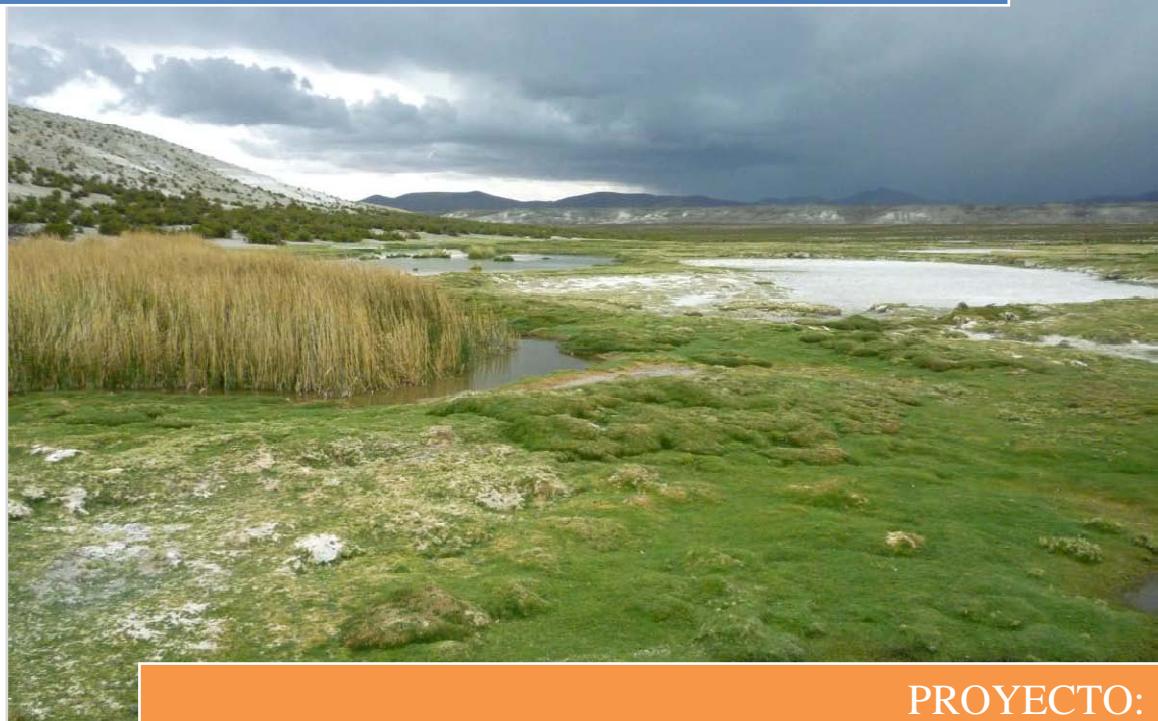


# Estudio de la demanda de agua en la Cuenca del Desaguadero



**PROYECTO:**  
“Gestión Concertada de Cuencas Transfronterizas,  
promoviendo la paz y la colaboración”



Danitza M. Salazar Cortez

La Paz, 24 de Mayo de 2011

## Índice del contenido

<b>Índice del contenido.....</b>	<b>ii</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
3.1. Relieve.....	5
3.2. Clima.....	5
3.3. Vegetación y Uso del Suelo.....	6
3.4. Hidrología y calidad de aguas .....	7
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>7</b>
4.1. Recopilación de información climatológica.....	9
4.2. Recopilación de información productiva.....	9
4.3. Precipitación efectiva.....	9
4.4. Evapotranspiración del cultivo (Etc).....	10
4.5. Requerimientos de riego.....	10
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
5.1. Bofedales .....	12
5.1.1. Análisis de la información climatológica.....	12
5.1.1.1. Análisis de la precipitación.....	13
5.1.1.2. Análisis de la evapotranspiración de referencia .....	14
5.1.2. Información Productiva .....	16
5.1.2.1. Identificación de áreas de bofedales .....	16
5.1.2.2. Estimación del coeficiente Kc en bofedales.....	18
5.1.3. Evapotranspiración del cultivo (ETc) .....	19
5.1.4. Demanda de agua.....	19
5.2. Sistemas de Riego .....	23
5.2.1. Análisis de la información climatológica.....	23
5.2.1.1. Análisis de la precipitación.....	25
5.2.1.2. Análisis de la evapotranspiración de referencia .....	27
5.2.2. Información Productiva .....	29
5.2.2.1. Identificación de los sistemas de riego en el Desaguadero ....	29
5.2.2.2. Estimación del coeficiente Kc en los sistemas de riego.....	33
5.2.3. Evapotranspiración del cultivo (ETc) .....	34
5.2.4. Demanda de Riego.....	34
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
6.1. Bofedales .....	38
6.2. Sistemas de riego.....	39
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>

---

7.1. Bofedales .....	39
7.2. Sistemas de riego.....	40
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>
I. <i>Información climatológica de la estación para bofedales .....</i>	<i>42</i>
II. <i>Identificación de bofedales en el río Mauri .....</i>	<i>47</i>
III. <i>Demanda de agua en los bofedales del río Mauri.....</i>	<i>48</i>
IV. <i>Información climatológica de las estaciones para los sistemas de riego .....</i>	<i>57</i>
V. <i>Identificación de los sistemas de riego en el Bajo Desaguadero ....</i>	<i>66</i>
VI. <i>Demanda de agua en los sistemas de riego del Bajo Desaguadero</i>	<i>75</i>

## Índice de Figuras

Figura 1. Área de estudio, sistemas de riego del Río Desaguadero.....	4
Figura 2. DEM del área de estudio.....	5
Figura 3. Esquema metodológico para el cálculo del requerimiento de riego.....	8
Figura 4. Esquema metodológico para el cálculo del requerimiento de agua para el mantenimiento de los bofedales. ....	8
Figura 5. Estaciones meteorológicas disponibles en el área de bofedales. ....	13
Figura 6. Precipitación total mensual (mm/mes), estación Chuopalca, periodo 1965-2009.....	14
Figura 7. Precipitación media mensual (mm/día), estación Chuopalca, periodo estudiado: 1965 a 2009.....	14
Figura 8. Eto total mensual (mm/mes), estación Chuopalca, periodo 1965-2009. ....	15
Figura 9. Evapotranspiración de Referencia media mensual (mm/día), estación Chuopalca, periodo estudiado: 1965 a 2009. ....	15
Figura 10. Identificación de los bofedales permanentes y no permanentes en la cuenca del Mauri-Desaguadero (Castel, Conde, & Candia, 2011). ....	17
Figura 11. Demanda de agua anual de los bofedales ( $m^3/año$ ), periodo 1965 a 2009.	19
Figura 12. Demanda de agua anual histórica y potencial de los bofedales ( $m^3/año$ ), periodo 1965 a 2009. ....	20
Figura 13. Demanda de agua anual de los bofedales ( $m^3/año$ ), según el país, periodo 1965 a 2009. ....	21
Figura 14. Demanda de agua media mensual de los bofedales ( $m^3/mes$ ), periodo 1965 a 2009. ....	21
Figura 15. Demanda de agua media mensual de los bofedales ( $m^3/mes$ ), periodo 1965 a 2009. ....	22
Figura 16. Demanda de agua de los bofedales ( $m^3/mes$ ) para los meses de Noviembre, Enero y promedio anual, periodo 1965 a 2009. ....	23
Figura 17. Estaciones meteorológicas disponibles en el área de sistemas de riego. ....	24
Figura 18. Precipitación total mensual (mm/mes), estación Patacamaya, periodo 1960-2009.....	25

Figura 19. Precipitación total mensual (mm/mes), estación Oruro, periodo 1960-2009.	25
Figura 20. Precipitación promedio (mm/mes), estaciones Patacamaya y Oruro, 1960-2009.....	26
Figura 21. Eto total mensual (mm/mes), estación Patacamaya, periodo 1960-2009....	27
Figura 22. Eto total mensual (mm/mes), estación Oruro, periodo 1960-2009.....	28
Figura 23. Evapotranspiración de Referencia media mensual (mm/día), estaciones Patacamaya y Oruro, periodo estudiado: 1960 a 2009.....	28
Figura 24. Demanda de riego anual ( $m^3/año$ ), periodo 1960 a 2009.....	36
Figura 25. Demanda de riego total anual ( $m^3/año$ ), bruta vs. neta, periodo 1960 a 2009.	37
Figura 26. Demanda de riego media mensual ( $m^3/mes$ ), periodo 1960 a 2009.....	37
Figura 27. Demanda de riego ( $m^3/mes$ ) para los meses de Noviembre, Junio y promedio anual, sistemas activos, periodo 1960 a 2009.....	38
Figura 28. Precipitación promedio anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca. ....	42
Figura 29. Precipitación total anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca. ....	42
Figura 30. Evapotranspiración promedio anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca.....	44
Figura 31. Evapotranspiración total anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca... .	44
Figura 32. Precipitación y ETo promedio mensual del periodo 1965-2009, estación Chuapalca.....	46
Figura 33. Demanda de riego bruta anual de los bofedales ( $m^3/año$ ) vs. Precipitación (mm/año), periodo 1965 a 2009.....	48
Figura 34. Demanda de riego bruta anual de los bofedales ( $m^3/año$ ) vs. Evapotranspiración (mm/año), periodo 1965 a 2009.....	49
Figura 35. Demanda de riego bruta anual de los bofedales ( $m^3/año$ ) vs. la ocurrencia de fenómenos climáticos (Niño, Niña), en el periodo 1965 a 2010.....	50
Figura 36. Precipitación promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro. ....	57
Figura 37. Precipitación total anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro. ....	57

---

Figura 38. ETo promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.	61
Figura 39. ETo total anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro. ....	61
Figura 40. Precipitación y ETo promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro. ....	64
Figura 41. Precipitación y ETo promedio mensual del periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro. ....	65
Figura 42. Evolución de las áreas cultivadas en los sistemas de riego en la cuenca del río Desaguadero (a), periodo 1960-2009. ....	74
Figura 43. Evolución de las áreas cultivadas en los sistemas de riego en la cuenca del río Desaguadero (b), periodo 1960-2009. ....	74
Figura 44. Demanda de riego bruta anual ( $m^3/año$ ) vs. Precipitación (mm/año), periodo 1960 a 2009. ....	75
Figura 45. Demanda de riego bruta anual ( $m^3/año$ ) vs. Evapotranspiración (mm/año), periodo 1960 a 2009. ....	76
Figura 46. Demanda de riego bruta anual ( $m^3/año$ ) vs. la ocurrencia de fenómenos climáticos (Niño, Niña), en el periodo 1960 a 2010. ....	77

## Índice de Tablas

Tabla 1. Información técnica de la estación climatológica seleccionada para los bofedales .....	12
Tabla 2. Superficies de bofedales por subcuenca hidrográfica y país (Castel, Conde, & Candia, 2011).....	18
Tabla 3. Coeficiente único del cultivo (Kc) asumido para los bofedales (Bilbao, 2011).18	
Tabla 4. Información técnica de las estaciones climatológicas usadas para la demanda de riego.....	24
Tabla 5. Sistemas de riego identificados en el área de estudio, el departamento al que pertenecen, la estación meteorológica asignada, su periodo de funcionamiento y su época de riego (Castel & Perez, 2010).....	30
Tabla 6. Sistemas de riego Potenciales identificados en el área de estudio (Castel & Perez, 2010).....	31
Tabla 7. Patrón de cultivo asumido para el cálculo de demanda de agua en los sistemas de riego del Río Desaguadero, periodo 1960-2009.....	34
Tabla 8. Eficiencia del sistema, Sistemas de riego de la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009. ....	36
Tabla 9. Precipitación mensual Estación Chuopalca, periodo 1965-2009.....	43
Tabla 10. ETo mensual Estación Chuopalca, periodo 1965-2009. ....	45
Tabla 11. Superficies de bofedales por subcuenca hidrográfica (Castel, Conde, & Candia, 2011).....	47
Tabla 12. Superficies de bofedales por país (Castel, Conde, & Candia, 2011).....	47
Tabla 13. Demanda de agua bruta, Total bofedales permanentes y no permanentes en la cuenca del Río Mauri, periodo 1965-2009. ....	51
Tabla 14. Demanda de agua bruta, Bofedales permanentes en la cuenca del Río Mauri, periodo 1965-2009. ....	53
Tabla 15. Demanda de agua bruta, Bofedales no permanentes en la cuenca del Río Mauri, periodo 1965-2009. ....	55
Tabla 16. Precipitación mensual Estación Patacamaya, periodo 1960-2009.....	58
Tabla 17. Precipitación mensual Estación Oruro, periodo 1960-2009. ....	59

---

Tabla 18. ETo mensual Estación Patacamaya, periodo 1960-2009. ....	62
Tabla 19. ETo mensual Estación Oruro, periodo 1960-2009. ....	63
Tabla 20. Canales identificados en los sistema de riego de la cuenca del bajo Desaguadero, su época de riego y año de construcción (Castel & Perez, 2010). ....	66
Tabla 21. Superficies cultivadas por tipo de cultivo y sistema de riego, estimados para el periodo 1960-2010 (Castel & Perez, 2010). ....	69
Tabla 22. Superficies cultivadas por tipo de cultivo y sistema de riego, estimados para el periodo 1960-2010 (Castel & Perez, 2010). ....	72
Tabla 23. Demanda de riego bruta, Sistemas de riego Activos en la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009. ....	78
Tabla 24. Demanda de riego bruta, Sistemas de riego Potenciales en la cuenca del Desaguadero, periodo 1960-2009. ....	80
Tabla 25. Demanda de riego bruta, Total Sistemas de riego en la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009. ....	82
Tabla 26. Demanda de riego bruta de los Sistemas de riego de la cuenca del Río Desaguadero, todos los sistemas identificados funcionan a su máxima capacidad y con las condiciones climáticas medias del periodo 1960-2009. ....	84

## **DEMANDA DE RIEGO EN LA CUENCA DEL MAURI-DESAGUADERO**

### **PERIODO 1960-2009**

#### **1. INTRODUCCION**

La cuenca trinacional (Bolivia, Perú, Chile) del río Mauri forma parte de la gran cuenca endorreica del Altiplano sudamericano. Varios proyectos de aprovechamiento y trasvase de las aguas de la cuenca del Mauri hacia la región costera del Pacífico han sido ejecutados y otros están planificados, con frecuencia sin tomar en cuenta a las poblaciones locales. Excepto el sector chileno, el área de estudio forma parte del acuerdo entre Perú y Bolivia que crea la Autoridad Binacional del lago Titicaca (ALT), esta cuenca se rige por un régimen de condominio en el que los gobiernos de los dos países aceptan que cualquier extracción futura de agua en la cuenca del río Mauri debe analizarse y definirse tomando en cuenta sus impactos ambientales, los derechos de los usuarios aguas abajo y el derecho internacional(Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

Los nuevos sistemas de riego que se están construyendo o se proyectan construir para aprovechar las aguas del río Mauri afectarán la disponibilidad de agua de los sistemas de riego ya existentes, especialmente de los situados sobre el brazo izquierdo del río Desaguadero, en Oruro. Además, los derechos de agua colectivos en la zona se rigen según una prioridad por cabecera; entonces, los sistemas aguas arriba tienen prioridad de uso. A esto se suma que la cuenca es interdepartamental (La Paz y Oruro) (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

El proyecto: “Gestión Concertada de Cuencas Transfronterizas; promoviendo la paz y la colaboración”, desarrollado por Agua Sustentable (AS) y financiado por el International Development Research Center (IDRC), busca evaluar los impactos ambientales y sociales de las actuales y futuras obras de aprovechamiento de las aguas en la parte alta de la cuenca del río Mauri, sobre los usuarios del sector boliviano que dependen de esas aguas (sistemas de riego ubicados a lo largo del río Desaguadero, bofedales sobre el río Mauri, población y otros usuarios). De esta manera, el proyecto busca proporcionar información amplia y actualizada al gobierno de Bolivia y la población de los tres países sobre las propuestas de trasvase de aguas de la cuenca alta del río Mauri y sus consecuencias.

El presente informe: “Cálculo de la demanda de riego en la cuenca del río Desaguadero”, tiene como propósito establecer la demanda de agua para fines de riego en los sistemas identificados en la cuenca del río Desaguadero. La información productiva de la zona es recopilada de los informes “Mapeo de derechos en la cuenca Mauri – Desaguadero” (Villarroel & Perez, 2007) y “Determinación de las áreas de riego cuenca Desaguadero” (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010), mientras que la información climática es recopilada del “Estudio de hidrología cuenca Mauri-Desaguadero” (Molina & Gutierrez, 2010)

Los resultados de este informe servirán como entrada para el modelo de gestión de cuencas desarrollado en el software MIKE BASIN del Danish Hydraulic Institute (DHI).

## **2. OBJETIVOS**

### ***2.1. Objetivo general***

Promover la gestión concertada del manejo de la cuenca de los Ríos Mauri-Desaguadero entre los países de Bolivia y Perú, estimando las necesidades de agua para riego y para el mantenimiento de los bofedales en el área de estudio.

### ***2.2. Objetivos específicos***

- Recopilar información acerca de las estaciones meteorológicas disponibles cerca del área de estudio. Seleccionar las estaciones a utilizarse en el cálculo de la demanda de agua en la zona.
- Recopilar las series de datos de Evapotranspiración de referencia (ETo) en la zona de estudio durante el periodo 1960 a 2009.
- Recopilar las series de datos de precipitación en la zona de estudio durante el periodo 1960 a 2009. Determinar la precipitación efectiva.
- Recopilar la información relativa a los bofedales existentes en la zona de estudio: áreas, tipo (permanentes o temporales)(Castel, Conde, & Candia, 2011) tipo de vegetación, estimación de los coeficientes de cultivo (Kc) de acuerdo a la zona de estudio (Bilbao, 2011).
- Estimar la eficiencia transporte del agua desde los ríos a los bofedales regados.

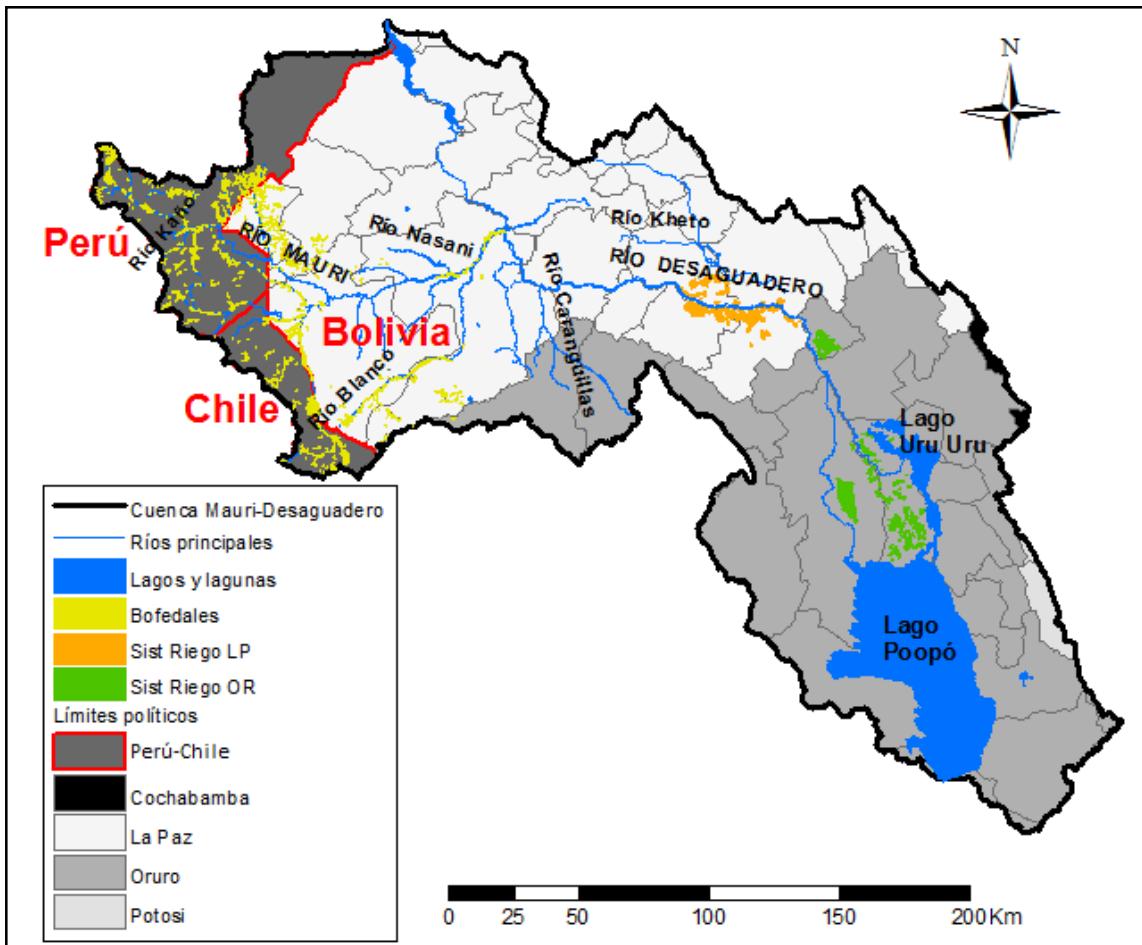
- Determinar la demanda de agua de los bofedales en la cuenca del río Mauri para el periodo Junio-1965 a Mayo-2009.
- Recopilar la información relativa a los sistemas de riego existentes en la zona de estudio: cantidad de áreas bajo riego, el tipo de cultivos y su variación anual en cada sistema (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010), estimaciones de los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) de acuerdo a las costumbres en la zona de estudio (Alurralde, 2007).
- Estimar la eficiencia de los sistemas de riego, tomando en cuenta el tipo de captaciones, conducciones principales, secundarias y métodos de aplicación de riego.
- Determinar la demanda de riego por superficie en la cuenca del río Bajo Desaguadero para el periodo Junio-1960 a Mayo-2009.

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

El área de estudio comprende las cuencas de los ríos Mauri y Bajo Desaguadero (Figura 1Figura 2). El río Mauri es el principal afluente del río Desaguadero y forma parte del sistema TDPS (Titicaca, Desaguadero, Poopó, Salares), que drena las aguas de la región del Altiplano central de Sudamérica (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

Esta cuenca abarca partes de los departamentos de La Paz y Oruro en Bolivia (también, pero en proporción insignificante, parte de los departamentos de Cochabamba y Potosí), de los departamentos de Puno y Tacna en Perú, y de la provincia de Parinacota en la Región de Chile.

La población en su gran mayoría es de origen aymará. La densidad poblacional es baja, aproximadamente 3 hab/km<sup>2</sup> (ALT, 2003). No se tienen datos precisos de Chile. La densidad poblacional es considerablemente más alta a lo largo del río Desaguadero aguas abajo de la confluencia con el Mauri, donde están situados los principales sistemas de riego (áreas anaranjadas y verdes) (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).



**Figura 1.** Área de estudio, sistemas de riego del Río Desaguadero.

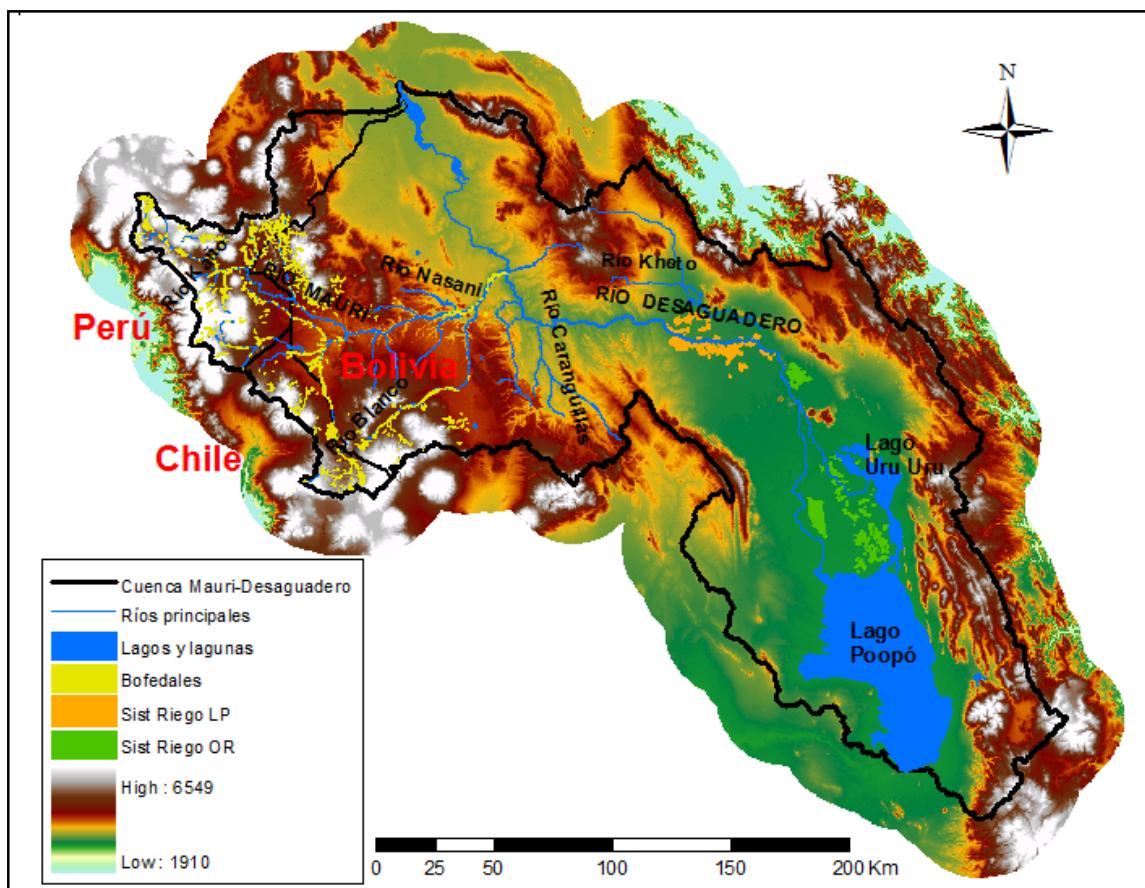
Fuente: (Elaboración propia)

En la cuenca del Mauri (parte alta del área de estudio), se tienen los bofedales que son humedales de altura que proveen de vegetación siempre verde que sirve de alimento para la ganadería de la zona (principalmente camélidos, llamas y alpacas), además albergan una variedad de aves, otros animales y especies vegetales típicas del área (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

En la cuenca del bajo Desaguadero existen extensos sistemas de riego que aprovechan sus aguas, también existen sistemas de producción agroindustrial relativamente desarrollados, mejor acceso a los centros urbanos de consumo y en general, una mejor infraestructura de transporte y comunicaciones. De manera general, la densidad poblacional y los ingresos familiares se van incrementando desde la cuenca del Mauri hacia el sur en el departamento de Oruro (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

### 3.1. Relieve

El relieve de la zona de estudio está definido por la Cordillera Occidental al oeste y la planicie altiplánica al este (Figura 2). La Cordillera Occidental es volcánica y separa a la cuenca del Altiplano de las pequeñas cuencas costeras del Pacífico. La altitud varía desde los 6300 msnm hasta 3795 msnm en la cuenca del río Mauri. El punto más alto está en los nevados de Parinacota, origen del río Caquena. A partir de Calacoto, el río Desaguadero corre por la amplia planicie del Altiplano Central, caracterizada por terrazas, colinas y cerros aislados (Orsag, et al. 2006, citado en (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).



**Figura 2.** DEM del área de estudio.

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.2. Clima

En la región del Altiplano predominan condiciones semiáridas (la evapotranspiración potencial anual supera ampliamente a la precipitación, ver Anexo I, Figura 40 y Figura 41)

y un clima frío. La pluviometría media anual en la cuenca está en el rango de 300 a 500 mm/año (Figura 37) con una variación interanual muy grande y riesgo de sequías alto. La evapotranspiración potencial (ETP) media en la cuenca del río Desaguadero, la ETP media anual es de 1300 a 1500 mm/año (Figura 39) (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

En la parte poblada de la cuenca del río Mauri, entre los 3800 y 4500 m, la temperatura media anual varía en el rango de 2 a 8° C, con valores máximos medios de 5 a 17° C y mínimos medios anuales de -10 a -3° C. La principal variable que influye sobre la temperatura es la altitud. En las cumbres más altas, que superan los 6000 m, la temperatura media anual puede caer por debajo de -12° C. El gradiente térmico altitudinal está en el rango de 0.85 a 0.9° C por cada 100 m, un valor alto y por encima de la media regional. En la zona habitada de la cuenca del río Mauri la frecuencia de heladas es superior a 150 días al año (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

### **3.3. Vegetación y Uso del Suelo**

En la cuenca del río Mauri por debajo de los 4500 m, se presenta una vegetación rala de pastos y arbustos alto-andinos. En las cumbres existen bosques ralos de Polylepis. Gran parte de la cuenca comprende de paisajes predominantes de afloramientos rocosos (ALT, 2001). Los bofedales representan del 1.2 a 2% de la superficie de esa cuenca siendo una vegetación. Un bofedal es un humedal de altura. “Es considerado una pradera nativa poco extensa con humedad permanente, vegetación siempre verde y de elevado potencial productivo” (Alzérreca, 2001, citado por Flores, 2002). La importancia de este ecosistema radica en que posee vegetación durante todo el año y se constituye en la base de la ganadería de la zona, principalmente camélidos, llamas y alpacas. También alberga una variedad de aves, otros animales y especies vegetales típicas del área (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

Existen otros tipos de ecosistemas como la puna húmeda, puna seca, praderas naturales, chillihuares y tolares, que albergan diferentes variedades de plantas, como: *Stipa* sp, *Festuca* sp, *Calamagrostis* sp, *Muhlenbergia* sp, *Bouteloua* sp, “garbancillo” *Astragalus* sp, “kishuara” *Budleia* sp, “kehuiña” *Polylepis* sp y *Selaginella* sp. Excepto los bofedales, estos ecosistemas se encuentran también en la cuenca del Bajo Desaguadero (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

En el departamento de Oruro, existen varios sistemas de riego tradicional que utilizan las aguas del río Desaguadero para riego de forrajes (alfalfa), papa, cebolla, haba y otros

cultivos. El riego es ante todo complementario. El área bajo riego ya supera las 19,000 hectáreas y continúa expandiéndose (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

### **3.4. Hidrología y calidad de aguas**

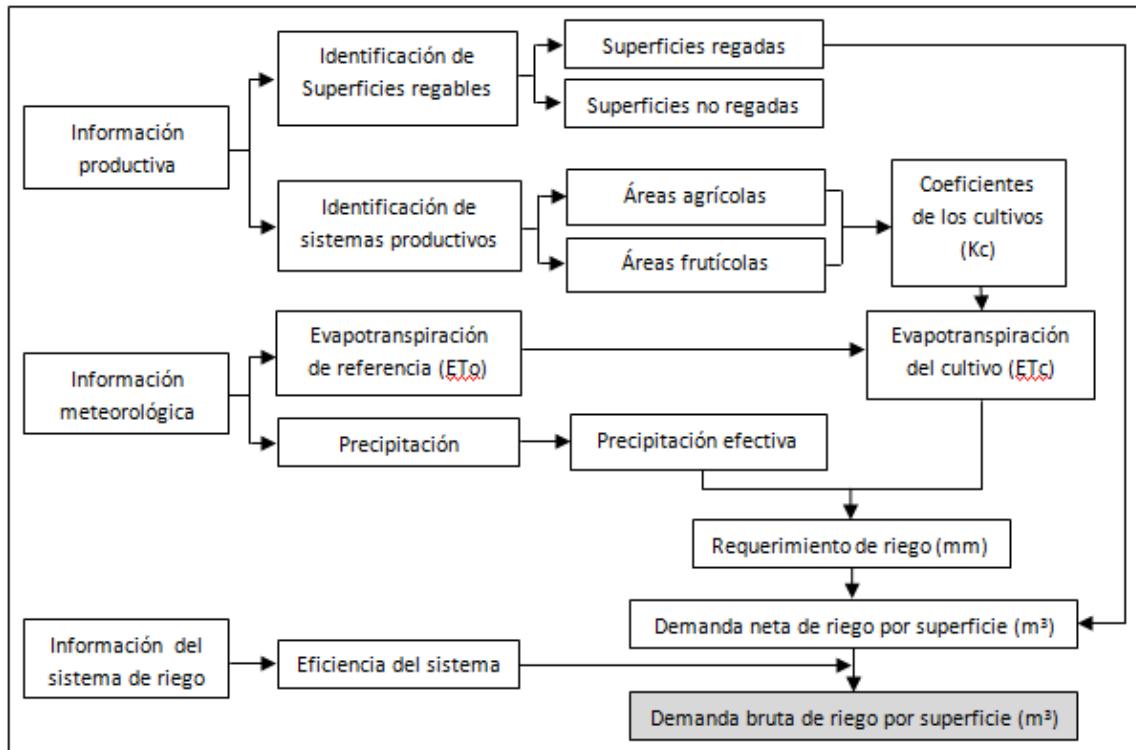
El río Mauri o Maure nace a 4800 m en el extremo noroeste de la cuenca y en territorio peruano (Figura 1 y Figura 2). Después de un corto recorrido ingresa a la laguna Vilacota, de la que es su principal afluente. Después de recibir varios afluentes (ríos Ancoaque, Chiliculco, Kaño, Kallapuma y Ancomarca y manantiales como el de Copapujo), el río Mauri cruza la frontera peruano-boliviano. Aguas abajo de la frontera, recibe al río Cusi Cusini y confluye con el río Caquena, que drena una cuenca más grande que la del río Mauri. El río Mauri continúa en dirección Este siguiendo un curso encajonado, recibiendo varios cursos de agua, como los ríos Vilcapalca o Tiquerani, Chaullani y Muru Aramaya, Kankavi, Nasani y su afluente más importante, el río Achuta o Blanco. Desde la confluencia con el río Blanco hasta la confluencia con el río Desaguadero en Calacoto, el río Mauri discurre por la planicie altiplánica siguiendo un curso de suave pendiente. Su cauce se hace muy ancho y poco profundo y las márgenes a ambos lados están sujetas al riesgo de inundaciones (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

Los dos brazos principales se subdividen a su vez en múltiples canales que desembocan en los lagos Uru Uru y Poopó. El lago Poopó es poco profundo, tiene como fuente de alimentación principal al río Desaguadero y es por tanto, muy sensible a las variaciones interanuales del caudal de este río (Pillco y Bergsson, 2007). El lago Poopó es considerado un lago terminal, que en períodos secos, como en la década del 90, llegó a desaparecer casi por completo. Además recibe cargas importantes de efluentes mineros que ingresan ante todo por el sector noreste. Sin embargo, aún sostiene una fauna importante y tiene efectos reguladores sobre el clima de la región (Molina Carpio & Cruz Flores, 2008).

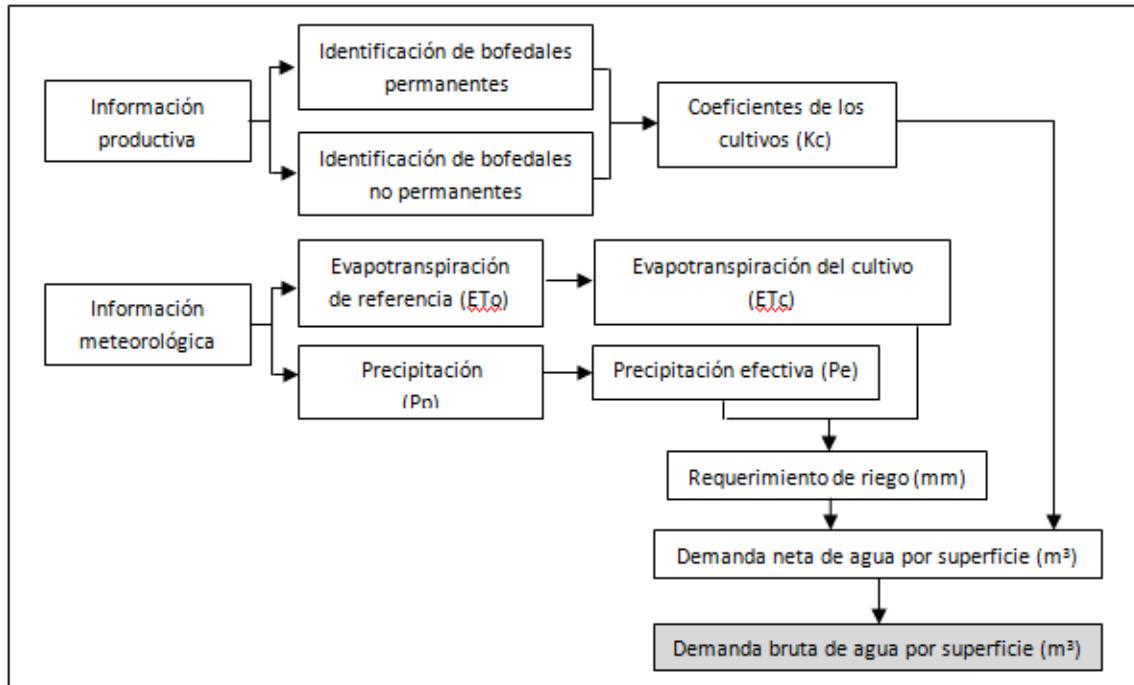
Se recomienda calcular la cantidad de agua requerida para el mantenimiento de los lagos de la región, los cuales sufren importantes pérdidas por evaporación e infiltración.

## **4. METODOLOGIA**

En la siguiente figura se presenta un esquema de la metodología asumida en la determinación del requerimiento de riego para la zona de estudio. En los siguientes acápitres se detallan los pasos seguidos.



**Figura 3.** Esquema metodológico para el cálculo del requerimiento de riego.



**Figura 4.** Esquema metodológico para el cálculo del requerimiento de agua para el mantenimiento de los bofedales.

En el caso del cálculo de la demanda de agua para el mantenimiento de bofedales, la metodología fue modificada ligeramente y se puede resumir en el esquema presentado en la

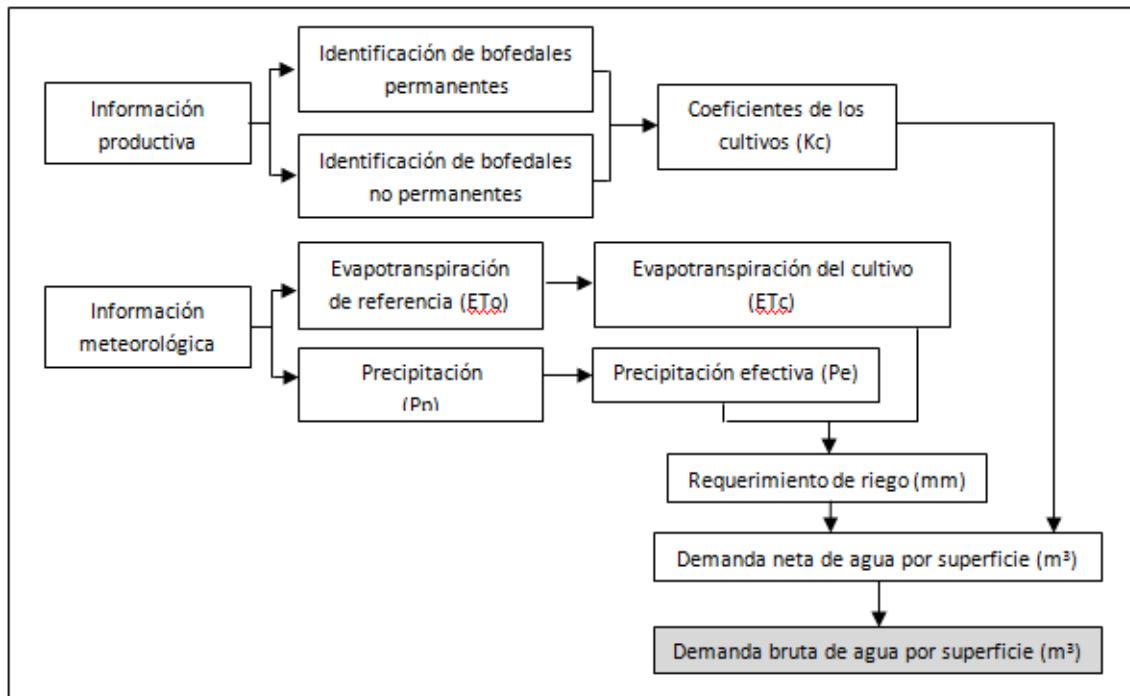


Figura 4. En los siguientes acápite se detallan los pasos seguidos en la determinación de demanda de agua para riego y para el mantenimiento de los bofedales.

#### 4.1. Recopilación de información climatológica

Las estaciones meteorológicas disponibles y cercanas al área de estudio se presentan en la Figura 5 y Figura 17, esta información ha sido recolectada por el IHH. Las estaciones usadas en el cálculo de la demanda de agua, en los bofedales y en los sistemas de riego se seleccionaron de acuerdo a la disponibilidad de series más completas de ETo y Precipitación durante el periodo de estudio, y de su proximidad a las áreas estudiadas.

#### 4.2. Recopilación de información productiva

La información productiva relativa a los bofedales, es decir la identificación de áreas con bofedales (permanentes y no permanentes) en el área de estudio se basa en el informe: Delimitación de bofedales con imágenes satelitales LANDSAT 5 TM mediante el NDVI (Castel, Conde, & Candia, 2011), en el cual se definen los tipos de bofedales (entre permanentes y no permanentes) por subcuenca hidrográfica o por país.

La información productiva de los sistemas de riego en la zona de estudio se basa en información generada en los informes: "Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero" (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010) y "Mapeo de derechos en la cuenca Mauri – Desaguadero" (Villarroel & Perez, 2007). En dichos informes se definen las áreas por sistemas de riego, los tipos de cultivos, superficies por cultivo, épocas de riego y otra información requerida para el cálculo de la demanda de agua

#### **4.3. Precipitación efectiva**

La precipitación efectiva (PPeff) es la fracción de lluvia almacenada en la zona radicular y que es usada por el sistema suelo-planta para la evapotranspiración (FAO). La precipitación efectiva se estima usando las siguientes ecuaciones recomendadas por el PRONAR:

$$\begin{aligned} \text{PPeff} &= 0.75*(P - 15), \text{ si } P > 15 \text{ mm} && \text{Ecuación 1} \\ \text{PPeff} &= 0, && \text{si } P < 15 \text{ mm} && \text{Ecuación 2} \end{aligned}$$

Dónde:

P	Precipitación medida (mm)
PPeff	Precipitación efectiva (mm)

#### **4.4. Evapotranspiración del cultivo (ETc)**

La Evapotranspiración del cultivo (ETc) es la máxima cantidad de agua que requiere un cultivo para llevar adelante adecuadamente sus procesos fisiológicos y productivos. El valor de ETc, es aproximado a través de la aplicación de la ecuación (FAO):

$$\text{ETc} = \text{ETo} \times \text{Kc} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

ETc	Evapotranspiración del cultivo (mm dia-1)
ETo	Evapotranspiración de referencia (mm dia-1)
Kc	Coeficiente del cultivo (--)

El valor de ETc es calculado mensualmente para cada cultivo identificado en la fase de determinación de la estructura productiva, durante el periodo de cálculo.

#### **4.5. Requerimientos de riego**

El requerimiento de riego de los cultivos es la cantidad de agua (en este caso altura de agua por metro cuadrado) que se debe suministrar a las plantas para prevenir enfermedades, estrés y reducción de su rendimiento. El requerimiento neto mensual de

riego para los cultivos se obtiene al restar del requerimiento de agua de los cultivos de todas las fuentes de agua esperadas, como ser, precipitación efectiva, aportes de agua subterránea y agua almacenada en el suelo. Debido al tipo de zona y a los niveles de agua subsuperficial y subterránea, en este caso se toma en cuenta solamente la precipitación efectiva como fuente de agua, calculándose el requerimiento de agua mensual del cultivo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} RR &= ET_c - P_{eff}, && \text{si } P_{eff} < ET_c \\ RR &= 0, && \text{si } P_{eff} > ET_c \end{aligned} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

RR	Requerimientos de riego (mm)
ET <sub>c</sub>	Evapotranspiración del cultivo (mm, calculada con la Ecuación 3)
P <sub>eff</sub>	Precipitación efectiva (mm, calculada con la Ecuación 1)

Posteriormente, en función a las áreas productivas de cada cultivo y sistema de riego, se calcula la Demanda neta de riego ( $m^3/\text{mes}$ ) en sistemas de riego del río Desaguadero mediante la siguiente ecuación:

$$D_{net} = 10 * (RR * A) / t \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

D <sub>net</sub>	Demanda neta de riego ( $m^3/\text{mes}$ )
RR	Requerimientos de riego (mm, calculada con la Ecuación 4)
A	Área de riego del cultivo (ha)
t	Tiempo (mes)

A lo largo de un sistema de riego se tienen diferentes pérdidas de agua, las cuales ocurren a diferentes niveles: a nivel del cultivo (aplicación), de la conducción principal (canales principales), de la conducción parcelaria (canales secundarios, terciarios, etc), de la captación, etc. Estas pérdidas de agua se expresan mediante coeficientes de eficiencia, los cuales son fracciones que varían de 0 a 1 y pueden ser obtenidos de mediciones en campo preferentemente, si no se cuenta con mediciones pueden ser estimados según recomendaciones bibliográficas o la experiencia del consultor. La demanda bruta de riego ( $m^3/\text{mes}$ ) es obtenida al dividir la demanda neta entre la eficiencia del sistema. Entonces, un sistema con un EF igual a 1 es un sistema ideal en el que no se tienen pérdidas de agua y la demanda bruta es igual a la demanda neta, mientras que al disminuir el valor de EF, la demanda bruta incrementa, debido a mayores pérdidas de agua en el sistema.

$$D_{bru} = D_{net} / EF \quad \text{Ecuación 6}$$

$$EF = EF_1 * EF_2 * EF_3 * EF_4 \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

D <sub>bru</sub>	Demanda bruta de riego ( $m^3/\text{mes}$ )
D <sub>net</sub>	Demanda neta de riego ( $m^3/\text{mes}$ )
EF	Eficiencia de riego del sistema de riego

EFn      Eficiencia de riego de captación, conducción principal, conducción parcelaria, aplicación, etc.

## 5. **RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados del análisis de la información climatológica (precipitación y evapotranspiración) y productiva de la zona (áreas, patrón y coeficientes de los tipos de cultivos identificados). En base a estos resultados primarios, se calcula la evapotranspiración del cultivo. Finalmente, se calcula la demanda de agua en los bofedales del río Mauri desde Junio-1965 a Mayo-2009 y la demanda de riego en los sistemas de riego del río Bajo Desaguadero de Junio-1960 a Mayo-2009 (periodos seleccionados debido a la disponibilidad de los datos climatológicos principalmente).

### 5.1. ***Bofedales***

Los bofedales ubicados en esta zona del altiplano pertenecen a los bofedales alto-andinos de Puna. Estos bofedales son un sistema que agrupan un conjunto de asociaciones vegetales dominadas por especies perennes, sub-fruticosas con denso crecimiento cespitoso y de morfología muy compacta, plana o almohadillada que están saturados de agua o anegados durante todo el año y presentan una vegetación natural siempre verde. Los bofedales son un tipo de pradera natural particular de tierras altas con un elevado potencial forrajero de suelo permanentemente húmedo y apto para el pastoreo.

El área de los bofedales abarca principalmente la parte alta de la cuenca, cerca al Río Mauri o sus tributarios, como se muestra en la Figura 5.

#### 5.1.1. ***Análisis de la información climatológica***

Las estaciones meteorológicas disponibles y cercanas al área de bofedales se presentan en la Figura 5. La estación de Chuopalca se seleccionó para el cálculo de la demanda de agua de todos los bofedales identificados en el área de estudio debido a que presenta series más largas y completas de ETo y Precipitación, su información técnica más relevante se presenta en la Tabla 1. El periodo de estudio seleccionado comprende Junio-1965 hasta Mayo-2009.

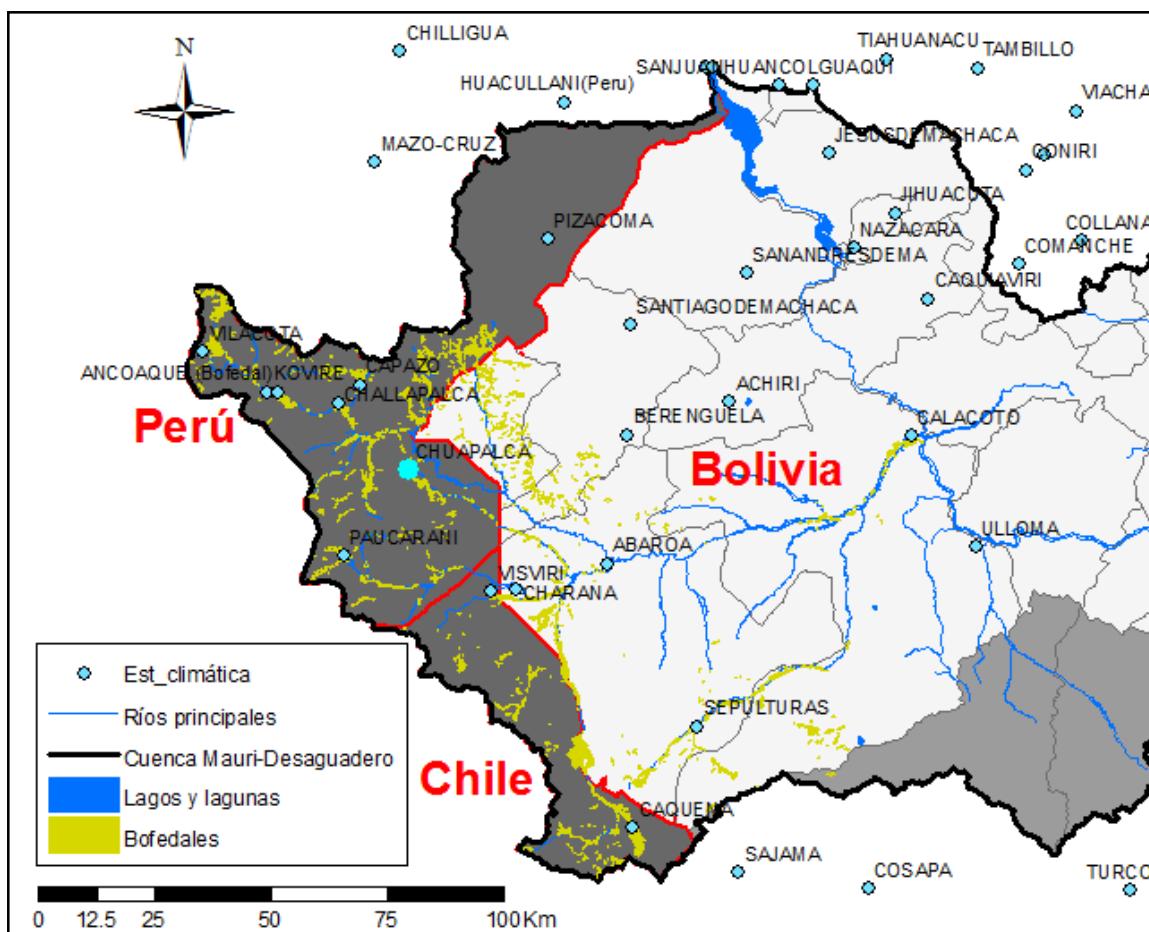
**Tabla 1.** Información técnica de la estación climatológica seleccionada para los bofedales.

Descripción	Chuopalca
-------------	-----------

<b>Unidad Pp/Eto</b>	(mm)
<b>Latitud</b>	-17.4
<b>Longitud</b>	-69.7
<b>Altitud m.s.n.m.</b>	4250
<b>Captor Pp</b>	MPcU*
<b>Captor Eto</b>	METCP**
<b>País</b>	Perú
<b>Departamento</b>	Tacna

\* MPcU = Precipitación Total mensual corregida completada PET UNION AS

\*\* METCP= Evaporacion Total Mensual Tanque corregida completada por CC Peru PET



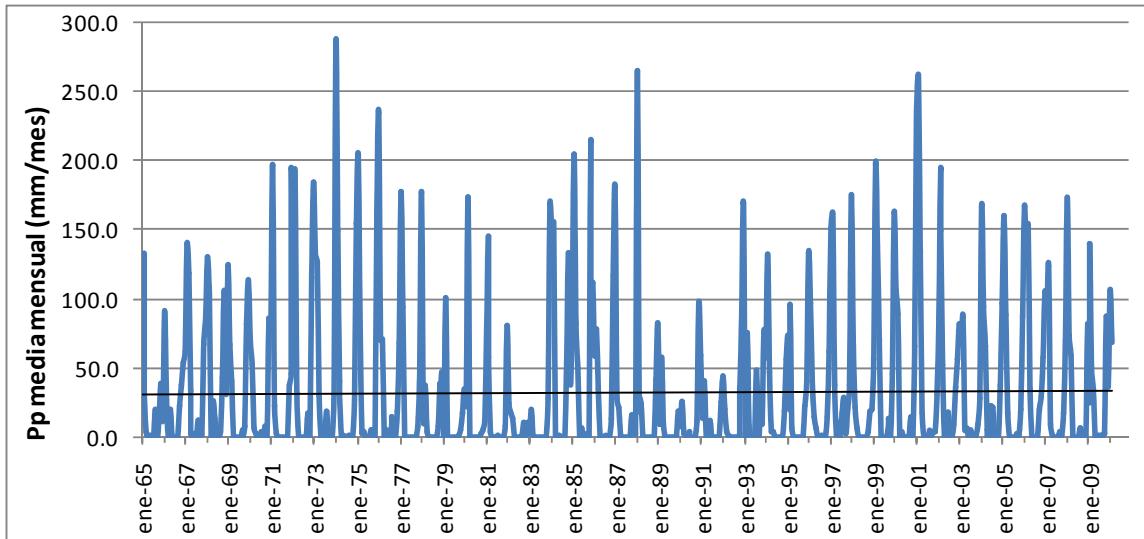
**Figura 5.** Estaciones meteorológicas disponibles en el área de bofedales.

Fuente: (Elaboración propia)

### 5.1.1.1. Análisis de la precipitación

La precipitación total mensual de la estación Chuopalca se presenta en la Figura 6, en esta figura no se aprecia una tendencia en las precipitaciones. En la Figura 28 y Figura 29 (Anexo I), la precipitación promedio anual y total anual, muestran muy ligeras tendencias a un ligero aumento de 2mm/mes y 10mm/año, respectivamente.

En la Figura 7 se presentan las precipitaciones medias observadas en la estación Chuopalca durante 1965-2009. La precipitación media observada varía entre aproximadamente 117 mm/mes en Enero y 1 mm/mes en Junio y Julio.



**Figura 6.** Precipitación total mensual (mm/mes), estación Chuopalca, periodo 1965-2009.

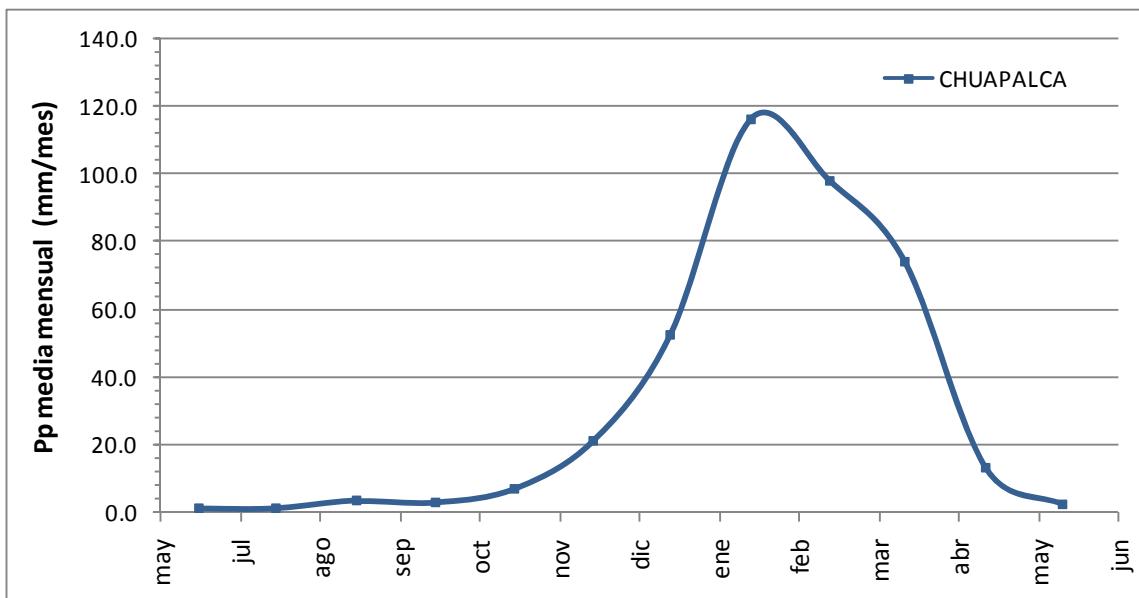
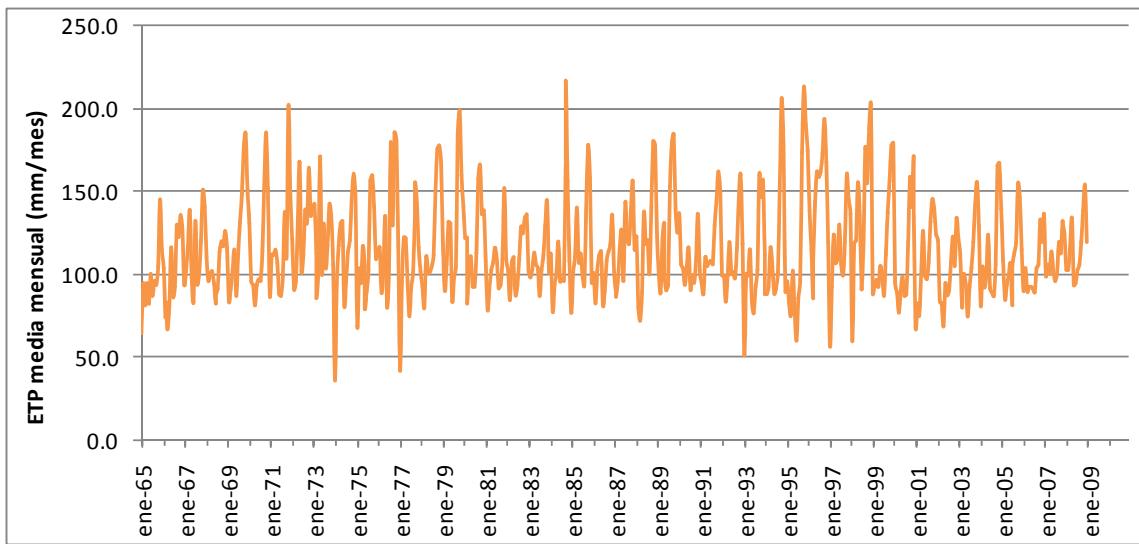


Figura 7. Precipitación media mensual (mm/día), estación Chuapalca, periodo estudiado: 1965 a 2009.

#### 5.1.1.2. Análisis de la evapotranspiración de referencia

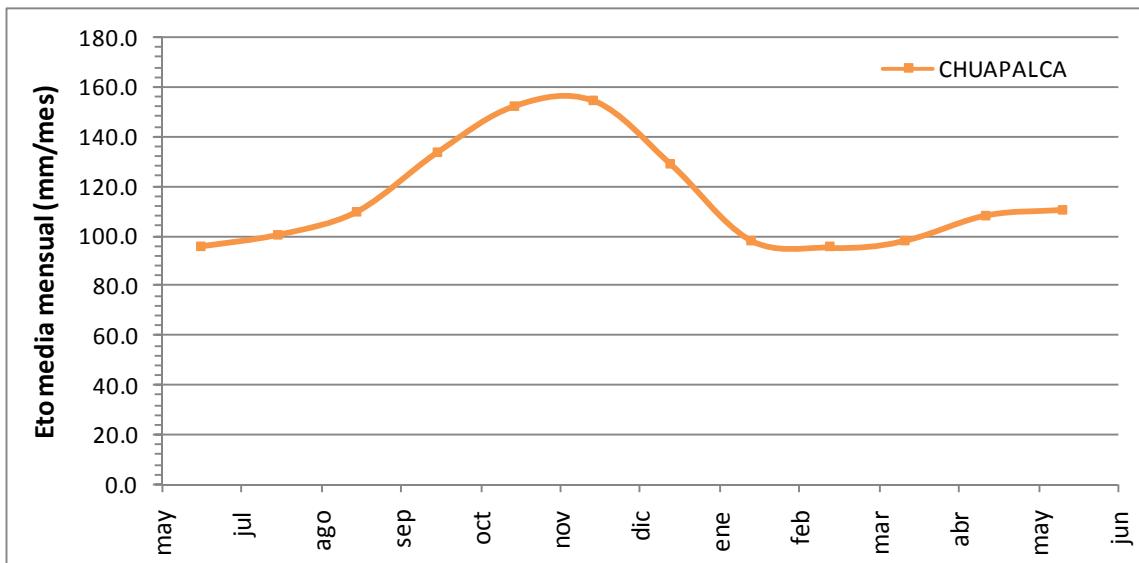
En la estación Chuapalca no se aprecia una tendencia en los valores de ETo, teniéndose en general valores entre los 70 y 180 mm/mes. En el Anexo I se pueden observar los promedios anuales (Figura 30) y los totales anuales (Figura 31) de ETo para esta estación, los cuales muestran una disminución despreciable.

En general los valores de ETo de esta estación presentan una menor variación respecto a las de Patacamaya y Oruro.



**Figura 8.** Eto total mensual (mm/mes), estación Chuapalca, periodo 1965-2009.

En la Figura 9 se presentan los valores promedios de Eto para el periodo 1965-2009. Anualmente, la Eto varía desde un máximo promedio de 152 a 154 mm/mes en Octubre y Noviembre hasta mínimos cercanos a 95mm/mes de Enero a Marzo y en Mayo.



**Figura 9.** Evapotranspiración de Referencia media mensual (mm/día), estación Chuapalca, periodo estudiado: 1965 a 2009.

### 5.1.2. Información Productiva

Los bofedales son un tipo de pradera natural particular de tierras altas con un tipo de vegetación natural siempre verde con suelos permanentemente húmedos, de elevado potencial forrajero, y aptos para el pastoreo. Su flora está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna con un micro-relieve ondulado y una red intrincada de canales o cursos de agua con la dominancia de especies herbáceas en cojines compactos. Las condiciones hidrológicas son extremadamente importantes para la manutención estructural y funcional, a pesar de que la altura y duración de inundación varia considerablemente de bofedal en bofedal y de año a año; también se observan fluctuaciones del nivel de agua dentro de un mismo humedal, lo cual se debe a cambios de época seca a época húmeda (Castel, Conde, & Candia, 2011).

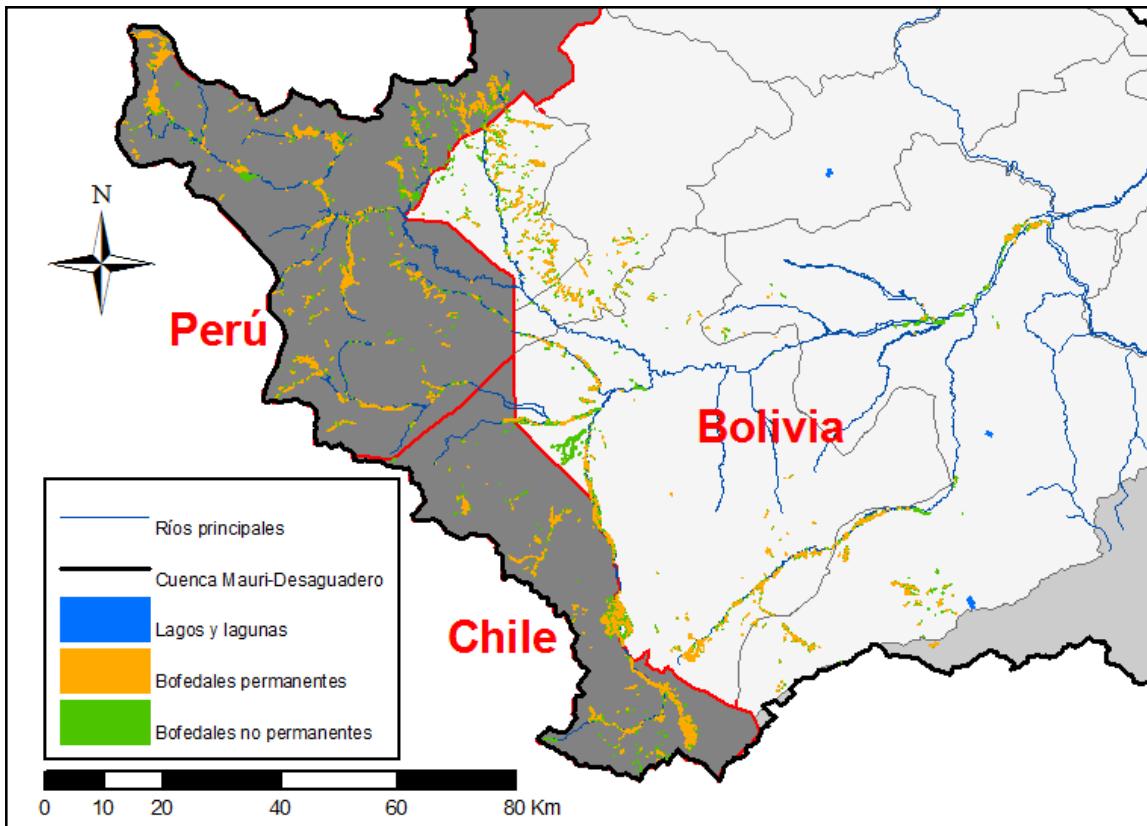
Debido a la importante variación estacional de área y biomasa, y por consiguiente de demanda de agua por parte de los bofedales en la zona, se ha visto conveniente diferenciarlos entre permanentes y no permanentes.

Los bofedales permanentes tienen constante acceso al agua y no presentan variaciones anuales importantes en cuanto a superficie y densidad de biomasa, ya sea por encontrarse próximos al río, a una vertiente o en lugares con la napa freática muy superficial. Por otro lado, los bofedales no permanentes o estacionales suelen depender de agua subterránea y por ende del nivel de napa freática que fluctúa entre la época seca y lluviosa, por lo que en la época seca suelen perder densidad y posteriormente superficie, lo que genera una importante variación de su superficie y densidad de biomasa según la época del año.

#### **5.1.2.1. Identificación de áreas de bofedales**

La identificación de bofedales permanentes y no permanentes se describe en el informe: Delimitación de bofedales con imágenes satelitales LANDSAT 5 TM mediante el NDVI (Castel, Conde, & Candia, 2011). La distribución de los bofedales permanentes y no permanentes se presenta en la Figura 10. La superficie de bofedales por tipo, subcuenca hidrográfica y país se presenta en la Tabla 2 y ha sido mantenida como constante durante todo el periodo de cálculo de la demanda de agua. En la Tabla 11 y Tabla 12 (Anexo II) se presentan resúmenes de las superficies de bofedales por subcuenca hidrográfica y país respectivamente.

De esta información puede apreciarse que en la zona aproximadamente 56% de los bofedales son permanentes, mientras que 44% son estacionales, lo que da razón de la importancia de tomar en cuenta también la demanda de los bofedales no permanentes. Además, aproximadamente 40% de los bofedales identificados se encuentran en territorio Boliviano, otro 40% en territorio Peruano y un 20% en territorio Chileno. En Bolivia, se tienen ligeramente más bofedales estacionales (53%) que permanentes (47%), mientras que en Perú y Chile se tienen más bofedales permanentes (64% y 60% respectivamente) que estacionales (36% y 40% respectivamente).



**Figura 10.** Identificación de los bofedales permanentes y no permanentes en la cuenca del Mauri-Desaguadero (Castel, Conde, & Candia, 2011).

**Tabla 2.** Superficies de bofedales por subcuenca hidrográfica y país (Castel, Conde, & Candia, 2011).

DESCRIPCIÓN POR SUBCUENCA Y PAÍS	PAÍS	Funcionamiento		SUPERFICIES IDENTIFICADAS (has)			
		Inicio	Fin	Bofedal permanente	Bofedal no permanente	Total (has)	Total (%)
Abaroa Caquena	Bolivia	1960	2010	1,276.0	1,795.3	3,071.3	14%
Abaroa Caquena	Chile	1960	2010	1,151.1	1,041.2	2,192.3	10%
Abaroa Caquena	Perú	1960	2010	476.0	319.8	795.7	4%
Abaroa Mauri	Bolivia	1960	2010	1,167.8	1,030.7	2,198.5	10%
Abaroa Mauri	Perú	1960	2010	707.2	617.4	1,324.6	6%
Bocatoma Uchusma	Perú	1960	2010	574.9	218.6	793.5	4%

DESCRIPCIÓN POR SUBCUENCA Y PAÍS	PAÍS	Funcionamiento		SUPERFICIES IDENTIFICADAS (has)			
		Inicio	Fin	Bofedal permanente	Bofedal no permanente	Total (has)	Total (%)
Calacoto Mauri	Bolivia	1960	2010	1,739.8	1,839.2	3,579.0	16%
Caquena Nacimiento	Chile	1960	2010	372.3	75.9	448.2	2%
Caquena Vertedero	Chile	1960	2010	793.0	256.9	1,049.9	5%
Challapalca	Perú	1960	2010	48.8	17.8	66.6	0%
Chiliculco	Perú	1960	2010	639.4	253.8	893.2	4%
Chuapalca	Bolivia	1960	2010	3.8	55.5	59.3	0%
Chuapalca	Perú	1960	2010	1,565.1	990.6	2,555.7	11%
Colcapagua	Chile	1960	2010	380.4	454.3	834.7	4%
Frontera	Perú	1960	2010	64.6	36.7	101.3	0%
Kalachaca	Perú	1960	2010	164.5	220.8	385.3	2%
Koviri Tunel	Perú	1960	2010	631.0	378.7	1,009.7	5%
Mamuta 1	Perú	1960	2010	104.9	29.0	133.9	1%
Vilacota	Perú	1960	2010	685.4	137.5	822.9	4%
<b>TOTAL</b>				<b>12,545.9</b>	<b>9,769.7</b>	<b>22,315.5</b>	<b>100%</b>

### 5.1.2.2. Estimación del coeficiente Kc en bofedales

En la Tabla 3 se presentan los valores adoptados de coeficientes Kc para el cálculo de demanda de agua por parte de los bofedales permanentes y no permanentes en la cuenca del Mauri-Desaguadero. Estos valores son el resultado de la consultoría: Cálculo de los Kc's de bofedales (Bilbao, 2011). Los valores sugeridos de Kc para bofedales permanentes son constantes e iguales a 1.1, mientras que los sugeridos para bofedales no permanentes son menores a 0.9 y varían durante el año, lo cual se debe a la variación en cuanto a superficie y densidad de biomasa que sufre este tipo de bofedales.

**Tabla 3.** Coeficiente único del cultivo (Kc) asumido para los bofedales (**Bilbao, 2011**).

CULTIVO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
Bofedal permanente	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Bofedal no permanente	0.30	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.85	0.80	0.75	0.70	0.50

### 5.1.3. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración del cultivo (ETc) es la mínima cantidad de agua que requiere un cultivo para llevar adelante adecuadamente sus procesos fisiológicos y fenológicos

Los valores de ETc se calcularon de acuerdo a la Ecuación 3, en base a los valores de ETo de la estación Chuapalca, presentados en la Tabla 10 (Anexo V) y los valores recomendados de Kc, presentados en la Tabla 3.

#### 5.1.4. Demanda de agua

La demanda de agua histórica de los bofedales identificados en la cuenca del Mauri-Desaguadero se presenta en la Figura 11, donde se puede apreciar la demanda total (Tabla 13) y la demanda separada de los bofedales permanentes (Tabla 14) y los no permanentes o estacionales (Tabla 15). En general, estas series no muestran ninguna tendencia, sino simple variabilidad anual.

Los bofedales permanentes tienen constante acceso al agua y no presentan variaciones anuales importantes en cuanto a superficie y densidad de biomasa, mientras que los bofedales no permanentes suelen perder densidad y posteriormente superficie durante la época seca. La demanda de agua de los bofedales permanentes es más del doble de la requerida por los bofedales no permanentes debido en parte a que se tiene una mayor proporción de bofedales permanentes (56%) pero también a que se utilizan diferentes valores de Kc en cada caso (Tabla 3).

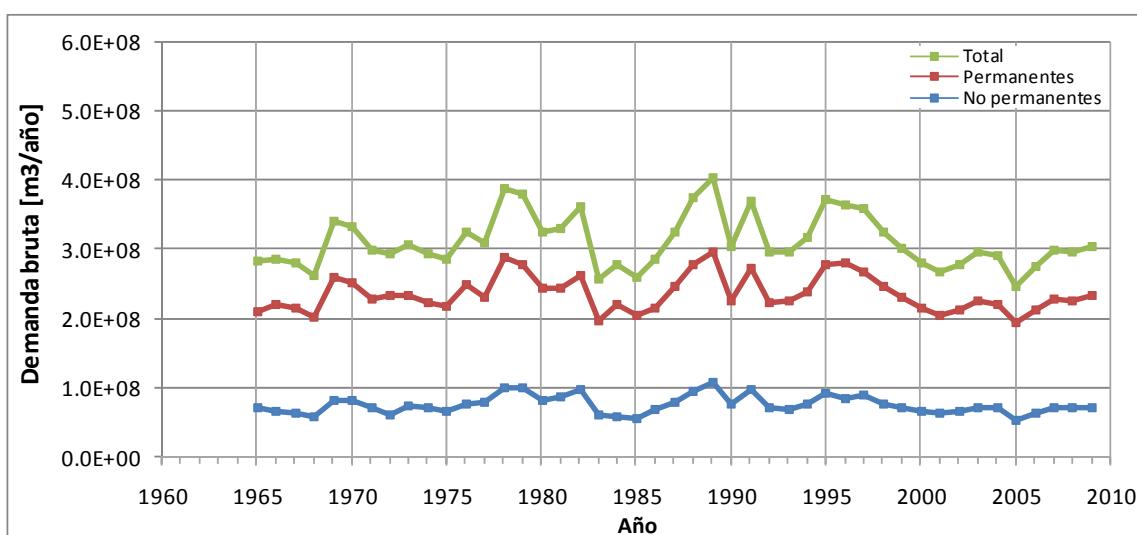
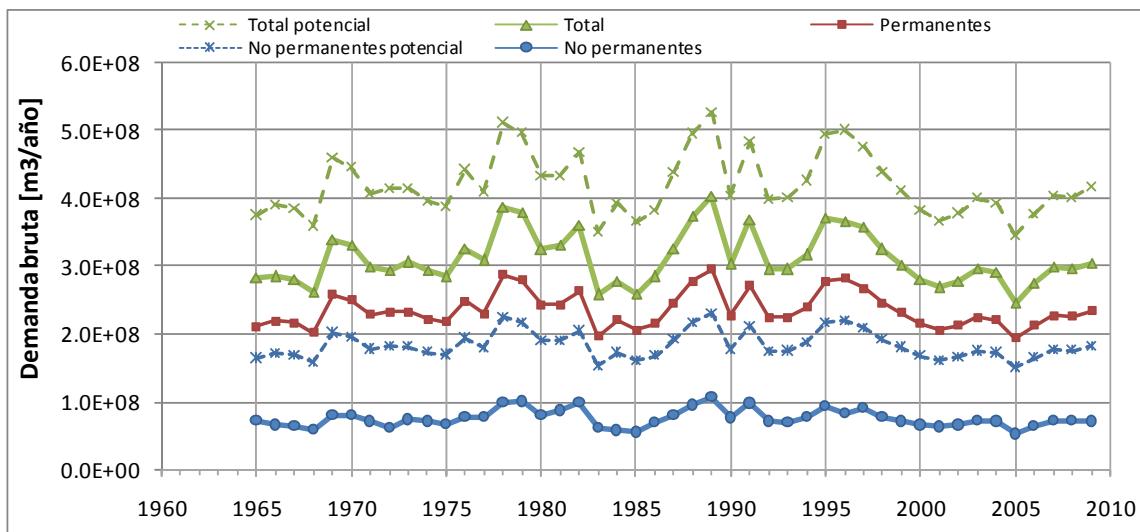


Figura 11. Demanda de agua anual de los bofedales ( $m^3/año$ ), periodo 1965 a 2009.

Como puede observarse en la Tabla 3, la diferencia de valores entre los Kc de bofedales permanentes y no permanentes genera una subestimación de la demanda potencial de agua que tienen los bofedales no permanentes, ya que en años con abundante precipitación estos bofedales están activos incluso en la época seca, además si estos bofedales recibirían el agua requerida durante todo el año, también serían permanentes. Es por ese motivo y a manera referencial, en la Figura 12 se presenta la demanda de

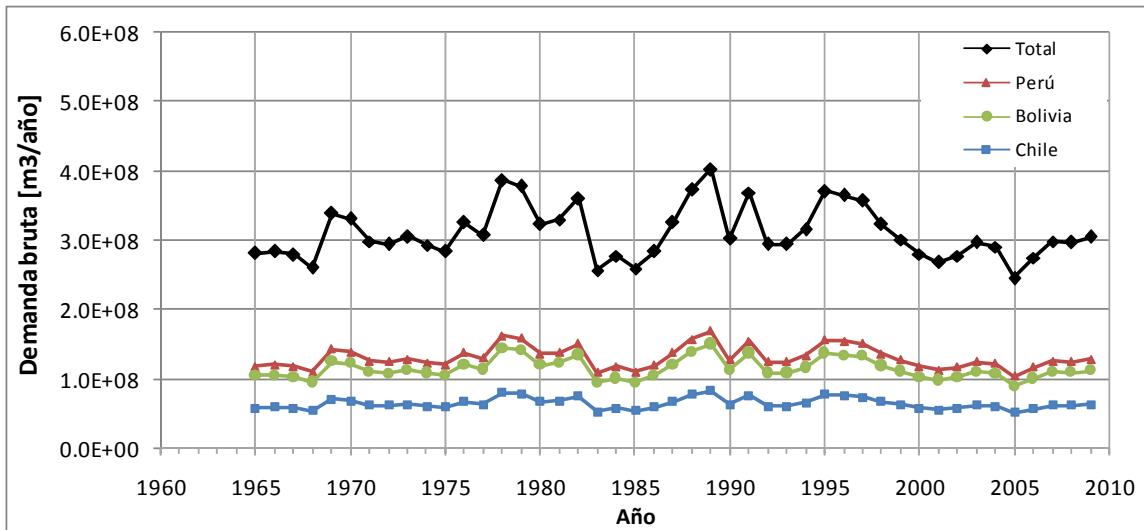
agua potencial por parte de los bofedales en la zona de estudio, donde la única variación es la asignación del kc de bofedales permanentes a los no permanentes también.



**Figura 12.** Demanda de agua anual histórica y potencial de los bofedales ( $m^3/año$ ), periodo 1965 a 2009.

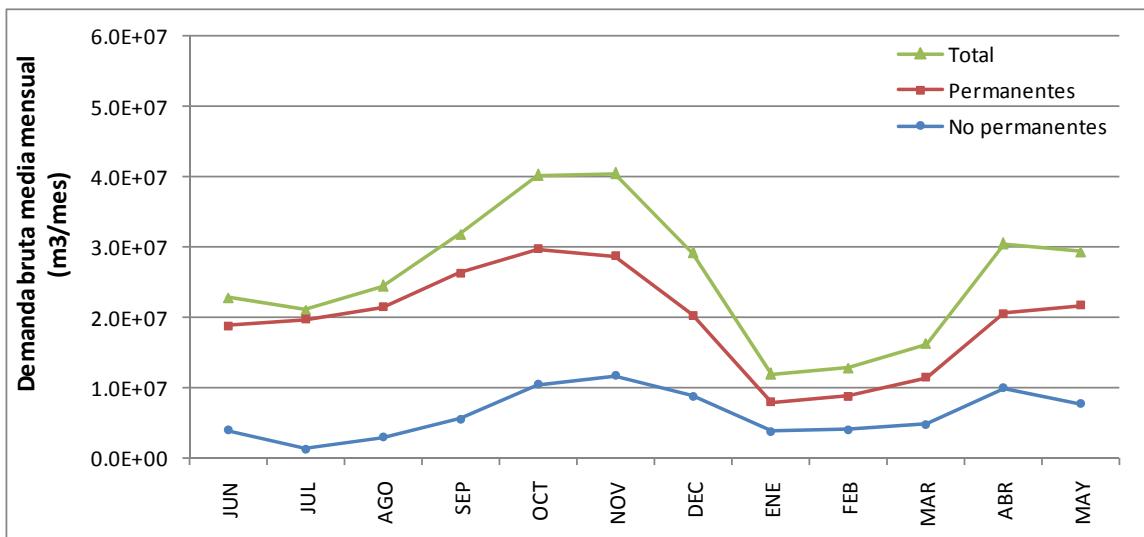
En la Figura 13 se presenta la demanda de agua total de los bofedales (permanentes y no permanentes) según el país. Los resultados corresponden con la proporción de áreas en cada país, dado que aproximadamente 40% de los bofedales identificados se encuentran en territorio Boliviano, un 40% en territorio Peruano y un 20% en territorio Chileno. Además, en Bolivia, se tienen ligeramente más bofedales estacionales (53% los cuales tienen una menor demanda de agua debido al kc asignado) que permanentes (47%), mientras que en Perú y Chile se tienen más bofedales permanentes (64% y 60% respectivamente) que estacionales (36% y 40% respectivamente).

Para el cálculo de la demanda bruta de agua, en el caso de los bofedales, se ha decidido utilizar una eficiencia del 70%, la cual considera únicamente pérdidas por infiltración. En el sistema se tienen bofedales que son regados con rebalses de los ríos cercanos, los que utilizan únicamente aguas subterráneas, otros (en menor cantidad) para los cuales han sido creados canales de riego que los alimentan y algunos que tienen fuentes de agua combinadas.



**Figura 13.** Demanda de agua anual de los bofedales (m<sup>3</sup>/año), según el país, periodo 1965 a 2009.

En la Figura 14 se presenta la demanda bruta media mensual para todo el sistema, para todos los bofedales permanentes y también para todos los bofedales no permanentes. La diferencia de forma entre las demandas se debe a los diferentes kc usados (la diferencia de requerimiento de riego del tipo de bofedal a lo largo del año). La diferencia en magnitud es debida a la superficie de cada tipo de bofedal.

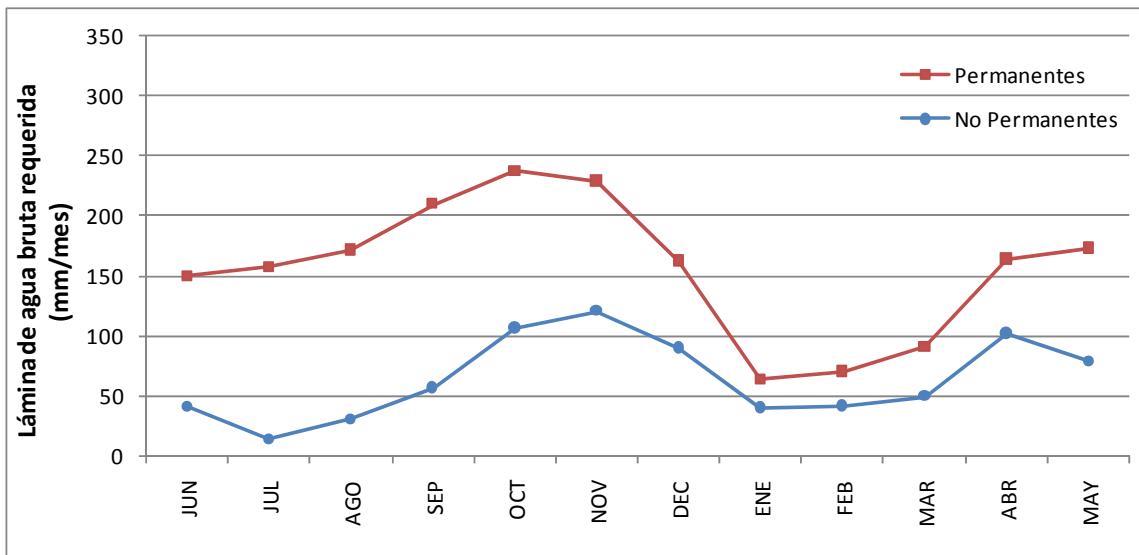


**Figura 14.** Demanda de agua media mensual de los bofedales (m<sup>3</sup>/mes), periodo 1965 a 2009.

Como puede observarse, durante los meses de enero a marzo que se tienen las menores demandas de riego debido a que repetidas veces a lo largo del periodo de estudio y durante estos meses no se tiene ninguna demanda de agua (Tabla 13, Tabla 14 y Tabla

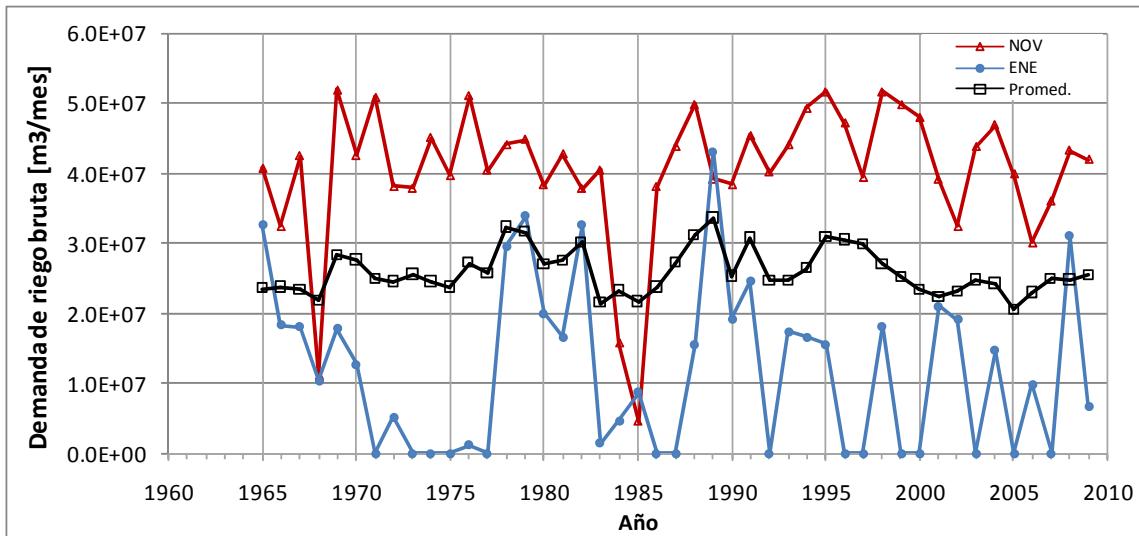
15) dado que la precipitación en estos meses, en promedio, supera la evapotranspiración en la zona, como puede observarse en la Figura 32 (Anexo I).

A continuación se presenta la lámina de agua bruta requerida por ambos tipos de bofedales, calculada como su promedio durante el periodo 1965-2009.



**Figura 15.** Demanda de agua media mensual de los bofedales ( $m^3/mes$ ), periodo 1965 a 2009.

En la Figura 16 se observa la variación de la demanda de agua en los bofedales identificados, durante el periodo 1965 a 2009. Se puede observar que la demanda de agua en Enero es muy variable, se tiene varios años en los que no se tiene demanda de agua pues el requerimiento de los bofedales es cubierto por la abundante precipitación que generalmente se tiene en este mes y que usualmente supera la evapotranspiración (Figura 32). Los valores muy bajos de demanda en Noviembre, en los 1968, 1984 y 1985, se deben seguramente al inicio temprano de la temporada de lluvias durante estos años.

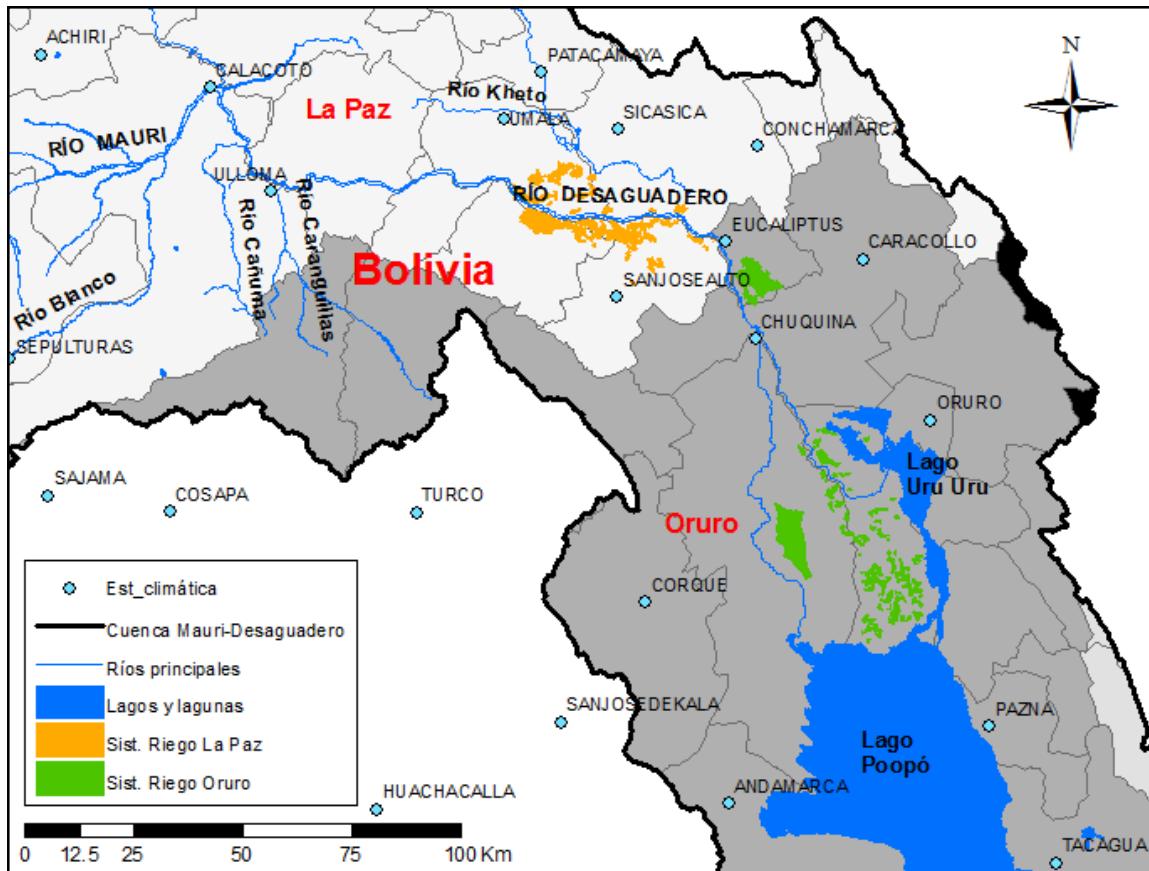


**Figura 16.** Demanda de agua de los bofedales (m<sup>3</sup>/mes) para los meses de Noviembre, Enero y promedio anual, periodo 1965 a 2009.

## 5.2. Sistemas de Riego

### 5.2.1. Análisis de la información climatológica

Las estaciones meteorológicas disponibles y cercanas al área de sistemas de riego identificados se presentan en la Figura 17. Las estaciones de Oruro y Patacamaya se seleccionaron para el cálculo de la demanda de agua en los sistemas de riego debido a que disponen de series más largas y completas de ETo y Precipitación. La información técnica más relevante de estas estaciones se presenta en la Tabla 4. Se asume que las mediciones de ETo y Precipitación de la estación Patacamaya corresponden a los sistemas de riego dentro del departamento de La Paz (áreas anaranjadas, detalle en la Tabla 5), mientras que las mediciones de la estación Oruro corresponden a los sistemas de riego de Oruro (áreas verdes, detalle en la Tabla 5). El periodo de estudio seleccionado abarca de Jun-1960 a May-2009.



**Figura 17.** Estaciones meteorológicas disponibles en el área de sistemas de riego.

Fuente: (Elaboración propia)

**Tabla 4.** Información técnica de las estaciones climatológicas usadas para la demanda de riego.

Nombre	Patacamaya	Oruro
<b>Unidad Pp/Eto</b>	(mm)	(mm)
<b>Latitud</b>	-17.3	-18.0
<b>Longitud</b>	-67.9	-67.1
<b>Altitud m.s.n.m.</b>	3789.0	3702.0
<b>Albedo*</b>	0.2	0.2
<b>Captor Pp</b>	MPcc**	MPcc**
<b>Captor Eto</b>	METP***	METP***
<b>País</b>	Bolivia	Bolivia
<b>Departamento</b>	La Paz	Oruro

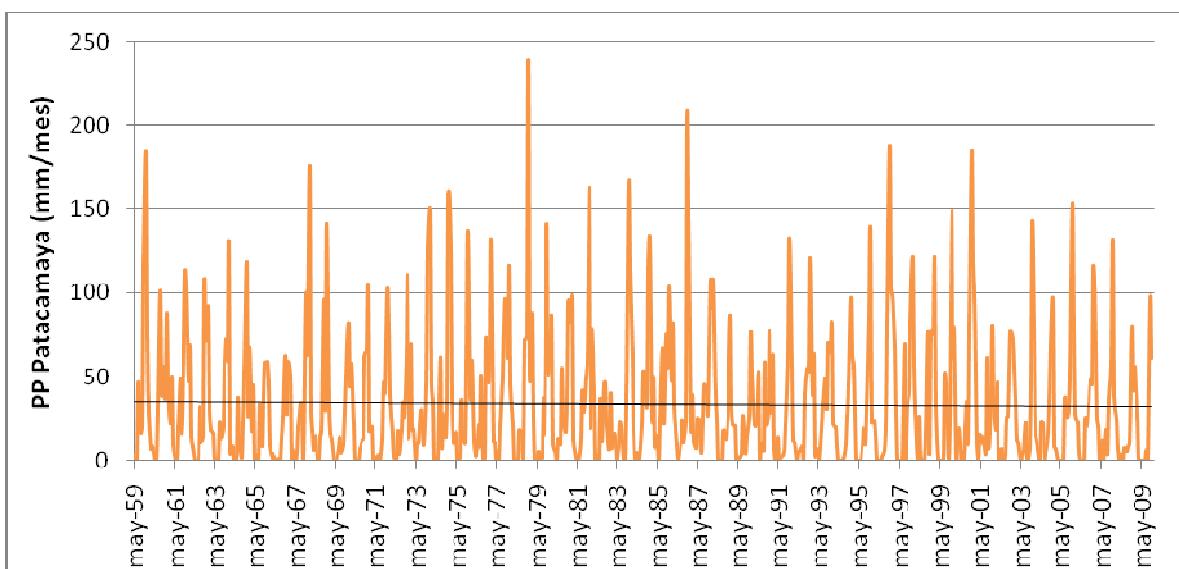
\* Albedo = 0 en el caso de cuerpos de agua

\*\* MPcc = Precipitación Total Mensual Corregida Completada

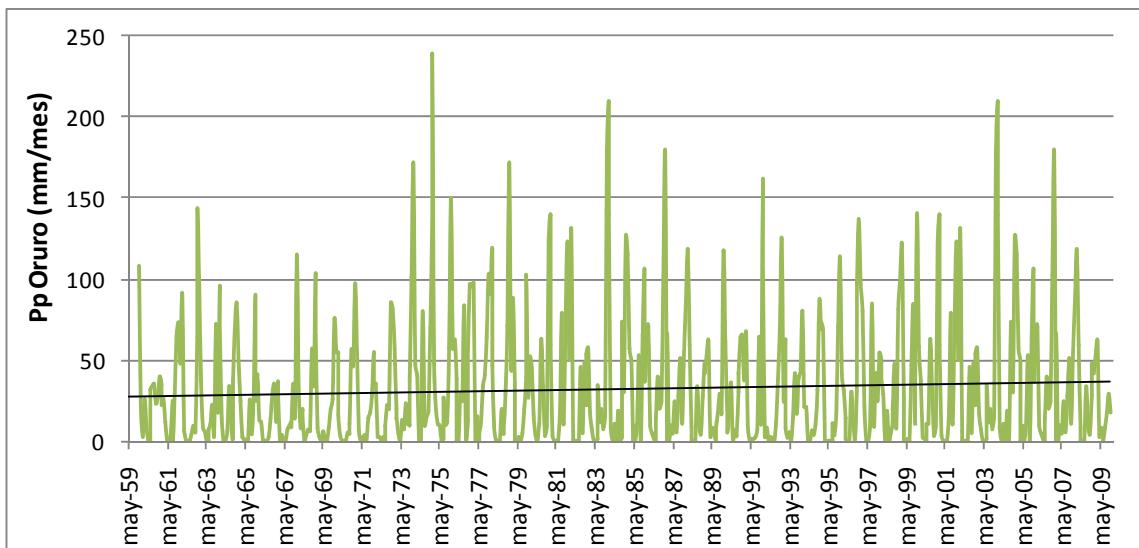
\*\*\* METP = Evapotranspiración de referencia total mensual original calculada con Penman

### 5.2.1.1. Análisis de la precipitación

De acuerdo a lo mencionado en el acápite 4.1, la precipitación total mensual obtenida de la estación Patacamaya se utiliza en el cálculo de la precipitación efectiva de los sistemas de riego de La Paz (Figura 17, Figura 18 y Tabla 16), mientras que la precipitación de la estación Oruro se utiliza en los sistemas de riego de Oruro (Figura 17, Figura 19 y Tabla 17).



**Figura 18.** Precipitación total mensual (mm/mes), estación Patacamaya, periodo 1960-2009.

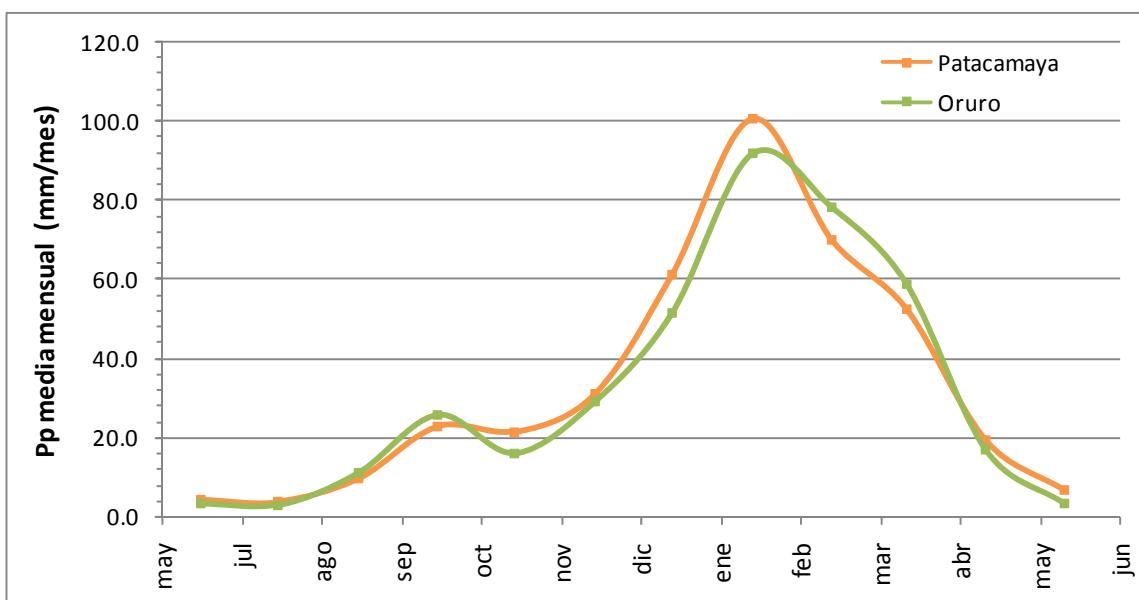


**Figura 19.** Precipitación total mensual (mm/mes), estación Oruro, periodo 1960-2009.

En la estación Patacamaya no se aprecia ninguna tendencia en las precipitaciones, lo cual puede deberse a que los picos más altos observados corresponden a la década de los 80's (casi en el centro del periodo observado). Similarmente, al observar los promedios anuales (Figura 36) y los totales anuales (Figura 37), se observa el mismo comportamiento.

Por otro lado, en la estación Oruro se aprecia un ligero aumento en las precipitaciones (10mm/mes en 50 años), lo cual es influenciado por las bajas precipitaciones observadas en la década del 60, que en general son menores a las observadas en la estación Patacamaya. Al observar los promedios anuales (Figura 36) y los totales anuales (Figura 37), se observa una tendencia de aumento de las precipitaciones similar: 10mm/mes y 115mm/año en 50 años respectivamente.

A continuación, se presentan las precipitaciones medias observadas en las estaciones de Patacamaya y Oruro durante 1960-2009. La precipitación media observada en la estación Patacamaya varía entre 100 mm/mes en Enero y 3.7 mm/mes en Julio. La precipitación media observada en la estación Oruro es ligeramente menor y varía entre 91.7 mm/mes en Enero y 2.9mm/mes en Julio. En ambos casos se observa que entre abril y septiembre se tienen meses sumamente secos (menos de 20mm/mes).



**Figura 20.** Precipitación promedio (mm/mes), estaciones Patacamaya y Oruro, 1960-2009.

### 5.2.1.2. Análisis de la evapotranspiración de referencia

De acuerdo a lo mencionado en el acápite 4.1, la Evapotranspiración de referencia total mensual de la estación Patacamaya se utiliza en el cálculo de la demanda de riego de los sistemas de La Paz (Figura 17, Figura 21 y Tabla 18), mientras que la precipitación de la estación Oruro se utiliza en los sistemas de Oruro (Figura 17, Figura 22 y Tabla 19).

En la estación Patacamaya se aprecia una ligera disminución de la ETo en los últimos años, teniéndose valores muy bajos entre 1993-1999. En el Anexo IV se pueden observar los promedios anuales (Figura 38) y los totales anuales (Figura 39) de ETo para esta estación.

En la estación Oruro se aprecia un mayor descenso en la ETo durante los últimos años (en promedio 40mm/mes en 50 años), lo cual es influenciado por los bajos niveles de ETo observados desde los 90's. En general, la ETo en esta estación registra valores con un rango más amplio que los de Patacamaya (máximas más altas y mínimas más bajas entre 200 y 70mm/mes). A partir de los 90's, se observa un descenso brusco en los valores de ETo de esta estación (entre 150 y 50 mm/mes). Al observar los promedios anuales (Figura 38) y los totales anuales (Figura 39) se observa un comportamiento similar de disminución de la ETo.

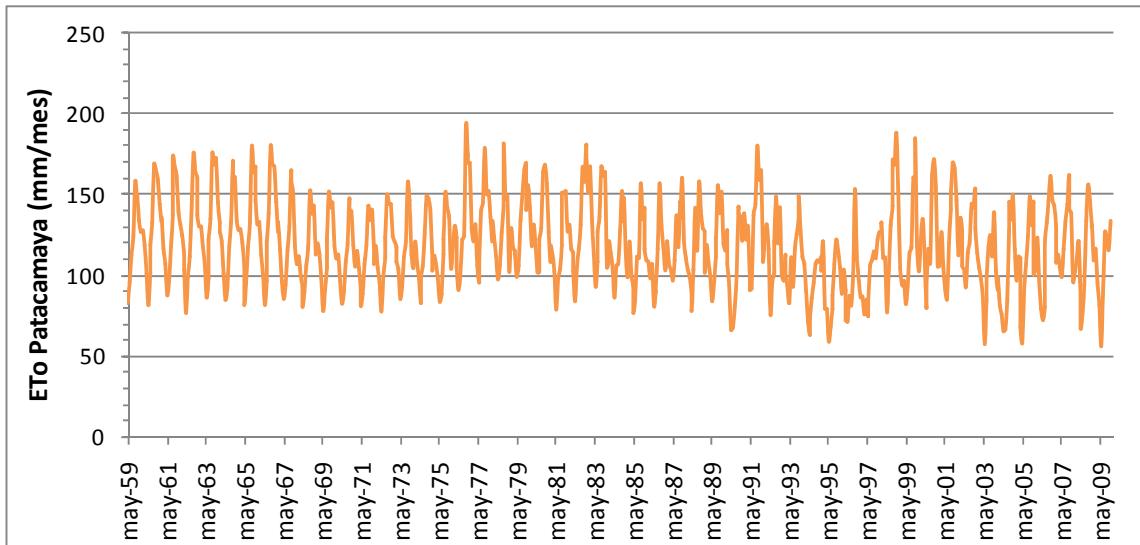
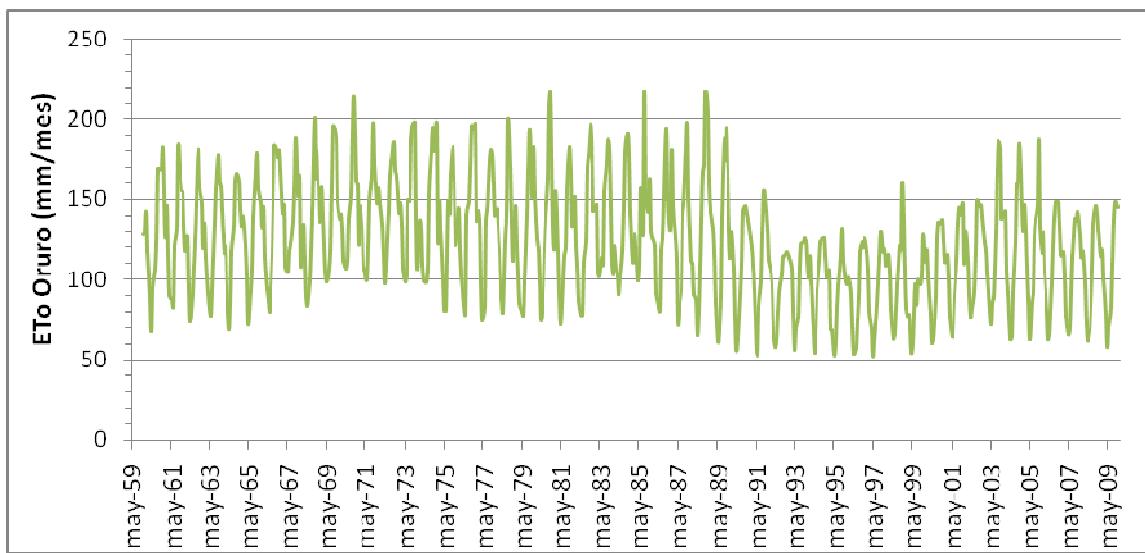
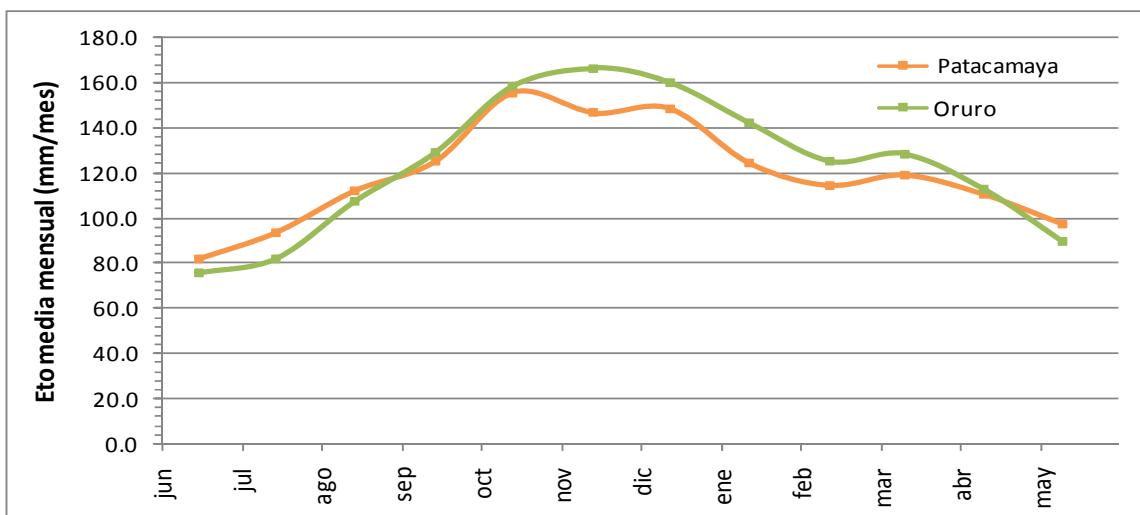


Figura 21. Eto total mensual (mm/mes), estación Patacamaya, periodo 1960-2009.



**Figura 22.** Eto total mensual (mm/mes), estación Oruro, periodo 1960-2009.

En la Figura 23, se presenta la variación mensual de la ET<sub>0</sub>, obtenida como el promedio de su valor en cada mes durante el período de estudio (ver valores en Tabla 18 y Tabla 19). En general, la evapotranspiración es más fuerte cerca de la estación Oruro, especialmente de Noviembre a Marzo, sin embargo de Mayo a Julio la ET<sub>0</sub> es menor. En ambos casos, como es de esperarse, la demanda atmosférica de agua se incrementa de Julio a Noviembre que es la época de estiaje y además la época en que la temperatura aumenta por la mayor recepción energética y menor cobertura de nubes. A partir de Diciembre, la demanda atmosférica de agua se reduce, debido al inicio de la época de lluvias.



**Figura 23.** Evapotranspiración de Referencia media mensual (mm/día), estaciones Patacamaya y Oruro, período estudiado: 1960 a 2009.

### **5.2.2. Información Productiva**

En el Informe: “Mapeo de derechos en la cuenca Mauri – Desaguadero” (Villarroel & Perez, 2007) se identificaron los sistemas de riego en la cuenca del bajo Desaguadero hasta el año 2006. Además, se definieron sus tipos de cultivos, superficies por cultivo, épocas de riego y otra información requerida para el cálculo de la demanda de agua.

Esta información fue actualizada hasta el año 2010 en el informe: “Determinación de las áreas de riego en la Cuenca Desaguadero” (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010). El estudio se apoya en la digitalización de áreas de riego utilizando imágenes de alta resolución disponibles en Google Earth (Nov. 2010), estos datos se validaron y complementaron en campo mediante encuestas realizadas en 2010 a dirigentes regantes y usuarios para los sistemas del departamento de La Paz y Oruro.

#### **5.2.2.1. Identificación de los sistemas de riego en el Desaguadero**

En general, los sistemas de riego identificados en este estudio se pueden clasificar entre Sistemas Activos y Sistemas potenciales. Los Sistemas Activos son los sistemas construidos antes del 2009, que actualmente continúan funcionando y que se espera funcionen indefinidamente. Los Sistemas Potenciales pueden ser Sistemas en Desuso, que antes funcionaban pero ya no actualmente (2010), o pueden ser Sistemas Proyectados, en ampliaciones de sistemas existentes o en la habilitación de sistemas completamente nuevos. En este caso los Sistemas Potenciales podrían ser habilitados o rehabilitados a corto plazo, por lo cual sirven para calcular el requerimiento potencial de riego en la zona a corto plazo y en condiciones de no restricción en las fuentes de agua.

Según el informe: “Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero” (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010), se identificaron 32 Sistemas de riego Activos: 24 en el departamento de La Paz y 8 en Oruro. Además, se identificaron 7 Sistemas Potenciales, de los cuales 4 son sistemas actualmente en desuso (3 en La Paz y 1 en Oruro) y 3 son sistemas proyectados (los 3 en Oruro). En la Tabla 5 se detallan los sistemas identificados, el departamento al que pertenece y por consiguiente la estación meteorológica que se le asigna. Además, el periodo de funcionamiento y la época de riego estimada para el sistema.

En la Tabla 20 (Anexo V), se presentan los canales identificados en los sistemas de riego de la cuenca del bajo Desaguadero, su época de riego y el año de su construcción (los periodos de riego por sistema en la Tabla 5 fueron estimados en base a la Tabla 20: funcionamiento y época de riego). En la Tabla 21 (Anexo V), se presentan las superficies cultivadas en cada sistema por tipo de cultivo, además de su periodo de funcionamiento, adoptado en el cálculo de la demanda de riego. Dentro de algunos sistemas de riego se tienen distintos periodos (\*-p1,\*-p2...\*-pn) los cuales son definidos de acuerdo a la gradual entrada en funcionamiento de los canales dentro de ese sistema (Tabla 20). En la Tabla 22, Figura 42 y Figura 43 se presenta la variación cronológica de las áreas bajo riego para el periodo 1960-2009.

**Tabla 5.** Sistemas de riego identificados en el área de estudio, el departamento al que pertenecen, la estación meteorológica asignada, su periodo de funcionamiento y su época de riego (**Castel & Perez, 2010**).

SISTEMA DE RIEGO	Dept.	Estación meteorológica	Funcionamiento		Época de riego
			Inicio	Fin	
<b>SISTEMAS ACTIVOS</b>					
Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades	La Paz	Patacamaya	1983	**	Julio a Noviembre
Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Piti	La Paz	Patacamaya	1990	**	Agosto a Noviembre
Canal Familiar	La Paz	Patacamaya	2003	**	Julio a Diciembre
Canal Wari Chulpa	La Paz	Patacamaya	1990	**	Julio a Diciembre
Asociación Jaque Pequeña	La Paz	Patacamaya	1976	**	Agosto a Noviembre
Canal Chachi	La Paz	Patacamaya	2009	**	Julio a Diciembre
Comunidad Luky Amaya	La Paz	Patacamaya	1991	**	Julio a Diciembre
Comunidad Milla Milla	La Paz	Patacamaya	1984	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Achaviri	La Paz	Patacamaya	1970	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Laymini	La Paz	Patacamaya	1963	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Capitán Castrillo	La Paz	Patacamaya	1963	**	Julio a Diciembre
Comunidad Colque Amaya Alta	La Paz	Patacamaya	1963	**	Julio a Noviembre
Comunidad Colque Amaya Baja	La Paz	Patacamaya	1954	**	Julio a Agosto
Comunidad Unupata	La Paz	Patacamaya	1984	**	Junio
Comunidad Janko Huicho	La Paz	Patacamaya	1982	**	Junio a Octubre
Comunidad Bolívar	La Paz	Patacamaya	1978	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Alto Rivera	La Paz	Patacamaya	1970	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Toloma Rivera	La Paz	Patacamaya	1978	**	Junio y Diciembre
Comunidad Centro Rivera	La Paz	Patacamaya	1982	**	Junio a Octubre
Comunidad Rivera Alta	La Paz	Patacamaya	1956	**	Agosto a Enero
Comunidad San Miguel	La Paz	Patacamaya	1975	**	Septiembre a Diciembre
Comunidad Janko Phitty	La Paz	Patacamaya	1992	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Titusa	La Paz	Patacamaya	1985	**	Agosto a Diciembre
Flor de Alfa Alfita	La Paz	Patacamaya	2009	**	Julio a Diciembre
Comunidad Huancaroma	Oruro	Oruro	1980	**	Agosto a Diciembre
Granja Huancaroma	Oruro	Oruro	1983	**	Julio a Diciembre
Comunidad Toledo	Oruro	Oruro	2006	**	Julio a Agosto
Central Challacollo	Oruro	Oruro	1948	**	Agosto a Diciembre
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	Oruro	Oruro	1964	**	Junio a Diciembre
Central El Choro	Oruro	Oruro	1952	**	Mayo a Diciembre
Central Unificada	Oruro	Oruro	1952	**	Junio a Diciembre
Chaitavi	Oruro	Oruro	1970	**	Junio a Diciembre

SISTEMA DE RIEGO	Dept.	Estación meteorológica	Funcionamiento		Época de riego			
			Inicio	Fin				
<b>SISTEMAS POTENCIALES</b>								
Sistemas en desuso								
Comunidad Milla Milla (Canal Milla Milla 1 )	La Paz	Patacamaya	1960	1975	Julio a Diciembre			
Comunidad Santa Ana (Canal 11 )	La Paz	Patacamaya	1963	2001	Julio a Diciembre			
Canal Inca Larka (Canal Inca Larka )	La Paz	Patacamaya	1972	1993	Julio a Diciembre			
Central El Choro (Canal Pumanchala)	Oruro	Patacamaya	1948	2001	Julio a Diciembre			
Sistemas proyectados								
Granja y Comunidad Huancaroma (habilitacion otro canal)	Oruro	Oruro	2010	**	Julio a Diciembre			
Comunidad de Toledo ( Canal Belen-ampliacion Tres Cruces)	Oruro	Oruro	2010	**	Julio a Diciembre			
Central El Choro ( Ampliación)	Oruro	Oruro	2010	**	Julio a Diciembre			

\*\* En los casos en que el sistema sigue o se espera que siga funcionando por un periodo indeterminado.

Los Sistemas Potenciales no estaban funcionando durante la recopilación de información productiva de la zona, por lo cual, si bien se tiene una estimación del área cultivable (por mediciones en imágenes de Google Earth) no se tiene un dato más exacto del área bajo riego, ni de la distribución de cultivos por sistema. Entonces, se asume que el área regada es el 50% del área cultivable (estimada de imágenes satelitales, Tabla 6). Además, se asume que toda el área bajo riego produce únicamente alfa alfa (Tabla 21, Anexo V), lo cual no se aleja tanto de la realidad porque muchas de estas comunidades se están volviendo más ganaderas, por lo que ahora tienden a producir más alfa alfa, festuca, avena y otros alimentos para el ganado.

**Tabla 6.** Sistemas de riego Potenciales identificados en el área de estudio (**Castel & Perez, 2010**).

SISTEMAS POTENCIALES	Área cultivable	Área regada	Inicio	Fin
Comunidad Milla Milla (Canal Milla Milla 1 )	120.0	60.0	1960	1975
Comunidad Santa Ana (Canal 11 )	118.8	59.4	1963	2001
Canal Inca Larka (Canal Inca Larka )	3,459.4	1,729.7	1972	1993
Central El Choro (Canal Pumanchalla)	1,455.0	727.5	1948	2001
<b>SubTotal Sistemas en desuso</b>	<b>3,638.2</b>	<b>1,819.1</b>		
Granja y Comunidad Huancaroma (habilitación otro canal)	2,000.0	1,000.0	2010	**
Comunidad de Toledo (Canal Belen-ampliación Tres Cruces)	1,500.0	750.0	2010	**
Central El Choro (Ampliación)	1,979.2	989.6	2010	**
<b>SubTotal Sistemas proyectados</b>	<b>5,479.2</b>	<b>2,739.6</b>		

\*\* En los casos en que el sistema sigue o se espera que siga funcionando por un periodo indeterminado.

A continuación se explican las razones por las que los sistemas de riego en la zona de estudio han quedado en desuso (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010):

- En la mayoría de los casos se debe a que la obra de toma de agua ha quedado colgada (por encima del nivel de agua del río), por una disminución en el caudal y por consiguiente en el tirante de agua en el río Desaguadero.
- En algunos casos se debe al abandono de la mayor parte de la población. En general los canales tienen entre 0,50 y 1 mts de ancho, una altura de entre 1 a 2.50 mts, y un largo mínimo de 8 a 30km, lo cual genera una alta demanda de mano de obra para el mantenimiento del sistema de riego y por éste, el abandono de los canales por parte de la población que debe llevar el agua a través de canales de más de 10 km.
- El Canal Milla Milla 1 funciona desde 1960, a partir de 1975 se encuentra en desuso por falta de agua.
- El sistema de riego Comunidad Santa Ana fue construido en 1963, desde 2001 se encuentra en desuso por conflictos con otros sistemas.
- El Canal Inca Larka fue construido en 1972, está en desuso desde 1993 porque el nivel del agua en el río Desaguadero ha disminuido demasiado, dejando al canal por encima del nivel actual del río.
- El Canal Pumanchalla, funciona desde 1948, a partir de 2001 el canal funciona intermitentemente debido a que su toma de agua se encontraba directamente sobre el río Desaguadero y constantemente solía colmatarse, especialmente en con las crecidas del río en periodo de lluvias; debido a las dimensiones y distancia del canal (2m de ancho y 1m de profundidad), su mantenimiento requería mucho tiempo y mano de obra por lo que algunos años los comunarios no lograban habilitar el canal. En 2009, se modificó la captación de la toma, conectándola aguas abajo de la toma principal del sistema el Choro y el canal fue rehabilitado en sus 10 km de longitud. En 2010, el canal se tapo nuevamente en la mayor parte de su recorrido debido a una crecida mayor del río, quedando sin uso hasta la fecha. Actualmente, los comunarios están buscando financiamiento para su rehabilitación.

Si bien la escasez de agua en el río Desaguadero es visible, la demanda de las comunidades para acceder a nuevos sistemas, pequeños y grandes, es permanente. Es así que algunas comunidades como Patacamaya y Cuatro Comunidades, apuntan a nuevos proyectos de riego (en este caso para satisfacer las necesidades de entre 2000 y 4000 familias) aún sin tomar en cuenta la actual disponibilidad de agua en el río. Entre los motivos más frecuentes que generan la apertura de nuevos canales en la zona se tienen (Castel & Perez, Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero, 2010):

- El retorno de muchos pobladores a sus comunidades asentadas en las orillas del río Desaguadero.
- La compra de maquinaria agrícola para trabajar de una manera tecnificada y mas intensiva (en general tractores agrícolas).
- La habilitación de terrenos más accesibles al actual nivel del río Desaguadero.
- El Cambio Climático, que crea condiciones más favorables para que el altiplano sea apto para una mayor diversidad de productos agrícolas y ganaderos.
- La creciente demanda de productos lácteos y verduras por parte de la población y las empresas.
- La proliferación de canales cortos, como en el Municipio Villarroel, en el que 5 a 10 usuarios pueden mantener expeditos canales de extensión corta o menor de 3 km.
- Los sistemas de la Granja Huancaroma y de la Comunidad Huancaroma funcionan desde los años '80. En el año 2007, ambos sistemas se reunieron para acordar un nuevo proyecto que plantea construir un nuevo canal para que entre los dos sistemas se habiliten 2000 hectáreas. El año 2010, en la Granja Huancaroma se habilitaron 700 hectáreas con este canal y otro tanto en la comunidad de Huancaroma, sin embargo, estos terrenos no se pudieron regar porque el bajo nivel del agua en el río Desaguadero bajó. Por tal motivo, estos terrenos se siembran solo en la época lluviosa.
- El Canal de Cruz Choro Central funciona desde 1952. En 2010, los comunarios buscaron la colaboración del Municipio del Cercado para conseguir maquinaria pesada (retroexcavadora) y ampliar el sistema en 10 km de largo, beneficiando a unas 80 familias, se incrementaron los cultivos y una docena de vijiñas (estanques artificiales), tanto para consumo humano como de ganado (camélido, ovino y vacuno). No existe un proyecto formal de la ampliación ya que fue una iniciativa de la comunidad.
- El sistema Belén plantea habilitar 1500 hectáreas y beneficiar a 60 familias, tiene aproximadamente 22 km de longitud pero todavía no entró en funcionamiento debido a que el nivel del agua en el río Desaguadero bajó, dejando el canal colgado y sin agua.

#### **5.2.2.2. Estimación del coeficiente Kc en los sistemas de riego**

En la Tabla 7 se presentan los valores adoptados de coeficientes de cultivo (Kc), los cuales son valores ajustados para Valles en base a estudios de la FAO del PRONAR. Estos valores son constantes para todo el periodo y sistemas de riego del Río Desaguadero.

**Tabla 7.** Patrón de cultivo asumido para el cálculo de demanda de agua en los sistemas de riego del Río Desaguadero, periodo 1960-2009.

Cultivo	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
<b>Alfa Alfa</b>	0.71	1.09	1.13	0.70	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67
<b>Papa</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.75	1.10	1.10	1.10	0.90	0.75	0.00
<b>Otros Forrajes introducidos</b>	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.85	0.80	0.75	0.70	0.50	0.30
<b>Cebada / Avena</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.75	1.10	0.95	0.40	0.00
<b>Quinua</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.50	0.75	1.05	1.05	0.65	0.30	0.00
<b>Haba</b>	0.00	0.00	0.35	0.48	0.70	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50	0.00	0.00
<b>Pradera Nativa</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Mixto</b>	0.71	1.09	1.13	0.70	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67

### **5.2.3. Evapotranspiración del cultivo (ETc)**

La evapotranspiración del cultivo (ETc) es la mínima cantidad de agua que requiere un cultivo para llevar adelante adecuadamente sus procesos fisiológicos y fenológicos

Los valores de ETc se calcularon de acuerdo a la Ecuación 3, en base a los valores de ETo de las estaciones Patacamaya y Oruro (Tabla 18 y Tabla 19 del Anexo V respectivamente), los cuales fueron aplicados a los cultivos establecidos en la Tabla 21 (Anexo V), y a los valores de Kc asumidos en la Tabla 7.

### **5.2.4. Demanda de Riego**

Los valores de demanda de riego bruta mensual, anual y promedio, calculadas para el periodo y la zona de estudio, se presentan en el Anexo 0.

La demanda de riego para el periodo 1960 a 2009, se calculó tanto para los sistemas actualmente en uso (Sistemas activos, Tabla 23) como para los que ya están construidos pero que por el momento están sin uso o los que están proyectados a ser construidos en un futuro cercano (Sistemas potenciales, Tabla 24). En base a lo anterior, se tiene la demanda de riego de ambos tipos de sistemas (Total sistemas de riego, Tabla 25).

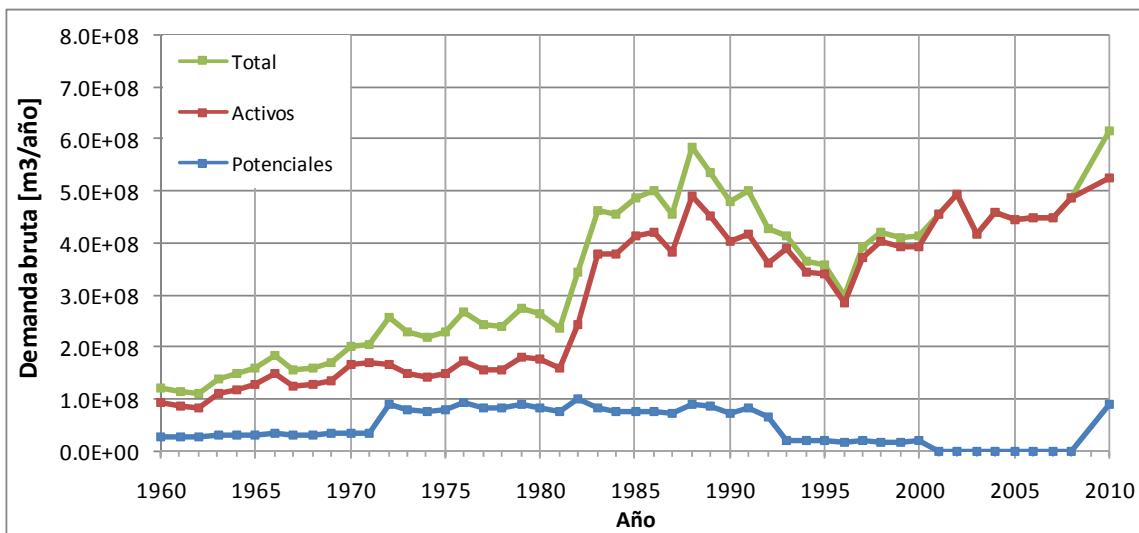
La demanda de riego bruta potencial total y detallada de los Sistemas de riego del bajo Desaguadero se presenta en la Tabla 26, ésta representa la demanda de todos los sistemas activos y potenciales de la zona: los que están funcionando y los que podrían ser habilitados o re-habilitados a corto plazo, si se tiene suficiente agua disponible en las fuentes como el río Desaguadero y si la infraestructura necesaria se encuentra en buenas condiciones de mantenimiento. En este caso todos los sistemas funcionan a su máxima

capacidad (con las áreas levantadas hasta 2010) y con las condiciones climáticas medias del periodo 1960-2009. Los valores de esta demanda potencial de riego se introdujeron también en la Figura 24, Figura 44 y Figura 45, asignándoles el año 2010, además se introdujeron al final de la Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26.

En la Figura 24 se muestra la evolución de la demanda de riego anual para los sistemas activos, potenciales y ambos en total. Puede observarse que la demanda de riego en los sistemas estudiados ha variado considerablemente en el periodo estudiado. De 1983 a 1988 se observa un incremento importante en la demanda de agua, este se debe a la construcción de nuevos sistemas (ej. Granja Huancaroma con 8.9ha, Cuatro Comunidades con 4.7ha, etc.) y la ampliación de otros (Challacollo con 10.4ha; Colque Amaya Alta con 2.5ha, etc). Este incremento explosivo puede deberse a que los años 1982-83 (particularmente intenso) y 1987-88 se tuvieron eventos de El Niño (Figura 44, Figura 45 y Figura 46); este tipo de eventos generalmente ocasiona un importante aumento en los totales de precipitaciones y en su intensidad, motivo por el cual los campesinos de la zona al apreciar un incremento en la disponibilidad de agua en la zona decidieron incrementar las áreas de cultivo y posteriormente las áreas bajo riego en la zona. De 1990 al 2000, se observa una disminución en la demanda de riego, la cual se puede asociar a la disminución en la ETo observada (Figura 45), en general las disminuciones fuertes de ETo coinciden con los eventos de La Niña registrados (Figura 46); además, es en este periodo que muchos sistemas quedaron en desuso. A partir del 2000, las demandas de agua de los sistemas activos vuelven a alcanzar los valores de los años 80's, sin embargo esta demanda podría ser mucho mayor, si los sistemas en desuso hubieran seguido funcionando o serían re-habilitados. Como referencia, en el año 2010 se presenta la demanda de riego hipotética que se tendría en la zona de estudio si los sistemas activos funcionan con las áreas levantadas hasta 2010, los sistemas en desuso son rehabilitados, los sistemas proyectados son construidos y las condiciones climáticas de la zona son las promedio del periodo 1960-2009.

En la Figura 24 se observa que la demanda de riego en 2009 no sobrepasa la máxima histórica (1998). Sin embargo, la oferta de agua abastece cada vez menos las demandas de las comunidades de la zona, debido a una menor disponibilidad de agua que llega desde las partes altas de la cuenca. Además, como se observa en la Figura 40 y Figura 41, la evapotranspiración en la zona es aproximadamente 3 veces la precipitación en la zona

y por lo tanto, si existe agua en la zona, esta proviene de fuentes subterráneas o de agua externas a la zona (superficiales o subterráneas). La disminución en la oferta de agua en la zona ya ha generado que en los últimos años muchos sistemas han quedado en desuso por falta de agua o porque sus obras de toma han quedado colgadas debido a la disminución del nivel de agua en el Desaguadero.



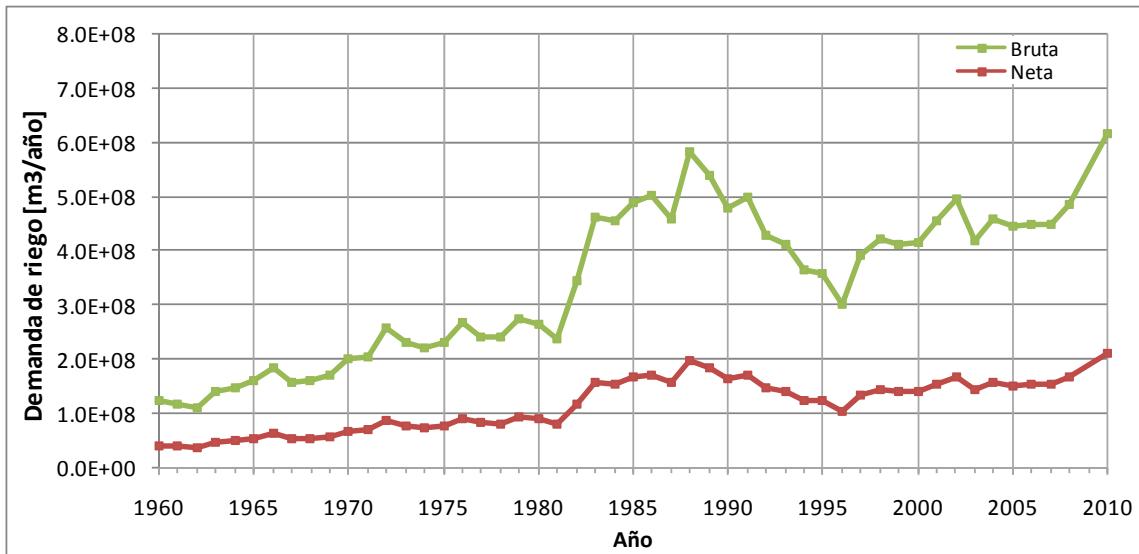
**Figura 24.** Demanda de riego anual ( $\text{m}^3/\text{año}$ ), periodo 1960 a 2009.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes de eficiencia del sistema.

**Tabla 8.** Eficiencia del sistema, Sistemas de riego de la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009.

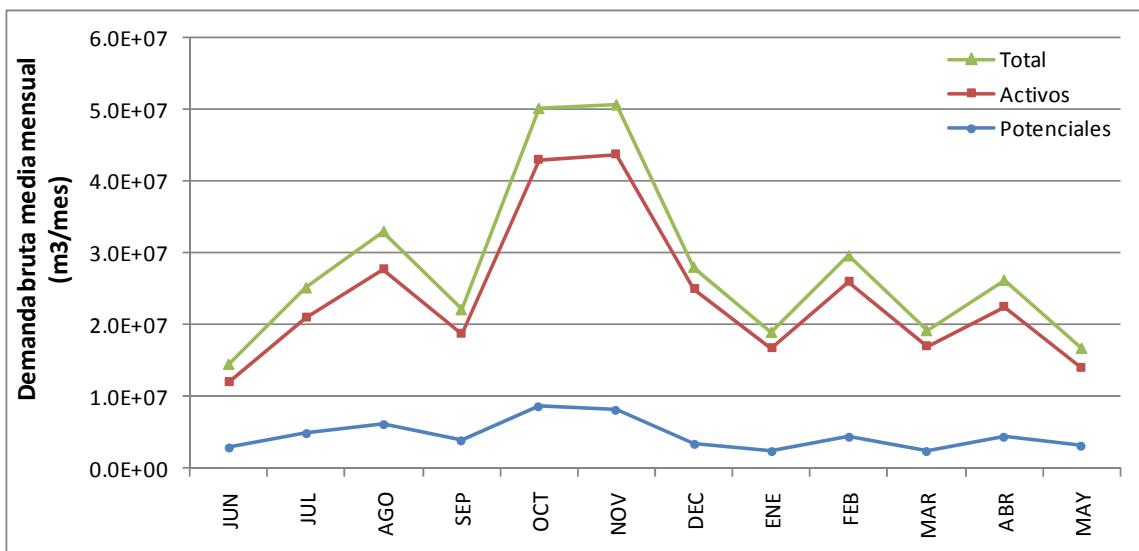
Descripción	Valor
Efic. Captación	1.00
Efic. Conducción Principal	0.75
Efic. Conducción Parcelaria	0.70
Efic. Aplicación	0.65
<b>Eficiencia del sistema</b>	<b>0.34</b>

La Figura 25 muestra la variación anual la demanda de riego neta (línea roja) comparada con la demanda de riego bruta (línea verde), considerando una eficiencia promedio del sistema de 34% (Tabla 8). Puede observarse que debido a esta baja eficiencia del sistema, el agua real captada en la zona es aproximadamente 3 veces superior a la aplicada a los cultivos.



**Figura 25.** Demanda de riego total anual (m<sup>3</sup>/año), bruta vs. neta, periodo 1960 a 2009.

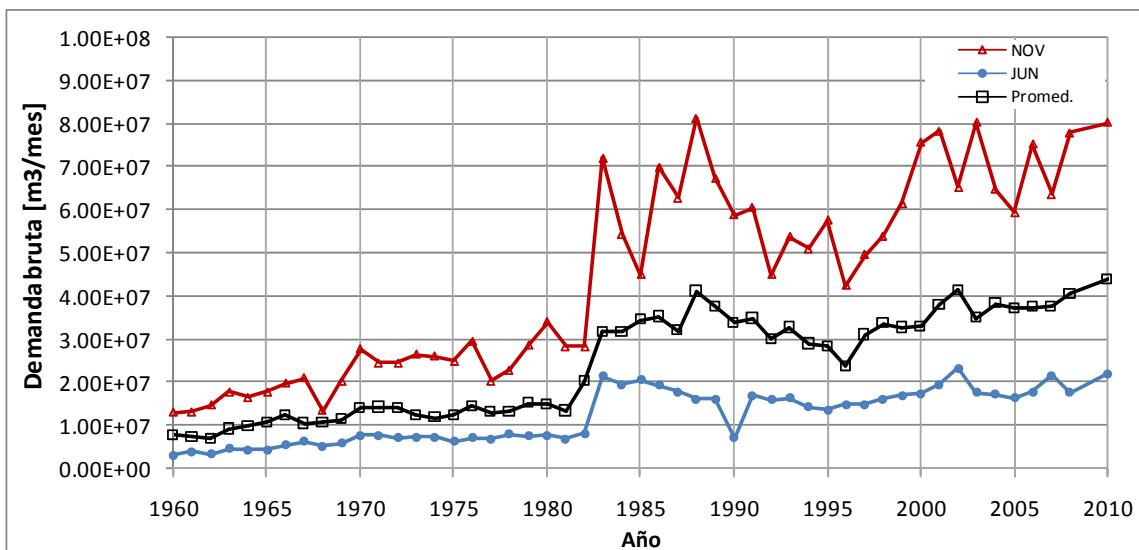
En la Figura 26, se muestra la demanda media mensual de riego de los sistemas activos, potenciales y en total, durante el periodo 1960-2009, puede observarse que en Noviembre se suele tener la demanda de riego pico, mientras que las demandas más bajas se tienen en Junio. Esto se debe al incremento las temperaturas (y por consiguiente del Eto) y la poca lluvia de mediados de Septiembre a principios de Diciembre.



**Figura 26.** Demanda de riego media mensual (m<sup>3</sup>/mes), periodo 1960 a 2009.

En la Figura 27 se observa la variación de la demanda de riego en los sistemas activos durante todo el periodo de estudio, 1960 a 2009, donde la demanda de riego en

Noviembre es de 3 a 4 veces mayor a la calculada en Junio y aproximadamente el doble de la demanda promedio.



**Figura 27.** Demanda de riego ( $\text{m}^3/\text{mes}$ ) para los meses de Noviembre, Junio y promedio anual, sistemas activos, periodo 1960 a 2009.

## 6. CONCLUSIONES

Se observa una diferencia notable entre los datos climatológicos de la estación Chuapalca (Figura 32) con las de Oruro y Patacamaya (Figura 40). Si bien la máxima Eto promedio en ambos casos está alrededor de los 160mm/mes, la máxima precipitación promedio en Oruro y Patacamaya (100mm/mes) es menor que la de Chuapalca (120mm/mes). Esta diferencia puede deberse a la diferencia de alturas, dado que en general a mayor altura se tiene mayor precipitación. Gracias a estas diferencias se observa que en los bofedales se puede no tener demanda de agua de Enero a Marzo (según el año), mientras que en los sistemas de riego en general se tiene demanda todo el año.

### 6.1. Bofedales

Se observa que la demanda de agua en los bofedales no presenta una tendencia al incremento o disminución apreciable, lo cual también es consecuencia de las series de precipitación y Eto, en las cuales tampoco se observa alguna tendencia apreciable (acápite 5.1.1).

Los valores promedio de precipitación y evapotranspiración de la estación Chuapalca, usada para la demanda de agua de los bofedales, muestran que durante los meses de

Enero a Marzo se suele tener precipitaciones por encima de la evapotranspiración (Figura 31), entonces, durante estos meses, dependiendo al año, puede o no tenerse una demanda de agua mayor a la abastecida por la precipitación.

## 6.2. *Sistemas de riego*

Se ha observado un importante incremento en la demanda de agua para riego en los sistemas de riego estudiados (Figura 24, Figura 25 y Figura 27), este se debe principalmente a un gradual incremento en las superficies bajo riego, generado gracias a mejoras en el acceso a los mercados cercanos, mejora de caminos o alzas en los precios de venta de los productos.

De lo observado en campo, se conoce que la oferta de agua abastece cada vez menos las demandas de agua de las comunidades de la zona y ya ha generado que en los últimos años muchos sistemas han quedado en desuso por falta de agua o porque sus obras de toma han quedado colgadas debido a la disminución de la cantidad y nivel de agua en el río Desaguadero. En general, el agua en el bajo Desaguadero llega desde las partes altas de la cuenca, pues como se observa en la Figura 40 y Figura 41, la evapotranspiración en la zona es aproximadamente 3 veces la precipitación en la zona y por lo tanto, si existe agua en la zona, esta proviene de fuentes subterráneas o de agua externas a la zona (superficiales o subterráneas).

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda calcular la cantidad de agua requerida para el mantenimiento de los lagos de la región, los cuales sufren importantes pérdidas por evaporación e infiltración.

### 7.1. *Bofedales*

En el tema del estudio de demanda de los bofedales se recomienda:

- Realizar mediciones de campo que permitan evaluar con mayor exactitud los valores asumidos de  $K_c$ , tanto para bofedales permanentes como para los estacionales.
- Analizar la evolución de la superficie de bofedales (tanto permanentes como estacionales) a lo largo de todo el periodo de estudio. Esta ampliación podría validar la siguiente hipótesis: posiblemente los bofedales que ahora son considerados estacionales, anteriormente podían considerarse permanentes (debido a un mayor

caudal en el río Mauri que viene de aguas arriba) dando un derecho al mantenimiento de estos como permanentes (es decir con una mayor demanda de agua).

- Evaluar la posibilidad de almacenar agua superficial durante los meses de Enero a Marzo, cuando se tiene una mayor oferta de precipitación que de evaporación.
- Evaluar la viabilidad de recobrar el volumen de agua provisto anteriormente desde las subcuencas aguas arriba del Mauri.

## 7.2. Sistemas de riego

Basados en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se pueden recomendar algunas mejoras en la gestión del agua para riego de los sistemas estudiados. De esta manera, se espera incrementar la disponibilidad de agua de riego y consecuentemente la superficie de áreas productivas regadas en los sistemas estudiados:

- Evaluar el cambio en los métodos de aplicación de riego empleado actualmente por métodos más eficientes como ser: riego por goteo, aspersión, etc.
- Evaluar la construcción de estructuras de almacenamiento de agua.
- Evaluar la posibilidad de abastecerse con nuevas fuentes de agua, ya sea superficial, subterránea o subsuperficial.
- Evaluar la viabilidad de recobrar el volumen de agua provisto anteriormente desde las subcuencas aguas arriba, del Desaguadero y Mauri.
- Mejorar el sistema de conducción y distribución de agua para riego, en los canales y dentro de las parcelas, por medio de revestimiento de los canales o la implementación de conducción por tubería, mejorando así la eficiencia de aplicación de agua en los sistemas.

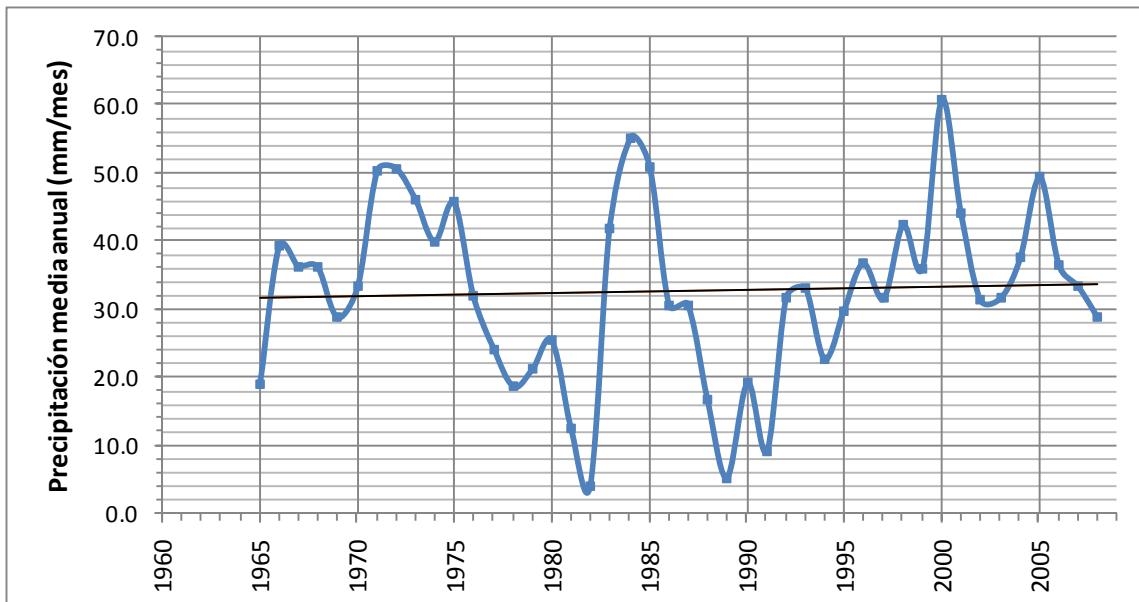
Para complementar el análisis de la demanda de agua en la zona durante el periodo de estudio se recomienda a futuro también estudiar el cambio en el patrón y tipo de cultivos asumidos. En este estudio se asume un patrón constante, sin embargo este patrón puede haber variado durante el periodo de estudio debido a varios factores como el requerimiento de mercado, aparición de nuevas variedades más resistentes a las condiciones climáticas de la zona.

## **BIBLIOGRAFIA**

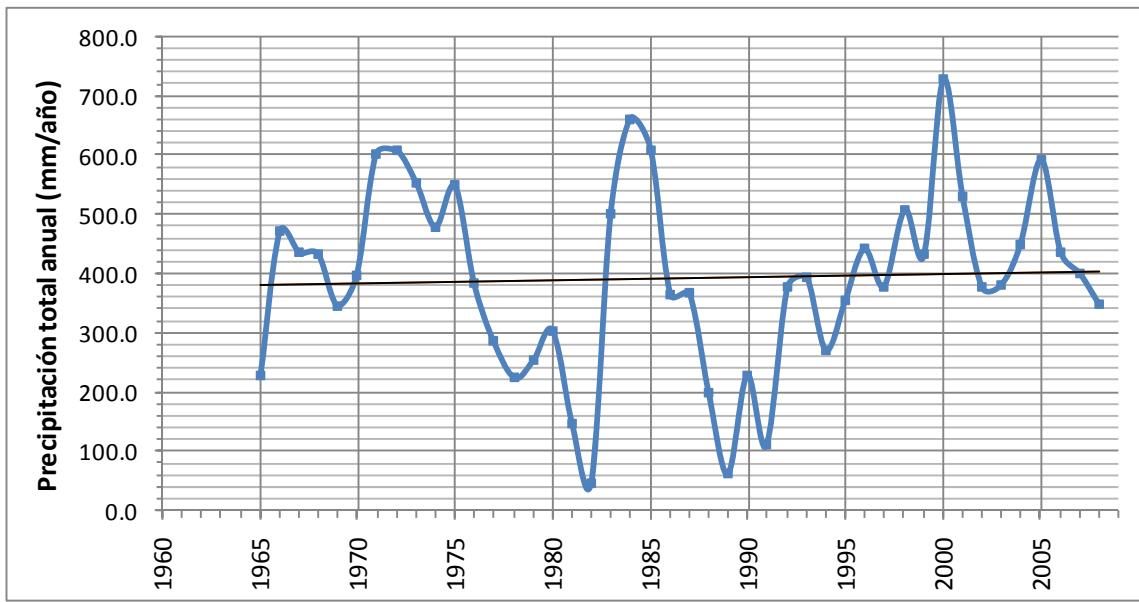
- Bilbao, J. (2011). *Cálculo de Kc's bofedales*. La Paz, Bolivia: Agua Sustentable.
- Castel, A. P., & Perez, J. (2010). *Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero*. La Paz, Bolivia: Agua-Sustentable.
- Castel, A. P., Conde, A., & Candia, E. (2011). *Delimitación de bofedales con imágenes satelitales LANDSAT 5 TM mediante el NDVI*. La Paz, Bolivia: Agua Sustentable.
- FAO. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. ESTUDIO FAO, RIEGO Y DRENAJE. 56*.
- Molina Carpio, J., & Cruz Flores, R. (2008). *INFORME FINAL: "ESCENARIOS DE USO Y ASIGNACIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DE LOS RIOS MAURI Y DESAGUADERO"*. La Paz, Bolivia: Agua Sustentable.
- Molina, J., & Gutierrez, B. (2010). *Estudio de hidrología, cuenca Mauri-Desaguadero*. La Paz, Bolivia.
- Villarroel, E., & Perez, J. (2007). *INFORME DE MAPEO DE DERECHOS EN LA CUENCA MAURI – DESAGUADERO*. La Paz, Bolivia.

## **ANEXOS**

### ***I. Información climatológica de la estación para bofedales***



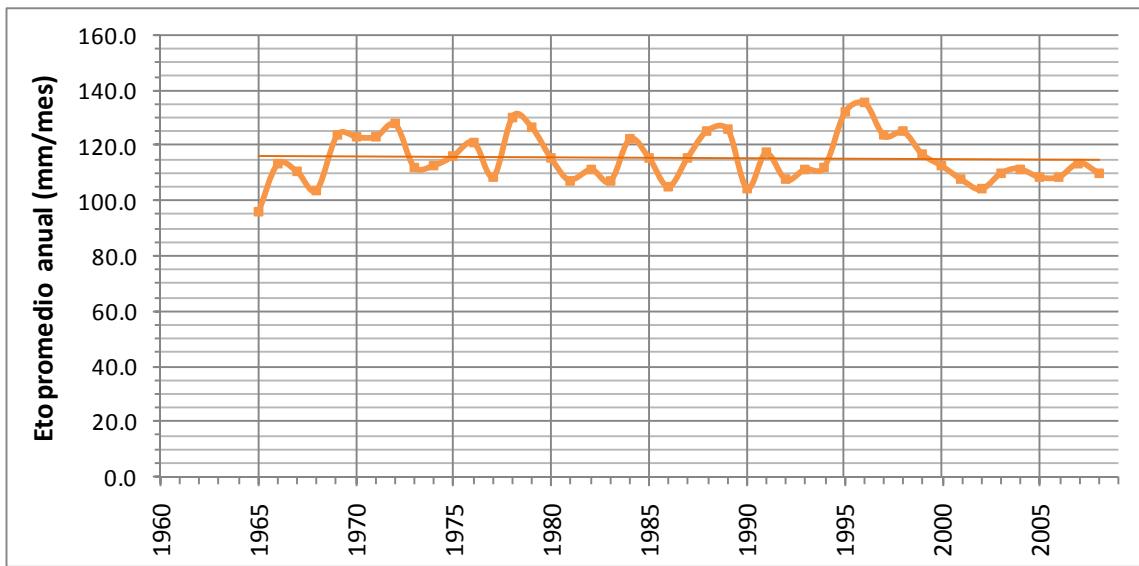
**Figura 28.** Precipitación promedio anual, periodo 1965-2009, estación Chuopalca.



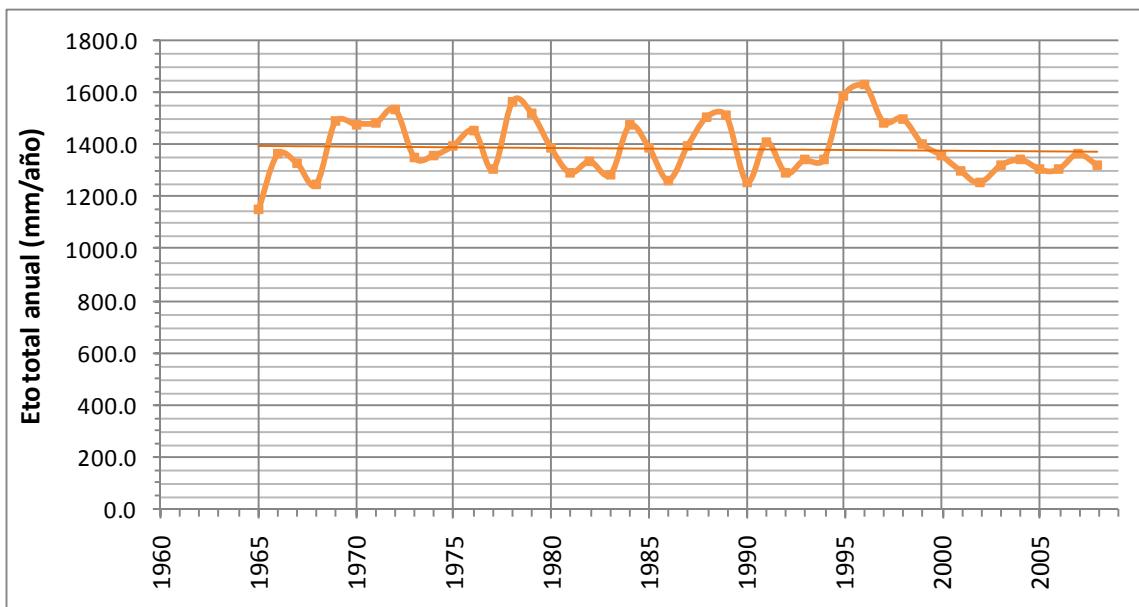
**Figura 29.** Precipitación total anual, periodo 1965-2009, estación Chuopalca.

**Tabla 9.** Precipitación mensual Estación Chuapalca, periodo 1965-2009.

Año Hidrolog.		jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.	
1965	1966	1.7	0.0	0.9	20.5	0.0	15.1	39.1	13.1	91.1	26.6	0.0	20.1	228.2	19.0	
1966	1967	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	38.4	54.1	62.7	139.5	118.0	33.8	3.2	472.5	39.4	
1967	1968	0.0	2.3	0.0	12.3	6.0	2.4	67.5	85.6	130.8	102.3	0.8	25.8	435.8	36.3	
1968	1969	13.4	0.0	0.0	4.2	43.9	105.9	31.4	124.5	68.0	41.1	0.5	0.0	432.9	36.1	
1969	1970	0.0	0.1	0.0	5.6	0.2	8.8	82.7	113.5	70.3	53.2	7.3	3.4	345.1	28.8	
1970	1971	0.0	0.0	4.6	0.0	8.5	0.0	86.0	77.1	196.3	22.9	3.5	0.0	398.9	33.2	
1971	1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.5	45.7	194.8	99.7	193.1	31.9	0.0	603.7	50.3	
1972	1973	0.0	0.0	0.0	0.6	17.4	1.0	116.4	184.8	132.2	126.6	29.2	0.0	608.2	50.7	
1973	1974	0.2	0.0	19.4	0.9	0.0	0.5	31.4	285.8	148.8	40.0	27.1	0.0	554.1	46.2	
1974	1975	1.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.1	27.0	154.9	204.3	83.8	3.6	3.7	480.0	40.0	
1975	1976	0.0	0.0	0.0	6.0	0.2	0.0	160.0	234.3	70.3	70.8	1.6	6.1	549.3	45.8	
1976	1977	0.0	0.1	10.0	15.2	0.0	0.0	18.8	69.0	177.1	94.6	0.0	0.4	385.2	32.1	
1977	1978	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	8.1	46.2	177.4	12.7	37.5	3.7	0.0	287.2	23.9	
1978	1979	0.0	0.0	0.4	0.1	7.8	39.0	27.8	46.7	1.5	100.7	0.1	0.0	224.1	18.7	
1979	1980	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.6	17.6	34.6	23.1	173.7	0.0	0.0	256.0	21.3	
1980	1981	0.0	0.0	0.5	0.1	3.3	5.3	12.4	75.1	144.8	58.0	4.7	0.0	304.2	25.4	
1981	1982	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.7	8.7	81.0	24.9	18.3	13.1	0.0	148.2	12.3	
1982	1983	0.0	0.0	0.1	1.3	10.8	2.0	10.5	2.6	20.5	0.2	0.1	0.0	48.1	4.0	
1983	1984	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	28.0	168.7	148.7	155.3	0.1	0.0	501.0	41.7	
1984	1985	1.3	0.0	0.2	0.0	54.4	133.8	39.1	96.8	204.7	81.9	50.3	0.1	662.6	55.2	
1985	1986	6.5	0.0	0.0	2.7	1.4	213.6	99.0	111.9	60.2	78.7	35.5	0.2	609.7	50.8	
1986	1987	0.0	0.5	1.4	0.0	0.0	14.1	116.9	180.4	28.8	21.7	1.6	0.0	365.4	30.4	
1987	1988	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	10.4	3.0	264.7	19.9	29.0	23.8	0.0	367.4	30.6	
1988	1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.4	82.7	9.5	57.4	9.8	0.0	200.8	16.7	
1989	1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	19.3	8.7	25.9	3.4	2.2	1.0	61.5	5.1
1990	1991	4.4	0.0	0.5	0.0	0.0	12.7	97.1	59.4	14.6	40.6	0.6	0.0	229.9	19.2	
1991	1992	12.4	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	25.7	44.0	20.8	4.8	1.0	0.0	110.1	9.2	
1992	1993	0.4	0.0	0.2	0.0	2.5	35.5	85.2	169.6	1.8	75.6	8.2	0.0	379.0	31.6	
1993	1994	0.3	0.0	48.5	0.0	13.3	10.0	76.6	59.3	132.1	46.8	4.9	3.9	395.7	33.0	
1994	1995	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	18.9	56.5	72.2	20.0	95.8	7.1	0.0	270.7	22.6	
1995	1996	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	22.7	40.5	132.9	96.6	40.8	15.5	6.7	356.1	29.7	
1996	1997	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	15.1	62.6	150.6	161.6	37.9	2.0	10.8	442.5	36.9	
1997	1998	0.0	0.0	17.8	28.6	2.7	20.0	38.5	175.2	68.7	21.1	6.6	0.0	379.2	31.6	
1998	1999	0.0	0.4	0.0	0.0	4.9	19.3	20.7	56.7	197.5	139.3	69.7	0.1	508.6	42.4	
1999	2000	0.0	0.7	0.0	9.9	13.7	0.0	46.5	162.8	106.7	88.3	0.1	4.0	432.7	36.1	
2000	2001	0.0	0.0	0.0	1.3	14.6	0.0	65.5	235.2	261.0	135.1	18.2	0.2	731.1	60.9	
2001	2002	0.0	0.0	4.9	1.6	4.7	4.9	31.0	86.3	193.6	149.7	52.8	0.6	530.1	44.2	
2002	2003	5.0	18.0	1.8	0.2	10.2	35.9	57.0	82.3	67.6	86.9	5.2	7.0	377.1	31.4	
2003	2004	0.0	5.2	2.2	0.0	1.4	9.8	28.1	167.8	94.6	65.9	5.4	0.0	380.4	31.7	
2004	2005	0.0	22.6	21.4	0.6	2.8	0.0	37.9	96.8	160.1	89.6	18.1	0.0	449.9	37.5	
2005	2006	0.0	0.0	0.0	2.6	1.8	20.3	87.8	167.2	125.2	152.4	35.4	0.0	592.7	49.4	
2006	2007	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	30.0	57.4	105.4	87.7	123.7	9.2	2.0	436.4	36.4	
2007	2008	0.0	0.0	0.0	3.8	2.0	17.2	70.7	173.6	73.8	58.8	0.0	0.0	399.9	33.3	
2008	2009	0.0	0.0	6.6	0.0	3.6	1.4	82.6	26.6	140.1	51.3	35.5	0.0	347.7	29.0	
Promedio		1.1	1.1	3.3	2.7	6.7	20.9	52.2	117.2	97.2	74.8	13.2	2.3	392.7	32.7	

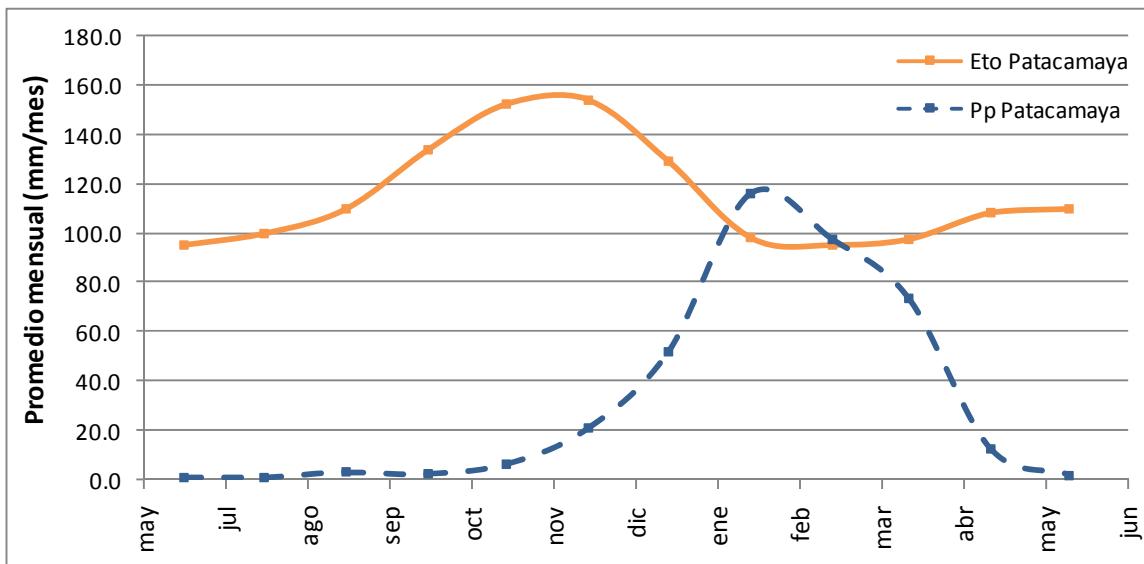


**Figura 30.** Evapotranspiración promedio anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca.



**Figura 31.** Evapotranspiración total anual, periodo 1965-2009, estación Chuapalca.





**Figura 32.** Precipitación y ETo promedio mensual del periodo 1965-2009, estación Chuapalca.

## II. Identificación de bofedales en el río Mauri

**Tabla 11.** Superficies de bofedales por subcuenca hidrográfica (**Castel, Conde, & Candia, 2011**).

DESCRIPCIÓN POR SUBCUENCA	SUPERFICIES IDENTIFICADAS (has)			
	Bofedal permanente	Bofedal no permanente	Total (has)	Total (%)
Abaroa Caquena	2,903.0	3,156.2	6,059.3	28.2
Abaroa Mauri	1,875.0	1,648.1	3,523.1	15.8
Bocatoma Uchusma	574.9	218.6	793.5	3.6
Calacoto Mauri	1,739.8	1,839.2	3,579.0	16.0
Caquena Nacimiento	372.3	75.9	448.2	2.0
Caquena Vertedero	793.0	256.9	1,049.9	4.7
Challapalca	48.8	17.8	66.6	0.3
Chiliculco	639.4	253.8	893.2	4.0
Chuapalca	1,569.0	1,046.1	2,615.0	11.7
Colcapagua	380.4	454.3	834.7	3.7
Frontera	64.6	36.7	101.3	0.5
Kalachaca	164.5	220.8	385.3	1.7
Koviri Tunel	631.0	378.7	1,009.7	4.5
Mamuta 1	104.9	29.0	133.9	0.6
Vilacota	685.4	137.5	822.9	3.7
<b>TOTAL</b>	<b>12,545.9</b>	<b>9,769.7</b>	<b>22,315.5</b>	<b>100.0</b>

**Tabla 12.** Superficies de bofedales por país (**Castel, Conde, & Candia, 2011**).

DESCRIPCIÓN POR PAÍS	Funcionamiento		SUPERFICIES IDENTIFICADAS (has)			
	Inicio	Fin	Bofedal permanente	Bofedal no permanente	Total (has)	Total (%)
Bolivia	1960	2010	4,187.4	4,720.7	8,908.0	39.9
Perú	1960	2010	5,661.8	3,220.7	8,882.5	39.8
Chile	1960	2010	2,696.7	1,828.3	4,525.0	20.3
<b>TOTAL</b>			<b>12,545.9</b>	<b>9,769.7</b>	<b>22,315.5</b>	<b>100.0</b>

### III. Demanda de agua en los bofedales del río Mauri

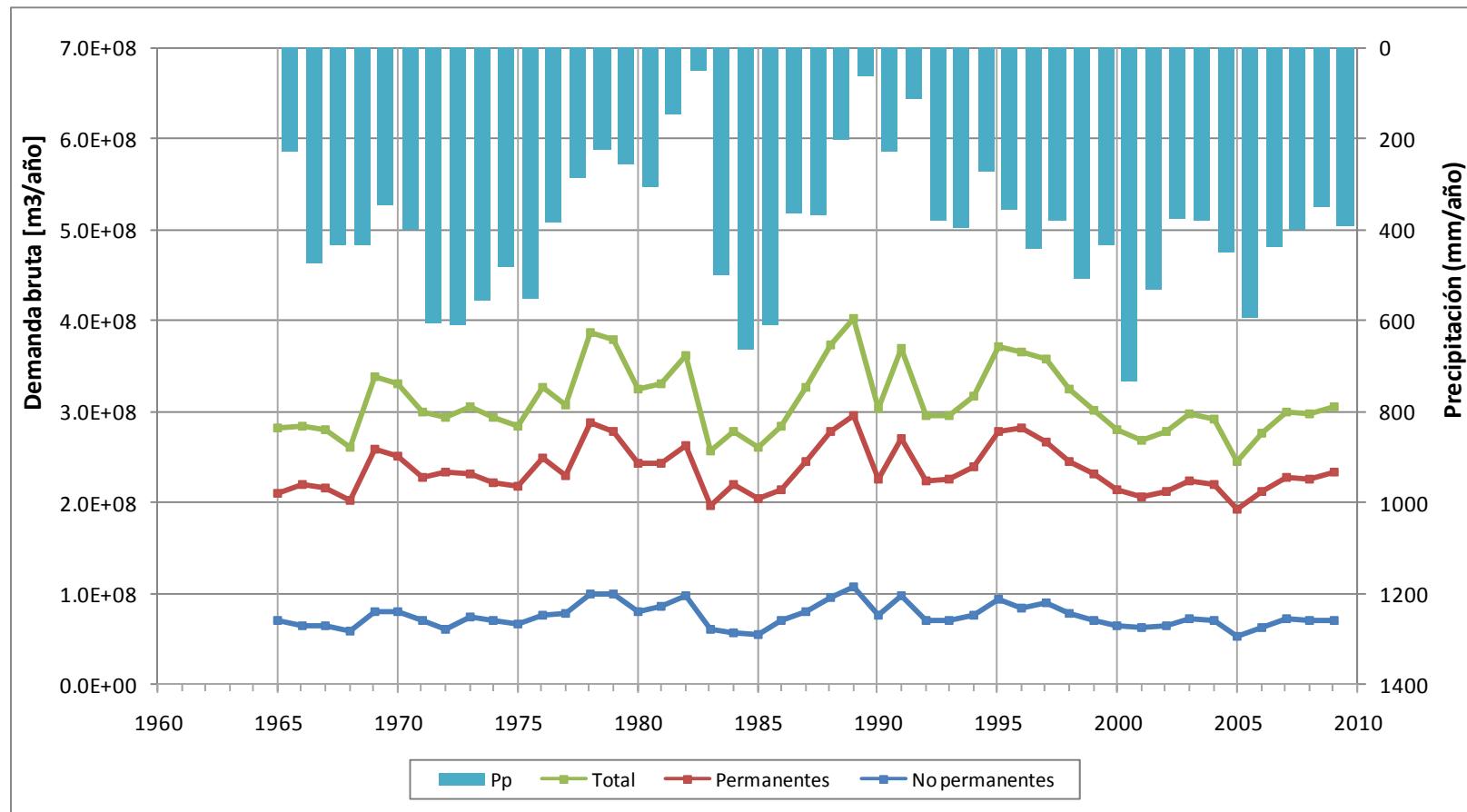
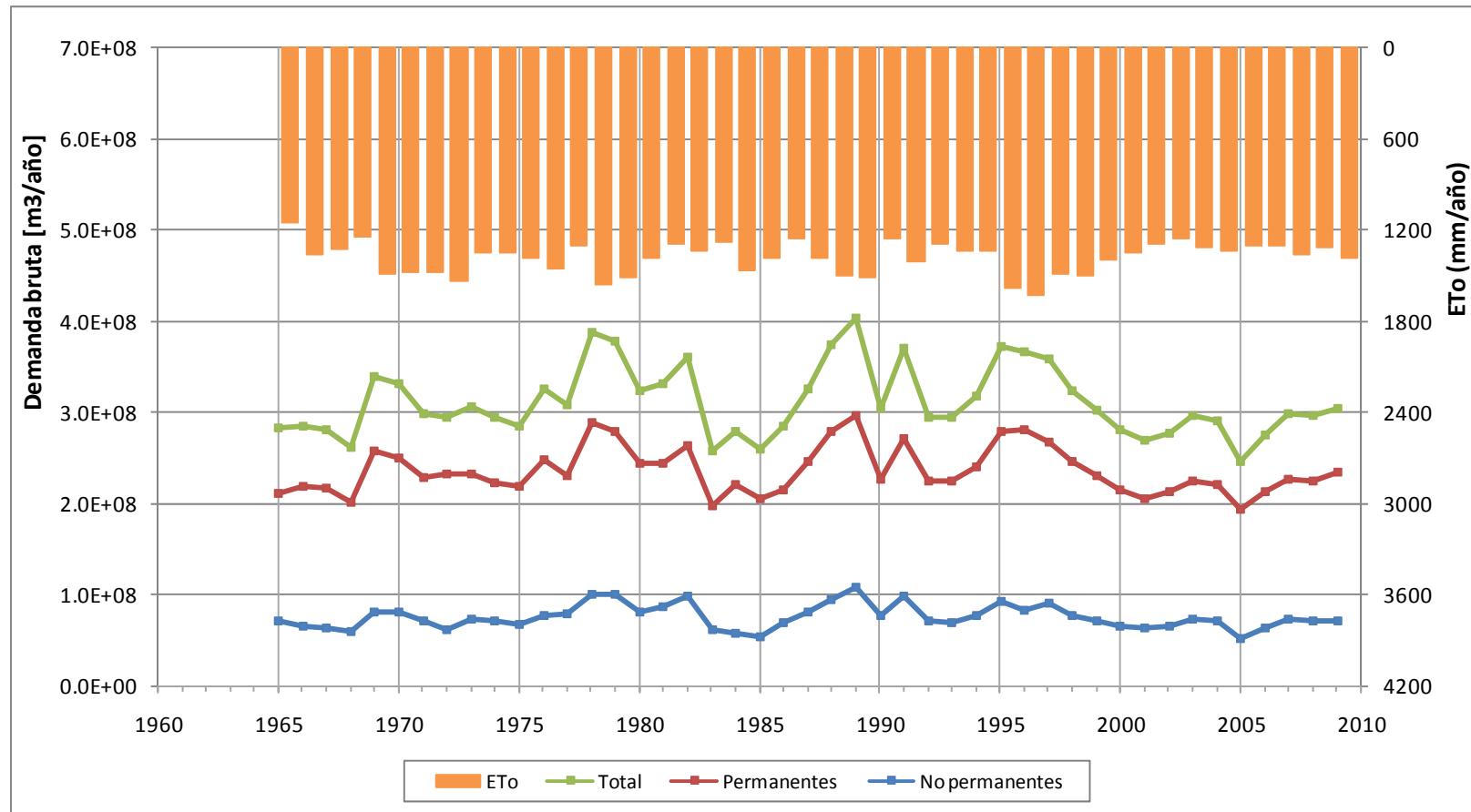


Figura 33. Demanda de riego bruta anual de los bofedales ( $\text{m}^3/\text{año}$ ) vs. Precipitación ( $\text{mm}/\text{año}$ ), periodo 1965 a 2009.



**Figura 34.** Demanda de riego bruta anual de los bofedales (m<sup>3</sup>/año) vs. Evapotranspiración (mm/año), periodo 1965 a 2009.

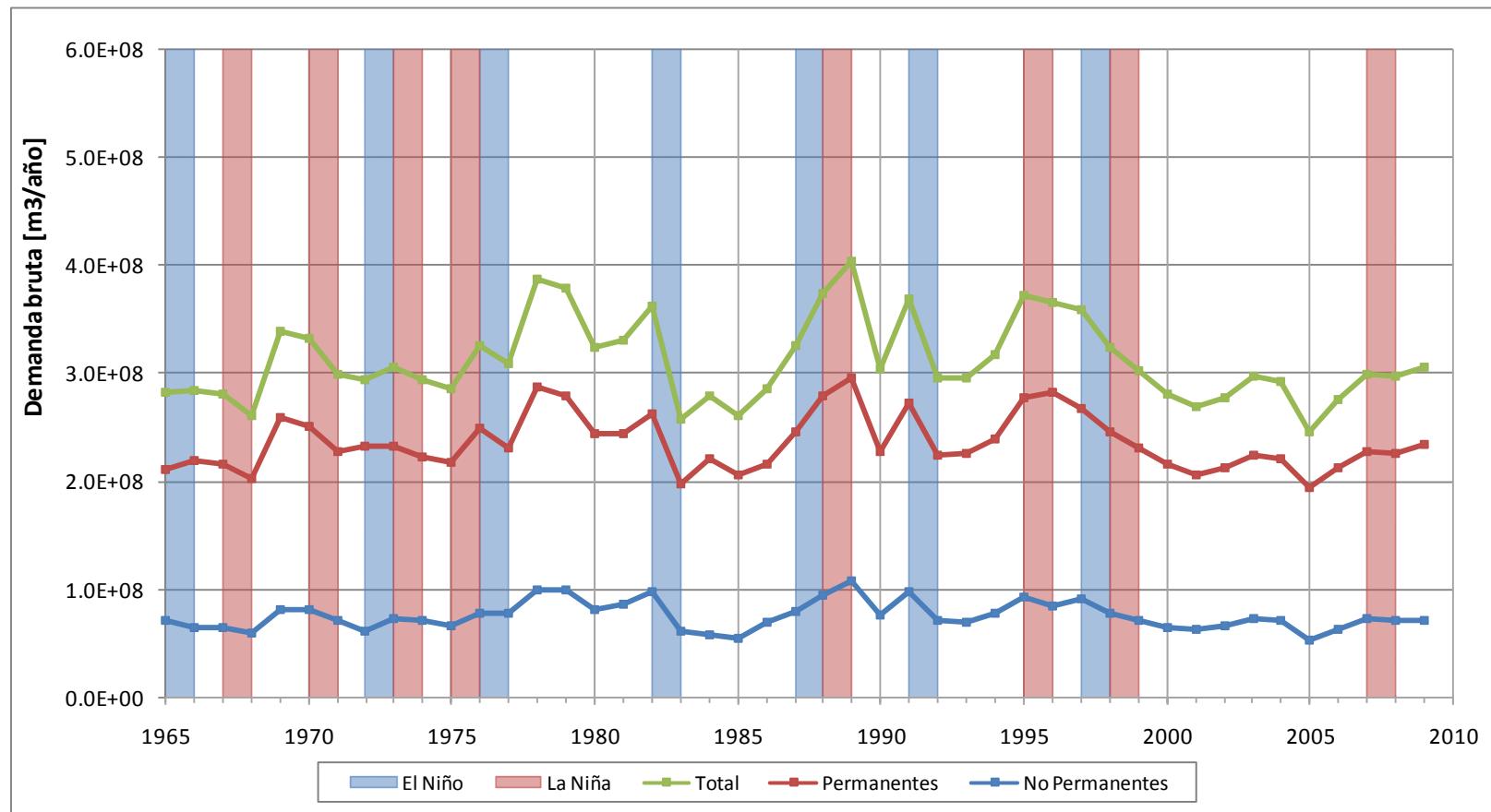


Figura 35. Demanda de riego bruta anual de los bofedales ( $m^3/año$ ) vs. la ocurrencia de fenómenos climáticos (Niño, Niña), en el periodo 1965 a 2010.



<b>Año hidrológ.</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1996	1997	38,673,348	33,460,315	36,460,169	41,445,972	51,624,805	47,165,526	23,882,673	0	0	31,830,230	31,519,057	29,202,450	365,264,545	30,438,712
1997	1998	31,072,529	22,398,356	21,656,760	25,263,327	42,709,250	39,477,324	34,686,735	0	23,568,448	34,971,738	45,907,549	36,089,316	357,801,332	29,816,778
1998	1999	22,109,299	19,273,987	26,647,433	42,163,030	41,481,358	51,610,581	58,196,085	18,137,417	0	2,296,791	14,165,283	27,974,560	324,055,822	27,004,652
1999	2000	24,059,458	18,408,450	25,162,019	32,936,881	41,881,757	49,857,886	45,334,423	0	5,465,787	5,744,994	26,801,518	26,212,802	301,865,975	25,155,498
2000	2001	20,866,399	18,535,115	26,872,495	37,884,583	37,664,222	48,004,013	27,936,320	0	0	0	28,807,968	33,793,694	280,364,809	23,363,734
2001	2002	23,854,142	20,540,623	24,216,754	31,502,765	38,758,644	39,071,731	32,764,888	20,972,571	0	0	11,306,589	25,225,151	268,213,858	22,351,155
2002	2003	20,985,909	18,345,595	24,014,197	29,255,981	28,134,719	32,501,659	25,840,782	19,023,763	12,282,225	12,568,955	29,661,525	25,011,604	277,626,914	23,135,576
2003	2004	17,974,262	19,653,977	23,293,997	28,610,628	37,824,379	43,678,317	34,991,465	0	13,207,044	15,628,094	29,307,710	33,046,283	297,216,156	24,768,013
2004	2005	21,870,280	17,119,092	18,117,772	25,431,670	44,150,686	46,880,455	35,655,762	14,704,275	0	10,535,006	28,537,031	28,374,959	291,376,989	24,281,416
2005	2006	19,408,379	22,102,807	25,387,081	28,682,334	41,294,506	39,883,107	16,412,727	0	5,643,690	0	22,425,214	24,798,059	246,037,904	20,503,159
2006	2007	21,941,986	18,957,328	23,474,048	25,336,062	34,147,574	30,120,312	30,079,382	9,900,762	15,505,287	5,182,342	33,435,557	27,360,614	275,441,253	22,953,438
2007	2008	23,065,377	21,089,499	26,804,976	27,057,001	35,181,746	36,130,070	23,331,781	0	17,624,377	24,448,728	39,420,933	25,011,604	299,166,091	24,930,508
2008	2009	22,659,045	21,722,817	23,834,148	28,538,923	37,076,966	43,200,805	19,159,740	30,989,563	3,631,754	23,854,071	22,224,474	19,966,180	296,858,488	24,738,207
2009	2009	22,776,386	21,142,275	24,703,197	31,938,974	40,638,701	41,930,303	29,197,830	6,570,171	9,567,350	15,258,186	31,812,594	29,313,960	304,849,926	25,404,160
Promedio		22,776,386	21,085,955	24,466,854	31,836,429	40,181,232	40,477,315	29,179,536	11,908,685	12,895,418	16,242,738	30,482,140	29,392,117	310,924,806	25,910,400



<b>Año hidrológ.</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1996	1997	31,898,775	31,248,181	31,938,204	34,185,706	38,128,695	33,107,659	17,180,675	0	0	21,289,447	21,075,272	21,568,146	281,620,761	23,468,397
1997	1998	25,629,423	20,917,552	19,180,845	21,691,812	31,543,906	27,875,135	23,791,452	0	16,025,559	22,975,971	30,696,162	26,654,600	266,982,418	22,248,535
1998	1999	18,236,320	17,999,742	23,342,490	34,777,155	30,637,017	36,367,792	39,057,986	11,942,953	0	2,296,791	10,863,829	20,661,259	246,183,334	20,515,278
1999	2000	19,844,862	17,191,428	22,041,305	27,167,189	30,932,741	34,994,020	31,114,658	0	5,160,834	5,347,229	17,920,882	19,360,071	231,075,219	19,256,268
2000	2001	17,211,144	17,309,719	23,539,640	31,248,181	27,817,783	33,692,833	19,964,962	0	0	0	19,343,942	24,959,115	215,087,319	17,923,943
2001	2002	19,675,512	19,182,638	21,213,276	25,984,293	28,626,094	27,423,484	22,315,521	14,152,639	0	0	8,522,231	18,630,619	205,726,307	17,143,859
2002	2003	17,309,719	17,399,332	21,035,841	24,131,088	20,779,548	23,510,067	18,347,440	12,876,544	8,800,033	9,774,130	19,833,230	18,472,899	212,269,871	17,689,156
2003	2004	14,825,635	18,354,610	20,404,964	23,598,784	27,936,071	30,656,733	23,730,517	0	9,882,563	11,315,479	19,596,652	24,407,098	224,709,104	18,725,759
2004	2005	18,039,171	16,662,709	16,350,856	20,976,697	32,608,511	32,904,235	24,424,123	10,395,150	0	8,504,309	19,160,235	20,956,983	220,982,980	18,415,248
2005	2006	16,008,531	20,641,543	22,238,454	23,657,929	30,499,013	28,169,962	12,827,256	0	5,611,589	0	15,513,866	18,315,180	193,483,325	16,123,610
2006	2007	18,098,316	17,704,018	20,562,684	20,897,837	25,473,497	21,641,628	21,191,768	7,523,939	11,224,075	5,182,342	22,356,743	20,207,814	212,064,661	17,672,055
2007	2008	19,024,918	19,695,226	23,480,494	22,317,313	25,984,293	25,432,274	17,018,476	0	12,323,630	16,922,588	26,358,875	18,472,899	227,030,986	18,919,249
2008	2009	18,689,765	20,286,675	20,878,123	23,539,640	27,384,052	30,321,580	14,531,705	19,519,781	3,631,754	16,371,000	15,382,186	14,746,485	225,282,744	18,773,562
2009	2009	18,786,551	19,744,513	21,639,388	26,344,090	30,014,653	29,626,648	20,470,606	5,604,091	7,620,754	11,249,156	21,271,546	21,650,504	234,022,500	19,501,875
<b>Promedio</b>		18,786,551	19,712,850	21,498,695	26,286,438	29,757,463	28,715,877	20,394,733	8,016,846	8,836,171	11,406,775	20,532,834	21,723,128	235,668,363	19,639,030



<b>Año hidrológ.</b>		<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>
1995	1996	2,512,202.6	1,200,274.6	2,707,596.1	7,243,517.5	14,849,908.8	15,129,740.3	14,369,100.4	4,089,308.2	4,309,823.1	6,280,506.9	10,684,537.3	10,020,897.4	93,397,413.1	9,474,493.0
1996	1997	6,774,573.1	2,212,133.9	4,521,964.7	7,260,265.2	13,496,110.1	14,057,866.9	6,701,998.3	0.0	0.0	10,540,783.0	10,443,784.6	7,634,304.6	83,643,784.5	5,189,966.3
1997	1998	5,443,105.6	1,480,803.8	2,475,915.2	3,571,514.8	11,165,344.8	11,602,189.2	10,895,282.8	0.0	7,542,888.8	11,995,767.0	15,211,386.4	9,434,716.2	90,818,914.6	7,510,090.2
1998	1999	3,872,979.0	1,274,245.0	3,304,942.1	7,385,875.4	10,844,340.7	15,242,788.8	19,138,098.8	6,194,463.7	0.0	0.0	3,301,453.4	7,313,301.1	77,872,488.0	10,143,837.8
1999	2000	4,214,596.5	1,217,022.5	3,120,714.0	5,769,692.1	10,949,015.9	14,863,865.3	14,219,764.8	0.0	304,953.5	397,764.9	8,880,636.3	6,852,730.2	70,790,755.9	7,347,145.9
2000	2001	3,655,254.9	1,225,396.6	3,332,855.5	6,636,401.8	9,846,438.9	14,311,180.2	7,971,358.1	0.0	0.0	0.0	9,464,025.6	8,834,579.0	65,277,490.7	5,570,634.6
2001	2002	4,178,630.4	1,357,985.1	3,003,477.7	5,518,471.8	10,132,550.2	11,648,246.5	10,449,367.0	6,819,932.1	0.0	0.0	2,784,357.9	6,594,531.8	62,487,550.6	7,229,386.4
2002	2003	3,676,189.9	946,263.0	2,978,355.7	5,124,893.3	7,355,171.0	8,991,591.6	7,493,341.8	6,147,219.5	3,482,192.1	2,794,825.1	9,828,294.6	6,538,704.9	65,357,042.4	6,528,586.2
2003	2004	3,148,627.1	1,299,367.0	2,889,033.0	5,011,844.0	9,888,308.3	13,021,583.4	11,260,948.4	0.0	3,324,481.8	4,312,614.1	9,711,058.8	8,639,185.8	72,507,051.7	6,901,753.4
2004	2005	3,831,108.9	456,383.4	1,766,915.9	4,454,972.7	11,542,174.8	13,976,219.9	11,231,638.9	4,309,125.0	0.0	2,030,697.3	9,376,796.4	7,417,976.2	70,394,009.4	7,379,245.9
2005	2006	3,399,847.4	1,461,264.5	3,148,627.3	5,024,405.2	10,795,492.6	11,713,144.6	3,585,470.7	0.0	32,100.5	0.0	6,911,348.1	6,482,878.5	52,554,579.4	3,832,679.0
2006	2007	3,843,670.1	1,253,310.0	2,911,363.8	4,438,224.6	8,674,077.5	8,478,683.7	8,887,613.7	2,376,823.0	4,281,212.2	0.0	11,078,813.6	7,152,799.0	63,376,591.2	6,006,083.2
2007	2008	4,040,459.2	1,394,272.5	3,324,481.4	4,739,688.8	9,197,453.0	10,697,795.9	6,313,305.3	0.0	5,300,747.0	7,526,140.0	13,062,057.5	6,538,704.9	72,135,105.4	5,577,962.1
2008	2009	3,969,280.2	1,436,142.5	2,956,025.1	4,999,283.2	9,692,914.6	12,879,225.5	4,628,035.9	11,469,782.5	0.0	7,483,071.1	6,842,288.2	5,219,695.6	71,575,744.5	7,244,261.0
2009	2009	3,989,835.4	1,397,761.6	3,063,808.7	5,594,884.5	10,624,047.6	12,303,654.9	8,727,223.7	966,080.0	1,946,595.4	4,009,029.9	10,541,047.6	7,663,456.2	70,827,425.6	5,985,888.5
Promedio		3,989,835.4	1,373,104.8	2,968,158.9	5,549,990.5	10,423,769.3	11,761,437.8	8,784,802.8	3,891,839.8	4,059,246.2	4,835,962.7	9,949,305.7	7,668,988.9	75,256,442.8	6,271,370.2

#### IV. Información climatológica de las estaciones para los sistemas de riego

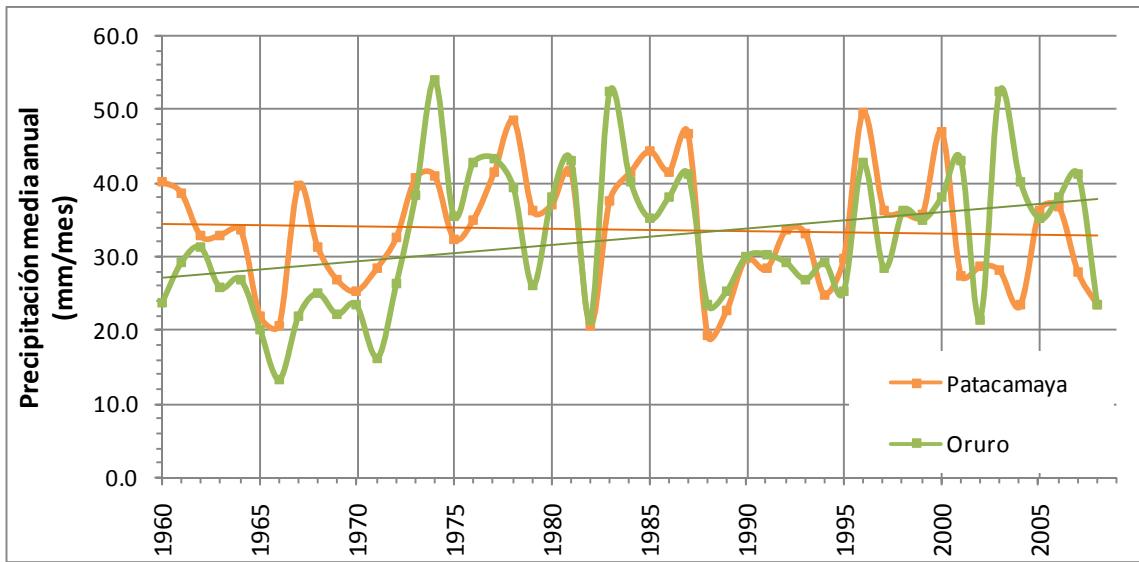


Figura 36. Precipitación promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.

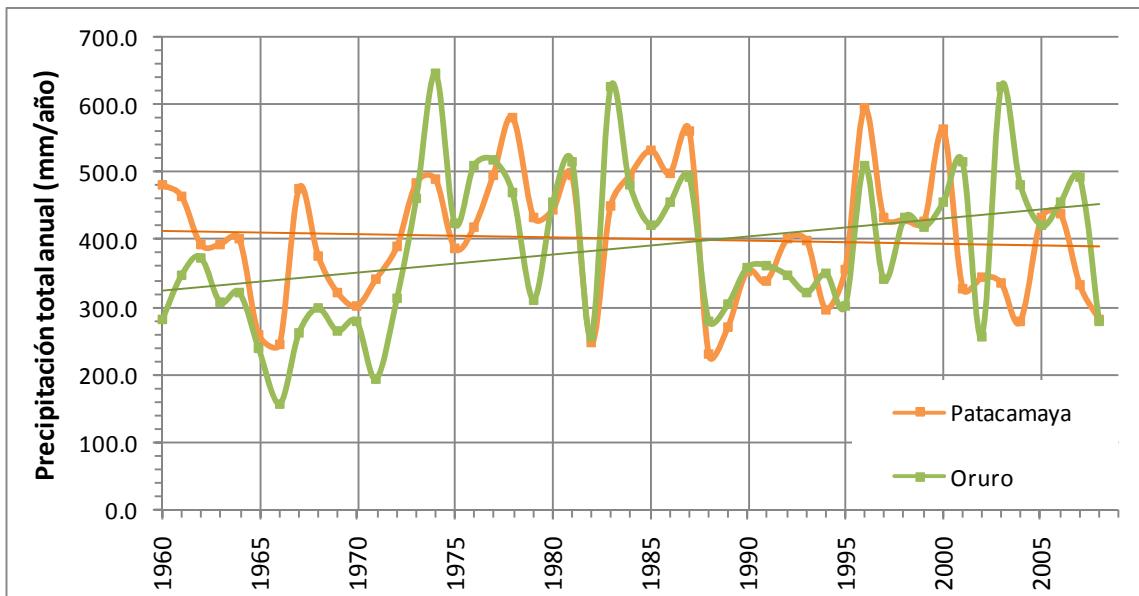


Figura 37. Precipitación total anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.

**Tabla 16.** Precipitación mensual Estación Patacamaya, periodo 1960-2009.

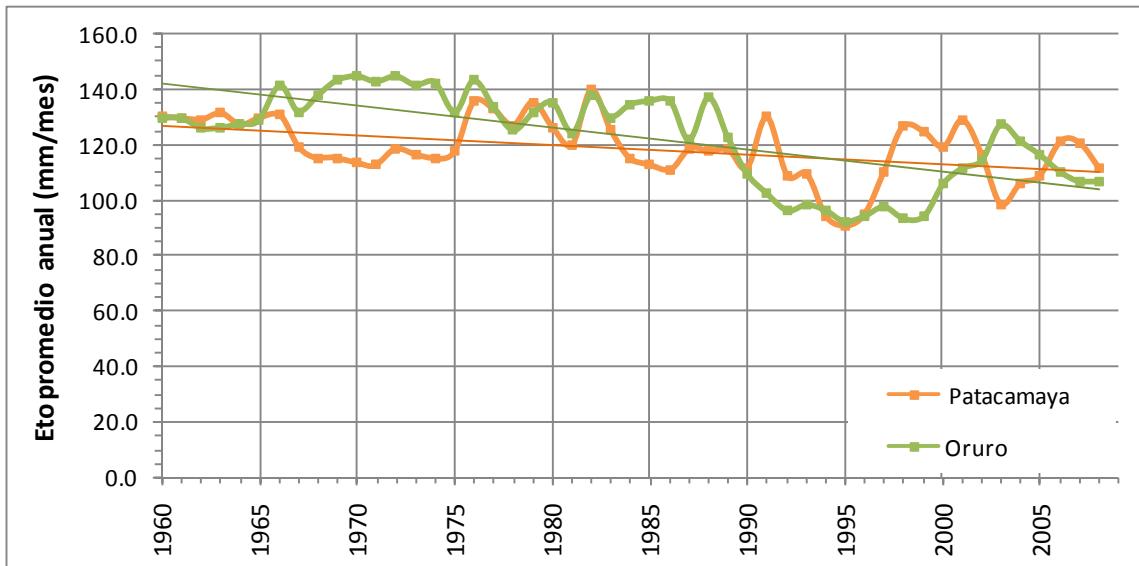
Año Hidrolog.	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.	
1960	1961	0.0	0.0	32.5	101.2	39.5	56.0	37.2	87.8	45.3	21.7	50.1	9.1	480.4	40.0
1961	1962	0.0	0.0	20.0	49.5	15.7	25.5	112.4	102.7	47.5	68.1	13.6	8.4	463.4	38.6
1962	1963	0.0	0.0	0.0	31.8	10.6	14.4	107.7	71.6	91.6	30.2	18.3	16.0	392.2	32.7
1963	1964	0.0	0.0	1.0	23.0	13.3	19.9	59.1	72.3	60.3	130.7	4.5	8.5	392.6	32.7
1964	1965	0.0	0.0	37.2	12.0	2.0	22.1	53.8	118.3	27.2	67.4	17.0	45.0	402.0	33.5
1965	1966	0.0	3.5	0.0	33.3	8.2	39.1	58.5	58.6	44.2	9.4	1.6	4.2	260.6	21.7
1966	1967	0.0	0.0	1.0	1.0	13.2	25.9	62.3	27.6	58.5	50.1	1.2	6.0	246.8	20.6
1967	1968	0.0	5.7	20.0	34.0	22.9	2.5	98.9	64.6	175.8	28.5	16.9	6.2	476.0	39.7
1968	1969	14.3	0.0	1.6	14.5	17.4	95.7	29.8	141.6	32.4	15.9	11.9	0.5	375.6	31.3
1969	1970	0.5	0.0	7.8	13.3	5.0	9.8	29.5	50.7	82.3	44.4	57.3	21.9	322.5	26.9
1970	1971	0.0	0.0	0.0	6.5	11.9	12.8	61.9	66.6	104.2	17.2	19.7	1.0	301.8	25.1
1971	1972	0.0	2.5	3.0	0.0	12.5	46.0	40.5	101.5	78.8	39.1	15.5	2.5	341.9	28.5
1972	1973	0.0	17.0	4.0	18.1	34.6	26.5	61.8	110.3	13.3	69.5	18.0	18.3	391.4	32.6
1973	1974	0.0	10.2	10.9	29.8	23.4	10.0	45.4	127.5	148.7	44.8	35.2	0.0	485.9	40.5
1974	1975	0.5	2.0	61.3	7.7	27.4	13.7	36.4	158.4	124.7	37.2	10.4	10.6	490.3	40.9
1975	1976	16.0	0.0	2.2	36.2	14.8	10.6	59.9	137.2	37.8	59.7	11.1	2.9	388.4	32.4
1976	1977	3.2	21.0	8.6	50.5	0.2	2.2	72.3	46.6	61.5	131.4	11.1	10.4	419.0	34.9
1977	1978	0.0	5.9	0.5	21.1	49.1	79.5	95.7	61.4	116.1	44.9	21.2	0.3	495.7	41.3
1978	1979	0.0	0.7	17.7	14.7	2.1	71.8	73.5	238.8	50.5	87.7	24.2	0.0	581.7	48.5
1979	1980	0.0	5.7	0.0	2.5	37.2	17.2	141.0	53.7	75.1	85.5	10.1	5.1	433.1	36.1
1980	1981	0.0	12.7	10.1	55.0	24.9	16.7	36.5	94.4	82.5	97.1	12.1	2.3	444.3	37.0
1981	1982	0.0	0.0	12.8	41.5	29.4	49.7	60.5	162.7	20.6	78.5	39.8	0.0	495.5	41.3
1982	1983	2.9	0.0	36.8	11.3	46.2	46.2	20.0	7.0	40.0	8.5	16.1	12.7	247.7	20.6
1983	1984	0.0	8.1	23.0	19.3	1.2	1.2	39.2	165.4	113.1	61.9	17.0	0.0	449.4	37.4
1984	1985	4.8	0.0	1.8	20.7	52.9	52.9	33.5	115.3	132.2	24.6	49.8	8.1	496.7	41.4
1985	1986	14.1	0.0	24.6	66.8	21.4	74.6	55.6	103.7	47.8	82.2	32.4	9.1	532.3	44.4
1986	1987	0.0	0.8	13.0	24.0	10.9	23.8	204.7	144.0	18.5	39.1	11.6	7.5	497.9	41.5
1987	1988	25.1	24.4	4.5	24.2	44.8	41.2	28.3	107.0	91.1	107.0	39.4	23.8	560.8	46.7
1988	1989	0.0	0.0	0.0	17.6	12.6	12.7	28.3	86.7	30.7	21.0	20.2	0.8	230.5	19.2
1989	1990	0.8	2.3	4.0	26.7	4.8	14.4	27.3	76.6	51.3	21.2	20.5	21.3	271.2	22.6
1990	1991	52.6	0.0	10.0	6.0	58.5	21.0	31.2	77.4	28.3	63.0	6.1	0.5	354.6	29.5
1991	1992	13.4	0.0	1.5	3.4	5.3	40.2	65.1	132.8	54.7	11.9	10.9	0.0	339.2	28.3
1992	1993	5.5	5.4	8.4	0.0	40.1	55.0	53.0	120.9	40.3	63.3	2.8	6.7	401.4	33.4
1993	1994	0.0	0.0	18.8	33.3	49.0	30.8	69.8	64.8	81.3	22.0	19.4	8.7	397.9	33.2
1994	1995	0.0	0.0	0.0	1.0	10.1	27.2	45.5	96.9	61.7	55.7	0.0	0.0	298.1	24.8
1995	1996	0.0	0.0	8.5	18.5	10.0	32.0	86.5	138.3	22.6	23.8	15.0	1.0	356.2	29.7
1996	1997	0.0	0.0	2.4	6.0	20.0	82.4	188.3	102.0	99.0	67.8	27.0	0.0	594.9	49.6
1997	1998	0.0	0.0	0.0	69.0	0.0	34.5	41.1	83.1	120.9	55.6	29.0	0.2	433.4	36.1
1998	1999	26.3	0.0	0.4	0.9	15.8	76.7	4.1	77.1	75.6	121.2	32.5	0.3	430.9	35.9
1999	2000	0.0	0.0	1.6	51.5	45.5	1.0	26.2	148.6	61.5	78.8	0.0	12.0	426.7	35.6
2000	2001	18.5	0.0	5.6	2.0	35.4	10.8	81.6	184.8	117.2	96.6	9.7	1.0	563.2	46.9
2001	2002	15.3	10.5	13.2	4.4	61.3	7.7	38.8	80.6	31.8	18.3	46.5	0.0	328.4	27.4
2002	2003	0.0	7.0	0.0	2.8	25.6	27.1	77.2	75.6	70.6	35.8	12.1	10.8	344.6	28.7
2003	2004	0.0	3.0	5.6	22.4	0.0	7.5	47.8	143.2	79.3	14.8	11.5	1.6	336.7	28.1
2004	2005	0.0	23.0	21.6	0.0	4.8	16.0	35.7	68.2	95.3	8.4	6.6	0.0	279.6	23.3

Año Hidrolog.		jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.
2005	2006	0.0	0.0	1.2	36.8	25.9	30.7	52.3	153.0	77.7	28.0	22.8	4.5	432.9	36.1
2006	2007	0.0	0.0	0.0	25.3	20.7	33.4	47.6	45.6	115.7	105.4	25.0	20.3	439.0	36.6
2007	2008	0.0	11.5	1.2	17.9	4.1	36.4	59.3	131.6	38.1	24.8	6.6	1.2	332.7	27.7
2008	2009	3.5	0.0	7.3	5.5	8.3	10.9	79.8	41.9	56.1	42.3	26.5	0.0	282.1	23.5
Media		4.4	3.7	9.5	22.7	21.4	30.9	61.3	100.6	70.0	52.3	19.1	6.8	402.9	33.6

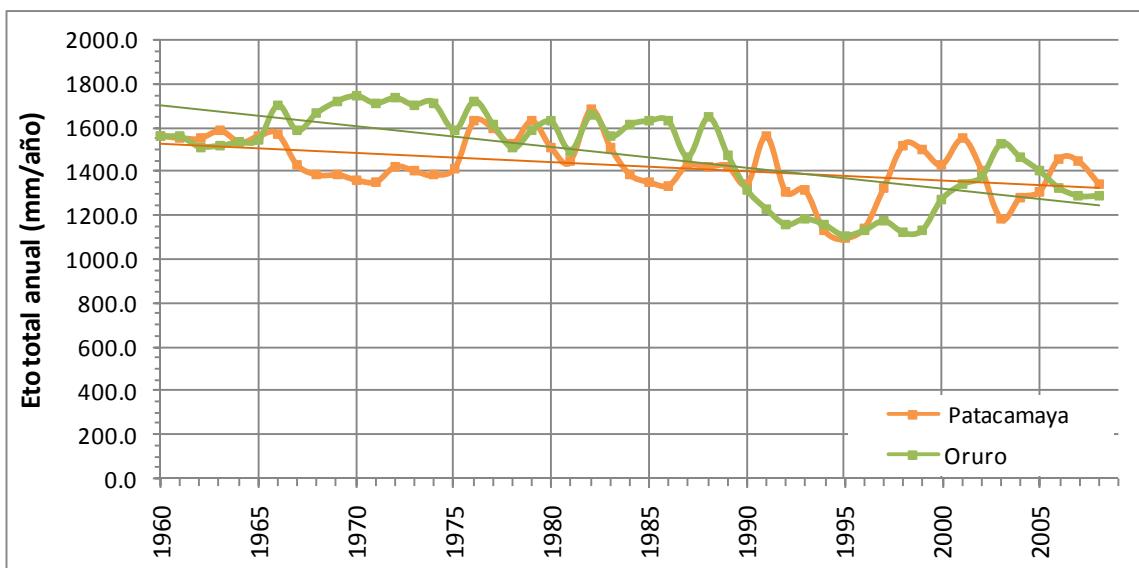
**Tabla 17.** Precipitación mensual Estación Oruro, periodo 1960-2009.

AÑO HIDROLOG.		jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.
1960	1961	0.0	0.0	31.2	33.2	35.1	23.1	27.2	39.3	34.5	21.9	26.0	12.0	283.5	23.6
1961	1962	0.0	0.0	5.5	24.7	0.0	28.9	64.8	73.3	47.8	90.4	7.2	6.0	348.6	29.1
1962	1963	0.0	0.0	0.0	5.1	9.1	5.6	63.8	142.6	97.4	37.1	8.5	5.6	374.8	31.2
1963	1964	0.0	0.0	6.5	10.2	21.8	4.2	72.3	17.8	93.8	67.7	13.4	0.0	307.7	25.6
1964	1965	0.0	6.1	33.4	12.0	2.0	37.1	70.3	85.0	48.4	23.9	2.0	1.0	321.2	26.8
1965	1966	0.0	0.0	0.0	25.3	4.6	28.4	89.8	25.9	40.5	12.7	12.1	0.0	239.3	19.9
1966	1967	0.0	0.0	0.0	2.0	14.0	29.0	34.8	11.5	36.2	28.2	0.0	3.0	158.7	13.2
1967	1968	0.0	0.5	7.2	9.0	12.0	9.0	35.0	15.6	114.7	31.0	8.0	19.4	261.4	21.8
1968	1969	14.0	0.0	3.2	6.5	6.0	56.3	35.0	102.5	65.1	8.5	2.0	0.0	299.1	24.9
1969	1970	6.3	0.0	0.0	0.5	8.5	20.0	26.0	75.0	54.8	54.1	16.5	4.0	265.7	22.1
1970	1971	0.0	0.0	0.0	4.9	4.5	10.0	55.9	46.6	97.0	55.5	5.8	0.0	280.2	23.4
1971	1972	2.0	0.0	3.5	0.0	14.0	17.0	29.2	54.3	35.1	35.2	2.5	2.0	194.8	16.2
1972	1973	0.0	2.0	0.0	9.8	22.0	20.0	84.9	81.1	57.3	19.6	14.0	4.3	315.0	26.3
1973	1974	0.0	13.0	7.2	23.1	10.5	9.9	37.4	101.3	170.6	47.3	40.5	0.0	460.8	38.4
1974	1975	0.2	4.0	79.7	9.5	14.6	18.6	70.2	134.4	237.9	47.1	19.6	10.1	645.9	53.8
1975	1976	9.7	0.0	1.7	27.1	10.0	11.8	56.5	149.6	57.3	62.6	38.8	0.5	425.6	35.5
1976	1977	0.0	28.6	24.7	83.5	1.0	12.7	55.3	96.5	95.3	97.3	1.1	15.0	511.0	42.6
1977	1978	0.0	4.5	11.3	33.6	40.3	64.4	102.5	90.6	118.5	46.1	8.1	0.0	519.9	43.3
1978	1979	0.0	0.0	19.5	4.5	7.0	28.9	71.0	171.4	45.2	88.1	35.9	0.0	471.5	39.3
1979	1980	0.0	2.5	0.0	5.1	19.2	40.1	102.0	28.1	51.6	45.6	14.7	3.4	312.3	26.0
1980	1981	0.0	10.0	10.5	63.0	33.3	3.1	9.6	124.3	139.0	59.7	3.6	0.0	456.1	38.0
1981	1982	0.0	0.0	19.0	78.5	21.3	11.0	77.0	122.7	50.0	130.9	6.0	0.0	516.4	43.0
1982	1983	0.0	0.0	0.0	45.4	5.0	48.1	22.4	53.7	57.2	17.6	7.0	0.0	256.4	21.4
1983	1984	0.0	1.7	34.1	11.6	19.3	7.6	15.5	180.3	209.5	139.6	7.8	0.0	627.0	52.3
1984	1985	10.8	0.0	18.9	0.0	2.6	73.6	30.5	125.8	114.8	56.8	48.7	0.0	482.5	40.2
1985	1986	9.4	0.0	10.4	52.6	0.0	65.5	106.1	38.5	54.9	70.5	9.3	4.3	421.5	35.1
1986	1987	1.4	0.0	14.0	39.3	20.1	24.9	102.0	177.1	0.8	65.8	0.6	9.5	455.5	38.0
1987	1988	5.1	24.5	5.7	27.7	50.6	42.3	11.0	54.7	85.5	118.1	59.8	7.9	492.9	41.1
1988	1989	0.0	0.0	0.0	33.5	8.9	4.1	27.6	47.3	41.7	52.8	61.4	3.0	280.3	23.4
1989	1990	7.9	4.7	0.0	8.0	16.9	29.2	17.8	117.0	62.1	18.9	5.3	16.3	304.1	25.3
1990	1991	35.6	0.0	6.5	3.0	29.9	42.4	63.4	65.3	37.4	67.2	8.1	0.0	358.8	29.9
1991	1992	0.0	1.5	0.9	2.3	7.1	64.4	12.0	158.6	106.0	2.4	7.7	0.0	362.9	30.2
1992	1993	2.2	0.0	2.5	0.0	11.6	37.9	71.3	124.3	25.4	62.5	8.4	2.1	348.2	29.0
1993	1994	5.0	0.0	14.6	41.6	16.9	39.8	39.0	43.1	79.9	21.5	21.2	0.0	322.6	26.9
1994	1995	0.0	0.5	6.2	3.9	10.5	31.5	86.1	69.7	73.3	68.0	0.0	0.0	349.7	29.1
1995	1996	0.0	0.0	0.0	10.6	3.9	16.5	70.9	113.1	40.5	31.0	14.4	1.0	301.9	25.2

AÑO HIDROLOG.		jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.
1996	1997	0.0	0.0	29.7	14.2	1.3	33.9	97.3	136.5	96.9	80.5	20.6	0.0	510.9	42.6
1997	1998	0.0	0.0	9.3	84.2	9.7	41.8	25.0	54.2	50.5	37.3	29.0	0.0	341.0	28.4
1998	1999	18.3	0.0	4.9	10.0	19.3	47.4	8.0	81.4	99.5	120.1	25.1	0.0	434.0	36.2
1999	2000	0.0	1.5	0.0	46.1	83.9	11.6	37.9	140.1	58.1	37.3	1.8	1.5	419.8	35.0
2000	2001	0.0	10.0	10.5	63.0	33.3	3.1	9.6	124.3	139.0	59.7	3.6	0.0	456.1	38.0
2001	2002	0.0	0.0	19.0	78.5	21.3	11.0	77.0	122.7	50.0	130.9	6.0	0.0	516.4	43.0
2002	2003	0.0	0.0	0.0	45.4	5.0	48.1	22.4	53.7	57.2	17.6	7.0	0.0	256.4	21.4
2003	2004	0.0	1.7	34.1	11.6	19.3	7.6	15.5	180.3	209.5	139.6	7.8	0.0	627.0	52.3
2004	2005	10.8	0.0	18.9	0.0	2.6	73.6	30.5	125.8	114.8	56.8	48.7	0.0	482.5	40.2
2005	2006	9.4	0.0	10.4	52.6	0.0	65.5	106.1	38.5	54.9	70.5	9.3	4.3	421.5	35.1
2006	2007	1.4	0.0	14.0	39.3	20.1	24.9	102.0	177.1	0.8	65.8	0.6	9.5	455.5	38.0
2007	2008	5.1	24.5	5.7	27.7	50.6	42.3	11.0	54.7	85.5	118.1	59.8	7.9	492.9	41.1
2008	2009	0.0	0.0	0.0	33.5	8.9	4.1	27.6	47.3	41.7	52.8	61.4	3.0	280.3	23.4
Media		3.2	2.9	10.9	25.6	16.1	29.2	51.3	91.7	78.3	59.0	16.9	3.2	388.3	32.4



**Figura 38.** ETo promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.

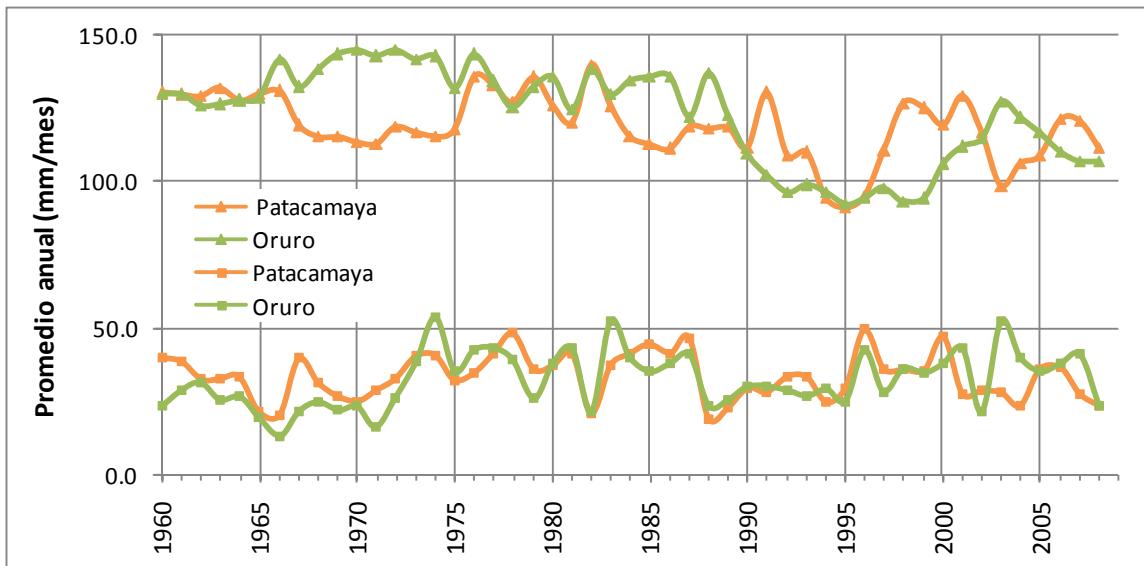


**Figura 39.** ETo total anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.

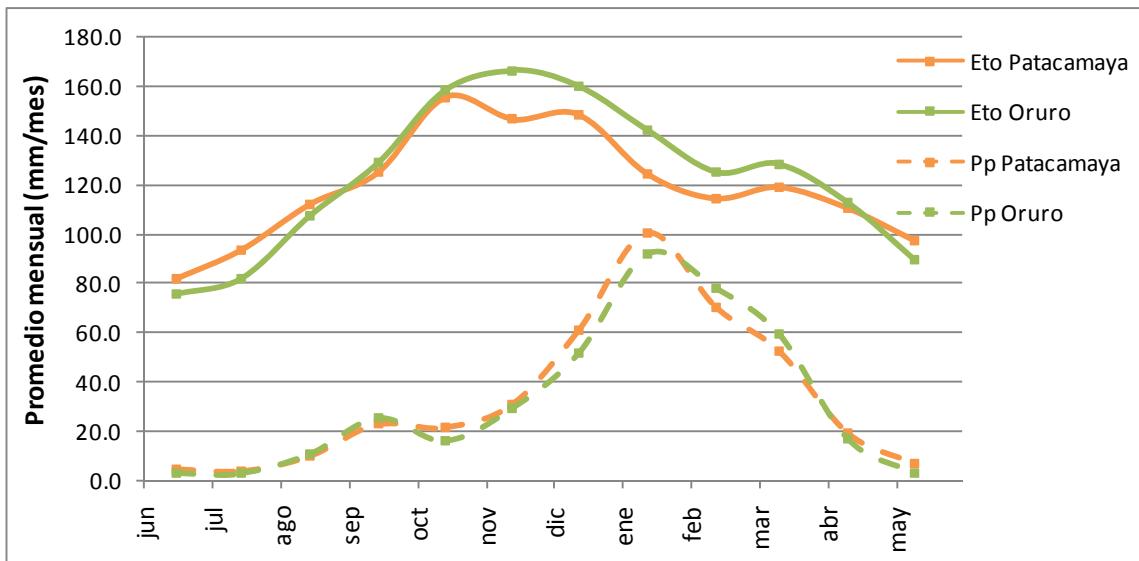




Año Hidrolog.		jun	jul	ago	Sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	Total	Prom.
1996	1997	53.6	57.6	74.5	89.8	116.7	123.3	120.1	125.3	117.3	104.7	80.0	68.9	1131.9	94.3
1997	1998	52.3	61.6	72.8	97.8	113.8	129.7	117.3	118.7	108.8	115.6	104.4	81.0	1173.8	97.8
1998	1999	63.3	66.3	82.3	97.5	120.9	118.4	160.6	104.6	82.0	77.3	78.2	68.1	1119.5	93.3
1999	2000	54.2	60.2	96.7	84.3	99.6	96.9	103.1	127.6	110.8	118.1	100.6	78.4	1130.5	94.2
2000	2001	60.6	63.5	89.0	126.3	136.0	134.7	137.0	123.1	110.8	115.1	99.9	76.5	1272.5	106.0
2001	2002	64.0	67.4	90.8	112.0	135.0	144.6	140.4	147.0	110.1	129.8	111.7	89.7	1342.6	111.9
2002	2003	76.6	82.0	92.8	117.9	149.2	146.2	146.4	138.8	123.5	118.0	103.3	80.7	1375.3	114.6
2003	2004	71.7	85.9	89.3	129.7	168.0	186.0	181.4	138.3	139.7	142.4	105.7	90.8	1528.6	127.4
2004	2005	62.9	64.6	92.3	123.1	158.7	160.7	184.0	144.5	129.4	146.4	107.5	86.7	1460.8	121.7
2005	2006	62.4	86.2	93.1	126.9	138.3	147.0	187.0	132.2	116.5	128.7	104.1	78.6	1401.0	116.7
2006	2007	62.4	66.1	97.6	120.1	138.4	148.0	147.9	131.7	115.2	116.8	101.4	77.8	1323.4	110.3
2007	2008	65.6	69.7	92.3	115.0	138.0	136.7	141.9	127.1	113.6	117.3	96.9	71.7	1285.6	107.1
2008	2009	61.7	68.0	84.8	107.0	135.0	145.5	141.4	130.3	114.8	118.1	100.2	78.4	1285.2	107.1
Media		75.2	81.8	107.2	128.9	158.1	166.3	160.0	142.1	124.8	128.2	112.5	89.6	1474.8	122.9



**Figura 40.** Precipitación y ETo promedio anual, periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.



**Figura 41.** Precipitación y ETo promedio mensual del periodo 1960-2009, estaciones Patacamaya y Oruro.

## V. Identificación de los sistemas de riego en el Bajo Desaguadero

**Tabla 20.** Canales identificados en los sistemas de riego de la cuenca del bajo Desaguadero, su época de riego y año de construcción (Castel & Perez, 2010).

Sistema de riego	Canales	Época de riego	Construcción	Observaciones
<b>SISTEMAS ACTIVOS</b>				
Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades	Canal Cuatro Comunidades	Julio a Noviembre	1983	
Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Pitti	Canal Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Pitti	Agosto a Noviembre	1990	
Canal Familiar	Canal Familiar		2003	
Canal Wari Chullpa	Toma Wari Chullpa	Julio a Diciembre	1990	
Asociación Jaque Pequeña	Canal Patihipi	Agosto a Noviembre	1976	el 2002 lo recorrieron
Canal Chachi (Nuevo 2009)	Canal Cachi		2009	
Comunidad Luky Amaya	Canal Luky amaya	Julio a Diciembre	1991	
Comunidad Milla Milla	Canal 21 Pablo Zarate Villca	Agosto a Diciembre	1984	
Comunidad Achaviri	Canal Zegarra Leonardo (nuevo 2010)		2010	
	Canal Jarumpata	Agosto a Diciembre	1970	quedó sin uso casi 10 años, habilitaron desde 2002, cada año hacen la limpieza
	Canal Coscomarca (nuevo 2010)		2010	
Comunidad Laymini	CANAL TRONCAL	Agosto a Diciembre	1963	Julio para el ganado
	CANAL 5 Luis Flores	Agosto a Septiembre	2007	
	CANAL 6	Agosto	2007	
	Canal 7	Septiembre	1983	
Comunidad Capitán Castrillo	Canal 6 Familiar Anjo	Agosto a Diciembre	1983	a veces solo hasta Noviembre
	Canal 7 Flores Quispe	Julio a Diciembre	2004	a veces solo hasta Noviembre
	Canal 8 Yujra Mamani	Julio a Diciembre	1973	a veces solo hasta Noviembre
	Canal 10 Waca Umana	Julio a Diciembre	1963	a veces solo hasta Noviembre
Comunidad Colque Amaya Alta	Canal 12	Julio a Noviembre	1963	
	Canal 13	Julio a Noviembre	1963	
	Canal 14	Julio a Noviembre	1966	
	Canal 15	Julio a Noviembre	1966	
	Canal 16	Julio a Noviembre	1966	
	Canal 17	Julio a Noviembre	1983	

Sistema de riego	Canales	Época de riego	Construcción	Observaciones
	CANAL LANCHITA PATA (nuevo 2010)	Julio a Agosto	2010	el periodo de riego no está confirmado
Comunidad Colque Amaya Baja	Canal Mallqui Phíthy (nuevo 2008)	Julio a Agosto	2008	construcción el 30 de Marzo de 2008
	Canal 20 Copacabana	Julio a Agosto	1954	la Toma 20 se inicio en 1954 con Unupata, pero debido a la gran distancia, en 1962 se retiraron los de Unupata. En 1963 se inició la Toma 21.
	Canal Ayviri (nuevo 2010)	Julio a Agosto	2010	
Comunidad Unupata	Canal Centro Unupata/ canal 20?	Junio	1984	descansó 6 años, han vuelto a regar desde el 2002
Comunidad Janko Huicho	Canal Janko Huicho	Junio	1982	
Comunidad Bolívar	Canal Bolívar	Agosto a Diciembre	1978	
Comunidad Alto Ribera	Canal Agua Vida (Nuevo)	Agosto a Diciembre	2008	desde Mayo (JR) para ganado y riego continuo de Agosto a Diciembre)
	Canal Challhua Asana (Nuevo)	Mayo	2008	
	Canal SICURIAS UMA (Nuevo)	Agosto a Diciembre	2009	mayo en consumo de ganado
	Canal ROMERO PAMPA	Agosto a Diciembre	2008	desde Mayo (JR, para ganadería y riego continuo de Agosto a Diciembre)
	Canal WALLAQUIRI	Agosto a Diciembre	1970	desde mayo (JR para ganadería, de Agosto a Diciembre es continuo el riego)
Comunidad Toloma Ribera	Canal AGUAS PERMANETES	Junio y Diciembre	1991	
	Canal KORA KORANI	Junio	1978	
	Canal PA'PHITI	Mayo	1988	no están seguros si comienza en 1988 ó 1990
	Canal AGUAS DE VIDA (Nuevo)	Julio	2007	
Comunidad Centro Ribera	CANAL COMUNAL	Junio a Julio	1982	JR Diciembre
	Canal EL HUERTO (Nuevo)	Junio a Julio	2009	
	Canal MOUTY	Junio a Julio	1989	
	Canal Benito Ticona	Junio a Julio	2009	
	Canal HARIUMAÑA 1 (Nuevo)	Junio a Julio	2007	
	Canal Nuevo Amanecer (Nuevo)	Junio a Julio	2009	
	Canal TOLACOLLO (Nuevo)	Junio a Julio	2007	
	Canal ISCALLOCLLA (Nuevo)	Junio a Julio	2007	
Comunidad Ribera Alta	Canal Mamani Ticona	Diciembre	2003	
	CANAL TOLABECO	Enero	1956	
	CANAL AGUA DE VIDA (Nuevo)	Agosto a Diciembre	2010	
Comunidad San Miguel	Canal San Miguel	Septiembre a Diciembre	1975	
Comunidad Janko Phitty	Canal Tuni Janko Phitty	Agosto a Diciembre	1992	
Comunidad Titusa	Canal Titusa	Agosto a Diciembre	1996	
	Walsanpata	Agosto a Septiembre	2002	
	Phitti Churo		1985	
	Juan Sarate	Agosto a Diciembre	1999	
Flor de Alfa Alfalfa	Canal Flor de Alfalfa	Julio a Diciembre	1985	

Sistema de riego	Canales	Época de riego	Construcción	Observaciones
Comunidad Huancaroma	Canal Huancaroma	Agosto a Diciembre	1980	
Granja Huancaroma	Primer canal de la Granja, canal auxiliar	Julio a Diciembre	1983	Canal principal desde 1983, Auxiliar desde 1959
Comunidad Toledo	Canal Tres Cruces Piru y Huayllanco	Julio a Agosto	2009	se inició el 21-Dic-2006, se concluyó el 19Nov-2009
Central Challacollo	Canal Zona Norte y Sora Chico	Agosto a Diciembre	1986	
	Canal Romero Pata y Canal Auxiliar		1983	dejó de funcionar muchos años y recién desde 2010 está rehabilitado, por ahora solo lo utiliza una familia, todavía no saben cuántos usuarios serán.
	Canal Villa Icoya y Canal Auxiliar	Agosto a Diciembre	1955	
	Canal Rancho Carasilla	Septiembre a Diciembre	1985	
	Canal Choque Rancho 1	Julio a Noviembre	1983	
	Canal Choque Rancho 2	Agosto a Noviembre	1970	
	Canal Villa Ventilla	Agosto a Diciembre	1992	
	Canal Rancho Yugar		2006	
	Canal Cerca Rancho	Julio a Diciembre	1998	
	Santo Tomás	Octubre a Enero	1998	
	Pumanchalla	Diciembre a Febrero	1948	solo cuando el nivel del río sube mucho recién pueden regar, por eso se riega en época de lluvia
	Rancho Rufino		2006	
	Corisiri Circapata	Octubre a Diciembre	1987	
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	Ñequejahuirá	Julio a Diciembre	1985	
	Usñaya	Diciembre a Marzo	2004	
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	Chambi Rancho Chuquilaca	Junio a Diciembre	1964	
Central El Choro	Canal Central Unificada y Choro	Mayo a Noviembre	1952	a veces de Mayo a Febrero
	Cruz Choro Central	Junio a Diciembre	1956	
	Cocapata	Junio a Diciembre	1953	
	Canal Japo	Junio a Diciembre	1956	
	Canal Cholapata	Junio a Diciembre	1956	
Central Unificada	Canal de Chocaya	Septiembre a Noviembre	1954	recién riegan cuando se tapa Burguillos
	Canal Muya Hospitaya 1	Junio a Diciembre	1955	dato asumido
	Canal Crucero Belén	Junio	1952	funciona del 1952 al 54
	Canal Kochi Peacala		1980	
	Canal Rancho Grande	Junio	1956	se riega en Junio cuando hay agua, sino en Julio o Agosto
	Zona Palquirí	Julio	1998	
Chaytavi	Canal de Chaitavi (punto pallibalsa)	Junio a Diciembre	1970	
	Canal de Challatia (Chaitavi)	Agosto	1982	

**Tabla 21.** Superficies cultivadas por tipo de cultivo y sistema de riego, estimados para el periodo 1960-2010 (**Castel & Perez, 2010**).

SISTEMA DE RIEGO	Superficies cultivadas (has)									Funcionamiento	
	Alfa Alfa	Papa	Otros Forrajes	Cebada / Avena	Quinua	Haba	Pradera Nativa	Mixto	Total	Inicio	Fin
<b>SISTEMAS ACTIVOS</b>											
Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades	1,385.9	81.9	0.0	231.3	0.0	204.7	0.0	143.3	2,047.1	1983	2010
Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Piti	201.9	40.4	0.0	80.8	40.4	40.4	0.0	0.0	403.8	1990	2010
Canal Familiar	4.4	4.4	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	2003	2010
Canal Wari Chullpa	31.8	63.6	159.0	31.8	31.8	0.0	0.0	0.0	318.0	1990	2010
Asociación Jaque Pequeña	238.0	0.0	0.0	34.0	34.0	34.0	0.0	0.0	340.0	1976	2010
Canal Chachi	70.8	23.6	11.8	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	118.0	2009	2010
Comunidad Luky Amaya	143.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.8	191.3	1991	2010
Comunidad Milla Milla	32.3	8.1	0.0	32.3	8.1	0.0	0.0	0.0	80.8	1984	2010
Comunidad Achaviri-p1*	139.4	17.4	0.0	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	174.3	1970	1992
Comunidad Achaviri-p3	146.0	18.0	0.0	0.7	0.3	18.3	0.0	0.0	183.3	2002	2010
Comunidad Laymini-p1	212.0	19.3	0.0	77.1	38.5	38.5	0.0	0.0	385.4	1963	1983
Comunidad Laymini-p2	248.6	26.6	0.0	91.7	45.9	45.9	0.0	0.0	458.7	1983	2007
Comunidad Laymini-p3	263.3	29.1	0.0	97.5	48.7	48.7	0.0	0.0	487.3	2007	2010
Comunidad Capitán Castrillo-p1	56.7	8.1	0.0	8.1	4.0	4.0	0.0	0.0	81.0	1963	1973
Comunidad Capitán Castrillo-p2	59.5	8.5	0.0	8.5	4.2	4.2	0.0	0.0	85.0	1973	1983
Comunidad Capitán Castrillo-p3	75.8	10.8	0.0	10.8	5.4	5.4	0.0	0.0	108.3	1983	2004
Comunidad Capitán Castrillo-p4	102.8	14.7	0.0	14.7	7.3	7.3	0.0	0.0	146.9	2004	2010
Comunidad Colque Amaya Alta-p1	221.6	20.8	0.0	31.7	15.8	26.6	0.0	0.0	316.6	1963	1966
Comunidad Colque Amaya Alta-p2	398.1	46.1	0.0	56.9	28.4	39.2	0.0	0.0	568.7	1966	1983
Comunidad Colque Amaya Alta-p3	758.2	97.5	0.0	108.3	54.2	65.0	0.0	0.0	1,083.2	1983	2010
Comunidad Colque Amaya Alta-p4	899.3	106.3	0.0	122.4	57.7	73.8	0.0	0.0	1,259.5	2010	2010
Comunidad Colque Amaya Baja-p1	241.4	40.2	0.0	40.2	40.2	40.2	0.0	0.0	402.4	1954	2008
Comunidad Colque Amaya Baja-p2	249.9	41.7	0.0	43.1	41.7	40.2	0.0	0.0	416.6	2008	2010
Comunidad Colque Amaya Baja-p3	262.9	43.8	0.0	46.3	43.8	41.3	0.0	0.0	438.1	2010	2010
Comunidad Unupata-p1	48.6	10.4	0.0	3.5	0.0	6.9	0.0	0.0	69.4	1984	1996
Comunidad Unupata-p3	48.6	10.4	0.0	3.5	0.0	6.9	0.0	0.0	69.4	2002	2010
Comunidad Janko Huicho	273.6	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1	0.0	0.0	390.9	1982	2010
Comunidad Bolívar	83.7	41.9	0.0	10.0	0.0	41.9	0.0	20.9	198.4	1978	2010

SISTEMA DE RIEGO	Superficies cultivadas (has)								Funcionamiento		
	Alfa Alfa	Papa	Otros Forrajes	Cebada / Avena	Quinua	Haba	Pradera Nativa	Mixto	Total	Inicio	Fin
Comunidad Alto Rivera-p1	97.1	19.4	0.0	38.8	19.4	19.4	0.0	0.0	194.2	1970	2008
Comunidad Alto Rivera-p2	223.4	32.5	0.0	80.5	77.8	32.5	0.0	0.0	446.7	2008	2009
Comunidad Alto Rivera-p3	249.0	37.6	0.0	85.7	88.1	37.6	0.0	0.0	498.0	2009	2010
Comunidad Toloma Rivera-p1	46.7	3.9	0.0	7.8	0.0	19.5	0.0	0.0	77.9	1978	1988
Comunidad Toloma Rivera-p2	80.5	18.4	0.0	7.8	0.0	19.5	0.0	0.0	126.1	1988	1991
Comunidad Toloma Rivera-p3	237.1	44.5	0.0	33.9	26.1	45.6	0.0	0.0	387.1	1991	2007
Comunidad Toloma Rivera-p4	245.8	46.5	0.0	35.2	27.4	45.6	0.0	0.0	400.5	2007	2010
Comunidad Centro Rivera-p1	129.3	25.9	0.0	25.9	25.9	25.9	0.0	25.9	258.6	1982	1989
Comunidad Centro Rivera-p2	146.2	28.7	0.0	28.7	28.7	28.7	0.0	25.9	286.7	1989	2007
Comunidad Centro Rivera-p3	261.2	28.7	0.0	28.7	28.7	28.7	0.0	25.9	401.7	2007	2009
Comunidad Centro Rivera-p4	286.4	53.7	0.0	52.5	49.9	46.0	0.0	25.9	514.3	2009	2010
Comunidad Rivera Alta-p1	77.6	12.9	0.0	25.9	12.9	0.0	0.0	0.0	129.4	1956	2003
Comunidad Rivera Alta-p2	90.5	25.8	0.0	29.1	16.2	0.0	0.0	0.0	161.5	2003	2010
Comunidad Rivera Alta-p3	104.2	28.1	0.0	32.5	19.6	0.0	0.0	0.0	184.4	2010	2010
Comunidad San Miguel	14.2	0.0	0.0	4.7	18.9	9.5	0.0	0.0	47.4	1975	2010
Comunidad Janko Phitty	68.3	0.0	0.0	9.8	9.8	9.8	0.0	0.0	97.5	1992	2010
Comunidad Titusa-p1	15.3	0.0	0.0	2.2	2.2	2.2	0.0	0.0	21.8	1985	1996
Comunidad Titusa-p2	38.0	4.6	0.0	9.0	2.2	13.6	0.0	0.0	67.4	1996	1999
Comunidad Titusa-p3	42.0	4.6	0.0	14.3	4.8	14.9	0.0	0.0	80.5	1999	2002
Comunidad Titusa-p4	56.2	4.6	0.0	16.3	6.9	16.9	0.0	0.0	100.9	2002	2010
Flor de Alfa Alfita	57.8	28.9	57.8	28.9	86.7	0.0	0.0	28.9	289.1	2009	2010
Comunidad Huancaroma	261.5	43.6	0.0	87.2	21.8	21.8	0.0	0.0	435.9	1980	2010
Granja Huancaroma	3,311.1	146.1	0.0	194.8	48.7	194.8	0.0	0.0	3,895.4	1983	2010
Comunidad Toledo	76.7	41.8	0.0	13.9	7.0	0.0	0.0	0.0	139.4	2006	2010
Central Challacollo-p1	13.9	2.3	0.0	4.6	2.3	0.0	0.0	0.0	23.1	1948	1955
Central Challacollo-p2	116.8	2.3	34.3	4.6	36.6	0.0	0.0	0.0	194.6	1955	1983
Central Challacollo-p3	290.8	29.0	109.1	4.6	141.1	3.6	0.0	156.9	735.1	1983	1985
Central Challacollo-p4	405.0	29.0	109.1	4.6	246.3	18.8	0.0	271.1	1,084.0	1985	1986
Central Challacollo-p5	447.1	50.0	109.1	4.6	351.5	31.5	0.0	313.2	1,307.0	1986	1987

SISTEMA DE RIEGO	Superficies cultivadas (has)									Funcionamiento	
	Alfa Alfa	Papa	Otros Forrajes	Cebada / Avena	Quinua	Haba	Pradera Nativa	Mixto	Total	Inicio	Fin
Central Challacollo-p6	447.1	50.0	109.1	4.6	424.8	31.5	0.0	386.5	1,453.5	1987	1992
Central Challacollo-p7	653.2	84.3	170.9	4.6	459.1	38.3	0.0	386.5	1,797.0	1992	1998
Central Challacollo-p8	720.9	94.0	170.9	4.6	468.8	48.0	0.0	386.5	1,893.7	1998	2004
Central Challacollo-p9	739.0	97.0	170.9	10.7	470.3	49.5	0.0	386.5	1,924.0	2004	2006
Central Challacollo-p10	759.7	100.2	170.9	10.7	473.5	50.4	0.0	394.6	1,960.1	2006	2010
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	190.3	15.9	0.0	63.4	15.9	15.9	15.9	0.0	317.2	1964	2010
Central El Choro	1,132.2	57.3	0.0	222.0	175.8	0.0	0.0	626.5	2,213.9	1952	2010
Central Unificada-p1	266.2	24.5	0.0	37.6	48.7	0.0	0.0	25.1	402.1	1952	1956
Central Unificada-p2	411.7	46.9	0.0	71.1	59.9	11.2	0.0	25.1	625.9	1956	1980
Central Unificada-p3	463.8	50.6	0.0	83.5	64.3	11.2	0.0	45.6	719.0	1980	1998
Central Unificada-p4	725.2	69.3	0.0	139.5	82.9	29.9	0.0	45.6	1,092.4	1998	2010
Chaitavi	451.4	69.4	0.0	34.7	69.4	69.4	0.0	0.0	694.4	1970	2010
<b>SUBTOTAL SISTEMAS ACTIVOS</b>	<b>12,178.8</b>	<b>1,268.2</b>	<b>405.4</b>	<b>1,788.2</b>	<b>1,474.4</b>	<b>1,103.9</b>	<b>15.9</b>	<b>1,333.6</b>	<b>19,568.4</b>		
<b>SISTEMAS POTENCIALES</b>											
Comunidad Milla Milla	60.0								30.0	1960	2010
Comunidad Santa Ana	59.4								59.4	1963	2010
Canal Inca Larka	1,729.7								1,729.7	1972	2010
Central El Choro (Canal Pumanchala)	727.5								727.5	1948	2010
<b>SubTotal Sistemas en desuso</b>	<b>2,576.6</b>	<b>0.0</b>	<b>2,576.6</b>								
Granja y Comunidad Huancaroma (habilitación otro canal)	1,000.0								1,000.0		
Comunidad de Toledo (Canal Belen-ampliación Tres Cruces)	750.0								750.0		
Central El Choro ( Ampliación)	989.6								989.6		
<b>SubTotal Sistemas proyectados</b>	<b>2,739.6</b>	<b>0.0</b>	<b>2,739.6</b>								
<b>SUBTOTAL SISTEMAS POTENCIALES</b>	<b>5,316.2</b>	<b>0.0</b>	<b>5,316.2</b>								
<b>TOTAL SISTEMAS DE RIEGO</b>	<b>17,495.0</b>	<b>1,268.2</b>	<b>405.4</b>	<b>1,788.2</b>	<b>1,474.4</b>	<b>1,103.9</b>	<b>15.9</b>	<b>1,333.6</b>	<b>24,884.5</b>		

\* El sufijo -p1...pn denota el periodo de funcionamiento en los sistemas de riego que tienen varios canales habilitados en distintos años (ver Tabla 20), dando por consiguiente una variación de las áreas a ser regadas a lo largo del periodo de estudio en un mismo sistema de riego.

**Tabla 22.** Superficies cultivadas por tipo de cultivo y sistema de riego, estimados para el periodo 1960-2010 (**Castel & Perez, 2010**).

Año hidrológico	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Alfa Alfa	Papa	Otros Forrajes introducidos	Cebada / Avena	Quinua	Haba	Pradera Nativa	Mixto	Hectáreas	
1960	1961	1,979.7	159.7	34.3	363.9	325.5	51.4	0.0	651.6	2,940.3
1961	1962	1,979.7	159.7	34.3	363.9	325.5	51.4	0.0	651.6	2,940.3
1962	1963	1,979.7	159.7	34.3	363.9	325.5	51.4	0.0	651.6	2,940.3
1963	1964	2,470.0	207.9	34.3	480.7	383.9	120.7	0.0	651.6	3,723.2
1964	1965	2,660.3	223.8	34.3	544.2	399.8	136.5	15.9	651.6	4,040.5
1965	1966	2,660.3	223.8	34.3	544.2	399.8	136.5	15.9	651.6	4,040.5
1966	1967	2,836.8	249.0	34.3	569.4	412.4	149.1	15.9	651.6	4,292.6
1967	1968	2,836.8	249.0	34.3	569.4	412.4	149.1	15.9	651.6	4,292.6
1968	1969	2,836.8	249.0	34.3	569.4	412.4	149.1	15.9	651.6	4,292.6
1969	1970	2,836.8	249.0	34.3	569.4	412.4	149.1	15.9	651.6	4,292.6
1970	1971	3,524.7	355.3	34.3	643.0	501.2	255.4	15.9	651.6	5,355.5
1971	1972	3,524.7	355.3	34.3	643.0	501.2	255.4	15.9	651.6	5,355.5
1972	1973	3,524.7	355.3	34.3	643.0	501.2	255.4	15.9	651.6	5,355.5
1973	1974	3,527.5	355.7	34.3	643.4	501.4	255.6	15.9	651.6	5,359.5
1974	1975	3,527.5	355.7	34.3	643.4	501.4	255.6	15.9	651.6	5,359.5
1975	1976	3,541.7	355.7	34.3	648.1	520.4	265.1	15.9	651.6	5,406.9
1976	1977	3,779.7	355.7	34.3	682.1	554.4	299.1	15.9	651.6	5,746.9
1977	1978	3,779.7	355.7	34.3	682.1	554.4	299.1	15.9	651.6	5,746.9
1978	1979	3,910.1	401.5	34.3	699.9	554.4	360.4	15.9	672.6	6,023.1
1979	1980	3,910.1	401.5	34.3	699.9	554.4	360.4	15.9	672.6	6,023.1
1980	1981	4,223.8	448.8	34.3	799.5	580.5	382.2	15.9	693.0	6,459.0
1981	1982	4,223.8	448.8	34.3	799.5	580.5	382.2	15.9	693.0	6,459.0
1982	1983	4,626.7	513.7	34.3	864.5	606.4	447.2	15.9	718.9	7,108.5
1983	1984	9,910.7	829.4	109.1	1,359.0	793.8	884.4	15.9	1,019.1	14,202.4
1984	1985	9,991.7	847.9	109.1	1,394.8	801.9	891.4	15.9	1,019.1	14,352.7
1985	1986	10,179.0	876.8	166.9	1,425.9	996.0	908.8	15.9	1,162.3	15,012.5
1986	1987	10,221.1	897.9	166.9	1,425.9	1,101.2	921.4	15.9	1,204.3	15,235.5

<b>Año hidrológico</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>	
	<b>Alfa Alfa</b>	<b>Papa</b>	<b>Otros Forrajes introducidos</b>	<b>Cebada / Avena</b>	<b>Quinua</b>	<b>Haba</b>	<b>Pradera Nativa</b>	<b>Mixto</b>	<b>Hectáreas</b>	
1987	1988	10,221.1	897.9	166.9	1,425.9	1,174.4	921.4	15.9	1,277.6	15,382.1
1988	1989	10,254.8	912.3	166.9	1,425.9	1,174.4	921.4	15.9	1,277.6	15,430.3
1989	1990	10,271.7	915.2	166.9	1,428.7	1,177.3	924.3	15.9	1,277.6	15,458.5
1990	1991	10,505.4	1,019.1	325.9	1,541.3	1,249.4	964.6	15.9	1,277.6	16,180.3
1991	1992	10,805.6	1,045.2	325.9	1,567.4	1,275.5	990.7	15.9	1,325.4	16,632.7
1992	1993	10,940.5	1,062.2	387.7	1,577.1	1,319.7	989.9	15.9	1,325.4	16,899.4
1993	1994	10,940.5	1,062.2	387.7	1,577.1	1,319.7	989.9	15.9	1,325.4	16,899.4
1994	1995	10,940.5	1,062.2	387.7	1,577.1	1,319.7	989.9	15.9	1,325.4	16,899.4
1995	1996	10,940.5	1,062.2	387.7	1,577.1	1,319.7	989.9	15.9	1,325.4	16,899.4
1996	1997	10,914.7	1,056.3	387.7	1,580.5	1,319.7	994.4	15.9	1,325.4	16,875.6
1997	1998	10,914.7	1,056.3	387.7	1,580.5	1,319.7	994.4	15.9	1,325.4	16,875.6
1998	1999	11,243.7	1,084.7	387.7	1,636.5	1,348.0	1,022.7	15.9	1,325.4	18,064.6
1999	2000	11,247.7	1,084.7	387.7	1,641.8	1,350.6	1,024.0	15.9	1,325.4	18,077.8
2000	2001	11,247.7	1,084.7	387.7	1,641.8	1,350.6	1,024.0	15.9	1,325.4	18,077.8
2001	2002	11,247.7	1,084.7	387.7	1,641.8	1,350.6	1,024.0	15.9	1,325.4	18,077.8
2002	2003	11,456.5	1,113.1	387.7	1,648.0	1,353.0	1,051.3	15.9	1,325.4	18,350.9
2003	2004	11,473.7	1,130.3	393.6	1,651.2	1,356.2	1,051.3	15.9	1,325.4	18,397.7
2004	2005	11,519.0	1,137.2	393.6	1,661.1	1,359.7	1,054.8	15.9	1,325.4	18,466.7
2005	2006	11,519.0	1,137.2	393.6	1,661.1	1,359.7	1,054.8	15.9	1,325.4	18,466.7
2006	2007	11,616.4	1,182.2	393.6	1,675.0	1,369.8	1,055.7	15.9	1,333.6	18,642.2
2007	2008	11,754.6	1,186.8	393.6	1,682.1	1,374.0	1,058.5	15.9	1,333.6	18,799.1
2008	2009	11,889.4	1,201.2	393.6	1,726.6	1,433.8	1,071.6	15.9	1,333.6	19,065.7
Área potencial a partir de 2010*		12,178.8	1,268.2	405.4	1,788.2	1,474.4	1,103.9	15.9	1,333.6	19,568.4
<b>Promedio</b>		<b>7,421.0</b>	<b>709.8</b>	<b>190.5</b>	<b>1,131.0</b>	<b>899.3</b>	<b>641.8</b>	<b>14.6</b>	<b>998.2</b>	<b>11,496.9</b>

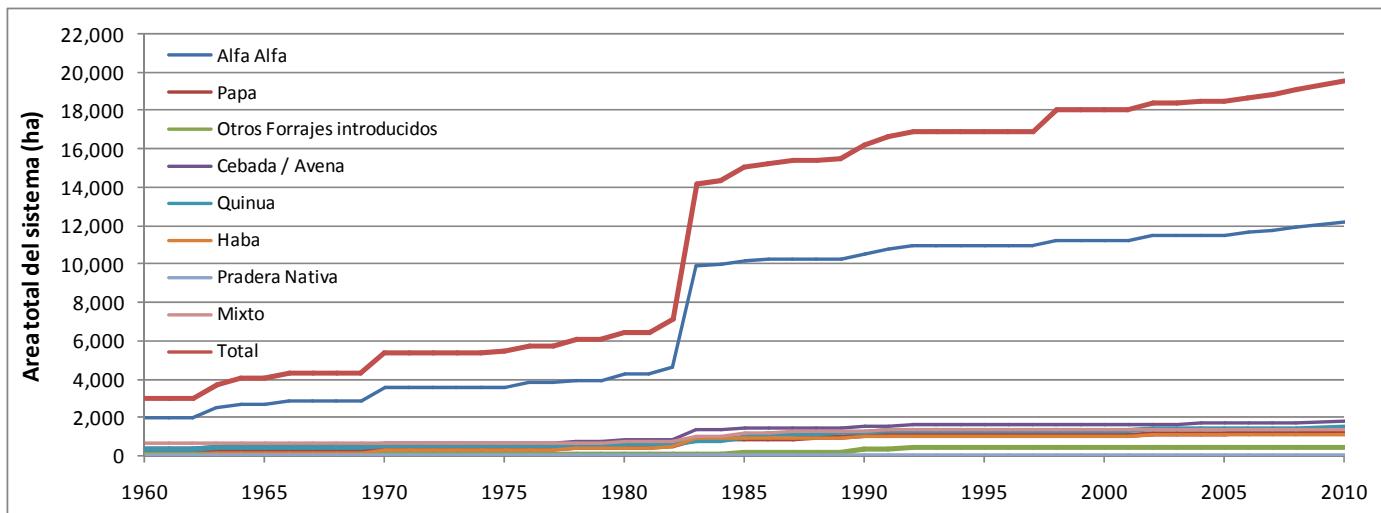


Figura 42. Evolución de las áreas cultivadas en los sistemas de riego en la cuenca del bajo Desaguadero (a), periodo 1960-2009.

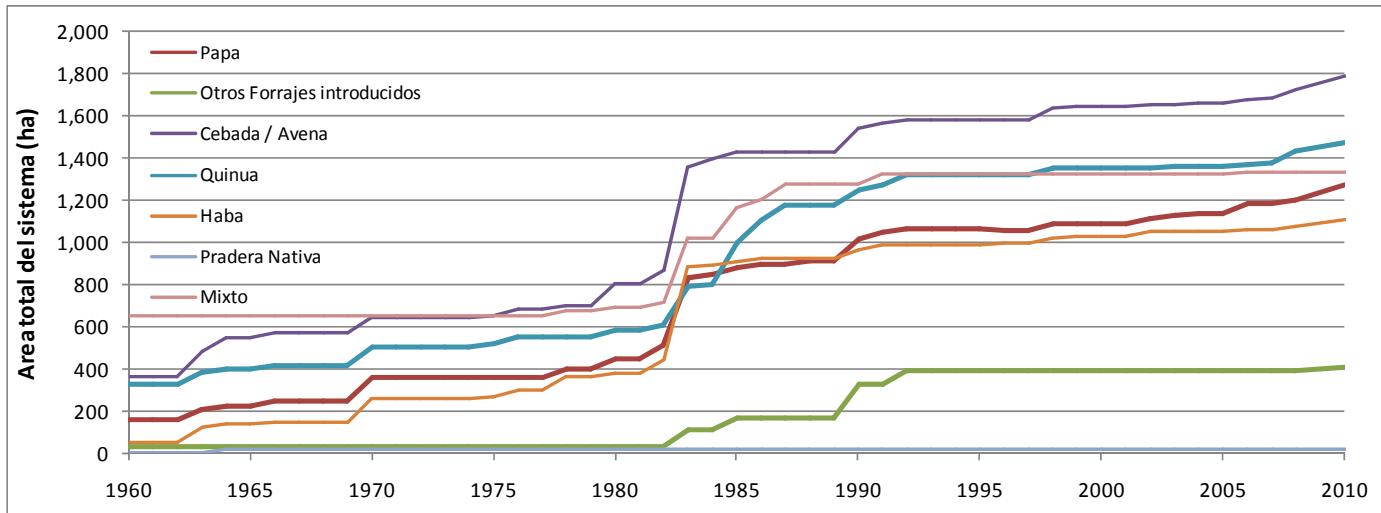


Figura 43. Evolución de las áreas cultivadas en los sistemas de riego en la cuenca del bajo Desaguadero (b), periodo 1960-2009.

## VI. Demanda de agua en los sistemas de riego del Bajo Desaguadero

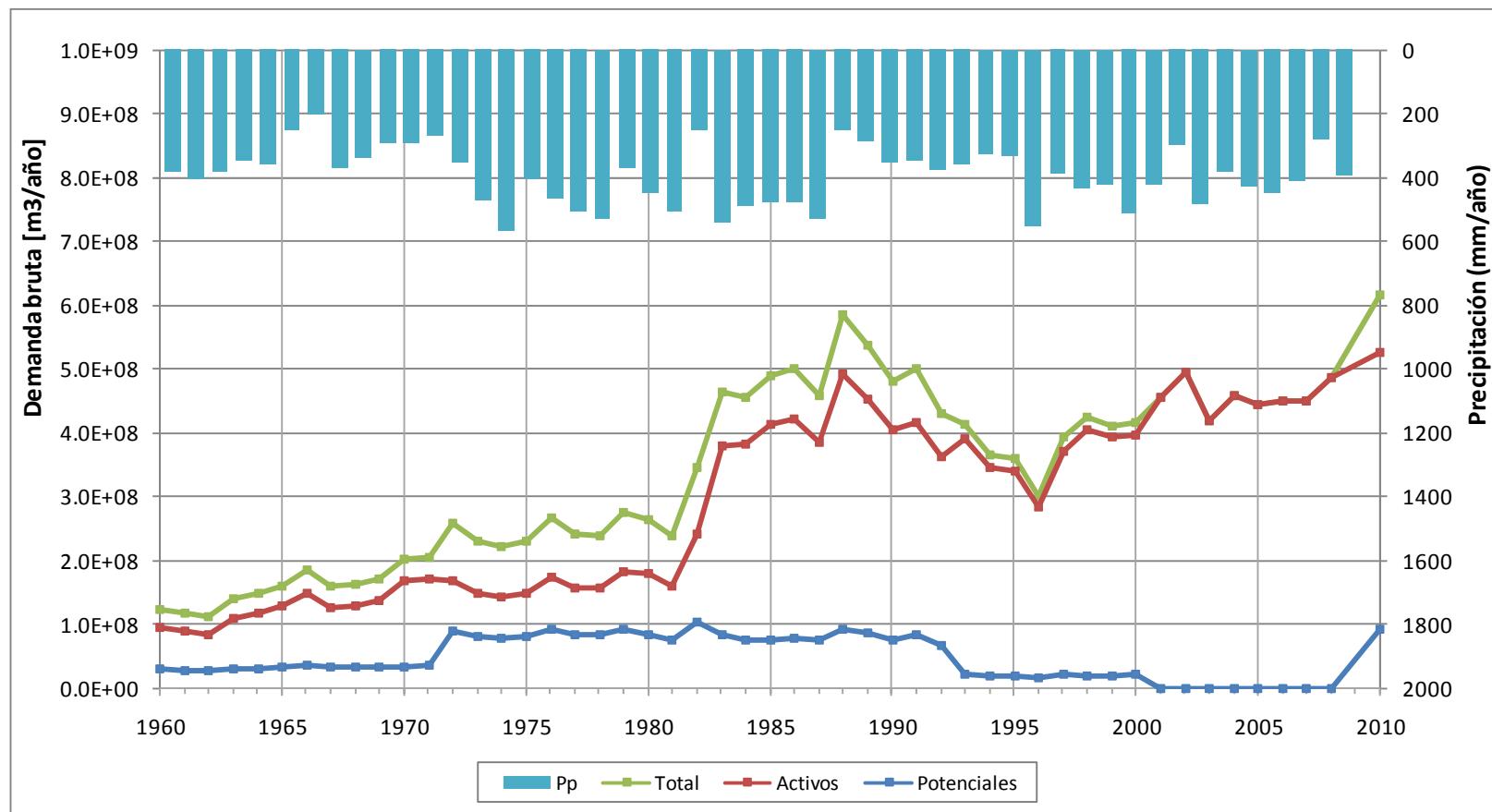
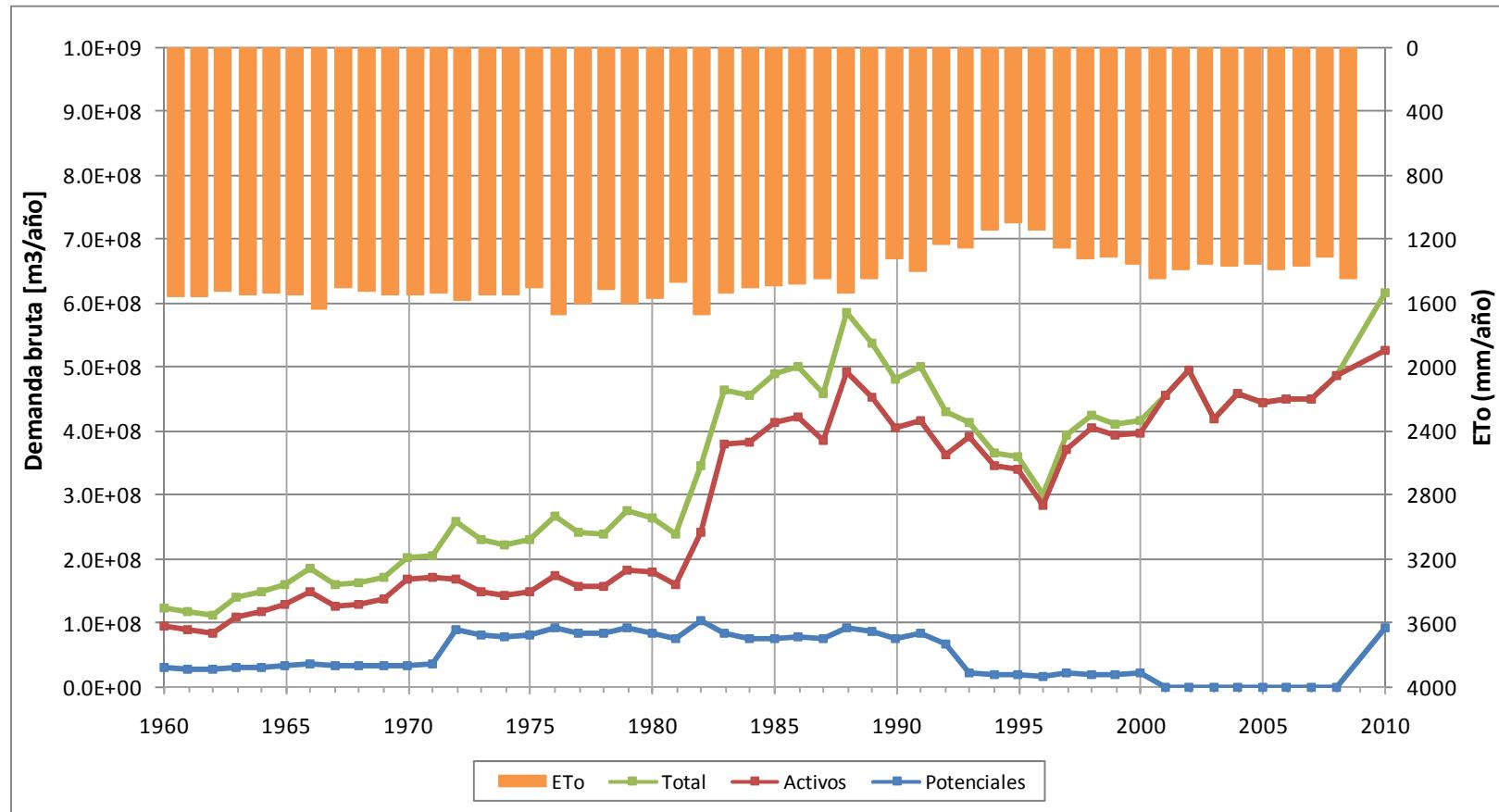
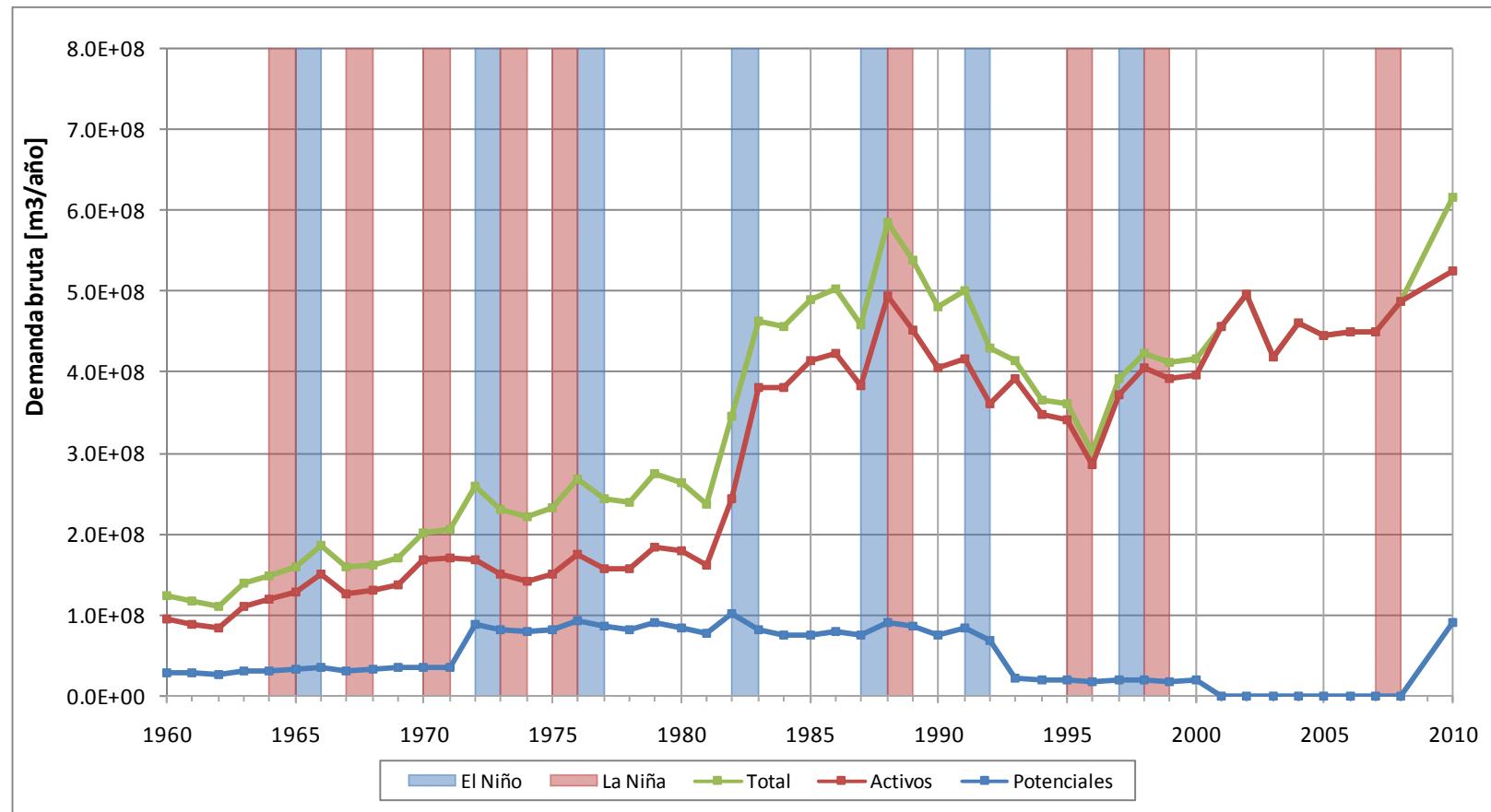


Figura 44. Demanda de riego bruta anual (m<sup>3</sup>/año) vs. Precipitación (mm/año), periodo 1960 a 2009.



**Figura 45.** Demanda de riego bruta anual (m<sup>3</sup>/año) vs. Evapotranspiración (mm/año), periodo 1960 a 2009.



**Figura 46.** Demanda de riego bruta anual ( $\text{m}^3/\text{año}$ ) vs. la ocurrencia de fenómenos climáticos (Niño, Niña), en el periodo 1960 a 2010.

**Tabla 23.** Demanda de riego bruta, Sistemas de riego Activos en la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009.

Año hidrológico	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Anual	Promed.	
1960	1961	3,180,284	6,707,686	7,148,895	4,319,331	12,073,859	13,015,191	8,548,862	10,671,974	10,343,061	8,181,321	6,102,938	3,992,466	94,285,867	7,857,156
1961	1962	4,016,362	5,963,533	8,795,008	5,452,348	14,258,615	13,207,958	5,104,861	7,037,906	9,984,639	2,529,704	7,627,241	4,126,955	88,105,129	7,342,094
1962	1963	3,398,127	6,439,265	8,001,403	5,730,277	13,483,621	14,630,121	5,284,741	3,280,028	5,883,529	6,694,989	6,963,863	4,022,388	83,812,351	6,984,363
1963	1964	4,642,221	7,190,334	10,464,461	7,565,605	15,567,846	17,778,658	7,502,796	12,512,279	9,364,879	3,162,323	9,205,520	5,077,840	110,034,762	9,169,564
1964	1965	4,429,285	8,032,470	10,142,391	8,237,639	17,302,795	16,650,561	8,120,037	7,046,037	14,105,127	9,193,647	9,908,311	5,349,024	118,517,323	9,876,444
1965	1966	4,512,799	8,682,484	10,681,075	7,629,026	18,004,712	17,899,852	6,788,831	12,999,495	14,181,235	11,700,428	9,297,804	5,475,246	127,852,987	10,654,416
1966	1967	5,464,042	8,417,228	12,071,693	9,540,099	20,356,901	19,666,605	11,528,066	17,590,381	16,409,324	10,143,953	11,921,964	6,309,977	149,420,232	12,451,686
1967	1968	6,302,463	10,849,979	12,232,115	8,348,836	17,596,143	20,905,410	8,633,272	14,080,920	3,256,159	9,648,232	9,383,462	5,277,405	126,514,396	10,542,866
1968	1969	5,301,712	9,413,940	11,840,383	8,803,991	20,512,079	13,527,326	12,056,354	4,356,692	13,471,227	12,621,581	11,356,719	6,183,093	129,445,098	10,787,091
1969	1970	5,885,788	9,569,094	11,724,011	9,580,119	20,195,101	20,321,167	13,083,225	9,952,187	12,399,018	8,129,048	9,474,249	6,331,567	136,644,575	11,387,048
1970	1971	7,757,498	12,521,195	16,307,298	11,529,997	24,577,727	27,694,658	11,069,229	14,918,194	9,241,260	11,574,510	13,096,893	7,552,248	167,840,708	13,986,726
1971	1972	7,734,994	11,513,676	14,677,580	11,282,941	22,007,951	24,603,425	14,701,734	11,894,788	18,770,698	12,432,008	13,393,271	8,062,025	171,075,090	14,256,258
1972	1973	7,125,797	12,694,792	16,759,439	12,190,126	21,884,147	24,490,466	9,575,136	11,190,965	19,076,839	12,266,759	13,436,195	7,781,740	168,472,401	14,039,367
1973	1974	7,398,369	11,949,808	17,420,179	10,404,207	24,316,092	26,378,452	15,762,938	6,174,836	652,808	10,642,627	10,596,276	7,770,429	149,467,021	12,455,585
1974	1975	7,359,853	11,843,644	8,362,033	11,665,155	23,211,250	26,078,438	12,396,675	8,095,603	1,490,943	11,495,840	12,899,027	7,315,760	142,214,222	11,851,185
1975	1976	6,401,996	10,025,124	17,450,969	9,609,613	22,573,989	24,980,189	11,108,070	719,969	17,658,390	9,810,788	11,295,296	7,652,170	149,286,562	12,440,547
1976	1977	7,207,280	10,110,927	17,611,009	6,831,135	26,642,213	29,653,609	14,831,332	19,260,844	15,360,760	4,069,279	15,417,211	7,967,568	174,963,166	14,580,264
1977	1978	6,854,132	11,815,630	18,784,557	11,235,815	23,017,623	20,445,470	8,432,631	12,089,338	10,801,571	12,480,904	13,534,625	8,006,138	157,498,434	13,124,869
1978	1979	7,931,852	11,950,036	17,319,322	12,924,672	30,056,634	22,819,072	9,327,327	22,991	21,445,107	5,007,323	10,920,286	7,872,037	157,596,658	13,133,055
1979	1980	7,585,613	11,779,427	16,027,615	13,107,659	24,756,212	28,571,215	4,493,236	22,863,088	21,078,163	8,636,272	14,785,926	8,717,022	182,401,448	15,200,121
1980	1981	7,814,427	13,539,280	18,140,490	8,291,552	25,278,176	34,002,400	23,292,227	7,521,042	8,450,852	10,033,095	14,837,861	8,263,299	179,464,701	14,955,392
1981	1982	6,872,020	12,651,101	16,343,913	6,369,964	24,380,407	28,289,931	12,598,968	4,182,941	25,243,437	3,013,219	12,845,818	8,066,940	160,858,661	13,404,888
1982	1983	8,127,384	13,840,589	17,597,979	11,601,171	28,821,762	28,357,395	25,725,126	29,424,630	26,730,618	22,191,085	19,904,302	10,282,450	242,604,492	20,217,041
1983	1984	21,453,527	37,165,824	37,617,438	33,203,125	64,909,128	71,911,394	45,827,983	27,638	6,742,428	9,017,441	31,524,659	21,137,318	380,537,903	31,711,492
1984	1985	19,483,534	34,822,183	40,106,481	31,313,636	61,192,459	54,423,037	41,576,415	13,071,299	13,221,190	26,149,694	24,212,328	21,488,910	381,061,166	31,755,097
1985	1986	20,539,354	34,608,035	50,273,045	17,570,979	76,933,924	44,946,589	19,931,730	37,179,804	43,684,599	15,576,584	31,876,062	20,847,427	413,968,132	34,497,344
1986	1987	19,360,159	29,382,945	40,704,725	24,692,397	68,445,096	69,943,792	9,675,427	1,121,116	71,238,194	28,522,944	36,426,256	23,444,015	422,957,065	35,246,422
1987	1988	17,825,231	29,977,102	41,564,690	28,619,862	50,008,875	62,697,565	53,914,867	33,172,983	28,038,768	1,704,083	17,702,033	18,351,176	383,577,233	31,964,769
1988	1989	16,156,657	31,670,662	45,557,758	32,135,710	68,585,807	81,169,424	48,754,741	40,425,760	52,024,013	30,805,649	25,653,982	19,713,963	492,654,125	41,054,510
1989	1990	16,093,182	28,250,062	37,282,157	31,008,757	71,617,587	67,427,073	51,990,944	20,054,426	39,793,516	38,573,198	32,700,122	17,184,240	451,975,265	37,664,605

<b>Año hidrológico</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1990	1991	7,225,087	23,625,921	33,370,123	26,385,937	52,097,989	58,796,338	32,954,176	33,363,717	58,494,063	21,632,027	38,157,217	19,180,478	405,283,073	33,773,589
1991	1992	17,017,132	25,810,729	42,187,552	30,651,463	66,542,996	60,463,696	42,611,985	4,381,163	31,840,812	38,184,615	37,039,628	20,437,482	417,169,254	34,764,105
1992	1993	16,023,029	28,863,176	35,648,007	27,131,574	50,871,509	45,005,887	25,441,273	6,894,750	49,285,782	20,809,932	35,138,791	20,011,832	361,125,543	30,093,795
1993	1994	16,478,452	32,560,123	33,152,789	22,366,044	49,823,084	53,650,233	32,080,458	39,610,007	30,383,361	35,451,576	30,102,926	16,267,854	391,926,909	32,660,576
1994	1995	14,247,759	26,042,411	36,455,640	27,266,310	51,807,964	50,977,899	20,605,031	23,458,481	33,141,243	20,771,492	24,863,017	16,986,428	346,623,676	28,885,306
1995	1996	13,641,158	24,023,575	32,765,328	23,737,027	49,828,530	57,419,602	15,487,223	3,981,919	41,763,030	30,186,093	30,828,977	16,561,193	340,223,655	28,351,971
1996	1997	14,885,354	26,242,447	28,659,606	24,685,822	58,092,704	42,409,919	5,925,152	8,713,395	22,846,635	10,768,430	23,583,207	17,625,704	284,438,376	23,703,198
1997	1998	14,998,137	26,604,009	34,683,861	8,734,335	50,738,554	49,533,619	34,170,195	32,955,218	35,637,834	30,771,845	31,376,035	21,797,621	372,001,262	31,000,105
1998	1999	16,241,371	32,415,625	43,402,717	32,054,306	65,917,155	53,924,385	62,355,928	31,204,641	21,083,490	325,032	25,670,354	19,709,357	404,304,360	33,692,030
1999	2000	17,028,309	29,257,703	44,451,327	16,907,452	40,158,063	61,507,920	42,539,203	6,130,179	41,960,841	28,123,410	41,475,719	22,936,814	392,476,941	32,706,412
2000	2001	17,484,806	30,240,623	42,854,540	24,253,174	62,544,982	75,592,486	41,378,486	7,434,128	14,811,132	17,053,370	40,073,849	21,867,646	395,589,222	32,965,769
2001	2002	19,452,939	30,014,900	43,155,872	22,547,523	59,157,774	78,216,385	36,615,206	31,340,089	50,791,831	21,573,859	38,066,419	23,968,697	454,901,494	37,908,458
2002	2003	23,255,286	35,419,359	44,357,467	28,095,569	69,541,579	65,281,459	42,677,477	43,127,241	48,050,157	37,513,322	37,266,436	21,087,903	495,673,254	41,306,105
2003	2004	17,744,024	35,237,518	37,352,128	34,356,947	71,989,988	80,204,164	54,383,934	1,702,961	11,750,021	17,398,453	35,382,810	21,652,869	419,155,818	34,929,651
2004	2005	17,154,981	26,027,127	37,851,760	35,629,549	74,609,140	64,669,317	55,489,702	26,892,199	28,432,415	39,455,902	32,827,487	20,277,004	459,316,582	38,276,382
2005	2006	16,299,693	36,294,560	43,299,368	25,987,812	67,677,818	59,333,353	35,233,331	29,988,543	42,802,485	32,126,270	36,180,240	20,224,154	445,447,626	37,120,636
2006	2007	17,878,602	29,769,549	47,205,347	29,914,374	67,647,843	75,135,558	29,390,824	24,273,216	51,961,732	15,412,478	38,085,794	22,194,151	448,869,467	37,405,789
2007	2008	21,549,988	35,203,345	48,749,011	33,914,478	65,371,887	63,530,485	45,138,838	25,869,366	42,164,942	17,792,858	30,300,878	20,248,892	449,834,967	37,486,247
2008	2009	17,641,296	30,235,916	40,054,881	31,027,929	72,064,458	77,805,949	37,801,709	50,577,962	52,109,880	31,488,398	25,237,061	20,944,801	486,990,240	40,582,520
<b>Promedio</b>		<b>12,050,272</b>	<b>20,964,626</b>	<b>27,727,907</b>	<b>18,702,926</b>	<b>42,837,811</b>	<b>43,672,349</b>	<b>24,977,917</b>	<b>16,833,456</b>	<b>25,907,225</b>	<b>16,996,896</b>	<b>22,448,109</b>	<b>13,951,096</b>	<b>287,070,590</b>	<b>23,922,549</b>
Demanda Potencial a partir de 2010*		22,001,432	37,645,390	50,550,296	34,937,861	79,225,006	80,247,562	43,322,975	31,758,726	46,616,357	31,618,982	42,632,134	25,003,885	525,560,606	43,796,717

\* Todos los Sistemas Activos funcionando completamente (con las áreas estimadas hasta 2010).

**Tabla 24.** Demanda de riego bruta, Sistemas de riego Potenciales en la cuenca del Desaguadero, periodo 1960-2009.

<b>Año hidrológico</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1960	1961	1,122,792	2,388,337	2,526,863	1,603,885	4,088,031	4,289,666	2,339,561	2,928,180	2,789,918	2,090,316	1,948,692	1,403,993	29,520,234	2,460,020
1961	1962	1,438,073	2,110,112	3,139,399	1,942,421	4,787,629	4,285,902	1,442,895	1,884,118	2,695,116	529,592	2,367,530	1,459,918	28,082,706	2,340,225
1962	1963	1,213,597	2,290,614	2,838,367	2,010,900	4,493,948	4,764,395	1,491,545	689,349	1,554,506	1,678,920	2,142,675	1,417,936	26,586,753	2,215,563
1963	1964	1,449,767	2,177,815	3,204,811	2,329,399	4,396,138	5,012,613	1,614,688	3,017,101	1,996,182	795,192	2,456,596	1,571,849	30,022,150	2,501,846
1964	1965	1,255,066	2,322,181	2,951,772	2,318,195	4,612,973	4,321,903	1,654,269	1,534,823	2,937,275	1,973,557	2,455,317	1,622,387	29,959,720	2,496,643
1965	1966	1,293,844	2,531,591	3,036,102	2,192,730	4,785,168	4,750,383	1,272,013	2,746,081	3,018,866	2,348,069	2,296,543	1,576,147	31,847,538	2,653,962
1966	1967	1,520,397	2,242,816	3,252,767	2,569,609	5,169,503	4,852,670	2,422,204	3,573,031	3,510,193	1,984,791	2,887,630	1,762,173	35,747,787	2,978,982
1967	1968	1,793,275	3,105,946	3,383,036	2,308,920	4,441,466	5,250,096	1,951,456	3,103,179	878,197	1,851,152	2,232,983	1,421,401	31,721,106	2,643,425
1968	1969	1,468,952	2,640,541	3,283,865	2,423,704	5,479,001	3,680,072	2,498,711	1,022,214	2,688,170	2,486,908	2,743,697	1,713,006	32,128,840	2,677,403
1969	1970	1,683,454	2,682,989	3,254,220	2,659,938	5,361,901	5,222,947	2,763,341	1,909,434	2,752,971	1,536,376	2,472,310	1,804,960	34,104,843	2,842,070
1970	1971	1,824,168	2,928,395	3,760,530	2,586,671	5,242,478	5,788,879	1,810,932	2,504,695	1,620,946	1,657,050	2,600,087	1,738,682	34,063,513	2,838,626
1971	1972	1,822,889	2,651,484	3,309,715	2,523,123	4,600,858	5,267,159	2,438,947	2,102,163	3,480,547	1,961,933	2,643,679	1,869,423	34,671,920	2,889,327
1972	1973	4,449,852	8,276,519	10,210,071	7,036,347	12,546,296	12,998,841	4,496,792	3,554,924	9,566,037	3,973,168	7,043,861	5,161,040	89,313,747	7,442,812
1973	1974	4,786,922	7,846,647	10,440,799	6,089,072	13,891,736	13,932,617	6,286,671	1,565,191	637,858	4,514,926	5,797,283	5,079,698	80,869,418	6,739,118
1974	1975	4,689,506	8,144,630	6,120,015	7,028,431	13,074,265	13,891,814	5,792,775	1,569,331	1,518,942	4,682,541	6,950,303	4,970,300	78,432,853	6,536,071
1975	1976	4,292,570	6,904,390	10,264,752	5,543,299	13,042,839	13,025,901	4,556,113	5,646	8,165,819	4,017,396	6,965,415	5,113,810	81,897,951	6,824,829
1976	1977	4,639,921	7,094,143	10,467,731	4,297,084	15,630,768	15,318,679	5,684,769	8,309,738	7,263,555	689,911	7,993,334	5,118,104	92,507,735	7,708,978
1977	1978	4,667,661	8,112,047	11,587,175	6,938,651	13,163,930	10,170,247	3,173,531	5,374,037	4,435,434	4,958,717	7,103,569	5,263,683	84,948,682	7,079,057
1978	1979	4,957,406	7,873,446	10,295,566	7,342,934	15,714,088	10,575,889	3,846,311	0	8,669,343	1,734,702	6,056,803	5,160,060	82,226,548	6,852,212
1979	1980	4,897,460	7,832,603	10,290,187	7,583,450	13,050,605	14,436,147	735,134	8,263,432	8,414,993	2,584,314	7,689,429	5,551,787	91,329,540	7,610,795
1980	1981	4,927,309	7,977,237	10,086,901	4,480,200	13,066,205	15,203,806	7,636,543	2,984,651	4,121,987	2,317,104	6,897,800	4,869,175	84,568,917	7,047,410
1981	1982	4,023,493	7,557,234	8,817,305	4,099,355	12,140,012	12,212,219	4,802,596	626,069	10,005,704	1,528,206	5,795,901	4,821,687	76,429,781	6,369,148
1982	1983	4,292,778	7,773,355	8,705,850	6,180,077	12,842,824	12,088,073	8,691,388	10,277,898	10,052,570	7,758,845	8,316,676	5,440,971	102,421,304	8,535,109
1983	1984	5,008,595	8,800,130	9,530,748	7,139,394	14,086,015	14,301,026	7,239,880	0	2,188,369	2,347,249	6,677,346	5,113,979	82,432,733	6,869,394
1984	1985	4,567,637	8,424,032	9,108,680	6,656,666	11,962,230	10,284,252	6,612,805	1,712,673	1,881,486	4,819,849	4,639,504	4,832,255	75,502,071	6,291,839
1985	1986	4,365,080	7,369,234	9,974,594	3,349,824	14,362,746	8,624,148	3,838,661	4,059,678	7,133,699	1,952,722	5,649,787	5,041,959	75,722,132	6,310,178
1986	1987	4,338,713	6,969,532	8,425,959	5,427,463	13,645,612	12,166,245	710,144	0	10,371,236	4,493,337	6,775,047	5,222,206	78,545,495	6,545,458
1987	1988	4,307,635	7,577,037	10,401,026	5,829,492	10,530,094	11,187,038	7,787,963	3,693,780	4,640,094	0	4,167,128	4,035,343	74,156,631	6,179,719
1988	1989	3,893,900	7,809,615	10,976,639	6,311,818	13,600,014	13,733,063	6,605,975	5,006,108	7,899,388	5,093,868	5,716,629	4,669,961	91,316,977	7,609,748
1989	1990	4,038,721	7,076,822	8,804,692	6,146,874	13,778,397	12,405,038	7,419,256	3,435,046	6,861,492	5,942,576	6,259,869	4,098,188	86,266,969	7,188,914

<b>Año hidrológico</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1990	1991	1,482,584	5,308,853	6,910,590	5,295,835	10,016,880	11,235,782	5,281,052	4,439,762	9,719,885	3,181,318	7,494,716	4,595,153	74,962,410	6,246,867
1991	1992	4,220,220	6,477,230	10,111,226	6,793,777	13,923,185	11,611,479	5,733,711	438,845	5,635,746	5,715,542	7,314,893	5,054,981	83,030,835	6,919,236
1992	1993	3,682,951	6,947,320	7,914,353	5,794,669	10,398,946	8,092,745	4,136,301	489,437	6,912,323	2,822,520	6,159,653	4,408,239	67,759,457	5,646,621
1993	1994	951,746	1,824,012	2,027,771	1,300,620	3,141,401	2,880,166	1,481,093	1,845,941	1,377,242	1,618,458	1,727,617	1,055,853	21,231,920	1,769,327
1994	1995	901,246	1,669,443	2,421,194	1,778,571	3,207,704	3,000,877	712,960	1,199,317	1,507,838	722,283	1,317,252	1,065,959	19,504,645	1,625,387
1995	1996	875,660	1,544,622	2,154,349	1,545,484	3,021,968	3,407,104	698,854	175,802	1,958,154	1,271,853	1,719,468	1,082,070	19,455,386	1,621,282
1996	1997	898,647	1,504,489	1,720,510	1,464,127	3,133,735	2,855,463	373,404	299,800	1,416,137	456,645	1,402,347	1,083,332	16,608,635	1,384,053
1997	1998	883,233	1,590,760	1,960,453	415,887	2,991,750	2,946,884	1,597,299	1,568,154	2,011,344	1,368,872	1,741,300	1,286,792	20,362,729	1,696,894
1998	1999	986,671	1,736,848	2,238,746	1,628,311	3,207,901	2,641,156	2,475,980	926,604	635,940	0	1,316,346	1,084,159	18,878,664	1,573,222
1999	2000	921,801	1,574,904	2,554,035	857,337	1,597,568	2,692,756	1,281,188	257,594	1,967,927	1,361,814	1,951,439	1,251,688	18,270,049	1,522,504
2000	2001	1,011,973	1,652,217	2,373,252	1,248,350	3,306,066	3,646,983	2,018,082	430,697	607,047	920,278	1,926,083	1,215,398	20,356,426	1,696,369
2001	2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Promedio</b>		<b>2,364,248</b>	<b>4,108,616</b>	<b>5,200,747</b>	<b>3,328,018</b>	<b>7,255,814</b>	<b>6,919,451</b>	<b>2,967,506</b>	<b>2,031,113</b>	<b>3,622,459</b>	<b>2,117,201</b>	<b>3,669,684</b>	<b>2,696,116</b>	<b>46,280,975</b>	<b>3,856,748</b>
Demanda Potencial a partir de 2010*		4,288,887	7,161,250	9,722,663	6,601,957	14,402,468	14,495,786	6,291,260	4,846,620	6,912,920	4,144,727	7,292,450	4,820,174	90,981,163	7,581,764

\* Sistemas en Desuso + Sistemas Proyectados funcionando completamente.

**Tabla 25.** Demanda de riego bruta, Total Sistemas de riego en la cuenca del Río Desaguadero, periodo 1960-2009.

Año hidrológ.	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Anual	Promed.	
1960	1961	4,303,076	9,096,023	9,675,757	5,923,216	16,161,890	17,304,856	10,888,423	13,600,154	13,132,980	10,271,637	8,051,631	5,396,459	123,806,102	10,317,175
1961	1962	5,454,435	8,073,645	11,934,406	7,394,769	19,046,244	17,493,860	6,547,756	8,922,024	12,679,755	3,059,297	9,994,772	5,586,873	116,187,835	9,682,320
1962	1963	4,611,724	8,729,879	10,839,770	7,741,177	17,977,569	19,394,516	6,776,287	3,969,376	7,438,035	8,373,909	9,106,538	5,440,324	110,399,104	9,199,925
1963	1964	6,091,988	9,368,149	13,669,272	9,895,004	19,963,984	22,791,271	9,117,484	15,529,380	11,361,061	3,957,515	11,662,116	6,649,689	140,056,913	11,671,409
1964	1965	5,684,351	10,354,651	13,094,162	10,555,834	21,915,768	20,972,464	9,774,306	8,580,861	17,042,402	11,167,204	12,363,627	6,971,411	148,477,043	12,373,087
1965	1966	5,806,643	11,214,076	13,717,177	9,821,756	22,789,880	22,650,235	8,060,843	15,745,576	17,200,100	14,048,498	11,594,347	7,051,393	159,700,525	13,308,377
1966	1967	6,984,439	10,660,044	15,324,460	12,109,708	25,526,404	24,519,275	13,950,271	21,163,412	19,919,517	12,128,744	14,809,594	8,072,150	185,168,019	15,430,668
1967	1968	8,095,738	13,955,924	15,615,150	10,657,755	22,037,608	26,155,505	10,584,729	17,184,099	4,134,356	11,499,385	11,616,445	6,698,806	158,235,501	13,186,292
1968	1969	6,770,664	12,054,481	15,124,249	11,227,694	25,991,081	17,207,397	14,555,065	5,378,906	16,159,397	15,108,490	14,100,416	7,896,099	161,573,938	13,464,495
1969	1970	7,569,242	12,252,083	14,978,230	12,240,058	25,557,002	25,544,115	15,846,566	11,861,621	15,151,989	9,665,425	11,946,560	8,136,527	170,749,417	14,229,118
1970	1971	9,581,666	15,449,590	20,067,827	14,116,668	29,820,205	33,483,537	12,880,161	17,422,889	10,862,206	13,231,560	15,696,980	9,290,931	201,904,220	16,825,352
1971	1972	9,557,882	14,165,161	17,987,295	13,806,064	26,608,810	29,870,583	17,140,681	13,996,951	22,251,245	14,393,941	16,036,950	9,931,448	205,747,011	17,145,584
1972	1973	11,575,648	20,971,311	26,969,510	19,226,473	34,430,443	37,489,307	14,071,928	14,745,889	28,642,876	16,239,927	20,480,056	12,942,780	257,786,148	21,482,179
1973	1974	12,185,291	19,796,456	27,860,978	16,493,279	38,207,827	40,311,068	22,049,608	7,740,028	1,290,666	15,157,553	16,393,558	12,850,127	230,336,440	19,194,703
1974	1975	12,049,359	19,988,274	14,482,048	18,693,586	36,285,516	39,970,252	18,189,450	9,664,934	3,009,886	16,178,381	19,849,330	12,286,061	220,647,076	18,387,256
1975	1976	10,694,566	16,929,514	27,715,721	15,152,912	35,616,828	38,006,090	15,664,183	725,614	25,824,209	13,828,184	18,260,711	12,765,981	231,184,513	19,265,376
1976	1977	11,847,202	17,205,070	28,078,740	11,128,218	42,272,981	44,972,289	20,516,100	27,570,583	22,624,315	4,759,190	23,410,544	13,085,671	267,470,901	22,289,242
1977	1978	11,521,794	19,927,677	30,371,732	18,174,465	36,181,553	30,615,718	11,606,162	17,463,375	15,237,005	17,439,621	20,638,194	13,269,820	242,447,116	20,203,926
1978	1979	12,889,257	19,823,481	27,614,888	20,267,606	45,770,721	33,394,961	13,173,639	22,991	30,114,450	6,742,025	16,977,089	13,032,098	239,823,206	19,985,267
1979	1980	12,483,074	19,612,030	26,317,802	20,691,109	37,806,816	43,007,362	5,228,370	31,126,520	29,493,156	11,220,586	22,475,355	14,268,808	273,730,988	22,810,916
1980	1981	12,741,737	21,516,517	28,227,391	12,771,751	38,344,381	49,206,205	30,928,770	10,505,692	12,572,839	12,350,199	21,735,661	13,132,474	264,033,618	22,002,801
1981	1982	10,895,514	20,208,335	25,161,218	10,469,319	36,520,419	40,502,150	17,401,563	4,809,010	35,249,141	4,541,426	18,641,719	12,888,627	237,288,442	19,774,037
1982	1983	12,420,162	21,613,944	26,303,829	17,781,248	41,664,587	40,445,468	34,416,513	39,702,528	36,783,188	29,949,930	28,220,978	15,723,421	345,025,796	28,752,150
1983	1984	26,462,123	45,965,954	47,148,186	40,342,519	78,995,143	86,212,420	53,067,863	27,638	8,930,798	11,364,690	38,202,005	26,251,297	462,970,636	38,580,886
1984	1985	24,051,171	43,246,215	49,215,161	37,970,302	73,154,689	64,707,289	48,189,220	14,783,973	15,102,675	30,969,544	28,851,832	26,321,165	456,563,237	38,046,936
1985	1986	24,904,434	41,977,269	60,247,638	20,920,803	91,296,670	53,570,737	23,770,391	41,239,482	50,818,299	17,529,306	37,525,849	25,889,386	489,690,264	40,807,522
1986	1987	23,698,871	36,352,478	49,130,684	30,119,860	82,090,708	82,110,037	10,385,571	1,121,116	81,609,430	33,016,281	43,201,303	28,666,221	501,502,561	41,791,880
1987	1988	22,132,867	37,554,138	51,965,716	34,449,354	60,538,969	73,884,602	61,702,830	36,866,763	32,678,862	1,704,083	21,869,161	22,386,519	457,733,864	38,144,489
1988	1989	20,050,557	39,480,277	56,534,397	38,447,528	82,185,821	94,902,487	55,360,715	45,431,868	59,923,401	35,899,517	31,370,610	24,383,923	583,971,101	48,664,258
1989	1990	20,131,903	35,326,884	46,086,849	37,155,631	85,395,984	79,832,111	59,410,200	23,489,472	46,655,008	44,515,774	38,959,991	21,282,428	538,242,234	44,853,520

<b>Año hidrológ.</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>Anual</b>	<b>Promed.</b>	
1990	1991	8,707,671	28,934,774	40,280,713	31,681,772	62,114,870	70,032,119	38,235,228	37,803,479	68,213,948	24,813,344	45,651,933	23,775,630	480,245,483	40,020,457
1991	1992	21,237,352	32,287,959	52,298,778	37,445,240	80,466,181	72,075,176	48,345,695	4,820,008	37,476,558	43,900,157	44,354,521	25,492,464	500,200,089	41,683,341
1992	1993	19,705,980	35,810,496	43,562,360	32,926,242	61,270,455	53,098,632	29,577,574	7,384,187	56,198,105	23,632,452	41,298,444	24,420,072	428,885,000	35,740,417
1993	1994	17,430,198	34,384,135	35,180,560	23,666,664	52,964,486	56,530,399	33,561,551	41,455,949	31,760,604	37,070,035	31,830,544	17,323,706	413,158,830	34,429,902
1994	1995	15,149,005	27,711,854	38,876,834	29,044,881	55,015,668	53,978,776	21,317,992	24,657,798	34,649,082	21,493,774	26,180,269	18,052,388	366,128,322	30,510,693
1995	1996	14,516,818	25,568,197	34,919,678	25,282,510	52,850,498	60,826,705	16,186,077	4,157,721	43,721,184	31,457,945	32,548,445	17,643,262	359,679,042	29,973,253
1996	1997	15,784,000	27,746,935	30,380,116	26,149,949	61,226,439	45,265,382	6,298,556	9,013,195	24,262,772	11,225,075	24,985,554	18,709,036	301,047,011	25,087,251
1997	1998	15,881,370	28,194,769	36,644,314	9,150,222	53,730,304	52,480,503	35,767,494	34,523,372	37,649,178	32,140,716	33,117,335	23,084,413	392,363,991	32,696,999
1998	1999	17,228,042	34,152,473	45,641,463	33,682,617	69,125,056	56,565,541	64,831,909	32,131,245	21,719,429	325,032	26,986,700	20,793,516	423,183,024	35,265,252
1999	2000	17,950,110	30,832,607	47,005,362	17,764,789	41,755,631	64,200,676	43,820,391	6,387,773	43,928,768	29,485,224	43,427,158	24,188,502	410,746,991	34,228,916
2000	2001	18,496,779	31,892,841	45,227,792	25,501,524	65,851,048	79,239,469	43,396,568	7,864,826	15,418,179	17,973,648	41,999,932	23,083,044	415,945,648	34,662,137
2001	2002	19,452,939	30,014,900	43,155,872	22,547,523	59,157,774	78,216,385	36,615,206	31,340,089	50,791,831	21,573,859	38,066,419	23,968,697	454,901,494	37,908,458
2002	2003	23,255,286	35,419,359	44,357,467	28,095,569	69,541,579	65,281,459	42,677,477	43,127,241	48,050,157	37,513,322	37,266,436	21,087,903	495,673,254	41,306,105
2003	2004	17,744,024	35,237,518	37,352,128	34,356,947	71,989,988	80,204,164	54,383,934	1,702,961	11,750,021	17,398,453	35,382,810	21,652,869	419,155,818	34,929,651
2004	2005	17,154,981	26,027,127	37,851,760	35,629,549	74,609,140	64,669,317	55,489,702	26,892,199	28,432,415	39,455,902	32,827,487	20,277,004	459,316,582	38,276,382
2005	2006	16,299,693	36,294,560	43,299,368	25,987,812	67,677,818	59,333,353	35,233,331	29,988,543	42,802,485	32,126,270	36,180,240	20,224,154	445,447,626	37,120,636
2006	2007	17,878,602	29,769,549	47,205,347	29,914,374	67,647,843	75,135,558	29,390,824	24,273,216	51,961,732	15,412,478	38,085,794	22,194,151	448,869,467	37,405,789
2007	2008	21,549,988	35,203,345	48,749,011	33,914,478	65,371,887	63,530,485	45,138,838	25,869,366	42,164,942	17,792,858	30,300,878	20,248,892	449,834,967	37,486,247
2008	2009	17,641,296	30,235,916	40,054,881	31,027,929	72,064,458	77,805,949	37,801,709	50,577,962	52,109,880	31,488,398	25,237,061	20,944,801	486,990,240	40,582,520
<b>Promedio</b>		<b>14,414,521</b>	<b>25,073,242</b>	<b>32,928,654</b>	<b>22,030,944</b>	<b>50,093,625</b>	<b>50,591,800</b>	<b>27,945,423</b>	<b>18,864,568</b>	<b>29,529,684</b>	<b>19,114,097</b>	<b>26,117,794</b>	<b>16,647,213</b>	<b>333,351,564</b>	<b>27,779,297</b>
Demanda Potencial a partir de 2010*		26,290,319	44,806,640	60,272,960	41,539,818	93,627,474	94,743,348	49,614,235	36,605,346	53,529,277	35,763,709	49,924,584	29,824,058	616,541,769	51,378,481

\* Sistemas Activos + Sistemas en Desuso + Sistemas Proyectados funcionando completamente.

**Tabla 26.** Demanda de riego bruta de los Sistemas de riego de la cuenca del Río Desaguadero, todos los sistemas identificados funcionan a su máxima capacidad y con las condiciones climáticas medias del periodo 1960-2009.

SISTEMA DE RIEGO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Anual
<b>SISTEMAS ACTIVOS</b>													
Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades	2,592,401	4,570,302	5,911,716	3,981,728	8,528,273	8,056,015	3,896,979	2,462,868	4,675,748	3,205,864	4,375,610	2,925,800	55,183,305
Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Piti	342,303	603,467	795,941	546,934	1,279,503	1,273,764	775,926	531,677	925,642	686,637	742,319	386,326	8,890,440
Canal Familiar	8,850	16,349	22,090	20,236	46,805	48,329	40,458	20,300	28,967	26,081	30,390	13,430	322,285
Canal Wari Chulpa	91,877	182,240	274,742	339,926	747,986	807,621	806,219	422,150	592,533	574,976	537,542	197,064	5,574,877
Asociación Jaque Pequeña	403,488	711,333	922,573	623,119	1,348,323	1,286,796	641,458	424,183	772,517	515,489	678,765	455,379	8,783,422
Canal Chachi	122,847	218,078	274,446	188,903	438,904	423,797	255,500	152,360	271,272	207,204	268,008	145,575	2,966,894
Comunidad Luky Amaya	324,384	571,876	710,274	457,593	967,132	877,643	355,159	217,167	454,621	282,119	488,919	366,101	6,072,987
Comunidad Milla Milla	54,820	96,646	120,035	77,332	190,632	186,039	118,028	96,744	195,596	158,249	147,347	61,870	1,503,337
Comunidad Achaviri-p3	247,484	436,305	562,975	378,202	832,655	794,139	400,988	237,142	417,835	275,855	416,084	279,312	5,278,977
Comunidad Laymini-p3	446,306	786,820	1,033,263	706,887	1,601,184	1,570,728	898,744	622,337	1,115,000	812,205	900,186	503,703	10,997,364
Comunidad Capitán Castrillo-p4	174,342	307,359	390,188	257,590	582,595	556,010	291,556	187,287	343,641	239,332	321,064	196,764	3,847,727
Comunidad Colque Amaya Alta-p4	1,524,534	2,687,694	3,422,976	2,267,648	5,068,265	4,824,384	2,481,400	1,589,854	2,932,497	2,026,056	2,742,960	1,720,598	33,288,866
Comunidad Colque Amaya Baja-p3	445,674	785,707	1,023,361	694,242	1,602,098	1,573,150	902,934	587,331	1,002,834	704,734	867,786	502,991	10,692,842
Comunidad Unupata-p3	82,361	145,198	188,317	127,192	288,965	280,069	153,595	92,258	158,850	110,650	152,548	92,953	1,872,956
Comunidad Janko Huicho	463,840	817,732	1,060,570	716,324	1,585,632	1,521,221	796,958	494,730	894,617	626,557	837,053	523,493	10,338,727
Comunidad Bolívar	177,414	312,773	436,605	316,688	746,094	765,224	494,736	289,211	431,777	314,325	376,972	200,230	4,862,048
Comunidad Alto Rivera-p3	422,146	744,227	967,599	655,196	1,561,743	1,556,709	952,417	670,879	1,149,411	828,035	903,969	476,436	10,888,768
Comunidad Toloma Rivera-p4	416,650	734,538	964,694	660,038	1,514,110	1,489,566	855,313	539,920	908,993	638,417	802,548	470,234	9,995,019
Comunidad Centro Rivera-p4	529,457	933,412	1,212,170	819,821	1,894,567	1,857,334	1,062,752	689,381	1,180,075	828,737	1,029,754	597,548	12,635,008
Comunidad Rivera Alta-p3	176,669	311,461	386,838	249,220	610,788	593,789	352,814	243,057	442,934	327,433	387,921	199,390	4,282,315
Comunidad San Miguel	24,082	42,456	63,619	48,995	123,893	136,518	101,907	73,351	101,556	68,663	58,592	27,179	870,812
Comunidad Janko Phitty	115,735	204,036	264,628	178,733	386,748	369,100	183,993	121,671	221,586	147,861	194,695	130,619	2,519,405
Comunidad Titusa-p4	95,323	168,051	228,174	161,308	353,920	349,987	198,105	130,132	223,160	159,325	179,871	107,582	2,354,939
Flor de Alfa Alfita	160,862	290,963	378,980	303,412	756,529	790,173	628,569	411,142	624,977	484,599	487,818	215,508	5,533,531
Comunidad Huancaroma	409,443	683,657	952,142	664,675	1,574,769	1,675,218	987,716	826,494	1,087,160	779,834	934,174	460,163	11,035,446
Granja Huancaroma	5,183,557	8,655,101	11,964,926	8,286,663	18,435,055	18,999,459	9,249,158	7,173,101	9,635,233	6,118,331	9,463,750	5,825,671	118,990,005

SISTEMA DE RIEGO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Anual
Comunidad Toledo	120,043	200,438	272,130	184,784	508,498	560,314	385,869	295,396	357,405	263,563	330,208	134,913	3,613,559
Central Challacollo-p10	1,844,914	3,099,545	4,313,329	3,144,261	7,578,279	8,208,197	5,122,543	4,024,719	4,664,480	3,045,036	4,053,573	2,165,749	51,264,626
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	332,958	535,589	742,765	539,933	1,182,826	1,238,509	711,399	594,901	785,409	573,505	692,943	376,550	8,307,289
Central El Choro	2,753,335	4,597,305	6,241,654	4,238,256	9,617,390	9,870,813	4,901,664	4,068,100	5,604,209	3,636,413	5,271,162	3,094,405	63,894,706
Central Unificada-p4	1,206,675	2,014,811	2,768,287	1,904,603	4,420,308	4,622,281	2,498,663	2,061,097	2,738,437	1,846,180	2,477,061	1,356,152	29,914,554
Chaitavi	706,658	1,179,923	1,678,290	1,197,418	2,850,537	3,084,666	1,819,455	1,407,787	1,677,382	1,106,717	1,480,541	794,196	18,983,571
<b>SUBTOTAL SISTEMAS ACTIVOS</b>	<b>22,001,432</b>	<b>37,645,390</b>	<b>50,550,296</b>	<b>34,937,861</b>	<b>79,225,006</b>	<b>80,247,562</b>	<b>43,322,975</b>	<b>31,758,726</b>	<b>46,616,357</b>	<b>31,618,982</b>	<b>42,632,134</b>	<b>25,003,885</b>	<b>525,560,606</b>
<b>SISTEMAS POTENCIALES</b>													
Comunidad Milla Milla (Canal Milla Milla 1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comunidad Santa Ana (Canal 11 )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canal Inca Larka (Canal Inca Larka )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Central El Choro (Canal Pumanchalla)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>SubTotal Sistemas en desuso</i>	<i>0</i>												
Granja y Comunidad Huancaroma (habilitación otro canal)	1,565,530	2,614,000	3,548,968	2,409,847	5,257,191	5,291,254	2,296,436	1,769,114	2,523,355	1,512,909	2,661,891	1,759,460	33,209,955
Comunidad de Toledo (Canal Belen-ampliación Tres Cruces)	1,174,148	1,960,500	2,661,726	1,807,385	3,942,893	3,968,440	1,722,327	1,326,835	1,892,516	1,134,682	1,996,418	1,319,595	24,907,466
Central El Choro (Ampliación)	1,549,209	2,586,749	3,511,970	2,384,725	5,202,384	5,236,092	2,272,496	1,750,671	2,497,049	1,497,137	2,634,141	1,741,118	32,863,741
<i>SubTotal Sistemas proyectados</i>	<i>4,288,887</i>	<i>7,161,250</i>	<i>9,722,663</i>	<i>6,601,957</i>	<i>14,402,468</i>	<i>14,495,786</i>	<i>6,291,260</i>	<i>4,846,620</i>	<i>6,912,920</i>	<i>4,144,727</i>	<i>7,292,450</i>	<i>4,820,174</i>	<i>90,981,163</i>
<b>SUBTOTAL SISTEMAS POTENCIALES</b>	<b>4,288,887</b>	<b>7,161,250</b>	<b>9,722,663</b>	<b>6,601,957</b>	<b>14,402,468</b>	<b>14,495,786</b>	<b>6,291,260</b>	<b>4,846,620</b>	<b>6,912,920</b>	<b>4,144,727</b>	<b>7,292,450</b>	<b>4,820,174</b>	<b>90,981,163</b>