

Mejoramiento del Sistema de Riego del Valle de Lerma. Salta, Argentina

Gomensoro, F.¹, Loyola, P.F.², Sánchez J.P.³

¹Ingeniero Civil, Máster en Ingeniería de Regadíos, Coordinador Proyectos de Riego (PROSAP-MAGyP), La Finura 1331 Dorrego Gllén Mendoza 5519, fernando.gomensoro@hydrotec.com.ar fegomen@gmail.com

²Ingeniero Agrónomo, Formulación de Proyectos de Riego (PROSAP-MAGyP), B° Furlotti R-13 Maipú Mendoza 5515, ployola@speedy.com.ar

³Ingeniero Civil, Formulación de Proyectos de Riego (PROSAP-MAGyP), Fernando Fader 857 Mendoza 5521, juanpablo.sanchez@hydrotec.com ipsanchez.mza@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo describe la formulación del proyecto de riego para Valle de Lerma, Salta, Argentina. En su preparación participó un equipo interdisciplinario.

La zona comprende cerca de 12.000 ha, donde predominan los cultivos intensivos. Para la mejora del riego, se analizaron alternativas a lámina libre y presurización gravitacional.

El análisis técnico económico mostró la conveniencia del desarrollo de un Sistema de Riego Gravitacional Presurizado Colectivo a la Demanda (SRGPC). Además se contempla la planificación ordenada de defensas aluvionales y la mejora en la gestión de los recursos a través de asistencia técnica a productores y fortalecimiento de las Instituciones.

La pendiente del terreno, permite lograr la presión necesaria para riego tecnificado (3 kgf/cm^2) por desnivel.

La Red dispone de elementos de protección y control así como medición de caudales. Los usuarios podrán instalar riego presurizado en sus fincas, sin bombeo ni filtrado.

Se busca mejorar la eficiencia en el uso del agua, los rendimientos de los cultivos y evitar el deterioro de los suelos derivados de las malas prácticas de riego por superficie y los escurrimientos aluvionales.

Este proyecto está siendo evaluado por diferentes entes de financiamiento internacional.

Palabras clave: Valle de Lerma - Sistema de Riego Gravitacional Presurizado Colectivo a la Demanda - Eficiencia en el uso del agua – Obras Aluvionales

1- Introducción, Objetivos

El presente trabajo describe la formulación a nivel de factibilidad de la propuesta de mejora en el sistema de riego del Valle de Lerma, Provincia de Salta, en el marco del proyecto PROSAP, financiado por el BID y el BIRF. El PROSAP es la herramienta de inversión pública del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (MINAGRI).

Este proyecto se formuló en forma conjunta entre productores, la provincia que lo solicita y técnicos de MINAGRI-PROSAP que brindan asistencia técnica. Se aborda como estudio interdisciplinario con la participación de ingenieros civiles, agrónomos, economistas, ambientalistas y otras especialidades.

El diagnóstico de los problemas en la zona fue efectuado mediante varias modalidades complementarias: recorridos de campo; entrevistas a productores, a funcionarios y referentes del área; encuestas a productores; recopilación de antecedentes y realización de talleres participativos.

Los Beneficiarios directos del proyecto son los usuarios del sistema de riego de Río Toro. Se trata de 350 productores, propietarios de 517 unidades productivas.

La zona de proyecto se ubica en el Valle de Lerma, 30 km al sur-oeste de la ciudad de Salta. Presenta coexistencia de cultivos extensivos e intensivos, con producción bajo riego de tabaco (83%), pimiento para pimentón (2%), otras hortalizas (1,3%), granos y pasturas (13%), con una superficie aproximada de 12.000 ha.

El río Toro nace al oeste del Valle de Lerma, en la zona central de la provincia de Salta. En el extremo norte se ubica la Capital provincial y hacia el sur, los Departamentos Cerrillos, Rosario de Lerma, Chicoana, La Caldera y La Viña.



Figura 1. Ubicación de la zona de proyecto.

El sistema de riego del río Toro fue construido en la década del 20 por la Dirección General de Irrigación perteneciente a Agua y Energía. A partir de la captación de las aguas del río Toro y el río Blanco, se riega la mayor parte del área productiva de Cerrillos y Rosario de Lerma.

El Sistema presenta un dique fuera de cauce denominado "Las Lomitas", construido en el año 1965. La capacidad del embalse permite atender parcialmente la

demanda de agosto a noviembre, época de alta demanda coincidente con el estiaje de los ríos de la zona. La capacidad del embalse original era de aproximadamente 7 hm³, con una superficie de 60 ha. En la actualidad presentan un importante grado de sedimentación que deja un volumen útil de alrededor de 4 hm³.

El Canal Matriz de 3,8 km, se encuentra revestido de hormigón simple en sección trapezoidal y tiene una capacidad de 6.000 l/s. En total existen 4 canales secundarios, con características similares a las del canal principal en cuanto al tipo de sección y revestimiento.

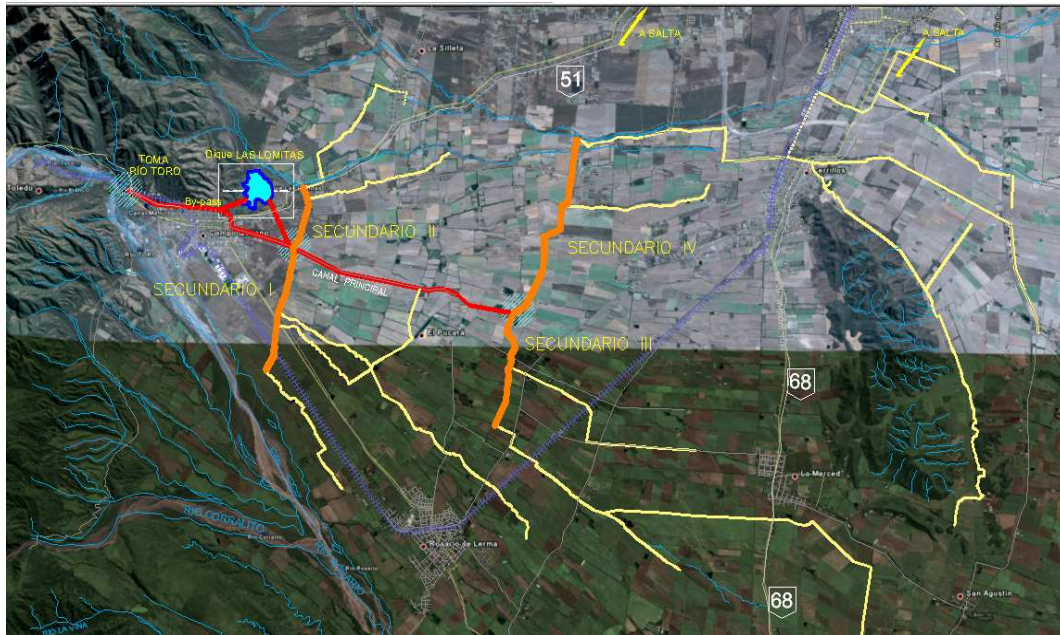


Figura 2. Dique Las Lomitas e Infraestructura de Riego Existente.

La distribución terciaria se realiza a través de numerosas acequias sin revestimiento, que cuentan con obras de arte para la distribución. Las pendientes de las conducciones son fuertes, por lo que el agua se conduce a gran velocidad, lo que, además de dificultar la distribución del agua, ha generado erosiones y roturas en la red de riego.

El déficit natural de lluvias, las bajas eficiencias de uso y la falta de capacidad reguladora en el Dique Las Lomitas, llevan a que en primavera se presente falta de agua. Esto resulta limitante para la adopción de muchos cultivos que demandan riego todo el año, como frutales y pasturas perennes, o cultivos anuales que preferentemente deben cultivarse en invierno y primavera, antes de la ocurrencia de las lluvias, tales como la mayoría de los cultivos hortícolas. Este marcado déficit, ha provocado además que los productores que puedan, recurran al bombeo de agua subterránea para riego. Un intensivo bombeo genera por un lado altos costos de producción (estimados en cerca de 2,5 millones de dólares por año en energía para bombeo) y por otro, una sobreexplotación del acuífero.

Las precipitaciones en ciertos períodos determina la ocurrencia de crecientes lo suficientemente grandes como para provocar el deterioro de la obra de captación, canales de riego, en fincas y afectación en zonas urbanas. Todos los excedentes pluviales y de riego son evacuados a través de desagües naturales y la propia red de riego.

No existe un plan adecuado de manejo ni una red coherente de desagües en el sector. Solamente en proximidades de áreas urbanas existen canales de desagüe de características y dimensiones importantes, en su mayoría revestidos, no pudiendo los mismos cumplir adecuadamente con su función ante la falta de manejo de los escurrimientos provenientes de sectores rurales ubicados aguas arriba.

En virtud de lo antedicho, el objetivo del proyecto es dar sustentabilidad al valle, mejorando sustancialmente el uso del recurso hídrico y protegiendo al sistema de las crecientes originadas por las lluvias. Se logrará aumentar la eficiencia de uso del agua y disminuir problemas de contaminación y roturas.

2- Materiales y métodos

Para mejorar el uso del recurso hídrico se analizaron diferentes Alternativas. La primera (A) consiste en un Sistema de Riego Gravitacional Presurizado Colectivo a la Demanda; la segunda (B) consiste en impermeabilizaciones y mejoras en la distribución gravitacional.

Ambas alternativas acompañadas de una serie de intervenciones en defensas aluvionales y componentes no estructurales, tienen costos diferentes y generan beneficios muy distintos. La cuantificación y ponderación de ambas alternativas fueron efectuadas por el equipo de trabajo y puestas a consideración de la comunidad de beneficiarios, representantes y autoridades.

Se decidió en conjunto avanzar con el desarrollo de la primera alternativa, concibiendo su implementación por etapas. En la primera etapa aparece una zona beneficiada por obras de riego (SRGP) que se denomina Zona "A", mientras que la zona de riego que conserva el sistema gravitacional se denomina "B".

Se priorizaron las zonas a modernizar en la primera etapa en función de la categoría de derecho y de la gravedad de la problemática detectada.

La adopción y selección de la alternativa presurizada, permite maximizar la garantía de riego e implementar sistemas tecnificados de riego en finca sin bombeo y a la demanda, lo que reduce los costos y aumenta la eficiencia.

3- Resultados y discusión

El proyecto plantea la modernización del sistema de riego, la planificación ordenada de defensas aluvionales en la zona y la mejora en la gestión de los recursos productivos a través de componentes de asistencia técnica a productores y fortalecimiento de las Instituciones involucradas.

El Componente de Infraestructura es el de mayor impacto en cuanto a inversiones y mejoras esperadas y es el que se desarrolla en la presente ponencia. El mismo, ha sido organizado dividiendo las actividades en dos grupos:

1- OBRAS DE RIEGO: *Obras de Cabecera, reservorios y SRGPC*

- Nuevo Desarenador.
- Canal Matriz del Río Blanco.
- Tareas de refuncionalización en Dique las Lomitas: Refulado y Recrecimiento.

- Readecuación de Canales Secundarios. Cámaras de Carga de SRGP.
- Reservorios de Regulación Diaria.
- Redes Presurizada: Sistema D, Sistema S01, Sistema S02B y Sistema S02C.

2- **OBRAS ALUVIONALES:** *Obras Principales de Defensa*

- Colector Secundario I. Obra N°1.
- Defensa Oeste de Rosario de Lerma. Obras N°15 y 16.
- Obra de Regulación canal Ceballos. Obra N° 41.
- Colector Ruta Provincial N° 81. Obra N° 40.

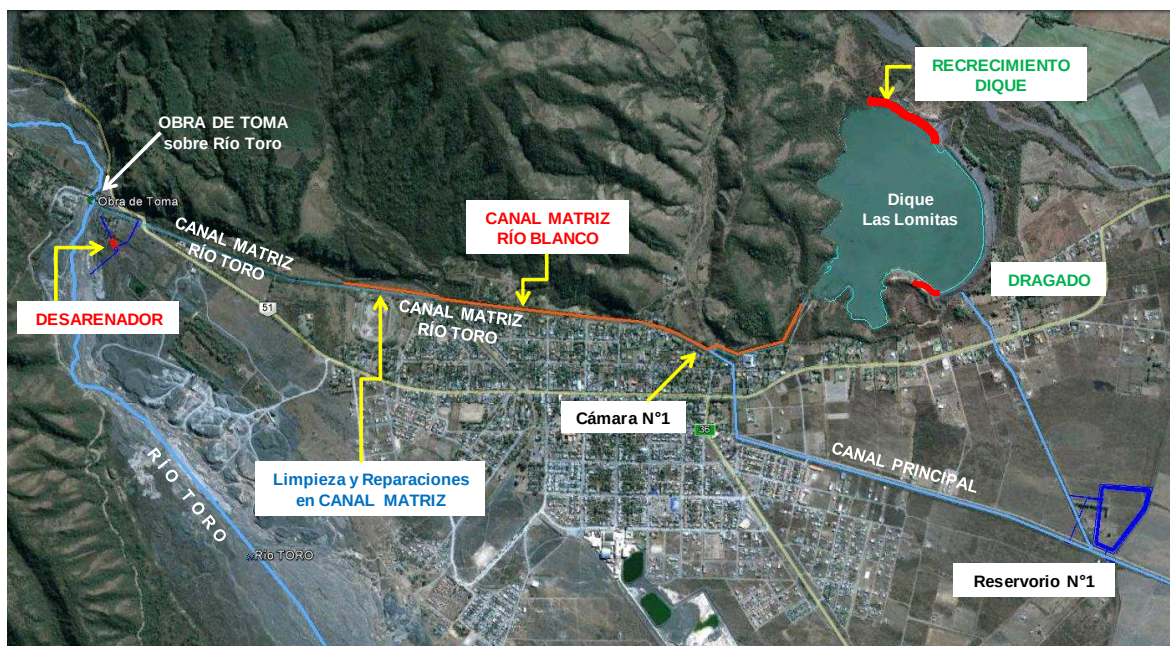


Figura 3. Obras de cabecera.

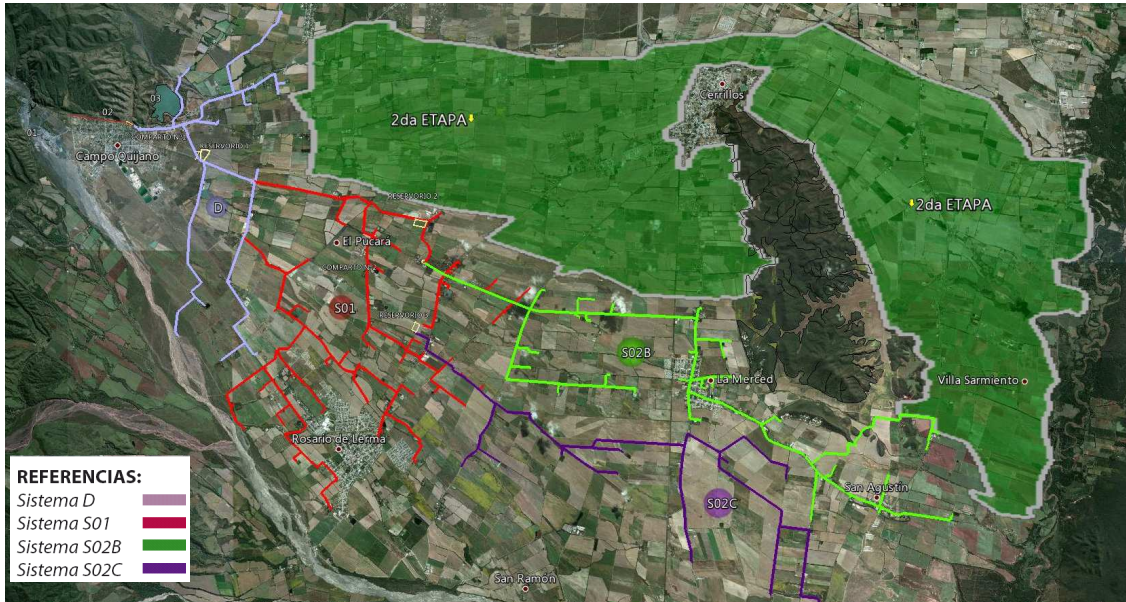


Figura 4. Esquema Sistema de Riego Gravitacional Presurizado Colectivo.

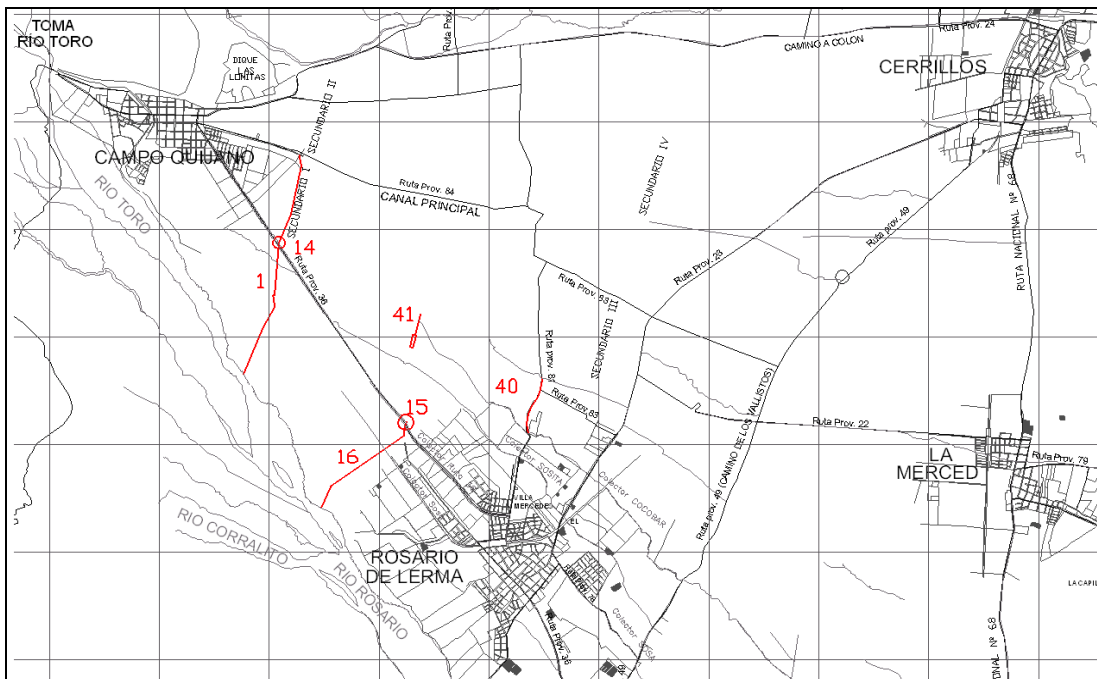


Figura 5. Obras Aluvionales a ejecutar.

El Sistema Presurizado se plantea modulado en sectores independientes, abastecidos cada uno de ellos desde un acueducto principal, el cual es encargado de ganar presión por diferencia de nivel.

Se optó por emplear los canales secundarios como fuente de abastecimiento hacia las cámaras de carga. La división en sectores presenta una serie de ventajas, entre las que se pueden mencionar:

- Menor timbraje (clase) de las tuberías.
- Diámetros menores (más manejables en la instalación y eventuales reparaciones).
- Menor incidencia de Golpes de Ariete (transitorios).
- Operación más sencilla.
- Menos riesgos de desabastecimiento total.

La zona presenta potencialidad para el desarrollo de un SRGPC, debido a que:

- Las pendientes en sentido oeste-este son significativas.
- Existe una reserva en cabecera (Dique Las Lomitas).
- Los cultivos que se recomiendan para la zona son aptos para riego con equipos modernos presurizados.

El máximo caudal continuo demandado empleado en el cálculo es de 0,7 l/s/ha. A partir de allí se mayoraron los caudales en función del tamaño de la parcela, otorgando una cierta flexibilidad al sistema para tareas de manejo y de mantenimiento.

El coeficiente de mayoración empleado ha tenido en cuenta que el riego pueda efectuarse en 20hs. por día, por lo cual resulta un valor de $24/20=1,2$. Para el caso en que las superficies son muy pequeñas y el caudal de cálculo resulta bajo, se dispuso un caudal mínimo de 5 l/s.

Los caudales en las tuberías se calcularon por el método de Clement. Para la determinación de los diámetros de las tuberías se efectuó una optimización de costos totales, por programación lineal.

DATOS CARACTERISTICOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Dique Las Lomitas- Datos Generales.

Vol. Original	Vol. Actual	Vol. con Proyecto
7 Hm ³	4 Hm ³	7 Hm ³

Tabla 2. Reservorios y Cámaras - Datos Generales.

DESIGNACIÓN	UBICACIÓN	Capacidad [m3]	Superficie [ha]	ALIMENTA	
				Sistema Actual	Nuevo Sistema
Cámara N°1	Canal Matriz	-	-	Dique Las Lomitas	Sistema D
Reservorio N°1	Dársena 1	132.290	4,4	Canal Secundario N°2	Sistema S01
Reservorio N°2	Dársena 2	141.050	4,7	Canal Secundario N°4	Sistema S02A
Cámara N°2	Secundario 3	-	-	-	Sistema S02B
Reservorio N°3	Secundario 3	68.145	3,0	-	Sistema S02C
		341.485			

Tabla 3. Redes Presurizadas Gravitacionales – Datos Generales.

SISTEMA	Diámetros [mm]		Longitud [km]	Parcelas	Sup. [ha]	Caudal [l/s]	Obra de Cabecera	Cota Cabecera [m]
D	90	1.000	26,9	31	1.078	911	Cámara de Carga N°1	1.501,50
S01	90	1.000	64,6	119	2.812	2.459	Reservorio N°1	1.455,00
S02B	90	1.200	46,2	65	1.906	1.656	Cámara de Carga N°2	1.345,00
S02C	90	1.000	30,8	29	1.379	1.178	Reservorio N°3	1.335,00
			168,5	244	7.175	6.204		

Los elementos de regulación a lámina libre consisten en compuertas hidráulicas automáticas. Los reservorios garantizan el suministro a las redes desde los canales de cabecera.

La Red dispone de elementos de protección y control, como estaciones de filtrado colectivo, estaciones reguladoras de presión, válvulas de aire y válvulas de desagüe.

En los puntos de entrega se disponen Arquetas que constan de una válvula reguladora de presión (PRV) y limitadora de caudal que garantiza la equidad en el consumo de agua por parte de usuarios, una válvula de aire y una válvula de apertura y cierre.

Luego de las Arquetas, se efectúan las salidas hacia cada propietario con una válvula de corte y un contador volumétrico, que permite el control del consumo por parte de los productores y el consorcio.

El costo del sistema público asciende a la suma de 36 millones de dólares, de los cuales el 96% corresponden al sistema de riego. Esto implica aproximadamente unos 3.500 dólares por hectárea en infraestructura pública.

Tabla 4. Presupuesto del proyecto, por subcomponente

DESIGNACIÓN	TOTAL	%	COMPONENTE	DOLARES	%
Tareas Generales	783.217	2,27%	1- INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	34.481.371	96,13%
Desarenador	679.001	1,97%	2- ASISTENCIA TÉCNICA AGRÍCOLA	667.196	1,86%
Canal Matriz Río Blanco	373.105	1,08%	3- FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	721.190	2,01%
Tareas en el Dique Las Lomitas	2.223.474	6,45%	TOTAL	35.869.757	100%
Reservorios y Redes Presurizadas	26.945.053	78,14%			
Obras Aluvionales	3.477.522	10,09%			
TOTAL	34.481.371	100%			

La evaluación económica y financiera del proyecto resultó muy satisfactoria, teniendo en cuenta el incremento productivo y la marcada disminución en el uso de energía para bombeo de agua subterránea.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se requiere de una fuerte inversión intrapredial en sistemas de riego por cerca de 1.500 dólares por hectárea, para lo cual se han dispuesto mecanismos de financiación y de subsidio para los regantes y la presencia de profesionales destinados al asesoramiento, formulación e instalación de riegos parcelarios en las fincas como parte de los servicios que brinda el consorcio de riego mientras se implemente el proyecto.

Con estas obras se logrará incrementar la eficiencia de uso del recurso hídrico, disminuyendo sustancialmente el consumo de agua subterránea. Además se dispondrá de un sistema hídrico único en la zona, con tecnología de punta, que permite un uso eficiente y equitativo del recurso hídrico superficial y facilita un desarrollo sustentable.

Mediante este proyecto se espera como resultado casi inmediato el aumento de las eficiencias, de acuerdo a lo que se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Eficiencias de riego con y sin proyecto.

Eficiencia	Sin Proyecto	Con Proyecto
Conducción	0,90	0,98
Distribución	0,85	0,98
Aplicación	0,55	0,75
Global	0,42	0,72

Asimismo se espera una modificación en el patrón de cultivos, gracias a la mejor garantía de agua y a la rentabilidad de los cultivos actuales. Asimismo, el organismo de financiamiento fomenta la reconversión productiva del tabaco, por lo que además el proyecto incluye una serie de capacitaciones, parcelas demostrativas y apoyo comercial a los productores que diversifiquen. Del mismo modo se implementarán políticas diferenciales respecto al repago de las inversiones, favoreciendo aquellos productores que reduzcan la superficie destinada al cultivo de tabaco. Los cambios en la célula de cultivo se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 6. Célula de cultivo.

Superficie (ha)	Año 1	Año 2 y 3	Año 4 y 5	Año 6 en adelante
Cultivada total	10.497,0	10.751,0	10.998,0	11.320,0
Tabaco	8.740,9	7.190,0	4.656,0	4.153,0
Pimiento p/ deshidratar	213,0	1298,0	2404,0	2.745,0
Cebolla	27,5	51,0	109,5	121,5
Choclo	54,5	349,0	659,0	707,0
Lechuga	51,5	223,0	338,5	462,5
Durazno	40,0	60,0	80,0	100,0
Trigo	730,0	940,0	1.721,0	1.715,0
Alfalfa	639,0	640,0	1.030,0	1.316,0

4- Conclusiones y recomendaciones

El proyecto resultó aceptado por los usuarios, por la provincia y está siendo evaluado por entidades de financiamiento. El costos de inversión es justificado por los beneficios esperados: ahorro de energía por bombeo y uso de riego presurizado, ahorro de recursos productivos, mayor rendimiento por hectárea, menores costos de operación y mantenimiento de la red de riego, disminución de riesgo aluvional, disminución de la contaminación ambiental y disminución del impacto ambiental de la agricultura.

El costo del agua se ha estimado a partir de la inversión y de los costos operativos, resultando 0,13 U\$S/m³. Este valor considera 700 dólares por año y hectárea en amortización de todas las inversiones y 100 en costos operativos y de reposición para una dotación media de 6.000 m³/ha.año. Los regantes reembolsarán sólo una parte del crédito (40%) y cubrirán los costos operativos de la red de riego, entre ambas cosas llegarían a U\$S 300/ha.año.

Cabe aclarar que los costos ya devengados en la infraestructura existente han sido considerados como costo enterrado.

La intervención se presenta como innovadora y ambiciosa, desde el punto de vista de la tecnología y desde la optimización de los recursos naturales (agua y energía).

El desarrollo de un SRGP de esta envergadura, será único en la zona. Se considera oportuno, tratándose de uno de los valles más productivos del NOA, a la vez que se considera prudente su implementación por etapas.

Es importante destacar que el Valle de Lerma conforma un polo de gran consumo, que a partir del proyecto generará un ahorro de energía y de agua muy significativo.

El Proyecto es para los usuarios y los administradores un fuerte desafío por la necesidad de adecuarse a nuevos sistemas y hacerlos funcionar con eficacia. Por ello que las actividades de capacitación tienen especial importancia.

Todas las previsiones y beneficios esperados serán seguidos durante la ejecución del proyecto a fin de monitorear los resultados. Se efectuarán monitoreos y controles a campo, así como encuestas de revisión ex-post.

5- Bibliografía

Ed. Mc Graw Hill. 1959. *Hidráulica de Canales Abiertos*. Ven Te Chow.

Brouwer C., Goffeau A., Heibloem M. *Irrigation Water Management Manuals*. FAO-
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

BANCO MUNDIAL. 2000. *Argentina, gestión de recursos hídricos*, Inf.20729 AR,
Washington D.C.

INDEC. 2002 y 2008. *Censo Agropecuario*. Buenos Aires, Argentina.

Granados Alfredo. 1986. *Infraestructura de Regadíos. Redes colectivas de riego a presión*. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Además se consultó:

Bibliografía Técnica. *ALSTON FLUID*

Folletería Técnica. *EINAR S.A.*

FONDO ESPECIAL DEL TABACO (F.E.T). *Antecedentes de Proyecto NOA HIDRICO ARGENTINO*.