

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA POLUCION EN LOS EMBALSES DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA.

María J. Silverio Reyes

**Unidad Ejecutora:** Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Belgrano 300 San Fdo. del Valle de Catamarca. Tel. 420902. Fax. 435094. e-mail: silverioQunca.edu.ar

**Palabras Claves:** Polución, embalses, Catamarca.

### RESUMEN

*En el presente trabajo se hacen una serie de consideraciones sobre la situación ambiental que presentan actualmente las aguas reguladas en las obras hidráulicas con que cuenta la provincia, las causas probables del problema, y sus*

*consecuencias actuales y potenciales desde los puntos de vista ecológico, sanitario y económico. Se consideran medidas para su mejoramiento y protección.*

## INTRODUCCION

La Provincia de Catamarca, ubicada en el Noroeste del país, se caracteriza por poseer clima árido y semiárido con promedios anuales de lluvia que en la mayor parte de su territorio no sobrepasan los 400 mm., pluviosidad que además es fluctuante e irregular (Morlans, 1995). Otra de sus importantes características es el relieve montañoso, que abarca alrededor del 50% de su territorio con pendientes muy abruptas en sus montañas, sobre todo en las laderas oeste.

En los años finales de la década del 50 y durante la del 60, fueron construidas ocho obras hidráulicas en el centro y este del territorio provincial (Tabla N° 1) con el fin de regularizar la entrega de agua a la población tanto con fines de riego como de consumo humano, a través de la regulación del agua pluvial y en dos casos también de deshielo, que transportan los ríos y arroyos tributarios, permanentes en la mayor parte de los casos, de poco caudal, pero numerosos, que drenan las Sierras en las que tienen sus nacientes: las Sierras de Balcozna, Humaya (en su vertiente occidental) y Ambato-Manchao en el caso de los Diques del centro, y las de Humaya (vertiente oriental) y El Alto - Ancasti en el caso de los del Oeste (Costello y Aguirre, 1993). Todas ellas pertenecen al Sistema de las Sierras Pampeanas Noroccidentales, que geológicamente están formadas por metamorfitas y granitos integrando un basamento Precámbrico, y en los numerosos valles y bolsones que presentan, así como en la base de sus pie de monte, poseen depósitos del Terciario y del Cuaternario (Aceñolaza y Toselli, 1981), (González Boronino, 1951).

Las cuencas hidrográficas de los cursos que nutren los embalses catamarqueños, se encuentran en sentido general degradadas por la explotación irracional y las malas técnicas de manejo de los recursos naturales, que teniendo un origen remoto, se mantienen en buena medida en la actualidad y que han conllevado a que la vegetación en ellas se halle transformada y reducida en la densidad y cobertura de todas

sus formas biológicas, resultando por tanto, incapaz de controlar la erosión y el ciclo hidrológico en la región (MORLANS, 1996).

Los valores de la escorrentía en las cuencas dependen del sustrato y de la protección que éste posea. En áreas degradadas el sustrato geológico tiene mayor importancia relativa de acuerdo con la clase de roca que queda al descubierto y con la forma como se descompone, resulta también de gran importancia, el grado de meteorización a que se vean sometidas, el cual en las rocas metamórficas que componen las Sierras Pampeanas en Catamarca es grande por la altura, que conlleva a una alta irradiación y un amplio rango diario de variación térmica; estos factores, unidos a la aridez del clima y los fuertes vientos a que se ven sometidas, así como a la exigua vegetación que las cubre, dan una idea de los niveles del escurrimiento en ellas.

Este escurrimiento incrementado, provoca la erosión mecánica, -que genera una fracción de partículas-, y la erosión química, -que produce la fracción disuelta-. La relación ponderal entre dichas fracciones, varía con el grado de la escorrentía, siendo el aporte a ríos de montaña de dos a cuatro veces mayor la fracción en partículas que la disuelta. (Margalef, 1983). Esto no quiere decir sin embargo, que la fracción disuelta no sea importante en estos cursos con pendientes abruptas, en los que el grado de disolución de cationes y por tanto, del incremento de la conductividad de las aguas, es generalmente alto y guarda una relación inversa con el grado de forestación en las cuencas (Bormann y Likens et al, 1974).

La intensa erosión mecánica en las laderas alteradas a lo largo de las cuencas se manifiesta en el rápido relleno de embalses por sedimentos, debido a que la capacidad de transporte de éstos se reduce al entrar en ellos, tendiendo a acumularse en el vaso. Los sedimentos más gruesos (gravas y arenas), quedan depositados en la entrada de la corriente al embalse, formando deltas, mientras que los más finos (limos y arcillas), son transportados incluso por corrientes de gradientes de densidad, tendiendo a acumularse contra la pared

del dique. Este acúmulo compromete, o llega a impedir la entrega de agua por atarqui-namiento en las tomas y vertederos. Los sedi-mentos menores, pueden acumularse contra la pared del dique e incluso ser descargados por vertederos y tomas, pudiendo llegar a impedir o comprometer la entrega de agua por éstas últimas.

El dique Las Pirquitas, con un coeficien-te de azolvamiento del 1% anual (Factor, 1982), tiene en la actualidad una capacidad en su vaso de sólo el 63.25% de la inicia (38.25 Hm<sup>3</sup>). En él, las acumulaciones deltaicas, que han cubierto totalmente el valle fluvial, son las mayores en el Noroeste y las obras de toma están afectadas parcialmente por el atarqui-namiento (Kruse, Casanova y Fresca, 1994).

Sauce Mayo, construido como comple-mentario de Sumampa, se encuentra colmatado por los sedimentos de los esquistos micacíticos blandos que han formado acumulaciones de gran espesor en la zona de pie de monte, funcionando en la actualidad como embalse subterráneo (Breppe Ahumada, 1972).

Los embalses del Este, a pesar de recibir aguas de cuencas con menores pendientes, con una vegetación algo menos crítica y una proba-blemente menor meteorización, pueden tener situaciones similares, dados los mayores índi-ces de pluviosidad y mayor intensidad de las lluvias.

La afectación por colmatación de los diques, trae por tanto aparejadas la pérdida de capacidad de embalse y hasta su pérdida defi-nitiva, amén de la incapacidad de regular los caudales, lo que puede implicar riesgos econó-mico por las inundaciones y la pérdida de la capa vegetal del suelo y en casos extremos, en diques de mucha capacidad inicial y gran altura de cota máxima, con un gran por ciento de colmatación, podrían llegar hasta a provocar grandes desastres por no resistir el muro indi-cador la gran presión del gran vaso lleno de sedimentos embebidos., especialmente allí donde dicho dique es de tierra con escollera.

Otro grave problema ocasiona la erosión química con su aporte de la fracción soluble, actuando sobre la estabilidad y calidad de las

aguas, tanto desde el punto de vista de su condición de medio ecológico, como desde el punto de vista de recurso natural de fundamen-tal necesidad de uso y consumo.

La acción fundamental de esta erosión química radica en el aporte de iones, que contribuyen a incrementar no solo la dureza y otros parámetros químicos, sino también la potencialidad trófica de las aguas debido al aporte de fósforo y de nitrógeno, los que constituyen los nutrientes esenciales para las algas, que en condiciones normales se encuen-tran diluidos en concentraciones bajas y con una determinada proporción en la que es mu-cho menor el Fósforo. Por estas razones, los fosfatos actúan como sustancia limitante en el crecimiento de las poblaciones algales.

Así, cuando el aporte de la fracción soluble es rica en fosfatos y se incrementan sus concentraciones, deja de ser limitante y se inicia un crecimiento acelerado de la biomasa de productores primarios en el cuerpo de agua. Gradualmente y aparejado a ello, los consumi-dores que disponen por ello de más alimento, también aumentan su biomasa a lo largo de toda la trama alimentaria del ecosistema. En esta situación de alta productividad, se dice que el cuerpo de agua está eutroficado.

El incremento de biomasa de los produc-tores primarios llega a ser tal, que agota el nitrógeno disponible en el medio, lo que pro-vo-ca la competencia por el nutriente desde que comienza su escasez, así como por el espacio en la zona fótica, que con el crecimiento des-medido de las poblaciones, se hace cada vez menos profunda dado el impedimento al paso de la luz que resulta la gran densidad de organismos.

Esta competencia y la escasez de un nutriente esencial, conduce al incremento pau-latino de la mortalidad en la comunidad, que resulta cada vez más acelerado en la medida en que van terminándose los iones nitrogenados. La gran deposición de materia orgánica que se produce, estimula el crecimiento de las pobla-ciones de bacterias y hongos saprótrofos, que la degradan consumiendo enormes cantidades del oxígeno disuelto. Este proceso puede lle-

gar a hacer totalmente anóxico el hipolimnion y a provocar gran demanda bioquímica del gas en las capas superiores, con la consiguiente desaparición de numerosa especies animales, incluyendo a los peces.

Siendo entonces el nitrógeno la sustancia limitante para el crecimiento de las algas, se producen rápidos crecimientos de poblaciones flotantes de Cyanobacterias del Orden Nostocales, generalmente monoespecíficas o a lo sumo de dos o tres especies capaces de fijar nitrógeno del aire. Estos florecimientos forman densas manchas sobre la superficie que evitan la difusión del oxígeno atmosférico hacia el agua. En esa condición extrema, llamada «etapa de los Polisaprobios», sólo son capaces de vivir en ese medio prácticamente carente de oxígeno, organismos facultativos y saprobiontes como bacterias, hongos, ciliados y flagelados.

Con el transcurso del tiempo, ocurren cambios sucesionales por la degradación de la materia orgánica: comienza a aparecer de nuevo amoníaco como primera forma nitrogenada. Los compuestos amoniacales son luego nitrificados y nitratados por bacterias, restableciéndose paulatinamente la disponibilidad y variedad de nitrógeno, que llegará entonces a ser nuevamente muy alta, repitiéndose todo el proceso, puesto que con la descomposición de la materia muerta, también ha sido mineralizada una importante cantidad de fósforo, que aunque en menor proporción, generalmente no será tan poco como para mantener la estabilidad de la proporción normal de sus concentraciones con relación al nitrógeno.

Por otra parte el fósforo ingresante en la fracción soluble a un embalse puede seguir tres vías

1. Ser retirado por los cauces emisarios o por los vertederos, que sería la concentración existente en la parte superior del agua. Si el dique no tiene emisarios y el aporte de agua es escaso y no rebasa el vertedero, no sale parte alguna del fósforo soluble que entra.

2. Combinarse formando sales de calcio (muy insolubles) o de hierro, más solubles y

precipitar hacia los sedimentos del hipolimnion, quedando temporalmente inmovilizado, particularmente los fosfatos de calcio, ya que los de hierro suelen reaccionar y dejar libre nuevamente al fósforo.

- 3- Entrar en el ciclo biológico del elemento, que sólo puede reciclar 20 g P/ m<sup>2</sup>..l y que termina sedimentándose hacia el fondo con los organismo muerto.

El Fósforo acumulado en el hipolimnion, puede reaparecer en en superficie por proceso de mezcla térmica de las aguas, de modo que un embalse que ha sufrido un largo proceso de eutrofización, difícilmente vuelva a su status normal. (Branco, 1984).

Este complejo proceso trae aparejado el total desequilibrio ecológico del ecosistema: pérdida de la diversidad biológica y deterioro de la calidad física y química del agua, tanto como sustrato ecológico, como en su función de recurso natural. Por otra parte, disminuye y llega a desaparecer prácticamente el recurso pesquero.

Desde el punto de vista sanitario, no pueden dejar de tenerse en cuenta dos aspectos:

- El agua para el consumo humano, en esas condiciones, constituye un peligro potencial, ya que por su grado de polución orgánica, constituye un medio idóneo para la persistencia y multiplicación de patógenos, como las bacterias *Escherichia*, *Vibrio*, *Salmonella*, etc.

Los virus relacionados con parálisis, meningitis, hepatitis, afecciones respiratorias, gastroenteritis y aún, de vehículos de parásitos como Gasterópodos y Larvas de Dípteros.

- El otro aspecto de interés sanitario, radica en la capacidad de las Cyanophytas de producir toxinas, que pueden llegar a producir la muerte del ganado y severas intoxicaciones en el hombre. Estas toxinas pueden ser neuromparalizantes, causantes de parálisis respiratorias y de otros órganos. Otros tipos de toxinas bloquean la función hepática, hipertrofiando este órgano ( Margalef, 1983 ).

Existe una gran variabilidad en la producción y toxicidad de las especies y las sus-

tancias que producen, dependiendo de la cepa de la especie que se trate, y de cuyas determinaciones no se tiene aún gran certeza. Por este motivo, las floraciones de Cyanophytas deben ser vistas y tratadas siempre con precaución, ya que no es posible determinar dónde, en qué momento y cuál especie (o cepa de ésta) va a producir tan drásticas toxinas.

De igual modo sucede con las Dynofíceas, entre cuyos representantes de aguas continentales, *Peridinium volzii* se ha reportado como productor de toxinas responsables de la muerte de animales. (Margalef, 1983).

Con relación al uso del agua de embalses eutroficados con fines agrícolas, esta carece de la calidad que requiere un agua para riego, dada la alta y desproporcionada concentración de muy diferentes iones, que pueden provocar la inmovilización de nutrientes en los suelos, o evitar su absorción por inhibición competitiva, alterar su pH. Este riesgo es mayor más cuando son diques de composta de fondo, en cuyo caso, el agua lleva todos los compuestos depositados e inmovilizados en la trampa de sedimentos que es el hipolimnion.

Tampoco puede dejar de ser tenida en cuenta cuando se valora su calidad para el riego, la carga de organismos saprótrofos que lleva, que en muchos casos pueden ser causantes de enfermedades y pudriciones en los cultivos o contaminar otros que se consumen sin cocer.

Todas estas situaciones de riesgo que puede ocasionar el uso de aguas polutas, debe y tiene que ser tenido en cuenta con miras a enfrentar el problema. Resulta evidente que su solución debía haber sido tomada de manera preventiva en las década en que fueron construídas estas obras hidráulicas, , tanto en lo concerniente a los proyectos civiles, como a la protección de las cuencas, ya que las medidas que pueden ser tomadas en la actualidad, requerirán en su mayoría una erogación finan-

ciera cuantiosa, por lo oneroso que resultan todos los métodos que pueden ser utilizados para eliminar la carga de sedimentos y nutrientes que almacenan estos embalses. Desde la más simple sedimentación con Diatomita, resultará impagable para una Provincia con los problemas económicos de Catamarca.

Es por ello, que al menos deben ser tomadas en breve aquellas medidas que permitan la recuperación de la vegetación autóctona en las cuencas, medidas que en muchos casos están incluso legisladas, pero que no se hacen cumplir o su cumplimiento no es debidamente controlado. Otras habrá que tomar, aún cuando tengan que ser rotos esquemas y tradiciones, como la de la ganadería extensiva en campos comuneros. Pensar que tener escrita una prohibición de uso del suelo y los recursos a 200m del cauce de los cursos de agua, es tener protegidas las cuencas, nos condena a perder los embalse y a no poder hacer ningún tipo de consumo de sus aguas en un lapso de tiempo que puede no resultar largo.

La primera medida debe ser pues, el profundo, estricto y decidido control de las actividades antrópicas que las han de gradado históricamente y lo siguen haciendo en la actualidad, aunque a veces pueda significar un freno para determinadas actividades económicas rentables.

Por otra parte, resulta imprescindible que sea acometido el estudio de la situación actual de los Diques, tanto desde el punto de vista hidráulico y de Ingeniería, como del punto de vista limnológico, pues con ello se sabrá dónde dirigir los esfuerzos fundamentales.

Siendo el agua un bien natural de carácter tan fundamental, todas las actividades humanas debían ser planeadas con miras a garantizar su disponibilidad y calidad, máxime en un territorio árido como la Provincia de Catamarca.

## BIBLIOGRAFÍA

BRANCO, M. S. 1984 Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Mon. N° 28 . O.E.A. Prog. Des. Ctf. Tecn. Wash. D.C.

BREPPE AHUMADA J. A. 1972 Cuenca del Este (Falda Oriental de las Sierras de El Alto-Ancasti) Trab. Seminario. I.N. Profesorado. Catamarca

BORMANN, F. H., G. E. LIKENS, et al. 1974. The export of nutrients and recovery of stable conditionns following deforestation at Hublands Brooks. Ecol Monog. 44: 255-277.

COSTELLO J. A. y G. AGUIRRE. 1972. Manual de Geografía de Catamarca. Ed.. Sarquis. Catamarca.

FACTOR, A. 1982. Prog. Prov. Para el uso del agua.C.F.I.-Gob. Prov. De Cat.

GONZÁLEZ BONORINO, F.1978. Descrip.Geológ. hoja14f, Sn.Fdo.V.Catam. Pr. Cat.. y Tucum.. Dir.Nac.Geol.y Min. Bol. N° 160, Bs. As. 84 pp.

KRUSE, E., R. CASANOVA y A. FRESCA. 1994. Proceso de colmatación en embalses del noroeste argentino. I Cong. y III Reun Arg. Limn. Rev. Tankay, 1;14-16 Fc. Cs. Nat. E Inat. M. Lillo. U.N.T.

MARGALEF, R. 1983.- Limnología. De. Omega, Barcelona.

MORLANS, M.C.-1995. -Regiones naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias fitogeográficas. ReV. Ca. Y Téc. II-1; 42 p-1996. Diagnóstico ambiental de la Provincia de Catamarca. Rev. Aquí Universidad. III, 5.

**Tabla N° 1. DATOS DE LOS DIQUES DE CATAMARCA**

DIQUE	Depto.	Altura Máx. m	Cap. Emb. Inic. Hm <sup>3</sup>	Uso en Riego Ha.	Lugar de Riego	Consum. Humam.	Otros usos	Tipos de Dique
Jumeal	Capital	17	1.2	---	---	Capital	Recreac.	Escollera
Pirquitas	Fray M. Esquiú	85	75	10000	F. M. Esquiú Valle Ct.	F.M. Esq. V. Viejo	Pesca Dptva..	Tierra c. Escollera
Sumampa y Sauce Mayo	Paclín	15	17.05	3300	Los Altos Los Troncos	---	Pesca Deportiva	Tierra con Escollera
La Cañada	Sta. Rosa	32	10	1600	Alijilán Manantiales	---	---	Arco de Hormigón
Collagasta	El Alto	36	9	1500	Achalco	---	Pesca Deportiva	Arco Hormigón
Ipizca	Ancasti	37.5	9.4	1600	Icaño	---	*	Arco Hormigón
Motegasta	La Paz	18	5.96	1321	Recreo	Recreo	---	Tierra c/escoll.
<b>TOTAL</b>			<b>12761</b>	<b>19321</b>				