

---

**Variación de los parámetros de calidad de agua en función de la presencia del embalse Las Pirquitas en el río Del Valle**

**Variation of water quality parameters due to the presence of the reservoir in Del Valle River**

**Pablo Enrique Demin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria Catamarca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta n° 33. Km 4,5. Valle Viejo  
E mail: demin.pablo@inta.gob.ar

Demin, P. E. (2024). Variación de los parámetros de calidad de agua en función de la presencia del embalse Las Pirquitas en el río Del Valle. *Revista Estudios Ambientales*, 12 (2), 6-16.

**Recibido:** 19/07/2024 - **Aceptado:** 30/09/2024 – **Publicado:** 28/12/2024

**RESUMEN**

En la provincia de Catamarca, una de las principales cuencas es la del río Del Valle, que concentra poblaciones y actividad agrícola e industrial a lo largo de su recorrido. El río Del Valle desemboca en el embalse Las Pirquitas cuya función es almacenar y regular los caudales de este río. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del embalse en la calidad del agua con fines de riego. Para ello se evaluó la calidad del agua antes de ingresar al embalse, aguas abajo del embalse y en uno de los canales principales de su sistema de riego, en distintas épocas del año. Los resultados obtenidos en los distintos puntos del muestreo de agua permitieron afirmar que la calidad del agua, por sus características físico-químicas, es aceptable a lo largo de todo el año. Como conclusión, según los momentos de muestreos realizados, el embalse no ejerce una influencia importante en la calidad del agua del río destinada a riego.

**PALABRAS CLAVE:** calidad, agua, canal, riego, embalse

**ABSTRACT**

*The Del Valle River basin in Catamarca province is the most significant in the region, supporting populations, agricultural, and industrial activities along its course. The river flows into the Las Pirquitas reservoir, which stores and regulates its water. This study aimed to assess the reservoir's impact on water quality for irrigation. Water quality was*

*evaluated at three locations: before entering the reservoir, downstream of the reservoir, and at a main irrigation canal, across different times of the year. The results showed that the water quality, based on its physical-chemical characteristics, remains acceptable year-round for irrigation purposes.*

**KEYWORDS:** *quality, water, canal, irrigation, reservoir*

## INTRODUCCIÓN

En la provincia de Catamarca, una de las principales cuencas es la del río Del Valle (Fig. 1) que concentra poblaciones y actividad agrícola e industrial a lo largo de su recorrido y, como mencionan Roldán Cañas et al. (2010), el recurso agua está sometido a la presión de una demanda cada vez más exigente en cantidad y calidad, condicionada por aspectos sociales, políticos y ambientales.

La cuenca del río Del Valle y las aguas subterráneas asociadas con este río son la fuente fundamental de recursos hídricos para consumo, riego y uso industrial para los departamentos: Valle Viejo, Fray Mamerto Esquiú, San Fernando del Valle de Catamarca y para todos los asentamientos menores (Navarro et al., 2008).

La cuenca está conformada por las subcuencas de los ríos Los Puestos, Huallumil, Las Juntas y Ambato. Generalmente todos estos ríos son producto de las lluvias de la época estival (Navarro et al., 2008). Las precipitaciones en la cuenca totalizan aproximadamente 500 mm anuales (Lobo et al., 2007).

El nacimiento del río Del Valle, que se origina en el departamento Ambato, desemboca en el dique de Las Pirquitas con un derrame anual de 140 hm<sup>3</sup>. Este dique, ubicado aproximadamente a 30 km aguas arriba de la Capital, tiene el objetivo de regular el caudal derivado hacia aguas abajo y es el reservorio para el abastecimiento de agua potable y riego en

los departamentos Fray Mamerto Esquiú, Valle Viejo y Capayán (Navarro et al., 2008). Este dique recibe un módulo de 4.400 L/s provenientes del río Del Valle (Nuñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

Actualmente, debido a la disminución de la capacidad de almacenamiento del embalse causado por la colmatación provocada por la acumulación de sedimentos arrastrados de la cuenca, la cantidad de superficie regada es menor a 5.000 ha (CFI, 1996). Esta superficie regada actualmente corresponde a cultivos de alfalfa, citrus, hortalizas como espinaca, acelga, ajo, cebolla, tomate, zapallo, sandía y melón.

Aguas abajo del embalse se encuentran dos subsistemas de riego bien diferenciados: el primer subsistema de riego recibe el suministro de agua del dique nivelador de Pomancillo Oeste, ubicado a unos 3 km aguas abajo del dique Las Pirquitas, del cual derivan dos canales primarios llamados "Principal del Este" y "Principal del Oeste" que son los que abastecen a través de canales secundarios a ambos márgenes del río Del Valle, hasta Sumalao en margen izquierdo, y Collagasta en margen derecho. El otro subsistema de riego es el de Las Colonias, compuesto por un canal que se origina a partir de la captación del dique derivador de Payahuaico, ubicado a 17 km aguas debajo de Las Pirquitas y abastece a las colonias de riego de Nueva Coneta y de Colonia Del Valle (CFI, 1996).



**Figura 1.** Río Del Valle con sus afluentes y dique Las Piriquitas (Fuente: <http://paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar>; wikipedia.org), en la provincia de Catamarca (Argentina)

Dentro del primer subsistema de riego antes mencionado, se encuentra el canal Principal del Este, el cual atraviesa en toda su extensión distintas zonas urbanas, por lo que el agua de riego que conduce el mismo es utilizado para diversos fines

como ser recreación, riego de parques, consumo humano y para el consumo animal ocasional, con el inconveniente además, que se vuelcan en él desperdicios provenientes de la actividad humana, que pueden afectar la calidad del



agua tanto para riego como para consumo humano, generando además una serie de problemas en los sistemas de conducción y distribución del agua.

Por lo antes expuesto se propuso determinar la influencia del embalse en la calidad del agua con fines de riego mediante la evaluación de la calidad antes de ingresar el agua al embalse Las Pirquitas, aguas abajo y en uno de los canales principales del sistema de riego (canal Principal del Este), en diferentes estaciones del año.

## METODOLOGÍA

### *Ubicación*

La provincia de Catamarca está ubicada al noroeste de la República Argentina, entre los 25°12' y 30° 04' de Latitud Sur y entre los 69°03' y 64° 58' de Longitud Oeste aproximadamente. La mayor parte de la provincia está cubierta por montañas, dividiéndose en tres zonas diferenciadas (este, centro y oeste). El clima es árido y semiárido (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

El estudio se llevó a cabo dentro de la zona centro de la provincia, particularmente en el Valle Central de Catamarca, en el río Del Valle aguas arriba inmediato al embalse, otro punto aguas abajo del embalse en el canal Matriz y por último en el canal Principal del Este en un punto más distanciado del sistema, estos 2 últimos puntos pertenecientes al sistema de riego del dique Las Pirquitas. El canal Principal del Este recibe el agua del canal Matriz, ambos se encuentran revestidos. El canal

Principal del Este nace en la margen derecha del río, atraviesa el río Del Valle mediante un sifón compuesto de dos tuberías, posee aproximadamente 23 km de longitud y riega la margen izquierda del río Del Valle. Desde su nacimiento, y hasta cruzar el río, tiene un recorrido O-E de 336 m, el que cambia a una dirección predominante N-S hasta el final. Finaliza su recorrido en Sumalao luego de atravesar la Ruta Provincial N° 33 que une Catamarca con Córdoba (Fig. 2).

El caudal que transporta este canal, en su trayecto inicial, es de aproximadamente 1.500 L/s, a partir del cual se deriva agua para el sistema de potabilización y para el riego de las explotaciones existentes en su recorrido.

Esta línea de agua riega dos departamentos de la provincia de Catamarca que son Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. De este canal se derivan unos 30 canales secundarios que por un turno rígido derivan el agua a los canales terciarios para el riego de las propiedades rurales.

### *Muestreo de agua y análisis*

La extracción de muestras se realizó en tres puntos (Fig. 3), el primer punto inmediato aguas arriba del embalse, un segundo punto inmediato aguas abajo del embalse en el canal Matriz y un tercer punto en el canal Principal del Este es decir más alejado del sistema, en diferentes estaciones del año, a fin de determinar mediante varios parámetros la clasificación de las mismas en cuanto a calidad, teniendo en cuenta su distribución tanto espacial como temporal



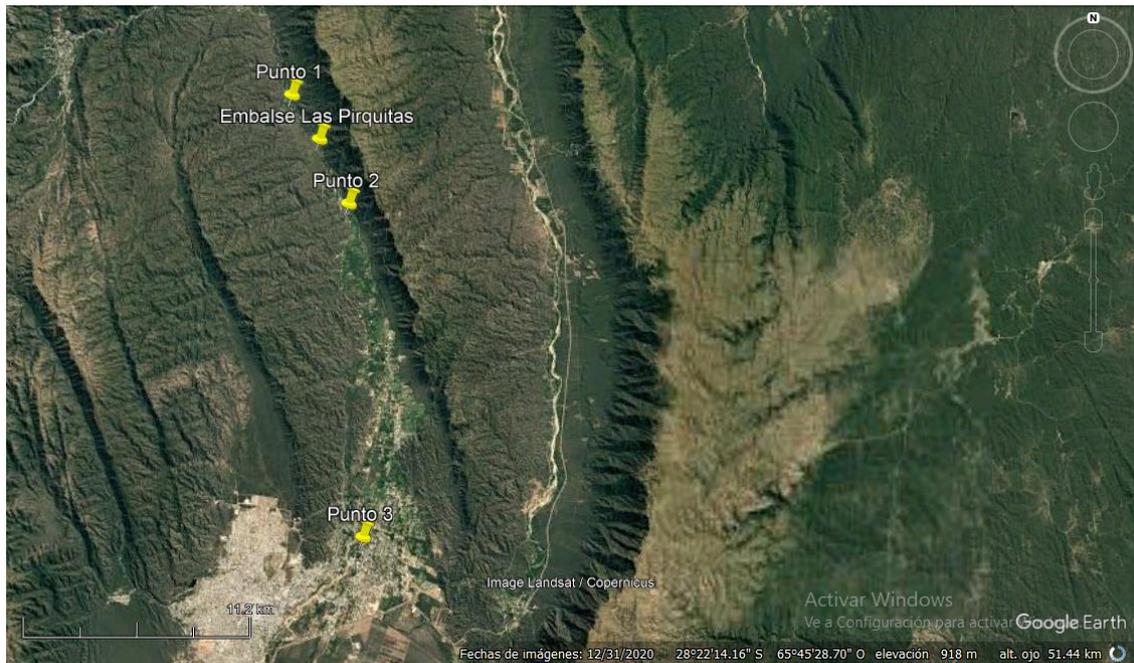
**Figura 2** – Canal Principal del Este marcado en color rojo (Fuente: <http://paisajesdecatamarca.blogspot.com.ar>)

La toma de muestras de agua y la conservación de las mismas hasta llegar al laboratorio se efectuó siguiendo el protocolo propuesto por Basán Nickisch et al. (2009). Las muestras fueron trasladadas en el mismo día de obtenidas. Los parámetros físico-químicos determinados fueron: pH determinado con peachímetro; Conductividad eléctrica (CE) determinada con conductímetro y expresada en  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; Relación de Adsorción de Sodio (RAS); Sólidos disueltos totales (SDT) expresados en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; Dureza total (DT) expresada en

$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Los cationes determinados fueron Calcio determinado por titulación con EDTA y expresado en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ; Sodio determinado por fotometría de llama y expresado en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Na}^+$ ; Magnesio determinado por titulación con EDTA y expresado en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Mg}^{2+}$ . Los aniones, determinados fueron Sulfatos determinados por el método de Cromato de Bario y expresados en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{SO}_4^{2-}$ ; Cloruros expresados determinados por el método de Mohr y en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{Cl}^-$ ; Carbonatos expresados en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{CO}_3^{2-}$  y Bicarbonatos

expresados en  $\text{mg.L}^{-1}$  de  $\text{HCO}_3^-$ , estos dos últimos determinados por titulación con ácido sulfúrico. Para conocer los efectos del agua en el suelo se utilizó la norma de Riverside aplicada al promedio de todos los valores ya que todos resultaban similares. Esta norma relaciona la

conductividad eléctrica del agua (para determinar el riesgo de salinización del suelo) con el valor de RAS (Relación de Adsorción de Sodio). El RAS corresponde a la relación de la concentración de sodio con respecto a la de calcio y magnesio, para determinar el riesgo de sodificación.



**Figura 3.** Ubicación de los puntos de muestreo.

**Tabla 1 – Geo-referenciación de los puntos de muestreo**

Muestreo	Geo-referenciación
Punto 1	28°14'11,67" Lat. Sud, 65°45'35,19" Long. Oeste
Punto 2	28°17'13,46" Lat. Sud, 65°43'47,41" Long. Oeste
Punto 3	28°26'34,72" Lat. Sud, 65°43'22,71" Long. Oeste

A continuación se presentan en la Tabla 2, valores de agua de riego considerados como referencia, elegidos por ser útiles en

la determinación del impacto del agua sobre el suelo.

**Tabla 2** – Valores de referencia de agua para riego. Fuente: CSR Servicios (Laboratorio de Análisis Agrícolas, 2006)

Parámetro	Unidades	Utilización			Problemas
		Sin riesgo	Con riesgo	Peligro	
Conductividad	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	1.000	1.000-1.575	1.575	Salinidad
Calcio	$\text{mg.L}^{-1}$	50		250	Obstrucción
Magnesio	$\text{mg.L}^{-1}$			120	Obstrucción
Bicarbonatos	$\text{mg.L}^{-1}$	91	91-500	500	Obstrucción - Clorosis férrica
Carbonatos pH >8 unid.	$\text{mg.L}^{-1}$	10	10-20	20	Obstrucción
Potasio	$\text{mg.L}^{-1}$			100	Salinidad
Sodio	$\text{mg.L}^{-1}$	70	70-300	300	Toxicidad
Cloruros	$\text{mg.L}^{-1}$	140	140-375	375	Toxicidad
Sulfatos	$\text{mg.L}^{-1}$	600	600-900	900	Toxicidad - Deficiencia de N
R.A.S.	sin unidades	<5	5-10	10	Degradación de l suelo
Dureza total	$\text{mg.L}^{-1}$ de $\text{CaCO}_3$	140	140-540	540	Obstrucción
pH	Up H	6,5-8,5			

## RESULTADOS

En general los valores de los diferentes parámetros son aceptables y cada parámetro determinado es similar tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse y en el canal. Los cambios en los valores de los parámetros, asimismo, no son tan importantes en la época de estiaje respecto al resto del año.

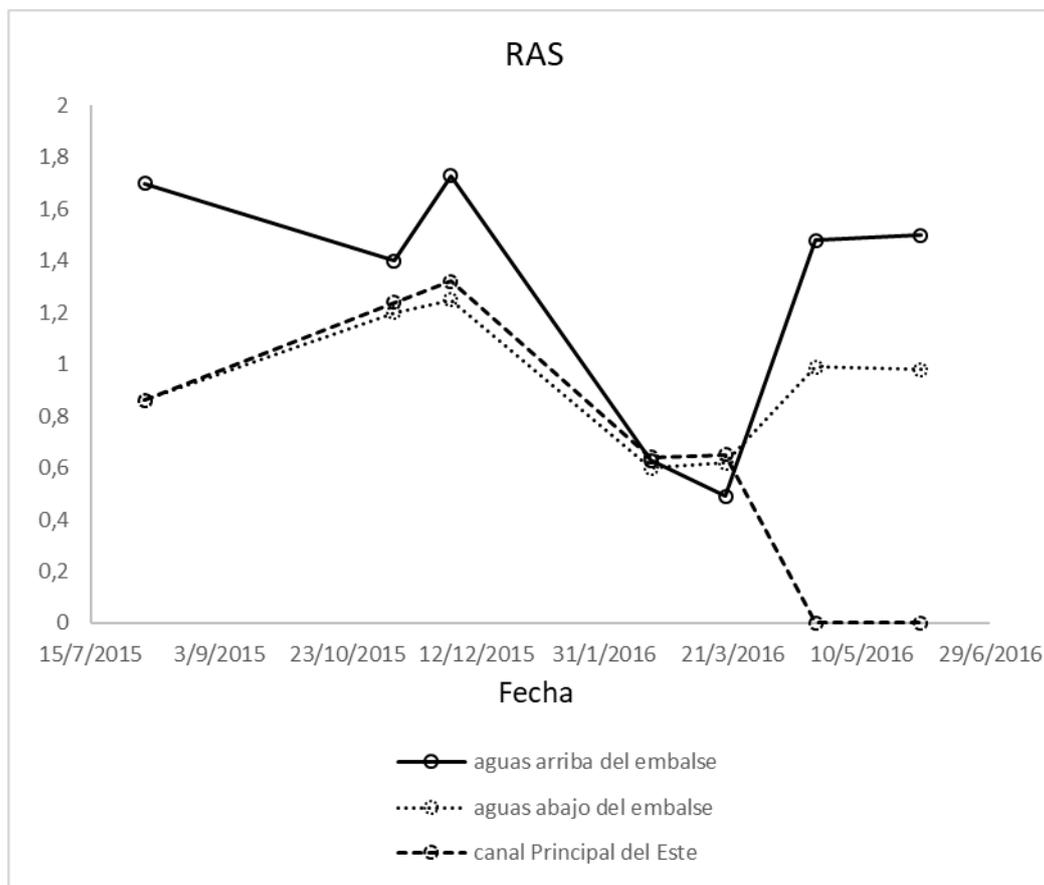
El pH durante todas las estaciones del año tiene un comportamiento similar aguas arriba del embalse respecto a aguas abajo, aumentando en otoño principalmente que es cuando se registró el máximo valor de pH y también en primavera. El valor más bajo de pH es a fines de primavera.

En general, las concentraciones de cationes y aniones se encuentran dentro de valores aceptables para riego

**Tabla 3** . Parámetros determinados en los tres puntos de muestreo

Parámetro	Punto	5/8/2015	10/11/2015	2/12/2015	18/2/2016	18/3/2016	22/4/2016	2/6/2016
pH	1	6,6	7,3	6,4	7,6	7,7	8,3	7,2
	2	6,97	7,6	6	6,7	7,5	8,2	7,5
	3	6,8	7,5	6,4	7,4	7,8		0
CE ( $\mu\text{s.cm}^{-1}$ )	1	368	303	302	207	169,4	249	294
	2	248	306	279	220	206	199	251
	3	254	309	254	218	208	S/D	0

RAS	1	1,7	1,4	1,73	0,63	0,49	1,48	1,5
	2	0,86	1,2	1,25	0,6	0,62	0,99	0,98
	3	0,86	1,24	1,32	0,64	0,65	S/D	0
SDT (mg.L <sup>-1</sup> )	1	238,72	193,92	193,28	132,48	132,48	159,4	188,2
	2	158,72	195,84	178,56	140,8	131,84	127,4	160,6
	3	162,56	197,76	162,56	139,52	133,12	S/D	0
DT (mg. L <sup>-1</sup> )	1	144,13	101,12	117,95	83,56	83,56	101,42	S/D
	2	112,8	106,75	112,31	95,46	77,59	83,5	S/D
	3	119,12	106,73	101,05	89,5	71,6	S/D	0
Ca (mg. L <sup>-1</sup> )	1	45,09	24,69	31,42	21,46	14,31	31	S/D
	2	35,07	24,69	33,67	28,62	19,08	23,8	S/D
	3	30,06	26,93	33,64	26,23	21,46	S/D	0
Mg (mg. L <sup>-1</sup> )	1	7,6	9,53	9,53	7,24	7,24	5,8	S/D
	2	6,08	10,9	6,81	5,79	7,24	5,8	S/D
	3	10,64	9,53	4,09	5,79	4,34	S/D	0
Na (mg. L <sup>-1</sup> )	1	46,69	33,43	43,13	13,24	9,1	34,2	34
	2	20,94	29,5	30,48	13,47	12,55	20,8	24,1
	3	21,63	29,5	30,48	13,93	12,55	S/D	0
Cl (mg. L <sup>-1</sup> )	1	8,86	3,55	8,86	10,64	10,64	7,1	5,3
	2	1,77	10,64	1,77	7,09	3,55	1,8	5,3
	3	1,77	10,64	3,55	7,09	3,55	S/D	0
SO4 (mg. L <sup>-1</sup> )	1	7,024	17,13	26,51	S/D	S/D	S/D	S/D
	2	3,644	17,13	15,96	S/D	S/D	0	S/D
	3	18,856	13,72	24,59	S/D	S/D	S/D	0
CO3-2(mg. L <sup>-1</sup> ) 1)	1	0	12	0	0	0	6	0
	2	0	6	0	0	0	6	0
	3	0	6	0	0	0	S/D	0
HCO3-(mg.L <sup>-1</sup> ) 1)	1	170,86	103,73	170,86	97,63	67,12	109,8	122,04
	2	140,35	128,14	134,24	97,63	79,33	73,2	103,73
	3	134,24	128,14	146,45	91,53	79,33	S/D	0



**Figura 4 . RAS**

Los sólidos disueltos totales, la dureza total, y R.A.S., poseen comportamientos similares sin embargo se incrementan ligeramente los valores en el invierno, disminuyendo en verano. A su vez, estos parámetros poseen, a lo largo del año, valores ligeramente mayores aguas arriba del embalse respecto a aguas abajo. Entre los cationes, el calcio si bien posee una mayor concentración aguas arriba del embalse respecto a aguas abajo durante invierno y primavera, es menor la concentración durante los meses de verano. El magnesio muestra resultados muy dispares, sin embargo la concentración siempre es mayor en primavera y una baja concentración en verano. Respecto al sodio, la concentración siempre es menor durante los meses de verano respecto al resto del año, aunque la concentración es algo mayor aguas arriba del embalse respecto

a aguas abajo a lo largo del año, excepto en el verano donde se revierte ligeramente. Entre los aniones, si bien el comportamiento de los cloruros es bastante dispar, con valores máximos aguas arriba del embalse durante el verano y valores máximos aguas abajo del embalse durante la primavera. Los sulfatos aumentan a fines de primavera, más notorio aguas arriba del embalse y en el canal; durante el invierno la concentración es mayor en el canal respecto a aguas arriba y a aguas abajo del embalse. Los carbonatos, si bien los muestreos son escasos, el valor es mayor antes de entrar el agua al embalse respecto a aguas abajo del embalse durante la primavera y es de igual concentración aguas arriba del embalse respecto a aguas abajo en el otoño.



Los bicarbonatos, si bien tienen un comportamiento similar tanto aguas arriba como aguas abajo, es más pronunciado el incremento o descenso en la concentración aguas arriba del embalse. La concentración aguas arriba del embalse es menor respecto a aguas abajo en primavera y fines de verano; mientras que, en otoño, invierno y desde fines de primavera hasta mediados de verano la concentración de bicarbonatos es mayor aguas arriba del embalse respecto a aguas abajo.

De acuerdo con la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio (RAS), según la tabla de Riverside, la clasificación del agua según su composición salina y sódica, todas las muestras se encuentran entre C1S1 y C2S1, es decir entre baja y moderada salinidad y de baja peligrosidad sódica.

## DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en los parámetros analizados en este trabajo (Tabla n° 3) se encuentran dentro de los valores de referencia (Tabla n° 1), es decir el uso de esta agua para riego, en ningún momento del año posee riesgo alguno, coincidiendo con el trabajo de Arellano et al.(2000) donde calificaron a esta agua como apta para riego.

La disminución de la cantidad de cationes y aniones ocurre con el incremento del caudal que aporta el río Del Valle, cuya cuenca soporta el aumento de las precipitaciones del período estival.

Este trabajo, como continuidad del trabajo anterior (Demin et al., 2016), presenta resultados similares en cuanto a los parámetros físico-químicos.

Los valores de pH y conductividad eléctrica resultan similares a los valores determinados en el trabajo de Saracho et al. (2006).

Los valores en los parámetros determinados en este trabajo resultaron

similares a los valores del trabajo de Arellano et al. (2000) en uno de los puntos de muestreo en aquel trabajo correspondiente a la salida del embalse.

Comparando con el trabajo de Navarro et al. (2008), cuyos resultados corresponden al río Del Valle, en dos puntos de muestreo de aquel trabajo, los valores de los parámetros son similares a dos puntos de similar ubicación en el presente trabajo (puntos 1 y 2).

Es necesario profundizar este estudio con el análisis de otros parámetros físico-químicos como ser nitratos, nitritos y amonio y además parámetros bacteriológicos como los trabajos de Saracho et al. (2006) y de Arellano et al (2000), ambos realizados con agua del dique Las Pirquitas como en este trabajo.

## CONCLUSIONES

El agua del río Del Valle, aguas arriba del embalse Las Pirquitas, aguas abajo de este embalse y en uno de los canales principales correspondiente al canal Principal del Este, a lo largo del año, es de buena calidad y apta para riego, desde el punto de vista físico-químico. El embalse, asimismo, no ejerce una influencia importante en la calidad del agua del río destinada a riego según los momentos de muestreos realizados. El canal Principal del Este no ejerce una influencia importante en la calidad físico-química del agua para la zona de riego que abastece este canal.

Como conclusión, si bien en general los valores son todos aceptables, es necesario realizar un mayor número de repeticiones por lugar y en el tiempo por cada muestreo. Los mayores valores de algunos parámetros pueden tener una relación directa con la época de estiaje que ocurre en primavera, por lo cual es necesario realizar aforos en las diferentes épocas del año.

## BIBLIOGRAFIA

Arellano O.; Gómez S. Patricia; Miranda Ángel; Palomeque Luis Israel; Arjona Mila. 2000. Calidad del agua para riego y consumo humano del canal de las colonias del sistema Pirquitas, Catamarca. Universidad Nacional del Catamarca

Basán Nickisch M.; Gallo Mendoza L.; Rosas D.; Zamar S.; Ostinelli M., Carreira D., Tuchneider O.; Parías M.; Pérez M.; D'elía M. 2009. Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Consejo Federal de Inversiones (CFI). 1996. *Evaluación Preliminar del Uso y Manejo del Recurso Hídrico Superficial a partir del Dique Las Pirquitas–Provincia de Catamarca.*

Código Alimentario Nacional. Septiembre 2010. Capítulo XII: 982-1079

CSR Servicios. 2006. Laboratorio de Aguas, Agricultura y Alimentos. Análisis de agua de riego. Interpretación de resultados. Ubeda – Jaen. España. [www.csrservicios.es](http://www.csrservicios.es)

Demin P., Barrera M. B., Assán M., Delgado E., Baravalle F., Gorosito S. M., Segovia F., Curarello J.

Dirección de hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos – Mapa del Valle Central de Catamarca y sus ríos. 2005. Gobierno de la provincia de Catamarca.

Dirección Provincial de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos. 2012. Departamento de Hidrología superficial. Secretaría de Recursos Hídricos.

Lobo P.; Alves J.; Varela M. Agosto 2007. La Hidrografía y el agua en Catamarca. Secretaría del Agua y del Ambiente. Gobierno de Catamarca.

Navarro H.; Miranda A.; Parra L.; Zimmermann U.; Marten-Huizenga; Russell J.; Van Niekerk H.; Fischer J.; Mubanga S. 2008. Estudio ambiental de las cuencas hidrográficas, diques y canales de riego del Valle Central de la provincia de Catamarca. Informe de avance. SECyT. Universidad Nacional de Catamarca. IV Jornada de Actualización en riego y fertirriego.

Núñez Aguilar F.; Álvarez de Toledo J. 2004. El riego en la provincia de Catamarca. Desarrollo social y ambiental sostenible de la región de América Latina y el caribe. Banco Mundial. P 58:62.

Roldán Cañas J., Pérez Arellano R., Díaz Jiménez M., Moreno Pérez M. 2010. Mejora de la gestión del agua de riego mediante el uso de indicadores de riego. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, 42(1): 107-124.

Saracho Marta; Segura Luis, Moyano Patricia; Rodríguez Norma; Carignano Edith. 2006. Revista Ciencia y Técnica. ISSN 0328-431X. Vol. IX-N°12: Universidad Nacional de Catamarca. [WWW.paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar](http://WWW.paisajesdecataamarca.blogspot.com.ar). Revisado el 20 de Diciembre de 2015.

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). Mapa de la provincia de Catamarca. Revisado el 5 de Enero de 2016.