

## INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS DE DESEMPEÑO AMBIENTAL: ÁREA REGADÍA DEL RÍO MENDOZA, ARGENTINA (1era Parte)

J. Morábito<sup>1,2</sup>, S. Salatino<sup>2</sup>, M. Filippini<sup>1</sup>, A. Bermejillo<sup>1</sup>, A. Valdés<sup>1</sup> y V. Abaurre<sup>3</sup>

1 - Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Alte Brown 500 – 5505 – Chacras de Coria. Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. [jmorabito@lanet.com.ar](mailto:jmorabito@lanet.com.ar)

2 - INA – CRA. Belgrano Oeste 210 – 3er Piso – 5500 – Mendoza, Argentina

3 - Facultad de Filosofía y Letras – (UNCuyo) – Centro Universitario – Parque General San Martín, Mendoza, Argentina

### RESUMEN

El área regadía del Río Mendoza concentra la población del gran Mendoza y gran parte de la actividad agrícola e industrial. En los últimos años el crecimiento urbano ha avanzado sobre áreas originalmente agrícolas y la actividad antrópica utiliza el recurso y vuelca sus excedentes a la red de riego contaminándola. La contaminación, debida principalmente, a salinidad, sustancias orgánicas e inorgánicas, metales pesados y organismos patógenos, afecta tanto al agua superficial como al agua subterránea. Para conocer la evolución de la calidad del agua de riego la metodología previó una selección estratégica de 16 “sitios” de muestreo: 3 a lo largo del recorrido del río, 5 en la red de canales y 8 en la de colectores de drenaje. Dado que internacionalmente se aconseja establecer *indicadores de desempeño* que faciliten una rápida toma de decisiones, el trabajo propone para las aguas superficiales los siguientes indicadores ambientales *físicos y químicos*: salinidad (expresada como conductividad eléctrica) y pH, cloruros, sodio, RAS, nitratos, fosfatos y sulfatos. El Departamento General de Irrigación (DGI) establece dos (2) límites: “*máximo permitido*” y “*máximo tolerable*” para el vertido directo e indirecto a los cuerpos receptores (Resolución 778/96 HTA). Los indicadores seleccionados surgen como un cociente entre el valor de la variable considerada respecto de los valores límite de la normativa vigente y permiten analizar espacial y temporalmente la evolución de la calidad del agua de riego. Mediante GIS y utilizando Arc View se obtuvo, para cada sitio de muestreo, un diagrama de barras coloreadas simulando un sistema de alerta: blanco, rojo suave y rojo fuerte, a medida que aumenta la contaminación. Los resultados obtenidos indican buena calidad en la cabecera del sistema y un empeoramiento de la misma en el tramo final (cola), casi siempre asociada a vuelcos ocasionales de efluentes doméstico-cloacales e industriales.

**Palabras clave:** contaminación – parámetros – sustentabilidad – recurso hídrico

## PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE: THE MENDOZA RIVER IRRIGATION AREA (ARGENTINA)

J. Morábito<sup>1,2</sup>, S. Salatino<sup>2</sup>, M. Filippini<sup>1</sup>, A. Bermejillo<sup>1</sup>, A. Valdés<sup>1</sup> y V. Abaurre<sup>3</sup>

1 - Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Alte Brown 500 – 5505 – Chacras de Coria. Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. [jmorabito@lanet.com.ar](mailto:jmorabito@lanet.com.ar)

2 - INA – CRA. Belgrano Oeste 210 – 3er Piso – 5500 – Mendoza, Argentina

3 - Facultad de Filosofía y Letras – (UNCuyo) – Centro Universitario – Parque General San Martín, Mendoza, Argentina

### ABSTRACT

The Mendoza River irrigation area comprises the Greater Mendoza (metropolitan) population and large part of the agricultural and industrial activity of the province. Over the last years, urban growth has encroached upon traditionally agricultural land while anthropic activity demands water and pollutes the irrigation network by discharging excess water into it. Pollution –salinity, organic and inorganic substances, heavy metals and pathogens– affects

both surface water and groundwater. In order to understand the evolution of irrigation water quality, 16 sampling sites were strategically selected: 3 along the river, 5 on the irrigation system, and 8 in drainage collectors. In keeping with international recommendations of *performance indicators* for quick decision-making, our project has adopted the following *physical* and *chemical* environmental indicators: salinity (as electrical conductivity); and pH, chlorides, sodium, SAR, nitrates, phosphates and sulfates. The Departamento General de Irrigación (DGI) sets 2 (two) limits for direct and indirect discharges into receiving water bodies: “*maximum allowable limit*” and “*maximum tolerable limit*” (Resolution 778/96 HTA). The selected indicators are expressed as ratios of the value of the variable under consideration to the limit values of the regulations in force, and are used to analyze the evolution of surface irrigation water quality in time and space. A color bar diagram simulating an alert system (white to light red to dark red as pollution increases) and generated by GIS and Arc View is given for each sampling site. Results show that water quality is good at the head of the irrigation system but that it worsens towards the tail reach, usually in association with occasional domestic and industrial effluent discharges.

**Keywords:** pollution – parameters – sustainability – water resources

## ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

El proceso de seguimiento y evaluación de la calidad del agua en un determinado sistema regadío es universal y está relacionado con la salud y los factores socioeconómicos de la población. Los países están tomando mayor conciencia de la necesidad de obtener datos de calidad de agua para evaluar sus impactos y diseñar su uso con el fin de satisfacer las crecientes demandas de cantidad y calidad del recurso (UNESCO, 2006).

En Argentina el riego representa el 70 % del agua que se extrae de las diferentes fuentes y se usa con una eficiencia global del 40 %. Por su parte, en la provincia de Mendoza la agricultura es la mayor demandante del recurso agua y compite actualmente con el consumo humano (agua potable y saneamiento), el industrial y el energético. Esta gran demanda ha transformado al recurso en una limitante para el desarrollo de la sociedad y exige a los responsables de su administración extremar las medidas que permitan conservar su actual calidad físico – química - microbiológica. La actividad antropogénica derivada del crecimiento urbano experimentado por el oasis norte, avanzando sobre el área agrícola y rodeando a una gran parte de la red de canales y desagües, utiliza el recurso y vuelca parte de sus excedentes contaminándolo. Entre los contaminantes más importantes se puede mencionar: salinidad, sustancias orgánicas, metales pesados y organismos patógenos. La problemática de la calidad del recurso está indisolublemente asociada al concepto de la sustentabilidad por lo que resultaba imperioso planificar una estrategia de monitoreo continuo de la evolución de la calidad del agua del río Mendoza, sobre la base de la identificación de puntos críticos de contaminación, identificar las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación supone un valioso primer paso. En este trabajo se adelantan algunos resultados producto del análisis comparativo de los principales parámetros físico-químicos y de sus respectivos indicadores de desempeño.

Ya a inicios de la década del 90, los investigadores estaban preocupados por encontrar una metodología que permitiera evaluar en forma clara y objetiva el grado de eficacia de las distintas fases o etapas de la gestión del recurso hídrico. Esta metodología debía encontrar la/s herramienta/s que posibiliten al responsable de la administración del agua verificar el seguimiento de las variables estudiadas en el tiempo y en el espacio y visualizar los cambios operados en dichas variables como resultado de la gestión realizada (acertada o no).

En 1991, S. Manor (IWMI - ex – IIMI, Sri Lanka) introduce y presenta a la discusión pública el concepto de “*indicador de desempeño o performance indicator*”, en un importante seminario internacional desarrollado en Mendoza. En esa ocasión se definieron -a través de numerosos trabajos- los primeros indicadores de participación de los usuarios, distribución del agua de riego, mantenimiento de la red de riego, eficiencia de uso del agua, rentabilidad de los sistemas regadíos, sustentabilidad, productividad, etc. Así, Chambouleyron y otros (1991), presentaron indicadores de desempeño *físicos* (lámina de agua aplicada en cada riego vs tipo de suelo y eficiencia de aplicación), *cualitativos y de manejo*, para dos Inspecciones de Cauce del río Tunuyán inferior.

Los grupos de trabajo del Centro Regional Andino del INA y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, continuando en la línea de investigación de parámetros de desempeño en áreas regadías de zonas áridas, avanzaron en la obtención de indicadores ambientales. Se definió así una ecuación de “parámetro de desempeño ambiental” en función de los valores medidos de cada una de las variables determinantes en el cambio de la calidad del agua de riego y el valor crítico de las mismas en función de la normativa vigente (máximo permitido, Resol.778/96 del DGI). Las variables consideradas fueron: conductividad eléctrica, temperatura, pH, sólidos sedimentables, presencia de materia orgánica, nitratos, fosfatos, metales pesados y colifecales. Una escala de calificación de la calidad del agua del río Tunuyán –oportunamente propuesta a tal fin- permitió observar en los ciclos agrícolas 95-96, 96-97 y 97-98 que la “*buena*” calidad en el ingreso al sistema se iba perdiendo por efecto de la contaminación alcanzando a nivel de finca la calificación de “*mala*” a “*muy mala*”. (Bos y Chambouleyron, 1999),

En 2005, M:G: Bos (ILRI, Wageningen - Holanda), en colaboración con Burton y Molden, resume en sus “*Practical guidelines*” años de investigación en la búsqueda, definición, selección y aplicación de parámetros de desempeño en riego y drenaje. En esa ocasión el aporte de los grupos de investigación de Mendoza estuvo referido -entre otros- a la obtención de indicadores de desempeño referidos a: lámina de riego realmente aprovechada por la planta (overall consumed ratio), intervalos de riego (dependability of irrigation interval) e incidencia de los rubros operación y mantenimiento sobre el presupuesto de un organismo de usuarios en función del tamaño de los mismos (O&M fraction). Todos ellos obtenidos para el río Tunuyán inferior. En nuestro país Mendoza no es la única provincia donde se han obtenido indicadores de desempeño en el marco de la gestión integral del recurso hídrico. En Santiago del Estero, la temática fue objeto de una tesis doctoral cuyo autor hace un prolijo relevamiento de la información disponible y obtiene un *set de indicadores* relacionados con la evolución histórica del manejo del recurso en esa provincia y con la modernización de las prácticas agrícolas destinadas a conseguir una mayor eficiencia en el uso del agua (Prieto, 2006).

Desde los comienzos del 2003, convencidos de la importancia de esta línea de investigación, se ha venido estudiando la calidad del agua con que se riega el oasis norte (Río Mendoza), estudio que se ha hecho extensivo al río Tunuyán superior desde agosto del 2007. A través de muestreos mensuales en puntos estratégicos ubicados a lo largo de la cabecera del río y de la red de canales de riego y colectores de drenaje, se obtienen los diferentes parámetros físico-químicos y microbiológicos que definen la calidad del agua de cada uno de los ríos en estudio. La información obtenida -adecuadamente sistematizada- tiene como destinatario principal a los diferentes niveles responsables de la gestión (Departamento General de Irrigación, Asociación de Inspecciones de Cauce, Inspecciones de Cauce) y a los usuarios en general. El seguimiento de la evolución –tanto en el tiempo como en el espacio- de las distintas variables responsables de la contaminación del agua de riego hace posible la rápida toma de decisiones para corregir falencias de manejo o mitigar impactos no deseados.

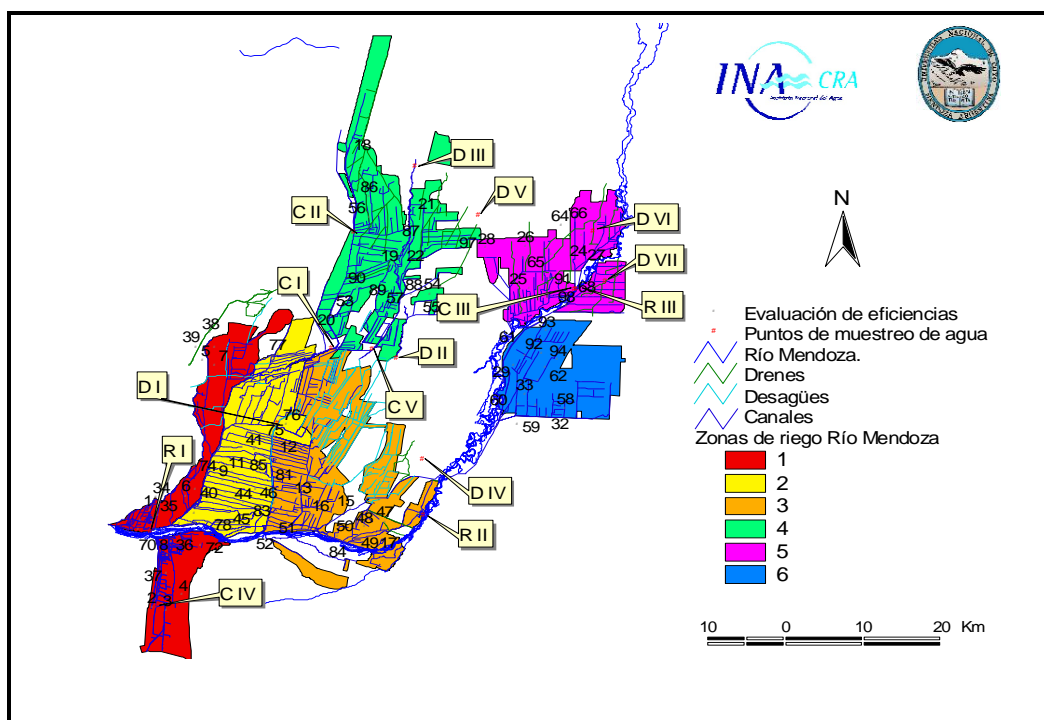
## OBJETIVOS

Son objetivos del trabajo detectar mediante el uso de indicadores ambientales de desempeño las variaciones espacio-temporales de calidad del agua de riego del río Mendoza, identificar sus posibles causas u orígenes, ayudar a calificar la gestión del recurso y confeccionar una base de datos de calidad físico – química y microbiológica del agua. En esta primera parte se presentan sólo indicadores físico-químicos de calidad.

Se espera que los resultados obtenidos permitan elaborar recomendaciones de manejo tendientes a asegurar la disponibilidad del recurso, preservando su calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la evolución de la calidad del agua en el sistema, fueron seleccionados varios sitios de muestreo, geo-referenciados por medio del uso de un GPS. Los mismos se localizaron a lo largo del río, de la red de canales de riego y drenaje, considerando los distintos agentes contaminantes y los posibles lugares de vuelco (Fig. 1). Los puntos de muestreo quedaron limitados –por razones presupuestarias- a 16, distribuidos de la siguiente manera: río (3) denominados R\_I, R\_II y R\_III, canales de riego (5), C\_I hasta C\_V y drenes (8), D\_I hasta D\_VIII). Las muestras de agua fueron mensuales, tomadas entre las 8 y las 20 horas desde febrero de 2003 hasta septiembre del año 2007 a excepción de: julio 03, enero y junio 04, enero, abril, mayo, junio, julio 05, enero y junio 06, enero, junio y julio 07 (corta de agua en la red de canales y razones operativas).



**Figura 1: Área de estudio: ubicación de sitios de muestreo**  
(R = río; C =canales y D = drenes)

Los análisis físico-químicos realizados fueron: *RIO*, *CANALES* y *DRENES*: conductividad eléctrica (C.E.), temperatura, pH, aniones y cationes, RAS por cálculo. Todos los análisis se realizaron por medio de técnicas oficiales y por el Standard Methods (APHA, AWWA, WPCF, 1992). Se midió además, el caudal pasante. Con los resultados de los análisis realizados en las muestras de agua extraídas en cada lugar se confeccionó una base de datos y se realizó el análisis estadístico de los mismos.

El Departamento General de Irrigación (DGI) establece en la normativa vigente (Resolución 778/96) dos (2) límites: “*máximo permitido*” y “*máximo tolerable*” para el vertido directo e indirecto a los cuerpos receptores (Tabla 1). En este marco el trabajo propone - para las aguas superficiales del río Mendoza- los siguientes indicadores ambientales: *físicos*: ICea (salinidad expresada como conductividad eléctrica) e IT°C (temperatura) y *químicos*: IpH, ICl (cloruros), INa (sodio), IRas (RAS), INO3 (nitratos), IPO4 (fosfatos) y ISO4 (sulfatos).

Los indicadores seleccionados fueron obtenidos como un cociente entre el valor de la variable considerada respecto de los valores límite de la normativa vigente (máximo permitido y máximo tolerado). Se utilizó una combinación de Arc View y GIS graficándose en forma separada cada una de las variables para posibilitar el análisis de su evolución temporal. La nomenclatura utilizada para los distintos indicadores permite diferenciar si se trata de valores permitidos (**P**) y tolerables (**T**) referidos al río (**R**) o a los canales (**C**) de riego o de drenaje (**D**). Además, cada indicador va precedido de un número que corresponde al ítem del parámetro en la normativa citada. Así por ejemplo el indicador máximo permitido de temperatura de un canal de riego será: **6 IT°C P - C**.

**Tabla 1: Parámetros físico-químicos: valores máximos permitidos y tolerables según resolución 778/96 del DGI**

Resolución 778/96 (DGI)	Ítem	Parámetro	Unidades	Máximo Permitido	Máximo Tolerable
<b>Parámetros Físicos</b>	1	Conductividad eléctrica específica	μS (a 25 °C)	900	1800
	2	Temperatura	°C	30	45
<b>Parámetros Químicos</b>	4	Cloruros	mg/l	200	400
	5	Fosfatos	mg/l	0.4	0.7
	6	Nitratos	mg/l	< 45	45
	7	PH	Número	6.5 a 8.2	5.5. a 9.0
	8	RAS	Número	6	Nunca >12
	9	Sodio	mg/l	150	275
	10	Sulfatos	mg/l	250	400

Una vez definidos los indicadores y simulando un práctico sistema de alerta se obtuvo, para cada sitio de muestreo, un diagrama de barras coloreadas que parte del blanco, pasa por el rojo suave y termina en rojo fuerte a medida que se incrementa la contaminación. La barra será blanca, si el cociente entre el valor medido y el límite de la normativa vigente (máximo permitido o máximo tolerado) es menor de 1 (**no contaminado**), rojo suave cuando el cociente está comprendido entre 1 y 2 (**contaminado**) y rojo fuerte si el cociente supera el valor 2 (**altamente contaminado**). La base de datos que origina este sistema de alerta podrá seguir siendo actualizada a medida que es utilizada por el responsable del manejo, permitiendo así un oportuno control de los niveles de contaminación que ayudará a una rápida acción de mitigación.

## RESULTADOS

Por razones de espacio sólo se presentan a continuación los indicadores correspondientes a los valores *máximos permitidos y tolerables* referidos a salinidad (Figuras 2 a á 2 d ) y cloruros (Figura 3 a y 3 b)) para ríos, canales y drenes. La Figura 2 a, muestra la correlación del contenido salino del agua del río (R I) con el canal Flores, margen derecha (C IV) y con el punto más alejado de la red (C III), Canal San Martín en Costa de Araujo, recientemente impermeabilizado. Todas aguas de buena calidad que -en general- se mueven dentro de los valores permitidos. Los canales C I, C II y C V reciben,



respectivamente, ocasionales vuelcos domésticos (Planta Campo Espejo) y urbano-agrícola-industriales claramente evidenciados en el color rojo predominante.

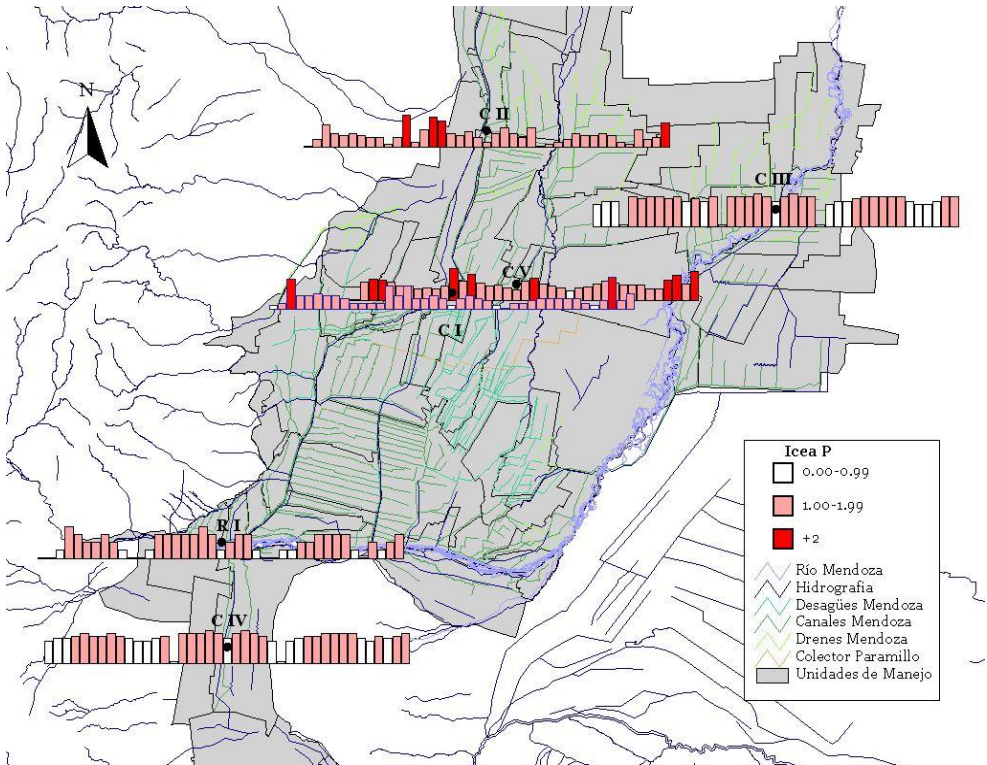


Figura 2 a: Índice de CEA Máximo Permitido en Río y Canales del río Mendoza (2.ICeaP-RyC).

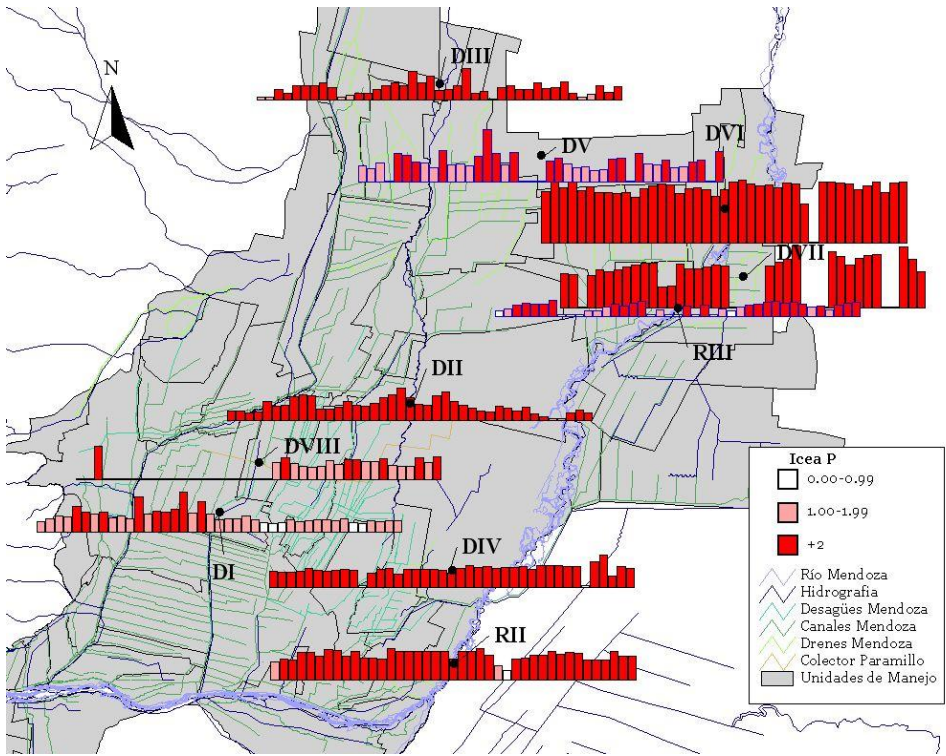
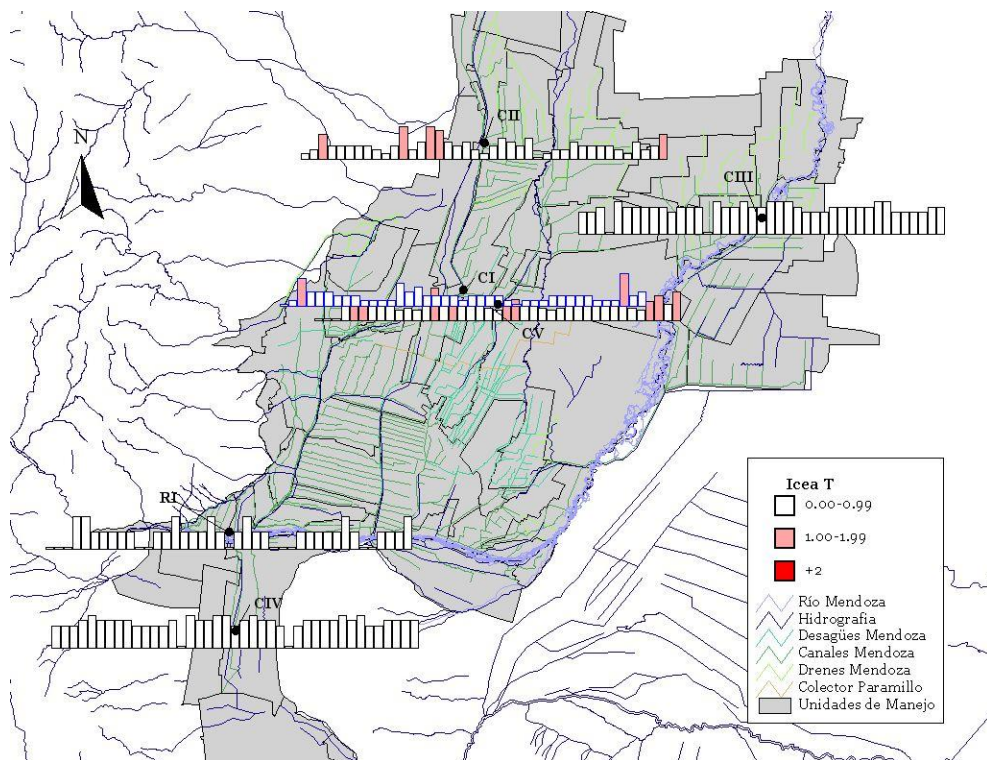


Figura 2a: Índice de CEA Máximo Permitido en Río y drenes del río Mendoza (2.ICeaP-RyD).

Si se observa el indicador correspondiente al máximo permitido en drenes se visualizan altos valores de salinidad. En general esta situación es debida a la naturaleza específica del agua drenada de los suelos y no al vuelco de aguas salinas superficiales. Sin embargo, se destaca en el contenido salino de las aguas del desagüe D I (Colector Pescara) una disminución del indicador como resultado de la puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento construida en 2004 (mezcla con agua subterránea de buena calidad). Asimismo se visualiza la relativa uniformidad de calidad del agua a lo largo del tiempo. Por otro lado comparando R II y R III se evidencia que el río Mendoza a la altura de Palmira se transforma en un verdadero colector de drenaje y que -en el largo trayecto desde este punto hasta Costa de Araujo (final del oasis)- el agua diluye su contenido salino ante vuelcos ocasionales de agua superficial proveniente de la planta Paramillos. Lógicamente la visualización de los indicadores referidos a los valores máximos tolerables (figuras 2c y 2d) revela una neta predominancia de ausencia de color rojo en el río (R I) y en la red de canales y presencia del mismo en la mayoría de los drenes.



**Figura 2c: Índice de CEA Máximo Tolerable-Río y Canales del río Mendoza (2.ICeaT-RyC).**

Con referencia a la presencia de cloruros las barras correspondientes a los valores de ICI máximos permitidos en río y canales (Figura 3 a) muestran claramente que, por ahora, la situación está bastante controlada (sólo se observa color rosado en el sitio C V, en algunos meses y en un sólo mes en C II). Lo observado en el río y la red de drenaje es bastante similar a lo comentado con respecto a salinidad (Figura 3b).

Los diagramas de los valores máximos tolerables de concentración de cloruros no presentan ninguna situación de riesgo en el río ni en la red de canales y si se analiza al río y a la red de drenaje se destaca netamente el punto D II (laguna aguas abajo del sistema) con un contenido más alto de cloruros y el dren D VI (predominantemente desagües agrícolas). Asimismo resaltan meses puntuales con alto contenido de cloruros en los drenes D IV y D VII.



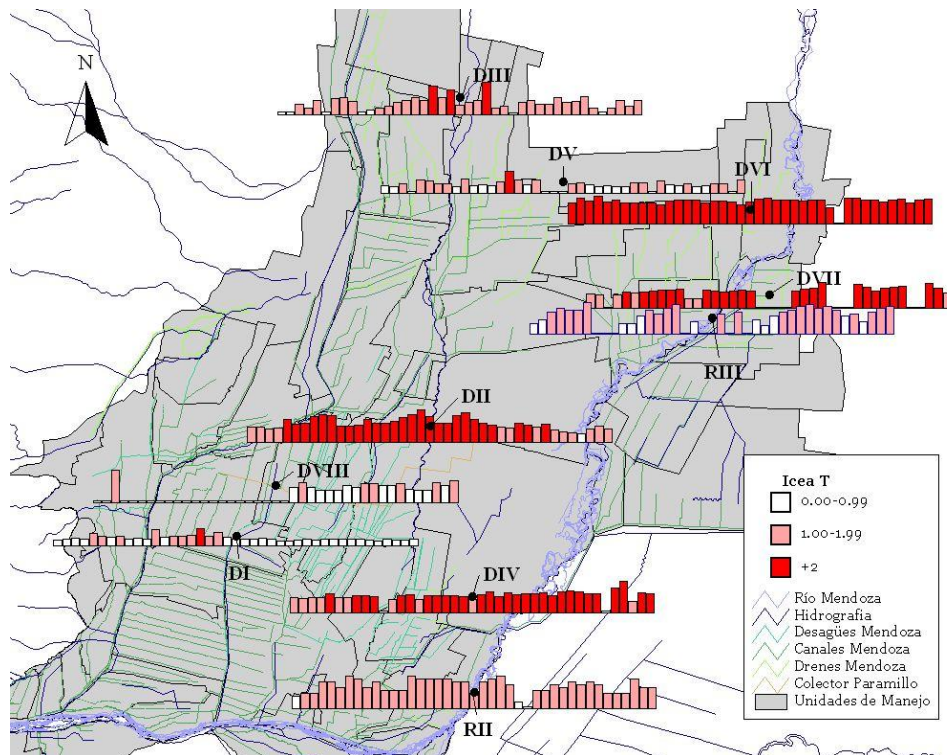


Figura 2d: Índice de CEA Máximo Tolerable- Río y Drenes del río Mendoza (2.IceiT-RyD).

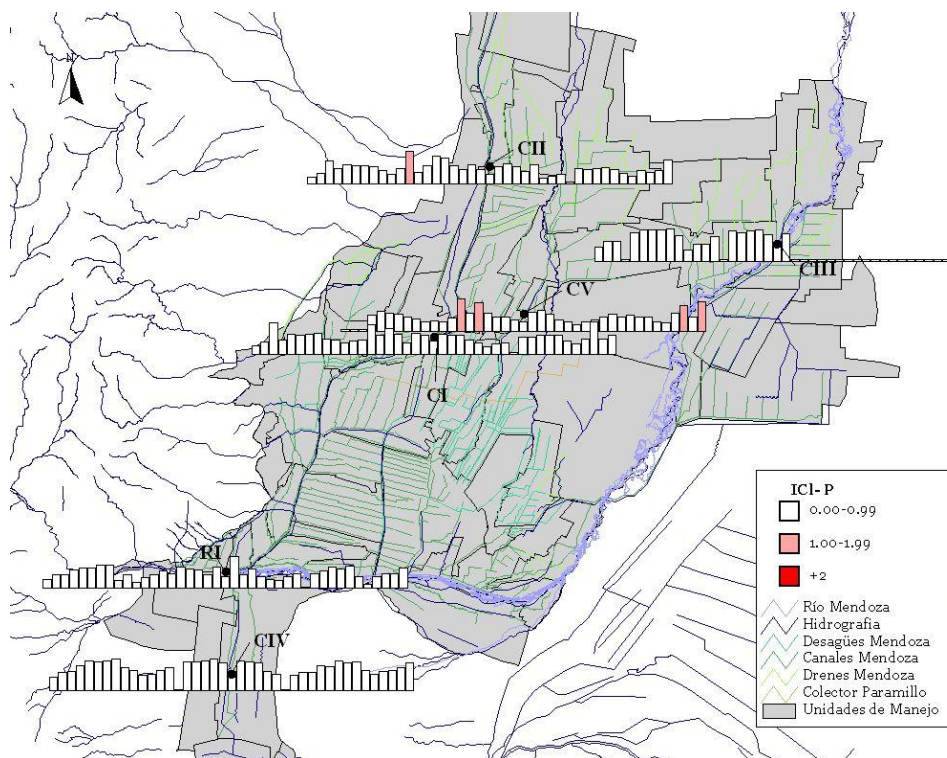
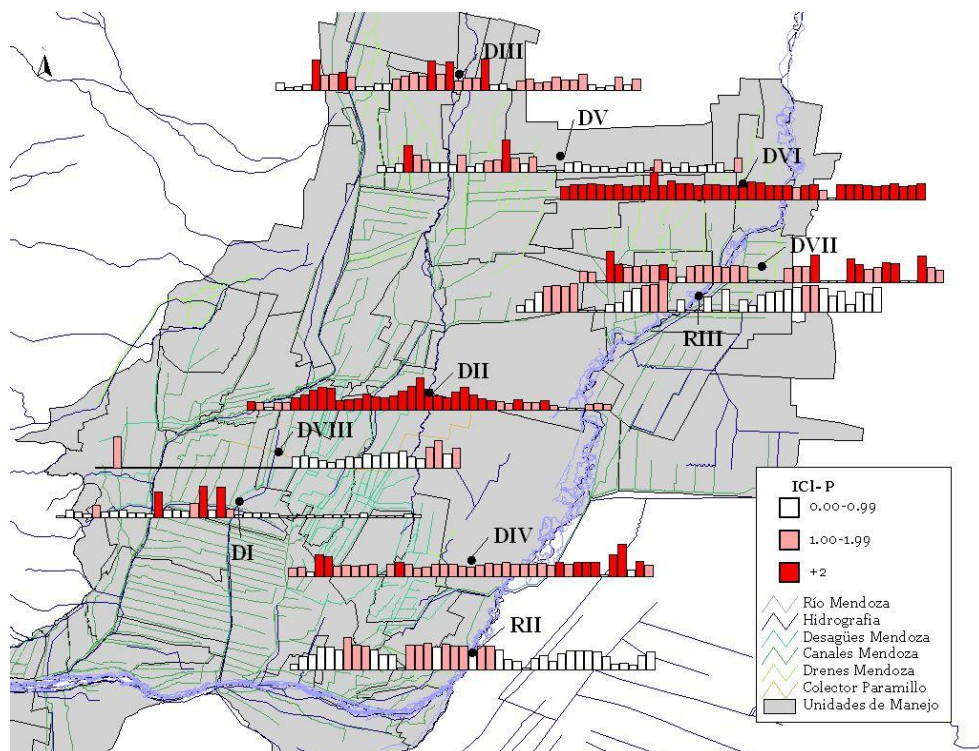


Figura 3a: Índice de contenido de cloruros Máximo Permitido en Río y Canales del río Mendoza (11.ICI-P-RyC).





**Figura 3b: Índice de contenido de cloruros Máximo Permitido en Río y Drenes del río Mendoza (11.ICI-P-RyD).**

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Figura 2b muestra claramente cómo se produce el incremento de la salinidad en la cuenca, aumentando desde las zonas altas (esquina S-O) hacia las bajas (esquina S-E). En ella puede verse, además, que el nivel de salinidad del agua de los drenes es muy superior al exigido por la normativa vigente e indica una alta contaminación. Sin embargo y dado que los drenes conducen –naturalmente- aguas salinas, la normativa debería considerar esta situación. En la práctica, el agricultor que necesite volcar a la red de drenaje agua de alto contenido salino sin ningún otro tipo de contaminante que supere los valores aceptados, debe realizar un pedido expreso de autorización al DGI, trámite que la nueva normativa podría evitar.

La incorporación de Arc View y GIS permite presentar los resultados en una forma dinámica, cumpliendo así con el objetivo de servir como herramienta sencilla y práctica para facilitar una visión global de la contaminación del agua de riego en toda el área de influencia de un río. Los administradores del recurso (DGI, Asociaciones e Inspecciones de cauce) podrán así comparar los niveles de contaminación de los distintos parámetros considerados en la normativa, en un mismo ciclo agrícola y/o entre las distintas campañas de muestreo, identificar posibles causas espaciales o temporales de presencia o aumento de contaminantes y tomar medidas más o menos rápidas para solucionar o mitigar el posible impacto negativo de dicha contaminación. Los indicadores obtenidos podrán ser aplicados en otras áreas regadías de la provincia, el país o el mundo haciendo válidas tanto la comparación entre calidades de agua de lugares diferentes como aplicación de posibles soluciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andreoli, C.** 1993. Influencia de la agricultura en la calidad del agua en prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales de la consulta de expertos. FAO-Chile.
- APHA-AWWA-WPCF.** 1992. Métodos normalizados para el análisis de agua potables y residuales. Ediciones Días de Santos, SA. XVII edición.
- Bos, M.G., Salatino, S. and Giraud Billoud, C.** 2001. The water delivery performance within The Chivilcoy Tertiary Unit in Irrigation and Drainage Systems 15, 311-325.
- Bos, M.G. y J. Chambouleyron.** 1998. Parámetros de desempeño de la agricultura de riego de Mendoza, Argentina. IWMI, Serie Latinoamericana N° 5. México.
- Bos, M.G.; M.A. Burton and D.J.Molden.** 2005. Irrigation and Drainage Performance Assessment. Practical Guidelines. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Chambouleyron, J.; S. Salatino y L. Fornero.** 1991. Irrigation Efficiency and Users' Performance in Water Management. In Performance Measurement in Farmer-Managed Irrigation Systems. IIMI. Colombo, Sri Lanka
- Chambouleyron J. y M. Marre de Leyton.** 1996. Evaluación del manejo y control de la calidad del agua de riego en Mendoza (continuación). Informe final. UNCuyo (CI) e INA. Mendoza.
- Código Alimentario Argentino.** 1998. Ediciones Marzochi. Argentina.
- DGI (Departamento General de Irrigación).** 1996. Reglamento general para el control de contaminación hídrica – resolución 778. Mendoza – Argentina.
- EPA.** 1992. Agencia de Protección Ambiental de EEUU. Oficina del Agua. Estándares del reglamento nacional primario de agua potable. USA.
- EPA, Method 608.** 1979. Organ chlorine pesticides and PCB 'S. Federal register. Volume 44, # 233.
- EPA Method 8141 A.** 1994. Organophosphorus compounds by gas chromatography: capillary column technique. [Http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf](http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf).
- EPAS Ente Provincial del Agua y del Saneamiento.** 2001. Normas de calidad de aguas y efluentes. Anexos I y II. Mendoza – Argentina.
- Manor, S. and J. Chambouleyron, editors.** 1993. Performance Measurement in Farmer-Managed Irrigation Systems. IIMI. Colombo, Sri Lanka.
- Medina de Días, R.; M. Zimmermann, N. Nacif, S. Campos, A. Drovandi y D. Genovese.** 1998. I-3 Parámetros Ambientales en Parámetros de desempeño de la agricultura de riego de Mendoza, Argentina. IWMI, Serie Latinoamericana N°5. México
- Morábito, J.; S. Salatino, R. Medina y otros.** 2005. Calidad del agua en el área regadía del río Mendoza (Argentina). Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXVII N° 1. 1– 23. Mendoza, Argentina
- Morábito, J.; S. Salatino, R. Medina y otros.** 2007. Calidad del agua en el área regadía del río Mendoza: temperatura, pH, iones solubles y sólidos. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIX N° 1. 9 – 20. Mendoza, Argentina
- Prieto, D.** 2006. Modernization and the evolution of irrigation practices in the Río Dulce Irrigation Project, Santiago del Estero, Argentina. Una tarea de todos. Wageningen University. The Netherlands.
- UNESCO.** 2006. 2º Informe de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.