

**EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DEL RIO DEL VALLE EN EL TRAYECTO
EMBALSE LAS PIRQUITAS - COLONIAS AGRÍCOLAS DEL
DEPARTAMENTO CAPAYAN, PROVINCIA DE CATAMARCA, ARGENTINA**

Segura, Luis Alberto¹; Caffetaro, Patricia²; Niederle, Héctor³

*1 - Universidad Nacional de Catamarca -Secretaría del Agua y del Ambiente de
Catamarca. 2 - Universidad Nacional de Catamarca. 3 - Universidad Nacional de
Catamarca - Secretaria del Agua y del Ambiente de Catamarca.*

Avenida Belgrano 300 (4700) Catamarca, Argentina – geosegura_luis@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo corresponde al estado de avance del segundo año de ejecución del proyecto de investigación "Riesgo de Contaminación de los Recursos Hídricos por Actividades Antrópicas en el Sector Austral de la Ciudad de Catamarca", financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNCa, cuyo objetivo general es proponer estrategias que promuevan un desarrollo sustentable basado en un razonable equilibrio entre el crecimiento económico, la sustentabilidad ecológica y la equidad social. La zona de estudio se ubica en el noroeste de Argentina, en la provincia de Catamarca. Geográficamente pertenece al ambiente de sierras y bolsones, estas unidades fisiográficas de forma alongada están dispuestas con rumbo predominante Norte-Sur. Desde una perspectiva geológica forma parte de la depresión tectónica del Valle Central de Catamarca, originada por la intensa actividad diastrófica de fines del Terciario que dislocó en bloques al Basamento Cristalino Precámbrico, que dieron lugar a las actuales estructuras de fosas y pilares de las Sierras Pampeanas Noroccidentales de Catamarca. En este marco geográfico-geológico, el Valle Central de Catamarca se caracteriza por disponer de un clima seco, con precipitaciones medias anuales inferiores a los 390 mm, propio de las regiones que pertenecen a la Diagonal Árida Sudamericana. Por lo tanto, el agua es un recurso escaso y limitante del desarrollo humano y productivo. Objetivo Particular: Analizar la disponibilidad del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Del Valle -el más importante de la región- para satisfacer la demanda de agua potable, usos agrícola/ganadero, industriales y recreativos, en el tramo de transición entre la cuenca media y baja, que se encuentra comprendido entre el embalse Las Pirquitas y las Colonias Agrícolas del Departamento Capayán. Metodología. Para evaluar la relación oferta/demanda de agua, se realizó un análisis hidrológico de las variables pluviométricas e hidrométricas consignadas en fuentes documentales; el estudio de la capacidad de almacenamiento de las principales obras hidráulicas, complementadas con aforos in situ realizadas por el equipo de trabajo de la Secretaría del Agua y del Ambiente de Catamarca, en el período 2002 – 2008; se realizan análisis cuantitativos para determinar el balance de disponibilidad de agua confrontando la disponibilidad de la cuenca y los requerimientos tanto de la población como de los distintos sectores productivos. Los resultados obtenidos muestran que la demanda de agua para los diferentes usos fue de 3,4 m³/s: uso agrícola/ganadero y recreativo aproximadamente 2,2 m³/s y para abastecimiento de agua potable e industrial de 1,2 m³/s. La disponibilidad del agua regulada por el dique Las Pirquitas, para cubrir la demanda anual debería ser de 107 hm³ (derrame anual promedio de la cuenca: 143 hm³). Según las variables evaluadas, la oferta hídrica es suficiente para satisfacer dicha demanda. La disminución del volumen de almacenamiento del vaso del embalse por efecto del tarquinamiento con sedimentos clásticos de diferente granulometría- desde la puesta en funcionamiento de la obra hidráulica en el primer lustro de la década del '60- compromete su función de reserva de agua y regulación de crecidas. Sería necesario analizar, según documentación disponible, la eficiencia actual y futura del embalse Las

Piriquitas ó considerar la construcción de obras hidráulicas alternativas ya sea a través del recrecimiento del embalse Las Piriquitas; construcción del embalse compensador Isla Larga proyectado aguas arriba de la presa Las Piriquitas u otros, de manera que las nuevas obras reemplacen la reducción del volumen útil perdido. Otra estrategia viable para la sustentabilidad hídrica consiste en optimizar el uso de agua para riego y consumo humano minimizando las pérdidas en canales y cañerías, utilizar técnicas de regadíos más eficientes y evitando el derroche de agua potable por parte de la población. Se considera, que mediante el presente estudio, los geógrafos con su particular percepción del espacio y de las sociedades, y a través de propuestas de ordenamiento territorial, cumplen un rol destacado en equipos multidisciplinarios que se abocan al abordaje de resolver problemas concretos como el uso eficiente de los recursos hídricos, especialmente en regiones geográficas –como el Valle Central de Catamarca- donde el agua es vital para la reproducción de la vida como así también para el desarrollo sustentable.

Palabras Claves: Catamarca -Río Del Valle- Oferta/Demanda - Sustentabilidad.

Introducción

El proyecto de investigación de ejecución de cuatro años - 2006/2009 "Riesgo de Contaminación de los Recursos Hídricos por Actividades Antrópicas en el Sector Austral de la Ciudad de Catamarca, es financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNCa. El presente informe corresponde al estado de avance alcanzado en los primeros veinticuatro meses y con los escasos recursos materiales disponibles. Desde la óptica del desarrollo sustentable el proyecto tiene como objetivo principal considerar si existe un equilibrio entre el crecimiento económico, la sustentabilidad ecológica y la equidad social.

La zona de estudio se ubica en el noroeste de Argentina, en la provincia de Catamarca (Mapas 1 y 2). Geográficamente pertenece al ambiente de sierras y bolsones, éstas se alternan espacial y longitudinalmente con rumbo predominante Norte-Sur y desde una perspectiva geológica forma parte de la depresión tectónica del Valle Central de Catamarca, originada por la intensa actividad diastrófica de fines del Terciario que dislocó en bloques al Basamento Cristalino Precámbrico, que dieron lugar a las actuales estructuras de la Sierras Pampeanas Noroccidentales de Catamarca.

El agua, en el Valle Central de Catamarca - región de clima seco y perteneciente a la Diagonal Árida Sudamericana - es un recurso escaso y que condiciona el desarrollo integral del principal conglomerado urbano de la provincia: El Gran Catamarca (GC).

Los ríos y arroyos que integran la cuenca del río Del Valle – cuya superficie hasta la localidad de Pomancillo (Departamento Fray .Mamerto Esquiú) es de unos 1.500 Km² (Agua y Energía Eléctrica, 1981)- se conforman por los cursos superficiales que drenan la vertiente septentrional y oriental de la sierra del Ambato, en la cual, las nacientes más elevadas que se originan en el cerro El Manchao y otros de menor envergadura orográfica, se encuentran a alturas que oscilan entre los 4.000 y 3.000 m.s.n.m., posteriormente van conformando una red de drenaje de origen mixta: consecuente y con cierto control estructural, conjunto de colectores que desciende con una elevada pendiente hasta alcanzar aproximadamente los 700 m.s.n.m. en la localidad de Pomancillo.

El río Del Valle, principal curso superficial de la provincia de Catamarca es regulado en sus crecidas por el embalse Las Piriquitas (Segura, 2007a), y posee un caudal anual promedio de 4,50 m³/s (Cuadro 1), obtenidos por 43 años de registros continuos 17-18/59-60 (Agua y Energía Eléctrica, 1981). El periodo de bajo caudales del río Del Valle se extiende desde agosto a diciembre (Cuadro 2).

Las precipitaciones en la superficie de la cuenca son predominantemente líquidas con un periodo húmedo que se extiende desde los meses de diciembre a abril. Las precipitaciones sólidas –niveas y granizo- se registran en los meses de invierno, tanto en las zonas de cumbres como en las de relieve de altitud media. La Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos- Dpto. Hidrología Superficial cuenta con ocho estaciones pluviométricas Tipo “B” distribuidas en la cuenca alta del río Del Valle que iniciaron el registro de datos desde el comienzo de la década del '70, de las cuales una operó hasta 1987, cuatro hasta mediados de la década del '90 y las tres restantes continúan en actividad hasta el presente (Segura, 2007b). Del análisis de los datos compilados, se observa que las precipitaciones anuales mínimas varían entre los 330 mm (La Puerta / 76-77) y los 480 mm (Las Piedras Blancas / 93-94); las precipitaciones anuales máximas oscilan entre los 655,7 mm (Colpes / 85-86) y los 1932 mm (Humaya / 99-00); en tanto que las precipitaciones medias anuales (Mapa 1) varían entre los 460 mm (Colpes / Periodo con series de trece años completos) y los 864,6 mm (Humaya / Periodo con series de quince años completos). También se observa que a medida que aumenta la altura del relieve (1050 m.s.n.m. en la localidad de Colpes a 2120 m.s.n.m. en la localidad de Humaya) se incrementan las precipitaciones pluviales de los 460 mm/año a los 864,6 mm/año, respectivamente, por el efecto de las precipitaciones del tipo orográficas. En las últimas tres décadas, y según los datos compilados por las estaciones pluviométricas de la Red Provincial ubicadas en la cuenca alta y media del río Del Valle, se distinguen tres periodos secos, el primero se extiende entre los años hidrológicos 69/70 y 72/73, el segundo entre los años hidrológicos 88/89 y 90/91, y el tercero entre los años hidrológicos 93/94 y 97/98. En el mismo lapso de análisis, los dos periodos húmedos se extendieron entre los años hidrológicos 73/74 - 79/80, y 98/99 – 00/01 (Segura, 2007b).

El agua que abastece al conjunto de requerimientos sanitarios y productivos del GC, proviene principalmente desde el cuadrante norte a través del río Del Valle, que en su curso medio escurre con rumbo N-S entre las sierras de Ambato al oeste y la de Gracián al este. En este contexto geográfico y climático, el embalse Las Pirquitas – el de mayor volumen en territorio de la Provincia de Catamarca- constituye una obra hidráulica de vital importancia para los requerimientos del GC, en razón de su función reguladora de crecidas y de reserva superficial de agua dulce. En el mes de mayo/62 – fecha de cierre- el volumen útil inicial de agua almacenada fue de 65 Hm³, cuarenta y cuatro años después -2006- el volumen útil ha disminuido de acuerdo a distintas batimetrías realizadas. Las causas de la disminución de la vida útil del embalse, se debe principalmente a la degradación del relieve en la cuenca alta y media del río Del Valle. El proceso erosivo y de sedimentación fue continuo desde la fecha de cierre del embalse, debido tanto a factores naturales (elevada pendiente topográfica, escasa vegetación, lluvias torrenciales, erosión hídrica y meteorización física) como a agentes antropogénicos (deforestación, sobrepastoreo, prácticas inadecuadas de quemas de pastizales, obras viales) que aceleran la velocidad y el volumen de tarquinamiento en la presa Las Pirquitas.

El embalse Las Pirquitas, construido por Agua y Energía de la Nación está ubicado en el sector septentrional del departamento Fray Mamerto Esquiú, y dista aproximadamente a 31 kilómetros al norte de la ciudad Capital. Con la puesta en marcha del dique Las Pirquitas se abrió una amplia expectativa en la población dedicada a la agricultura -con un modelo productivo de subsistencia y caracterizada por el minifundio- cuya red de canales construida a principios del siglo XX, permitía el riego de aproximadamente cuatro mil hectáreas en los departamentos de Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú, por que la obra hidráulica significaba poder contar con agua durante

todo el ciclo hidrológico, no sólo para las áreas de cultivos de los departamentos citados, sino que implicaba también la posibilidad de extender las fronteras agropecuarias hacia el sector centro –austral del valle de Catamarca. Así nacieron las Colonias de Nueva Coneta y Del Valle ubicadas en el área central del departamento Capayán, con una superficie útil de unas 6000 hectáreas, las cuales serían regadas exclusivamente con agua superficial conducidas por un sistema constituido básicamente por un canal maestro y una red de canales secundarios.

La fuente de agua superficial complementaria a la del río Del Valle en la provisión de agua al GC, proviene por el cuadrante occidental de éste: río El Tala – Ongolí, cuya cuenca hasta el paraje La Brea cubre una superficie de 140 Km². El río El Tala tiene sus nacientes a una altitud de aproximadamente los 2.500 m.s.n.m. descendiendo hasta el paraje Las Rejas a unos 600 m.s.n.m., siendo su afluente principal el arroyo El Potrero que se une al curso principal a la latitud del paraje conocido como Chacarita de Los Padres. Tanto el río Del Valle, como El Tala, son de régimen permanente.

Cabe acotar que la contribución hídrica superficial del río Del Valle tramo Pirquitas – Colonias / Departamento Capayán, constituye el único objeto de estudio en la actual ponencia; la incidencia del aporte hídrico superficial de la cuenca del río El Tala y el proveniente de los acuíferos subterráneos en la provisión de agua al GC serán temas a desarrollar en próximos informes.

Materiales y Métodos

Se analiza la disponibilidad del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Del Valle – periodo 2000/2015- en el tramo comprendido entre el embalse Las Pirquitas y las Colonias Nueva Coneta / Del Valle para satisfacer la demanda de agua potable, agrícola/ganadero, industrial y recreativo del área de interés. Para los objetivos que se persiguen en el proyecto de investigación que se ejecuta, la obra hidráulica de embalse, constituye el límite norte del GC, y las zonas agrícolas más alejadas del dique y regadas por las aguas almacenadas en Las Pirquitas delimitan el sur del GC. Se analiza la evolución de la capacidad de almacenaje de agua dulce del embalse Las Pirquitas desde la fecha de puesta en funcionamiento hasta el año 2015; la demanda y oferta de agua para abastecimiento de la población y de los sectores agrícolas/ganaderos, industrial y recreativo, desde la década del 90' y su proyección hasta el año 2015, para lo cual se tendrán presente los diferentes estudios realizados por organismos estatales / privados / privados y estatales / equipos mixtos, etc., a los que se tuvo acceso.

Resultados

Transformación socio-espacial

Cabe señalar que en los últimos cincuenta años se produjo una singular transformación socio- espacial en el área objeto de análisis, principalmente en los departamentos Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo la cual estuvo motivada especialmente por un sensible crecimiento poblacional reflejado en los últimos Censos Nacionales (Cuadro 3). Nos referimos más precisamente al área conocida como Las Chacras, que se caracterizaba por ser netamente rural al momento de la inauguración de la obra de embalse Las Pirquitas a comienzos de la década del '60, pasó luego a rural/urbano en las décadas del '80 y '90 y urbano/rural, en la presente. De las 3770 Has empadronadas para uso agrícola-ganadero en los departamentos Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo a fines de los '90, solamente se cultivaban 1900 Has, con tendencia decreciente. La construcción – en los últimos veinte años- en antiguas áreas de cultivos de emprendimientos industriales y de miles de viviendas aglutinadas en decenas de nuevos barrios de

carácter social y privados, ha significado el avance de la marcha urbana sobre el espacio rural, y su consecuente transformación socio –espacial.

En el área de las Colonias de Nueva Coneta y Del Valle (departamento Capayán), en cambio, la transformación socio – espacial fue menos profunda y más lenta, así pasó – en casi cinco décadas- de netamente rural a rural/ urbana.

Requerimientos de agua para agua potable

Según lo calculado por el Ing. Antonio Roldán y equipo en el año 1995 en la aplicación del método de cálculo de la demanda de agua potable aportado por el embalse Las Pirquitas (hasta un máximo de 700 l/s para la ciudad de Catamarca –CC, y de 300 l/s para Valle Viejo –VV- y Fray Mamerto Esquiú -FME-), tomando al año 1992 como el origen de la simulación matemática empleada; la cantidad de habitantes registrados en el Censo Nacional de 1991; una dotación de 400 l/hab.día (CC) y de 500 y 300 l/hab.día (VV+FME); una tasa de crecimiento de la población inicial del 3,13% y 2,00% (CC) y 3,00% y 5,00% (VV+FME), el volumen requerido por la ciudad de Catamarca a Pirquitas para el mes de noviembre (por lo general el de máxima demanda) sería de 0,76 Hm³/mes (CC) y de 0,38 Hm³/mes (VV+FME); para el año 2000 serían necesario 0,98 Hm³/mes (CC) y 0,48 Hm³/mes (VV+FME); para el 2002: 1,04Hm³/mes (CC) y 0,51 Hm³ (VV+FME). En los cálculos realizados por Roldán (1995) consigna que en el mes de agosto de 2009 los requerimientos de la población de (CC) 0,97 Hm³/mes igualaría a las posibilidades de dotación a partir de Las Pirquitas, por lo tanto, posterior a la fecha señalada, se debería requerir, además de Las Pirquitas, el aporte de otras fuentes de agua (en noviembre de 2014 VV+FME requerirían solamente 0,02 Hm³/mes). Así para (CC), en noviembre de 2010, el consumo de la población requeriría en total un volumen de 2,61 Hm³/mes, del cual del embalse (en la hipótesis de dotación máxima de 700 l/s) sólo podría aportarse 1,81 Hm³/mes, debiendo ser complementado por otras fuentes de agua el volumen de 0,80 Hm³. En el mes de noviembre de 2015, el volumen total mensual requerido sería de 2,98 Hm³, con un aporte de Las Pirquitas de 1,87 Hm³ y lo aportado por otras fuentes de 1,17 Hm³. Una década más adelante (2025) CC requeriría un total de 3,85 Hm³, de los cuales sólo podría ser cubierto por Las Pirquitas 1,81 Hm³ siendo necesario el aporte de otras fuentes de un volumen de agua de 2,04Hm³, y para el caso de VV+FME la demanda sería de 1,15 Hm³, de los cuales el embalse aportaría 0,78 Hm³ y sería necesario de otras fuentes el volumen de 0,37 Hm³. Es decir, en el año 2025 el conjunto de la demanda de agua potable de las localidades de CC+VV+FME requeriría de otras fuentes de agua el volumen de 2,41 Hm³/mes para el más crítico (noviembre). Una primera actualización del cálculo realizado por Roldán *et al*, partiendo la simulación desde el año 1995, consigna que en el año 2025 para CC el déficit de aporte desde Las Pirquitas sería de 2,87 Hm³/mes, y para VV+FME de 0,61 Hm³/mes, lo que en conjunto para CC+VV+FME hacen un total de 3,48 Hm³/mes (noviembre).

Una segunda actualización del cálculo realizado por Roldán *et al*, partiendo la simulación desde el año 2001, consigna que en el año 2025 para CC el déficit de aporte desde Las Pirquitas sería de 2,87 Hm³/mes, y para VV+FME de 0,64 Hm³/mes, lo que en conjunto para CC+VV+FME hacen un total de 3,51 Hm³/mes –noviembre- (Roldán, 1995).

Requerimientos de agua de riego

Según lo describe Adolfo Factor, el sistema Dique Las Pirquitas (Mapa 2), nace precisamente en la obra hidráulica de embalse, y consta de dos Subsistemas bien diferenciados en la antigüedad del riego y en la extensión de las parcelas, así identifica al Subsistema “Las Chacras”, ubicada en los departamentos Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo caracterizada por el minifundio con parcelas regadas mediante acequias sin

revestir que nacían en tomas libres ubicadas en ambas márgenes del río del Valle, antes de la construcción del Dique Las Pirquitas y que luego de la puesta en funcionamiento de éste fue canalizado y revestido con cemento prácticamente en la totalidad de su traza. Esta zona era la proveedora principal de verduras y frutas a la ciudad Capital hasta la década del 60', con posterioridad la superficie rural se fue reduciendo con un simultáneo incremento de la superficie urbana que tuvo su auge en las dos últimas décadas del pasado siglo XX. El otro subsistema identificado fue denominado "Las Colonias" (Factor - Chambouleyron *et al*, 1998) en referencia a las áreas de cultivos creadas en jurisdicción del Departamento Capayán como consecuencia directa de la construcción del Dique Las Pirquitas y de los beneficios innegables que ofrecía un riego permanente durante la totalidad del calendario anual, que la obra hidráulica garantizaba a parcelas de una superficie rentables como unidad económica, según los parámetros con que se disponían en esa época los planificadores participantes del proyecto "Corporación del Valle de Catamarca".

La oferta de agua –desde bocatoma del Dique Las Pirquitas- en el Subsistema "Las Chacras" al mes de mayo de 1998 y según consignado por Adolfo Factor, deriva por el canal Principal del Este un caudal de 2,9 –3,0 m³/s, para uso de las parcelas (superficie empadronadas: 3770 Has; cultivadas 1900 Has) ubicadas en los Departamentos FME y VV, con un turnado cada ocho días para cada localidad.

La oferta de agua –también desde bocatoma del Dique Las Pirquitas- para el Subsistema "Las Colonias", es de 1,7 m³/s, para el regadío de 3500 Has según superficie empadronada, pero que cultivadas se reducen a sólo 800 Has. Aquel volumen de agua de riego, según el ingeniero Factor es utilizado por completo en verano y en la actualidad se reduce a 1,1 m³/s. En promedio, cada regante recibe en su finca 70 l/s (Cuadro 4). Con respecto a la eficiencia de distribución del agua de todo el Sistema Pirquitas. Siguiendo a Factor y a Chambouleyron, se destaca que la eficiencia de riego es baja y que "los caudales derivados del Dique Las Pirquitas para atender al riego de la superficie cultivada en todo el sistema son más que suficiente. Si existen problemas de riego inadecuados para obtener elevados rendimientos de los cultivos, se debe a que las pérdidas de agua en el sistema de distribución y/o en la finca son elevadas e impiden el buen abastecimiento de los mismos" (Factor - Chambouleyron *et al*, 1998).

La totalidad del sistema de distribución de agua de riego, agua potable, y otros usos, en el tramo Embalse Las Pirquitas – Las Colonias, depende básicamente de la tasa de colmatación de sedimentos en el vaso del dique – volumen útil disponible, y de la rotura de la válvula que funciona en el dique, y parcialmente, por la rotura del sifón que cruza el río Del Valle a la latitud del Cementerio Municipal de la Capital, aunque éste último sólo afectaría el riego a las Colonias de Nueva Coneta y Del Valle. En el periodo estival de 1998 y en diciembre/1999-enero/2000, dos crecidas importantes del río del Valle destruyeron parcialmente el sifón –precedentemente consignado- dejando sin agua a las Colonias por un lapso de una semana (Segura, 2008).

Otra de las debilidades que se observa en la oferta de agua del Sistema Dique Las Pirquitas, es la interdependencia de la red de aducción de la red riego y la de agua potable. Así, "los canales principales del este y del oeste también deben cumplir el rol de canal de agua cruda que abastece a las Plantas de Potabilización La Carrera, Banda de Varela y de Polcos (...) esta situación determina una gran rigidez en la operación de la red de riego, lo que produce graves inconvenientes en el manejo y el mantenimiento de los mismos" (Factor - Chambouleyron *et al*, 1998).

Requerimientos de Agua para Uso Recreativo: el agua para uso recreativo "es aquel recurso usado por los vecinos para el riego de jardines, parques, patios, caminos y para el llenado de piletas de natación- el agua de uso público es la usada por los municipios

para el riego de plazas, calles, parques, etc.”, para el Valle Central y para uso recreativo, se le asigna 0,7 l/s/ha y para una superficie (al 2001) de 1093 Has, lo que equivale a 0,765 m³/s (Factor - Chambouleyron *et al*, 1998).

A esta superficie y volumen de agua se le añade otras 1064 Has provenientes de la disminución de la actividad agrícola, que significan 0,745 m³/s. Entonces, para una dotación de 0,7l/s/ha, requeriría un caudal necesario para todos los usos de 1,5 m³/s.

Siguiendo a Factor y Chambouleyron, y para el sector de las Colonias, el área regada se calculó en 1050 Has y un caudal requerido de 0, 73 m³/s. La suma total de los caudales de agua derivadas para todo el sistema de riego, desde el embalse Las Pirquitas, es de 2,23 m³/s, equivalente a 70,3 Hm³ para abastecimiento de las demandas totales. Finalmente, para completar el requerimiento hídrico para todo el Sistema Dique Las Pirquitas, hay que añadir el volumen de agua requerido para el abastecimiento de agua potable, que según Roldán “la Ciudad de Catamarca, Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo y para el año 2001 alcanzó los 1,15 m³/s. La suma total de los requerimientos señala que para el año 2001 fue necesario almacenar en el Dique Las Pirquitas un volumen de 106,6 Hm³ (70,3+36,27 Hm³) o un caudal de 3,35 m³/s para todo el sistema” (Roldán, 1995a).

Economía en el Uso del Agua

Según Factor - Chambouleyron *et al*, y tomando como referencia a informes elaborados precedentemente por Chambouleyron *et al* en 1970, se proponen proyectos de corto, mediano y largo plazo. Los proyectos de corto plazo contemplan la construcción de tomas de aguas estables o tomas de aguas precarias para ser potabilizadas, con el fin de independizar la aducción a las plantas potabilizadoras del mantenimiento de la red de canales del sistema de riego. La impermeabilización y refacción de los canales de todo el sistema de riego, significa 0,8 m³/s. Además, si se entrega agua solamente a las parcelas activas, se puede disminuir otros 0,9 m³/s, es decir que en total, en el corto plazo el requerimiento de agua puede disminuir en 1,7 m³/s. En el mediano plazo, y siguiendo a aquellos autores, con al construcción de una nueva toma derivadora de agua para las Colonias y no entregando agua a las fincas con derecho pero que no fuesen trabajadas y las menores a 2 Has., que no se trabajen, se puede economizar 1,5 m³/s. En el largo plazo Chambouleyron propone una recarga del acuífero de 2 m³/s en el río Del Valle, con el volumen ahorrado en el corto y mediano plazo, y para ser utilizado cuando sea necesario, y la vida útil del dique Las Pirquitas llegue a su fin. Para el ing. Roldán en el año 2012 la sedimentación habrá dejado sólo 25 Hm³ útil del vaso del embalse (Roldán, 1995b).

El fenómeno de sedimentación en los embalses provoca una progresiva disminución de la capacidad de regulación de los caudales aportados a los mismos, produciendo una disminución marcada de la oferta del recurso hídrico (Roldan, 1995) Los cursos de agua como los que alimentan al dique Las Pirquitas, son de régimen torrencial, caracterizados por la presencia de brascas e importantes crecientes y fuertes pendientes, por lo cual el volumen de agua que escurre se carga de un importante porcentaje de sólidos que son transportados como acarreos, material en suspensión y en flotación, dependiendo del volumen de cada unidad sedimentaria capturada por los torrentes. La sedimentación en el vaso del embalse es selectiva en función de su granulometría y del flujo de agua circulante. La forma y la velocidad de la deposición es función principalmente de la morfología del vaso y de la forma de operar del embalse. En ambas situaciones es fundamental conocer el volumen de la regulación frente al derrame anual. Partiendo de relevamientos batimétricos realizados en los años 1978 (volumen de sólido sedimentado: 8,948 Hm³) y 1992 (volumen de sólido sedimentado: 20,400 Hm³; reducción porcentual del área: entre 27 a 25%; tasa anual de sedimentación: 0,70

Hm³/año) del fondo del vaso del embalse, Roldan et al en el año 1995 realizó modelos matemáticos según los métodos de Área-Reducción y Área-Incremento, llegando a las siguientes conclusiones: para los años 1997; 2002; 2007; 2012, los volúmenes de sedimentación total calculados son de 23,9; 27,4; 30; 34,4 Hm³; respectivamente. Con la hipótesis de una tasa anual máxima de sedimentación de 1,00 Hm³/año y partiendo de la batimetría realizada en 1992 con una sedimentación de 20,4 Hm³ y aplicado para los años 1995; 1998; 2001; 2004; 2007; 2010; 2013; 2016; 2019 y 2022, los volúmenes totales de sedimentación calculados son de: 23,40; 26,40; 29,40; 32,40; 35,40; 38,40; 41,40; 44,40; 47,40; 50,40; Hm³, respectivamente. Es decir, que en el año 2022 al dique Las Pirquitas le quedaría solamente un volumen útil de 14,28 Hm³. Sin embargo, nuevas batimetrías utilizando metodologías más precisas realizadas por la empresa EVARSA (Evaluación de Recursos S.A.) en los años 2005 y 2006 distan bastante de los valores calculados por el Ing. Roldán.

Discusión

La vida útil del Embalse Las Pirquitas, depende de varios factores: si no se reduce, si se reduce parcial o totalmente los aportes de sólidos generados en la cuenca alta; otra alternativa sería incrementando la capacidad del embalse mediante una obra auxiliar destinada a aumentar la capacidad de manejo de volúmenes embalsados como con otras adicionales a retener los sólidos antes de que estos ingresen al embalse. En contrapartida el tiempo de estudio, proyecto y ejecución puede llevar un lapso que puede llegar a ser mayor que el de efectividad de la medida una vez implementada (Roldán, 1995a).

El Ing. Roldán, señala que con una tasa de sedimentación de 1,00 Hm³/año, aproximadamente en el año 2008 la toma estaría “totalmente cubierta de sedimentos” mientras que a partir del 2001 el volumen de embalse se encontraría reducido al 50%. Con una tasa de 0,7 Hm³/año estas situaciones se verían retardadas entre 6 y 7 años solamente. Las dos hipótesis propuestas por el Ing. Roldán coinciden en que la vida útil del embalse Las Pirquitas está acotada en el tiempo. En esas condiciones y según el trabajo del Ing. Roldán entre el 2015 y 2020, la capacidad de regulación y atenuación de crecidas habrá finalizado.

Pero, las batimetrías realizadas por EVARSA en los años 2005 y 2006 y revisadas por el Ing. Salomón Lafí (Subsecretaría de Recursos Hídricos, Catamarca) muestran que la tasa de sedimentación más acertada para el análisis de la repleción del dique Las Pirquitas corresponde a 0,4 Hm³/año. Por lo tanto, el dique Las Pirquitas contaría al año 2007 de un volumen de agua de 54 Hm³, es decir aproximadamente el 83% del volumen original. Con estos nuevos estudios, la vida útil de la represa se extiende mucho más en el tiempo, que lo calculado por el Ing. Roldán. Así, para el 2015, el volumen de agua alcanzaría a los 43,8 Hm³, y para el 2025 sería de 39,8 Hm³. De los 54 Hm³ de agua que puede almacenar el dique La Pirquitas al año 2007, el Ing. Lafí considera que 2 Hm³ de agua no se pueden considerar para el manejo del recurso por encontrarse por debajo de las válvulas de egreso de la presa y otros 12 Hm³ deberían reservarse para épocas de crisis hídrica, por lo tanto, en la actualidad -año 2006- el volumen de agua que puede regularse en el dique Las Pirquitas alcanza a los 40 Hm³.

Específicamente, en el embalse Las Pirquitas, las batimetrías anteriores, hasta 1997 solo se utilizaron algunos perfiles y puntos batimétricos (era otra metodología de cálculo y otra tecnología), motivo por el cual el volumen obtenido fuera tan distinto al actual.

En el 2005, la batimetría realizada por Mossa, comenzó a utilizar la metodología de nube de puntos, pero en este caso con menor cantidad de puntos. En esta última batimetría del 2006 se utilizó una mejor tecnología de navegación satelital, y además, con una cantidad de puntos relevados que superó los 23.000, lo que lleva a tener una

mejor densidad de información y fijar más exactamente la condición de contorno del perillago del embalse.

Por lo tanto, el método de nube de puntos aplicado en esta batimetría, tiene como diferencias (entre otras) frente al método de los perfiles los siguientes aspectos: a. El cubicaje se realiza teniendo en cuenta todos los accidentes costeros, mientras que el método de los perfiles interpolaba linealmente, sobreestimando o subestimando los volúmenes en la mayoría de las veces. b. La deriva de la embarcación (tema crítico para comparar perfiles de distintas batimetrías) hoy es casi inexistente, y además, no necesariamente tienen que ser los recorridos en línea recta, ya que hay varios próximos entre sí que se interpolan. c. Ya no se utiliza un molinete hidrométrico para calcular la distancia recorrida, hecho que fue reemplazado por la técnica GPS, mucho más precisa. d. Las comparaciones entre una batimetría y otra, separadas varios años, exigía que se navegue siguiendo la misma trayectoria del perfil, cosa que no ocurría en verdad absoluta ya que era sumamente difícil lograr el mismo recorrido.

Por lo tanto se considera que los volúmenes calculados por este método son mucho más precisos. Este aumento del volumen respecto a las anteriores batimetrías del embalse Las Pirquitas, no solamente se presentaron acá, sino también se ha obtenido igual resultado en otros estudios (EVARSA, 2006).

Como se observa, los diferentes estudios de repleción realizados hasta el presente, permiten tener una visión aproximada sobre como fue y será la evolución del volumen del embalse Las Pirquitas hasta mediados de la segunda década del siglo XXI. Pero, los estudios proyectivos realizados a partir de modelos matemáticos – de buena aproximación al comportamiento real de los flujos hidráulicos cargados de sedimentos- deben ser periódicamente verificados con datos obtenidos in situ mediante estudios batimétricos, con el fin de hacer las correcciones técnicas – predicciones- si así correspondieran para limitar el tarquinamiento. Esto implica un costo que el Estado Provincial no puede soslayar, por que está en juego la vida útil de la obra hidráulica y de todo el sistema hídrico sistematizado desde la presa Las Pirquitas, como así también de los múltiples usos que se hace del agua en el Gran Catamarca y Colonias del Departamento Capayán.

Por otra parte, y aquí juegan un rol importantes los geógrafos -con su visión más holística- y particularmente tendiente a un ordenamiento territorial y hacia una economía hídrica del área de estudio, la problemática a solucionar no puede reducirse solamente al seguimiento de la evolución de la repleción del dique Las Pirquitas, sino que en una visión más global, debe tener presente la transformación del territorio objeto de análisis, de ser netamente rural al momento de la inauguración de la obra de embalse a comienzos de la década del '60, su pasaje a rural/urbano en las décadas del '80 y '90 y urbano/rural, en la presente, especialmente en el subsistema denominado "Las Chacras". No es ajena a las incumbencias de los geógrafos, junto a agrónomos y sanitaristas, en proponer estrategias -para el caso concreto del estudio del Sistema Las Pirquitas-Colonias- con el objeto de optimizar el uso de agua para riego a través de nuevas técnicas de regadíos más eficientes y el consumo humano a través de prácticas más racionales y sustentables, acorde a la escasa disponibilidad de agua, incremento de la población y las características semiáridas de la zona de estudio. También debe participar en equipos multidisciplinarios que observen que la sustentabilidad ecológica pasa por el correcto manejo del suelo, la preservación de los montes naturales y la determinación de la capacidad de pastoreo del ganado, de acuerdo al tipo de relieve y las especies más adaptadas al ambiente.

Se considera, a través del presente estudio, que los geógrafos con su particular percepción del espacio y de las sociedades cumplen un rol destacado en los equipos

multidisciplinarios que se abocan al abordaje de resolver problemas concretos caso del uso eficiente de los recursos hídricos, especialmente en regiones geográficas –como en el Valle Central de Catamarca- donde el agua es vital para la reproducción de la vida, como así también para el desarrollo sustentable.

Conclusiones

-En el Valle de Catamarca, el agua es un bien escaso y valioso. La prioridad de uso – según el Código de Aguas de la Provincia de Catamarca, Ley N°2577/73- establece que en primer lugar se debe atender al abastecimiento de agua potable a la población, por lo tanto, las restricciones de agua para riego y otros usos serán cada año mas acentuadas por el avance de la colmatación con sedimentos del embalse Las Pirquitas.

- Las nuevas batimetrías del dique Las Pirquitas realizadas en los años 2005 y 2006, realizadas por la empresa EVARSA, y recalculadas por el Ing. Salomón Lafi, asignan una tasa de sedimentación de aproximadamente $0.4 \text{ Hm}^3/\text{año}$, por lo cual se estima para el año 2015 un volumen útil del 75% del inicial, es decir, 52 Hm^3 , y para el año 2022 el volumen total sedimentado sería de 24 Hm^3 , y su volumen de almacenamiento de agua remanente alcanzaría a los 41 Hm^3 .

- Los resultados obtenidos por EVARSA en los años 2005 y 2006 demuestra que el volumen útil obtenido por el método de nube de puntos da una mejor apreciación y tiende a dar una resultado acorde con la realidad, mientras que el método de perfiles tiende a minimizar el volumen obtenido ya que no copia fielmente la geometría del embalse. A la luz de los nuevos estudios de repleción del Dique Las Pirquitas, la obra de toma (a cota 710 m.s.n.m.) no se encuentra comprometida, dado a que en la zona el fondo se encuentra a 702 m.s.n.m. (EVARSA, 2006).

- El aprovechamiento sustentable del río Del Valle, en su cuenca baja requiere que para minimizar las restricciones de agua para riego y demás usos, se debe optimizar el consumo del agua potable, evitando pérdidas en el sistema de conducción y distribución domiciliaria, lo que tiene que ser acompañado por una intensa y sostenida campaña de educación de la población tendiente a evitar conductas de derroche en la utilización del agua para uso doméstico.

- Replantear los sistemas de riego tradicionales de inundación de las parcelas utilizadas en las áreas de regadíos del sistema Dique Las Pirquitas- Las Chacras – Colonias Nueva Coneta y Del Valle - en los casos que correspondan- por otros más eficientes como los riegos por goteo/presurizados/otros, con el fin de economizar y alcanzar una mayor eficiencia en el uso del agua. De igual manera, el ahorro hídrico pasa también por el controlar las pérdidas de agua en los canales de riego principales, secundarios y terciarios.

- Continuar analizando las ventajas y desventajas técnicas y económicas que ofrecen como alternativa complementaria para incrementar el volumen de regulación del embalse Las Pirquitas - en la situación de tarquinamiento que lo afecta en la actualidad – ya sea a través de la construcción de la obra de regulación “Presa Isla Larga” o con el “Recrecimiento del Dique Las Pirquitas”. Obras no urgentes, pero necesarias en un futuro próximo.

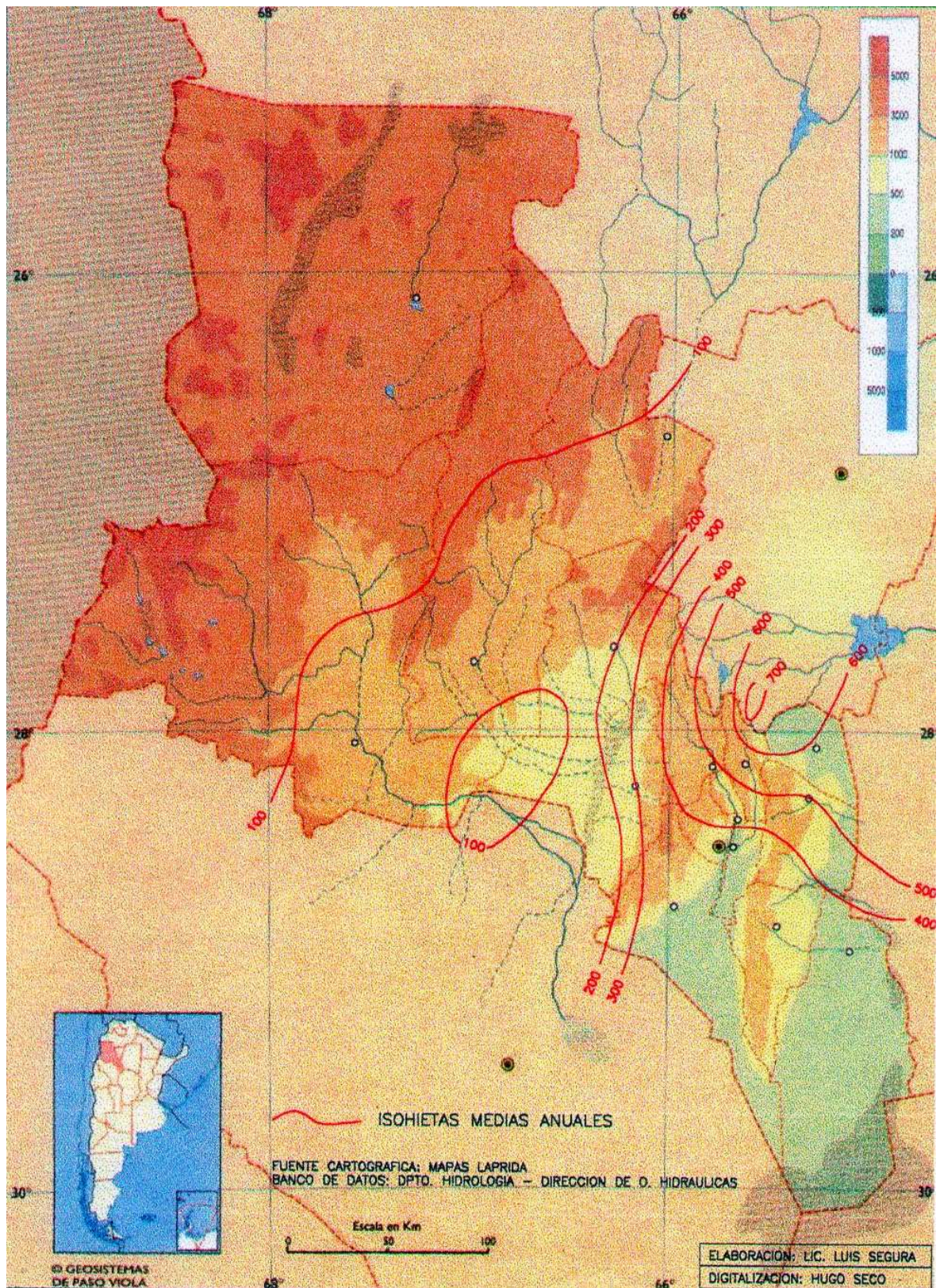
- Evaluar la degradación del relieve por acción natural y/o antrópica en la cuenca alta y media del Río del Valle y de la posible implementación de las medidas correctivas o mitigadoras tendientes a disminuir la tasa de sedimentación en el Embalse Las Pirquitas, de aproximadamente $0,4 \text{ Hm}^3/\text{año}$.

- A los geógrafos le cabe participar activamente en el ordenamiento territorial y hacia una economía hídrica del área de estudio, la problemática a resolver no puede reducirse solamente al seguimiento de la evolución de la repleción del dique Las Pirquitas, sino que como integrante de un equipo multidisciplinario y en una visión más global, debe

tener presente la transformación socio- espacial del área objeto de análisis, que como en el caso particular analizado en el subsistema denominado “Las Chacras” se caracterizaba por ser netamente rural al momento de la inauguración de la obra de embalse a comienzos de la década del '60, pasó luego a rural/urbano en las décadas del '80 y '90 y urbano/rural, en la presente. En el subsistema “Las Colonias”, en cambio, la transformación socio – espacial fue menos profunda y más lenta, así pasó –en casi cinco décadas- de netamente rural a rural/ urbana.

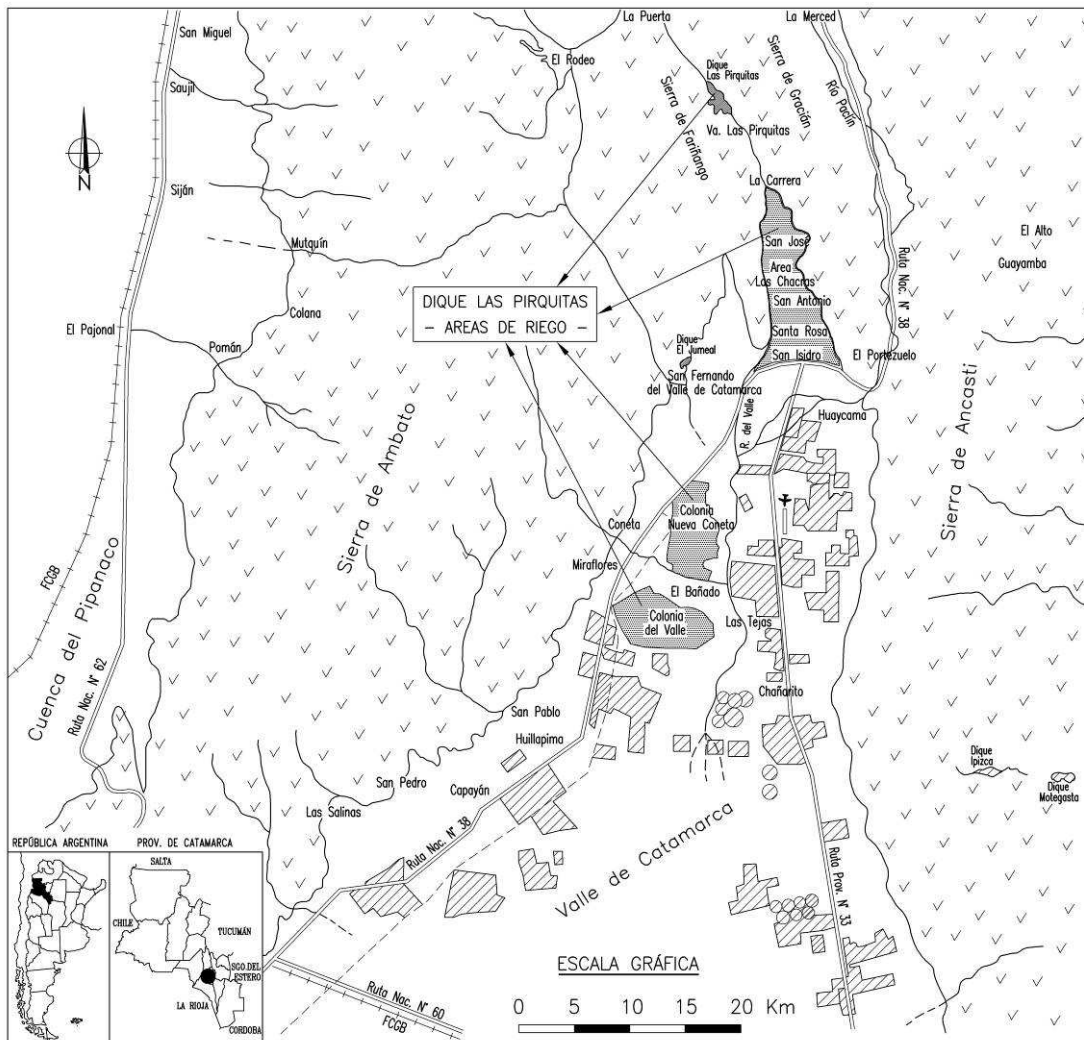
Bibliografía

- 1- Agua y Energía Eléctrica- Sociedad del Estado. (1981). “Estadística Hidrológica Hasta 1980 – Fluviometría” Sistemas Varios Cerrados – Cuenca de la Falda Oriental del Ambato- Pág. 359-362. Año 1981.
- 2- Agua y Energía Eléctrica- Gerencia de Ingeniería (1992). “Estudios de Colmatación del Embalse Las Pirquitas” Inédito -S.O.S.P.- Año 1992.
- 3- Dalla Salda, Héctor L. – Dores, Oscar E. (1981) “Colmatación en Embalses del Noroeste Argentino”. Revista Única. Año 1981.
- 4- EVARSA (Evaluación de Recursos S.A.). (1997). “Estadística Hidrológica 1997” Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable- Tomo II. Sistemas Varios Cerrados – Cuenca de la Falda Oriental del Ambato- Pág. 663 -666. Año 1997.
- 5- EVARSA (Evaluación de Recursos S.A.). (2006). “Estudio de Colmatación del Embalse Las Pirquitas, Provincia de Catamarca”. Año 2006.
- 6- Consejo Federal de Inversiones. (1962). “Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina – Tomo IV – Recursos Hidráulicos Superficiales – Volumen 2”. Año 1962.
- 7- Factor, Adolfo.- Chambouleyron, Jorge et al (1998). “Plan Director de Acciones para el Río del Valle - Programa para el Mejor Aprovechamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río del Valle /Sistema Pirquitas”. Informe Parcial. Convenio Provincia de Catamarca – Consejo Federal de Inversiones. Año 1998.
- 8- Roldán, Antonio Alberto. (1995a). “Estudio Integral del Sistema Pirquitas - Provincia de Catamarca- Manejo de Embalse y Anteproyecto de Obras- Capítulo III: Antecedentes Hidrológicos Relacionados con la Demanda Hídrica- Informe Final”. Año 1995.
- 9- Roldán, Antonio Alberto. (1995b). “Estudio Integral del Sistema Pirquitas - Provincia de Catamarca- Manejo de Embalse y Anteproyecto de Obras- Capítulo IV: Estudios de repleción de los Embalses del Complejo Pirquitas - Informe Final”. Año 1995.
- 10- Segura, Luis Alberto. (2007a). “Crecidas Históricas del Río del Valle”. Secretaría del Agua y del Ambiente - Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos – Dpto. Hidrología Superficial, Provincia de Catamarca. Inédito. Año 2007.
- 11- Segura, Luis Alberto. (2007b) “Análisis Pluviométrico de la Cuenca del Río del Valle”. Secretaría del Agua y del Ambiente - Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos – Dpto. Hidrología Superficial, Provincia de Catamarca. Inédito. Año 2007.
- 12- Segura, Luis Alberto. (2008). “Informes de Zonas Inundables en el Valle Central de Catamarca- Periodo 1990 - 2008”. Secretaría del Agua y del Ambiente - Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos – Dpto. Hidrología Superficial, Provincia de Catamarca. Inédito. Año 2008.



Mapa N° 1: Isohietas Medias Anuales de la Provincia de Catamarca

VALLE CENTRAL DE CATAMARCA - SISTEMA DE RIEGO DIQUE LAS PIRQUITAS COLONIAS NUEVA CONETA Y DEL VALLE -











Base Cartográfica: Foto Satelital Landsat

Fuente: Ing. Contreras, Mario
Lic. Vega, Francisco

REFERENCIAS

Reelaboración: Mgter. Segura Luis

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------|
|  | Valles - Cuartario |  | Líneas Férreas |
|  | Sierras Pampeanas
Precámbrico - Paleozoico Inferior |  | Ríos Principales |
|  | Emprendimientos agrícolas - ganaderos y áreas
de desmonte. (Diferimientos Impositivos)
- Riego con agua subterránea - |  | Embalse Las Pirquitas |
|  | Sistema de riego Dique Las Pirquitas
Colonias Nueva Coneta y del Valle |  | Rutas Principales |

Mapa N° 2: Valle Central de Catamarca-Contexto Geográfico. Sistema de Riego Dique Las Pirquitas /Área Las Chacras/ Colonias Nueva Coneta y Del Valle.

Promedio Anual Histórico del Río del Valle			
	m³/s	m³/h	m³/año
Máximo	9,87	35.532	311.260.320
Promedio	4,50	16.200	141.912.00
Mínimo	1,73	6.228	54.557.280

Cuadro N° 1: Río del Valle Promedio Anual- Estación Pomancillo- 43 años de Registros (17-18/ 59-60)

Fuente: Agua y Energía Eléctrica- Dpto. Hidrología Superficial. Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos. Secretaría del Agua y del Ambiente.

Caudales Medios Mensuales (m³/s)	Meses de Mínima Recarga al Embalse				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio	1,400	1,270	1,380	2,550	5,030
Máximo	4,900	5,600	4,200	17,300	17,700
Mínimo	0,700	0,600	0,500	0,400	0,700

Cuadro N° 2: Caudal Promedio Mensual Histórico (m³/s)- Período 43 años (17-18/59-69). Meses de Mínima Recarga al Embalse.

Fuente: Agua y Energía Eléctrica- Dpto. Hidrología Superficial. Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos. Secretaría del Agua y del Ambiente.

EVOLUCION CENSAL DE LA POBLACION					
Departamento	Año1960	Año 1970	Año 1980	Año 1991	Año 2001
Fray Mamerto Esquiú	6.859	5.836	6.694	8.216	10.658
Valle Viejo	8.182	9.447	12.288	17.250	23.707
Capayán	8.264	8.292	9.689	12.056	14.137

Cuadro 3: Población de Censos Nacionales, según Departamentos.

Fuente: Anuario Estadístico 2004/2005. Dirección Provincial de Estadística y Censos. Catamarca.

Demanda de Agua en la Cuenca Baja del Río del Valle – Año 2001		
Usos	Detalle	Caudal
Recreativo en Zona Urbana	Equivalente a 1093 Has. Dotación: 0,7 l/s/Ha	$Q_a = 0,765 \text{ m}^3/\text{s}$
Agrícola – Zona Las Chacras	Equivalente a 1064 Has. Dotación: 0,7 l/s/Ha	$Q_b = 0,745 \text{ m}^3/\text{s}$
Agrícola – Zona Colonias	Área Regada 1050 Has.	$Q_c = 0,73 \text{ m}^3/\text{s}$
Abastecimiento de Agua Potable para Capital y Valle Viejo	Dotación 400 lts./hab.día (CC) y de 500 y 300 lts./hab.día (VV+FME);	$Q_d = 1,150 \text{ m}^3/\text{s}$
Caudal Total Requerido –Dique Las Pirquitas	$Q_t = Q_a + Q_b + Q_c + Q_d$	<u>$Q_t = 3,35 \text{ m}^3/\text{s}$</u>
Volumen Necesario a Almacenar Anualmente por Dique Las Pirquitas	Para Todo el Sistema $V = Q_t \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365$	$V = 105645600 \text{ m}^3$ <u>$V = 105,6 \text{ Hm}^3$</u>

Cuadro N° 4: Cuenca Baja del Río del Valle – Demanda de Agua – Año 2001
Fuente: Factor, Adolfo.- Chambouleyron, Jorge et al - Roldán, Antonio Alberto.