

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**PROVINCIA DE RIO NEGRO**

**EFECTO DE LAS AGUAS CLARAS EN EL  
SISTEMA DE RIEGO DEL ALTO VALLE**



**INFORME FINAL - TOMO I**

**Abril de 2000**

**AUTORES:**

**Lic. Graciela Landriscini, Ings. Norberto Fernández,**

**Alberto Larreguy y Marcelo Baylac**

*\*Foto gentileza del Ing. Fernando Casares 16/03/2000*

*Se observa el contraste entre las aguas que ingresan al embalse del dique El Chañar: agua con sedimentos del río Neuquén (a la derecha de la foto), y “aguas claras” provenientes de los embalses reguladores, turbinadas en la Central Planicie Banderita (a la izquierda de la foto).*

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>1. PRESENTACIÓN GENERAL.....</b>	<b>13</b>
1.1. Organización y contenido del Informe.....	14
1.2. Objeto y alcance del Estudio .....	16
1.3. Planteo del Problema.....	16
1.4. Antecedentes.....	25
<b>2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS.....</b>	<b>40</b>
2.1. La cuestión ambiental .....	41
2.2. La percepción de los sujetos .....	46
2.3. Gestión pública y gestión ambiental .....	48
2.4. La institucionalidad ambiental.....	49

2.5.	Consideraciones metodológicas .....	52
2.6.	Cuestiones relevadas a partir de las entrevistas .....	56
	Anexo: Listado de personas entrevistadas .....	63
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA BAJO ESTUDIO .....</b>	<b>65</b>
3.1.	Ambiente natural.....	66
3.2.	Aspectos fisiográficos y geomorfológicos. Unidades de suelos.....	68
3.3.	Sistema de riego y drenaje .....	75
3.3.1.	Red de riego .....	76
3.3.2.	Red de drenaje .....	82
3.4.	Esquema productivo del Alto Valle .....	83
3.4.1.	Generalidades .....	83
3.4.2.	Uso del suelo .....	84
3.4.3.	Distribución parcelaria .....	87
3.4.4.	Producción.....	89
3.4.5.	Organización de la producción .....	92
3.4.6.	Tendencias del complejo frutícola .....	94
3.5.	Organización.....	98
<b>4.</b>	<b>EVOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>102</b>
4.1.	El agua de riego y su impacto dentro del ecosistema original .....	103

4.1.1.	Interacción del agua con el suelo. ....	103
4.1.2.	El agua para riego y los sedimentos.....	105
4.1.3.	El agua para riego y las sales.....	110
4.2.	Areas críticas por elevados niveles freáticos.....	111
4.3.	Areas críticas por salinización .....	116
<b>5. IDENTIFICACIÓN DEL EFECTO DE LAS AGUAS CLARAS EN LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>		<b>125</b>
5.1.	Generalidades .....	126
5.2.	Impacto en la elevación de la capa freática.....	127
5.2.1.	Pérdidas en el sistema de riego.....	127
5.2.2.	Evaluación del impacto de las aguas claras en la capa freática ...	132
5.2.3.	Relación entre las pérdidas por infiltración y los niveles freáticos	143
5.2.4.	Consideraciones complementarias.....	144
5.3.	Impacto por la vegetación acuática .....	145
5.4.	Impacto por modificación de las propiedades del suelo .....	151
5.4.1.	Impacto en las propiedades físicas y químicas del suelo .....	151
5.4.2.	Impacto en la salinidad de los suelos .....	156
5.5.	Impacto por modificación de la acidez o de la alcalinidad del agua....	158
<b>6. CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE DIAGNOSTICO .....</b>		<b>162</b>
6.1.	Con relación al impacto en la capa freática: .....	163

6.2.	Con relación al impacto en la vegetación acuática y en el costo de operación y mantenimiento de canales: .....	164
6.3.	Con relación al impacto por la modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo: .....	164
6.4.	Con relación al impacto en la salinidad de los suelos:.....	165
6.5.	Con relación al impacto por modificación del pH del agua: .....	165
<b>FUENTES DOCUMENTALES Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....</b>		<b>167</b>
<b>PLANOS DE ÁREAS CRÍTICAS .....</b>		<b>184</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
3.3.1.1	Extensión del sistema de riego	81
3.3.1.2	Extensión de la red oficial de canales de riego	81
3.3.2.1	Extensión de la red drenaje	82
3.4.2.1	Superficie regada y cultivada por localidad	86
3.4.2.2	Superficie regada dentro del sistema de riego	86
3.4.3.1	Uso del suelo según división parcelaria	87
3.4.3.2	Clasificación de unidades agrarias	87
3.4.3.3	Régimen de tenencia por localidad, en el Alto Valle (número de parcelas)	88
3.4.3.4	Régimen de tenencia por localidad, en el Alto Valle (superficies)	88
3.4.4.1	Superficie cultivada	89
3.4.4.2	Rubros comprendidos en otros frutales y cultivos	89
3.4.4.3	Superficie cultivada con manzanas y peras	90
3.4.4.4	Cantidad de plantas de manzanas y peras	90
3.4.4.5	Superficie en producción de manzanas y peras según sistema de conducción	91
3.4.4.6	Rendimientos de manzanas y peras	91

<b>Cuadro Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
3.4.4.7	Destino de la producción, promedio 1.995-1.997	91
3.5.1	Padrón de regantes y total de has	101
4.1.2.1	Composición granulométrica de depósitos en canales	108
4.3.1	Evolución de la salinidad de los suelos. (Período 1.969-1.991)	120
4.3.2	Suelos del Alto Valle	123
5.2.1.1	Caudales de pérdidas por infiltración y uso consuntivo	128
5.2.1.2	Eficiencias de conducción y de aplicación	129
5.2.2.1	Origen de las pérdidas e influencia de las “aguas claras”	135
5.2.2.2	Caudales para riego derivados en el Dique Ballester	136
5.3.1	Incremento de costos de mantenimiento por proliferación de malezas acuáticas debido a la ausencia de sedimentos	151
5.5.1	Valores de pH del agua para riego	159

## ÍNDICE DE PLANOS

<b>Plano N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Ubicación General del Area de Estudio	11
2	Area de estudio “Sistema de riego Alto Valle”	12
3 a y b	Áreas críticas por elevados niveles freáticos	184
4 a y b	Áreas críticas por salinización	186



## RESUMEN

El presente estudio constituye una Evaluación del impacto del fenómeno de “aguas claras” en el sistema de riego del Alto Valle del Río Negro, producto de la alteración provocada por la pérdida de sedimentos en las corrientes de agua, resultante del emplazamiento de las centrales hidroeléctricas. Comprende su identificación, y la cuantificación de los efectos derivados, lo que ha implicado “aislar” el fenómeno de las otras causas que han contribuido al deterioro del sistema de riego. A partir de ello, se evalúan económicamente las pérdidas en la productividad de los cultivos, por agravamiento de la salinidad de los suelos, y del ascenso del nivel freático, así como aquellas que resultan del mayor costo de operación y mantenimiento de la red de riego y drenaje.

Finalmente, se propone, con carácter orientativo, una cadena de acciones de recomposición de los daños ambientales. Las mismas constituyen un proceso de gestión ambiental encuadrado en el marco legal vigente en la materia. Dicha gestión supone definir estrategias en el marco de un proyecto global que aporte a la recomposición del sistema productivo del Alto Valle. Con ese objeto, se propone la realización de estudios de mayor profundidad y específicos, la construcción de información sistemática y precisa, la definición y ejecución de obras que apunten a revertir las situaciones más críticas, y acciones en el sentido de efficientizar el uso del agua. Ello plantea incorporar a la gestión ambiental la valiosa participación de los consorcios de riego, en conjunto con el sector público, en un proceso de intervención transparente, informado y participativo.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se origina en una solicitud de las autoridades del Departamento Provincial de Aguas de la Provincia de Río Negro, elevada ante el Consejo Federal de Inversiones, las que han manifestado la necesidad de contar con estudios de **Evaluación de impacto del "fenómeno aguas claras" en el sistema de riego del Alto Valle del río Negro.**

A partir de ello - en el marco de un Contrato con el Consejo Federal de Inversiones y teniendo en cuenta los antecedentes elaborados por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC), y otros disponibles sobre el tema - se avanzó en la identificación de la idea, y en la presentación de un plan de trabajo para el citado estudio. El mismo fue oportunamente aprobado por el Departamento Provincial de Aguas y da origen al desarrollo del presente estudio.

A partir de la recopilación y evaluación de antecedentes bibliográficos y documentales, y de la realización de entrevistas en profundidad a técnicos y productores, se definieron ejes de investigación llegándose a la identificación y análisis del fenómeno de aguas claras, los mecanismos que lo impulsan, su dinámica, y los efectos asociados en el agua de riego, el suelo y en la capa freática.

La evaluación económica de este fenómeno forma parte de este Informe Final, junto con el análisis de cuestiones legales, para concluir en la formulación de propuestas de intervención tendientes a atenuar y corregir su sentido mediante acciones estructurales y no estructurales





## **1. PRESENTACIÓN GENERAL**

### **1.1. Organización y contenido del Informe**

El **Informe** contiene diez capítulos conforme el siguiente detalle:

#### **TOMO I**

**Capítulo 1** Presentación general del tema: Objeto del estudio, alcance, planteo del problema, y antecedentes.

**Capítulo 2** Consideraciones teóricas y metodología de trabajo. La cuestión ambiental. La percepción de los sujetos. La gestión pública y la gestión ambiental. La institucionalidad ambiental. Relevamiento de opiniones de regantes, productores y técnicos acerca del objeto de estudio.

**Capítulo 3** Descripción del área bajo estudio: su dinámica natural, la infraestructura de riego y drenaje, el esquema y desenvolvimiento productivo, y las cuestiones de organización.

**Capítulo 4** Evolución de la problemática ambiental y diagnóstico de la situación actual: el agua de riego y su impacto dentro del ecosistema original, la interacción del agua con el suelo, sedimentos y sales. Identificación de áreas críticas por elevados niveles freáticos y por salinización.

**Capítulo 5** Identificación del efecto de las aguas claras en la situación actual, impactos más relevantes en el agua de riego, el suelo y en la capa freática.

**Capítulo 6** Conclusiones de la Primera Etapa de los Estudios. TOMO I

Finalmente, se incluyen las Fuentes Bibliográficas consultadas.

## **TOMO II**

**Capítulo 7** Evaluación Económica del impacto provocado por el fenómeno de las aguas claras.

**Capítulo 8** Marco Legal e Institucional de la problemática ambiental en el sistema productivo del Alto Valle.

**Capítulo 9** Lineamientos generales para revertir la problemática global del sistema productivo del Alto Valle.

**Capítulo 10** Síntesis Ejecutiva.

Fuentes Bibliográficas consultadas en el TOMO II

## **1.2. Objeto y alcance del Estudio**

El objeto del presente Estudio es identificar y analizar el fenómeno de las aguas claras en el sistema de riego del Alto Valle del Río Negro y realizar un diagnóstico de la situación actual, a fin de medir las consecuencias que se han verificado con su presencia, en contraste con la situación existente antes de la construcción de las obras de aprovechamiento hidroeléctrico, evaluar su impacto económico y proponer acciones de mitigación.

El análisis en cuestión involucra analizar los procesos evolutivos con el fin de aislar con la mayor precisión posible, en función de la información disponible y de referencias teóricas en la materia, el efecto de las aguas claras de las otras causas que han contribuido al deterioro ambiental y productivo del área bajo estudio.

A partir de ello, la evaluación económica del fenómeno y sus consecuencias, conducen a la formulación de un conjunto de acciones tendientes a intervenir en el sentido de la mitigación de los impactos actuales y la prevención de los futuros.

## **1.3. Planteo del Problema**

El emplazamiento de presas y embalses sobre los ríos Limay y Neuquén ha provocado en el área de influencia una serie de impactos, que según sus consecuencias pueden clasificarse en positivos y negativos.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas; “Términos de Referencia para la evaluación de los efectos producidos por el uso de aguas claras para el riego de áreas productivas en la Provincia de Río Negro”. Cipolletti, junio de 1.998.



En tal sentido, a continuación se indican aquellos **considerados como positivos**:

- **Disminución de la amenaza de ocurrencia de crecidas ordinarias y extraordinarias**

La disponibilidad de embalses cuyo volumen útil permite atenuar las crecidas en los ríos Limay y Neuquén, ha provocado una importante disminución en la ocurrencia de estos fenómenos, aguas abajo de los emplazamientos.

Las obras existentes en el río Limay han sido construidas para atenuar, con una adecuada operación de los embalses, una crecida máxima probable del orden de 19.000 m<sup>3</sup>/seg, produciendo aguas abajo de la presa compensadora de Arroyito, una descarga inferior a 3.000 m<sup>3</sup>/seg.

Las presas del Complejo Cerros Colorados posibilitan una atenuación de hasta 11.500 m<sup>3</sup>/seg<sup>2</sup>, correspondiente a una recurrencia de 5.200 años, derivando a los lagos de Barreales y Mari Menuco caudales de hasta 8.000 m<sup>3</sup>/seg, reduciendo el caudal en el río Neuquén aguas abajo de Portezuelo Grande a 3.500 m<sup>3</sup>/seg. Este caudal se reduce aún más con la operación del dique Ing. Ballester, que posibilita el desvío de hasta 2.000 m<sup>3</sup>/seg al lago Pelegrini, quedando un caudal máximo aguas abajo del orden de 1.500 m<sup>3</sup>/seg.

De acuerdo al documento ya referido, elaborado por la AIC, durante los primeros 20 años (1.972-1.991) de operación de los aprovechamientos El

---

<sup>2</sup> Este caudal es aproximadamente un 20 % menor que la Crecida Máxima Probable (CMP) calculada en 14.500 m<sup>3</sup>/seg, por la British Columbia Hidroelectric de Canada (Enero 2000).

Chocón y Cerros Colorados, si estas obras no se hubiesen construido, el río Negro habría superado en catorce oportunidades la marca de 4.500 m<sup>3</sup>/seg (máxima con el río regulado por las presas). El día 28/06/80 hubiera conducido 7.900 m<sup>3</sup>/seg y el 18/06/86 8.200 m<sup>3</sup>/seg, valores estos no superados durante este siglo. La atenuación producida por los embalses posibilitó erogar, en el río Negro, caudales inferiores a 2.400 m<sup>3</sup>/seg, y si bien se produjeron algunos inconvenientes a su paso, no ocasionaron pérdidas de vidas ni daños materiales importantes.

Lo anterior pone en evidencia el gran beneficio que aportan las obras de regulación en los ríos Limay y Neuquén, con su importante capacidad de atenuación.

- **Aumento de la garantía de disponibilidad de caudales destinados al riego**

La regulación que posibilitan los embalses, se traduce en un sensible aumento de la garantía de disponibilidad de caudales en la época de estiaje de los ríos, coincidente con alta demanda de los cultivos. Siempre según la misma fuente, (AIC), se han contabilizado trece ocasiones, en diferentes años, en que por el río Neuquén escurrieron caudales menores de 60 m<sup>3</sup>/seg, valor inferior a la capacidad de captación de agua del sistema de riego del Alto Valle.

La regulación del río producida por el complejo Cerros Colorados ha evitado, desde su puesta en funcionamiento, carencias de agua para riego en esta área como así también en todas las áreas de riego con captación ubicada aguas abajo de los compensadores.

Esta mayor garantía de agua para riego es otro de los grandes beneficios aportados por las obras de regulación.

- **Mejoramiento de la captación de agua en las tomas libres**

La regulación de caudales, traducido en una mayor permanencia de caudales medios facilita la captación de agua en las tomas libres destinadas al riego y de los sistemas de abastecimiento de agua potable a las poblaciones.

- **Disminución de la turbidez del agua captada en los sistemas de abastecimiento de las poblaciones**

La pérdida de sedimentos del agua de los embalses permite captar aguas con propiedades más cercanas a las del producto final, redundando en un menor costo del proceso de clarificación. Esta ventaja es más evidente en las tomas próximas a los embalses.

- **Disponibilidad de volúmenes importantes de energía a tarifa promocional**

Durante aproximadamente 20 años<sup>3</sup> la región Comahue se ha beneficiado por disponer de abundante oferta de energía a valor promocional.

En cuanto a los **efectos negativos** se identifican los siguientes:

- **Aparición de una nueva amenaza de crecida provocada por el desembalse rápido y/o la rotura individual o en cadena de presas**

---

<sup>3</sup> Con fecha 13/06/91 se deja sin efecto la tarifa promocional para la región del Comahue por Decreto N° 1132/91 del P.E.N.

Todas las áreas situadas aguas abajo de las presas se hallan expuestas a una nueva amenaza caracterizada por la crecida que provocaría el desembalse rápido originado por una operación de emergencia y/o por la rotura individual o encadenada de las presas construidas en la parte superior de la cuenca.

Aunque la ocurrencia de un evento de estas características tiene muy baja probabilidad de producirse, constituye una amenaza que es necesario considerar y evaluar, con la finalidad de que existan los mecanismos tendientes a atenuar los efectos que provocaría esta contingencia.

Estos efectos, cuyas consecuencias resultarían catastróficas para los bienes y vidas de los pobladores ubicados en los valles de los ríos Limay, Neuquén y Negro, aguas abajo de las presas, requieren un tratamiento preventivo basado en la revisión estricta y permanente de las condiciones de seguridad de las presas y sus órganos de evacuación de caudales, y en el planeamiento de las medidas de acción en caso de emergencias, con el objeto de minimizar los efectos en las zonas amenazadas.

- **Modificación del régimen hidrológico, con incidencia en erosión de costas, nivel freático y capacidad de conducción de cauces principales y secundarios de los ríos**

La presencia de las presas ocasiona importantes modificaciones del régimen hidrológico natural de los ríos.

En general se observan varios fenómenos ocasionados por el manejo de los embalses:

- Desaparición casi por completo de las crecidas ordinarias de invierno y de los estiajes pronunciados en el verano
- Aguas altas en épocas de desembalse para disponer de la franja de atenuación de crecidas en los embalses de uso múltiple (desde el verano hasta mediados de otoño)

De acuerdo a los términos de referencia del presente trabajo, elaborados por la AIC, ambas situaciones han provocado consecuencias diferentes en las respectivas áreas de influencia.

La disminución de la ocurrencia de crecidas ordinarias del invierno ha privado a los ríos del efecto beneficioso de las corrientes autolimpiantes de los cauces que los mantenían en buenas condiciones hidráulicas y ambientales. Cauces secundarios otrora activos se han cegado naturalmente o por acción antrópica, no estando disponibles cuando resulta necesario contar con ellos para transportar caudales de mayor magnitud.

La disminución de las velocidades de escurrimiento hidráulico ha traído aparejado modificaciones en el hábitat que conducen a cambios en los hábitos y desaparición de especies autóctonas y en la proliferación de otras foráneas que se han adaptado a las nuevas condiciones.

La desaparición de los estiajes típicos de verano ha influido en las condiciones de escurrimiento subsuperficial de las aguas de la freática en las zonas influenciadas por el río.

Antiguamente en esta época, coincidente con las mayores demandas consuntivas de los cultivos, en las zonas de riego, el agua que escurría por

el subsuelo hacia el cauce del río contaba con mayor gradiente en virtud del menor nivel del pelo de agua producido por el estiaje.

En la actualidad, la disminución en intensidad y frecuencia de estos eventos se constituye en un elemento que dificulta este proceso, tan necesario para mantener el sistema radicular de las plantas por encima de la línea de saturación.

Por otra parte, la modificación del régimen hidrológico de los ríos, desde el punto de vista de la acción antrópica de ocupación del espacio ribereño, posee dos facetas antagónicas que es importante destacar.

Las riberas de los ríos son normalmente espacios muy apetecidos por las múltiples ventajas relativas que poseen, tanto en zonas rurales como urbanas.

Cuando los ríos no están regulados, su régimen hidrológico tiene la facultad de establecer ciertos límites físicos que condicionan la ocupación humana del espacio. Cuando el río se regula, parte del espacio ribereño antes expuesto a inundaciones frecuentes, puede ser destinado a otros usos. Esta faceta es un efecto claramente positivo.

La faceta negativa se verifica en toda oportunidad en que este espacio es ocupado indiscriminadamente, más allá de los límites razonables, imposibles de fijar a priori. De este modo, la presión humana colisiona con las necesidades hidráulicas del río.

En el río Negro, y en menor medida en los ríos Limay y Neuquén, es frecuente la ocupación de islas para su explotación con fines agrícolas, circunstancia que lleva en muchos casos a que los ocupantes fortifiquen las

costas y cierran cauces secundarios para posibilitar el acceso desde las márgenes, condicionando de esta forma la capacidad hidráulica del río con el consiguiente compromiso que se traslada varios kilómetros aguas abajo.

- **Inundación de importantes áreas de valle destinadas a los embalses, con buena aptitud para las actividades agrícolas**

La formación de embalses ha ocupado áreas de valles, en general, con buena aptitud para las actividades agrícolas.

- **Fenómeno aguas claras**

Éste fenómeno, es identificado en los términos de referencia citados como *“el resultado de la pérdida de material sólido que normalmente transportan las corrientes de agua merced al proceso de decantación natural que se produce en los embalses artificiales que se interponen en su curso”*.

En este documento se detalla que en las áreas de riego servidas por canales sin revestir se verifica el efecto de “sellado” de las paredes de los canales con los sedimentos que normalmente arrastra el agua que conducen. Si el caudal sólido disminuye por alguna razón, como por ejemplo la interposición de embalses, es obvio que también disminuirá el efecto de impermeabilización natural de los canales, aumentando las pérdidas por infiltración y disminuyendo la eficiencia de conducción. El agua infiltrada incide en el aumento del escurrimiento subsuperficial del área agrícola provocando criticidad en el funcionamiento del sistema de drenaje, por operar en condiciones de mayor exigencia que las adoptadas en su diseño, y facilitando el revenimiento salino de los suelos agrícolas con pérdidas de productividad de los cultivos.

Según dichos antecedentes, el fenómeno de aguas claras se manifiesta también en las corrientes fluviales. El agua que circula por los cauces posee ahora un remanente de energía, que antes gastaba en transportar los sedimentos. Esta capacidad ociosa es empleada por el río para erosionar las márgenes y en menor medida para profundizar su cauce, lo que ocasiona importantes pérdidas en terrenos de buena aptitud agrícola, demandando costosas obras de defensa y consolidación de márgenes para mitigar sus efectos.

Adicionalmente, la mayor penetración de los rayos solares en canales naturales poco profundos y en canales artificiales, provoca una mayor proliferación de malezas acuáticas, dificultando el escurrimiento hidráulico, circunstancia que demanda un incremento tanto en la frecuencia como en la intensidad y costo de las tareas de mantenimiento.

De lo anterior, resulta la necesidad de investigar la influencia del fenómeno de las aguas claras en las áreas de riego de la provincia de Río Negro. Dado que el Alto Valle constituye la principal de ellas, en superficie cultivada, intensidad de uso del suelo y valor de la producción, y considerando que las aguas de riego utilizadas contenían mayor cantidad de sedimentos que las de los otros sistemas, resulta recomendable iniciar la evaluación con el análisis de la cuestión en dicha área, a fin de identificar las consecuencias que se han verificado con la presencia del citado fenómeno, en contraste con la situación existente antes de la construcción de las obras de aprovechamiento hidroeléctrico.

El objeto del presente trabajo consiste, precisamente, en el estudio de este impacto negativo, para intentar aislar con la mejor precisión posible, el



fenómeno de las aguas claras de las otras causas que han contribuido la deterioro ambiental y productivo del área de referencia.

#### **1.4. Antecedentes**

La búsqueda de antecedentes en la temática del presente estudio, permite reconocer que, más allá de la existencia de valiosos aportes teóricos con relación a la identificación de los probables efectos de la construcción de un dique de aprovechamiento múltiple sobre la actividad productiva, aparecen dificultades para la identificación objetiva de los mismos en la realidad y para su aislamiento, a fin de encontrar los elementos que permitan una evaluación de su alcance, intensidad y el valor económico asociado.

Del mismo modo, es insuficiente, dispersa y de no fácil compatibilización la información cuantitativa requerida para el tratamiento de la cuestión en los casos específicos. En otros casos, distintos impactos deben ser estimados sobre la base de información obtenida con otros fines.

En tal sentido, Llop<sup>4</sup> hace similares consideraciones para el sur Mendocino, identificando una serie de problemas que aparecen en la evaluación de los impactos ambientales de obras hidráulicas:

1. **En primer lugar**, tiende a prevalecer la convicción de que la inversión ha sido y es necesaria, idea asociada a la concepción del desarrollo como un proceso que se da como consecuencia de inversiones en infraestructura, y máxime cuando implica producción de energía, la que es un indicador de desarrollo en sí misma.

2. **En segundo lugar**, los impactos negativos sobre los sistemas de riego aparecen rezagados en el tiempo y como procesos muy lentos, de manera tal que cuando se hacen visibles, resulta difícil asociarlos a la obra. Es reciente un tratamiento de prevención, el que se ha incorporado con la visión ambiental.
3. **En tercer lugar**, no es frecuente el tratamiento multidimensional y global de los sistemas complejos involucrados, al tiempo que un conocimiento sectorial profundo. Suelen predominar los análisis monodisciplinarios, dificultándose la comprensión de los fenómenos, de sus consecuencias, y de las derivaciones, modalidades y condiciones de intervención para su mitigación.
4. **Por último**, y en función de lo anterior, resulta dificultoso contar con información cuantitativa adecuada y sistemática que permita la descripción de los procesos.

Entre los impactos más relevantes de la construcción de diques o presas sobre el sector agrícola, que pueden caracterizarse como cambios estructurales irreversibles, Llop cita algunos, entre los cuales se hallan: las “aguas claras” y las pérdidas por infiltración, el aumento de los niveles freáticos (revenimiento), la salinización de los suelos, y las pérdidas de productividad en suelos regados con “aguas claras”. Afirma también, que los mismos aparecen reforzados en el caso de canales de distribución de agua no adecuadamente revestidos, lo que

---

<sup>4</sup> Llop, Armando; “Evaluación de los impactos ambientales ocasionados por las grandes presas sobre el sector agrícola en el sur mendocino”. INA - CELAA, 1.998.

define una componente agua - suelo muy vulnerable para las actividades agrícolas.

Según el autor, cuando un dique retiene temporariamente aguas cargadas con sólidos en suspensión, se produce su precipitación natural. Las aguas que se derivan de estas presas resultan muy erosivas por haber perdido todo el material en suspensión y estar dotadas de una máxima energía cinética; tienen una alta capacidad de transporte de sedimentos que ya no poseen, y que recogen del lecho de los canales y áreas por donde transitan, en las que provocan los consecuentes problemas de erosión.

En tal sentido, cita el autor ejemplos de pérdida de productividad en suelos regados con aguas claras. Señala el caso de las zonas altas de riego del río Diamante en Mendoza, donde se han construido represas hace quince o más años, y se observa un cambio en la estructura de los suelos agrícolas en aquellas parcelas regadas con aguas erosivas por el tradicional sistema de surcos.

La Subdelegación de Aguas del río Diamante del Departamento General de Irrigación de Mendoza ha realizado los estudios de los impactos ambientales en la zona de regadío río Diamante, ocasionados por las represas construidas sobre dicho río.<sup>5</sup> Los estudios se han orientado principalmente al “revenimiento de tierras” y a su aptitud para el uso agrícola, determinándose las pérdidas económicas ocasionadas por la disminución de la productividad de los cultivos.

---

<sup>5</sup> Departamento General de Irrigación de Mendoza, Subdelegación de Aguas del Río Diamante; Proyecto Integral para mitigar el “Efecto Aguas Claras” en las zonas bajo riego de los ríos Diamante y Atuel; Mendoza, 1.995.

También para esta región, en San Rafael, Provincia de Mendoza, Magnani, Hernández y Saa elaboran, en 1.996, un Estudio sobre el Impacto Ambiental y Socioeconómico del “Fenómeno de Aguas Claras”<sup>6</sup>, el que se complementa con un Programa para la elaboración de un Plan Maestro para el Departamento de San Rafael. Tales Informes sobre la cuestión, se completan con un Dictamen sobre fundamentos legales, doctrinarios y jurisprudenciales acerca de la problemática general del ambiente, el rol del Estado, el marco jurídico regulatorio, y un análisis jurídico institucional con relación al daño ecológico, que incorpora las cuestiones de la responsabilidad civil y estatal vinculada a los impactos de obras y la cláusula reparadora constitucional prevista en el art. 41 de la Constitución Nacional reformada en 1.994.

También se registran antecedentes similares en el caso del Dique Carrizal sobre el río Tunuyán en Mendoza, obra originalmente justificada por beneficios preponderantemente de riego y por una magra producción de energía. Sin mencionar otros impactos negativos, solamente el aumento en el nivel freático ha producido una drástica caída en la productividad y ha llevado a un cambio desfavorable en la combinación de los cultivos. Conjuntamente, cayó sensiblemente la eficiencia de conducción del agua y apareció la necesidad masiva de establecer sistemas de drenaje zonal y parcelario”.

Para el Alto Valle del río Negro, diversos estudios disponibles<sup>7</sup> son el marco de referencia principal para el desarrollo del presente trabajo y señalan una serie

---

<sup>6</sup> Magnani, C., Hernández, J., Saá, J.Carlos; Estudio “Fenómeno Aguas Claras”, Impacto ambiental y socioeconómico del departamento San Rafael; Se complementa con Arias, A.; “Fundamentos legales, doctrinarios y jurisprudenciales”; Navarro Hinojosa, F.; “Consideraciones sobre el Derecho”, y Miller, J. C, Saá, J. C, Sosa Imaz, P. y Magnani, C.; “Programa para la elaboración de un Plan Maestro para el Departamento de San Rafael, Mendoza”, San Rafael, 1.996.

<sup>7</sup> Consultar listado bibliográfico incluido al final del presente informe.

de circunstancias que afectan la conducción, distribución y aplicación del riego, reduciendo su eficacia, a partir de grandes pérdidas de agua. En dichos estudios no se hace mención específica al fenómeno de aguas claras.

Entre las observaciones sobre el funcionamiento del sistema de riego cabe destacar las siguientes:

a) Obsolescencia y defectuoso mantenimiento de la red de distribución.

Muchos canales superan los 70 y 80 años de funcionamiento, en ocasiones trabajando al límite de su capacidad o aún por encima de ella. Hay obras originales seriamente dañadas y no reparadas, y graves problemas de malezas acuáticas en los canales.

b) Al estar la mayor parte de los canales trazados en tierra, sin revestimientos, las pérdidas por filtraciones son importantes, al igual que las ocasionadas por roturas en la red secundaria.

c) Los problemas de manejo, en redes de distribución tan largas, son evidentes. Los tiempos muertos de maniobra, antes de obtener la respuesta adecuada del sistema, son grandes y se traducen igualmente en pérdidas importantes.

d) A nivel de parcela, los problemas son igualmente graves. El dimensionamiento de las acequias, su mal estado de conservación, las roturas causadas por las alamedas de defensa contra vientos y el incorrecto manejo del riego por inundación en parcelas mal niveladas, dan origen a una práctica de riego muy deficiente.

e) Por otra parte, el bajo precio histórico del agua de riego ha hecho que el agricultor no la valore, ni cuide su aplicación.

- f) En conjunto las disponibilidades de agua de riego parecen ser suficientes, aunque mal aprovechadas y aplicadas con poca eficiencia, lo que ha llevado al crecimiento de los caudales.

Informes disponibles, desarrollados en oportunidad del relevamiento y análisis de la situación técnica, operativa, funcional, económica y financiera de los servicios de agua potable, desagües cloacales y riego, con fines de la gestión de transferencia de las mismas de la Nación (Obras Sanitarias, y Agua y Energía) a la Provincia, señalaban a partir del reconocimiento de los sistemas de obras, que: “en cuanto a los sistemas de riego, en general, los mismos presentan limitaciones y deficiencias cuya solución requerirá la ejecución de importantes inversiones”. (Montes, J. C.F.I, 1.981)<sup>8</sup>

Recomienda su autor: “La normal prosecución de los servicios requeriría, en casi todos los casos, la intensificación de los trabajos de mantenimiento y en ciertos casos reparación de obras. Ello particularmente para el sistema del Alto Valle, por el deterioro que acusa (a esa fecha) y por la importancia económica del servicio que presta”. “Para adecuar los sistemas a las necesidades futuras, se requiere la realización de importantes trabajos de remodelación y complementación de las obras existentes, cuya optimización requerirá la elaboración de planes que contemplen las necesidades de mediano y largo plazo”.

“En lo que se refiere a los sistemas de drenaje subterráneo de las referidas zonas de riego, puede decirse que las obras existentes son inapropiadas o

---

<sup>8</sup> Montes, José; Informe de Asesoramiento a la Provincia de Río Negro en la Transferencia de Servicios Sanitarios y de Riego. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, agosto de 1.981.

insuficientes para cumplir satisfactoriamente su cometido y que se requerirá también en esta materia la ejecución de inversiones de singular importancia”.

Autores como Gil-Albert Velarde en 1.986, recomendaban la realización de “un Proyecto General de revisión, modernización y mantenimiento de la red de distribución, sobre todo en los regadíos más antiguos, caso el Alto Valle; y un programa simultáneo de mejora de la aplicación del riego parcelario, realizando mejores nivelaciones, y enseñando a los agricultores a regar con mayor eficiencia”. Asimismo la promoción, en el caso de las empresas y agricultores más modernos, de sistemas de riego con mejor control del agua (aspersión y micro - aspersión principalmente).<sup>9</sup>

Estudios posteriores, como el Estudio de Aprovechamiento Integral del Río Negro (1.987- 1.991)<sup>10</sup>, han aportado muy valiosa información a partir de relevamientos, análisis y estudios de factibilidad, recomendado la realización de diversas obras de rehabilitación, impermeabilización, etc. a lo largo del sistema de riego y drenaje, y observaciones en materia de normas de manejo. Este Estudio, resultado de un Convenio entre Agua y Energía Eléctrica y la Provincia de Río Negro, constituye la fuente de información principal, más completa y detallada de que se dispone sobre los recursos naturales de la zona de estudio y su aprovechamiento. A lo largo del presente Informe se harán referencias específicas, citando los volúmenes correspondientes en cada temática.

---

<sup>9</sup> Gil- Albert Velarde, Fernando; Programa de reestructuración integral de la actividad frutícola en el valle del río Negro. Primera etapa. “Informe sobre la situación actual de la producción frutícola”. BID-Secretaría de Planificación de Río Negro. Viedma, febrero de 1.986.

<sup>10</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; “Estudio de aprovechamiento integral del río Negro”; Convenio Agua y Energía Eléctrica – Departamento Provincial del Aguas, 1.987-1.991.

Asimismo, resultan de gran valor los aportes de los estudios sobre organización, procesamiento y evaluación de niveles de agua freática en el Alto Valle, desarrollados por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue<sup>11 12</sup>; y aquellos más recientes en el tema desarrollados, para determinadas áreas, por técnicos de la Delegación Valle Medio del Departamento Provincial de Aguas (1.999)<sup>13</sup>.

El conjunto de los citados antecedentes permiten conocer la evolución del comportamiento de la freática y la salinidad desde la puesta en operación del sistema de regulación del Complejo Cerros Colorados en 1.978.

A los fines comparativos del análisis de los procesos que se originan por efecto del fenómeno de aguas claras con respecto a tiempos anteriores al mismo, los estudios disponibles, aunque constituyen antecedentes parciales, revisten alto valor por la precisión en los temas abordados, careciéndose de información en determinados temas específicos. Es el caso del estudio de Suelos de Talledo Yovera y Pacheco (1.969)<sup>14</sup>, el de Tschapek, y otros (1.955)<sup>15</sup>, y el estudio de

---

<sup>11</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Convenio Universidad Nacional del Comahue - Agua y Energía Eléctrica. Análisis y elaboración de datos freáticos e hidroquímicos del Alto Valle del río Negro.

<sup>12</sup> Convenio DPA - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue; Organización, procesamiento y evaluación de la información sobre niveles de agua freática en el Alto Valle del río Negro, agosto de 1.995.

<sup>13</sup> Rossi, Patricia y Degele, Carlos; "Informe hidrogeológico de las condiciones de drenaje en la zona de influencia de Cervantes, Allen y Cipolletti". Departamento Provincial de Aguas, Delegación Valle Medio. Luis Beltrán, agosto de 1.999.

<sup>14</sup> Talledo Yovera y Pacheco; "Estudio de reconocimiento de suelos del Alto Valle de Río Negro" . Programa Comahue. Consejo Federal de Inversiones, 1.969.

<sup>15</sup> Tschapek, M., Olivieri, J., Misczynski, R. y Barbagallo, A; "Historia del riego en el Alto Valle", Buenos Aires, 1.955.



los coeficientes de aspereza en los canales de riego del Alto Valle, desarrollado por el Ing. Ballester. (1.926)<sup>16</sup>.

Constituye un antecedente directo del presente estudio el Proyecto Preparatorio para la Reactivación Productiva del Alto Valle, elaborado en el marco del Programa de Servicios Agrícola Provinciales (PROSAP) 1.994. El mismo fue formulado por un equipo conformado con representantes de un conjunto de organismos oficiales ligados a la problemática frutícola: D.P.A., INTA y PROSAP de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Contiene una visión integral en su diagnóstico, que concluye por definir una situación de crisis del sector frutícola a partir de indicadores de productividad, y calidad, la reducida competitividad de las variedades ofertadas en la producción primaria y el retraso tecnológico en plantas de acondicionamiento y empaque.

Según dicho diagnóstico, los aspectos productivos muestran problemas ligados a la afectación de la calidad de las plantaciones por dos factores causantes centrales: **el alto nivel de la capa freática y la infestación de la plaga de carpocapsa**, producida por el descuido y abandono de plantaciones, a lo que se agrega la insuficiente renovación de las mismas.

El alto nivel de la capa freática y el consecuente proceso de salinización de suelos, se lo vincula a la inadecuación y falta de mantenimiento de la red de drenaje e infiltración en los canales. El sistema de riego es definido como

---

<sup>16</sup> Ballester, R. E.; “Velocidades y coeficientes de aspereza más convenientes para el cálculo de los canales de riego en el río Negro”, Dirección General de Irrigación, 1.926.

obsoleto, con generalizado deterioro, peligro de roturas de canales y drenes que no cumplen adecuadamente su función.

Se hace referencia, asimismo, a la desinversión del Estado Nacional en el sistema de riego y drenaje del Alto Valle desde mediados de la década del setenta, como factor explicativo del elevado grado de deterioro, situación que ha dificultado el traspaso de los servicios a la Provincia de Río Negro, y luego a los consorcios de riego conformados por los productores, lo que genera problemas de administración del agua, elevación en los costos de operación y mantenimiento, y deterioro creciente en términos productivos.

A partir del diagnóstico, el Proyecto propone la puesta en marcha de un conjunto de obras civiles en el sistema de riego y drenaje para resolver los problemas críticos en una superficie estimada de 22.410 has., y de proyectos de generación y transferencia de tecnología e información frutícola, que permitan la reducción del atraso tecnológico, y cooperar en fortalecer el proceso de transferencia de los sistemas a los usuarios.

Ello se tradujo en un Programa integral con componentes de Rehabilitación del Sistema de Riego y Drenaje, Generación y Transferencia de Tecnología, y Dirección del Proyecto, el que incluye el fortalecimiento institucional del DPA y los consorcios de regantes, con un costo cercano a los 50 millones de dólares en un período de cinco años.

El eje del Programa quedó establecido en la adecuada articulación temporal y de gestión del componente obras y generación – transferencia de tecnología en riego, drenaje, manejo de suelos, control de heladas, plagas, y en materia de organización, y capacitación en gestión productiva y empresarial, así como en

el fortalecimiento institucional, de modo de consolidar el proceso de transferencia a los usuarios y el mejoramiento de sus ingresos.

Cabe consignar que el Proyecto, al tratar los aspectos sedimentológicos en su diagnóstico, señala que “los embalses de la alta cuenca del río Negro tienen una alta eficiencia de retención de sedimentos, por lo que los caudales sólidos del río Neuquén aguas abajo del Embalse El Chañar se ven reducidos, lo cual tiene incidencia directa sobre las características físico – químicas y biológicas del agua de riego, facilitando la producción de biomasa” (Proyecto PROSAP Alto Valle, pág. 7).

En cuanto a la salinidad, concluye a partir de la información cartográfica disponible, que la misma afecta un 50% de la superficie del Alto Valle. Y en cuanto a la localización de la capa freática, define como áreas problemáticas las localizadas en la terraza aluvial antigua, en las que la misma se encuentra a poca profundidad, y con alto contenido salino y de peligrosidad sódica, condiciones casi excluyentes para el uso agrícola; y las de la terraza aluvial subreciente con suelos de gran variabilidad en cuanto a profundidad y contenido de sales de la freática, la que oscila entre 1 y 1,5 metros de profundidad y concentraciones de sales que varían de ligeras a elevadas. (PROSAP Alto Valle, p. 10).

Complementariamente, identifica al riego como la causa de los movimientos periódicos anuales del manto freático, señalando que es un componente responsable del 70% de la variabilidad de la capa. Retoma, asimismo, los valores obtenidos por el estudio de CIL en materia de eficiencia del sistema de riego (82% para el Canal Principal, 65% para la red secundaria y 50% a nivel parcelario), haciendo propias las pérdidas por infiltración calculadas por CIL, y

señalando la baja eficiencia en la aplicación de riego, producto de deficiencias internas en la distribución del agua, en el diseño, sistematización y nivelación de las parcelas, en la oportunidad de riego errónea y láminas de riego excesivamente altas (un conjunto de factores tecnológicos, y la falta de controles y construcción de información específica al respecto). (PROSAP Alto Valle, p. 35).

En materia de drenaje, reconoce ineficiencias en la construcción y problemas de mantenimiento, “causales de la elevación de la capa freática a niveles críticos en gran parte del Alto Valle, que impactan progresivamente en los suelos y niveles productivos, advirtiéndose un paulatino decaimiento en la cantidad y calidad de los productos, y un creciente abandono de explotaciones por salinización de los suelos”, situación que presenta mayores valores en la localidad de Ing. Huergo, cerca de la barda norte (PROSAP Alto Valle p.36).

El conjunto de factores señalados dificulta, según el documento oficial del PROSAP, la transición en la transferencia de los servicios de riego, a los que se agregan los bajos índices de cobrabilidad del canon de riego, y falta de participación de los productores en la operación y administración.

Lo anterior, fundamentó el Proyecto integral para la Reconversión, el que no se concretó por razones financieras y organizacionales. No obstante, el diagnóstico en general sigue siendo válido, pudiendo rescatarse propuestas de las distintas componentes, estrategias y acciones, las que deben incorporar reformulaciones en función del tiempo transcurrido, los cambios producidos en la operación y administración del sistema de riego, en las cuestiones institucionales ligadas al mismo, y en el complejo frutícola, su competitividad y rentabilidad.

En lo institucional, el funcionamiento de los consorcios de riego del Alto Valle a partir de 1.994, constituye otro antecedente directo en relación con la demanda del presente estudio. Ellos tienen a su cargo la operación, mantenimiento y rehabilitación de los canales secundarios y terciarios de riego, y la red de drenaje.

A partir de su conformación, han movilizó la participación de los actores directos del sistema productivo en el gerenciamiento de las obras y los servicios, a partir de lo cual se han explicitado nuevas demandas con relación al estado de las obras, el manejo del agua, y a los impactos provocados por la construcción de las presas en el sistema de riego y drenaje, y en las plantaciones frutícolas del Alto Valle.

Informes de diversos consorcios (1.996) plantean retrasos considerables en el mantenimiento de desagües y en la rehabilitación de canales, “lo cual ha aumentado las filtraciones de los canales de riego, y elevado el nivel freático, afectando los montes frutales con pérdidas en las plantaciones, en algunos casos totales.”

A partir de ello, se explicitan y gestionan reclamos ante las autoridades nacionales, que constituyen solicitudes de “resarcimiento histórico” por los daños ocasionados al sistema de riego y drenaje, por perjuicio a las plantaciones frutícolas del Alto Valle, por pérdida de sedimentos y sus efectos derivados, las filtraciones y elevación del nivel freático, como así también el crecimiento de malezas acuáticas (lama).<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Consorcios de riego del Alto Valle; Presentación al PROSAP, Ministerio de Economía de la Nación, por lo daños ocasionados por las “aguas claras” al sistema de riego y drenaje, a las plantaciones frutícolas

En el mismo sentido, corresponde citar nuevas presentaciones de regantes del Alto Valle, dirigidas a autoridades provinciales y nacionales, a través de los consorcios de riego, en 1.999, solicitando la corrección de las “serias deficiencias que se han ocasionado a todos los sistemas de riego, a partir de la construcción de los embalses aguas arriba, tanto del río Neuquén como el Limay”.

Se remarca en ellas el “decantamiento en embalses de los ricos sedimentos que contiene el agua que llega a los mismos, lo cual ha producido un cambio ecológico y consecuentemente el negativo impacto ambiental capaz de afectar no solamente las áreas productivas, sino también el ecosistema de toda la comarca”. Y se explicita la pérdida de retención de nutrientes, “lo que de a poco va degradando el suelo, provocando cuantiosas pérdidas económicas irreparables y sobre todo el negativo impacto ambiental”.

A partir de lo anterior, solicitan la realización de estudios de impacto ambiental, la conformación de “Fondos de reparación de obras”, y la realización de obras de toma y conducción de aguas de riego, aguas arriba de los embalses, de modo de obtener agua sin el decantamiento provocado por los mismos.<sup>18</sup>

Las citadas demandas, producto de la participación directa de los productores - regantes en la operación, mantenimiento y administración del sistema de riego y drenaje constituyen antecedentes directos del presente estudio.

---

del Alto Valle, filtraciones y elevación del nivel freático, y crecimiento de malezas acuáticas , Río Negro, 1.996.

<sup>18</sup> Consorcios de riego del Alto Valle, Presentación al Sr. Ministro de Economía de Río Negro, solicitando la conformación de “Fondos de reparación de obras”, Río Negro, julio de 1.999.

Se ha relevado amplia información documental, y estudios disponibles en la zona, de importancia a los efectos de este estudio, los que se listan en la reseña bibliográfica.

## **2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS**



## **2.1. La cuestión ambiental**

La investigación y análisis de los impactos ambientales ocasionados por las grandes presas sobre áreas cultivadas, conllevan la necesidad de efectuar precisiones teórico metodológicas.

1. En primer lugar, requiere superar la visión del agua y el suelo como recursos, (concepción sectorial y recursista centrada en el uso o usos del recurso natural), asumiendo una *visión integral, sistémica y multidimensional*, que incorpore la complejidad ambiental.
2. Cabe incorporarse la dimensión ambiental. Ello por cuanto los grandes emprendimientos, especialmente los aprovechamientos múltiples de recursos hídricos, se inscriben entre las acciones de inversión de mayor significación, capaces de producir grandes transformaciones en los ecosistemas vinculados, las que se manifiestan tanto a corto como a largo plazo, e inclusive a grandes distancias espaciales de la localización de las obras. Tales transformaciones se vinculan más o menos directamente, con los efectos comunes derivados de la retención de agua, y a partir de la generación de electricidad como disparador del desarrollo de una región. Y pueden mostrar la ineficiencia de los proyectos como medio para lograr los objetivos esperados, en caso de priorizar objetivos exógenos a la región, o subordinarlos a alguno en particular.
3. Incorporar la dimensión ambiental implica, asimismo, superar la concepción sectorial, que parte del enfoque de “obra”, optando por una visión que tome en cuenta la complejidad de los sistemas ambientales por un lado, y las

necesidades concretas de la población, por otro, o sea que tome en cuenta las necesidades del área de implantación.

4. Supone, además, adoptar el método sistémico de aproximación a la realidad, reconociendo las limitaciones que se derivan de la percepción con grandes retrasos de las manifestaciones que se producen en el largo plazo, y aquellas que resultan de la dificultad para identificar los agentes responsables del deterioro ambiental, como responsables únicos, y
5. Superar la visión de gestión ambiental como acción defensiva de carácter negativo, que se limita a promover acciones correctivas, con el fin de minimizar posibles impactos negativos que el proyecto genere sobre el ambiente (Gutman, 1.987<sup>19</sup>, Mezzatesta, 1.989)<sup>20</sup>. Lo que implica superar la visión del ambiente como limitación, como restricción, para protegerlo frente a la agresión de un emprendimiento, y verlo como recurso del desarrollo, como potencial productivo. (Leff, 1.986).<sup>21</sup>
6. El ambiente como potencial productivo constituye una articulación de *procesos ecológicos* (oferta natural y manejo integrado de recursos), *culturales* (diversidad en la práctica de aprovechamiento de recursos), *tecnológicos* (innovación tecnológica y tecnologías apropiadas) y *políticos* (organización social para el manejo de recursos, y opciones tecnológicas y productivas). En tal sentido, la conceptualización del ambiente como

---

<sup>19</sup> Gutman, Pablo; “Ambiente y Planificación del desarrollo”, CEUR, Cuaderno N ° 14, Buenos Aires, 1.984.

<sup>20</sup> Mezzatesta, Susana; Evaluación de procesos ambientales y sociales. Apuntes metodológicos; en Brunstein, Laurelli, Rofman y Vidal (compiladores); “Grandes inversiones públicas y espacio regional. Experiencias en América Latina”. CEUR, Buenos Aires, 1.989.

<sup>21</sup> Leff, Enrique y otros; “Los procesos del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo”. Siglo XXI Editores. Buenos Aires, 1.986.

recurso a desarrollar permite reconocer la dimensión regional como las necesidades locales y la diversidad, criterios significativos a tener en cuenta en la evaluación de inversiones.

7. A partir de ello, corresponde definir la intervención como una acción o cadena de acciones sobre el sistema, como una *gestión ambiental*.

En síntesis, la globalidad, complejidad y dinamismo de las cuestiones ambientales imponen el agotamiento del modelo recursista, a la vez que los efectos de la degradación y deterioro ambiental (suelos, agua, etc.) se hacen cada vez más evidentes y deterioran la calidad de vida a la que aspira la población.

Al mismo tiempo, cabe reconocer en el agua como recurso natural su carácter renovable, que admite usos sucesivos, y conflictivos, y cuyos beneficios de aprovechamiento están vinculados tanto a mitigar la escasez del recurso, y la mejora de su uso, como al control de sus excesos, (mejora de control y regulación), y de su calidad, debiendo optimizar criterios de aprovechamiento a partir de su carácter público.

De lo anterior se deduce que, el fenómeno aguas claras remite a considerar el Alto Valle como subsistema dentro del sistema natural y socioeconómico general.

Cabe en tal sentido, incorporar la cuestión de la sustentabilidad del desarrollo. Pensar en el Alto Valle con desarrollo sustentable implica tomar en cuenta las

definiciones de “*desarrollo sustentable*” de las cuales las más difundidas son de dos tipos<sup>22</sup>:

1. Las de carácter *intergeneracional*, originadas en el debate internacional iniciado en Estocolmo en 1.972, y oficializadas por el Informe Brundtland (1.987), que se refieren al tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.
2. Las que incorporan componentes *intrageneracionales* (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Económica para América Latina), que aluden a aquel desarrollo que combina la sustentabilidad ecológica con la eficiencia productiva y con la equidad social. Aporta Guimaraes (1.999) un nuevo concepto de “*sustentabilidad ecológica, social, cultural y política*”, lo que plantea una *nueva ética del desarrollo* en la cual los objetivos económicos de progreso estén subordinados a las leyes de funcionamiento de los sistemas naturales y a los criterios de respeto de la dignidad humana y de mejoría de la calidad de vida de las personas”

A su vez, cabe ubicar estas definiciones en una posición intermedia entre dos visiones polarizadas en el tratamiento de la problemática ambiental:

- Por un lado, las definiciones ecológicas de *sustentabilidad fuerte*, o *sustituibilidad restringida* entre capital natural y capital hecho por el hombre, en la que los límites al desarrollo surgen de la ecología, principalmente, y

---

<sup>22</sup> Guimaraes, Roberto; “Aspectos políticos y éticos de la sustentabilidad y su significado para la formulación de políticas de desarrollo”. CEPAL. Documento preparado para su publicación en la revista Persona y Sociedad, Santiago de Chile, 1.999.

- Por otro, las definiciones de *sustituibilidad amplia o débil* de naturaleza por capital; noción donde los límites al desarrollo provienen principalmente de la economía.<sup>23</sup>

Por otra parte, siguiendo a Marsden<sup>24</sup>, puede hablarse de *criterios de calidad* en el funcionamiento del subsistema: *calidad de la producción, calidad del trabajo y calidad del ambiente*.

Al respecto, los procesos de globalización plantean el logro de una competitividad a escala internacional sobre la base de criterios de calidad exigible en materia de bienes y servicios, de capacidades humanas y organización, modernización tecnológica y gestión que incluye la gestión ambiental en la agricultura de riego, en un marco de creciente complejidad.

Todos estos aspectos son expresiones de la conducta de actores sociales que se desenvuelven en la agricultura de riego, cuyas decisiones se materializan, entre otras, como problemáticas para el desarrollo sustentable.

A partir de lo anterior, se hace visible que las soluciones técnicas y económicamente correctas a los problemas deben armonizarse con las decisiones sociales y político institucionales, concretadas en los planes de desarrollo social, económico e institucional, nacionales, regionales y

---

<sup>23</sup> La definición de *sustentabilidad restringida* se funda en conceptos ecológicos (rendimiento o productividad primaria neta, sucesión de los ecosistemas) para definir el desarrollo sustentable, al que deberían adecuarse los agentes externos que modifican o perturban el desarrollo espontáneo de las sucesiones de un ecosistema. La conservación de la naturaleza es entendida en ese caso, como oposición entre explotación y sucesión. La definición con base en lo económico se basa en conceptos económicos para definir la *sustentabilidad débil*, que consiste en el mantenimiento de la suma del capital hecho por el hombre más el capital natural. El criterio indicaría que hay sustentabilidad cuando el ahorro es igual o mayor que la suma de las depreciaciones de ambas (naturaleza y capital hecho por el hombre) lo cual supone la sustituibilidad de naturaleza por capital.

<sup>24</sup> Citado por Bendini, M. y Tsakoymagkos, P. en “ Dimensiones del desarrollo sustentable en el valle del Río Negro”, Fundación para el Desarrollo Humano Sustentable de la Patagonia, Mayo de 1.998.

sectoriales; y ello incluye cuestiones de orden general, de planificación hidráulica, administrativas, jurídicas, y político - sociales. Como tal debe incorporar principios del tipo: *prevención, cooperación técnica (esfuerzo multidisciplinario), coordinación política, y participación.*

La participación social constituye un eje a partir del cual la política y la gestión ambiental se articulan en la acción, incorporando consideraciones históricas, culturales y sociales, en el entendimiento de que los miembros de la comunidad son responsables del sistema de preservación del ambiente (consorcios, agrupamientos de productores, etc.). Al mismo tiempo, la tendencia al crecimiento de las demandas sociales en relación con lo ambiental exige una respuesta más sistémica, rápida, dinámica y flexible, y la adaptación del aparato estatal a este requerimiento social con eficiencia técnica y agilidad en la gestión ambiental.

Por tales razones, cabe tener en cuenta la pertinencia de promover el abordaje integral en el manejo del ambiente y la descentralización de la gestión, como el protagonismo de los actores productivos, y los gobiernos municipales, y la capacitación y formación de recursos humanos en el manejo integral de los recursos y en la aplicación de instrumentos participativos de política ambiental.

## **2.2. La percepción de los sujetos**

El presente estudio parte de reconocer que existen cuestiones objetivas y subjetivas asociadas al fenómeno aguas claras. Ello se deduce de investigaciones disponibles, registros varios, y de opiniones y evaluaciones recogidas de actores vinculados a la producción, al manejo de los sistemas de riego, académicos, etc.

Cabe entonces incorporar, además de la investigación de factores objetivos que dan cuenta del problema, la cuestión de la *subjetividad ambiental*, por cuanto resulta relevante la consideración que introducen numerosos estudios en esta temática, que señalan la diferente percepción y valorización de determinados aspectos del medio ambiente por parte de distintos grupos humanos.

Señala Gallopin, (1.983)<sup>25</sup>, que las percepciones y la capacidad de regulación determinan los problemas y soluciones que se conciben y los métodos que se utilizan. Incluso, cuando muchos de los problemas ambientales son compartidos por distintos grupos humanos, es natural que la importancia relativa que se atribuye a las distintas variables ambientales difiera de un grupo a otro.

La percepción del medio ambiente se amplía continuamente y aumenta el valor que atribuyen a la calidad del medio ambiente muchas instituciones, actores sociales y personas.

Por tanto, para no correr riesgos al plantearse políticas ambientales, programas de mitigación de impactos de obras, etc., deben tenerse presentes tanto los componentes objetivos como los subjetivos del medio ambiente.

Ello por cuanto la naturaleza del medio ambiente subjetivo es esencialmente distinta del medio ambiente objetivo, ya que en cierta manera es una proyección abstracta del sistema hacia el mundo externo, pero también interactúa con éste. Y los componentes subjetivos tienen una importancia muy

---

<sup>25</sup> Gallopin, Gilberto; El medio ambiente humano. En Sunkel, Osvaldo y Gligo, Nicolo, (selección) “Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente”. Fondo de Cultura Económica, México, 1.983.

real en cuanto a su influencia en otros sistemas humanos, y en el conocimiento de algunos aspectos de los problemas que plantea el medio ambiente humano.

### **2.3. Gestión pública y gestión ambiental**

La década del noventa es testigo de un profundo cambio en el rol que cumple el Estado dentro del contexto socioeconómico. Señala Walsh (1.998) que a partir de la crisis de los modelos basados en el Estado prestador de servicios y productor de bienes, se replantea un accionar tendiente a recuperar las funciones esenciales de *contralor*, al tiempo que se incorpora la necesidad de abordar la responsabilidad por la *gestión ambiental*.<sup>26</sup>

En esta materia, en la Argentina, a partir del proceso de privatización de organismos se ha incrementado la dimensión de la trama institucional y su complejidad, con la aparición de operadores privados y entes reguladores.

Una cuestión institucional no resuelta, es la consideración del recurso hídrico en forma protagónica, o asociado a otros recursos naturales, la cual se ha tornado más compleja en tiempos recientes, con la aparición y desarrollo de organismos que le suman la problemática de la preservación del ambiente.

De ello se deriva la necesaria redistribución de competencias. La última reforma de la Constitución Nacional introdujo la cuestión ambiental incorporando entre los nuevos Derechos y Garantías un criterio de distribución de competencias ambientales entre la Nación y las Provincias que ha cambiado estructuralmente las relaciones del federalismo preexistente.

---

<sup>26</sup> Walsh, Juan Rodrigo; "La gestión ambiental en la Administración Pública. Un nuevo rol en la actividad estatal". En Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental, Año 5, Número 12 , Buenos Aires. Primavera de 1.998.



Para Walsh (1.998), cuando el artículo 41 de la Constitución Nacional dispone que “corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales” se está incorporando un cambio estructural al sistema ambiental preexistente. Con el retorno de la democracia, las provincias y la Nación tomaron conciencia de que debían abandonar las políticas aisladas e iniciar un proceso de integración consensuada.<sup>27</sup>

La creciente complejidad resulta de la aparición de operadores privados y entes reguladores, en los servicios de provisión de agua potable, operación de centrales hidroeléctricas, etc., y del aumento de la participación de los productores rurales en la operación y mantenimiento de los sistemas de riego.

#### **2.4. La institucionalidad ambiental**

Es sabido que la temática ambiental y su aplicación en el marco de la modalidad de desarrollo conocido como “sustentable” exige un gran número de requisitos para ponerse en marcha. Se trata de cuestiones tanto sustanciales como institucionales.

Las primeras integran el concepto propiamente dicho de “*desarrollo sustentable*” que surgió en la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente que celebró la ONU en 1.972, y que recogió luego el artículo 41 de nuestra Constitución reformada.

---

<sup>27</sup> Walsh, Juan Rodrigo; op. Cit.

Dicho concepto, marcado fundamentalmente por la finalidad de que las actividades que hacen al desarrollo satisfagan las necesidades de las presentes y las futuras generaciones, establece una ética que reposa en el postulado de la equidad intergeneracional, una concepción que no ha logrado aún un sentido unívoco, y cuya aplicación constituye un desafío mayor para los países que la incorporaron a sus ordenamientos jurídicos.

Como se señalara oportunamente, el presente estudio comporta una investigación sobre impacto ambiental y como tal remite a una visión sistémica, toda vez que el ambiente es definido como un conjunto de elementos naturales, artificiales o creados por el hombre, físicos, químicos y biológicos que posibilitan la existencia, transformación y desarrollo de organismos vivos. En tal sentido, los recursos naturales constituyen elementos esenciales del ambiente, y de todo ecosistema.

La participación permite que las decisiones sean más razonadas, que sean producto de un mayor consenso, que se conozcan mejor los problemas sociales, ambientales, etc. y que se busquen de manera mancomunada las soluciones.

La evolución del concepto de defensa del ambiente ha puesto de manifiesto, según Sabsay<sup>28</sup>, que la solución a los problemas socioambientales no se limita a la alternativa de conservar a cualquier precio. La mera conservación puede importar quietismo, no desarrollo; asimismo, si se siguen produciendo y explotando o degradando recursos sin tener en cuenta los daños que se

---

<sup>28</sup> Sabsay, Daniel Alberto; “La problemática ambiental y el desarrollo sustentable en el marco de la democracia participativa”. En Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental. Año 5, N ° 12. Buenos Aires, Primavera, 1.998.

provocan al medio ambiente, se destruyen recursos, se agotan posibilidades a futuro.

En tal sentido, la preservación del medio ambiente recién cobra una posibilidad cierta cuando se acopla al concepto de desarrollo y lo modifica. El límite a toda acción de desarrollo estaría dado por la no afectación del ambiente, dentro de parámetros previamente establecidos.

Esta posición es la que origina la noción de “*desarrollo sustentable*”. Su aplicación obliga a un trabajo continuo de gobiernos, sociedades y sectores diversos a efectos de corregir errores, ajustar procederes, cambiar actividades, etc. y ello no surgirá por generación espontánea, sino que demandará concesiones y revisiones de parte de todos los sectores involucrados en los procesos de producción, administración, educación, consumo, etc.

Elevar los niveles de conciencia personal es una condición necesaria para el éxito de cualquier gestión del desarrollo. Si no existe suficiente comprensión acerca del papel que desempeña la naturaleza en el bienestar de los individuos y la comunidad, las acciones ambientales tenderán al fracaso. A su vez, el sistema educacional, es un medio importante para modificar los valores y la conducta de la sociedad respecto de los recursos naturales.

Los programas de inversión y gasto público pueden incorporar elementos esenciales de la sustentabilidad del desarrollo. La formulación y revisión de dichos programas representa una instancia única para evaluar si existe un verdadero equilibrio entre todas las formas de capital.

Los programas ambientales y de gestión de recursos naturales deben incorporarse en esta instancia. Su incorporación dependerá de las diferentes

opciones de inversión existentes, de la percepción de los beneficios netos previstos, y de los criterios económicos empleados para seleccionar y evaluar esas inversiones.

## **2.5. Consideraciones metodológicas**

Desde lo metodológico cabe señalar que la etapa de diagnóstico del presente estudio, la cual se presenta en este TOMO I, plantea pasos que incluyen:

1. Identificar el ambiente natural y social afectado
2. Identificar los efectos que interactúan: directos, indirectos y a distancia.  
Cambios producidos en el subsistema natural y antrópico derivados de la implantación de las obras asociados al fenómeno de aguas claras.  
Elementos objetivos y subjetivos: percepción de productores - regantes, operarios y técnicos, responsables de consorcios.
3. Recoger elementos que aporten al análisis y la evaluación del fenómeno aguas claras.
4. Relevar áreas críticas respecto del problema, extensión e intensidad del fenómeno y sus efectos.
5. Realizar un diagnóstico de la situación con relación al fenómeno de aguas claras en el marco del funcionamiento del sistema de riego y producción.

A tal efecto, se recurre al relevamiento de información objetiva resultado de estudios previos, cartografía, registros, análisis disponibles de distintos indicadores relevantes, proyectos e informes, y documentación útil para la aproximación al problema, su conceptualización, e implementación del trabajo de campo (observaciones y toma de muestras).

A partir de ello, se procede al desarrollo de entrevistas semiestructuradas, y en profundidad, a actores del sistema productivo e institucional ligados a la temática objeto de la investigación (productores, responsables de consorcios de riego, operadores y técnicos con responsabilidades en el presente y el pasado del sistema), procurando que las mismas representen las impresiones de la población involucrada sobre la problemática ambiental derivada del funcionamiento del sistema de riego antes y después de la construcción de las presas, y específicamente su percepción acerca del fenómeno de aguas claras (efectos y daños); así como también sobre el manejo de la problemática a partir de los cambios en la administración del agua.

En cuanto a la definición territorial, se efectúa una aproximación al problema en la región, áreas de riego de Río Negro y se profundiza en la microregión del Alto Valle, recorte definido por el demandante como primera etapa, y como área bajo influencia de los efectos más relevantes del fenómeno aguas claras.

En la propuesta metodológica original estaba prevista la "selección de área (s) *testigo*. Evaluación de antecedentes, estudios, registros, compatibilización de información. Diagnóstico de la situación anterior a la construcción de embalses, y actual, y elaboración de proyecciones. Elaboración de hipótesis con relación al aislamiento del fenómeno de otros que se interrelacionan en el funcionamiento del sistema".

Respecto de esta metodología, al no detectarse áreas que, por su mayor grado de estudio, pudieran ser consideradas *testigo*, para luego proyectar (extrapolar) los resultados obtenidos del análisis a toda el área del sistema de riego del Alto Valle, se consideró más pertinente trabajar sobre el concepto de *áreas críticas* analizando el área bajo riego del sistema Alto Valle en forma global.

Se procede al reconocimiento de la zona, a la realización de observaciones in situ, búsqueda de registros e información complementaria: estado de obras, mantenimiento, planes de remodelación o construcción, volúmenes de agua de riego y eficiencia de conducción, y cuestiones productivas asociadas al fenómeno aguas claras, procurando profundizar la tarea en áreas identificadas como críticas.

A partir de lo anterior se procura identificar y caracterizar las cuestiones y problemas más relevantes:

- aspectos vinculados a la cantidad, calidad, distribución y uso del recurso agua antes de la construcción de las presas;
- percepción acerca de las ventajas y desventajas de las aguas turbias y de la construcción de las obras y su impacto en el riego;
- reconocimiento del fenómeno de “aguas claras” por parte de los actores del sistema productivo e institucional, y grado de importancia adjudicado al mismo;
- aparición del fenómeno, circunstancias de la emergencia del problema;
- perjuicios resultantes: modificación en procesos ecológicos (aumento del nivel freático y revenimiento, salinización, y afectación de cultivos, lavado y lixiviación, pérdida de eficiencia de riego, etc.), en el uso del espacio, en las obras (canales y acequias), en la estructura del suelo agrícola, otras ;
- estimación de la dimensión del problema;
- factores que han cooperado a agravarlo;

- significación económica del fenómeno de “aguas claras” en la actividad productiva;
- mecanismos de reversión o mitigación de la situación; medidas correctivas sugeridas;
- acciones desarrolladas al respecto: gestiones, reclamos, búsqueda de recursos para hacer frente a inversiones (revestimiento de tramos del canal principal, secundarios, terciarios, etc.), y gastos de mantenimiento;
- percepción acerca de la incidencia de la descentralización y transferencia de servicios como cuestión institucional y con resultantes en lo organizacional, en la identificación de impactos, en su seguimiento y en la gestión de intervención;
- referencia al posicionamiento de la cuestión de los impactos de las grandes presas y obras de riego en general, y de “aguas claras” en particular, en la agenda pública; su traslado del espacio privado (la unidad productiva) al espacio público (los consorcios de riego, las localidades, etc.); la transición de la percepción individual a la organización y la gestión colectiva del problema (la participación). La cuestión institucional: lo sectorial y lo interinstitucional.
- incidencia del cambio de jurisdicción y de la participación de los productores en consorcios de riego, en cuanto al estado de las obras, su mantenimiento, y la captación, administración y asignación de los recursos.
- percepción y conocimiento acerca de la legislación, las normas en materia de auditorías, evaluaciones de impacto y “vigilancia ambiental”.
- Otras: aspectos libres resultado del proceso de entrevistas.

## **2.6. Cuestiones relevadas a partir de las entrevistas**

La tarea desarrollada de relevamiento de percepción y opinión, afrontó dificultades vinculadas al tiempo transcurrido desde la construcción de las obras de riego, drenaje, y las propias obras energéticas, junto a la falta de registros sistemáticos de información sobre el sistema de riego y drenaje que aportaran a la contrastación. Asimismo, aquellas que resultan del posicionamiento diferencial de los actores, su trayectoria, conocimiento, subjetividad (*lo percibido, inferido y valorizado*), etc.

En la gran mayoría de las entrevistas a productores - regantes, operadores y técnicos de larga trayectoria en el área de estudio, se han vertido opiniones que se sintetizan en las siguientes cuestiones:

- Hay obsolescencia de las obras del sistema de riego, construido en las primeras décadas del siglo, con elevada pérdida en algunos sectores, por ejemplo en Cinco Saltos, lo que ha llevado a iniciar revestimiento de algunos tramos del canal principal. (Técnicos, consorcio de segundo grado).
- Ha faltado previsión: amortización, mejoramiento, construcción de obras nuevas y capacitación en manejo. Ha sido escasa la inversión en innovación tecnológica en el sistema (obras y normas de manejo). (Técnicos).
- Ha habido una desvalorización de la cuestión del drenaje y su importancia. Entre 1.940 y 1.950 recién se iniciaron obras de desagües pluviales; no se hablaba de drenaje. (Técnicos).
- La acumulación de sedimentos en deposición en el fondo de los embalses reduce los sedimentos en circulación en los canales. La pérdida de



sedimentos actúa en los cauces sin impermeabilización provocando mayor filtración; las tierras pierden rápidamente la humedad, y requieren mayor cantidad de agua de riego, con los consiguientes efectos negativos. (Técnicos).

- Se cruzan y potencian diversos factores: una cuestión central son los defectos constructivos originales, como la construcción de los canales en tierra con escasa compactación, lo cual se ve agravado por el efecto aguas claras, a lo que se ha agregado el mal uso del agua. Además, la pérdida de turbidez ha significado la pérdida de capacidad de sellado. No existen cuantificaciones del fenómeno, ni información sistemática. (Técnicos).
- “Antes de la construcción de las obras de regulación y generación hidroeléctrica el agua era más fértil, como si tuviera abono”. (ahora es “agua flaca”, sin fertilizante natural). “Era color chocolate, y a veces rojiza, hasta en comuneros y chacras. Ello permitía un sellado casi natural de los canales”. (Consortistas, productores).
- El riego con agua sin sedimentos, “prácticamente como *agua destilada*”, no aporta los nutrientes que antes transportaban las aguas turbias. Pero el mayor problema respecto de los nutrientes es el sobrelavado a que se somete a los suelos por exceso de riego. (Productores).
- A partir de su construcción se han agravado las filtraciones y el revenimiento, por recarga del acuífero. (Técnicos).
- Las filtraciones provocan pérdida de la eficiencia de riego, estimulan sobreriego en algunas áreas y agravan la situación del nivel freático. Se producen pérdidas por exceso de agua en la cabecera del sistema, al

tiempo que se hace visible el déficit por ausencia al pie del surco. Se estima que la pérdida relativa podría ser mayor en comuneros, secundarios y terciarios que en el canal principal de riego. Las pérdidas son mayores en los lugares más altos (terraplenes, etc.); la mayor presión genera mayor pérdida. “En Cipolletti, se estima que las pérdidas por infiltración son del orden del 20 al 30%”. (Responsables de consorcio).

- Se hace visible el crecimiento de vegetación acuática en los canales por la penetración de los rayos solares en la masa acuosa producto de su mayor transparencia, lo que dificulta el escurrimiento hidráulico. El desarrollo de la maleza acuática, al obstruir la circulación del agua, exige mayores caudales, y genera mayor costo de operación del sistema por limpieza y extracción de lama (obliga a tres limpiezas al año). Caso contrario, se producen inundaciones en determinadas áreas. (Técnicos, consorcistas, productores).
- Desde la transferencia de los servicios de riego a los consorcios se desarrolla una tarea de mayor seguimiento del mantenimiento, limpieza, detección de filtraciones, impermeabilización de tramos, limpieza de secundarios y terciarios, cooperación con los productores para la limpieza de comuneros, refacciones, etc. (Consorcio de segundo grado).
- Hay falta de desagües y colectores principales de drenaje; existen desagües poco profundos, y falta limpieza de canales parcelarios, aunque ello está mejorando por la acción de los consorcios. No obstante, aún se producen modificaciones importantes en cuanto al ascenso del nivel freático entre la época con riego y sin riego. (Consorcistas, productores).

- Con los consorcios se ha mejorado el manejo del riego. El volumen de agua entregado es el mismo, pero se entrega más agua en menos tiempo. (Productores).
- Los consorcios no se han hecho cargo de la red de comuneros; hay una rehabilitación progresiva, pero la tarea es lenta por falta de recursos financieros. En general, se rescata la importancia de la presencia de los consorcios en la limpieza y mantenimiento de los canales, y drenes, y en la mejora de la infraestructura. “Su accionar ha permitido controlar problemas de salinidad por mejoras en el drenaje. No obstante, en las chacras hay falta de limpieza de los desagües”. (Consortio Cipolletti).
- La situación económica, especialmente del pequeño productor, lleva al abandono de chacras con el consiguiente problema de la falta de mantenimiento de los tramos en su sector, y el agravamiento de procesos de salinización. El universo de productores aparece como altamente heterogéneo en cuanto a recursos disponibles, conciencia, etc., lo que dificulta la coordinación de la frecuencia del riego y la programación. O sea que se produce una diferenciación de productores en el uso del agua, la que se traduce en costos, eficiencia y rendimientos diferentes, según especies y variedades, productividad, densidad de montes, etc. lo cual exige adaptar tecnología, y hacer seguimiento estricto. (Consortios, técnicos).
- Se puede hablar de anarquía del sistema, dado que unos productores limpian los comuneros, y otros no lo hacen; unos asumen el pago de los servicios de riego, y otros no, por razones financieras en unos casos, y culturales en otros. De modo que el índice de cobrabilidad de los consorcios

oscila entre el 30 y el 50%, en los últimos años. A ello se agrega el alto porcentaje de tierras regadas sin cultivar, el que ha crecido en los últimos diez a quince años. (Consortios, técnicos).

- La anarquía del sistema es dinámica y acumulativa. Se agrava por cuanto existen áreas con plantaciones que suponen alta densidad de uso del suelo, con sistemas de riego en surco y goteo, de alto costo por hectárea, conviviendo con las altas pérdidas e ineficiencia en conducción y distribución. No es posible hacer riego presurizado sin mejorar y revestir la red. Ello requiere corregir la pérdida de agua del sistema por infiltración, los problemas de falta de compactación, las ineficiencias de la conducción, y falta de mantenimiento de algunas áreas, así como modificar el manejo de las cortinas rompevientos. (Técnicos).
- En general, el productor de la región aún riega muy mal, predominando todavía el riego por manto con relación al riego por surco. No obstante, en los últimos 10 años, se observa que algunos productores van adoptando el riego por surco, mejorando el emparejamiento y las condiciones de las acequias. (Productores)
- Es habitual la implantación de álamos en taludes de las acequias, y canales comuneros cuyas raíces se introducen en el cauce de los canales obstruyendo la conducción del agua. Revertir tal situación implica sacar plantaciones, con alto costo, hacer nuevas trazas, y tan importante como ello, cambiar hábitos y rutinas de productores. (Técnicos).
- Es necesario mejorar el manejo integral desde el consorcio, el tomero, el inspector, y perfeccionar la tecnología de riego, capacitar, construir,

mejorar, concientizar sobre el manejo, regular conductas, ejercer la “vigilancia ambiental”, cambiar comportamientos sociales, entre otros ajustes del sistema, para garantizar un proceso de calidad de ambiente y trabajo, que redunde en calidad de producción y mayor eficiencia social. (Técnicos).

- Se detectan pérdidas biológicas por menor actividad microbiana natural propia del suelo y menor actividad fisiológica de las raíces, lo que se traduce en un atraso en el repunte de la vegetación en el brote o en el transplante. (Técnicos).
- Hay casos de productores que asociados en los consorcios intentan cambiar hábitos y conductas sobre sistemas de riego y producción, aplicando nuevas tecnologías e impulsando cambios culturales. En otros casos graves, se produce el abandono de las tierras, con el consiguiente agravamiento de la situación del pequeño productor. Ello se vincula a problemas graves de gestión empresarial, malas decisiones de gestión, de plantación, falta de capacitación de dirigentes y productores, falta de cultura participativa y asociativa para identificar problemas y encarar soluciones colectivas. Las salidas suelen ser individuales, buscando resolver problemas en el ámbito de su chacra, sin encarar las problemáticas con una concepción y una acción más integral. (Técnicos).
- Entre las acciones propuestas se encuentran: mejorar la eficiencia de riego, regar mejor, con un mayor volumen en menos tiempo y desarrollar capacitación con ese objeto; impermeabilizar canales, limpiar y profundizar desagües; construcción futura de infraestructura de drenaje para superar el

revenimiento y aumentar la eficiencia de conducción y distribución del agua. (Técnicos, consorcistas).

- En otros casos, se percibe la necesidad de desarrollar mecanismos de extensión agrícola para capacitar en el manejo del agua de nuevas características, y efectuar compensaciones por el mayor requerimiento de fertilizantes. (Técnicos, consorcistas).

A partir de lo anterior se deduce la necesidad de investigar en profundidad los problemas, áreas y extensión de ellos, por cuanto resulta difícil desentrañar y aislar el fenómeno de “aguas claras” de otros tantos problemas del sistema de riego y producción. El cambio necesario requeriría una nueva técnica de manejo de los recursos, con las modificaciones de control de los procesos, mantenimiento, vigilancia ambiental, costo, así como instrumentar la participación responsable de los usuarios del sistema, desarrollar capacitación, obras específicas, etc. Ello excede el ámbito de lo natural o ecológico para articularse con lo tecnológico, las cuestiones de organización, lo económico y financiero y lo institucional.

## **Anexo: Listado de personas entrevistadas**

### **a) Personas relacionadas con el área bajo estudio:**

- Presidente del Consorcio de Riego de Cinco Saltos, Sr. Alfredo Lucachini
- Presidente del Consorcio de Riego de Cipolletti, Sr. Eduardo Artero, Responsable Técnico, Ing. Alberto Buccella y Técnico, Sr. A. Pascal.
- Presidente del Consorcio de Riego de Allen, Sra. Norma Coriolani.
- Presidente del Consorcio de Riego de General Roca, Sr. Marcelo Spampani y responsable técnico Ing. Fernando Rodríguez Varela.
- Presidente del Consorcio de Riego de Cervantes - Ingeniero Huergo, Sr. Andrés Moschini y responsable técnico Sr. Hugo Pezzutti.
- Presidente del Consorcio de Riego de Villa Regina, Sr. José Teruel.
- Responsable del Consorcio de Segundo Grado (Alto Valle), Ing. Jorge Viega y técnico, Sr. Carlos Alcain.
- Técnicos de Suelos y Riego de la Estación Experimental Alto Valle, del INTA; Ings. Juan Nolthling y Antonio Requena.
- Técnico de Riego de la Consultora Servir S.A., Ing. Fernando Casares.
- Investigadores del Area de Edafología de la Universidad Nacional del Comahue, Ing. Jorge Irisarri, Ing. Patricia Schmidt, Ing. M. Cristina Aruani.
- Investigadores del Area Hidrología, Riego y Drenaje de la Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.C, Ing. Federico Horne, e Ing. Juan Galleazzi.
- Director del Centro de Investigaciones en Arcillas (CIMAR). Universidad Nacional del Comahue - CONICET, Ing. Jorge Vallés.

- Técnicos de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas; Ing. José Luis Valicenti, Ing. Carlos Roca e Ing. David Drasckler.
- Funcionarios y técnicos del Departamento Provincial de Aguas. Delegación Alto Valle. Ing. Federico Carnevali.
- Productor de Villa Regina; Sr. Armando Silvestre
- Productor de Villa Regina; Ing. Atilio Matcovich

**b) Personas de otras regiones ajenas al Alto Valle:**

- Ex Intendente de Riego Río Colorado, (Agua y Energía), y productor, (Valle Medio del río Negro), Sr. Numa Bini.
- Responsable de la Unidad de Riego y Drenaje, Departamento Provincial de Aguas del Valle Medio, Ing. Luis Arias, y responsables del laboratorio de hidrogeología, Ing. Carlos Degelle e Ing. Patricia Rossi
- Productor de Choele Choel, Valle Medio; Sr. Eduardo Casagrande.
- Funcionarios del Departamento General de Irrigación, Subdelegación río Diamante. San Rafael. Mendoza; Ings. Favio Chiacchio y Víctor Matteucci.
- Director del Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELAA); Ing. Armando Llop.
- Funcionarios del Departamento General de Irrigación, Subdelegación Rivadavia. Rivadavia. Mendoza; Ing. Mario Morón.
- Técnico del Centro Regional Andino (CRA). Mendoza; Qco. Hugo Loustaunau.



### **3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA BAJO ESTUDIO**

### **3.1. Ambiente natural**

El río Negro y sus afluentes principales, el Neuquén y el Limay, constituyen una cuenca que se extiende desde la cordillera de los Andes hasta el Atlántico. En sus nacientes reciben agua de una densa cuenca imbrífera que registra las mayores precipitaciones pluviales y nivales de la región debidas a los vientos húmedos del oeste, provenientes del Pacífico. Cuando los colectores principales acceden a la meseta patagónica se transforman en ríos alóctonos con caudales significativos.<sup>29</sup>

Los caudales medios anuales, según información obtenida de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC), ascienden a 930 m<sup>3</sup>/seg. en el río Negro y 280 m<sup>3</sup>/seg en el río Neuquén.

En este tramo, ambos ríos han posibilitado el desarrollo de una región densamente poblada y explotada, constituyendo un corredor de 130 km de largo, aguas debajo de la confluencia, a lo que se agregan 65 km junto al río Neuquén y 50 km a lo largo del río Limay, y donde se asientan alrededor de 500.000 habitantes, abarcando una superficie cercana a las 100.000 ha.

El Alto Valle del río Negro es una importante zona productiva bajo riego cuyos principales cultivos están constituidos por peras y manzanas.

El clima del área es continental, templado y árido<sup>30</sup>. La temperatura media anual es de 15,1° C, la de enero 22,2° C y la de julio 5,5° C.

---

<sup>29</sup> De Jong, G. , Tiscornia, L. y otros. “El minifundio en el Alto Valle del Río Negro”. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, 1.994.

<sup>30</sup> INTA Alto Valle; Diagnóstico Regional, 1.986.

La precipitación media anual es de 188 mm, y los vientos predominantes son de los sectores oeste y sudoeste, con una mayor frecuencia en primavera – verano. La velocidad media anual es de 6 km/hora. Su intensidad hace necesaria la implantación de cortinas protectoras.

Las heladas primaverales afectan con frecuencia a los cultivos del área. El período libre de heladas es de 190 días, lo que hace necesaria la utilización de cultivos de ciclo corto. La frecuencia media de días con heladas es de 74.

El granizo es otra adversidad climática, que afecta al área con frecuencias e intensidad variables.

Los suelos son típicos de desierto, salvo los que se hallan al alcance de las costas y zonas inundables y los que han sido sometidos a cultivos; suelos aluviales, con depósitos producidos por la degradación de las rocas de la cordillera, arrastrados aguas abajo en forma de cantos rodados, y por la erosión de las barrancas locales.

En este escenario natural, a partir de 1879 se desarrolló un proyecto basado en la instalación del ferrocarril y la producción agrícola bajo riego. Así, en 1884 se construyó la primera obra de riego, el “Canal de los Milicos”, la cual habilitaba para la actividad agrícola a pequeños sectores de tierra desde la confluencia hasta la ciudad de General Roca, y en 1.916 se construyó el Dique Ballester sobre el río Neuquén y una red de canales, incorporando al riego a la zona más cercana al dique, hasta completar la habilitación de todo el **Sistema de Riego del Alto Valle del río Negro en 1.932.**

### **3.2. Aspectos fisiográficos y geomorfológicos. Unidades de suelos**

El área estudiada, denominada Alto Valle, comprende el tramo inferior del valle del río Neuquén y la porción más occidental del valle del Río Negro, distribuyéndose exclusivamente en la margen norte de ambos ríos, conformando una angosta y larga llanura de aproximadamente 130 km de largo y un ancho variable entre 2 y 12 km.

Las características fisiográficas, geomorfológicas y edafológicas de esta área han sido muy bien caracterizadas en el Informe Edafológico del Estudio para el Aprovechamiento Integral del Río Negro<sup>31</sup>. Por esta razón se ha considerado procedente transcribir en este capítulo la descripción allí expuesta.

De relieve originalmente plano a muy suavemente ondulado, hoy nivelado para riego prácticamente en su totalidad, este sector del valle manifiesta pendiente oeste - este de 0,8 % aproximadamente, alcanzando una altura de 300 m sobre el nivel del mar en la localidad de Barda del Medio y de 197 m al este de Chichinales.

#### **La evolución del relieve del área se resume de la siguiente manera:**

“El río Neuquén Inferior, antes de su unión con el Limay para dar lugar al río Negro, atraviesa la porción nor-oriental de la Cuenca Sedimentaria de Neuquén (depósitos continentales del Cretácico Superior) conformada por areniscas abigarradas con intercalaciones conglomerádicas y arcillosas.

El río Negro se abre paso en su margen sur por la misma formación, y hacia el norte a través de las terrazas Patagónicas (mantos de rodados Techuelches

---

<sup>31</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro. Etapa II. Informe Edafológico, febrero de 1.991,-

Pleistocénicos). Aquí afloran delgadas fajas de sedimentos marinos (Cretácico Superior) y de sedimentos continentales (Terciario), constituidos especialmente por conglomerados y tobas.

La presencia de los rodados Patagónicos constituye sólo un resto de lo que fuera durante los primeros tiempos del Cuaternario y su cauce, en busca de su nivel de base, se excavó en los sedimentos mencionados. A juzgar por la naturaleza de los materiales presentes en el valle, el área estuvo sujeta a la acción de grandes corrientes de agua, con gran fuerza viva en tiempos recientes, proceso complementado en tiempos más modernos por la acción de aguas más tranquilas propias de cursos divagantes y meándricos.”

Se distinguen dentro del área relevada tres grandes unidades geomorfológicas, definidas por su origen, edad y procesos que han regido su formación que corresponden a las **Llanuras Aluvional Reciente, Subreciente y Antigua**.

Las dos primeras, conforman la Faja de Meandros constituyendo dos niveles de depósitos a lo largo de prácticamente todo el valle, que se diferencian fundamentalmente por el grado de evolución de los materiales que las conforman.

La Llanura Aluvial Antigua abarca los niveles intermedios a altos del Valle ubicándose entre los depósitos de la Faja de Meandros y la Llanura Aluvio-Coluvial (esta última fuera del área bajo estudio).

### **Llanura Aluvial Reciente**

Integra los niveles de depósitos fluviales correspondientes a las terrazas más bajas del valle y comprendiendo la faja más moderna de acción del río, donde

se ubican los suelos más incipientes de los reconocidos en el área, todos pertenecientes al Orden de los Entisoles.

Dentro de esta unidad geomorfológica se distinguen dos niveles de terrazas:

- El inferior (adyacente al río Negro), constituye el nivel de depósitos actuales, reuniendo a las tierras que aún hoy se ven afectadas por la dinámica del río en su continuo proceso de migración a través de fenómenos de erosión y sedimentación (bancos, islas y riberas inundables) y a los depósitos de albardones actualmente estabilizados, que tras la regulación de las aguas del río, se han volcado masivamente a la producción bajo riego (Asociación Sauzales). Denominador común del sector de depósitos actuales del río es la presencia de materiales gruesos, donde predominan las arenas finas y los rodados fluviales.
- El segundo nivel (terraza superior), de la Llanura Aluvial Reciente, corresponde al área de depósitos de albardones semilunares formados por la acumulación de materiales de granulometría media originados por los depósitos de meandros, y las áreas correspondientes a cauces abandonados. Manifiesta una fisonomía plana sólo interrumpida por aquellos cauces que por su envergadura no fueron rellenados y en la actualidad se utilizan como vías de desagües de los excedentes de agua de riego. Se ha distinguido y cartografiado en el nivel superior de depósitos de la Llanura Aluvional Reciente, a la Asociación Río Negro de elevada aptitud para el riego y que actualmente sustenta las plantaciones frutícolas de mayor productividad del Alto Valle.

## **Llanura Aluvional Subreciente**

Conforma una amplia faja central de depósitos fluviales distribuidos a lo largo del Alto Valle, donde la acción de nivelación antrópica ha borrado el patrón de espiras de meandros prácticamente colmadas, los que sólo son visibles en sectores localizados.

Determina fundamentalmente la edad relativa de esta terraza, su ubicación entre los niveles de depósitos recientes y antiguos, la nula funcionalidad de los pocos cauces que aún persisten y el grado de pedogénesis que manifiestan los materiales constituyentes, originándose suelos pertenecientes exclusivamente al Orden de los Aridisoles. La misma se subdivide a su vez en dos niveles, inferior y superior, según su posición altimétrica y grado de evolución de los suelos que la componen.

Se han segregado, dentro del nivel inferior de depósitos de la Llanura Subreciente, tres unidades cartográficas de suelos. La consociación Alto Valle es la más próxima a la Llanura Aluvial Reciente y conforma muy suaves albardones de suelos profundos, ricos en limos y bien a moderadamente bien drenados. En el sector central se desarrolla la Asociación Roca, con suelos imperfectamente drenados, de granulometría algo más fina respecto a las anteriores, y profundidad efectiva limitada por presencia de capas discontinuas parcialmente cementadas (Suelo Roca). Por último, la Asociación Cervantes ocupa posiciones ligeramente deprimidas, de drenaje pobre, insertas en la Asociación Roca o adyacentes a la Llanura Aluvional Antigua, donde los suelos se caracterizan por ser moderada a fuertemente alcalinos, moderadamente salinos y presentar capa de agua cercana a la superficie.

El nivel superior de depósitos subrecientes, se presenta en forma de faja adyacente a la Llanura Aluvial antigua entre las localidades de Cinco Saltos y Allen y entre Godoy y Chichinales.

En el primer tramo, se distribuyen suelos con importante grado de evolución pedogenética, granulometría superficial medianamente fina, presencia de capas cementadas ricas en fragmentos gruesos, en los que se ha operado un lavado parcial del calcáreo, y en oportunidades, formación de un horizonte B argílico (Suelo Cinco Saltos), comprendiendo las Asociaciones Cipolletti 1 y Cipolletti 2.

En el segundo sector (Godoy - Chichinales), se extiende una llanura de derrames surcada originalmente por cauces angostos anastomosados, muchos de ellos colmatados, hoy en día en su mayoría borrados por la nivelación antrópica, excepto aquellos que funcionan como vías de desagüe (Arroyo Salado). Se presentan en esta situación suelos de granulometría media, drenaje imperfecto, alcalinidad moderada a fuerte y profundidad siempre restringida por presencia de un subsuelo parcialmente cementado, agrupados en la Asociación Villa Regina.

### **Llanura Aluvional Antigua**

Distribuida a lo largo del Alto Valle entre Contralmirante Cordero y Chichinales, la presente unidad geomorfológica conforma una franja de amplitud variable distribuida entre la Llanura Aluvial Subreciente y los depósitos Aluvio-coluviales, estos últimos presentes al pie de la barda y fuera del área de estudio, caracterizándose por la presencia de materiales de textura fina de tonalidad amarillenta o rojiza.



El sector más extendido de la presente terraza, cartografiada como Asociación J. J. Gómez 1, corresponde a un sector de topografía muy suavemente ondulada (hoy plana por nivelación para riego), de drenaje imperfecto a pobre y con contenidos salinos algo elevados. Insertas dentro de este ambiente se distribuyen suaves depresiones pobremente drenadas, de composición mecánica muy fina y muy elevada salinidad y alcalinidad (Asociación J. J. Gómez 2). Los sectores adyacentes a la Llanura Aluvio-Coluvial poseen topografía suavemente inclinada, hoy en su mayoría nivelada en terrazas para el riego, donde los suelos, si bien de granulometría fina, poseen drenaje moderadamente bueno y relativamente bajos contenidos de sales solubles (Asociación Allen).

La acción del hombre ha constituido uno de los factores de la formación de los suelos actuales del Alto Valle. Su influencia se hace sentir cuando modifica alguno de estos factores, como por ejemplo, cuando actúa sobre el régimen del agua, sobre la vegetación y hasta sobre el relieve.

Antes de comenzar la actividad del hombre en el valle, los suelos se hallaban sobre capas sedimentarias onduladas, con frecuencia cubiertos por sedimentos aluviales heterogéneos y con una localización profunda de las aguas subterráneas (5 - 6 m) y la presencia de sales en los sedimentos.

Las técnicas de irrigación implementadas exigieron la nivelación de los terrenos, por cuya razón el suelo y el subsuelo fueron removidos hasta una profundidad de un metro y más. Así se originó un nuevo material madre, en el cual comenzó la formación de los suelos actuales.

En la naturaleza, todos los procesos tienden a establecer un equilibrio dinámico. Así, la formación de los suelos se desarrolla bajo la influencia de fenómenos de destrucción y la posterior recuperación del equilibrio dinámico.

En el caso de los suelos del Alto Valle, el riego destruyó el equilibrio existente durante centenares de años, sentando las bases para un nuevo equilibrio, al cual tienden a llegar actualmente.

Según su composición mecánica, los suelos del Alto Valle se pueden clasificar dentro de la categoría de los suelos de textura suelta: arenosos, arenosos francos y franco arenosos. Sin embargo, se encuentran también algunos casos de suelos pertenecientes al grupo textural franco - arcillo - arenoso y franco - arcilloso.

Haciendo una apreciación generalizada, se distinguen materiales de formación de suelos más arenosos en las proximidades de la ribera, conocidos como suelos de costa, y menos arenosos en el centro del valle y también cerca de la “barda”. Esta composición mecánica influye sobre una serie de propiedades del suelo, como ser: permeabilidad para el agua de riego, capacidad de retención de la misma, poder buffer y capacidad de intercambio.

### **3.3. Sistema de riego y drenaje**

A los efectos de describir el sistema de riego y drenaje del Alto Valle se tomó como base el trabajo realizado por el Ing. Alberto Buccella para el Curso Regional sobre Riego y Drenaje<sup>32</sup>.

El sistema de riego del Alto Valle está ubicado en el N.O. de la Provincia de Río Negro, en la margen norte de los ríos Neuquén y Negro, donde son servidas aproximadamente 60.000 ha.

Esta superficie se extiende entre los ríos mencionados y el canal principal, desde la localidad de Barda del Medio próxima al dique Ing. Ballester hasta Chichinales sobre el río Negro, con excepción de un área principalmente ubicada al norte del canal principal, entre las localidades de Cervantes y Godoy.

Las aguas que permiten el desarrollo de este sistema provienen del río Neuquén y antes de ingresar a la bocatoma del canal principal, desde el año 1.978 son reguladas a través de las obras de control y embalses del Complejo Cerros Colorados.

Este complejo tiene su origen en la presa de Portezuelo Grande ubicada aguas abajo de la estación de aforo de Paso de los Indios sobre el río Neuquén. La función de esta presa es la de derivar los caudales del río Neuquén hacia los lagos formados en las cuencas de los Barreales (27.700 hm<sup>3</sup>) y Mari Menuco (13.800 hm<sup>3</sup>), permitiendo alimentar a través de una segunda estructura de control, el cauce de dicho río con el caudal mínimo necesario para abastecer

los usos consuntivos, actualmente 12 m<sup>3</sup>/seg entre Portezuelo Grande y la localidad de El Chañar. Luego de transitar por los lagos mencionados, las aguas ingresan a través de un canal de aducción a la Central Hidroeléctrica Planicie Banderita, para en su restitución incorporarse nuevamente al río Neuquén.

En las proximidades de El Chañar se encuentra la presa compensadora del mismo nombre, que posee una estructura de control con una capacidad de erogación de 3.500 m<sup>3</sup>/seg, que regula los caudales en función de las necesidades de riego y otros usos consuntivos aguas abajo.

### **3.3.1. Red de riego**

#### **Obra de captación**

Está integrada por el Dique Ing. Ballester que posibilita elevar y mantener constante el nivel del río, y la bocatoma de derivación al canal principal sobre la margen izquierda. Actualmente, estas estructuras son operadas por la Dirección Provincial del Agua de la Provincia de Río Negro.

El dique es una estructura metálica que posee 17 compuertas de 20 m de luz cada una, separadas por pilares de 3 m de ancho contruidos en hormigón y revestidos con chapa de fundición. Las compuertas son metálicas, pesan 33 ton cada una y son accionadas por un mecanismo eléctrico de corriente continua. No obstante ello, están contrapesadas de tal modo que, eventualmente, puedan ser accionadas en forma manual.

---

<sup>32</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Agua y Energía Eléctrica (AyEE). Curso regional sobre riego y drenaje. Noviembre de 1.982.

La bocatoma del canal principal de riego está formada por 12 vanos de 5 m cada uno y pilares intermedios de hormigón de 1,4 m. Tiene 5 compuertas metálicas que se pueden accionar eléctrica y manualmente, siendo el largo total de la obra de 77,8 m.

### **Obras Complementarias**

Para permitir una operación más segura del sistema de riego, se han realizado una serie de obras complementarias, que sirven de protección para evitar que caudales de grandes crecidas, lluvias o aluviones, puedan producir daños en los canales del sistema.

Dentro de estas obras se encuentran las siguientes:

Canal derivador: Canal de 500 m de ancho que nace sobre margen izquierda, aguas arriba de la bocatoma del canal principal y posibilita desviar hasta 2.000 m<sup>3</sup>/seg al lago Pellegrini, que constituye una cuenca cerrada con una capacidad de 7.000 a 8.000 hm<sup>3</sup>, utilizada como pulmón en época de crecidas.

Zanjas de guardia: A lo largo de gran parte del canal principal se construyeron zanjas de guardia, las que tienen como función transportar el agua que se junta sobre la margen norte del canal principal cuando llueve y trasladarla hasta alguno de los 30 sifones que pasan por debajo de este, evitándose de ese modo, la acumulación de agua que puede romper el canal.

Defensas contra aluviones: Además de la zanja de guardia, tanto en Allen como en Gral. Roca se construyeron sendas defensas para atenuar el efecto de los aluviones sobre la red de riego.

- La de General Roca, está constituida por un dique de tierra de 960 m de largo, una altura máxima de 18 m, un área de influencia de 8000 ha y un

embalse máximo, sin que funcione el vertedero, de 5 hm<sup>3</sup> con una superficie de 110 ha.

- La defensa de Allen, tiene un desarrollo de 303 m con una altura máxima de 30 m y trabaja en forma similar a la de Gral. Roca, llegando a su máxima capacidad de embalse de 696 ha y 36,8 hm<sup>3</sup>.
- La defensa de aluviones Cervantes - Mainqué, se construyó para evitar la continua rotura de la red como consecuencia de cuatro cañadones que afectaban directamente 2000 ha cultivadas. Su desarrollo tiene 7550 m y sigue una curva de nivel (cota 250 m.s.n.m.), tiene tres metros de altura y tres torres de descarga automática por las que va saliendo el agua en forma controlada.

### **Canal Principal**

El canal principal de riego, se construyó a partir de 1.910, incorporándose progresivamente al servicio, en marzo de 1.916 hasta el secundario I, en setiembre de 1.916 el secundario II, en marzo de 1.921 hasta el secundario VII y en 1.928 se completó hasta el XVIII en la colonia Villa Regina.

Es un canal del tipo telescópico, de 130 km de longitud, su solera varía de 45 m en su inicio hasta 1,8 en su último tramo, con taludes de 1:1,5 y velocidades que varían entre 0,87 y 0,47 m/seg. Es de tierra compactada y en algunos tramos, cuya longitud es de poca significación, está revestido con hormigón o membrana plástica.

Este canal fue originalmente proyectado para conducir 45 m<sup>3</sup>/seg y actualmente transporta aproximadamente 72 m<sup>3</sup>/seg.

A lo largo del canal se encuentran las siguientes estructuras necesarias para la operación del mismo y para otros aprovechamientos:

Edificio Regulador: Se encuentra emplazado en la progresiva km 4,5 del canal principal y está constituido por una pantalla frontal al canal de 12 vanos con 5 compuertas móviles y en margen izquierda, una toma lateral de 8 vanos con dos compuertas móviles, que dan origen al descargador al lago Pellegrini. Esta obra permite regular los caudales derivados en la bocatoma y desviar los excesos al lago Pellegrini.

Salto Vertedero: Está ubicado en la prog. Km 8, donde se aforan los caudales que se van a distribuir en la red.

También se afora en el Km 58, entre dos saltos próximos que determinan una sección revestida y en el Km 89 utilizando las compuertas frontales que dan agua a Villa Regina.

Saltos Notch: Además del salto vertedero hay 23 saltos del tipo almenado o partido (salto Notch), los que permiten regular el tirante de agua y con ello las velocidades de modo que no se produzca arrastre ni deposición de material.

Centrales Hidroeléctricas: Con posterioridad a la construcción del canal Principal se construyeron tres centrales hidroeléctricas en su curso que durante muchos años proveyeron de electricidad al valle y que ocasionaron inconvenientes en el manejo, ya que no se podía cortar el agua, impidiendo la limpieza de aquel. Actualmente, aunque siguen funcionando no ocasionan problemas ya que hay otras fuentes de energía.

Sifones: En los lugares donde la topografía original indicaba que se producían avenidas de agua, se construyeron 30 sifones de hormigón que pasan por

debajo del Canal Principal, evitando en general la rotura del mismo. En las progresivas Km 82, km 106,7 y km 126, el canal principal pasa a su vez en sifón por debajo de tres colectores importantes de aguas pluviales.

Descargadores: Debido a la velocidad media del agua y al caudal que transporta, fue necesario proveer al canal de varios descargadores intermedios para permitir que las precipitaciones pluviales, comúnmente torrenciales de verano y/u otoño, puedan ser descargadas evitando el riesgo de rotura.

En progresivas Km 19,7, km 13,9, km 88,8 y km 105,2 se ubican sendos descargadores que permiten, dentro de ciertos límites, preservar la integridad del canal.

Bocatoma Secundarios: Del Canal Principal parten los canales secundarios que dan agua a otras tantas secciones de riego. En todas las bocatomas de los canales secundarios hay aforadores de distinto tipo que permiten medir los caudales derivados.

Originalmente fueron 18 los secundarios, pero se fueron agregando tomas que con el tiempo se transformaron en otros secundarios (por ej. Fortín Vidal, Sec. I, II y III norte)

### **Canales de riego de la red oficial y comuneros.**

La operación y mantenimiento de la red oficial está a cargo de los consorcios de riego; el canal principal, a cargo del Consorcio de Segundo Grado, y los canales secundarios, terciarios y cuaternarios, a cargo de los Consorcios de Primer Grado. Los canales menores que alimentan las acequias, cuya responsabilidad de mantenimiento recae directamente sobre los regantes, se denominan comuneros.



En los cuadros siguientes se transcriben, en general y en detalle, las longitudes de cada uno de los tipos de canales de riego.

**Cuadro 3.3.1.1 - Extensión del sistema de riego**

TIPO DE CANAL	LONGITUD (km)
Primarios	129,9
Secundarios	226,8
Terciarios	309,4
Cuaternarios	24,4
Comuneros	1.286,2
TOTAL	1.976,7

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de C.I.L.

**Cuadro 3.3.1.2 - Extensión de la red oficial de canales de riego (km)**

DISTRITO	Canal Principal (1)	Canales Secundarios (2)	Canales Terc. y Cuat. (3)	Subtotal (2) + (3)	Subtotal (1) + (2) + (3)	Long. Can. Riego/Sup. Regada <sup>33</sup>
Dique	8,000	-	-	-	8,000	-
Cinco Saltos	14,500	22,139	74,333	96,472	110,972	25,4
Cipolletti	12,367	8,865	63,289	72,154	64,521	7,45
Allen	20,033	41,101	56,221	97,332	117,355	10,48
Roca	21,500	50,453	68,841	119,294	140,794	9,04
Ing. Huergo	24,200	61,787	42,160	103,947	127,984	8,78
Villa Regina	29,395	42,361	43,090	85,451	114,846	6,08
Totales	129,995	226,706	327,934	554,640	684,482	11,15

**Fuente:** INTA - Agua y Energía Eléctrica, Curso Regional sobre Riego y Drenaje. Noviembre de 1.982.

<sup>33</sup> El Índice Longitud de Canales de Riego / Superficie Regada da una idea de la densidad de la red y sirve para hacer comparaciones de distintos sistemas. El Canal Principal no se incluye en ese índice.

### **3.3.2. Red de drenaje**

Con posterioridad a la habilitación de los canales de riego fue necesario construir una red de desagües y colectores para permitir la evacuación de los excesos de agua.

Inicialmente esta red tenía el objetivo de recolectar los excesos y aguas provenientes de las lluvias. Posteriormente estos canales se fueron profundizando para que cumplan la función de colectores de drenaje, para lo cual se bajó la solera de los mismos.

A continuación, se reproduce la longitud de la red, por distrito de riego.

#### **Cuadro 3.3.2.1 - Extensión de la red drenaje**

(en km por distrito)

<b>DISTRITO</b>	<b>Canales de Drenaje</b>	<b>Indice Canales Drenaje / Sup. Regada</b>
Cinco Saltos	31,160	8,2
Cipolletti	68,287	9,5
Allen	80,026	8,6
Roca	116,804	8,9
Ing. Huergo	92,940	7,9
Villa Regina	108,698	7,8
Totales	497,915	8,4

**Fuente:** INTA - Agua y Energía Eléctrica, Curso Regional sobre Riego y Drenaje. Noviembre de 1.982.

Los canales de drenaje que constituyen la red oficial, tienen una longitud de 497,9 Km y se complementan con canales de drenaje comuneros y privados, que de acuerdo al reglamento de riego, deben poseer todos los predios.

### **3.4. Esquema productivo del Alto Valle**

#### **3.4.1. Generalidades**

La economía principal del Alto Valle ha sido y sigue siendo la actividad frutícola, orientada en gran parte de la exportación de frutas y derivados, conformando un conjunto agroindustrial y de servicios, que abarca un conjunto de ciudades localizadas a lo largo del río, cuya producción anual se estima en 300 millones de dólares.

El crecimiento de la economía a lo largo del siglo ha sido acompañado por la subdivisión de la tierra, el aumento de la población y de la infraestructura de comunicaciones, y puso en marcha un proceso constante de urbanización, como conglomerado de ciudades pequeñas e intermedias que constituyen una *ciudad lineal*<sup>34</sup>, el que se ha extendido hacia Neuquén y centros vecinos.

La producción más importante del valle es la de frutales de pepita, que representa más de dos tercios del producto sectorial. En menor medida, se producen frutales de carozo (ciruelas, duraznos y pelones), vid (que se dedica casi totalmente a la producción de vinos), y maderas y hortalizas en cantidades menos significativas. La producción de manzanas alcanza prácticamente 1.000.000 de toneladas en los últimos años, y la de peras cerca de 400.000 toneladas.

Argentina produce entre 3 y 4% de la producción mundial de peras y manzanas, y de este total más del 85% de peras y el 80% de manzanas son producidas en las provincias de Río Negro, y Neuquén. A partir del nivel

---

<sup>34</sup> Bendini, M. y Tsakoymagkos, P., op. cit.

alcanzado por las exportaciones, el Alto Valle se ha constituido en la economía regional intensiva más importante de la Argentina, como resultado de las ventas de peras y manzanas en estado fresco y los jugos, vinos y otros productos de origen agrícola.

Europa y Brasil son los destinos principales de las exportaciones frutícolas. Los cambios en la investigación agronómica, en los gustos, y en la distribución mundial, la logística y la organización del transporte, van imponiendo cambios en las normas de producción y comercialización que se centran en la calidad del producto, el trabajo y el ambiente, a la vez que presionan sobre los precios y los márgenes del productor.

Ello se traduce en cambios tecnológicos en los procesos productivos, e impacta en el empleo, en la rentabilidad de las explotaciones y en el mantenimiento y evolución del conjunto del sistema.

La actual estructura agraria resulta de un proceso histórico en el que se destacan dos grandes etapas: la colonización, que se inicia a principios de siglo seguida de la subdivisión de la tierra en pequeñas parcelas, y una segunda etapa de desarrollo de la agroindustria frutícola y de la ampliación de modalidades de control de parcelas, ligada a la expansión de la infraestructura productiva, la instalación de establecimientos industriales y los condicionamientos del mercado. En los últimos años, se desarrolla un proceso de apropiación ligado a la transnacionalización que se opera en el sistema, resultante de la actual dinámica de “globalización “ de los mercados.

#### **3.4.2. *Uso del suelo***

Superficie total: 61.810 ha.

Superficie regada: 57.890 ha.

Superficie con riego gravitacional público: 47.995 ha.

Superficie con Riego por bombeo superficial y subterráneo: 5999 ha.

Superficie cultivada: 38.237 ha.

Superficie sin cultivar: 19.517 ha.

Superficie abandonada: 893 ha.

Superficie sin desmontar y/o con pasturas y alfalfa: 3.251 ha.

**Observación:** se excluye la superficie que abarcan las áreas Campo Grande, Las Perlas y Valle Azul que no son servidas por el sistema de riego y drenaje previamente descrito. Las mismas cubren una superficie total de 7.754 ha, de las cuales 6.692 corresponden a la superficie regada.

**Fuente:** Elaboración propia sobre datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

**Cuadro 3.4.2.1 - Superficie regada y cultivada por localidad**

(sistema de riego público, en ha)

Localidad	Superficie total	Superficie cultivada
Allen	9.587,69	6.456,64
Cervantes	5.043,16	2.915,35
Chichinales	4.344,41	2.316,96
Cinco Saltos	2.716,25	1.720,92
Cipolletti	6.060,20	4.280,15
Fernández Oro	2.584,51	1.573,16
Gral. Godoy	2.886,67	2.132,41
Gral. Roca	10.322,74	6.134,69
Ing. Huergo	3.905,50	2.874,67
Mainqué	3.774,45	2.509,97
Villa Regina	6.664,27	4.822,46
Total	57.893,85	37.733,38

**Observación:** excluidas Campo Grande, Las Perlas y Valle Azul**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro**Cuadro 3.4.2.2 - Superficies regadas dentro del sistema de riego**

(Según fuente de riego, en ha)

Localidad	Riego Gravitacional		Riego por bombeo		Total regado
	Público	Privado	Superficial	Subterráneo	
Allen	7.654,18	5,50	1.434,80	493,21	9.587,69
Cervantes	4.291,65	0,00	614,51	137,00	5.043,16
Chichinales	3.667,11	0,00	441,50	235,80	4.344,41
C. Saltos	2.607,00	27,50	76,50	5,25	2.716,25
Cipolletti	5.795,50	12,75	55,89	196,06	6.060,20
F. Oro	2.104,94	13,47	3,00	463,10	2.584,51
G. Godoy	2.478,90	0,00	345,77	62,00	2.886,67
G. Roca	9.232,41	0,00	401,65	688,68	10.322,74
I. Huergo	3.778,70	31,50	30,35	64,95	3.905,50
Mainqué	3.653,85	8,00	75,00	37,60	3.744,75
Villa Regina	6.530,77	0,00	33,00	100,50	6.664,27
TOTAL	51.794,05	98,22	3.511,95	2.484,15	57.860,15

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

### **3.4.3. Distribución parcelaria**

#### **Cuadro 3.4.3.1 - Uso del suelo según división parcelaria**

Unidades agrarias: 5.201

Parcelas: 6.612

Cuadros cultivados: 22.962

Cuadros sin cultivar: 4.609

Cuadros abandonados: 209

Cuadros sin desmontar, con pasturas y/o alfalfa: 727

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

#### **Cuadro 3.4.3.2 - Clasificación de unidades agrarias**

(por rangos de tamaño en ha)

<b>Rango</b>	0 - 5	5 –10	10 -15	15 - 20	20 - 50	+ de 50	<b>Total</b>
<b>Unidades</b>	1.354	1.880	984	311	563	109	5201

**Observación:** Las unidades agrarias pueden contener más de una parcela. La zona en estudio abarca 6.612 parcelas.

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Provincia de Río Negro

### **Cuadro 3.4.3.3 - Régimen de tenencia por localidad en el Alto Valle**

(Número de parcelas según distintos regímenes de tenencia)

Localidad	Propiedad	Arrendam	Aparcería	Contrato	Ocupante	Otros	Desconoc	TOTAL
Allen	834	95	5	3	4	0	26	967
Cervantes	444	27	6	0	10	5	0	492
Chichinales	316	30	6	0	1	0	0	353
C. Saltos	341	52	0	2	0	22	5	422
Cipolletti	927	75	0	0	4	0	14	1.020
F. Oro	324	16	1	0	0	0	3	344
G. Godoy	219	11	2	0	0	1	0	233
G. Roca	1.058	103	12	3	5	16	7	1.204
I. Huergo	370	24	2	0	2	2	0	400
Mainqué	306	30	0	0	0	0	0	338
V. Regina	763	67	3	3	5	1	0	839
TOTAL	5.902	530	37	11	31	47	56	6.612

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

### **Cuadro 3.4.3.4 - Régimen de tenencia por localidad en el Alto Valle**

(Superficies según distintos regímenes, en ha)

Localidad	Propiedad	Arrendam	Aparcería	Contrato	Ocupación	Otros	Desconoc	TOTAL
Allen	9.056,1	832,5	29,4	28,5	18,3	0,0	131,5	10.096,2
Cervantes	4.711,9	437,1	33,5	0,0	72,5	51,0	0,0	5.306,0
Chichinales	4.299,4	590,7	98,8	0,0	10,0	0,0	0,0	4.998,8
C. Saltos	2.296,9	298,7	0,0	8,5	0,0	143,5	18,0	2765,6
Cipolletti	6.268,3	544,8	0,0	0,0	15,1	0,0	58,2	6.886,4
F. Oro	2.415,8	147,9	1,0	0,0	0,0	0,0	8,0	2.572,7
G. Godoy	3.294,9	71,3	14,6	0,0	0,0	6,5	0,0	3.387,2
G. Roca	9.800,6	684,9	71,3	59,4	22,9	87,5	29,9	10.756,5
I. Huergo	3.782,4	177,0	16,0	0,0	20,0	27,0	0,0	4.022,4
Mainqué	3.386,5	335,1	0,0	0,0	103,0	0,0	0,0	3.824,5
V. Regina	6.668,7	531,1	28,0	0,0	44,6	9,3	0,0	7.281,8
TOTAL	55.981,5	4.651,1	292,6	129,4	306,4	324,8	245,6	61.898,1

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.



### 3.4.4. Producción

#### Cuadro 3.4.4.1 - Superficie cultivada

(Alto Valle del Río Negro, en ha)

Total	Frutales	Manzanas	Peras	Otros frutales	Otros cultivos
38.242	32.418	20.177	10.526	1.715	5.824

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro, excluyendo a Campo Grande, Las Perlas y Valle Azul.

#### Cuadro 3.4.4.2 - Rubros comprendidos en otros frutales y cultivos

##### Otros frutales

Durazno	630 ha
Ciruela	699 ha
Nectarina	184 ha
Membrillo	77 ha
Damasco	3 ha
Otras especies	122 ha

##### Otros destinos:

Hortalizas	1.147 ha
Frutas Finas	43 ha
Vid	3.621 ha
Lúpulo	137 ha
Forestación	729 ha
Forrajes y cereales	88 ha
Vivero	59 ha

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro, excluyendo a Campo Grande, Las Perlas y Valle Azul.

**Cuadro 3.4.4.3 - Superficie cultivada con manzana y pera**

(Sistema de riego Alto Valle del Río Negro, en ha)

Localidad	Manzanas	Peras
Allen	3.265,87	2.032,02
Cervantes	1.325,23	678,06
Chichinales	1.478,94	733,24
Cinco Saltos	1.141,91	498,73
Cipolletti	2.579,78	1.223,58
F. Oro	781,22	486,58
Gral. Godoy	1.184,99	603,91
Gral. Roca	3.023,56	1.813,36
Ing. Huergo	1.492,03	596,59
Mainqué	996,19	530,26
Villa Regina	2.906,93	1.329,78
Total Alto Valle	20.176,65*	10.526,11*
Total Río Negro	28.709,44	13.410,92

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

\*Se excluyen las superficies cultivadas en Campo Grande, Las Perlas y Valle Azul.

**Cuadro 3.4.4.4 - Cantidad de plantas de manzana y pera**

(Alto Valle del Río Negro por localidad)

Localidad	Manzanas	Peras
Allen	1.317.783	1.029.753
Cervantes	526.339	364.860
Chichinales	581.489	385.986
Cinco Saltos	447.931	272.841
Cipolletti	921.282	663.143
F. Oro	353.956	291.307
Gral. Godoy	509.653	342.141
Gral. Roca	1.326.457	1.051.432
Ing. Huergo	550.761	291.201
Mainqué	392.175	268.472
Villa Regina	1.194.389	706.626
Total Alto Valle	8.122.215	5.667.762
Total Río Negro	12.011.222	7.412.170

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. de Río Negro.

#### **Cuadro 3.4.4.5 - Superficie en producción de manzana y pera**

(según sistema de conducción, Alto Valle, en ha)

Especie/Sist. Cond.	Monte tradicional	Espaldera	Compacto Libre
Manzana	14.085	8.786	1.896
Pera	2.998	382	1.041

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Censar 93. Prov. Río Negro.

#### **Cuadro 3.4.4.6 - Rendimientos de manzana y pera**

(Promedio kg/ha, Prov. de Río Negro)

Manzanas: 21.133 kg/ha	Peras: 21.248 kg/ha
------------------------	---------------------

**Fuente:** Estimaciones para 1.997 de la Sec. de Agricultura, Ganadería y Pesca

#### **Cuadro 3.4.4.7 - Destino de la producción, promedio 1.995-1.997**

(Provincias de Río Negro y Neuquén)

##### **MANZANAS**

Producción en tons.	Exportación (%)	Mercado Interno (%)	Industria (%)
1.218.420*	22	25	53

##### **PERAS**

Producción en tons.	Exportación (%)	Mercado Interno (%)	Industria (%)
497.058*	48	24	28

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del IIERAL. Fundación Mediterránea. Filial Comahue

### **3.4.5. Organización de la producción**

Una de las características más relevantes de la estructura productiva del Alto Valle ha sido la intensividad agrícola. En su génesis, la matriz productiva del Alto Valle se basó en una estructura predominantemente familiar, con uso intensivo de la mano de obra.<sup>35</sup>

A partir de la promoción de la fruticultura, la organización social del trabajo combinó la presencia de trabajadores familiares con el empleo de mano de obra asalariada. Esta orientación productiva y las características generales de las actividades proveedoras de insumos y servicios condicionaron la expansión demográfica y económica de la región.

Los actores ligados a la producción pueden clasificarse en *chacareros*, propietarios, en general productores familiares, en muchos casos de origen inmigrante, y en una segunda etapa, posterior a la década del 50, con el desarrollo de la agroindustria aparecen los *fruticultores*, con rasgos empresariales, con mayor o menor grado de integración horizontal y vertical de actividades.

La consolidación del complejo agroindustrial trajo consigo la expansión de la actividad, pero al mismo tiempo un creciente proceso de diferenciación en el capital y en la calidad de la fruta producida.<sup>36</sup>

Junto a ello se da un intenso proceso de subdivisión de predios, y creciente incorporación de mano de obra estacional.

---

<sup>35</sup> Bendini, M. y Tsakoymagkos, P., op. cit.

<sup>36</sup> De Jong, G., Tiscornia, L. y otros; op. cit.

Ante la necesidad de enfrentar la competencia de otros países del hemisferio sur, las firmas empacadoras y comercializadoras desarrollaron procesos de integración vertical de etapas. Las modalidades que asumieron la distribución geográfica y el tamaño de las chacras que adquirieron las grandes empresas, tendió a minimizar los riesgos climáticos y a permitir la utilización plena de equipos técnicos, la incorporación de tierras incultas, el alquiler y la administración de chacras, a la vez que significó la búsqueda de producir fruta de alta calidad y a menores costos.

La nueva planificación y vinculación empaque - frío, y la generalización del frigorífico ha permitido regular y desestacionalizar las tareas de acondicionamiento y empaque, imprimiendo un mayor ritmo de funcionamiento a la actividad.

La incorporación de innovaciones en chacra se fue tornando más selectiva, a partir de innovaciones muy especializadas (cambios químicos y biológicos, profundización y sistematización de las mejoras ya introducidas), y la ampliación de la capacidad de los galpones y frigoríficos, modificó la organización del trabajo, reforzando la tendencia a la desestacionalización en el empleo con la introducción de la atmósfera controlada y las exigencias de nuevas competencias para las labores ligadas a la fertilización y riego.

A su vez, se genera una mayor presión en materia de la calidad de la fruta, acentuándose la diferenciación del producto ligado ello a los destinos diferentes, mercado externo, interno e industria.

El proceso de diferenciación se traduce, por un lado, en la pérdida de rentabilidad de los productores más pequeños, quienes recurren al abandono de tareas culturales, y del mantenimiento de la infraestructura parcelaria,

provocando una disminución en la calidad de la fruta obtenida, lo que incrementa la producción de descarte y su dependencia de la industria; y por otro, en la incorporación de nuevas tecnologías por parte de los sectores de mayores recursos, control integrado de plagas, riego por aspersión y lucha contra heladas, nuevas variedades, montes densos, y nuevos sistemas de conducción, ligado ello al objetivo de garantizar fruta de calidad internacional.

La tendencia decreciente de los precios internacionales y la puja distributiva interna en el sistema, han deteriorado progresivamente los ingresos de los productores más pequeños afectando la marcha del sistema, el mantenimiento de la infraestructura de riego, drenaje y producción, las plantaciones, los rendimientos y la calidad de importantes superficies cultivadas, y ha frenado la reconversión de montes a nuevas variedades y sistemas de conducción.

La descapitalización de crecientes estratos de productores se traduce en una crisis del sistema en su conjunto.

#### ***3.4.6. Tendencias del complejo frutícola***

A partir de la consulta de diversos trabajos disponibles en el tema citados en la bibliografía anexa puede sintetizarse: En los años recientes se viene operando una profunda reestructuración del complejo frutícola cuyas tendencias son las siguientes:

- La globalización del consumo induce un salto cualitativo en la reconversión productiva y modernización tecnológica, que se traduce en cambios varietales, aumento de la especialización hacia la pera, mayor intensificación de la producción primaria, creciente automatización de la clasificación y del empaque, y regulación internacional de los controles de

calidad en productos y en procesos, incluyendo la generalización de las ecobarreras.

- La competitividad está asociada a la búsqueda de calidad del producto, calidad que se articula con los patrones de consumo de los países importadores y sus controles sanitarios a través de regulaciones internacionales. Se imponen requerimientos fitosanitarios y ecológicos, y ello se traslada a toda la cadena agroindustrial incluyendo el acondicionamiento, el procesamiento y la conservación y control industrial. La selección a través de este nuevo concepto de “calidad” se convierte en un factor diferenciador entre los productores primarios, forzando la reconversión de especies y variedades, y la incorporación de innovaciones tecnológicas agronómicas (espalderas, mejoramiento del sistema de riego, etc.), y biológicas que modifican los tiempos de producción y el manejo de los ciclos estacionales (hormonas reguladoras del crecimiento, manejo integrado de biocidas, análisis edáfico y foliar de la fertilización). Al elevarse los requisitos de calidad, aquellos productores que por insuficiencia de capital o carencia de información, no acompañan estos requerimientos inician un proceso de estancamiento y/o atraso tecnológico. En general, la adopción de estas innovaciones tiene carácter más selectivo a diferencia de la adopción más extendida generalizada que tuvieron las tecnologías mecánicas en otras décadas. Las innovaciones químicas permiten aumentar las propiedades naturales del suelo y/o las plantas, mejorando el rendimiento y la productividad, significando un ahorro de tierra y su sustitución por capital y trabajo más calificado, incrementando los

rendimientos por hectárea. Lo anterior se traduce en la diferenciación de la oferta para atender a la satisfacción del consumidor.

- La globalización creciente de los circuitos del capital agroindustrial y la complejización de la trama de empresas (con concentración y centralización del capital y de las decisiones de inversión, uso del suelo, tecnológicas, de comercialización y financieras), se traduce en la pérdida de la capacidad decisoria local y del productor tradicional.
- La creciente diferenciación social entre los actores productivos, independientes e integrados, con tendencia a la polarización y al crecimiento de la producción propia por parte de los fruticultores integrados, reduce el poder de negociación de los productores y se traduce en relaciones asimétricas entre ellos y los exportadores - industriales, acelerando la descapitalización de los más pequeños, lo que revierte en la evolución del sistema productivo en su conjunto, en el abandono de chacras, de tareas culturales, etc. deteriorando el capital instalado y el ecosistema.
- En lo que hace a la participación del trabajo, en la producción primaria aumentan los trabajadores transitorios y a su vez se va configurando un trabajador permanente más polivalente o con habilidad extensiva. En la etapa industrial, la profundización y extensión de la incorporación de tecnologías electrónicas aumentan el ritmo y la intensidad del trabajo con nuevos requerimientos de calificación.
- La descapitalización y la desaparición de actores productivos, contracara de la concentración - trasnacionalización del sector, y de las estrategias



competitivas a nivel del mercado internacional, se expresa, asimismo, a nivel de las organizaciones del sector, en la fragmentación y dispersión de actores, en la dificultad para encontrar proyectos comunes, en el debilitamiento de cámaras, consorcios, cooperativas, y en el cumplimiento de compromisos financieros, impositivos, cánones, etc., como así también en la aparición de nuevas estrategias de adaptación y sobrevivencia.

- La privatización de los servicios y las dificultades para el acceso a los circuitos financieros agrava la situación individual y colectiva de los productores, amenazando la viabilidad de sus explotaciones.
- La reconversión y modernización productiva queda, de este modo, reservada a las empresas integradas, en muchos casos asociadas a distribuidores e importadores y cadenas de supermercados, concentrando un número reducido de firmas el 80% de las exportaciones de peras y manzanas.
- En síntesis, la búsqueda de una integración flexible en redes de producción y comercio internacional y la reestructuración productiva local resultante, provocan cambios significativos en la organización de los procesos de trabajo agrícola, en los tiempos productivos, en el perfil y volumen de demanda de trabajadores y diferenciación productiva, social y ambiental en la cuenca y a lo largo del valle.
- En lo ambiental, aparecen problemas que pueden sintetizarse en: la salinización creciente de suelos y aguas, por falta de mantenimiento de la red de drenaje y la infiltración de los canales de riego que contribuye a la elevación de la capa freática y a la salinización de los suelos, y la

obsolescencia y deterioro del sistema de riego; y el uso de productos químicos y biológicos, lo cual genera conflictos frente a las ecobarreras, y regulaciones internacionales. Derivada del uso de agroquímicos, aparece la problemática en la salud humana, en trabajadores de la etapa primaria; y vinculados a la agricultura de regadío, aparecen problemas como la contaminación del agua superficial y subterránea, a partir de los procesos de agroindustrialización y urbanización y por la utilización de pesticidas y fertilizantes.

### **3.5. Organización**

A partir de 1.992, como consecuencia de la transferencia de los servicios de riego de Agua y Energía Eléctrica a la Provincia de Río Negro, y en el marco de la Reforma del Estado, descentralización y privatizaciones, se conforman los Consorcios de Riego, los que tienen a su cargo la operación, mantenimiento y rehabilitación del sistema de riego y drenaje en los sistemas en la Provincia.

Son reconocidos por la Ley 2952, Código de Aguas de Río Negro, promulgada por Decreto 127 del 5 de febrero de 1.996. Su tratamiento específico abarca los artículos 106 a 122 de la citada norma.

“Los consorcios, según el art. 107 de la Ley de referencia, reúnen a todos los usuarios de un canal o sistema, a fin de asegurar el uso racional y el más apto aprovechamiento del agua”.

No obstante ello, “el Departamento Provincial de Aguas, como Autoridad de Aplicación, retiene la facultad de disponer cuanto estime necesario para la defensa y correcta utilización del agua pública”. (Art. 108).

“Son miembros de los consorcios los propietarios o poseedores de los predios y de los establecimientos de cualquier tipo vinculados al objeto del mismo”. (Art. 110).

“Son personas jurídicas de derecho público, entes públicos, no estatales, con plena capacidad para actuar en el ámbito del derecho público y del derecho privado, con arreglo a las prescripciones del Código de Aguas, su reglamentación y estatutos, y supletoriamente, a los principios generales del derecho administrativo en todo lo relativo a las funciones públicas que le han sido delegadas”. (Art. 114).

“Son responsables del suministro y/o distribución del agua y /o evacuación en sus zonas de influencia, y a tales fines, de la infraestructura hidráulica comprendida en la misma, todo ello de acuerdo a los reglamentos, planes e instrucciones que imparta la Autoridad de Aplicación. Y asumen la responsabilidad exclusiva por los daños y perjuicios provocados a la Autoridad de Aplicación, usuarios y terceros con motivo de los hechos, actos u omisiones de cualquier naturaleza resultantes de su propia actividad, la de sus dependientes y contratistas, correspondiendo a ellos “vigilar” que los usuarios hagan uso legítimo y eficiente de las aguas, dando aviso de inmediato a las autoridades de aplicación de cualquier irregularidad que pudiera producirse” (art. 115).

La autorización de integración a los consorcios obligatorios de usuarios es otorgada por la autoridad competente (art. 118) y “las decisiones del consorcio son obligatorias para todos los consorciados, funcionando los consorcios bajo el contralor directo de la autoridad de aplicación, la que puede anular sus decisiones por ilegítimas, puede intervenir su administración por negligencia en

la ejecución, operación de los servicios o mantenimiento de obras, o por inobservancia de las normas legales, estatutarias o reglamentarias, en la medida que ello comprometa en forma grave la consecución de los fines de la institución y de los bienes de terceros”. (Art. 119).

Para la coordinación de las actividades de los consorcios limítrofes, y de la operación y mantenimiento del Canal Principal, se constituye por resolución de la Autoridad de Aplicación, un “consorcio de segundo grado”, con la finalidad de armonizar la acción de los de primer grado, y con representación de cada uno de los consorcios que lo integran en su administración. (Art. 121).

En el Alto Valle y en una superficie empadronada de 58.511 has, funcionan siete consorcios que comprenden 6.573 regantes<sup>37</sup>, de acuerdo al siguiente detalle:

---

<sup>37</sup> Se entiende por regante la unidad agraria con servicio de riego independiente.

**Cuadro 3.5.1 - Padrón de regantes y total de hectáreas**

(Distribución por Consorcios)

<b>Consorcio de Riego</b>	<b>Sup. empadronada</b>	<b>Cantidad de regantes</b>
Cinco Saltos- C. Cordero	3.675	619
Cipolletti	6.992	1.072
Allen/Fernández Oro	9.463	999
General Roca	13.131	1.452
Cervantes	4.689	441
Huergo - Mainqué – Godoy	7.036	663
Villa Regina	13.525	1.327
Totales	58.511	6.573

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos del Consorcio de Segundo Grado.

Alto Valle del Río Negro, 1.996.

#### **4. EVOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **4.1. El agua de riego y su impacto dentro del ecosistema original**

Para involucrarse en el análisis de la situación actual del sistema de riego el Alto Valle, resulta pertinente realizar un conjunto de consideraciones sobre cómo se interrelacionan el agua para riego con los suelos, con los sedimentos y con las sales.

##### ***4.1.1. Interacción del agua con el suelo.***

Tschapek, Olivieri, Misczynski y Barbagallo<sup>38</sup> afirman que desde el momento de entrar en contacto con el suelo el agua tiende a percolar, siguiendo la ley de la gravedad. La velocidad de penetración del agua depende del espesor de la capa de agua y del tamaño y estabilidad de los poros. Es posible distinguir dos períodos en el movimiento del agua en el suelo bajo la influencia de la gravedad: a) la penetración, que termina con el llenado de los poros y b) la filtración, que comienza con el llenado de los poros y que sigue la ley de Darcy. La penetración no sigue esta ley y tiene más interés para las características hídricas del suelo.

En general, los suelos del valle presentan coeficientes de penetración y filtración muy altos, por lo que el fenómeno de filtración debería terminar al poco tiempo (máximo 2 a 3 horas). Pero en algunos casos, la presencia de un horizonte iluvial disminuye la penetración y filtración, motivando su prolongación por 24 horas y más. Las variaciones del nivel de la capa freática después de un riego, se hallan en concordancia con la buena penetrabilidad del agua en el suelo.

En el caso de los suelos con horizonte iluvial compactado, si la capa de agua se encuentra a poca profundidad (menor que 1 metro), los fenómenos de penetración y filtración del agua de riego se hallan profundamente alterados. Esto se debe a la intervención de las fuerzas capilares que se oponen al movimiento descendente del agua de riego. Seguramente, entre los límites de las capas de agua subterráneas en capilares y aguas de riego, también en capilares con movimiento descendente de penetración y filtración (con diferente curvatura de sus meniscos), quedan apretadas una o más burbujas de aire, las que dificultan en forma sustancial la percolación del agua.

Para los fines de la irrigación en general y para la economía del agua en el suelo en particular, tiene gran importancia la capacidad de campo, que es la capacidad de retención del agua por el suelo en condiciones naturales. Representa la cantidad máxima de agua contenida en el suelo, en ausencia de una capa cercana a la superficie, en estado de equilibrio dinámico, que mantiene su facultad de moverse. El agua, en su capacidad de campo, se mueve bajo la influencia de las fuerzas gravitacionales en forma limitada y libremente bajo las fuerzas capilares, en dirección de la mayor a menor humedad. Según F. Sekera, citado por los mismos autores, las plantas ya empiezan a sufrir cuando la velocidad de movimiento del agua en el suelo es menor de 2,0 - 2,5 cm/hora.

En general, los suelos arenosos, predominantes en el valle, tienen una capacidad de campo baja, del orden del 20 %, por lo tanto debe suministrársele menor cantidad de agua por cada riego, pero con mayor frecuencia.

---

<sup>38</sup> Tschapek, Olivieri, Mischynski, y Barbagallo; Historia del riego en el Alto Valle; Buenos Aires, 1.955.



A partir de los análisis mecánicos de los suelos del valle, según Tschapek y otros, se puede considerar que en los mismos, el agua freática es capaz de suministrar humedad a una altura de 1 metro, coincidentemente con los valores obtenidos experimentalmente por A. Attemberg<sup>39</sup>, para una granulometría óptima comprendida entre 0,1 y 0,01 mm. A mayor altura, la cantidad de humedad proveniente de la capa es tan pequeña que carece de importancia.

#### ***4.1.2. El agua para riego y los sedimentos***

El agua para riego aportada por el río Neuquén, antes de la puesta en operación de las grandes obras de regulación en Cerros Colorados, contenía limos y arcillas en suspensión, cuya cantidad, muy variable, dependía de las precipitaciones caídas en la cuenca tributaria. Este aporte de sólidos al sistema de riego producía los efectos que se exponen a continuación:

##### **a) Incorporación de finos a los suelos del Alto Valle**

Las investigaciones bibliográficas realizadas han permitido identificar algunos parámetros que permiten establecer el orden de magnitud del aporte de sólidos al suelo debido al riego con aguas turbias durante 50 años, el cual ha sido estimado en el 3 % del peso del espesor del suelo en el cual se produce el desarrollo radicular de los frutales.

Esta estimación se basa en datos y criterios que se exponen a continuación:

- \* Concentración media de sólidos en suspensión: 0,64 gr/lit.
- \* Peso específico del espesor de suelo considerado: 1.500 kg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>39</sup> Terzaghi, K. y Peck R.; Mecánica de suelos en la ingeniería práctica.

- \* Espesor de suelo considerado: 1,50 m.
- \* Cantidad de agua suministrada directamente al suelo, por año: 20.000 m<sup>3</sup>/ha.

La concentración media de sólidos en suspensión fue estimada según la información que se extrae del Estudio Integral del río Negro<sup>40</sup>, tomando el aporte medio de sedimentos del período agosto - abril de la serie de años 1.948 - 1.986 y el derrame medio registrado en ese mismo período en Paso de los Indios, en el río Neuquén.

Este aporte de sedimentos, del orden del 3 %, a los suelos del Alto Valle, constituye un valor máximo, dado que su estimación se realizó tomando la concentración de sedimentos en el río, sin considerar que cuando el agua llega a las parcelas de riego, parte de los sedimentos se han depositado en los canales y acequias debido a la paulatina disminución de las velocidades hasta llegar al riego predial.

Si en lugar de considerar un espesor de suelo de 1,50 m, teniendo en cuenta que los sedimentos quedan retenidos en su mayor parte en los estratos superiores, se toman los primeros 0,50 m (que por otra parte es donde se produce el 50 % del desarrollo radicular de las plantas), el aporte de sedimentos alcanza un valor del orden del 8 %, después de haber regado con aguas turbias durante 50 años.

---

<sup>40</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio Integral del río Negro; Documento 1409-150. Material sólido en suspensión en miles de toneladas, cuencas ríos Negro y Neuquén. Paso de los Indios 1.904-1.986.

Tanto el 3 % como el 8 % de aportes de sedimentos constituyen valores poco significativos para modificar las propiedades físicas de los suelos del Alto Valle. Este tema se trata con mayor detalle en el capítulo 5.4.1.

#### **b) Impermeabilización de los canales del sistema de riego**

Antes de los embalses reguladores, el material sólido en suspensión ingresaba por la toma de captación del sistema de riego del Alto Valle, en el Dique Ballester, y en la medida que disminuía la velocidad del agua, los sólidos en suspensión precipitaban en el fondo de los canales, formando una delgada película, que producía el sellado de los poros, disminuyendo la permeabilidad de los canales, contruidos en tierra.

Con el objeto de tener una idea del espesor medio de esta capa de sedimentos en los canales del sistema, se ha realizado una estimación tomando en cuenta información extraída del Estudio del Aprovechamiento Integral del río Negro. Los parámetros y criterios adoptados fueron los siguientes:

- \* Concentración media de sólidos en suspensión: 0,64 gr/lit.
- \* Densidad aparente de la capa de sedimentos depositada: 1.700 kg/m<sup>3</sup>.
- \* Período de riego: 9 meses.
- \* Superficie estimada de canales (incluyendo las acequias): 1.113 ha.
- \* Caudal que se infiltra en canales y acequias (cuadro 5.2.2.1): 34 m<sup>3</sup>/seg.

Con estos valores, el espesor medio de la capa de sedimentos que se depositaba en la red de canales que conducían las aguas turbias resulta del orden de 2,7 cm por año. Se destaca que el espesor real de los sedimentos

depositados depende de las características hidráulicas de los canales y de la ubicación de los depósitos en la sección (taludes y solera).

Por otro lado, a los efectos del presente estudio, se han tomado muestras de depósitos de sedimentos en el Canal Principal El Chañar, que conduce aguas turbias captadas directamente del río Neuquén, algunos kilómetros aguas abajo de Portezuelo Grande. Se verificó la presencia de una capa delgada de 2 a 3 cm de espesor depositada sobre la solera del canal. Esta capa, de consistencia plástica, apoyaba sobre un suelo arenoso.

Complementariamente, se tomaron muestras de depósitos en un canal próximo al Canal Principal El Chañar, del canal Secundario Sur, perteneciente al sistema que toma agua del embalse El Chañar y también del canal Secundario II del Sistema de Riego del Alto Valle. Ambos canales conducen agua procedente de las obras de regulación de Cerros Colorados, es decir aguas claras. En estos canales no fue posible identificar una capa de materiales finos, tomándose muestras de la parte superior de la solera.

En el Cuadro 4.1.2.1 se presenta la composición granulométrica de las muestras de material depositados en cada uno de los canales citados.

**Cuadro 4.1.2.1 - Composición granulométrica de depósitos en canales.**

CANAL	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA
Canal Principal El Chañar (aguas turbias)	24	24	52
Canal Secundario Sur – Zona El Chañar (aguas claras)	48	30	22
Canal Secundario II – Sistema Alto Valle (aguas claras)	58	18	24

**Fuente:** Elaboración propia en base a análisis de laboratorio realizados específicamente para el presente estudio. (agosto 1.999).

**Si bien estas muestras son puntuales, proporcionan una concluyente evidencia de la diferente composición de los materiales depositados en los canales que conducen aguas turbias en comparación con los que conducen aguas claras. La gran proporción de limo y arcilla (76 % en el Canal Principal El Chañar) en los depósitos generados por las aguas turbias, implica necesariamente un mayor efecto de sellado en los canales, con la consiguiente reducción de las pérdidas por infiltración.**

Por otro lado, informes de la Dirección General de Irrigación<sup>41</sup>, presentan resultados obtenidos en el año 1.926 (es decir con aguas turbias), de la composición granulométrica de los sedimentos en distintos tramos del Canal Principal del Alto Valle, en cuatro muestras con repeticiones. Se determina que en tres de ellas, el contenido de arcilla y limo está comprendido entre el 91% y el 97%, y en la restante alcanza el 73%.

Asimismo, los agricultores encuestados coincidieron en sus afirmaciones que “en tiempos pasados” se formaba en la superficie de los canales una película “muy resbalosa” y por la cual costaba mantener el equilibrio cuando se caminaba por sobre ella.

Los embalses de Los Barreales y Mari Menuco tienen una alta eficiencia de retención de sedimentos por lo que los caudales sólidos del río Neuquén, aguas abajo de estas obras, se ven notablemente reducidos. Como consecuencia de ello, la incorporación de finos a los suelos indicada en a), y la

---

<sup>41</sup> Ballester, R.E.; Informe sobre velocidades y coeficientes de aspereza más convenientes para el cálculo de los canales de riego en el río Negro. Dirección General de Irrigación, 1.926.

impermeabilización de la red de canales del sistema indicada en b), han sufrido un importante cambio cuyo impacto se analiza en el capítulo 5.1 y 5.3.1.

#### **4.1.3. El agua para riego y las sales**

Uno de los aspectos que se debe analizar dentro de este ecosistema, es la salinización y el balance salino que afecta a los suelos del valle. Si bien este tema es tratado globalmente en el capítulo 4.3, aquí se pretende tratar aisladamente uno de los factores más importantes del balance salino, cual es el de las sales incorporadas por el agua de riego.

Según determinaciones realizadas por M. Tschapek y otros en 1.955<sup>42</sup>, la mineralización de las aguas del río Neuquén es de 0,1 gr/lit.

Por otro lado, determinaciones más recientes, posteriores a la puesta en operación del Complejo Cerros Colorados, recopiladas por C.I.L. en el año 1.991<sup>43</sup>, muestran valores de contenido de sales del agua que ingresa al sistema de riego del Alto Valle en el orden de 0,1 gr/lit o algo superiores.

Asimismo, a los efectos del presente estudio, se tomaron muestras de agua en el embalse de El Chañar y en canales del sistema de riego, las cuales fueron analizadas por el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Comahue, obteniéndose contenidos de sales entre 0,1 y 0,2 gr/lit.

**Por lo tanto como resultado de lo anterior se está en condiciones de afirmar que, en la actualidad, el contenido salino del agua para riego del**

---

<sup>42</sup> Tschapek, M. otros; Historia del riego en el Alto Valle; op.cit.

**sistema del Alto Valle no ha variado sustancialmente, comparándolo con la situación anterior a las obras de Cerros Colorados.**

Considerando la práctica de riego más difundida en la zona (riego por manto o por surco), anualmente se utilizan para regar aproximadamente 20.000 m<sup>3</sup>/ha.

**Asumiendo el contenido de sales de 0,1 gr/lit, se estarían incorporando a los suelos del Alto Valle, 2,0 tn/ha de sales por año.**

Existiendo un buen sistema de drenaje, esta cantidad de sales no significa ningún peligro. Inclusive en estas condiciones se permite el uso de aguas con una mineralización hasta 10 veces mayor, o sea hasta 1 gr/lit<sup>44</sup>.

**No existiendo drenajes, o hallándose los mismos en malas condiciones de funcionamiento, estas pequeñas cantidades de sales en el agua para riego significan un gran peligro para la agricultura, puesto que se van acumulando continuamente.** Tal es así que en un período de 50 años, regando con aguas de la categoría del río Neuquén, una masa de un suelo de 1,5 m de espesor, inicialmente libre de sales, adquiere un contenido salino de más de 0,4 %. Los suelos con estos contenidos de sales comienzan a afectar en forma significativa la productividad frutícola.

#### **4.2. Áreas críticas por elevados niveles freáticos**

Se han identificado cuatro estudios en los que se evalúa el comportamiento de los niveles freáticos en el sistema de riego del Alto Valle, los cuales fueron tomados como información básica para identificar las áreas críticas por

---

<sup>43</sup> C.I.L.-Iconas Latinoconsult; Estudio Integral del Río Negro; Tomo II; Preservación ecológica, diciembre de 1.991.

<sup>44</sup> Tschapek, Olivieri, Mischynski, y Barbagallo; Historia del riego en el Alto Valle; op. cit.

elevados niveles freáticos.<sup>45 46 47 48</sup> A partir de la citada documentación, el análisis consistió en la comparación de metodologías y resultados, con el objetivo de adoptar el comportamiento de la capa freática que mejor represente la situación actual.

Si bien en estos informes se evalúa el comportamiento del acuífero para su caracterización de acuerdo a diversos aspectos (ubicación de la capa freática, su comportamiento dinámico, conocimiento de parámetros hidrogeológicos y químicos, etc.), interesa, en este capítulo, su caracterización considerando particularmente la posición de la capa freática respecto de la superficie (isobatas), para definir cuales son las áreas más críticas con relación a la productividad de los cultivos.

Cuando el agua de la capa freática alcanza el nivel de exploración radicular, produce, debido a la falta de oxígeno, una asfixia de las raíces en contacto con el perfil saturado. Esto implica una reducción de los rendimientos de los cultivos y eventualmente, la muerte de las plantas. Para la fruticultura en el Alto Valle, con una alta proporción de manzanas y peras, se acepta que a partir de una profundidad de 1,50 m, la capa freática comienza a afectar los rendimientos

---

<sup>45</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro. Nivel inventario aprovechamientos para riego. Tomo I. 1.991; op. cit.

<sup>46</sup> Convenio DPA - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue; Organización, procesamiento y evaluación de la información sobre niveles de agua freática en el Alto Valle del río Negro, agosto de 1.995.

<sup>47</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Convenio Universidad Nacional del Comahue - Agua y Energía Eléctrica. Análisis y elaboración de datos freáticos e hidroquímicos del Alto Valle del río Negro.

<sup>48</sup> Rossi, Patricia y Degele, Carlos; Informe hidrogeológico y evaluación de las condiciones de drenaje en la freática. Departamento Provincial de Aguas. Delegación Valle Medio, agosto de 1.999.



productivos <sup>49</sup>. En consecuencia, se adopta este valor para caracterizar las áreas del Alto Valle afectadas negativamente por los niveles freáticos.

El análisis y la comparación de los distintos estudios recopilados ha permitido adoptar, como esquema representativo de la situación actual, el mapa de áreas críticas por nivel freático indicado en el Plano N° 3. Este mapa se corresponde con la situación de máxima afectación determinada en los análisis de la información sobre niveles de agua freática en el Alto Valle resultado del Convenio Departamento Provincial de Aguas, Río Negro - Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.C.<sup>47</sup>, para una profundidad crítica de 1,50 m, en el mes de noviembre cuando los niveles freáticos alcanzan sus valores máximos.

Los motivos para su selección se fundamentan en:

- La adecuada metodología utilizada en dicho estudio, en el cual se emplearon técnicas estadísticas muy apropiadas teniendo en cuenta el nivel de información freatimétrica disponible.
- Si bien la información de niveles freáticos utilizada en dicho trabajo representa los valores medios correspondientes al mes de noviembre de los años 1.985, 1.986 y 1.987, el estudio llevado adelante por Rossi y Degele<sup>48</sup>, desarrollado para zonas parciales del Alto Valle (Cervantes, Cipolletti y Cinco Saltos), utilizando datos más recientes, de noviembre de 1.998, y con una metodología más sencilla (directamente por interpolación de los datos medidos) permite corroborar los resultados obtenidos en la información DPA - UNC<sup>46</sup>.

---

<sup>49</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult, Estudio para el aprovechamiento Integral del río Negro. Etapa II. Drenaje. Enero 1.990.

- También se destaca la congruencia de estos resultados con los obtenidos en los mapas de isobatas calculados por C.I.L.<sup>45</sup>, en los cuales, tomando los datos de noviembre de 1.985, se obtiene una superficie afectada de similares características pero algo menor que la determinada en DPA - UNC<sup>46</sup>.
- Finalmente, comparando los estudios DPA - UNC<sup>46</sup> y UNC - Agua y Energía<sup>47</sup>, se observa que, no obstante haberse utilizado una metodología similar, la superficie afectada que se determinó en UNC - Agua y Energía es algo mayor que la calculada en DPA - UNC. Esta diferencia en los resultados podría explicarse, en que las isobatas en UNC - Agua y Energía se determinan utilizando los datos freaticométricos de dos años adicionales (1.983 y 1.984), este último con caudales atípicos (muy altos en el mes de noviembre). Por lo tanto, en las zonas donde la capa freática está influenciada por el río, resulta muy razonable que la superficie afectada por una menor profundidad freática, considerando constantes los otros factores de recarga, sea menor en DPA - UNC que en UNC- Agua y Energía.

A modo de síntesis, las razones que indujeron a adoptar los resultados obtenidos de DPA - UNC<sup>46</sup> son las siguientes:

- \* Utilización de una metodología adecuada.
- \* Congruencia con los resultados de otros estudios.
- \* Comprobación parcial (en algunas zonas) de los resultados, con estudios que utilizaron información más reciente.

Aceptando entonces esta caracterización como representativa de la situación actual, es posible formular las siguientes consideraciones:

- La superficie total afectada es del orden de 40.000 has, que representa el 66 % de la superficie total.
- Se observa una afectación generalizada a lo largo de todo el sistema de riego, en áreas adyacentes a la red principal de canales. Pero la mayor afectación se encuentra localizada en áreas adyacentes al canal principal, en el distrito de riego de Huergo, entre las localidades de Cervantes y Huergo, y en los distritos de riego de Cipolletti y Allen, entre ambas localidades. Esto indica que las pérdidas por infiltración en el canal principal constituyen una muy importante fuente de recarga del manto freático.
- Como contrapartida, no se observan áreas críticas adyacentes al río a lo largo de la costa del río Negro, excepto en una zona en las proximidades de la ciudad de Cipolletti.
- Sobre la costa del río Neuquén, en cambio, aparecen algunas áreas críticas influenciadas por la recarga del río.
- Se debe destacar que en todos los estudios citados, los resultados obtenidos representan adecuadamente comportamientos generales de zonas o agrupamientos de freatómetros.
- Asimismo, en ellos, se hace hincapié que para decidir acciones orientadas a mejorar las condiciones actuales del sistema de riego, es necesario encarar técnicas, procedimientos y medidas correctivas basadas en trabajos de investigación y experimentación que incluyen optimizar y mejorar el uso de la actual red de puntos de observación (freatómetros).

### **4.3. Áreas críticas por salinización**

La acumulación de sales en los suelos del Alto Valle se produce por diferentes vías. Su cuantificación requiere la realización de un balance de las sales del suelo, muy difícil de calcular por carecerse de datos de muchos de los factores que intervienen.

De todas maneras, no está dentro de los objetivos del presente trabajo la realización de un balance de sales. Sí interesa tener conocimiento de la evolución del proceso de salinización, por lo cual a continuación se exponen algunas consideraciones relacionadas con el mismo.

En general la salinidad de un suelo está relacionada con los siguientes factores:

- \* Sales propias del suelo por su origen.
- \* Sales incorporadas por las lluvias.
- \* Sales incorporadas por el agua de riego.
- \* Sales incorporadas desde la capa freática por ascenso capilar (salinización secundaria).
- \* Sales extraídas por los vegetales.
- \* Sales extraídas por el drenaje y lavado de suelos.

La incidencia de estos factores en los suelos del Alto Valle puede explicarse del siguiente modo:

- Con relación a las sales que tienen que ver con el origen de los suelos, Tschapek y otros (1.955)<sup>50</sup> reconocen, a partir de la observación del perfil de suelos vírgenes cuando la capa freática se encontraba a 5 o 6 m de profundidad, la presencia de sales en los sedimentos en cantidades muy variables no cuantificadas, señalando que las mismas provienen de los minerales primarios.
- En cuanto a las sales incorporadas por la lluvia, según lo expuesto por Tschapek y otros, y en función de las bajas precipitaciones en la zona, su aporte se considera muy poco significativo.
- Con respecto a las sales que provienen del agua de riego, de acuerdo a lo anticipado en el capítulo 4.1.3, las mismas constituyen una de las importantes fuentes de aporte, a pesar de su baja concentración (0,1 grs./lt). Sin embargo, este aporte tan bajo, puede resultar peligroso si no existen drenajes adecuados.
- Otra de las fuentes para la salinización de los suelos es la capa freática, a través del ascenso del agua por capilaridad, fenómeno que se conoce como salinización secundaria. Si bien la importancia de este aporte de sales no ha sido aún calculada para los suelos del Alto Valle, es posible estimarlo globalmente, a través de datos y procedimientos propuestos por Salgado (1.996)<sup>51</sup>, por Martínez Beltrán (1.986)<sup>52</sup>, y por C.I.L. (1.990)<sup>53</sup>, para suelos

---

<sup>50</sup> Tschapek, Olivieri, Miaczynski, y Barbagallo; Historia del riego en el Alto Valle, op. cit

<sup>51</sup> Salgado Luis; Conceptos Generales sobre Salinidad. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. Chillán, República de Chile, 1.996.

<sup>52</sup> Martínez Beltrán, Julián; Drenaje Agrícola, Manual Técnico N° 5. Cap. 8. Madrid, 1.986.

<sup>53</sup> C.I.L.; Estudio para el Aprovechamiento Integral del río Negro. Etapa II. Drenaje, enero de 1.990; op. cit.

de texturas medias, y una capa freática ubicada entre 1 y 1,50 m de profundidad, con una concentración salina de 1 gr/lt, la cantidad de sales incorporadas por año serían de un orden similar a las aportadas por el agua de riego.

- Por su parte, la cantidad de sales extraídas por los vegetales, es tan pequeña que puede considerarse despreciable (Tschapek y otros, 1.955).
- Finalmente, el factor de mayor importancia para evitar la salinización de los suelos, lo constituye la existencia de un adecuado sistema de drenaje mantenido en buenas condiciones de funcionamiento, que permita el drenaje eficiente de los suelos y, cuando fuese necesario, su lavado para lixiviar el exceso de sales.

Entrando en el análisis de la evolución de los procesos de salinización en el Alto Valle, se han identificado dos estudios que permiten su evaluación: Talledo Yovera y Pacheco (1.969)<sup>54</sup> y C.I.L. (1.991)<sup>55</sup>; a ellos se agrega un tercero, Aruani (1.985)<sup>56</sup>, en el cual se analizan los resultados de los estudios anteriores incluyendo un análisis comparativo de los mismos. Estos estudios fueron tomados como información básica para establecer las áreas críticas por salinización que mejor representan la situación actual y, a la vez, evaluar el incremento o disminución de las áreas afectadas.

---

<sup>54</sup> Talledo Yovera y Pacheco; Estudio de reconocimiento de suelos del Alto Valle del Río Negro. Programa Comahue. Consejo Federal de Inversiones, 1.969.

<sup>55</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro. Etapa II. Informe Edafológico. Febrero de 1.991; op.cit.

<sup>56</sup> Aruani, M. Cristina; Problemática y descripción de los suelos afectados en el Alto Valle del río Negro. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. 1.985.

Talledo, Yovera y Pacheco, establecen seis unidades tentativas de distribución espacial, con una superficie que incluye el Alto Valle en la Provincia de Río Negro (el estudio es más amplio, abarcando también la zona de la provincia de Neuquén). Se utiliza una clasificación particular en función de los valores de Conductividad Eléctrica (CE) y del Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) de los suelos.

C.I.L., emplea la clasificación del United States Bureau of Reclamation (USBR) para la salinidad y sodicidad de los suelos, en función del CE y del pH.

Para evaluar la evolución de los procesos de salinización, se ha elaborado el cuadro 4.3.1 en el cual se han incorporado las clasificaciones utilizadas en ambos estudios, agrupando algunas unidades de la clasificación utilizada por Talledo, Yovera y Pacheco para hacer posible un análisis comparativo de ambas situaciones.

**Cuadro 4.3.1 - Evolución de la salinidad de los suelos**

(período 1.969 - 1.991)

Denominación	Según Talledo, Yovera y Pacheco – Año 1.969			Según CIL - Año 1.991		
	Unidades	Superficie (ha)	Superficie (%)	Unidades	Superficie (ha)	Superficie (%)
Ligeramente salino - ligeramente alcalino	A + N	52.505	70.6	S1 A1	37.431	49.0
Ligera a moderadamente salino - mod. Alcalino	D	10.676	14.3	S2 A2	24.317	32.0
Moderadamente salino - ligeramente alcalino	C	4.670	6.3	S3 A1	8.312	10.1
Fuertemente alcalino	E	4.000	5.4	S3 A3	3.956	5.2
Fuertemente salino y fuertemente alcalino	B + F	2.550	3.4	S4 A4	2.486	3.3

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los estudios de Talledo Yovera y Pacheco (1.969) y C.I.L. (1.991).

Si bien el grado de precisión es diferente en cada estudio - Talledo, Yovera y Pacheco (1.969) es de reconocimiento, mientras que el Informe de CIL (1.991)



alcanza un nivel de prefactibilidad, se considera que, a los efectos del presente análisis, la comparación de los resultados es totalmente válida.

Analizando la evolución del proceso de salinización en el año 1.991 con respecto a 1.969, se observa que las áreas con suelos fuertemente salinos y fuertemente alcalinos no han variado su superficie. Sin embargo, es muy significativo el incremento de la superficie de los suelos clasificados como ligera a moderadamente salinos y ligera a moderadamente alcalinos, lo cual está asociado directamente a la disminución de la superficie de los suelos más aptos, clasificados como ligeramente alcalinos y ligeramente salinos.

Cuando el CE del suelo alcanza los 3,3 mmhos/cm, de acuerdo lo indican Ayers y Westcot<sup>57</sup>, y cuando el valor del PSI se encuentra entre 2 % y 10 %, según lo indica Allison<sup>58</sup>, los rendimientos en la producción de las explotaciones frutícolas comienzan a verse afectados sensiblemente. Estos valores de CE y PSI del suelo coinciden con el límite superior de los mismos admitidos por el USBR para clasificar los suelos dentro de la clase S1A1 (ligeramente salino - ligeramente alcalino), indicado en el cuadro 4.3.1.

Aceptando, entonces, que para estos suelos la productividad de los cultivos no se ve afectada, es posible concluir que:

- 1. Las áreas críticas por salinidad más representativas de la situación actual, en las cuales se ve afectada la productividad de los cultivos, se corresponden con las áreas donde los suelos tienen calidades inferiores a S1A1, conforme la clasificación del USBR. Estos suelos**

---

<sup>57</sup> Ayers, R.S. y Wescot, D.W.; Calidad del agua para la agricultura. F-A-O. 29. Roma.

<sup>58</sup> Citado por Salgado Luis, op. cit.

**representan**, de acuerdo al estudio de C.I.L. (1.991), y según se puede observar en cuadro 4.3.1, **el 51 % de la superficie total del sistema de riego**, excluyendo únicamente las áreas urbanas. **Esto es una superficie del orden de las 38.000 has.** En los Planos Nros 4 a y b se puede observar la ubicación de las mismas

- 2. Entre los años 1.969 y 1.991, el proceso de salinización ha generado un incremento de las áreas salinizadas del orden del 20 % con respecto a la superficie total de los suelos bajo riego.** Es decir que la superficie de los suelos con mejor aptitud en cuanto al tenor salino (suelos S1A1) ha disminuido, pasando de 52.505 ha, en 1.969, a 37.431 ha en 1.991. (ver cuadro 4.3.1). Estas superficies corresponden a áreas brutas sin considerar las zonas urbanas.

Por otra parte, a partir de C.I.L. (1.991), que presenta la evaluación de la aptitud productiva mediante la aplicación de distintos sistemas clasificatorios, se ha elaborado el cuadro 4.3.2. En el mismo se agrupan los suelos del Alto Valle clasificados según los distintos sistemas basados de la interpretación de las características y propiedades de los mismos.

#### **Cuadro 4.3.2 - Suelos del Alto Valle**

(clasificados según distintos sistemas)

Textura predominante	Permeabilidad	Clase Salinidad y sodicidad	Clase Drenaje Natural	Clase Aptitud del suelo	Superficie	
					Ha	%
Media a gruesa	Buena a mod. Buena	S1A1	Bueno a mod. Bueno	1 y 2	37.400	49
Media	Restringida	S2A2 – S3A1	Imperfecto a pobre	3	32.600	43
Mod. Fina a fina	Pobre	S3A3 – S4A3	Pobre	4	6.500	8

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de C.I.L..

Se observa una estrecha correspondencia entre las propiedades del suelo y las limitaciones de las tierras para riego, por lo cual, para el presente Informe se confeccionó un mapa considerando solo una de las limitaciones. (Plano N° 4 de Areas críticas por salinidad y sodicidad). Utilizando la equivalencia que se propone en el cuadro precedente, a través del Plano N° 4 es posible conocer en forma general, la ubicación de los suelos en función de sus distintas características: textura, permeabilidad, drenaje y/o aptitud.

La evolución del proceso de salinización tiene relación directa con la baja eficiencia del uso del agua de riego y con las pérdidas por infiltración en el sistema. Ambos factores favorecen el revenimiento salino de los suelos, los

cuales en una proporción importante, tienen una permeabilidad restringida a pobre, con una clase de drenaje natural imperfecto a pobre.

La eliminación de los excesos de sales solubles en el perfil solo es factible bajo condiciones satisfactorias de drenaje, una vez controlada la posibilidad del reciclaje de sales provenientes del ascenso capilar de la capa freática.

**La tendencia que se observa en el cuadro 4.3.1, induce a aseverar que si continúan algunas de las actuales causales: pérdidas generalizadas en la red de canales, baja eficiencia de riego, drenajes insuficientes, abandono de tierras cultivadas por crisis en el sector, deterioro de la estructura del suelo por falta de incorporación de abonos orgánicos, etc., el proceso de salinización en el sistema de riego del Alto Valle se extenderá hacia nuevas áreas y se profundizará en las actualmente salinizadas.**

**En función de lo expresado precedentemente, si no se modifica la situación y las prácticas actuales, no resulta aventurado prever que en un plazo no demasiado lejano, la inutilización de las tierras llegue a proporciones críticas.**

## **5. IDENTIFICACIÓN DEL EFECTO DE LAS AGUAS CLARAS EN LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **5.1. Generalidades**

Ubicados en el área objeto de estudio y en su problemática actual, corresponde encarar el objetivo central del presente trabajo: intentar identificar los principales impactos producidos por el denominado "fenómeno de las aguas claras", en el sistema de riego del Alto Valle y sus efectos en la productividad del área involucrada.

En este capítulo, se exponen la evaluación realizada y las conclusiones obtenidas sobre los impactos que podrían tener relación con el citado fenómeno.

La metodología de trabajo utilizada se basó fundamentalmente en la investigación de todos los antecedentes que fue posible recopilar, cuyo detalle figura en el último capítulo del presente informe.

La tarea se orientó a identificar la situación del sistema de riego *antes y después* de la construcción de las obras de regulación de Cerros Colorados en el año 1.978.

También se tuvieron en cuenta estudios y experiencias relacionadas con este fenómeno en otros sitios del país, fundamentalmente en la provincia de Mendoza. Por otro lado, para complementar la información relacionada con la situación anterior al año 1.978, se recurrió a la realización de entrevistas a productores, profesionales y técnicos que de alguna manera estuvieron relacionados con la utilización y el manejo del sistema de riego tanto en el presente, como en los años anteriores a la existencia de las obras de regulación.

## **5.2. Impacto en la elevación de la capa freática**

Para estudiar el efecto de las aguas claras en la capa freática, en primer lugar se analizan las pérdidas en el sistema de riego, para luego evaluar su impacto. Posteriormente se trata la relación entre las pérdidas y los niveles freáticos, finalizando el análisis con un conjunto de consideraciones complementarias relacionadas con el fenómeno y sus efectos.

### ***5.2.1. Pérdidas en el sistema de riego***

Desde la puesta en operación de las obras de regulación del Complejo Cerros Colorados sobre el río Neuquén, en el año 1.978, el agua que ingresa al sistema de riego del Alto Valle, ha perdido el material en suspensión - arena, arcilla, limo y materia orgánica - escurriendo prácticamente libre de sedimentos.

Se analizan en este capítulo los distintos efectos que en la capa freática pudo haber provocado la ausencia de estos sedimentos, tanto en las pérdidas por infiltración en los canales que componen la red de conducción y distribución del sistema (la red oficial: canales primarios a cuaternarios y los canales comuneros), como en las pérdidas ocasionadas en el riego predial.

Un dato muy importante para esta evaluación, es el resultado de las pérdidas en los canales de la red principal y en los canales comuneros, proporcionados por C.I.L., 1.987<sup>59</sup>. Los valores que se consideran representativos a los efectos del presente estudio son las pérdidas a los 90 y 120 días de iniciado el período de riego (porque se corresponden con la mayor demanda y con el mayor nivel

---

<sup>59</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el Aprovechamiento Integral del río Negro. Aprovechamientos para riego. Tomos I y II, 1.987; op. cit.

freático) que alcanzan a 30 m<sup>3</sup>/seg, sobre un caudal derivado del orden de 65 m<sup>3</sup>/seg.

En el cuadro 5.2.1.1, se presentan las pérdidas por infiltración en los canales de la red principal, en los comuneros y en el riego parcelario, como así también el agua remanente que se destina al uso consuntivo de las plantas, mientras que en el cuadro 5.2.1.2, se indican las eficiencias correspondientes.

**Cuadro 5.2.1.1 - Caudales de pérdidas por infiltración y uso consuntivo**

Q Caudal derivado (Dique Ballester)	Pérdidas			Uso Consuntivo
	En conducción y distribución		En el predio	
	Canales red principal	Canales Comuneros	Acequias y percol. Profunda	
Noviembre (90 días)				
65 m3/seg	12 m3/seg 18% Q	18 m3/seg 28% Q	18 m3/seg 28% Q	17 m3/seg 26% Q
	30 m3/seg 46% Q		35 m3/seg 54% Q	
Diciembre (120 días)				
65 m3/seg	11 m3/seg 17% Q	17 m3/seg 26% Q	16 m3/seg 25% Q	21 m3/seg 32% Q
	28 m3/seg 43% Q		37 m3/seg 57% Q	

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de C.I.L.



**Cuadro 5.2.1.2 - Eficiencias de conducción y de aplicación**

Eficiencias de conducción en canales			Eficiencia de aplicación en el riego predial
Red principal	Red de comuneros	Eficiencia total a la entrada de chacras	
82%	66%	54%	47% (*)

(\*) Eficiencia de aplicación supuesta en el mes de noviembre.

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de C.I.L.

Estas pérdidas en los canales de la red principal y en los comuneros, fueron determinadas por C.I.L. a través de un modelo matemático, utilizando una metodología original que tuvo en cuenta como variables: el nivel freático, los coeficientes de permeabilidad del suelo que atraviesa el canal y del manto aluvional, los espesores del mismo y el tiempo transcurrido desde el inicio del período de riego.

El caudal remanente, es decir 35 o 37 m<sup>3</sup>/seg, en noviembre o diciembre respectivamente, es el agua que, a través de los sistemas internos, se aplica al riego predial, predominantemente por manto a través de melgas y por surcos.

Para continuar analizando las pérdidas en el sistema de riego, corresponde incorporar el concepto de Eficiencia de aplicación (E<sub>fa</sub>); es decir la relación entre la lámina neta de agua incorporada o almacenada en la capa edáfica (que las raíces exploran y que luego es consumida por el proceso de evapotranspiración), y la lámina de agua derivada.

CIL (Aprovechamientos para riego, tomos I, II), concluye que las eficiencias de aplicación medias logradas en ensayos resultaron notablemente bajas, y no se corresponden con las necesidades de riego de los cultivos en los periodos considerados.

Según Jensen et al. (1.967), citado por Grassi<sup>60</sup> (1.975), el Departamento de Agricultura de los EE.UU., considera que con adecuada selección, diseño y operación de los métodos de riego, los agricultores logran eficiencias del 70 a 75%, sin embargo en promedio, solo el 47% del agua a disposición de una propiedad se incorpora al horizonte de raíces de los cultivos.

Teniendo en cuenta las eficiencias de riego en sistemas de características similares al sistema del Alto Valle, en cuanto a superficie, tipos de suelo y abundancia el agua para riego, se considera razonable asumir en noviembre una Efa del 47%. Esto supone que de los 35 m<sup>3</sup>/seg que ingresan a los predios 17 m<sup>3</sup>/seg son utilizados efectivamente por las plantas, mientras que los 18 m<sup>3</sup>/seg restantes se trasladarían a la napa freática por percolación profunda, y en parte por pérdidas internas en las acequias.

Las pérdidas correspondientes al mes de máxima demanda de los cultivos (diciembre), se presentan en el Cuadro 5.2.1.1, y son levemente menores a las del mes anterior, quedando un caudal remanente mayor para el uso consuntivo, del orden de 21 m<sup>3</sup>/seg.

---

<sup>60</sup> Grassi, Carlos; Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Criterios y Procedimientos. Venezuela, 1.975..

Corresponde aclarar que los 17 y 21 m<sup>3</sup>/seg aplicados en los meses de noviembre y diciembre respectivamente, no alcanzan a satisfacer el déficit hídrico medio requerido por las plantaciones del Alto Valle (4,4 y 6,6 mm/día)<sup>61</sup>.

Si bien el aporte de la napa freática por ascenso capilar no ha sido determinado en el Alto Valle,<sup>47 48 y 49</sup> se puede estimar en principio, en un orden del 20%, que variará según suelo, cultivo, profundidad de la freática, mes considerado, etc. Este aporte extra complementa en muchos casos lo faltante para cubrir el déficit hídrico. Además, en algunos casos se complementa con agua de riego por bombeo.

Los riegos no son oportunos: en los primeros meses se los anticipa (set-nov), principalmente para intentar controlar las heladas tardías mediante excesiva inundación de melgas y, en los meses de mayor demanda (dic-feb) se los atrasa debido a que el riego queda supeditado a otras labores culturales que son consideradas prioritarias.

El atraso de los riegos si bien es desaconsejable, permite disponer de una mayor capacidad de almacenaje del suelo, disminuyendo la percolación profunda.

En la referencia <sup>60</sup> antes citada, Grassi toma de Jensen (1.967), la clásica gráfica donde se representan todas las pérdidas en el sistema y el consumo de agua por los cultivos, resultando que la evapotranspiración que representa el proceso productivo y motiva la realización de la obra, constituye en cantidad la mitad o menos del agua derivada (comúnmente entre 1/3 y 1/2).

---

<sup>61</sup> Luque, Jorge A. y Paoloni, Juan D.; Manual de Operación de Riego; Bahía Blanca 1.974.

El uso consuntivo del mes de mayor demanda, de 21 m<sup>3</sup>/seg, se ubica en la tercera parte del agua derivada desde el Dique Ballester, lo que es un indicador de las importantes pérdidas del sistema.

### ***5.2.2. Evaluación del impacto de las aguas claras en la capa freática***

Resulta evidente que los sedimentos finos (fundamentalmente las arcillas) contenidos en el agua transportados en el pasado por la red de canales del sistema, producían un importante efecto de sellado, evitando en parte las pérdidas por infiltración. Actualmente, la inexistencia de dichos sedimentos, sumado a las características de los suelos que atraviesa la red de canales y al estado de deterioro de los mismos, producto de su antigüedad (más de 80 años) y la falta de un mantenimiento adecuado, justifican las importantes pérdidas calculadas.

Estos argumentos, y la metodología utilizada para su determinación, permiten sustentar que las pérdidas indicadas en el cuadro 5.2.1.1, reflejan adecuadamente la situación actual en el Alto Valle del Río Negro, situación que representa el comportamiento del sistema de riego con aguas claras.

Pero como contrapartida, en la profusa bibliografía recopilada no fue posible detectar información - cálculos, estimaciones o mediciones - que permitiera cuantificar las pérdidas en el sistema de riego del Alto Valle en períodos anteriores al año 1.978, fecha de puesta en operación del sistema de regulación del Complejo Cerros Colorados. Es decir que no se dispone de elementos directos que permitan evaluar el comportamiento del sistema de riego con aguas turbias.

**La imposibilidad de comparar el *antes* y el *después*, a través de datos cuantitativos, pone en evidencia la dificultad de identificar la influencia del efecto de las aguas claras en la elevación de la capa freática, debido a eventuales mayores pérdidas.**

En consecuencia, para obtener algún diagnóstico fue necesario recurrir a datos indirectos, provenientes de la experiencia en otros sitios, fuera del área bajo estudio, como así también a información cualitativa obtenida de entrevistas a distintos actores relacionados con la actividad productiva y con la administración de sistemas de riego.

Resulta interesante realizar un primer análisis sobre la influencia de los sedimentos transportados en el agua para riego en los caudales de infiltración y en el agua para uso consuntivo indicados en el cuadro 5.2.1.1.

**Aparecen tres aspectos concluyentes:**

1. El caudal necesario para uso consuntivo, 17 m<sup>3</sup>/seg para noviembre y 21 m<sup>3</sup>/seg para diciembre, no tiene relación alguna con el contenido de sedimentos del agua para riego.
2. El agua que se pierde por percolación profunda y en las acequias parcelarias es de 18 m<sup>3</sup>/seg para noviembre y de 16 m<sup>3</sup>/seg para diciembre, generalmente es independiente de los sedimentos que ingresan al predio. La muy baja proporción de finos que se incorporaba con las aguas turbias era insuficiente para producir cambios sustanciales en la capacidad de retención de agua, no obstante el mejoramiento que ello producía en los suelos de texturas más gruesas. Este tema se trata con más detalle en el capítulo 5.4.1.

3. Aceptando la hipótesis que la capa de finos depositada en los canales cuando conducían aguas turbias, producía un importante efecto de sellado, las pérdidas por infiltración en los canales de la red principal, comuneros y acequias (algo más de los 30 m<sup>3</sup>/seg), sí guardan una relación directa con la existencia o no de sedimentos.

**Por lo tanto, es posible afirmar que el efecto de las aguas claras en las pérdidas del sistema de riego, se circunscribe principalmente a los canales de la red de conducción y distribución.**

Para conocer la cantidad total de agua que se pierde por infiltración, faltaría incorporar las pérdidas por infiltración en las acequias, las que se han incluido en el cuadro 5.2.1.1, junto con las pérdidas por percolación profunda. Las pérdidas en las acequias pueden estimarse razonablemente a partir de las mediciones de infiltración realizadas por C.I.L. y tomando como referencia un turnado tipo propio de la zona del Alto Valle. Trabajando con estas hipótesis se obtiene un valor medio de pérdidas por infiltración en las acequias de 4 m<sup>3</sup>/seg. Este valor coincide con las pérdidas que se obtendrían utilizando los índices determinados por Grassi (1.975)<sup>62</sup> en base a experiencias realizadas en el Estado de Utah, en EE.UU.

En consecuencia, asumiendo que las pérdidas por infiltración en las acequias resultan del orden de 4 m<sup>3</sup>/seg, **las pérdidas totales del sistema de riego, en las cuales tiene influencia el fenómeno de las aguas claras, alcanzan a 34 m<sup>3</sup>/seg para noviembre y a 32 m<sup>3</sup>/seg para diciembre.**

---

<sup>62</sup> Grassi, Carlos; Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Criterios y Procedimientos. Venezuela, 1.975..

A modo de resumen, en el cuadro siguiente se agrupan las pérdidas, clasificándolas por su origen e indicando en cuáles, de acuerdo a una primera hipótesis, el fenómeno de las aguas claras puede tener alguna influencia y en cuáles no.

**Cuadro 5.2.2.1 - Origen de las pérdidas e influencia de las aguas claras**

Pérdidas			Influencia del fenómeno de aguas claras
Origen	Caudal (m3/seg)		
	Nov/Dic		
Canales principales	12/11	34/32	Si
Canales comuneros	18/17		Si
Acequias	4/4		Si
Percolación profunda	14/12		No

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos obtenidos de C.I.L.

Como puede observarse, las pérdidas en el sistema de canales constituyen el principal aporte de agua a la capa freática, presumiéndose en principio, que la presencia de los sedimentos finos contenidos en las aguas turbias impedían que parte de estos caudales ingresaran al acuífero libre.

Se trata entonces, de encontrar los elementos que permitan confirmar esta presunción, para lo cual es necesario recurrir, como ya se ha dicho, a información indirecta y/o cualitativa y proceder a su análisis conforme se expone a continuación.

### **Caudales Derivados en el Dique Ballester.**

Resulta interesante analizar los caudales derivados al sistema de riego en el Dique Ballester. En el cuadro 5.2.2.2 se presentan, extraídos de las planillas de aforo del Departamento Provincial de Aguas de Río Negro, los caudales derivados para los distintos años de operación del sistema, habiéndose seleccionado un cierto período anterior y posterior al año 1.978, fecha de puesta en operación del Complejo Cerros Colorados, cuyo efecto se quiere analizar.

**Cuadro 5.2.2.2 - Caudales para riego derivados en el dique Ballester**

AÑO	Q Derivado (m3/seg)	AÑO	Q Derivado (m3/seg)
1.968	56	1.980	61
1.969	56	1.982	65
1.970	55	1.984	64
1.971	55	1.987	67
1.972	56	1.989	67
1.973	56	1.991	68
1.974	57	1.992	67
1.975	56	1.994	70
1.976	57	1.996	73
<b>1.978</b>	<b>57</b>	1.997	76
1.979	59	1.997	75

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de planillas de aforo de Agua y Energía Eléctrica y Departamento Provincial de Aguas.



Estos valores fueron obtenidos de la suma de los siguientes caudales:

- \* el caudal más frecuente en el km 8 del canal principal del mes de enero de cada año (que en la mayoría de los casos coincide con el caudal máximo).
- \* el caudal asociado derivado por el canal secundario I, que nace en el Km 4,3 del canal principal. En los casos que la información de este caudal no existe, se toma el caudal del año anterior.
- \* el caudal asociado derivado por el canal secundario Fortín Vidal, que nace en el Km 3,2 del canal principal. En los casos que la información de este caudal no existe se toma el caudal del año anterior.

Se observa que, precisamente, a partir del año 1.978 los caudales derivados comienzan a incrementarse, y que esa diferencia se hace muy notoria a partir del año 1.982.

La similitud de las superficies empadronadas en el período analizado (prácticamente del orden de 60.000 has. en todos esos años), reflejan con bastante certidumbre que la derivación de un mayor caudal se debe a mayores pérdidas en el sistema.

No obstante ello, la ligera disminución del área empadronada (del orden del 4%) desde 1.968 hasta la fecha, se ha considerado neutra a los efectos del presente estudio. Esta leve disminución, en todo caso, reafirma el concepto del incremento de las pérdidas en los canales a partir de la puesta en operación de las obras de Cerros Colorados.

Asimismo, ante la similitud del estado de los canales y de las condiciones de mantenimiento, estas mayores pérdidas pueden adjudicarse a la falta de los

sedimentos que, con anterioridad a 1.978, contenían las aguas turbias, los cuales actuaban como verdaderos selladores impermeabilizando las redes de canales.

El hecho de que el incremento de los caudales derivados haya coincidido con la puesta en operación de las obras de regulación que retienen los sedimentos del río Neuquén, es un claro indicio de que al menos una importante proporción de las pérdidas aludidas, está relacionada efectivamente con el fenómeno de las aguas claras.

**Como conclusión de este análisis surge que la ausencia de sedimentos en el agua de riego, ha traído como consecuencia la incorporación, a la capa freática del sistema de riego del Alto Valle, de un caudal adicional del orden de 10 m<sup>3</sup>/seg.**

Esta conclusión se ve corroborada además, en el caso particular del Distrito de Riego de Cipolletti, ubicado próximo a la cabecera del sistema, el cual se riega por medio del Canal Secundario II. Durante muchos años, previos a la puesta en operación de Cerros Colorados, este distrito se caracterizó por disponer de una dotación de agua suficiente y holgada de 8,1 m<sup>3</sup>/s, para regar 7.400 ha. En la actualidad el caudal que ingresa al distrito es de 8,8 m<sup>3</sup>/seg para regar una superficie sustancialmente menor, del orden de 6.000 ha. Estas cifras, que significan un aumento del caudal del 34%, muestran en forma concluyente la importancia de las pérdidas y su directa relación con la falta de sedimentos en el agua que conduce la red de riego.

Según el cuadro 5.2.2.1. las pérdidas por infiltración de los canales y acequias de riego son de 34 m<sup>3</sup>/seg, de los cuales 10 m<sup>3</sup>/seg corresponden al incremento adicional de pérdidas por las aguas claras. De esta afirmación

surge que, con anterioridad a este efecto, las pérdidas por infiltración eran de 24 m<sup>3</sup>/seg y que el actual incremento de 10 m<sup>3</sup>/seg representa un 41,2 % del total de la filtración de la red de canales y acequias, debido a dicho fenómeno.

**Por otro lado, asumiendo que el fenómeno de las aguas claras es el principal causante del incremento de las pérdidas en el sistema de riego, el cuadro 5.2.2.2 permite interpretar que dicho fenómeno puede haber llegado a su estado de equilibrio, es decir que se ha estabilizado.**

Esta conclusión se deduce a partir de observar que los caudales derivados en el período de 12 años, que va de 1.982 a 1.994, son muy similares, oscilando alrededor de 67 m<sup>3</sup>/seg.

El incremento posterior, a partir del año 1.995, hasta los valores derivados en los últimos años (75 m<sup>3</sup>/seg), puede explicarse en el hecho que, debido a mejoras realizadas en el canal principal, fue posible derivar mayores caudales para abastecer algunas áreas del sistema de riego, preferentemente tierras de costa, que presentando condiciones excelentes para su explotación, se encontraban con una dotación insuficiente. Esto se vio favorecido también por la facilidad de tomar estas decisiones, en forma directa, por parte de los productores quienes a partir del año 1.994 comenzaron a operar el sistema.

Del cuadro 5.2.2.2 surge que el caudal derivado al sistema en los años anteriores al funcionamiento del Complejo Cerros Colorados (1.978) es de 57 m<sup>3</sup>/seg y, siendo el uno consuntivo de 17 m<sup>3</sup>/seg, resulta un aporte total a la capa freática de 40 m<sup>3</sup>/seg.

Posteriormente, se observa en el mismo cuadro que, entre 1.982 y 1.994, el caudal derivado fue del orden de 67 m<sup>3</sup>/seg, recibiendo la capa freática una

recarga adicional de 10 m<sup>3</sup>/seg, por el fenómeno de las aguas claras. Este valor representa un 25 % del total de las pérdidas originales (40 m<sup>3</sup>/seg), que alimentaba la capa freática.

La participación de las aguas claras en las pérdidas totales por infiltración de canales y percolación profunda es del 25 %, por lo que este es el porcentaje de afectación a la productividad de los cultivos por la capa freática alta y también por la salinización de los suelos.

### **Antecedentes de pérdidas por conducción en sistemas de riego**

Otro camino de análisis utilizado lo constituyen los antecedentes históricos relacionados con las pérdidas por conducción en distintos sistemas de riego del Planeta.

En general, las pérdidas por conducción en los canales y acequias, cuando estos no son revestidos, son las más importantes que se registran en los sistemas de riego.

Estas pérdidas son fundamentalmente causadas por infiltración, siendo los siguientes, los principales factores que influyen:

- \* las características de los suelos que atraviesa el canal, fundamentalmente su permeabilidad,
- \* la edad del canal vinculada a la carga de sedimentos que transporta,
- \* el perímetro mojado,
- \* el tirante,
- \* la altura de la capa freática con relación al fondo del canal y

\* la velocidad.

García Balado (1.967)<sup>63</sup> presenta mediciones efectuadas en extensos sistemas de riego, con canales sin revestir, en diferentes lugares del planeta (fundamentalmente en EE. UU. e India), y en diferentes épocas. Estas pérdidas alcanzan valores comprendidos entre el 30% y el 60%. Por la amplitud de los antecedentes, podría asumirse que cualquier sistema de riego tendría pérdidas por infiltración comprendidas entre estos valores extremos.

El mismo autor consigna antecedentes importantes de una serie de sistemas contruidos por el Bureau of Reclamation, donde se midieron pérdidas de hasta 55%, mayores en los canales nuevos que en los que cuentan con varios años de servicio, en los que, según se afirma, se ha producido una paulatina y relativa impermeabilización por la sedimentación de los materiales finos (limo y arcilla) que las aguas llevan en suspensión. Los autores de estas investigaciones llegan a la conclusión que, debido a este fenómeno, los canales pueden reducir las pérdidas hasta a un 30 %.

Grassi (1.975)<sup>64</sup> cita que Etcheverry y Harding (1.933), refiriéndose a pérdidas por infiltración de canales determinadas en la India, han identificado pérdidas de hasta un 55 %; aunque este máximo, para sistemas viejos donde ha habido deposición de material limoso, se redujo a un 30%.

En la actualidad, el sistema del Alto Valle, considerando la red principal y los comuneros tiene 46% de pérdidas, valor que se incrementa al 52 % si se

---

<sup>63</sup> García Balado, Juan; Pérdidas de conducción de agua en los canales sin revestir. Justificación económica del revestimiento. Instituto del Cemento Portland., 1.967.

<sup>64</sup> Grassi, Carlos; “Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos”. Criterios y Procedimientos. CIDIAT. Venezuela. 1.975.

incluyen las acequias. Ambos valores se posicionan dentro de los consignados en las referencias.

La coincidencia en las conclusiones de las referencias citadas, estarían indicando que las pérdidas en un sistema de riego con canales sin revestir tendrían un “piso” del 30 % del caudal derivado.

Aplicando este valor al sistema de riego del Alto valle, puede estimarse que las menores pérdidas que se podrían dar en el mismo, estarían en el orden de 20 m<sup>3</sup>/seg (30 % de 65 m<sup>3</sup>/seg). Asumiendo que éstas serían las pérdidas que se producían en el período de operación con aguas turbias y considerando las pérdidas estimadas en la situación actual, 30 m<sup>3</sup>/seg (canales de la red principal y comuneros), se puede deducir que debido al efecto de las aguas claras, **las pérdidas en el sistema de riego alcanzarían un valor del orden de 10 m<sup>3</sup>/seg.**

Más allá del carácter general de esta determinación, el valor estimado es coincidente con el valor obtenido a partir del análisis de los caudales derivados en el Dique Ing. Ballester.

### **Opinión de las personas entrevistadas**

Los productores más antiguos, en general coincidieron en que las pérdidas en el sistema de riego se incrementaron con posterioridad a la puesta en marcha del Complejo Cerros Colorados. En todos los casos, se relacionan las mayores pérdidas a la falta de aporte de sedimentos que “antes producían la impermeabilización en las acequias y canales de riego”. No obstante, en ningún caso fue posible obtener información cuantitativa.

De todas maneras, considerando la confiabilidad de los testimonios obtenidos, las opiniones recogidas constituyen un elemento más que pone en evidencia la real incidencia de las aguas claras en las pérdidas de conducción en los canales.

### ***5.2.3. Relación entre las pérdidas por infiltración y los niveles freáticos***

La principal fuente de recarga de la capa freática en el área del sistema de riego del Alto Valle, la constituyen las pérdidas por infiltración de las redes de canales de riego. No obstante ello, los otros aportes - percolación profunda por exceso de riego, influencia del río (más importante en el área próxima al río Neuquén) y precipitaciones pluviales - si bien son de una menor magnitud, debido a la crítica situación en que se encuentra el sistema, contribuyen a agravar la situación en los sectores más comprometidos. Es por ello que, cualquier reducción en los aportes a la capa freática constituye un aporte muy importante para el mejoramiento de la problemática actual.

En consecuencia, el aumento de las pérdidas por infiltración debido a la falta de los sedimentos que transportaban las aguas turbias, en otras palabras el efecto de las aguas claras, comienza a tener significación como un impacto negativo en el sistema de riego del Alto Valle.

Sin embargo, **la relación entre las pérdidas por infiltración y la variación de los niveles freáticos, no ha podido ser obtenida a partir de la interpretación de la información recopilada. Su determinación, si bien resultaría posible, excede largamente el alcance del presente estudio,** dado que requeriría la modelación matemática del sistema, con una caracterización adecuada del acuífero a través de la obtención de datos de

campo. Esto implicaría el desarrollo de un estudio específico muy particular, con la obtención de resultados que representarían en forma aproximada el comportamiento del acuífero.

#### **5.2.4. Consideraciones complementarias**

- Resulta evidente que, ante las pérdidas indicadas en los apartados precedentes, para satisfacer la demanda, se requiere aumentar el caudal derivado. Esto se logra con un mayor tirante en los canales, lo que a su vez incrementa aún más las pérdidas, retroalimentando el proceso.
- A ello se suma a su vez, el efecto de las malezas acuáticas, que en coincidencia con la máxima demanda del riego tienen mayor crecimiento. C.I.L. (1.991) determina para el canal principal, que para un mismo tirante, la reducción del caudal por la presencia de malezas acuáticas es de un 32%. Por lo tanto, mientras no se procede al retiro de la maleza (fundamentalmente lama), se debe incrementar progresivamente el tirante para satisfacer los requerimientos de riego.
- El incremento de la rugosidad de los canales por las malezas acuáticas, y la consiguiente pérdida de su capacidad de conducción, es un efecto originado totalmente por las aguas claras, de gran importancia en las altas pérdidas de filtración, como se analiza en el punto 5. 2.
- Otros causales de pérdidas por infiltración en el sistema, no disminuyen la relevancia del efecto de las aguas claras; es el caso del progresivo y gran deterioro de los canales comuneros y acequias, que no pueden conducir el agua en forma eficiente, y en los que, para superar los obstáculos de estrechamiento de la sección, se aumenta el tirante, con las consecuentes



mayores pérdidas. El estrechamiento se debe a la costumbre de plantar álamos en los taludes internos de los canales comuneros y acequias, práctica totalmente desaconsejada, que además, cuando se pudren las raíces crean nuevas vías de filtración.

- La influencia del efecto de las aguas claras en las pérdidas de los canales, adquiere más importancia debido a la deficiente compactación de los canales durante su construcción. De acuerdo con C.I.L.<sup>65</sup>, en base a estudios de mecánica de suelos, se determinó una densidad relativa promedio en los canales del sistema de 85 % en taludes y 82% en soleras.
- Otro efecto que favorece la infiltración en los canales, es la erosión que produce el agua sin sedimentos, debido al remanente de energía que antes utilizaba para transportar los sólidos en suspensión que contenían las aguas turbias. Sin embargo, este efecto, que se produce sólo cuando la sección está libre de malezas acuáticas, se ve enmascarado debido al aumento de la sección de los canales y acequias producidas por las prácticas inadecuadas de limpieza, durante las cuales se extraen importantes cantidades de material de taludes y solera.

### **5.3. Impacto por la vegetación acuática**

La presencia de vegetación acuática, particularmente de “lama”, en los canales del sistema de riego del Alto Valle, es un problema que se remonta a los primeros años de operación. Entre la documentación consultada se encuentra

---

<sup>65</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el Aprovechamiento Integral del río Negro. Aprovechamientos para riego. Tomos I y II, 1.987; op. cit.

un informe elaborado por el Ing. Ballester en el año 1.926<sup>66</sup>, en el cual se analiza esta problemática. En dicho informe, se cita la presencia de distintas variedades de “lamas” identificadas en esa época (*Potomageton striatus*, *Potomageton australis*, F. Philippi - Potomagetonáceas), describiéndolas como “plantas filamentosas que reducen extraordinariamente la velocidad del agua y que causan la precipitación del limo más fino que ella transporta, de manera que se unen dos inconvenientes graves: reducción de la capacidad y embanque del canal”.

En las décadas siguientes al trabajo del Ing. Ballester citado precedentemente, se produce en el Alto Valle un importante aumento del área bajo riego, que conlleva la demanda de un mayor caudal con el consiguiente aumento del tirante y la velocidad en los canales. Esta situación, sumada a la turbidez del agua, tanto en el Canal Principal como en los Secundarios de mayor capacidad, constituyeron circunstancias desfavorables para la proliferación de plantas acuáticas.

A partir de la puesta en funcionamiento de las obras de Cerros Colorados en 1.978, el agua para riego que hoy conducen los canales está libre de sedimentos, por lo que ha perdido su turbidez. Como consecuencia de ello, los rayos solares penetran ahora a una mayor profundidad, favoreciendo en gran medida el crecimiento de la vegetación subacuática.

---

<sup>66</sup>Ballester, Rodolfo; “Velocidades y coeficientes de aspereza más convenientes para el cálculo de los canales de riego en el río Negro”. Dirección General de Irrigación; 1.926.

Esto fue analizado con mucho detalle en el Estudio Integral del río Negro<sup>67 68</sup>, determinándose la influencia de la “lama” en el coeficiente de rugosidad de los canales, mediante la evaluación de la capacidad de conducción con “lama” y sin “lama”. A través de estudios de campo y de gabinete, se verificó que el crecimiento de vegetación en los canales, afecta sensiblemente su capacidad de conducción, especialmente en los cauces más pequeños, como se menciona en el punto 5.2.4.

El crecimiento de “lama” (*Potamogeton pectinatus*, según la identificación más reciente) en la actualidad, se inicia en el mes de octubre y alcanza su máximo desarrollo en los meses de enero y febrero. Tanto la presencia de esta maleza, como su movimiento (los regantes expresan el concepto de que “se levanta la lama”), sobre todo en verano, son la causa de una rápida y notoria reducción de la capacidad de conducción de los canales, generando la necesidad de efectuar cortes y limpieza de los mismos.

Debido a esta reducción de la capacidad de conducción, temporariamente, para mantener el caudal requerido hasta que se realice la siguiente limpieza de verano, se incrementa el tirante utilizando parte de la revancha del canal, con el consiguiente incremento de las pérdidas por infiltración y ocupando parte de la revancha de seguridad. En los grandes canales, particularmente en el principal, receptor de parte de las aguas aluvionales de las bardas durante las grandes

---

<sup>67</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio de aprovechamiento integral del río Negro; Documento 149-150. Material sólido en suspensión en miles de toneladas, cuencas río Negro y Neuquén. Paso de los indios (1.904-1.986).

<sup>68</sup> C.I.L.- Inconas Latinoconsult; Estudio para el Aprovechamiento Integral del río Negro. Aprovechamientos para riego. Tomos I y II, 1.987; op. cit.

tormentas (se recuerda que resultó parcialmente destruido, en 1.975), es imprescindible mantener libre esta revancha de seguridad.

A lo largo de las entrevistas realizadas con técnicos y productores del Alto Valle, la problemática actual relacionada con las malezas acuáticas fue uno de los problemas citados en forma reiterada.

El personal de operación de los distritos de riego tiene que inspeccionar permanentemente el funcionamiento de los canales, porque la disminución de su capacidad de conducción debido a la "lama", hasta que no se realice la limpieza siguiente, coincide con los mayores requerimientos hídricos de los cultivos.

Por efecto de las aguas claras el repartidor de agua "tomero" debe realizar tareas adicionales a su función habitual de control y de distribución de agua a los usuarios, para ello debe estar disponible durante todo el día.

Estas tareas adicionales de los tomeros consisten en una mayor atención, aumentando los recorridos habituales de los canales, para asegurar la entrega de agua debido a la obstrucción de obras de arte por desprendimiento de las plantas acuáticas, y evitar desbordes y roturas.

Además, se requiere de más control por las mayores pérdidas por filtración.

La forma de retribución al personal de operación no permite el cálculo directo de los costos de las tareas adicionales, no obstante, como éstas limitan la extensión del área de trabajo de cada uno de ellos, y se requiere aumentar la dotación media de tomeros de 4 a 5 en cada uno de los distritos, esto obliga a disponer de un 20 % más de personal, lo que representa un costo adicional.

Asimismo, se considera el mismo incremento del costo para las tareas de mantenimiento en canales de drenaje, receptores de las mayores pérdidas, en los cuales se observa una mayor proliferación de plantas acuáticas tradicionales (totoras, juncos, carrizo, lamas) y de nuevas especies.

La ausencia de sedimentos en las aguas adiciona entonces un 20 % al costo de operación y de mantenimiento de los canales de riego y de drenaje.

Ahora bien, es posible profundizar el análisis y calcular solamente el mayor costo de mantenimiento de los canales de riego por el efecto de las aguas claras.

Actualmente, el mantenimiento de los canales de riego que realizan los Consorcios de Riego del Alto Valle incluye una limpieza de desembanque en invierno, además de otras limpiezas durante el período de riego que equivalen, en promedio, a una limpieza y media de vegetación acuática. Estas frecuencias son valores medios obtenidos a partir de información provista por los propios consorcios y que surgen del siguiente análisis: algunos canales se limpian en una única oportunidad, otros se limpian dos veces y en algunos tramos de muchos canales se realizan hasta tres limpiezas entre los meses de noviembre y enero.

En el caso del Canal Principal, en particular, además de la limpieza de invierno, se realizan tres limpiezas de plantas acuáticas durante el período de riego.

Es tal la preocupación actual por las malezas acuáticas, que durante la limpieza de invierno, aún en tramos sin embanques, es frecuente la remoción de los órganos subterráneos de las plantas acuáticas para evitar la rápida multiplicación vegetativa una vez iniciado el riego. Esto trae aparejado un

sobredimensionamiento de la sección de los canales, por lo que la velocidad de escurrimiento disminuye favoreciendo el crecimiento de “lama”.

Asimismo, algunos de los pocos tramos de los canales que están revestidos con hormigón, presentan algas firmemente adheridas al mismo, afectando seriamente el escurrimiento del agua. Esto origina la necesidad de suspender el servicio de riego por uno o dos días para aplicarles un tratamiento químico para su eliminación.

Como contrapartida, de acuerdo con información aportada por técnicos que tenían a su cargo la operación del sistema, cuando los canales conducían agua con sedimentos (aguas turbias), se realizaba una limpieza anual en invierno, aunque de mayor magnitud que la actual, debido a la necesidad de retirar un mayor volumen de embanques. Adicionalmente, en verano, sólo en algunos canales, se cortaban las malezas en la zona del talud por encima del pelo de agua

Concurrentemente con lo expresado en los párrafos precedentes, los productores y técnicos entrevistados coinciden en que el corte de malezas acuáticas durante la época de riego es una tarea adicional que se realiza en los canales del sistema a partir de la ausencia de sedimentos en el agua para riego.

Teniendo en cuenta el incremento de los trabajos de limpieza que en la actualidad requieren los canales del sistema y considerando los costos actuales de mantenimiento de los canales de los Consorcios de Riego de Cipolletti, de Roca y del Canal Principal administrado por el Consorcio de Segundo Grado, se ha estimado el incremento de costo atribuido a la mayor

proliferación de malezas acuáticas por la ausencia de sedimentos en el agua de riego. En el cuadro 5.3.1 se presentan los valores correspondientes.

**Cuadro 5.3.1 - Incremento de costos de mantenimiento, por proliferación de malezas acuáticas debido a la ausencia de sedimentos**

Distrito de riego	Cipolletti	Roca	Canal Principal
Costo adicional (%)	45	44	28

Fuente: Elaborado sobre la base de datos obtenidos de los consorcios de riego

No obstante el alto incremento de los costos de mantenimiento de los canales de riego indicados en el cuadro, al analizarlos en conjunto con los incrementos de los costos de operación de riego y de mantenimiento de drenajes y sin considerar los costos indirectos y administrativos, surge que el presupuesto de cada distrito se incrementa en un 20 %.

**Por lo tanto se concluye que, debido a la ausencia de sedimentos la proliferación de plantas acuáticas involucra a todo el sistema de riego del alto valle, incrementando en un 20 % los costos totales de operación y de mantenimiento de los Distritos de Riego.**

#### **5.4. Impacto por modificación de las propiedades del suelo**

##### ***5.4.1. Impacto en las propiedades físicas y químicas del suelo***

En este capítulo se expone el análisis realizado para investigar la eventual modificación de las propiedades de los suelos por influencia de la ausencia de sedimentos en el agua para riego.

Custodio y Llamas<sup>69</sup> analizan la penetración en el suelo de los materiales en suspensión, indicando que cuando no existen partículas suficientemente gruesas en suspensión, las partículas más finas penetran en el terreno y se alojan en sus poros, reduciendo la permeabilidad. La penetración depende del tipo de terreno y es tanto mayor cuanto más uniforme y más grande es el tamaño del grano de los suelos, y cuanto más finas son las partículas en suspensión.

Goss<sup>70</sup> avanza en el estudio de la penetración de las partículas en el terreno, marcando las arcillas con Cesio-134. Para un caso particular, se concluye que en ausencia de hierba y en suelos con poros grandes, el 50% de las partículas penetran más de 45 cm, mientras que en un terreno similar con hierba, el 90 % queda retenido en los primeros 2,5 cm.

Estos antecedentes sólo describen los procesos de penetración de sedimentos aportados por el agua de riego a los suelos, sin ocuparse del impacto que ello produce en las propiedades de los mismos.

Con el objeto de evaluar este impacto, se analizan a continuación los cambios que pueden producirse tanto en la superficie como en los estratos inferiores de los suelos.

Con respecto a los cambios en superficie, los productores coinciden en que, luego del riego con aguas turbias, se depositaba una delgada capa de sedimentos que obturaba los microporos, disminuyendo la permeabilidad mientras esa capa se mantenía húmeda. Al cabo de un tiempo, unos pocos

---

<sup>69</sup> Custodio, E. y Llamas, M.; Hidrología subterránea. Tomo II. Barcelona, 1.976.



días, al secarse la superficie, la capa impermeable se resquebrajaba totalmente, eliminando por completo el efecto de impermeabilización logrado inicialmente.

El mismo efecto sucedía cuando esta capa se incorporaba al suelo mediante las labores de arado o rastreado. En consecuencia, la fina capa de sedimentos depositada después de cada riego, terminaba siendo incorporada al suelo sin modificar la permeabilidad superficial.

El laboreo de los suelos y los sucesivos riegos han provocado durante años la penetración de los sedimentos en los estratos inferiores. Para evaluar la incidencia de la incorporación de estos sedimentos, en las propiedades de los suelos receptores, se recurre al análisis que se expone a continuación.

En el capítulo 4.1.2 se ha estimado que los sedimentos provenientes del riego con aguas turbias durante 50 años, aportados a la zona de desarrollo radicular de las plantas (hasta 1,50 m de profundidad), han sido del orden del 3 %.

En el Informe Edafológico de C.I.L. (1.991) se indica que las Asociaciones de suelo del Alto Valle tienen una composición textural variable, pudiéndose generalizar por su frecuencia, una composición con un contenido del 17 % de arcilla y 50 % de limo. La Asociación con menor cantidad de material fino del área bajo estudio, es la Asociación Sauzales que abarca suelos de costa y entre meandros, parcialmente regados, cuyo contenido de finos es de 4 % de arcilla y 16 % de limo. La incorporación de un 3 % de finos en estos suelos (considerando el estrato de suelo donde se produce el desarrollo radicular de

---

<sup>70</sup> Goss, D. W.; Fate of suspended sediment during basin recharge. Water Resources Research. Vol 9 N° 3, 1.973.

los frutales de 1,50 m) no cambia su clasificación textural, conforme los límites establecidos en el Diagrama Triangular Textural (Soil Survey Staff, 1.960). En cambio, con la incorporación de un 8% de finos, considerando un estrato de 0,50 m de profundidad, la textura del suelo se modifica de arenoso franco a franco arenoso. Esto ocurre sólo en la asociación de suelos con escaso contenido de finos.

Por otro lado, Lowdermilk<sup>71</sup> demostró experimentalmente que la velocidad de infiltración del agua en columnas saturadas de suelos franco arenosos permanecía constante, siempre que se le agregara agua limpia. Cuando la experiencia se hacía con agua “barrosa”, la velocidad de filtración disminuía bruscamente.

El arrastre de partículas finas por el agua de riego que penetra en el suelo y su adhesión a las partículas más grandes, baja la infiltración, disminuyendo la percolación en los suelos que tienen textura gruesa. Por este efecto, seguramente los productores consideran que el agua turbia “rendía más “. Con respecto a los suelos con textura fina, no se han identificado antecedentes que indiquen cambios en la percolación debido a la presencia o no de sedimentos en el agua.

Además de la textura, la estructura es otra propiedad física importante de los suelos. De ambas depende la humedad retenida.

El ordenamiento y la unión de cada partícula en unidades estructurales, confieren estabilidad al suelo. Ahora bien, la importancia de la materia orgánica

---

<sup>71</sup> Lowdermilk, W.C.; Influence of forest litter on run off, percolation and erosion. Jour Forestry 28, 1.930.

aportada con las aguas turbias radica en que colabora y afirma las uniones que produce la arcilla entre las grandes partículas.

Por lo tanto se concluye que: **si bien el aporte de sedimentos durante 50 años de riego con aguas turbias prácticamente no modifica la composición textural de los suelos del Alto Valle, sí contribuye a estabilizar su estructura y tiene influencia en la velocidad de infiltración en los suelos arenosos, disminuyendo la excesiva percolación y aumentando la retención de humedad durante y en los días subsiguientes a cada riego.**

A la pérdida de materia orgánica utilizada por los cultivos y a las insuficientes prácticas para su restitución, mediante la incorporación de abono verde o estiércol, en la actualidad se suma que el agua de riego ya no transporta la materia orgánica procedente de la cuenca tributaria.

Las precipitaciones en la cuenca arrastraban los nutrientes presentes en limos, arcillas y materia orgánica, parte de los cuales eran incorporados a los suelos del Alto Valle a través del agua de riego. Ese mismo efecto se producía con los desbordes del río durante las crecidas, beneficiando los cultivos de secano de ese entonces.

En las entrevistas realizadas a los productores hubo coincidencia en asignarle importancia al aporte de nutrientes por las aguas turbias, a través de expresiones tales como: “las aguas venían gordas”, “antes se fertilizaba menos” o “las plantas crecían más”. Inclusive se afirma que los suelos de costa del río Neuquén son más fértiles que los ubicados sobre la costa del río Negro, en razón de la diferencia en la cantidad de sedimentos que los mismos aportaron a través de los años.

Esto se ve corroborado por el National Engineering Handbook<sup>72</sup> en el cual se cita que el limo fino y la arcilla contenidos en suspensión en el agua para riego, suministran al suelo ciertas cantidades de nutrientes tales como potasio, calcio y fosfatos.

**Con relación a la fertilidad de los suelos, la ausencia de sedimentos en el agua para riego, tiene un impacto negativo, requiriéndose en la actualidad el uso de una mayor cantidad de fertilizantes.**

**No obstante, la falta de información precisa sobre el uso de fertilizantes y su relación con la productividad de las plantaciones, en períodos anteriores y posteriores a las obras de regulación, impiden cuantificar la magnitud de este impacto, también influenciado por la introducción de nuevas variedades y la aplicación de técnicas más modernas en el manejo y conducción de los cultivos.**

Con respecto a la salinidad de los suelos, la importancia de la problemática y su eventual incidencia en la productividad de los cultivos, justifica un análisis en detalle, que se desarrolla en el capítulo siguiente.

#### ***5.4.2. Impacto en la salinidad de los suelos***

Si bien, conforme se indica en el apartado 5.2.3, no se ha cuantificado la relación entre las pérdidas por conducción de la red de canales y la posición de la capa freática, no se puede desconocer que, en mayor o menor medida, las mayores pérdidas generan un ascenso de la misma.

---

<sup>72</sup> National Engineering Handbool, Section 15, Irrigation, Chapter 1, Soil Plant Water Relationships. S.C.S. Dept. of Agriculture. United States.

También resulta muy contundente el análisis expuesto en el apartado 4.3 cuando se analiza la evolución de las áreas salinizadas. Allí se expone con claridad el efecto de salinización de los suelos por ascenso capilar (salinización secundaria), situación que se agrava con una capa freática más alta, sobre todo cuando se trata de suelos con dificultades de drenaje o de tierras abandonadas, donde desde hace muchos años, no se procede al lavado de los suelos.

En el propio apartado 4.3 se analizan y comparan dos estudios relacionados con la salinidad de los suelos del Alto Valle. Uno, el que corresponde a Talledo, Yovera y Pacheco, realizado en 1.969, y el otro, C.I.L. Informe Edafológico, 1.991, es decir antes y después de la puesta en marcha del Complejo Cerros Colorados, respectivamente.

Asumiendo que para los suelos S1A1 (ligeramente salinos - ligeramente alcalinos, conforme a la clasificación universalmente aceptada del U.S. Bureau of Reclamation) no se ve afectada la productividad de las explotaciones frutícolas, la comparación de ambos estudios muestra claramente que la superficie de estos suelos se ve reducida en un 20 % de la superficie total (pasa de 52.500 ha en 1.969 a 37.400 ha en 1.991). Es decir que, el proceso de salinización de suelos ha avanzado en forma sustancial en el período en cuestión 1.969 - 1.991, coincidiendo que, dentro de ese período, en el año 1.978, se produce la puesta en marcha de las obras de Cerros Colorados.

En función de ello, puede afirmarse que **el incremento de la salinización de los suelos indicado precedentemente, constituye una importante evidencia del efecto de las aguas claras en el sistema de riego del Alto Valle**, al que en forma concurrente también contribuyen otros factores como las

deficiencias en la red de drenaje, las inadecuadas prácticas de riego y el abandono de tierras.

Más allá de esta evidencia, con la información disponible, no resulta posible identificar separadamente la superficie que se ha salinizado exclusivamente por el efecto de las aguas claras, aislándola de los otros factores ya mencionados.

De todas maneras, de acuerdo con el análisis desarrollado en el punto 5.2.2 se acepta que, por efecto del fenómeno de aguas claras la capa freática recibe una recarga adicional del orden de 10 m<sup>3</sup>/seg. Este valor, constituye un 25% de incremento respecto del total de las pérdidas originales (40 m<sup>3</sup>/seg), que alimentaban la capa freática, las cuales constituyen el principal causante de los elevados niveles freáticos en el área bajo estudio, las que a su vez son responsables del proceso de salinización. Asignando, en el supuesto más conservador, esta misma proporción al incremento del proceso de salinización, **se concluye que las aguas claras han contribuido a profundizar el proceso de salinización de los suelos del Alto Valle, como mínimo en un 25%.**

#### **5.5. Impacto por modificación de la acidez o de la alcalinidad del agua**

Una de los parámetros utilizados para determinar la normalidad del agua para riego es el pH, que representa la medida de la acidez o alcalinidad del agua.

A partir de comentarios vertidos en las entrevistas a los productores y técnicos, y ante la existencia de registros de pH del agua superiores a 8, surgió la inquietud de evaluar si la ausencia de sedimentos en el agua podría tener influencia en el pH del agua.

Con este fin, se han recopilado datos de pH obtenidos en años anteriores en el río Neuquén, en los embalses y en el sistema de riego del Alto Valle, los cuales, junto a determinaciones más recientes obtenidas específicamente para este estudio, se presentan en el cuadro 5.5.1

**Cuadro 5.5.1 - Valores de pH del agua para riego**

pH DEL AGUA						
Fecha	1/77-2/81	6/85-1/86	6/87-10/89	8/99	9/99	10/99
Fuente de Información	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Aguas arriba de Portezuelo Grande	—	—	7.7 - 8.0	6.5	—	—
Embalse Los Barreales	7.3 - 7.9	—	7.6 - 8.2	—	—	—
Embalse Mari Menuco	7.4 - 8.0	—	7.4 - 8.2	—	—	—
Río Neuquén, aguas abajo de El Chañar	—	—	7.7 - 8.5	—	6.4	—
Río Neuquén, aguas abajo Dique Ballester	—	7.5 - 8.9	—	—	—	—
Río Neuquén, aguas abajo Centenario	—	7.6 - 8.8	—	—	—	—
Río Neuquén, aguas arriba Confluencia	—	7.5 - 8.2	—	—	—	—
Río Negro, Isla Jordán	—	—	8.1 - 8.2	—	—	—
Sistema Alto valle Canal Principal, km 0,5	—	—	—	7	—	—
Sistema Alto valle Canal Secundario I	—	—	—	6.5	6.5	7.7
Sistema Alto valle Canal Principal Km 89	—	—	—	6.8	—	—
Canal comunero Chichinales	—	—	—	6.8	—	—

**Fuentes:** (1), (2) y (3) Datos obtenidos del Estudio de aprovechamiento integral del río Negro. Informe final. Tomo II. Preservación ecológica. Diciembre de 1.991. (4) Muestreo para el presente estudio. Laboratorio de Suelos, Delegación Valle Medio del Departamento Provincial de Aguas. (5) y (6) Muestreo para el presente estudio. Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias UNC.

Se observa una importante variación en los valores de pH dentro de un rango de 6.5 a 8.2, con excepción de dos valores en el río Neuquén que superan el mismo. Esta variación no guarda relación con el contenido de sedimentos ni con la ubicación de las muestras. Esto es evidente en las determinaciones más recientes, las de agosto/setiembre de 1.999, en las cuales se han obtenido valores de pH del mismo orden, 6.5 a 6.8, tanto en las aguas turbias del río Neuquén, aguas arriba de Portezuelo Grande, como en las aguas claras de distintos canales del sistema de riego del Alto Valle.

Por otro lado, los valores de pH dentro del rango de variación indicado, no significan problema alguno para los cultivos.

Al respecto, basta citar la publicación de F.A.O. N° 29<sup>73</sup>, reconocida por dar directrices para la interpretación del agua para el riego. Con relación al pH, afirma que el mismo interesa como un valor indicativo, pero rara vez tiene real importancia por sí solo. Sostiene que el uso principal del pH es para hacer una rápida evaluación de la posibilidad de que el agua sea anormal. El rango de valores de pH para el agua de riego, considerados normales por ésta publicación, oscila entre 6.5 y 8.4. Dentro del mismo las plantas tienen un desarrollo normal, sin que presenten inconvenientes de ningún tipo. Las aguas de riego cuyo pH queda fuera de este intervalo, pueden estar reflejando problemas de nutrición o de toxicidad.

---

<sup>73</sup> Ayers, R. Y Wescot, D.; Calidad del agua para la agricultura. F.A.O N° 29. Roma.



**Por lo tanto, se concluye que el fenómeno de aguas claras no tiene influencia en el pH del agua.**

## **6. CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE DIAGNOSTICO**

Se exponen a continuación las principales conclusiones emergentes de la evaluación de los impactos del fenómeno de las aguas claras en el sistema de riego del Alto Valle.

#### **6.1. Con relación al impacto en la capa freática:**

La falta de sedimentos en el agua para riego, a partir de la puesta en operación del Complejo Cerros Colorados en el año 1.978, tuvo y tiene en la actualidad una importante influencia en las pérdidas por infiltración en los canales del sistema.

**Estas pérdidas se han incrementado sustancialmente debido a este fenómeno, provocando una recarga adicional a la capa freática del orden de 10 m<sup>3</sup>/seg.**

**En el marco de un sistema de riego poco tecnificado y con una antigüedad de aproximadamente 80 años, el impacto producido por las aguas claras generando un incremento de caudal dirigido a la recarga del acuífero de 10 m<sup>3</sup>/seg, produce una elevación del nivel freático que incide con mayor gravedad en aquellos sitios donde el drenaje es insuficiente y las pérdidas son importantes: se estima que representan un aporte adicional a la capa freática del 25 %**

No resulta posible cuantificar el incremento del nivel freático por esta causa, ya que ello requeriría un análisis con parámetros más ajustados y la utilización de modelos matemáticos, lo cual escapa a los alcances de este estudio.

De todas maneras, considerando el estado crítico actual del sistema de riego, es claro que en importantes sectores se hace necesario reducir la recarga a la

capa freática y con ello bajar los niveles freáticos, con el consiguiente mejoramiento de la situación presente.

#### **6.2. Con relación al impacto en la vegetación acuática y en el costo de operación y mantenimiento de canales:**

La proliferación de la vegetación acuática es un efecto favorecido sustancialmente por las aguas claras, que incide en la operación del sistema de canales y crea la necesidad de realizar mayores tareas de mantenimiento y de un control permanente.

**Por lo tanto, debido a la ausencia de sedimentos la proliferación de plantas acuáticas involucra a todo el sistema de riego del Alto Valle, incrementando en un 20 % los costos totales de operación y de mantenimiento de los Distritos de Riego.**

#### **6.3. Con relación al impacto por la modificación de las propiedades físicas y químicas del suelo:**

**El efecto de las aguas claras tiene una baja influencia en las propiedades físicas del suelo. No modifica la composición textural de los suelos del Alto Valle, pero contribuye a estabilizar su estructura y tiene influencia en la velocidad de infiltración solo en los suelos arenosos, disminuyendo la excesiva percolación y aumentando la retención de humedad durante y en los días subsiguientes a cada riego.**

Por otra parte, en cuanto a las propiedades químicas del suelo, existen evidencias que señalan como un beneficio el aporte de nutrientes, originados por las precipitaciones en la cuenca, que arrastraban limos, arcillas y también

materia orgánica, que con el riego se incorporaban al suelo. **Actualmente, existe cada vez más la necesidad de aplicar fertilizantes y abonos orgánicos, que antes se utilizaban en menor proporción. No existe información suficiente para la cuantificación de este impacto.**

#### **6.4. Con relación al impacto en la salinidad de los suelos:**

Resulta concluyente que el efecto de las aguas claras ha producido un incremento en las pérdidas del sistema de canales y que éstas alimentan en forma directa la capa freática, elevando su nivel. Esta elevación de nivel contribuye a la salinización del suelo, proceso cuya evolución en un período de 22 años (entre 1.969 y 1.991), disminuyó en un 20 % el área considerada apta sin restricciones, para la actividad agrícola.

**Las aguas claras han tenido incidencia en la progresiva salinización de los suelos del Alto Valle. Si bien no es posible su cuantificación directa, dada la dificultad de separarla de otros factores que también contribuyen en forma concurrente a ese proceso, se estima que han contribuido a profundizar el proceso de salinización de los suelos del Alto Valle en un 25 %.**

#### **6.5. Con relación al impacto por modificación del pH del agua:**

**El fenómeno de las aguas claras no tiene influencia en la variación de la acidez o alcalinidad (pH) del agua para riego.** Las variaciones de pH detectadas, que no guardan relación con el fenómeno citado, se encuentran dentro de un rango aceptable, que no afecta la productividad de los cultivos de la región.

Reuniendo las conclusiones precedentes es posible obtener la siguiente conclusión final:

**RESULTA EVIDENTE EL IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO DEL EFECTO DE LAS AGUAS CLARAS EN EL SISTEMA DE RIEGO DEL ALTO VALLE.**

Su cuantificación económica es objeto de la segunda parte de este trabajo, la que se incluye en el Tomo II

## FUENTES DOCUMENTALES Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Albers, Christoph; “Planificación comunal en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén”. Berliner Geographische Studien. Technischen Universität Berlin. Editor Burkhard Hofmeister, Frithjofvoss. Vol. 45. Berlín, 1.996.- (**Observaciones:** estudio regional que incluye cuestiones relevadas del área, canales, suelos, drenaje, etc. con comentarios).
- Aruani, María Cristina; “Problemática y descripción de suelos afectados sales en el Alto Valle del río Negro”. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. 1.985.
- Ayers, R. Y Wescot, D.; Calidad del agua para la agricultura. F.A.O Nº 29. Roma.
- Ballester, Rodolfo; “Tres velocidades en la marcha del valle del Río Negro”. Revista Mi valle N º 5. Mayo de 1.955.
- Ballester, Rodolfo; “Velocidades y coeficientes de aspereza más convenientes para el cálculo de los canales de riego en el río Negro”. Dirección General de Irrigación; 1.926.
- Ballesteros, J., y Pérez Adán, J.; “Sociedad y medio ambiente”. Ed. Trota. Madrid, 1.997.- (**Observaciones:** material teórico metodológico).
- Banco Mundial; “Informe sobre el Desarrollo Mundial 1.992. Indicadores del Desarrollo Mundial: Desarrollo y Medio Ambiente.” Washington, 1.993. (**Observaciones:** Visión ambiental . (Observaciones y recomendaciones oficiales del Banco en la temática ambiental).

- Bendini, M. Y Pescio , C.; “Cambio técnico y fruticultura”. Fac. de Derecho y Ciencias Sociales. Universidad Nacional del Comahue. Editorial La colmena. Buenos Aires – Neuquén, 1.996.- (**Observaciones:** Fruticultura).
- Bendini, M., y Tsakoymagkos, P.; “Dimensiones del desarrollo sustentable en el Valle del Río Negro”. Fundación para el Desarrollo Humano Sustentable de la Patagonia. Neuquén, Mayo de 1.998.- (**Observaciones:** Fruticultura).
- Bermejo, Roberto; “Manual para una economía ecológica”. Bakeaz. Centro de Documentación y Estudios para la Paz. Departamento de Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Bilbao – Madrid, 1.994.- (**Observaciones:** Material teórico metodológico).
- Blanco, Isidro; “Evolución del sector agropecuario de la Provincia de Río Negro”. OEA. Secretaría de Planeamiento. Río Negro. Mayo de 1.980.- (**Observaciones:** dimensión y estado de uso de las obras de riego de la Provincia de Río Negro, y la cuestión productiva en cada uno de los valles).
- Brunstein, F.Laurelli, E., Rofman, A. y Vidal, A. (compiladores); “Grandes inversiones públicas y espacio regional”. Ediciones CEUR. Buenos Aires, 1.989.- (**Observaciones:** impacto de las grandes obras en las cuestiones naturales, sociales, económicas, y de poder en lo territorial; la región de influencia de las obras; efectos directos, e indirectos en la microregión de influencia; impactos temporales).
- C. F. I. ; “Las grandes áreas de riego de la Provincia de Río Negro. Análisis de los resultados del Censo de Plantaciones de 1.981”. Buenos Aires -



Viedma, 1.981. (**Observaciones:** Montes según sistema de conducción, especies, variedades, años).

- C.E.P.A.L.; “El desarrollo sustentable. Transformación productiva. Equidad y Medio Ambiente”. Naciones Unidas, 1.991.- (**Observaciones:** marco teórico metodológico. Definiciones conceptuales e institucionales. Recomendaciones de política en materia de recursos naturales y medio ambiente).
- C.F.I.; “Desarrollo del Alto Valle del Río Negro. Estudio del drenaje y recuperación de suelos”. Concurso de Antecedentes Resolución N° 72-367 Pliego de especificaciones particulares. Secretaría de Planeamiento de Río Negro; 1.972.- (**Observaciones:** definición del problema de estado de los suelos, y del sistema de drenaje a esa fecha).
- C.I.L. – Inconas Latinoconsult; “Avances para el estudio del Aprovechamiento Integral del Río Negro”. Etapa II. Volúmenes: Area Riego, Drenaje y Producción Agropecuaria; Desarrollo del área; y Tipificación de Establecimientos Agropecuarios. Agua y Energía Eléctrica. 1.991.- (**Observaciones:** Modelos productivos, especies, variedades, dimensión de explotación, costos).
- C.I.L. - Inconas Latinoconsult; “Estudio para el Aprovechamiento Integral del Río Negro”. Etapa II Drenaje Enero 1.990.
- C.I.L.- Inconas Latinoconsult; “Estudio para el Aprovechamiento Integral del Río Negro”. Etapa II Informe Edafológico. Febrero 1.991.
- C.I.L.- Inconas Latinoconsult; “Estudio para el aprovechamiento Integral del Río Negro”. (Documento 119). Sedimentación. Febrero 1.991.

- C.I.L.- Iconos Latinoconsult; “Estudio para el aprovechamiento Integral del Río Negro”. Informe final. Tomo II. Preservación ecológica. Diciembre 1.991.
- C.I.L.- Inconas Latinoconsult; “Estudio para el aprovechamiento Integral del Río Negro”. (Documentos N 149 y 150). Material sólido en suspensión en miles de toneladas, cuenca ríos Negro y Neuquén. Paso de los Indios 1.904 - 1.986.
- C.I.L.- Inconas Latinoconsult; “Estudio para el aprovechamiento integral del Río Negro”. Aprovechamientos para Riego. Tomos I y II. 1.987.
- Carnevali, Petri y Storti; “Manejo Integral del Recurso hídrico en la cuenca de los Ríos Limay, Neuquén y Negro”. XVI Congreso Nacional del Agua. San Martín de los Andes. 1.995.
- Casamiquela, Osvaldo; “El Riego en la Provincia de Río Negro, auge, crisis y futuro”. Viedma. 1.995.
- CENSAR 93. “Censo Agrícola Rionegrino”. Subsecretaría de Agricultura del Ministerio de Economía. Río Negro, Octubre de 1.993 – Marzo de 1.994.- (**Observaciones:** uso del suelo).
- Chambouleyron, Jorge; “Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas”. Capítulo “Eficiencia de uso del agua de riego en el área dominada por el río Mendoza Jorge Chambouleyron. INCYTH, Mendoza, 1.976. pág. 123 en adelante.
- Cluigt, Bernardo, Sosa Acevedo, Ricardo y otros; “Estado actual y potencialidad de las áreas bajo riego de la Provincia de Río Negro. 1 º Parte. Investigación Preliminar”, Secretaría de Planificación, Viedma, Julio de 1.986.- (**Observaciones:** estado de obras y sistemas productivos;

situación de la administración del sistema por área; consideraciones acerca del papel a cumplir por el Estado en la cuestión).

- Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo. “Cumbre para la Tierra. Programa 21 de Acción de las Naciones Unidas”. Río de Janeiro, Brasil, 3 al 14 de Junio de 1.992.- (**Observaciones:** paradigma de desarrollo sustentable: visión de los problemas y recomendaciones de política).
- Corporación Argentina de Fruticultores Integrados; “Propuesta de corto y mediano plazo para la expansión de la actividad frutícola”. Alto Valle, Mayo de 1.993.- (**Observaciones:** Modelo de transformación de la fruticultura del Alto Valle, superficies a reconvertir y nuevos montes; problemas para la expansión frutícola, gestión hacia la elevación de la productividad; no toma el problema del manejo de los recursos hídricos, en cuanto a la eficiencia del manejo del agua, y el suelo, y el estado de la infraestructura de riego.).
- Custodio, E y Llamas, M; “Hidrología Subterránea”. Tomo II. Barcelona. 1.976. Pág. 2011.
- De Jong, G., Chalde, A., Landriscini, G. y otros. “Estudio del Subsistema Frutícola del Alto Valle del Río Negro”. Secretaría de Investigación. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, 1.985 – 1.986.- (**Observaciones:** Definición del Subsistema. Análisis de las fases, tipología de agentes económicos, estructura de costos, etc.)
- De Jong, G. Tiscornia, L., y otros; “El minifundio en el Alto Valle”. UNC. 1.994. (**Observaciones:** estudio del sistema productivo de explotaciones

menores a las 15 has. para todos los distritos. Tipología de productores, costos, ingresos; recomendaciones de políticas).

- De Jong, G., y otros; “Programa de Desarrollo de la Microregión del Alto Valle y la Confluencia. Dinámica y organización territorial y ambiental”. COPADE- C.F.I.-U.N.C. Cipolletti - Neuquén, Julio de 1.999.- (**Observación:** Identifica problemas ambientales en la microregión, particularmente vinculados al suelo, agua, drenaje, salinidad, etc.)
- Demanda de la Federación de Productores de Río Negro y Neuquén, “Políticas sectoriales dirigidas a paliar la crisis de la producción frutícola, particularmente en el estrato de pequeños y medianos productores”. Alto Valle, 1.996.- (**Observación:** demandas económicas generales, particularmente vinculadas a la comercialización).
- Demanda presentada por el Consorcio de Campo Grande ante las autoridades provinciales, motivada en el impacto de los embalses y efectos en el sistema de riego y la producción. Villa Manzano, Julio de 1.999.- (**Observación:** efecto “aguas claras”).
- Demanda presentada por los Consorcios de Riego, por daños en el sistema de riego y drenaje, y las plantaciones, ocasionados a partir de la construcción de presas, e impacto ambiental. Alto Valle del Río Negro. Allen, Noviembre de 1.996.- (**Observaciones:** efecto “aguas claras”).
- Departamento General de Irrigación; “Proyecto integral para mitigar el efecto de las Aguas Claras en la zona bajo riego de los ríos Diamante y Atuel”. Subdelegación de Aguas del Río Diamante. San Rafael, Mendoza,

- 1.995.- (**Observaciones:** estudio de casos “fenómeno aguas claras”, evaluación de impacto; conceptual, metodológico).
- Departamento Provincial de Aguas - Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC. “Organización, procesamiento y evaluación de la información sobre niveles de agua freática en el Alto Valle del Río Negro”. Agosto 1.995.
  - Dirección General de Estadística y Censos de la Prov. de Río Negro. “Serie Estadísticas Económicas. 1.996-1.997”. Viedma, Abril de 1.998.- (**Observaciones:** dimensión productiva y comercial de la fruticultura).
  - Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Río Negro. “Encuesta de producción frutícola”. Alto Valle del Río Negro, Octubre de 1.993.- (**Observaciones:** relevamiento del uso del suelo del Alto Valle, datos oficiales).
  - Dirección General de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Defensa de la Nación; “Estudio de prefactibilidad técnica para el aprovechamiento múltiple del río Negro”. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas. Buenos Aires, 1.979.- (**Observaciones:** Estado de situación del aprovechamiento del río: energía, provisión de agua potable, y riego, obras de riego, estado de los suelos, drenaje, etc. con el fin de determinar el posible trasvasamiento de aguas al Colorado).
  - Echechuri, Héctor; “Evaluación de impacto ambiental”. Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Univ. Nacional de Mar del Plata. Universidad Nacional del Comahue. Noviembre de 1.997.- (**Observaciones:** material teórico metodológico).

- Facultad de Ciencias Agrarias. Convenio Universidad Nacional del Comahue - Agua y Energía Eléctrica. Análisis y elaboración de datos freaticométricos e hidroquímicos del Alto Valle del Río Negro. 1.987\\
- F. A. O.; “Directrices para el control de la degradación de los suelos”. Roma, 1.984.
- F.A.O., “Las necesidades de agua de los cultivos”. Estudio F.A.O. Riego y Drenaje 24. Roma 1.977.
- F.A.O. “Estudio de suelos de la Región Comahue”. Talledo, Yovera y Pacheco, 1.969-70-71.
- Fernández Cirelli, Alicia (compiladora); “Agua: Problemática Regional, Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos”. Compilación trabajos presentados al Congreso Internacional sobre Aguas, desarrollado en Buenos Aires entre el 4 y 8 de agosto de 1.997.- EUDEBA: Buenos Aires, Julio de 1.998.- (**Observaciones:** metodológico y estudio de casos, problemas, y estado general de la problemática del aprovechamiento del agua en América Latina).
- Fernández, Roberto, y otros; “Territorio, Sociedad y Desarrollo Sustentable”. Centro de Investigaciones Ambientales. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Espacio Editorial, Buenos Aires, Julio de 1.999.- (**Observaciones:** Cuestión ambiental y territorial, Teórico- metodológico).
- Gallopin, Gilberto; “El medio ambiente humano”, en Estilos de desarrollo y medio ambiente. Osvaldo Sunkel y Nicolo Gligo, compiladores. Fondo de Cultura Económica. México, 1.981.- (**Observaciones:** incorporación de la

variable ambiental y la percepción de los actores productivos y el tiempo en los análisis de uso del suelo).

- García Balado, Juan; “Pérdidas de conducción de agua en los canales sin revestir. Justificación económica del revestimiento”. Instituto del Cemento Portland.
- García, Rolando; “Interdisciplinariedad y sistemas complejos”. En Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Enrique Leff compilador. Ed. GEDISA. Barcelona, 1.994.- (**Observaciones:** teórico metodológico, interdisciplinariedad y multidimensionalidad).
- Gastó, Juan; “Bases ecológicas de la modernización de la agricultura”, en Estilos de desarrollo y medio ambiente. Osvaldo Sunkel, y Nicolo Gligo compiladores. Fondo de Cultura Económica. México, 1.981. (**Observaciones:** Teórico metodológico).
- Gil – Albert Velarde, Fernando; “Programa de Reestructuración Integral de la Actividad Frutícola en el Valle del Río Negro. 1 º Etapa. Informe sobre la situación actual de la producción frutícola”. Banco Interamericano de Desarrollo. Secretaría de Planificación. Viedma, 1.986.- (**Observaciones:** Estado del sistema productivo, natural y obras en el Alto Valle).
- Gligo, Nicolo; “El estilo de desarrollo agrícola de la América Latina desde la perspectiva ambiental”. En Estilos de desarrollo y medio ambiente. Osvaldo Sunkel y Nicolo Gligo, compiladores. Fondo de cultura Económica, México, 1.981.
- Gligo, Nicolo; “Estilos de desarrollo, modernización y medio ambiente en la agricultura latinoamericana”. Proyecto Conjunto C.E.P.A.L. – P.N.U.M.A.

“Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina”. Estudios e Informes de la C.E.P.A.L. N ° 4. Naciones Unidas. Santiago de Chile. Junio de 1.981.- (**Observaciones:** teórico metodológico, impacto de la artificialización en los modelos productivos de la agricultura).

- Goodland, R. y otros; (Editores); “Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland”. Editorial Trotta. Serie medio ambiente. Madrid, 1.997.- (**Observaciones:** teórico metodológico, paradigma ambiental).
- Goss D. W. ; “Fate of suspended sediment during basin recharge”. Water Resources Research. Vol. 9 N° 3. ,1.973.
- Grassi, Carlos; “Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos”. Criterios y Procedimientos. CIDIAT. Venezuela. 1.975.
- Gutman, Pablo; “Desarrollo rural y medio ambiente en América Latina”. Centro de Estudios Urbanos y Regionales. Ed. Centro Editor de América Latina. Bibliotecas Universitarias . Buenos Aires, 1.988.- (**Observaciones:** Teórico metodológico).
- Gutman, Pablo; “La economía y la formación ambiental”. En Ciencias Sociales y Formación Ambiental, Enrique Leff compilador. Ed. GEDISA, Barcelona, 1.994.- (**Observaciones:** teórico metodológico).
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Agua y Energía Eléctrica (AyEE). Curso regional sobre riego y drenaje. Noviembre de 1.982.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Alto Valle; “Diagnóstico Regional”; Diciembre de 1.986.-



**(Observaciones:** Estado de situación de los sistemas productivos en los valles; detalle sobre el Alto Valle: suelos, riego, producción, transformaciones a través del tiempo).

- Instituto de Investigaciones Económicas y Financieras, Confederación General Económica; “Programa Integral para la Fruticultura. Gobierno de Río Negro” – CORPOFRUT. Cipolletti, 1.975.- 5 volúmenes.

**(Observaciones:** Estado de situación del sistema productivo frutícola; no incorpora la cuestión de las transformaciones en el subsistema ecológico; no hay comentario al problema que podía sobrevenir al futuro a partir de las grandes presas; descripción breve de los suelos; distribución de la tierra, análisis histórico; identificación de problemas particularmente enfocados al problema de la intermediación comercial, la negociación, el precio, la primera venta, el papel de Corpofrut, conflictos sociales en el sector).

- Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias; “Estudio de competitividad agropecuaria y agroindustrial”; Secretaría de Programación Económica – Secretaría de Agricultura , Ganadería y Pesca. Buenos Aires, Octubre de 1.993.- **(Observaciones:** Autor Anahí Rodríguez de Tapatá . Identifica problemas de la competitividad en el sistema productivo frutícola del Alto Valle en comparación con países como Chile, por ejemplo. Pone énfasis en la cuestión del costo de la mano de obra, y su rendimiento en términos de calidad- tiempo de trabajo, y en los costos de los servicios y los impuestos. No hay referencias a cuestiones ambientales, de manejo del recurso hídrico, suelo, etc. ).

- Landriscini, Graciela; “Evaluación del potencial agropecuario de Río Negro”. CONICET, Viedma, 1.981-1.982. **(Observaciones:** Relevamiento y

caracterización de los distintos sistemas productivos en riego y secano, en el territorio provincial, producción, circulación - distribución, condicionantes estructurales, fortalezas y debilidades.)

- Leff, Enrique; “Sociología y ambiente: Formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento”. En Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Enrique Leff compilador. Ed. Gedisa. Barcelona, 1.994.- (**Observaciones:** material teórico metodológico).
- Leff, Enrique; “Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo”. Siglo XXI editores. Buenos Aires, 1.986.- (**Observaciones:** material teórico metodológico ).
- Ley Prov. Río Negro 2.952 – Código de Aguas; y Leyes Prov. de Río Negro 2.342 y 2.513, Contaminación de aguas. Ley Nacional 23.879. Impacto Ambiental.
- Llop, Armando; “Evaluación de impactos ambientales ocasionados por las grandes presas sobre el sector agrícola en el sur Mendocino”. Informe INCYTH – CELAA. Mendoza, 1.996.- (**Observaciones:** incorpora el análisis del efecto “Aguas claras”).
- Luque, Jorge; “Administración y manejo de los sistemas y distritos de riego”.
- Martínez Alier; “De la economía ecológica al ecologismo popular”. Ed. ICARIA. Barcelona, 1.992.- (**Observaciones:** material teórico metodológico.)
- Martínez Beltrán, Julián; “Drenaje agrícola”. Manual Técnico N ° 5. Serie de Ingeniería Rural y Desarrollo Agrario. Instituto Nacional de Reforma y

Desarrollo Agrario. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1.986.- Cap. 8 (**Observaciones:** Teoría y técnicas de drenaje).

- Massolo, Alejandra, y otros; “Programa de Desarrollo Compartido para el Alto Valle y la Confluencia. Actores institucionales y sociales del proceso de desarrollo compartido”. COPADE- C.F.I.; Neuquén, Junio de 1.999.- (**Observaciones:** cuestiones de organización e institucionales sobre problemas comunes que impulsan, frenan, y amenazan el desarrollo del Valle; relevamiento institucional).
- Mendía, J.M. y Roca, J.C.; “La operación de embalses y su influencia sobre el nivel freático de los ríos del Alto Valle de Río Negro y Neuquén”. Hidronor, Marzo de 1.993.- (**Observaciones** : estudio de revenimiento, salinización y drenaje.)
- Mendía, J. M. y Caputo, M. G.; “Colonia Centenario, un enfoque diferente para el estudio de un sistema complejo: la frutihorticultura. 1.996. (**Observaciones:** Análisis del nivel freático con relación a los caudales del río y al sistema de riego).
- Mendía, J.M, Tipping, E., Neme, G y Jorge Irisarri; “La potencialidad de los suelos en el alto valle del Río Negro. 1.996 (**Observaciones:** estudio de revenimiento, salinización y drenaje.)
- Mendía, J.M. y Roca, J.C.; “Evaluación del comportamiento del nivel freático en el valle del río Negro”. Periodo 1.993/1.994 – Villa Regina. (**Observaciones:** análisis de la influencia de la operación de los embalses en los niveles freáticos del área en estudio.)

- Mendía, J.M. y Roca, J.C.; “Impacto de la profundidad de la capa freática sobre los cultivos frutales”. Enero de 1.995. (**Observaciones:** Idem anterior).
- Mendía, J.M. y Roca, J.C.; “Implicancias ambientales de las normas de manejo de aguas referidas a los caudales máximos por drenaje”. Julio de 1.997. (**Observaciones:** análisis de la influencia de la operación de los embalses en los niveles freáticos del área en estudio.)
- Mendía, J.M. y Roca, J.C.; La implicancia de las normas de manejo de aguas referidas a los caudales máximos por drenaje. Septiembre de 1.996. (**Observaciones:** análisis de la influencia de la operación de los embalses en los niveles freáticos del área en estudio.)
- Mendía, J.M., Roca, J.C., Tipping, E. y Neme, G; Monitoreo del nivel freático en el valle irrigado del río Neuquén (Colonia Centenario) y su vinculación con el régimen hidrológico del río. 1.996 (**Observaciones:** Análisis del nivel freático con relación a los caudales del río y al sistema de riego).
- Mezzatesta, Susana; “Evaluación de procesos ambientales y sociales en el impacto de grandes proyectos de inversión. Aspectos metodológicos”. En Grandes inversiones públicas y espacio regional. Experiencias en América Latina, Brunstein, Laurelli, Rofman y Vidal (compiladores). Ediciones CEUR, Buenos Aires, Julio de 1.989.- (**Observaciones** : metodológico general).
- Miller, Saá, Imaz, Magnani, Hinojosa, Hernández y Arias; “Aguas Claras”. San Rafael, Mendoza, Junio de 1.996.- (**Observaciones:** Identificación del fenómeno aguas claras. Análisis de impacto ambiental y socioeconómico; Cuestiones jurídico institucionales. Daño ecológico. Plan Maestro) .

- Montes, José; “Documento final de asesoramiento a la Provincia de Río Negro en la transferencia de servicios sanitarios y de riego”. C.F.I. –Río Negro, Agosto de 1.981.- (**Observaciones:** Estado de situación de las obras).
- Reed, David (editor); “Ajuste estructural, ambiente y desarrollo sostenible.” W.W.F. Fondo Mundial para la Naturaleza. CENDES. Ed. Nueva Sociedad. Caracas, 1.996.- (**Observaciones:** cambios desde lo económico hacia lo ambiental, racionalidades contradictorias).
- Rossi, Patricia y Degele, Carlos; “Informe hidrogeológico y evaluación de las condiciones de drenaje en la zona de influencia de Cervantes, Allen y Cipolletti”. Departamento Provincial de Aguas. Delegación Regional Valle Medio. Luis Beltrán, Agosto 1.999.
- Sabsay, Daniel A.; “La problemática ambiental y del desarrollo sostenible en el marco de la democracia participativa”: Revista Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental. Año 5. N ° 12. Buenos Aires. Primavera 1.998.
- Salgado, Luis S.; “Conceptos generales sobre diseño de sistemas de drenaje subsuperficial”. Boletín de Extensión N ° 50. Departamento Riego y Drenaje. Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. Chillán, Agosto de 1.996.- (**Observaciones:** material teórico metodológico, suelos, riego, drenaje).
- Salgado, Luis S.; “El drenaje y su impacto sobre las propiedades físicas del suelo”. Boletín de Extensión N ° 38. Departamento Riego y Drenaje,

Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. Chillán, Abril de 1.996.- (**Observaciones:** ídem anterior).

- Salgado, Luis; “Conceptos Generales sobre Salinidad”. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción Chillán, Chile 1.996.
- Sánchez, Joan Eugeni; “Espacio, economía y sociedad”. Siglo XXI de España Editores. Madrid, Abril de 1.991.- (**Observaciones:** Material teórico metodológico).
- Secretaría de Programación Regional; “Informe Económico Regional”. Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos. Buenos Aires, Julio de 1.999.- (**Observaciones:** Informe de coyuntura).
- Sejenovich, Héctor; “Criterios para Evaluar la Administración del Estado en el Desarrollo Sustentable”. Revista Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental. Año 5. N ° 12. Buenos Aires. Primavera 1.998.
- Sejenovich, Héctor; “Economía ambiental”. Maestría en Política Ambiental. Universidad de Buenos Aires. Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Universidad Nacional del Comahue, Septiembre de 1.998.- (**Observaciones:** material teórico metodológico).
- Sejenovich, Héctor; “Manual de Cuentas Patrimoniales Ambientales”. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo; Buenos Aires, 1.997.- (**Observaciones:** material teórico metodológico, cuentas de producción - degradación).

- Smith, A.L.; “Gestión de riesgo integrado. La clave del milenio para un desarrollo sostenible”. Qatar General Petroleum Corp. 1.998.-  
(**Observaciones:** material metodológico y conceptual).
- Sunkel, Osvaldo; “La dimensión ambiental en los estilos de desarrollo”. CEPAL. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Santiago de Chile. Julio de 1.981.- (**Observaciones:** material teórico metodológico).
- Talledo, Yovera y Pacheco; “Estudio de reconocimiento de suelos del Alto Valle de Río Negro”. Programa Comahue. C.F.I., 1.969. **VER FAO 157**
- Terzaghi, K., Peck, R: “Mecánica de suelos en la ingeniería práctica”.-  
(**Observaciones:** material teórico)
- Tschapek, M., Olivieri, J., Mischynski, R. y Barbagallo, A.; “Los suelos de regadío del Alto Valle de Río Negro y Neuquén”. Buenos Aires, 1.955.-  
(**Observaciones:** Estado de situación de los suelos del valle antes de las presas.).
- Viladrich Morera, Alberto; “América Latina. La planificación hidráulica y los planificadores”. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 1.972.-  
(**Observaciones:** teórico metodológico).
- Walsh, Juan Rodrigo; “La gestión ambiental en la Administración Pública”. Revista Aportes para el Estado y la Administración Gubernamental. Año 5. N ° 12. Buenos Aires. Primavera 1.998.

## **PLANOS DE ÁREAS CRÍTICAS**