que fija el promedio de las máximas crecidas ordinarias. Agrega a la categoría de Río a las playas y al lecho, como una unidad y ampliando la protección brindada a este bien. También se agrega el concepto de Línea de Ribera para definir al río, tomando como base las máximas crecidas ordinarias, y no las crecidas medias ordinarias como ocurría en el anterior código.

La reglamentación de las líneas de riberas por parte de las autoridades locales, presentará nuevos desafíos, que son analizados en la presente obra, dado que este límite entre la propiedad pública y privada, no es fijo o inmóvil, por el contrario, su variación se ve afectada principalmente por el cambio climático. El criterio actual, en torno a ampliar la línea de ribera, tiene en consideración las cuestiones ambientales citadas.

En cuanto a la legislación de las aguas subterráneas y las aguas particulares, se debe analizar las mismas a la luz de distintos artículos. Se declara expresamente a todas las aguas como públicas, incluyendo a las subterráneas. De acuerdo con el espíritu del nuevo código, este punto constituye un gran adelanto aún en relación a la ley 17711 que, como recordaremos, fue la que incorporó por primera vez las aguas subterráneas a la nómina de bienes de dominio público.

Cobra importancia lo establecido específicamente en el Art. 240: “Límites al ejercicio de los derechos individuales sobre los bienes: El ejercicio de los derechos individuales sobre los bienes... debe ser compatible con los derechos de incidencia colectiva....No debe afectar el funcionamiento de los ecosistemas de la flora, la fauna, la biodiversidad, el agua....”

Existe abundante discusión sobre este punto, ya que parte de la doctrina considera que nos encontramos frente a una contradicción con lo establecido por el Art. 239 del actual Código que establece: “Aguas de los particulares: Las aguas que surgen en los terrenos de los particulares pertenecen a sus dueños, quienes pueden usar libremente de ellas, siempre que no formen cauce natural. Las aguas de los particulares quedan sujetas al control y a las restricciones que en interés público establezca la autoridad de aplicación. Nadie puede usar de las aguas privadas en perjuicio de terceros ni en mayor medida de su derecho.

Pertenecen al dominio público si constituyen cursos de agua por cauces naturales. Los particulares no deben alterar esos cursos de agua. El uso por cualquier título de aguas pú-

blicas, u obras construidas para utilidad o comodidad común, no les hace perder el carácter de bienes públicos del Estado, inalienables e imprescriptibles.”

Hasta aquí tenemos un amplio espectro de disposiciones de índole civil que regulan al recurso agua. Sin embargo, su estudio e interpretación nos exige una mirada mucho más amplia e integral que no solo incluya la legislación civil -establecida en el Título Preliminar (arts. 1, 2 y 3)- sino también el espíritu de la ley, su finalidad, la protección de los derechos humanos fundamentales, y los valores jurídicos en juego.

En este contexto, el “límite a los derechos privados”, es un aporte del “Derecho Ambiental de Aguas”, que, según autores como Pigretti, Bellorio Cabot y Cavalli, constituyen el conjunto de normas imperativas de un ordenamiento social, que conforme a la justicia, regulan la relación de las personas con el agua, considerada ésta en las diversas maneras en que se manifiesta en el ciclo hidrológico e integrada al medio ambiente”

En síntesis, en cuanto a la regulación de las aguas subterráneas, por aplicación del Art. 235, las mismas son públicas, cuando tengan la aptitud de satisfacer usos de interés general, y sometiendo al fundiario a su uso conforme las disposiciones administrativas locales.

Ahora bien, para la aplicación del artículo 239, sobre aguas privadas, importa delimitar si las mismas forman cauce o no, y si nacen en la propiedad del dueño de la superficie. Ello también en virtud de lo establecido por el Art. 1945 del C. C. y C., que establece que la propiedad del suelo, abarca también la del subsuelo. Por lo tanto, el dueño de un predio puede usar de las aguas, que nacen en su terreno, que no formen cauce, sin perjudicar a los linderos y siempre con arreglo a las disposiciones locales.

Otras aguas que podrían quedar incluidas en el dominio privado, son las establecidas en el Art. 1947, que establece: “El dominio de las cosas muebles no registrables sin dueño, se adquiere por apropiación: inc a) son susceptibles de apropiación:... iii) el agua pluvial que caiga en lugares públicos o corra por ellos” .

La interpretación de la normativa civil y comercial, requiere que se realice en forma armónica entre la faz individual, social y ambiental establecida por el espíritu del nuevo Código, consagrada en los citados arts. 1, 2, 3, 10 (abuso del derecho), 14 (derechos de incidencia colectiva) y 240 (límites al ejercicio de los derechos individuales).

Legislación de presupuestos mínimos:

Las leyes de presupuestos mínimos dictadas como consecuencia del Art. 41 de la Constitución Nacional, son aquellas que contienen una tutela común para el todo el territorio de la Nación, de orden público, y que pueden ser complementadas por las Provincias.

En materia de aguas, son dos las que tienen injerencia:

- **Ley N°: 25.688, “Régimen de Gestión Ambiental de Aguas”,** sancionada y promulgada en 2002.

El artículo 1º de la Ley, define agua abarcando tanto las superficiales como subterráneas y atmosféricas y establece taxativamente que entiende por utilización de esas aguas.

En este artículo también se define lo que se considera cuenca hídrica superficial, las que se consideran una unidad de gestión ambiental indivisible.

En su artículo 4º se crean los Comités de Cuencas Interjurisdiccionales, como entes asesores de las autoridades competentes. Establece las facultades de los organismos nacionales, entre los cuales está la de establecer los límites máximos de contaminación de las aguas según su uso, fijar los parámetros de calidad y elaborar y actualizar los Planes Nacionales de preservación de Aguas.

- **Ley N°: 26.639, “Presupuestos Mínimos para la preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglaciario”,** sancionada y promulgada en 2010.

Es la ley de protección a los glaciares y al ambiente periglaciario, que los considera “reservas estratégicas” del recurso hídrico para el consumo humano. Define glaciar y periglaciario y ordena la creación de un Inventario Nacional de los mismos, el que deberá actualizarse por lo menos, cada cinco años.

La ley establece cuales son las actividades prohibidas en los mismos, incluyendo, obviamente a la actividad minera, motivo que generó grandes controversias para la sanción de la presente ley, y resistencia de algunas provincias mineras. En cuanto a las actividades permitidas, se encuentran sometidas a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica, según corresponda conforme a su escala de intervención, en el que deberá garantizarse una instancia de participación ciudadana.

Se respeta la jurisdicción provincial, según corresponda, estableciendo la ley, que en cada caso la autoridad de aplicación será la de mayor jerarquía. También establece las funciones de la autoridad nacional de aplicación, se destaca el deber de informar las actualizaciones en las Comunicaciones Nacionales de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Establece un régimen de sanciones e infracciones a la ley. Establece un plazo de máximo de 60 días a partir de su sanción, para presentar a la autoridad nacional de aplicación un cronograma para la ejecución del inventario, el cual deberá comenzar de manera inmediata.

Por último, remarca que en el Sector Antártico Argentino, la aplicación de la ley estará sujeta a las obligaciones asumidas por la República Argentina en virtud del Tratado Antártico y del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente.

DDHH y Tratados internacionales

Conforme lo establecido por la Constitución Nacional, en su reforma del año 1994, los Tratados Internacionales suscriptos por nuestro país, son de aplicación en nuestro derecho con igual garantía (supremacía constitucional). expresamente contemplados en el artículo 75 inciso 2º. En tal sentido todos aquellos pactos y tratados que nuestro país suscriba consagran el derecho internacional de derechos humanos. Aunque no menciona expresamente al derecho humano al agua potable, este alcanza igual rango por su estrecha vinculación con la satisfacción de otros derechos fundamentales que construyen la dignidad humana.

Dado que esta temática se desarrolla en profundidad en la presente obra, solamente se cita aquellos que contienen la obligación de proteger el Recurso Agua, y son:

- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales PIDESC
- Derecho humano al agua potable. Resolución 64/292, de la Asamblea General de las Naciones Unidas que reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento.
- Convención de los Derechos del Niño

Legislación Provincial

La mencionada obra del Ingeniero Aníbal Comba: “Historias (poco conocidas) del agua en Tucumán”, también detalla los avances legislativos de nuestra provincia en la materia.

Al respecto, la Ley N° 817, había sido encargada al Ingeniero Cipolletti, experto en el tema, fue una extensa regulación que tuvo vigencia más de 100 años en la Provincia.

Fue en el año 1896 que el entonces gobernador de la provincia de Tucumán, Teniente Cnel. Lucas Córdoba, presentaba a la legislatura el proyecto de la denominada Ley de Riego de Tucumán. En su mensaje decía: “el mejor aprovechamiento y la más sabia distribución de las aguas de nuestro territorio”.

En aquel entonces, el gobierno consideraba a la irrigación un factor fundamental para la diversificación productiva de la provincia. Fue sancionada el 18 de marzo de 1897, entre sus disposiciones creaba el Departamento General de Irrigación que estaría dirigido por la Junta Superior de Irrigación, integrada por un superintendente y dos vocales. El Departamento funcionó con ese nombre hasta el año 2000, año en el que pasó a llamarse Departamento de Recursos Hídricos, actualmente Dirección de Recursos Hídricos.

Han pasado 122 años de la sanción de esta ley, que según expertos en la materia, fue una ley avanzada para la época. En el año 2001 se sancionó la ley N° 7139 y su modificatoria, vigentes a la fecha.

El agua es el fundamento de la vida humana y de los seres vivos, a ello se suma que es esencial para la dinámica de los procesos productivos. Estas afirmaciones son una constante siempre que abordamos el estudio del recurso.

Siguiendo esta lógica y en armonía con valores sociales, económicos y ambientales, la ley de riego vigente, ha sentado lineamientos que procuran el uso, la gestión transparente y eficaz, la protección del recurso en forma sostenible. Para ello, ha formulado los principios rectores de la política hídrica que actúan como directrices. Es decir, su texto refleja una visión ambientalista e innovadora para el tratamiento del recurso agua. Hace hincapié en su carácter renovable, finito, escaso y vulnerable. En consonancia con ello introduce el Título VII referido a la “Preservación de las aguas”

Completan el texto algunas normativas (decretos) cuyas disposiciones le fueron dando una impronta a la ley y tornándola operativa en muchos aspectos.

- Decreto 538/03 crea la Junta de Regantes.
- El Decreto 480/04. Respecto al riego agrícola señala algunas cuestiones en los artículos 55 y ss.
- Decreto 2120/05 faculta a la hoy denominada Dirección de Recursos Hídricos a implementar un régimen de cobro de la tasa al Uso del Agua para las aguas subterráneas, destinadas a uso industrial, agrícola, entre otros.

A modo de conclusión se destacan algunos aspectos relevantes de la ley 7139/40:

- Incluye expresamente las aguas subterráneas, como aguas de dominio público (si bien estas ya habían sido introducidas en el artículo 2340 inc. 3° del Código Civil con la reforma de la ley 1771, año 1969), la antigua ley n° 731 de 1897 no las contemplaba.
- Sienta los principios rectores de política hídrica, imprimiéndole una mirada ambien-

lista, resaltando el carácter finito, escaso y vulnerable, y un modelo de gestión integral y sostenible del recurso. Faculta a la Dirección de Recursos Hídricos, como organismo entenderá en la formulación, desarrollo y aplicación de la Política hídrica de riego en la provincia. A su vez esta autoridad puede controlar el uso de las aguas privadas. Establece en título especial las atribuciones y deberes de la autoridad.

- Incluye disposiciones orientadas a la preservación de las aguas. En este sentido, prohíbe acciones que afecten la calidad de las aguas superficiales y subterráneas evitando efectos nocivos sobre las mismas.
- Incluye la regulación de las aguas y su clasificación en aguas de dominio público y privado (en concordancia con las disposiciones de fondo que detalladas precedentemente), las clasifica en usos (común y especial), establece el sistema de concesiones y permisos, los instrumentos para el conocimiento del recurso, además de la autoridad de aplicación, participación de la comunidad y de los sectores productivos.
- Determina que las aguas para uso común serán las destinadas a: a) Bebida e higiene humana, uso doméstico. b) Abrevar y bañar ganado en tránsito. c) Uso recreativo, navegación y pesca deportiva en lugares autorizados. La ley expresamente consagra la forma en que debe realizarse este uso.
- Establece el orden de las concesiones, para los usos especiales, el cual atenderá la siguiente prioridad: a) Industrial, b) Agrícola, c) Pecuaria, d) Energético, e) Minero, f) Medicinal, g) Piscícola, h) Recreativo. Establece que este orden solo se puede alterar por resolución fundada de la autoridad de aplicación, dando prioridad al uso potable o doméstico.
- Determina los derechos y obligaciones de la autoridad de aplicación y de los usuarios y concesionarios, y las formas de extinción y caducidad de las mismas. Contiene la ley un título especial sobre infracciones, sanciones y multas.

Advertimos que la legislación provincial siempre fue de vanguardia en la protección del recurso, a tono con la normativa constitucional y de fondo. Se destaca el valor estratégico que esta última ley le otorga al agua, lo que inspira las políticas que giran en torno a su uso y aprovechamiento.

Conclusión

La legislación sobre las aguas es compleja porque reúne normativa constitucional y supra constitucional, leyes nacionales de fondo (Código Civil y Comercial) leyes de presupuestos mínimos y legislación provincial.

El Dr. Embid Irujo señala con énfasis la problemática al legislar este recurso, y la complejidad que resulta en nuestro país, de que las provincias se hayan reservado el dominio originario no solo sobre el agua, sino también sobre el resto de los recursos naturales.

Ya en trabajos anteriores hemos insistido en este aspecto, el Agua es un recurso que se comparte más allá de los límites geopolíticos de la provincia, situación que obliga a los gobiernos locales a concertar su uso y aprovechamiento y nos interpela a todos a actuar y pensar como cuenca.

No menos importante resulta la mirada ambientalista impresa en la ley de aguas de Tucumán, a la cual hemos hecho especial referencia.

Tengamos en cuenta que el agua no es un recurso que pueda aprovecharse en beneficio particular exclusivo. Siguiendo esta lógica, resulta acertada la visión del nuevo Código Civil y Comercial, al reconocer los derechos de incidencia colectiva y establecer los límites al ejercicio de los derechos individuales, protegiendo entre otros, a estepreciado bien.

Por último, insistimos en que para la gestión del recurso es fundamental una mirada integral, como cuenca y eco sistémica que implique también la participación plural de los sectores involucrados.

Bibliografía

- https://www.aysa.com.ar/media-library/que_hacemos/Concientizaci%C3%B3n/La-zos_de_agua/Historias_del_Agua_en_Buenos_Aires-2018.pdf
- <http://www.vocesenelfenix.com/content/la-transformaci%C3%B3n-del-derecho-argentino-de-aguas>
- https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/22Martinez-Preciado.pdf>
- <http://www.sociedadambiental.net/profiles/blogs/3224899:BlogPost:68941> (Ley 25688)
- **Brailovsky Antonio Elio**, Historia Ecológica de Iberoamérica, Capital Intelectual, 2006.
- INFORME CODIGO CIVIL Y COMERCIAL UNIFICADO-2014 -[Documento elaborado por Cristina del Campo para el Consejo Hídrico Federal (COHIFE) como escrito base introductorio sobre la nueva regulación en materia de aguas del Código Civil y Comercial unificado (2014). Presentado en la Asamblea Ordinaria XXIII, 3 y 4 de Diciembre de 2014 y en el Taller interno sobre Línea de Ribera del 25 de agosto de 2015.
- **Pastorino; Leonardo Fabio**, “El derecho al agua en Argentina” [Derecho-del-Agua-en-Argentina-para-Mexico-corregido.pdf](#)
- **Pinto, Mauricio y Liber Martin**, Origen, evolución y estado actual del derecho al Agua en America Latina, Revista bioderecho.es Vol.1, num.1, 2014
- **Pinto, Mauricio y Liber Martin**, Revista de Derecho Ambiental. Abeledo Perrot. Julio. Septiembre 2015. “El régimen de las aguas en el nuevo código civil y comercial y su compatibilidad para la tutela ambiental”.

María Sara Albornoz Colomo

Abogada. Maestranda en Gestión Ambiental UNT. Mediadora. Profesora Adjunta Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas y Facultad de Ingeniería de la UNSTA. Asesora Letrada de Dirección de Medio Ambiente de la Provincia y del Consejo Provincial de Economía y Ambiente de Tucumán. Investigadora UNSTA.

María Victoria Bollero

Abogada, Maestranda en Gestión Ambiental. Secretaria Ejecutiva área Capacitación y Perfeccionamiento Defensoría del Pueblo de Tucumán. Docente Adjunta de la cátedra: “Derecho de los Recursos Naturales y Protección Ambiental” de la Facultad de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales de la UNSTA, Profesora de la cátedra: “Legislación Rural” de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán UNT. Investigadora UNSTA

DERECHO HUMANO AL AGUA: ESTÁNDARES INTERNACIONALES Y LITIGIO ESTRATÉGICO PARA SU EFECTIVIZACIÓN

Griselda Alfaro
María Victoria Bollero

INTRODUCCIÓN

La historia demuestra que los derechos humanos son el resultado de sucesivas luchas sociales, lo que determinó y determina que los mismos no son un número estanco sino que por el contrario, se amplían.

En este contexto, recordamos que los derechos humanos son clasificados desde nuestra perspectiva, con fines pedagógicos, en generaciones, para indicar, los momentos en que fueron reconocidos por parte de los Estados, como principales garantes de los mismos.

A continuación, haremos una breve reseña, en función de esta categorización, para luego centrarnos en el tema que nos convoca:

Derechos de primera generación se enarbolaron a partir de la Revolución Francesa (Siglo XVIII) época signada por desigualdades.

En ese contexto, en Asamblea Nacional del 26 de Agosto de 1789, el pueblo dictó la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, que se convirtió en el primer instrumento jurídico en plasmar los derechos civiles y políticos, relacionados con la vida y la integridad personal así como, el derecho de propiedad.

Derechos de segunda generación representados por los derechos económicos sociales y culturales como ser el derecho a la salud, la educación, la vivienda, etc. Estos derechos, no sitúan al individuo como un ser aislado, sino dentro de un determinado conjunto y emergen en respuesta a un proceso de cambios técnicos, económicos y sociales que venía desarrollándose a partir de mediados del siglo XVIII: la Revolución Industrial. Durante el siglo XIX muchas personas denunciaron las malas condiciones de vida y lucharon para mejorarlas. Comprenden los llamados derechos de la igualdad.

Derechos de tercera generación comenzaron a surgir a partir de la década del 80', con la singularidad de que la titularidad de los mismos recae sobre sujetos colectivos, es decir, la humanidad, un pueblo, una nación, una comunidad, una etnia. Se entiende que estos derechos

sólo pueden ser garantizados mediante la participación solidaria de todos los actores: el Estado, los individuos, las organizaciones no gubernamentales, etc.

En este grupo, a modo de ejemplo, mencionaremos algunos:

Derecho a la paz

Derecho a un medio ambiente sano y equilibrado

Derecho al respeto del patrimonio común de la humanidad

En esta lógica, es que la comunidad internacional avanza en el reconocimiento de los derechos civiles y políticos, con el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos y los Derechos económicos, sociales y culturales con el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), ambos ratificados e incorporados a la Constitución Nacional Argentina en su artículo 75 inc. 22. La Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer¹ (CEDAW) y la Convención sobre los derechos del niño² también tienen jerarquía constitucional y reconocen este derecho.

De esta forma Argentina como Estado, es el principal garante de los derechos humanos en el diseño, implementación y monitoreo de las políticas públicas conforme los estándares establecidos en los Tratados mencionados y sus Protocolos Adicionales.

Tal como lo sostiene Pedro Nikken³, los derechos humanos nos corresponden a todos, por el solo hecho de ser una persona.

En este contexto, los artículos 11 y 12 del PIDESC⁴ tienen carácter vinculante para nuestro país. Sumamos la Observación General N° 15 (OG) como instrumento jurídico no vinculante, que sirve de guía para el reconocimiento y protección del derecho humano al agua.

1. Artículo 14 2) Los Estados Partes adoptarán todas las medidas apropiadas para eliminar la discriminación contra la mujer en las zonas rurales a fin de asegurar, en condiciones de igualdad entre hombres y mujeres, su participación en el desarrollo rural y en sus beneficios, y en particular le asegurarán el derecho a: h) Gozar de condiciones de vida adecuadas, particularmente en las esferas de la vivienda, los servicios sanitarios, la electricidad y el abastecimiento de agua, el transporte y las comunicaciones. Los destacados son propios.

2. Artículo 24 1. Los Estados Partes reconocen el derecho del niño al disfrute del más alto nivel posible de salud [...]. 2. Los Estados Partes asegurarán la plena aplicación de este derecho y, en particular, adoptarán las medidas apropiadas para: c) Combatir las enfermedades y la malnutrición [...] mediante, entre otras cosas, [...] el suministro de alimentos nutritivos adecuados y agua potable salubre [...]. Los destacados son propios.

3. Nikken Pedro, "Sobre el Concepto de los Derechos Humanos", Seminario sobre Derechos Humanos, San José, Costa Rica Primera Edición, 1997.

4. Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, entrada en vigor: 3 de enero de 1976, de conformidad con el artículo 27.

Aunque extensa pero necesaria, mencionamos el fundamento jurídico del derecho al agua, temática que analizaremos:

“El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica.”

De esta forma, el derecho al agua es encuadrado en la categoría de las garantías indispensables para asegurar un nivel de vida adecuado además de ser vital para la realización de muchos otros derechos, tales como los derechos a la salud, a un ambiente sano y a la educación, entre otros.

Importancia de la Observación General N° 15

Tal como reconoce Ronald Dworkin⁶, sostenemos que la OG actúa como una directriz que se asimila a un estándar que propone un objetivo que debe ser alcanzado, generalmente una mejora económica, social de la comunidad.

Artículo 11 1. Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia. Los Estados Partes tomarán medidas apropiadas para asegurar la efectividad de este derecho, reconociendo a este efecto la importancia esencial de la cooperación internacional fundada en el libre consentimiento.

2. Los Estados Partes en el presente Pacto, reconociendo el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre, adoptarán, individualmente y mediante la cooperación internacional, las medidas, incluidos los programas concretos, que se necesitan para: a) Mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos mediante la plena utilización de los conocimientos técnicos y científicos, la divulgación de principios sobre nutrición y el perfeccionamiento o la reforma de los regímenes agrarios de modo que se logren la explotación y la utilización más eficaces de las riquezas naturales; b) Asegurar una distribución equitativa de los alimentos mundiales en relación con las necesidades, teniendo en cuenta los problemas que se plantean tanto a los países que importan productos alimenticios como a los que los exportan.

Artículo 12 1. Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental. 2. Entre las medidas que deberán adoptar los Estados Partes en el Pacto a fin de asegurar la plena efectividad de este derecho, figurarán las necesarias para: a) La reducción de la mortalidad y de la mortalidad infantil, y el sano desarrollo de los niños; b) El mejoramiento en todos sus aspectos de la higiene del trabajo y del medio ambiente; c) La prevención y el tratamiento de las enfermedades epidémicas, endémicas, profesionales y de otra índole, y la lucha contra ellas; d) La creación de condiciones que aseguren a todos asistencia médica y servicios médicos en caso de enfermedad.

5. Observación general N° 15: El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales), E/C.12/2002/11 20 de enero de 2003.

6. Dworkin, Ronald, Los derechos en serio, Barcelona. España, Editorial Ariel, 2012

En el caso concreto, guiar a los Estados respecto de los pasos a seguir para cumplir sus obligaciones de respetar, proteger y garantizar el derecho al agua.

Asimismo, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, subraya que el derecho en cuestión, incluye las siguientes características interrelacionadas:

- **Disponibilidad:** Se refiere a la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades esenciales de una persona. Mientras que la cantidad mínima de agua requerida variará dependiendo del contexto incluyendo el estado de salud, el clima y las condiciones de trabajo, los usos personales y domésticos ordinarios del agua generalmente incluirán el consumo, el saneamiento, el lavado de la ropa, la preparación de alimentos, la higiene personal y del hogar.
- **Calidad:** Se refiere a las condiciones físicas, químicas, biológicas y radiológicas del agua. La calidad del agua está estrechamente relacionada a la salubridad y son esenciales para el desarrollo y bienestar humano.

■ Todas las personas tienen derecho a disponer en forma continua y sin interrupciones de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico. El acceso al agua se basa en cuatro ejes:

Accesibilidad física. El agua, las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance de todos los sectores de la población. En este sentido, las políticas públicas de cada Estado deben orientarse directamente a eliminar barreras que impiden un suministro de agua suficiente, salubre y aceptable en cada hogar, institución educativa o lugar de trabajo o en zonas aledañas. Contar con servicios e instalaciones de agua de calidad suficiente y culturalmente adecuados, que tengan en cuenta necesidades relativas al género, el ciclo vital, la intimidad, permitirá el ejercicio de este derecho en toda su amplitud.

Por eso decimos que tanto el acceso al agua limpia y al saneamiento tienen estrecha relación con la concreción de otros derechos claves relacionados con la dignidad humana. Efectivamente, agua potable y saneamiento van de la mano y el acceso a ambos resulta indispensable no solo para reducir enfermedades de origen hídrico, sino para combatir situaciones de pobreza.

El agua como fuente de vida: Resolución 64/92 de Naciones Unidas.

Siguiendo esta lógica, la Resolución N° 64/92 aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas el 28 de julio de 2010 “el agua es fuente de vida” constituye un hito importante ya que reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento.

Dicho documento exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos.

Hasta aquí, nadie duda que “El derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida”.

Sin embargo nos preguntamos: ¿Cómo es el comportamiento de los Estados frente a este derecho?, ¿Garantizan los Estados el ejercicio y goce de este derecho?

En respuesta a estas preguntas, podemos afirmar que, desde el punto de vista normativo, el orden jurídico internacional del derecho humano al agua está formado por instrumentos

de carácter vinculante y de carácter no vinculante. Estos representan lo que pueden exigir los titulares de este derecho al Estado, y demás actores como ser las empresas prestadoras de los servicios públicos.

Sin embargo, no podemos desconocer que, en muchos casos hay una distancia entre el reconocimiento jurídico de un derecho y su efectiva realización.

Allí es donde advertimos que el Poder Judicial opera como un actor clave. Llevar cuestiones sociales complejas, como las que analizaremos más adelante, posiciona el derecho de acceso a la Justicia y la capacidad de generar acciones colectivas para demandar el cumplimiento, clarificación, modificación o creación de una política para satisfacer derechos generales a toda la población, en este caso el derecho al agua.⁷

Generando cambios: Litigio Estratégico

Hasta aquí analizamos el reconocimiento jurídico del derecho humano al agua. Ahora, avanzaremos en analizar ejemplos de casos judicializados a través de lo que conocemos como litigio estratégico consistente en la selección de un caso de alto impacto, con el cual quienes activan el derecho de acceso a la justicia, tienen por finalidad con el caso presentado, por un lado, obtener una sentencia que repare a las víctimas directas del caso, y por el otro lado, que la sentencia sea una herramienta para avanzar en las reformas legales, la adopción o modificación de las políticas públicas o en cambiar la conducta de las autoridades, a fin de que los destinatarios finales del litigio sean todas aquellas personas que se encuentren en una situación similar.⁸

En este contexto, debemos señalar que una de las fortalezas del litigio estratégico está relacionada con la participación ciudadana y el fortalecimiento de las instituciones, en pro de una sociedad democrática.

AMPARO KERSICH

En este caso, los vecinos de la ciudad 9 de Julio de la provincia de Buenos Aires, promovieron una acción de amparo contra la empresa proveedora del servicio de agua potable para que adecúe la calidad y potabilidad del agua de uso domiciliario. También solicitaron una medida cautelar que ordenara suministrar a la reclamante agua potable en bidones para realizar un informe de la cantidad de agua que recibía cada uno.

7. Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento. Documento de Políticas Públicas. Análisis N° 89, 2010. "Litigio estratégico: una herramienta para que el Poder Judicial tenga voz en políticas públicas clave." Disponible en: <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1966.pdf> Consultado el día 22 de agosto de 2019.

8. Gandur, María Sofía, "Las intervenciones judiciales de impacto público: litigios estratégicos, estructurales y de interés público" en Clínica jurídica de interés público: un modelo alternativo de enseñanza de la práctica profesional, Programa de Formación en Áreas de Vacancia de la Abogacía Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, 2017.

El juez de grado hizo lugar a la medida cautelar y luego aceptó la adhesión de 2641 personas en condición de nuevos actores e hizo extensiva la medida cautelar.

Esta decisión judicial, motivó la disconformidad de la demandada e interpuso recurso de apelación, que también resultó desfavorable, razón por la cual interpuso recurso de inaplicabilidad de ley que fue declarado inadmisibile y dio lugar al recurso de queja ante la Suprema Corte de Justicia de la Provincia de Buenos Aires.

El máximo tribunal de la provincia desestimó la queja con sustento en que la resolución impugnada no revestía carácter definitivo a los fines del remedio procesal intentado.

De esta forma, Aguas Bonaerenses S.A. interpuso el recurso extraordinario federal y fue la Corte Suprema de Justicia de la Nación quien reconoce en su considerando 12:

“Que el acceso al agua potable incide directamente sobre la vida y la salud de las personas, razón por la cual debe ser tutelado por los jueces. En este sentido cabe resaltar que en su reciente resolución A/HRC/RES/27/7 distribuida el 2 de octubre de 2014, el Consejo de Derechos Humanos de la Asamblea General de Naciones Unidas exhorta a los Estados a que “velen por que todas las personas tengan acceso sin discriminación a recursos efectivos en caso de violación de sus obligaciones respecto del derecho humano al agua potable y el saneamiento, incluido recursos judiciales, cuasijudiciales y otros recursos apropiados” (11. c). En el campo de los derechos de incidencia colectiva, es fundamental la protección del agua para que la naturaleza mantenga su funcionamiento como sistema y su capacidad de resiliencia.”⁹

Sobre estos argumentos resolvió que estando en juego el derecho humano al agua potable debe mantenerse la cautelar dispuesto por el tribunal de origen.

Luego de este breve resumen del caso, nos interesa señalar algunos aspectos positivos de este estándar establecido por el máximo tribunal de nuestro país, ya que no es motivo de este trabajo el análisis de las discusiones relacionadas con los planos procesales. Por el contrario, celebramos como la CSJN categóricamente reconoce la vigencia de los principios de prevención y de precaución, en otras palabras, ante la duda científica respecto a la sanidad del agua, debe primar la prevención y evitación de todo mal en la salud de la ciudadanía, esto implica que la provisión de agua potable debe respetar lo normado por el Código Alimentario Argentino y los estándares internacionales de derechos humanos.

AMPARO ROJAS

En este caso el Sr. J.I.P.Q. solicitó a través de una acción de amparo, a la Municipalidad de Rojas que comience a realizar las obras de infraestructura necesarias a fin de garan-

9. CSJ 42/2013 (49-K) RECURSO DE HECHO Kersieh, Juan Gabriel y otros el Aguas Bonaerenses S.A. y otros si amparo. Disponible en: <https://www.cij.gov.ar/nota-14507-La-Corte-dijo-que-el-acceso-al-agua-potable-incide-directamente-sobre-la-vida-y-la-salud-de-las-personas--por-lo-que-debe-ser-tutelado-por-los-jueces.html> Consultado el día 23 de agosto de 2019.

tizar que el suministro domiciliario del agua de red cumpla con los estándares de potabilidad y calidad conforme los valores establecidos en el Código Alimentario Argentino¹⁰, ya que considera que la misma supera los valores de arsénico contemplados en dicha normativa.

El Juez en lo contencioso administrativo del departamento judicial Junín, acogió la pretensión promovida y condenó a la Municipalidad de Rojas a presentar dentro del lapso de noventa (90) días, con el asesoramiento previo y monitoreo de la Autoridad del Agua un plan integral que demuestre la incorporación tecnológica y las obras de infraestructura necesarias para adecuar el nivel de arsénico hacia el 0.01 mg/l tal como lo estipula el Código Alimentario Argentino.

Además, el juez, decidió imponer las costas causídicas en un setenta (70) por ciento a la Municipalidad en su carácter de prestataria del servicio y en un treinta (30) por ciento a la Provincia en su carácter de reguladora de la actividad.

Cabe destacar que, a la fecha la Municipalidad de Rojas apeló la decisión judicial por lo que a la fecha no se avanzó en la puesta en marcha y efectivización del plan integral requerido para garantizar el derecho humano al agua potable en los estándares establecidos por el Código Alimentario Argentino.

La Cámara de Apelaciones Contencioso Administrativo de San Nicolás, respondió en forma contundente de la siguiente manera, el día 3 de septiembre de 2019:

“En definitiva, y como vengo sosteniendo, impone a la Comuna demandada la obligación de presentar un plan de acción y adecuación, con la guía, control y asesoramiento de la Autoridad del Agua, lo que no hace sino refrendar los criterios que -en materia ambiental- se vienen desarrollando a nivel doctrinario y jurisprudencial, en procura de proteger el derecho a la salud de los habitantes del Municipio.”¹¹

Ahora bien, queremos remarcar que seleccionamos este caso porque debemos evidenciar que el Poder Judicial cumple un rol importante frente a las pretensiones de los ciudadanos para la efectivización de un derecho, pero como contrapartida, se requiere también un rol activo del Estado, dado su carácter de principal garante en que se efectivicen los Derechos Humanos.

10. Código Alimentario Argentino, Capítulo XII Artículo 982 Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

11. PEREYRA QUELES JUAN IGNACIO C/ MUNICIPALIDAD DE ROJAS S/ AMPARO Fecha inicio: 25/03/2019 Nº de Receptoría: JU - 5942 - 2012 Nº de Expediente: 2936 - 2019. Voto Juez Schrenginger. Pág. 10.

Y con esto debemos subrayar que dicha responsabilidad se aplica al ámbito nacional, provincial y municipal, porque son quienes deben delinear, estructurar, coordinar e implementar las políticas públicas conforme los estándares de derechos humanos.

En esta lógica, reiteramos el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas afirmó que el acceso al agua para uso personal y doméstico de una manera suficiente, segura, aceptable, físicamente accesible y pagable es un derecho humano.

Procesos judiciales como el mencionado evidencian con claridad que ni la provincia ni municipalidad pueden eludir su responsabilidad ya que: “el agua que suministra el Municipio de Rojas a sus habitantes para consumo NO ES POTABLE. De las probanzas de autos se constatan serias irregularidades en la calidad de la misma, por ej. al sobrepasar los límites permitidos de arsénico, de nitritos, de nitratos, de fluoruros, todo lo cual -dice- constituye serios riesgos para la salud, especialmente para los niños y los sectores de la sociedad más vulnerables”.¹²

CASO TUCUMAN

El barrio SEOC III sufre desde hace más de 20 años problemas en los servicios de agua y cloacas brindados por la Sociedad Aguas del Tucumán (SAT- SAPEM). La situación que se advirtió está relacionada con los derrames de líquidos cloacales y agua marrón escurriendo por las canillas de las viviendas.

Este contexto, activó el mecanismo de la Clínica de Interés Público de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Tucumán, con la finalidad de que la comunidad que allí vive tuviera respuesta por parte de las autoridades y prestadora del servicio público de agua potable.

Esta situación motivó la presentación de varias notas a nivel administrativo para obtener respuesta a la vulneración de derechos de las 192 familias, lo que dio por resultado que en el mes de julio de 2018, el Ente único de Control y Regulación de los Servicios Públicos de Tucumán (ERPSEPT) corroboró los hechos y ordenó, mediante la resolución 196/18, a la SAT que efectúe un descuento del 70% de las facturas de servicios afectados desde la fecha del reclamo, descuento que deberá persistir llegar a una solución definitiva del problema.

Asimismo, ERSEPT, ordenó a la prestadora la abstención de efectuar cualquier tipo de intimación o medida de restricción o corte vinculado a eventuales deudas del reclamante, hasta tanto no se brinde una solución definitiva a la problemática de fondo.

Ante esta Resolución, la SAT como prestadora del servicio de agua potable, interpuso un recurso de alzada, negándose a realizar las medidas solicitadas.

12. PEREYRA QUELES JUAN IGNACIO C/ MUNICIPALIDAD DE ROJAS S/ AMPARO Fecha inicio: 25/03/2019 N° de Receptoría: JU - 5942 - 2012 N° de Expediente: 2936 - 2019 Contestación del Recurso. Pag. 6.

En consecuencia, la Clínica de la UNT, solicitó incorporar a la Defensoría del Pueblo¹³ como un actor para reunir conforme su competencia a las partes involucradas: familias del barrio, la SAT y la Clínica UNT. El resultado de dicho encuentro interinstitucional posibilitó, por un lado, acercar a las partes y por otro lado, las autoridades de la SAT expusieron los avances que se comprometieron a realizar relacionados para evitar las pérdidas de agua en la red y las conexiones domiciliarias, mejora de presión de agua.

Cabe aclarar que la SAT mencionó que se requiere de la participación del municipio ya que también existen problemas en los desagües pluviales. El resultado de esta mediación comunitaria fue establecer un cuarto intermedio con los compromisos asumidos y a convocar al resto de los actores para continuar con el proceso del plan de acción.

CONCLUSIONES

El orden jurídico internacional demuestra que el Derecho Humano al agua y Saneamiento, está integrado por instrumentos jurídicos de carácter vinculante para los Estados. Argentina no ha sido ajena a este proceso ya que los incorporó a su carta magna.

En tal sentido, el entramado normativo e institucional, sustento de este derecho, ofrece a los ciudadanos las herramientas de empoderamiento para solicitar al Estado y a las empresas prestadoras su efectivización a través de políticas públicas con enfoque de derechos.

Ante la ausencia o incumplimiento de las obligaciones, tal como analizamos, un papel protagónico viene desempeñando la actividad judicial, no obstante, reconocemos todavía hay obstáculos que sortear en el camino hacia el goce de este derecho por parte de la ciudadanía.

Concretamente, los casos analizados, a nivel administrativo y judicial demuestran que la problemática no está solucionada. Una de las razones es que la ejecución del acto administrativo o los procesos de implementación de la sentencia en su caso, requieren de tiempo y planificación e inversión de todas las partes intervinientes.

Lo que sí subrayamos como un aspecto positivo, es que el accionar de los ciudadanos dio por resultado, decisiones que permiten visibilizar y avanzar en la definición de una agenda pública respecto del derecho considerado.

Cuando el bien protegido es, de incidencia colectiva, como ser el derecho humano al agua potable, es necesario cambiar la óptica para comprender la necesidad de generar las con-

13. Ley 6644 de Creación de la Defensoría del Pueblo de Tucumán., Art.2º.- Competencia. Dentro del concepto de Administración Pública provincial, a los efectos de la presente Ley quedan comprendidas la administración centralizada y descentralizada, entidades autárquicas, empresas del Estado, sociedades del Estado, sociedades de economía mixta; sociedades con participación estatal mayoritaria; y todo otro organismo del Estado Provincial cualquiera fuere su naturaleza jurídica, denominación, ley especial que pudiera regirlo, o lugar donde preste su servicio. Quedan comprendidas dentro de la competencia de la Defensoría del Pueblo, las personas jurídicas públicas no estatales que ejerzan prerrogativas públicas y las privadas prestadoras de servicios públicos. En este caso, y sin perjuicio de las restantes facultades otorgadas por esta Ley, el Defensor del Pueblo puede instar de las autoridades administrativas competentes el ejercicio de las facultades otorgadas por Ley.

diciones para lograr la implementación efectiva del mismo, a través de acciones como ser: producción de información pública, creación de indicadores de derechos, coordinación interinstitucional e impulso de instancias de participación reales.

Asimismo, podemos concluir que, el ámbito judicial, es quien en estas instancias está brindando avances con sentencias que reconocen las incongruencias y erratas por parte de los garantes de derechos, al querer evadir las condiciones en que un servicio público debe ser brindado. Es por eso que, en este sentido, hemos puesto la lupa en el carácter de interdependientes de los derechos humanos, y en especial en que la falta de acceso al agua potable vulnera otros derechos fundamentales como la vida y la salud.

Bibliografía

Arango, Rodolfo, El concepto de derechos sociales fundamentales. Segunda edición. Bogotá, Legis, 2012.

Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento. Documento de Políticas Públicas. Análisis N° 89, 2010. “Litigio estratégico: una herramienta para que el Poder Judicial tenga voz en políticas públicas clave.”

Defensoría del Pueblo. Derecho Humano al Agua. Serie estudios Especiales DESC, Bogotá, 2009.

Dworkin, Ronald, Los derechos en serio, Barcelona. España, Editorial Ariel, 2012.

Gandur, María Sofía, “Las intervenciones judiciales de impacto público: litigios estratégicos, estructurales y de interés público” en Clínica jurídica de interés público: un modelo alternativo de enseñanza de la práctica profesional, Programa de Formación en Áreas de Vacancia de la Abogacía Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, 2017.

Nikken Pedro, “Sobre el Concepto de los Derechos Humanos”, Seminario sobre Derechos Humanos, San José, Costa Rica Primera Edición, 1997.

Normativa internacional

Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales

Adoptado y abierto a la firma, ratificación y adhesión por la Asamblea General en su resolución 2200 A (XXI), de 16 de diciembre de 1966, entrada en vigor 3 de enero de 1976.

Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales- Observación General N° 15 (2002)

Griselda Alfaro

Abogada. Doctora en Humanidades, Área Derecho. Máster en Protección Internacional de Derechos Humanos. Docente-Investigadora categorizada Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Tucumán. Asesora Defensoría del Pueblo de Tucumán.

María Victoria Bollero

Abogada, Maestranda en Gestión Ambiental. Secretaria Ejecutiva área Capacitación y Perfeccionamiento Defensoría del Pueblo de Tucumán. Docente Adjunta de la cátedra: “Derecho de los Recursos Naturales y Protección Ambiental” de la Facultad de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales de la UNSTA, Profesora de la cátedra: “Legislación Rural” de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán UNT. Investigadora UNSTA

TUTELA DE UN RECURSO ESTRATEGICO

María Sara Albornoz Colomo

Protección del Recurso Agua en la Justicia de Tucumán:

El alcance de la tutela jurisdiccional del recurso agua en la provincia, ha evolucionado tal como lo hizo la legislación sobre el mismo. Desde una primera visión que protegía este recurso hídrico al servicio de los intereses económicos a través del uso industrial o de riego, hasta ampararlo como un derecho humano¹, nuestros tribunales se han expresado en los últimos años de distinta manera.

Sumado a ello en nuestra provincia, convergen la jurisdicción federal como la provincial tendiente a la protección de Recurso Agua. Ello se debe a que del enfoque de Cuenca, nos encontramos frente a un recurso compartido, cuyo uso y aprovechamiento debió ser previamente concertado. La acción de los tribunales han motivado y guiado esta concertación entre las Provincias que conformamos la Cuenca Salí Dulce.

Las características del Recurso Agua, sobre todo en la provincia de Tucumán, donde forma parte de la 2ª cuenca más importante del país, lo convierte en un “bien estratégico”. En esta obra que se analiza en profundidad la importancia del mismo a nivel provincial y con repercusión en la Cuenca Salí Dulce.

Además de ello, debemos considerar que legalmente este recurso natural reviste características propias, puesto que la legislación nacional y provincial lo regulan, mas una gran cantidad de fallos de nuestra Corte Suprema de Justicia que se han constituido como antecedentes de las reformas legales.

Siguiendo el criterio usado en anteriores publicaciones de estas autoras,² es prudente un análisis de la actuación judicial separada según provenga de la justicia fe-

1. Lisa, Mauricio; Aportes para la Gestión Ambiental Local, ACEP. Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires, 2012. p 18: “Desde el punto de vista ambiental no es socialmente justo que muchos paguen por la satisfacción desmedida de consumo individual de unos pocos.”

2. Albornoz Colomo, María Sara; Bollero, María Victoria; Bosio, María Silvina, Jurisprudencia Ambiental de la Provincia de Tucumán, Editorial UNSTA, Salta, 2014.

deral o provincial. En la presente obra solo se pondrá énfasis en algunas sentencias modelos provenientes de los mismos, ya que prima en ellas la tutela del recurso agua.

JURISPRUDENCIA DE LOS TRIBUNALES FEDERALES DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN.

La Justicia Federal de Tucumán continua las acciones ya descriptas en la citada obra publicada en 2014. La intervención de la Fiscalía General lleva adelante numerosas investigaciones por la contaminación de las aguas que culminan en el Río Salí, con impacto a las demás provincias de la Cuenca Salí Dulce.

Es importante destacar que una de las principales acciones que continúa su tramitación desde el año 2009, es la causa que tiene como imputado a Alfredo Benigno Calvo, en su carácter de ex presidente de la SAT (Sociedad Aguas del Tucumán), empresa prestataria del servicio de aguas y cloacas de la provincia, con participación estatal mayoritaria. Así, mediante denuncia presentada por ante la Fiscalía General de por las vecinas María Elba Ledesma, Anita Estela Loto (de la ciudad de Termas de Río Hondo) y otros (quienes posteriormente se convierten en querellantes), en contra de la Sociedad Aguas del Tucumán S.A., se tramita la causa: “CALVO, ALFREDO BENIGNO s/ INFRACCION LEY 24.051. QUERELLANTE: ANITA ESTELA LOTO Y OTROS, No.:40.570/2009

En esta causa, el denunciado era al momento de los hechos, el presidente del órgano encargado de brindar el servicio de agua potable a la población. El encuadre legal previsto en la tipificación de los Artículos 55, 56 y 57 Ley 24051, por el hecho de una contaminación detectada en la zona de influencia de las instalaciones sanitarias del Barrio Parque Sur y de la planta de tratamiento de efluentes “San Felipe”, ubicada en calle Jujuy al 4100 de San Miguel de Tucumán, ya que los líquidos cloacales recibidos eran vertidos sin tratamiento al Río Salí, mediante un canal subterráneo.

En diciembre de 2017, el imputado había sido sobreseído de los delitos investigados que atentaban contra la salud pública y el ambiente provincial, sentencia que fue revocada por la Cámara Federal de Tucumán en Junio de 2019.

En la sentencia traída a estudio se meritúa que los análisis de las muestras se realizaron tomando como parámetros los niveles exigidos tanto por la Ley 24051 (Anexo II Tabla 1 del Decreto Reglamentario 831/93 “Niveles Guía de Calidad del Agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional”) como así también los exigidos por la Res. 030(SEMA)/09, arrojando valores que permitían determinar la existencia de la infracción.

El fallo realiza un análisis de la normativa ambiental nacional, partiendo de los principios reconocidos por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente Humano (1972), el Artículo 41 de la Constitución Nacional -CN-, ley general del ambiente y sus principios rectores, y ley 24051, y cita jurisprudencia nacional, en cuanto a la comisión de los delitos contra la salud pública previstos por los Art. 55, 56 y 57 de la citada ley de Residuos Peligrosos, entendiendo que el caso bajo análisis constituye

un delito de peligro, que compromete la salud pública por el hecho de contaminar las aguas del Río Salí, de donde gran población toma agua para consumo y para usos recreativos.³

En base a estas consideraciones, analizando la prueba de la causa, y el tipo penal citado, concluye la sentencia en revocar el sobreseimiento del imputado, y su llamado a prestar declaración como imputado, ya que considera que existen motivos suficientes para continuar la acción. Además ordena que en origen se practiquen una serie de medidas, tales como citar a las actuales autoridades de la SAT, y a las personas que integraban el Directorio del Ente Único de Control y Regulación de los Servicios Públicos de Tucumán (ERSEPT) durante la gestión del imputado Calvo en SAT-SAPEM. Es correcto ampliar la indagatoria a los miembros de este Ente, ya que son quienes tenían la función de contralor de la actividad desarrollada por la SAT.

Finalmente también requiere del Secretario de Estado de Medio Ambiente de la Provincia Ing. Alfredo Montalván conjuntamente con el Subsecretario de Protección Ambiental Lic. Marcelo Lizárraga y la Directora de Medio Ambiente Dra. Florencia Sayago a fin de que sea elevado informe sobre las condiciones y aptitud de la Planta de tratamiento de efluentes cloacales de referencia, durante el periodo que estuviera a cargo del denunciado; con remisión de toda información respecto de tal cuestión que obre en la Secretaría de Estado a su cargo; igualmente requerir del citado organismo gubernamental informe al juzgado instructor respecto de la posibilidad de brindar una solución en relación al vertido de efluentes que se efectúan en los canales con posterioridad a que salen de la planta de tratamiento bajo examen con destino al cauce del Río Salí.

Comentario al fallo citado:

Si bien la Sentencia ordena al juez a quo continuar su tramitación, lo que indica que la causa aun sigue su proceso, cabe remarcar en los puntos analizados la valoración realizada del recurso agua y su vinculación con la salud pública. Realiza la Sentencia una valoración del principio precautorio a la luz de la tipificación prevista en la Ley 24051, remarcando que para la aplicación de este principio no es necesario la existencia de una lesión, ya que según la jurisprudencia mayoritaria se trata de un delito de peligro abstracto.

Al considerar los niveles de riesgo por la contaminación causada, se tomó como base el instrumento local generado en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (SEMA) de la Provincia: La Resolución 030(2009). Esta Resolución dictada por la administración provincial dentro de las facultades de control de tratamiento de residuos y efluentes industriales sólidos, líquidos o gaseosos, establece en su Anexo 1, los parámetros a los que debe ajustarse los efluentes líquidos industriales.

También se destaca en la Sentencia que ordene requerir de la SEMA, información sobre la situación ambiental traída a estudio (contaminación de las aguas del Río Salí por los

3. Lisa, Mauricio: *obcit.* Yommi, Maria Rosa, p. 214 “El agua y la salud de la población son dos cosas inseparables. La disponibilidad de agua de calidad es una condición indispensable para la propia vida.”

efluentes de la planta de tratamiento San Felipe). Es precisamente de esta forma que se logra poner en vigencia plena la Ley General del Ambiente de la Nación, (LGA) No: 25675, que entre los objetivos de la política ambiental propicia; entre otros: la participación social en los procesos de toma de decisión; establecer un sistema federal de coordinación interjurisdiccional, para la implementación de políticas ambientales de escala nacional y regional (art. 2º).

Además, la citada LGA, en su Art 4º, establece los principios a los que se sujeta la política ambiental. La sentencia en cuestión cita el Principio Precautoria, y entiendo que además consagra los Principios de Cooperación y Subsidiaridad, permitiendo al ente especializado en la temática ambiental de la Provincia, brindar la información necesaria sobre una situación acontecida. Así se lleva a cabo de manera correcta coordinación entre poderes con la finalidad de arribar a correctas y fundamentadas resoluciones.

JURISPRUDENCIA DE LOS TRIBUNALES ORDINARIOS DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN.

Cobra importancia, y por ello merecen una cita y estudio profundizado las dos resoluciones recaídas en una acción que se tramita en los Tribunales ordinarios de la ciudad de Concepción, por ante el Juzgado Civil y Comercial Común de la Nominación y confirmada en 2ª Instancia, en los autos: “ARANDA CARLOS ALBERTO Y OTROS c/ MINERA ALUMBRERA LTDA. Y YACIMIENTO MINERO AGUAS DE DIONISIO (YMAD-UTE) s/ DAÑOS Y PERJUICIOS”. Expte. Nº 180/07

Dada la calidad y la forma de resolver los temas tratados en los fallos de esta causa, es que se aborda su tratamiento preferencial.

En el fuero Civil y Comercial Común de la ciudad de Concepción (Tucumán), la parte actora: los Sres. Carlos Alberto y José Antonio Aranda, en su carácter de vecinos de la ciudad de Concepción y Alpachiri, interponen una acción de daños y perjuicios en contra de Minera Alumbra Ltda., y de Yacimiento Minero Aguas de Dionisio (YMAD-UTE).

Fundan su reclamo indemnizatorio, alegando que en un fundo de su propiedad, se encuentra un manantial, que antes de la explotación minera que lleva adelante la empresa demandada era de agua mineral, conforme estudios del realizados en los años 1989/1990, acreditando la pureza del recurso y su aptitud para el consumo humano. Indican que la Empresas demandadas son responsables de la contaminación del manantial, impidiendo llevar adelante tal emprendimiento comercial, por lo que reclaman daños y perjuicios. También indican que la contaminación pone en riesgo la salud poblacional por la cercanía a las aguas que se usan para el consumo de la zona, ello como consecuencia de una rotura del mineraloducto en el año 1999, luego de una crecida del Río “Las Cañas”, en el que se produjeron derrames de su contenido, y que la demandada procedió a su enterramiento de estos minerales en la zona del Dique Villa Lola. Ese enterramiento de concentrados químicos que se realizó a escasos kilómetros de su propiedad y es la causa indicada de la contaminación del manantial que impide el consumo de la misma o su comercialización.

- Sentencia de Primera Instancia:

El juez Civil y Comercial Común de la 2ª Nominación, mediante Sentencia de Diciembre

de 2016, no hizo lugar al reclamo indemnizatorio por daños y perjuicios, por considerar que no se demostró la existencia de nexo causal entre la pretendida contaminación y las actividades mineras y que aún en el caso de que aquella se hubiere comprobado, tampoco surge la producción de agua mineral del manantial, alegada los actores.

Pero en el Punto 2º de la Resolutiva, el Juez ordenó una serie de medidas necesarias para ordenar o probar hechos dañosos en el proceso a fin de proteger efectivamente el interés general, ya que entendía que se encontraba frente a un caso que excedía el interés bilateral, y que podía afectar a la población, máxime tratándose de un recurso como el agua, en el que se deben aplicar los principios del derecho ambiental, en especial el precautorio.

- Sentencia de Segunda Instancia:

Como consecuencia de la Apelación de ambas partes, se dictó la Sentencia que se analiza en el presente comentario, y que confirma el fallo del a-quo.

El fallo de Cámara realiza un exhaustivo análisis convalidando las medidas tomadas por el juzgado en virtud de las facultades conferidas por la LGA. En este sentido, basa la Sentencia en los siguientes puntos:

A Intereses involucrados en el conflicto: los actores han efectuado su reclamo desde dos aspectos: en su faz individual reclamando el resarcimiento civil por la pérdida de la posibilidad de realizar un emprendimiento económico y un reclamo de índole general, como vecinos de la ciudad de Concepción y Alpachiri, derivado a la afectación de los cursos de agua. Imputaron como causa la contaminación derivada de la rotura del mineraloducto, y la falta de control sobre el mismo que realiza la Minera Alumbra.

B Alcance y aplicación del principio precautorio: En 7 ítems la Sentencia de Cámara avala las medidas tomadas por el juez de 1ª instancia, en base al principio precautorio. En este punto sostiene: “la demanda involucra un derecho ambiental, el derecho a gozar de agua libre de contaminación y que es un deber de todo ciudadano y del Estado velar por la preservación de los recursos hídricos. Para ello recurrió a la aplicación de principios, como regla hermenéutica aplicable al caso, expresados en el art. 4 de la Ley Ambiental. De entre ellos, destaco la aplicabilidad al caso del principio precautorio a fin de evitar posibles peligros de daño irreversible”.

Realiza también la Sentencia una cita a la legislación aplicable, jurisprudencia nacional y al derecho humano a gozar de agua potable reconocido por pactos internacionales, y por ello aplicables en nuestro país.

Comentario al fallo citado:

Se destaca en primer lugar de la cuestión traída a análisis, que nos encontramos frente a un proceso ordinario cuyo primer reclamo lo constituye una cuestión resarcitoria por la contaminación del “Recurso Agua”. En este caso dichas aguas iban a ser destinado a una explotación económica, y en segundo lugar se protege el recurso como tal, en cuanto se manifiesta que la extensión de la contaminación ponía en juego la fuente de agua potable de la comunidad.

Dejan en claro ambas Sentencias, que sus efectos recaen sobre la cuestión ambiental que protege el derecho a acceder a agua potable apta para el consumo humano, y la re-

composición del medio a la etapa previa a la explotación minera, y se rechaza el reclamo indemnizatorio particular. Se destaca que tanto el Juez de 1ª Instancia, como la Cámara interviniente, dentro de este proceso han podido llevar adelante medidas de gran importancia en la ciudad donde se trabó el conflicto y tendientes a proteger tan preciado Recurso.

En segundo lugar se destaca que si bien ambas Sentencias tienen como objetivo la adopción de diversas medidas en torno a la protección del ambiente y a la recomposición del mismo, el recurso en juego es el “Agua”.

Se remarca la vigencia del derecho humano al agua potable,⁴ la vinculación del mismo con la salud y se destaca la importancia suprema de este recurso vital en el desarrollo de la sociedad. Se cita como antecedente de este derecho humano, la Resolución A/RES/64/292, del 30/07/2010 de Naciones Unidas. Por tal motivo la Sentencia involucra a autoridades provinciales relacionadas a la protección y administración del agua, tales como: SAT (Sociedad Aguas del Estado), prestataria del servicio público de agua potable, a la Secretaria de Medio Ambiente de la Provincia, como órgano de contralor de la calidad del recurso hídrico, y se requirió informes a organismos de prestigio provincial, tales como la EEOC (Estación Experimental Obispo Colombes) y el SIPROSA, para probar la contaminación del mismo.

En cuanto a la faz procesal, también resulta novedoso el análisis que la Sentencia realiza de la “Teoría de la carga dinámica de las Pruebas”, cuando indica que es la empresa Minera demandada quien debe probar la no contaminación. Los apoderados de esta parte fundan uno de sus agravios precisamente es esta consideración, que a la luz de la vigencia del Código Civil y Comercial encuentra mayor fundamento legal.

Es que la Sentencia pone en cabeza de Minera La Alumbrera “la obligación de las acciones necesarias para la recomposición integral de los daños ambientales causados por la actividad que desarrolla hasta la total desaparición de los agentes contaminantes del suelo y del aire, de las aguas superficiales y subterráneas, acompañando las pruebas necesarias al efecto; reponga a su estado anterior de las áreas deforestadas y sin vegetación a causa de la apertura de caminos, calles, locaciones, picadas, zanjas, canteras, mineraloducto y toda otra actividad que haya ocasionado la pérdida del manto vegetal; acompañe copias certificadas de los estudios sobre el agua de los ríos que cruza el mineraloducto en la provincia de Tucumán desde el año 1999”.

La inversión de la carga de la prueba constituye uno de los elementos esenciales del Principio Precautorio, y es el efecto del riesgo que debe asumir quien realiza una actividad potencialmente contaminante

En cuanto a las obligaciones impuestas al Estado Provincial, las mismas son de gran amplitud, ya que involucran al Ministerio de Salud, quien deberá realizar un relevamiento en los población afectada, a la SAT a que realice un informe sobre el estado del agua potable, y se remarca el oficio que se ordena al Ejecutivo Nacional a fin de que en el informe anual

4. Pinto M y Martin L; Origen, evolución y estado actual del agua en América Latina, Revista Biode-recho.es Vol1, Num. I 2014, p.23 “Hoy en día el derecho humano al agua potable ha sido reconocido en un gran número de documentos internacionales, tales como tratados, declaraciones y otras normas”

sobre la situación ambiental del país, que debe presentar al Congreso de la Nación, conforme lo establecido en el artículo 18 LGA, se evalúe especialmente la zona de influencia de la actividad minera.

Es de esta forma que las Sentencias en cuestión avanzan activamente en su rol de control del derecho a un ambiente sano y a un correcto acceso al agua potable que aseguren la salud de la población, direccionando el accionar que cada área debe cumplir. Mediante la adopción de todas estas medidas se ponen en vigencia los derechos consagrados por la ley fundamental, por leyes de presupuestos mínimos y tantas otras.

Como conclusión, podemos afirmar que nuestra provincia se encuentra a la vanguardia de la protección jurisdiccional del agua potable con fallos como el citado. Es de destacar el rol de los jueces, que logran avanzar mas allá del interés personal económico para asegurar, en este caso el derecho humano al agua pura de una población.

Sentar jurisprudencia en este sentido permite asegurar a los ciudadanos sus derechos básicos, es por ello que resulta recomendable la aplicación del fallo citado en sucesivos casos, como así también la absoluta observancia de la Sentencia por parte de los organismos del Poder Ejecutivo con incumbencia en el tema.

Se reitera lo aconsejado en obras editadas con anterioridad, sobre la necesidad de que Poder Judicial cuente con un órgano que lleve adelante la difícil tarea (en cuestión ambiental) de brindar asesoramiento profesional interdisciplinario, contar con bancos de datos de jurisprudencia actualizada en la justicia ordinaria como federal, entre otras misiones que puedan ayudar a la protección de los bienes que forman parte de nuestro ambiente, con la perspectiva que plantea nuestro Código Civil y Comercial (Ley 26994) en sus Artículos 14 y 240, y la forma de interpretar y aplicar el derecho establecida en su Título Preliminar.

Bibliografía

Albornoz Colomo, María Sara; Bollero, María Victoria; Bosio, María Silvina, Jurisprudencia Ambiental de la Provincia de Tucumán, Editorial UNSTA, Salta, 2014

Bestani, Adriana, Principio de Precaución, 1a ed, Buenos Aires, Ed. Astrea, 2012.

Bosio, María Silvina; González, Juan Antoni; Albornoz Colomo, María Sara; Bollero, María Victoria; Montalván, Alfredo, Manual de Políticas Públicas Ambientales para la Provincia de Tucumán, Ed. UNSTA, Salta, 2017

Bruzzone, Elsa; Las guerras del agua. América del Sur, en la mira de las grandes potencias. Capital Intelectual, CABA, Argentina, 2012

Diaz Ricci, Articulación de competencias ambientales en la Nación y en las provincias del NOA, Edunt, Tucumán, 2008

Lisa, Mauricio; Aportes para la Gestión Ambiental Local, ACEP. Konrad Adenauer Stiftung, Buenos Aires, 2012.

Mancini, María Teresa; Tutela Ambiental, Ciudad Argentina, Buenos Aires - Madrid, 2003

Martínez, María Paulina; Protección Ambiental; Ciudad Argentina, Buenos Aires - Madrid, 2008

Pinto, Mauricio y Liber Martin, Revista Bioderecho.es Vol. 1, Num. I 2014 "Origen, evolución y estado actual del agua en América Latina",

Pinto, Mauricio y Liber Martin, Revista de Derecho Ambiental. Abeledo Perrot. Julio. Septiembre 2015. "El régimen de las aguas en el nuevo código civil y comercial y su compatibilidad para la tutela ambiental".

María Sara Albornoz Colomo

Abogada. Maestranda en Gestión Ambiental UNT. Mediadora. Profesora Adjunta Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas y Facultad de Ingeniería de la UNSTA. Asesora Letrada de Dirección de Medio Ambiente de la Provincia y del Consejo Provincial de Economía y Ambiente de Tucumán. Investigadora UNSTA.

UN PERIODO EN LA GESTIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DEL AGUA. LO QUE PUDO SER Y NO FUE.

**Arbitraje internacional caso: “Compañía de Aguas del Aconquija S.A.
y Vivendi Universal S.A. c/ República Argentina”.**

Carolina Mordini

El mundo actual presenta grandes desafíos a los cuales debemos hacerles frente y conciliar con los nuevos instrumentos disponibles para una mejor y satisfactoria resolución de los conflictos. Considero que el arbitraje es una herramienta valiosa y efectiva.

En la década de los 90 en la República Argentina se produjeron innumerables cambios a nivel institucional durante la Presidencia del Dr. Carlos S. Menem. Se introdujo un ambicioso conjunto de reformas económicas que incluía la privatización de muchos servicios que habían sido, tradicionalmente, de propiedad del Estado (públicos). Entre ellos se suscribieron Tratados Bilaterales de Inversiones con diferentes países (TBI)¹ los que fueron promulgados por sus respectivas leyes. A partir de allí comenzó la reforma y las distintas privatizaciones de los servicios públicos. Vale aclarar que algunas fueron exitosas² y en otros casos dejaron resultados muy negativos.

Los Tratados bilaterales de Inversión no presentan mayores complicaciones siempre y cuando se entienda que en ellos se establece que el arbitraje internacional será la manera de resolver los conflictos. El CIADI (Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones) es una de las cinco organizaciones del Grupo del Banco Mundial, y es uno de los organismos encargados de administrar arbitrajes internacionales.

A raíz de los cambios efectuados comenzó la ola de privatizaciones con las correspondientes creaciones de pliegos de licitaciones internacionales. En la Provincia de Tucumán el servicio de agua y cloacas era administrado por la DiPOS (Dirección Provincial de Obras Sanitarias). En al-

1. El Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y la República Francesa para la Promoción y Protección Recíproca de Inversiones de fecha 3 de julio de 1991 se promulgó como Ley Argentina N° 24100, Boletín Oficial del 14 de Julio de 1992.

2. En nuestra Provincia la Privatización del servicio eléctrico correspondiente a EDET.

gunas zonas, la población recibía servicios de municipalidades o comunidades locales y algunos residentes carecían de servicios de agua y desagües cloacales.³ Cabe aclarar que la gestión del servicio público del agua fue deficitaria a lo largo de los años. El 17 de enero de 1993, el Gobernador de la Provincia Ramón Bautista Ortega emitió el Decreto N° 7/1, en el que se anunciaba el propósito de privatizar los servicios de agua y desagües cloacales de la provincia.

El 15 de abril de 1993 la Legislatura provincial de Tucumán promulgó la Ley N° 6445 de privatización de la concesión de la prestación del servicio de aguas y desagües cloacales y la creación del ERSACT que era el Ente Regulador encargado del control del servicio. Sólo unos días antes del acto de recepción de sobres de precalificación la Provincia se había dictado la Ley N° 6529⁴, la cual fijó el Marco Regulatorio de la concesión.

El modelo de concesión delineado por dicha ley imponía al concesionario la realización de cuantiosas inversiones, lo que suponía que el inversionista, para equilibrar la economía del negocio y obtener una rentabilidad razonable, debía tener tarifas muy altas y debía lograr a la vez un alto índice de cobrabilidad. Esta ecuación fue muy ambiciosa para una región empobrecida como la nuestra.

Fue así que se llamó a Licitación Internacional para la Concesión de los servicios de aguas y desagües cloacales. Se presentaron las siguientes empresas: Benito Roggio e Hijos S.A. (Roggio), Dragados y Construcciones Argentina S.A. (DyCASA), Supercemento S.A. y la francesa Compagnie Générale des Eaux (CGE), entre ellas se habían conformado un consorcio denominado Aguas del Aconquija (Consortio AA). Canal de Isabel II (otra de las empresas) había desistido de presentarse⁵, como otras también.

El 1 de agosto de 1994, fecha límite para la presentación de las ofertas, había cinco oferentes que estaban precalificados, pero sólo se recibió una oferta: la del Consortio AA que a estaba formado por CGE, DYCASA, Roggio y Supercemento S.A. ("Supercemento"), que había quedado sin rivales en su marcha hacia la concesión.

La oferta fue aprobada rápidamente, aunque se le solicitó al Consortio AA que mejorara la oferta. La respuesta fue positiva y la Mejora de Oferta implicó un aumento de tarifas del 67.9%. La Licitación Internacional fue ganada por Aguas del Aconquija (Consortio AA), que después pasaría a denominarse "Compañía de Aguas del Aconquija S.A. y Vivendi Universal S.A." La versión final del Pliego de Condiciones fue aprobada el 9 de mayo de 1994 por Decreto 1053/3⁶. En junio de 1994 la Provincia dictó el Decreto

3. En la actualidad continúa siendo de la misma manera.

4. El 18 de enero de 1994 la Legislatura provincial promulgo la ley 6529.

5. El 20 de enero de 1994, los cinco consorcios interesados en la concesión del servicio de aguas y desagües cloacales cumplieron los requisitos de precalificación que los habilitaban para formular ofertas para la Concesión.

6. Decreto 1053/3, 9 de mayo de 1994, "artículo 1° Apruébese el Pliego de Bases y Condiciones Generales.....que regulará la Segunda Etapa de la Licitación Pública Internacional para el otorgamiento de la concesión de los servicios que tiene actualmente a su cargo la Dirección Provincial de Obras Sanitarias. (D.I.P.O.S)".

Acuerdo 72/3⁷ disponiendo algunos cambios en el Régimen Tarifario de la concesión. Partiendo del hecho de que DIPOS no tenía un régimen tarifario unificado y además aplicaba criterios de zonificación desactualizados para calcular las tarifas, el decreto dispuso, acertadamente, que a partir de la concesión se aplicaría un régimen único en toda el área concesionada y se actualizarían los criterios de zonificación para el cálculo tarifario.

El 26 de diciembre de 1994, el Poder Ejecutivo dictó el Decreto 3512/3⁸, disponiendo la adjudicación de la concesión al Consorcio AA y difiriendo para el 10 de marzo de 1995 la firma del Contrato de Concesión. Finalmente, el Contrato de Concesión salió a la luz el 18 de mayo de 1995. Antes de la ejecución del Contrato de Concesión se había previsto que CAA se hiciera cargo de la Concesión el 1 de mayo de 1995. Esta fecha se postergó, junto con la firma del Contrato de Concesión, debido a la intervención del Tribunal de Cuentas y de la Comisión Legislativa de Seguimiento de la Privatización de la DiPOS. Se dispuso que la firma del Contrato de Concesión se realizara el 5 de mayo de 1995, y que la compañía se hiciera cargo de la Concesión el 11 de mayo de 1995. Nuevas intervenciones del Tribunal de Cuentas hicieron que la firma del contrato y el comienzo de prestación de los servicios se demoraran en dos ocasiones más.

El Gobernador Ramón Ortega aprobó el texto final del Contrato de Concesión a través del Decreto No. 852/3⁹. Finalmente, CAA y la Provincia firmaron el Contrato de Concesión. Se acordó que la compañía se haría cargo del servicio el 1 de junio de 1995, lo que no sucedió. Es evidente que con las idas y vueltas que desde un principio aparecieron respecto a la privatización ésta no sería una convivencia llevadera.

El traspaso del servicio y los bienes fue caótico y las instalaciones no se encontraban en condiciones aceptables. CAA se hizo cargo de la concesión el 22 de julio de 1995. Evidentemente Aguas del Aconquija no había efectuado un diagnóstico veraz ni acertado, pues durante los meses previos habían tenido la posibilidad de conocer el estado en que se encontraba la prestación del servicio.

Estuvieron frente a la gestión desde 1995 hasta 1998. No realizaron ningún cambio significativo y surgieron conflictos de diversa índole desde el inicio. Las pretensiones de CAA eran maravillosas y ambiciosas, pero no se concretaron en lo más mínimo.

Conforme al Contrato de Concesión CAA se obligó a invertir US\$386 millones a lo largo de los 30 años de vida del contrato. El 54% de esa inversión (US\$209 millones) se asignó a la ampliación de la red, el 10% (US\$37 millones) a nuevas instalaciones de tratamiento de

7. Derogado posteriormente por el Decreto 185/3 de fecha 2 de diciembre de 1994, encomendándose al ERSACT la realización de una revisión extraordinaria del régimen tarifario aplicable a la Concesión

8. Por el decreto 3512/3 de fecha 26 de diciembre de 1994 se procedió a la adjudicación de la concesión y se difirió la aprobación y firma del contrato de concesión dentro del plazo previsto en el Decreto Acuerdo N° 186/3.

9. La fecha establecida fue el 18 de mayo de 1995.

aguas cloacales y el 36% (US\$140 millones) a la renovación del sistema de tratamiento de aguas cloacales existente. Nada de esto pudo realizarse ni llevarse a la práctica porque la concesión nació defectuosa desde sus inicios.

Por los inconvenientes, la mala calidad del servicio de agua potable y desagües cloacales y hasta un supuesto sabotaje, que finalmente fue un hecho natural que se produjo en el espejo de agua del Dique El Cadillal producido por el manganoso, el Gobernador de la Provincia Antonio D. Bussi decretó la terminación de contrato por el decreto 2270/1.¹⁰

Anteriormente las autoridades de CAA buscaron resolver los inconvenientes porque el deterioro en la concesión era grave. Por lo tanto, el 27 de julio de 1997 CAA dio aviso al Secretario de Obras Públicas y Transporte de la Nación (Federal) de que la rescisión era inminente. Las autoridades federales solicitaron que postergaran esta actitud y que se negociara.

Hubo tres intentos de renegociación. El gobernador Antonio D. Bussi se reunió con las autoridades de CAA por primera vez el 20 de febrero de 1996 para debatir la grave situación por la que se estaba atravesando. Días después CAA presentó una propuesta de renegociación del Contrato de Concesión modificando el sistema de tarifas (reduciéndolas sobre la base del consumo real), la disminución de las inversiones y reducción de la zona de la concesión.

Este intento de negociación fracasó a los meses de haberse iniciado cuando se dio a conocer un Informe de la Comisión Especial Investigadora de la Privatización por la Legislatura de la Provincia que criticaba la privatización y comenzaron a expresar preocupación sobre posibles actos de corrupción.

El segundo intento comenzó a mediados de 1996 con la mediación de autoridades federales y del Banco Mundial, llegándose a celebrar un “Acuerdo Marco para la Reformulación del Contrato de Concesión del Servicio de Agua y Cloacas”. El 2 de diciembre de 1996 el Acuerdo Marco se puso a consideración de la Legislatura para ser ratificado pero fue rechazado alegando que “no cumplía con el Marco Legal derivado de las leyes N° 6445 y 6529, las Condiciones de la Oferta y las Propuestas Económicas de la Empresa”.

Ante este panorama y viendo CAA que la Legislatura no estaba dispuesta a aprobar el acuerdo, el 26 de diciembre de 1996 iniciaron el procedimiento arbitral ante el CIADI. A pesar de ello comenzó un arduo tercer intento de renegociación del Contrato de Concesión, llegando a dar a luz al “Acuerdo del 8 de abril” (1997). El Gobernador Bussi presentó a la Legislatura un proyecto de ley con los lineamientos del acuerdo. En junio de 1997 la Legislatura le introdujo diversos cambios que se alejaban de las negociaciones que habían tenido anteriormente la Provincia con CAA. La Legislatura sancionó una versión del contrato renegociado diferente al del proyecto de ley presentado. Como los cambios fueron unilaterales CAA se negó a firmar “ese contrato” por considerar que modificaban sustancialmente las condiciones pre-acordadas. El Gobernador Bussi manifestó que no era posible modificarlo nuevamente y CAA decidió dar por finalizadas las negociaciones y rescindir la concesión.

La Provincia reaccionó a esta actitud de CAA, en un período corto, con una serie de resoluciones regulatorias por parte del ERSACT, el ente encargado de regular y controlar el

10. Publicado el 10 de septiembre de 1997.

servicio. Estas resoluciones abarcaban desde incumplimiento en el plan de inversión, calidad del servicio de agua, incumplimientos del contrato, etc.

El 10 de septiembre de 1997 el Gobernador Bussi dictó el Decreto N° 2270/1, informando a CAA que daba por rescindido el Contrato de Concesión por las violaciones cometidas y por el intento inaceptable e ilegal de CAA de rescindirlo unilateralmente. Además, rechazó la rescisión dispuesta por CAA y prorrogó el período de prestación de servicios de CAA por 18 meses o hasta que la Provincia pudiera encontrar a un sustituto, basándose para ello en el articulado del Contrato de Concesión.

Dado lo ocurrido y habiéndose quebrado totalmente la relación comenzaron las acciones judiciales en los Tribunales provinciales. Asimismo, en enero de 1997 el Gobernador Bussi aprobó las condiciones para la licitación de un nuevo concesionario, intento que fracasó, con lo cual CAA comenzó las negociaciones a nivel nacional para retirarse de la Provincia. El 5 de agosto de 1998 el Gobierno nacional y la provincia suscribieron un acuerdo por el cual el ENHOSA se haría cargo de la prestación del servicio liberando a CAA de sus obligaciones.

Finalmente, el 7 de octubre de 1998, Obras Sanitarias de Tucumán, dependiente del ENHOSA, comenzó a prestar el servicio de agua y desagües cloacales en la Provincia. Desde ese momento CAA terminó con su cometido.

A raíz de los acontecimientos comenzó el primer arbitraje internacional. Como mencione anteriormente la solicitud ante el CIADI fue presentada el 26 de diciembre de 1996. El Tribunal arbitral, constituido por el Juez Francisco Rezek, Presidente, el Juez Thomas Buergenthal y el Sr. Peter Trooboff, dictó un laudo el 21 de noviembre de 2000. El caso registra una larga historia, ya que la diferencia fue objeto de varios procedimientos seguidos ante el CIADI.

El primer laudo del año 2000 fue anulado parcialmente. El 20 de marzo de 2001 CAA y la sucesora de CGE, Vivendi Universal S.A., solicitaron el procedimiento de anulación y el 3 de julio de 2002 un “Comité ad hoc” debidamente constituido, formado por el Sr. Yves Fortier, Presidente, el Profesor James Crawford y el Profesor José Carlos Fernández Rozas, dictó una Decisión sobre Anulación. Entre otras cosas el fundamento por el cual el laudo se anuló parcialmente fue porque el primer Tribunal se había excedido en sus facultades al no examinar el fundamento de las reclamaciones basados en actos de las autoridades de Tucumán en el marco del TBI. No anuló, en cambio, las conclusiones del Primer Tribunal relacionadas con las reclamaciones “que se fundamentan directamente en supuestas acciones o en la falta de acción de la República Argentina”, llamadas las “Reclamaciones Federales”. Por lo tanto, el laudo anulado determinó que Tucumán había violado los derechos que a la Concesionaria les conferían los Artículos 3 y 5 del TBI.

EL SEGUNDO ARBITRAJE

El Tribunal arbitral fue constituido el 14 de abril de 2004 estuvo integrado por la Profesora Gabrielle Kaufmann-Kohler (Suiza), el Profesor Carlos Bernal Verea (México), y el Sr. J. William Rowley QC, (Canadá) como Presidente.

La Reunión preliminar tuvo lugar el 07 de julio de 2004 y se desarrolló en Washington DC, sede del Banco Mundial, allí se establecieron los parámetros del arbitraje. Las demandantes CAA y Vivendi S.A. solicitaron una serie de documentación. Por ello desde la Procuración del Tesoro de la

Nación, abogados responsables del arbitraje, solicitaron colaboración a la Provincia de Tucumán debido a que estos documentos se encontraban en la Provincia y era más accesible, fácil y directa la recopilación por parte de la Provincia para enviárselos. Ante ello, con buen criterio, el Fiscal de Estado de la Provincia en aquel entonces, Dr. Antonio D. Estofan, formó un equipo ad- hoc para el asunto.¹¹

A partir de ese momento el equipo de la Fiscalía de Estado de la Provincia de Tucumán comenzó a colaborar activamente en el arbitraje. Los plazos para presentar los Memoriales y Contra memoriales y la prueba correspondiente estaban definidos, así como el resto del procedimiento.

El conflicto que se dirimió en este arbitraje fue por los actos y hechos producidos por la Provincia de Tucumán. Cabe aclarar que la República Argentina no era parte del contrato de concesión pero sí firmante del TBI. El primer laudo absolvió a la República Argentina pero responsabilizó por los actos y hechos de la Provincia de Tucumán, lo que dio lugar al segundo arbitraje, que es el que se dirimió entre 2004 y 2007.

Las Demandantes estuvieron representadas en este procedimiento por las siguientes personas: Juez Stephen M. Schwebel, Sr. Daniel Price, Sr. Stanimir A. Alexandrov, Sr. Samuel Boxerman, Sra. Marinn F. Carlson, Sr. Patricio Grané, Sr. Michael J. Smart (Sidley Austin Brown & Wood LLP), Luis A. Erize (Abeledo Gottheil Abogados SC), Sr. Ignacio Colombres Garmendia, Sra. Inés García González (Ignacio Colombres Garmendia y Asociados).

Los demandados estuvieron representados por: Sr. Osvaldo César Guglielmino Procurador del Tesoro de la Nación, Prof. Philippe Sands, Sra. Alison Macdonald, Sr. Bruce Heyman (Matrix Chambers), Sra. Leticia Sierra Lobos, Sr. Ignacio Torterola, Sr. Fabián Rosales Markaida, Sr. Jorge Barraguirre, Sr. Diego Gosis, Sra. Adriana Busto, Sr. Luciano Lombard, Sr. Juan Acosta, Sr. Antonio Estofan, Sr. Geofredo Rush, Sra. Carolina Mordini, Sra. María Guadalupe Iglesias, Procuración del Tesoro de la Nación.

La documentación que se presentó al Tribunal fue la siguiente:

- 1)** Memorial de las Demandantes, 24 de noviembre de 2004;
- 2)** Excepciones opuestas por la Demandada a la jurisdicción del Centro y a la jurisdicción del Tribunal, 7 de abril de 2005;
- 3)** Memorial de contestación de las Demandantes sobre la jurisdicción, 31 de mayo de 2005;
- 4)** Escrito de réplica de la Demandada sobre la jurisdicción (Memorial de dúplica sobre las excepciones opuestas), 21 de junio de 2005;
- 5)** Escrito de dúplica de las Demandantes sobre la jurisdicción, 12 de julio de 2005;
- 6)** Memorial de contestación de la Demandada, 29 de noviembre de 2005;
- 7)** Escrito de réplica de las Demandantes, 15 de febrero de 2006, y
- 8)** Memorial de dúplica de la Demandada, 19 de mayo de 2006.

Las demandantes reclamaron daños y perjuicios por importantes sumas de dinero por los actos de Tucumán durante la concesión del servicio y por las conductas posteriores de los funcionarios e Instituciones de la Provincia de Tucumán.

11. Comisión interdisciplinaria 357/3

Previamente se interpuso por parte de la demandada una excepción de jurisdicción al Centro por considerar que Vivendi no había probado ser la sucesora en intereses de CGE, que teniendo Vivendi una minoría accionaria indirecta en CAA sus reclamaciones eran de carácter derivado y tanto el derecho argentino como el derecho internacional prohíben las reclamaciones de ese género. Asimismo, que CAA no obtuvo la nacionalidad francesa a los efectos de la protección del TBI Argentina-Francia y, en la medida en que hayan obtenido alguna protección en el marco del Tratado, la obtuvo ilegítimamente, a través de transferencias y transacciones, en violación del Contrato de Concesión; entre otras objeciones.

Luego de la audiencia oral sobre la jurisdicción que tuvo lugar los días 16 y 17 de agosto de 2005, en Washington, D.C., el Tribunal dictó su Decisión sobre Jurisdicción el 14 de noviembre de 2005, rechazando todas las objeciones de la Demandada. El Tribunal concluyó que Vivendi era la sucesora en intereses de CGE, compañía establecida y constituida también conforme a la legislación francesa.

Después de resuelto el asunto de la excepción a la jurisdicción el Tribunal ordenó continuar con el cronograma establecido y las partes comenzaron a presentar sus respectivos memoriales de acuerdo a los plazos acordados.

Enfoque de cada una de las partes en la diferencia

Para las demandantes éste era un caso de trato injusto infligido por las autoridades de la Provincia de Tucumán a CAA (inversor francés) encuadrado en el TBI para ser dirimido ante el CIADI. Las demandantes alegaron que habían sufrido permanente hostigamiento por parte de las autoridades de la Provincia, abusando de su poder por modificar sistemáticamente las tarifas y cláusulas del contrato. Asimismo, que habían recibido de los órganos de supervisión acusaciones injustificadas, y que a través de los medios de comunicación habían recibido ataques absurdos que buscaban desprestigiar a los inversores extranjeros procurando instalar repudio en la ciudadanía y motivando a no pagar las facturas de agua.

También se planteó que CAA fue obligada a renegociar el contrato de Concesión, que, a pesar de haber arribado a acuerdos, en uso de las facultades legislativas había sido y/o modificado el proyecto que pudo haber puesto fin a la crisis y evitado la rescisión del contrato. Para las demandantes, estas conductas disminuyeron el valor económico del Contrato, y CAA no tuvo otra alternativa que retirarse de la Concesión. A su vez reclamaron haber sido rehenes de la situación por no permitírsele a la Concesionaria abandonar la prestación del servicio hasta que se consiguiera un nuevo prestador.

Las demandantes alegaron que estos actos y omisiones de la Provincia, imputables a la República Argentina, implicaron la violación de la norma de trato justo y equitativo manifestada en los artículos 3 y 5 del TBI y la expropiación de las inversiones, por lo que reclamaron la indemnización por daños, evaluados en función de las pérdidas del flujo de caja esperado, más los intereses, costos y gastos.

Para la Demandada, el caso versaba exclusivamente sobre diferencias surgidas en el contexto del Contrato de Concesión, por lo que sostuvo que el Tribunal Arbitral carecía de jurisdicción sobre el conflicto. A su vez, la Demandada sostuvo que poco después de hacerse

cargo de la Concesión, sin previo aviso y sin mejoras destacadas de los servicios, CAA duplicó las tarifas de las primeras boletas de agua remitidas a los consumidores. El servicio de agua y desagües cloacales seguía siendo deficitario y empeoró aún más la situación cuando CAA reaccionó de manera confrontativa ante los clientes por sus quejas. CAA no cumplió con un adecuado control de calidad del agua ni realizó ninguna de las inversiones previstas en el contrato de concesión. Tampoco cumplió con la integración del capital establecido por contrato para la concesión. Respecto del plan de emergencia de CAA, éste era inadecuado o deficiente. La mala administración y gestión de CAA hizo que la concesión no prosperara.

Audiencia sobre el fondo del asunto y cuestiones probatorias

La audiencia sobre el fondo tuvo lugar a lo largo de 11 días consecutivos desde el 24 de julio al 4 de agosto de 2006 en la sede del Centro, en las Oficinas del Banco Mundial, en Washington, D.C. elaborándose una transcripción completa de la audiencia.

El Tribunal escuchó la declaración testimonial de los siguientes testigos:

Presentados por las Demandantes: Sr. Daniel Benquis, Sr. Charles-Louis de Maud 'Huy, Sr. José García González, Sr. Herman J. Gibb, Sr. Gerald Guérin, Sr. Regis Hahn, Sr. Christian Lefaix, Sr. José Álvaro Padilla, Sra. Dominique Perrier, Sr. J. Alan Roberson, Sr. François de Rochambeau, Sr. Walter Velarde Carrión.

Presentados por las Demandadas: Sr. Daniel Esteban Arancibia, Próspero Barrionuevo, Silvia Estela Courel, Franco Davolio, Fortunato Carlos Duguech, Ángel María Manuel García Pinto, Emilio Lentini, Raúl Gil Romero, Raúl Roque Topa, Daniel Arturo Vaca.

La vasta documentación probatoria presentada a lo largo del procedimiento arbitral, los informes técnicos realizados por los peritos de ambas partes y la abundante información que se obtuvo en la audiencia permitieron al Tribunal constituido merituar los acontecimientos y llegar a las conclusiones plasmadas en el Laudo.

El 25 de mayo de 2007, el Tribunal hizo saber a las partes que ese día había declarado cerrado el procedimiento, conforme a la Regla 38 de las Reglas de Arbitraje del CIADI. Esto fue así porque antes de finalizar la audiencia el Presidente del Tribunal solicitó a las partes que presentaran un informe resumido con los puntos más relevantes de su respectiva posición para ser tenidos en cuenta por el Tribunal, indicando que estos escritos serían considerados como papeles de trabajo para llegar a una mejor conclusión en el laudo.

Los miembros del Tribunal arbitral asumieron obligaciones de imparcialidad, independencia y confidencialidad.

El Laudo

El 20 de agosto de 2007, desde la Secretaría del CIADI, se notificó formalmente a las partes el Laudo arbitral correspondiente al caso "Compañía de Aguas del Aconquija S.A. y Vivendi Universal S.A. c/ República Argentina".

La conclusión del Tribunal arbitral por unanimidad encontró que la República Argentina había violado los derechos de protección otorgados al inversor por el Tratado Bilateral de Protección de Inversiones, en: (a) el Artículo 3, de trato justo y equitativo de acuerdo a las normas de derecho internacional en relación con sus inversiones, y (b) en el Artículo 5, de

protección y plena seguridad en la aplicación del principio de trato justo y equitativo en las inversiones mencionadas anteriormente.

También determinó que los actos y omisiones de las autoridades de Tucumán habían negado un trato justo y equitativo a las demandantes, les habían privado de la utilidad económica de sus derechos como concesionario, y expropiado su inversión sin compensación alguna, resolviendo que tenía derecho a los daños y perjuicios más los intereses compuestos, las costas y gastos del presente arbitraje.

Conclusión

Éstos fueron los acontecimientos de la Licitación Internacional del servicio de aguas y desagües cloacales de la Provincia de Tucumán durante el período en que comenzó a gestarse en el año 1993 hasta octubre del año 1998 y los años posteriores en que tuvo lugar el arbitraje internacional. A pesar de que el laudo está fechado el 20 de agosto de 2007, hasta la fecha continuamos pagando las consecuencias.

La historia demuestra que este período en la gestión del servicio público del agua, que pudo ser moderno y eficiente y no lo fue, ni lo es, debido a diferentes inconvenientes que fueron imposibles de conciliar respecto de todas las partes intervinientes, porque cabe aclarar que cada una de las partes tuvo su cuota de responsabilidad a lo largo de este extenso y deplorable período.

La Provincia de Tucumán, que tuvo que intervenir en un arbitraje internacional en el Caso: “Compañía de Aguas del Aconquija S.A. y Vivendi Universal c/ República Argentina”, lo que la obligó a replantearse las acciones venideras con mayor responsabilidad y conciencia.

Aunque debo admitir que el servicio de agua potable y desagües cloacales nunca fue un servicio público de excelencia y durante décadas fue sujeto de numerosos reclamos, considero que por tratarse de un servicio esencial no puede quedar en manos privadas. Esto no significa que los distintos gobiernos dejen sin la infraestructura necesaria a tan importante prestación.

La provisión de agua es costosa. Desde su captación en origen, el transporte y la distribución se necesita una gestión e infraestructura acorde y que funcione para entregar un buen servicio. Con la construcción y creación del Dique el Cadillal, nuestro mayor proveedor de agua, desde el año 1960 no se volvió proyectar, y menos aún a realizar, obras de envergadura necesarias para mejorar el servicio, teniendo en cuenta que la población creció exponencialmente. Asimismo, hay que reconocer que el desgaste y/o derroche del agua por parte de la población es una cuestión en la que debemos tomar acción porque además de que no se cuida el recurso agua tampoco se quiere pagar por él.

Sería maravilloso implementar una planificación consensuada teniendo en cuenta estos tres pilares para mejorar y aprovechar el recurso agua como corresponde.

Carolina Mordini

Abogada. Maestranda en RRII, Especializada en Arbitrajes. Fiscalía de Estado de la Provincia de Tucumán

CAPÍTULO 06

AGUA Y LA ECONOMÍA

6.1. “Percepción económica-ambiental y vision educativa del recurso Agua”.

María del Carmen Reguera

6.2. “Gestión de la actividad minera en la provincia y su impacto en la Cuenca. Efectos de la extracción de áridos en Ríos”. **Silvina Mendilaharsu, Juan Antonio Gramajo y María Agustina de Simone**

6.3. “El uso del agua con fines recreativos. Su control y aprovechamiento”

Julieta Migliavacca, Silvina Gerstenfeld, Debora Haitit

PERCEPCIÓN ECONOMICO-AMBIENTAL Y VISION EDUCATIVA DEL RECURSO AGUA

Lic. María del Carmen Reguera

La actividad económica, como conjunto de procesos de trabajo que los humanos realizan con el fin de asegurar la reproducción material de las sociedades, no se desarrolla en el vacío, dependiendo de los ecosistemas en el que se inserta y del estado de sus recursos naturales.

El modelo económico actual está cimentado en prácticas empresariales iniciadas en la revolución industrial, consistente en la presunción de una oferta constante y viable desde lo económico de los recursos naturales. Esta economía de extracción, fabricación y eliminación conocida como economía lineal, tiene la presión de “recursos no renovables antes considerados inagotables, que están alcanzando los límites de la oferta asequible” y por otra parte “impactos negativos derivados del consumo de recursos: cambio climático y pérdida de biodiversidad” que son regulados a nivel tanto local como internacional.

Se caracteriza por lo tanto por un proceso con un principio y un fin, basado en dos puntos importantes: a-consumo y crecimiento económico, b-acumulación de residuos y como consecuencia el deterioro ambiental.

Sin embargo, el enfoque de eliminación de residuos una vez finalizada la etapa de utilización, está en un proceso de revisión y cambio por parte de los empresarios, sensibilizados y comprometidos con la necesidad de minimizar los impactos ambientales, dando lugar a procesos propios del modelo de economía circular, consistente en la recuperación y reintroducción de las materias primas en el sistema de producción, aprovechando los recursos sin perder calidad del producto.

En la I Cumbre de Innovación Tecnológica y Economía Circular, se hizo énfasis en la importancia de innovar hacia un modelo sostenible, donde la economía circular aporta una visión a desafíos del futuro, retos que deberá solucionar la humanidad frente a actividades como producción, turismo, educación y cooperación internacional. Para ello se necesita de un compromiso político sumado a una legislación que pueda acompañar dicha evolución e innovación tecnológica.

La necesidad de adaptación de las organizaciones hacia las energías renovables y tecnologías limpias también necesita una modernización en los planes educativos, con una introducción en los jóvenes de modelos colaborativos y trabajos en equipo, enseñando a pensar diferente frente a problemas ambientales, creando una nueva generación de líderes, capaces de solucionar una forma sostenible de alimentar el mundo.

La protección del medio ambiente es uno de los ejes del desarrollo de los países, en los cuales, para que puedan alcanzar el estado de sostenibilidad que mejore la calidad de vida de sus ciudadanos, deben plantearse mecanismos de gestión de los recursos y el ambiente al que se ve expuesta la población. Todo ello, habla de la necesidad de formar profesionales concientizados en la finitud de los recursos manejados indiscriminadamente, pensando en objetivos de desarrollos económicos con metas en las generaciones futuras.

En economía, un requerimiento importante consiste en integrar la dimensión ecológica en los mecanismos de mercado, ya que en los países en desarrollo existe una relación especialmente estrecha entre condiciones de vida de los habitantes y estado de los recursos naturales. Es innegable, de esta manera, tener presente que un correcto funcionamiento económico-ambiental, exige un trabajo coordinado de ambas áreas, dando origen a los que se conoce como “Economía Ambiental”.

La Economía Ambiental da una idea del efecto que tiene la economía en el medio ambiente, la importancia del entorno ambiental y la forma apropiada de regular la actividad económica de modo que se logre un equilibrio entre: objetivos ambientales, económicos y sociales (Kolstad, 2000).

Es de suma importancia tener presente que el conocimiento sobre el entorno económico-ambiental, debe comenzar en la casa y acentuarse progresivamente en los distintos estratos educativos, donde los estudiantes puedan internalizar dichos conceptos, y arraigar la mejora del medio ambiente como una lucha propia. Instrumentos de gestión y una política adecuadamente desarrollada, ayudan a alcanzar objetivos de sostenibilidad de manera eficiente, favoreciendo y contribuyendo a mejorar la calidad de vida de grupos sociales, particularmente los vulnerables.

Esta concepción de la economía se centra particularmente, en el estado de los recursos naturales y su mejor utilización para beneficio de las generaciones presentes y futuras, partiendo de la base de que los recursos naturales son finitos si no se los maneja racionalmente, ya que la capacidad del medio ambiente para absorber las alteraciones es limitada.

Todo ello nos lleva a actuar hacia un aprovechamiento adecuado del recurso agua, respetando cantidad, calidad y biodiversidad para lograr la perpetuación de los ecosistemas acuáticos presentes en el planeta.

En una población en continuo crecimiento, con variaciones espacio temporales de calidad y demanda en los recursos hídricos superficiales y subterráneos, podemos decir que se pone en riesgo el ciclo hidrológico, llevando a las autoridades de políticas ambientales, y ciudadanía en general a una crisis preocupante (Parra, et.al. 2004).

El agua es un componente esencial de las economías nacionales y locales, necesaria para crear y mantener los puestos de trabajo en todos los sectores de la economía. Es conside-

rado un bien ambiental para los ecosistemas y los servicios que prestan, representando un indicador de la riqueza de un país.

Al igual que el capital físico y humano, este capital natural requiere de inversión, mantenimiento y buena gestión para la productividad y prosperidad de los pueblos. Para medir con precisión el avance hacia un crecimiento más ecológico, a los países les resultará útil poner en práctica la contabilidad de la riqueza integral y valoración, particularmente de este recurso (sin el cual no se conciben las producciones), junto con sus cálculos más convencionales como el PIB.

Es por lo tanto de suma importancia gestionar eficazmente el agua, por ser un motor esencial para el crecimiento verde y el desarrollo sostenible, debiendo formar parte de políticas públicas de crecimiento y desarrollo. De esta manera, se lograrán mantener los resultados macroeconómicos y resolver los problemas estructurales de pobreza y empleo. (UNESCO, 2006).

La idea del uso eficiente del agua, incluye cualquier medida que respete el mantenimiento en el tiempo del recurso y control de su cantidad y calidad, compatibles con el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres en los distintos biomas. Ello se podría asemejar a un modelo OLG (Overlapping Generation Model), de generaciones superpuestas, modelo económico en el cual los agentes viven por una longitud infinita de tiempo, y lo suficiente para soportar al menos dos períodos de vida de las próximas generaciones. Esta es una forma de alcanzar las metas de desarrollo sostenible, uno de los objetivos del milenio (Romer, 2007).

Desde hace tiempo, el recurso hídrico está enfrentando planteos, que hacen al tratamiento multidimensional del mismo, por distintos factores:

- distribución no uniforme en el planeta,
- oferta decreciente en términos de calidad y cantidad,
- crecimiento poblacional con aumento del consumo para distintos usos,
- finitud del recurso,
- valor económico (hace a un uso incorrecto).

Por todo lo anteriormente citado se considera que tanto la oferta del agua como su demanda, son dos elementos con un único objetivo: el bienestar de la sociedad. Existen estudios que comunican que la demanda mundial del agua, irá en aumento considerable en las próximas décadas: el más demandante es el sector agrícola, siguiéndole producción industrial y energética y urbanización acelerada con sistemas de suministro de aguas municipales y de saneamiento no respetuosos con el ambiente.

El cambio climático ya nos está mostrando variaciones espaciales y temporales de la dinámica del ciclo del agua, aumentando la brecha oferta-demanda. La frecuencia e intensidad de sequías e inundaciones probablemente modificarán las cuencas hidrográficas del mundo, con repercusiones socioeconómicas y medioambientales muy serias y quizás irreversibles.

Por otra parte, se debe aclarar que las economías regionales deben crecer, dependiendo de las inversiones en capital humano y progreso tecnológico, surgido de la combinación de insumos, maquinarias y conocimientos avanzados de gestión. (Reguera, 2008)

El mayor problema del manejo del Medio Ambiente se origina porque los recursos ambientales son, casi sin excepción, subvaluados en relación a su contribución a las actividades económicas. (Tate, T. 2008).

La riqueza ambiental es la base principal del desarrollo social y económico de un país, la cual brinda un enorme flujo de bienes y servicios ambientales que dependen del estado de los recursos naturales y del medio ambiente. Es decir que, el bienestar de la sociedad depende no sólo de los bienes y servicios generados por la actividad económica sino también de la calidad del medio ambiente (Osorio Múnera, J et al. 2004)

Desde el punto de vista económico, un costo incluye tanto, costos de oportunidad¹, como externalidades económicas² y en la práctica resulta bastante difícil separar una externalidad económica de la ambiental³ y social.

El avance logrado gracias a las innovaciones tecnológicas ha producido una dualidad:

1. por un lado, la tecnología ha permitido alcanzar en las sociedades occidentales, diferentes niveles de vida para todos los grupos sociales, aunque no todos resultaran beneficiados de igual forma, originándose de esta manera los niveles de pobreza e indigencia existentes en las sociedades modernas.
2. por otro lado, una misma tecnología aplicada en distintos ecosistemas, y la productividad, han ocasionado degradación ambiental.

Actualmente se está planteando imitar al funcionamiento de la naturaleza, como generadora de insumos o alimento para otros organismos, sin existir el concepto de desperdicio sino el de flujo energético y ciclaje de materia. El hombre es el único elemento biótico del ecosistema que genera basura; cada latinoamericano produce un kilo de basura por día (el 50% es materia orgánica). Debemos ser conscientes que es necesario extraer solamente los recursos naturales necesario, lo que redundará en merma de residuos y nuevos usos a las materias generadas en los distintos procesos, cambiando la cultura de “usar y tirar” por la de “durar, reparar y reutilizar”. (Zacarías, A. 2018)

Aunque los instrumentos de protección del medio ambiente aplicados en muchos países en el mundo, están dominados por enfoques normativos y de control, un número considerable de ellos han incorporado instrumentos económicos en su política ambiental.⁴ El empleo de los mismos puede ser una alternativa interesante, sobre todo en países en desarrollo, donde la dificultad para aplicar la política ambiental,

1. Cuando un usuario consume agua, priva con este acto a otros usuarios de ese recurso; si se está dispuesto a pagar más por el mismo, esto representa un costo de oportunidad.

2. Efectos positivos o negativos asociados con el consumo o uso del recurso agua.

3. Las ambientales tienden a ser asociadas con salud pública y mantenimiento de ecosistemas.

4. Conjunto de regulaciones normativas y/o formación de precios que se valen de los intereses económicos de los actores (industria, agricultores, usuarios de vías públicas y medios de transporte o población en general) para impulsar los objetivos de la política ambiental

incide en condiciones de vida de los habitantes y estado de recursos naturales (CEPAL, 2015).

La extracción y utilización del recurso agua por parte de industrias de transformación, con el fin de producir bienes y servicios, se realiza a mayor velocidad que el ritmo de regeneración, impactando sobre el ciclo hidrológico y generando gran cantidad de residuos en corto periodo de tiempo. Los mismos tienen impacto en los distintos cuerpos de agua, donde la velocidad de alteración en el sistema puede superar la velocidad de reversión (con sistemas de tratamiento operados por el hombre o bien por procesos naturales de autodepuración).

Según datos de la Organización de Naciones Unidas, el crecimiento poblacional pasará de 7700 millones (2019) a 9700 millones (2050), necesitando para su alimentación, aumento en las producciones agrícolas y necesariamente una mayor extracción de agua. (ODS, 2015)

El agua es una parte fundamental en las economías circulares, ya que conserva su valor después de cada uso al regresar finalmente al sistema, conformando de esta manera circuitos cerrados, permitiendo el uso repetido. Los problemas de escasez en muchos territorios del planeta, dada su mala distribución y la contaminación, son dos problemas con necesidad de cambio, siendo urgente una gestión eficiente.

Actualmente cerca del 80% del agua residual regresa al medio sin ser tratada o reutilizada, ocasionando pérdida de acceso al agua potable a un porcentaje significativo de la población.

Ingresa en la circularidad económica del agua, pasa por superar el cambio climático, crecimiento demográfico, innovación tecnológica o política. (www.iagua.es. 2018)

El agua debe utilizarse desde un punto de vista personal y social, teniendo presente que conforma un ciclo vital en la vida del hombre. Para ello las urbes deben reducir el consumo neto, reutilizando las aguas residuales para usos de limpieza y riego. Las industrias pueden utilizar los efluentes para regenerar nuevos productos, minimizando su impacto ambiental, ahorrando costos además de extraer y recuperar recursos valiosos contenidos en los efluentes. Esta nueva corriente cuenta como beneficio: ahorro del recurso, merma de residuos; generación de nuevos usos, conservación de materias primas, lucha de cambio climático y empleo. (Miramontes, C. 2018)

El crecimiento del mercado global del agua, se está dando por el conocimiento del valor de las aguas residuales a nivel empresarial, tratándolas antes de su vertido como fuente potencial de ingresos y empleo e incremento de la productividad de sus predios, permitiendo mayores rindes de sus cosechas. Gobiernos y empresas de servicios públicos reconocen que se requieren tarifas adecuadas, así como responsabilidad del pago de las mismas por parte de los usuarios, para ampliar y mantener las infraestructuras de agua para uso agroindustrial (diques, canales, regueras...) y aguas residuales, para asegurar un abastecimiento suficiente y seguro, garantizando el servicio (Vergara Arrieta, 2017).

Aproximadamente un 70% del consumo mundial del agua es para uso agrícola, debiéndose trabajar para evitar pérdidas en el transporte del recurso, lo que se logra impermeabilizando canales y reservorios y utilizando técnicas de riego que apliquen la lámina que requieren los cultivos (riego de precisión). Asimismo, se debe optimizar el uso de agua potable, implementando requisitos de regulación en la cadena alimentaria, desde su captación hasta el vertido, lo que se refleja en un ahorro energético.

La economía circular basada en el principio de “cerrar el ciclo de vida” de productos, servicios, residuos, materiales, agua y energía, es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo principal es que el valor de los productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo al mínimo la generación de residuos. Para ello se debe promover inclusión, innovación y sostenibilidad económica a través de la difusión de buenas prácticas empresariales e intercambio de experiencias. (Kowszyk, Y. et al. 2018)

Se tiende a incorporar asimismo los planteamientos de la bioeconomía, que implica una reutilización de los materiales orgánicos en fabricación de bioproductos sustitutivos de los derivados del petróleo. (Martínez Camarero, C. 2019)

Tucumán es una provincia con distintas regiones agroecológicas, dentro de las que el recurso agua tiene una distribución dispar tanto en el tiempo como en el espacio. Sus principales actividades industriales, la sucro-alcoholera y citrícola, exigen gran consumo de agua y generan efluentes líquidos de alta carga contaminante y costo de tratamiento elevado.

Las aguas eliminadas de los procesos industriales gestionadas correctamente, pueden reutilizarse como un recurso potencialmente asequible y sostenible de: agua, energía, nutrientes, materia orgánica y otros subproductos útiles. Esto es especialmente cierto en el contexto de una economía circular, donde el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos y la sostenibilidad ambiental, y donde una economía más limpia y más sostenible tiene un efecto positivo en la calidad del agua, siendo imprescindible evaluar, gestionar, y hacer un seguimiento del recurso por parte del estado y los industriales.

Desde el punto de vista gubernamental, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de la Provincia de Tucumán (SEMA), perteneciente al Ministerio de Desarrollo Productivo (MDP), como autoridad de aplicación de las políticas medioambientales, ha establecido una serie de manejos del recurso agua, tratando de llevar un seguimiento, sobre todo de calidad y cantidad de influentes y efluentes.

Entre sus principales gestiones se puede mencionar:

- monitoreo mensual de caudales y calidad, analizando parámetros físico-químico-biológicos del curso principal del Río Salí y sus tributarios, desde el ingreso en la provincia (límite con Salta) hasta el vertido en el Embalse Río Hondo (límite con Santiago del Estero), permitiendo tener conocimiento y vigilancia del estado de la calidad del recurso.
- monitoreo de todas las empresas que vierten efluentes líquidos en el territorio provincial, con normas de límites de vuelco a cursos de agua y suelo y sanciones a quienes no se ajusten a normativa.
- conjuntamente a Organismos provinciales de investigación como Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), ha resuelto el manejo de residuos industriales cítricos y sucroalcoholeros.

Con ayuda del Gobierno Nacional implementó en el año 2006 el Programa de Reconversión Industrial (PRI), permitiendo que los propios empresarios firmen acuerdos con el estado provincial de merma gradual de la contaminación y reducción de los volúmenes de agua en sus procesos.

Actualmente SEMA tiene prohibido el vuelco de bagazo, ceniza, y cachaza a cursos de agua, los que son utilizados en los campos con cultivo de caña de azúcar como mejorador de suelo. También se usan para generar energía en las propias fábricas, riego de campos y caminos, entre otros.(González, MC, et al. 2015)

De esta manera lo que antes era un efluente o desecho agrícola industrial, no valorado y que se tiraba, comprometiendo los ecosistemas por donde transitaba, actualmente son valorados como productos que mediante técnicas de disposición son devueltas al sistema, previo, análisis de los sitios de disposición.

Todo ello está vinculado a:

- aspectos económicos, la contabilidad de los costos de disposición puede tener un balance positivo frente a una merma de productos químicos que necesariamente se deben incorporar al suelo (por exportación de nutrientes en cosecha)
- sociales, ocupación de mano de obra en transporte y distribución, así como activación de sectores de la producción secundaria y terciaria que se ven beneficiados. Esto se traduce en una mejora de las variables macroeconómicas claves para el correcto funcionamiento de la economía regional.

Los beneficios de la legislación vigente, publicados en varios Congresos Nacionales, tienen incidencia directa en la salud de los ecosistemas acuáticos de ríos de Tucumán y Embalse Río Hondo, lograda por una vigilancia diaria y conjunta entre Tucumán y Santiago del Estero y acciones de mejora del sector privado, las cuales a veces no son percibidas por los ciudadanos, por falta de información o interés. (González, MC, et al. 2007, 2008, 2015, 2016)

Con la necesidad de identificar el grado de conocimiento e interés en las medidas ambientales actuales, desde la Universidad se inició en el año 2018 un trabajo en el nivel educativo superior de carreras afines al medio ambiente y la industria, a efectos de tener un diagnóstico de la percepción de la temática, por parte de los estudiantes universitarios en la provincia de Tucumán.

El mismo fue realizado mediante encuestas sencillas y aleatorias, que se pusieron a disposición a través de un Website específico: www.encuestafacil.com., bajo modalidad de respuestas anónimas. Se eligió la modalidad on line, por considerar entre sus ventajas costo bajo; rapidez (resultados obtenidos y procesados en tiempo real); calidad y fiabilidad (se eliminan intermediarios y como consecuencia posibles sesgos); exactitud (falta de errores en introducción de datos); oportunidad (cada encuestado responde cuando considera es el mejor momento) y alcance (permite encuestar porciones del grupo objetivo difícil de contactar por métodos tradicionales).

El grupo objeto del estudio, lo constituyen estudiantes de grado de universidades pública y privada, de carreras afines a la temática ambiental.

Se trabajó en la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA), con alumnos entre primer y cuarto año, de la carrera de Licenciatura en Gestión Ambiental y Ecología.

En la universidad estatal los estudiantes encuestados fueron de las carreras de Agronomía, Zootecnia y Medicina Veterinaria (Universidad Nacional de Tucumán-UNT).

La encuesta está elaborada en base a temas muy generales y de percepción personal

1. que caracteriza a la Provincia de Tucumán (naturaleza, servicios ambientales, nivel de vida, gente y cultura)
2. estado del conocimiento ambiental
3. valoración de la problemática ambiental
4. colaboración para revertir problemas ambientales
5. grado de conocimiento de políticas y reglamentaciones ambientales
6. cumplimiento a normativas ambientales

De un total de 122 estudiantes encuestados,

- 22% pertenecen a UNSTA
- 78% corresponden a UNT: 55%:
(Agronomía, 13% Zootecnia y 32% Medicina Veterinaria)

Los resultados de las encuestas indican:

- A. 80% de la población analizada coincide que Tucumán posee servicios ambientales brindados por los ecosistemas naturales presentes. Sin embargo, ello no se refleja en las condiciones de vida de su población, calificando la misma entre regular a mala.
- B. 75% afirmó poseer conocimientos sobre temas vinculados al ambiente, demostrando interés en dicha problemática (particularmente la población UNSTA)
- C. los problemas provinciales por orden de importancia que manifestaron se presentan en Tucumán son: contaminación hídrica, generación y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) y contaminación atmosférica. Consideran necesario tomar medidas para disminuir la contaminación hídrica, preocupándose por el disfrute del recurso por parte de las generaciones futuras
- D. 72% está tomando medidas conducentes a revertir los problemas de contaminación.
- E. 64% manifiestan desconocimiento de las reglamentaciones existentes
- F. 89% cree que los organismos de aplicación hacen cumplir las reglamentaciones que ellos conocen.

Las industrias sucroalcoholeras, se nutren de los profesionales que las universidades generan, Ingenieros Agrónomos y Zootecnistas; Industriales; Azucareros o Licenciados en Gestión Ambiental, carreras sumamente ligadas al entorno económico-ambiental.

Hablamos de políticas, instituciones públicas, decisores, por lo tanto, es esperable y de hecho los resultados arrojados lo demostraron, que los alumnos, en algún momento, ocupen puestos de gestión y pasen a ser decisores en esas políticas públicas vinculadas con el medio económico ambiental en el cual estarán insertos.

Se puede concluir que hay una necesidad creciente de comunicar e incentivar a la ciudadanía en general, que el planeta es uno solo, siendo el recurso agua fundamental para su normal funcionamiento, recurriendo al cambio en la mentalidad del hombre sobre el uso desmesurado de los recursos dada su finitud.

Debemos de esta manera:

- educar para concientizar y nada mejor que comenzar desde los niveles iniciales, para que luchemos en conjunto, a efectos de paliar estas situaciones que tanto nos preocupan;
- articular los múltiples actores de las cadenas de producción y consumo hacia la preservación y uso sostenible del recurso agua y el servicio ambiental que presta en la estabilidad de los sistemas económicos.

Es posible desarrollar productos, procesos y sistemas, basándonos en el funcionamiento de la naturaleza, pudiendo copiar la estructura ecosistémica para la biorremediación de ambientes degradados o alterados por actividades antrópicas. La región NOA, caracterizada por su gran variabilidad natural, ambiental y social, necesita el desarrollo de sectores productivos con tecnologías limpias, que generen productos de fácil inserción en los mercados internacionales, generadoras de puestos de trabajo que aumenten el nivel de vida de su sociedad y donde se dé coexistencia de actores, instituciones y un paquete de instrumentos políticos, que permitan el afianzamiento de una bioeconomía regional.

Bibliografía

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2015. Guía Metodológica: instrumentos económicos para la gestión ambiental. 73p.

FAO. 2012. Objetivos de Desarrollo Sostenible.

González MC; B. Schilman, MC Reguera, J. Vidal. 2016. Calidad de Agua del Río Salí antes de su ingreso a Embalse Río Hondo. Período 2012-2015. 2016. XXXIII Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán. Taquí del Valle- Tucumán. ISBN 978-987-42-2403-3. P 15.

González MC; MC Reguera; M. Morandini; MC Reguera; S. Guillén; J. Vidal; J. Manzur. 2015. Impacto de riego con vinaza en el suelo, acorde a políticas de manejo de efluentes líquidos en industria. Tucumán. Argentina. X Reunión Nacional Científico- Técnica de Biología del Suelo. III Congreso Nacional de Biología Molecular de Suelos. Jujuy. Argentina. ISBN 978-987-3926-01-3.

González MC; MC Reguera. 2015. Valoración de la calidad de agua del Río Salí antes del ingreso al embalse Celestino Gelsi, empleando el Índice de la Universidad de Pamplona ICA-test V 1.0. Tucumán, Argentina. Campaña 2013-2014. Revista agronómica del Noroeste Argentino Vol.34 n 2. Tucumán. ISSN 0080-2069 (print) ISSN 2314-369 X (en línea) p.70,71.

González, M. del C.; J. Pourrieux; M. Díaz; P. Escudé y M.C Reguera. 2008. Calidad Bacteriológica de Ríos en Trancas. Primeras Jornadas Universitarias del Norte Grande Argentino sobre Medioambiente. Tucumán. ISBN 978-987-1366-23-1.

González María del Carmen; Miguel Ángel Díaz; Juan A. Pourrieux. 2007. Calidad de agua del río Salí. Tucumán. Argentina. Conagua 2007. Tucumán.

Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo. WWDR2016. UNESCO.

- Kowszyk, Yanina; Maher, Rajiv.** 2018. Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC. Fundación EU-LAC2018. Proyecto desarrollado por InnovacionAL. 204p
- Kolstad, Charles.** 2000. Economía Ambiental. Editorial Oxford. México. 458p
- Martínez Camarero, C.** 2019. Mas allá del reciclaje, avanzar hacia la producción limpia, el ecodiseño y los biomateriales. Revista de la Facultad de Derecho y Ciencia Política. Vol. 17. N 23.
- ODS.** Objetivos y Metas de desarrollo Sostenible. 2015.
- Osorio, Múnera; Juan, David; Correa Restrepo, Francisco.** 2004. Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y método de estimación. Semestre Económico. Vol.7 N° 13. Universidad de Medellín. Colombia. ISSN: 0120-6346.
- Parra Oscar, Roberto Urrutia, Adolfo Acuña,** 2004. El agua y el ambiente acuático. Conceptos Básicos sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Proyecto INET- GTZ. Buenos Aires. Argentina.
- Reguera M.C; M.C González; S. Guillén y J. Vidal.** 2008. "Análisis de la Economía Argentina en la Búsqueda de Indicadores de Sostenibilidad". Primeras Jornadas Universitarias del Norte Grande Argentino sobre Medioambiente. Tucumán. ISBN 978-987-1366-23-1.
- Romer, David.** 2006. Macroeconomía Avanzada. Ed. Mc. Graw Hill. 712p.
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), World Meteorological Organization (WMO), International Atomic Energy Agency (IAEA).** 2006. Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: el agua, una responsabilidad compartida. 155 p.
- Vergara Arrieta, José Julio; Álvarez Carval, Yesith.** 2017. Una mirada a los métodos de valoración de calidad ambiental desde una visión contable ambiental. Panorama económico. Vol 24. Cartagena. 18p.

Páginas web consultadas

- Zacarías, Adriana.** 2018. La Economía Circular y el Cambio Climático. <https://news.un.org/es>.
- Miramontes, Carolina.** 2018. El Agua y la Economía Circular. <https://sibica.net>.
- Revista iagua.** 2018. Economía Circular. De residuo a recurso. www.iagua.es
- CEPAL.Guía metodológica.** Instrumentos económicos para la gestión ambiental. www.repositorio.cepal.org.
- Banco Mundial.** www.bancomundial.org
- Tate, Donald; R. Rivers.** 2008. Economía y Técnico. El enigma de los recursos del agua. <http://unesco.org.uy>.
- FAO.** www.fao.org

Lic. María del Carmen Reguera

Prof. Adjunto Facultad Ingeniería UNSTA. Carreras: Licenciatura en Gestión Ambiental y Ecológica y Licenciatura en Logística y Medios de Transporte. JTP Facultad de Agronomía y Zootecnia- UNT. Cátedra Política Agraria. Maestría en Gestión Ambiental MGA. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. UNT.

GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LA PROVINCIA Y SU IMPACTO EN LA CUENCA. EFECTOS DE LA EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS EN RÍOS.

Silvina Mendilaharsu

Maria Agustina de Simone

Juan Antonio Gramajo.

Introducción - ¿qué son los áridos?

En el ámbito de la industria de la construcción y de la obra civil se denomina comúnmente árido a una roca que, tras un proceso de tratamiento industrial (simple clasificación por tamaños en el caso de los áridos naturales, o trituración, molienda y clasificación en el caso de los áridos de machaqueo), se emplea en la industria de la construcción en múltiples aplicaciones, que van desde la elaboración, junto con un material ligante (cemento portland, cales hidráulicas, yesos, alquitrán, etc.), de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la construcción de bases y sub-bases para carreteras, balastos y sub-balastos para las vías de ferrocarril, o escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos.⁽¹⁾

Cuando se habla de extracción de áridos, se trata de una tarea que se puede desarrollar en ríos, a lo que se denomina “cantera húmeda”, y fuera de ellos toma el nombre de “cantera seca”. En este caso, obviamente nos referiremos a las canteras húmedas de la Cuenca que nos ocupa.

La explotación racional de áridos en los ríos constituye una herramienta fundamental para el control y ordenamiento de los cauces. Al extraer sedimentos del tercio medio y depositar los rechazos en las márgenes se logra el encauzamiento del canal principal y a su vez se protegen las riberas.

Algunas consideraciones legales

La genuina actividad minera tucumana se refiere a los áridos y, en su mayoría, se desarrolla en los ríos de la Provincia. Está contemplada en el Código de Minería de la Nación, en el art.2, que dispone:

Art. 2º. Con relación a los derechos que este Código reconoce y acuerda, las minas se dividen en tres categorías.

1. Minas de las que el suelo es un accesorio, que pertenecen exclusivamente al Estado, y que sólo pueden explotarse en virtud de concesión legal otorgada por autoridad competente.
2. Minas que, por razón de su importancia, se conceden preferentemente al dueño del suelo; y minas que, por las condiciones de su yacimiento, se destinan al aprovechamiento común.
3. Minas que pertenecen únicamente al propietario, y que nadie puede explotar sin su consentimiento, salvo por motivos de utilidad pública.

Al respecto, resulta importante destacar en este caso que el Código Civil y Comercial de la Nación dispone que los ríos son del dominio público del Estado; por tanto, y en concordancia con el art.2 nombrado, es el Estado Provincial (y no un particular), el dueño de este tipo de yacimientos y el que, dentro de la normativa vigente, determina las condiciones bajo las cuales se ha de otorgar un permiso de extracción de sustancias minerales de este tipo

Luego, el art.5 se refiere en particular al tipo de mina que nos interesa: Art.5º - componen la tercera categoría las producciones minerales de naturaleza pétreo o terrosas, y en general todas las que sirven para materiales de construcción y ornamento, cuyo conjunto forman las canteras.

El código de Minería, además hace alusión a la extracción de estas sustancias en el Título X, artículos 201 a 204, en los cuales determina lo siguiente:

Art. 201. El Estado y las municipalidades pueden ceder gratuita o condicionalmente y celebrar toda clase de contratos con referencia a las canteras, cuando se encuentran en terrenos de su dominio.

Mientras tanto, estas canteras serán de aprovechamiento común.

Art. 202. Cuando haya de cederse a un tercero, por cualquier título, o causa, el sitio que otro está explotando en virtud de lo dispuesto en el artículo anterior, el ocupante será preferido bajo las mismas condiciones.

Art. 203. Si las sustancias se encuentran en terrenos de dominio privado, un tercero podrá explotarlas con tal que la empresa se declare de utilidad pública.

En este caso, se dará al propietario la preferencia para que las explote por su cuenta, bajo las mismas condiciones que proponga el ocurrente.

Art. 204. La explotación de las canteras está sometida a las disposiciones de este Código y de los reglamentos de minas en lo concerniente a la policía y seguridad de las labores.

Y, según lo dispuesto por este último artículo, todos los cursos de agua que atraviesan nuestra provincia y que componen esta gran cuenca, están regulados en cuanto a la actividad minera a desarrollar en los mismos, por distintos decretos provinciales que, entre otras disposiciones, determinan, en general, normas técnicas según las cuales se llevará a cabo una explotación minera. Así también se establecen sanciones para cuando se deja de lado esta reglamentación.

El decreto 1327/3(SO) en su 3ART. 1º dispone que: se prohíbe la extracción de áridos de aprovechamiento común, sitios en el cauce y márgenes del Río Salí, desde 1000m aguas

arriba de la desembocadura del canal de Desagüe Norte y hasta 1000m aguas debajo de la desembocadura del Canal Maestro Desagüe Sur para llevar a cabo el desarrollo orgánico y eficiente del proyecto de las obras de encauce y sistematización de dicho curso de agua.

Y su artículo .2° expresa que, en esa zona y por excepción, pueden autorizarse extracciones de áridos, previa resolución favorable de la Comisión Mixta Asesora Permanente. La misma fue creada para el estudio y ejecución del encauce y sistematización del Río Salí, entre 1000m aguas arriba del puente ferroviario del Ferrocarril Mitre y 1000m aguas abajo del puente carretero de acceso sur (Ruta nacional 9). Esta Comisión Mixta estaba formada por técnicos de distintas reparticiones públicas provinciales. El problema radica en que sólo tomó decisiones al momento de crearse, en la década del 80. Después la Dirección de Minería, y ante varios intentos fallidos de volver a reunir a esta Comisión, optó directamente por no otorgar ningún permiso de explotación en dicha zona.

A partir del ART.5, y para todos los ríos y arroyos de la Provincia (no sólo para el Río Salí) este decreto establece sanciones para cuando se deja de lado esta reglamentación. En este sentido, también el Decr. 2050/3 (CIMCE).

Finalmente, el Código de Minería de la Nación, en su título 13, a partir del ART.246, establece las normas de protección ambiental minera, bajo las cuales debe llevarse a cabo cualquier explotación minera. Determina que, previo a la exploración y explotación, se debe presentar un Informe de Impacto Ambiental (IIA), el que es analizado por la Autoridad Minera. De estar de acuerdo con el mismo, la mencionada autoridad emite la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). En esta Declaración, se especifica cuál es el impacto que la actividad minera provocará, cuáles son las medidas que se tomarán a los fines de un manejo ambiental del mismo y en qué plazo serán realizadas. El IIA debe ser actualizado, como máximo, en el plazo de 2 años. La actualización pondrá de manifiesto el avance de las medidas propuestas en la DIA original. Ahora bien; en caso de surgir nuevas circunstancias no previstas en el comienzo, estas se verán plasmadas en la actualización aludida.

Para el caso que nos ocupa, se advierte que esta normativa ha sido diseñada para explotaciones de mayor impacto como las metalíferas, las que deben realizarse con mucha mayor precaución que una cantera húmeda, exigen diferenciar las etapas de exploración y explotación y, de un tiempo a esta parte, en todas las críticas a este cuerpo de normas, figura la falta de regulación relativa al cierre de minas. Por todas estas razones es que, para facilitar esta tarea, desde la Dirección de Minería, se le sugiere al Productor Minero un instructivo para realizar la presentación y el seguimiento de su Informe de Impacto Ambiental.

Enfoque de esta labor:

La Dirección de Minería de la Provincia enfoca esta labor, siempre teniendo en cuenta sus funciones de “promotora” de la actividad, como así también de “autoridad de contralor” de la misma (conf. Decr.Ac. 60/12).

Al tratarse de una actividad productiva, tan necesaria como cualquier otra para la vida humana, debe satisfacer necesidades producto del crecimiento de la población, la cual requiere de este recurso mineral cada vez con mayor exigencia, traducido en viviendas,

edificios públicos, centros comerciales y de servicios, lugares de turismo y esparcimiento, caminos, puentes, diques, etc.

A la vez, también tiene en cuenta que una explotación minera que se realiza en un río influye en la dinámica de este curso de agua, por lo que se requiere ordenarla y/o dirigirla hacia un cierto equilibrio para no afectar la misma y, procurar alterarla lo menos posible, a la vez que, satisfacer la demanda de material.

El Recurso “Áridos”- Clasificación

Partiendo de la clasificación hecha por la Breve Enciclopedia del Ambiente, diremos que los “áridos”, son Recursos hipotética o potencialmente Renovables. Ello para diferenciarlos de aquellos que no son renovables. Esto significa que han de renovarse, mientras su aprovechamiento no sea excesivo. Es decir, que el recurso árido será potencialmente renovable mientras no se sobrepasen los umbrales de reposición del material que se extrajo. De esta forma se evita la degradación del recurso y ello permite la renovación del mismo⁽²⁾

Es de suma importancia tener en cuenta que cada río tiene sus propios caracteres, su propia dinámica; que cada uno se presenta dependiendo de varios factores: así, factores naturales tales como el relieve, su localización, su caudal, entre otros, los cuales participan directamente en los procesos de dinámica fluvial, permitiendo la erosión, generando el recurso, y luego la deposición del mismo; así también, factores antrópicos, como ser la propia actividad minera o la construcción de obras de arte como diques. Este último caso, por ejemplo, lleva a una reposición dificultosa de material en los ríos, aguas debajo de esta obra de ingeniería. Desde el punto de vista técnico, los cauces fluviales, cuando son afectados por exceso de extracción de la carga de sedimentos que transportan, deben tener un tiempo prudencial de recuperación.

Finalmente, se agrega aquí el fenómeno del cambio climático, que por la excesiva emisión de gases de efecto invernadero causada por la actividad del hombre, viene produciendo alteraciones en el comportamiento del clima, provocando eventos extremos (tormentas, sequías, etc.) que van acelerando este cambio y que, modifica los caracteres y el comportamiento de los cursos de agua.

Explotación minera en la Cuenca Salí-Dulce

En Tucumán actualmente existen unas 90 canteras de áridos, de ellas el 50% aproximadamente corresponden a canteras de las denominadas “húmedas”, o sea, las que se encuentran en el cauce de los ríos.

Los estudiosos dividen a esta cuenca en dos sectores bien diferenciados. Uno es el Río Salí, o subcuenca imbrífera superior, que transita una zona de altísima densidad de población, con 42 afluentes de poca extensión, crecidas importantes de corta duración, con orientación Oeste-Este y que descargan sobre su margen derecha. El otro es el Río Dulce o cuenca inferior o de llanura, cuyas características no interesan en esta exposición.

Su tramo superior se ubica en la Provincia de Salta, en donde nace con el nombre de Río Tala, en la ladera Este de la Sierra de Carahuasi. Al llegar al Oeste de las

Sas. Subandinas, recibe el aporte del Arroyo La Candelaria y es aquí donde nace el Río Salí. Toma dirección Norte-Sud. Antes del embalse, recibe el aporte de los ríos Acequiones, Alurralde, Vipos y Tapia (desde la Sierra del Cabra-Horco). En el lecho del cauce tiene terrenos aluvionales con claro predominio de cantos rodados. Luego de El Cadillal, en el extremo Sudeste de la Sierra de Medina, recibe el aporte del Río Calera. Desde la Sierra del Aconquija, por su margen derecha, recibe el aporte del resto de sus afluentes Lules, Pueblo Viejo, Seco, Gastona, Chico, Marapa. Al llegar al nivel de base se expanden sobre amplios lechos de inundación y depositan gran cantidad de material sólido formando verdaderas barras que modifican el rumbo de sus cursos inferiores.⁽³⁾

Es en el tramo medio, cuando atraviesa toda el área metropolitana (Gran San Miguel de Tucumán), en donde en ciertos lugares, la explotación de áridos debe ser controlada con mayor frecuencia para evitar las malas prácticas (tales como extracción de material de las barrancas, desviaciones del cauce en caso de formarse lóbulos), la sobre explotación, las extracciones no autorizadas o desordenadas, sin respetar la técnica indicada. Todas estas conductas provocan cambios en el perfil del río, cambia la forma del cauce y también el hábitat biológico.

Debe agregarse que la construcción de obras como el Dique El Cadillal o el Dique La Aguadita ha traído como consecuencia una menor capacidad de deposición de material árido por parte de los cauces fluviales, respecto de una extracción de material mayor. Ello determina que pueden llegar a producirse fenómenos como la erosión retrocedente o la profundización del nivel de base del cauce.

Es en estos casos en los que notamos con claridad lo apuntado en párrafos anteriores, al explicar cuándo este recurso se vuelve no renovable, si no se toman los recaudos pertinentes.

De hecho, medidas al respecto han sido tomadas por parte de la Dirección de Minería, la cual ha prohibido la explotación en determinados lugares, justamente por esta problemática. Ya se ha nombrado el Decr. 1327/3 en relación a la prohibición de explotación en el Río Salí.

También existen prohibiciones de extraer áridos en arroyos y ríos ubicados en el faldeo de la Sierra de San Javier (Río Muerto, Arroyo Caínzo-Las Piedras) y también en el río Lules, todos ellos tributarios del Salí.

Cabe destacar que, dentro de la cuenca también hay zonas donde todos estos procesos son contrarios. Es decir que la deposición de áridos es mayor a la erosión, dando lugar a la colmatación de los ríos, favoreciendo así la inundación de las márgenes y obviamente afectando a la población. Se observan fenómenos de colmatación en diques y desplazamientos de puentes como consecuencia de este fenómeno.

Particularizando la situación de algunos ríos y arroyos, se puede mencionar:

1. Río Salí: es, de todos, el más sobreexplotado, sobre todo en su zona media, aproximadamente desde El Dique El Cadillal y hasta la localidad de Bella Vista (Fig. 1 y 2)



Fig.1 – Puente del Ferrocarril Mitre sobre el Río Salí, donde se observa los pilotes desprovistos de material árido y un importante bajante del nivel de base del río.



Fig. 2 Explotación de barrancas en el Río Salí, altura Dique la Aguadita.

2. Río Lules: posee problemas de sobreexplotación en su tramo inferior, y hasta la desembocadura con el Río Salí.

3. Río Calera: se ve afectado también, por sobreexplotación en la cuenca baja, desde El Sunchal hasta la desembocadura con el Salí (Fig. 3). Es en este curso de agua en el que se evidencia la disminución del aporte de material.

Fig. 3 Río Calera a la altura del paraje Alta Gracia, Burruyacu, donde se observa un proceso de erosión y una disminución del nivel de base del Río.

4. Arroyos del faldeo de Sierras de San Javier: en donde actualmente se prohíbe la actividad minera.

5. Los Ríos del Sur de la provincia, como es el caso del Río Medina, Gastona, Seco, San Ignacio, son aquellos que poseen una mayor deposición de material, respecto de la extracción, ocurriendo esporádicamente colmatación en sus cauces. Es importante no dejar de lado los factores naturales involucrados, ya que, por su localización, son favorecidos por las precipitaciones, que llegan a ser abundantes, (sobrepasando los 1500mm), como también por elevados relieves, produciendo un aumento en la recarga de la cuenca imbrífera; conjuntamente la actividad de extracción, en volúmenes, es moderada a escasa.

6. Igual reflexión merecen los ríos ubicados al Norte de la Provincia, como ser, en la zona del departamento Trancas, más específicamente en el sector de San Pedro de Colalao, en el sentido que ameritan una explotación del recurso ya que presentan una recarga importante y redonda en agradación de los cauces. (Fig. 4)



Fig.4- Se observa depositación de material de descarte que hace de contención a futuras y probables desbordes en el río Tipas debido a la agradación que sufre dicho Río.

A modo de Conclusión:

En el marco en el que nos toca desarrollar esta problemática, podemos determinar que existe un uso desproporcionado de este recurso, es decir: zonas donde la sobreexplotación es dominante, principalmente en la Capital de nuestra provincia y lugares aledaños (generalmente en localidades al Oeste de Ruta 38), mientras que, tanto al Norte como al Sur de la misma, la actividad es más escasa.

Esto obviamente provocado por una problemática de mercado, donde los productores mineros requieren mayores gastos de transporte del material hacia la zona metropolitana, sumado a que la demanda, es más marcada en dicha zona, por ende, los beneficios económicos en las otras zonas son menores o nulos. Por ello hay, en cierto modo, una negativa a trabajar en esos lugares, si bien el material es más abundante y de mejor calidad.

El panorama que se presenta nos lleva a determinar seriamente que hay zonas en las cuales se debería plantear la posibilidad de reducir los permisos de extracción de material.

Concluimos en que el aprovechamiento o no, de las sustancias minerales de tercera categoría (áridos), actividad productiva tan necesaria como cualquier otra, también influye en el escurrimiento de las aguas de esta Cuenca. Así, la extracción de la zona de barrancas agranda, o cuando esta actividad se realiza desordenadamente, se pueden desviar los cauces y la sobre explotación modifica el perfil. Pero también está claro que la falta de limpieza de los sedimentos en determinados tramos del río lo colmata y puede generar desbordes.

Por ello es importante la labor de la Dirección de Minería de la Provincia, que asegura un recurso, colaborando con el medio ambiente y resguardando las condiciones de vida de las poblaciones próximas a explotaciones mineras y los ríos, además de colaborar con otras reparticiones públicas que tienen incumbencia en los mismos.

Bibliografía

- 1 Alonso R. N** (comp.). Minería de Salta, Crisol Ediciones, Salta. 2007
- 2** <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/> Breve Enciclopedia del Ambiente. Editores: Wolfgang Volkheimer - Laura Scafati - Daniel L. Melendi.
- 3** <https://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/pdf/86.pdf> Salí Dulce 48
- 4 Derrau M.** 1966. Geomorfología. Editorial Ariel, Barcelona.
- 5 Derrau M.** 1987. Geomorfología, segunda edición ampliada. Editorial Ariel, Barcelona.
- 6 Peña H. A.** 1970. Minerales y rocas de aplicación de la provincia de Tucumán. Secretaría de estado de comercio, industria y minería. Dirección provincial de minas, Tucumán - Argentina.

Silvina Mendilaharsu

Abogada. Sub Directora de la Dirección de Minería de la Provincia de Tucumán

Juan Antonio Gramajo

Geólogo de la Dirección de Minería de la Provincia (Policía Minera). Docente secundario y terciario.

María Agustina de Simone

Area Policía Minera de la Dirección de Minería

EL USO DEL AGUA CON FINES RECREATIVOS. SU CONTROL Y APROVECHAMIENTO.

Julieta Migliavacca
Silvina Gerstenfeld
Debora Haitit

Introducción

El uso de agua con fines recreativos también tiene su impacto en la Cuenca Salí-Dulce. La extracción del recurso agua en época estival genera como consecuencia en muchas zonas de la provincia el faltante de agua

Del mismo modo, es también importante la disposición final de estas aguas, que en la mayoría de los casos finalizan en la Cuenca misma, pudiendo afectar las condiciones naturales de ésta por la presencia de productos químicos con los que el agua de natatorios es tratada para mantener sus condiciones de calidad requeridas.

Es importante tomar conocimientos de las medidas a tomar para un correcto mantenimiento de agua de natatorios, por ello presentamos una Guía para el Control y Mantenimiento del Agua de Piscina a continuación:

GUÍA PRÁCTICA PARA CONTROL Y MANTENIMIENTO DEL AGUA DE PISCINA

Un natatorio constituye un lugar de reunión y esparcimiento entre cuyas instalaciones se destaca como elemento central la piscina, que en temporada se encuentra permanentemente llena y está destinada al baño de muchas personas. Por lo cual se deduce que el uso de las piscinas entraña un potencial riesgo sanitario si las instalaciones no reúnen las condiciones adecuadas o si no se establecen los mecanismos necesarios para garantizar la calidad óptima del agua, ya que está sometida a múltiples procesos de contaminación.

Las enfermedades pueden transmitirse en el agua de piscina de una persona a otra por ingestión (beber), inhalación (respiración) o contacto con el patógeno en la piel. Los patógenos generalmente incluyen bacterias, virus y protozoarios. Las bacterias y los virus mueren por desinfectantes (Cloro, Bromo, Ozono y Luz Ultravioleta). Los protozoos son mucho más difíciles de matar con cloro/bromo convencionales. Los patógenos pue-

den ser eliminados del intestino durante varias semanas (hasta 6 semanas para ciertos patógenos) después de que los síntomas han desaparecido. Aproximadamente el 85 % de las enfermedades recreativas por agua se transmiten por vía fecal-oral, indicando la importancia de bañarse completamente antes de entrar en la piscina, para evitar la contaminación del agua.⁽¹⁾

El agua de las piscinas puede participar en la transmisión de enfermedades como otitis, conjuntivitis y diversas infecciones intestinales. De todas formas, es posible prevenir estos inconvenientes si se mantiene el agua en buenas condiciones.⁽²⁾

A partir de la necesidad de garantizar la seguridad de todos los usuarios de las piscinas y ante la falta de un manual o guía de procedimientos para el cuidado del agua de piscina en la provincia de Tucumán, en el año 2018 se confeccionó una guía práctica mediante búsqueda bibliográfica.

Nuestra experiencia ha demostrado el papel fundamental que desempeñan los encargados y los operarios de las piscinas en el mantenimiento de las condiciones adecuadas tanto de las instalaciones como del agua.

En ése contexto, se confeccionó la presente guía como instrumento que facilite el trabajo de dichos encargados y los operarios, responsables directos de que los bañistas disfruten de una actividad saludable sin riesgos potenciales para su salud.

La información recopilada, constituye una herramienta práctica para encargados y personal responsable de los natatorios de la provincia, para dar a conocer la importancia del control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, en la calidad del agua de piscinas, para la prevención de enfermedades originadas por su uso.

El Objetivo Principal de la Guía práctica para control y mantenimiento del agua de piscina es la protección de la salud pública.

La presente guía se refiere exclusivamente al cuidado y control del AGUA de piscina, para reglamentación sobre habilitación de los natatorios y por Normas de seguridad remitirse a la resolución provincial N° 632/SPS (Actualmente en revisión, Agosto 2019).

Destinatarios: La guía está dirigida principalmente a los encargados de los natatorios y a operarios que realizan el mantenimiento y la limpieza de los equipos e instalaciones de las piscinas.

1. CONTAMINACION DEL AGUA DE PISCINA:

El agua de piscina está sometida constantemente a fuentes de contaminación, por estar expuesta al medio ambiente y por la continua inmersión de los bañistas que pueden ser vehículos de contaminantes.

a) Agentes contaminantes:

Los principales agentes contaminantes son las bacterias, virus y hongos. Estos agentes pueden ser causantes de numerosas enfermedades en piel, mucosas y del tracto gastrointestinal.

Una piscina en malas condiciones higiénicas favorece el desarrollo de los agentes contaminantes. Es por ello importante extremar los cuidados de limpieza y desinfección no solo de la piscina sino también de vestuarios para evitar la proliferación de dichos agentes.

b) El bañista como fuente de contaminación

Los bañistas, usuarios de la piscina pueden actuar como fuente de contaminación, aun- que se trate de un individuo sano, aporta al agua un número indeterminado de gérmenes junto con partículas, pelos, cremas, que se acumulan en la superficie del agua. Lo cual marca la importancia del uso de las duchas antes de cada inmersión. Si un bañista posee alguna enfermedad de piel, mucosa o gastrointestinal no permitir el acceso a la piscina.

c) Contaminación química

Otro tipo de contaminación es el de tipo químico, que puede producirse por la incorrecta manipulación de las sustancias que se añaden al agua o un funcionamiento defectuoso del sistema de depuración.

Se debe mantener un control constante de la calidad del agua (cloro y pH), anotando los valores en el Libro de Registro y verificando asimismo el adecuado funcionamiento de todos los equipos que integran el sistema de depuración.⁽³⁾

2. TRATAMIENTO DEL AGUA

Comprende aquellas acciones encaminadas a conseguir una óptima calidad sanitaria del agua de las piscinas. El objetivo del tratamiento es conseguir que el agua esté libre de microorganismos patógenos y de sustancias químicas que puedan afectar la salud del usuario. Los tratamientos previstos serán los adecuados para que la calidad del agua de las piscinas cumpla con lo dispuesto en la resolución N° 632/SPS.

El tratamiento del agua se realiza en los siguientes pasos:

Filtración:

El filtrado es el proceso físico mediante el cual es retirado el material en suspensión o nosoluble como polvo, tierra, algas y otros residuos. La filtración es crucial para la buena calidad del agua. Si la filtración es deficiente, la calidad del agua se verá afectada. Los des- infectantes no pueden actuar de manera efectiva en la destrucción de microorganismos, cuando hay demasiado material suspendido.

La filtración remueve el material suspendido y permite al desinfectante alcanzar a los microorganismos. Dentro de los sistemas filtrantes existen 3 tipos.⁽⁴⁾

a) Filtros de arena: el lecho filtrante está constituido por capas de arena, generalmente de sílice, de diferente granulometría. Es aconsejable cambiarlo cada 4 o 5 años.

b) Filtros de diatomeas: compuesto por seres microscópicos fosilizados que se encar- gan de filtrar. Son capaces de atrapar la suciedad más diminuta con una gran eficacia. Incluso eliminan los aceites y cremas bronceadoras. Son los más eficaces y aconsejables para piscinas grandes.

c) Filtros de cartucho: este tipo de filtro requiere más mantenimiento ya que funciona con filtros reemplazables, que duran entre 6 y 12 meses, y deben ser limpiados al menos una vez a la semana para que resulten más efectivos. Suelen perder poder de filtrado con el paso del tiempo.

Retrolavado:

Cuando la suciedad se acumula en el filtro a tal grado, que impide el flujo adecuado de

agua es necesario lavar el medio filtrante, a este proceso se le llama retrolavado. Se invierte el flujo de agua, las partículas atrapadas en el medio filtrante son removidas y enviadas directamente al drenaje.

Coagulación:

Los coagulantes o floculantes mejoran la remoción del material disuelto o suspendido llevándolos fuera de la solución o la suspensión como sólidos (coagulación), agrupando los sólidos (floculación), produciendo un floculo más fácilmente atrapado por el filtro.

Los más utilizados son el sulfato de aluminio y el polihidroxicloruro de aluminio. La eficiencia de la coagulación depende del pH, que necesita ser controlado para facilitar el proceso.

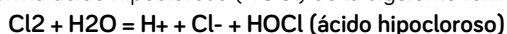
3. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

La Desinfección es un proceso donde los microorganismos patógenos son removidos o inactivados por métodos químicos (ej. cloración) o físicos (ej. luz ultravioleta) de manera tal que no representen un riesgo.

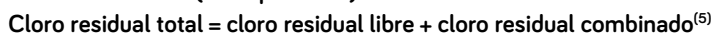
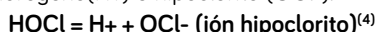
La Cloración es el método de desinfección de agua de piletas más utilizado, usualmente en forma de cloro gaseoso, hipoclorito de sodio o calcio. El cloro es muy eficiente para evitar la proliferación de microorganismos, cuando se usa apropiadamente. Para asegurar una buena desinfección, hay que añadir el desinfectante a través de un dosificador instalado a la salida de los filtros.

La cantidad de cloro a añadir al agua de la piscina variará dependiendo de distintos factores tales como la temperatura del agua, las dimensiones de la piscina, la exposición a los rayos solares y la carga contaminante etc.

El cloro en cualquiera de sus formas, se hidroliza al entrar en contacto con el agua, y forma ácido hipocloroso (HOCl) de la siguiente forma:



La especie desinfectante es el ácido hipocloroso (HOCl), el cual se disocia en iones hidrogeno(H^+) e hipoclorito (OCl^-):



Ambas fracciones ácido hipocloroso e ión hipoclorito (cloro libre residual) son microbicidas y actúan inhibiendo la actividad enzimática de las bacterias y virus, produciendo su inactivación. Sin embargo la acción bactericida del ión hipoclorito es inferior a la del ácido hipocloroso. Esta reacción depende del pH en el agua de la piscina.

El $\text{pH} > 7,5$ conduce la ecuación a la derecha, generando ionización, mientras que el $\text{pH} < 5$ mueve la reacción al otro lado, incrementando los niveles de ácido hipocloroso⁽⁴⁾ Por esta razón, cuando se monitorea el cloro del agua, es aconsejable vigilar el pH, ya que esto dará una idea del potencial real microbicida de los desinfectantes presentes.

La turbiedad es otro factor de peso en la desinfección, ya que una excesiva turbiedad reducirá la efectividad por absorción del cloro y, por otro lado, protegería a las bacterias y virus de su efecto oxidante.

El cloro residual es la cantidad de reserva de cloro presente en el agua que actúa inmediatamente sobre las bacterias. Este residuo de cloro hay que medirlo al menos dos veces al día y en los momentos de máxima afluencia.

Dosificación del desinfectante:

Cada desinfectante en particular tiene su propio requerimiento de dosis/dilución, lo cual está especificado por los fabricantes. Se recomienda la dosificación automática. Sensores electrónicos que monitorean pH y niveles de desinfectante residual continuamente y lo ajustan a niveles correctos.

Tratar de compensar el tratamiento inadecuado por DOSIS DE SHOCK de CLORO, es una mala práctica ya que puede enmascarar deficiencias en las operaciones de control y puede producir otros problemas generando una cantidad de productos indeseables (derivados de la cloración) que pueden provocar daño en la salud.

4. OTROS TRATAMIENTOS:

Uso de alguicidas:

Los alguicidas son utilizados para controlar el desarrollo de algas, especialmente en piletas al aire libre. El crecimiento de algas provoca que el agua se torne verdosa, que las paredes y el fondo de la pileta se vuelvan resbaladizos.⁽²⁾

La temperatura y la exposición al sol, pueden favorecer el crecimiento de las algas que acaban constituyendo, como carga orgánica, un óptimo terreno de cultivo para la proliferación de bacterias y hongos.

Modificadores de ph:

Productos utilizados para ajustar el pH a los niveles adecuados⁽⁵⁾. Estos productos se deben utilizar cuando el natatorio esté cerrado y la piscina en ausencia de bañistas.

Todos los productos químicos utilizados en el tratamiento del agua de piscina (alguicidas, modificadores de pH, floculantes, cloro etc.) deben estar envasados, debidamente etiquetados y poseer garantía sanitaria. Los desinfectantes a base de cloro deben estar protegidos de la luz.

5. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE PISCINA

Debe existir una zona de uso exclusivo para guardar los productos químicos, bajo techo, al abrigo de la luz y la humedad, con ventilación, que disponga de instalaciones adecuadas para separación acorde al uso, de acceso restringido y ubicada fuera del área de circulación del público usuario. Debe existir señalización adecuada para el almacenamiento de productos químicos y ser de acceso exclusivo de personal capacitado.⁽⁶⁾

Llevar un control del uso de los mismos mediante libro de registro diario.

Registro de productos químicos empleados

Producto	Nombre Comercial	Dosis Dilución	Fecha de de aplicación	Fecha de control	Responsable

6. CIRCULACIÓN E HIDRÁULICA

El agua tratada debe llegar a todas partes de la pileta, y el agua contaminada debe ser removida, especialmente en las áreas más usadas y contaminada por los bañistas. La correcta hidráulica de la circulación, puede permitir que un sistema de tratamiento de agua sobre utilizado, produzca agua de buena calidad. De otra manera, aun el mejor tratamiento puede no obtener buena calidad de agua.

El caudal de circulación deberá permitir la renovación total del agua de la piscina en un plazo máximo de 8 horas).⁽⁷⁾

7- PARAMETROS A CONTROLAR in situ

1)pH

El pH es el parámetro que indica la concentración de iones de hidrogeno disueltos en el agua. El pH de la pileta debe ser ajustado para asegurar una desinfección eficiente también los coagulantes pueden ser menos efectivos si el pH fluctúa fuera de los valores recomendados. Para mantener un pH dentro de lo recomendado, son esenciales las mediciones regulares.

Conservar una ligera alcalinidad con un pH comprendido entre 7,2 y 8,2.

La determinación del pH se hará dos veces por día (mañana y tarde) y se llevará un libro rubricado de registro.⁽³⁾

Métodos de medición de pH:

La forma más sencilla es utilizar un método colorimétrico, se basa en agregar a una muestra del agua de piscina unas gotas del indicador, y el color que obtengamos del agua lo compararemos con una escala de colores, que nos indicará el pH aproximado del agua. También se pueden utilizar tiras indicadoras. Existen analizadores electrónicos de piscinas que son más exactos.

En definitiva, por un método u otro, lo fundamental es conocer el nivel de pH del agua de la piscina. Tener el pH controlado entre 7,2 y 7,6 nos ayudará a llevar un perfecto mantenimiento de nuestra piscina, y nos ahorrará en gastos de otros productos químicos.

2) Cloro

El agua de las piscinas será desinfectada con cloro de manera, que en cualquier circunstancia y en toda la masa de agua, la cantidad de cloro residual total este comprendida entre 0,2 y 0,6 ppm (Actualmente en revisión, Agosto 2019).

La determinación del cloro residual se hará dos veces por día (mañana y tarde) y se llevará un libro rubricado de registro.⁽³⁾

Método para determinación de cloro

DPD test: El reactivo de DPD (N, N-dietil-p-fenildiamina) reacciona con el cloro libre para producir un complejo de color rosa cuya intensidad es directamente proporcional a la concentración de cloro libre residual. Tiene mucha exactitud y precisión.

Procedimiento: se toman 5 ó 10 ml. de muestra de agua y se colocan en un tubo de ensayo, se les agregan 5 gotas de buffer y luego 5 ml de solución de DPD y la solución adquiere un color rosa en la presencia de cloro libre.

El color de la muestra se compara con una escala y de esta manera se estima su concentración.

Consideraciones a tener en cuenta al usar equipos comerciales:

- Todas las pruebas deben hacerse inmediatamente después de que la muestra es tomada.
- Seguir las instrucciones indicadas por el fabricante. Utilizar cantidades recomendadas de muestra y reactivos.
- Utilizar el equipo siempre limpio. Se debe limpiar antes y después de cada uso y mantenerlo en buenas condiciones.
- Las condiciones de luz son muy importantes, cuando se usan pruebas colorimétricas. La mayoría de las pruebas, han sido diseñadas para ser usados en la luz natural.
- Compare los colores contra un fondo blanco (para comparar la muestra coloreada con un color standard).
- Cuando mezcle la muestra de agua con los reactivos, no use sus dedos, pues el contacto con la muestra puede modificar los resultados.
- No utilizar reactivos vencidos. Respete las fechas de vencimiento indicadas por el fabricante.

3) Temperatura

En los natatorios climatizados que funcionan durante la temporada invernal el agua deberá mantener una temperatura que oscile entre 24°C y 30°C.⁽³⁾

4) Humedad

Solo en piscinas cubiertas y/o climatizadas la humedad deberá estar entre 60 y 70%.⁽³⁾

5) Transparencia

La falta de transparencia del agua está relacionada con la presencia de materia en suspensión, la cual puede ser de origen inorgánico (arcilla, sílice y otras partículas minerales) o biológico (algas, cianobacterias, pigmentos como la clorofila, toxinas como las microcistinas).⁽⁶⁾

Para comprobar que el agua es transparente, debe ser tan clara como para permitir que un disco negro de 0,15 m de diámetro, en la parte más profunda del natatorio, sea perfectamente visible desde los costados del mismo, en una circunferencia de aproximadamente 9 m de distancia.⁽³⁾

8. CONTROL Y REGISTRO DE PARAMETROS CONTROLADOS

Estas actuaciones se establecerán con objeto de mantener el plan de tratamiento bajo control y consistirán, como mínimo, en vigilar que los equipos y fases (de aporte del agua, de filtración, de dosificación de productos químicos de tratamiento, de medición de parámetros) funcionen correctamente.

Se indicará quienes son responsables, señalando su cargo o función, para la realización de cada tarea descrita en el procedimiento. En caso de delegarse a una

empresa o profesional externo, se aportará además los datos de identificación de los mismos.

Parámetro	Valor	Fecha y hora	Método	Operario	Observaciones
-----------	-------	--------------	--------	----------	---------------

9. TOMA DE MUESTRA

Se requiere que la toma de muestra reúna una serie de condiciones que garantice la representatividad y fiabilidad de la misma. Introducir el frasco verticalmente en el agua a una profundidad de alrededor de 20 cm para que se llene, asegurándose de que el agente clorante (tiosulfato de sodio) no se escape. Tomar las muestras en los lugares en los que la profundidad del agua sea alrededor de 1 m. En el caso de piscinas dotadas de filtro, las muestras pueden tomarse de los grifos colocados en el retorno y en las tuberías de desagüe del filtro. Determinar el cloro residual u otros desinfectantes en el momento en que se tome la muestra.⁽⁸⁾

Análisis microbiológico

Realizar la toma de muestra en frascos estériles y/o esterilizados.Volumen mínimo: 200 ml (utilizar 2 frascos de ser necesario)

Análisis físico-químico

Envases de plástico (de agua mineral con la tapa correspondiente, no utilizar botellas de gaseosa o similar). Volumen mínimo: 1 litro

Rotulado: cada frasco debe poseer la siguiente información, nombre del Natatorio, identificación de la piscina (grande, mediana etc.), día, hora de la toma de muestra y responsable.

Transporte de muestras: los envases de las muestras se deben transportar bien cerrados.

En todos los casos, las muestras obtenidas se deben examinar lo antes posible para evitar cambios en el contenido microbiano debido a la multiplicación o muerte de posibles indicadores de contaminación presentes. Transportarlas refrigeradas en caso de que el envío al laboratorio se realice hasta 24h de realizada la toma de muestra.

Tiempo máximo previsto entre la toma de muestras y su entrada en el laboratorio, no debe superar las 24 h.

Análisis a realizar:

Los análisis bacteriológicos deben ser realizados en Laboratorios Oficiales con los métodos indicados por las normas nacionales de Calidad de Agua de Consumo y con una frecuencia no menor a una vez cada 15 días, debiendo guardarse copia de dicho análisis debidamente certificada. Los parámetros físicos-químicos incluyen la determinación del cloro residual y pH los cuales se harán dos veces por día (mañana y tarde).⁽³⁾

10. CONFECCION Y MANEJO DE LIBROS DE REGISTROS

Todo encargado de natatorio llevará un libro de registro, foliado y rubricado por el Dpto. de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental, que contendrá los siguientes datos:

- a) Fecha y Hora de los controles diarios.
- b) Registro de Cloro residual y pH determinado (dos veces por día).
- c) Observaciones de procedimiento de vaciado total, limpieza de la piscina, limpieza de los filtros del equipo de recirculación, control de funcionamiento de equipo de cloración, etc.⁽³⁾

11. RECOMENDACIONES GENERALES

- Todos los productos para piscinas son regulados por la ANMAT y se encuadran como Domisanitarios (o Productos de Uso Doméstico).⁽²⁾
- Para confirmar la legitimidad del producto recomendamos consultar el listado de productos para tratamiento de aguas de piscinas de la ANMAT.⁽²⁾
- Para asegurar la efectividad de estos productos es necesario respetar estrictamente las indicaciones del rótulo, en cuanto a dosificación, precauciones y condiciones de almacenamiento. Además, siempre deben mantenerse fuera del alcance de los niños y de las mascotas.⁽²⁾
- Es importante señalar que todos los productos deben aplicarse en ausencia de bañistas, y que el agua debe ser recirculada luego de su aplicación.⁽²⁾
- Para ahorrar el consumo de productos químicos es importante mantener limpio el perímetro alrededor de la piscina.
- Evitar que los bañistas ingresen con ropa de calle, ya que ésta suelta fibras que dañan el filtro.
- No utilizar al mismo tiempo los diferentes productos químicos, siempre aplicarlos de manera separada.

Bibliografía

1. **Daniel De Geus.** Manual de Entrenamiento para Operadores de Piscinas, Oklahoma City, 2017.
2. **A.N.M.A.T.** Productos para cuidar el agua de piletas.
3. **Resolución N° 632/SPSDirección de Salud Ambiental** - Departamento de Saneamiento Básico - SIPROSA.
4. **Manual del Operador de piscinas Guía para el funcionamiento de piscinasextraído de Pool Operator´s**, Manual Asociación de Salud Pública y Asociación ambiental del Estado de Washington, EE.UU.
5. **Condiciones higiénico sanitarias de las piscinas de uso colectivo.**
6. **Directrices Sanitarias para Natatorios y Establecimientos Spa** - Departamento de Salud Ambiental Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e InvestigaciónMinisterio de Salud de la Nación, Año 2014.
7. **López Sardi, Estela Mónica; García, Beatriz; Reynoso, Yanina; González, Pablo; Larroudé, Victoria.** Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso.
8. **American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation** (APHA, WEP, AWWA). 1992. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 18th. ed. American Public Health Association.Washington. DC. 17 edition.

Julieta Migliavacca

Ingeniera industrial. Mg en Ingeniería Ambiental. Especialista en Ing. Ambiental: Jefa de Prevención de Riesgos Ambientales Dirección General de Salud Ambiental. SIPROSA

Silvina Gerstenfeld

Bioquímica. Diplomada en Gestión Ambiental. MBA. Jefa de Saneamiento Básico Dirección Gral. De Salud Ambiental. SIPROSA

Debora Haitit

Bioquímica. Especialista en Microbiología y Agua Potable. Laboratorio de Control de Agua Potable. Dirección Gral. De Salud Ambiental. SIPROSA

POLÍTICA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO SALÍ DULCE.

REPUBLICA ARGENTINA.

Agua: "Visión Integral de un recurso estratégico para la provincia de Tucumán y su proyección en la Cuenca Salí-Dulce" es un libro innovador que trata la problemática del agua en Tucumán. La Cuenca, como recurso natural compartido, fue la inspiración de los distintos autores que no dejan nada por analizar. Desde una mirada multidisciplinaria nos muestran un panorama de la problemática en torno a la cual deben tomarse medidas para el uso racional y sostenible del recurso. Desde distintas aristas, y de modo ordenado, se enlaza cada relato con una visión crítica y a la vez reflexiva.

La prevención y aplicación de políticas hídricas y los conflictos judiciales no escapan al análisis exhaustivo en cada uno de los aportes. La legislación, la competencia, los organismos involucrados en la gobernanza del recurso, la influencia de la naturaleza, las dificultades en la gestión y el aporte de datos precisos, conjugan un marco analítico que pretende ser una importante herramienta para quienes desde las instituciones públicas y privadas, ámbitos académicos, especialistas, organizaciones de la sociedad civil, etc. incidan en la toma de decisiones para la transformación social.



SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE
Ministerio de Desarrollo Productivo



GOBIERNO DE
TUCUMÁN



editorial
UNSTA

9 de Julio 191 - T4000IHC
San Miguel de Tucumán - Tel.: 54 381 4101154
E-mail: editorial@unsta.edu.ar

ISBN 978-987-1662-98-2



9 789871 662982