

REPÚBLICA ARGENTINA

**PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL PARA LA INVERSIÓN  
UTF/ARG/017/ARG**

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y  
LA ALIMENTACIÓN**

(FAO)



**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA y PESCA**



**PROGRAMA DE SERVICIOS AGRÍCOLAS PROVINCIALES**



**PROYECTO:**

**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE SAN CARLOS**

**PROVINCIA DE SALTA**

**ANEXO 2:  
COMPONENTES DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TECNICA, Y  
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**

**APÉNDICE 2:  
DEMANDA DE RIEGO**

**ABRIL 2013**

**INDICE GENERAL**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>CLIMA DE LA ZONA .....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>SUPERFICIE EMPADRONADA PARA RIEGO.....</b>	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>RIEGO Y DEMANDA .....</b>	<b>4</b>
<b>A.</b>	<b>Necesidades de riego .....</b>	<b>4</b>
1.	Evapotranspiración y precipitación efectiva .....	4
2.	Necesidad neta de riego de los cultivos.....	5

**INDICE DE CUADROS**

<i>Cuadro N°1.</i>	<i>Precipitación Total.....</i>	<i>3</i>
<i>Cuadro N°2.</i>	<i>Superficie de cultivos bajo riego en la situación actual.....</i>	<i>4</i>
<i>Cuadro N°3.</i>	<i>Superficie de cultivos bajo riego con proyecto.....</i>	<i>4</i>
<i>Cuadro N°4.</i>	<i>Eficiencias de riego sin proyecto .....</i>	<i>6</i>
<i>Cuadro N°5.</i>	<i>Eficiencias de riego con proyecto.....</i>	<i>6</i>

**INDICE DE FIGURAS**

<i>Figura N° 1.</i>	<i>Curvas de ET<sub>0</sub> , Precipitación Efectiva y Necesidad Neta de Riego .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura N° 2.</i>	<i>Kc de los cultivos utilizados en el cálculo de la demanda de riego.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura N° 3.</i>	<i>Demandas actual y con proyecto en m<sup>3</sup>/s.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura N° 4.</i>	<i>Demandas actual y con proyecto en l/s.ha.....</i>	<i>7</i>

## I. INTRODUCCIÓN

1. El presente documento tiene por objetivo presentar los datos y criterios utilizados para la estimación de la demanda de agua para riego agrícola de la zona del proyecto formulado a nivel de factibilidad para la zona irrigada por el río Calchaquí en las localidades de San Carlos y Payogastilla.

## II. CLIMA DE LA ZONA

2. El departamento de San Carlos presenta clima seco y árido, temperatura media de 15°C, una gran amplitud térmica diaria derivada de su altitud y alta heliofanía derivada de la aridez de la zona.

3. La precipitación anual es de 111 mm<sup>1</sup>, produciéndose el 90% en la época estival. La temperatura desciende con la altura y la evapotranspiración supera en todos los meses del año a las lluvias, por lo cual se registra un déficit hídrico permanente (Vargas Gil, 1990). La altitud varía entre 1.500 a 2.000 m.s.n.m. (INTA, 1979).

4. Los datos climáticos y de evapotranspiración han sido obtenidos de los datos relevados por Bianchi y Yañez en “Las precipitaciones del Noroeste argentino”, publicación realizada por INTA Salta.

5. En el siguiente cuadro se muestra la precipitación media mensual de la zona y la precipitación efectiva calculada en base a la fórmula empírica propuesta por FAO.

Cuadro N°1. Precipitación Total

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación (mm/mes)	43	15	12	3	0	1	0	0	1	2	7	29	113
Precipitación Efectiva (mm/mes)	16,50	2,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,50	30

## III. SUPERFICIE EMPADRONADA PARA RIEGO

6. La superficie bajo riego en las distintas localidades se basa en las concesiones otorgadas por la dirección de recursos hídricos de la provincia de Salta y administrado por los diferentes consorcios de usuarios ubicados a lo largo la cuenca del río Calchaquí.

7. Los dos consorcios incluidos en el proyecto son “Los Sauces-La Dársena-El Barrial”, conocido en la zona como consorcio de San Carlos, cuya superficie empadronada con concesiones de riego superficial alcanzan las 1.987,8 ha y el consorcio de Payogastilla-La Merced, que cuenta con 148,4 ha empadronadas. Este último consorcio se conoce como “Calchaquí”. De este modo se alcanzan entre ambos consorcios 2.136,20 ha empadronadas beneficiadas por el proyecto.

8. Los datos presentados en la situación actual han sido relevados a través de la encuesta realizada en el marco del proyecto, validadas con datos estadísticos oficiales y entrevistas con referentes locales. En la actualidad se estima que la superficie cultivada no alcanza aquella que tiene concesiones de riego, ya que el sistema presenta severas deficiencias de infraestructura que impiden el aprovechamiento del recurso hídrico superficial de un modo

---

<sup>1</sup> Las Precipitaciones del Noroeste Argentino (Bianchi A.R., Yañez C.E.). Serie 1977-1990.

eficiente. Especialmente en épocas de mayor oferta hídrica donde la toma precaria que posee el sistema queda fuera de servicio, reduciendo el aprovechamiento al estiaje del río donde esta toma puede ser utilizada.

9. A esta situación se suma los daños y el gran aporte de sedimentos que provocan los escurremientos aluvionales sobre los canales y reservorios del sistema.

Cuadro N°2. Superficie de cultivos bajo riego en la situación actual

Cultivo	%	Sup (ha)
Vid	0,5	5,2
Alfalfa	39,4	379,5
Cebolla	1,6	15,5
Maíz	6,0	58,0
Tomate	0,6	6,0
Comino	2,9	28,2
Quinua	0,0	0,0
Avena + trigo	16,8	162,0
Pimiento para pimentón	32,1	310,0
	100,0	964,4

10. La situación con proyecto incluye la posibilidad de servir, especialmente en épocas de mayor oferta hídrica superficial a una mayor superficie irrigada con una toma estable sobre el río y la protección de las conducciones ante las escorrentías aluvionales asegurando una mayor garantía en la provisión de agua de riego.

Cuadro N°3. Superficie de cultivos bajo riego con proyecto.

Cultivo	%	Sup (ha)
Vid	0,2	5,2
Alfalfa	20,6	430,0
Cebolla	1,4	28,3
Maíz	25,4	529,9
Tomate	0,3	7,2
Comino	2,6	54,8
Quinua	2,5	52,8
Avena + trigo	22,3	466,2
Pimiento para pimentón	24,7	515,2
	100,0	2089,6

## IV. RIEGO Y DEMANDA

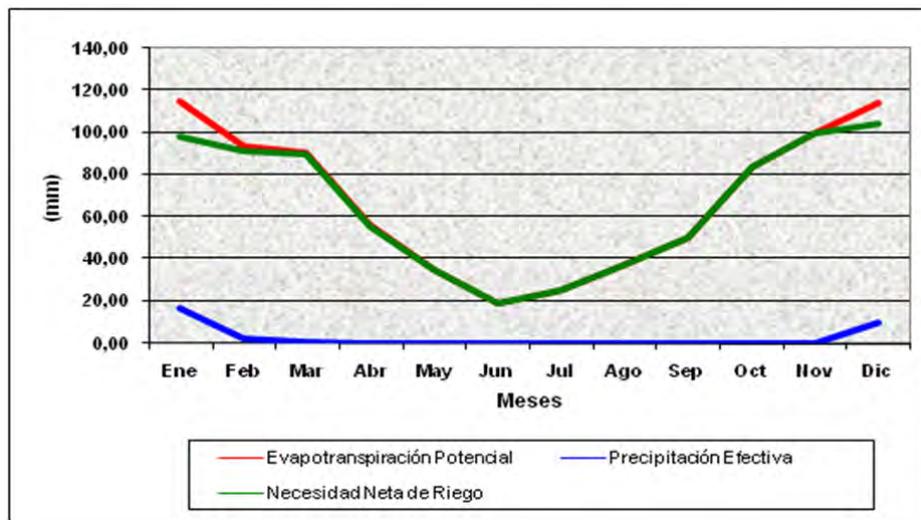
### A. Necesidades de riego

#### 1. Evapotranspiración y precipitación efectiva

11. El balance hídrico se ha calculado según la evapotranspiración potencial (ETo) obtenida de las estaciones meteorológicas previamente mencionadas.

12. La evapotranspiración potencial media anual supera 800 mm, la precipitación anual alcanza los 113 mm como media y la precipitación efectiva obtenida según la fórmula empírica propuesta por FAO es de 30 mm. Esto nos da como resultado un balance hídrico deficitario durante todo el año.

Figura N° 1. Curvas de ET<sub>0</sub>, Precipitación Efectiva y Necesidad Neta de Riego



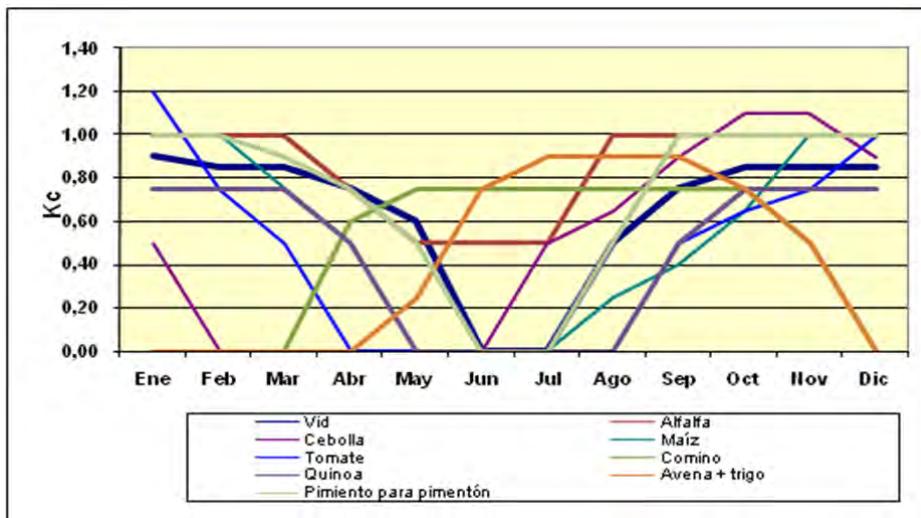
## 2. Necesidad neta de riego de los cultivos

### i. Manejo del agua en los predios

13. A nivel parcelario el sistema de riego predominante es el de riego por superficie y dentro del este sistema, el diseño predominante es el de riego por surcos con pendiente, en algunos casos el de riego por melgas. El diseño y la operación del riego parcelario es deficiente, por lo que se alcanzan eficiencias de aplicación relativamente bajas.

14. A continuación se muestran los valores de Kc de los cultivos usados en el cálculo de la demanda de agua para riego. Los cultivos considerados han sido los más representativos en superficie según los modelos de finca para la situación actual y con proyecto. En algunos casos, cultivos de escasa superficie se han agrupado por similitud de ciclo y demanda.

Figura N° 2. Kc de los cultivos utilizados en el cálculo de la demanda de riego



### ii. Eficiencias de riego: actual y con proyecto

15. Se ha considerado una eficiencia de conducción actual del 80% ya que se realiza en canales matrices excavados en tierra proveniente de tomas precarias sobre el río. La eficiencia de distribución relevada en la zona es también del 80%.

16. La eficiencia de aplicación ha sido estimada, resultando de alrededor del 50%, considerando riegos con pendiente, con desagüe al pie con algunas limitaciones en el diseño y operación en las parcelas. En la situación actual se estima entonces una eficiencia global que ronda el 32%, la cual es baja. Esto se observa en la actualidad debido a una operación deficiente del riego parcelario y al mal estado de los canales, como a la deficiente infraestructura de derivación y control del sistema de riego.

Cuadro N°4. Eficiencias de riego sin proyecto

Eficiencia Conducción	Eficiencia de Distribución	Eficiencia de Aplicación	Eficiencia Global del Sistema
0,80	0,80	0,50	<b>0,32</b>

17. En la situación con proyecto se estima una mejora en la eficiencia de conducción y distribución, alcanzando valores de hasta el 90% en ambas. Esto sucede debido a la influencia de las obras de infraestructura y los elementos de medición y control que se incorporan desde el proyecto.

18. La eficiencia de aplicación se espera que se incremente, motivada por el incremento en la eficiencia de aplicación de riego por superficie, situación que es fuertemente abordada desde los componentes de Asistencia Técnica y Fortalecimiento Institucional y por el incremento en la adopción de riegos tecnificados, esperando que los productores alcancen eficiencias de aplicación medias del 65%. Con estos valores la eficiencia global a alcanzar rondará el 53%, dato con el cual se ha calculado la demanda de riego para la situación con proyecto.

Cuadro N°5. Eficiencias de riego con proyecto

Eficiencia Conducción	Eficiencia de Distribución	Eficiencia de Aplicación	Eficiencia Global del Sistema
0,90	0,90	0,65	<b>0,53</b>

### iii. Caudales continuos demandados

19. Las necesidades de agua para los cultivos fueron calculadas en base a la composición de cultivos actual en la zona del proyecto, según datos modelados a partir de la encuesta a productores realizada en el marco del proyecto.

20. Se ha calculado la demanda para la situación con proyecto. El resultado de estos cálculos nos muestra que la mayor superficie cultivada y regada a partir del sistema en la situación con proyecto no presenta un gran incremento de caudal demandado, ya que el incremento en la eficiencia global del sistema, hace que con un caudal solo un poco mayor, se abastezca esta mayor superficie cultivada.

21. La máxima demanda unitaria ronda los 1,09 L/s.ha, para el mes de noviembre (mes de mayor consumo). Para cubrir la demanda de la superficie cultivada en la actualidad, este caudal máximo demandado representa 1,05 m<sup>3</sup>/s para que la superficie bajo riego no sufra situaciones de estrés hídrico.

22. Para la situación con proyecto, si bien la demanda unitaria disminuye en función del incremento de la eficiencia en el uso del agua de riego, siendo noviembre el mes de mayor demanda, alcanzando los 0,64 L/s.ha, la demanda del sistema es mayor, incrementándose en función de la superficie cultivada bajo riego (aumento superior al 100%), alcanzando más de 1,33 m<sup>3</sup>/s.

Figura N° 3. Demanda actual y con proyecto en m<sup>3</sup>/s

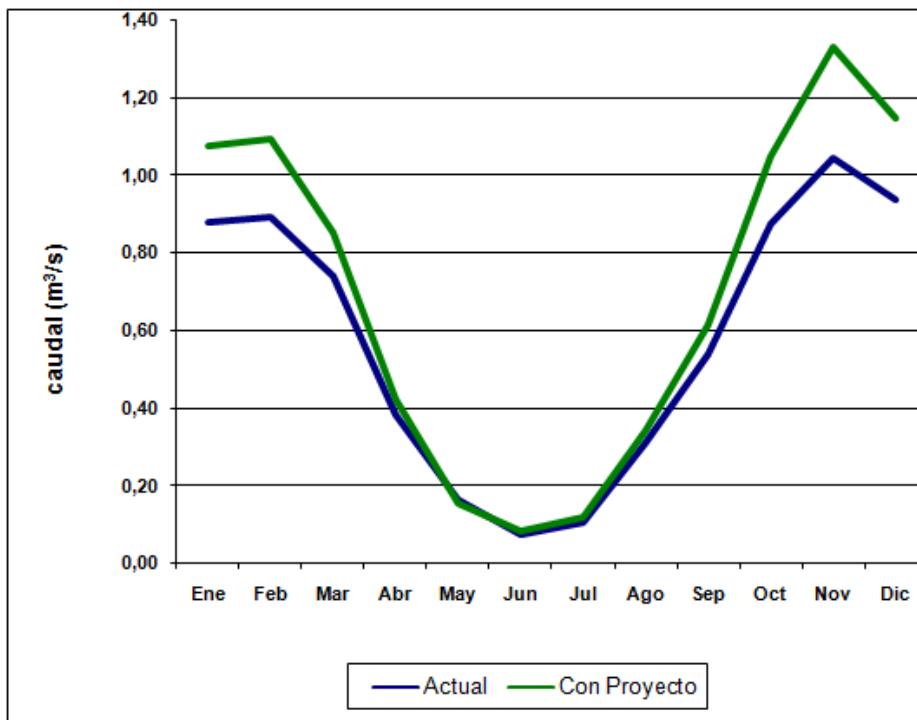


Figura N° 4. Demanda actual y con proyecto en l/s.ha

