

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



J. Morábito (1-2), S. Salatino (2), M. Filippini (1), A.
Bermejillo (1), A. Valdés (1) y V. Abaurre (3)

1) - Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Alte Brown 500
– 5505 – Chacras de Coria. Luján de Cuyo, Mendoza,
Argentina. 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.



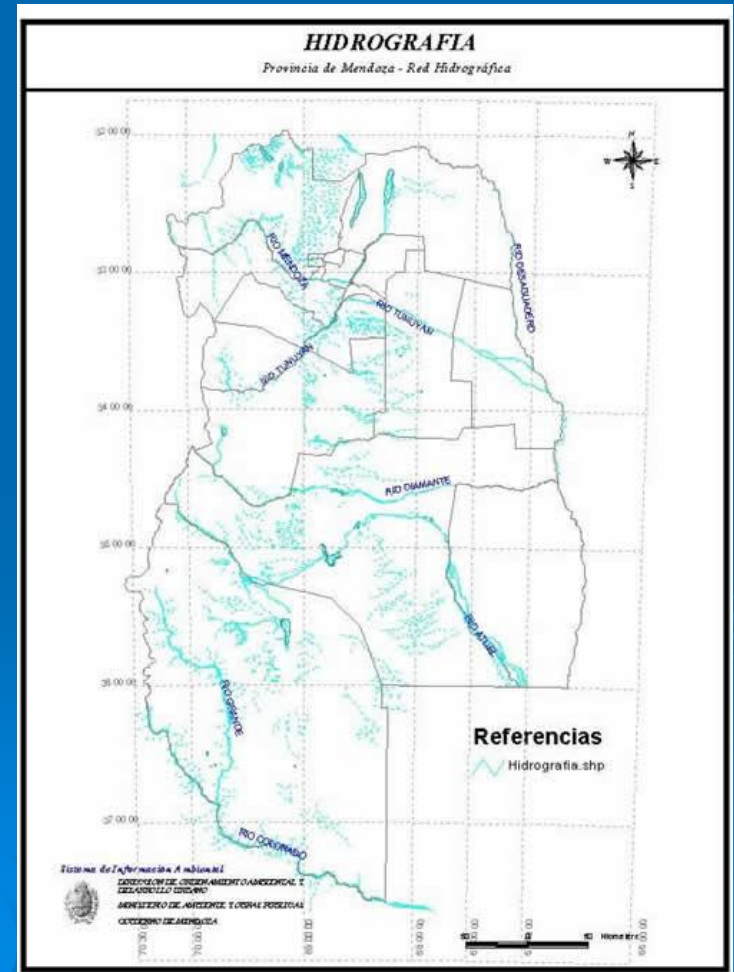
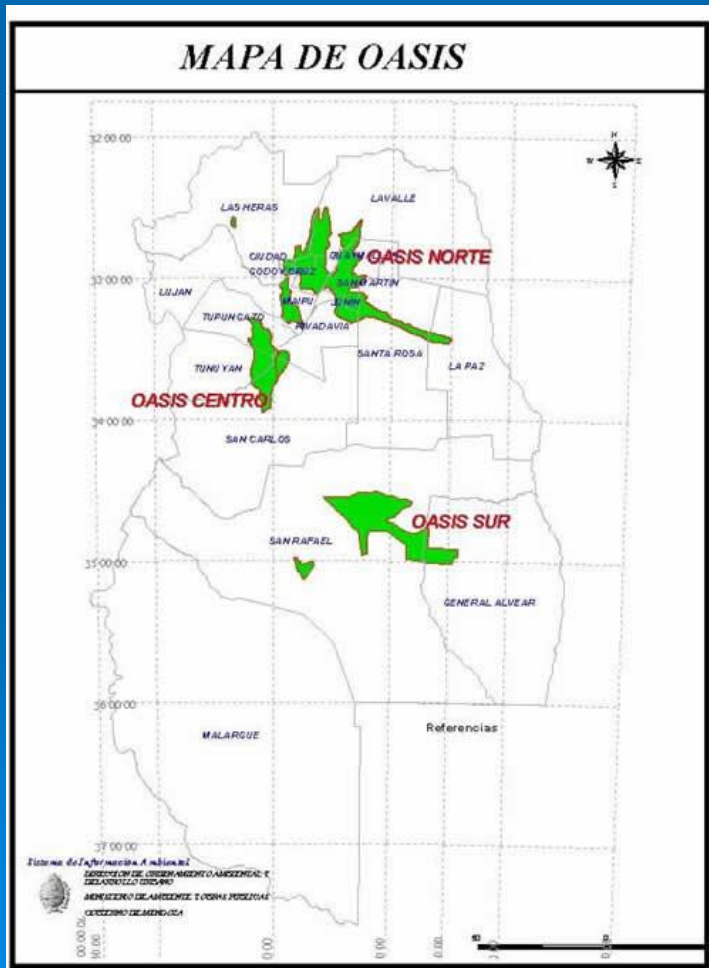
MAPA POLITICO DE LA RCA ARGENTINA



PROVINCIA DE MENDOZA (Argentina): hidrografia y oasis regadios

Latitud: 32° 52' S

Longitud: 68° 51' O



ADMINISTRACION DEL AGUA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

Niveles de Responsabilidad

1.- Departamento General de Irrigacion (D.G.I.) = Minist. del Agua

Rios

Diques

Canales matrices y primarios

2.- Inspecciones de cauce

Canales 2darios – 3arios (propiedades/ fincas)

3.- Asociacion de Inspecciones de cauce (2do nivel) / ZONAS DE RIEGO (I – II- III – IV – V – VI)

4.- Productores, agricultores, regantes

ANTECEDENTES

- 1.- 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.
- 2.- 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.
- 3.- Bos y Chambouleyron en 1999 definieron 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).

Una escala de calificación de calidad del agua del río Tunuyán para los ciclos agrícolas 95-96, 96-97 y 97-98 señaló que la “*buena*” calidad en el ingreso al sistema se iba perdiendo por efecto de la contaminación. A nivel de finca la calificación obtenida fue “*mala*” a “*muy mala*”.

4.- En 2005, M:G: Bos (ILRI), 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.

5.- Aporte de los grupos de investigación de Mendoza: *indicadores de desempeño para el río Tunuyán inferior referidos a:*

- lámina de riego realmente aprovechada por la planta (overall consumed ratio)
- intervalos de riego (dependability of irrigation interval)
- 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).

6.- . Prieto (2006) en Santiago del Estero, para su tesis doctoral 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.

En esta primera parte se presentan sólo indicadores **físico-químicos** de calidad:

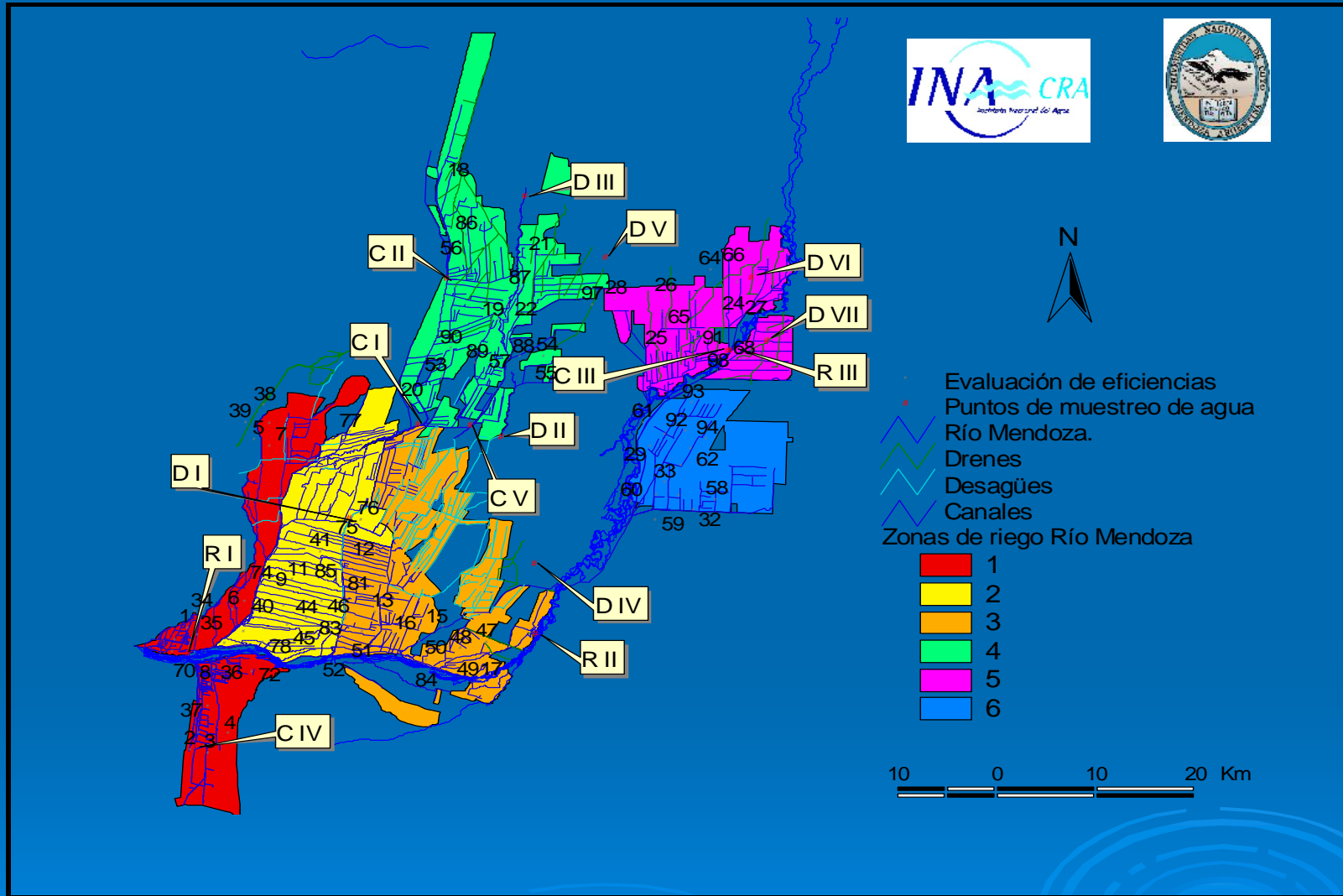
Temperatura, CEA, pH, RAS, cloruros, fosfatos, nitratos y sulfatos

OBJETIVOS

- 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
- Confeccionar una base de datos de calidad físico – química y microbiológica del agua.

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

MATERIALES Y METODOS



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

Los parámetros estudiados fueron:

En *RIO*, *CANALES* y *DRENES*: conductividad eléctrica (C.E.), temperatura, pH, aniones y cationes y RAS por cálculo (por medio de técnicas oficiales y por el Standard Methods: APHA, AWWA, WPCF, 1992).

Se midió además, el caudal pasante .

Con los resultados se confeccionó una base de datos y se realizó el análisis estadístico de los mismos.

La Resolución 778/96 del DGI establece en la normativa vigente dos (2) límites: para el vertido directo e indirecto a los cuerpos receptores: “*máximo permitido*” y “*máximo tolerable*”.

El trabajo propone -para las aguas superficiales del río Mendoza- los siguientes indicadores ambientales:

físicos: IC_{ea} (salinidad expresada como conductividad eléctrica) e IT^{°C} (temperatura)

químicos: IpH, ICl (cloruros), INa (sodio), IRas (RAS), INO₃ (nitratos), IPO₄ (fosfatos) y ISO₄ (sulfatos).

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
Parámetros Físicos	1	Conductividad eléctrica específica	μS (a 25 °C)	900	1800
	2	Temperatura	°C	30	45
Parámetros Químicos	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

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).

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).

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: **1 IT°C P - C.**

Simulando un práctico sistema de alerta se obtuvo, para cada sitio de muestreo, un diagrama de barras coloreadas: *blanco*, *rojo suave* y *rojo fuerte*, aumentando la intensidad del color 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 gestor, permitiendo así un oportuno control de los niveles de contaminación que ayudará a una rápida acción de mitigación del/los posibles impactos en cualquier sitio de la red.

RESULTADOS

1.- Conductividad Eléctrica-

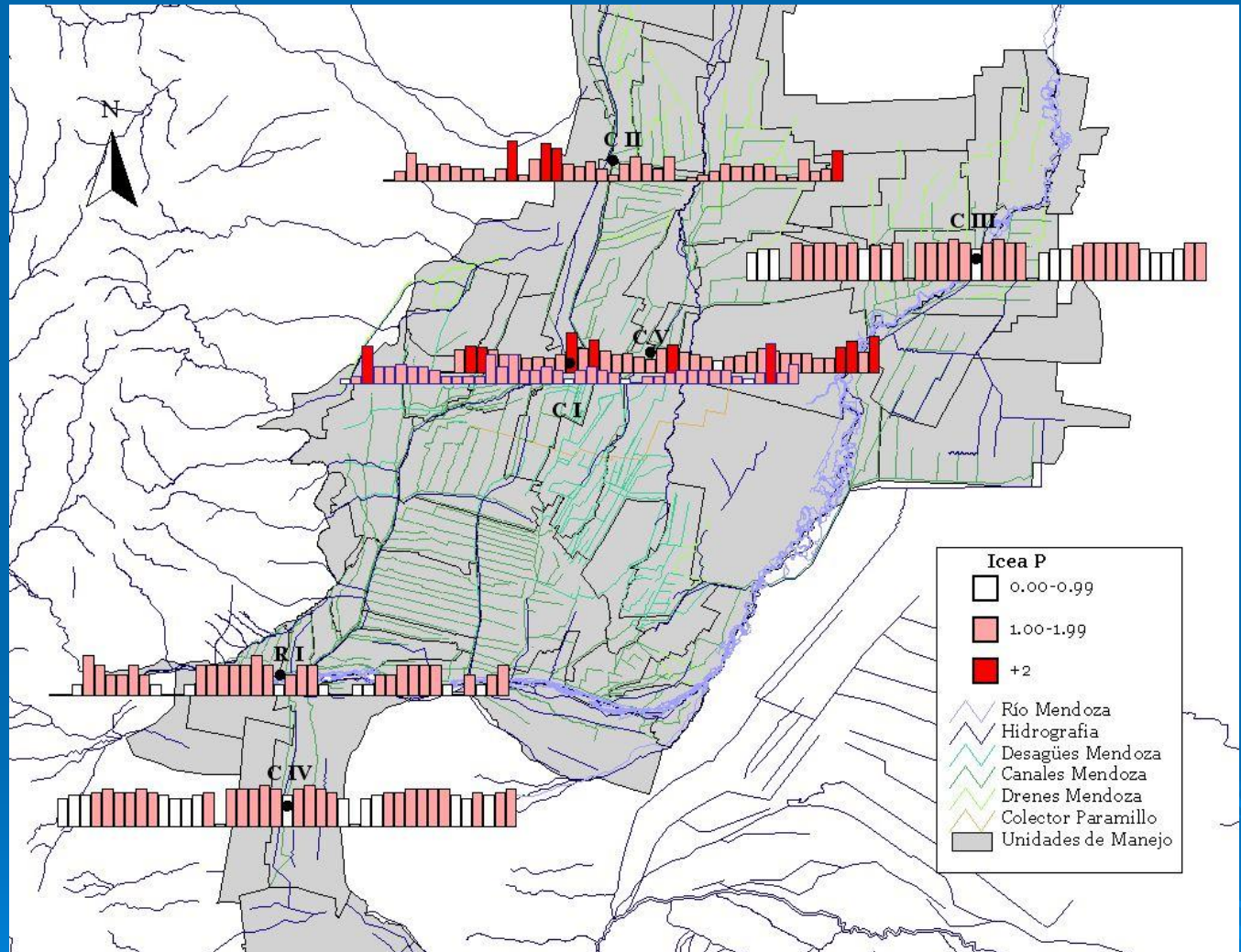


Fig. 2a: Índice de CEA Máximo Permitido en Río y Canales del río Mendoza (2.ICeaP-RyC).

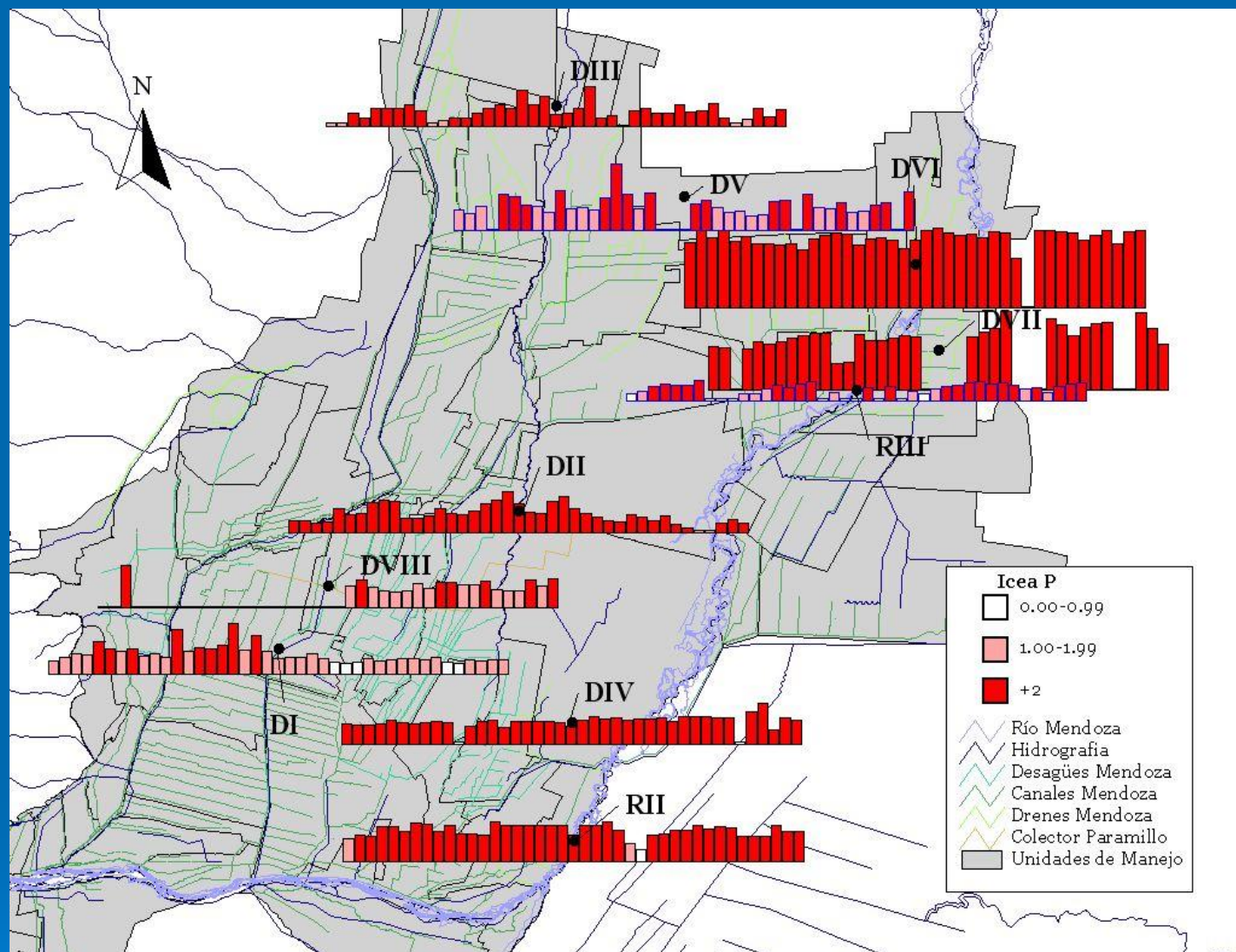


Fig. 2b: Índice de CEA Máximo Permitido en Río y drenes del río Mendoza (2.ICeaP-RyD).

El primer mapa (Fig 2a) 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.

Se trata de *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.

En cuanto al indicador correspondiente al *máximo permitido en drenes* (Fig. 2b) se visualizan *altos valores de salinidad* (en general esto es debido 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.

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.

Logicamente los mapas que corresponderian a los indicadores maximos tolerables revelan una situacion relativamente buena (ausencia total de color rojo en el rio y en la red de canales de riego). Los drenes siguen mostrando presencia de salinidad (Figs. 2c y 2d).

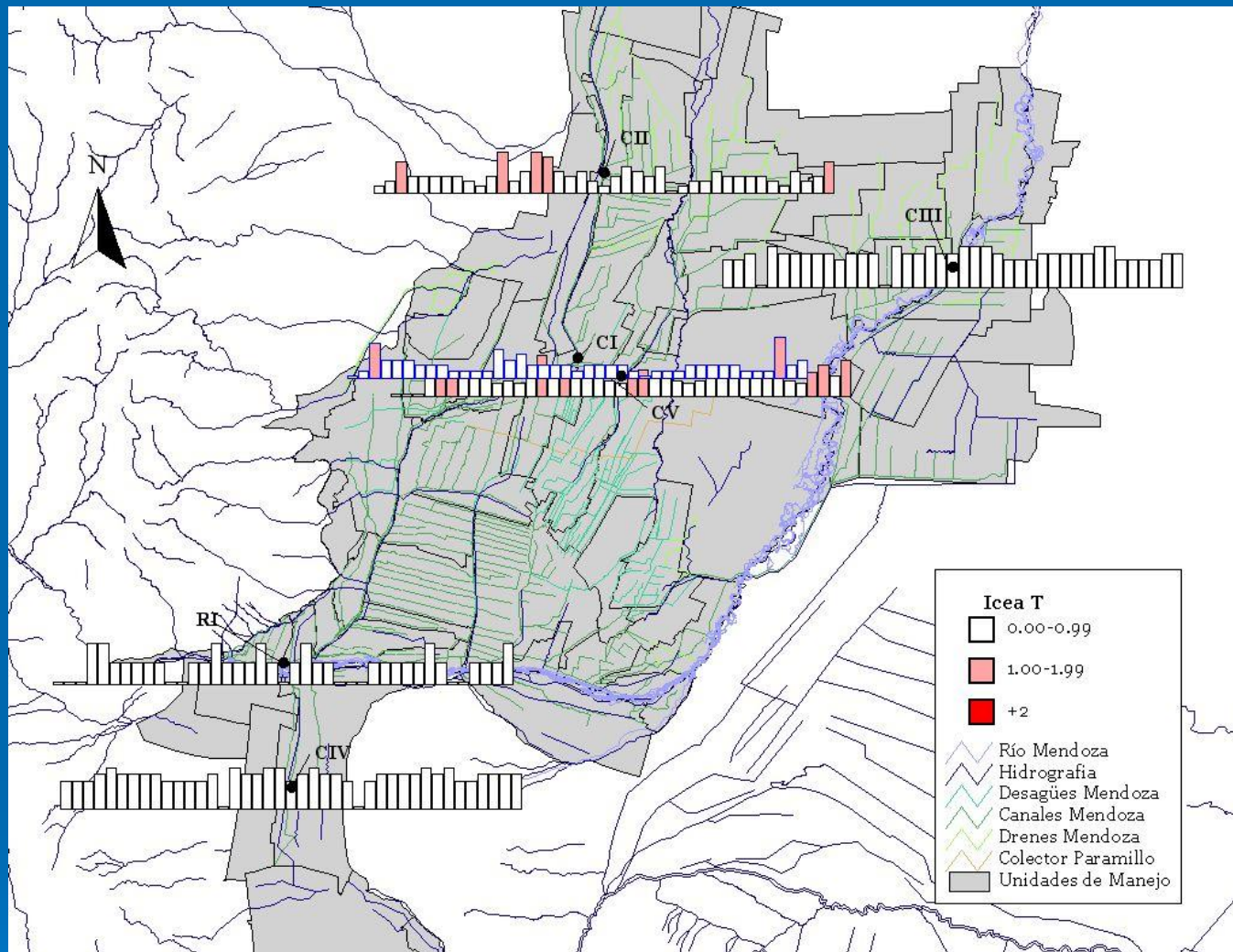


Fig. 2c: Índice de CEA Máximo Tolerable-Río y Canales del río Mendoza (2.ICeaT-RyC).

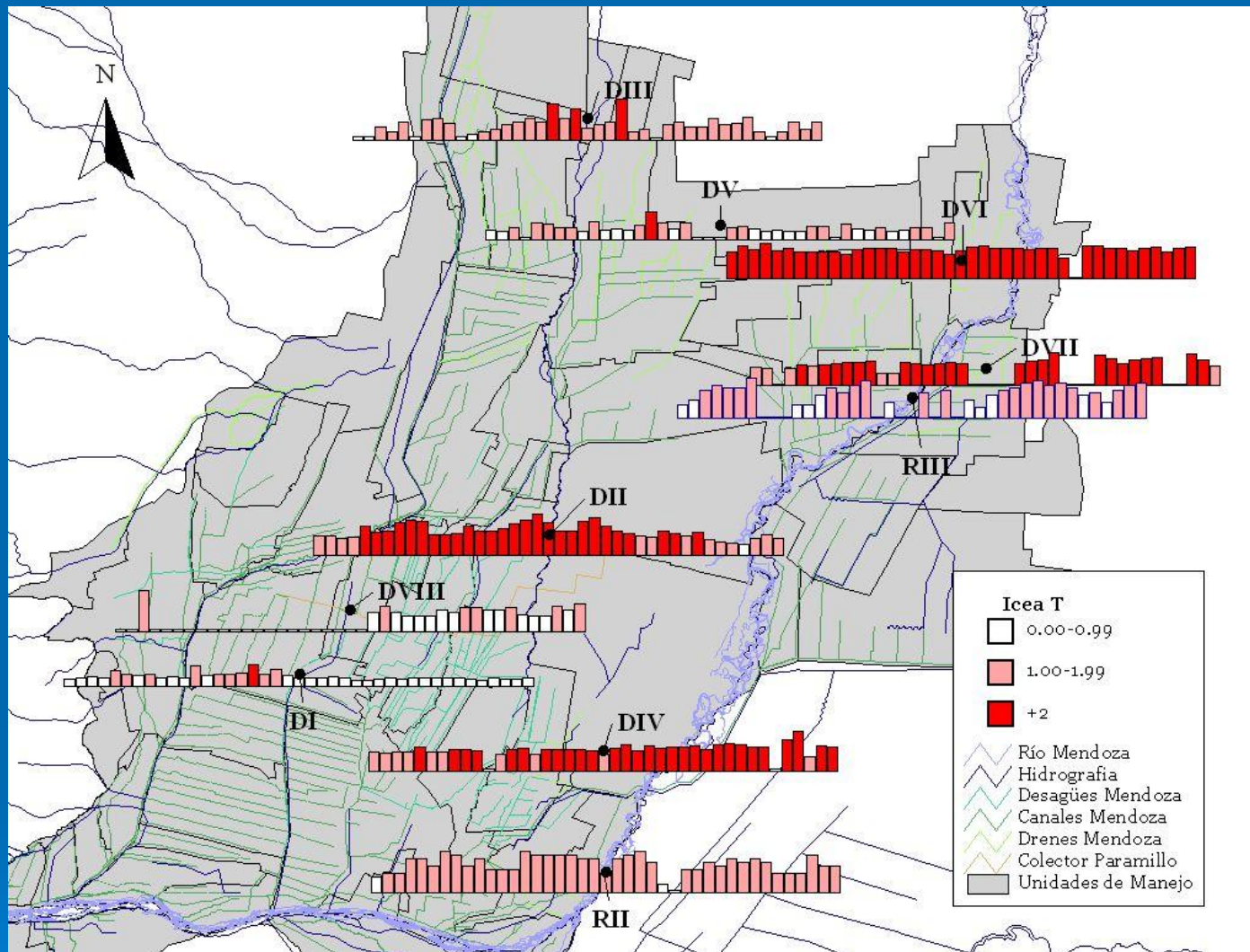


Fig. 2d: Índice de CEA Máximo Tolerable- Río y Drenes del río Mendoza (2.ICeaT-RyD).

2.- Cloruros

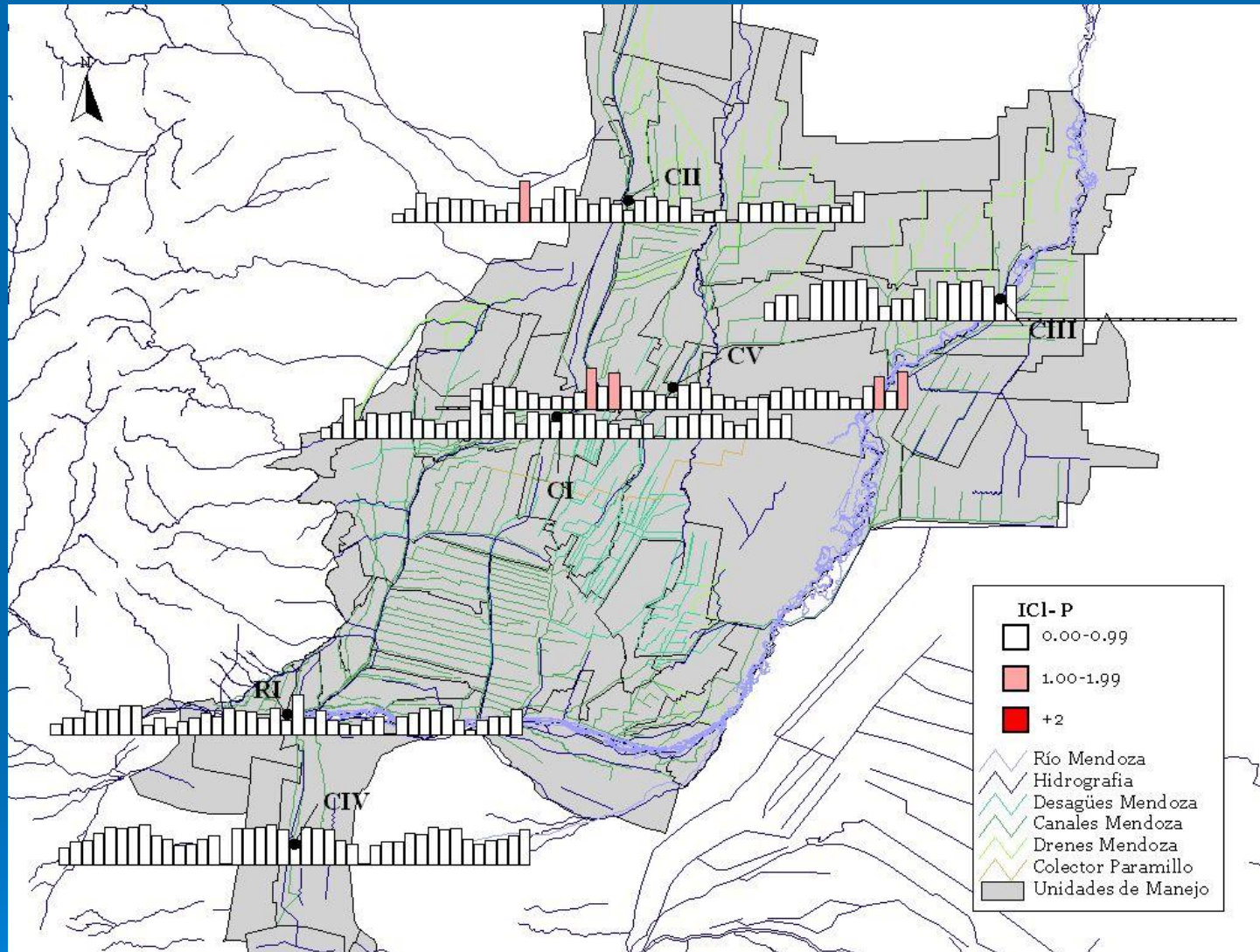


Fig. 3a: Índice de contenido de cloruros Máximo Permitido en Río y Canales del río Mendoza (11.ICl-P-RyC).

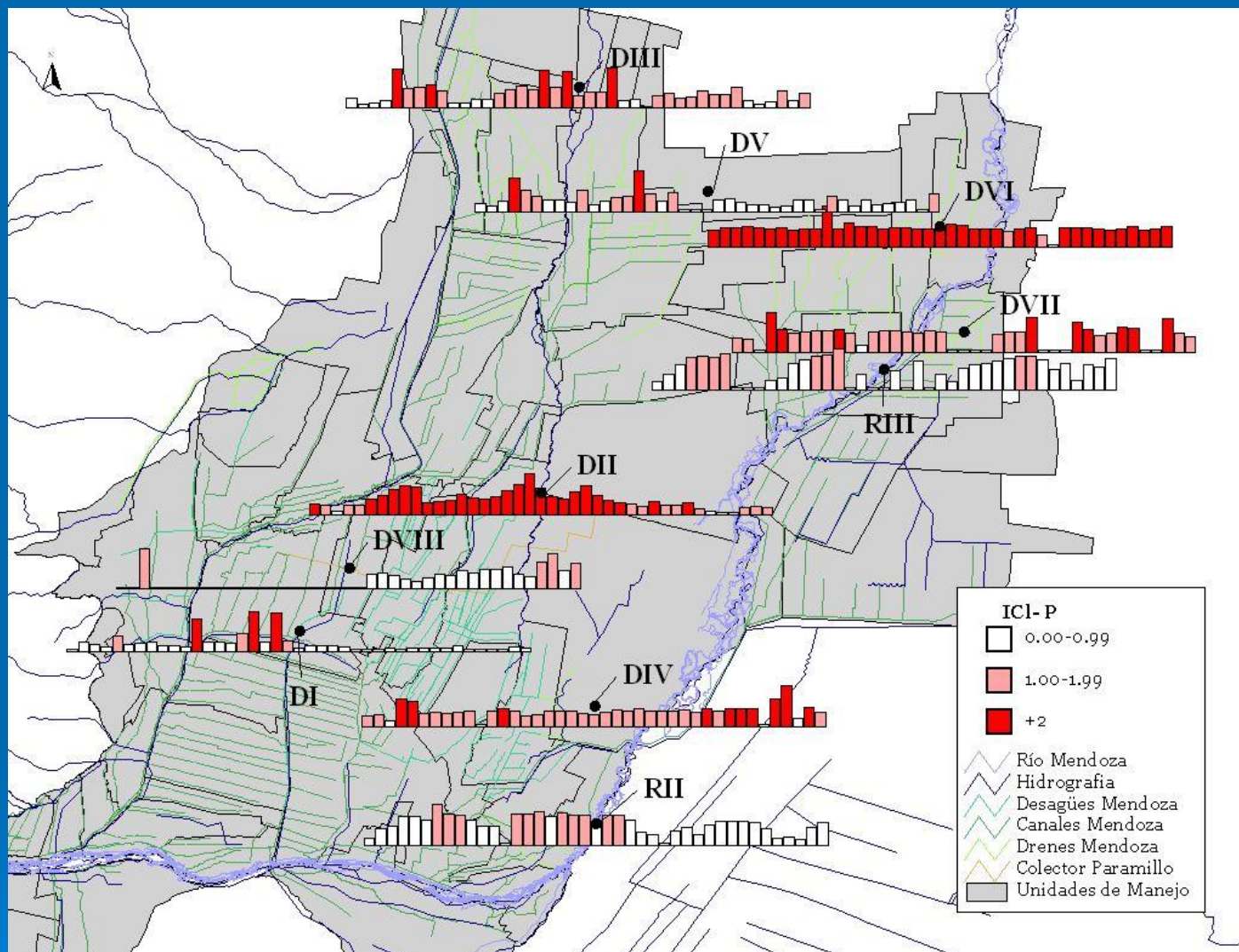


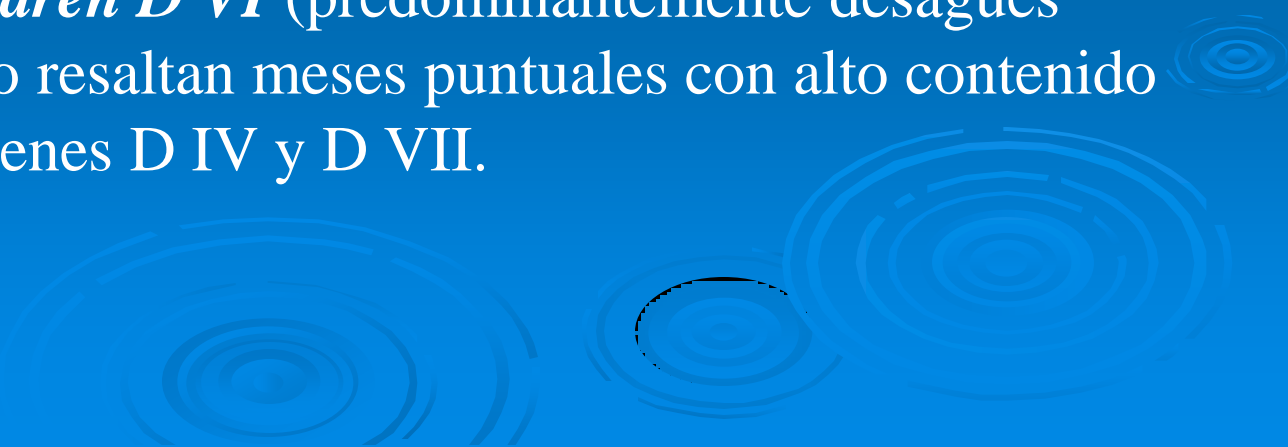
Fig. 3b: Índice de contenido de cloruros Máximo Permitido en Río y Drenes del río Mendoza (11.ICl-P-RyD).

Por ahora la situación de los *valores máximos permitidos* está bastante controlada (solo se ve color rosado en algunos meses en CV y en un solo mes en CII).

Lo observado tanto en el río como en la red de drenes es similar a lo comentado con respecto a la CEA.

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.

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.



CONCLUSIONES

Los mapas muestran claramente cómo el incremento de la salinidad en la cuenca, aumenta desde las zonas altas (esquina S-O) hacia las bajas (esquina S-E).

El nivel de salinidad del agua de los drenes es muy superior al exigido por la normativa vigente (Resolución 778/96) e indica una alta contaminación.

Sin embargo y dado que los drenes conducen –naturalmente- aguas muy salinas, se se considera que la normativa debería considerar estas situaciones: por ej. 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, deberá realizar un pedido expreso de autorización al DGI.

La incorporación de Arc View y GIS permite:

- .- presentar los resultados en una forma dinámica
- .- cumplir con el objetivo de servir como herramienta sencilla y práctica para facilitar una visión global de la contaminación del agua de riego en una determinada área de influencia.

Los administradores del recurso (DGI, Asociaciones e Inspecciones de cauce) podrán:

- .- 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
- .- 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 la aplicación de posibles soluciones.

OTROS PARAMETROS ANALIZADOS

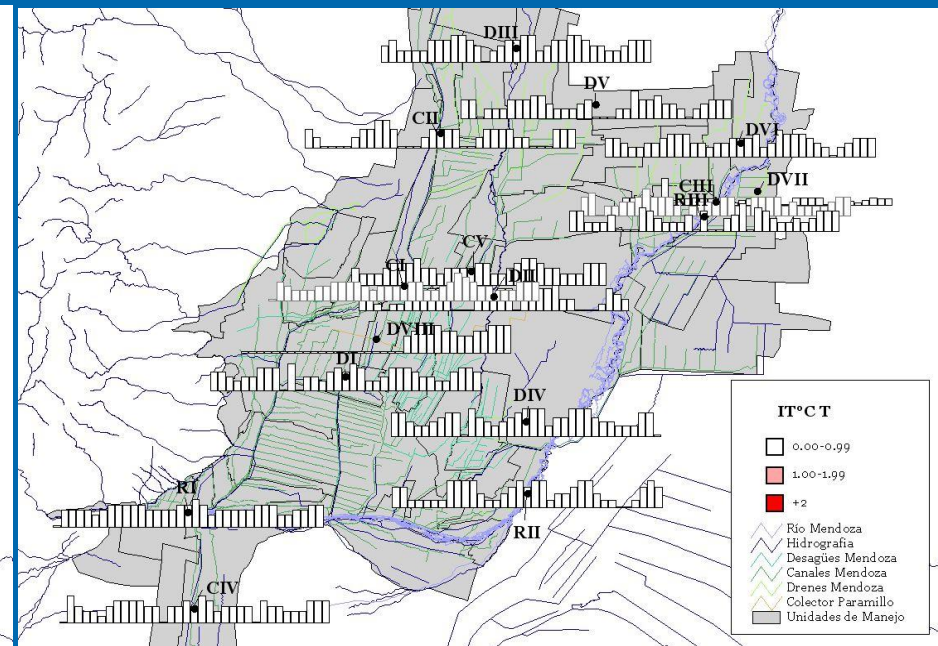
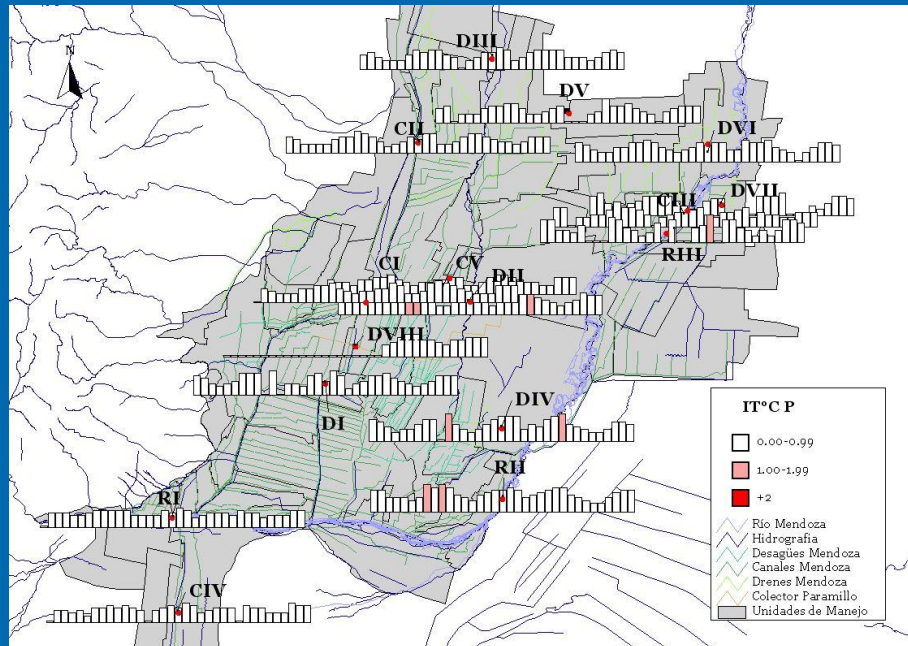
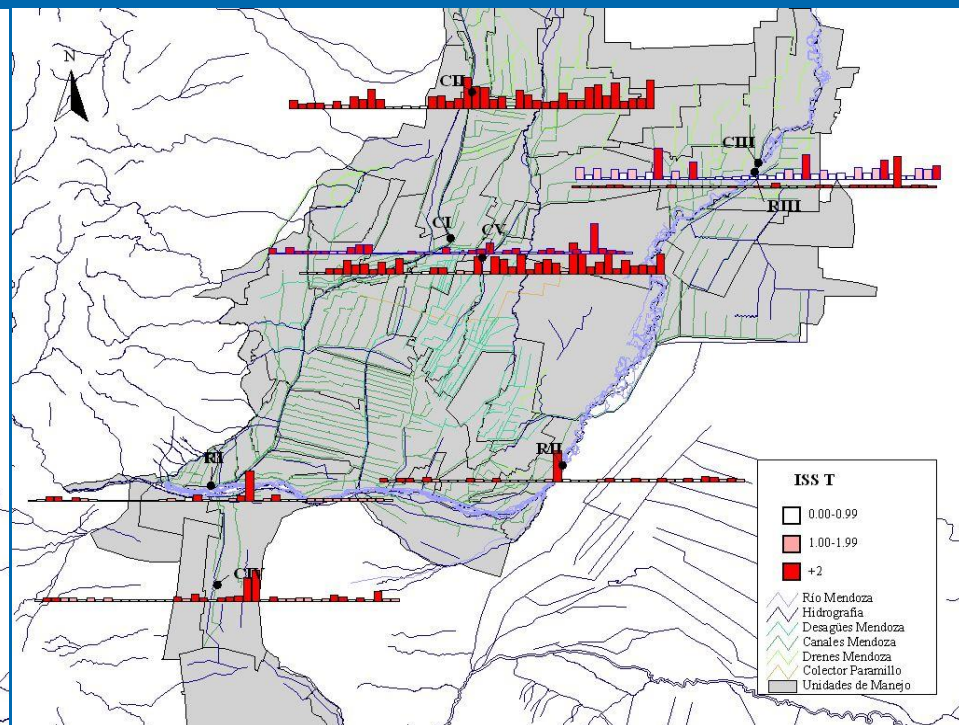
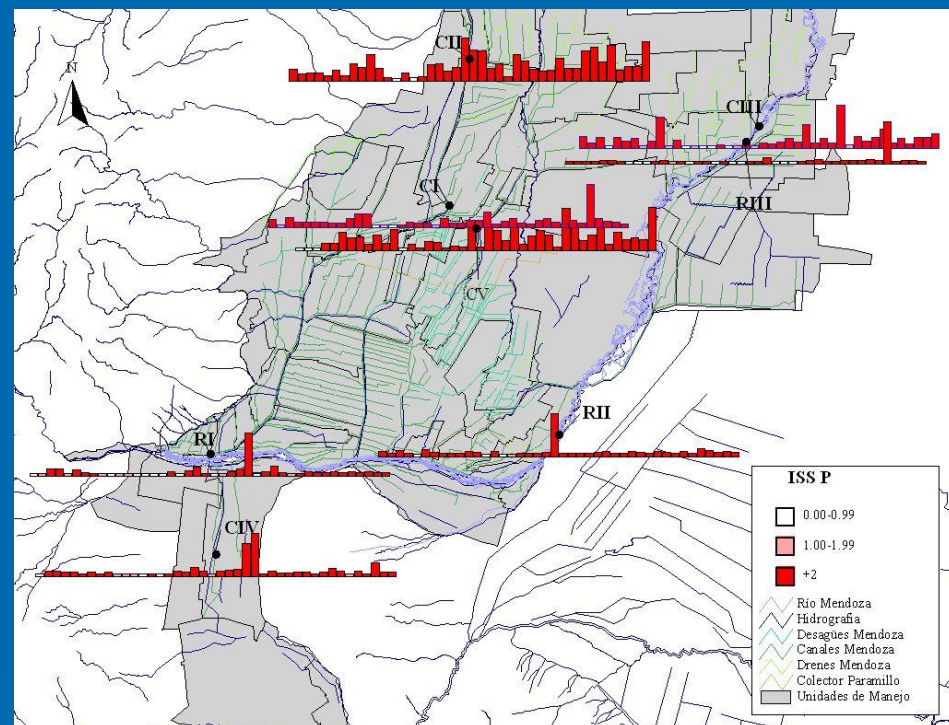


Fig. I: Índice de Temperatura Máxima Permitida-Río, Canales y Drenes.
6.IT°CP-R,CyD

Fig II: Índice de Temperatura Máxima Tolerable-Río, Canales y Drenes.
6.IT°CT-R,CyD



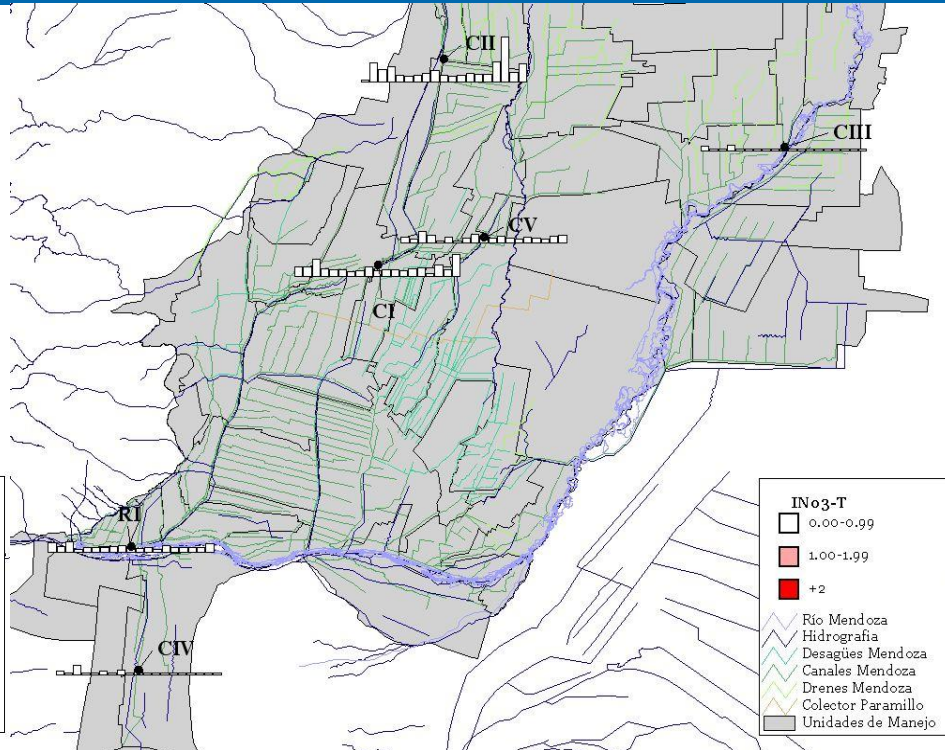
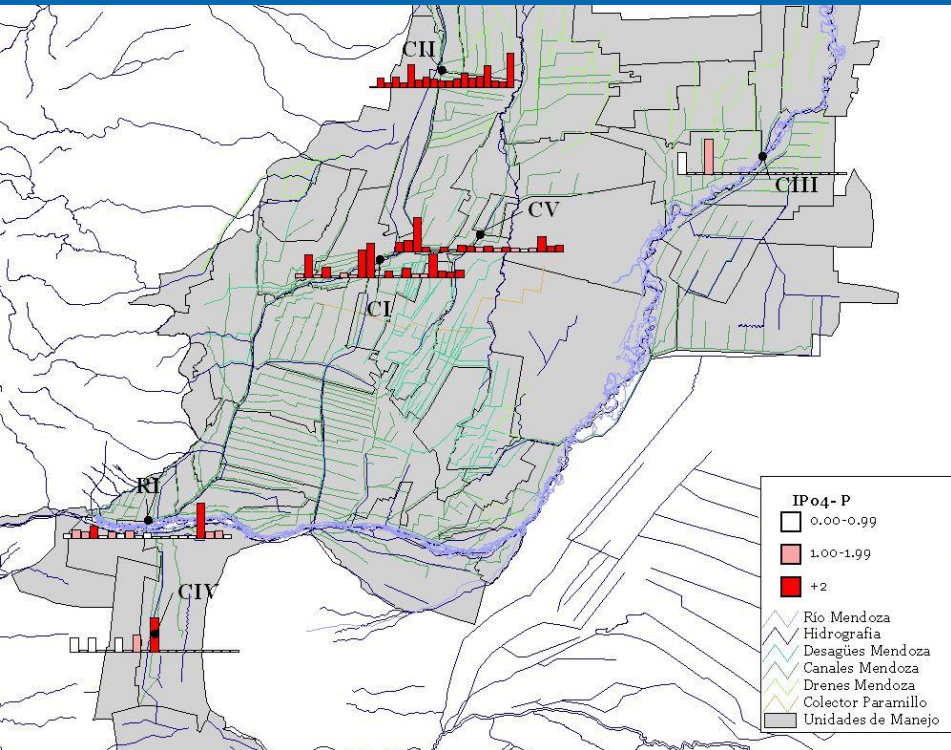


Fig. VII: Índice de Fosfatos Máximo Permitido-Río y Canales. 16.IPO4-P-RyC

Fig. XI: Índice de Nitratos Máximo Tolerable-Río y Canales. 20.INO3-T-RyC

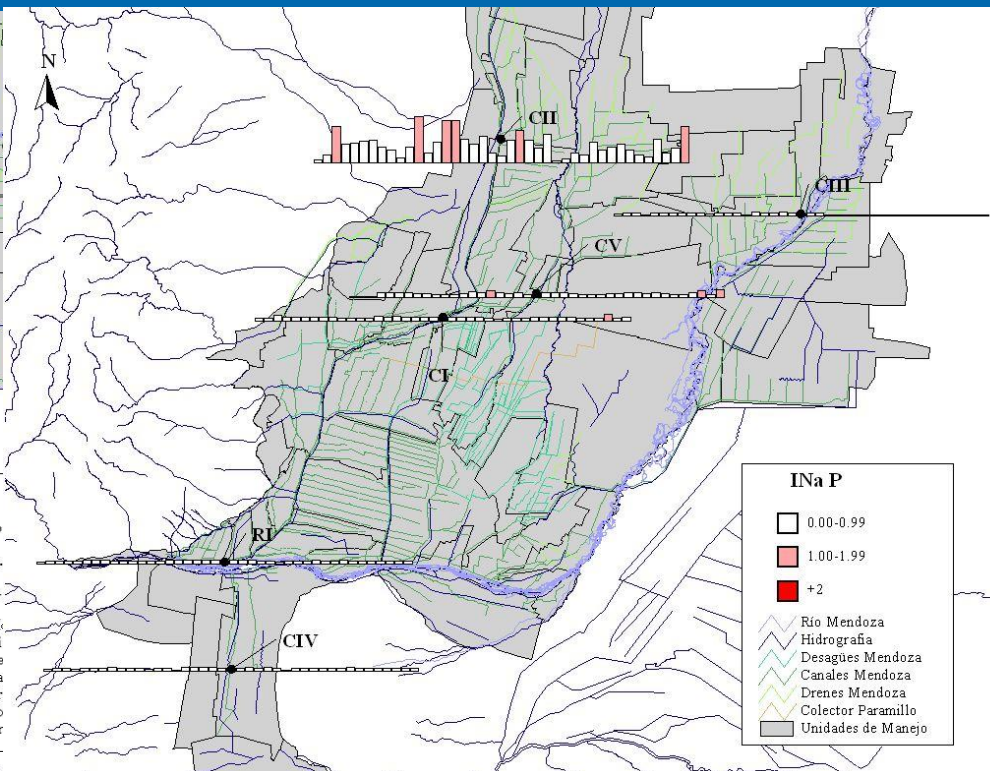
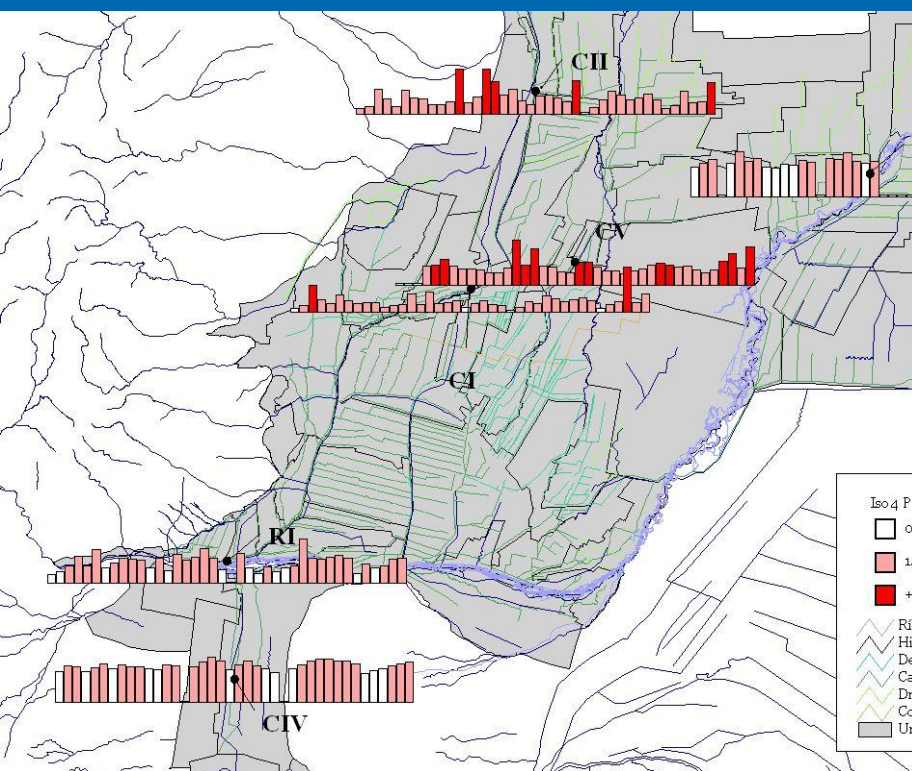


Fig. XIII: Índice de Sulfatos Máximo Permitido - Río y Canales. 26.ISO4P-RyC

Fig. XXI: Índice de Sodio Máximo Permitido-Río y Canales .25.INaP-RyC.

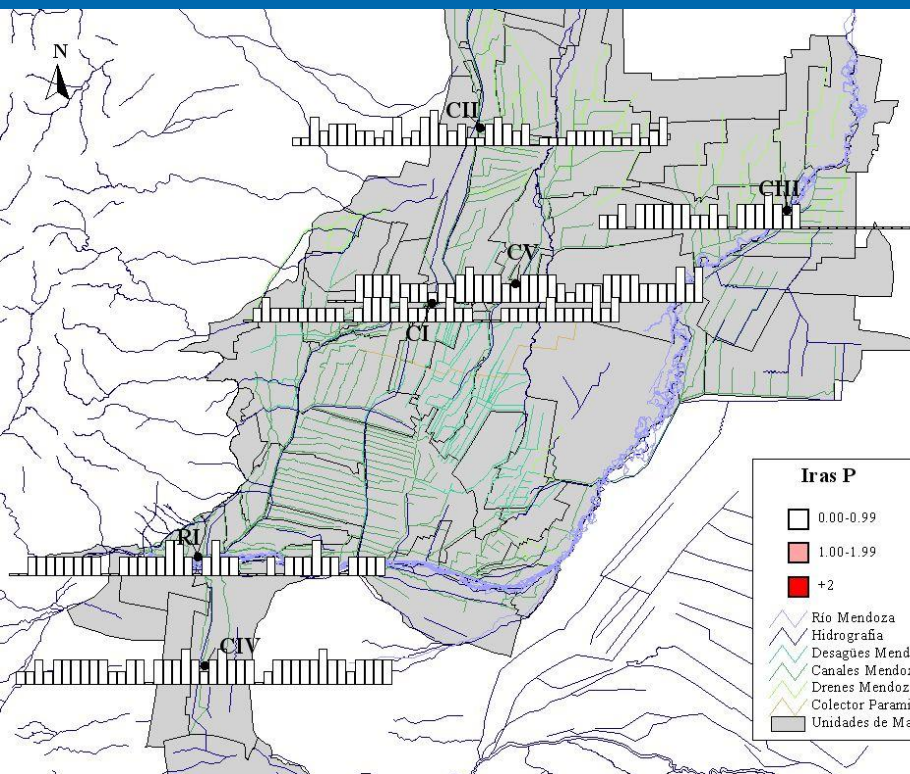


Fig. XXV: Índice RAS Máximo Permitido-
Río y Canales. 24.IRASP-RyC

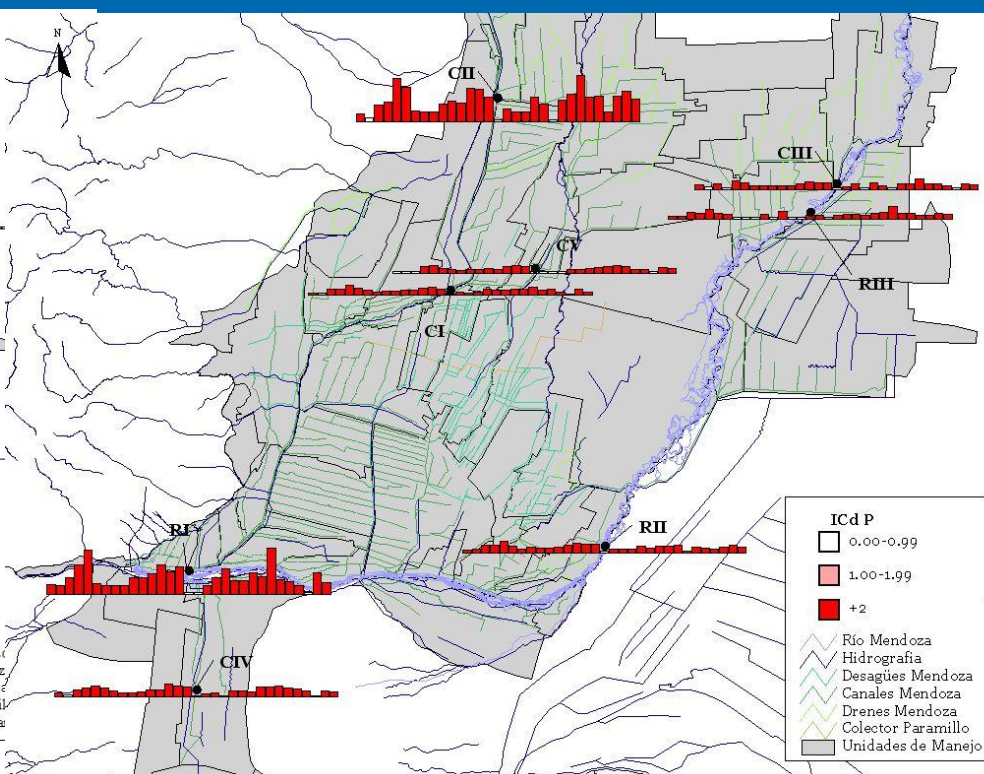


Fig. XXIX: Índice de Cadmio Máximo
Permitido-Río y Canales. 9.ICdP-RyC

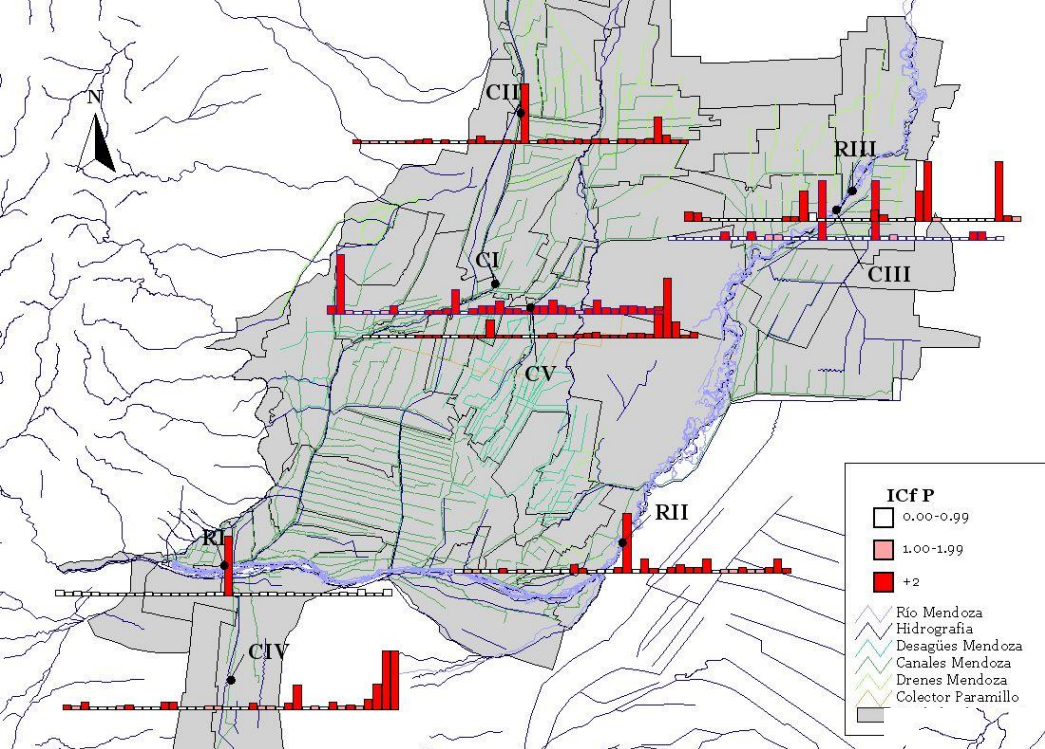


Fig. XXXI: Índice de Colifecales Máximo Permitido- Río y Canales. 28.ICfP-RyC

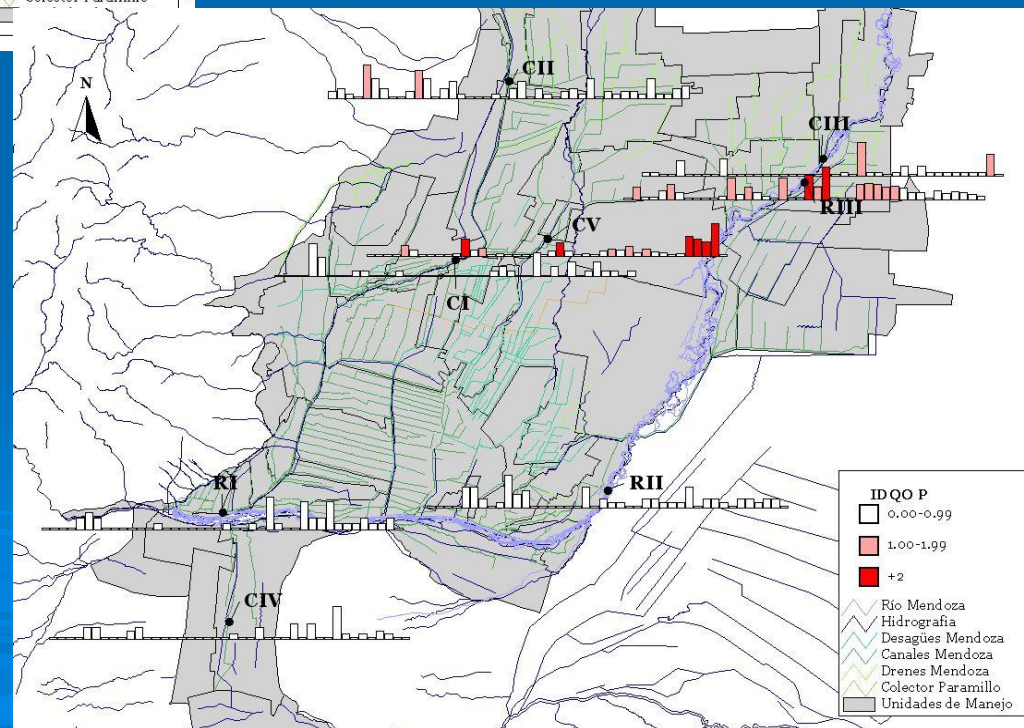


Fig. XXXIII: Índice DQO Máximo Permitido- Río y Canales 30.IDQOP-RyC