

DEMANDA ACTUAL, HISTÓRICA Y FUTURA PARA ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DEL RÍO DESAGUADERO



Alfredo Veizaga

Junio de 2015

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE CUADROS	4
1 INTRODUCCCIÓN.....	6
2 OBJETIVOS	6
3 MATERIALES Y METODOS.....	6
3.1 Materiales	6
3.2 Metodología	7
3.2.1 Demanda de agua de los sistemas de riego	7
3.2.2 Recopilación de información climática histórica.....	7
3.2.3 Recopilación de información climatológica futura	11
3.3 información productiva.....	12
3.3.1 Recopilación de información productiva histórica.....	12
3.3.2 Recopilación de información productiva futura	12
3.4 Precipitación efectiva.....	13
3.5 Evapotranspiración del cultivo (ETc)	13
3.6 Requerimientos de riego.....	14
4 RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
4.1 Condiciones climáticas	15
4.1.1 Condiciones climáticas históricas (1965-2014)	15
4.2 Condiciones climáticas para escenarios futuros	19
4.2.1 Temperaturas máxima y mínima	19
4.2.2 Precipitación.....	20
4.2.3 Evapotranspiración de referencia – ETo	21
4.3 Areas de cultivo.....	22
4.3.1 Areas de cultivo histórica	22
4.3.2 Areas de cultivo futura	27
5 Demanda de agua de los sistemas de riego.....	29
5.1 Demanda histórica	29
5.2 Demanda futura	31
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
6.1 Conclusiones.....	34
6.2 Recomendaciones	34

7	BIBLIOGRAFIA.....	35
8	ANEXOS	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema metodológico para el cálculo de la demanda de riego histórica, actual y futura de los sistemas de riego de la cuenca del río Mauri Desaguadero.	7
Figura 2.	Ejemplo de estimación del valor delta de precipitación del mes de enero, de la estación meteorológica de Oruro para el modelo MIROC32 escenario B1 - 2050.	12
Figura 3.	Temperatura máxima y mínima de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) desde 1965 al 2014.	15
Figura 4.	Comportamiento estacional de la velocidad del viento (m/s) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), valores promedios desde 1965 al 2014.	16
Figura 5.	Comportamiento estacional de la humedad relativa HR media (%) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), valores promedio desde 1965 al 2014.	17
Figura 6.	a) Evapotranspiración de referencia de la estación meteorológica de Patacamaya, y b) de la estación meteorológica de Oruro desde 1965 a 2014.	18
Figura 7.	Comparación de la evapotranspiración de referencia – ETo 2015, ETo 2010 y evaporación del Tanque evaporimetro, (a) de la estación meteorológica de Patacamaya, y (b) de la estación meteorológica de Oruro.	18
Figura 8.	Precipitación pluvial (a) de la estación meteorológica de Patacamaya, y (b) de la estación meteorológica de Oruro desde 1965 a 2014.	19
Figura 9.	Temperatura máxima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.	20
Figura 10.	Temperatura mínima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.	20
Figura 11.	Temperatura mínima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.	21
Figura 12.	Evapotranspiración de referencia (ETo) de la estación meteorológica de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la Línea Base y escenarios de cambio climático.	21
Figura 13.	Mapa de los sistemas de riego de La Paz, mostrando al nuevo canal y sistema de riego Caillachiru y el Canal Janko Qollu.	26
Figura 14.	Mapa de los sistemas de riego de Oruro, mostrando las areas incrementales de los sistemas de riego proyectados de El Choro y Unificada.	29
Figura 15.	Demanda total de sistemas de riego activos y potenciales (m ³ /s por año) del río Desaguadero desde el año 1965 hasta el año 2013, y ocurrencia de eventos NIÑO y NIÑA en el mismo período.	30
Figura 16.	Comportamiento estacional de la demanda bruta total de sistemas de riego activos y potenciales del río Desaguadero (m ³ /s por mes).	31

Figura 17. Comparación de la serie de Caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Echam 5 (m^3/s por año).	31
Figura 18. Comparación de la demanda bruta de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Echam 5 (m^3/s por mes).	32
Figura 19. Comparación de la serie de Caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Miroc 32 (m^3/s por año).	32
Figura 20. Comparación de la demanda bruta de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Miroc 32 (m^3/s por mes).	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Información geográfica de las estaciones meteorológicas para calcular la ETo (Evapotranspiración de referencia) y la demanda de riego.	8
Cuadro 2. Valores del coeficiente del cultivo K_c utilizados para determinar la demanda de riego de los cultivos de los sistemas de riego.	13
Cuadro 3. Valores de eficiencia del sistema para estimar la demanda bruta de agua de los sistemas de riego.	15
Cuadro 4 : Insolación promedio mensual y anual (hr) desde 1965 a 2014 de las estaciones meteorológicas de Oruro y Patacamaya.	17
Cuadro 5: Incremento porcentual de la evapotranspiración de referencia media (1965 -2014) en mm/mes, de los escenarios de cambio climático en comparación a la Línea de Base.	22
Cuadro 6: Áreas regadas por cultivo y sistemas de riego 2012, para estimar la demanda de agua histórica de los sistemas de riego del río Desaguadero.	22
Cuadro 7: Áreas regadas por cultivo y sistemas de riego 2012, para estimar la demanda de agua futura (Línea Base) y para escenarios de cambio climático de los sistemas de riego del río Desaguadero.	27
Cuadro 8. Comparación del incremento de la demanda bruta de riego futura [promedio mensual en m^3/s] de la Línea Base y los modelos MIROC32 y ECHAM 5, escenarios B1 y A2 para los períodos 2030 - 2050.	33

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de temperatura máxima, mínima, velocidad del viento, humedad relativa e insolación real de las estaciones de Patacamaya y Oruro	38
Anexo 2. Modelo de carpeta de texto para importar en el programa ETo calculator para calcular la ETo (Ejemplo de Patacamaya: los datos en orden son Tmax, Tmin, velocidad del viento, humedad relativa e insolación).	52
Anexo 3. Valores de los deltas de temperaturas máximas, mínimas y precipitación para los modelos Echam 5 y Miroc 32 de los escenarios B1 y A2 para los años 2030 y 2050.	53

1 INTRODUCCIÓN

La actualización de demanda histórica, actual y futura de agua de los sistemas de riego de la Cuenca del río Mauri- Desaguadero, se realizó en el marco del proyecto “Investigación y desarrollo participativo de planes de inversión y adaptación al cambio climático”. La cuenca del río Mauri Desaguadero presenta varias restricciones climáticas como las heladas, sequías, granizadas (García, 2003; Geerts et al., 2008), que se podrían agravar debido a los efectos de la variabilidad y cambio climático, razón por la cual se realizó este estudio.

La demanda histórica, actual y para escenarios futuros de cambio climático de los sistemas de riego de la cuenca del río Mauri Desaguadero, se determinó tomando como base los sistemas de riego estimados el año 2010 (Castel & Péres, 2010), el estudio de Salazar (2011), el mapeo de derechos 2013 (Villaroel & Péres, 2015) y un taller realizado el 6 de mayo de 2015 en el cual participaron representantes del IHH (UMSA), Agua Sustentable y DICUADEMA (Directorío de la Cuenca de Usuarios de Aguas del Desaguadero Mauri). Los escenarios futuros tomados en cuenta fueron los propuestos por Hernández y Molina (2014), los mismos son los escenarios B1 y A2 de dos modelos MPI - ECHAM5 y MIROC 32 Medium Resolution para los períodos 2030 y 2050.

La base de datos climáticos utilizada corresponde a Yuque & Molina (2013), la serie histórica extraída corresponde a 1965 y 2012, posteriormente fue complementada hasta agosto de 2014 con datos provenientes de la página Web del SENAMHI.

El escenario **A2** describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas. El escenario **B1** describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y luego desciende, tiene rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima” (IPCC, 2000).

2 OBJETIVOS

- ✓ Estimar la demanda de agua histórica y actual de los sistemas de riego de la cuenca del río Desaguadero.
- ✓ Estimar la demanda futura de los sistemas de riego del río Desaguadero, para los modelos MIROC32 Medium Resolution y MPI - ECHAM5 para los escenarios B1 y A2 de los períodos 2030 y 2050.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

Programas de computadora como: ETo Calulator, Hydracces, Office, ArcGis 10.2.1, Google Earth, base de datos climáticos TDPS 2013 (Yuque & Molina, 2013); base de datos en formato raster de escenarios climáticos futuros de los modelos MIROC 32 Medium Resolution y MPI - ECHAM5 para los escenarios B1 y A2 de los años 2030 y 2050 (Hernández & Molina, 2014).

Informe de determinación de las áreas de riego cuenca Desaguadero - Bolivia (Castel y Péres, 2010), estudio de la demanda de agua de bofedales y sistemas de riego de la Cuenca Desaguadero (Salazar, 2011), informe de la actualización del mapeo de derechos cuenca Mauri – Desaguadero (Villarroel y Péres, 2015), así como un taller realizado el 06 de mayo de 2015 en oficinas de Agua Sustentable con representantes de DICUADEMA (Saul Apaza y Casto Lucas), IHH y Agua Sustentable.

3.2 Metodología

3.2.1 Demanda de agua de los sistemas de riego

La Figura 1 muestra el esquema metodológico para estimar la demanda de los sistemas de riego, localizados principalmente en el río Desaguadero.

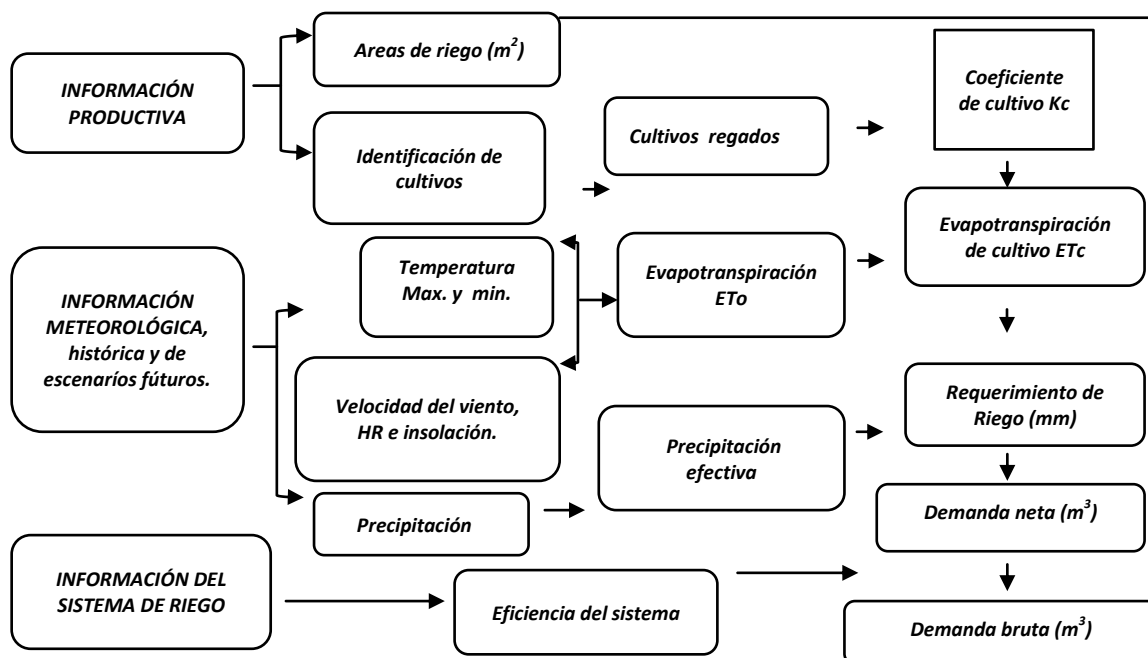


Figura 1. Esquema metodológico para el cálculo de la demanda de riego histórica, actual y futura de los sistemas de riego de la cuenca del río Mauri Desaguadero.

3.2.2 Recopilación de información climática histórica

La recopilación y análisis de datos climatológicos para la determinación de la demanda de agua se extrajo de la base de datos Sistema_TDPS (Yuque & Molina, 2013) mediante el programa Hydracces de la estación de Patacamaya y Oruro. Las características geográficas de las estaciones utilizadas para la determinación de la demanda de los sistemas de riego se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Información geográfica de las estaciones meteorológicas para calcular la ETo (Evapotranspiración de referencia) y la demanda de riego.

Estación meteorológica	Patacamaya	Oruro
Latitud	-17.3	-18.0
Longitud	-67.9	-67.1
Altitud m.s.n.m	3789	3702
País	Bolivia	Bolivia
Departamento	La Paz	Oruro

De la base de datos mencionada se extrajeron los siguientes parámetros climáticos desde 1965 al 2012, cuyos registros vacíos se rellenaron con el promedio de la base de datos correspondiente a cada mes (la base de datos se muestran en el Anexo 1).

- ✓ Temperatura máxima,
- ✓ Temperatura mínima,
- ✓ Velocidad del viento,
- ✓ Humedad relativa media e
- ✓ Insolación real.

Para completar datos faltantes hasta Agosto de 2014, se descargaron los mismos de la página web del SENAMHI.

Luego con los datos de la temperatura máxima, mínima, velocidad del viento, humedad relativa media e insolación real, se realizaron cálculos mediante el aplicativo ETo calculator (Raes, 2009) para obtener la ETo, el programa calcula la ETo mediante la ecuación de FAO Penman Monteith.

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 u_2)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

ET_o: Evapotranspiración de referencia [mm día⁻¹],
R_n: Radiación neta [MJ m⁻² día⁻¹],
G: Densidad de flujo de calor del suelo [MJ m⁻² día⁻¹],
T: Temperatura media del aire a 2 m [°C],
u₂: Velocidad del viento a 2 m [M S⁻¹],
e_s: Presión de saturación de vapor [Kpa],
e_a: Presión actual de vapor [KPA],
e_s-e_a: Déficit de presión de vapor [KPA],
Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor [KPA °C⁻¹],
γ: constante psicrométrica [KPA °C⁻¹].

La constante psicrométrica γ [KPA °C⁻¹]. se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{c_p P}{\varepsilon \lambda} = 0.664742 \times 10^{-3} P$$

Donde:

Cp: calor específico a presión constante, $1.013 \times 10^{-3} \text{ [MJ kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}]$

P: presión atmosférica [kPa],

ε: relación molecular peso del vapor del agua/aire seco = 0.622,

λ: calor latente de vaporización, $2.45 \text{ [MJ kg}^{-1}]$.

P: la presión atmosférica se calcula mediante:

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26}$$

Donde:

z: elevación a nivel del mar [m].

La Presión de saturación de vapor (e_s) es calculada mediante la siguiente relación:

$$e_s = 0.6108 \exp \left(\frac{17.27 T}{T + 237.3} \right)$$

Donde:

T: Temperatura de saturación [°C].

Pendiente de la curva de presión de vapor - $\leftrightarrow \text{ [KPA °C}^{-1}]$

$$\Delta = 4098 \left(\frac{0.6108 \exp \left(\frac{17.27 T}{T + 237.3} \right)}{(T + 237.3)^2} \right)$$

Donde:

T: temperatura del aire [°C],

Presión actual de vapor (e_a) derivada de datos de humedad relativa media.

$$e_a = e_a(T_{media}) \frac{HR_{media}}{100}$$

Donde:

$e_a(T_{media})$: Presión de vapor a temperatura media diaria [kPa],

HR media: Humedad relativa media.

Radiación

Radiación Extraterrestre (R_a)

$$R_a = \frac{24 (60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)]$$

Donde:

G_{sc} : constante solar = $0.0820 \text{ MJ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$,

d_r : Distancia relativa inversa Tierra-Sol

$$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365}J\right)$$

Donde:

J: es el número de día en el año entre (1 Enero) y 365 o 366 (31 diciembre).

ω_s : ángulo de la hora de ocaso del sol [rad],

$$\omega_s = \arccos [-\tan(\varphi) \tan(\delta)]$$

φ : Latitud en [rad].

↶ ↷ Declinación solar [rad].

$$\delta = 0.409 \sin \left[\frac{2\pi}{365}J - 1.39 \right]$$

Horas de sol diaria (N)

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s$$

Radiación Solar (Rs)

La radiación solar puede ser estimada mediante la ecuación de Angstrom:

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N} \right) R_a$$

Donde:

n: duración actual del brillo solar o insolación real [horas],

N: máxima posible duración del brillo solar en el día [horas],

n/N: duración del brillo solar relativo [-],

R_a : radiación extraterrestre [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$],

a_s : constante de regresión, expresando la fracción de la radiación extraterrestre alcanzando la tierra en días nublados ($n = 0$),

$a_s + b_s$: fracción de la radiación solar extraterrestre alcanzando la tierra en días claros ($n = N$).

Los valores que usa el programa son a_s y b_s iguales a 0.25 y 0.50 respectivamente, los mismos que pueden ser calibrados en base a datos reales.

Radiación solar en cielo claro (Rso)

$$R_{so} = (0.75 + 2 \cdot 10^{-5} z) R_a$$

Donde :

z: Elevación de la estación a nivel del mar [m],

Radiación solar neta o radiación de onda corta neta (Rns)

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

Donde:

α : Albedo, el programa utiliza un valor fijado de 0.23.

Radiación neta de onda larga (R_{nl})

$$R_{nl} = \sigma \left(\frac{T_{\max,K} + T_{\min,K}}{2} \right) (0.34 - 0.14\sqrt{e_a}) \left(1.35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0.35 \right)$$

σ : Constante de Stefan-Boltzmann [4.903 10⁻⁹ MJ K⁻⁴ m⁻² day⁻¹],

$T_{\max,K}$: temperatura máxima absoluta durante un período de 24 horas [K = °C + 273.16],

$T_{\min,K}$: temperatura mínima absoluta durante un período de 24 horas [K = °C + 273.16],

e_a : presión de vapor actual [kPa],

R_s/R_{so} : relación de la radiación de onda corta (-),

R_s : radiación solar medida o calculada [MJ m⁻² day⁻¹],

R_{so} : Radiación de cielo claro [MJ m⁻² day⁻¹].

Radiación Neta (R_n)

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

El programa ETo calculator permite **importar datos climáticos**, almacenados en carpetas de texto, las cuales pueden ser importadas por el software (Anexo 2 formato de texto para importar datos). El programa puede manejar carpetas de texto diario, 10 días o mensuales de acuerdo al usuario. Otros requisitos del programa para realizar el importe de los datos son:

Estacion climática: características de la estación climática (Cuadro1);

Datos meteorológicos: el tipo de datos meteorológicos y el rango de tiempo (Septiembre de 1965 a agosto de 2014);

Parametros climáticos: los parametros climáticos (Temperatura máxima, mínima, velocidad del viento, humedad relativa e insolación real)

Reporte de estado: El estado del reporte muestra la información pérdida, si todo esta bien el programa permite importar los datos por medio del boton <Import>, previa especificación del nombre del archivo.

3.2.3 Recopilación de información climatológica futura

Linea base

Los datos climáticos para la linea base son los mismos utilizados en la demanda histórica, el mismo esta conformado por la temperatura máxima, mínima, velocidad del viento, humedad relativa media e insolación real desde 1965 al 2014 (año hidrológico). Estos parámetros fueron utilizados para calcular la ETo con el aplicativo ETo calculator y junto a la precipitación pluvial histórica estimar la demanda de agua para los sistemas de riego del río Desaguadero.

La base de datos para escenario de cambio climático, se realizó en base a mapas y datos en formato raster de los Modelos climáticos MIROC 32 Medium Resolution y MPI - ECHAM5 para los escenarios B1, A2 para los períodos 2030 y 2050 (Hernández & Molina, 2014), de los cuales se extrajeron los deltas de temperatura máxima y mínima en °C, así como la precipitación en porcentaje de las estaciones meteorológicas de Patacamaya y Oruro (Figura 2).

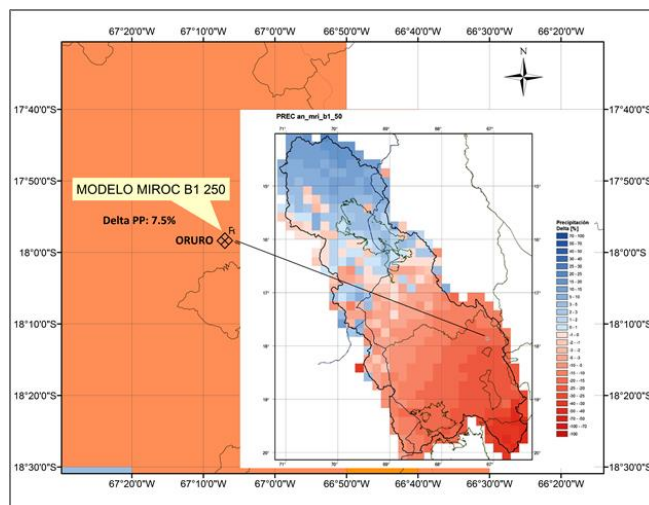


Figura 2. Ejemplo de estimación del valor delta de precipitación del mes de enero, de la estación meteorológica de Oruro para el modelo MIROC32 escenario B1 - 2050.

Una vez obtenidos los deltas de temperatura en °C y precipitación en porcentaje (Anexo 3) para los escenarios con los cuales se están trabajando, se sumaron aritmeticamente a los datos de línea base de las temperaturas máxima, mínima y precipitación (previo ajuste del porcentaje), la línea base fue obtenida de la base de datos (Yuque y Molina, 2013) para la estaciones de Oruro y Patacamaya.

Luego con los datos de la temperatura máxima y mínima para los diferentes escenarios se realizaron cálculos mediante el aplicativo ETo calculator (Raes, 2009) para obtener la ETo de la estaciones de Oruro y Patacamaya. En el cálculo de las ETo para los escenarios de cambio climático solo cambiaron la base de datos de temperaturas máxima y mínima, y se mantuvieron constantes la velocidad del viento, humedad relativa media e insolación real utilizadas para el cálculo la ETo de la Línea Base.

3.3 información productiva

3.3.1 Recopilación de información productiva histórica

La información productiva de los sistemas de riego se basa en información generada en los informes: “Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero” (Castel & Péres, 2010), “Mapeo de derechos en la cuenca Mauri – Desaguadero” (Villarroel & Péres, 2007). En dichos informes se definen las aéreas 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.

Actualmente se cuenta con el “informe de la actualización del mapeo de derechos cuenca mauri – Desaguadero” (Villarroel & Péres, 2015) el cual todavía esta en revisión y necesita ciertos ajustes, sin embargo se utilizó parte de la información para actualizar los sistemas de riego. Por otra parte el 6 de mayo de 2015 se realizó un taller reunion en las oficinas de Agua Sustentable en la cual participaron: representantes de Agua Sustentable, IHH y DICUADEMA para corroborar y actualizar las areas y otras características de los sistemas de riego.

3.3.2 Recopilación de información productiva futura

Para la determinación de las áreas de riego futura se utilizó la base de datos histórica, de la cual se considero las áreas finales que consideran a todos los canales por sistemas de riego. Para la demanda futura y de escenario de cambio climático también se tomo en cuenta a los sistemas de riego actuales, y potenciales que son aquellos que están en desuso y que están proyectados, se considero ambos debido a que ambos podrían entrar en funcionamiento en el futuro. Los nuevos sistemas de riego potenciales fueron sugeridos por los representantes de DICUADEMA el 6 de mayo de 2015 en el taller realizado.

3.4 Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es la fracción de lluvia almacenada en la zona radicular y que es usada por el sistema suelo-planta para la evapotranspiración del cultivo (FAO, 2006). La precipitación efectiva se estima usando las siguientes ecuaciones recomendadas por el PRONAR:

$$PP_{eff} = 0.75 \cdot (P - 15), \text{ si } P > 15 \text{ mm.}$$

Ecuación 2

$$PP_{eff} = 0, \text{ si } P < 15 \text{ mm.}$$

Ecuación 3

Dónde:

P = Precipitación medida (mm)

PP_{eff} = Precipitación efectiva (mm)

3.5 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, 2006).

$$ETc = ETo \times Kc$$

Ecuación 4

Dónde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm día⁻¹)

ETo = Evapotranspiración de referencia (mm día⁻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 período de cálculo.

La evapotranspiración de cultivo se determinó mediante la Ecuación 3, y los coeficientes de cultivo Kc utilizados para estimar la ETc se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores del coeficiente del cultivo Kc utilizados para determinar la demanda de riego de los cultivos de los sistemas de riego.

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
Alfa alfa	0.71	1.09	1.13	0.70	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67
Papa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.75	1.10	1.10	1.10	0.90	0.75	0.00
Forrajes introducidos	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.85	0.80	0.75	0.70	0.50	0.30
Cebada / Avena	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.75	1.10	0.95	0.40	0.00

Quinua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.50	0.75	1.05	1.05	0.65	0.30	0.00
Haba	0.00	0.00	0.35	0.48	0.70	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50	0.00	0.00
Pradera Nativa	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mixto	0.71	1.09	1.13	0.70	1.14	1.15	0.66	0.83	1.07	0.66	0.82	0.67

3.6 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, plagas, estrés y reducción de su rendimiento, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} RR &= ETc - P_{peff}, \text{ si } P_{peff} < ETc \\ RR &= 0, \text{ si } P_{peff} > ETc \end{aligned}$$

Ecuación 5

Dónde:

RR = Requerimientos de riego (mm)

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm, calculada con la Ecuación 3)

P_{peff} = Precipitación efectiva (mm, calculada con la Ecuación 1)

En función a las áreas de bofedales se calcula la Demanda neta de riego (m³/mes), mediante la siguiente ecuación:

$$D_{net} = 10 * (RR * A) / t$$

Ecuación 6

Dónde:

D_{net} = Demanda neta de riego (m³/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 de aplicación, conducción, almacenamiento, de captación, etc. Estas pérdidas de agua se expresan mediante coeficientes de eficiencia que varía de 0 a 1,

$$D_{bru} = D_{net} / EF$$

Ecuación 7

$$EF = EF1 * EF2 * EF3 * EF4$$

Ecuación 8

Dónde:

D_{bru} = Demanda bruta de riego (m³/mes)

D_{net} = Demanda neta de riego (m³/mes)

EF = Eficiencia de riego del sistema de riego

Los valores utilizados de la eficiencia del sistema, para hallar la demanda bruta se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de eficiencia del sistema para estimar la demanda bruta de agua de los sistemas de riego.

Eficiencia de Captación	1.00
Eficiencia de Conducción Principal	0.75
Eficiencia de Conducción Parcelaria	0.70
Eficiencia de Aplicación	0.65
Eficiencia Total	0.34

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Condiciones climáticas

4.1.1 Condiciones climáticas históricas (1965-2014)

4.1.1.1 Temperaturas máxima y mínima

La Figura 3a muestra la evolución de la temperatura máxima y mínima de la estación de Patacamaya, en la misma se observa una tendencia ligeramente positiva, es decir que desde 1970 al 2014 se observa incremento de la temperatura máxima y mínima. Por otra parte la Figura 3b muestra la evolución de las temperaturas máxima y mínima de la estación de Oruro, en la misma se observa tendencia de incremento de ambas temperaturas, las cuales son más marcadas en relación a Patacamaya.

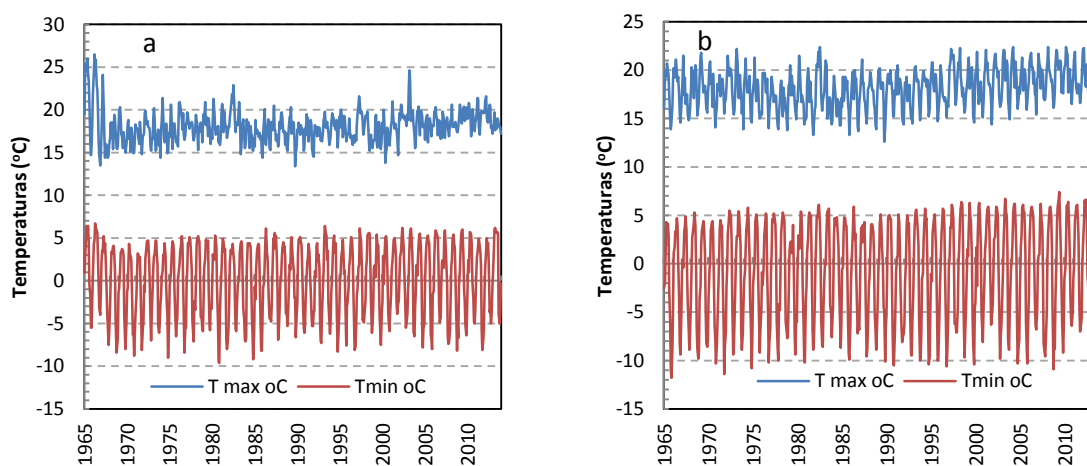


Figura 3. Temperatura máxima y mínima de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) desde 1965 al 2014.

Los resultados de incremento histórico de la temperatura, de la estación de Patacamaya coinciden con otros estudios (Garcia, 2012), así también coinciden con las proyecciones de los modelos en que las temperaturas en la zona tienden al incremento (Seiler et al. 2015).

4.1.1.2 Velocidad del viento

La Figura 4a muestra la tendencia estacional de la velocidad del viento en la estación meteorológica de Patacamaya en la cual se observa que la velocidad del viento es mayor en el mes de septiembre con un valor de 4.3 m/s, reduce en el mes de abril a un valor de 2.6 m/s. Por otra parte el valor más alto registrado en la estación es de 7.3 m/s en el mes de agosto de 1984.

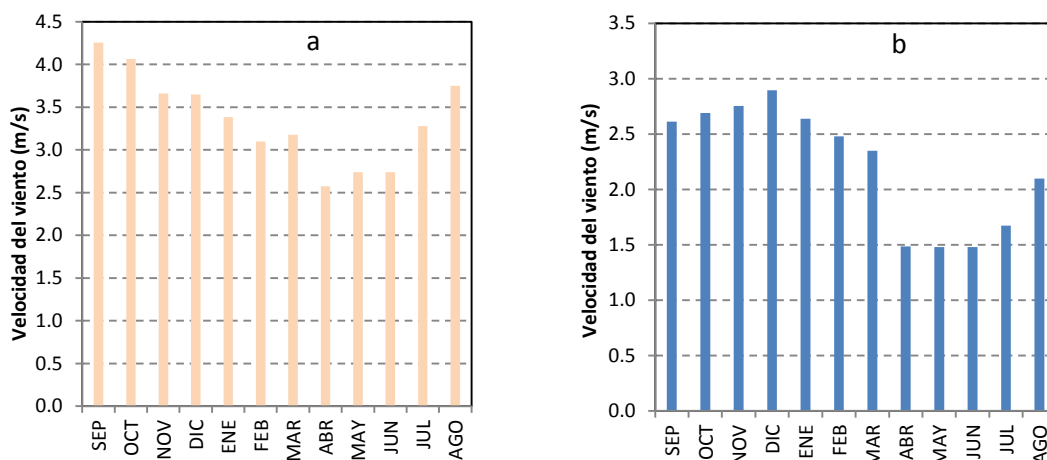


Figura 4. Comportamiento estacional de la velocidad del viento (m/s) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), valores promedios desde 1965 al 2014.

La tendencia estacional de la velocidad del viento en la estación meteorológica de Oruro se muestra en la Figura 4b, en la cual se aprecia que existe mayor velocidad del viento en la época lluviosa y por el contrario los valores más bajos ocurren en los meses de la época seca y de transición, el valor más alto registrado fue en noviembre de 1984 con 4.9 m/s. En comparación a Patacamaya presenta menores valores de velocidad del viento sin embargo presenta la misma tendencia estacional.

4.1.1.3 Humedad relativa media

La tendencia estacional de la humedad relativa de la estación meteorológica de Patacamaya se presenta en la Figura 5a, en la cual se observa que la humedad relativa media es mayor en los meses lluviosos (Enero, febrero y marzo) con valores alrededor de 70% y reduce en los meses de estiaje con valores de 50 %.

La tendencia estacional de la humedad relativa de la estación meteorológica de Oruro se muestra en la Figura 5b, en la cual se observa que la humedad relativa media es mayor en los meses lluviosos (Enero, febrero y marzo) con valores de alrededor de 60% y reduce en los meses de estiaje con valores de 40 %. La estación de Oruro presenta valores de humedad relativa media más bajos en relación a la estación meteorológica de Patacamaya con valores promedios anuales de 58% y 45% respectivamente.

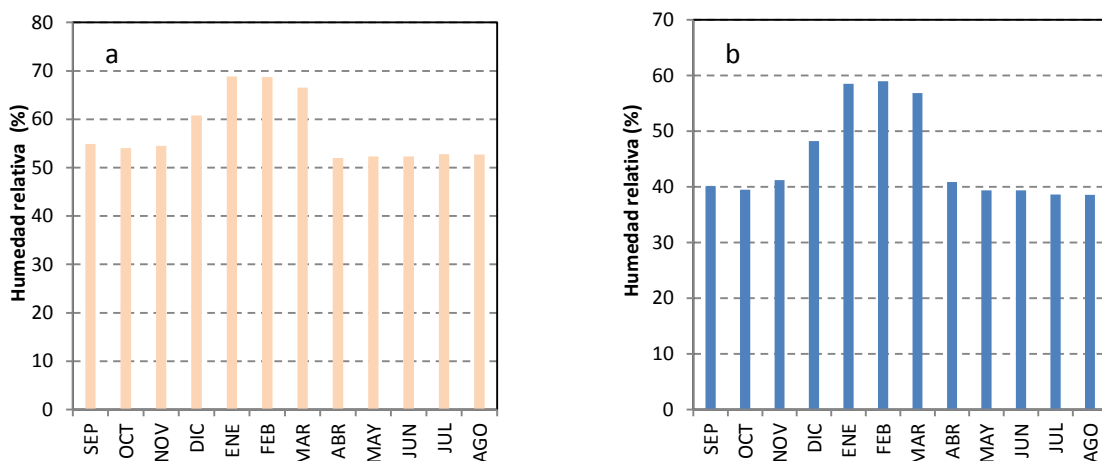


Figura 5. Comportamiento estacional de la humedad relativa HR media (%) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), valores promedio desde 1965 al 2014.

4.1.1.4 Insolación

La insolación real es una de las médisas indirectas más utilizadas para estimar la radiación solar a través de la ecuación de Angström. El Cuadro 4 muestra la insolación real de la estación meteorológica de Oruro y Patacamaya, en ambas estaciones los valores más bajos se presentan en la época húmeda y los más altos en la época de estiaje.

Cuadro 4 : Insolación promedio mensual y anual (hr) desde 1965 a 2014 de las estaciones meteorológicas de Oruro y Patacamaya.

Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Media
Oruro	9.6	9.7	9.6	7.7	7.0	7.7	7.7	10.6	11.0	11.0	10.7	10.4	9.4
Patacamaya	8.4	8.2	7.7	6.6	5.5	6.6	6.9	9.1	8.9	8.9	9.1	8.9	7.9

Estudios realizados por Montes de Oca (1995) muestran una gradiente espacial de la precipitación y nubosidad de norte a sur del altiplano, debido al efecto del Lago Titicaca, vientos alisios y la ZCIT (Zona de Convergencia Inter Tropical). Es decir que mientras mas nos alejamos del lago Titicaca existe mayor insolación real y menor nubosidad. Esto fue comprobado ya que la estación de Patacamaya muestra en promedio 7.9 horas sol y mayor humedad relativa media 58%, mientras que en Oruro la insolación fue mayor con 9.4 horas sol y menor humedad relativa media 45%.

4.1.1.5 Evapotranspiración de referencia

La Figura 6a, muestra la evapotranspiración de referencia de la estación meteorológica de Patacamaya, en la misma se observa que la evapotranspiración potencial (ET_o) muestra dos tendencias una desde 1965 a la década de 90 en la cual los datos descienden de 174 mm/mes para 1966 a 91.1 mm/mes para 1995, la segunda tendencia se observa desde 1995 al 2014 en la cual la ET_o incrementa de 91.1 mm/mes a 150 mm/mes, respectivamente. La ET_o media anual de la estación de Patacamaya es de 1396 mm/año. La Figura 6b, muestra la evapotranspiración de

referencia de la estación meteorológica de Oruro, en la cual se observa una tendencia ligeramente positiva. La evapotranspiración de referencia promedio mensual es de 1433 mm/año.

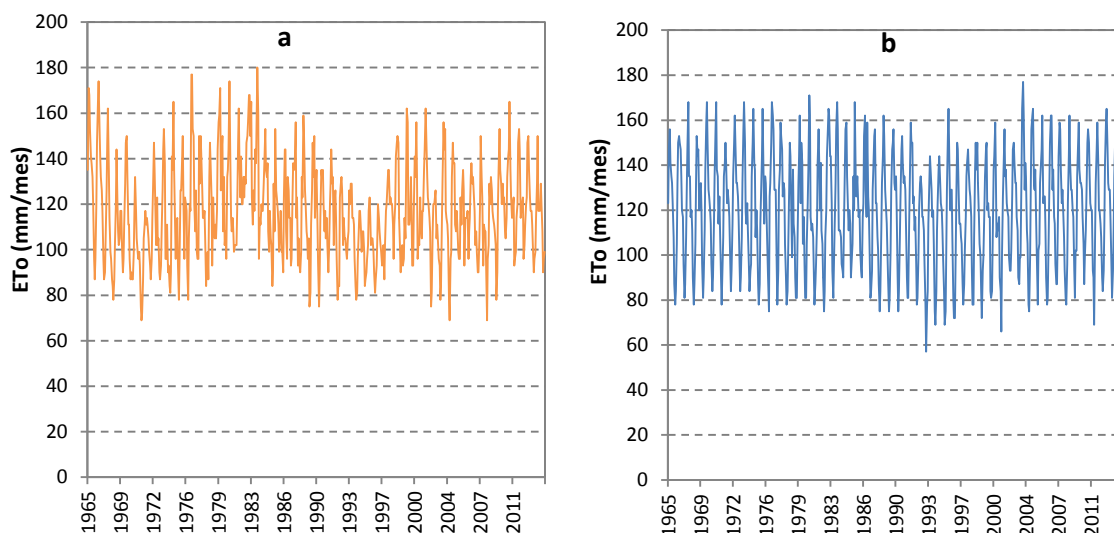


Figura 6. a) Evapotranspiración de referencia de la estación meteorológica de Patacamaya, y b) de la estación meteorológica de Oruro desde 1965 a 2014.

La Figura 7 muestra la comparación de la evapotranspiración de referencia (ETo) de la ETo 2015 que fue calculado con el programa ETo calculator (Raes, 2009), la ETo 2010 obtenido de la base de datos de Salazar (2011) y la evaporación del Tanque evaporimetro obtenido de la base de datos de Yuque y Molina (2013) de las estaciones meteorológicas de Patacamaya (a) y Oruro (b).

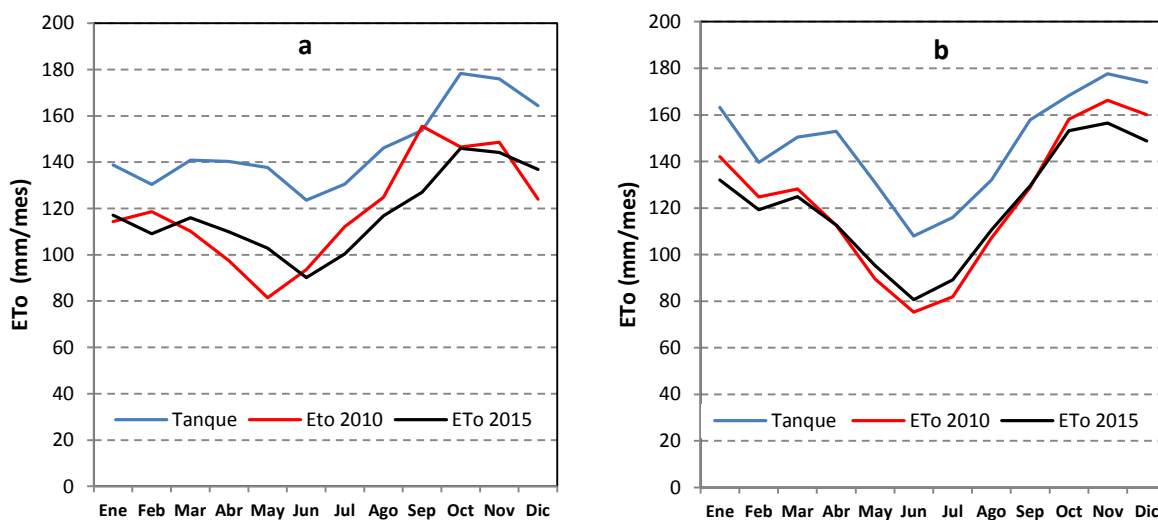


Figura 7. Comparación de la evapotranspiración de referencia – ETo 2015, ETo 2010 y evaporación del Tanque evaporimetro, (a) de la estación meteorológica de Patacamaya, y (b) de la estación meteorológica de Oruro.

En la Figura 7 se observa que para ambas estaciones Patacamaya y Oruro la ETo 2015 es menor que la del tanque evaporimetro, tienen la misma tendencia estacional que la del tanque. Finalmente en comparación a la ETo 2010 los valores de la estación de Oruro son muy paracidos y con la misma tendencia estacional. En relación a Patacamaya tambien son casi similares, sin embargo difieren principalmente en los meses de mayo y septiembre.

4.1.1.6 Precipitación pluvial

La Figura 8a, muestra la precipitación pluvial de la estación meteorológica de Patacamaya, en la cual se observa que la precipitación no muestra tendencias, y presenta un promedio de 398 mm/año para los períodos de 1965 a 2014.

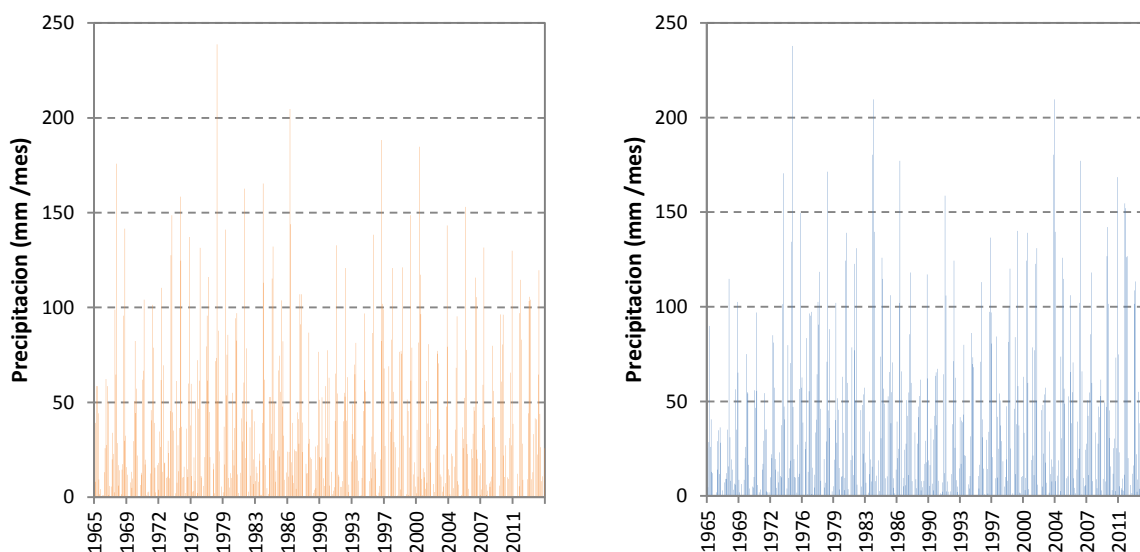


Figura 8. Precipitación pluvial (a) de la estación meteorológica de Patacamaya, y (b) de la estación meteorológica de Oruro desde 1965 a 2014.

La Figura 8b, muestra la precipitación pluvial de la estación meteorológica de Oruro, en la cual no se observan tendencias. La precipitación de la estación meteorológica de Oruro presenta como promedio anual 411 mm/año. Respecto a la tendencia estacional ambas estaciones presentan las misma tendencia en la cual los meses lluviosos son enero, febrero y marzo, en contraste los más secos son junio, julio y agosto.

4.2 Condiciones climáticas para escenarios futuros

4.2.1 Temperaturas máxima y mínima

La Figura 9 muestra el comportamiento de la temperatura máxima de la línea base y escenarios de cambio climático de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), en la cual se observa una tendencia de incremento de las temperaturas máximas de ambos escenarios, tanto para el período 2030 como para el 2050. Estudios realizados por García 2012 para la estación de Patacamaya, reportan el incremento de temperatura máxima de 2-3° C. Para ambos modelos el escenario A2 muestra los incrementos más notables para el 2050.

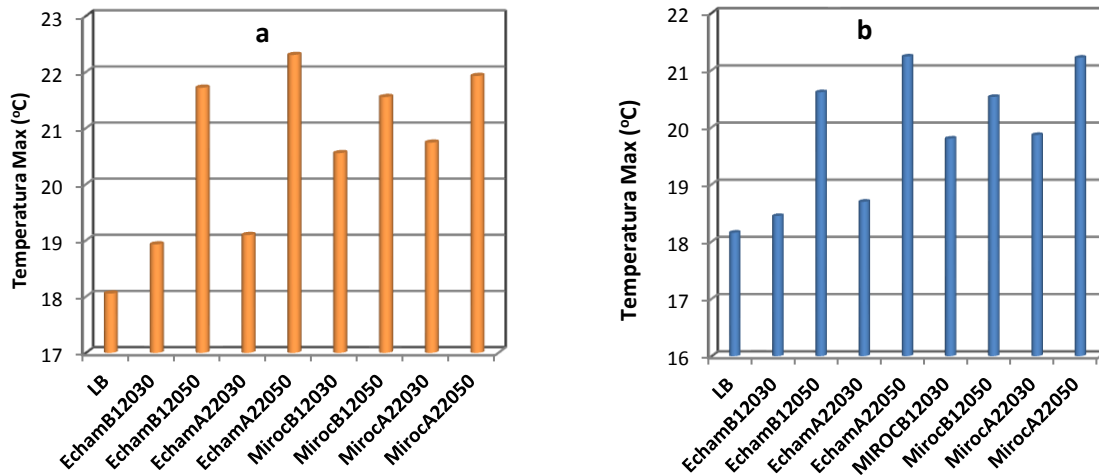


Figura 9. Temperatura máxima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.

En relación a la temperatura mínima de la línea base y escenarios de cambio climático de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b), se observa una tendencia de incremento de las temperaturas, tanto para el período 2030 como para el 2050. Para ambos modelos el escenario A2 muestra los incrementos más amplios para el 2050.

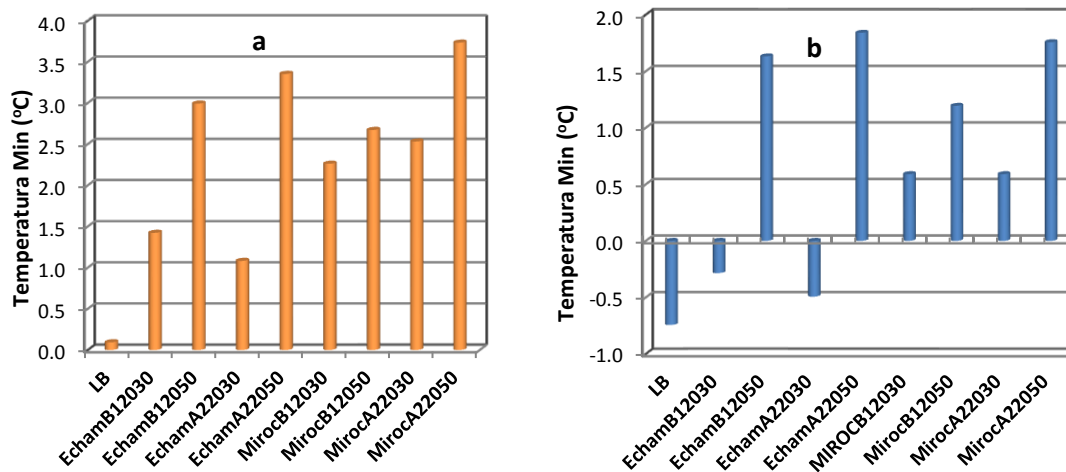


Figura 10. Temperatura mínima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.

Comparando tanto la temperatura máxima y mínima de ambos modelos con relación a la línea de base, el modelo Miroc 32 muestra los incrementos más notables en relación al modelo Echam 5.

4.2.2 Precipitación

La Figura 11-a muestra la precipitación pluvial para la línea base y los escenarios de cambio climático de la estación meteorológica de Patacamaya, en la cual se observa que tanto para el modelo Echam 5 como para el modelo MIROC 32 existe incremento de la precipitación pluvial, respecto a la línea de base. Se tiene un incremento de 6% y 10% de la precipitación para los períodos 2030 y 2050,

respectivamente. Estudios de escenarios de cambio climático reportados por García (2013), muestran que la precipitación de la estación de Patacamaya efectivamente tienden al incremento.

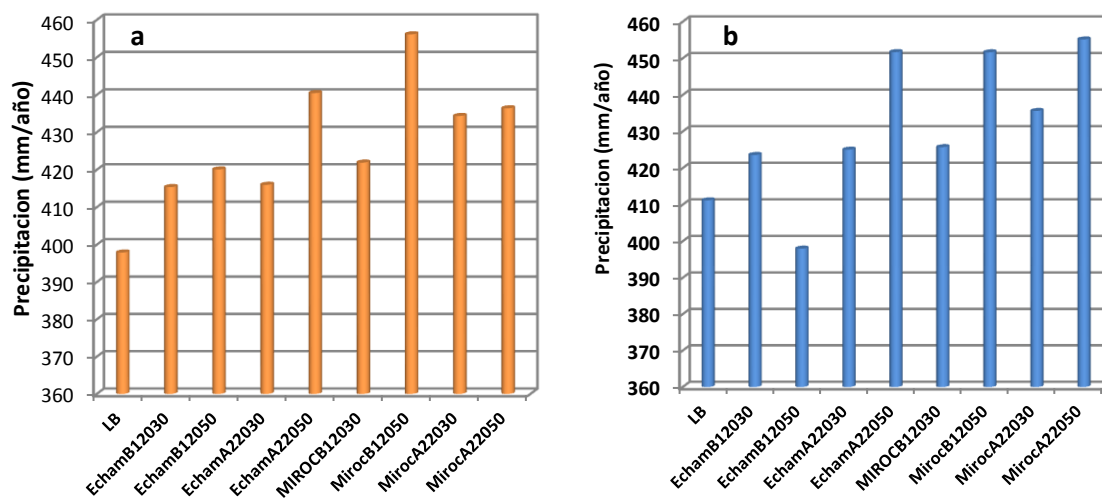


Figura 11. Temperatura mínima promedio anual (1965-2014) de las estaciones de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la línea base y escenarios de cambio climático.

La Figura 11b muestra el comportamiento de la precipitación pluvial de la estación meteorológica de Oruro, en el mismo se observa que para ambos modelos, escenarios y períodos existe incremento de la precipitación, sin embargo para el escenario B1 del período 2050 existe una leve disminución con un valor de -3%.

4.2.3 Evapotranspiración de referencia - ETo

La evapotranspiración de referencia ETo de la estación meteorológica de Patacamaya para la línea de base y los escenarios de cambio climático se muestran en la Figura 12 a. Los valores de la ETo para la mayoría de los escenarios son mayores a los valores de la línea de base.

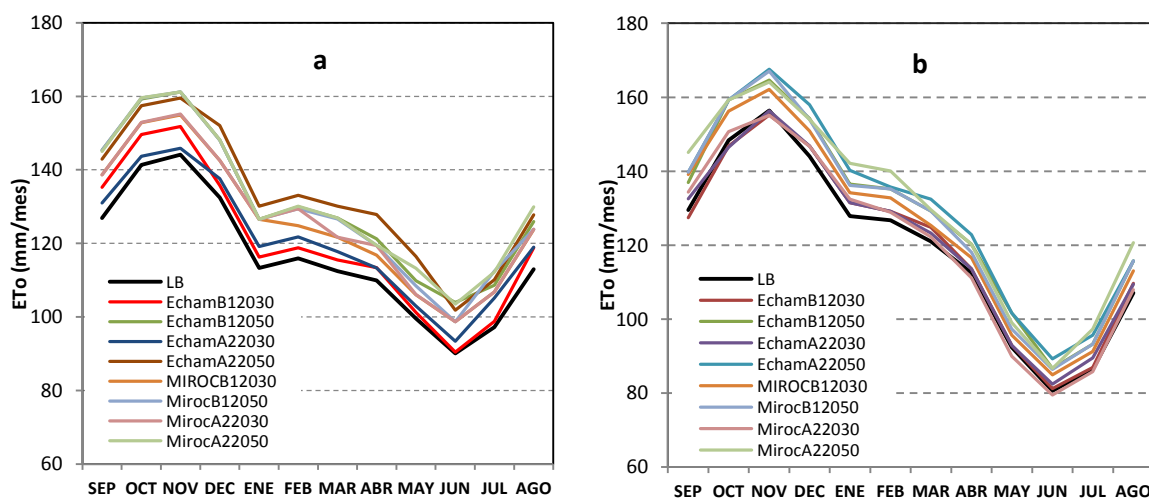


Figura 12. Evapotranspiración de referencia (ETo) de la estación meteorológica de Patacamaya (a) y Oruro (b) para la Línea Base y escenarios de cambio climático.

La Figura 12-b muestra los valores de la ETo de la estación meteorológica de Oruro. En forma general se observa que la ETo muestra valores más altos durante todos los meses respecto a la línea base, excepto para el mes de mayo a julio para el modelo Echam 5 en los escenarios A2 para el período 2030. Estudios previos realizados, reportan una tendencia ascendente de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) en todo el Altiplano. Este comportamiento es una consecuencia del incremento de las temperaturas máxima y mínima (García sf; Rehana & Mujumdar, 2012).

Cuadro 5: Incremento porcentual de la evapotranspiración de referencia media (1965 -2014) en mm/mes, de los escenarios de cambio climático en comparación a la Línea de Base.

	Línea Base	Echam B12030	Echam B12050	Echam A22030	Echam A22050	Miroc B12030	Miroc B12050	Miroc A22030	Miroc A22050
Oruro									
Media (mm/mes)	119	121	128	121	130	125	128	120	130
Incremento (%)	0	1	7	1	9	5	7	1	9
Patacamaya									
Media (mm/mes)	116	120	131	121	132	126	130	127	131
Incremento (%)	0	4	12	4	14	8	12	9	13

En la estación meteorológica de Oruro los incrementos de la ETo de los escenarios de cambio climático, en relación a la Línea Base varían de 1 a 9%, los valores más altos corresponden al escenario A2 de ambos modelos y para el período 2050. En la estación meteorológica de Patacamaya los incrementos de la ETo varían de 4 a 14%, de los cuales destacan al igual que Oruro el escenario A2 para el período 2050 para ambos modelos.

4.3 Áreas de cultivo

4.3.1 Áreas de cultivo histórica

De acuerdo a Castel & Peres (2010), los sistemas de riego fueron clasificados en activos y potenciales, a su vez los sistemas potenciales están conformados por los sistemas potenciales y en desuso. En este estudio se identificaron 33 sistemas de riego activos: 25 en el departamento de La Paz y 8 en Oruro. Además, se identificaron 9 Sistemas Potenciales, de los cuales 4 son sistemas actualmente en desuso (3 en La Paz y 1 en Oruro) y 5 son sistemas proyectados (los 5 están en Oruro).

Para calcular la demanda histórica se tomaron en cuenta solamente los sistemas de riego activos y en desuso del informe de Castel & Péres (2010), y de Salazar (2011) al cual se realizaron ajustes en base al mapeo de derechos 2013 (Villaroel y Péres, 2015) que está en proceso de ajuste, así como la reunión del 6 de mayo del 2015 con representantes de DICUADEMA, en las oficinas de Agua Sustentable. La tabla final para realizar el cálculo de la demanda histórica se muestra a continuación.

Cuadro 6: Áreas regadas por cultivo y sistemas de riego 2012, para estimar la demanda de agua histórica de los sistemas de riego del río Desaguadero.

SISTEMAS DE RIEGO ACTIVOS	Superficies cultivadas (has)								Depto.	Estación	Func.	Época de riego	Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8			Inicio canal		

Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades (Canal 0)	1386	82	0	231	0	205	0	143	La Paz	Patacamaya	1983	2013	Jul.a Dic.	El canal 0, funciono hasta el 2008, posteriormente es regado de pozos de agua subterranea que se va ha considerar en el modelo de Gestión.
Sipa Pampa Laura, Sipa Ayviri Piti	202	40	0	81	40	40	0	0	La Paz	Patacamaya	1990	2013	Jul.a Dic.	-
Canal Familiar	4	4	6	0	0	0	0	0	La Paz	Patacamaya	2003	2013	Jul.a Dic.	-
Canal Wari Chullpa	32	64	159	32	32	0	0	0	La Paz	Patacamaya	1990	2013	Jul.a Dic.	-
Asociación Jaque Pequeña p1	238	0	0	34	34	34	0	0	La Paz	Patacamaya	1976	2008	Ago. a Nov.	-
Asociación Jaque Pequeña p2	472	16	0	86	34	64	28	0	La Paz	Patacamaya	2008	2013	Jul.a Dic.	La Ampliacion del canal, sirve para regar parte de la Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades
Canal Cachi	71	24	12	12	0	0	0	0	La Paz	Patacamaya	2009	2013	Jul.a Dic.	-
Comunidad Luky Amaya	144	0	0	0	0	0	0	48	La Paz	Patacamaya	1991	2013	Jul.a Dic.	-
Comunidad Milla Milla	32	8	0	32	8	0	0	0	La Paz	Patacamaya	1984	2013	Ago. a Dic.	-
Comunidad Achaviri-p1	139	17	0	0	0	17	0	0	La Paz	Patacamaya	1970	1992	Ago. a Dic.	Solo canal Jarumpata
Comunidad Achaviri-p2	139	17	0	0	0	17	0	0	La Paz	Patacamaya	2002	2010	Ago. a Dic.	Canal Jarumpata dejo defuncionar 10 años
Comunidad Achaviri-p3	146	18	0	1	0	18	0	0	La Paz	Patacamaya	2010	2013	Ago. a Dic.	Se Incorporo el canal segarra y coscomarca
Comunidad Laymini-p1	212	19	0	77	39	39	0	0	La Paz	Patacamaya	1963	2007	Ago. a Dic.	Solo funcionaba canal Troncal.
Comunidad Laymini-p2	227	22	0	83	41	41	0	0	La Paz	Patacamaya	2007	2011	Ago. a Dic.	Se incluyen canal 5 y 6
Comunidad Laymini-p3	263	29	0	97	49	49	0	0	La Paz	Patacamaya	2011	2013	Ago. a Dic.	Se incluye canal 7
Comunidad Capitán Castrillo-p1	57	8	0	8	4	4	0	0	La Paz	Patacamaya	1963	1973	Jul.a Dic.	Solo canal 10
Comunidad Capitán Castrillo-p2	59	8	0	8	4	4	0	0	La Paz	Patacamaya	1973	1983	Jul.a Dic.	Se incluye el canal 8
Comunidad Capitán Castrillo-p3	76	11	0	11	5	5	0	0	La Paz	Patacamaya	1983	2004	Jul.a Dic.	Se incluye el canal 6
Comunidad Capitán Castrillo-p4	103	15	0	15	7	7	0	0	La Paz	Patacamaya	2004	2013	Jul.a Dic.	Se incluye el canal 7
Comunidad Santa Ana (Canal 11)	59								La Paz	Patacamaya	1963	2008	Jun. a Dic.	2008, según representates de DICUADEMA
Comunidad Colque Amaya Alta-p1	222	21	0	32	16	27	0	0	La Paz	Patacamaya	1963	1966	Jul.a Nov.	Solo funcionaba canal 12 y 13.
Comunidad Colque Amaya Alta-p2	398	46	0	57	28	39	0	0	La Paz	Patacamaya	1966	1983	Jul. a Nov.	Se incluyen los canales 14,15 y 16.
Comunidad Colque Amaya Alta-p3	758	98	0	108	54	65	0	0	La Paz	Patacamaya	1983	2010	Jul. a Nov.	Se incluye el canal 17.
Comunidad Colque Amaya Alta-p4	899	106	0	122	58	74	0	0	La Paz	Patacamaya	2010	2013	Jul. a Dic.	Se incluye el canal Lanchapata.
Comunidad Colque Amaya Baja-p1	241	40	0	40	40	40	0	0	La Paz	Patacamaya	1954	2008	Jul. a Ago.	Funciona solo canal copacabana.
Comunidad Colque Amaya Baja-p2	250	42	0	43	42	40	0	0	La Paz	Patacamaya	2008	2010	Jul. a Ago.	Se incluye canal Mallqu Pithi y deja de funcionar canal copacabana pero se incluye canal ayjadera.
Comunidad Colque Amaya Baja-p3	263	44	0	46	44	41	0	0	La Paz	Patacamaya	2010	2013	Jul. a Dic.	Se incluye canal ayviri
Comunidad Unupata-p1	49	10	0	3	0	7	0	0	La Paz	Patacamaya	1984	1996	Jun. a Dic.	Canal centro Unupata funcionó hasta el 1996
Comunidad Unupata-p2	49	10	0	3	0	7	0	0	La Paz	Patacamaya	2002	2013	Jun. a Dic.	Canal centro Unupata fue reconstruido el 2002.
Comunidad Janko Huicho	274	39	0	39	0	39	0	0	La Paz	Patacamaya	1982	2013	Jul. a Dic.	Según DICUADEMA el 11/2013 entra en desuso
Comunidad Bolivar	84	42	0	10	0	42	0	21	La Paz	Patacamaya	1978	2013	Jul. a Dic.	-

Comunidad Alto Rivera-p1	97	19	0	39	19	19	0	0	La Paz	Patacamaya	1970	2008	Ago. a Dic.	Solo canal wallakiri
Comunidad Alto Rivera-p2	223	32	0	81	78	32	0	0	La Paz	Patacamaya	2008	2009	Ago. a Dic.	Se incluye: canal Agua vida, Challhua y Romero Pampa.
Comunidad Alto Rivera-p3	249	38	0	86	88	38	0	0	La Paz	Patacamaya	2009	2013	jul. a Dic.	Se incluye canal Sicurias Uma
Comunidad Toloma Rivera-p1	47	4	0	8	0	19	0	0	La Paz	Patacamaya	1978	1988	Jun. a Dic.	Solo canal Kora korani
Comunidad Toloma Rivera-p2	80	18	0	8	0	19	0	0	La Paz	Patacamaya	1988	1991	May. y Dic.	Se incluye canal Pathiti
Comunidad Toloma Rivera-p3	237	44	0	34	26	46	0	0	La Paz	Patacamaya	1991	2007	May. y Dic.	Se incluye canal Agua de la vida
Comunidad Toloma Rivera-p4	246	46	0	35	27	46	0	0	La Paz	Patacamaya	2007	2013	Jul. y Dic.	Se incluye canal Aguas permanentes
Comunidad Centro Rivera-p1	129	26	0	26	26	26	0	26	La Paz	Patacamaya	1982	1989	Jun. a Jul.	Solo canal comunal
Comunidad Centro Rivera-p2	146	29	0	29	29	29	0	26	La Paz	Patacamaya	1989	2007	Jun. a Jul.	Se incluye canal Mouty
Comunidad Centro Rivera-p3	261	29	0	29	29	29	0	26	La Paz	Patacamaya	2007	2009	Jun. a Jul.	Se incluyeron canal Iscallocla, Tolacollo, Hariumaña 1)
Comunidad Centro Rivera-p4	286	54	0	53	50	46	0	26	La Paz	Patacamaya	2009	2013	Jul. a Dic.	Se incluyeron tres canales El Huerto, Benito Ticona y nuevo amanecer.
Comunidad Rivera Alta-p1	78	13	0	26	13	0	0	0	La Paz	Patacamaya	1956	2003	Ago. a Ene.	Solo canal Tolobeco
Comunidad Rivera Alta-p2	90	26	0	29	16	0	0	0	La Paz	Patacamaya	2003	2010	Ago. a Ene.	Se incluyo el canal Mamani Ticona
Comunidad Rivera Alta-p3	104	28	0	33	20	0	0	0	La Paz	Patacamaya	2010	2013	jul. a Ago.	Se incluyo el canal Agua de Vida
Comunidad San Miguel	14	0	0	5	19	9	0	0	La Paz	Patacamaya	1975	2013	Jul. a Dic.	A partir del 2011 se riega en Enero y Febrero
Comunidad Janko Phitty	68	0	0	10	10	10	0	0	La Paz	Patacamaya	1992	2013	Ago. a Dic.	Apartir de 2010 se riega enero y febrero
Comunidad Titusa-p1	15	0	0	2	2	2	0	0	La Paz	Patacamaya	1985	1996	Ago. a Dic.	Solo canal Phitti Churo
Comunidad Titusa-p2	38	5	0	9	2	14	0	0	La Paz	Patacamaya	1996	1999	Ago. a Dic.	Se incluyó canal Titusa
Comunidad Titusa-p3	42	5	0	14	5	15	0	0	La Paz	Patacamaya	1999	2002	Ago. a Dic.	Se incluyó canal Zarate
Comunidad Titusa-p4	56	5	0	16	7	17	0	0	La Paz	Patacamaya	2002	2013	Jul. a Dic.	Se incluyó canal Wansanpata
Cayllachuru /Janqo Kollu	25	25	0	0	0	0	0	0	La Paz	Patacamaya	2007	2013	Jun. a Sep.	Sistema nuevo
Flor de Alfa Alfita	58	29	58	29	87	0	0	29	La Paz	Patacamaya	1985	2013	Jul.a Dic.	-
Comunidad Huancaroma	262	44	0	87	22	22	0	0	Oruro	Oruro	1980	2014	Jul. a Dic.	-
Granja Huancaroma	3311	146	0	195	49	195	0	0	Oruro	Oruro	1983	2014	Jul.a Dic.	-
Comunidad Toledo (Canal Tres Cruces Piruca y Huayllanco)	77	42	0	14	7	0	0	0	Oruro	Oruro	2006	2009	Jul. a Ago.	Solo canales Tres Cruces Piruca y Huayllanco
Comunidad Toledo (Canal Tres Cruces Piruca y Huayllanco y primera fase proyecto ampliación)	648	180	0	160	100	0	0	0	Oruro	Oruro	2009	2013	Jul. a Ago.	Se incluye primera fase del proyecto canal belén ampliación. A partir del 2011 riegan de Jul. a Dic.
Central Challacollo-p1	14	2	0	5	2	0	0	0	Oruro	Oruro	1948	1955	Ago. a Dic.	Solo canal pumachacalla
Central Challacollo-p2	117	2	34	5	37	0	0	0	Oruro	Oruro	1955	1983	Jul.a Mar.	Se incluye canal Villa Icoya y Canal Auxiliar
Central Challacollo-p3	291	29	109	5	141	4	0	157	Oruro	Oruro	1983	1985	Jul.a Mar	Mas canal Romero Pata y Chique Rancho 1
Central Challacollo-p4	405	29	109	5	246	19	0	271	Oruro	Oruro	1985	1986	Jul.a Mar	Se incluye canal Rancho Carasilla y Ñequejahuira
Central Challacollo-p5	447	50	109	5	352	31	0	313	Oruro	Oruro	1986	1987	Jul.a Mar	Mas canal Zona Norte y Sora Chico
Central Challacollo-p6	447	50	109	5	425	31	0	386	Oruro	Oruro	1987	1992	Jul.a Mar	Se incluye canal Corisiri Circapata
Central Challacollo-p7	653	84	171	5	459	38	0	386	Oruro	Oruro	1992	1998	Jul.a Mar	Mas canal Villa Ventilla
Central Challacollo-p8	721	94	171	5	469	48	0	386	Oruro	Oruro	1998	2004	Jul.a Mar	Mas canal Cerca Rancho y Santo Tomás

Central Challacollo-p9	739	97	171	11	470	50	0	386	Oruro	Oruro	2004	2006	Jul.a Mar	Se incluye canal Usñaya
Central Challacollo-p10	760	100	171	11	473	50	7	395	Oruro	Oruro	2006	2013	Jul.a Mar.	Mas canales Rancho Rufino, rancho Yugar y canal Vito. A partir del 2010 se riega (junio a diciembre)
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	190	16	0	63	16	16	16	0	Oruro	Oruro	1964	2013	Jun. a Dic.	-
Central El Choro	1132	57	0	222	176	0	0	627	Oruro	Oruro	1952	2013	May. a Dic.	-
Central Unificada-p1	266	25	0	38	49	0	0	25	Oruro	Oruro	1952	1956	Jun. a Dic.	Solo los canales Chocaya, Muyta Hospitaya 1 y Crucero Belén
Central Unificada-p2	412	47	0	71	60	11	0	25	Oruro	Oruro	1956	1980	Jun. a Dic.	Más canal Rancho grande
Central Unificada-p3	464	51	0	84	64	11	0	46	Oruro	Oruro	1980	1998	Jun. a Dic.	Más canal Palquiri
Central Unificada-p4	725	69	0	140	83	30	0	46	Oruro	Oruro	1998	2013	Jun. a Dic.	Más canal Kochi Piacala
Chaitavi	451	69	0	35	69	69	0	0	Oruro	Oruro	1970	2013	Jun. a Dic.	-

SISTEMAS DE RIEGO EN DESUSO

Comunidad Milla Milla (Canal Milla Milla 1)	60								La Paz	Patacamaya	1960	1975	Jun. a Dic.	-
Canal Inca Larka (Canal Inca Larka)	1730								La Paz	Patacamaya	1972	1993	Jun. a Dic.	-
Central El Choro (Canal Pumanchalla)	728								Oruro	Oruro	1948	2001	Jun. a Dic.	-

Cultivos - 1: Alfa alfa, 2: Papa, 3: Otros Forrajes, 4: Avena /Cebada, 5: Quinua, 6: Haba, 7: Pradera nativa y 8: Mixto.

Los sistemas de riego que estan anotados con p1, p2, p3, p4 ...pn, indican que en el sistema de riego los canales se fueron construyendo paulatinamente y en consecuencia incorporando al sistema de riego respectivo, para calcular la demanda histórica se fueron sumando las areas de cultivo respectivas de los canales a los sistemas. Respecto a la demanda 2010 (Salazar, 2011) se tienen los siguientes cambios más significativos:

- ✓ **Sistema de riego de la comunidad achaviri**, el canal Jarumpata dejo de funcionar diez años las fechas fueron del 1992 al 2002.
- ✓ **Asociación Jaque Pequeña p2**, debido a que representantes de DICUADEMA indicaron que el 2008 el canal 0 de la Asociación de Riego Cuatro Comunidades dejo de funcionar, se realizó una ampliación en los canales del sistema de riego de la Asociación Jaque Pequeña para poder regar parte de las areas de la Asociación de Riego Cuatro Comunidades (340 ha) area que fue obtenida del mapeo de derechos 2013 (Villaruel y Perés, 2015), por otra parte indicaron que se excavaron pozos y se riega con agua subterránea.
- ✓ **Sistema de riego Comunidad Laymiri**, el año 2007 se incluyen los canales 5 y 6 (Castel y Péres, 2010) en cambio en el reporte de Salazar (2011) indica que estos dos mismos canales fueron construidos en 1983.
- ✓ **Sistema de riego del canal Chachi**, en realidad se denomina canal **Cachi**.
- ✓ **Sistema de riego Cayllachuru**, de acuerdo al mapeo 2013 (Villaroel & Péres, 2015), se incluye el sistema de riego Cayllachuru con su canal Janqo Kollu que funciona desde el 2007.El periodo de riego es de junio a septiembre.

- ✓ **Sistema de riego Comunidad Toledo (Canal Tres Cruces Piruca y Huayllanco y primera fase proyecto ampliación)**, se incluye primera fase del proyecto canal belen ampliación según representates de DICUADEMA y mapeo 2013.

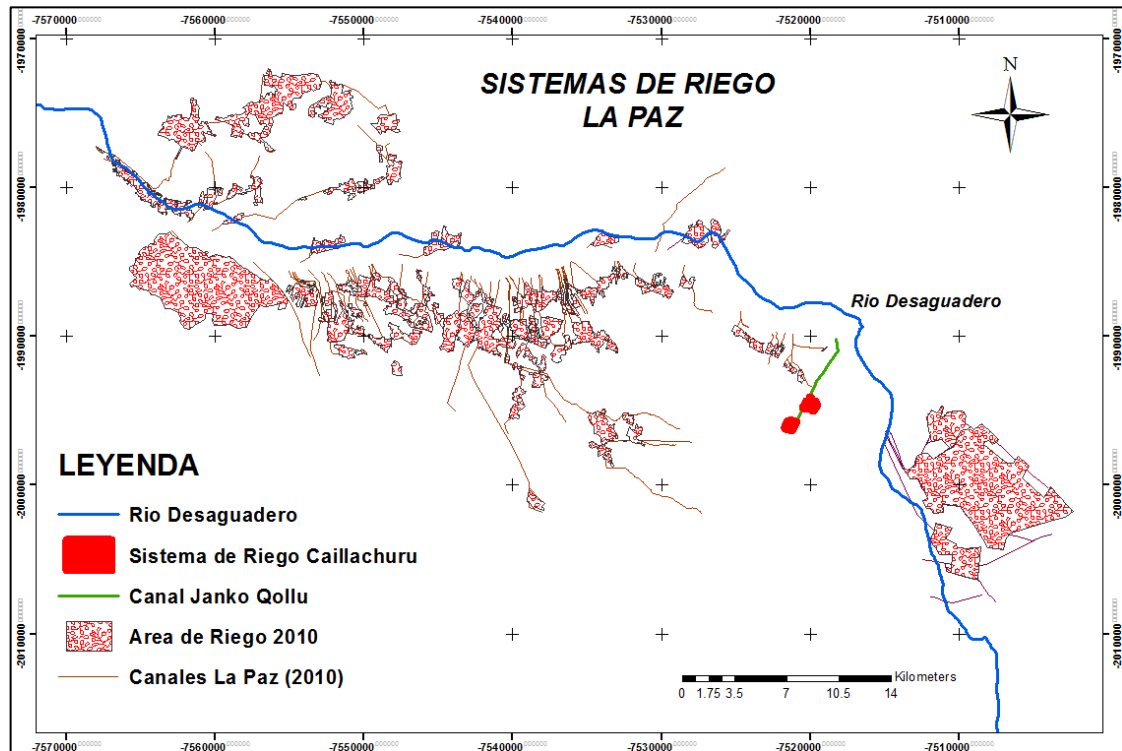


Figura 13. Mapa de los sistemas de riego de La Paz, mostrando al nuevo canal y sistema de riego Caillachuru y el Canal Janko Qollu.

- ✓ **Sistema Challacollo p9**, se incluye el canal Vito y se incluyen 7 has de pradera nativa, a partir del año 2006.
- ✓ **Sistemas en desuso: Santa Ana (canal 11)**, de acuerdo a representates de DICUADEMA funcionó hasta el 2008, en cambio Salazar (2011) utilizó hasta el 2001 en la serie histórica.

De acuerdo a la reunión del 6 de mayo se registraron los siguientes cambios en las fechas de riego para los siguientes sistemas:

- ✓ Comunidad Milla Milla: **Agosto a diciembre.**
- ✓ Comunidad Sipa Pampa Laura, Colque Amaya Alta, Colque Amaya Baja, Bolivar, Alto Rivera Janko Huicho, Toloma Rivera, Centro Rivera, Rivera Alta, San Miguel, Titusa, comunidad Huancaroma: **Julio a diciembre.**
- ✓ Unupata: **Junio a diciembre.**
- ✓ Comunidad San Miguel: Desde el 2011 se incluye **enero y febrero.**
- ✓ Comunidad Janko Phity: Desde 2010 se incluye **enero y febrero.**
- ✓ Comunidad Toledo (Canal Tres Cruces Piruca, Huayllanco y canal Belen: desde el 2011 de **julio a diciembre.**

- ✓ Central Challacollo: desde el 2010 de **junio a diciembre**.

De acuerdo a la reunión del 6 de mayo y mapeo 2013 entraron en desuso:

- ✓ **Sistema de riego de la comunidad Janko Huicho**, de acuerdo a representes de DICUADEMA y mapeo 2013 (Villaruel y Perés, 2015) entro en desuso en noviembre de 2013, sin embargo, debido a que el estudio de demanda se realizó hasta el mes de agosto del 2013, se mantuvo el sistema como activo.

4.3.2 Areas de cultivo futura

Para calcular la demanda de agua de los sistemas de riego para el futuro, así como escenarios de cambio climático, se tomaron en cuenta las áreas de riego finales de todos los canales en base a la tabla de áreas de riego históricas (Cuadro 6). A continuación se muestra las áreas de riego utilizadas para calcular la demanda futura y para escenarios de cambio climático.

Cuadro 7: Areas regadas por cultivo y sistemas de riego 2012, para estimar la demanda de agua futura (Línea Base) y para escenarios de cambio climático de los sistemas de riego del río Desaguadero.

SISTEMAS DE RIEGO ACTIVOS	Superficies cultivadas (has)								Depto.	Estación	Func.		Época de riego	Observación
	1	2	3	4	5	6	7	8			Inicio	Fin		
Asociación Canal de Riego Cuatro Comunidades (Canal 0)	1386	82	0	231	0	205	0	143	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	El canal 0 funciono hasta el 2008. Luego se estan regando con pozos.
Sipa Pampa Laura, Sipá Ayviri Piti	201.9	40.4	0.0	80.8	40.4	40.4	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Canal Familiar	4.4	4.4	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Canal Wari Chullpa	31.8	63.6	159.0	31.8	31.8	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Asociación Jaque Pequeña	472	16	0	86	34	64	28	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Ago. a Nov	*2008 jul a dic y ampliación de canal.
Canal Cachi	70.8	23.6	11.8	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Comunidad Luky Amaya	143.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.8	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Comunidad Milla Milla	32.3	8.1	0.0	32.3	8.1	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Ago. a Dic.	
Comunidad Achaviri-p3	146.0	18.0	0.0	0.7	0.3	18.3	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Ago. a Dic.	
Comunidad Laymini-p3	263.3	29.1	0.0	97.5	48.7	48.7	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Ago. a Dic.	
Comunidad Capitán Castrillo-p4	102.8	14.7	0.0	14.7	7.3	7.3	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Comunidad Santa Ana (Canal 11)	59.4								La Paz	Patacamaya	1963	2008	Jun. a Dic.	
Comunidad Colque Amaya Alta-p4	899.3	106.3	0.0	122.4	57.7	73.8	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Colque Amaya Baja-p3	262.9	43.8	0.0	46.3	43.8	41.3	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Unupata-p2	48.6	10.4	0.0	3.5	0.0	6.9	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jun. a Dic.	
Comunidad Janko Huicho	273.6	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	Desuso 11/2013
Comunidad Bolívar	83.7	41.9	0.0	10.0	0.0	41.9	0.0	20.9	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul.a Dic.	
Comunidad Alto Rivera-p3	249.0	37.6	0.0	85.7	88.1	37.6	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Toloma Rivera-p4	245.8	46.5	0.0	35.2	27.4	45.6	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Centro Rivera-p4	286.4	53.7	0.0	52.5	49.9	46.0	0.0	25.9	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Rivera Alta-p3	104.2	28.1	0.0	32.5	19.6	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	

Comunidad San Miguel	14.2	0.0	0.0	4.7	18.9	9.5	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	*Ene. y Feb. (2011)
Comunidad Janko Phitty	68.3	0.0	0.0	9.8	9.8	9.8	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Ago. a Dic.	*Ene. y Feb. (2010)
Comunidad Titusa-p4	56.2	4.6	0.0	16.3	6.9	16.9	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
cayllachuru = Janqo Kollu	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jun. a Sep.	
Flor de Alfa Alfita	57.8	28.9	57.8	28.9	86.7	0.0	0.0	28.9	La Paz	Patacamaya	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Huancaroma	261.5	43.6	0.0	87.2	21.8	21.8	0.0	0.0	Oruro	Oruro	1965	2013	Jul. a Dic.	
Granja Huancaroma	3,311.1	146.1	0.0	194.8	48.7	194.8	0.0	0.0	Oruro	Oruro	1965	2013	Jul. a Dic.	
Comunidad Toledo (Canal Tres Cruces Piruca, Huayllanco y canal Belen)	648.0	180.0	0.0	160.0	100.0	0.0	0.0	0.0	Oruro	Oruro	1965	2013	Jul. a Dic.	*2011 (Jul. a Dic).
Central Challacollo-p10	759.7	100.2	170.9	10.7	473.5	50.4	7.0	394.6	Oruro	Oruro	1965	2013	Jul. a Dic.	*2010 (Jun. a Dic).
Comunidad Canalización Chambi Rancho Chuquilaca	190.3	15.9	0.0	63.4	15.9	15.9	15.9	0.0	Oruro	Oruro	1965	2013	Jun. a Dic.	
Central El Choro	1,132.2	57.3	0.0	222.0	175.8	0.0	0.0	626.5	Oruro	Oruro	1965	2013	May. a Dic.	
Central Unificada-p4	725.2	69.3	0.0	139.5	82.9	29.9	0.0	45.6	Oruro	Oruro	1965	2013	Jun. a Dic.	
Chaitavi	451.4	69.4	0.0	34.7	69.4	69.4	0.0	0.0	Oruro	Oruro	1965	2013	Jun. a Dic.	
SISTEMAS POTENCIALES														
Sistemas en Desuso														
Comunidad Milla Milla (Canal Milla Milla 1)	60.0								La Paz	Patacamaya	1960	1975	Jun. a Dic.	
Canal Inca Larka (Canal Inca Larka)	1,729.7								La Paz	Patacamaya	1972	1993	Jun. a Dic.	
Central El Choro (Canal Pumanchalla)	727.5								Oruro	Oruro	1948	2001	Jun. a Dic.	
Sistemas Proyectos														
Granja y Comunidad Huancaroma (habilitación otro canal)	1,030.0								Oruro	Oruro	2013	2014	Jul. a Dic.	
Comunidad de Toledo (Canal Belen-ampliación Tres Cruces)	750.0								Oruro	Oruro	2013	2014	Jun. a Dic.	
Central El Choro (Ampliación)	989.6								Oruro	Oruro	2013	2014	Jun. a Dic.	
Proyecto el Choro	875.0								Oruro	Oruro	2013	2014	Jun. a Dic.	
Proyecto Unificada	400.0								Oruro	Oruro	2013	2014	Jun. a Dic.	

Cultivos - 1: Alfa alfa, 2: Papa, 3: Otros Forrajes, 4: Avena /Cebada, 5: Quinua, 6: Haba, 7: Pradera nativa y 8: Mixto. * Indica cambios en la época de riego.

Respecto a la demanda 2010 (Salazar, 2011) los cambios mas importantes en los sistemas proyectados son los siguientes:

- ✓ **Granja y Comunidad Huancaroma (habilitación otro canal)**, a las 1000 hectareas proyectadas del alfalfa, de acuerdo a representates de DICUADEMA se incrementaron 30 has adicionales.
- ✓ **Dos nuevos sistemas proyectados**, de acuerdo a los representates de DICUADEMA se van a incluir dos proyectos uno es el **proyecto el Choro**, todavia no se conoce que cultivos van a sembrar en las areas incrementales, razón por la cual asumimos que se sembrará alfalfa ya que es una zona ganadera, el area de 875 ha de alfalfa surge del siguiente cálculo:
Son cinco comunidades beneficiarias Japo, Santa Maria, Cruz Choro Central, Cocapata y Chalapata con un area que varia de de 150 a 200 ha por comunidad, asumiendo como promedio 175 por cinco comunidades resultan 875 ha.

El segundo proyecto es **Unificada**, el área de 400 hectareas fue extraida del archivo **PROYECTO MI RIEGO UNO160415** en formato KML, otorgada por los representates de DICUADEMA a Agua Sustentable, al igual que el proyecto el Choro no se conoce que cultivos van a sembrar en las áreas incrementales, en consecuencia se asumio como cultivo a la alfalfa, debido a que es también una zona ganadera.

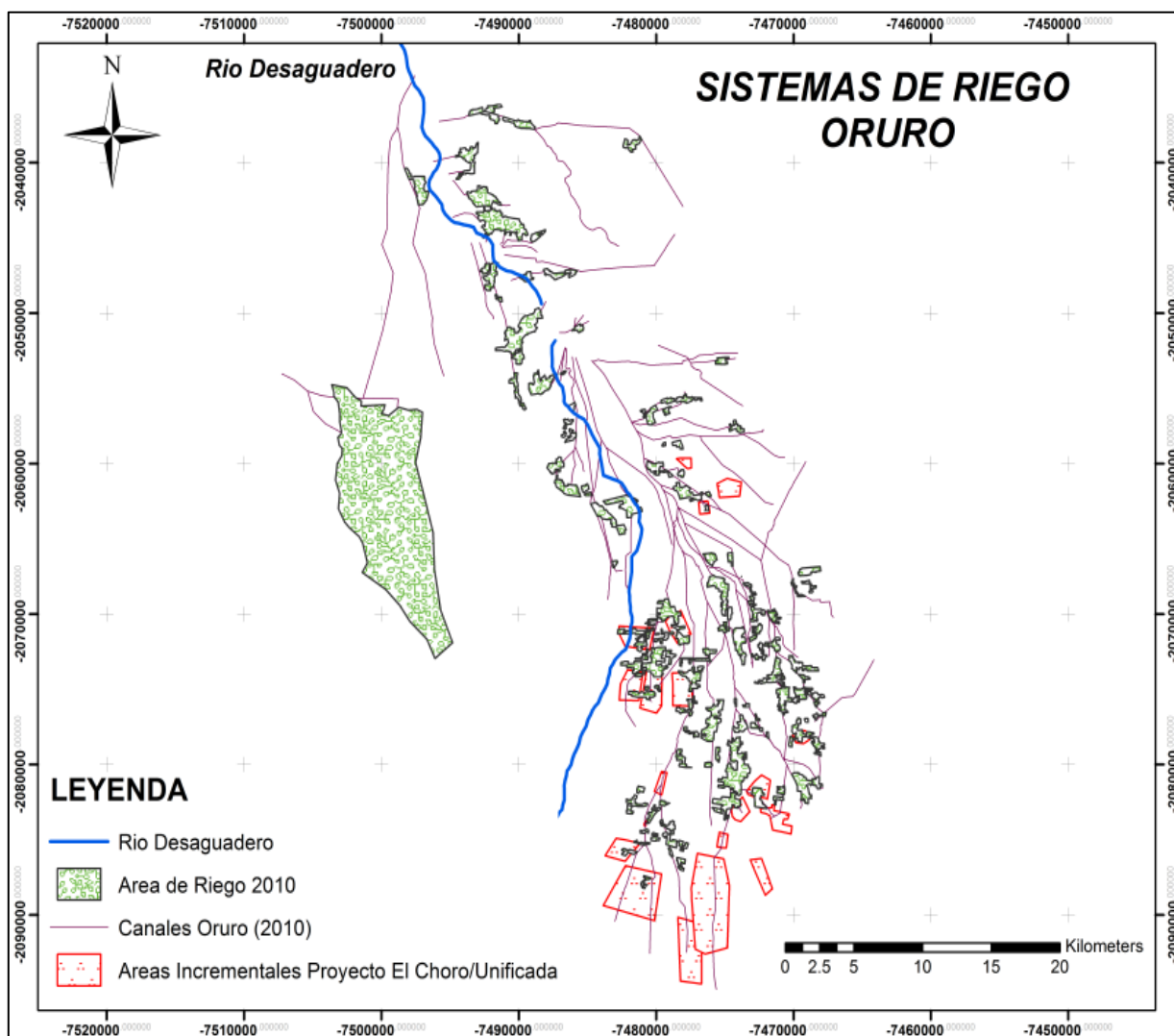


Figura 14. Mapa de los sistemas de riego de Oruro, mostrando las áreas incrementales de los sistemas de riego proyectados de El Choro y Unificada.

5 Demanda de agua de los sistemas de riego

5.1 Demanda histórica

La Figura 15 muestra la evolución de la demanda histórica total de los sistemas de riego desde 1965 hasta el 2013. La demanda de riego muestra una tendencia positiva, es decir que incrementa con valores de 80.4 m³/s para el ciclo hidrológico 1965/1966 a 233 m³/s para el ciclo hidrológico 2012/2013. Las posibles razones por las cuales se observan estos incrementos podrían atribuirse a

los siguientes factores: entre el año 1981 a 1996 se observa un incremento acelerado en la demanda de riego, esto se debe a que durante ese período se ampliaron nuevos canales en los sistemas de riego (Castel y Péres, 2010; Salazar, 2011), debido a las sequías recurrentes que se intensificaron por efecto del fenómeno del niño (Maldonado y Calle, 1998), fenómeno que ocurrió en ocho oportunidades desde 1965 hasta el 2013 (Figura 15).

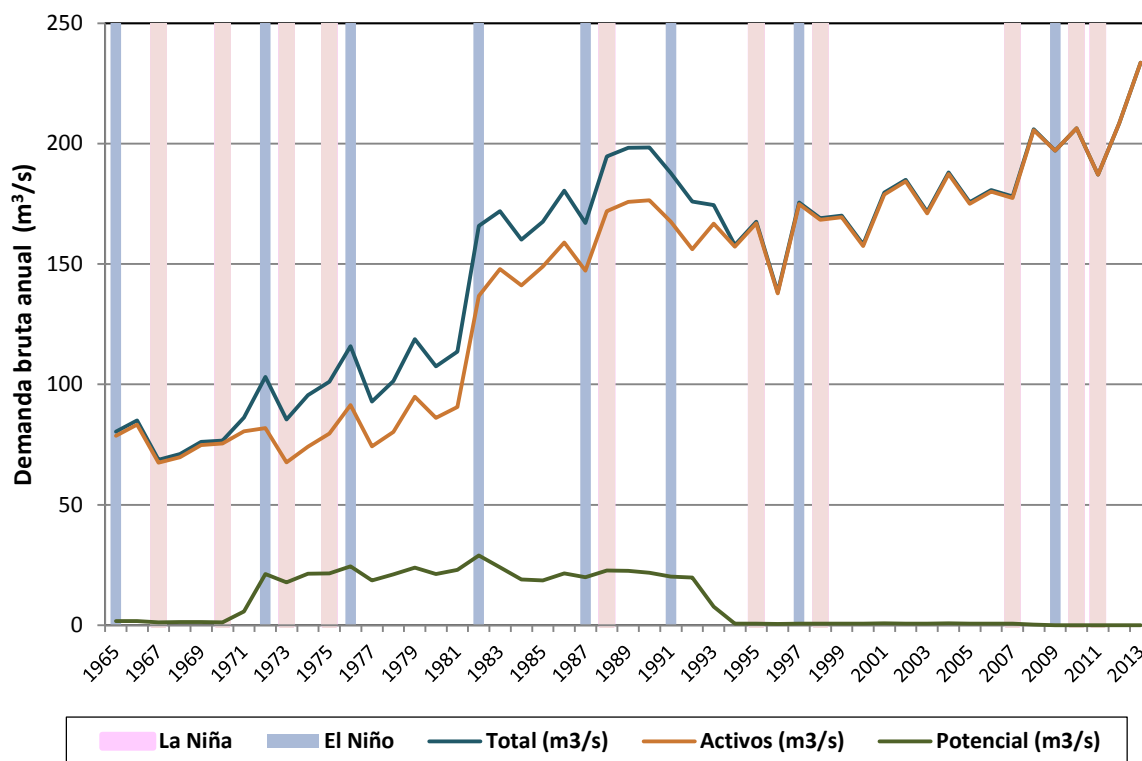


Figura 15. Demanda total de sistemas de riego activos y potenciales (m^3/s por año) del río Desaguadero desde el año 1965 hasta el año 2013, y ocurrencia de eventos NIÑO y NIÑA en el mismo período.

Otra de las posibles razones es el incremento de la ETo a partir de la década de los 90 (Figura 6), debido al incremento de la temperatura, según García (2013) la evapotranspiración de Referencia (ETo) muestra una tendencia ascendente en todo el Altiplano con una tasa de incremento de entre 1 a 2 mm/año, debido al incremento de la temperatura máxima y las variaciones de la temperatura mínima, ya que la ETo expresa la demanda atmosférica de vapor de agua, el incremento en su valor determinará una mayor aridez, el comportamiento estable de la precipitación no compensa a la mayor demanda atmosférica de vapor de agua.

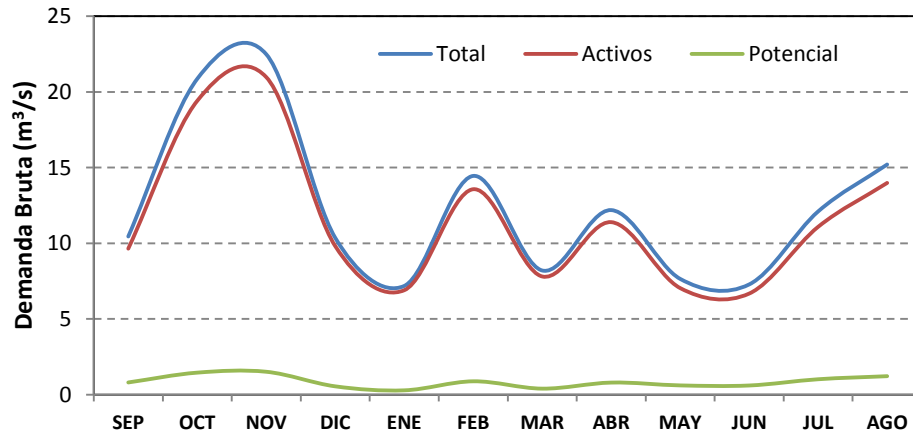


Figura 16. Comportamiento estacional de la demanda bruta total de sistemas de riego activos y potenciales del río Desaguadero (m^3/s por mes).

La Figura 16 muestra la demanda promedio mensual de riego de los sistemas activos, potenciales y el total, durante el período 1965-2013, en la misma se aprecia que en Noviembre se tiene la demanda de riego pico, mientras que las demandas más bajas se tienen en Junio. Esto se debe principalmente al incremento las temperaturas y en consecuencia a la ETo, adicionalmente existe baja precipitación pluvial desde mediados de Septiembre hasta Diciembre.

5.2 Demanda futura

La Figura 17 presenta los caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero para la línea base y para los cuatro escenarios de cambio climático para el modelo Echam 5. La Figura muestra que el escenario con mayor incremento con respecto a la línea base es el B1 –2050, seguido por el escenario A2-2050.

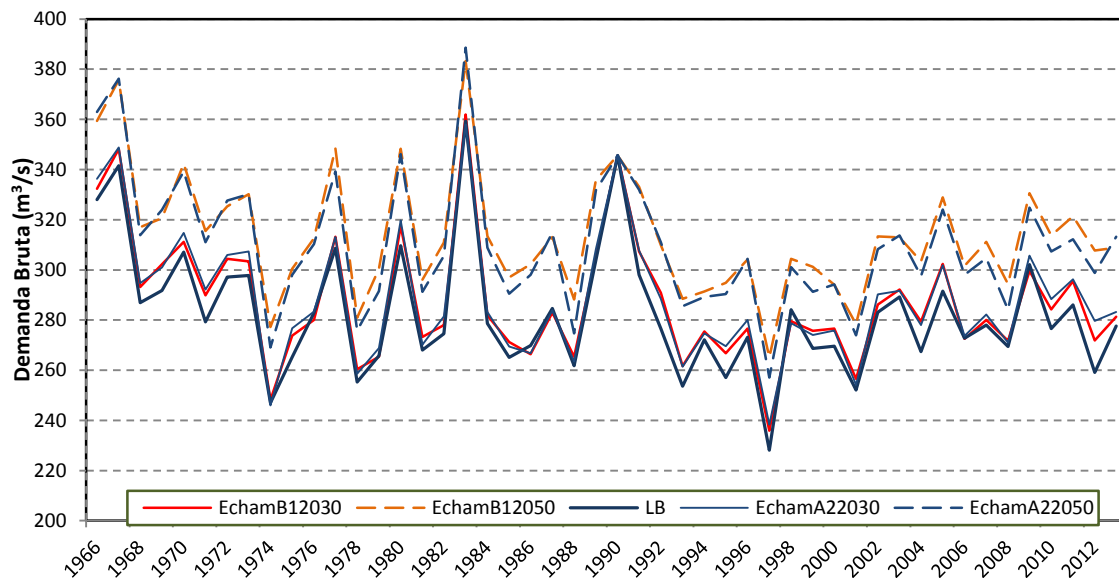


Figura 17. Comparación de la serie de Caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Echam 5 (m^3/s por año).

La comparación mensual de los caudales de la demanda de la línea de base en comparación a los cuatro escenarios de cambio climático, se muestra en la Figura 18, el mes que mayor demanda requiere es noviembre, tanto para la línea base como para los escenarios de cambio climático. El mes con mayor demanda de agua para riego es Noviembre y el mes con menor demanda es Junio.

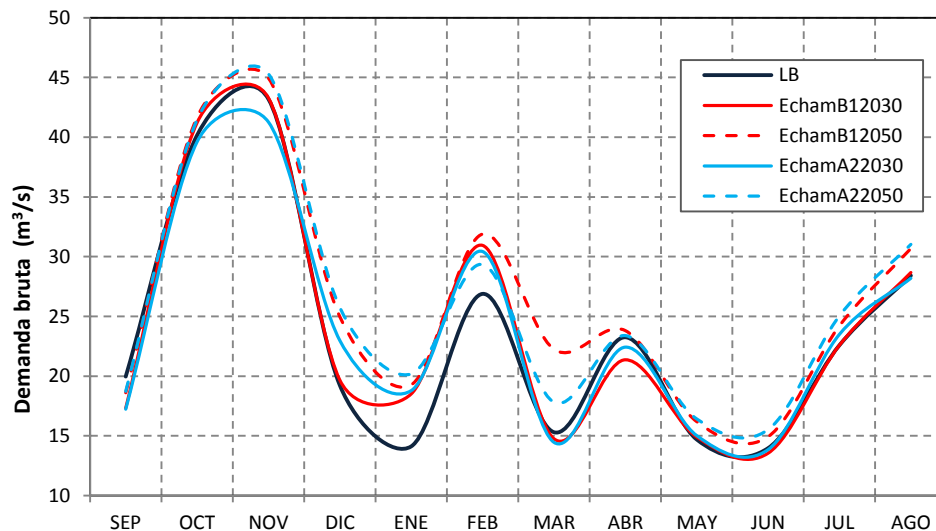


Figura 18. Comparación de la demanda bruta de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Echam 5 (m^3/s por mes).

La Figura 19 muestra los caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero para la línea base y para los cuatro escenarios de cambio climático para el modelo Miroc 32. La Figura muestra que el escenario con mayor incremento con respecto a la línea base es el B1 – 50, seguido por el escenario A2-2050.

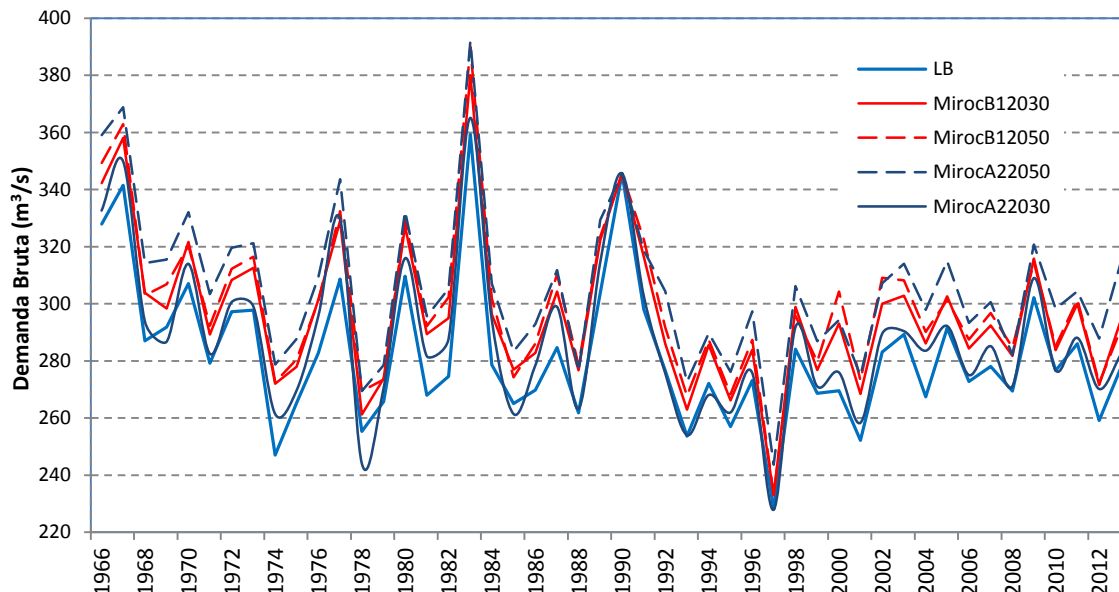


Figura 19. Comparación de la serie de Caudales de la demanda de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Miroc 32 (m^3/s por año).

La comparación mensual de los caudales de la demanda de la línea de base en comparación a los cuatro escenarios de cambio climático del Modelo Miroc 32 medium resolution, se muestra en la Figura 22, el mes que mayor demanda requiere es noviembre, tanto para la línea base como para los ecenaríos de cambio climático. El mes con menor demanda de agua para riego es el mes de junio.

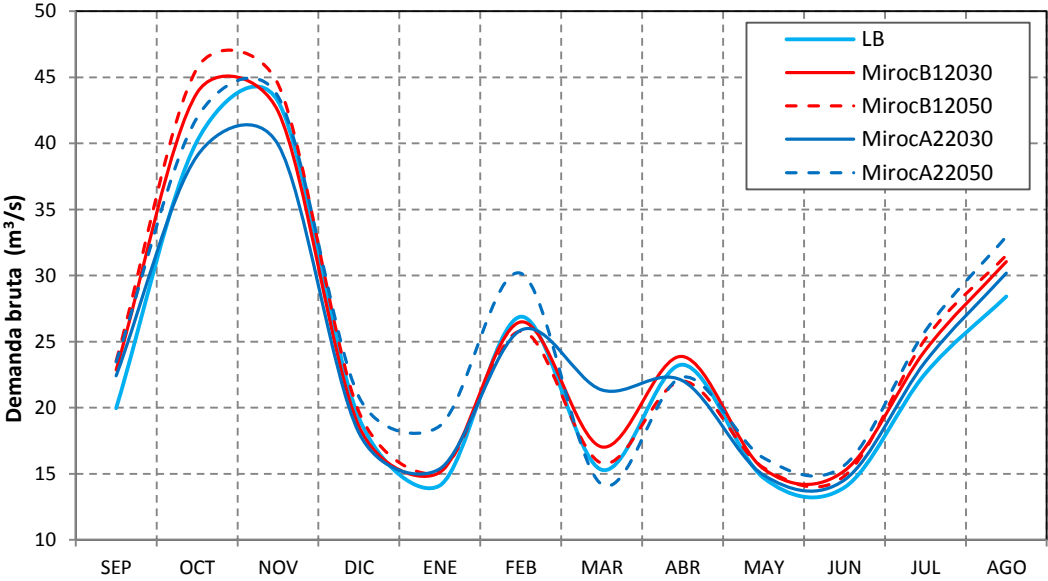


Figura 20. Comparación de la demanda bruta de los sistemas de riego del río Desaguadero de Línea base y de los escenarios de cambio climático del modelo Miroc 32 (m³/s por mes).

La línea evolutiva A2 que es considerada como una de los escenarios críticos (IPCC, 2000) muestra para ambos modelos, que la demanda de agua incrementara 9.2% para el período 2050 (Cuadro 8). Sin embargo destaca el escenario B1-2050 para el modelo Echam 5, con una valor de 11,2% de incremento que es el más elevado. Este incremento se debe no solamente al incremento de temperatura y evapotranspiración de referencia, sino principalmente a la disminución de la precipitación que de -3% en relación a la línea base del escenario B1-2050.

Cuadro 8. Comparación del incremento de la demanda bruta de riego futura [promedio mensual en m³/s] de la Línea Base y los modelos MIROC32 y ECHAM 5, escenarios B1 y A2 para los períodos 2030 - 2050.

Escenario	Línea base	Echam B12030	Echam B12050	Echam A22030	Echam A22050	Miroc B12030	Miroc B12050	Miroc A22030	Miroc A22050
Media	23.5	23.9	26.1	24.0	25.8	24.7	24.9	23.9	25.5
Porcentaje	0	1.8	11.2	2.1	10.0	5.1	6.2	1.9	8.4

Los incrementos de la demanda se deben principalmente al incrementó de las temperaturas máximas y mínimas, así como la relación directamente proporcional que existe con el incremento de la Evapotranspiración. La precipitación reportada, muestra tendencias positivas, sin embargo no logra compensar la demanda atmosférica de la atmosfera y reducir la demanda de los sistemas de riego en el futuro.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Demanda Histórica

En la cuenca del río Mauri Desaguadero existe una gradiente espacial, es decir que la precipitación, humedad relativa media, velocidad del viento es mayor en la parte alta de la cuenca que en la parte baja de la misma. Respecto a la evapotranspiración de referencia e insolación real es inversamente proporcional, es decir que es mayor en la parte baja (Oruro) que en la parte alta de la cuenca (Patacamaya). Los registros meteorológicos de la estaciones de Patacamaya y Oruro muestran que la evapotranspiración de referencia y por lo tanto la demanda de riego, comienza a incrementar desde la década de los 80 debido a los efectos del cambio climático (incremento de la temperatura).

Respecto a los sistemas de riego del río Desaguadero existe un incremento, de 80.4 m³/s para el ciclo hidrológico 1965/1966 a 233 m³/s para el ciclo hidrológico 2012/2013, este incremento se debe a la ampliación de canales en los sistemas de riego, debido a la ocurrencia del fenómeno del niño que provoca sequias en el altiplano, este fenómeno ocurrió en ocho oportunidades desde 1965 siendo la más severa en el año 1986/1987, otra razón es el incremento del ETo a partir de la década de los 90.

Demanda futura

En las dos estaciones meteorológicas analizadas para el estudio de demanda (Patacamaya y Oruro). Los modelos MIROC 32 y Echam 5 para las líneas evolutivas B1 y A2, así como también períodos 2030 y 2050, muestran incremento de la temperatura máxima y mínima, debido a los efectos del cambio climático. En cambio la precipitación pluvial, muestra tendencias variadas. Por ejemplo, las estaciones meteorológicas de Oruro, para el Modelo Echam 5 muestran en general una disminución para los años 2050, sin embargo el mismo modelo muestra incrementos para la estación de Patacamaya. El modelo MIROC 32 muestra incremento de la precipitación pluvial para las dos estaciones climáticas, tanto para la línea evolutiva B1 y A2, así como para los períodos 2030 y 2050.

Los efectos del incremento de las temperaturas máximas y mínimas muestran, que hay una relación directamente proporcional con los incrementos de la evapotranspiración de referencia, el incremento más notable se registro en la estación de Patacamaya para el Modelo Echam 5 escenario A2 – 2050.

Las altas tasas de la evapotranspiración de referencia y variado comportamiento de la precipitación pluvial, muestran que habrá un incremento significativo de la demanda de agua en los sistemas de riego de la cuenca Mauri Desaguadero. El incremento más notable es de 11% para el Modelo Echam 5 escenario B1 2050.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Los escenarios de cambio climático muestran que la demanda de agua de los sistemas de riego van a incrementar en los periodos 2030 y 2050, razón por la cual se deben adoptar medidas relacionadas a:

- ❖ Mejorar la gestión y manejo del agua en los sistemas de riego.
- ❖ Mejorar la eficiencia de captación, conducción y aplicación de los sistemas de riego del río Desaguadero.
- ✓ Realizar análisis de otros escenarios futuros, por ejemplo aquellos que tomen en cuenta, el supuesto de que incrementará el área de riego por la producción de cultivos rentables como la quinua y las forrajeras para la producción ganadera.

7 BIBLIOGRAFIA

Allen, R. G. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Vol. 56). Food & Agriculture Org..

Allen, R. G. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Vol. 56). Food & Agriculture Org.

AMARGO-BRAVO, Adriana y GARCIA-CUETO, Rafael O. Evaluación de dos Modelos de Reducción de Escala en la Generación de Escenarios de Cambio Climático en el Valle de Mexicali en México. *Inf. tecnol.* [online]. 2012, vol.23, n.3, pp. 11-20. ISSN 0718-0764.

Andrade, M. (2014) “La economía del cambio climático en Bolivia: validación de modelos climáticos. Documento elaborado para el proyecto ERECC-Bolivia de BID/CEPAL.

Arenas J., C. (2014) “La economía del cambio climático en Bolivia: impactos de eventos extremos sobre infraestructura y producción agropecuaria.” Documento elaborado para el proyecto ERECC-Bolivia de BID/CEPAL.

Buytaert, W., Iñiguez, V., Celleri, R., De Bièvre, B., Wyseure, G., & Deckers, J. (2006). Analysis of the water balance of small páramo catchments in south Ecuador. In *Environmental role of wetlands in headwaters* (pp. 271-281). Springer Netherlands.

Calvo, N. (2014) “La economía del cambio climático en Bolivia y cambios en la demanda hídrica. Documento elaborado para el proyecto ERECC-Bolivia de BID/CEPAL.

Castel, A. P., & Perez, J. (2010). *Determinación de las áreas de riego Cuenca Desaguadero*. La Paz, Bolivia: Agua-Sustentable.

de Oca, I. M. (1995). Geografía y clima de Bolivia. *Bull. Inst. fr. études andines*, 24(3), 357-368.

Escobar, M., Lima, N., Purkey, D., Yates, D., Forni, L. (2013). Modelación hidrológica y escenarios de cambio climático en cuencas de suministro de agua de las ciudades La Paz y El Alto. Bolivia. *Aqua-LAC* - Vol. 5 - Nº 2 - Set. 2013. pp. 23 – 34.

Garcia, M. (2012). Informe final COMPONENTE AGROCLIMATICO: Proyecto Adapting to Climate Change in the Bolivian Andean communities depending on Tropical glaciers. Agua Sustentable.

García, M. (sf). Cambio climático en el altiplano boliviano y producción de quinua, percepciones y realidades.

García, M. Yujra, E., Rojas Khaterine. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. (2013). Técnicas de DOWNSCALING estadístico para evaluar el impacto del cambio climático en zonas productoras de quinua. In Congreso Científico de la Quinoa. La Paz (Bolivia). 14-15 Jun. 2013.

García, M., Raes, D., Jacobsen, S. E., & Michel, T. (2007). Agroclimatic constraints for rainfed agriculture in the Bolivian Altiplano. *Journal of arid environments*, 71(1), 109-121.

Geerts, S., Raes, D., García, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., ... & Taboada, C. (2008). Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (< i> Chenopodium quinoa</i> Willd.). *European journal of agronomy*, 28(3), 427-436.

Hernández, D., & Molina G. sf. Informe Preliminar: Selección y Análisis de Modelos Climáticos Globales futuros para escenarios de cambio climático propuestos por el IPCC. Agua Sustentable.

IPCC (2000). "Escenarios de Emisiones", Informe especial del Grupo de Trabajo III, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Maenza, R. A., Compagnucci, R. H., & Ariztegui, D. RESPUESTA DEL MODELO ECHO-G AL CLIMA DE PATAGONIA.

Maldonado, R., & Calle, S. (1998). Comportamiento de las precipitaciones en el Sector del Lago Titicaca (Bolivia) durante El fenómeno El Niño. Bulletin de l'Institut français d'études Andins, 27(3), 699-707.

Maldonado, T., & Alfaro, E. (2012). Revisión y comparación de escenarios de cambio climático para el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60, 83-112.

Molina, J. y Cruz, R. (2008). Escenarios de uso y asignación del agua en la cuenca de los ríos Mauri y Desaguadero, Informe Final. La Paz, 146 p.
Ón de

Ontiveros, M., Á (2014). La economía del cambio climático en Bolivia: impactos en los recursos hídricos. Documento elaborado para el proyecto ERECC-Bolivia de BID/CEPAL.

Raes, D., & MUNOZ, G. (2009). The ETo Calculator. *Reference Manual Version*, 3.

Raes, D. (2009). ETo Calculator: Evapotranspiration from a reference surface. Reference manual- (Version 3.1). FAO Publication.

Rehana, S., Mujumdar., P. (2012). Regional impacts of climate change on irrigation water demands. Hydrol. Process. (2012).

Salazar. C., Rojas. L., Lillo. A., Aguirre. E. (2000). Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales en el Norte de Chile. En Revista Vertiente. Santiago.

Salazar, D. (2011). Estudio de la demanda de agua de bofedales y sistemas de riego de la Cuenca Desaguadero. Proyecto cuencas transfronterizas. Agua Sustentable.

Seiler, C., Hutjes, R. W. A., Kruijt, B., & Hickler, T. (2015). The sensitivity of wet and dry tropical forests to climate change in Bolivia. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*.

Villarroel, E., & Perez, J. (2007). INFORME DE MAPEO DE DERECHOS EN LA CUENCA MAURI – DESAGUADERO. Agua Sustentable La Paz, Bolivia.

Yuque W. & Molina J. (2013). Tratamiento y Análisis de datos Climáticos del Sistema T.D.P.S. Informe Final. La Paz: Agua Sustentable, 159p.

8 ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de temperatura máxima, mínima, velocidad del viento, humedad relativa e insolación real de las estaciones de Patacamaya y Oruro

Fecha	Patacamaya					Oruro				
	T max	Tmin	Viento	HR	Insolacion	T max	Tmin	Viento	HR	Insolacion
	oC	oC	m/s	%	Hr	oC	oC	m/s	%	Hr
01/09/1965	19.5	0.9	4.2	53.5	8.3	16	-2.5	2.6	38.7	9.4
01/10/1965	25.4	2.9	4	52.7	8.1	19.6	-1.9	2.6	37.5	9.5
01/11/1965	25	4.6	3.7	53.4	7.6	20	1.4	2.7	39.5	9.4
01/12/1965	24.5	6.4	3.7	59.3	6.4	19.3	4.3	2.8	47.1	7.5
01/01/1966	26	6.2	3.4	67.6	5.4	20.7	4.1	2.6	56.3	6.8
01/02/1966	24.1	6.4	3.2	67.3	6.5	19.9	4.1	2.4	57.1	7.5
01/03/1966	23.5	4.5	3.2	65.4	6.7	19.5	2.9	2.3	53.9	7.6
01/04/1966	20.9	-0.4	3.1	59.2	8	17.6	-2.6	1.8	46	9.6
01/05/1966	16.2	-1.8	2.6	50.7	8.9	15	-5.9	1.5	38.8	10.4
01/06/1966	14.7	-5.5	2.7	50.7	8.8	13.9	-11	1.4	37.2	10.8
01/07/1966	15.8	-5.5	3.2	51	8.9	14.6	-11.8	1.7	36.7	10.4
01/08/1966	18.3	-2.4	3.8	51.1	8.7	16.3	-8.8	2.1	36.6	10.2
01/09/1966	21.8	0.6	4.2	53.5	8.3	19	-4.6	2.6	38.7	9.4
01/10/1966	24.3	4.3	4	52.7	8.1	20.2	1.1	2.6	37.5	9.5
01/11/1966	26.5	4.7	3.7	53.4	7.6	19.2	1.7	2.7	39.5	9.4
01/12/1966	24.2	6.7	3.7	59.3	6.4	20.4	3.3	2.8	43	7.5
01/01/1967	25.9	6.2	3.4	67.6	5.4	21.1	3	2.6	40	6.8
01/02/1967	22.9	5.9	3.2	67.3	6.5	19.8	4.7	2.4	50	7.5
01/03/1967	22.3	5.6	3.2	65.4	6.7	18.8	3.9	2.3	55	7.6
01/04/1967	19.8	2.6	3.1	59.2	8	19.3	0.4	1.8	40	9.6
01/05/1967	16.3	-0.4	2.6	50.7	8.9	17.5	-3.7	1.5	38	10.4
01/06/1967	14.7	-3.2	2.7	50.7	8.8	15.5	-8.3	1.4	33	10.8
01/07/1967	13.5	-4	3.2	51	8.9	14.6	-9.4	1.7	30	10.4
01/08/1967	14.8	-1.1	3.8	51.1	8.7	16.2	-5.3	2.1	34	10.2
01/09/1967	17.3	2.2	4.2	53.5	8.3	17.7	-0.8	2.6	41	9.4
01/10/1967	20.3	3.5	4	52.7	8.1	19.3	0.4	2.6	38	9.5
01/11/1967	24.1	3.7	3.7	53.4	7.6	21.5	-0.4	2.7	29	9.4
01/12/1967	20	5.2	3.7	59.3	6.4	17.4	3.3	2.8	49	7.5
01/01/1968	16.8	3.3	2.6	59.9	5.4	19.2	3.8	2.6	47	6.8
01/02/1968	14.4	4.4	0.6	79.4	6.5	16.5	4.9	2.4	65	7.5
01/03/1968	16	2.6	1.1	68.5	6.7	17.3	3.4	2.3	52	7.6
01/04/1968	15.9	-1.2	0.9	62.4	8	17.5	-1.3	1.8	38	9.6
01/05/1968	14.7	-4	1.8	53.6	8.9	15.4	-4.1	1.5	40	10.4
01/06/1968	14.4	-5.6	2.1	52.6	8.8	14.8	-6.8	1.4	40	10.8
01/07/1968	14.7	-7.5	2.7	51.7	8.9	15	-8.9	1.7	33	10.4
01/08/1968	15.9	-6.1	2.9	51.3	8.7	15.9	-7.4	2.1	34	10.2
01/09/1968	16.8	-2.6	3.1	47.8	8.3	18	-3.5	2.6	33	9.4
01/10/1968	18.5	0.8	4.2	48.5	8.1	20.3	-0.3	2.6	31	9.5
01/11/1968	16.7	3.4	2.2	61.7	7.6	18	2.7	2.7	48	9.4

01/12/1968	18.5	3.2	2.2	80.4	6.4	19.9	3.5	2.8	45	7.5
01/01/1969	15.4	4	2.5	69.3	5.4	17.1	4.2	2.6	60	6.8
01/02/1969	17.5	4.1	3.2	79.7	6.5	19	5.3	2.4	56	7.5
01/03/1969	19.4	3	3.2	66.3	6.7	20.5	3.9	2.3	47	7.6
01/04/1969	19	1.2	3.1	54.3	8	19.9	-0.1	1.8	39	9.6
01/05/1969	17.5	-4.6	2.6	45.9	8.9	17.7	-6.6	1.5	33	10.4
01/06/1969	15.5	-8.4	2.7	50.2	8.8	15.3	-8.8	1.4	36	10.8
01/07/1969	15.4	-7.6	3.2	50.5	8.9	16.2	-9.8	1.7	31	10.4
01/08/1969	15.8	-6.7	3.8	50.5	8.7	17.1	-9.1	2.1	29	10.2
01/09/1969	17.6	-1.4	4.2	50.8	8.3	19.3	-3.6	2.6	31	9.4
01/10/1969	19.8	-0.9	4	48.6	8.1	21.4	-2.3	2.6	28	9.5
01/11/1969	20.3	1.2	3.7	49.7	7.6	21.8	1.9	2.7	32	9.4
01/12/1969	19.1	3.3	3.7	58.3	6.4	20.5	3.3	2.8	42	7.5
01/01/1970	17.1	3.4	3.4	67.7	5.4	18.7	4	2.6	56	6.8
01/02/1970	16.9	3.7	3.2	69.4	6.5	17.7	4.4	2.4	57	7.5
01/03/1970	15.5	3.5	3.2	74.8	6.7	17.9	3.7	2.3	54	7.6
01/04/1970	17.4	2.9	3.1	84.6	8	18.4	0.8	1.8	44	9.6
01/05/1970	16.3	-4	2.6	63.6	8.9	17.3	-4.8	1.5	37	10.4
01/06/1970	15.7	-6.3	2.7	52.9	8.8	16	-8.2	1.4	33	10.8
01/07/1970	15	-8	3.2	59.7	8.9	15.6	-8.6	1.7	32	10.4
01/08/1970	16	-4.7	3.8	63.4	8.7	17.7	-7.9	2.1	28	10.2
01/09/1970	17	-1.3	4.2	60.4	8.3	18.5	-3.5	2.6	34	9.4
01/10/1970	18.5	-0.8	4	58.1	8.1	20.6	-0.6	2.6	30	9.5
01/11/1970	18.8	1.9	0.9	53.4	7.6	20.9	0.2	2.7	26	9.4
01/12/1970	16.6	4.3	0.7	74.5	6.4	18.6	3.4	2.8	49	7.5
01/01/1971	17.5	3.1	0.8	76.1	5.4	19	4.2	2.6	50	6.8
01/02/1971	15.1	2.9	0.7	87.2	6.5	16.2	4.4	2.4	65	7.5
01/03/1971	17.9	2.4	0.8	66.4	6.7	19.6	3.5	2.3	52	7.6
01/04/1971	17.5	-0.9	0.9	50.3	8	18.2	-0.3	1.8	45	9.6
01/05/1971	16.2	-6.3	0.8	42.7	8.9	16.1	-6.5	1.5	37	10.4
01/06/1971	14.9	-6.1	1	44.6	8.8	14.1	-7.7	1.4	35	10.8
01/07/1971	15	-8.8	1.2	51.6	8.9	15.2	-10.3	1.7	31	10.4
01/08/1971	16.4	-6.3	1.3	52.9	8.7	16.3	-8.4	2.1	34	10.2
01/09/1971	18.3	-4.1	1.3	50.5	8.3	18.6	-6	2.6	30	9.4
01/10/1971	17.7	-1.8	1.1	54.9	8.1	17.9	-3.4	2.6	34	9.5
01/11/1971	17.8	0.8	1	52	7.6	18.6	0.6	2.7	36	9.4
01/12/1971	17.8	3.2	1	58.7	6.4	19.5	3.6	2.8	49	7.5
01/01/1972	16.8	3.1	3.4	63.4	5.4	17.3	4.5	2.6	58	6.8
01/02/1972	16	2.6	2.2	60.7	6.5	17.7	3.9	2.4	50	7.5
01/03/1972	18.6	2.8	1.9	68.7	6.7	19.1	3.9	2.3	54	7.6
01/04/1972	17.6	-0.5	3.1	70.8	8	19	-0.7	1.8	39	9.6
01/05/1972	16.3	-4.5	2.6	56.3	8.9	17.4	-6.3	1.5	33	10.4
01/06/1972	14.8	-8.1	2.7	52.9	8.8	15.5	-11.4	1.4	28	10.8
01/07/1972	16.9	-5.6	3.2	59.5	8.9	16.6	-8.5	1.7	29	10.4
01/08/1972	17	-4.9	3.8	51.2	8.7	17.1	-7.1	2.1	28	10.2

01/09/1972	17.3	-0.6	4.2	53.8	8.3	18.3	-2.4	2.6	30	9.4
01/10/1972	19.6	-1.3	4	47.4	8.1	19.9	-0.7	2.6	37.5	9.5
01/11/1972	19.9	2.6	3.7	62.1	7.6	21.5	3	2.7	39.5	9.4
01/12/1972	18.7	3.7	3.7	75.9	6.4	19.9	4.3	2.8	47.1	7.5
01/01/1973	18.3	4.6	3.4	82.5	5.4	19.4	5.5	2.6	56.3	6.8
01/02/1973	18.7	4.7	3.2	66.8	7.5	20.2	5.3	2.4	57.1	7.5
01/03/1973	18	4.7	3.2	73.7	6	20	4.9	2.3	54	7.6
01/04/1973	17.9	2.2	3.1	60.2	7	19.5	2.5	1.8	45	9.6
01/05/1973	17.5	-0.8	2.6	63.7	8.1	17.6	-3.5	1.5	34	10.4
01/06/1973	15.7	-4.5	2.8	58.5	8.9	16	-9.4	1.4	26	10.8
01/07/1973	15.2	-7	3.1	53.5	8.9	15.4	-8.6	1.7	28	10.4
01/08/1973	16.3	-3.9	4.5	59.7	8.7	15.9	-6	2.1	31	10.2
01/09/1973	16.6	-0.7	6.7	58.4	8.3	18.3	-1.7	2.6	36	9.4
01/10/1973	19.2	1.7	5	54.3	8.1	21.1	1.1	2.6	33	9.5
01/11/1973	20.2	2.9	4.5	51.5	7.6	22.2	2.8	2.7	33	9.4
01/12/1973	18.9	3.1	4.6	56.2	6.4	20.6	2.8	2.8	41	7.5
01/01/1974	15.2	4.7	5.2	73.7	4.4	17.3	5.4	2.6	65	6.8
01/02/1974	15.3	4.7	3.8	75.2	5	17.1	5.4	2.4	71	7.5
01/03/1974	17.1	2.9	3.3	68.7	7.8	19.5	3.3	2.3	54	7.6
01/04/1974	16.9	1.9	2.4	73.7	7.1	18.2	1.9	1.8	52	9.6
01/05/1974	17.7	-5.3	1.9	54.3	9.8	17.5	-7	1.5	31	10.4
01/06/1974	15.8	-6.1	2.2	48.8	8.6	15.5	-8.9	1.4	29	10.8
01/07/1974	16.8	-5	1.4	49.2	9	17.1	-7.2	1.7	33	10.4
01/08/1974	14.4	-2.8	3.4	61.9	6.8	13.9	-4.4	2.1	49	10.2
01/09/1974	17.7	-1.8	5.9	48.7	8	18.4	-1.9	2.6	35	9.4
01/10/1974	18.6	0.4	3.6	48.9	6.7	19.7	-0.7	2.6	34	9.5
01/11/1974	21.4	1.2	3.8	40.1	8	21.2	1.6	2.7	32	9.4
01/12/1974	19.2	3	3.6	51.7	5.4	19	3.5	2.8	45	7.5
01/01/1975	16.8	2.9	3.4	64.6	4.9	17.7	4.6	2.6	31	5.5
01/02/1975	16.2	4.4	2.7	71.3	4.3	17.7	5.8	2.4	61	4.4
01/03/1975	16.5	3	4.1	62.3	6.1	18.3	4.5	2.3	46	6.4
01/04/1975	18.4	-0.5	2.6	48	8.1	19.4	0.7	1.8	42	8.3
01/05/1975	16.9	-2.7	2.3	50.6	7.8	16.9	-4	1.5	42	8.5
01/06/1975	14.9	-4.1	1.9	49.9	7.5	14.9	-6	1.4	45	10.8
01/07/1975	15	-9	2.8	41.6	8.9	14.6	-10.8	1.7	34	10.8
01/08/1975	17.3	-5	4.3	41.9	8.7	17.3	-7.3	2.1	28	10.2
01/09/1975	16.8	-0.6	4.2	47	7.4	18	-2.3	2.6	40	8.6
01/10/1975	18.4	0.2	2.5	39.7	8	18.9	-0.7	2.6	34	9
01/11/1975	20.6	0.9	2.8	39.6	7.4	21.3	0.1	2.7	31	9.2
01/12/1975	18	3.8	4.2	58.4	4.8	18.4	4.3	2.8	46	6.5
01/01/1976	15.4	4.6	3.5	69.7	3.9	16.8	5.1	2.6	58	4.9
01/02/1976	17.4	4.3	3.9	59.9	6.3	18.5	4.6	2.7	46	7.1
01/03/1976	18.4	3.5	2.6	55	6.9	19	3.6	2.7	45	7.4
01/04/1976	18.4	-1.2	2.3	42.4	8.6	18.5	-1.4	1.8	34	10.6
01/05/1976	17	-4.6	1.7	38	8.7	15.7	-6.1	2.2	34	10.4

01/06/1976	16.2	-6.5	1.2	36.3	9	15	-9.2	1.9	32	10.8
01/07/1976	16.3	-5	3.3	44.1	8.8	15.1	-6.8	0.9	38	10.4
01/08/1976	16.2	-4.3	4.1	39.6	8	15.7	-4.8	3.9	34	10.2
01/09/1976	15.7	0.1	3.6	48.5	7	15.4	-0.9	4.3	41	9.4
01/10/1976	20.8	1.3	3.7	23.6	9.1	19.7	-2.2	2.5	29	9.5
01/11/1976	20.9	2.1	3.9	26.8	7.8	19.6	-0.4	3.4	29	9.8
01/12/1976	20.5	3.5	3.6	42.2	6.5	19.7	2.9	3.6	36	7.7
01/01/1977	19.9	4	3	42.6	7.6	19.7	3.6	2.9	37	8.5
01/02/1977	19	5.2	2	52.8	5.6	17.7	5.2	3.5	50	5.7
01/03/1977	17.7	4.2	2.8	59.1	5.5	17.7	5	2.9	51	8.4
01/04/1977	19.6	-0.3	2.6	39.9	8.5	19.1	-0.8	2.4	34	10.4
01/05/1977	17.1	-4	2	34.5	8.5	15.6	-5.2	1.9	34	10.2
01/06/1977	16.5	-8.4	2	24.9	9.4	14	-10.2	1.4	39	11.2
01/07/1977	17	-5.4	2.3	39.3	8.3	15.7	-8.2	2.1	39	9.6
01/08/1977	18.4	-5.5	4.3	25.1	9.3	17	-6.6	3.4	32	11.1
01/09/1977	18.4	-0.3	2.7	40.2	8.3	17.7	-1	3.1	37	9.7
01/10/1977	19.7	1.4	3.2	37.6	7.8	19.3	0.9	3.3	35	9.9
01/11/1977	19.3	4.4	3.1	47.3	6.7	18.7	4.6	3.9	43	7.8
01/12/1977	18.3	4.2	2.4	52	6.1	17.7	4.3	3.3	42	7.6
01/01/1978	17.8	5.1	1.9	58.1	5.7	16.7	5.2	3.2	55	6.4
01/02/1978	18.4	4.9	1.8	59.3	6.2	17.3	4.8	2.4	47	7.8
01/03/1978	18.2	3.6	2.4	54.9	7	17.4	4	2.3	42	8.2
01/04/1978	18.6	1.2	1.7	46.9	8	17.3	1.2	1.8	45	8.1
01/05/1978	18.3	-4.6	0.9	32.5	8.8	15.7	-5.9	1.5	38	10.8
01/06/1978	17	-5.9	2	29.5	8.5	14.2	-8.8	1.4	33	10.8
01/07/1978	16.4	-7.1	2.1	29.1	9.2	13.9	-10	1.7	39	10.8
01/08/1978	16.8	-2.4	1	41.1	8.4	15.5	-4.2	2.1	42	10.4
01/09/1978	17.8	-3.4	2.9	33.9	8.7	16.8	-4.8	2.6	34	10.4
01/10/1978	19.4	-0.3	2.7	31.9	8.3	18.5	-0.4	2.6	33	10.7
01/11/1978	18.8	4	3.3	47.6	6.4	18.9	3.2	2.7	45	8.5
01/12/1978	18.4	4.9	2.4	56.5	5.9	17.7	4.6	2.8	55	4.6
01/01/1979	15.3	5.2	2.6	71.6	3.8	15.2	5.3	2.6	65	3.9
01/02/1979	18	4.8	1.8	57.8	7.5	18.2	5	2.4	52	9
01/03/1979	17.4	4.6	3.5	64.2	6.2	17.1	4.5	2.3	60	7.4
01/04/1979	17.9	0.8	2	50.8	7.9	17.1	0.5	1.8	47	9.6
01/05/1979	18.5	-4.2	2.4	35.2	9.1	15.8	-6	1.5	42	10.8
01/06/1979	17.9	-4.5	2.7	36.3	8.7	15.6	-6.6	1.4	41	10.9
01/07/1979	16.2	-5.7	4.4	39.5	8.3	13.8	-7.7	1.7	45	10.4
01/08/1979	18.2	-5.9	4.8	32.7	8.9	16	-7.4	2.1	41	10.9
01/09/1979	19.5	-2.2	4.4	32.9	8.1	18.3	-4.1	2.6	38	10.1
01/10/1979	18.8	1.6	5.7	43	7.3	18.7	1.3	2.6	39	9.2
01/11/1979	20.9	2.6	4.2	37.5	8.3	20.5	2.1	2.7	40	10.2
01/12/1979	18.2	4.8	3.7	55.6	5	17.4	2.3	2.8	56	6.6
01/01/1980	18.8	4.6	3.8	53.3	7.2	19.4	1.1	2.6	46	9.8
01/02/1980	19.1	4	4.6	50.2	7.6	18.6	1.7	2.4	48	9.6

01/03/1980	16.9	4.7	3.1	62.5	5.9	17.4	4	2.3	62	6.1
01/04/1980	19	-1.1	3.3	39.7	8.5	18.4	-1.7	1.8	42	10.6
01/05/1980	18.1	-4.5	1.8	29.7	9.1	16.7	-7.1	1.5	37	11.3
01/06/1980	17.8	-5.8	2.8	34.3	9.3	15.9	-9.4	1.4	37	11
01/07/1980	16	-2.9	2.9	45	7.7	14.9	-5.5	1.7	43	9.1
01/08/1980	17.3	-3.3	5.1	42.2	8.3	16.8	-6	2.1	38	9.6
01/09/1980	16.6	-0.4	5.2	46.1	7.6	16.7	-0.9	2.6	44	9.3
01/10/1980	19.1	3.1	4	47.5	7.4	19	2.9	2.6	47	8.4
01/11/1980	21.3	2.4	4.4	38.6	8.2	21.5	1.6	2.7	32	10.6
01/12/1980	19.6	2.5	3.8	48.8	7.2	20.2	1.6	2.8	34	9.1
01/01/1981	17.9	5.3	3.1	66.2	5.3	18	5.4	2.6	65	5.9
01/02/1981	17.1	4.7	3.3	66.2	5.2	16.7	5.3	2.4	64	6.4
01/03/1981	17.3	4	4.2	64.7	6.7	17.4	3.4	2.3	56	7.3
01/04/1981	17.5	-0.9	2.6	50.2	7.7	17	-2	1.8	45	9.3
01/05/1981	18.1	-4.9	1.9	43.3	9.1	16.5	-6.4	1.5	40	10.9
01/06/1981	16.2	-9.5	3.3	45.2	9.3	14.4	-10.1	1.4	35	10.9
01/07/1981	16.8	-9.6	2.8	41.8	9.4	14.8	-10.2	1.7	35	11.4
01/08/1981	15.9	-3.8	3.4	53.1	7.6	14.9	-3.8	2.1	42	8.8
01/09/1981	16.5	-1.4	4	53.4	7.3	15.1	-2.4	2.6	45	9.1
01/10/1981	19.6	1.2	5.6	54.4	7.1	18.7	1.2	2.6	41	9
01/11/1981	20.7	3.5	5.9	51.9	7.5	20.2	2.6	2.7	42	9.7
01/12/1981	19.8	4.9	4.7	58.2	6.4	19.4	4.9	2.8	49	7.2
01/01/1982	17.4	4.6	5.2	65.3	6	16.7	5.3	2.6	62	7.2
01/02/1982	19.8	3.4	4.5	57.6	7.3	18.8	4.3	2.4	50	9.1
01/03/1982	18.5	3.7	4.9	63.5	6.1	17.1	5	2.3	61	6.8
01/04/1982	18	-0.1	3.8	53.2	8.2	16.8	0.5	1.8	54	9.8
01/05/1982	18	-6.9	4.6	40.4	9.1	14.6	-6.7	1.5	37	11.2
01/06/1982	16.7	-8	5.5	44.9	8.8	13.3	-8.9	1.4	35	10.7
01/07/1982	17.5	-7	5.7	42.9	8.5	14.3	-8.3	1.7	36	10.6
01/08/1982	18.1	-5.2	4.6	45.8	8.8	15.9	-4	2.1	33	10.2
01/09/1982	18	-2.3	6.4	45.8	7.8	16.2	-0.1	2.6	43	9.1
01/10/1982	19.1	2.1	4.3	44.7	7.5	19.2	2.1	2.6	41	9.1
01/11/1982	20.2	3.6	4.6	45.6	6.6	20.6	4.9	2.7	41	8.9
01/12/1982	20.9	3.2	4.3	42.2	7.7	20.4	4.8	2.8	37	10
01/01/1983	21.8	3.8	4.3	43.1	6.9	21.9	6	2.6	44	9.3
01/02/1983	20.8	4.3	3.5	47	7.4	20.3	6.1	2.4	51	8.8
01/03/1983	22.9	3.2	3.6	40.1	8.3	22.4	4.2	2.3	53.9	10.1
01/04/1983	20.7	1.9	2.5	43.2	7.9	20.9	1.3	1.8	41	9.8
01/05/1983	18.5	-2.7	2.7	37.2	8.5	17.3	-5.7	1.5	33	9.6
01/06/1983	17.4	-5.7	4.9	39	8.3	15.8	-8.3	1.4	31	10
01/07/1983	18.3	-5.9	3.4	38.6	9.2	16.8	-8.6	1.7	29	10.9
01/08/1983	18.5	-3.1	5.4	41.2	8.8	17.2	-4.7	2.1	37	10.4
01/09/1983	18.2	-0.4	4.7	44.1	6.9	17.8	-1.4	2.6	35	9.2
01/10/1983	19.6	-0.1	5.3	45.1	8	19.9	0.1	2.6	33	10.4
01/11/1983	20.9	0.1	5.8	39	7.7	21	-0.1	2.7	30	10.2

01/12/1983	19.9	3.3	5.9	49	6.6	20.5	3.7	2.8	41	8.4
01/01/1984	14.8	4.4	4.7	69.8	3.4	15	5.4	2.3	69	6.8
01/02/1984	15.6	4.6	5.5	60.3	4.3	15	5.1	2.6	69	7.5
01/03/1984	17.3	4.1	3.2	58	5.6	16.3	5.7	2.9	65	7.6
01/04/1984	18.4	0.4	3.5	53.2	8.2	17.2	1.6	2.1	58	9.6
01/05/1984	18.9	-3.2	3.4	43.7	8.7	17	-4.3	1.5	32	10.4
01/06/1984	16.8	-4.6	5.2	46.4	8.4	14.9	-5.1	2.3	37	10.8
01/07/1984	15.5	-6.9	6.3	39.9	8.9	14.4	-7.6	2	31	10.4
01/08/1984	15.9	-7.1	7.5	44	8.5	14.7	-5.9	2.9	37	10.2
01/09/1984	17.8	-6.6	5.9	39.3	8.6	17.2	-4.4	3.3	30	9.4
01/10/1984	18.9	1.4	4	49.5	6.3	19.4	2.9	3.7	43	9.5
01/11/1984	17.9	4.4	3.7	53.7	6.6	18.4	4.7	4.9	49	9.4
01/12/1984	18.5	4.3	3.7	51.7	6.8	17.7	4.4	2.8	49	7.5
01/01/1985	16.2	4.1	2.4	64.2	5.4	16.2	4	3.6	62	6.8
01/02/1985	15.5	4.4	1.9	67.9	5.4	15.2	4.8	3.5	71	7.5
01/03/1985	18.1	3.9	4.2	65.4	6.8	17	3.6	3.1	57	7.6
01/04/1985	17	-0.1	3.5	57.7	6.6	16.7	1.7	3.4	57	9.6
01/05/1985	17	-4.3	2.9	48.5	7.8	16.7	-2.3	1.5	50	10.4
01/06/1985	15.3	-6.2	2.5	48.6	7.7	14.3	-4.8	3.3	42	10.8
01/07/1985	15.2	-9.2	2.4	45.6	8.8	14.3	-8.7	3.2	34	10.4
01/08/1985	16.7	-6	5.4	44.5	8.6	17.1	-6.3	4.1	33	10.2
01/09/1985	15.7	-0.7	4.1	59.5	6.9	16.2	-0.6	3	50	9.4
01/10/1985	18.8	-2.2	4.6	43.5	8.1	19.3	-0.4	4.5	35	9.5
01/11/1985	17.2	1.3	4.2	53.4	5.1	16.8	3.3	3.6	58	9.4
01/12/1985	17.7	3.5	3.9	59.3	5.4	17.2	4.8	3.5	64	7.5
01/01/1986	17.4	4	3.5	69.3	6.9	19.3	4.7	4.5	61	6.8
01/02/1986	17.1	4.3	4.2	67.6	5.2	18	3.9	4.1	64	7.5
01/03/1986	16.8	4.2	3.7	71.7	5.5	18	3.9	3.3	64	7.6
01/04/1986	17.3	1.1	4.1	63.8	7.4	18.9	0.7	2.9	56	9.6
01/05/1986	16.5	-4.8	4.4	45.5	9	16.4	-6	2.4	44	10.4
01/06/1986	16.9	-8.2	2.8	44.2	9.4	15.8	-9.3	2.1	37	10.8
01/07/1986	15	-8.2	3.5	49.4	9	13.3	-9.9	2.2	35	10.4
01/08/1986	14.4	-4.5	3.1	61.7	8.2	15.7	-6.5	3.2	39	10.2
01/09/1986	17.1	-0.8	4.5	56.6	8	16.8	-1.9	2.7	44	9.4
01/10/1986	18.9	-0.2	3.6	50	9.4	18.1	-0.1	3.8	38	9.5
01/11/1986	20.1	2.1	4.7	63.3	9	19.8	2.5	3.9	43	9.4
01/12/1986	16.3	4.5	4.2	72.3	6.2	17.8	4.5	3.6	61	7.5
01/01/1987	15.9	6.1	3.9	76.8	4.8	17	5.9	3.4	69	6.8
01/02/1987	17.7	3.3	4.1	62.9	8.7	20	2.5	3.5	33	7.5
01/03/1987	18.1	2.6	3.8	59.4	7.8	18.8	3.1	3.2	55	7.6
01/04/1987	18.9	-0.1	3.1	57.1	7.8	19.1	-0.4	2.4	50	9.6
01/05/1987	18.1	-2.6	3.7	48.6	8.3	17	-4.5	2.5	45	10.4
01/06/1987	15.5	-4.4	3.6	54.6	8.7	14.2	-7.2	1.8	49	10.8
01/07/1987	15.3	-4.4	3.9	55	8.8	13.7	-6.2	2.3	51	10.4
01/08/1987	18.6	-4.8	3.5	48.1	9.7	16.6	-6.8	1.2	38	10.2

01/09/1987	17.7	-2.7	5.9	53.9	9	17.3	-3.1	2.7	39	9.4
01/10/1987	17.6	0.7	4.1	54.3	8.4	18.3	1.1	2.3	45	9.5
01/11/1987	18.5	4.9	5	60.3	7.3	19.5	3.7	3.6	50	9.4
01/12/1987	20.5	3.7	4.2	52.2	8.5	21.1	2.2	3.4	44	7.5
01/01/1988	17.6	5.6	3.8	69.3	5.9	18.6	4	2.6	63	6.8
01/02/1988	17.6	4.2	4.1	65.9	7.7	18.7	3	2.4	61	7.5
01/03/1988	16.4	5.3	4	74.8	5.1	16.9	4.3	2.3	70	7.6
01/04/1988	17.1	2.7	5	67	7.5	16.7	1.6	1.8	65	9.6
01/05/1988	16.5	-1.3	2.6	55.9	8.3	15.7	-3.8	1.5	53	10.4
01/06/1988	15.7	-6.9	3.1	58.9	9.7	14.5	-9.6	1.4	48	10.8
01/07/1988	16.2	-5.9	3.4	53.7	9.5	15.7	-8.9	1.7	46	10.4
01/08/1988	18.6	-3.8	3.7	41	10.3	18	-6.7	2.1	37	10.2
01/09/1988	17.8	-0.1	5.3	61.5	8.1	18.3	-2.3	2.6	35	9.4
01/10/1988	19.5	0	5.1	49.2	9.4	18.6	-1.4	2.6	36	9.5
01/11/1988	19.7	2.2	4.1	56.5	9.4	19.8	0.9	2.7	26	9.4
01/12/1988	19.1	3.7	4.9	66.1	5.9	19.2	4	2.8	32	7.5
01/01/1989	17.4	4.5	4.8	68.3	6.5	18.3	4.1	2.6	54	6.8
01/02/1989	17.4	3.4	2.9	72.2	6.3	17.9	4	2.4	58	7.5
01/03/1989	17.5	4	4.2	69.9	5.8	17.9	3.2	2.3	60	7.6
01/04/1989	15.9	2.8	3.7	67.4	7	16.5	1	1.8	58	9.6
01/05/1989	17.3	-3.8	3	50.7	8.9	16.1	-4.9	1.5	48	10.4
01/06/1989	15.5	-3.8	2.3	63.4	7.7	14.3	-7.1	1.4	50	10.8
01/07/1989	15.2	-5.3	2.7	64.4	8.9	13.9	-8.9	1.7	48	10.4
01/08/1989	16.3	-3.9	4.3	53.3	8.4	16.1	-7	2.1	46	10.2
01/09/1989	17.8	-1.5	4.2	55.7	8.7	18.1	-4.8	2.6	40	9.4
01/10/1989	19.2	1.9	5.8	58.2	8.9	20	-0.2	2.6	39	9.5
01/11/1989	19.1	1.3	5	67	7.9	19.2	0.4	2.7	40	9.4
01/12/1989	20.3	4.5	4.7	54.8	7.2	20.2	4.1	2.8	32	7.5
01/01/1990	17.2	5.1	3.8	69.5	6.4	18.1	5.1	3.5	58	6.8
01/02/1990	18	3.6	4.5	63.4	8	18.1	3.9	2.1	49	7.5
01/03/1990	18.6	1.9	4.1	54.4	8.4	18.7	1.8	3	44	7.6
01/04/1990	18.3	1.2	3.1	59.5	8.3	18.7	-0.3	2.4	45	9.6
01/05/1990	16.5	-2	2.4	53.7	8.3	16.6	-4.5	1.4	44	10.4
01/06/1990	13.4	-2	3.2	63.5	7.2	12.6	-4.9	1.6	54	10.8
01/07/1990	14.7	-6.6	2.9	51.5	9.6	14.1	-10.1	1.8	39	10.4
01/08/1990	15.8	-3.9	4.9	51.2	8.3	15.9	-6.5	2.3	37	10.2
01/09/1990	17.7	-2.6	4.2	46.4	9.2	17.6	-5.3	2.2	33	9.4
01/10/1990	17.5	3.2	5.3	60.4	8.1	19.1	1	3.3	47	9.5
01/11/1990	18.5	4.8	4	60.1	7.6	19.6	4.7	3.3	51	9.4
01/12/1990	17.9	5	4.2	66.8	5.8	18.7	5	3.5	53	7.5
01/01/1991	17.1	5.1	2.9	71	5.4	18.6	5	3.2	56.3	6.8
01/02/1991	18.2	4.5	3.2	66.1	6.5	20	4.6	3	57.1	7.5
01/03/1991	17.6	4.2	3.1	72.7	6.7	18.8	4.6	3.1	53.9	7.6
01/04/1991	17.8	1.7	4.2	60.1	8	18.7	0.9	1.9	46	9.6
01/05/1991	17.3	-3.2	3.2	53.6	8.9	17.3	-6.6	1.2	38.8	10.4

01/06/1991	15.2	-5.5	3.2	55.1	8.8	15.2	-9.9	1.5	37.2	10.8
01/07/1991	15.6	-6.1	3.9	52.7	8.9	15.2	-10.5	1.3	36.7	10.4
01/08/1991	17.8	-5.2	4.3	51.6	8.7	17.9	-7.4	2.2	36.6	10.2
01/09/1991	17	-2.1	4.4	50.3	8.3	17.4	-4.5	3.1	38.7	9.4
01/10/1991	19.5	0.6	4.3	53.5	8.1	19.8	-0.8	3.6	37.5	9.5
01/11/1991	18.9	2.2	2.5	55.6	7.6	19.7	0.7	2.4	39.5	9.4
01/12/1991	19	2.7	3.7	57.8	6.4	20.5	0.8	3.3	47.1	7.5
01/01/1992	16.3	4.3	2.6	69.8	4.9	17.5	5.1	2.2	56.3	6.8
01/02/1992	17.6	3.3	2.6	66	7.8	18.6	4.3	2.2	57.1	7.5
01/03/1992	18.6	0.5	2.6	54.7	8.7	19.1	1.3	1.1	53.9	7.6
01/04/1992	18.8	-1.3	2.4	53.9	9.2	18.7	-2.6	2.2	46	9.6
01/05/1992	18.2	-3.7	2.1	55.7	9.8	17.9	-6.6	1.6	38.8	10.4
01/06/1992	15.4	-5.3	2.3	63	8.1	15.1	-8.1	1.2	37.2	10.8
01/07/1992	14.7	-5.3	3.5	64.4	8.9	14.7	-7.6	1.3	36.7	10.4
01/08/1992	14.5	-3.6	2.3	62	7.6	14.4	-7.2	2	36.6	10.2
01/09/1992	17.3	-3.6	2.8	48.8	9.2	17.4	-6.3	2.1	38.7	9.4
01/10/1992	18.2	1.1	3.6	56.8	7.5	18.7	-2.1	1.6	37.5	9.5
01/11/1992	17.2	0.4	3.8	57.9	8.1	18.6	0.5	1.4	39.5	9.4
01/12/1992	18	4.1	3.5	62.5	7.2	19.3	3.9	1.4	47.1	7.5
01/01/1993	16.9	4.4	3.1	75.9	5.4	16.8	5	1.4	56.3	6.8
01/02/1993	18	2.3	2.9	68.2	6.5	18	3.5	1.4	57.1	7.5
01/03/1993	17	3.1	2.7	66.2	6.7	17.7	4.2	1.2	53.9	7.6
01/04/1993	17.9	1.5	2.5	60	8	18.5	0.9	0.5	46	9.6
01/05/1993	17.5	-4.9	2.1	43.7	8.9	16.4	-5.3	0.7	38.8	10.4
01/06/1993	16.4	-7.1	2.9	45.8	8.8	15	-9.4	0.2	37.2	10.8
01/07/1993	16.7	-7.3	3	40.4	8.9	15	-9.5	1.1	36.7	10.4
01/08/1993	16.3	-3.9	3.4	52	8.7	14.5	-5.9	0.8	36.6	10.2
01/09/1993	17.3	-0.7	3.6	50	8.3	17.4	-2.7	1.4	38.7	9.4
01/10/1993	18.8	1.1	2.9	67	8.1	18.8	1.4	1.7	47.7	9.5
01/11/1993	19.1	5	3.3	64	7.6	20.2	3.9	2.1	53	9.4
01/12/1993	19.8	6.4	2.9	63	6.4	20.4	5.4	2.2	56.5	7.5
01/01/1994	17.9	5.5	2.4	64.2	5.4	19.5	5.6	2.3	56.2	6.8
01/02/1994	18.1	5.3	2.1	65.7	6.5	18.8	4.9	1.1	62.4	7.5
01/03/1994	18.6	2.5	3.2	68.7	6.7	19	3.3	2.2	53.9	7.6
01/04/1994	17.9	3.5	2.5	75.3	8	18.8	1.9	1.3	55	9.6
01/05/1994	17.3	-2.6	1.8	69.3	8.9	16.9	-5.7	0.5	46.3	10.4
01/06/1994	15.9	-4.7	2.1	62.2	8.8	14.8	-10	0.8	44.1	10.8
01/07/1994	16.3	-6.2	2.4	66.2	8.9	15.7	-9.4	1.5	41.9	10.4
01/08/1994	17	-4.7	2.9	66.1	8.7	17.9	-7.1	2.1	37.4	10.2
01/09/1994	18.4	-1.4	3.3	71.9	8.3	18.4	-1.6	2	42.1	9.4
01/10/1994	19.6	0.8	3.4	77.1	8.1	19.6	-1	2	40	9.5
01/11/1994	19.1	3.3	3	79	7.6	19.9	2.3	2.3	50.1	9.4
01/12/1994	19.1	4.8	2.6	83	6.4	19.4	4.1	2.2	54.2	7.5
01/01/1995	18.1	5.3	2.8	83	5.4	18.8	5.7	1.8	59.8	6.8
01/02/1995	18.4	3.3	2.8	77.8	6.5	19.1	4.5	1.1	54.7	7.5

01/03/1995	17.7	4.4	2.8	67.3	6.7	18.3	4.7	1.3	60.4	7.6
01/04/1995	18.8	-1.1	3.2	77.7	8	19	-0.4	0.7	46.4	9.6
01/05/1995	17.5	-5	2	68.4	8.9	17.3	-5.7	0.9	43.3	10.4
01/06/1995	15.6	-8.3	3.4	64	8.8	15.2	-10.4	0.8	40.6	10.8
01/07/1995	17	-6.7	3.2	66.5	8.9	16	-9.7	0.9	38.9	10.4
01/08/1995	19.2	-3.8	2.7	76.8	8.7	18.6	-4.9	1.4	39.7	10.2
01/09/1995	17.9	0	3.6	79.4	8.3	19.2	-1.1	2.3	44.1	9.4
01/10/1995	20	0.6	3	79.8	8.1	20.8	-1.8	2.7	37.1	9.5
01/11/1995	20	2.7	2.4	71.7	7.6	20.8	3.1	3.5	43.9	9.4
01/12/1995	18.5	3.6	2.5	70.8	6.4	18.7	3.8	3.2	54	7.5
01/01/1996	16.8	4.8	2.1	74.7	5.4	17.8	4.8	2.3	62.6	6.8
01/02/1996	17.3	3.3	2.1	77.7	6.5	18.8	5.1	3	59.4	7.5
01/03/1996	19.3	0.8	2	71.1	6.7	19.6	3.1	2.7	52.2	7.6
01/04/1996	19	1.2	2.2	73.4	8	19.2	1.4	1.3	52.9	9.6
01/05/1996	17.5	-4.3	2.6	67	8.9	17	-5	0.9	46.9	10.4
01/06/1996	16.3	-7.6	2.5	68	8.8	14.7	-10	1	46.5	10.8
01/07/1996	16.8	-3	2.8	65.1	8.9	15.5	-9.8	0.8	39.4	10.4
01/08/1996	17.1	-2.5	2.9	73.2	8.7	16.8	-5.9	1.4	44.4	10.2
01/09/1996	17.4	-0.9	2.5	70.1	8.3	18.1	-2.5	3.3	45.2	9.4
01/10/1996	19	1.7	3	68.9	8.1	20.5	-0.4	2.7	39.4	9.5
01/11/1996	17.5	2.4	1.8	70.1	7.6	19.4	3	2.9	51	9.4
01/12/1996	16.7	4	2.8	75.3	6.4	18.3	4.3	2.5	63.7	7.5
01/01/1997	17	5.1	3.5	78.7	5.4	17.3	5.7	2.2	69.5	6.8
01/02/1997	16.4	4.7	2.6	81	6.5	17.1	5.5	2.3	69.8	7.5
01/03/1997	15.9	3.1	4.2	79.2	6.7	16.8	3.8	1.7	62.9	7.6
01/04/1997	16.8	-1.1	3.8	74.7	8	17.2	-0.9	1.7	54.1	9.6
01/05/1997	17	-4.6	3.4	57.5	8.9	16.6	-6.6	1.2	43.1	10.4
01/06/1997	16.2	-8.1	2.5	53.8	8.8	15.1	-10.6	1.3	41.9	10.8
01/07/1997	17	-7.7	3.3	50	8.9	16.8	-9.2	1.5	40.1	10.4
01/08/1997	16.4	-5	4.3	49.8	8.7	16.2	-5.6	2.2	47	10.2
01/09/1997	18.4	-1.6	5	66.1	8.3	18	-0.3	2	55.1	9.4
01/10/1997	19.5	-1	5.1	69.9	8.1	20.3	0.4	1.5	44.5	9.5
01/11/1997	20.5	1.6	3.8	65.5	7.6	20.9	3.8	1.6	51.4	9.4
01/12/1997	21.6	1.9	4.3	68.3	6.4	22.2	3.7	2.3	48.5	7.5
01/01/1998	20.8	6.1	5	74.7	5.4	21.6	6.1	2.4	56.6	6.8
01/02/1998	19.6	5.2	3.6	67.4	6.5	21.2	5.9	1.5	57.4	7.5
01/03/1998	19.9	4.7	3.1	62.3	6.7	21.6	4.7	2	54.9	7.6
01/04/1998	19.6	1.2	3.6	58.8	8	20.7	0.2	1.9	54.7	9.6
01/05/1998	18.7	-4.6	2.6	38.7	8.9	19	-6.2	1.3	43.1	10.4
01/06/1998	17.1	-4.4	3.2	54.9	8.8	16.4	-6.1	1.1	47.6	10.8
01/07/1998	17.5	-4.9	3.4	41.7	8.9	16.9	-7.1	1	49	10.4
01/08/1998	18.2	-3.8	3.2	44.2	8.7	18.3	-7.1	2.1	45.9	10.2
01/09/1998	19.3	-2.3	3.8	44	8.3	20	-4.5	3	46.3	9.4
01/10/1998	19.2	1.5	4.9	51.5	8.1	20.8	0	3.3	51.2	9.5
01/11/1998	19.4	2.4	3.3	42	7.6	20.3	1.4	1.6	52.4	9.4

01/12/1998	19.8	5.3	4.1	49.1	6.4	22.3	4.7	2.6	47.2	7.5
01/01/1999	17.7	5.5	3.4	65.4	5.4	19.3	5.7	3.2	59.4	6.8
01/02/1999	16	5.6	2.7	75.8	6.5	18.7	6.4	2	71.5	7.5
01/03/1999	15.2	5.5	3	83	6.7	17.3	6.1	1.8	74.7	7.6
01/04/1999	16.3	2.2	3.7	69.9	8	18.2	2.6	1.1	66.2	9.6
01/05/1999	17.1	-2.4	3	53.2	8.9	17.1	-4.9	1	47.5	10.4
01/06/1999	15.8	-6.1	3.1	51.9	8.8	15.6	-9.7	1	43	10.8
01/07/1999	15.5	-5	3.4	53.1	8.9	16	-7.2	2.3	48.3	10.4
01/08/1999	16.4	-3.3	3.7	46	8.7	17.4	-5.2	1.6	47.1	10.2
01/09/1999	16.4	1.4	2	63.2	8.3	18	-2.4	2.4	52.9	9.4
01/10/1999	16.5	1.8	5	55.1	8.1	18.9	1.5	2.8	55.3	9.5
01/11/1999	19.2	0.4	4.5	38.1	7.6	20.4	0.8	2	43	9.4
01/12/1999	19.4	2.8	4.3	40.6	6.4	21.3	3.5	3.4	53.7	7.5
01/01/2000	16.2	5.4	3.9	67.5	5.4	18.1	6.3	3.4	70.5	6.8
01/02/2000	15.6	4.3	3.7	65.7	6.5	18.5	4.9	3.3	66	7.5
01/03/2000	17	4.1	3.1	59.2	6.7	19.5	4.2	2.3	65.3	7.6
01/04/2000	18.6	-0.1	3.8	41.3	8	20.3	0.6	1.9	53.3	9.6
01/05/2000	18.1	-4.1	3.1	35.9	8.9	18.6	-5.3	0.9	47.4	10.4
01/06/2000	15.7	-5.8	3.2	53.2	8.8	15.2	-8.4	1.6	45	10.8
01/07/2000	15.4	-7.5	2.6	43.5	8.9	14.6	-10.4	1.8	41.1	10.4
01/08/2000	16.7	-3.7	3.7	45	8.7	17.4	-4.6	2	43.2	10.2
01/09/2000	18.5	-2.4	4.6	44.6	8.3	19.6	-4	2.6	35	9.4
01/10/2000	17.3	2.9	3.6	54.2	8.1	20.1	1.7	2.8	49.4	9.5
01/11/2000	20	-0.4	3.6	40.2	7.6	21.9	-2.3	2.4	37.3	9.4
01/12/2000	17.5	3.5	4	54	6.4	19.6	2.7	2.9	57.1	7.5
01/01/2001	13.8	5	4.1	75	5.4	16.5	6	2.5	78.3	6.8
01/02/2001	15.1	5.2	2.9	70.5	6.5	17.2	6.3	2.2	71.7	7.5
01/03/2001	15.4	4.5	3.6	69.9	6.7	17.8	5	2.2	67.1	7.6
01/04/2001	17.9	1.7	4.1	51.7	8	18.8	1.6	2.4	54.6	9.6
01/05/2001	17.2	-3.7	3.1	43.1	8.9	16.8	-5.1	1.4	49	10.4
01/06/2001	16.5	-5.1	3.6	45.9	8.8	16.4	-6.6	1.6	46.2	10.8
01/07/2001	15.8	-5.9	5.2	44.9	8.9	15.1	-8.1	0.5	43.8	10.4
01/08/2001	16.8	-3.7	3.3	42.2	8.7	17.2	-3.7	1.6	51	10.2
01/09/2001	18.2	-1.4	4.2	49	8.3	19.6	-1.9	2.4	50.7	9.4
01/10/2001	18.7	1.4	4	47.5	8.1	20.1	1.3	2.1	51.7	9.5
01/11/2001	21	2.2	3.7	39.1	7.6	22.1	2.8	2.4	47.3	9.4
01/12/2001	19.6	3.4	4.3	46.7	6.4	20.1	4.6	2.7	60.1	7.5
01/01/2002	18.5	4.8	4.6	57.5	5.4	20.8	5.6	2.9	56.5	6.8
01/02/2002	17.8	5	3.9	63.5	6.5	18.9	5.9	1.6	60.5	7.5
01/03/2002	18.4	4.2	3	57.8	6.7	18.5	5.3	3.1	61.5	7.6
01/04/2002	17.8	2.8	3.2	55.2	8	18.6	2.9	2.3	52.8	9.6
01/05/2002	17.7	-2.6	2.9	46.7	8.9	18	-2.3	1.8	44.3	10.4
01/06/2002	16.9	-3.9	1.1	41.6	8.8	16.7	-6.3	2	41.4	10.8
01/07/2002	14.7	-2.7	2.8	65.2	8.9	14.4	-5.6	2.6	47	10.4
01/08/2002	17.9	-2.3	2.5	47.9	8.7	17.3	-4.2	1.7	41.8	10.2

01/09/2002	19.6	0.2	2.9	61.2	8.3	19.4	-1.3	1.8	35.8	9.4
01/10/2002	18.8	2.8	1.7	57.5	8.1	20.6	2.5	2.4	45	9.5
01/11/2002	20.6	3.4	1	56.2	7.6	21.6	2.7	1.8	40.9	9.4
01/12/2002	20.5	4.9	2.2	61.5	6.4	21.7	4.4	1.8	42.1	7.5
01/01/2003	19.2	6.2	1.1	73.5	5.4	20.2	5.9	2.2	54.7	6.8
01/02/2003	19.4	5.2	1.4	71.4	6.5	20.2	5.8	2.1	55.4	7.5
01/03/2003	19	4	1.5	76.1	6.7	19.2	4.9	1.8	57.4	7.6
01/04/2003	19.3	0.3	1.4	68.4	8	19.9	-0.2	1.3	40.9	9.6
01/05/2003	18.8	-2.3	2.2	65	8.9	17.3	-3.7	1.3	42.5	10.4
01/06/2003	18.8	-5.5	1.4	61.1	8.8	16.2	-9.8	1.7	34.9	10.8
01/07/2003	18.1	-5	1.6	54.8	8.9	16.5	-7.5	2.4	39.7	10.4
01/08/2003	19.5	-3.9	2.7	51.5	8.7	16.7	-6.5	1.6	37.6	10.2
01/09/2003	18.8	-1.2	4.1	51.2	8.3	18.5	-3.3	2.8	35.9	9.4
01/10/2003	22.3	0.6	4.1	51.9	8.1	21.3	-0.9	3.1	32.5	9.5
01/11/2003	24.6	3.6	3	68.4	7.6	22.1	2.1	3.4	32.2	9.4
01/12/2003	23.7	5.4	4.1	59.2	6.4	22	5.3	3.6	44.5	7.5
01/01/2004	18.7	6.1	3.4	67.1	5.4	18.9	6.7	2.5	57.8	6.8
01/02/2004	19.5	5	2.7	74.7	6.5	19.9	5.6	3.1	52.2	7.5
01/03/2004	19.2	3.5	2.7	70.8	7.3	21	4.8	2.6	48.9	7.6
01/04/2004	19.9	0.9	3.1	71.3	8	20.5	1.4	1.3	42.8	9.6
01/05/2004	18.3	-6	0.8	61.1	8.9	17	-7.8	2.2	34.4	10.4
01/06/2004	17	-6.5	0.9	48.6	8.1	15.6	-8.9	1.2	35.9	10.8
01/07/2004	15.5	-3.1	4.6	61.1	8.9	14.9	-5.4	1.1	47.9	10.4
01/08/2004	16.2	-1.5	3.9	64	7.7	17	-2.8	1.7	47.8	10.2
01/09/2004	18.3	1.8	6.1	62	9.3	19.6	-0.6	2.2	40.1	9.4
01/10/2004	19.9	0.6	5.5	61.1	9.3	21.1	0.5	2.4	31.8	9.5
01/11/2004	19.7	2.7	3.7	60.1	8.1	22.1	2.4	2.3	34.5	9.4
01/12/2004	20.4	4.3	4.4	65.5	7.7	22.4	5.3	3.3	40.7	7.5
01/01/2005	18.3	5.4	3.7	72.4	5.4	19.2	6.2	2.8	56.1	6.8
01/02/2005	17	5.5	3.2	75	6.5	18.2	6.2	3	57.5	7.5
01/03/2005	19.9	4	3.9	69.6	6.7	20.9	4.7	2.8	48.6	7.6
01/04/2005	19.7	0.7	2.5	57.8	8	19.4	1.1	1.8	47.7	9.6
01/05/2005	19.3	-5.5	2	52.5	8.9	17.8	-6.1	1.6	35.4	10.4
01/06/2005	18	-7.8	2.9	56.4	8.8	16	-10.3	1.2	33.8	10.8
01/07/2005	18	-5.6	3.3	64.6	8.9	17.1	-8.5	2.2	33.6	10.4
01/08/2005	18.3	-5	5.1	57.2	8.7	18.3	-7.9	1.6	31.6	10.2
01/09/2005	16.5	-0.3	5.2	67.4	8.3	17.6	-2.6	3.2	43.2	9.4
01/10/2005	18.6	2.4	3.7	65.4	8.1	19.7	1.8	1.8	40.6	9.5
01/11/2005	19.1	4.1	5.9	66.4	7.6	20.1	2.8	2.1	42.7	9.4
01/12/2005	19.4	5.1	3.5	65.4	6.4	21.3	5.8	3.8	43.6	7.5
01/01/2006	16.2	5.3	4	76.6	3.9	17.9	6.1	2.8	62.8	6.8
01/02/2006	17.6	4.6	4.8	72	6.5	19.4	5.2	1.7	54.5	7.5
01/03/2006	18.7	4.4	3.5	68.4	6.7	20.1	5.3	2.2	55.2	7.6
01/04/2006	19	1.6	4.4	66.1	8	19.6	1.4	1.5	47	9.6
01/05/2006	18.2	-6.3	4.1	58.1	11	17.5	-6	1.2	38.1	10.4

01/06/2006	16.9	-6.7	3.5	62.2	10.4	15.9	-8.5	1.1	37.8	10.8
01/07/2006	18	-8	4.4	59.8	8.9	16.6	-10.3	1.1	34.2	10.4
01/08/2006	18.2	-1.6	4.4	60.9	8.6	18.2	-5.8	1.9	37.8	10.2
01/09/2006	18.1	-1.2	5.8	60.2	8.7	18.8	-3.5	2.3	36.3	9.4
01/10/2006	19.8	2.7	3.9	57.7	8.1	20.8	2.1	2.3	37.5	9.5
01/11/2006	19.2	5.1	3.4	63.5	6.8	21.5	4.9	2.6	37.5	9.4
01/12/2006	20.3	5.9	3.2	63.1	7	21.8	5.7	3	37.5	7.5
01/01/2007	19.4	5.7	2.6	65.8	6.5	20.3	5.9	1.8	56.3	6.8
01/02/2007	18.7	5.3	2.7	67.5	6.7	20.3	5.3	3.3	57.1	7.5
01/03/2007	17	5.1	2.8	74.3	6.7	18.6	4.7	1.8	53.9	7.6
01/04/2007	18.8	1.9	3.5	68.4	8.5	19.8	1.5	1.6	46	9.6
01/05/2007	18.5	-2.8	2.5	60.5	9.4	17.5	-4.2	1.5	38.8	10.4
01/06/2007	18.7	-4.9	1.9	45.7	8.8	17.5	-6.4	1.4	37.2	10.8
01/07/2007	16.6	-4.3	2.1	44.5	8.9	15.4	-6.8	1.7	36.7	10.4
01/08/2007	18.3	0	2.2	49.4	8.7	19.1	-4.9	2.2	36.6	10.2
01/09/2007	16.7	2.1	4.2	59	8.3	19.3	-0.3	3.3	38.7	9.4
01/10/2007	19.8	2.4	4	48.2	8.1	21.7	0.8	2.7	37.5	9.5
01/11/2007	19.1	1.5	2.9	50.3	6.4	20.6	1	2.7	39.5	9.4
01/12/2007	18.5	4.9	2.4	59.2	6.4	20.4	4.6	2.1	47.1	7.5
01/01/2008	16.7	5.9	2.5	70.9	2.8	18.1	6.2	1.7	56.3	6.8
01/02/2008	17.9	4.4	2.5	71	6.7	20.1	4.8	2.1	57.1	7.5
01/03/2008	18.5	2.6	1.9	68.6	7.4	19.9	3.6	1.6	53.9	7.6
01/04/2008	19.1	-0.3	1.7	53.5	9	19.5	-0.7	1.2	46	9.6
01/05/2008	18.2	-6.5	1.6	53.9	10.6	17.1	-8.2	1.6	38.8	10.4
01/06/2008	17.5	-7.4	0.8	53	8.8	16.9	-9.1	1.3	37.2	10.8
01/07/2008	16.9	-7.2	2.7	49.2	8.9	17	-9.6	0.9	36.7	10.4
01/08/2008	18.4	-5.8	2	48.4	8.7	18.1	-7.9	1.2	36.6	10.2
01/09/2008	18.8	-2	3.3	49.6	8.3	20.2	-5	1.6	38.7	9.4
01/10/2008	18.9	1.7	1.4	49.3	8.1	20.8	0.6	2	37.5	9.5
01/11/2008	20.6	2.5	1.5	47	7.6	22.4	3	2.5	39.5	9.4
01/12/2008	18	4.9	2.8	53.6	5.9	20.1	4.8	2.3	47.1	7.5
01/01/2009	18.1	5.4	1.7	55.3	5.8	19.8	5.8	2	56.3	6.8
01/02/2009	18	4.3	1.6	61.8	6.5	19.5	5.9	2	57.1	7.5
01/03/2009	18.4	3.9	1.5	55.7	7.3	18.8	4.9	2.1	53.9	7.6
01/04/2009	18.6	0.7	2.2	53.5	8	19	1.6	1.9	46	9.6
01/05/2009	18	-3.1	2.7	50.7	8.9	18	-4.8	1.3	38.8	10.4
01/06/2009	17.4	-8.2	1.3	48.5	8.8	16.1	-10.9	1.3	37.2	10.8
01/07/2009	17.4	-5.1	1.9	48.3	9.8	16.5	-7.8	2.4	36.7	10.4
01/08/2009	18.1	-6.7	3.1	48.1	10.7	17.7	-8.8	1.6	36.6	10.2
01/09/2009	18.9	-0.7	4	50.2	8.8	20.5	-3.6	2.4	38.7	9.4
01/10/2009	20.6	1.2	3.8	49.4	9	22.1	0.3	2.1	37.5	9.5
01/11/2009	20	3.7	3.3	55.9	6.8	21.9	4.4	2.3	39.5	9.4
01/12/2009	19	5.4	3.6	61	6.3	20.7	5.9	1.9	47.1	7.5
01/01/2010	18.4	5.9	3.8	63	4.9	20.1	6.6	2.1	56.3	6.8
01/02/2010	19.8	6	4	64.2	6.4	20.5	7.4	2.2	57.1	7.5

01/03/2010	20.2	2.9	2.7	60.1	6.7	21	5	2.4	53.9	7.6
01/04/2010	20.4	-1	4.2	62	8	20.8	1.1	1.7	46	9.6
01/05/2010	18.7	-2.3	3.7	58.3	8.9	17.7	-2.4	2.1	38.8	10.4
01/06/2010	19.5	-5.1	3.2	52.9	8.8	18.3	-6.1	1.4	37.2	10.8
01/07/2010	18.9	-6.4	3.5	48.4	8.9	17.6	-9.2	2	36.7	10.4
01/08/2010	20.3	-4.4	3.6	51.6	11.1	19.5	-6.7	1.8	36.6	10.2
01/09/2010	19.6	-0.5	4.4	55.7	9.9	20.2	-1.6	1.7	38.7	9.4
01/10/2010	19	2.4	4.5	50.9	7.9	20.6	-0.5	2.5	37.5	9.5
01/11/2010	20.8	1	4	47.5	10.1	22.4	1.7	2.1	39.5	9.4
01/12/2010	19.8	5.7	2.8	52.2	6.2	21.9	6	2.5	47.1	7.5
01/01/2011	19.3	5.6	2.7	59.7	5.4	21.6	6.1	2.1	56.3	6.8
01/02/2011	16.9	5.4	2.8	64.8	6.5	17.7	6.4	2.1	57.1	7.5
01/03/2011	17.7	4.2	3.8	60.9	6.7	19.1	4.8	1.9	53.9	7.6
01/04/2011	20.1	-0.1	3.7	56.7	8	20.1	0.8	1.9	46	9.6
01/05/2011	19.3	-2.1	1.9	61.8	8.9	18.5	-3.8	1.3	38.8	10.4
01/06/2011	18.6	-4.8	2.8	54.6	8.8	17.6	-5.9	1.6	37.2	10.8
01/07/2011	17.5	-5	3.3	57.8	8.9	16.5	-6.4	0.5	36.7	10.4
01/08/2011	18.5	-3.5	3.6	57.3	8.7	18.7	-5.1	1.6	36.6	10.2
01/09/2011	19	0.6	3	58.5	8.3	19.4	-1.5	2.4	38.7	9.4
01/10/2011	20.1	2.7	4	51.9	8.1	21.1	-0.3	2.1	37.5	9.5
01/11/2011	21.4	3.3	3.7	50.9	7.6	21.9	4.5	2.4	39.5	9.4
01/12/2011	21.3	4.2	3.7	54.3	6.4	19.3	5.1	2.7	47.1	7.5
01/01/2012	18	4.9	2.7	63.9	5.4	18.2	5.9	1.6	58.1	6.8
01/02/2012	17.1	4	2.8	61.6	6.5	17.6	6.1	2	63.6	7.5
01/03/2012	18.5	3.3	3.8	60.6	6.7	18.3	4.8	1.6	58.4	7.6
01/04/2012	19.7	1.7	3.7	56.8	8	18.6	2.8	1.4	52.7	9.6
01/05/2012	19.9	-5.8	1.9	58	8.9	17.7	-4.7	1.2	38.3	10.4
01/06/2012	19.7	-8.1	2.8	56.5	8.8	16.6	-7	1.4	37.2	10.8
01/07/2012	19.6	-7	3.3	54.8	8.9	17.2	-6.6	1.7	36.7	10.4
01/08/2012	19.8	-5.5	3.6	55.9	8.7	18.9	-5.6	2.1	36.6	10.2
01/09/2012	19.7	-1.2	3	60.2	8.3	20.7	-0.2	2.6	38.7	9.4
01/10/2012	21.1	1.6	4.6	58	8.1	22.2	1.8	2.6	37.5	9.5
01/11/2012	21.6	3.6	3.4	52.9	7.6	22.3	4.1	2.7	39.5	9.4
01/12/2012	19.1	5	4.6	60.7	6.4	19.8	6.5	2.8	47.1	7.5
01/01/2013	18.6	4	4.2	64	5.4	19	6.2	2.6	56.3	6.8
01/02/2013	18.5	4.4	3.3	68.2	6.5	18.3	6.6	2.4	57.1	7.5
01/03/2013	19.7	2.1	3	65.2	6.7	20.6	4.6	2.3	53.9	7.6
01/04/2013	20.6	-3.7	2.4	61.9	8	20.1	-1.2	1.8	46	9.6
01/05/2013	20.4	-3.2	2.9	67.3	8.9	18	-2.1	1.5	38.8	10.4
01/06/2013	17.9	-5	3.1	64.4	8.8	14.9	-4.3	1.4	37.2	10.8
01/07/2013	18	-4	3.9	68.4	8.9	17.2	-3.3	1.7	36.7	10.4
01/08/2013	17.2	-0.3	3.2	64.8	8.7	17.3	-4.1	2.1	36.6	10.2
01/09/2013	18.1	1.3	3.8	65.7	8.3	19.5	-1.4	2.6	38.7	9.4
01/10/2013	18.3	3.5	3.6	60.2	8.1	20.8	1.8	2.6	37.5	9.5
01/11/2013	19.7	6	4.6	54.3	7.6	22.1	4.7	2.7	39.5	9.4

01/12/2013	17.6	6.2	3.7	71.3	6.4	19.2	6.4	2.8	47.1	7.5
01/01/2014	17.8	5.7	3.8	64.2	5.4	18	6.4	2.6	56.3	6.8
01/02/2014	17.8	5.6	3.4	65.8	6.5	19.3	5.8	2.4	57.1	7.5
01/03/2014	19	5.7	3.4	53	6.7	21.1	3.8	2.3	53.9	7.6
01/04/2014	18.8	5.4	3.2	51.7	8	20.2	2.5	1.8	46	9.6
01/05/2014	18.4	-3.9	2.7	44.8	8.9	18	-3.1	1.5	38.8	10.4
01/06/2014	17.9	-5	3.1	64.4	8.8	16.5	-5.9	1.4	37.2	10.8
01/07/2014	18	-4	3.9	68.4	8.9	17.2	-5.5	1.7	36.7	10.4
01/08/2014	17.2	-0.3	3.2	64.8	8.7	18.1	-4.5	2.1	36.6	10.2

Anexo 2. Modelo de carpeta de texto para importar en el programa ETo calculator para calcular la ETo (Ejemplo de Patacamaya: los datos en orden son Tmax, Tmin, velocidad del viento, humedad relativa e insolación).

Patacamayas LB: Bloc de notes				
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
19.5	0.9	4.2	53.5	8.3
25.4	2.9	4.0	52.7	8.1
25.0	4.6	3.7	53.4	7.6
24.5	6.4	3.7	59.3	6.4
26.0	6.2	3.4	67.6	5.4
24.1	6.4	3.2	67.3	6.5
23.5	4.5	3.2	65.4	6.7
20.9	-0.4	3.1	59.2	8.0
16.2	-1.8	2.6	50.7	8.9
14.7	-3.5	2.7	50.7	8.8
17.8	-5.5	3.2	51.0	8.9
18.3	-2.4	3.8	51.1	8.7
21.8	0.6	4.2	53.5	8.3
24.3	4.3	4.0	52.7	8.1
26.5	4.7	3.7	53.4	7.6
24.2	6.7	3.7	59.3	6.4
25.9	6.2	3.4	67.6	5.4
22.9	5.9	3.2	67.3	6.5
22.3	5.6	3.2	65.4	6.7
19.8	2.6	3.1	59.2	8.0
16.3	-0.4	2.6	50.7	8.9
14.7	-3.2	2.7	50.7	8.8
13.5	-4.0	3.2	51.0	8.9
14.8	-1.1	3.8	51.1	8.7
17.3	2.2	4.2	53.5	8.3
20.3	3.5	4.0	52.7	8.1
24.1	3.7	3.7	53.4	7.6
20.0	5.2	3.7	59.3	6.4
16.8	3.3	2.6	59.9	5.4
14.4	4.4	0.6	79.4	6.5
16.0	2.6	1.1	68.5	6.7
15.9	-1.2	0.9	62.4	8.0
14.7	-4.0	1.8	53.6	8.9
14.4	-5.6	2.1	52.6	8.8
14.7	-7.5	2.7	51.7	8.9
15.9	-6.1	2.9	51.3	8.7
16.8	-2.6	3.1	47.8	8.3
18.5	0.8	4.2	48.5	8.1
16.7	3.4	2.2	61.7	7.6
18.5	3.2	2.2	80.4	6.4
15.4	4.0	2.5	69.3	5.4
17.5	4.1	3.2	79.7	6.5
19.4	3.0	3.2	66.3	6.7
19.0	1.2	3.1	54.3	8.0
17.5	-4.6	2.6	45.9	8.9
15.5	-8.4	2.7	50.2	8.8
15.4	-7.6	3.2	50.5	8.9
15.8	-6.7	3.8	50.5	8.7
17.6	-1.4	4.2	50.8	8.3
19.8	-0.9	4.0	48.6	8.1
20.3	1.2	3.7	49.7	7.6
19.1	3.3	3.7	58.3	6.4
17.1	3.4	3.4	67.7	5.4

Anexo 3. Valores de los deltas de temperaturas máximas, mínimas y precipitación para los modelos Echam 5 y Miroc 32 de los escenarios B1 y A2 para los años 2030 y 2050.

ESTACION	MODELO	ESCENARIO	AÑO	Deltas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CHUAPALCA	ECHAM 5	B1	2030	Tmax (°C)	1,2	1,6	1,6	1,2	1,6	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6
		B1	2030	Tmin (°C)	0,3	0,8	0,8	1,3	1,3	0,8	0,3	1,3	2,5	2,5	2,5	0,8
		B1	2030	PP (%)	-17,5	-17,5	7,5	35,0	-35,0	85,0	0,0	22,5	85,0	12,5	7,5	4,0
		A2	2030	Tmax (°C)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2	1,6	1,2	1,6
		A2	2030	Tmin (°C)	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8	0,8	0,3	0,8	2,5	2,5	2,5	0,8
		A2	2030	PP (%)	-17,5	-12,5	7,5	85,0	-100,0	60,0	0,0	85,0	85,0	45,0	35,0	-7,5
		B1	2050	Tmax (°C)	2,5	3,5	3,5	2,5	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5
		B1	2050	Tmin (°C)	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5
		B1	2050	PP (%)	-12,5	-17,5	-27,5	7,5	35,0	85,0	0,0	22,5	85,0	85,0	22,5	-12,5
		A2	2050	Tmax (°C)	3,5	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5
		A2	2050	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5
		A2	2050	PP (%)	-17,5	-7,5	-7,5	45,0	35,0	-100,0	0,0	-27,5	85,0	85,0	22,5	-12,5
	MIROC32	B1	2030	Tmax (°C)	2,5	1,8	1,8	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,8	2,5
		B1	2030	Tmin (°C)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,3	1,8	1,8	1,3	1,8
		B1	2030	PP (%)	-0,5	7,5	-0,5	7,5	-0,5	-60,0	-100,0	-60,0	85,0	85,0	45,0	4,0
		A2	2030	Tmax (°C)	2,5	1,8	2,5	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	2,5	2,5	1,3	2,5
		A2	2030	Tmin (°C)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,3
		A2	2030	PP (%)	-0,5	4,0	-35,0	85,0	-60,0	-0,5	-100,0	-100,0	85,0	85,0	85,0	4,0
		B1	2050	Tmax (°C)	2,5	2,5	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		B1	2050	Tmin (°C)	1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,8	1,8	2,5	2,5	1,8	1,8
		B1	2050	PP (%)	-4,0	22,5	7,5	85,0	35,0	85,0	-100,0	-27,5	85,0	-35,0	35,0	4,0
		A2	2050	Tmax (°C)	4,0	4,0	4,0	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	2,5	2,5	4,0
		A2	2050	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		A2	2050	PP (%)	-22,5	-7,5	4,0	85,0	-60,0	-0,5	-100,0	-27,5	85,0	22,5	60,0	-17,5
	ECHAM 5	B1	2030	Tmax (°C)	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,3	-0,3	0,3	1,3
		B1	2030	Tmin (°C)	0,8	1,3	1,3	1,3	1,3	0,8	0,3	1,3	1,8	2,5	2,5	1,3
		B1	2030	PP (%)	-17,5	-17,5	22,5	85,0	-27,5	85,0	35,0	45,0	60,0	-17,5	12,5	4,0
		A2	2030	Tmax (°C)	1,8	1,8	1,3	0,8	0,8	0,8	1,8	1,3	0,8	0,3	0,3	1,3
		A2	2030	Tmin (°C)	1,3	0,8	1,3	1,3	0,8	0,3	-0,3	0,3	1,8	2,5	1,3	1,3
		A2	2030	PP (%)	-17,5	-12,5	7,5	45,0	-85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	17,5	35,0	-12,5
		B1	2050	Tmax (°C)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
		B1	2050	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	3,5	2,5
		B1	2050	PP (%)	-12,5	-7,5	-35,0	60,0	-0,5	85,0	0,0	35,0	85,0	60,0	35,0	-17,5
		A2	2050	Tmax (°C)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5,0

PATACAMAYA		A2	2050	Tmin (°C)	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	3,5	2,5
		A2	2050	PP (%)	-12,5	12,5	-7,5	85,0	-0,5	-0,5	60,0	35,0	85,0	60,0	35,0	-17,5
	MIROC32	B1	2030	Tmax (°C)	4,0	2,5	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		B1	2030	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	1,8	1,8	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	1,8	2,5
		B1	2030	PP (%)	4,0	22,5	-7,5	22,5	7,5	-60,0	-60,0	-60,0	-60,0	-60,0	85,0	17,5
		A2	2030	Tmax (°C)	4,0	4,0	2,5	2,5	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		A2	2030	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		A2	2030	PP (%)	1,5	22,5	-45,0	85,0	-85,0	-35,0	-60,0	-60,0	-85,0	85,0	85,0	17,5
		B1	2050	Tmax (°C)	4,0	4,0	4,0	2,5	2,5	2,5	4,0	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0
		B1	2050	Tmin (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	2,5	2,0
		B1	2050	PP (%)	7,5	35,0	22,5	85,0	35,0	35,0	-100,0	-85,0	-0,5	-85,0	45,0	17,5
		A2	2050	Tmax (°C)	4,0	4,0	4,0	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
		A2	2050	Tmin (°C)	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,5	2,5
		A2	2050	PP (%)	-0,5	7,5	35,0	85,0	-35,0	-35,0	-60,0	-100,0	-60,0	45,0	60,0	-0,5
ORURO	ECHAM 5	B1	2030	Tmax (°C)	1,3	0,8	1,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0,8
		B1	2030	Tmin (°C)	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	-0,3	-0,8	0,3	1,3	1,8	1,3	0,3
		B1	2030	PP (%)	-22,5	-17,5	7,5	60,0	-22,5	85,0	85,0	60,0	85,0	-12,5	7,5	-0,5
		A2	2030	Tmax (°C)	1,3	0,8	0,8	0,3	0,3	0,8	1,3	0,8	0,8	-0,8	-0,3	0,8
		A2	2030	Tmin (°C)	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	-0,8	-0,8	-0,8	0,8	1,3	1,3	0,3
		A2	2030	PP (%)	-22,5	-12,5	22,5	35,0	-85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	12,5	35,0	-35,0
		B1	2050	Tmax (°C)	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	2,5	2,5	2,5	1,8	2,5	1,8	2,5
		B1	2050	Tmin (°C)	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		B1	2050	PP (%)	-17,5	-7,5	-45,0	35,0	-0,5	85,0	0,0	35,0	85,0	85,0	27,5	-35,0
		A2	2050	Tmax (°C)	3,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5
		A2	2050	Tmin (°C)	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		A2	2050	PP (%)	-17,5	7,5	7,5	85,0	85,0	35,0	60,0	17,5	85,0	85,0	27,5	-35,0
	MIROC32	B1	2030	Tmax (°C)	1,8	1,8	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,3	1,8
		B1	2030	Tmin (°C)	1,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,3	1,3
		B1	2030	PP (%)	7,5	12,5	-4,0	12,5	4,0	-100,0	-100,0	-85,0	-17,5	-17,5	27,5	22,5
		A2	2030	Tmax (°C)	2,5	1,8	1,8	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	0,8	1,8
		A2	2030	Tmin (°C)	1,8	1,8	1,3	1,8	1,3	1,3	0,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
		A2	2030	PP (%)	4,0	17,5	-45,0	35,0	-60,0	-35,0	-100,0	-60,0	-17,5	85,0	60,0	22,5
		B1	2050	Tmax (°C)	2,5	2,5	2,5	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
		B1	2050	Tmin (°C)	1,8	1,8	1,8	1,8	2,5	1,8	1,8	1,8	2,5	2,5	1,8	1,8
		B1	2050	PP (%)	7,5	22,5	12,5	85,0	85,0	60,0	-60,0	-85,0	-45,0	-85,0	45,0	17,5
		A2	2050	Tmax (°C)	4,0	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	2,5	1,8	2,5
		A2	2050	Tmin (°C)	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,8	1,8
		A2	2050	PP (%)	-12,5	7,5	35,0	85,0	-100,0	-60,0	-100,0	-100,0	-0,5	85,0	45,0	12,5