

**PROVINCIA DE LA PAMPA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RIEGO Y DRENAJE DE COLONIA
25 DE MAYO Y PROPUESTAS PARA SU RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA**

CONTRATO DE OBRA EX-2022-00183775- -CFI-GES#DC

INFORME FINAL

MAYO DE 2023

Carlos Adrián Zappi

Índice

1. Introducción	1
1.1. Finalidad y Alcance del Estudio.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Síntesis y conclusiones	1
1.3.1. Los sistemas de riego de 25 de Mayo	1
1.3.2. La colonización.....	2
1.3.3. La infraestructura de riego de El Sauzal.....	4
1.3.4. La oferta de agua	5
1.3.5. Balance salino.	5
1.3.6. La demanda de agua.....	6
1.3.7. El Cambio Climático	6
1.3.8. La distribución del agua.....	7
1.3.9. La eficiencia de uso de agua.....	8
1.3.10. La operación y mantenimiento	8
1.3.11. La tarifa del agua	9
1.3.12. La administración del riego	9
1.3.13. El Consorcio de riego.....	11
1.3.14. Tecnologías de riego	11
1.3.15. El riego colectivo presurizado	12
1.3.16. La economía de la producción	12
1.3.17. Interacción entre grandes y pequeños productores	13
1.3.18. Alternativas productivas	13
1.4. Agradecimientos	14
2. Los sistemas de riego de 25 de Mayo	16
2.1. El área de riego de 25 de Mayo	16
2.2. Sistema de riego de El Sauzal	16
2.3. Sistema de Aprovechamiento Múltiple (SAM) del Río Colorado	17
3. La colonización	20
3.1. Historia	20
3.2. Las propuestas de colonización	20
3.3. La Situación actual	22
3.3.1. Unidades económicas:	22
3.3.2. La selección de colonos	23
3.3.3. El financiamiento	23

3.3.4.	La comercialización de la producción.....	24
3.3.5.	La estructura productiva	24
3.3.6.	La crisis productiva.....	25
4.	El riego en El Sauzal:.....	26
4.1.	Evolución histórica de superficies y cultivos.....	26
4.2.	Situación actual	26
4.2.1.	Alfalfa	28
4.2.2.	Frutales	33
4.2.3.	Ganadería	38
5.	La infraestructura de riego de El Sauzal.....	42
5.1.	El Puente-dique Punto Unido	42
5.2.	La bocatoma	43
5.3.	La red secundaria y terciaria	47
5.4.	Canales cuaternarios (comuneros)	49
5.5.	Compuertas.....	50
5.6.	Aforadores.....	52
6.	Caudales y salinidad.....	54
6.1.	Caudales del río Colorado.....	54
6.1.1.	Tendencia	54
6.1.2.	El cupo de agua de La Pampa	54
6.2.	Salinidad	59
6.2.1.	Salinidad del río Colorado	59
6.2.2.	Balance de sales	60
6.2.3.	Necesidades de lavado	61
7.	La gestión del riego	64
7.1.	La demanda de agua	64
7.1.1.	El clima de 25 de Mayo	64
7.1.2.	La Evapotranspiración y la demanda de agua	64
7.1.3.	La precipitación efectiva	66
7.1.4.	Superficie y cultivos.....	66
7.1.5.	Demanda de riego.....	67
7.1.6.	Cambio Climático	68
7.2.	La distribución del agua	69
7.2.1.	Turnados	69
7.2.2.	Simultaneidad de entregas.....	71

7.2.3.	Volumen de reposición	72
7.2.1.	Análisis de turnados y caudales de entrega	73
7.2.2.	Propuesta de Turnados	74
7.3.	Eficiencia de uso de agua	80
7.3.1.	La restricción hídrica	80
7.3.2.	Eficiencia de conducción	80
7.3.3.	Eficiencia de riego	81
7.3.4.	Eficiencia del sistema de El Sauzal	82
8.	Operación y mantenimiento	86
8.1.	Optimización del servicio de riego	86
8.2.	La operación	86
8.2.1.	Funciones	86
8.2.2.	Preparación de planes de riego	86
8.2.3.	Disponibilidad de agua futura	86
8.2.4.	Estimación de la demanda	86
8.2.5.	Equilibrio de la oferta y la demanda	87
8.2.6.	Métodos de Distribución del Agua	87
8.2.7.	Control de la Operación	88
8.2.8.	La tarifa de agua	88
8.3.	El Mantenimiento	89
8.3.1.	Funciones	90
8.3.2.	Tipos de Mantenimiento	90
8.3.3.	Experiencias regionales	91
9.	La administración del riego	92
9.1.	Funciones	92
9.2.	El Ente Provincial del Río Colorado	92
9.3.	El Consorcio de riego	93
9.3.1.	Propuesta de creación de un Consorcio de Riego	93
9.3.2.	La experiencia en Argentina	95
10.	Tecnologías de riego	98
10.1.	Los sistemas de riego	98
10.1.1.	El riego superficial	98
10.1.2.	El riego en El Sauzal	102
10.2.	Tecnologías alternativas de riego	103
10.2.1.	Tecnificación del riego superficial	103

10.2.2.	Tecnologías de riego presurizado	108
10.3.	Eficiencias y costos de distintos sistemas de riego.....	111
10.4.	Riego presurizado colectivo	111
10.4.1.	Sus factibilidad en El Sauzal	111
10.4.2.	Costo de bombeo e inversión.....	112
11.	La economía de la producción.....	115
11.1.	Las unidades de producción de 1966	115
11.2.	Modelos de producción 2022	115
11.2.1.	Resultado de explotación de una chacra de 23 ha	117
11.2.2.	El valor de la tierra y su rentabilidad	119
11.2.3.	El costo del agua.....	121
12.	Alternativas productivas	122
12.1.	Interacción entre pequeños y grandes productores	122
12.2.	Alternativas productivas	122
12.2.1.	Fruticultura tradicional.....	122
12.2.2.	Frutos secos y otros	123
12.2.3.	Horticultura.....	123
12.2.4.	Ganadería intensiva	124
12.2.5.	Cereales.....	124
12.2.6.	Alfalfa	124
13.	Entrevistas y visitas	126
13.1.	Visitas a emprendimientos agropecuarios	126
13.1.1.	Chacra de José Garay	126
13.1.2.	Chacra de Alfredo Martínez.....	126
13.1.3.	Chacra de Bava	126
13.1.4.	Chacra de Bustos.....	126
13.1.5.	Chacra de Silvia Parra	127
13.1.6.	Chacra de Guillermo Forcinito.....	127
13.1.7.	Zille SA.....	127
13.1.8.	AB Agro SA.	128
13.1.9.	Bodega del Desierto.....	128
13.2.	Entrevistas a técnicos	129
13.2.1.	INTA. Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial 25 de Mayo. 129	
13.2.2.	Secretaría de Fruticultura de Rio Negro. Allen.	129

13.2.3.	Departamento Provincial de Aguas en General Roca	130
13.2.4.	INTA EERA Alto Valle, Guerrico.....	131
14.	Compendio del contenido del Informe	133
15.	Bibliografía.....	134

Cuadros

Cuadro 1.	Superficies empadronadas y regadas.	16
Cuadro 2.	Superficies totales, regadas y cultivos.....	17
Cuadro 3.	Modelos de finca (1981)	22
Cuadro 4.	Balance económico de las explotaciones proyectadas en 1965...	24
Cuadro 5.	Superficie y cultivos en 25 de Mayo	27
Cuadro 6.	Características de los canales de El Sauzal.....	48
Cuadro 7.	Canales cuaternarios.....	49
Cuadro 8.	Ubicación de aforadores.....	52
Cuadro 9.	Cupos de agua asignados según Acuerdo Interprovincial	55
Cuadro 10.	Uso de agua en ciclo 2013-2014.....	55
Cuadro 11.	Consumos de agua en la situación actual (2.513 hm ³ /año).....	56
Cuadro 12.	Superficies regadas y consumo de agua de cultivos.....	57
Cuadro 13.	Consumos de agua del río Colorado en La Pampa.....	58
Cuadro 14.	Potencial de expansión del riego en La Pampa	59
Cuadro 15.	Río Colorado. Volúmenes de agua y masa de sales.....	60
Cuadro 16.	Entradas y salidas de sales como sólidos disueltos.....	61
Cuadro 17.	Salinidad promedio en aguas de entrada y salida.....	61
Cuadro 18.	Necesidad de lavado y niveles de rendimiento potencial	63
Cuadro 19.	Evapotranspiración en estaciones de la región	65
Cuadro 20.	Precipitación total y efectiva en 25 de Mayo	66
Cuadro 21.	Superficies totales, regadas y cultivos.....	66
Cuadro 22.	Coeficientes de cultivo para 25 de Mayo.....	67
Cuadro 23.	Demanda neta y bruta para sistema El Sauzal	68
Cuadro 24.	Escenarios de variación de rendimientos por cambio climático	69
Cuadro 25.	Superficies y turnados en áreas con chacras.....	70
Cuadro 26.	Volúmenes entregados para distintos caudales de entrega	71
Cuadro 27.	Caudales simultáneos en todas las secciones de turnados	72
Cuadro 28.	Capacidad de almacenamiento de distintos suelos.....	73
Cuadro 29.	Demanda neta del cultivo de alfalfa	75
Cuadro 30.	Capacidad de almacenamiento y demanda de alfalfa.....	75
Cuadro 31.	Tiempos de riego, superficies regables y turnados posibles	77
Cuadro 32.	Propuestas de turnados para distintos suelos.....	78
Cuadro 33.	Pérdidas por infiltración en canales de la Ampliación El Sauzal	81
Cuadro 34.	Eficiencias de uso de agua en Mendoza.....	82

Cuadro 35.	Estimación de eficiencia de uso de agua	82
Cuadro 36.	Entradas y salidas de agua del área bajo estudio	84
Cuadro 37.	Eficiencia del sistema de riego de El Sauzal – Ampliación	85
Cuadro 38.	Eficiencia de aplicación en riego superficial	102
Cuadro 39.	Eficiencias y costos de distintos sistemas de riego	111
Cuadro 40.	Costo de bombeo de sistema presurizado colectivo	113
Cuadro 41.	Costo de inversión estimado de sistema presurizado colectivo	114
Cuadro 42.	Ingresos, gastos y utilidad de una unidad de explotación	115
Cuadro 43.	Costo de riego por pivote y superficial.....	115
Cuadro 44.	Modelos de producción de alfalfa, maíz y cría bovina.....	116
Cuadro 45.	Costos de estructura para chacra de 23 ha.....	117
Cuadro 46.	Resultado de explotación de modelos de producción	118
Cuadro 47.	Ingresos mensuales del productor	118
Cuadro 48.	Valores de la tierra actualizados a marzo/2023	119
Cuadro 49.	Rentabilidad actual de la tierra	120

Figuras

Figura 1.	Lote de alfalfa en chacra de Garay con viejos perales.	28
Figura 2.	Alfalfa en melgas en chacra de Bava	29
Figura 3.	Cortadora-acondicionadora-hileradora de arrastre (Bava)	30
Figura 4.	Alfalfa con riego superficial en El Sauzal (Zille)	31
Figura 5.	Riego de alfalfa por pivote. Zille (Sección V)	31
Figura 6.	Cortadora-acondicionadora-hileradora de alfalfa autopulsada (Zille)	32
Figura 7.	Enfardadora para megafardos de alfalfa (Zille)	32
Figura 8.	Monte frutal en espaldera y bins con peras (Martínez).....	33
Figura 9.	Plantación de nogales en El Sauzal (Zille)	34
Figura 10.	Planta de limpieza y procesamiento de nueces (Zille)	34
Figura 11.	Viña en espaldera (Bodega del Desierto, Sección V).....	35
Figura 12.	Cabezal de riego por goteo (Bodega del Desierto)	36
Figura 13.	Reservorio con membrana impermeable (Bodega del Desierto)	36
Figura 14.	Cosechadora automotriz de uva (Bodega del desierto).....	37
Figura 15.	Maíz regado por pivote para silaje y producción de energía (AB Agro SA. - Gentileza Damián Zamora.	39
Figura 16.	Galpones de Feed-lot en AB Agro SA (Sección V)	39
Figura 17.	Maíz regado por pivote. (AB Agro SA. Gentileza Damián Zamora)	40
Figura 18.	Reactores para la producción de biogás (metano) (AB Agro) ...	41
Figura 19.	Toma del canal Principal del SAM en Puente-dique Punto Unido.	43
Figura 20.	Obra de toma del canal matriz El Sauzal	44
Figura 21.	Azud de enrocado sobre brazo del río Colorado	44
Figura 22.	.Antetoma. De izquierda a derecha el Principal Ampliación El Sauzal, el Principal El Sauzal y el descargador al río.	45
Figura 23.	Salida de Antetoma. A la izquierda, canal principal de El Sauzal y aforador 1, y a la derecha descargador al río.	46
Figura 24.	Imagen de la zona de la toma El Sauzal	46
Figura 25.	Estructura de cruce sobre Principal SAM a chacra Zille.....	47
Figura 26.	Red de riego del sistema El Sauzal y secciones de turnado	49
Figura 27.	Compuerta de toma en El Sauzal.....	50
Figura 28.	Compuerta de control aguas abajo y compuertas modulares en derivado de canal principal (Mendoza).....	51

Figura 29.	Moldes para la construcción de aforador Parshall (Bureau of Reclamation, 1953)	53
Figura 30.	Derrames del río Colorado. Período 1918/19 a 2022/23 Fuente: Sistema Nacional de Información Hídrica, 2023.....	54
Figura 31.	Volumen entregado por turnado según superficie de chacra	74
Figura 32.	Lámina aplicada con distintos turnados.....	79
Figura 33.	Curvas de avance y recesión del agua en riego superficial (Walker, 1989	99
Figura 34.	Tres casos de riego superficial (Walker, 1989).....	100
Figura 35.	Eficiencias de aplicación E_a ; de almacenamiento E_s y de distribución, y su efecto sobre un cultivo.(Israelsen, 1973)	101
Figura 36.	Tres casos de riego en El Sauzal.	103
Figura 37.	Diagramas de descarga teórica de válvulas para riego por tuberías con compuertas. Gentileza PyR.	105
Figura 38.	Riego con mangas con compuertas. Gentileza PyR.	105
Figura 39.	Cabezal de riego por pulsos. Gentileza PyR.	106
Figura 40.	Riego por pulsos en alfalfa con mangas flexibles. Gentileza PyR.	107
Figura 41.	Riego por pulsos con dos ramales opuestos. Gentileza PyR. .	107
Figura 42.	Lateral desplazable frontal. Gentileza RKD.....	110
Figura 43.	Lateral desplazable alimentado por manquera enrollable. Gentileza RKD.....	110
Figura 44.	Lateral autopropulsado alimentado desde acequia. Gentileza Lindsay.	111

Anexos

Anexo 1 – Mapas	140
1. El Sauzal. Secciones de turnado.....	140
2. El Sauzal. Sistema de riego.....	141

Anexos planillas EXCEL y archivo GoogleEarth

Datos Contrato EX-2022-00183775.xlsx

Turnos Riego Contrato EX-2022-00183775.xlsx

Informe AZ Colonia 25 de Mayo.kmz

1. Introducción

1.1. Finalidad y Alcance del Estudio

Se presenta este Informe Final en cumplimiento de lo acordado en el Contrato de obra EX-2022-00183775- -CFI-GES#DC "**Diagnóstico del sistema de riego y drenaje de Colonia 25 de Mayo y propuestas para su reconversión tecnológica**".

La finalidad de este Estudio, según los Términos de Referencia, es la optimización del uso del recurso hídrico y el análisis de una posible reconversión tecnológica en el área bajo riego de la Colonia El Sauzal y su Ampliación, en 25 de Mayo, La Pampa, mejorando la producción y asegurando la sostenibilidad ambiental

1.2. Objetivos

El objetivo del estudio es realizar un Diagnóstico del sistema de riego público y parcelario en el área bajo riego de El Sauzal y Ampliación, a partir del cual plantear alternativas para la reconversión tecnológica del sistema de riego en el contexto productivo actual y futuro o teórico.

Las tareas desarrolladas para el cumplimiento del objetivo implicaron la recopilación de antecedentes, la recorrida del sistema de riego y la realización de entrevistas con funcionarios, operadores y usuarios del sistema de riego.

1.3. Síntesis y conclusiones

1.3.1. Los sistemas de riego de 25 de Mayo

Los sistemas de riego de 25 de Mayo abarcan el Sistema de riego de El Sauzal y el Sistema de Aprovechamiento Múltiple (SAM) del Río Colorado (SAM 25 de Mayo). Son administrados por el Ente Provincial del Río Colorado (EPRC), una entidad del Estado provincial

Si bien el alcance de este contrato abarca solamente el sistema de El Sauzal, se recorrieron las obras del SAM 25 de Mayo y algunas explotaciones en las Secciones I y V para tener una visión más completa de la región y de sus potencialidades productivas.

El sistema de riego de El Sauzal se alimenta mediante una bocatoma libre sobre un brazo del río Colorado, cuya capacidad máxima es de 5 m³/s, y comprende un partidor de caudales (la Antetoma) que entrega a los canales principales de la Colonia El Sauzal y de la Ampliación de El Sauzal

El agua se entrega entre agosto y mayo, y la limpieza de los canales y el mantenimiento de las estructuras de riego se realiza durante el periodo de cortao reparación de las obras de arte y compuertas.

El subsistema que sirve a la Colonia El Sauzal fue habilitado en el año 1963. Su superficie total es de 1.150 ha, de las que se riegan unas 531 ha.

El subsistema de la Ampliación de El Sauzal, habilitado en 1980, sirve además a las Chacras de 25 de Mayo y a 25 de Mayo Viejo Su superficie total es de 2.494 ha, de las que se riegan unas 786 ha.

Los dos subsistemas comprenden 180 Chacras, con una superficie regada total de 1.317 ha, de las que la alfalfa comprende el 55%, las pasturas el

15%, los frutales el 9%) de los que menos de la mitad son manzanos y pareas y el resto nogales; maíz y cebolla el 6% y forestales (.álamos) el 15%. Hay 13 chacras abandonadas.

El Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado (SAM 25 de Mayo) deriva hasta 120 m³/s en el Puente-dique, de Puente Unido, mediante la construcción de un canal matriz y derivados con los que se podrían regar más de 100.000 ha en cinco Secciones, más tres centrales hidroeléctricas con 33.000 kW de potencia total.

Actualmente solo está en funcionamiento una parte del sistema que riega las Secciones I, V y parte de la II, y hay una central hidroeléctrica (Divisaderos) que está actualmente fuera de servicio. La superficie empadronada es de 15,420 ha, de las que se riegan 5,740 ha.

1.3.2. La colonización

Para la colonización de El Sauzal se proyectaron unidades económicas de explotación de 50 ha de las que 40 ha serían productivas. Su desarrollo se haría en dos etapas, . La primera, de 5 años de duración , se dedicaría totalmente a la producción de alfalfa, principalmente para engorde de ganado y luego se pasaría a una estructura de 27 ha de alfalfa y 13 ha de hortalizas, manzanas y vid. Las fincas serían entregadas a los colonos con las mejoras y construcciones correspondientes, e incluso con el campo alfalfado

La colonización de El Sauzal se hizo finalmente con chacras de alrededor de 23 ha de superficie total, algunas de las cuales luego se subdividieron. El área fue puesta bajo riego en etapas: El Sauzal, en 1963, las Chacras de 25 de Mayo desde 1968 y la Ampliación de El Sauzal, a partir de 1980, un 23%. Excluyendo un par de explotaciones empresarias de grandes dimensiones, el ara efectivamente regada es de un 36% del total.

En el año 1978 se sancionó una ley provincial que creo un régimen de colonización empresarial, por la que se adjudicaron tierras a 13 empresas, que abarcaban unas 5.000 ha brutas en la Secciones I y V del SAM 25 de Mayo.

La selección de los colonos tampoco fue muy adecuada. La urgencia por avanzar en el poblamiento y puesta en producción de las parcelas terminó convocando a un conjunto heterogéneo de familias que no siempre respondían al perfil productivo deseado.

El financiamiento de las actividades productivas, en el que estaba previsto el aporte de los mismos colonos, quedó casi exclusivamente a cargo del Estado provincial. El EPRC siguió prestando permanentemente apoyo en la forma de maquinaria y servicios, lo que promovió una actitud dependiente y falta de iniciativa de los productores, y creando finalmente condiciones en las que su endeudamiento se hizo insostenible.

Según el Proyecto, algo menos de la mitad de los ingresos de los productores provendría de las actividades intensivas (Horticultura, fruticultura y viticultura). Sin embargo, estas actividades se revelaron inviables por la falta de una escala que justificara la necesaria infraestructura para el procesamiento y comercialización de la producción.

La viabilidad de la fruticultura, considerada la principal actividad económica de la región, requería de mercados cercanos, tanto para la fruta

comercial como para el descarte. Los intentos por instalar empaques y frigoríficos de fruta en 25 de Mayo fracasaron. Para la década de 1990 en el Alto Valle, su mercado natural, la crisis de la pequeña fruticultura ya estaba comenzando, con la concentración de la producción en empresas integradas con empaque, frigoríficos, exportación y comercialización interna y externa que procesan su propia fruta. Esta crisis se refleja en la reducción de la superficie con fruticultura, que pasó de 50.000 ha en la década de 1990 a 30.000 ha actualmente.

.Hoy en El Sauzal hay una sola chacra donde se hace una fruticultura comercial competitiva, y su propietario tiene galpón de empaque y otras chacras en Río Negro y Neuquén

Como parte del proceso de colonización, se creó un Parque Industrial donde, entre 1977 y 1981, se instalaron una planta procesadora de tomates de capital privado, y una planta de empaque de frutas, concesionada a una Cooperativa nacional. La procesadora de tomate debía traer tomate de otras zonas para mantener un ritmo de producción. Ambas plantas cerraron sus puertas a principios de los años 1990. Hubo también un intento fracasado para instalar una bodega privada; pero recientemente se instaló en el Parque Industrial la Bodega del Desierto, un emprendimiento agroindustrial que cuenta con 140 ha de viña en la sección V.

Las chacras de El Sauzal se están reconvirtiendo a la producción de alfalfa para fardos. Uno de los inconvenientes con los que tropieza esta reconversión es el costo de erradicación de montes frutales y alamedas viejas y la resistematización de los lotes. El EPRC, como tarea de promoción de este cambio, podría aportar en forma parcial o total la maquinaria para erradicar esos montes.

Por otro lado la superficie de las unidades de explotación en muchos casos los coloca por debajo de un tamaño que permita mantener y desarrollarse a una familia. En consecuencia, para completar sus ingresos, el propietario de una chacra tenga actividades extra finca, relacionadas al agro o en tareas urbanas.

A la crisis de la pequeña fruticultura se agrega la competencia de la actividad hidrocarburífera que, al ofrecer salarios muy altos, limita mucho la disponibilidad de mano de obra para tareas agrícolas, y aleja a los miembros más jóvenes de las familias rurales, y elevando el costo de vida en las localidades de la región.

Si bien la actividad predominante en El Sauzal es la producción de fardos de alfalfa, una de las actividades más prometedoras es la cría bovina, esto es, el engorde de terneros sobre pasturas y alfalfa. Sin embargo, a diferencia del Alto Valle, la presencia de una barrera sanitaria en río Colorado le impide aprovechar los altos precios de la carne del otro lado de la misma.

La situación es diferente en los emprendimientos agroindustriales, situados en su mayoría fuera de la zona de riego de El Sauzal. Se visitó a una firma que produce pellets y cubos de alfalfa producida en sus propios campos, y que tiene además una plantación de 90 ha próxima a la Colonia El Sauzal. Otra empresa integra la producción de maíz y forraje bajo riego en 3.000 ha con un

feed-lot para 12.000 animales y una planta de generación de biogás a partir de sus residuos para la generación de energía eléctrica.

1.3.3. La infraestructura de riego de El Sauzal

El sistema de riego de El Sauzal se alimenta mediante una bocatoma libre sobre un brazo del río Colorado a unos 6 km aguas arriba del puente-dique Punto Unido, y puede captar un caudal máximo de 5 m³/s. Sobre el brazo del río hay un azud de enrocado que mantiene el nivel de entrada a la toma.

La encargada del puente-dique explicó que periódicamente hay crecidas torrenciales por lluvias intensas en cuencas aluvionales aguas arriba que generan un gran arrastre de sedimentos que ingresan al sistema de riego, lo que obliga a cerrar las compuertas.

No existe un sistema de alarma; generalmente avisan desde localidades aguas arriba, pero es un sistema informal e inseguro. El encargado se guía por un cambio de color del agua que la alerta de la proximidad de un aluvión, pero eso requiere una atención continua y es difícil de percibir de noche.

Se ve necesaria la creación de un sistema integrado de información y alerta, que brinde información instantánea de todos los puntos de toma y medición en el Alto río Colorado, dando tiempo para operar las tomas sobre el río. Este sistema beneficiaría no solamente a 25 de Mayo sino a los sistemas de riego en Neuquén y Río Negro, por lo que convendría que fuera operado por COIRCO.

A diferencia del Puente-dique, no hay posibilidad de un accionamiento inmediato de las compuertas de la toma de El Sauzal ante un aluvión. Sería recomendable por ello motorizar las compuertas de la bocatoma de El Sauzal, y operarlas desde la oficina del Puente-dique, donde hay una guardia permanente. Para mayor seguridad, se debería realizar el cerramiento e iluminación del área de las compuertas, así como un sistema de vigilancia remota mediante cámaras.

El canal principal de El Sauzal tiene una longitud de 1.525 m. cuenta con 2 canales secundarios. El canal Principal de la Ampliación El Sauzal, tiene una longitud total de 4.566 m, de los que 3.000 están revestidos con hormigón en sección trapecial. Ambos canales tienen 2 canales secundarios cada uno, con una longitud total de 27.300 m. Hay además 23 km de canales terciarios y 44 canales cuaternarios o comuneros que sirven a sus respectivos sectores de turnado.

Las compuertas parecen estar bien mantenidas, pero la estructura de alguna de ellas es parcialmente de madera, lo que requiere un mantenimiento continuo.

Se podría estudiar a mediano plazo la posibilidad de instalar estructuras automáticas como compuertas que mantienen un nivel del agua estable y que, combinadas con compuertas de máscara, eroguen un caudal constante en una amplia gama de condiciones de operación.

Un problema detectado es la importante carga de sedimentos del río Colorado en ciertas épocas, que provoca el embancamiento de tramos de canales en los que el agua escurre con baja velocidad. Se recomienda que, para valores de demanda de riego inferior a la mitad de la de diseño de la red, se operen los canales terciarios en forma discontinua y alternada, de modo que sus

caudales en lo posible no resulten inferiores al 50% de los valores de diseño. Esto no solo reducirá los problemas de embanques, sino que contribuirá a aumentar la eficiencia y economicidad en el manejo del riego

En la red de riego se han construido seis aforadores del tipo de resalto. Son estructuras de hormigón con pozo de medición, pero ninguna tiene instalada escala ni otro elemento de medición, y por su estado parece que no son empleadas. Durante un estudio realizado en 1991 se determinaron las relaciones H-Q (altura – caudal) de tres de estos aforadores, que sin embargo no son empleados.

Se recomienda especialmente instalar escalas en estas estructuras, así como instalar otros aforadores en puntos estratégicos de la red de riego. Pueden instalarse también sensores de nivel conectados por una red telemétrica con una oficina central.

Se identificaron siete aforadores tipo Parshall en la cabecera de cuaternarios de la Ampliación El Sauzal, pero se observó que están mal instalados y que carecen de la escala de medición. No se recomienda el empleo de este tipo de aforador, porque, para que midan con cierta precisión, deben ser contruidos con dimensiones exactas, lo que dificulta mucho su construcción en hormigón, y requieren lecturas en dos puntos y el uso de tablas para su interpretación.

1.3.4. La oferta de agua

Los caudales del río Colorado muestran una tendencia decreciente desde que comenzaron sus mediciones en 1918. Desde 2010/11 a la fecha este descenso se ha acentuado; el derrame promedio en la estación Buta Ranquil en el período 2010/11 - 2022/23 fue de 2.513 hm³/año y en los últimos cuatro años (2019/20-2022/23) de tan sólo 2.100 hm³/año. Esto es menos de la mitad del derrame promedio entre 1918 y 2009, que fue de casi 4.800 hm³/año.

El cupo de agua de La Pampa, según el Acuerdo Interprovincial es del 16,5% del derrame total, lo que correspondería en condiciones promedio a 625 hm³/año. En la situación actual el cupo bruto de La Pampa para riego se limitaría a unos 300 hm³/año. Su consumo actual, incluyendo riego, agua potable y usos industriales, puede estimarse en 204 hm³/año, un 66% del cupo disponible.

El potencial de expansión del riego en La Pampa en esas condiciones, aprovechando totalmente el cupo para riego (297 hm³/año) y mejorando la eficiencia de uso de agua a un 55%. principalmente por el uso extensivo de sistemas presurizados, es de unas 6.900ha, llegando así a unas 16.000 ha bajo riego en total.

1.3.5. Balance salino.

Se ha observado en El Sauzal que se ha producido una intensa desalinización como consecuencia del lavado de las sales contenidas en los suelos, y que se en algunos lugares ya se ha llegado a un equilibrio entre la masa salina que ingresa en el agua de riego y la que egresa, por los drenajes.

La eficiencia de este lavado es alta, por cuanto los valores de conductividad eléctrica (CE) del agua de salida, que está en equilibrio con la solución del suelo, han llegado a valores menores a los que definen un suelo

salino. Además en un estudio de suelos de 1991 no se han detectado suelos con condiciones ni de alta salinidad ni extrema alcalinidad.

A nivel predial, las sales incorporadas en el agua de riego pueden acumularse en el suelo y alcanzar valores que afecten a los cultivos. La necesidad de lavado es el volumen de agua necesario para mantener la salinidad de los suelos dentro de valores aceptables para los cultivos.

Si se considera que la eficiencia de uso de agua de todo el sistema de riego de 25 de Mayo puede ser del menos del 50%, se genera un excedente que satisface ampliamente la necesidad de lavado en la mayoría de los casos. 47% de lo aportado Este aporte es satisfecho por las pérdidas por infiltración en canales y principalmente en las parcelas regadas.

Cada cultivo responde de distinta manera a la salinidad. Salvo la cebolla y parcialmente el manzano, todos los demás cultivos realizados son tolerantes a los niveles de salinidad comunes en El Sauzal.

1.3.6. La demanda de agua

La evapotranspiración potencial es, de acuerdo a los registros locales, de 1751 mm/año, con máximos en diciembre / enero 240 mm/mes

La precipitación promedio en el período 1971 – 2007 es de 267 mm. La precipitación efectiva, tomada como un 75/% de la total, es de 214 mm/año.

Se calculo la demanda neta para la estructura actual de cultivos y la superficie efectivamente cultivada en el sistema de El Sauzal. La demanda bruta se estimó suponiendo una eficiencia de distribución del 80%, y una eficiencia en finca del 45%. acorde con información de Mendoza.

Se puede observar que la demanda bruta correspondiente a la superficie cultivada total sería del orden de 7.400hm³/mes, en los meses de mayor consumo (diciembre y enero), equivalente a un caudal de 2,8 m³/s Este valor es muy inferior al caudal que se deriva habitualmente (4,0 m³/s), lo que indicaría que la eficiencia global de uso de agua es muy inferior a lo normalmente aceptado, o que se están regando chacras no cultivadas o abandonadas.

1.3.7. El Cambio Climático

Las proyecciones en las temperaturas y precipitaciones en distintos escenarios de cambio climático indican que la demanda neta de un conjunto representativo de cultivos, se incrementaría muy poco (1,6%). Esta diferencia no es significativa en cuanto a la demanda global de agua, y puede ajustarse mejorando marginalmente la eficiencia de uso de agua, tanto en la distribución como en finca.

En cambio el efecto del cambio climático sobre la oferta de agua es significativo. Los modelos climáticos empleados proyectan un escenario de menores precipitaciones en la franja cordillerana entre San Juan y Neuquén, lo que configuraría un escenario de riesgo para los recursos hídricos de los oasis de riego. Esto ya está siendo evidente por la declinación tendencial de los caudales del río Colorado

1.3.8. La distribución del agua

Se hizo un análisis de las planillas de turnado de El Sauzal. El turnado habitual entrega 200 l/s a cada chacra durante 48 horas, cada 9 días en promedio.

Este caudal de entrega, por su magnitud, es difícil de manejar, y supera los requerimientos de riego aún en el mes de mayor consumo (diciembre, con una demanda bruta de 18.2 mm/d).

Este cálculo se hizo tomando la superficie total de cada sector, suponiendo que el agua se reparte en función de la superficie total de cada chacra. Si se hubiera tenido en cuenta solamente la superficie efectivamente regada, el aporte de agua sería aún mayor.

Los tiempos de entrega son largos e inelásticos – 48 horas o 24 horas -, y no son proporcionales a la superficie empadronada y menos aún a la regada. Al ser tan largos, además, implican que la eficiencia de aplicación sea baja, ya que gran parte del turno es en horas nocturnas, en las que el control del agua aplicada es más difícil e incluso se abandona durante largo tiempo.

Dada la restricción cada vez más grave de agua, sería recomendable revisar el turnado tanto en caudales de entrega como en su duración, ajustándolo a la real demanda de los cultivos, a las superficies regadas y a las posibilidades de atención de los regantes.

De la revisión de las planillas de turnado, se observó que si se suman los caudales entregados a las chacras en todas las secciones de turnado que se riegan simultáneamente en el momento de máxima demanda, se observa que en la práctica no sería posible entregar a todas las chacras un caudal de 200 l/s ya que, si se incluyen las pérdidas en distribución, se superaría el caudal máximo de 5 m³/s de la bocatoma sobre el río.

El volumen entregado por turnado (volumen de reposición) no debería superar la capacidad de almacenamiento del suelo más las pérdidas por percolación profunda o escurrimiento por la cola correspondientes a una eficiencia de aplicación razonable. En el estudio de suelos se determinó que la capacidad de retención hídrica un suelo típico de textura media a fina (franco limosa) es de 155 mm/m, mientras la de un suelo de textura más gruesa (franco arenosa a arenosa) es de 70 mm/m.

Para estimar la demanda tipo de agua se tomó como cultivo más representativo a la alfalfa, que ocupa el 55% de la superficie regada.

Se observó que en la mayor parte de los casos los volúmenes entregados exceden largamente la capacidad de almacenamiento del suelo, incluso el de textura más fina, lo que implica su saturación y mayores pérdidas por percolación profunda y/o escurrimiento superficial.

El caudal y tiempo de entrega y la frecuencia de turnado se deben ajustar a las características del suelo. Aplicar los mismos turnados indiscriminadamente genera o un derroche o una escasez de agua.

Se presentó una propuesta concreta de turnados, ajustándolos a valores más prácticos: tiempos de entrega entre 18 y 36 horas, y frecuencias de turnados de entre 6 y 9 días, aportando láminas del orden de los 50 mm o menos que

permiten satisfacer adecuadamente los requerimientos hídricos de la alfalfa sin generar excedentes de importancia, aun en suelos arenosos con baja capacidad de almacenamiento.

1.3.9. La eficiencia de uso de agua

La restricción hídrica actual, teniendo además en cuenta las necesidades para riego de los restantes sistemas aguas abajo - Colonia Catriel, establecimientos en la margen derecha en Río Negro, sistema Salto Andersen – Río Colorado y principalmente el Valle Inferior bonaerense - sumadas a las pérdidas por evaporación en el embalse de Casa de Piedra y las pérdidas en el cauce del río Colorado, obliga a realizar un manejo muy ajustado del agua, y a mejorar su eficiencia de uso en todo el sistema. Esto implica poner especial atención en los componentes de la eficiencia, procurando mejorarlos.

La eficiencia de uso de agua en un sistema de riego comprende la eficiencia de conducción, o sea las pérdidas por infiltración o evaporación en los canales; la eficacia de distribución, que incluye las pérdidas por volcado de agua a desagües, a superficies incultas y las generadas por mal manejo o deficiencias de compuertas entre otras y la eficiencia de riego en finca, que comprende las pérdidas en acequias internas y la de la aplicación del riego a la parcela. La eficiencia de aplicación se define como la relación entre el volumen de agua efectivamente consumida por los cultivos más el lavado de suelos y el agua entregada a la parcela.

Los ensayos que se realizaron en la red de canales de la Ampliación El Sauzal indicaron pérdidas por infiltración muy bajas, llevando a una eficiencia de conducción global del orden del 94%, debido al revestimiento de los canales por los sedimentos finos llevados por el agua del río Colorado

No obstante, al comparar los datos de derivación de agua de riego en la bocatoma y los del consumo neto de la superficie cultivadas, se encontraron discrepancias que se atribuyeron a una baja eficiencia de distribución y de riego, ya que la eficiencia de conducción es alta. Un cálculo aproximado, tomando la demanda neta en diciembre para el conjunto de cultivos de El Sauzal y teniendo en cuenta pérdidas razonables en la conducción y distribución, resulta en una eficiencia global del 34%.

Este resultado abarca tanto la eficiencia de distribución real como la de riego. Ambas aparecen muy bajas, lo que puede atribuirse tanto a una baja eficiencia de aplicación como a ineficiencias en la distribución de agua, sea por pérdidas o la entrega a lotes incultos o que sólo riegan pastos. Esto último es bastante probable, ya que, si bien la superficie cultivada es de menos de un 40% de la total, según las planillas de turnados el agua se estaría entregando indiscriminadamente, con el solo criterio de la superficie total de cada chacra.

1.3.10. La operación y mantenimiento

El servicio de operación del riego tiene como objetivo principal la distribución oportuna del agua de riego necesaria para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos. Sus funciones principales son la programación del riego (los turnados), la distribución de agua y la recopilación de información para la supervisión de lo ejecutado y fines estadísticos.

La programación de la operación implica conocer la oferta de agua, que en este caso se obtiene a través de los pronósticos de derrames de río, la demanda, que depende de la superficie y tipo de los cultivos regados. Con esta información esta se definen las prácticas de distribución del agua que permitan reducir el desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua,

El método de distribución del agua generalmente aplicado en el sistema de El Sauzal es el turnado, aunque a los usuarios de gran superficie se les entrega un caudal de forma continua o casi continua.

En este sistema, los canales cuaternarios reciben el agua de acuerdo a un turno preestablecido. Dentro de cada uno, todo el caudal se entrega a un regante (o a lo sumo dos) a la vez, durante un tiempo proporcional a la superficie a regar.

El servicio de mantenimiento debe estar en condiciones de planificar las actividades, ejecutarlas -tanto las previstas como las imprevistas - y supervisar la ejecución.

Conceptualmente, se puede distinguir entre los trabajos correctivos y preventivos de mantenimiento y entre mantenimiento rutinario, periódico, y diferido. Este último suele terminar como un programa de rehabilitación, financiado por fuentes externas al sistema de riego.

1.3.11. La tarifa del agua

La tarifa del agua comprende: a. el derecho a disponer de agua (canon propiamente dicho); b. el costo de operación y mantenimiento del sistema y c. un monto que cubra total o parcialmente las inversiones realizadas en el sistema;

La tarifa del agua podría contribuir a mejorar la eficiencia de uso de agua a través de un precio que refleje los costos de oportunidad del agua.

El canon de riego para 25 de Mayo para el período de riego 2022 / 2023 es de: \$ 3.382,79 / ha.año, con una cobrabilidad del 25%. Ese monto surge de dividir un presupuesto estimado del EPRC de \$ 80.000.000 entre 23.000 ha. Dado que el área con derecho de riego en 25 de Mayo es de 19.000 ha el canon, calculado de este modo, aparece más como el pago de un derecho antes que el de un servicio.

La incidencia del canon de riego en los costos de producción es mínima, ya que no supera el 2%. Su valor es muy bajo, comparado con los vigentes en el Alto Valle de Río Negro y Mendoza de entre \$ 12.000 y \$ 17.000 /ha.año.

Sería interesante analizar la posibilidad de dividir el canon en dos partes. Una sería un monto fijo, a cobrar a toda la superficie empadronada (con derecho a riego) que cubriría los costos fijos de la administración del riego, y otro, aplicable a quienes usan el agua, destinado al pago de la operación y el mantenimiento del sistema de riego y eventualmente a la construcción de obras menores para mejorar la distribución y el control del agua. Estas tareas deberían estar a cargo de un Consorcio de Riego, en el caso de que se concrete su creación.

1.3.12. La administración del riego

La administración de un sistema de riego se ocupa básicamente de su operación y del mantenimiento de sus estructuras. Sus tareas típicas consisten

en el mantenimiento y limpieza de canales, drenajes, desagües y calles de servicio, así como la reparación y mantenimiento de obras de arte (compuertas, compartos, alcantarillas, puentes) y de canales revestidos (reparación de losas, juntas, etc.). En muchos casos se requiere la construcción de obras nuevas (revestimiento de canales, obras de arte) que mejoren las prestaciones del sistema o lo amplíen.

La administración del sistema de riego debe disponer de maquinaria y equipos que le permitan cumplir con sus funciones de operación y mantenimiento.

Si bien existe la opción de contratar algunas tareas para tareas rutinarias o periódicas, siempre debe haber un equipamiento mínimo que permita solucionar emergencias o hacer tareas de mantenimiento de poco volumen., como limpiezas puntuales, pintado y mantenimiento de compuertas, etc.

El manejo de la maquinaria y el mantenimiento de obras implica que deban hacerse continuamente adquisiciones de bienes y servicios, y muchas veces en plazos perentorios o muy limitados. Las obras en los canales de riego deben hacerse en general durante el periodo de corta, que en 25 de Mayo dura unos 70 días entre fines de mayo hasta agosto, en pleno invierno, y con días fríos y cortos que dificultan mucho las tareas de construcción y hormigonado de obras.

En Ente Provincial del Río Colorado (EPRC) administra una superficie empadronada: de 23.000 ha en 25 de Mayo y Casa de Piedra. Entre sus funciones se encuentra la administración de los sistemas de riego, la prestación de servicios a los productores, para lo que cuenta con un plantel de maquinaria.

El EPRC, como entidad estatal, está obligado a aplicar procedimientos de adquisición que aseguren la mayor competencia, transparencia y el mejor precio. Esto implica que, para la compra de bienes (maquinarias y equipos) y servicios (contrataciones, reparaciones, etc.) debe cumplir plazos, preparar documentación licitatoria, invitar a proveedores, evaluar varias ofertas y disponer de fondos en tiempo y forma. Todo esto, si bien asegura transparencia y competitividad, es burocrático y muy poco ágil y atenta contra la eficiencia en el gasto. En un caso reciente, la reparación de una retroexcavadora importada que solo podía realizar su único representante en el país, debió contratarse mediante un procedimiento de excepción autorizado por las más altas autoridades de la Provincia, lo que mantuvo a la maquina fuera de servicio por un plazo excesivamente prolongado.

Este problema es estructural en casi todos los organismos de gestión pública, pero en el caso del EPRC, como encargado no solo de la administración del sistema de riego sino de la organización de su desarrollo agrícola e incluso de la prestación de servicios con maquinaria a los productores, no cuenta en la actualidad en su planta ni con ingenieros agrónomos ni con ingenieros civiles o hidráulicos.

Se observó además que buena parte de sus funcionarios residen en la capital provincial, Santa Rosa, a 400 km de distancia, y viajan semanalmente a 25 de Mayo. En otras zonas de riego la mayor parte de sus funcionarios residen en el lugar o próximos lo que les facilita su participación en los problemas de los productores y de la sociedad local.

1.3.13. El Consorcio de riego

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, se cree conveniente que los usuarios del riego de El Sauzal y su Ampliación tomen a su cargo la operación y el mantenimiento del sistema, conformando un Consorcio o Asociación de Riego bajo la figura de una entidad pública de derecho privado.

Este Consorcio, con la participación de los usuarios y bajo ley privada puede ocuparse de la operación y el mantenimiento de la maquinaria y de la gestión cotidiana del riego con más eficiencia y celeridad que un organismo público.

El EPRC transferiría así al Consorcio sus funciones operativas y de mantenimiento dentro del área regada, y la maquinaria y equipos que considere conveniente, quedando a su cargo el control de las obras de cabecera y la supervisión de su funcionamiento.

Es recomendable que, para la conformación del Consorcio, se tomen en cuenta las experiencias de áreas de riego similares de la Argentina y de otros países.

1.3.14. Tecnologías de riego

El método de riego empleado en el sistema de El Sauzal es el de riego superficial, donde el agua se aplica en la cabecera de cuadros o melgas de entre 100 y 200 m de largo, y alrededor de 25 m de ancho. Este sistema implica que la cabecera de la melga recibe mucha más agua que la cola. La diferencia entre el tiempo que el agua permanece infiltrándose en la cabecera y en la cola es proporcional al tiempo en que el agua avanza a lo largo de la melga. Esta diferencia es la que hace que el riego superficial sea relativamente ineficiente, ya que el volumen de agua que se debe entregar forzosamente supera la capacidad de retención del suelo en buena parte de la superficie.

El riego superficial es intensivo en el uso de mano de obra calificada. Esto, que es un inconveniente en el caso de grandes empresas, con personal empleado, puede no serlo en explotaciones familiares en las que hay mano de obra ociosa temporalmente. Además, este sistema de riego se adapta a superficies pequeñas o grandes sin mayores diferencias de escala.

Existen tecnologías que permiten el mejoramiento del riego superficial y que se orientan a lograr grandes caudales de avance y a reducir el uso de mano de obra calificada.

Esto comprende el Uso de sifones, el riego con tuberías con compuertas., el Riego por caudal discontinuo (pulsos) y el Riego con compuertas para altos caudales.

Las tecnologías de riego presurizado exigen una presurización mediante bombeo. Si bien su eficiencia de aplicación es muy alta, tienen un consumo de energía considerable.

Además, dada la calidad del agua del río Colorado, requieren algún tipo de decantación y filtrado para reducir la cantidad de sedimentos.

Dado que todos estos sistemas riegan con frecuencia diaria, requieren que en la finca haya un reservorio con una capacidad equivalente al consumo

entre turnos de riego cuyo costo, para las condiciones de superficie y turnado de El Sauzal es de alrededor de USD 50.000.

Las alternativas que aparecen como técnica y económicamente factibles son el riego por goteo subterráneo y la aspersión fija o móvil. Dadas las dimensiones y de las chacras de El Sauzal se excluyen sistemas como el pivote o los avances frontales convencionales.

Los sistemas que podrían adaptarse a las características de suelo y cultivos son el Riego por goteo subterráneo, el Riego por aspersión fijo y algunos equipos móviles de aspersión.

Comparativamente, los costos de estos sistemas van desde unos USD 700 /ha para los sistemas de caudal discontinuo (pulsos) a USD 2.500 /ha para la aspersión fija y USD 3.500 /ha para el riego por goteo subterráneo. Mientras los costos de mano de obra se reducen en los sistemas más tecnificados, los de energía se incrementan.

1.3.15. El riego colectivo presurizado

Sería factible la construcción de un sistema de riego colectivo presurizado en El Sauzal, favorecida por una diferencia de altura entre el valle y la meseta de unos 30 m en una distancia de 1.000 m. Una planta de bombeo sobre el canal principal de la Ampliación de El Sauzal, alimentaría un reservorio en la meseta, y desde allí se abastecería a la red colectiva de riego. Este sistema entregaría el agua a la demanda o por demanda controlada a una presión adecuada para aspersores de baja presión o sistemas de riego localizado.

Se estimó el costo de inversión de este sistema, por analogía con otros existentes, en USD 12.000 /ha, con un costo de energía de USD 0,016 / m³ o 0,16 USD/mm, y un costo de mantenimiento de USD 360 / ha.año.

1.3.16. La economía de la producción

Se evaluaron los márgenes brutos de tres modelos de producciones bajo riego – alfalfa, maíz y cría bovina - siguiendo un modelo de INTA 25 d Mayo. Este modelo empleaba riego con pivote, por lo que se reemplazaron sus costos operativos por los de un riego superficial. Se calculó luego el resultado de la explotación, como el ingreso bruto que percibe el productor en una chacra de 23 ha, con 20 ha bajo riego, descontando los gastos fijos de la explotación (gastos de estructura)

El resultado de explotación para los tres cultivos fue de USD 5,257, USD 15,456 y USD 18,552,/año. respectivamente. El ingreso familiar del productor sería de entre USD 440 y USD 1.500/mes, teniendo un empleado contratado, y de entre USD 1.200 y USD 2.300 /mes cuando todas las tareas son realizadas por miembros de la familia.

La rentabilidad del cultivo de alfalfa es baja en relación con las otras alternativas. Esto se debe entre otras cosas al alto costo de producción de fardos, que, en el caso de realizarse con contratista, lleva el 50% de lo producido, y a la alta incidencia de los costos de estructura. Esta rentabilidad puede aumentarse si se incrementa la superficie bajo cultivo.

Es muy probable que los ingresos de una chacra con 20 ha bajo riego no cubran todas sus necesidades del productor y de su familia, por lo que sus

integrantes deben tener otros ingresos extra prediales, como fuente principal o secundaria.

En muchos casos, la situación de abandono o subexplotación de algunas chacras puede atribuirse a la falta de capital de trabajo de sus propietarios, aunque la rentabilidad de algunos modelos parece ser interesante. Una alternativa a considerar, teniendo en cuenta el tipo de producción a la que se está orientando el área bajo riego, sería favorecer la aplicación del modelo de arrendamiento usual en la región pampeana, en la que una parte aporta la tierra y la otra realiza todas las áreas de siembra, cuidado y cosecha, más el riego en este caso.

El EPRC podría colaborar, como en algunos casos ya lo hace, aportando la maquinaria para desmontar aquellos lotes con plantaciones abandonadas.

Se debería además promover la actividad de contratistas para las tareas culturales y de cosecha. Aunque los costos parecen altos – en el caso de la alfalfa el contratista cobra el 50% de lo producido - es una alternativa viable para aquellas explotaciones que no cuentan con suficiente maquinaria propia.

1.3.17. Interacción entre grandes y pequeños productores

La llegada de grandes empresas agroindustriales aportó a la región capital humano altamente capacitado, nuevos conocimientos productivos y grandes avances tecnológicos. Esa presencia no ha sido bien aprovechada, ya que no parece que se hayan explotado adecuadamente las complementariedades y potenciales sinergias entre estas empresas y los pequeños productores.

Las grandes empresas podrían proveer su tecnología, sus conocimientos, insumos e incluso maquinaria para procesamiento o cosecha, y los pequeños productores podrían proveerlas de materias primas.

Tal podría ser el caso de la empresa que produce pellets y cubos de alfalfa para exportación, que podría abastecerse de parte de su materia prima en la Colonia El Sauzal, o el de la cría de terneros, cuyo mercado puede ser el feed-lot instalado en la Sección V.

La ganadería bajo riego podría crear un cluster muy interesante, que incluiría no solo a los criadores y engordadores sino también a los productores de maíz para grano o silaje, de heno de alfalfa e incluso de otros productos nuevos como remolacha forrajera, y a los subproductos de bodegas, fruticultura, etc.

1.3.18. Alternativas productivas

La Fruticultura tradicional, como tal ha prácticamente desaparecido de la Colonia El Sauzal. En cambio una empresa ha implantado 90 ha de nogales, en suelos de costa, cuya producción es procesada en el mismo establecimiento.

Se han propuesto otras alternativas intensivas -almendros, avellanos, pistachos, olivos, frutos de carozo - pero no todos se adaptan a las condiciones climáticas, tienen altos costos de implantación y plazos de entrada en producción largos. Como todos cultivo intensivo, tienen altas necesidades de mano de obra, especialmente en cosecha, que es muy difícil de conseguir en la región por la competencia con las actividades relacionadas al gas y petróleo.

La horticultura tiene la ventaja de que comprende actividades con rápida entrada en producción, de valor agregado regional y rentables. La producción de hortalizas para consumo fresco, salvo en pequeña escala para consumo local, no es rentable por la competencia de otros productores fuera de la región. Se puede ensayar el cultivo de productos no perecederos y que tengan un ciclo de cultivo dentro de la temporada de riego, como cebolla, papa y cucurbitáceas. La producción de cebolla, es realizada por agricultores especializados que suelen arrendar los lotes por uno o dos años, y sus resultados están sujetos a un ciclo de precios muy poco previsible.

El centro y oeste de la provincia de La Pampa es una vasta zona de cría, que produce terneros que a su destete pueden ser llevados, en chacras bajo riego, a un peso de entre 220 y 250 kg y que luego pueden terminarse en feed-lot o directamente con grano. Hay mucha experiencia en la zona, donde existen grandes explotaciones, que se dedican a esta actividad.

La evaluación económica realizada muestra que la actividad de recría podría ser rentable aun en unidades productivas de 20 ha como las de la Colonia El Sauzal.

La presencia de la barrera sanitaria anti aftosa, que impide mover animales o carne con hueso al sur del río Colorado, es una restricción económica importante pues la posición geográfica de 25 de Mayo obliga a un doble movimiento de hacienda a distancias del orden de cientos de km hacia y desde 25 de Mayo al norte y este.

Otra alternativa son los cereales, especialmente maíz tanto para grano como para ensilado, como complemento del engorde de ganado vacuno. Si bien requieren el uso de cosechadoras y picadoras de gran porte que deben trasladarse desde más de 300 km, su movimiento podría justificarse si hubiera superficies importantes para trabajar. Como en el caso de la recría, el resultado económico de esta actividad parecería ser interesante en chacras de 20 ha.

En la actualidad aparece la implantación de pasturas, y especialmente alfalfa, como la alternativa más conveniente en cuanto a una aplicación en gran escala. La alfalfa puede ser destinada tanto a pastoreo directo o ensilado en la chacra, como a rollos y fardos para su venta dentro y fuera de la región, e incluso a su transformación en cubos y pellets para exportación.

El enfardado es el costo de producción más importante, pues supone entre un 45% y un 50% del ingreso bruto. Esto implica que, para diluir los costos fijos (gastos de estructura), la superficie en producción deba ser importante, superando el promedio de 20 ha de las chacras.

Dado que, por todos los motivos anteriores, se puede suponer que lo que predominará por lo menos a mediano plazo es la producción de alfalfa con riego gravitacional, sería interesante que el INTA u otro organismo de investigación hiciera ensayos buscando una mayor eficiencia de aplicación optimizando las longitudes y pendientes de las melgas según los tipos de suelo, y busquen sistemas de aplicación de agua que optimizaran su uso.

1.4. Agradecimientos

Deseo agradecer a aquellas personas que me brindaron información o me acompañaron a lo largo de la recorrida por 25 de Mayo: la encargada del Puente

dique Punto Unido, Alejandra Lagos; el encargado de la bocatoma y tomero de la Colonia El Sauzal, José Garay.

Entre los productores de la Colonia, además del mismo Sr. Garay, se agradece la atención del Sr. Eduardo Suarez, encargado de la chacra del Sr. Alfredo Martínez; de los Sres. Claudio y Jonathan Bava, Nilo y Renzo Bustos y Silvia Parra, productores de alfalfa, y del Sr. Guillermo Forcinito.

En los establecimientos agroindustriales acompañaron en las recorridas y nos brindaron información muy valiosa sobre sus producciones el Ing. Juan Pablo D'Urso, encargado de Zille SA; el encargado de AB Agro SA., Ing. Damián Zamora, así como por su gerente, el Sr. Daniel Barruti y el encargado de la Bodega del Desierto, Enólogo Sebastián Cavagnaro.

En la Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial 25 de Mayo del INTA su directora, María Luján Masseroni y los técnicos Carolina Aumassanne y Dardo Fontanella nos dieron información muy valiosa en cuanto a producción y a potencialidades de la región.

Secretaría de Fruticultura Río Negro, en Allen, entrevistando a los Ing. Pablo de Azevedo, Subsecretario de Fruticultura y Pablo Kiwitt, técnico especializado en horticultura.

En el Alto Valle de Río negro deseo agradecer la atención e informaciones que nos dieron los Ing. Pablo de Azevedo, Subsecretario de Fruticultura y Pablo Kiwitt, de la Secretaría de Fruticultura Río Negro; el Sr. Fernando Casares, funcionario del Departamento Provincial de Aguas (DPA) y el Ing. Carlos Magdalena, Director Regional del INTA y el Ing. Darío Fernández, Director de la Estación Experimental Alto Valle del INTA.

Y por último, un agradecimiento muy especial al Gerente General del EPRC, Maximiliano Daranzoff, quien me acompañó desde mi llegada durante la mayor parte de las recorridas, me puso en contacto con productores y técnicos, me informó de muchos aspectos técnicos y administrativos del sistema de riego y con quien compartimos amenas charlas dentro y fuera del horario de trabajo.

2. Los sistemas de riego de 25 de Mayo

2.1. El área de riego de 25 de Mayo

El área de riego de 25 de Mayo comprende dos sistemas con tomas independientes sobre el río Colorado: el sistema de El Sauzal, con una bocatoma libre sobre el río Colorado, que riega la Colonia El Sauzal y su Ampliación, y el Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo (SAM 25 de Mayo), con cabecera en el Puente-dique Punto Unido.

En el Cuadro 1 se resumen las superficies con derechos de riego y efectivamente regadas a noviembre/2021, de acuerdo a información del EPRC.

Cuadro 1. Superficies empadronadas y regadas.

	Superficie empadronada	Superficie regada
Bocatoma El Sauzal		
El Sauzal	1,150	531
Ampliación El Sauzal	2,494	786
Subtotal	3,644	1,317
Gravitacional		1,317
Presurizado		0
Puente - Dique		
Sección V	10,162	3,056
Sección I	4,348	2,620
Sección II	910	60
Subtotal	15,420	5,736
Gravitacional		3,066
Presurizado		2,670
TOTAL GENERAL	19,072	7,053
Gravitacional		4,383
Presurizado		2,670

Fuente: EPRC. Informe y Planilla Necesidad de riego Noviembre 2021

Si bien el alcance de este contrato abarca solamente el sistema de El Sauzal, se recorrieron las obras del SAM 25 de Mayo y algunas explotaciones en las Secciones I y V, a las que se hace referencia más adelante, para tener una visión más completa de la región y de sus potencialidades productivas.

2.2. Sistema de riego de El Sauzal

El sistema de riego de El Sauzal se alimenta mediante una bocatoma libre sobre un brazo del río Colorado a unos 6 km aguas arriba del puente-dique. A unos 900 m aguas abajo hay un partidor de caudales (la Antetoma) que entrega, mediante sendos canales, a la Colonia El Sauzal y a la Ampliación de El Sauzal y un descargador al río.

El riego se suspende durante el período de veda, que normalmente comienza el 25 de mayo y finaliza el 1ro de agosto, aunque puede extenderse en circunstancias especiales. En este período, en el que los cultivos están en

reposo vegetativo, se realiza la limpieza de los canales y el mantenimiento o reparación de las obras de arte y compuertas.

El subsistema de El Sauzal, que fue habilitado en el año 1963 (DATASA, 1966) sirve a la Colonia El Sauzal, ubicada al norte del canal Principal del SAM y al este de la Ruta provincial 34, y al establecimiento de Zille S.A. La superficie total servida es de 1.150 ha, de las que se riegan unas 531 ha. Su colonización se hizo en con parcelas de 20 y 25 hectáreas con derecho a riego, que habrían sido entregadas entre 1966 y 1969 (DATASA, 1966).

El subsistema de la Ampliación de El Sauzal, habilitado en 1980, riega las chacras de esa área, al sur de la Colonia El Sauzal. A los fines catastrales, se denominan como Fracción V las ubicadas al norte de la RP 34, y Fracción VI al sur esa ruta. Riega además a las Chacras de 25 de Mayo y de 25 de Mayo Viejo, ubicadas al sur de esta localidad. La superficie total servida es de 2.494 ha, de las que se riegan unas 786 ha.

En el Cuadro 2 se indican las superficies totales y regadas, y los cultivos realizados según la última información del EPRC. El número romano (VIII, IV, etc.) corresponde a las Fracciones catastrales.

Cuadro 2. Superficies totales, regadas y cultivos

Fracciones	Total chacras	Superficie total	Superficie regada		Cultivos						Chacras abandonadas
					alfalfa	pasturas	maíz	cebolla	frutales	álamos	
VIII El Sauzal	47	860	311	36%	170	57	10	41	25	8	5
XXV Zille S.A.	1	290	220	76%	130	0	0	0	90	0	0
IV Chacras 25 de Mayo	25	366	106	29%	51	10	0	4	7	34	4
V Ampliación El Sauzal Norte	54	791	182	23%	139	40	0	2	1	0	2
VI Ampliación El Sauzal Sur s/INCO	33	799	172	22%	115	49	0	8	0	0	2
VI - INCO	1	150	120	80%	120	0	0	0	0	0	0
XXV 25 de Mayo Viejo	17	148	56	38%	0	48	0	0	0	8	0
Total Turnado		3,403	1,167	34%	725	204	10	55	123	50	13
IV ALLBRICH S.A (GAS MEDANITO)	1	240	150	62%	0	0	0	0	0	150	0
TOTAL GENERAL	180	3,644	1,317	36%	725	204	10	55	123	200	13

Fuente: Planillas de turnados y EPRC, 2023

2.3. Sistema de Aprovechamiento Múltiple (SAM) del Río Colorado

En 1962 el Gobierno de La Pampa creó el Ente Provincial del Río Colorado (EPRC), como entidad autárquica, con la finalidad de realizar un aprovechamiento integral del río Colorado dentro de la jurisdicción de la Provincia.

El EPRC proyectó un conjunto de obras hidráulicas y de riego que se ha denominado Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia

25 de Mayo, (SAM 25 de Mayo), que tiene por obra de cabecera el Puente-dique derivador de Punto Unido, inaugurado en 1972.

El proyecto proponía la derivación de 120 m³ del río Colorado en el Puente-dique, y la construcción de un canal matriz y derivados, mediante el que se podrían irrigar más de 100.000 ha y de tres centrales hidroeléctricas con 33.000 kW de potencia total que generarían 300 GWh. al año.

El proyecto se desarrollaba en cinco secciones: La Sección I, ubicada a continuación de El Sauzal, con 5.000 ha brutas, y donde se ha instalado la central hidroeléctrica de Los Divisaderos; la Sección II, con 14.000 ha, con las futuras centrales hidroeléctricas de Loma Redonda y Tapera de Avendaño; la Sección III con 43.000 ha, que llegaría hasta el embalse de Casa de Piedra; la Sección IV, con 12.000 ha, que irrigaría la planicie de Curacó, al suroeste del área, y la Sección V, que abarca la Colonia Chica de 6.000 ha.

Las obras se programaron en dos etapas. En la primera se harían las necesarias para poner bajo riego a 26.000 ha y proveer de agua a las tres centrales hidroeléctricas, con 33.000 kW de potencia. En la segunda etapa se completarían las obras de riego hasta llegar al total de hectáreas previstas, de las cuales 24.000 ha son en la Colonia Catriel, en la vecina provincia de Río Negro, que se alimentarían mediante un canal principal IV y un sifón bajo el río Colorado.

De todo ello solamente se construyó la red de canales y drenajes para las secciones I y V, y parcialmente la II, y la central hidroeléctrica de Los Divisaderos, con 10.000 kW instalados, que actualmente está fuera de servicio. El canal y sifón a Catriel, si bien fueron construidos, están abandonados e inhabilitados. La superficie actualmente empadronada es de 15,420 ha, de las que se riegan 5,740 ha.

El canal principal y los secundarios están casi totalmente revestidos, y cuenta con estructuras de distribución modernas y de muy buena calidad, pero con pobre mantenimiento.

En la década de 1960 se elaboró un proyecto de desarrollo agrícola para el SAM 25 de Mayo (DATASA., 1966). que consistía en las obras para poner bajo riego 26.000 ha. iniciales y para instalar la primera central hidroeléctrica, con una potencia instalada de 10.000 kW. En una primera etapa, el proyecto propuso poner bajo riego 11.000 ha en el SAM 25 de Mayo y 3.000 ha en la colonia El Sauzal.

Se programaron unidades económicas de explotación de 50 ha de las que 40 ha serían productivas. Su desarrollo se haría en dos etapas, . La primera, de 5 años de duración , se dedicaría totalmente a la producción de alfalfa, principalmente para engorde de ganado y luego se pasaría a una estructura de 27 ha de alfalfa y 13 ha de hortalizas, manzanas y vid. Las fincas serían entregadas a los colonos con las mejoras y construcciones correspondientes, e incluso con el campo alfalfado.

El proyecto preveía la creación de las estructuras de comercialización y de plantas industrializadoras de la producción locales, y el fortalecimiento institucional del EPRC como organismo a cargo de la colonización y la administración del riego. El financiamiento necesario estaría inicialmente a cargo

de los gobiernos Nacional y Provincial, y luego por los ahorros de los futuros productores y otras fuentes.

Se propuso un sistema de turnado con un caudal de entrega constante a lo largo del año, variando la cantidad de horas por turno en función del requerimiento de los cultivos. El caudal de entrega se estipuló en 180 l/s, considerándolo como el máximo que una persona avezada puede manejar.

La colonización de El Sauzal finalmente se hizo en base a chacras de alrededor de 23 ha de superficie total. Los resultados, a casi 70 años de iniciada la puesta en marcha de El Sauzal, no son muy halagüeños, ya que la superficie efectivamente cultivada no llega al 40% del total.

3. La colonización

3.1. Historia

El Ente Provincial del río Colorado (EPRC) fue creado en 1962, como un organismo autárquico, para promover el desarrollo de toda la región del río Colorado. Tiene a cargo en su jurisdicción, entre otras tareas, la administración del agua y la dirección de las obras y estudios de riego, drenaje y defensa de inundaciones.

En la zona de 25 de Mayo ya había en 1932 unas 400 ha bajo riego (Ballester, 1932). En 1963 entró en servicio una red oficial de riego en el área de El Sauzal, próxima a 25 de Mayo, que sirve unas 860 ha. En el año siguiente se iniciaron las obras del puente dique “Punto Unido”, inaugurado en 1972. Este consiste en un dique nivelador de 184 m sobre el río Colorado, con una obra de toma con capacidad para derivar hasta 120 m³/s. La obra sirve además como cruce sobre el río de la ruta nacional 151.

El área de riego se amplió desde 1968 a las chacras de 25 de Mayo, sirviendo a unas 230 ha, y en 1980 se habilitó la Ampliación de El Sauzal, con unas 1.700 ha brutas.

3.2. Las propuestas de colonización

Los criterios de colonización a principios de los años 1960 estaban orientados al parcelamiento en unidades de explotación familiares. En el “Plan de Desarrollo Agrícola del Valle de Viedma” (Italconsult, 1960) se indica que “...alcanzar los más altos niveles de eficiencia y productividad, excluyendo toda economía de subsistencia... implica dar a las empresas dimensiones que hagan factible la mejor combinación de los factores de producción y su utilización más adecuada, no sólo en la fase fundiaria sino también en la industrial y de comercialización de los productos...Las unidades familiares surgen como especialmente aptas para asegurar el más eficiente y elástico ejercicio de la agricultura. Considerando que el grupo familiar esté constituido por dos unidades de mano de obra, la unidad fundiaria mínima viene a resultar de 20 ha”.

En la década de 1960 se elaboró un Proyecto de desarrollo agrícola para el SAM 25 de Mayo (DATASA., 1966). que consistía en las obras para poner bajo riego 26.000 ha. iniciales e instalar una primera central hidroeléctrica, con una potencia instalada de 10.000 kW. En una primera etapa, el proyecto propuso poner bajo riego 11.000 ha en el SAM 25 de Mayo y 3.000 ha en la Colonia El Sauzal.

Se programaron unidades económicas de explotación de 50 ha de las que 40 ha serían productivas. Su desarrollo se haría en dos etapas, . La primera, de 5 años de duración, se dedicaría totalmente a la producción de alfalfa, principalmente para engorde de ganado y luego se pasaría a una estructura de 27 ha de alfalfa y 13 ha de hortalizas, manzanas y vid. Las fincas serían entregadas a los colonos con las mejoras y construcciones correspondientes, e incluso con el campo alfalfado

Se indicaba que “ Las tierras de riego requieren cultura agrícola superior a la común y una cierta aptitud empresarial en el colono que lo impulse a la obtención de rendimientos máximos. De otro modo se correría el riesgo de que no fuesen socialmente redituables las inversiones que deben realizarse y además

el colono no estaría en condiciones de amortizar las deudas que contrae. al entrar a su parcela”.

Por ello, proponía que se seleccione a aquellos postulantes que ya tengan experiencia en cultivos con riego, como por ejemplo los hijos de los agricultores del Alto Valle del Río Negro, o de Mendoza, que tratan de crear su explotación propia, sin excluir a los agricultores pampeanos que, con experiencia en la utilización de maquinaria agrícola y con un nivel de instrucción adecuado, muestren interés para adaptarse a las técnicas del riego.

El proyecto preveía la creación de las estructuras de comercialización y de plantas industrializadoras de la producción locales, para lo que se crearía un Parque Industrial, y el fortalecimiento institucional del EPRC como organismo a cargo de la colonización y la administración del riego.

Recomendaba además un plan de financiamiento que estaría inicialmente a cargo de los gobiernos Nacional y Provincial, y luego incorporaría fondos de origen privado, comercial, de YPF y de los futuros ahorros de los mismos productores.

En 1981 se realizó un “Estudio de revisión y actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado” (Interconsul, 1981) En su Plan Agrario se proponía una nueva estructura agraria de la Colonia El Sauzal, justificándola en lo siguiente:

Durante el desarrollo del estudio se procedió a realizar un examen de la experiencia resultante de varios procesos de incorporación de tierras al riego (CORFO, Río Colorado, IDEVI, otras áreas del río Negro, etc.), incluyendo el de la propia zona de proyecto. Además de los problemas de comercialización, se observan, como factores negativos frecuentes restricciones económico-financieras y de tamaño.

En el caso de unidades productivas bajo riego incorporadas a la producción simultáneamente con el proceso de colonización, se plantea un problema adicional: que el nivel de ingresos y de márgenes de beneficio durante los años iniciales resultan muy inferiores a los de la explotación en régimen, lo que exige dimensionar la unidad para que durante todo el proceso resulte económica y financieramente viable y/o requerir del productor recursos financieros como para afrontar la situación deficitaria de los años iniciales.

Por otro lado la dinámica que experimentan las estructuras productivas y el contexto socio económico general, que se expresan en variaciones en las demandas y los precios de los productos, en cambios en la tecnología de producción, en los costos y los rendimientos, en evolución de las necesidades económicas de los grupos familiares, etc., tornan poco adecuada una rígida y estricta determinación del tamaño de las unidades productivas.

En tal sentido es de destacar que buena parte de las experiencias colonizadoras relativamente recientes han mostrado que, cuando el tamaño de las unidades productivas fue fijado con criterio muy restrictivo, y teniendo en cuenta la situación final más bien que la inicial, la evolución de las colonias ha sido lenta y se han producido numerosos fracasos, generalmente tanto más numerosos cuanto menos se contemplan las necesidades de un enfoque empresario de las explotaciones.

Como consecuencia de estas consideraciones, se propusieron dos modelos de finca: una ganadera mixta y otra frutícola mixta (Cuadro 3). Se

estimaba que la combinación de cultivos aseguraba una cierta estabilidad económica al productor y por ende al proyecto

Cuadro 3. Modelos de finca (1981)

Modelo de finca	Riego	TIR
Chacra frutícola mixta (alfalfa, hortalizas y frutales)		
50 ha netas	100% gravitacional	10,1
	50% aspersión y 50% gravitacional	9,3
70 ha netas	100% gravitacional	13,8
	50% aspersión y 50% gravitacional	11,0
Chacra ganadera mixta (ganadería, alfalfa, granos y hortalizas)		
120 ha netas	100% gravitacional	11,6
	50% aspersión y 50% gravitacional	7,7
150 ha netas	100% gravitacional	12,3
	50% aspersión y 50% gravitacional	9,7

Fuente Interconsul, 1981

3.3. La Situación actual

La situación actual es la siguiente:

3.3.1. Unidades económicas:

La colonización de El Sauzal finalmente se hizo en base a chacras de alrededor de 23 ha de superficie total, algunas de las cuales luego se subdividieron. Los resultados, a casi 70 años de iniciada la puesta en marcha de El Sauzal, no son muy halagüeños, ya que la superficie total hoy efectivamente cultivada no llega al 40% del total (EPRC, 2023)

Excluyendo un par de explotaciones empresarias de grandes dimensiones, en la primer área en colonizarse, El Sauzal, en 1963, actualmente hay solamente un 36% del área bajo cultivo; en las Chacras de 25 de mayo, bajo riego desde 1968, hay un 46% y en la Ampliación de El Sauzal, puesta en producción a partir de 1980, un 23%.

En el año 1978 se sancionó la Ley 858 de Colonización de Tierras de Regadío, que introdujo cambios sustanciales en los criterios socio-económicos de la colonización. Bajo el régimen de colonización empresarial se licitaron y adjudicaron tierras a 13 empresas, que abarcaban unas 5.000 ha brutas en la Sección I primero, y luego en las Secciones V y en parte de la II. Se decidió que en la colonización de tipo social hasta un 10% sería adjudicado a profesionales agrónomos que podrían constituirse en propietarios ausentistas, reproduciendo una explotación similar al que se registra en la colonización empresarial (Interconsul, 1981)

En estas Secciones hoy se riegan 5.736 ha, de las que 2.670 ha (un 47%) lo son mediante sistemas presurizados en grandes explotaciones, principalmente mediante pivotes, y en un caso (Bodega del Desierto) con riego localizado (goteo). En el resto del área (3.066 ha) se emplea riego superficial (gravitacional) en parcelas en general de más de 100 ha (EPRC, 2023). Algunas agroempresas tienen fincas en la zona de riego de El Sauzal, como Zille, que riega 220 ha e INCO, con 120 ha.

3.3.2. La selección de colonos

La selección de los colonos tampoco se hizo, en general, siguiendo los criterios propuestos. Un autor (Michelini, 2010), explica que la urgencia por avanzar en el poblamiento y puesta en producción de las parcelas terminó convocando a un conjunto heterogéneo de familias que no siempre respondían al perfil deseado.

Concluye Michelini que la mayor parte de esos colonos no cumplía con las condiciones necesarias para poner en marcha una explotación frutícola de esas dimensiones por sus propios medios, especialmente en un contexto de fuerte cambio estructural de la actividad hacia las empresas integradas, sin contar con un permanente soporte estatal hasta el despegue productivo de la explotación. Ese soporte fue limitado por la falta de objetivos claros y frecuentes cambios de rumbo, lo que generó entre los chacareros una sensación de frustración y de haber sido “engañados” en sus palabras, por un Estado que no cumplió con las promesas explícita o implícitamente realizadas, y con rígidos esquemas institucionales de tipo verticalista con escasa apertura a iniciativas “desde abajo”.

Este conflicto, según Michelini, fue potenciado por algunos factores como la escasa participación de los productores en la estructura organizativa del EPRC, muy politizada y limitada a un Director colono, cuyo cargo frecuentemente quedaba vacante, y la carencia de estructuras intermedias, como los Consorcios de regantes.

Algunas de estas afirmaciones pueden ser más o menos discutibles, pero lo evidente es que en 70 años de colonización, sobre un área de 3.600 ha solo se logró poner bajo riego menos del 40% de esa superficie. Es cierto que la propuesta frutícola inicial fue un fracaso, como se puede ver por la cantidad de montes abandonados (hoy solo queda un productor importante con 17 ha), pero no parece haber habido hasta recientemente un impulso para una reconversión productiva. En otras áreas bajo riego, que también tuvieron un período como productoras frutícolas, como Choele Choel y Conesa en Río Negro, la superficie bajo riego hoy es superior al 80% de la empadronada (Mohor, 2015).

3.3.3. El financiamiento

El Proyecto de desarrollo agrícola citado (DATASA., 1966) preveía que parte de las necesidades financieras fueran cubiertas por los ahorros de los propios productores

A tal fin realizó una proyección del balance económico de las explotaciones que mostraba que, al cabo de 19 años (en 1980), los productores habrían acumulado un capital total de 21 millones de pesos (de 1965), divididos casi por mitades en tierra, mejoras y capital de explotación, y saldo en caja (Cuadro 4).

Cuadro 4. Balance económico de las explotaciones proyectadas en 1965

	Pesos de 1965	Pesos de marzo/2023	USD de marzo/2023	USD/ha (p/50 ha)
Tierra, Mejoras y Capital de explotación	10,000,000	136,423,094	USD 341,058	USD 6,821
Saldo en Caja	11,000,000	150,065,403	USD 375,164	
Total	21,000,000	286,488,497	USD 716,221	

Fuente: DATASA, 1966.

A fin de facilitar su comparación, en el Cuadro 4 los valores de 1965 se presentan en pesos de marzo/2023 y en dólares al tipo de cambio de 1 USD = \$400. Cabe mencionar que, ya sea actualizando por índices de precios nacionales (IPC) o por índices de USA (PPIACO, considerando un TC en 1965 de 1 USD = \$ 234), los valores a los que se arriba son prácticamente los mismos.

La hipótesis de que los productores iban a poder generar ahorros y así autofinanciarse no se cumplió en general, y el financiamiento de los colonos quedó finalmente casi exclusivamente a cargo del Estado provincial.

Además, el Estado debió seguir prestándoles permanentemente apoyo no solo financiero sino físico, en la forma de maquinaria y servicios, lo que promovió una actitud, según Michelini, "profundamente dependiente y falta de iniciativa" de los productores, que los alejaba tanto de las posibilidades de volverse empresarios como de la búsqueda de salidas colectivas a los problemas enfrentados, y creando finalmente condiciones en las que su endeudamiento con el Estado se hizo insostenible (Michelini, 2010).

3.3.4. La comercialización de la producción

Como parte del proceso de colonización, se destinó una parcela de la Colonia a Parque Industrial donde, entre 1977 y 1981, se instalaron una planta procesadora de tomates de capital privado, y una planta de empaque de frutas concesionada a una Cooperativa nacional. La procesadora de tomate recibía casi toda la producción del área e incluso, debía traer tomate de otras zonas aledañas para poder mantener un ritmo de producción suficiente. Ambas plantas cerraron sus puertas a principios de los años 1990.

Hubo también intentos efímeros de instalar una bodega privada, y un empaque y frigorífico concesionado a los colonos. (Michelini, 2010). Actualmente en uno de los galpones del Parque Industrial tiene sus instalaciones la Bodega del Desierto, un emprendimiento vitivinícola iniciado en 2001 y que cuenta con 140 ha de viña en la sección V regada por goteo.

3.3.5. La estructura productiva

Según el Proyecto, algo menos de la mitad de los ingresos de los productores provendría de las actividades intensivas (horticultura, fruticultura y viticultura). Sin embargo, estas actividades se revelaron inviables por la falta de una escala que justificara la necesaria infraestructura para el procesamiento y comercialización de la producción (una industria procesadora de tomate duró pocos años).

Se suponía que la fruticultura sería la principal actividad económica de la región, pero su viabilidad requería de mercados cercanos, tanto para la fruta comercial como para el descarte. Los intentos por instalar empaques y frigoríficos de fruta en 25 de Mayo fracasaron, y para la década de 1990 en el Alto Valle, su mercado natural, ya estaba comenzando la crisis de la pequeña fruticultura, con la concentración de la producción en empresas integradas con empaque, frigoríficos, exportación y comercialización interna y externa que procesan su propia fruta. La reducción de los mercados externos por la competencia con otros productores del hemisferio sur y los costos en aumento redujeron la superficie con fruticultura del Alto Valle de 50.000 ha en la década de 1990 a 30.000 ha hoy.

En los censos de cultivos recientes se han registrado en El Sauzal 13 lotes con montes frutales abandonados, con una importante superficie que puede observarse en imágenes satelitales. Hoy quedaría una sola chacra donde se hace una fruticultura comercial competitiva, y su propietario reside y tiene galpón de empaque y otras chacras en Río Negro y Neuquén.

3.3.6. La crisis productiva

Los pequeños productores frutícolas del Alto Valle tienden a reconvertirse a otra actividad, principalmente pasturas y ganadería promovida por los buenos precios de la carne en la zona protegida por la barrera sanitaria, o incorporan sus chacras a urbanizaciones o zonas recreativas.

La tendencia en El Sauzal parece ser la misma, pero con la diferencia de que están fuera de la barrera sanitaria, lo que limita sus posibilidades de comercialización de carne y heno, y su grado de capitalización es menor.

Uno de los inconvenientes con los que tropieza esta reconversión es el costo de erradicación de montes frutales y alamedas viejas y la resistemización de los lotes. El EPRC, como tarea de promoción de este cambio, podría aportar en forma parcial o total la maquinaria para erradicar esos montes. Hay además empresas en la región que realizan la sistematización y el emparejamiento de los predios con equipos con nivelación laser, lo que mejora mucho el manejo y la eficiencia del riego superficial.

Por otro lado la superficie de las unidades de explotación en muchos casos los coloca por debajo de un tamaño que, tal como se había previsto en los '60, permita mantener y desarrollarse a una familia. En consecuencia, es muy probable que, para completar sus ingresos, el propietario de una chacra tenga actividades extra finca, relacionadas al agro como contratista, o en tareas urbanas, empleo público, etc. o cuente con una jubilación o pensión, lo que tampoco incentiva a las siguientes generaciones a permanecer en la chacra.

A la crisis de la pequeña fruticultura se agrega la competencia de la actividad hidrocarburífera que, al ofrecer salarios muy altos, limita mucho la disponibilidad de mano de obra para tareas agrícolas, y aleja a los miembros más jóvenes de las familias rurales, dejando en las chacras a los más viejos. Además eleva el costo de vida de las localidades petroleras, afectando el poder adquisitivo de quienes están fuera de la lógica de los hidrocarburos.

4. El riego en El Sauzal:

4.1. Evolución histórica de superficies y cultivos

El Proyecto de desarrollo agrícola en Colonia Veinticinco de Mayo (DATASA, 1966) se programó con unidades económicas de explotación de 50 ha, de las que se regarían 40 ha.

La puesta en producción se proyectó en dos etapas. La primera se dedicaría al cultivo de alfalfa, destinada total o parcialmente al engorde de novillos por sistema de semiestabulación en la misma finca. La segunda etapa de las explotaciones comenzaría en el quinto año, hasta llegar progresivamente a una estructura de 27 ha. de alfalfa para engorde de ganado o industrialización, y 13 ha de hortalizas, manzanas y vid.

El Proyecto de Riego y Drenaje de la Ampliación de la Sección V (Interconsul 1982) proponía chacras con una superficie bruta del orden de las 200 ha y una cultivable del orden de las 160 - 170 ha, con una composición media de cultivos con 55% de alfalfa; 20% de frutales (manzana); 12% de hortalizas (tomate); 8% de cereales de verano (maíz) y 5% de cereales de invierno (trigo)

El patrón actual de cultivos quedó muy alejado de estas proyecciones. La superficie con frutales de pepita (manzanos y peras) es mínima, y prácticamente reducida a una sola explotación, y no hay prácticamente en El Sauzal frutales de carozo o vid. La superficie actual con frutales (nogales y vid) está en explotaciones agroindustriales. En cuanto a las hortalizas, el tomate desapareció, ya que no hay plantas de procesamiento, y fue reemplazado parcialmente por la cebolla, impulsada por arrendatarios provenientes principalmente del Valle Inferior del río Colorado.

El cultivo hoy predominante en las chacras de El Sauzal es la alfalfa, principalmente orientada a la producción de fardos. Una de las actividades más prometedoras, de acuerdo a los técnicos regionales es la cría bovina, esto es, el engorde de terneros sobre pasturas y alfalfa, coincidentemente con lo postulado en 1966, cerrando así un ciclo.

4.2. Situación actual

Se consultaron distintas fuentes a fin de relevar la evolución histórica de las superficies cultivadas y los distintos cultivos en El Sauzal y 25 de Mayo en su totalidad (Cuadro 5)

Cuadro 5. Superficie y cultivos en 25 de Mayo

Fuente:	Oppezzo 1988/89	Oppezzo 1989/90	Chacras 2023	Empresas 2023	Aumassanne 2015	EPRC 2023
Cultivos	El Sauzal solamente				Incluye SAM 25 de Mayo	
	ha					
Hortalizas	66	56	55	0	250	53
Forrajeras	635	605	204	0	2,140	2,552
Alfalfa			475	250		2,677
Maíz			10	0	370	1,295
Frutales pepita	820	858	33	90		26
Frutales carozo	98	100				0
Frutos secos					70	97
Vid	65	65			140	140
Forestales	455	455	50	150	368	200
Varios	225	225				0
Total	2,364	2,364	827	490	3,338	7,040
Gravitacional	2,364	2,364	827	490	2,198	4,370
Presurizado	0	0	0	0	1,140	2,670
Hortalizas	66	56	55	0	250	53
	3%	2%	7%	0%	7%	1%
Frutales	983	1,023	33	90	210	263
	42%	43%	4%	18%	6%	4%
Alfalfa - pasturas	635	605	679	250	2,140	5,229
	27%	26%	82%	51%	64%	74%
Maíz	0	0	10	0	370	1,295
	0%	0%	1%	0%	11%	18%
Forestales - varios	680	680	50	150	368	200
	29%	29%	6%	31%	11%	3%
Total	2,364	2,364	827	490	3,338	7,040
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente citada en el Cuadro

Si se excluye lo forestado, se observa que la superficie actualmente cultivada en las chacras de El Sauzal (excluyendo a las grandes empresas: Zille e INCO) es la mitad de lo ocupado en 1989.

La superficie con frutales en El Sauzal, se redujo a un mínimo, y la gran mayoría de los montes frutales han sido abandonados o erradicados para hacer alfalfa u otra actividad. En el año 1989 la fruticultura y la horticultura ocupaban el 45% de lo regado, y hoy, dentro de la escasa superficie bajo riego, predomina la alfalfa con un 82% del total.

En cambio si se considera la totalidad del área con servicio de riego de 25 de Mayo, se advierte un crecimiento importante de las áreas cultivadas, tanto en riego gravitacional como presurizado, pero que se hace casi exclusivamente en grandes explotaciones del SAM. El crecimiento del riego gravitacional (por

superficie) se debe mayormente a la expansión en emprendimientos empresariales en la Sección V y en la periferia de la Colonia El Sauzal.

La alfalfa en El Sauzal se riega mediante riego superficial (gravitacional) en melgas de entre 100 y 120 m de longitud, (excepcionalmente de 200 m) con un ancho de entre 25 y 30 m, múltiplo de los equipos de corte y enfardado. En chacras bien manejadas riegan entre 4 y 7 ha/día., haciendo entre 6 a 8 riegos por temporada.

Se recorrieron cuatro chacras de El Sauzal donde se producen fardos de alfalfa (Garay, Bava, Bustos y Zille). La producción es de 12.000 a 14.000 kg/ha, equivalente a 600 a 700 fardos/ha, en 4 a 5 cortes anuales. Se visitó además una chacra frutícola.

A fin de completar una visión de las posibilidades productivas de la región, se visitaron además otros establecimientos agroindustriales en la Sección V del SAM 25 de Mayo. A continuación se hace una breve reseña de lo visitado.

4.2.1. Alfalfa

4.2.1.1. Sr. Garay

El Sr. Garay es propietario de una chacra de 20 ha donde hubo una explotación frutícola, ya abandonada. Actualmente la ha desmontado y hace alfalfa para fardos. Produce unos 140 fardos/ha/corte en 4 a 5 cortes (700 fardos/ha/año). Hace también horticultura en pequeña escala.



Figura 1. Lote de alfalfa en chacra de Garay con viejos perales.

4.2.1.2. Sres. Bava

Los Sres. Claudio y Jonathan Bava son propietarios de dos chacras de 40 ha en total donde hacen alfalfa para fardos. Cuentan con una corta-hileradora-acondicionadora moderna, y enfardadora lo que les permite producir fardos de buena calidad que venden en todo el país. Producen unos 140 fardos/corte/ha en promedio, en 4 – 4.5 cortes anuales (unos 500 a 600 fardos/ha/año).

La chacra está sistematizada en melgas de 25 m de ancho por 200 m de largo, y riegan de a 2 o 3 al mismo tiempo, regando así unas 4/5 ha/día.



Figura 2. Alfalfa en melgas en chacra de Bava



Figura 3. Cortadora-acondicionadora-hileradora de arrastre (Bava)

4.2.1.3. Zille SA

La empresa Zille SA tiene dos establecimientos de producción de alfalfa , uno en la Colonia El Sauzal, junto al Parque Industrial, donde también hay una plantación de nogales, y otro en la Sección V. Su encargado es el Ing. Juan Pablo D'Urso

En El Sauzal hay 120 ha de alfalfa con riego gravitacional, de la que se hacen 5 cortes como promedio anual y se producen unos 12 a 14.000 kg/ha/año en megafardos, y en la Sección V ha otras 560 ha, regada mediante 8 pivotes para 70 ha cada uno.

En El Sauzal se hacen de 6 a 8 riegos por temporada de 100 mm cada uno. Las melgas son de 28 m de ancho por 100 / 120 m, de largo. Se riegan 2 melgas por vez, en 1 – 1.5 horas cada una; riegan 20 ha en 3 días.

La alfalfa cosechada es procesada en una planta propia y convertida en cubos y pellets, que se exportan. También se comercializa en megafardos prismáticos de 350 kg.



Figura 4. Alfalfa con riego superficial en El Sauzal (Zille)



Figura 5. Riego de alfalfa por pivote. Zille (Sección V)



Figura 6. Cortadora-acondicionadora-hileradora de alfalfa autopropulsada (Zille)



Figura 7. Enfardadora para megafardos de alfalfa (Zille)

4.2.2. Frutales

4.2.2.1. Sr. Alfredo Martínez

Esta chacra tiene montes en espaldera de pera (3 ha) y manzana (14 ha), con variedades de amplia aceptación en el mercado.

Esta parece ser la única chacra de El Sauzal en la que se hace una fruticultura comercial competitiva. Su propietario es un productor integrado que tiene galpón de empaque en Villa Manzano, Río Negro, y otras chacras en San Patricio del Chañar en Neuquén, a unos 150 km de 25 de Mayo.



Figura 8. Monte frutal en espaldera y bins con peras (Martínez).

4.2.2.2. Zille SA

Esta firma tiene una plantación de 90 ha de nogales Chandler de 12 – 14 años en su propiedad de la Colonia El Sauzal.

Estos nogales producen anualmente de 3 a 3.5 tn/ha de nueces, que cosecha con personal proveniente de Tucumán. Las nueces son procesadas, limpiadas y embolsadas en instalaciones en el establecimiento.



Figura 9. Plantación de nogales en El Sauzal (Zille)



Figura 10. Planta de limpieza y procesamiento de nueces (Zille)

4.2.2.3. Bodega del Desierto.

La finca de la Bodega del Desierto está en la Sección V, y su encargado es el Enólogo Sebastián Cavagnaro.

Su sistema de riego parte de una toma en el edificio del partidos del canal principal del SAM 25 de Mayo aguas arriba de la central hidroeléctrica Divisaderos, y conduce el agua mediante tuberías a un cuenco de decantación que funciona como desarenador. De aquí pasa por rebalse a un reservorio revestido con membrana impermeable, que alimenta a los filtros y bombas del sistema de riego localizado.

Se riegan 140 ha de viñas de diferentes variedades, con riego por goteo. Se producen anualmente 1.4 millones de kg de uva de los que elaboran la mitad en su propia bodega instalada en un galpón del Parque Industrial, y el resto lo venden a bodegas en el Alto Valle.

La cosecha de uva es mecánica, mediante una cosechadora automotriz con una capacidad de trabajo de 1 ha/hora.



Figura 11. Viña en espaldera (Bodega del Desierto, Sección V)



Figura 12. Cabezal de riego por goteo (Bodega del Desierto)



Figura 13. Reservorio con membrana impermeable (Bodega del Desierto)



Figura 14. Cosechadora automotriz de uva (Bodega del desierto)

4.2.3. Ganadería

4.2.3.1. AB Agro SA

Esta empresa integra la producción de maíz y forraje bajo riego en 3.000 ha con un feed-lot para 12.000 animales y una planta de generación de biogás a partir de sus residuos para la generación de energía eléctrica (AB Energía SA). Su encargado es el Ing. Damián Zamora y su gerente, el Sr. Daniel Barruti.

La empresa tiene 400 ha bajo riego con 5 pivotes que riegan maíz para silaje; (4 pivotes de 9 tramos que riegan 83 ha cada uno y uno de 7 tramos, para 67 ha). Estos 5 pivotes, y otros 6 más, son abastecidos por una planta de bombeo con 5 bombas de 400 m³/h cada una. Aplican 6/7 mm/d. en 15 horas al 100%, o en 18 hs al 70% de pluviometría;

El maíz demanda 800 mm/año, y produce unos 40/50.000 kg de materia verde/ha, que equivalen a 14.000 kg/ha de grano. El maíz se ensila y se emplea como alimento en el feed-lot y en los biodigestores. El costo del silaje de maíz es de USD 38/39 /tn con 40/41% de humedad. El feed-lot consume entre 80/98 tn día y se generan alrededor de 40 tn día de estiércol y efluentes.

El feed-lot es totalmente techado con pisos de hormigón, con varias secciones donde se hace recría de terneros hasta 220 kg y luego engorde hasta 350 / 360 kg en dos etapas. Los terneros provienen de campos propios en Winifreda (La Pampa). Su capacidad es de 12.000 animales, pero en el momento de la visita había solamente 5.000 animales

Las excretas del feed-lot, sólidas y líquidas, son llevadas a la planta de biogás. Esta consiste en dos pares de biodigestores con 2 tanques, uno de pre y otro de post tratamiento con una capacidad de 4.000 m³ cada uno, y un tiempo de permanencia de 60 días.

Para la generación de metano usan los residuos del feed-lot, silo de maíz y otros residuos de la zona, como cama de gallinas, aceite comestible, y grasa sobrenadante de frigoríficos vacunos.

La generación eléctrica se hace mediante dos grupos electrógenos Siemens de 1 MW de potencia cada uno, que producen 48 MWh/día. La energía entregada a la red pública se paga entre 198/200 USD MWh, como productor de bioenergía incluido en el Programa RenovAr.



Figura 15. Maíz regado por pivote para silaje y producción de energía (AB Agro SA. - Gentileza Damián Zamora).



Figura 16. Galpones de Feed-lot en AB Agro SA (Sección V)



Figura 17. Maíz regado por pivote. (AB Agro SA. Gentileza Damián Zamora)



Figura 18. Reactores para la producción de biogás (metano) (AB Agro)

5. La infraestructura de riego de El Sauzal

5.1. El Puente-dique Punto Unido

Durante la visita al Puente-dique Punto Unido en febrero/2023, su encargada, informó que el caudal registrado en la estación de aforos de Buta Ranquil tarda 48 hs en llegar al puente-dique. Las tomas aguas arriba, para riego y yacimientos petroleros, en la provincias de Neuquén, Mendoza y Río negro y la toma libre de El Sauzal consumen unos 20m³/s. . Además se deben dejar pasar 6 m³/s para Catriel en Río Negro.

Mencionó que ocasionalmente hay crecidas torrenciales por lluvias intensas en cuencas aluvionales aguas arriba que generan un gran arrastre de sedimentos, lo que obliga a cerrar las compuertas. No existe un sistema de alarma formal; generalmente avisan desde Rincón de los Sauces, en Neuquén, pero la señal de celular es mala e insegura. La encargada se guía por un cambio de color del agua, e, que la alerta de la proximidad de un aluvión, pero eso requiere una atención continua y es difícil de percibir de noche.

Se ve necesaria la creación de un sistema integrado de información y alerta, que brinde información instantánea de todos los puntos de toma y medición en el Alto río Colorado. Esto permitiría detectar en tiempo real cualquier crecida extraordinaria o imprevista en el río, y daría tiempo para, eventualmente, operar las tomas sobre el río.

Este sistema ´beneficiaría no solamente al Puente -dique y a la toma de El Sauzal, sino a los sistemas de riego de Rincón de los Sauces, Rincón Colorado y Octavio Pico en Neuquén, y a valle Verde, Peñas Blancas y Catriel en Río Negro. Este sistema de alerta debería ser operado por COIRCO.



Figura 19. Toma del canal Principal del SAM en Puente-dique Punto Unido.

5.2. La bocatoma

El sistema de riego de El Sauzal se alimenta mediante una bocatoma libre sobre un brazo del río Colorado a unos 6 km aguas arriba del puente-dique. Está diseñada para captar un caudal máximo de 5 m³/s.

Sobre el brazo del río hay un azud de enrocado que mantiene el nivel de entrada a la toma.



Figura 20. Obra de toma del canal matriz El Sauzal



Figura 21. Azud de enrocado sobre brazo del río Colorado

A unos 900 m aguas abajo hay un partidor de caudales, denominado la Antetoma, que entrega agua, mediante sendos canales, a la Colonia El Sauzal y a la Ampliación de El Sauzal, y una compuerta hacia un descargador al río.



Figura 22. .Antetoma. De izquierda a derecha el Principal Ampliación El Sauzal, el Principal El Sauzal y el descargador al río.

En el momento de la visita (febrero/2023) estaban ingresando unos 4 m³/s, de los que unos 1.5 – 1.8 m³/s se derivaban a la Colonia El Sauzal y aproximadamente 2.5 m³/s, a su Ampliación. El descargador al río estaba cerrado.



Figura 23. Salida de Antetoma. A la izquierda, canal principal de El Sauzal y aforador 1, y a la derecha descargador al río.

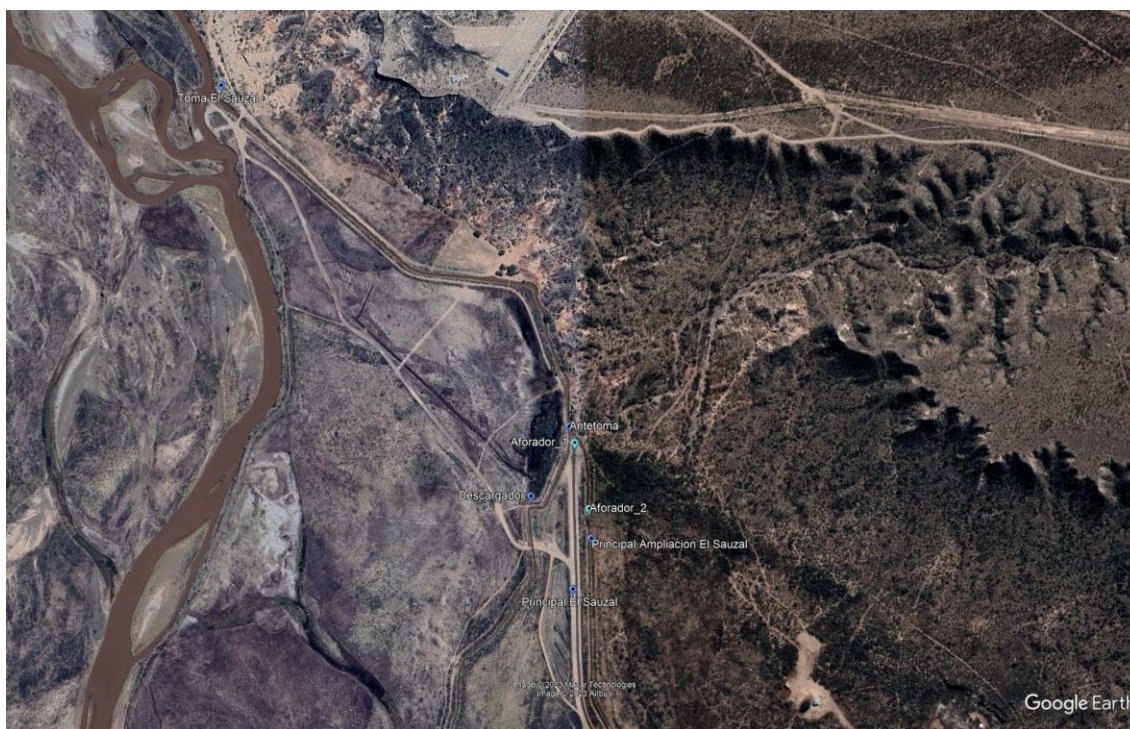


Figura 24. Imagen de la zona de la toma El Sauzal

La imagen de la Figura 24 muestra la toma de El Sauzal, la Antetoma los canales principales de El Sauzal y la Ampliación de El Sauzal, los respectivos aforadores 1 y 2 y el descargador al río.

Se observa que, a diferencia del Puente-dique, no hay posibilidad de un accionamiento inmediato de las compuertas de la toma de El Sauzal ante un aluvión que pueda ingresar un gran volumen de sedimentos al sistema de riego.

Sería recomendable por ello motorizar las compuertas de la bocatoma de El Sauzal, y que fueran controladas desde la oficina del Puente-dique, donde hay una guardia permanente.

Para mayor seguridad, se debería realizar el cerramiento e iluminación del área de las compuertas, así como un sistema de vigilancia remota mediante cámaras. Hay ejemplos de esto en tomas para industria en Mendoza y otros lugares

5.3. La red secundaria y terciaria

El canal principal de El Sauzal tiene una longitud de 1.525 m y cuenta con 2 canales secundarios. El Secundario 1, que riega el área oeste, cuenta con 3 terciarios y abastece a la chacra de Zille mediante un cuaternario y un cruce sobre el canal Principal del SAM.

El Secundario 2 cuenta con un solo terciario y tomas directas.



Figura 25. Estructura de cruce sobre Principal SAM a chacra Zille

El canal Principal de la Ampliación El Sauzal, tiene una longitud total de 4.566 m, de los que 3.000 están revestidos con hormigón en sección trapezoidal. Tiene 2 secundarios, que se desarrollan a ambos lados de la ruta provincial 34.

El secundario 1 está al oeste de esa ruta, y tiene 5 terciarios. El secundario 2 está al este de la ruta, y tiene 9 terciarios. Su longitud total es de 18.164 m, de los que 3.000 m están revestidos.(Cuadro 6)

Cuadro 6. Características de los canales de El Sauzal

Canal	Longitud	Superficie	Observaciones
Canal Matriz	864	3,139.4	
Principal El Sauzal	1,525	1,148.6	
Secundario 1	1,779		
Terciario 1-1	1,175	77.7	
Terciario 2-1	1,944	92.4	
Terciario 3-1	1,931	102.0	
Cuaternario 1-3-1 Zille	982	289.7	
Subtotal Secundario 1 ES		561.7	
Secundario 2	5,445	490.7	
Terciario 1-2	1,835	96.2	
Subtotal Secundario 2 ES		586.9	
Principal Ampliación El Sauzal	4,566	1,990.8	3,012m revestidos
Secundario 1	1,986		
Terciario 1.1	739	67.1	
Terciario 2.1	650	61.5	
Terciario 3.1	700	54.1	
Terciario 4.1	880	31.9	
Terciario 5.1	259	13.0	
Subtotal Secundario 1 AES		227.5	
Secundario 2	18,164		3,029m revestidos
Terciario 1-2	1,605	216.6	
Terciario 2-2	1,590	203.9	
Terciario 3-2	1,319	231.5	
Terciario 4-2	1,925	145.9	
Terciario 5-2	1,676	230.9	
Terciario 6-2	1,549	313.6	
Terciario 7-2	1,217	149.0	
Terciario 8-2	1,486	121.7	
Terciario 9-2	435		
Cuaternario INCO	2,360	150.0	
Subtotal Secundario 2 AES		1,763.3	
Canal Matriz	864		
Total Principal ES y AES	6,091		3,012m revestidos
Total Secundarios	27,374		3,029m revestidos
Total Terciarios	22,915		
Cuaternarios	3,342		

Fuente: Elaboración propia con información EPRC

En la Figura 26 se muestra la red de riego del sistema de El Sauzal, con los canales secundarios (en celeste), los terciarios (en verde) y las secciones de turnado.

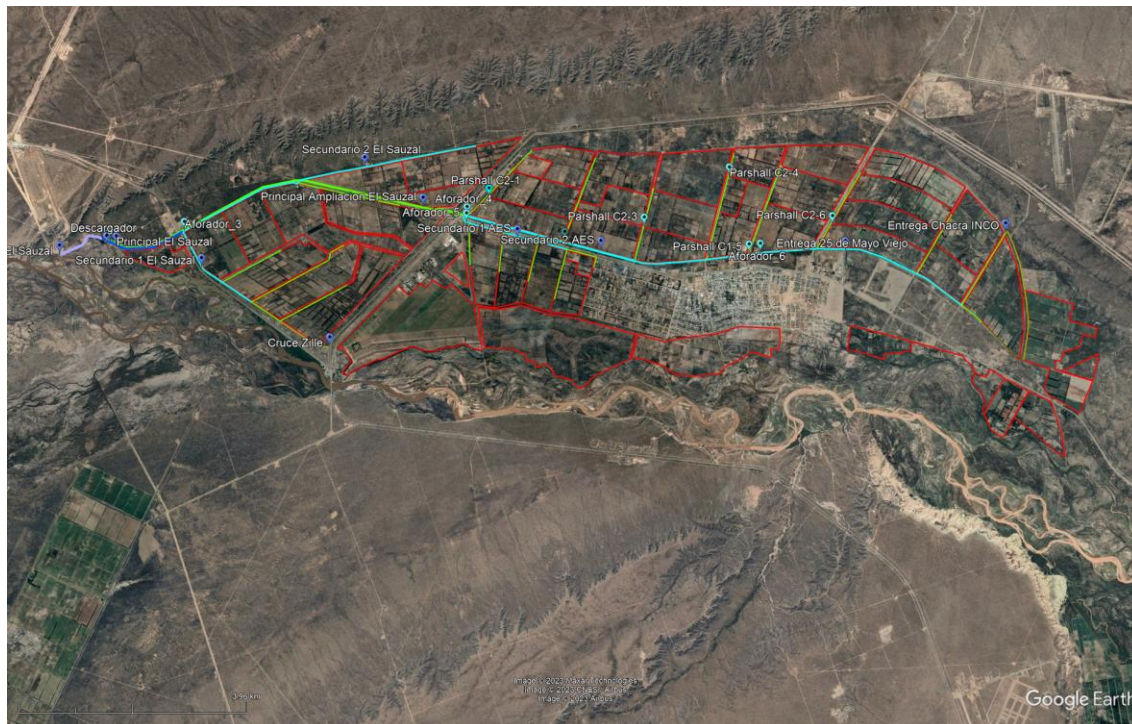


Figura 26. Red de riego del sistema El Sauzal y secciones de turnado

Sería aconsejable, como parte de un plan de obras de mediano plazo, unificar mediante un canal revestido los Principales El Sauzal y Ampliación el Sauzal en el tramo de , en el tramo de 1500 m entre la Antetoma y el cruce de la ruta 151. Esto facilitaría el control de los caudales que ingresan, al hacer más accesible su manejo. En tal caso se eliminarían las compuertas de la Antetoma, pero habría que buscar una alternativa para el descargador allí ubicado, que podría accionarse remotamente como la toma.

5.4. Canales cuaternarios (comuneros)

Hay en total 44 canales cuaternarios o comuneros que sirven a sendos sectores de turnado o en un par de casos, a establecimientos de gran tamaño. (Cuadro 7)

Cuadro 7. Canales cuaternarios

Sección catastral	Superficie (ha)	Cuaternarios
VIII El Sauzal	860	9
IV Chacras de 25 de Mayo	366	5
V y VI Ampliación El Sauzal e INCO	1740	26
XXV Zille y 25 de Mayo Viejo	437	4
Total	3.403	44

Fuente: EPRC y Oppezzo, 1991

La limpieza de los canales comuneros (cuaternarios) se hace por cupos. El EPRC limpia hasta la primera toma (el canal funciona en ese tramo como desarenador) y luego cada propietario limpia desde su toma hasta la siguiente aguas abajo.

5.5. Compuertas

Las compuertas visitadas en general parecen estar en buen estado de conservación y han sido pintadas recientemente, pero los escudos y las vigas sobre las que se apoya el mecanismo son de madera, lo que requiere un mantenimiento continuo y su reemplazo parcial o total. Por otro lado la madera no asegura estanqueidad.



Figura 27. Compuerta de toma en El Sauzal

A mediano plazo, podría estudiarse la posibilidad de instalar estructuras automáticas como compuertas que mantienen el nivel del agua en un canal constante aguas arriba o aguas abajo que, combinadas con compuertas modulares de máscara, erogan un caudal constante en una amplia gama de condiciones de operación (Figura 28). Es conveniente instalar estas estructuras en canales revestidos, de modo que su sección no varíe con el tiempo, y que no haya arrastre de sedimentos o de vegetación acuática que puedan obstruir su funcionamiento.

Esto permitiría controlar mucho mejor los caudales entregados y evitar el derroche de agua en turnados largos y en entregas a chacras que no requieren una gran cantidad de agua, o que están abandonadas.



Figura 28. Compuerta de control aguas abajo y compuertas modulares en derivado de canal principal (Mendoza)

En el Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo (Interconsul, 1981), se destacan los problemas que en ciertas épocas provocaría la importante carga de sedimentos del río Colorado, especialmente el embancamiento de sectores en los que el agua escurre con baja velocidad.

El Estudio recomienda que, para valores de demanda de riego inferior a la mitad de la de diseño de la red, se operen los canales terciarios en forma discontinua y alternada, de modo que sus caudales en lo posible no resulten inferiores al 50% de los valores de diseño. Este método no solo reducirá los problemas de embanques, sino que contribuirá a aumentar la eficiencia y economicidad en el manejo del riego

5.6. Aforadores

En la recorrida y en las imágenes satelitarias se han identificado seis aforadores del tipo de resalto, cuya ubicación se indica en el Cuadro 8 y en la Figura 26. Son estructuras de hormigón con pozo de medición, pero ninguna tiene instalada escala ni otro elemento de medición, y por su estado parece que no son empleadas, a pesar de su utilidad para controlar los caudales

Cuadro 8. Ubicación de aforadores

Aforador	Ubicación
Aforador 1	Cabecera del canal Principal El Sauzal
Aforador 2	Cabecera del canal Principal Ampliación El Sauzal
Aforador 3	Cabecera del Secundario 1 de El Sauzal
Aforador 4	Cabecera de Secundario 2 Ampliación El Sauzal
Aforador 5	Cabecera de Secundario 1 Ampliación El Sauzal
Aforador 6	Sección de control de caudales en canal a 25 de Mayo Viejo

Fuente: Oppezzo, 1991, Perl, 2003 y elaboración propia.

En el “Estudio de retornos en las áreas bajo riego del río Colorado” (Perl, 2003) se utilizaron como puntos de medición cinco de estas estructuras.

Oppezzo (1991) determinó las relaciones H-Q (altura – caudal) de los Aforadores 2, 4 y 6, mediante aforos con molinetes. Se calcularon los caudales en m³/s para las alturas de la escalas h en m, con intervalos de 1 cm.

Las ecuaciones resultantes son las siguientes:

Aforador 2l: $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 2,183 * h \text{ (m)}^{1,484}$

Aforador 4: $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 1,656 * h \text{ (m)}^{1,582}$

Sección de control Canal 25 de Mayo Viejo: $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 1,2207 * h \text{ (m)}^{2,5217}$

Se recomienda especialmente instalar escalas en estas estructuras, así como instalar otros aforadores en puntos estratégicos de la red de riego, como por ejemplo en la cabecera del Secundario 1 de El Sauzal.

Se pueden instalar en estas estructuras elementos para la medición de niveles, conectados en red a la oficina en el Puente-dique. Esto permitiría realizar un seguimiento continuo de los caudales pasantes y mantener registros estadísticos.

Estas estructuras deberían poder aprovecharse para controlar y optimizar la distribución de agua de riego, complementándolas con un censo actualizado que permita identificar cuáles son las superficies realmente regadas y los cultivos realizados.

Con esos datos y las demandas brutas calculadas para cada cultivo (inclusive ajustadas a las características climáticas de cada temporada de riego) podrá establecerse para cada mes el volumen de agua o caudal a entregar por cada toma y así determinar los caudales con que debe operarse toda la red (Interconsul, 1981).

Oppezzo identificó siete aforadores tipo Parshall de 30 cm de ancho de garganta instalados en la cabecera de los cuaternarios C2-1; C1-2; C2-3; C2-4; C1-4; C1-5 y C2-6 de la Ampliación El Sauzal. Observó que están altimétricamente mal instalados por lo que no trabajan como tales. Careciendo todos ellos de la escala de medición.

Los aforadores Parshall tienen un diseño no convencional, y, a diferencia de los aforadores de resalto, deben ser construidos con dimensiones exactas, lo que dificulta mucho su construcción en hormigón. Además tienen dos puntos de medición por lo que requieren dos lecturas y el uso de tablas para su interpretación.

Los distintos tamaños de aforadores Parshall no son modelos hidráulicos en escala uno de otros; por ejemplo, uno de 12 pies no es 3 veces el tamaño del de 4 pies. Hay 22 modelos, cada uno de los cuales es una estructura totalmente diferente. (Bos, 1976). En Estados Unidos, donde se diseñaron estos aforadores en la década de 1930, se utilizan moldes especiales para cada tamaño. (Figura 29)

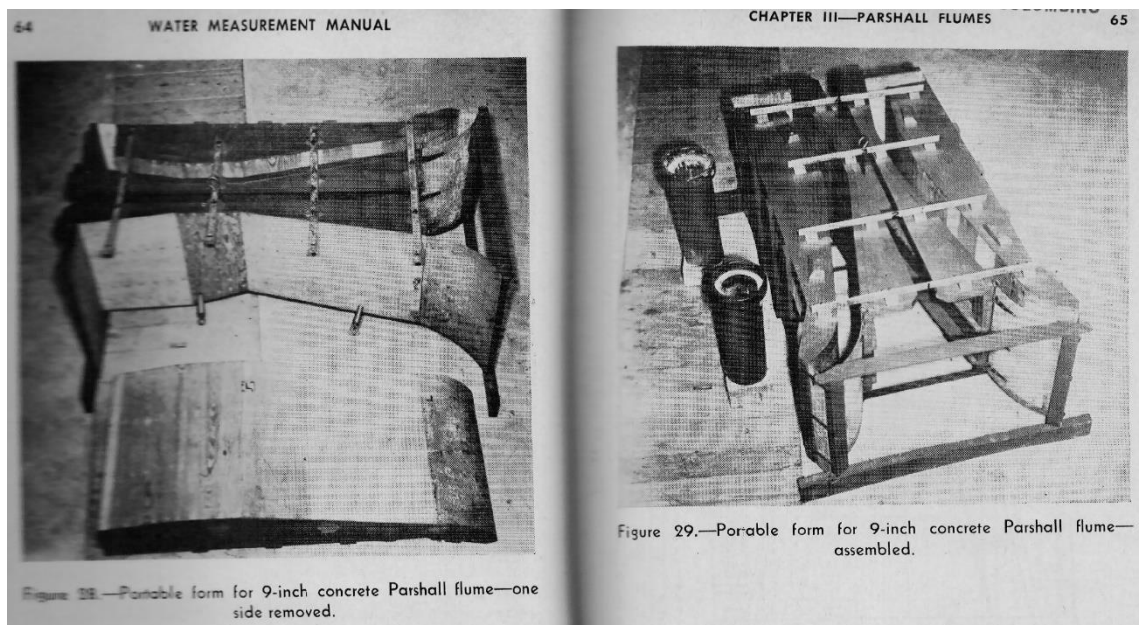


Figura 29. Moldes para la construcción de aforador Parshall (Bureau of Reclamation, 1953)

6. Caudales y salinidad

6.1. Caudales del río Colorado

6.1.1. Tendencia

Los caudales del río Colorado muestran una tendencia decreciente desde que comenzaron sus mediciones en Pichi Mahuida en 1918 (Figura 30). Desde 2010/11 a la fecha este descenso se ha acentuado; el derrame promedio en la estación Buta Ranquil en el período 2010/11 - 2022/23 fue de 2.513 hm³/año y en los últimos cuatro años (2019/20-2022/23) de tan sólo 2.100 hm³/año. Esto es menos de la mitad del derrame promedio entre 1918 y 2009, que fue de casi 4.800 hm³/año.

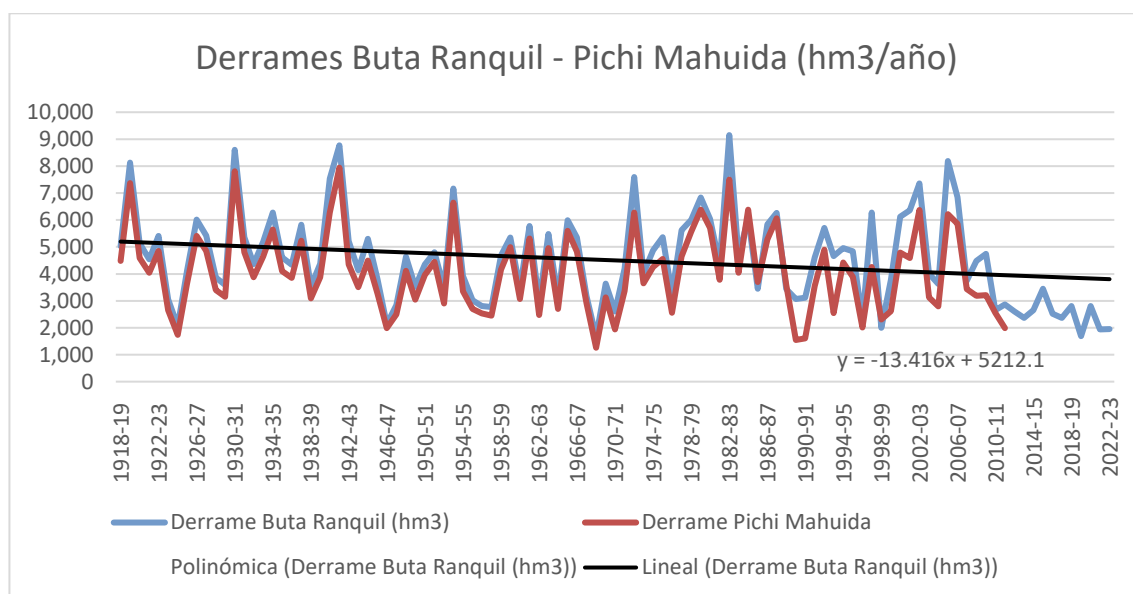


Figura 30. Derrames del río Colorado. Período 1918/19 a 2022/23

Fuente: Sistema Nacional de Información Hídrica, 2023

La estación Buta Ranquil tiene registros a partir de 1940/41; los valores entre 1918/19 y 1939/40 se obtuvieron mediante una regresión lineal con los de la estación Pichi Mahuida hasta 1988/89 cuando comenzó el llenado de Casa de Piedra, con una muy alta correlación entre ambos ($R^2 = 0,963$). Se cuenta con datos de caudales en Buta Ranquil hasta mayo/2023 (SNIH, 2023 y COIRCO, datos diarios), por lo que el derrame total de la presente temporada (2022/23) fue estimado.

6.1.2. El cupo de agua de La Pampa

El cupo de agua de La Pampa, según el Acuerdo Interprovincial (COIRCO, 2014), es del 16,5% del derrame total.

Cuadro 9. Cupos de agua asignados según Acuerdo Interprovincial

Provincia	Cupo s/ Acuerdo		Ciclo 2013-2014	Uso (% Cupo)
	hm3/año		hm3/año	
Mendoza	764	19.9%	7	1%
Neuquén	50	1.3%	67	134%
Río Negro	625	16.3%	318	51%
La Pampa	633	16.5%	253	40%
Buenos Aires	1,767	46.0%	1,294	73%
Total	3,839	100.0%	1,939	

Fuente III Jornada Informativa. COIRCO, 2014

En el Cuadro 10 se presentan los usos del agua en la cuenca del río Colorado para el ciclo 2013-2014 (III Jornada Informativa. COIRCO, 2014) Comprende los usos urbanos (abastecimiento de agua a poblaciones), riego y usos mineros-y petroleros, los retornos (principalmente drenajes), y las pérdidas por infiltración en ruta, evaporación en el embalse y caudal ecológico.(COIRCO, 2014)

Cuadro 10. Uso de agua en ciclo 2013-2014

Provincias	Cupo según Acuerdo	Usos del agua									
		Urbano	Riego	Minero Petro-lero	Total	Retor-nos	Caudal ecoló-gico	Evapo-ación	Infiltra-ción cauce	Total	Según cupo
		hm3/año									
Mendoza	19.9%	1.2	1.0	5.8	8.0	-2.0				6	387
Neuquén	1.3%	3.2	60.0	4.2	67.4	-7.0				60	25
Río Negro	16.3%	4.9	312.0	1.4	318.3	-96.0				222	317
La Pampa	16.5%	12.5	240.0	1.8	254.3	-76.0				178	321
Buenos Aires	46.0%	2.5	1,294.0	0.0	1,296.5	0.0				1,297	895
Pérdidas							360	260	180	800	
Total		24.3	1,907.0	13.2	1,944.5	-181.0	360	260	180	2,564	1,945

Fuente COIRCO, 2014

En base al Cuadro 10 se estimó el volumen máximo para riego por provincia, asumiendo que los usos urbanos y petroleros no varían y que las pérdidas permanecen constantes. (Cuadro 11). En ese mismo Cuadro se puede comprobar que el cupo bruto de La Pampa para riego se limitaría a unos 300 hm3/año.

Cuadro 11. Consumos de agua en la situación actual (2.513 hm³/año)

Provincias	Cupo según Acuerdo	Usos del agua								
		Urbano	Riego	Minero Petrolero	Total	Retornos	Caudal ecológico	Evaporación	Infiltración cauce	Total
		hm ³ /año								
Mendoza	19.9%	1.2	369.1	5.8	376.1					
Neuquén	1.3%	3.2	17.2	4.2	24.6					
Río Negro	16.3%	4.9	301.4	1.4	307.7					
La Pampa	16.5%	12.5	297.3	1.8	311.6					
Buenos Aires	46.0%	2.5	867.4	0.0	869.9					
Pérdidas							360	260	180	800.0
Total		24.3	1,852.5	13.2	1,890.0	-175.9	360	260	180	2,514

Fuente Elaboración propia en base a COIRCO, 2014

Se estimó la demanda bruta (uso consuntivo) de agua del área de riego de 25 de Mayo, que comprende el sistema de El Sauzal y el SAM 25 de mayo. La demanda se calculó según la distribución de cultivos en toda el área y la demanda neta de cada uno, aplicando luego en cada sistema o sector eficiencias de conducción de entre 80% y 90%, y eficiencias de riego en finca de 45% o 50% para riego gravitacional (superficial), 0.87 para riego pívot y 90% para goteo. Los resultados se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Superficies regadas y consumo de agua de cultivos

		Toma El Sauzal		SAM 25 de Mayo		TOTAL GENERAL	
Superficie total	ha	3644		15420		19063	
Superficie regada	ha	1317		5736		7053	
Riego gravitacional	ha	1317		3066		4383	
Riego presurizado	ha	0		2670		2670	
Cultivos		Superficie	Consumo	Superficie	Consumo	Superficie	Consumo
		ha	hm3/año	ha	hm3/año	ha	hm3/año
alfalfa		724.5	8.782	1963	15.092	1969.5	23.874
pasturas		204	2.348	2348	8.704	922	11.051
maíz		10	0.100	1285	27.021	2358	27.121
cebolla		55	0.719	0	12.891	1340	13.610
frutales		123	1.678	140	0.000	123	1.678
álamos		200	1.559	0	1.092	340	2.651
Demanda cultivo	hm3/año		15.187		64.799		79.986
Precipitación efectiva	mm/año		132.9		132.9		132.9
	hm3/año		1.749		7.622		9.371
Demanda neta	hm3/año		13.438		57.177		70.615
Eficiencia media			0.36		0.51		0.47
Uso consuntivo	hm3/año		37.328		111.813		149.141
Consumo máximo	mm/d		18.2		12.8		13.8
Consumo total	mm/año		2835.4		1949.3		2114.7
Caudal máximo	m3/s		2.773		8.510		11.283

Fuente EPRC, 2023 y elaboración propia.

El consumo total de agua puede estimarse en casi 150 hm3/año, y el caudal máximo requerido es de 11,3 m3/s en el mes de diciembre.

Se estimo también los restantes consumos de agua del rio Colorado en La Pampa. Los resultados se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Consumos de agua del río Colorado en La Pampa.

Áreas de riego de La Pampa		
Sauzal +SAM 25 de Mayo	ha	7.053
Consumo bruto	hm ³ /año	149.1
Otras áreas de riego		
Casa de Piedra	ha	1.000
El Milagro	ha	300
Unge	ha	100
Fincas de Duval	ha	110
El Álamo	ha	90
La Adela	ha	420
Subtotal	ha	2,020
Demanda bruta	mm/año	2,000
Subtotal	hm ³ /año	40.4
Otros usos		
Urbano	hm ³ /año	12.5
Petrolero	hm ³ /año	1.8
Subtotal	hm ³ /año	14.3
TOTAL	hm ³ /año	203.8

Fuente Pla, 2013; COIRCO, 2015 y elaboración propia

El consumo total de La Pampa puede estimarse en 204 hm³/año, lo que es un 66% del cupo que tendría la provincia en las condiciones de restricción hídrica de los últimos años, que es de alrededor de 300 hm³/año.

En el Cuadro 14 se hace una estimación del potencial de expansión del riego en La Pampa en esas condiciones, aprovechando totalmente el cupo para riego (297 hm³/año) y mejorando la eficiencia de uso de agua a un 55%. principalmente por el uso extensivo de sistemas presurizados,

Cuadro 14. Potencial de expansión del riego en La Pampa

Áreas de riego	Superficie	Consumo	Eficiencia	Demanda neta
	ha	hm ³ /año		hm ³ /año
25 de Mayo	7,053	149.14	0.47	70.61
Otras áreas	2,020	40.40	0.55	22.22
Total actual	9,073	189.54	0.49	92.83
Consumo potencial con eficiencia de 0.55		168.79	0.55	92.83
Cupo según Acuerdo		297.34		
Adicional regable	6,909	128.55	0.55	70.70
Total regable	15,982	297.34	0.55	163.53

Fuente Elaboración propia

Se puede ver que, en las actuales condiciones de restricción hídrica y mejorando la eficiencia de uso de agua, podría incrementarse el área regada por el río Colorado en la Pampa en unas 6.900ha, llegando así a unas 16.000 ha en total.

De acuerdo a información de técnicos de CORFO, podría mejorarse la situación disponiendo de mayor capacidad de embalse en el río Colorado, especialmente en la cuenca alta, para reducir las pérdidas por evaporación en embalses de llanura. Estos embalses, adecuadamente operados, permitirían regular los caudales en todo el tramo medio y superior del río.

6.2. Salinidad

6.2.1. Salinidad del río Colorado

La distribución de las aguas del río Colorado entre las cinco provincias ribereñas y especialmente el problema de su salinidad, llevó a la aprobación del “Programa Único de Habilitación de Áreas de Riego y Distribución de Caudales del río Colorado.”, como parte del Tratado de la Cuenca del Colorado convalidado en 1977 por la Ley Nacional 21.611 y las respectivas leyes provinciales para cada jurisdicción, siendo el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) la entidad encargada de velar por el cumplimiento del Tratado

Este programa asigna cupos para el uso del agua entre las provincias asumiendo una salinidad del río en Buta Ranquil (como conductividad eléctrica, CE) de 0.87 dS/m (mmhos/cm) y de 1.80 dS/m en Paso Alsina, Buenos Aires. El cupo de agua correspondiente a La Pampa es de 633 hm³/año. (COIRCO, 2014)

Se analizó la evolución reciente de la salinidad del agua del río Colorado calculando la masa de sales (sólidos disueltos) transportadas como tn/año, comparada con el derrame anual del río en hm³. Los datos de salinidad aproximados se tomaron de COIRCO, 2018, y los de caudales líquidos mensuales de SNIH.

En el periodo 1999-2009 el derrame anual fue de 5.285 hm³, mientras que la masa de sales fue de 2.642 100 tn/año (1 mg/l = 1 tn/hm³), lo que da un promedio de 500 mg/l de sólidos disueltos (CE de 0.78 dS/m, asumiendo una equivalencia de 640 mg/l / dS/m).

En el periodo 2011-2017 el derrame anual fue de 2.408 hm³/año y la masa salinas fue de 1.538.100 tn/año, lo que hace un promedio de 639 mg/l (1.0 dS/m), resultando un 28% más de concentración salina contra una reducción del 54% en el derrame líquido. Esto indica que el riesgo de salinización está aumentando conforme se reduce el aporte medio del río Colorado.

La salinidad del río Colorado presenta variaciones a lo largo del año. En términos generales, la CE se reduce con la crecida debido a la fusión nival (entre octubre y febrero), con sus valores más bajos en noviembre, diciembre y enero, y se incrementa con los bajos caudales los restantes meses. Durante el año, los valores promedio en el Puente-dique de Punto Unido oscilan entre 0,6 y 1,0 dS/m (Aumassanne, 2018). En el periodo de riego (septiembre – abril) el volumen de agua destinada al riego equivale al 78 / 80% del derrame anual, pero el aporte salino en ese periodo es de un 73 / 74% de la masa total en el año. Esto indicaría que, en promedio, el agua que llega al embalse de Casa de Piedra durante todo el año es más salina que la tomada para el riego aguas arriba, en 25 de Mayo – Catriel y demás áreas de riego de Río Negro y Neuquén (Cuadro 15)

Cuadro 15. Río Colorado. Volúmenes de agua y masa de sales.

Periodo	Valores anuales			Valores periodo septiembre - abril				
	Derrame	Sólidos disueltos	CE	Riego		Sólidos disueltos		CE
años	hm ³	tn	dS/m	hm ³		tn		dS/m
1999 - 2009	5,285	2,642,098	0.78	4,205	80%	1,953,741	74%	0.73
2011 - 2017	2,376	1,514,727	1.00	1,845	78%	1,100,053	73%	0.93

Fuente: COIRCO, 2018 y elaboración propia.

6.2.2. Balance de sales

Se han hecho estudios para determinar la cantidad y calidad de los retornos en las áreas bajo riego del río Colorado (Perl et al., 2003).

Estos estudios se realizaron durante dos trienios (1985-86 a 1987-88 y 1997-98 a 1999-2000) para tres áreas diferenciadas por su inicio de puesta bajo riego; El Sauzal (1965); Chacras 25 de Mayo (al oeste de la ruta provincial 34) (1968 a 1984) y Ampliación de El Sauzal (1980), lo que permitió comparar la evolución de la salinidad de los efluentes a lo largo del tiempo en tres situaciones diferentes.

En el análisis del primer trienio (1985-86 a 1987-88) se concluyó que mientras en la zona con mayor tiempo de explotación bajo riego (El Sauzal) hay un equilibrio entre la masa salina que ingresa y la que egresa, en las en las zonas de incorporación más reciente (Chacras 25 de Mayo y Ampliación El Sauzal) se produce una intensa desalinización como consecuencia del lavado de las sales contenidas en los suelos.

Durante el segundo trienio (1997-98 a 1999-2000) se observó que en las Chacras de 25 de Mayo, cuyo tiempo de explotación intermedio se advierte una tendencia a lograr el equilibrio, mientras que en la Ampliación de El Sauzal, de más reciente incorporación al riego continúa activo el proceso de desalinización, aunque su intensidad se ha reducido a menos de la mitad Cuadro 16). El estudio concluye que el equilibrio entre entradas y salidas de sales se lograría al cabo de 20 años.

Cuadro 16. Entradas y salidas de sales como sólidos disueltos

Sólidos disueltos (tn/año)								
Área	El Sauzal viejo		Chacras 25 de Mayo		Ampliación El Sauzal		Total	
Superficie (ha)	1,060		505		2,218		3,783	
Inicio de actividad	1965		1968-1984 (1975)		1980			
Periodo	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1985-86 a 1987-88	25,060	34,128	13,818	30,115	42,031	211,900	80,909	276,143
1997-98 a 1999-2000	30,204	24,478	14,438	17,028	39,219	101,928	83,861	143,434

Fuente: Perl, 2003

Si bien la salinidad media del agua de riego se ha incrementado algo de un trienio a otro, pasando de 0.78 a 0.90 dS/m, puede observarse que la eficiencia de lavado es alta, por cuanto la conductividad eléctrica (CE) del agua de salida, que está en equilibrio con la solución del suelo, ha llegado a valores menores al límite inferior que define un suelo salino (4 dS/m). (Talesnik, 2017).

Cuadro 17. Salinidad promedio en aguas de entrada y salida

Periodo	Sólidos disueltos (mg/l)		CE (dS/m)	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1985-86 a 1987-88	496	2,913	0.78	4.55
1997-98 a 1999-2000	574	1,779	0.90	2.78

Fuente: Perl, 2003 y elaboración propia

Por otro lado, en un estudio de suelos en un área de 651 ha en la colonia Ampliación de El Sauzal (Ferrer, 1998), no se han detectado suelos con condiciones ni de alta salinidad ni extrema alcalinidad. Se han evaluado como aptas para riego en grados diversos 561 ha, y las 90 ha restantes son regables solamente con tecnología de riego de alta frecuencia.

En esa área se identificaron allí 83 ha con suelos con bajas concentraciones yesosas blandas a profundidad variable, y en algunos casos con concentraciones de yeso duras y aun cementadas, en las que hay riesgo de aparición de fenómenos de colapso o hundimientos por disolución de esas capas de yeso por el agua de riego.

6.2.3. Necesidades de lavado

Las sales incorporadas en el agua de riego pueden acumularse en el suelo y alcanzar valores que afecten a los cultivos. El volumen de agua necesario para

mantener la salinidad de los suelos dentro de valores aceptable se denomina Necesidad de lavado o requerimiento de lixiviación.

La Necesidad de lavado (NL) se calcula como $NL = (ET - Pp) * (CEi / (CEr - CEi))$ (Van der Molen, 1973), siendo ET la evapotranspiración, Pp la precipitación, CEi la conductividad eléctrica del agua de riego y CEr la de la solución del suelo. Para la mayor parte de los cultivos habituales en la región el límite superior de esa salinidad es $CEr = 4 \text{ dS/m}$ (Talesnik, 2017).

Para no sobrepasar el límite de $CEr = 4 \text{ dS/m}$, en 25 de Mayo ($ET = 1751 \text{ mm/año}$; $Pp = 214 \text{ mm/año}$, $CEi = 1.1 \text{ dS/m}$), la necesidad de lavado es un 36% del requerimiento neto de agua ($ET - Pp$). Por contraste, en el Valle Inferior del río Colorado (CORFO, Hilario Ascasubi), con mejores condiciones de requerimiento hídrico neto ($ET = 1100 \text{ mm}$, $Pp = 500 \text{ mm}$) pero peores condiciones de salinidad del agua de riego ($CEi = 1.7 \text{ dS/m}$) la NL asciende a un 74% de ese requerimiento.

Esta necesidad de lavado es el mínimo aporte adicional que se necesita para mantener un adecuado balance de sales en toda el área regada de 25 de Mayo. Este aporte es satisfecho por las pérdidas por infiltración en canales y principalmente en las parcelas regadas. Si se considera que la eficiencia de todo el sistema de riego de 25 de Mayo puede ser del 47% de lo aportado (Cuadro 14), las pérdidas duplican las necesidades netas de riego.

Cada cultivo tiene una tolerancia específica a la salinidad, y se pueden evaluar cómo afecta a su rendimiento distintos niveles de salinidad en agua y suelos.

Las necesidades de lavado para cada cultivo pueden calcularse mediante la ecuación: $NL = CEi / (5 * CEr - CEi)$, en la que CEi y CEr son los niveles de salinidad, como conductividad eléctrica del agua y de la solución del suelo, para distintos rendimientos potenciales (Ayers, 1985).

En este caso, se toma una salinidad del agua de riego $CEi = 1.06 \text{ dS/m}$, que es el promedio del río Colorado para período 2011 – 2017 en la época de riego, entre los meses de agosto y mayo (COIRCO, 2018).

Las necesidad de lavado para distintos cultivos y niveles de rendimiento potencial, expresadas como un porcentaje de la demanda neta de cada uno, se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Necesidad de lavado y niveles de rendimiento potencial

Cultivo	Demanda neta DN	Conductividad	Rendimiento potencial		
	mm/año	dS/m	100%	90%	75%
Alfalfa	1,212	CEi	1.06	1.06	1.06
		CEr	1.3	2.2	3.6
		NL como % de DN	19%	11%	6%
Maíz	1,003	CEi	1.06	1.06	1.06
		CEr	1.1	1.7	2.5
		NL como % de DN	24%	14%	9%
Cebolla	1,308	CEi	1.06	1.06	1.06
		CEr	0.8	1.2	1.8
		NL como % de DN	36%	21%	13%
Manzano (Duraznero)	1,214	CEi	1.06	1.06	1.06
		CEr	1.1	1.5	1.9
		NL como % de DN	24%	16%	13%
Vid	780	CEi	1.06	1.06	1.06
		CEr	1.0	1.7	2.7
		NL como % de DN	27%	14%	9%

Fuente Ayers, 1985 y elaboración propia

Como se indicó más arriba, puede asumirse que la conductividad eléctrica media de la solución del suelo CER está en equilibrio con la CE del agua de drenaje (CER = 2,78 dS/m, Cuadro 17). Del Cuadro 18 se deduce que, salvo la cebolla y parcialmente el manzano, todos los demás cultivos son tolerantes a estos niveles de salinidad.

En El Sauzal solamente se riega por melgas o surcos. Asumiendo una eficiencia del 65%, lo que es optimista, las pérdidas, especialmente por percolación profunda, serían del 54%. En tal caso las necesidades de lavado de todos los cultivos son ampliamente satisfechas

7. La gestión del riego

7.1. La demanda de agua

7.1.1. El clima de 25 de Mayo

Tanto en lo que respecta a temperaturas medias, como en cuanto al régimen de heladas, la situación de Colonia 25 de Mayo puede considerarse bastante similar a la del Alto Valle de Río Negro,

El periodo libre de heladas es del orden de los 160 días, lo que está dentro de los requerimientos mínimos exigidos para un desenvolvimiento satisfactorio de las actividades productivas previstas (Interconsul, 1981)

7.1.2. La Evapotranspiración y la demanda de agua

Se buscaron datos de Evapotranspiración de referencia (ET_o) calculada según la metodología de Penman – Monteith (Allen, 1998) para estaciones meteorológicas cuyas condiciones climáticas y geográficas fueran similares a las de 25 de Mayo. Se seleccionaron para ello tres estaciones en el Alto Valle del río Negro y Neuquén (Alto Valle INTA, en Guerrico; Cipolletti y Neuquén Aero, en el aeropuerto, en las que hay una serie de datos confiable. Se presentan además los datos de ET_o de 25 de Mayo que emplea el EPRC (EPRC, 2022). Se agrega como referencia un dato de evaporación de tanque tipo A en 25 de Mayo (Oppezzo, 1991).

Cuadro 19. Evapotranspiración en estaciones de la región

25 de Mayo. Evaporación Tanque A (1978-1989). Lat. 37°43', Long. -67° 43', Altura 350 msnm. Fuente: Oppezzo, 1991													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	230.6	183.2	144.7	79.0	53.7	37.0	37.7	68.5	104.8	151.5	187.7	231.3	1,509.7
mm/d	7.4	6.5	4.7	2.6	1.7	1.2	1.2	2.2	3.5	4.9	6.3	7.5	
Alto Valle INTA Lat. -39°01', Long. -67°40', Altura 242 msnm. Fuente: CLIMINTA, 1995													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	168.3	125.6	91.7	46	30.6	25.8	25.7	41.8	66.6	106.3	141.9	166.7	1,037.0
mm/d	5.4	4.5	3.0	1.5	1.0	0.9	0.8	1.3	2.2	3.4	4.7	5.4	
Neuquén Aero. Lat. -38°.57', Long. -68°.08', Altura 271 msnm. Fuente: CLIMWAT, 1993													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	222.7	168.4	117.1	64.4	44.7	38.9	37.9	61.1	91.9	141.3	193.3	221.9	1,403.6
mm/d	7.2	6.0	3.8	2.1	1.4	1.3	1.2	2.0	3.1	4.6	6.4	7.2	
Cipolletti. Lat. -38°.57', Long. -67°.59', Altura 265 msnm. Fuente: CLIMWAT, 1993.													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	201.5	151.2	114.7	69	40.3	27	31	52.7	78	120.9	168	195.3	1,249.6
mm/d	6.5	5.4	3.7	2.3	1.3	0.9	1.0	1.7	2.6	3.9	5.6	6.3	
25 de Mayo. Lat. -37°43', Long. -67° 43', Altura 350 msnm. Fuente: EPRC, 2022.													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	238.7	193.2	164.3	108.0	68.2	54.0	58.9	99.2	135.0	179.8	210.0	241.8	1,751.1
mm/d	7.7	6.9	5.3	3.6	2.2	1.8	1.9	3.2	4.5	5.8	7.0	7.8	

Fuente: citadas en Cuadro

La ETo de 25 de Mayo resulta superior en por lo menos un 25% a la de estaciones similares en el Alto Valle, lo que puede deberse a diferencias en las mediciones o en los criterios de cómputo, o incluso a emplear una serie de datos más actualizada. Otros autores (Aumassanne, 2018) dan un promedio de 1.395 mm/ año para el periodo 2013 – 2016, más próximo a la ETo de Neuquén.

No obstante lo anterior y para unificar criterios con lo empleado en la región, para este informe se han utilizado los datos de 25 de Mayo (EPRC, 2022)

7.1.3. La precipitación efectiva

Se emplearon los datos de precipitación media mensual en 25 de Mayo para el período 1971 - 2007 (Aumassanne, 2018). La precipitación efectiva se estimó como un 75% de la total por su alta variabilidad y torrencialidad. Los datos se presentan en Cuadro 20.

Cuadro 20. Precipitación total y efectiva en 25 de Mayo

Precipitación total 25 de Mayo													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
mm/mes	24.0	25.1	32.5	25.6	13.3	19.3	13.6	14.4	22.9	22.4	24.8	29.2	267.1
Precipitación efectiva													
75%	19.2	20.1	26.0	20.5	10.6	15.4	10.9	11.5	18.3	17.9	19.8	23.4	213.7

Fuente: Aumassanne, 2018 y elaboración propia

7.1.4. Superficie y cultivos

La superficie total, y los cultivos regados y su superficie en El Sauzal, según información del EPRC se presentan en el Cuadro 21. La información de 25 de Mayo viejo es estimada en base a imágenes satelitarias.

La información se agrupo en los sectores con la misma denominación catastral. Estos se corresponden con las distintas áreas en las que se divide el Sistema de El Sauzal: El Sauzal (VIII); Chacras de 25 de Mayo (IV); Ampliación El sauzal (V y VI) y 25 de Mayo viejo (XXV).

Cuadro 21. Superficies totales, regadas y cultivos

Sector	Total chacras	Superficie total	Superficie regada		Cultivos						Chacras abandonadas
					alfalfa	pasturas	maíz	cebolla	frutales	álamos	
VIII El Sauzal	47	860	311	36%	170	57	10	41	25	8	5
XXV Zille S.A.	1	290	220	76%	130	0	0	0	90	0	0
IV Chacras 25 de Mayo	25	366	106	29%	51	10	0	4	7	34	4
V Ampliación El Sauzal Norte	54	791	182	23%	139	40	0	2	1	0	2
VI Ampliación El Sauzal Sur s/INCO	33	799	172	22%	115	49	0	8	0	0	2
VI - INCO	1	150	120	80%	120	0	0	0	0	0	0
XXV 25 de Mayo Viejo	17	148	56	38%	0	48	0	0	0	8	0
Total Turnado		3,403	1,167	34%	725	204	10	55	123	50	13
IV ALLBRICH S.A (GAS MEDANITO)	1	240	150	62%	0	0	0	0	0	150	0
TOTAL GENERAL	180	3,644	1,317	36%	725	204	10	55	123	200	13

Fuente Elaboración propia en base información EPRC

La superficie efectivamente cultivada y regada en las áreas con chacras es de alrededor de un 37% en la más antiguas (El Sauzal y 25 de Mayo Viejo),

de 29% en las Chacras de 25 de Mayo, que se habilitaron entre 1968 y 1964, , y de solo el 23% en las áreas habilitadas más recientemente (Ampliación El Sauzal, en 1980) (Perl, 2003). Llama la atención los escasos resultados logrados en la puesta en producción del área atendida con la llamada colonización social, cuando dispone de sistemas de riego completos desde hace entre 70 y 42 años.

7.1.5. Demanda de riego

Se determinaron los coeficientes de cultivo Kc según los criterios de FAO (Allen, 1998), para un periodo vegetativo entre septiembre y marzo. Si bien el periodo de corte del agua en los sistemas de riego de 25 de Mayo, (Daranzoff, com. pers.) es desde el 25/mayo hasta el 17/agosto se supone que al final de la temporada de riego, durante la cosecha de los cultivos, los riegos son solo esporádicos.

Cuadro 22. Coeficientes de cultivo para 25 de Mayo

ET _o 25 de Mayo (mm/mes)	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
	99.2	135.0	179.8	210.0	241.8	238.7	193.2	164.3	108.0	68.2
Kc										
Alfalfa		0.40	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.90		
Pastura		0.40	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.85		
Maíz			0.30	0.60	1.10	1.10	1.10	0.50		
Cebolla		0.70	0.81	1.05	1.05	1.05	1.05	0.85		
Nogal		0.60	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.80		
Manzana		0.64	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95	0.75		
Vid		0.30	0.40	0.58	0.70	0.70	0.70	0.45		
Álamos		0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85		

Fuente: Elaboración propia en base a EPRC y Allen, 1998

La demanda neta se calculó para la superficie efectivamente cultivada. La demanda bruta se estimó suponiendo una eficiencia de distribución del 80%, y una eficiencia en finca del 45%, acorde con información de Mendoza (Morábito, 1997 y 2007)

Cuadro 23. Demanda neta y bruta para sistema El Sauzal

Cultivo	Superficie (ha)	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Año
		Demanda de cultivo (hm ³ /mes)							
alfalfa	725	0.391	1.238	1.445	1.664	1.643	1.330	1.071	8.782
pasturas	204	0.110	0.330	0.386	0.444	0.438	0.355	0.285	2.348
maíz	10	0.000	0.005	0.013	0.027	0.026	0.021	0.008	0.100
cebolla	55	0.052	0.080	0.121	0.140	0.138	0.112	0.077	0.719
frutales	123	0.100	0.239	0.280	0.322	0.318	0.258	0.161	1.678
álamos	200	0.081	0.144	0.244	0.339	0.334	0.270	0.148	1.559
Total regado	1,317	0.735	2.036	2.488	2.935	2.898	2.345	1.750	15.187
Demanda total	mm/mes	55.8	154.6	189.0	223.0	220.1	178.2	132.9	1,153.6
	mm/d	1.9	5.0	6.3	7.2	7.1	6.4	4.3	
Precipitación efectiva	mm/mes	11.5	18.3	17.9	19.8	19.2	20.1	26.0	132.9
	hm ³ /mes	0.152	0.241	0.236	0.261	0.253	0.264	0.342	
Demanda neta	hm ³ /mes	0.583	1.795	2.253	2.674	2.645	2.081	1.407	13.438
Eficiencia distribución		80 %							
Eficiencia finca		45 %							
Demanda bruta	hm ³ /mes	1.620	4.985	6.257	7.428	7.347	5.781	3.910	37.328
	mm/d	4.1	12.2	15.8	18.2	18.0	15.7	9.6	
	m ³ /s	0.625	1.861	2.414	2.773	2.743	2.390	1.460	

Fuente: Elaboración propia en base a información EPRC

Se puede observar que la demanda bruta correspondiente a la superficie cultivada total sería del orden de los 2,8 m³/s en los meses de mayor consumo (diciembre y enero). Este valor es muy inferior al caudal que se deriva habitualmente (4,0 m³/s), lo que indicaría que la eficiencia global de uso de agua es muy inferior a lo normalmente aceptado, o que se están regando chacras no cultivadas o abandonadas.

Por otro lado, si se regara el 80% de la superficie total con las eficiencias adoptadas en el Cuadro 23 el caudal derivado en diciembre – enero tendría que ser de alrededor de 6 m³/s.

7.1.6. Cambio Climático

Se evaluó (Aumassanne, 2018) la variación en la demanda de agua de agua de dos cultivos (alfalfa y maíz) entre la situación actual (Escenario 1) y una situación futura de cambio climático, simulada mediante uno los modelos climáticos globales usuales (Escenario 2). Los resultados se sintetizan en el Cuadro 24

Las proyecciones en las temperaturas y precipitaciones en distintos escenarios de cambio climático indican que la demanda neta de un conjunto representativo de cultivos, se incrementaría muy poco (1,6%). Esta diferencia no es significativa en cuanto a la demanda global de agua, y puede ajustarse mejorando marginalmente la eficiencia de uso de agua, tanto en la distribución como en finca.

Cuadro 24. Escenarios de variación de rendimientos por cambio climático

Cultivo	ETc	Pe	Requerimiento de Riego
	mm		
	Escenario 1 (situación actual)		
Alfalfa 80%	1,346.4	39.3	1,307.1
Maíz 20%	895.4	31.2	864.2
Total demanda neta			1,218.5
	Escenario 2 (con cambio climático)		
Alfalfa 80%	1,338.9	20.5	1,318.4
Maíz 20%	931.2	16.0	915.2
Total demanda neta			1,237.8
Variación			1.58%

Fuente: Aumassanne, 2018

El efecto del cambio climático sobre la oferta de agua es significativo. En “Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones” (Barros, 2015) se indica que ...”la proyección de menores precipitaciones en los modelos empleados en la franja cordillerana configuraría un escenario de riesgo para los recursos hídricos de los oasis del piedemonte cordillerano, que se verían disminuidos además en un contexto además de mayor demanda por un fuerte y rápido calentamiento.”. Esto ya está siendo evidente por la declinación tendencial de los caudales del río Colorado.

Se ha cuantificado la reducción en los rendimientos de distintos cultivos ante una restricción en el suministro de agua (Doorenbos, 1988). En el caso de la alfalfa, una reducción en el suministro de agua del 10% genera un descenso de la producción del 11%, mientras que en el caso del maíz para grano, esa misma restricción durante la floración genera una disminución del rendimiento del 15%, mientras que si sucede en el periodo de formación del grao esa reducción es del 5%.

7.2. La distribución del agua

7.2.1. Turnados

Se realizó un análisis de la metodología de distribución de caudales y turnados. A este efecto, se tomaron en cuenta solamente aquellos sectores con chacras producto de la colonización social, excluyendo a las grandes propiedades que tienen un turnado especial.

Se analizaron las planillas de turnados para diciembre/2021 provistas por el EPRC. Se correlacionaron las parcelas de las planillas con la nomenclatura y los datos del catastro y de la cartografía catastral de la Provincia. Las planillas así completadas se presentan en el Anexo...

Las áreas consideradas, su superficie total, regada, el número de chacras, la cantidad de secciones de turnado y la duración de los turnados, como promedio para cada sector se presentan en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Superficies y turnados en áreas con chacras.

Sector	Superficie total	Superficie regada		Total chacras	Sup. total promedio	Secciones turnado	Secc. Turn promedio	Duración turnado
	ha	ha	%	Cant.	ha	Cant.	ha	días
VIII El Sauzal	860	311	36%	47	18.31	9	95.44	10
IV Chacras 25 de Mayo	366	106	29%	25	14.63	5	73.17	8
V Ampliación El Sauzal Norte	791	182	23%	54	14.65	13	60.84	9
VI Ampliación El Sauzal Sur s/INCO	799	172	22%	33	24.21	10	79.31	9
XXV 25 de Mayo Viejo	148	56	38%	17	8.69	3	49.22	8
TOTAL GENERAL	2.964	827	28%	176	16.84	40	74.09	9

Fuente: Elaboración propia en base a información de EPRC

Si no se toman en cuenta las grandes explotaciones (Zille, INCO), lo regado es menos de un 30% de la superficie total.

La superficie promedio de la chacras es de 17 ha, siendo algo mayores en las Ampliación de El Sauzal (24 ha)

La superficie promedio de una sección de riego en la que va rotando un turno, es de 74 ha, pero varía entre 95 ha en El Sauzal y 73 ha en las Chacras de 25 de Mayo. Esto depende mucho de la subdivisión y de la geometría del parcelamiento, y del diseño de la red de riego.

Se estimó el volumen diario medio (en mm/d) que correspondería a distintos caudales de entrega teniendo en cuenta la superficie total (no la regada) promedio de las chacras de cada sección de turnado, y la frecuencia y duración del turnado. Los valores presentados en el Cuadro 26 son promedios de las secciones de turnado para cada sector.

Cuadro 26. Volúmenes entregados para distintos caudales de entrega

Sector	Caudal de entrega (l/s)			
	100	150	180	200
	Dotación entregada (mm/d)			
VIII El Sauzal	9.3	14.0	16.7	18.6
IV Chacras 25 de Mayo	17.1	25.6	30.7	34.1
V Ampliación El Sauzal Norte	11.1	16.7	20.0	22.3
VI Ampliación El Sauzal Sur s/INCO	8.8	13.3	15.9	17.7

Fuente: Elaboración propia en base a planillas de turnado de EPRC

El mes de mayor consumo de El Sauzal, ponderando sus cultivos (Cuadro 23) es diciembre, con una demanda bruta de 18.2 mm/d. El caudal de entrega de 200 l/s iguala o supera estos requerimientos en todos los sectores. Este caudal, por su magnitud, es difícil de manejar, y sería aconsejable que, en los casos en los que se emplea, sea reducido.

Se puede comprobar que, en las Chacras de 25 de Mayo ,aún un caudal de entrega de 150 l/s supera los requerimientos, lo que hace recomendable emplear en este sector un caudal de entrega de 100 l/s, que se ajusta mejor a la capacidad de manejo de un pequeño regante. (Interconsul, 1981)

Se quiere destacar que, a los efectos del cálculo se tomó la superficie total de cada sector, suponiendo que el agua se reparte sin tomar en consideración la existencia de cultivos, su tipo y su extensión. Si se hubiera tenido en cuenta solamente la superficie efectivamente regada, el aporte de agua sería aún mayor.

Los tiempos de entrega son largos e inelásticos – 48 horas o 24 horas - , y no son proporcionales a la superficie empadronada y menos aún a la regada. Al ser tan largos, además, implican que la eficiencia de aplicación sea baja, ya que gran parte del turno es en horas nocturnas, en las que el control del agua aplicada es más difícil e incluso se abandona durante largo tiempo (" abren los bordos y dejan correr el agua y se van a descansar")

Dada la restricción cada vez más grave de agua, sería recomendable revisar el turnado tanto en caudales de entrega como en su duración, ajustándolo a la real demanda de los cultivos, a las superficies regadas y a las posibilidades de atención de los regantes.

7.2.2. Simultaneidad de entregas.

Se hizo una revisión de las planillas de turnado, agregando los caudales entregados a las chacras en todas las secciones de turnado en el mismo día, de modo de conocer cuál sería los caudales diarios máximo y mínimo a aportar en la cabecera del sistema durante el mes de diciembre (el mes indicado en las planillas) para distintos caudales de entrega, suponiendo que la potencial superficie regada es un 80% de la total.

La conclusión es que, en esas condiciones, no sería prácticamente posible entregar a todas las chacras un caudal de 200 l/s ya que, si se incluyen

las pérdidas en distribución, se superaría el caudal máximo de 5 m³/s de la bocatoma sobre el río.

Cuadro 27. Caudales simultáneos en todas las secciones de turnados

	Caudal de entrega (l/s)			
	100	150	180	200
Caudal a derivar (m ³ /s)				
Máximo	3.4	5.0	6.0	6.7
Mínimo	2.6	3.8	4.6	5.1

Fuente: Elaboración propia en base a planillas de turnado de EPRC

7.2.3. Volumen de reposición

El volumen entregado por turnado (volumen de reposición) no debería superar la capacidad de almacenamiento del suelo más las pérdidas por percolación profunda o escurrimiento por la cola correspondientes a una eficiencia de aplicación razonable.

La capacidad de almacenamiento del suelo es la cantidad de agua disponible para las plantas y se encuentra entre la Capacidad de Campo (la capacidad máxima de retención de agua del suelo) y el Punto de Marchitez Permanente (mínimo para la supervivencia de las plantas).

Este valor se mide en mm/m del perfil, de modo que el agua aprovechable para cada cultivo depende de la profundidad de su sistema radicular. En el caso de la alfalfa, este valor es de 1,40 m (Aumassanne, 2018). Se considera que se debe regar cuando se ha agotado el 60% del agua aprovechable (Allen, 1998).

Se estimó la capacidad de almacenamiento de dos series de suelo descriptas para El Sauzal (Ferrer, 1998): la serie Iglesias, de textura franco arenosa a franco limosa, con una capacidad de retención hídrica de 155 mm/m, y la serie Sauzal, de textura franco arenosa a areno franca, con una capacidad de retención hídrica de 70 mm/m. Ambas series abarcan respectivamente el 41% y el 15% del área relevada (651 ha), por lo que se consideran representativas de dos tipos de suelo de características contrastantes.

En el Cuadro 28 se presentan estos datos y otros tomados de distintas fuentes como comparación.

Cuadro 28. Capacidad de almacenamiento de distintos suelos

Suelo, textura	Capacidad de almacenamiento mm/m
Ferrer, 1998	
Serie Llambi, franco arenoso	107
Serie Iglesias, franco limoso	155
Serie El Sauzal, areno franco	70
Aumassanne, 2018	
arenoso	82
franco arenoso	120
Walker, 1989	
arenoso	60
franco limoso	250
Booher, 1974	
arenoso fino	20-40
franco arenoso	40-110
franco limoso	60-130
franco arcilloso	100-180
arcilloso	160-300

Fuente: citadas en el Cuadro

7.2.1. Análisis de turnados y caudales de entrega

Se hizo un análisis de las planillas de turnado que permitió determinar cuál sería el volumen entregado a cada chacra (en mm/turnado) en función de su superficie, tomada como un promedio para cada sección de turnado, para distintos caudales de entrega (Figura 31)

Este análisis se hizo para 37 secciones de turnado, empleando los tiempos de turnado de las planillas que, salvo cinco excepciones, son de entre 8 y 10 días., y para un solo turnado, por lo que no se tuvo en cuenta la acumulación de excedentes de un turnado a otro.

Por motivos prácticos se emplearon las superficies medias totales, no las cultivables que pueden estimarse en un 80% de las anteriores. De haber considerado esto, las láminas entregadas serían mayores.

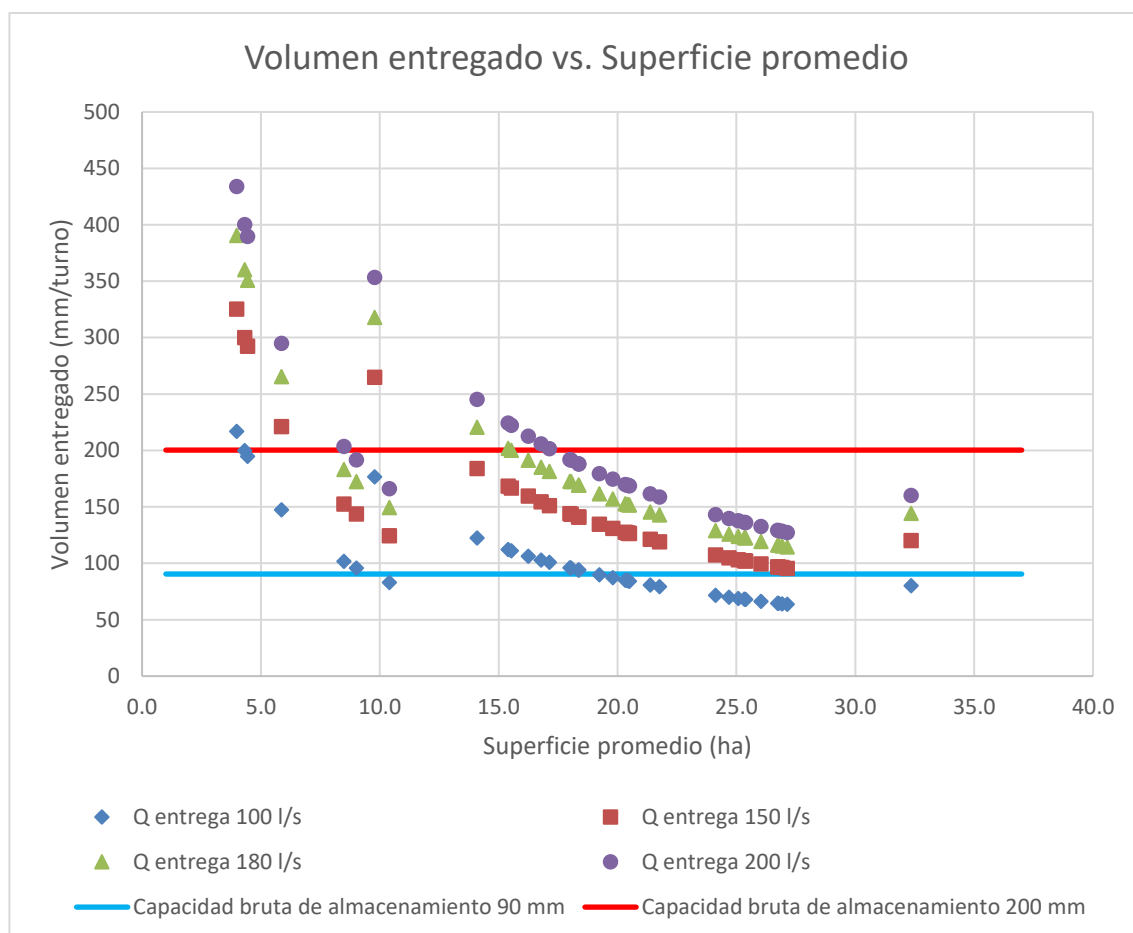


Figura 31. Volumen entregado por turnado según superficie de chacra

Fuente: Elaboración propia en base a planillas de turnados EPRC

Se verifica que la superficie límite para que los caudales de entrega, en las actuales condiciones de frecuencia y tiempo de entrega, no superen una capacidad de almacenamiento de 200 mm (correspondiente a un suelo de textura fina), es de unas 15 a 17 ha. Para suelos de textura más gruesa, en las mismas condiciones con capacidad de almacenamiento de 90 mm, todos los caudales de entrega mayores de 150 l/s son excesivos.

Esto obliga a que, en chacras de dimensiones medias (alrededor de 23 ha) con suelos de textura media a arenosa se reconsideren las frecuencias y tiempos de entrega para evitar ineficiencias en el uso de agua.

En las chacras de dimensiones menores las láminas entregadas suelen exceder la capacidad de almacenamiento de los suelos. En estos casos no solamente conviene ajustar frecuencias y tiempos de entrega, sino también reducir los caudales de entrega

7.2.2. Propuesta de Turnados

Para estimar la demanda tipo de agua se tomó como cultivo más representativo a la alfalfa, que ocupa el 55% de la superficie regada, La demanda neta máxima de este cultivo corresponde al mes de diciembre, con 230 mm/mes (Cuadro 29)

Cuadro 29. Demanda neta del cultivo de alfalfa

	mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	Año
Eto 25 de Mayo	mm/mes	135	180	201	242	239	193	164	1,530
Demanda neta de Alfalfa	mm/mes	115	171	191	230	227	184	140	1,256
	mm/día	3.8	5.5	6.4	7.4	7.3	6.6	4.5	

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como cultivo tipo la alfalfa, cuya profundidad de raíces es de 1.40 m, reponiendo el 60% de la capacidad de retención hídrica máxima del suelo (Aumassanne, 2018), y asumiendo una eficiencia de aplicación del 65% para el riego superficial por melgas, se llega a una lámina de reposición bruta máxima de 200 mm para la serie Iglesias (la más fina) y 90 mm para la serie Sauzal (la más arenosa). (Cuadro 30).

Una eficiencia de aplicación del 65% implica que ese porcentaje es lo que repone en el perfil el agua aprovechable por las raíces del cultivo (130mm y 59 mm en este caso); el restante 35% se pierde en un riego superficial ya sea por percolación profunda o por escorrentía al pie.

Cuadro 30. Capacidad de almacenamiento y demanda de alfalfa

Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo			
Suelo	serie	Iglesias	Sauzal
Retención	mm/m	155	70
Reposición		60%	60%
Retención necesaria	mm/m	93	42
Profundidad de raíces (alfalfa)	m	1.40	1.40
Lamina neta de reposición p/alfalfa	mm	130	59
Eficiencia de aplicación		65%	65%
Lámina de reposición	mm	200	90
Demanda de riego de alfalfa			
Demanda máxima de alfalfa	mm/mes	230	230
Cantidad de riegos mínimo	riegos/mes	1.76	3.91
Intervalo máximo entre turnados (diciembre)	días	18	8
	horas	422	190

Fuente: Elaboración propia

La alfalfa tiene una demanda máxima de agua de 230 mm/mes. Como la capacidad máxima de almacenamiento en el suelos es de entre 200 y 90 mm, según el tipo de suelo, el cultivo requerirá ser regado como mínimo entre 1,8 y 3,9 veces en el mes, lo que da un turnado máximo de entre 18 y 8 días respectivamente. Este es un valor máximo de turnado, al cabo del cual habría

que aplicar una lámina que complete la totalidad del agua aprovechable en el suelo.

Sin embargo, manteniendo el caudal de entrega constante, pueden hacerse turnados más breves, con riegos de menor duración (y menor volumen), pero más frecuentes.

Los tiempos de entrega actuales, generalmente de 48 horas, son excesivos. Esa duración obliga a un riego nocturno en cada turno, cada 8 o 9 días en general.

De acuerdo a lo comentado localmente (y a lo que indica la experiencia), es muy frecuente que durante la noche o parte de ella algunos regantes dejen correr el agua sin control a las melgas, lo que es explicable, ya que es difícil pretender que el regador, generalmente el propietario o algún empleado, permanezca cada 8 días durante 48 horas atento al riego. Se recomienda en consecuencia que se ajusten los turnos a duraciones razonables.

Se observa que en toda el área del Sauzal la superficie total regada es de poco más del 30% de la empadronada, lo que indica que, si se cumplen los turnados según planilla, se desperdicia agua en chacras con pastos o abandonadas, se tira a desagües o se sobreirrigan las chacras cultivadas.

En el Cuadro 31 se estiman los tiempos de riego de alfalfa en diciembre, con distintas condiciones de suelo y caudales de entrega, para una finca de 20 ha netas.

Puede verse que las superficies regables en un turno son una función del caudal de entrega y varían entre 114 y 152 ha, equivalentes a entre 5 y 7 chacras típicas. El resultado depende de los requerimientos hídricos de la alfalfa, y es independiente de las características del suelo.

En ese mismo Cuadro 31 se hace una estimación de los tiempos de entrega en función de distintos intervalos de turnado, limitando los primeros a valores más razonables, menores de 36 horas, y a frecuencias de turnado iguales o mayores de 4 días. Estos valores son teóricos, pero ofrecen un rango de caudales y frecuencias en las que puede moverse.

Cuadro 31. Tiempos de riego, superficies regables y turnados posibles

Caudal de entrega	l/s		150	180	200		150	180	200
Superficie chacra	ha		20				20		
Suelo	serie		Iglesias				Sauzal		
Lámina de reposición	mm/turno		200				90		
Volumen de almacenaje total	m3/turno		40,062				18,092		
Intervalo entre turnados (alfalfa diciembre)	días		18				8		
	horas		422				190		
Tiempo de riego necesario	h/turno		74	62	56		34	28	25
	% turno		18%	15%	13%		18%	15%	13%
Cantidad de riegos alfalfa	riegos/mes		1.76				3.91		
Tiempo total de riego	h/mes		131	109	98		131	109	98
Superficie regable	ha/turno		114	136	152		114	136	152

	Frecuencia de turnado (días)	Tiempo de entrega (horas)			Frecuencia de turnado (días)	Tiempo de entrega (horas)		
	18	74	62	56				
	16	66	55	49				
	14	57	48	43				
	9	36	30	27	8	34	28	25
	8	32	27	24	7	29	24	22
	7	28	23	21	6	25	21	19
	6	24	20	18	5	21	17	16
	5	19	16	14	4	17	14	12

Fuente: Elaboración propia en base a planillas de turnado EPRC

Se puede comprobar que, con un caudal de entrega de 200 l/s, como es frecuente en El Sauzal en los suelos de textura más fina (serie Iglesias) el turnado requerido para el mes de mayor demanda (70.680 m3/mes diciembre) se podría ajustar a 48 horas cada 16 días, mientras que en suelos más arenosos, se debería regar con mayor frecuencia, en turnos de 24 horas cada 8 días. Si el caudal de entrega se reduce a 180 l/s, en suelos de textura fina el turnado se debería reducir a 48 horas cada 14 días, y en suelos arenosos a 24 horas cada 7 días en el mes de mayor demanda.

En conclusión, el tiempo de entrega y frecuencia de turnado se debe ajustar a las características del suelo. Aplicar los mismos turnados indiscriminadamente genera o un derroche o una escasez de agua.

En el Cuadro 32, y en base al Cuadro31, se presenta una propuesta concreta de turnados, ajustándolos a valores más prácticos: tiempos de entrega entre 18 y 36 horas, y frecuencias de turnados de entre 6 y 9 días. Se puede verificar que los turnados propuestos satisfacen razonablemente los requerimientos hídricos de la alfalfa (volumen requerido), y que los volúmenes por turno son inferiores al volumen de almacenaje disponible

Cuadro 32. Propuestas de turnados para distintos suelos

Demanda alfalfa	mm/mes	230		
Eficiencia riego		65%		
Demanda bruta	mm/mes	353		
Superficie regada	ha	20		
Volumen requerido	m3/mes	70,680		
Suelo	serie	Iglesias (fino)		
Volumen almacenaje	de mm	130		
	m3/turno	40,062		
Suelo	serie	Sauzal (arenoso)		
Volumen almacenaje	de mm	59		
	m3/turno	18,092		
Caudal de entrega	l/s	150	180	200
Turnado		1	2	3
Riego	h/turno	36	30	27
Volumen por turno	m3/turno	19,440	19,440	19,440
Turnado	días	8	8	8
Volumen mensual	m3/mes	75,330	75,330	75,330
% requerimiento		95%	107%	107%
Turnado		4	5	6
Riego	h/turno	27	24	20
Volumen	m3/turno	14,580	15,552	14,400
Turnado	días	6	6	6
Volumen mensual	m3/mes	75,330	80,352	74,400
% requerimiento		95%	107%	114%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32 se muestra la acumulación de agua en el perfil del suelo según diferentes turnados, que en el Cuadro 32 se identifican del **1** al **6**, y un turnado típico actual, con un caudal de entrega de 200 l/s durante 48 horas y un turnado de 9 días.

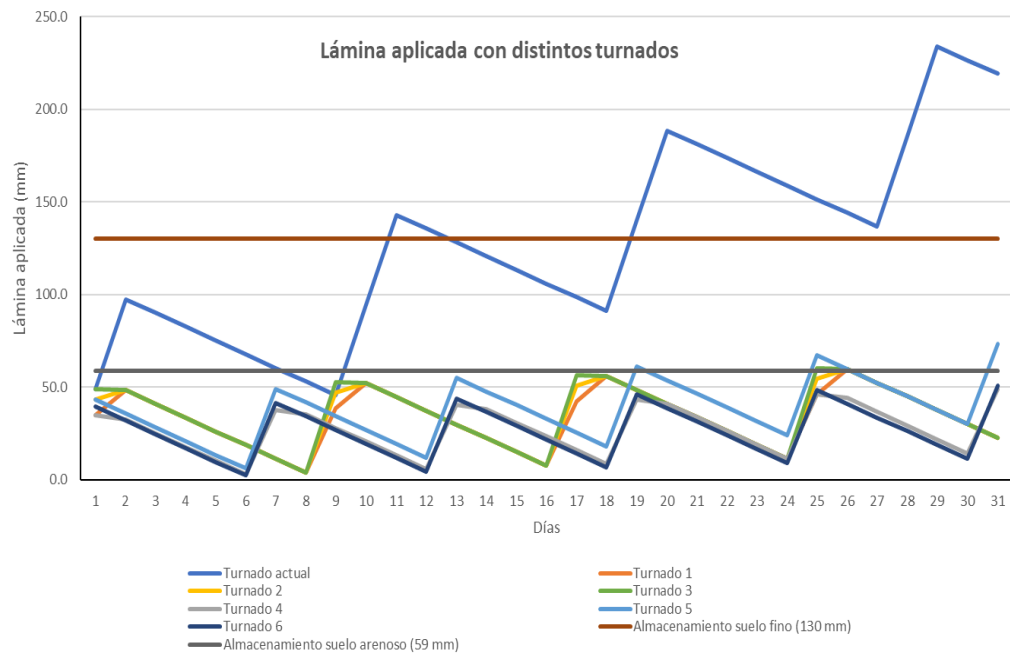


Figura 32. Lámina aplicada con distintos turnados

Fuente: Elaboración propia

El turnado actual aporta en cada turno una lámina neta de casi 100 mm, con un volumen de 119.000 m³, por turno, lo que, en dos turnos sucesivos, (18 días) ya excede largamente la capacidad de almacenamiento incluso del suelo fino (130 mm), lo que implica su saturación y mayores pérdidas por percolación profunda y/o escorrentía superficial.

Los turnados propuestos aportan láminas del orden de los 50 mm o menos, pero con mayor frecuencia, lo que permite satisfacer adecuadamente los requerimientos hídricos de la alfalfa sin generar excedentes de importancia, aun en suelos arenosos con baja capacidad de almacenamiento (Serie Sauzal).

7.3. Eficiencia de uso de agua

7.3.1. La restricción hídrica

La restricción hídrica actual, teniendo además en cuenta las necesidades para riego de los restantes sistemas aguas abajo - Colonia Catriel, establecimientos en la margen derecha en Río Negro, sistema Salto Andersen – Río Colorado y principalmente el Valle Inferior bonaerense - sumadas a las pérdidas por evaporación en el embalse de Casa de Piedra y las pérdidas en el cauce del río Colorado, obliga a realizar un manejo muy ajustado del agua, y a mejorar su eficiencia de uso en todo el sistema.

Esta eficiencia comprende la de conducción, o sea las pérdidas por infiltración o evaporación en los canales, la de distribución, que incluye en este caso las pérdidas por volcado de agua a desagües, riego de superficies incultas y las generadas por mal manejo o deficiencias de compuertas entre otras y la de aplicación en finca.

Uno de los principales objetivos del administrador de un sistema de riego es asegurar que la mayor parte del agua captada, ya sea de ríos, embalses o de agua subterránea, llegue al área efectivamente irrigada.

Sin embargo en todo sistema hay pérdidas de agua, sea por consumo de vegetación acuática, evaporación de las superficies de embalses o lagos y filtración en canales, o bien por fugas en las compuertas del canal o descargas a los sistemas de drenaje. Estas pérdidas, como flujos de retorno, pueden ser parcialmente recuperadas y utilizadas en otra área regada aguas abajo.

La eficiencia de uso de agua en un sistema de riego es la relación entre el volumen de agua de riego consumida por evapotranspiración en el área regada, más la necesaria para mantener una salinidad adecuada en la solución del suelo, y el agua que ingresa a ese sistema (Jensen, 1967).

Este valor puede separarse en Eficiencia de conducción (*Conveyance efficiency*, E_c), que relaciona el volumen de agua entregado a la chacra con el volumen de agua ingresado al sistema, y Eficiencia de aplicación de agua (*Farm efficiency*, E_a) que es la relación entre el volumen de agua efectivamente consumida por cultivos y lavado de suelos y el agua entregada a esa área.

7.3.2. Eficiencia de conducción

La Eficiencia de conducción (o Eficiencia de riego externa, Chambouleyron, 1995) comprende tanto las pérdidas físicas por filtraciones, evaporación, vegetación, etc., llamada generalmente eficiencia de conducción propiamente dicha, como las operativas, por pérdidas en compuertas, desperdicios en turnados, descargas controladas o no a desagües, etc., y que suelen denominarse eficiencia de distribución. Se consideran razonables pérdidas operacionales del 5%

Un estudio de 21 proyectos en USA indicó un promedio de eficiencia de conducción (*Conveyance efficiency*) del 63%, variando entre 47% y 83%. La eficiencia media de riego en finca fue de 59% variando entre 32% y 78% (Jensen, 1967)

Los ensayos que se realizaron en la red de canales del Secundario 2 de la Ampliación El Sauzal indicaron pérdidas por infiltración muy bajas, llevando a

una eficiencias de conducción global del orden del 94%. Esto se debe al “tapizado” de los canales por los sedimentos finos llevados por el agua del río Colorado.

Cuadro 33. Pérdidas por infiltración en canales de la Ampliación El Sauzal

Canal	Caudal máximo	Longitud	Pérdidas por infiltración	% del total	Eficiencia de conducción
	m3/s	m	l/s		
Secundario 2	1,231	8,070	47.95	35.36%	99.3%
Terciarios 1 a 8	207	5,221	19.44	14.34%	99.2%
Cuaternarios (29 en total)	79	27,264	68.20	50.30%	96.7%
TOTAL		40,555	135.59	100.00%	93.5%

Fuente: Oppezzo, 1991

Además un tramo de 3.000 m del Secundario 2 esta revestido.

Las pérdidas operativas podrían determinarse conociendo con precisión los caudales derivados y efectivamente entregados. El sistema de El Sauzal – Ampliación cuenta con al menos 7 estructuras de medición con aforadores de resalto que aparentemente no son utilizados y carecen de escalas u otro elemento de medición. Internacionalmente se consideran razonables pérdidas operativas de hasta el 5% (Jensen, 1967)

7.3.3. Eficiencia de riego

La Eficiencia de riego en finca (o Eficiencia de riego interna, ERI, Chambouleyron 1995) comprende las perdidas e ineficiencias dentro de la chacra, sea por pérdidas en los canales y acequias internas (eficiencia de conducción interna, ECI); como por ineficiencia del método de riego aplicado (eficiencia de aplicación, EAP).

La eficiencia de aplicación es variable según el método de riego empleado. En métodos de superficie (riego por melgas o por surcos) las pérdidas pueden ser del orden del 50%, y llegar hasta el 65% en parcelas bien manejadas; este último es el valor utilizado localmente en el proyecto (0,65). En métodos presurizados (aspersión) se considera aceptable una eficiencia de 0,85.

En Mendoza se realizaron entre 1981 al 1984 estudios, mediciones y evaluaciones a campo para determinar la eficiencias de uso de agua en distintos cultivos en el área del río Tunuyán Inferior, (Chambouyleron, 1995)= cuyos resultados se presentan en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Eficiencias de uso de agua en Mendoza.

Cultivo	EAP	ECI	ERI
Vid en espaldera	63%	95%	60%
Frutales de carozo	70%	88%	62%
Cultivos hortícolas	39%	91%	35%
Alfalfa	67%	93%	62%

Fuente: Chambouleyron, 1995.

Ese mismo estudio estima la Eficiencia de riego externa en 63%., en un sistema con una red de riego de unos 1000 km de longitud

7.3.4. Eficiencia del sistema de El Sauzal

7.3.4.1. Eficiencia estimada

Al comparar los datos de derivación de agua de riego en la bocatoma y los del consumo neto de la superficie cultivadas, se encontraron discrepancias que se atribuyeron a una baja eficiencia de distribución y de riego, ya que la eficiencia de conducción es alta.

Para determinar el orden de magnitud de las pérdidas en distribución y finca, se tomó la demanda neta para el mes de diciembre para el conjunto de cultivos de El Sauzal que abarca unas 1.300 ha, y se le aplicó una eficiencia del 80%, que surge de una eficiencia de conducción del 85%, asumiendo que hay pérdidas en los canales principales tanto por infiltración como por evaporación, y unas pérdidas de distribución del 5%.

Cuadro 35. Estimación de eficiencia de uso de agua

Demanda neta	hm ³ /mes	2.935
Eficiencias de conducción y distribución		0.80
Demanda bruta	hm ³ /mes	3.669
Caudal necesario	m ³ /s	1.37
Caudal derivado	m ³ /s	4.00
Eficiencia global		0.34

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia global resultante - 0.34, o 34% - resulta de la relación entre los caudales teóricos (1.37 m³/s) y los derivados efectivamente (4.0 m³/s).

Esta eficiencia abarca tanto la eficiencia de distribución como la de riego. Ambas aparecen muy bajas, lo que puede atribuirse tanto a una baja eficiencia de aplicación como a ineficiencias en la distribución de agua, sea por pérdidas o, lo que parece más probable, por entregas a chacras que solamente riegan pastos, sin cultivos registrados.

En las planillas de turnados de las áreas de chacras la superficie cultivada es entre un 22 y un 36% de la total; sin embargo parece el agua se está

entregando indiscriminadamente, con el solo criterio de la superficie total de cada chacra.

Esta baja eficiencia de uso de agua parece un problema de larga data. Ya en 1991 (Oppezzo, 1991) se describía la problemática del sistema de riego El Sauzal de la siguiente manera:

- El sistema público de riego carece, en su mayor parte, de estructuras de aforos. El aforador de resalto ubicado en la cabecera del canal secundario no se utiliza, desconociéndose la relación $h-Q$. mientras que siete aforadores Parshall localizados en sendos canales comuneros están altimétricamente mal instalados por lo que no trabajan como tales. careciendo todos ellos de la escala de medición. De este modo el agua se distribuye sin ningún control.
- El agua de riego se entrega a las chacras con caudales variables durante al ciclo agrícola. La duración de la entrega es fija durante todo el periodo de riego. operándose. tres duraciones predeterminadas; una de 72 horas para las "chacras grandes"; otra de 48 horas para las "chacras medianas" y una tercera de 24 horas para las "chacras chicas". De modo que no intervienen ni las superficies efectivamente regadas de las chacras, ni las dotaciones de riego, careciéndose de los cálculos de los requerimientos de riego y de los caudales de los canales distribuidores que permitan programar la correcta distribución de los caudales a lo largo del ciclo agrícola.
- La operación del sistema público de riego se realiza con un tomero por turno. regulando las compuertas a tornillo por el número de vueltas dadas a las roscas, y como se dijo, sin control de los caudales.
- Existen algunos canales comuneros con una estrecha zona pública de ocupación. que impide la materialización de caminos de servicios y su conservación por medios mecánicos.
- Por la forma de cómo se entrega el agua de riego. los reducidos caudales y la poca capacidad de las acequias, se estima que la eficiencia de riego dentro de las chacras de be ser extremadamente baja. En algunas chacras se ha observado que el agua se dispersa en los terrenos sin ningún control y sin la presencia de regantes.

De acuerdo a lo observado, más de 30 años después aún subsisten gran parte de estos problemas.

7.3.4.2. Balance de entradas y salidas de agua

Puede extraerse información sobre la eficiencia global de uso de agua en el área bajo riego considerada, a través del balance entre entradas y salidas medidas presentado en el Estudio para determinar la cantidad y calidad de los retornos en las áreas bajo riego citado (Perl et al., 2003). Esa información, agrupada en dos periodos, se sintetiza en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Entradas y salidas de agua del área bajo estudio

Periodo	Entrada	Salida	Precipitación	Evapo-transpiración	Derrame río Colorado	Entrada / Derrame
	hm3	hm3	hm3	hm3	hm3	
1985-1986	54.4	31.4	11.1	34.1	3,701	1.47%
1986-1987	55.3	32.5	6.5	29.3	5,272	1.05%
1987-1988	53.4	30.8	5.0	27.6	6,063	0.88%
Promedio	54.4	31.6	7.5	30.3	5,012	1.08%
1997-1998	45.1	26.0	10.6	29.7	4,260	1.06%
1998-1999	53.7	26.5	10.9	38.0	2,313	2.32%
1999-2000	45.8	28.4	16.3	33.7	2,619	1.75%
Promedio	48.2	27.0	12.6	33.8	3,064	1.57%

Fuente: Perl et al, 2003 y SRH, .

En el Cuadro 36 se puede observar que el derrame medio del río Colorado para el primer periodo es del orden del valor histórico empleado en el Acuerdo (4.600 hm3/año), mientras que para el segundo periodo es de sólo un 66%, reduciéndose entre ambos periodos un 39%.

La Evapotranspiración resulta de la diferencia entre los volúmenes de aportes del riego (Entrada) más la Precipitación, menos las descargas por la red de drenajes (Salida); en consecuencia corresponde a la Evapotranspiración real (no la teórica: Eto) de toda el área en estudio. Este valor se mantiene más o menos constante entre los dos periodos seleccionados. En el segundo período el volumen captado se redujo un 11%, en términos absolutos, aunque en relación al derrame del río se incrementó sustancialmente. La precipitación compenso parcialmente esa menor captación absoluta, ya que aumento casi un 70% en el segundo período.

La eficiencia de riego tiene en cuenta la necesidad de lavado del suelo por uso de agua salina. (Jensen, 1967). En el Cuadro 37 se calcula la necesidad de riego como la suma de la evapotranspiración real y la necesidad de lavado. Al comparar esa necesidad, descontando las precipitaciones con el volumen ingresado (entrada) puede realizarse una estimación de la eficiencia de uso de agua de todo el sistema.

Cuadro 37. Eficiencia del sistema de riego de El Sauzal – Ampliación

Periodo	Entrada	Salida	Precipita- ción	Evapo- transpiración	Necesidad Lavado	Necesidad riego	NR – Pptac.	Eficiencia de uso de agua
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1985-1986	1,439	830	292	901	177	1,078	786	54.6%
1986-1987	1,462	860	171	774	121	895	723	49.5%
1987-1988	1,411	815	133	729	138	867	734	52.0%
Promedio	1,437	835	199	801	146	947	748	52.0%
1997-1998	1,191	686	279	784	110	894	615	51.6%
1998-1999	1,419	701	287	1,005	258	1,264	977	68.8%
1999-2000	1,211	750	430	891	137	1,028	598	49.4%
Promedio	1,274	712	332	894	168	1,062	730	57.3%

Fuente: Perl, 2003 y Elaboración propia

La diferencia entre la eficiencia de uso de agua del sistema en el segundo periodo (1997 a 2000) respecto del primero podría atribuirse a una baja oferta de agua, consecuencia de la escasa disponibilidad de agua en el río, y a su sustitución parcial por una mayor precipitación media. Hay también una menor salida de agua, probablemente como resultado de menores descargas superficiales, tanto de la red de riego como de las chacras, a la red de drenaje.

Estos datos se calcularon para un área de 3.800 ha (Circunscripciones IV, V, VI y VIII; El Sauzal, Ampliación y Chacras de 25 de Mayo), lo que da una idea de la eficiencia de uso de agua a regional. En cambio la eficiencia global estimada en el Cuadro 35 esta referida solamente a las 1.300 ha efectivamente regadas en El Sauzal.

8. Operación y mantenimiento

8.1. Optimización del servicio de riego

Un sistema de riego debe proveer a cada regante de un volumen de agua que satisfaga las necesidades de sus cultivos, entregado con oportunidad a lo largo de su ciclo.

Toda acción para optimizar el uso de agua debe cumplir con las siguientes condiciones:

1. no entrar en conflicto con la legislación vigente
2. no afectar el financiamiento de la operación y la administración del sistema de riego.
3. los incrementos de costos de operación y mantenimiento (O&M) tienen que estar relacionados con una mejora equivalente de la calidad del servicio.
4. los incrementos de costos de O&M y el pago de los costos de inversión deben ser compatibles con el incremento de rentabilidad logrado.
5. no debe generar conflictos sociales o ambientales no mitigables a un costo razonable.

8.2. La operación

8.2.1. Funciones

El servicio de operación tiene como objetivo principal la distribución oportuna del agua de riego necesaria para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos por lo que es necesario realizar las siguientes funciones principales:

- Preparación de los planes de riego (Turnados)
- Distribución del agua (ejecución del plan)
- Supervisión de la operación (recolección y análisis de datos sobre uso del agua y preparación de informes)

8.2.2. Preparación de planes de riego

Esta actividad tiene por objeto equilibrar la oferta con la demanda de agua lo más adecuadamente posible. La preparación de un plan de riego comprende las siguientes etapas:

- Estimación de la disponibilidad de agua futura.
- Estimación de la demanda de agua
- Adecuación de la demanda a la disponibilidad

8.2.3. Disponibilidad de agua futura

En este caso hay pronósticos de caudales y derrames que deben utilizarse (COIRCO).

8.2.4. Estimación de la demanda

La demanda de agua está determinada fundamentalmente por los cultivos previstos, y por la eficiencia del sistema de riego a nivel de finca y del proyecto

en su totalidad Estas eficiencias pueden tomarse por analogía con sistemas similares o determinarse por ensayos locales.

8.2.5. Equilibrio de la oferta y la demanda

Una vez conocida la oferta y la demanda deben definirse las modalidades de distribución del agua u otras medidas que permitan la equiparación más próxima posible de la oferta y la demanda. Las medidas que pueden adoptarse para reducir el desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua son:

- las prácticas de distribución del agua
- la tarifa de agua

Son medidas que no se excluyen mutuamente y puede adoptarse una combinación de ambas.

8.2.6. Métodos de Distribución del Agua.

Los métodos de distribución y entrega más comunes son Turnado; Caudal continuo; Demanda controlada y A la demanda: (Coria Jofré, 2000)

8.2.6.1. Distribución por turnos

El sistema generalmente empleado en el sistema de El Sauzal es el turnado, aunque a los usuarios de gran superficie, (Zille, Municipalidad Quintas, INCO).se le entrega un caudal de forma continua o casi continua.

En este sistema, los canales cuaternarios reciben el agua de acuerdo a un turno preestablecido. Dentro de cada uno, todo el caudal se entrega a un regante (o a lo sumo dos) a la vez, durante un tiempo proporcional a la superficie a regar.

Son varias las formas de poder aplicar un sistema de turnos:

- i. El agua se reparte por turnos de igual duración a lo largo de la temporada de riego. El agricultor recibe el agua un día fijo durante un determinado periodo de tiempo, que siempre es constante, independientemente de los cultivos que pueda plantar. El volumen a entregar se calcula para reponer la evaporación diaria del periodo que dure el turno, seleccionando un caudal manejable.
- ii. El agua se reparte por turnos de diferente duración, más largos al comienzo y al final de la temporada de riego y más breves en el intermedio, según la exigencia del cultivo. El orden de reparto dentro de cada turno es siempre idéntico y el caudal de agua es constante durante toda la temporada.
- iii. El agua se distribuye por turnos de diferentes duraciones y el caudal de agua también varía a lo largo de la temporada. El caudal se calcula según las necesidades reales de agua del cultivo.

El grado de dificultad técnica aumenta de i a iii, lo que no sólo se refiere al cálculo real de los caudales que se suministran sino también al diseño de la red de riego. Los métodos ii y iii requieren que la red de riego tenga estructuras para la medición y control del agua en la cabecera de los cuaternarios e incluso en la entrega a cada explotación, y deben complementarse con censos periódicos que permitan identificar y cuantificar las superficies realmente regadas y los cultivos realizados en ellas.

8.2.7. Control de la Operación

El control de la operación es una actividad importante que tiene como fines principales, en el corto plazo, actuar como medio de control de la administración, comparando el funcionamiento real de la distribución de agua con el que se había planeado ayudando así a individualizar las razones de las divergencias; y a largo plazo, reunir información sobre entregas, demanda y rendimiento del agua, etc., en las temporadas de riego para que sirva de guía en la planificación y ejecución de las temporadas siguientes.

8.2.8. La tarifa de agua

La tarifa del agua, o sea el precio que se cobra a los usuarios de un sistema de distribución, puede comprender:

- a. el derecho a disponer de agua (canon propiamente dicho);
- b. una tasa que pague los costos de operación y mantenimiento (O&M) del sistema;
- c. un monto que cubra total o parcialmente las inversiones realizadas en el sistema;
- d. un monto que refleje los costos de oportunidad del agua.

En los casos en que se perciba un canon de agua (punto a.), es deseable que lo recaudado se destine a gastos relacionados con la gestión de los recursos hídricos, y no que vaya a rentas generales.

8.2.8.1. Metodologías de cobro de agua

La metodología de cobro de agua del proyecto afecta la eficiencia del riego del proyecto. Hay dos metodologías de uso general: el cargo de tarifa plana y el cargo por agua medida o en exceso

8.2.8.2. Tarifa por superficie con derechos

En la casi totalidad de los sistemas de riego de fuente superficial en el país la tarifa de agua se cobra sobre la base de la superficie con derechos. Esto deriva de lo dispuesto por la mayor parte de las leyes de aguas provinciales, que aplican el principio de que el derecho al agua es inseparable de la propiedad de la tierra (inherencia). Este principio es de fuerte y antigua raigambre, y tiene sólidos fundamentos jurídicos que lo respaldan.

8.2.8.3. Cargo por exceso

Una alternativa a lo anterior, especialmente en regiones con una fuerte restricción de la oferta de agua como es el caso del río Colorado es fijar un derecho a un determinado volumen de agua por ha (por ejemplo, 8.000 m³/ha u 800 mm) y cobrar por el volumen empleado en exceso. Esta metodología requiere de estructuras de aforo para medir y cobrar adecuadamente los volúmenes en exceso

8.2.8.4. Cobro volumétrico

El concepto del tarifado por volumen de agua de riego entregado tiende, en teoría, a favorecer un uso más eficiente del agua, a través de incentivos económicos. Si bien su empleo es recomendado por algunos organismos multilaterales en proyecto que financian, su empleo, especialmente en áreas

como El Sauzal, tiene importantes inconvenientes tanto técnico – redimensionamiento y readecuación de toda la red de riego – como operativos – demanda fluctuante dependiente de ciclo de cultivos, condiciones climáticas, etc. – y financieras . dificultades para determinar el costo marginal del agua.

8.2.8.5. El canon de riego

El canon de riego para 25 de Mayo para el período de riego 2022 / 2023 es de: \$ 3.382,79 / ha, del que se abona un 50% hasta el 30/junio/22; 25% el 30/septiembre/2022 y el 25% hasta el 31/diciembre/2022. Surge de dividir un presupuesto estimado del EPRC de \$ 80.000.000 entre 23.000 ha. Su cobrabilidad es menor al 25%.

Según la información del EPRC, el área regada en 25 de Mayo sería de 19.000 ha por lo que el canon, calculado de este modo, aparece más como el pago de un derecho antes que de un servicio.

Sería interesante analizar la posibilidad de limitar la entrega de agua solamente a aquellos usuarios que efectivamente riegan, y dividir el canon en un dos partes. Una sería un monto fijo, a cobrar a toda la superficie empadronada (con derecho a riego) que cubriría los costos fijos de la administración del riego, y otro adicional a quienes usan el agua, destinado al pago de la operación y el mantenimiento del sistema de riego y eventualmente a la construcción de obras menores para mejorar la distribución y el control del agua. Estas tareas deberían estar a cargo de un Consorcio de Riego, en el caso de que se concrete su creación.

El valor del canon de riego en 25 de Mayo es muy bajo, y su incidencia en los costos de producción es mínima, ya que no supera el 2%. Su valor puede comparar con los de otras zonas de riego similares para esta misma temporada de riego.

En el Alto Valle de Río Negro los siete Consorcios de riego fijan su propio canon anual según sus costos de operación, mantenimiento y administración. Según cual sea el Consorcio, el canon de riego para esta temporada es de entre \$12.000 y 17.000. / ha.año.

En Mendoza el canon total comprende el correspondiente al Departamento General de Irrigación (DGI), que administra los diques, los canales principales y los desagües, que es actualmente de \$ 3.700 / ha.año, y la prorrata de las Inspecciones de Cauce y sus Asociaciones que es en promedio de \$ 8.400/ha.año en el río Mendoza y \$ 5.800 /ha.año en el río Tunuyán Inferior(San Martín, Rivadavia, Junín, Santa Rosa).

8.3. El Mantenimiento

La falta de mantenimiento de un sistema de riego hace que la sedimentación, la vegetación y el mal funcionamiento de las obras impidan prácticamente regular el caudal de sus canales, y en consecuencia, no puedan conducir el caudal necesario y repartirlo equitativamente.

Hay varias las razones que atentan contra un mantenimiento adecuado. Se pueden mencionar la escasez de fondos, la falta de interés de los usuarios en participar o colaborar en las labores de mantenimiento y la mala organización del trabajo.

Una red de riego con revestimiento en hormigón y con obras de arte bien diseñadas y construidas tiene un costo de inversión importante, lo que en las actuales circunstancias puede hacerlo inviable. Los canales en tierra requieren, para ser eficientes, mucho más mantenimiento, fundamentalmente en mano de obra y equipos, como un monto más o menos constante desembolsado a lo largo del año. De esta manera el costo del mantenimiento, en comparación con el del capital, puede ser muy competitivo.

8.3.1. Funciones

Las funciones principales que debe desempeñar un Servicio de Mantenimiento son:

- Planificar las actividades de mantenimiento.
- Ejecutar las actividades de mantenimiento previstas y las imprevistas
- Supervisar los trabajos

8.3.2. Tipos de Mantenimiento

Las tareas de mantenimiento se clasifican por la frecuencia con que se realizan, por los efectos pretendidos sobre la obra mantenida o por la magnitud del trabajo realizado (Sagardoy, 1991).

Conceptualmente, se puede distinguir entre los trabajos correctivos y preventivos y la frecuencia planeada de inversión.

Mantenimiento correctivo: Toda medida tomada para restablecer un determinado grado de funcionalidad o desempeño. Es una medida tomada después de que ha fallado un componente o se ha deteriorado el desempeño.

Mantenimiento preventivo: Toda medida tomada para mantener el desempeño de una obra y reducir las probabilidades de futuras fallas o deterioro. El mantenimiento de este tipo es impulsado por las evaluaciones periódicas de la condición o por un programa sistemático de mantenimiento que establece medidas con una determinada frecuencia.

En relación con la frecuencia de la intervención, comúnmente se definen tres categorías de mantenimiento:

Mantenimiento rutinario o normal: Comprende los trabajos accesorios para que el sistema de riego funcione satisfactoriamente. Por lo general es de carácter menor y puede ser realizado de manera manual con poco o ningún uso de materiales. El mantenimiento de rutina incluye medidas preventivas, como la lubricación, pintura, y medidas correctivas, como cortar la maleza y eliminar cantidades pequeñas de sedimento.

Mantenimiento periódico: Trabajo efectuado con intervalos fijos o irregulares. En el caso de las obras de alto costo /alto riesgo, en general hay intervalos programados de mantenimiento con especificaciones para la inspección y los reemplazos. En el caso de las obras sencillas de bajo costo, comunes a los sistemas de riego, la inspección es más informal y es irregular el mantenimiento periódico.

Mantenimiento diferido: comprende cualquier trabajo necesario para recuperar la capacidad original de canales, embalses y estructuras. Comprende muchas veces, grandes modificaciones en la red de canales y estructuras, que

derivan de cambios importantes (patrón de cultivo, problemas de drenaje, etc.) que se han producido en el proyecto de riego. En la práctica, es difícil diferenciar el llamado "mantenimiento diferido" y un "programa de rehabilitación". La diferencia es principalmente de carácter financiero, porque el "mantenimiento diferido" suele hacerse con fondos del presupuesto nacional destinados a la operación y mantenimiento, mientras que los programas de rehabilitación se consideran una inversión y los fondos proceden de una fuente diferente (préstamos, bancos nacionales de desarrollo, etc.).

Para preparar un programa de mantenimiento, lo primero que se requiere, es tener un inventario, lo más completo posible, de las obras y conocer sus funciones en la operación del distrito.

8.3.3. Experiencias regionales

En CORFO Río Colorado existe un Servicio de Equipos (SEREQ) autónomo, que presta servicios tanto a CORFO como a terceros. Cuenta con un taller donde se hacen reparaciones de máquinas, compuertas, etc., y cuenta con un importante plantel de maquinaria de movimiento de suelos, camiones y carretones

9. La administración del riego

9.1. Funciones

La administración de un sistema de riego se ocupa básicamente de su operación y del mantenimiento de sus estructuras. Sus tareas típicas consisten en el mantenimiento y limpieza de canales, drenajes, desagües y calles de servicio, así como la reparación y mantenimiento de obras de arte (compuertas, compartos, alcantarillas, puentes) y de canales revestidos (reparación de losas, juntas, etc.). En muchos casos se requiere la construcción de obras nuevas (revestimiento de canales, obras de arte) que mejoren las prestaciones del sistema o lo amplíen.

Esto requiere que la administración del sistema de riego disponga de maquinaria para movimiento de suelos (retroexcavadoras, cargadoras, motoniveladoras, camiones). Si bien existe la opción de contratar estas tareas en forma parcial o total, siempre debe haber un equipamiento mínimo que permita solucionar emergencias o hacer tareas de mantenimiento de poco volumen., como limpiezas puntuales, pintado y mantenimiento de compuertas, etc.

El manejo de la maquinaria y el mantenimiento de obras implica que deban hacerse continuamente adquisiciones de bienes y servicios, y muchas veces en plazos perentorios o muy limitados. Las obras en los canales de riego deben hacerse en general durante el periodo de corta, que en 25 de Mayo dura unos 70 días entre fines de mayo hasta agosto, en pleno invierno, y con días fríos y cortos que dificultan mucho las tareas de construcción y hormigonado de obras.

9.2. El Ente Provincial del Río Colorado

En Ente Provincial del Río Colorado (EPRC) administra una superficie empadronada: de 23.000 ha en 25 de Mayo y Casa de Piedra.

Su Directorio comprende un Presidente, un Vicepresidente y tres Directores, con tres Asesores, en producción, social y legal.

La gestión está a cargo de un Gerente General y cuatro Gerentes: de Colonización, Producción, Obras y Administración. Su plantel comprende 70 empleados en 25 de Mayo, Casa de Piedra y Santa Rosa.

El canon de riego para el periodo de riego 2022/2023 es de 3.300 \$ ha/año, que resulta de un presupuesto anual del EPRC de \$ 80.000.000 prorrateados entre 23.000 ha. La cobrabilidad es menor al 25%.

El equipamiento mayor del que dispone para el mantenimiento de canales y drenajes es de 2 motoniveladoras, 1 topadora, 3 excavadoras, 2 palas frontales, 2 camiones con carretón, 3 volcadores de 6 m³, 2 bateas semi de 25 m³, 1 camión de servicio y 2 zanjadoras de arrastre Briscoe.

La limpieza de los canales comuneros (cuaternarios) se hace por cupos. El EPRC limpia hasta la primera toma (el canal funciona en ese tramo como desarenador) y luego cada propietario limpia desde su toma hasta la siguiente aguas abajo.

Para dar servicios a los productores cuenta con 4 tractores, una trituradora de 2.20 m, una rastra pesada, una sembradora de alfalfa, una cortahileradora y una enrolladora. Se les prestan servicios a productores chicos, de menos de 5 ha.

Los lotes se entregan en propiedad, según la ley provincial 1670. Un tribunal, que incluye entre otros al Gerente General, hace una tasación y se firma un boleto de compra venta. El comprador se compromete a ejecutar un plan de inversión a varios años, con un cronograma; una vez cumplido se procede a formalizar la propiedad mediante escritura.

El EPRC, como entidad estatal, está obligado a aplicar procedimientos de adquisición que aseguren la mayor competencia, transparencia y el mejor precio. Esto implica que, para la compra de bienes (maquinarias y equipos) y servicios (contrataciones, reparaciones, etc.) debe cumplir plazos, preparar documentación licitatoria, invitar a proveedores, evaluar varias ofertas y disponer de fondos en tiempo y forma. Todo esto, si bien asegura transparencia y competitividad, es burocrático y muy poco ágil y atenta contra la eficiencia en el gasto. En un caso reciente, la reparación de una retroexcavadora importada que solo podía realizar su único representante en el país, debió contratarse mediante un procedimiento de excepción autorizado por las más altas autoridades de la Provincia, lo que mantuvo a la maquina fuera de servicio por un plazo excesivamente prolongado.

Este problema es estructural en casi todos los organismos de gestión pública, pero en el caso del EPRC, como encargado no solo de la administración del sistema de riego sino de la organización de su desarrollo agrícola e incluso de la prestación de servicios con maquinaria a los productores, no cuenta en la actualidad en su planta ni con ingenieros agrónomos ni con ingenieros civiles o hidráulicos.

Se observó además que buena parte de sus funcionarios residen en la capital provincial, Santa Rosa, a 400 km de distancia, y viajan semanalmente a 25 de Mayo. En otras zonas de riego la mayor parte de sus funcionarios residen en el lugar o próximos a él (CORFO Rio Colorado en Pedro Luro, o las áreas de riego en el rio Negro: Luis Beltrán en el Valle Medio, Conesa y Rio Colorado) lo que les permite estar inmersos en los problemas de los productores y de la sociedad local.

Michellini señala además, como un factor de deterioro en la relación de los productores con la Provincia, que la falta de un sistema de incentivos atentó contra el compromiso de sus estructuras profesionales con el Ente. (Michellini.2018).

9.3. El Consorcio de riego

9.3.1. Propuesta de creación de un Consorcio de Riego

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, se ve como lo más conveniente que los usuarios del riego de El Sauzal y su Ampliación tomen a su cargo la operación y el mantenimiento del sistema, conformando un Consorcio o Asociación de Riego bajo la figura de una entidad pública de derecho privado.

Este Consorcio, con la participación de los usuarios y bajo ley privada puede ocuparse de la operación y el mantenimiento de la maquinaria y de la

gestión cotidiana del riego con más eficiencia y celeridad que un organismo público.

El EPRC transferiría así al Consorcio sus funciones operativas y de mantenimiento dentro del área regada, y la maquinaria y equipos que considere conveniente, quedando a su cargo el control de las obras de cabecera y la supervisión de su funcionamiento.

Es recomendable que, para la conformación del Consorcio, se tomen en cuenta las experiencias de áreas de riego similares de la Argentina y de otros países.

A fin de definir las funciones y estructura de este Consorcio, puede emplearse como guía un Estudio de FAO donde se presentan los principios generales, institucionales y técnicos, que deberían regir la gestión de los sistemas de riego y que están basados en su experiencia en distintas partes del mundo . (Sagardoy, 1991). Este documento trata tanto lo relativo a la organización y gestión de los sistemas de riego como a las actividades de distribución del agua, mantenimiento del sistema, asistencia en riego a los agricultores, administración y finanzas. También se analizan los aspectos orgánicos referentes a la gestión de estos servicios, tales como las necesidades de personal y posibles opciones para su organización.

Esa publicación describe tres tipos de organizaciones de riego: las controladas principalmente por los agricultores o Asociaciones de Usuarios (AU); las controladas totalmente por funcionarios públicos (Sistemas de riego públicos, SRP) y las de Gestión mixta, , donde el sistema principal de riego esta administrado por funcionarios y los canales terciarios están a cargo de los agricultores

Destaca, como ventajas del control de todo o parte de un sistema de riego por una AU lo siguiente:

- a. En un mundo donde aumenta rápidamente el deseo de la gente por participar en los asuntos públicos, el procurar esa participación es muy importante.
- b. A este respecto tal vez convenga plantear la cuestión del carácter apolítico de estas asociaciones. A veces su desarrollo se ha visto obstaculizado por la creencia de que estas asociaciones pueden llegar a tener un cierto carácter político y por lo tanto convertirse en un instrumento potente de dirigentes políticos. Aunque teóricamente ese riesgo existe, la práctica ha demostrado que pocas veces se da.
- c. Las AU parecen ser más eficientes desde el punto de vista administrativo que los sistemas de riego públicos (SRP). Los agricultores se interesan personalmente por su organización y esto les permite a veces hacer la misma labor de forma más económica y rápida, reduciéndose la necesidad de una fuerte burocracia pública para su administración.
- d. La recaudación de las cuotas de agua se realiza con más eficacia a través de las AU que de los SRP.
- e. Las normas y reglamentos se respetan más ya que el castigo de las faltas cometidas en las AU es eficaz y rápido. La mayor parte de estas asociaciones tienen sus propios jurados de riego y sus propias normas,

que son muy respetadas por los miembros, de manera que cualquier penalización resulta eficaz.

- f. Las relaciones entre los que distribuyen el agua (capataces y vigilantes o guardas de agua) y los agricultores que la reciben son mucho más amistosas y de cooperación que cuando de la misma tarea se encarga el personal de la administración. En este último caso, los capataces y acequeros son considerados representantes de la administración central y no como parte del grupo de agricultores.
- g. Las AU sirven como excelente canal de comunicación entre la administración y los agricultores. Cuando no existen, la comunicación suele ser unilateral de arriba hacia abajo.
- h. El Consejo de Administración, lo forman agricultores del área de riego y la continuación en su labor dependerá mayormente de cómo funcionen, lo cual constituye en realidad un incentivo importante para desempeñar sus tareas de la mejor forma posible.

9.3.2. La experiencia en Argentina

En la Argentina gran parte de las áreas regadas son administradas por sus propios usuarios. Entre otras vale destacar, por su grado de desarrollo institucional y su similitud física y productiva con el área de 25 de Mayo, a las Asociaciones de Usuarios (AU) de Río Negro, Mendoza y CORFO Río Colorado.

9.3.2.1. El Caso de Río Negro

En la provincia de Río Negro los Consorcios de Riego son entes públicos no estatales que funcionan bajo la supervisión del DPA, conformados por todos los usuarios del agua pública. A partir de 1992, luego de la transferencia de los sistemas de riego y drenaje que operaba Agua y Energía Eléctrica, se les fue delegando la gestión del servicio de riego.

Los Consorcios de Riego operan y mantienen los canales secundarios, terciarios y cuaternarios y los drenes parcelarios, subcolectores y colectores. Esta operación incluye el suministro de agua a los usuarios de acuerdo a los turnos correspondientes.

Se han constituido Consorcios en las áreas de riego de los ríos Negro y Colorado. En el Alto Valle de Río Negro hay siete Consorcios de Riego, desde Cinco Saltos a Villa Regina, y hay un Consorcio de Segundo Grado que opera el canal Principal.

Cada Consorcio está conformado por una Comisión Directiva de 8 miembros que se eligen cada 2 años, con asambleas anuales de rendición de cuentas. Para la operación y el mantenimiento cuenta como mínimo con un técnico, un capataz, tomeros, maquinistas, y cuadrillas para limpieza y reparaciones. Suelen tener maquinaria, en general retroexcavadoras de 16- 20 toneladas, además de camiones, tractores, etc.

El agua se distribuye a razón de 100 l/s por chacra de 100 ha, con turnos de 6 a 8 días. La distribución en cada chacra está a cargo de sus regantes. El canon de riego actual es de \$12.000 a 17.000 /ha.año.

9.3.2.2. El caso de Mendoza

En Mendoza las Inspecciones de Cauce son AU con amplias facultades en el manejo y la administración de la red hídrica secundaria y terciaria, mientras que la red primaria es competencia del Departamento General de Irrigación (DGI). Una Inspección de Cauce típica administra un canal secundario ("Rama"), que sirve a una superficie empadronada de entre 2.000 y 5.000 ha.

Las Inspecciones de Cauce son órganos públicos no estatales, autónomos y autárquicos, dirigidas por un Inspector de Cauce, elegido por los usuarios, cuyas principales funciones son:

- a. **Técnicas:** administrar y distribuir el agua, organizar el mantenimiento de canales y drenes, disponer la ejecución de obras necesarias, denunciar casos de contaminación, realizar inventarios de infraestructura y catastrales en el cauce a su cargo, controlar el funcionamiento de los sistemas,
- b. **Jurisdiccionales:** resolver conflictos en el uso del agua como juez de canal e hijuela, disponer la suspensión de la entrega de agua en casos de ejecución de trabajos, derrumbes o moras en el pago de tarifas, imponer multas de acuerdo a la ley,
- c. **Administrativas:** desempeñar comisiones requeridas por el DGI, proyectar el presupuesto anual, contratar el personal ("tomeros", etc.) y otras tareas asignadas por el reglamento interno a la Inspección.

Se elige también una Junta por canal compuesta por 3 delegados, con las atribuciones de:

- i. Fijar el monto de la prorrata anual que deben pagar los usuarios;
- ii. Fijar el presupuesto anual del canal;
- iii. Autorizar y presupuestar las obras necesarias;
- iv. Aprobar la cuenta del Inspector de Cauce;
- v. Denunciar al Inspector en caso de irregularidades.

Todos los cargos son ad honorem. Las Inspecciones de Cauce tienen una muy larga tradición, y las elecciones regulares de sus autoridades no se han interrumpido ni aun durante los procesos militares.

Las Inspecciones pertenecientes a una misma cuenca suelen estar asociadas en una Asociación de Regantes.

El canon de riego correspondiente al DGI es de \$ 3.700 / ha.año, sin considerar el reembolso de obras; los usuarios pagan el 60% del monto de las obras que los benefician directamente. La prorrata de las Inspecciones de Cauce y sus Asociaciones es en promedio de \$ 8.400/ha.año en el río Mendoza y \$ 5.800 /ha.año en el río Tunuyán Inferior (San Martín, Rivadavia, Junín, Santa Rosa).

9.3.2.3. El caso de CORFO Río Colorado

En CORFO Río Colorado (Buenos Aires) hay Consorcios por canal, conformado por todos los usuarios del canal, cuyo objeto es la construcción de obras comunes, su conservación y su administración (CORFO, sin fecha).

Tienen un Directorio conformado por un presidente y dos vocales, que actúan como secretario y tesorero. Una vez por año se reúne una Asamblea, formada por todos los miembros del Consorcio, para aprobar la rendición de cuentas, considerar el presupuesto del próximo periodo y renovar el Directorio.

El Consorcio tiene independencia de la Autoridad de Aplicación de la Ley de Riego provincial respecto a la administración de sus rentas y fondos.

10. Tecnologías de riego

10.1. Los sistemas de riego

Los sistemas de riego se diseñan para maximizar la eficiencia de uso de agua y minimizar las necesidades de mano de obra y capital. Se plantea un trade-off entre ambas necesidades, ya que mientras los sistemas de riego superficial requieren más mano de obra calificada en el manejo del agua, los sistemas presurizados tienen una baja necesidad de mano de obra pero requieren inversiones mucho mayores y un importante gasto de energía.

Los sistemas de riego deben ser compatibles con otras características de la finca, como su sistematización, los cultivos predominantes y sus requerimientos de cosecha. En el caso de El Sauzal, el cultivo predominante es la alfalfa, la que se hace en melgas de 100 a 200 m de largo, y un ancho de entre 16 y 28 m, múltiplo del ancho de labor de los equipos de corte e hilerado.

El método de riego empleado en todo el sistema de El Sauzal, que incluye su Ampliación, las Chacras de 25 de Mayo, 25 de Mayo viejo y Zille, es el riego superficial en melgas, en unidades de riego generalmente cuadrangulares con una superficie efectivamente regada de alrededor de 20 a 25 ha. Esto impide el uso de sistemas mecanizados de gran tamaño como el pívot.

10.1.1. El riego superficial

El riego superficial (o gravitacional) consiste en derivar el agua desde una acequia en la cabecera directamente al campo. Comprende al riego por compartimentos (cuencos a nivel, para arroz y otros), por surcos, por melgas y por flujo no controlado.

Este tipo de riego requiere en general una sistematización de los predios, lo que implica una nivelación del terreno, con o sin pendiente. Los surcos y las melgas pueden tener o no descarga al pie.

Se suministra un caudal durante un tiempo que depende de la lámina que se desea aplicar, y de dimensiones de la unidad de riego: el largo de los surcos y su espaciamiento o la longitud de la melga y su ancho.

La eficiencia de uso del agua es baja (entre 55 y 65%), ya que en la cabecera del surco el agua permanece más tiempo que en la cola (el tiempo que demora en llegar al final), y por lo tanto se infiltra mayor cantidad que la requerida por las plantas.

Un evento de riego superficial se compone de cuatro fases, como se muestra en la Figura 33. Cuando se aplica el agua a la unidad de riego esta avanza hasta que cubre toda el área; entonces el agua o se descarga al pie o comienza a acumularse. El intervalo entre que comienza a aplicar el agua hasta que se corta el flujo se denomina la fase de mojado, que debería durar en toda la unidad como mínimo el tiempo necesario para que infiltre la lámina deseada, lo que en la Figura 33 es la diferencia vertical entre la curva de avance y la de recesión.

A partir del momento de corte de agua el volumen de agua en la superficie comienza a reducirse, tanto drenando al pie como infiltrándose. A efectos de explicar su comportamiento hidráulico, el drenaje se separa en una fase de depleción (recesión vertical), cuando aparece el primer manchón de suelo

desnudo sin agua, y una fase de recesión (recesión horizontal) que continua hasta que el predio queda totalmente drenado.

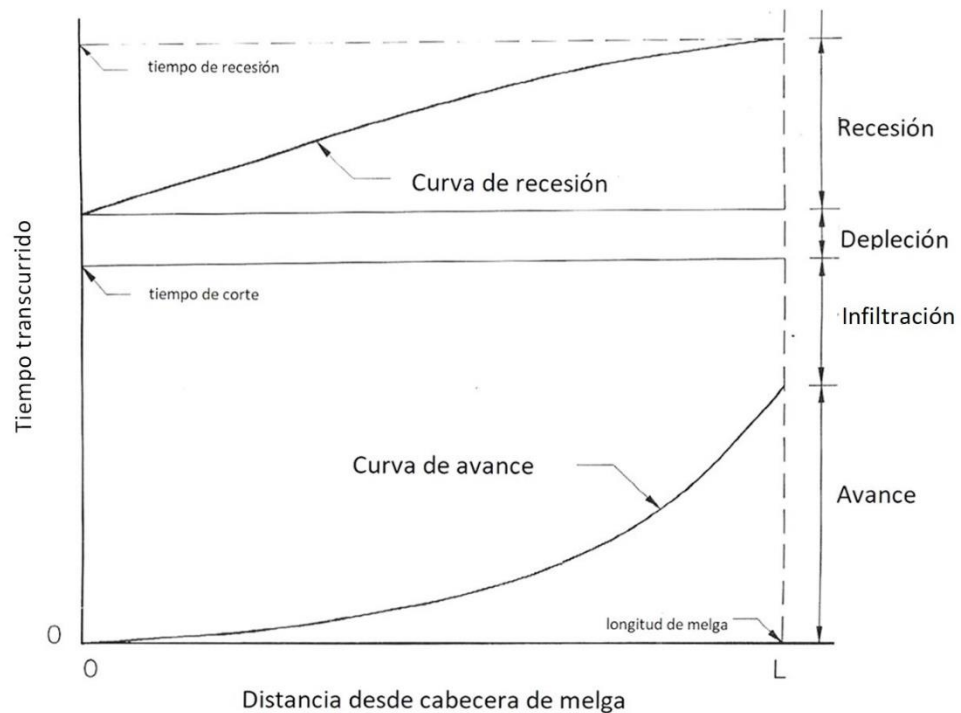


Figura 33. Curvas de avance y recesión del agua en riego superficial (Walker, 1989)

El riego superficial tiene dos principales fuentes de ineficiencia : la percolación profunda y la escorrentía superficial o desagüe al pie. Ambas Fuentes son incompatibles; para minimizar la percolación profunda la fase de avance debe completarse lo antes posible de modo que el tiempo de permanencia del agua sobre el campo sea lo más uniforme posible, y luego dejarla hasta que se haya aportado suficiente agua para rellenar la zona radicular, lo que se logra con un alto caudal pero no erosivo. Sin embargo, esta práctica incrementa el problema de desagüe porque el flujo de descarga debe mantenerse durante el tiempo de infiltración. El mayor caudal alcanza el final del campo antes pero incrementa tanto la magnitud como la duración el desagüe al pie.

Hay tres opciones disponibles para resolver este problema: 1. Cerrar la descarga inferior para evitar la escorrentía; 2. reducir el caudal de ingreso a una tasa similar a la de infiltración luego de la fase de avance (cutback) o 3. seleccionar un caudal que minimice la suma de la percolación profunda y la escorrentía. Walker, W. 1989

Para la segunda opción se emplean dos caudales, uno mayor de mojado, que alcance el pie en el menor tiempo posible y otro menor de riego que permita infiltrar la lámina de riego deseada. En general se recomienda que, para maximizar la eficiencia, el tiempo de mojado sea la mitad o la cuarta parte del de infiltración (Dulá Navarrete, J., 1961)

En cambio, los pequeños caudales de entrada reducen la pérdidas por desagüe pero incrementan las pérdidas por percolación, y tienen una menor uniformidad de aplicación, pero mayores volúmenes de desagüe en tanto el agua sale de la melga por un tiempo mayor.

El caudal que desagua al pie no necesariamente se debe considerar una pérdida. En algunos casos se puede emplear para el riego más abajo. Incluso, desde el punto de vista regional, los desagües vuelven finalmente al río lo que permite ser aprovechado en áreas de riego aguas abajo.

En la Figura 34 se muestran tres casos de riego superficial: de arriba abajo: un caso de subirrigación; un caso de riego completo y un caso de sobrerriego, y sus respectivos efectos sobre las perdidas por percolación profunda y desagüe al pie (tailwater).

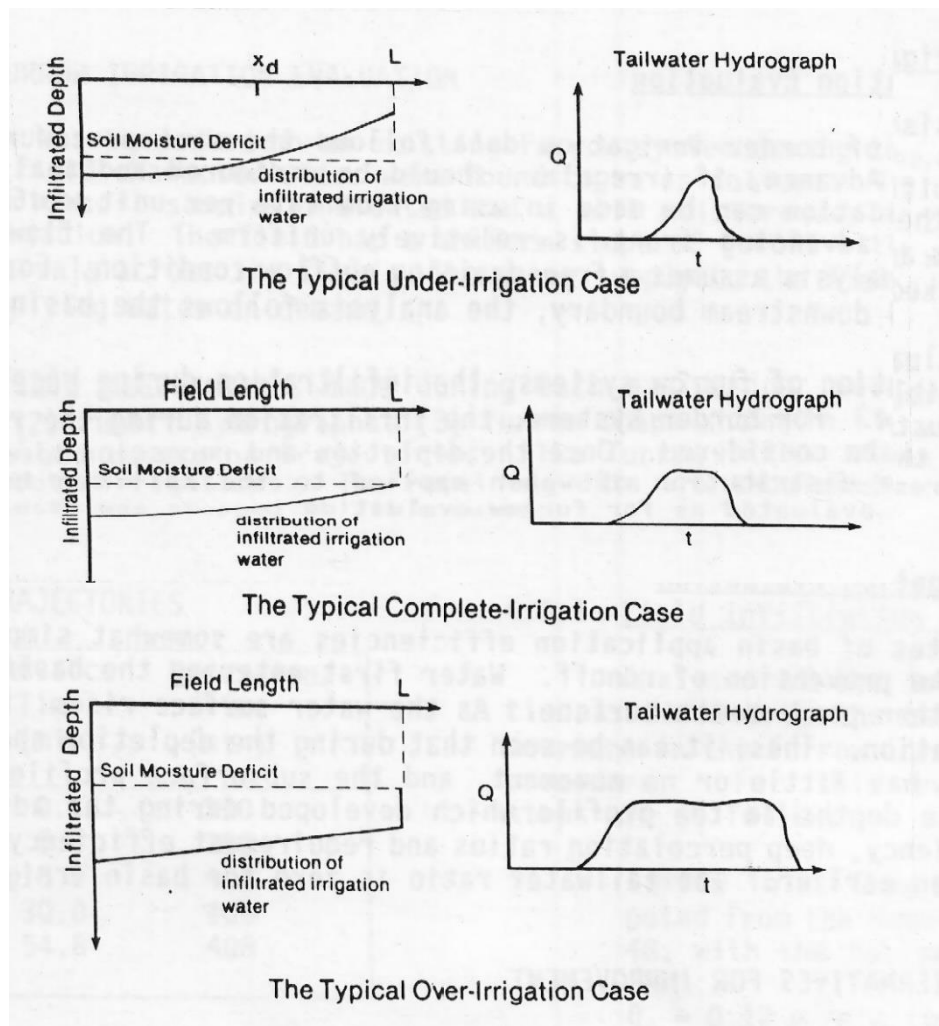


Figura 34. Tres casos de riego superficial (Walker, 1989)

El uso de mano de obra del riego superficial tradicional es alto: se requieren 4 personas por módulo de 30 ha, o una cada 10 ha. Esto, que es un inconveniente en el caso de grandes empresas, con personal empleado, puede no serlo en explotaciones familiares en las que hay mano de obra ociosa temporalmente. Además, este sistema de riego se adapta a superficies pequeñas o grandes sin mayores diferencias de escala.

Sin embargo, una ventaja para algunos cultivos es que no crea condiciones de alta humedad a la altura de las hojas ni de los frutos, por lo que se reduce la incidencia de enfermedades fúngicas y el manchado de los frutos, y no afecta a la polinización.

Dentro de la eficiencia de uso de agua en finca, o eficiencia interna (Chambouleyron) debe considerarse la reposición de la cantidad necesaria de agua en la zona del suelo ocupada por las raíces.

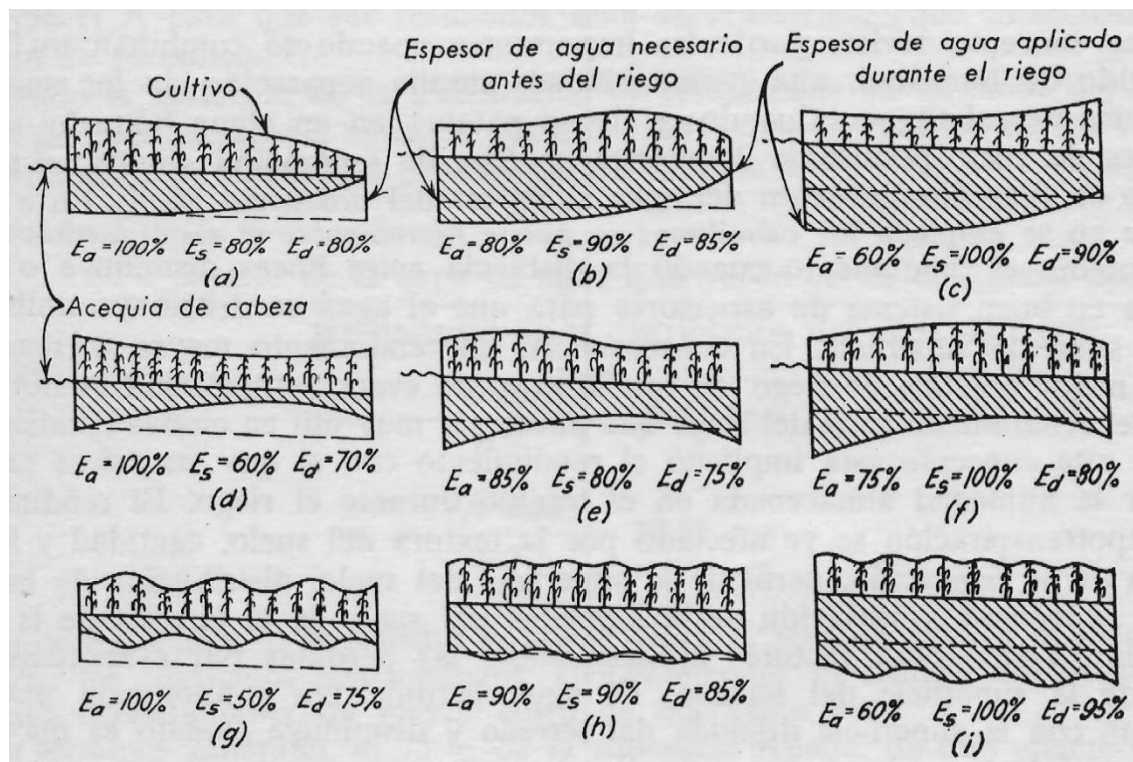


Figura 35. Eficiencias de aplicación E_a ; de almacenamiento E_s y de distribución, y su efecto sobre un cultivo. (Israelsen, 1973)

En la Figura 36 se muestran los efectos de distintas prácticas de riego superficial sobre un cultivo, maíz en este caso.

Las figuras (a), (b) y (c) son ejemplos de cómo varían los rendimientos en función del agua disponible en el suelo, mientras que las figuras (d), (e) y (f) muestran lo que sucede cuando se acumula agua al pie de la melga, en todos los casos con riego de superficie o gravitacional. Las figuras (g), (h) e (i) ilustran el tipo de distribución de humedad que se produce en un riego por aspersión convencional.

Es evidente que, para conseguir una eficiencia de aplicación del 100% se requeriría que el tiempo de mojado o de avance fuera nulo, lo que solo se logra aplicando agua a toda la parcela (o al cultivo) al mismo tiempo, mediante riegos por aspersión o riegos localizados, como goteo.

Los métodos de riego por gravedad tienen un potencial de optimización de un 16 a 21 % respecto a la eficiencia de aplicación, manteniendo una adecuada uniformidad de distribución, superior al 80% (Cuadro 38) (Schilardi, 2017).

Cuadro 38. Eficiencia de aplicación en riego superficial

Método de riego	Eficiencia de aplicación		
	actual	potencial	diferencia
Superficial sin desagüe	64%	80%	16%
Superficial con desagüe	39%	60%	21%

Fuente: Schilardi, 2017

La principal causa de la baja eficiencia en el riego con desagüe es la excesiva pérdida por escurrimiento observada al pie de la parcela. La estrategia recomendada para optimizar este método de riego sería: reducir el volumen del agua escurrida al pie, asegurando el mojado del suelo en la zona de la zona radicular del cultivo considerado. Para ello podrían reducirse los caudales unitarios, regando una mayor cantidad de surcos en forma simultánea, e incluso utilizar la técnica de riego con dos caudales (caudal de avance mayor y caudal de infiltración menor), y manteniendo tiempos de aplicación que aseguren el adecuado mojado de la zona radical

En el riego sin desagüe el mayor problema radica en la excesiva lámina e inadecuada uniformidad de riego, debido a que la pendiente en el sentido del riego determina que el agua se acumule al pie de la parcela, reduciendo las eficiencias de aplicación y distribución. La estrategia a seguir sería disminuir las láminas percoladas y asegurar una adecuada distribución del agua almacenada a lo largo de toda la unidad de riego. Para ello se recomienda asegurar una adecuada nivelación de los suelos y ajustar los: tiempos de aplicación en función del ciclo de cultivo. (Schilardi, 2017)

El riego superficial, por surcos o melgas, es el método que predomina en casi todos los sistemas de riego del país – en Mendoza se emplea en el 90% de su superficie regada - y es el único aplicado por ahora en el sistema de El Sauzal. Dado que se puede suponer que lo que predominará por lo menos a mediano plazo es la producción de alfalfa o pasturas con riego superficial, sería interesante que el INTA u otro organismo de investigación hiciera ensayos buscando una mayor eficiencia de aplicación optimizando las longitudes y pendientes de las melgas según los tipos de suelo, y estudie sistemas de aplicación de agua que optimicen su uso.

10.1.2. El riego en El Sauzal

El riego en El Sauzal tiene, en general, una baja eficiencia de uso de agua, en gran parte por los caudales y tiempos de entrega excesivos, pero también por las deficiencias en la sistematización de los predios, tanto en la nivelación de las parcelas como en las acequias internas.

En la imagen siguiente pueden verse tres casos de aplicación de riego en El Sauzal. En el caso A (chacra VIII-47-1) se está regando en surcos un monte frutal, y el avance del agua es uniforme. En el caso B (chacra VIII-41-1) se aprecia que se está inundando sin mayor control. En el caso C (chacra VIII-35-1) se están regando melgas posiblemente con alfalfa, pero el avance es desuniforme.

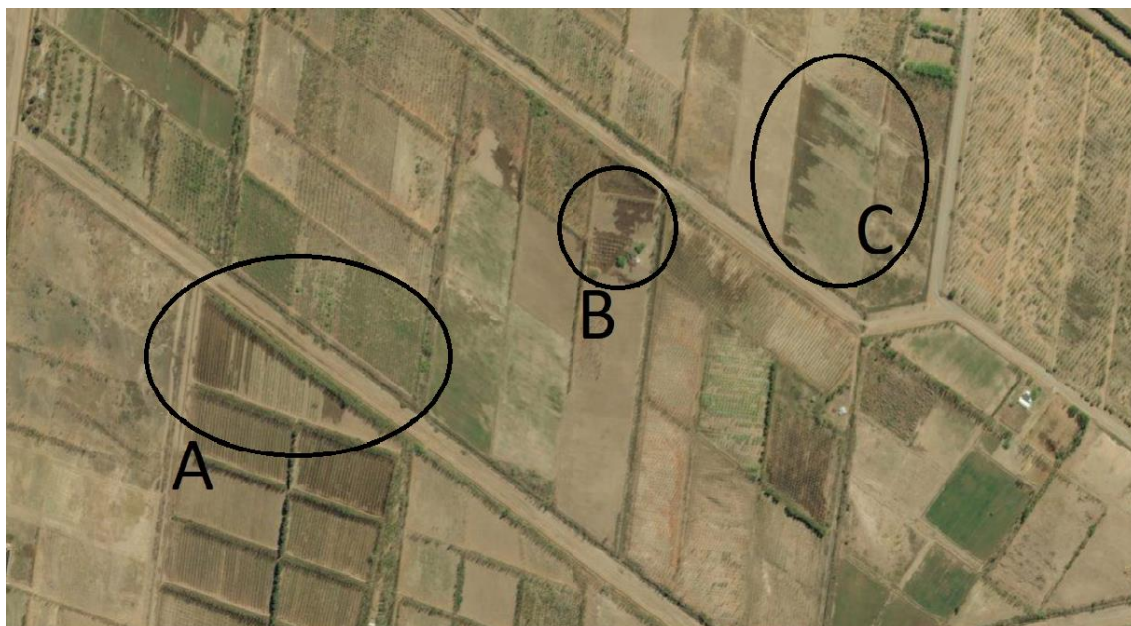


Figura 36. Tres casos de riego en El Sauzal.

10.2. Tecnologías alternativas de riego

10.2.1. Tecnificación del riego superficial

En general, las tecnologías se orientan a lograr grandes caudales de avance, de modo de reducir el tiempo de mojado, y a reducir el uso de mano de obra calificada., lo que en este caso es importante por la dificultad local para contratar personal capacitado en el manejo del riego predial.

10.2.1.1. Uso de sifones.

Si se cuenta con canales elevados, se pueden emplear sifones (tubos plásticos curvados o flexibles) que evitan tener que hacer una acequia de cabecera y abrir y tapar cada surco.

Es un sistema muy empleado en el Valle Inferior del río Colorado. Permite un ahorro de mano de obra, mejor control de los caudales aplicados y un ahorro en mantenimiento de las acequias internas. Permite aplicar dos caudales agregando sifones.

Se ha demostrado que la eficiencia de aplicación en melgas es incluso mayor que en surcos. El riego por sifones en platabanda consumió un 54% menos de agua que el riego por surco. La utilización de platabanda o tablares es factible para regar cultivos que tradicionalmente se han regado por surcos (Sánchez, 2010)

10.2.1.2. Riego con tuberías con compuertas.

Se trata de tuberías que reemplazan las acequias de cabecera que están provistas de tapones o válvulas espaciadas regularmente o la separación de los surcos. Se han utilizado para ello mangas plásticas de polietileno grueso (PE) o de lona, y tuberías rígidas de PVC e incluso de aluminio.

Si bien la eficiencia de uso de agua es relativamente baja, el sistema no requiere mucha presión (entre 0,2 y 0,5 mca). Por lo tanto el gasto total de

energía es bajo e incluso puede evitarse si, con un adecuado diseño de las acequias internas, se asegura la carga hidráulica necesaria.

Este sistema simplifica y reduce significativamente el uso de mano de obra para el riego, logrando una distribución muy eficiente en el agua en el lote.

Al reemplazar acequias internas por mangas o tuberías, se reducen las necesidades de sistematización, se eliminan las pérdidas por conducción, y se puede conducir el agua a presión. Si el agua es de bombeo, puede saltar pequeños desniveles con pendientes negativas. El bajo costo de las mangas de PE las ha convertido en un elemento muy conveniente para el transporte de agua y el riego.

Las válvulas pueden ser usadas tanto en mangas de PE o de lona como en tubos rígidos. El agujereado de la manga se puede hacer previamente e instalar la compuerta en vacío, o realizarla en campo con la manga llena. La gran sección de apertura máxima brinda la posibilidad de un aporte abundante en el surco y su tapa bipoisicional, permite regular el caudal en el surco y ser utilizada como dispersor. Su diseño admite regular el caudal de salida, permitiendo el riego con dos caudales.

En la Figura 37 se muestran los diagramas de descarga teórica de varios modelos de válvulas, y un sistema de mangas con compuertas para riego de maíz.

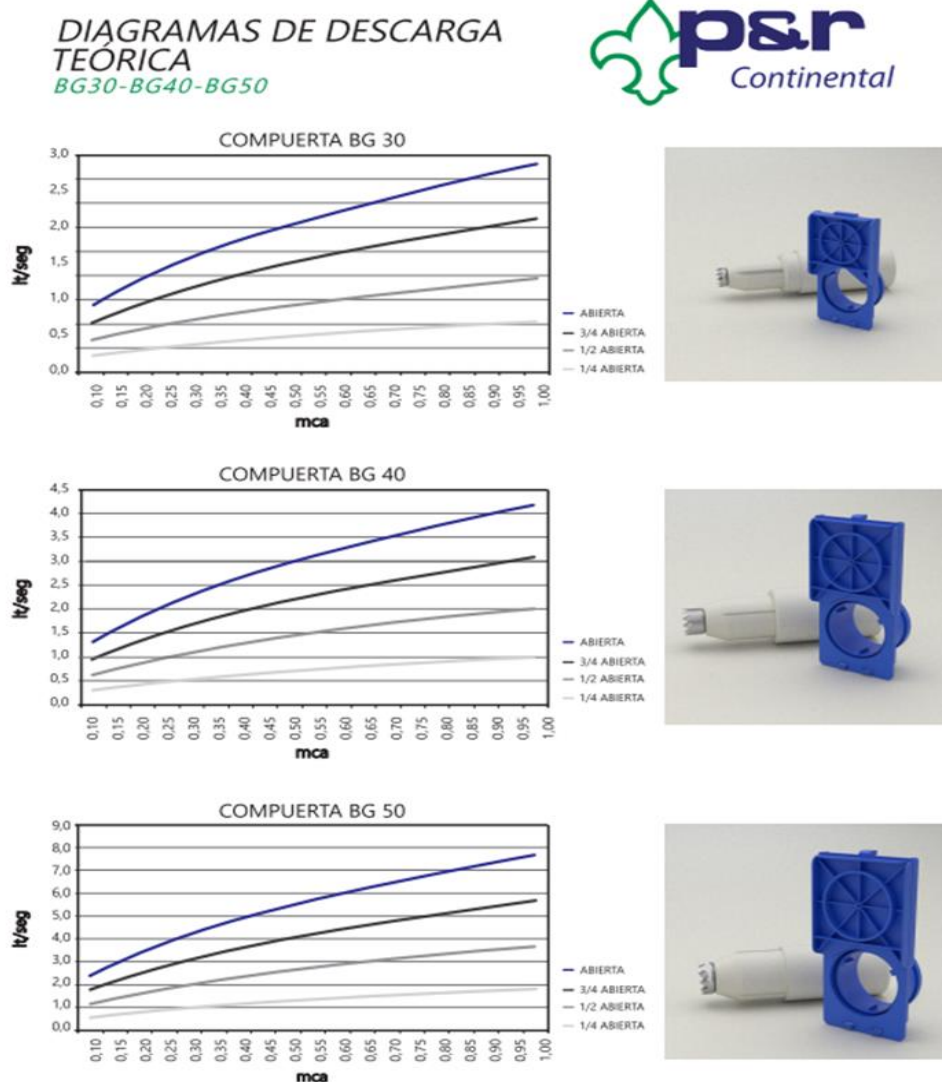


Figura 37. Diagramas de descarga teórica de válvulas para riego por tuberías con compuertas. Gentileza PyR.



Figura 38. Riego con mangas con compuertas. Gentileza PyR.

10.2.1.3. Riego por caudal discontinuo (pulsos):

Es una mejora del riego mediante mangas con compuertas, que simplifica el manejo de dos caudales. Para ello se emplea un dispositivo que riega alternativamente surcos o melgas, acelerando el avance del agua. Requiere cargas de entre 0.27 y 0.40 m.

Consiste en una válvula de tres pasos (cabezal de riego por pulsos) accionada por un controlador electrónico, que distribuye el agua en forma alterna entre dos alas de riego.

Se definen dos etapas. La primera se denomina avance, y su objetivo es lograr el mojado del surco con el fin de igualar la capacidad de infiltración. En esta etapa los tiempos de los pulsos son incrementales. -La segunda, denominada remojo, es donde se logra la aplicación de la lámina de agua deseada. En esta etapa los tiempos de los pulsos son constantes.

Así se logra la aplicación de agua requerida por el cultivo, sin excesos y donde la infiltración es pareja a todo lo largo del surco, minimizando la percolación profunda en la cabecera y evitando el desagüe en el final.

CABEZAL DE RIEGO POR PULSOS *Ficha Técnica*



Figura 39. Cabezal de riego por pulsos. Gentileza PyR.



Figura 40. Riego por pulsos en alfalfa con mangas flexibles. Gentileza PyR.



Figura 41. Riego por pulsos con dos ramales opuestos. Gentileza PyR.

10.2.1.4. Riego con altos caudales.

Es un sistema que se ha aplicado en Santa Nicolasa, Rio Negro, sobre el río Colorado (Pla, 2013) y en Valle Azul.

Se riega mediante compuertas en la cabecera del lote según un modelo australiano, de premoldeados de hormigón con la hoja de goma y marcos de aluminio, y un sistema de elevación por cables con malacate, que funciona como un vertedero de pared ancha con abertura y cierre total cuyas dimensiones son de 1,80 metros de ancho por 0,50 metros de alto.

En los ensayos el tirante de agua fue de alrededor de 0,30 metros sobre el labio del vertedero para un caudal de 500 l/s y se regaban parcelas de 100 metros de ancho por 400 metros de largo.

Se demostró la adaptabilidad de los operarios al sistema y la posibilidad de regar con una persona hasta 40 hectáreas por día. Se obtuvieron distintos resultados de acuerdo a las propiedades de infiltración de los suelos, obteniéndose eficiencias de aplicación superiores al 80% para una lámina requerida de 80 mm.

10.2.2. Tecnologías de riego presurizado

Se trata de sistemas que exigen una presurización mediante bombeo. Si bien su eficiencia de aplicación es alta a muy alta, tienen un consumo de energía considerable.

Además, dada la calidad del agua del río Colorado, requieren algún tipo de decantación y filtrado para reducir la cantidad de sedimentos.

Dado que todos estos sistemas riegan con frecuencia diaria, requieren que en la finca haya un reservorio con una capacidad equivalente al consumo entre turnos de riego. Se puede estimar que para una chacra de 20 ha y un turnado de 8 a 10 días, se requerirían entre 5.000 a 10.000 m³ de capacidad, lo que, estimando un costo de 7 USD /m³ (Provincia de Mendoza, 2016), equivale a entre USD 35.000 y USD 70.000.

Las alternativas que aparecen como técnica y económicamente factibles son el riego por goteo subterráneo y la aspersión fija o móvil.

10.2.2.1. Riego por goteo subterráneo

En el riego por goteo subterráneo (RGS) las líneas de emisores se entierran a profundidades de entre 0,20 y 0,40 m, espaciadas según el tipo de cultivos; en maíz típicamente se colocan a 0,70 m. Una vez enterradas, su duración es de 10 años como mínimo.

Los goteros son autocompensados y antisucción, para evitar que ingresen partículas a la línea. Si bien se han registrado problemas por daño a las líneas por animales (peludos y roedores) y raíces, la reparación es rápida y sencilla.

Es un sistema más eficiente que el riego por aspersión, pues no es afectado por vientos ni evaporación, y tiene un costo energético más bajo. Requiere un filtrado del agua empleada, lo que podría ser un inconveniente en el caso de uso de agua del río Colorado.

Permite además el fertirriego de precisión, pues se puede aplicar el fertilizante en el momento en que el cultivo lo requiere.

Como ejemplos de su aplicación práctica, en la provincia de Córdoba (Alcira Gigena) se han registrado rendimientos de maíz bajo RGS de 14.000 kg/ha.

En el INTA Ascasubi, en el Valle Inferior del río Colorado, se han obtenido en ensayos, rendimientos de maíz (grano) de 18.000 kg/ha, equivalentes a una producción para silo de 30 tn MS/ha. El sistema consiste en líneas a 0.20 m de profundidad, separadas 0.70 m, con goteros de 1 l/h, separados 0.30 m, que aplican 4.7 mm/h.

Pueden ver ejemplos de aplicación de riego por goteo subterráneo en alfalfa y maíz en los siguientes sitios:

<https://www.youtube.com/watch?v=jCVb9sIYwdQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=IVyu2NdBfGE>

<https://www.youtube.com/watch?v=9V7IeC3oqi8&t=64s>

https://www.youtube.com/watch?v=5bPadVw96_Q&t=38s

10.2.2.2. Riego por aspersión fijo:

El riego por aspersión fijo requiere la instalación de un sistema de tuberías enterradas o superficiales con salidas para los aspersores, que deben sobresalir por encima del cultivo.

Esto requiere un diseño cuidadoso de la instalación para asegurar una cobertura total y a la vez facilitar la mecanización, especialmente en el caso de la alfalfa.

Su consumo de energía es alto, y requiere algún tipo de decantación del agua para reducir la cantidad de sedimentos, que pueden erosionar las toberas y aun obstruirlas.

Su uniformidad de aplicación se ve afectada por los vientos, y en condiciones de alta sequedad ambiental las pérdidas por evaporación pueden ser importantes.

10.2.2.3. Equipos móviles de aspersión

Hay en el mercado alas regadoras o avances frontales de pequeñas dimensiones, que podrían adaptarse a las dimensiones de las chacras. Pueden tomar agua de una acequia o ser alimentado mediante una manguera enrollada.

Tienen el inconveniente de que, en general, requieren una fuente de energía autónoma (con un motor térmico) en la torre de avance, y su consumo de energía es elevado.

En las Figuras 42, 43 y 44 se muestran algunos tipos de equipos móviles de aspersión.



Figura 42. Lateral desplazable frontal. Gentileza RKD.



Figura 43. Lateral desplazable alimentado por manquera enrollable. Gentileza RKD.



Figura 44. Lateral autopulsado alimentado desde acequia.
Gentileza Lindsay.

10.3. Eficiencias y costos de distintos sistemas de riego

Se presentan las eficiencias de riego, los costos de inversión por ha y las necesidades de mano de obra de algunos sistemas de riego. Los costos de energía fueron tomados de Bongiovanni, 2012 o estimados (Cuadro 39).

Cuadro 39. Eficiencias y costos de distintos sistemas de riego

Tecnología de riego	Eficiencia	Costo de inversión	Necesidad de Mano de obra	Costo de energía	Fuente:
		USD/ha	jornales/ha/año	USD/m3	
Riego convencional	43%		20-30	0	Morabito, 2011
Sistematización mejorada:	68%	350	11	0	Morabito, 2011
Caudal discontinuo:	75%	600	9	0.01	Morabito, 2011
Riego por goteo:	85%	2750	3	0.02	Morabito, 2011
Riego por goteo subterráneo	90%	3500	3	0.02	Netafim, 2023
Aspersión fija	80%	2500	6	0.05	Netafim, 2023

Fuente: citadas en Cuadro

10.4. Riego presurizado colectivo

10.4.1. Sus factibilidad en El Sauzal

La topografía de la región haría factible la construcción de una red de riego presurizado gravitacional en El Sauzal, alimentada desde reservorios en la meseta próxima, que podrían ser alimentados por bombeo desde el canal principal de la Ampliación de El Sauzal.

La diferencia de altura entre el valle y la meseta es de unos 30 m, en una distancia de menos de 1.000 m, por lo que la pérdida de carga en una tubería bien diseñada sería baja. Esta diferencia de altura corresponde a una presión de 3 kg/cm².

Esta diferencia de presión podría ser suficiente para aspersores de media o baja presión, o en sistemas de riego localizado.

Los aspersores de media presión requieren entre 3 y 4 kg/cm², con un alcance de 10 a 16 metros. Los de baja presión: requieren entre 1 y 2 kg/cm², por lo que pueden llegar a dispersar agua hasta unos 10 metros. Si bien su alcance es menor, son la mejor alternativa para parcelas pequeñas, donde no se necesite abarcar una gran superficie para mantener hidratados suelos y plantaciones. (Grupo Chamartin S.A. CHAMSA - Sistemas de Riego Agrícola)

Los sistemas de riego localizado requieren presiones de menos de 2 kg/cm², a lo que hay que agregar la presión necesaria para el filtrado.

10.4.2. Costo de bombeo e inversión

Se hizo una evaluación de los posibles costos de un sistema de riego presurizado colectivo, sobre la base del consumo actual, con la misma distribución de cultivos y superficie. Se empleó la tarifa eléctrica del ENRE para grandes usuarios, de febrero/2023, llevada a USD oficial (Cuadro 40)

Cuadro 40. Costo de bombeo de sistema presurizado colectivo

Mes máxima demanda	diciembre		
Demanda neta	hm3/mes		2.674
Eficiencia total			0.80
Demanda bruta	hm3/mes		3.343
	m3/s		1.25
horas valle	horas/día		19
Caudal proyecto	m3/s		1.58
redondeo	m3/s		1.50
Altura bombeo	m		50
Caudal pico	l/s		1,500
	m3/h		5,400
g	m/s2		9.8
Volumen bombeado	m3/año		13,437,992
Eficiencia total			0.80
Demanda bruta	m3/año		16,797,490
Equipo bombeo			
Eficiencia bombeo			0.60
Potencia bruta	kW		1,225
Consumo total	kWh		3,048,433
Tarifa eléctrica	ENRE febrero/2023		
Tipo de cambio	\$/USD		\$ 190
Cargo Fijo	\$/kW		\$ 738.75
	USD/kW		USD 3.89
Cargo Variable Valle	\$/kWh		\$ 13.10
	USD/kWh		USD 0.07
Costo de energía			
Costo fijo	USD		USD 4,763.01
Costo variable en valle	USD		USD 210,181.46
Costo total	USD		USD 214,944.47
Costo unitario	USD/m3		USD 0.016
	USD/mm		USD 0.160

Fuente: Elaboración propia

El costo de la energía eléctrica para bombeo, (con tarifa Grandes usuarios ENRE, febrero/2023) resulta de USD 0.16/mm o USD 0.016/m3.

Se hizo una estimación aproximada del costo de inversión total de un sistema presurizado colectivo para El Sauzal, que incluye la estación de bombeo, el reservorio y la red de distribución, con tuberías, válvulas, cámaras de entrega, etc. (Cuadro 41).

Para ello se utilizó información de Casa de Piedra para la estación de bombeo (Diario Región, junio/2012), del Proyecto Chimbas, Mendoza para el reservorio (DGI, Mendoza, 2016) y del Proyecto Lules (ya ejecutado) para la red de distribución (PROSAP, Tucumán, 2005).

Cuadro 41. Costo de inversión estimado de sistema presurizado colectivo

Ítem	Costo (USD/ha)	Fuente
Estación de bombeo	USD 5,000	Casa de Piedra (2012)
Reservorio	USD 1,000	Chimbas, Mendoza (2016)
Red de distribución	USD 6,000	Lules, Tucumán (2005)
Total	USD 12,000	

Fuente: en el Cuadro

El costo de inversión total alcanzaría los USD 12.000 /ha. Se estima el costo de mantenimiento anual en un 3% del total, o sea unos USD 360/ha.año.

11. La economía de la producción.

11.1. Las unidades de producción de 1966

El Proyecto de Desarrollo agrícola en Colonia 25 de Mayo (DATASA, 1966) proponía una unidad de producción de 50 ha., con 40 ha bajo riego, de las que 27 ha serían de alfalfa para engorde de ganado o industrialización, y 13 ha de hortalizas, manzanas y vid., cuyos ingresos, egresos y utilidad una vez totalmente desarrollada serían los presentados en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Ingresos, gastos y utilidad de una unidad de explotación

	Pesos de 1965	Pesos de marzo/2023	USD de marzo/2023
Ingresos	3,088,400	42,132,908	USD 105,332
Gastos	1,289,074	17,585,946	USD 43,965
Utilidad	1,799,326	24,546,962	USD 61,367
Utilidad / ha (40 ha)	44,983	613,674	USD 1,534

Fuente: DATASA, 1966

11.2. Modelos de producción 2022

A los fines de comparación, se evaluaron los márgenes brutos de tres modelos de producciones bajo riego – alfalfa, maíz y recría bovina - siguiendo el modelo del Boletín Económico del INTA 25 de Mayo (INTA, 2022). El precio del dólar es el empleado por INTA: 1 USD = \$ 152.80 , a septiembre/2022.

El modelo de INTA riega por pivote, por lo que se reemplazaron su costos por los de un riego superficial. Se estimó que el costo de la mano de obra para el riego superficial es de 8 jornales/ha.año a \$ 5.000/jornal. Los costos resultantes se presentan en el Cuadro 43.

Cuadro 43. Costo de riego por pivote y superficial

Método de riego	Pivote (INTA)		Superficie
Modelo de producción	Maíz	Alfalfa	
Lámina en mm	780	1100	
Costos de riego	\$/ha		
Mantenimiento	4,737	4,737	4,000
Mano de obra	7,487	7,487	40,000
Energía	13,599	19,100	
Amortización	26,740	26,740	
Canon de riego	4,126	4,126	3,890
Movilidad	2,292	2,292	
Total	58,981	64,482	47,890

Fuente: INTA (2022) y elaboración propia.

Los márgenes brutos de los tres modelos de producción, con riego por pivote y por superficie, se presentan en el Cuadro 44.

Cuadro 44. Modelos de producción de alfalfa, maíz y recría bovina

Riego por pivote (INTA)				
Modelo de producción		Alfalfa ponderado	Maíz	Recría
Labores	\$/ha	158,540	41,432	54,757
Riego		64,482	58,981	64,482
Semilla		4,277	22,913	
Sanidad				8,400
Ración maíz				184,410
Agroquímicos		5,554	12,693	3,072
Fertilizantes		27,373	76,222	17,108
Comercialización				1,062,323
Costo Total	\$/ha	260,226	212,241	1,394,552
Ingreso bruto	\$/ha	335,800	375,650	1,571,700
Precio	\$/tn	23,000	34,150	
Rendimiento	tn/ha	14.6	11	
Venta recría	\$/ha			1,571,700
Margen bruto	\$/ha	75,574	163,409	177,148
Incidencia de riego en costos		24.8%	27.8%	4.6%
Incidencia de canon en costos		1.6%	1.9%	0.3%
Riego de superficie				
Modelos para riego de superficie		Alfalfa ponderado	Maíz	Recría
Costo INTA	\$/ha	260,226	212,241	1,394,552
Riego pivote	\$/ha	-64,482	-58,981	-64,482
Riego superficie	\$/ha	47,890	47,890	47,890
Costos adicionales	\$/ha			
Surcado	UTA/ha		4,413	
Costo Total		243,634	205,563	1,377,960
Ingreso bruto		335,800	375,650	1,571,700
Margen bruto		92,166	170,087	193,740
Incidencia de riego en costos		19.7%	23.3%	3.5%
Incidencia de canon en costos		1.6%	1.9%	0.3%

Fuente: INTA (2022) y elaboración propia.

El modelo de recría es similar al implementado en una empresa de la zona (Ventrencó). Se compran terneros de 130 kg y se engordan hasta 260 kg, con pastoreo de praderas y encierre nocturno, con ración de maíz y heno de alfalfa.

El margen bruto total de la alfalfa se consideró ponderando los de 1 año de implantación y 4 años (años 2 a 5) de cultivo. El maíz se riega por surcos, lo que requiere labores adicionales de surcado.

La comercialización del modelo de recría comprende la compra de terneros, los gastos de compra y venta de hacienda y la amortización de la pastura.

11.2.1. Resultado de explotación de una chacra de 23 ha

Se calculó el resultado de la explotación de una chacra tipo de 23 ha totales, con 20 ha bajo riego, superficial si se aplican estos modelos. El resultado surge de restar al margen bruto de 20 ha los costos de estructura (Cuadros 45 y 46).

Cuadro 45. Costos de estructura para chacra de 23 ha

Ítem	unidad	precio	unidad	cantidad	\$/año
Peón rural	\$/meso	120,000	mes	13	1,560,000
Gastos varios	\$/meso	30,000	mes	12	360,000
Canon riego	\$/ha.año	3,383	ha	23	77,809
Costo riego	\$/ha	-47,890	ha	20	-957,809
Total					1,040,000

Fuente: Elaboración propia.

El costo de estructura comprende todos los gastos fijos de la chacra, que en este caso incluyen a un peón especializado permanente que se ocupa del riego y de la limpieza y mantenimiento de las acequias internas, cupo de limpieza y tareas generales y ,gastos varios (movilidad, impuestos, servicios, contador, etc.). Al total se le restó el costo del riego por superficie que ya está incluido en los costos del cultivo, ya que el riego se realiza con personal propio y se evita duplicar el costo del canon de riego.

Cuadro 46. Resultado de explotación de modelos de producción

Modelo de producción		Alfalfa ponderado	Maíz	Recría
Superficie	ha	20	20	20
Margen bruto	\$/ha	92,166	170,087	193,740
	\$/año	1,843,311	3,401,734	3,874,791
Costo de estructura	\$/año	-1,040,000	-1,040,000	-1,040,000
Resultado de explotación	\$/año	803,311	2,361,734	2,834,791
	USD/año	USD 5,257	USD 15,456	USD 18,552
	USD/ha.año	USD 263	USD 773	USD 928

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los márgenes brutos del modelo de maíz y de recría bovina duplican o poco más el MB de la alfalfa, pero el resultado de explotación de esta última es de alrededor de la tercera parte de los anteriores, debido a la incidencia del costo de estructura.

El resultado de explotación actual es, en el mejor de los casos, entre el 50% y el 60% de la utilidad proyectada en el año 1966.

El ingreso mensual de un productor en estas condiciones, a valores de septiembre/2022, se presenta en el Cuadro 47.

Si en la chacra trabaja algún miembro de la familia, puede asumir las tareas del peón, con lo que el ingreso familiar se incrementa en un valor equivalente al salario del empleado.

Cuadro 47. Ingresos mensuales del productor

Modelo de producción		Alfalfa ponderado	Maíz	Recría
Resultado de explotación	\$/año	803,311	2,361,734	2,834,791
Ingreso mensual con mano de obra contratada				
Resultado de explotación	\$/mes	66,943	196,811	236,233
	USD/mes	USD 438	USD 1,288	USD 1,546
Ingreso mensual sin mano de obra contratada				
Equivalente salario peón	\$/mes	120,000	120,000	120,000
Ingreso total	\$/mes	186,943	316,811	356,233
	USD/mes	USD 1,223	USD 2,073	USD 2,331

Fuente: Elaboración propia.

Se puede comprobar que la rentabilidad del cultivo de alfalfa es baja en relación con las otras alternativas. Esto se debe entre otras cosas al alto costo

de producción de fardos, que, en el caso de realizarse con contratista, lleva el 50% de lo producido, y a la alta incidencia de los costos de estructura.

En una chacra de 20 ha bajo riego, por su escala, es muy probable que sus ingresos no cubran todas las necesidades de una familia, tal como se había proyectado en 1966, por lo que sus integrantes deben tener otros ingresos extra prediales, como fuente principal o secundaria.

Sin embargo la rentabilidad de la producción de alfalfa podría mejorarse si las superficies explotada fuera mayor, diluyendo así los costos de estructura.

11.2.2. El valor de la tierra y su rentabilidad

Se procuró determinar cuál sería el valor actual de la tierra en base a los valores atribuidos al capital fundiario por DATASA en 1966, ponderando 40 ha sistematizadas y 10 ha no, y el valor atribuido a la tierra con mejoras 19 años después. Los valores se actualizaron a marzo/1923 mediante el IPC INDEC, con el dólar paralelo a esa fecha (1 USD = \$ 400) (Cuadro 48)

Cuadro 48. Valores de la tierra actualizados a marzo/2023

Concepto	Superficie.	Valores en moneda de cada año			Valor tierra
	ha	\$ de 1966	\$ de mar/23	1 USD=\$400	ha
Capital fundiario en 1965	50	3,300,000	136,423,094	USD 112,549	USD 2,251
Tierra sistematizada	40	3,200,000	150,065,403	USD 109,138	
Tierra no sistematizada	10	100,000	286,488,497	USD 3,411	
Tierra y mejoras en 1980	50	10,000,000	136,423,094	USD 341,058	USD 6,821

Fuente: DATASA, 1966 y elaboración propia

El capital fundiario puede considerarse como el valor de la tierra de una chacra libre de mejoras, tal como fueron entregadas en su momento y que actualmente el EPRC adjudica a un valor de USD 2.000 / ha (EPRC, 2023). El valor de la tierra y las mejoras en 1980 se aproxima a los valores actuales de mercado de las chacras (USD 6.000 / ha).

Se estimó cual sería la rentabilidad actual de las explotaciones modelo, suponiendo que la tierra tiene el valor atribuido por el EPRC (USD 2.000 / ha) y el precio de mercado (USD 6.000 / ha) para una finca de 23 ha totales de la que se riegan 20 ha (Cuadro 49)

Cuadro 49. Rentabilidad actual de la tierra

Modelo de producción		Alfalfa ponderado	Maíz	Recría
Resultado de explotación	USD/año	USD 5,257	USD 15,456	USD 18,552
Valor tasación EPRC	USD/ha	USD 2,000		
	USD total	USD 46,000		
Rentabilidad		11%	34%	40%
Valor de mercado	USD/ha	USD 6,000		
	USD total	USD 138,000		
Rentabilidad		4%	11%	13%

Fuente: Elaboración propia

La rentabilidad actual es de un 4% en el caso de la alfalfa, y alrededor del 12% para los modelos propuestos de maíz y de recría bovina. Como comparación, el Banco de la nación utiliza en la provincia de La Pampa una tasa de capitalización del 5% al 6% para la tasación de tierras a partir de su renta neta, (BNA, 1952).

Se hace la salvedad de que el INTA elaboró estos modelos en base a los resultados de explotaciones de la zona con superficies importantes regadas por pivote. Durante la recorrida sólo se vieron chacras con alfalfa para fardos, pero no se tuvo conocimiento de que hubiera explotaciones con estos modelos en chacras típicas de la colonización de El Sauzal, o al menos no en esta escala.

De todos modos el análisis sirve como base para proponer modelos de diversificación con costos de capital de trabajo moderados y que tengan ingresos Enel mismo ciclo productivo.

Estas rentabilidades sugieren que esta explotación puede ser una alternativa muy interesante como inversión personas que cuenten con otros ingresos, como profesionales, comerciantes o petroleros.

En muchos casos, las situación de abandono o subexplotación de algunas chacras puede atribuirse a la falta de capital de trabajo de sus propietarios, aunque la rentabilidad de algunos modelos parece ser interesante. Una alternativa a considerar, teniendo en cuenta el tipo de producción a la que se está orientando el área bajo riego, sería favorecer la aplicación del modelo de arrendamiento usual en la región pampeana, en la que una parte aporta la tierra y la otra realiza todas las áreas de siembra, cuidado y cosecha, más el riego en este caso.

El EPRC podría colaborar, como en algunos casos ya lo hace, aportando la maquinaria para desmontar aquellos lotes con plantaciones abandonadas.

Se debería además promover la actividad de contratistas para las tareas culturales y de cosecha. Aunque los costos parecen altos – en el caso de la alfalfa el contratista cobra el 50% de lo producido - es una alternativa viable para aquellas explotaciones que no cuentan con suficiente maquinaria propia.

11.2.3. El costo del agua

La incidencia del costo del riego en los costos de producción de los modelos con riego pivote es de entre un 20% y un 28%, mientras que en los modelos con riego de superficie es de entre 15% y 23%. El costo de riego en el caso del riego superficial es de sólo un 5% menor, ya que si bien no tiene costos de amortización y de energía, la incidencia de la mano de obra es mayor. (Cuadro 44)

El canon de riego tiene una incidencia mínima en el resultado económico de la explotación, que no supera el 2%. (Cuadro 44).

Su valor para la temporada 2022/23023 es de \$ 3.383 /ha.año (EPRC, 2023), que es la mitad del valor del canon de riego estimado en 1965 que a valores actuales, sería de \$ 6.550 / ha.año (DATASA, 1966). En comparación, en otras áreas de riego de similares características (Río Negro, Mendoza) su valor actual es de entre \$12.000 y \$17.000 /ha.año.

12. Alternativas productivas

12.1. Interacción entre pequeños y grandes productores

La llegada de grandes empresas agroindustriales aportó a la región capital humano altamente capacitado, nuevos conocimientos productivos y grandes avances tecnológicos. Estas empresas integran una Cámara de Regantes, cuyos miembros son Zille SA, AB Agro SA, Luis Arceo SRL, Ventrencó SA y Establecimiento Curacó.

. Su presencia no ha sido bien aprovechada, ya que no parece que se hayan explotado adecuadamente las complementariedades y potenciales sinergias entre estas empresas y los pequeños productores.

Las grandes empresas podrían proveer su tecnología, sus conocimientos, insumos e incluso maquinaria para procesamiento o cosecha, y los pequeños productores podrían proveerlas de materias primas.

Tal podría ser el caso de la empresa que produce pellets y cubos de alfalfa para exportación, que podría abastecerse de parte de su materia prima en la Colonia El Sauzal, o el de la cría de terneros, cuyo mercado puede ser el feed-lot instalado en la Sección V.

La ganadería bajo riego podría crear un cluster muy interesante, que incluiría no solo a los recriadores y engordadores sino también a los productores de maíz para grano o silaje, de heno de alfalfa e incluso de otros productos nuevos como remolacha forrajera, y a los subproductos de bodegas, fruticultura, etc.

Habría otras alternativas, como las viñas para vino, con destino en la Bodega del Desierto, y producción de nueces u otros frutos secos sobre suelos apropiados.

12.2. Alternativas productivas

12.2.1. Fruticultura tradicional

La estructura de cultivos de El Sauzal, donde en el año 1989 la fruticultura y la horticultura eran lo preponderante, se ha orientado hacia la alfalfa como productora de forraje.

Este proceso, en otra escala, también está teniendo lugar en el Alto Valle de Rio Negro. Esta región, la gran productora de peras y manzanas, está reconvirtiendo una superficie importante a pasturas y ganadería, promovida por la caída de la rentabilidad de la fruticultura y por los buenos precios de la carne en la zona protegida por la barrea sanitaria. Es un retorno al ciclo de la alfalfa con el que comenzó el riego en el Alto Valle, a principios del siglo pasado, y que culminó en 1930 con el inicio del ciclo de la fruticultura fomentado por el ferrocarril en un interesante proceso, en el que aportó tecnología a través de una red de extensionistas y la creación de una gran estación experimental en Cinco Saltos, y la creación de galpones de empaque en las estaciones y una red comercial que se extendía internacionalmente mediante la AFD (Argentine Frui Distributors) (Vapnarsky, 1983),

La actividad frutícola ha quedado en manos de empresas medianas y grandes integradas, con empaque, frigoríficos, exportación y comercialización

interna y externa que procesan su propia fruta y en un grado menor la de proveedores elegidos, por un problema de calidad. El esquema lo complementan la industrias jugueras y de sidra que procesan las fruta de descarte y caída. Argentina es muy competitiva internacionalmente en pera, pero ya no en manzana, donde otros países del Hemisferio Sur, como Chile y Sudáfrica, llegan a más mercados con fruta comercialmente más requerida por su color intenso, que no puede lograrse en el Alto Valle.

Los pequeños productores tienden a desaparecer, reconvirtiéndose a otra actividad o incorporando sus chacras a urbanizaciones o zonas recreativas. De hecho, la superficie con fruticultura del Alto Valle paso de 50.000 ha en la década de 1990 a 30.000 ha actualmente.

12.2.2. Frutos secos y otros

Se han propuesto otras actividades intensivas como frutos secos (pistachos, avellanos, almendros), olivos, frutas de carozo, etc. pero no todos se adaptan a las condiciones climáticas de la región.

La existencia de fenómenos climáticos aleatorios como heladas tardías y granizo hacen necesario que en cultivos de gran valor se deban tomar costosas medidas de protección. Como comparación, en el Alto Valle una hectárea de manzano o pera con riego de doble propósito (riego y protección de heladas) y malla antigranizo requiere una inversión de USD 40.000 /ha

Hay una experiencia con 90 ha de nogales Chandler de 14 años de edad, que producen alrededor de 3.5 tn/ha de nueces, procesadas en el mismo establecimiento. Estos nogales han sido plantados en una zona de costa, con suelos profundos, que no son frecuentes en la región.

Este tipo de cultivo intensivo requiere una gran inversión y tienen un largo plazo para entrar en plena producción. Además, necesitan abundante mano de obra para las tareas culturales y especialmente para la cosecha, la que es muy difícil de conseguir en la región por la competencia de la actividad petrolera, que ofrece salarios muy altos. Esto además eleva el costo de vida de las localidades de la región, afectando el poder adquisitivo de quienes están fuera de la lógica de los hidrocarburos.

12.2.3. Horticultura

La horticultura comprende actividades con rápida entrada en producción, de valor agregado regional y rentables. En 25 de Mayo no parece conveniente la producción de hortalizas de hoja o de consumo inmediato, como el tomate y pimiento, salvo en pequeña escala para consumo local, por la competencia en otros mercados regionales de la producción de Mendoza y el Alto Valle. Sin embargo podría intentarse la producción de productos que no sean perecederos y que tengan un ciclo de cultivo dentro de la temporada de riego, como cebolla, papa y cucurbitáceas. De todos modos, la producción de ese tipo de hortalizas está en general limitada a agricultores especializados (los procedentes de CORFO y e IDEVI para cebolla, por ejemplo) que suelen arrendar los lotes por uno o dos años, y sus resultados están sujetos a un ciclo de precios muy poco previsible.

12.2.4. Ganadería intensiva

Ya en el proyecto original (DATASA, 1966), al determinar las líneas de producción de la zona, se propuso una como experiencia nueva la producción ganadera intensiva.

Actualmente varios técnicos consultados han propuesto, como una alternativa muy interesante, la cría de terneros. El centro y oeste de la provincia de La Pampa es una vasta zona de cría, que produce terneros que a su destete pueden ser llevados, en chacras bajo riego, a un peso de entre 220 y 250 kg y que luego pueden terminarse en feed-lot o directamente con grano. Hay mucha experiencia en la zona, donde existen grandes explotaciones, que se dedican a esta actividad (Ventrecó, Curacó, AB Agro, Arceo, etc.).

La evaluación económica realizada en base a información del INTA 25 de Mayo (INTA, 2022) muestra que la actividad de cría podría ser rentable aun en unidades productivas de 20 ha como las de la Colonia El Sauzal

La presencia de la barrera sanitaria anti aftosa, que impide mover animales o carne con hueso al sur del río Colorado, es una restricción económica importante pues la posición geográfica de 25 de Mayo obliga a un doble movimiento de hacienda a distancias del orden de cientos de km hacia y desde 25 de Mayo al norte y este. Sería interesante que en algún momento se discuta si la barrera cumplió realmente su finalidad de permitir exportar cantidades significativas de carne a países que exigen procedencia libre de aftosa sin vacunación.

12.2.5. Cereales

Otra alternativa son los cereales, especialmente maíz tanto para grano como para ensilado, como complemento del engorde de ganado vacuno. Si bien requieren el uso de cosechadoras y picadoras de gran porte que deben trasladarse desde más de 300 km, su movimiento podría justificarse si hubiera superficies importantes para trabajar. Como en el caso de la cría, el resultado económico de esta actividad parecería ser interesante en chacras de 20 ha.

12.2.6. Alfalfa

En la actualidad aparece la implantación de pasturas, y especialmente alfalfa, como la alternativa más conveniente en cuanto a una aplicación en gran escala. La alfalfa puede ser destinada tanto a pastoreo directo o ensilado en la chacra, como a rollos y fardos para su venta dentro y fuera de la región, e incluso a su transformación en cubos y pellets para exportación.

El enfardado es el costo de producción más importante, pues supone entre un 45% y un 50% del ingreso bruto. Esto implica que, para diluir los costos fijos (gastos de estructura), la superficie en producción deba ser importante, superando el promedio de 20 ha de las chacras.

El método de riego tradicional en El Sauzal es el de inundación en melgas de un ancho que es múltiplo del ancho de la maquinaria de cosecha, y un largo generalmente limitado por la geometría y el diseño de los cuadros. Este método es de baja eficiencia, aunque en parcelas correctamente niveladas y emparejadas puede alcanzar el 65%, y que puede mejorarse con métodos como el riego por pulsos, con altos caudales, y el uso de sifones.

Se han propuesto otros métodos que, generando una aplicación más uniforme del agua, logran eficiencias de aplicación superiores al 80%. Para el caso de parcelas de estas dimensiones y cultivos de cobertura total, se ha sugerido el riego por aspersión con instalaciones fijas, o el riego por goteo subterráneo. En ambos casos, el costo de instalación es alto, del orden de los USD 4.000 o 5.000 /ha y además requieren el uso de energía para bombeo, lo que incrementa mucho los costos operativos.

Dado que, por todos los motivos anteriores, se puede suponer que lo que predominará por lo menos a mediano plazo es la producción de alfalfa con riego gravitacional, sería interesante que se realizaran ensayos para optimizar las longitudes y pendientes de las melgas según los tipos de suelo, y se prueben técnicas de riego que mejoren la eficiencia de aplicación de agua al suelo. En CORFO Rio Colorado se han desarrollado experiencias en este sentido, que han llevado a un uso extendido de sifones de riego en la región.

13. Entrevistas y visitas

Como parte del presente trabajo, se realizó una visita a la región en la que se ubica la Colonia 25 de Mayo.

Se realizó un reconocimiento expeditivo del sistema de riego de El Sauzal, entrevistando a varios productores de esta zona.

Si bien el este trabajo se limitaba a la Colonia El Sauzal y su Ampliación, se visitaron también explotaciones agroindustriales situadas en la Sección V del del SAM 25 de Mayo, con esquemas de producción tecnológicamente avanzados, para tener una mejor idea de las potencialidades productivas y económicas de la región.

Se realizaron entrevistas con técnicos del INTA en 25 de Mayo y en el Alto Valle de Río Negro y funcionarios de la Secretaría de Fruticultura y el Departamento Provincial de Aguas de la provincia de Río Negro.

13.1. Visitas a emprendimientos agropecuarios

13.1.1. Chacra de José Garay

El Sr. Garay tiene una chacra de 20 ha donde hace alfalfa para fardos. Produce unos 140 fardos/ha/corte en 4 a 5 cortes (700 fardos/ha/año).

13.1.2. Chacra de Alfredo Martínez

Se visitó luego la chacra de Alfredo Martínez, donde se produce pera (3 ha) y manzana (14 ha). Tiene montes en espaldera de pocos años, con variedades de amplia aceptación en el mercado, que estaba cosechando en el momento de la visita. Esta parece ser la única chacra en la que se hace una fruticultura comercial competitiva. Su propietario es un productor integrado que tiene galpón de empaque en Villa Manzano, Río Negro, y otras chacras en San Patricio del Chañar en Neuquén, a unos 150 km de 25 de Mayo.

13.1.3. Chacra de Bava

Los Sres. Claudio y Jonathan Bava (padre e hijo) tienen dos chacras de 40 ha en total donde hacen alfalfa para fardos. Cuentan con una corta-hileradora-acondicionadora moderna, y enfardadoras lo que les permite producir fardos de muy buena calidad que venden en todo el país. Producen unos 140 fardos/corte/ha en promedio, en 4 – 4.5 cortes anuales (unos 500 a 600 fardos/ha/año).

La chacra está sistematizada en melgas de 25 m de ancho por 200 m de largo, y riegan de a 2 o 3 al mismo tiempo, regando así unas 4/5 ha/día.

Tienen además una empresa de movimiento de suelos que trabaja para las empresas petroleras.

13.1.4. Chacra de Bustos

Los Sres. Nilo y Renzo Bustos (padre e hijo) hacen 25 ha de alfalfa para fardos. Producen unos 80 fardos/ha/corte en 4 – 5 cortes anuales (300 / 400 fardos/ha/año)

Cuentan con el equipamiento adecuado para enfardado (tractor, cortadora-hileradora, enfardadora) y para preparación del suelo (rastra de 12

discos, emparejadora rústica). Señalaron que el costo de emparejamiento del lote con rastra es de unos \$ 12.000 a 15.000 /ha (USD 30 a 40 /ha)

La chacra está sistematizada en melgas de 16 m x 100 m, y riegan cada una en 2,5 horas. No aclararon cuantas melgas riegan simultáneamente, pero puede suponerse que lo hacen de a 2 o 3 por lo menos.

13.1.5. Chacra de Silvia Parra

Se trata de una chacra familiar de unas 30 ha que estaba abandonada y la Re sistematizó para hacer alfalfa. El emparejamiento se lo hizo el EPRC con maquinaria propia, y la propietaria dice haber invertido unos USD 50.000. Riega por desborde, pero dice que no le alcanza el turno de 48 horas para regar. Tiene deuda de canon de riego. Señala que la mayor parte de sus vecinos no riegan, y tienen sus chacras abandonadas.

13.1.6. Chacra de Guillermo Forcinito.

Es una chacra de 22 ha que posee en comodato desde 2004 (hay un tema de titularidad; único caso, por devolución de sus propietarios originales).

El Sr, Forcinito tuvo un aserradero en 25 de Mayo que vendía pallets y tablas de álamo a Mendoza . Durante la pandemia no pudo seguir haciéndolo y cerró el aserradero.

Tiene unas 16 / 17 ha en producción. Plantó 3 ha de ciruelos, y en el resto hace hortalizas (verduras, cebolla, zapallo). Hace también 1 ha varios. Produce fardos de alfalfa en 3 y hasta 4 cortes de 500 fardos/ha.corte

13.1.7. Zille SA

Se visitaron los establecimientos agrícolas de la firma Zille SA, acompañados por su encargado, el Ing. Juan Pablo D'Urso. Es una empresa de movimiento de suelos y servicios a petroleros.

Esta firma tiene un establecimiento en la Colonia El Sauzal, junto al Parque Industrial, y otro en la Sección V.

En el primero hacen 120 ha de alfalfa con riego gravitacional y hay 90 ha de nogales Chandler de 12 – 14 años. Estos nogales producen anualmente de 3ª 3.5 tn/ha de nueces. El encargado comentó que para la cosecha se trae personal de Tucumán, y que en 2022, por el cierre por COVID, debió emplear personal local, el que demoró casi el doble de tiempo para terminar la recolección.

La alfalfa, en 5 cortes como promedio anual, produce unos 12 a 14.000 kg/ha/año. Hacen de 6 a 8 riegos /temporada de 100 mm c/u. las melgas son de 28 m de ancho por 100 / 120 m, de largo. Se riegan 2 melgas por vez, en 1 – 1.5 horas cada una; riegan 20 ha en 3 días. La alfalfa es procesada y convertida en cubos y pellets, que se exportan, y también como mega fardos prismáticos de 350 kg para consumo local.

En el establecimiento en la Sección V cuentan con 8 Pivotes de 10 tramos para 70 ha cada uno, que realizan una vuelta en 19 hs (en valle de energía eléctrica) La planta de bombeo cuenta con 4 bombas de 100 HP.

13.1.8. AB Agro SA.

Se visitó el establecimiento de AB Agro SA., propiedad del grupo Rosario Bus, acompañados por su encargado, el Ing. Damián Zamora, así como por su gerente, el Sr. Daniel Barruti.

Esta empresa integra la producción de maíz y forraje bajo riego en 3.000 ha con un feed-lot para 12.000 animales y una planta de generación de biogás a partir de sus residuos para la generación de energía eléctrica (AB Energía SA).

En el lugar hay 400 ha bajo riego con 5 pivotes; 4 de 9 tramos que riegan 83 ha cada uno y 1 de 7 tramos, para 67 ha, que riegan maíz para silaje. Aplican 6/7 mm/d. en 15 horas al 100%, o en 18 hs al 70% de pluviometría; el maíz demanda 800 mm/año. Estos 5 pivotes, y otros 6 más, son abastecidos por una planta de bombeo con 5 bombas de 400 m³/h cada una.

El maíz bajo riego produce unos 40 / 50.000 kg de materia verde/ha, lo que se estima que equivaldrían a 14.000 kg/ha de grano. El maíz se ensila y se emplea como alimento en el feed-lot y en los biodigestores. El costo del silaje de maíz es de USD 38/39 /tn con 40/41% de humedad. El feed-lot consume entre 80/98 tn día y se generan alrededor de 40 tn día de bosta.

El feed-lot es totalmente bajo techo con pisos de hormigón, con varias secciones donde se hace recría de terneros de 220 kg y luego engorde hasta 350 / 360 kg en dos etapas. Los terneros son producidos en campos propios en Winifreda (La Pampa). Su capacidad es de 12.000 animales, pero en el momento de la visita había solamente 5.000 animales

Las excretas del feed-lot, sólidas y líquidas, son llevadas a la planta de biogás. Esta consiste en dos pares de biodigestores con 2 tanques, uno de pre y otro de post tratamiento con una capacidad de 4.000 m³ cada uno, y un tiempo de permanencia de 60 días.

Para la generación de metano usan los residuos del feed-lot, silo de maíz y otros residuos de la zona, como cama de gallinas, aceite comestible, y grasa sobrenadante de frigoríficos vacunos.

La generación eléctrica se hace mediante dos grupos electrógenos Siemens de 1 MW de potencia cada uno, que producen 48 MWh/día. La energía entregada a la red pública se paga entre 198/200 USD MWh, como productor de bioenergía incluido en el Programa RenovAr.

Las anteriores empresas integran una Cámara de Regantes con propiedades en las Secciones I y V, cuyos cinco miembros son las citadas empresas (Zille SRL y AB Agro SA), más Luis Arceo SRL, Ventrencó SA y Establecimiento Curacó; casi todas ellas forman parte de grandes empresas de transporte o de servicios a petroleros.

13.1.9. Bodega del Desierto.

Se visitó la finca de Bodega del Desierto, de propiedad del grupo Albanesi. En la visita fuimos acompañados por su encargado, el Enólogo Sebastián Cavagnaro.

En la finca hay 140 ha de viñas de diferentes variedades, con riego localizado. Producen 1.4 millones de kg de uva de los que elaboran la mitad y el resto lo venden a bodegas en el Alto Valle. Tienen una cosechadora de uva que

les permite cosechar 1 ha/hora.

Su sistema de riego parte de una toma en el partidor de la central Divisaderos, y por tubería llega a un reservorio que funciona como desarenador, que pasa por rebalse a otro, de donde toma el sistema de riego por goteo.

Han invertido USD 2,5 millones en la finca más otros 1.2 millones en la bodega, instalada en un galpón del Parque Industrial.

13.2. Entrevistas a técnicos

13.2.1. INTA. Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial 25 de Mayo.

Inaugurada en junio de 2011, depende del Centro Regional La Pampa - San Luis a través de la Estación Experimental Agropecuaria Anguil (La Pampa)

Nos entrevistamos con su directora, María Luján Masseroni y los técnicos Carolina Aumassanne y Dardo Fontanella.

El Ing. Fontanella presenta como problemas:

Escasez de mano de obra. En la industria petrolera regional, con salarios muy superiores a los posibles en la agricultura, hay 1800 puestos de trabajo.

Desaparición de industrias transformadoras. Hubo procesadoras de tomate que desaparecieron: una fue de la Cooperativa El Hogar Obrero, que quebró.

Otros problemas: subdivisión de parcelas para urbanización, pobre capital social, instituciones inadecuadas.

Se necesita una modernización de sistema de riego; ya van 12 años con bajo caudal de agua en el río Colorado. Se propone como alternativa, en chacras de 20 ha, el riego por aspersión fijo. Hay también carencias en la electrificación rural.

Se menciona el problema del abandono de chacras. En El Sauzal hay 180 chacras, de las que sólo un 30% están bajo cultivo; de unas 3.000 ha regables, menos de 1.000 son regadas.

Las actividades productivas bajo riego deben tener una rápida entrada en producción, valor agregado regional y ser rentables. Se menciona a las forrajeras, principalmente alfalfa y la ganadería, especialmente la cría en chacras, y la horticultura mecanizada (cebolla, papa). Como hecho significativo, ya hay agricultores que vienen del Valle Inferior del río Colorado (CORFO RC) y del Negro (IDEVI) que arriendan lotes para hacer cebolla.

13.2.2. Secretaría de Fruticultura de Río Negro. Allen.

Se visitó la Secretaría de Fruticultura Río Negro, en Allen, entrevistando a los Ing. Pablo de Azevedo, Subsecretario de Fruticultura y Pablo Kiwitt, técnico especializado en horticultura.

Se los consultó sobre la situación de la fruticultura, y sus posibilidades de implementación en 25 de Mayo. Su conclusión es que, para hacer fruticultura de manera rentable, hay que estar integrado con la postcosecha (comercialización). De hecho la mayor parte de la producción de frutas en el valle de río negro es realizada por grandes empresas integradas, que tienen galpones de empaque,

frigoríficos e infraestructura y conocimientos para la exportación.

En frutales de pepita, la manzana se orienta básicamente al mercado interno; la competencia de otros países del hemisferio Sur, especialmente Chile y Sudáfrica, es importante. En pera, la Argentina es un exportador muy importante. El Programa de mosca de los frutos ha permitido mantener y mercados y llegar a otros nuevos.

En cuanto a costos, una ha de manzana / pera con riego doble propósito (por goteo y contra heladas), con malla antigranizo, sale USD 40.000 / ha.

Se requieren además industrias jugueras cerca para colocar el descarte.

Hay problemas con la mano de obra para cosecha y otras labores. No hay mano de obra local disponible, por los altos salarios de la industria del petróleo, lo que obliga a traer personal del norte (tucumanos o santiagueños)

Se están incorporando plataformas móviles para cosecha, poda y raleo, pero se justifican en superficies de 50 ha como mínimo. El inconveniente en la cosecha es que requiere 6 personas para operarla como mínimo; con menos no funciona.

Hay muy pocos prestadores de servicio, ya que se presentan momentos críticos de requerimientos tanto en cosecha como en control de plagas que no pueden ser diferidos. De hecho, cada productor debe tener su pulverizadora.

En cuanto a actividades alternativas, se mencionaron las posibilidades de los frutos secos que no requieren una infraestructura de postcosecha demasiado compleja. Hay un Cluster de Frutos Secos de la Norpatagonia. En cuanto a los nogales, solo se adaptan a los mejores suelos de costa (se cita a la plantación de Zille), y la nuez tiene un mercado muy competitivo, ya saturado. También se mencionó a las avellanas y a los almendros, pero estos son sensibles a las heladas tardías y requieren protección contra ese fenómeno.

Se mencionó también a las cerezas en conducción baja; hay un emprendimiento en Chimpay. Su costo de implantación es elevado y tendría también problemas de mano de obra para cosecha. Otros cultivos (viñedos, olivos) requieren una infraestructura de transformación que exige una escala importante.

Otra alternativa mencionada fue la horticultura, pero requiere un mercado próximo, y, en el caso de 25 de Mayo, su producción compite con productores locales en Alto Valle, y con Mendoza en el resto de la provincia de La Pampa)

Finalmente, una alternativa interesante y sencilla la recría en pasturas bajo riego. Hay una experiencia interesante de uso de remolacha forrajera para pastoreo directo en el valle medio del río Negro.

13.2.3. Departamento Provincial de Aguas en General Roca

Se entrevistó a Fernando Casares, administrador del Consorcio de Riego de Mainqué, y funcionario del Departamento Provincial de Aguas (DPA).

Explicó que en el Alto Valle de Río Negro hay 7 Consorcios de riego, desde Cinco Saltos a Villa Regina, y un Consorcio de 2do grado maneja el canal Principal, del km 8 al 89.

En cada consorcio hay una Comisión Directiva de 8 miembros que se

eligen cada 2 años. Hay asambleas anuales de rendición de cuentas. El canon de riego es de 12 a 17.000 \$ ha.año.

El Consorcio se ocupa de la operación y el mantenimiento en su zona. Operativamente se maneja como mínimo con un técnico, un capataz, tomeros, maquinistas, y cuadrillas para limpieza y reparaciones. Suelen tener maquinaria, en general retroexcavadoras de 16- 20 toneladas, además de camiones, tractores, etc.

El agua se distribuye a razón de 100 l/s por chacra de 100 ha, con turnos de 6 a 8 días.

En cuanto al riego en finca, lo usual en el Valle es el riego por inundación de melgas de 22-30m de ancho por 100 m de largo.

Mencionó la existencia de una empresa instalada en Valle Azul (Agropecuaria Don Manuel) que hace ganadería de ciclo completo en su campo y riega unas 200 ha de maíz y pasturas mediante compuertas de alto caudal (200 l/s) en melgas con pendiente de 4% de 250 m de largo, demorando entre 1:15 – 1:30 hs por melga.

13.2.4. INTA EERA Alto Valle, Guerrico

Se entrevistó a los Ing. Carlos Magdalena, Director regional, y Darío Fernández, Director de Estación Experimental Alto Valle.

Actividades: proponen productos de alta eficiencia de uso de bienes y servicios regionales.

La actividad frutícola ha quedado en manos de empresas medianas y grandes integradas, con empaque, frigoríficos, exportación y comercialización interna y externa que procesan su propia fruta y en un grado muy reducido tienen proveedores elegidos, por un problema de calidad. Énfasis en comercialización. No puede pensarse en un empaque con menos de 100 a 300 ha.

Complementariamente se necesitan industrias jugueras y de sidra que procesen la fruta de descarte y caída.

Desaparecen pequeños productores. La superficie con fruticultura del AVRNN paso de 50.000 a 30.000 ha.

Pera es competitiva internacionalmente, pero manzana no tanto; para mercado interno y jugo. El mercado pide color intenso, que requiere contraste entre temperaturas de día y noche y que no se logra en región, aunque si en Chile.

Mano de obra es limitante regional , especialmente en Neuquén, por competencia con industria petróleo y gas. Se requieren 20.000 personas para cosechar cada año.

En general, una plantación de frutales requiere control de heladas (hay sistemas ahora bajo copa), riego por goteo y malla antigranizo.

Alternativas: cerezas, es exportable sin límites, pero requiere mano de obra; frutos de carozo (ciruela, durazno, pelones, etc.,) son sensibles a heladas; frutos secos: nogal (en los mejores suelos, de costa), almendro (variedades tardías, con protección heladas), avellano; olivos, con riesgo de heladas (en Las Grutas con influencia marina el riesgo es menor); uva de mesa, pasa de uva,

para vino con bodega; especialidades como fruta fina, frutilla, alguna aromática (se hizo alguna vez lavanda);

La producción de hortalizas está en manos de bolivianos integrados con venta minorista. Si bien hay mercado local, su producción continua está limitada por la corta de agua en invierno.

Presentan como alternativa interesante la cría bovina y citan experiencias recientes con remolacha forrajera, aunque la consideran limitada porque no hay herbicidas selectivos.

14. Compendio del contenido del Informe

La Colonia El Sauzal, en 25 de Mayo, La Pampa, tiene una superficie regable de 3.600 ha con unas 1.300 ha bajo cultivo. Fue desarrollada desde 1966 en lotes de unas 25 ha, con orientación frutihortícola y forrajera. La fruticultura ha prácticamente desaparecido, y hoy los escasos productores se dedican fundamentalmente a la producción de fardos de alfalfa.

El sistema de riego esta administrado por el EPRC, y los usuarios tiene muy poca injerencia en su gestión. Si bien el sistema de riego, con canales de tierra y compuertas de madera, parece tener un mantenimiento adecuado, la distribución de agua se hace con criterios rígidos, sin tener en cuenta las superficies efectivamente regadas, lo que lleva a una baja eficiencia de uso de agua.

Para mejorar la gestión del agua, se propone reactivar estructuras de medición en la red de canales para controlar mejor la distribución del riego, modificar los esquemas de turnados ajustándolos a las reales necesidades de los cultivos y crear un Consorcio de riego conformado por los propios usuarios que se ocupe de la administración, operación y mantenimiento del sistema.

En las parcelas se emplea el riego superficial, con turnados largos y altos caudales que generan una baja eficiencia de aplicación. Se proponen técnicas que modernicen el riego superficial, como el uso de sifones, el riego con tuberías con compuertas y por pulsos y el empleo de compuertas de gran caudal. Se han propuesto además tecnologías de riego presurizado, como el riego por aspersión por goteo subterráneo, de alta eficiencia pero con alto costo de inversión y de energía

La presencia de una gran cantidad de lotes abandonados sugiere que la rentabilidad de las producciones tradicionales no promueve inversiones productivas. Esto está asociado a la escasa superficie de las chacras, que hace muy difícil que su sola producción pueda sustentar las necesidades operativas y familiares del productor, y lo obliga a procurarse ingresos fuera de la finca, en el medio rural o urbano, y, en el caso de los jóvenes, a abandonar la explotación yendo a trabajar en la actividad petrolera.

Estos condicionantes y la falta de capacidad de inversión de la mayoría de los productores hacen necesario pensar en nuevas actividades productivas rentables, de bajo costo de inversión y de rápida entrada en producción. Si bien la rentabilidad de la alfalfa no es alta, parece interesante la producción de maíz y la cría de terneros. Es también importante promover la interacción entre las grandes empresas agroindustriales ya instaladas, que podrían complementarse con la producción de los pequeños productores como proveedores de grano forraje y terneros de cría para sus feed-lots, o alfalfa para ser procesada en pellets o cubos.

15. Bibliografía

Allen, R., Pereira, L.; Raes, D. y Smith, M, 1998. Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage paper 56.

Aumassanne, C., 2018. Impacto de los cambios en el uso y la cobertura de la tierra y de la variación del clima, sobre los principales componentes del balance de agua en la cuenca del río Colorado, Argentina. Tesis doctoral Universidad Nacional de La Plata.

Aumassanne, C.; Fontanella, D.; Sartor, P. y Farrell, M., 2018. Uso de sensores remotos para la determinación de la productividad por ambientes del cultivo de alfalfa en el área de regadío de 25 de Mayo, La Pampa. En: Potencialidades de las nuevas tecnologías en el agro pampeano. INTA, Anguil.

Ayers, R. y Westcot, D., 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper 29 rev. 1.

Ballester, R. 1932. La utilización del agua del río Colorado. La Ingeniería, Año XXXVI, N° 697, noviembre 1932

Barros, V. y Vera, C. (coord.), 2015. Cambio climático en Argentina; tendencias y proyecciones. Proyecto Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).

Bendini, M., 1995. Diagnostico organizacional de las Asociaciones de Regantes. Informe de Consultoría. Informe interno, PROSAP.

BNA - Banco de la Nación Argentina), 1952. Reglamento de tasaciones rurales y justiprecios parcelarios.

Bongiovanni, R.; Barberis, N. y Simondi, J., 2012 Análisis económico del riego en Córdoba. En: 3ra Reunión Internacional de Riego. Rendimientos potenciales con uso eficiente de agua e insumos. EEA INTA Manfredi. 30 – 31 octubre 2012

Booher, L.J. 1974. El riego superficial. FAO Cuadernos de fomento agropecuario N° 95.

Bos, M. (ed.). 1976. Discharge measurement structures. Delft Hydraulics Laboratory. Delft. Pub. N° 161.

Bos, M. G & Nugteren, J. 1978 On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI Publication 19.

Bureau of Reclamation, 1953. Water measurement manual. United States Department of the Interior.

Cerneja, M y Meinzen-Dick, R, 1992. Design for water user associations: organizational characteristics. En: Developing and Improving Irrigation and Drainage Systems. World Bank Technical Paper Nr. 178.

Chambouleyron, J.; Morábito, J. y Bustos, R., 1995. La eficiencia del riego y la participación de los usuarios en el manejo y control de la calidad del agua en Mendoza, Argentina (Un caso ambiental). Universidad Nacional de Cuyo – Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas – Centro Regional Andino.

Ciancaglini, N. 2015. Manual de capacitación: riego superficial. Unidad para el Cambio Rural (UCAR) – INTA – Dirección de Hidráulica, San Juan.

CLIMINTA. En: Rodríguez, R. O., 1995. Estadística agroclimática decadal. Serie 1971-1990. Instituto de Clima y Agua. INTA.

CLIMWAT En: Smith, M. 1993. CROPWAT. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. FAO Irrigation and Drainage paper 46.

COIRCO, 2014. Manejo Integral de la Cuenca del Río Colorado. Oferta y demanda hídrica en períodos de sequía. III Jornada Informativa. 8 de octubre 2014.

COIRCO, 2015. Gestión Integrada del Recurso Hídrico 2014 – 2015 Previsiones para 2015 – 2016. IV Jornada Anual Informativa 16 octubre 2015.

COIRCO, 2018. Programa Integral de Calidad de aguas del Río Colorado. Subprograma Calidad del Medio Acuático. Informe Final.

Conti, M. y Giuffré, L. (ed.), 2014. Edafología. Bases y aplicaciones ambientales argentinas. Ed. Facultad Agronomía, UBA.

CORFO Río Colorado, 1971. Estatuto de Consorcios.

CORFO Río Colorado. Estatuto de Consorcios. Pedro Luro (Buenos Aires). Sin fecha.

Coria Jofré, Daniel, 2000. Proyecto de Riego Colonia 16 de Octubre, Chubut. PROSAP, Buenos Aires.

CPIA - Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica, 1991. Curso de peritajes y tasaciones rurales. Bolsa de Cereales. Buenos Aires.

D.A.T.A.S.A. Desarrollo y Asistencia Técnica Argentina S. A., 1966. Proyecto de desarrollo agrícola en Colonia Veinticinco de Mayo. Consejo Federal de Inversiones - Ente Provincial del Río Colorado

Dastane, N., 1974. Precipitación efectiva en la agricultura de regadío. FAO Irrigation and Drainage paper 25.

Departamento General de Irrigación (DGI), Mendoza, 2000. Uso Volumétrico. Propuestas para su implementación en la Provincia de Mendoza. Documento para cumplimiento de cláusula 4.05 del Contrato de Préstamo N° 899/OC-AR (PROSAP-BID).

Dillon, B. 2011. Convivencias territoriales: las particularidades de la gestión de áreas bajo riego en la ribera pampeana del río Colorado. En: Estudios sociales del riego en la agricultura argentina. Omar Miranda (editor). Ediciones INTA.

Doorenbos, J. y Kassam, A., 1988. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO Irrigation and Drainage paper 33. En: https://www.researchgate.net/publication/259842050_FAO_Irrigation_and_Drainage_Paper_33

EPRC 2022. Informe y planilla de necesidad de riego. Agosto 2021 a Mayo 2022.

EPRC, 2023. Información varia (planillas de turnado, planimetría, información catastral, cultivos)

Esposito, G.; Balboa, G.; Cerliani, C.; Balboa, R.; Castillo, C., 2012. Rendimiento potencial de maíz en Río Cuarto (Córdoba-Argentina). En: 3ra Reunión Internacional de Riego. Rendimientos potenciales con uso eficiente de agua e insumos. EEA INTA Manfredi. 30 – 31 octubre 2012

FAO-Centro de Inversiones, 1995. Argentina Proyecto de Desarrollo Agrícola Provincial. Mendoza: Programa de Riego y Drenaje. Programa de Cooperación FAO - Banco Mundial. Informe 22/95 CP-ARG 18.

Ferrer, J.; Ourracarriet, G.; Irisarri, J. y Mugerza, D., 1998. Estudio de optimización del sistema de riego y drenaje de la Colonia Ampliación El Sauzal. Estudio detallado de suelos. Consejo Federal de Inversiones - Provincia de La Pampa.

García, L., 1998. Manejo integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, Diciembre de 1998.

Grassi, C. y Dulá Navarrete, J., 1961. Riego y Drenaje. Primer Curso nacional de Manejo del riego. Mendoza, 1961. INTA.

Houk, I., 1951. Irrigation engineering. Volume I. Agricultural and Hydrological Phases. Wiley.

INTA AER 25 de Mayo. Boletín Económico: Márgenes brutos de las principales producciones bajo riego en La Pampa. Septiembre 2022.

INTA, 2008. 1ra Reunión de Riego. Para un uso más eficiente del agua de riego. EEA INTA Manfredi. 18 – 20 junio 2008

Interconsul S.A. - Franklin Consultora S.A. – ADE S.A., 1981. Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo - La Pampa. Segunda etapa. Estudio agroindustrial – Plan agrario. Consejo Federal de Inversiones.

Interconsul S.A. - Franklin Consultora S.A. – ADE S.A., 1982. Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo - La Pampa. Proyecto de Riego y Drenaje de la Ampliación de la Sección V. Consejo Federal de Inversiones.

Israelsen, O y Hansen, V, 1973. Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverté.

Italconsult – Sofrelec, 1961. Estudio preliminar para el desarrollo integral de los recursos hídricos del río Colorado. Comisión Técnica Interprovincial del río Colorado.

Italconsult, 1960. Plan de desarrollo agrícola del valle de Viedma. Consejo Agrario Nacional.

Jensen, M.; Swarner, L. y Phelan, J., 1967. Improving Irrigation Efficiencies. En: Hagan, R., Haise H. y Edminster, T, Irrigation of Agricultural Lands. Agronomy series N° 11. American Society of Agronomy.

Lamm, F.; Rogers, D., 2014. SDI for corn production — a brief review of 25 years of KSU research. En: 4ta Reunión Internacional de Riego. Uso eficiente del agua para riego. EEA INTA Manfredi. 15 – 16 octubre 2014

Llanos, M.E. y Bos, M., 1997. The legal and administrative setting for the use of water resources in Mendoza, Argentina. Irrigation and Drainage Systems, 11: 323-335, 1997. Kluwer academic Publishers, Países Bajos.

Manfrin, E., 1971. El agua pública y las Agrupaciones de regantes. CORFO Río Colorado, Serie Técnica N° 19, Abril de 1972.

Martínez, R. S.; Margiotta, F.; Reinoso, L. y Martínez, R. M., 2012. Buscando alcanzar altos rendimientos del cultivo de maíz: experiencias en los valles Norpatagónicos. En: 3ra Reunión Internacional de Riego. Rendimientos potenciales con uso eficiente de agua e insumos. EEA INTA Manfredi. 30 – 31 octubre 2012

Michellini, J. J. 2010. Instituciones, capital social y territorio: La Pampa y el dilema del desarrollo de la cuenca del Colorado. Editorial Biblos

Mohor, S. (Coordinador), 2015. Tecnologías de aplicación de riego parcelario en la Provincia de Río Negro y Balance hídrico de la cuenca del río Negro, Documentos de Trabajo N°10 y 11. Proyecto FAO UTF ARG 017 Desarrollo Institucional para la Inversión

Morábito, J., 2011. Eficiencia en parcela Tunuyán Superior, Mendoza. Presentación en Reunión Riego Discontinuo Villa Dolores octubre 2011.

Morábito, J.; Bos, M.; Vos, S y Brouwer, R., 1997. The Quality of service provided by the Irrigation Department to the Users Associations, Tunuyán system, Mendoza, Argentina. Presentado en Taller en Mendoza, noviembre 1997.

Morábito, J.; Miráble, C. y Salatino, S., 2007. Eficiencia de riego superficial, actual y potencial en el área de regadío del río Mendoza. Ingeniería del Agua, Vol. 14, No 3, Septiembre 2007

Oppezzo, C. 1991. Optimización del sistema de riego y drenaje de El Sauzal y su Ampliación. Colonia 25 de Mayo - Provincia de La Pampa. Etapa I. Consejo Federal de Inversiones

Perl, J; Peinemann N.; Coppo, R. y Andrés, F., 2003 Estudio de retornos en las áreas bajo riego del río Colorado. Informe Final Etapa II Análisis Comparativo Etapas I y II. COIRCO.

Pla, M, 2013. Plan Estratégico Territorial de la Región del Río Colorado. Diagnóstico de situación, escenario deseado, objetivos y proyectos para el desarrollo territorial. 2° Informe de avance. En: Sili, M. (coord.) PET, Provincias de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro, Neuquén y Mendoza.

Pla. M.; Martínez, R.; Lui, E.; Zelmer, H. y Travaglio, J., 2013. Primeras experiencias de riego gravitacional con altos caudales en Patagonia Norte. Establecimiento Santa Nicolasa, Río Negro.

Provincia de Mendoza, 2016. Proyecto: Modernización del sistema de riego canal Rama Chimba. Documento de factibilidad. Proyecto de Desarrollo Institucional para la Inversión. UTF/ARG/015/ARG. FAO - DGI Mendoza, febrero de 2016.

Provincia de Tucumán, 2005. Proyecto: Desarrollo del Área Irrigada de San Isidro de Lules. Construcción de la Red de Riego Gravitacional Presurizado (RGP). EPDA Tucumán - PROSAP, Contrato de obra, octubre 2005

Región (Semanario), 2012. . Red de Riego: Proyecto Productivo Casa de Piedra Año 22 - N° 1.048. Del 6 al 19 de julio de 2012

Reinoso, L., Martínez, R. S.; Margiotta, F. y Martínez, R. M., 2014. Estrategias de riego gravitacional en el cultivo de maíz. En: 4ta Reunión Internacional de Riego. Uso eficiente del agua para riego. EEA INTA Manfredi. 15 – 16 octubre 2014

Renault, D.; Facon, Th. y Wahaj, R., 2007. Modernizing irrigation management – the MASSCOTE approach. FAO Irrigation and Drainage paper 63. En: <https://www.fao.org/3/a1114e/a1114e00.htm>

Renault, D.; Wahaj, R. y Smits, S., 2013. Multiple uses of water services in large irrigation systems. Auditing and planning modernization – the MASSMUS approach. FAO Irrigation and Drainage paper 67. En: <https://www.fao.org/3/i3414e/i3414e.pdf>

Rhoades, J.; Chanduvi, F. y Lesch, 1999. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements FAO Irrigation and Drainage paper 57.

Richards, L. (editor), 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA, Agriculture Handbook N° 60.

Sagardoy, J., Bottrall, A y Uittenbogaard, G., 1991. Organización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego. FAO Irrigation and Drainage paper 40.

Sánchez, R., 2010. Evaluación de las aplicaciones de agua de riego por gravedad en el sur de Buenos Aires. En: 2da Reunión Internacional de Riego. Sistemas y metodologías para asesoramiento a regantes. EEA INTA Manfredi. 09 – 1º noviembre 2010

Schilardi, C.; Martín, L.; Rearte, E. Morábito, J, 2017. Desempeño actual y potencial de diferentes métodos de riego en Mendoza. Recomendaciones para mejorar el aprovechamiento del agua de riego. En: Pinto, M, Estrella, J y Gennari, A. Compiladores. Agua y Sociedad. Lajouanne, 2017.

Severina, I.; Boccardo, M.; Aimar, F.; Giubergia, J. y Salinas, A., 2014. El riego por goteo subterráneo y su adaptación a sistemas de siembra directa de la región central de la provincia de Córdoba. Dinámica del agua en el suelo y productividad de los cultivos. En: 4ta Reunión Internacional de Riego. Uso eficiente del agua para riego. EEA INTA Manfredi. 15 – 16 octubre 2014

Shaxson, F. y Richard Barber, R., 2005. Glosario de términos sobre humedad del suelo. En: Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo. Boletín de Suelos de la FAO 79.

SNIH - Sistema Nacional de Información Hídrica, 2023. Estadística hidrológica de las Estaciones 2002 - Buta Ranquil y 1801 - Pichi Mahuida. Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica.

Solanes, M. y Getches, D. Prácticas recomendables para la elaboración de leyes y regulaciones relacionadas con el recurso hídrico... Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, Febrero de 1998

Steduto, P.; Hsiao, T.; Fereres, E. y Raes, D , 2012. AquaCrop. FAO cropwater productivity model to simulate yield response to water. Version 4.0. FAO, Land and Water Division.

Steduto, P; Hsiao, T.; Fereres, E. y Raes, D., 2012. Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper 66. En: <https://www.fao.org/3/i2800e/i2800e.pdf>

Talesnik, E. y Lavado, R. (editores), 2017. Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo. Universidad católica de Córdoba – Orientación Gráfica Editora.

Van der Molen, W., 1973. Balance de sales y necesidades de lavado. En: Principios y Aplicaciones del Drenaje. International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI Publication 16s.

Vapnarsky, C. A. 1983 Pueblos del Norte de la Patagonia. 1779-1957. Editorial de la Patagonia.

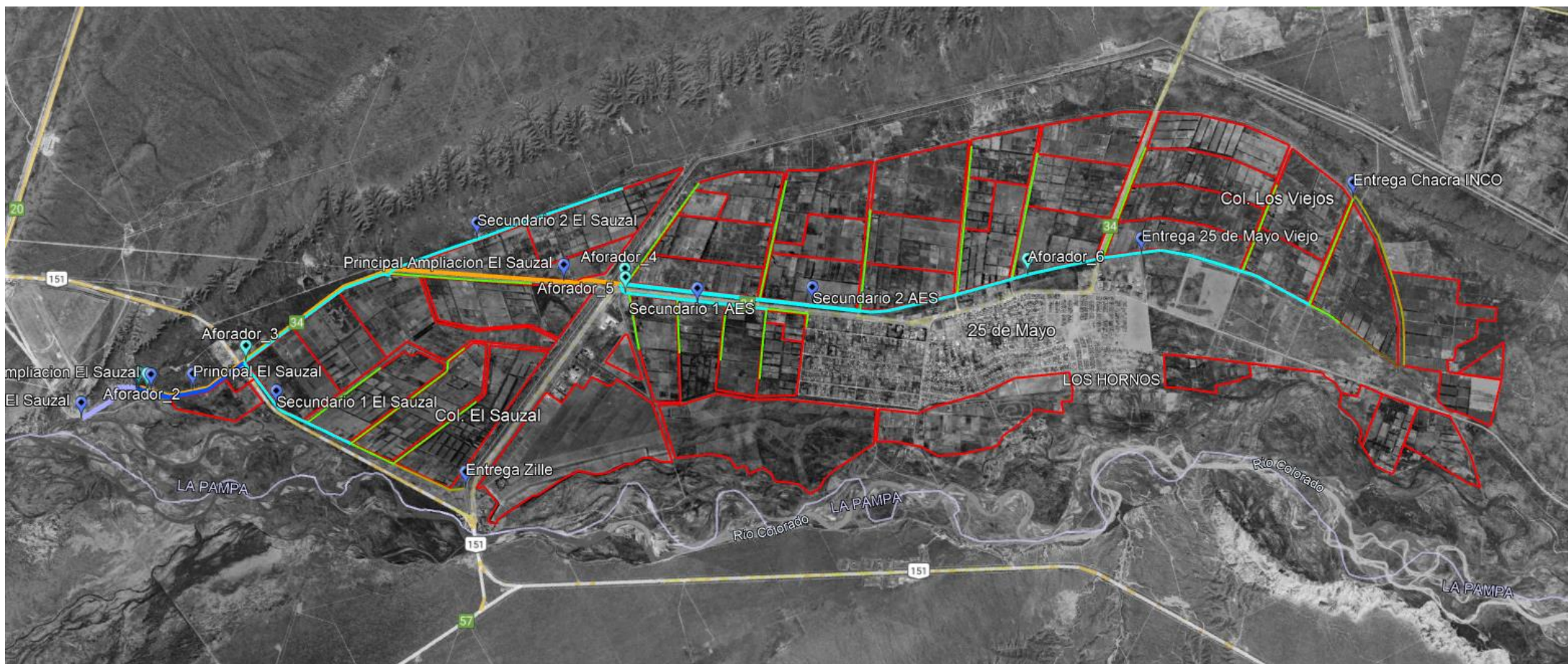
Walker, W. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO Irrigation and Drainage paper 45.

Anexo 1 – Mapas

1. El Sauzal. Secciones de turnado



2. El Sauzal. Sistema de riego.



Referencias

Canal Matriz El Sauzal



Canal Principal El Sauzal



Canal Principal Ampliación El Sauzal



Canal Secundario



Canal Terciario





Consejo Federal de Inversiones
2023

Copia Digitalizada
Hoja Adicional de Firmas

Número:

Referencia: IF-Riego 25 de Mayo LP-Ing. Zappi

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 151 pagina/s.