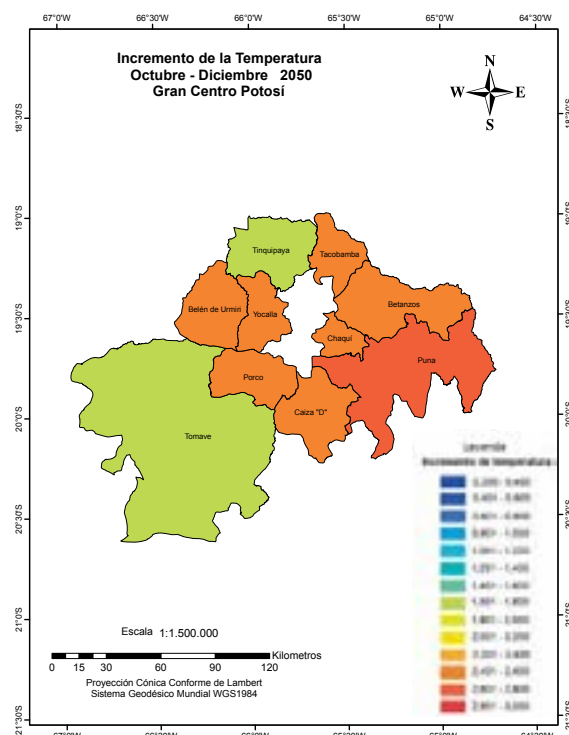
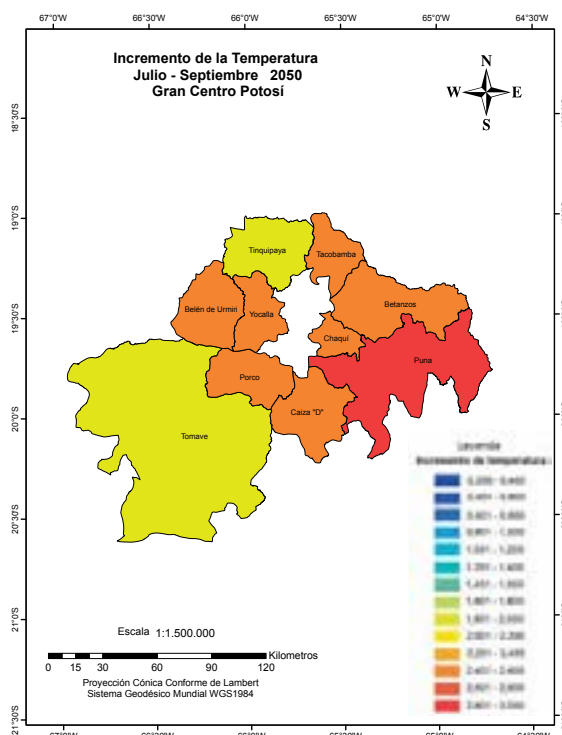
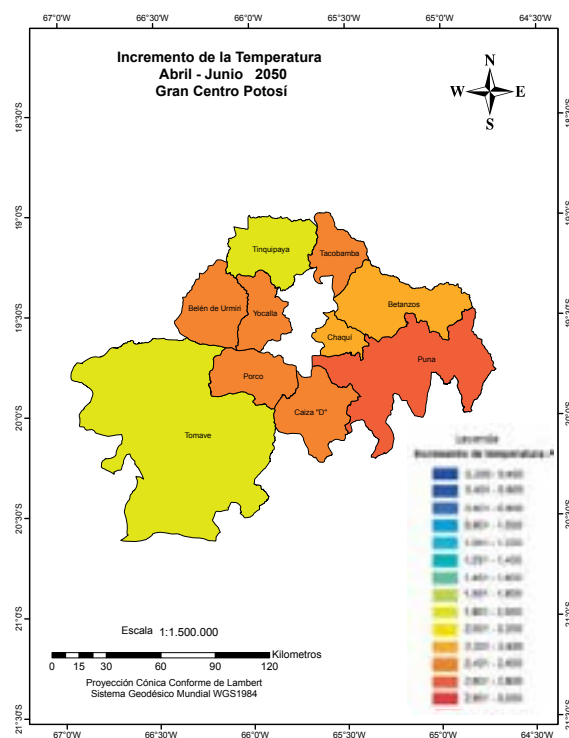
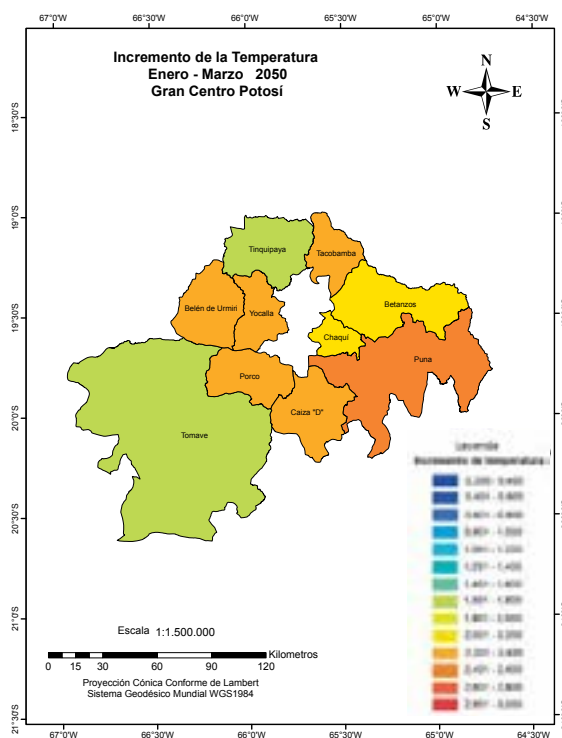


Mapa 5.52.

Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Gran Centro Potosí





Cintis

Cintis presenta una tendencia a la elevación térmica constante durante el año, tanto en este periodo hasta el 2020, como al 2050 (Mapas 53 a 56). Los niveles de incremento térmico son elevados en comparación con otras zonas y comparables con Gran Centro Potosí, mostrando así que los valles interandinos de altitud intermedia, son los que podrían enfrentar mayores impactos de calentamiento. Esto se debe a que las zonas se encuentran cercanas al Ecuador, por lo que reciben mucha insolación, pero al mismo tiempo son áridas por su localización cerrada y con menor vegetación, y por ello su calentamiento podría ser más intenso.

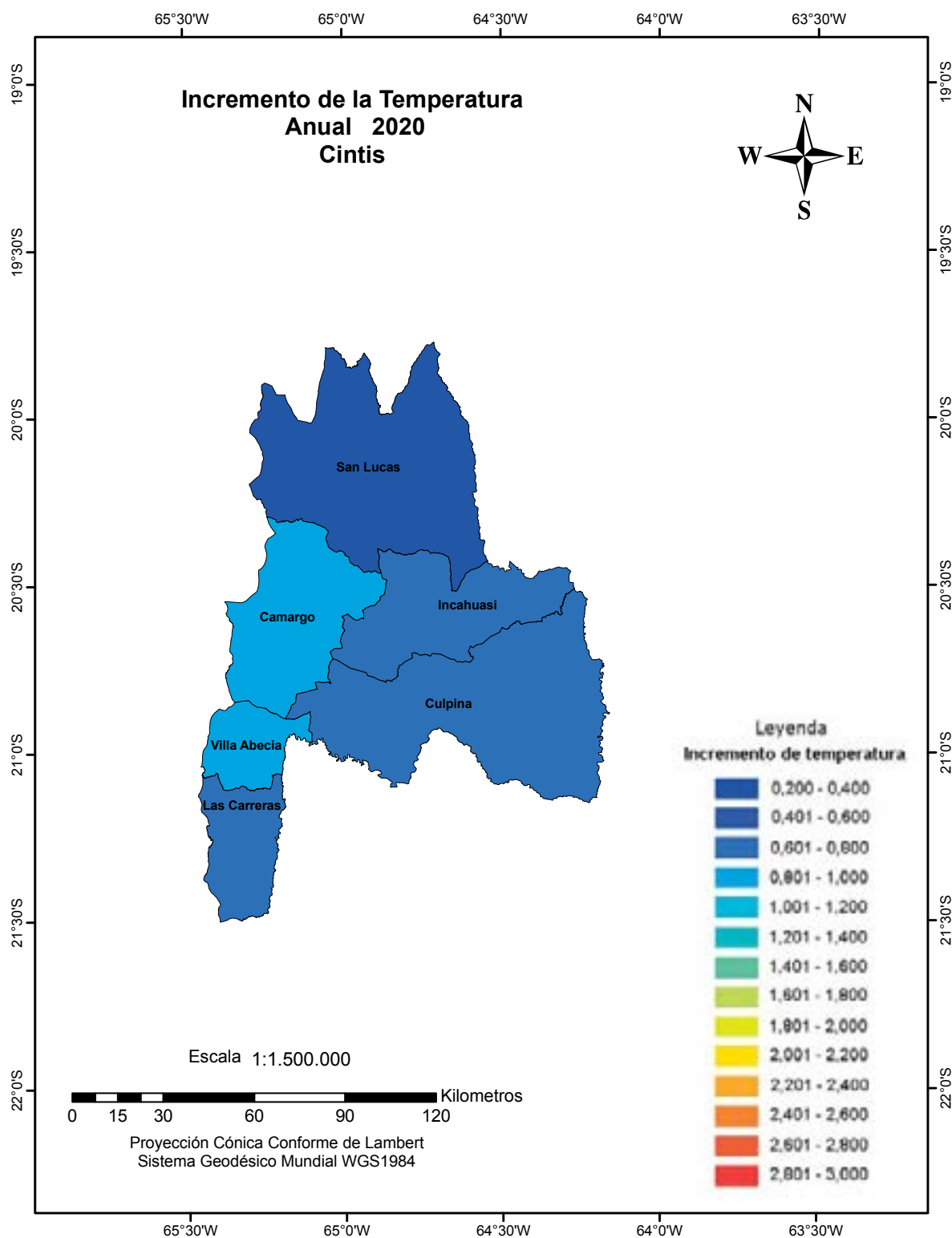
En el caso de San Lucas, la elevación térmica es notoriamente inferior, lo cual podría deberse a su altitud, que provoca que la transparencia mayor del aire no permita una elevada acumulación energética y el incremento sea menor y similar al altiplano. Es importante resaltar que estos resultados requieren de un análisis puntual más

preciso, pues estudios previos han resaltado una relación casi directa entre altitud y elevación térmica a causa del calentamiento global, cosa que es relativamente distinta en los resultados obtenidos.

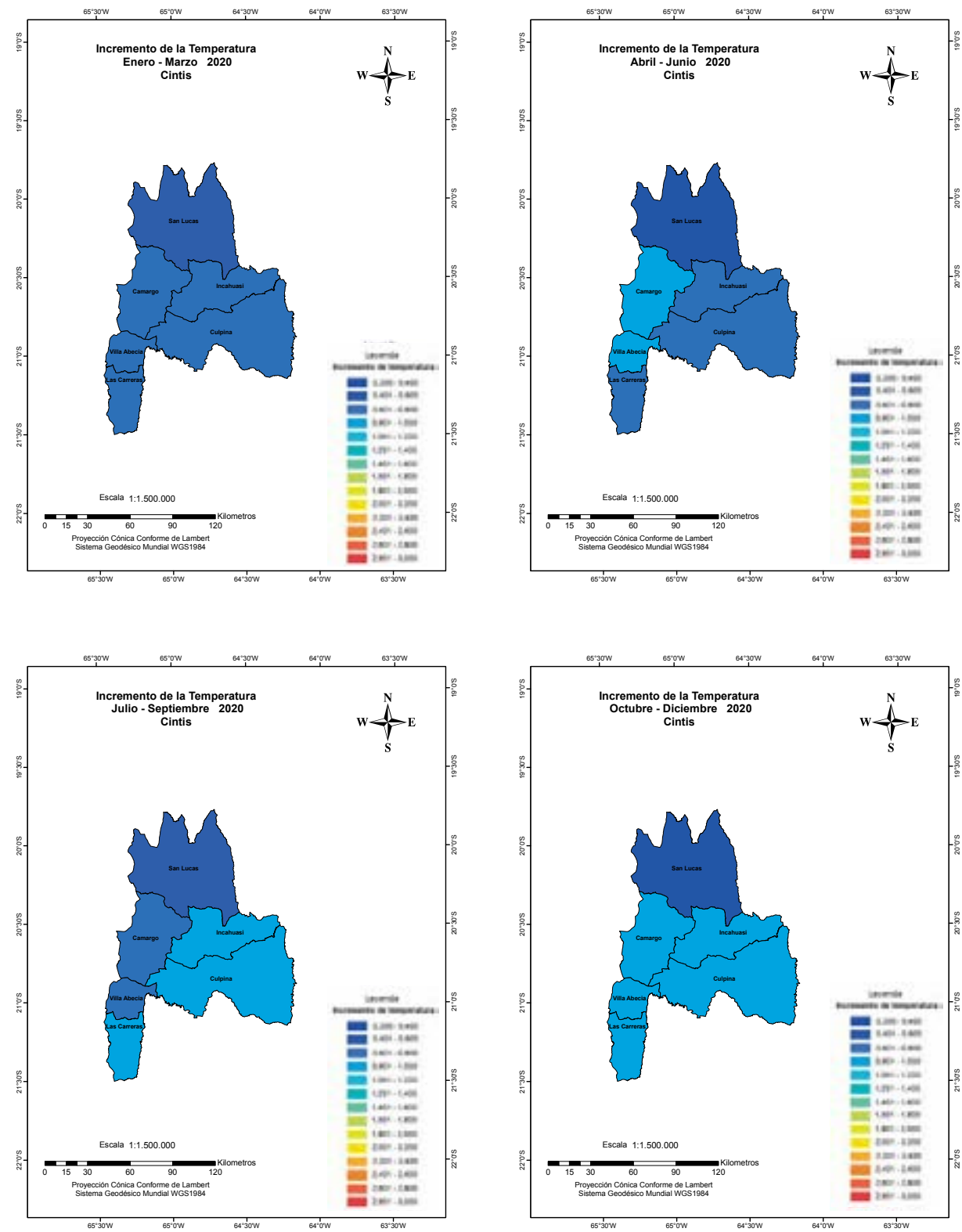
El proceso de calentamiento, en forma similar al resto del país, se intensifica entre el 2020 y 2050 e incrementará la evapotranspiración de la zona. Esta información combinada con la menor cantidad de lluvia que hay en la zona (Capítulo 2) y que probablemente se mantendría hacia el futuro cercano y hacia el 2050, provocará mayores impactos relativos en comparación con las otras zonas analizadas.

Los datos muestran mayor probabilidad de déficits de agua, pues en este caso la precipitación tiende a la reducción constante, especialmente al inicio de la época de lluvias. Siendo que la precipitación ya es reducida, se espera mayor pérdida de humedad por los ascensos térmicos.

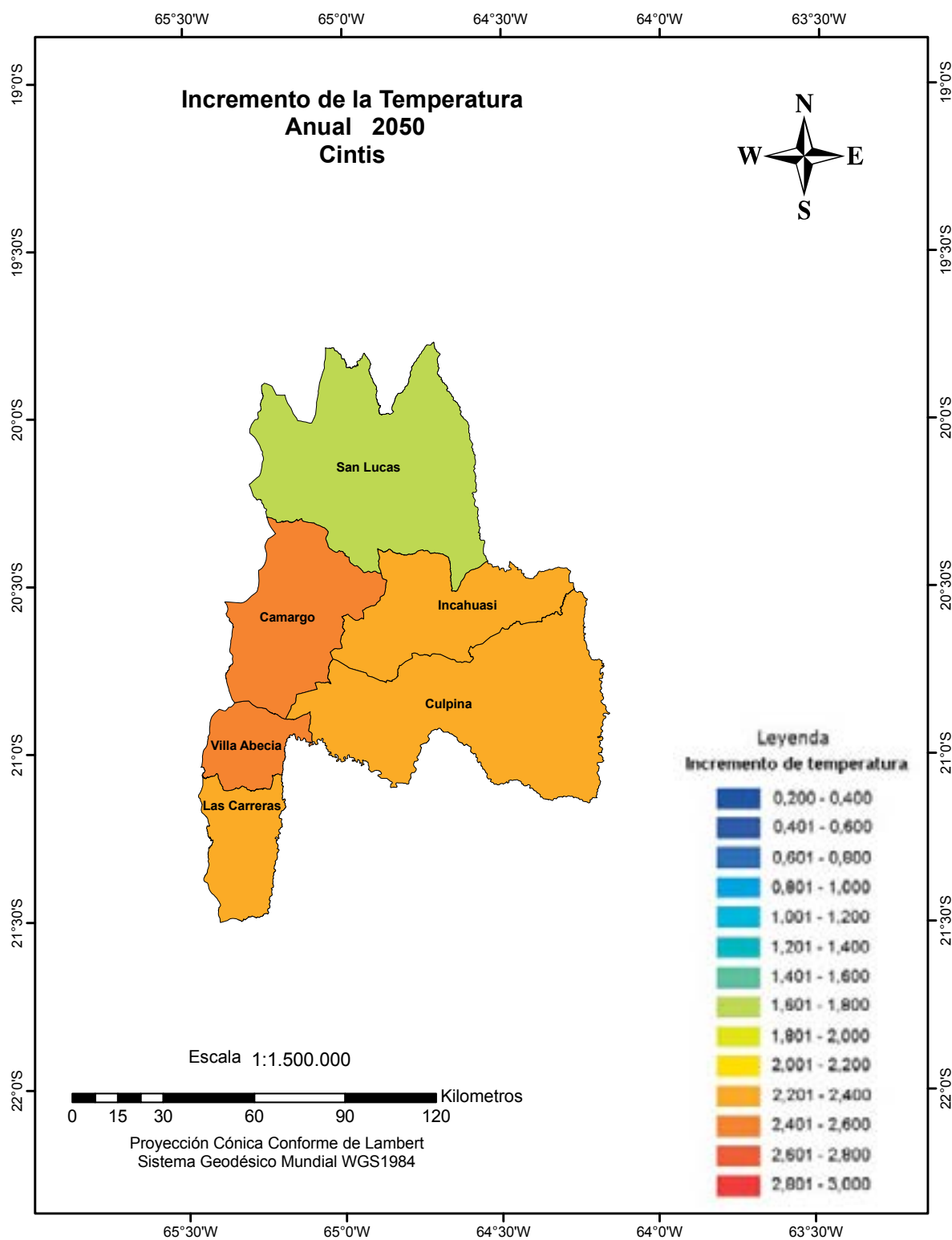
Mapa 5.53.



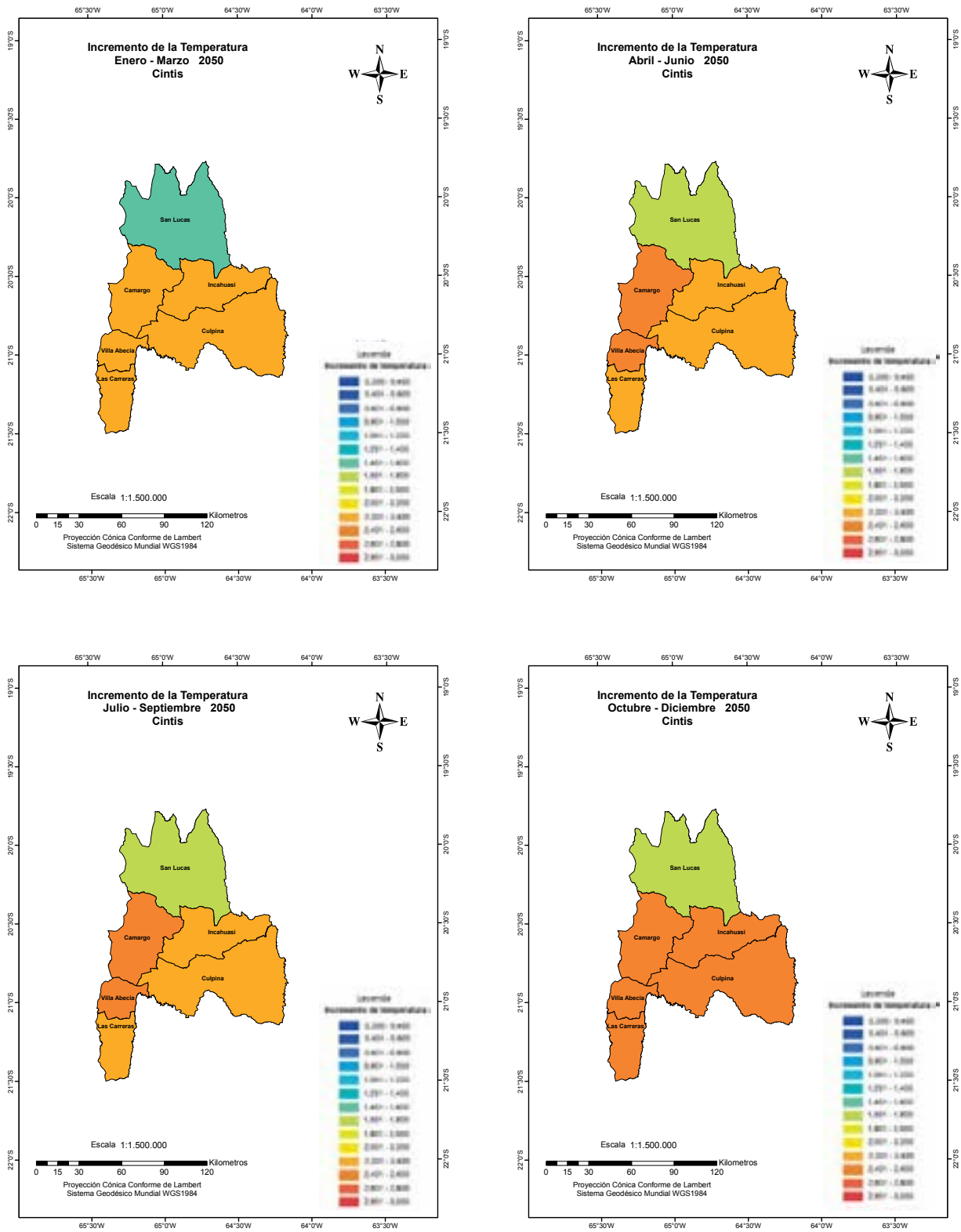
Mapa 5.54.
Incremento de la temperatura por trimestre en 2020. Cintis



Mapa 5.55.



Mapa 5.56.
Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Cintis





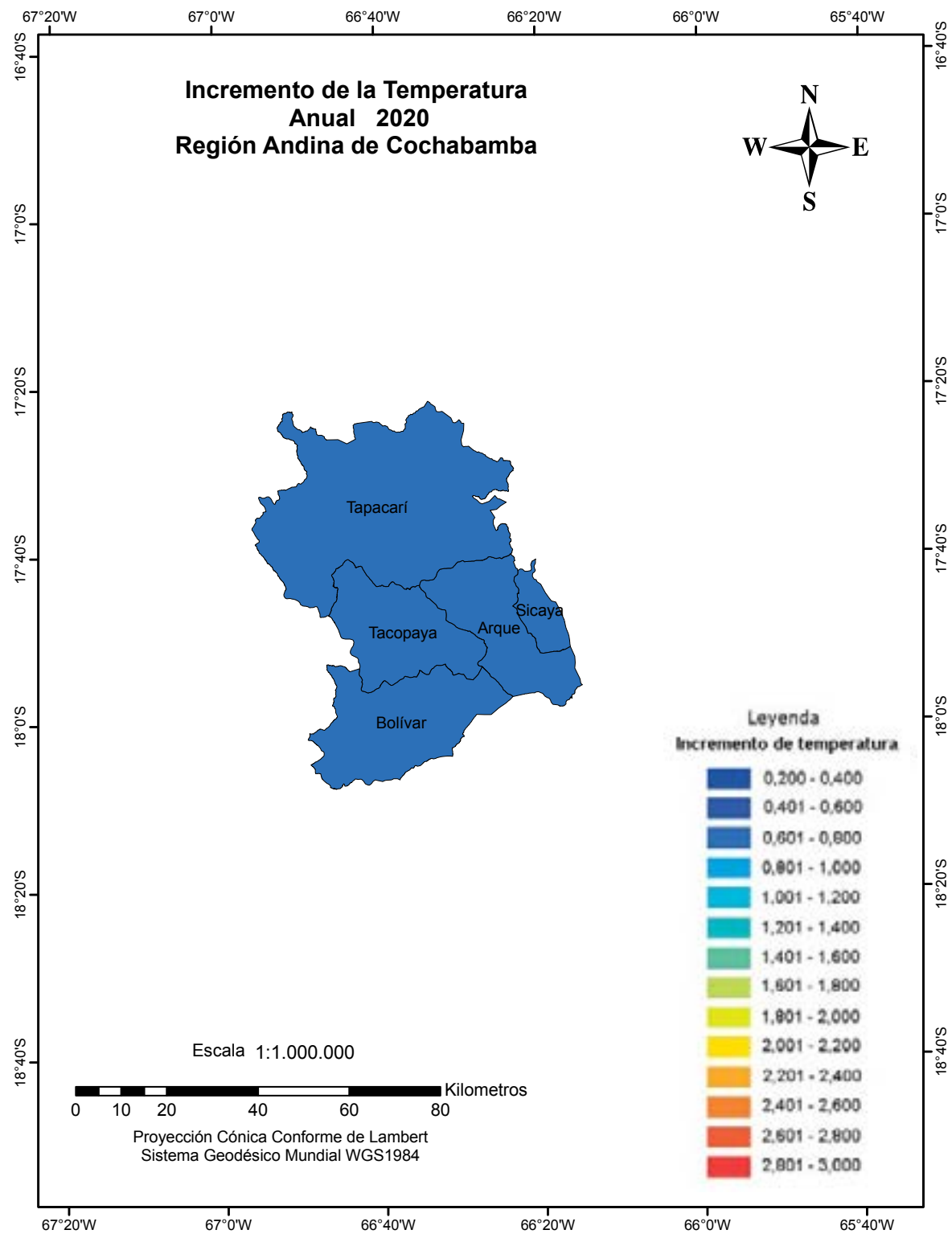
Región Andina de Cochabamba

Los Mapas 57 al 60, muestran que en esta zona la elevación térmica sería significativamente mayor en el último trimestre del año, comparado con el primer trimestre. Lo anterior podría deberse a la mayor concentración de la precipitación desde enero a marzo, por lo que se recibe fuerte insolación entre octubre y diciembre, y entre abril y junio. Entre julio y septiembre la mayor distancia

al sol compensa la falta de nubosidad, por lo que el calentamiento es menos intenso.

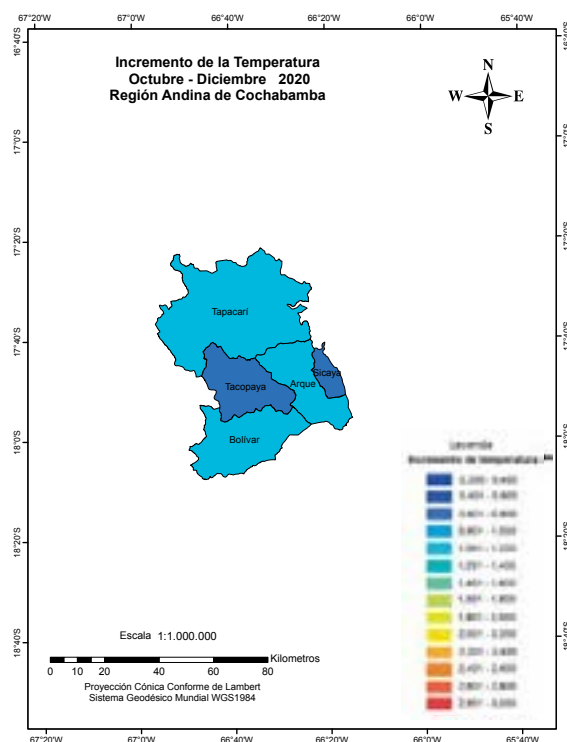
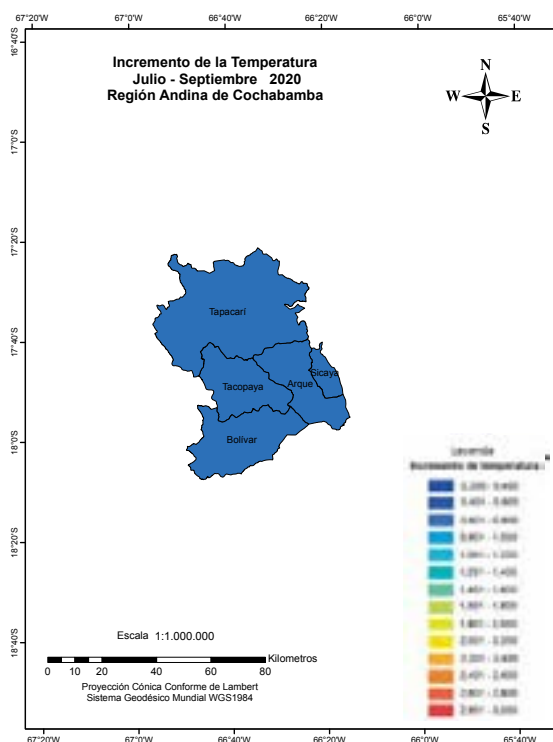
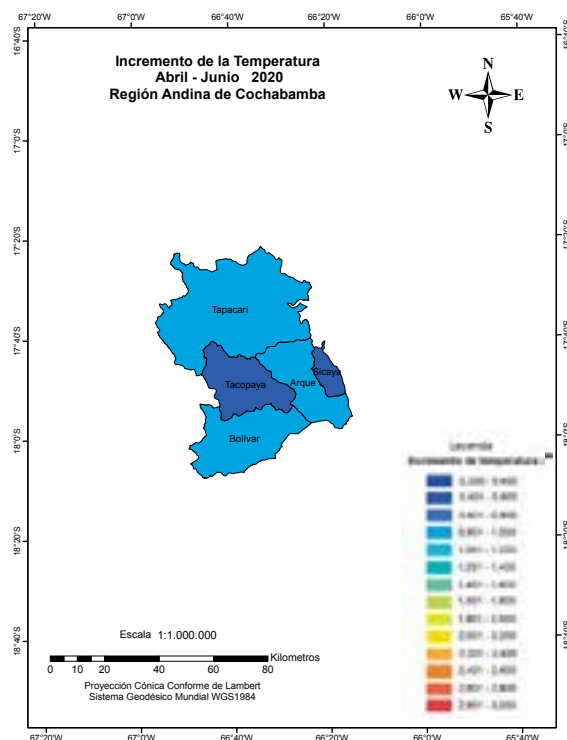
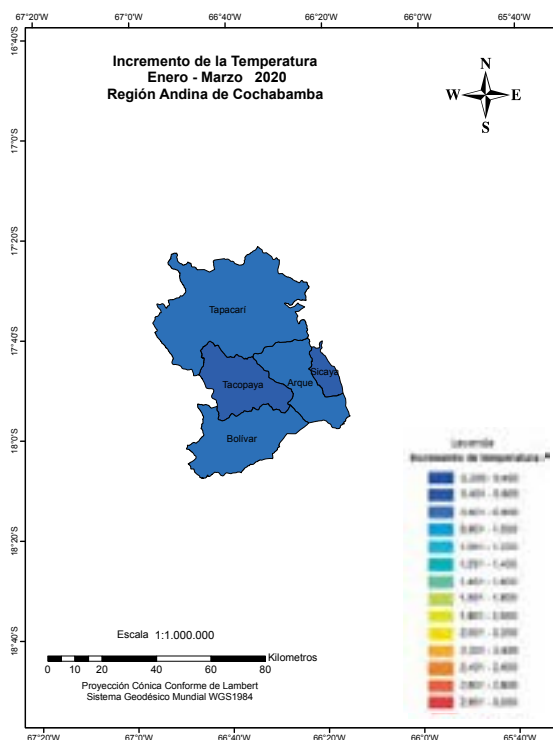
De esta manera, el inicio de la época de lluvias será el periodo de mayor estrés hídrico, lo cual se mantendrá bajo los mismos parámetros pero con mayor intensidad hacia el 2050.

Mapa 5.57.

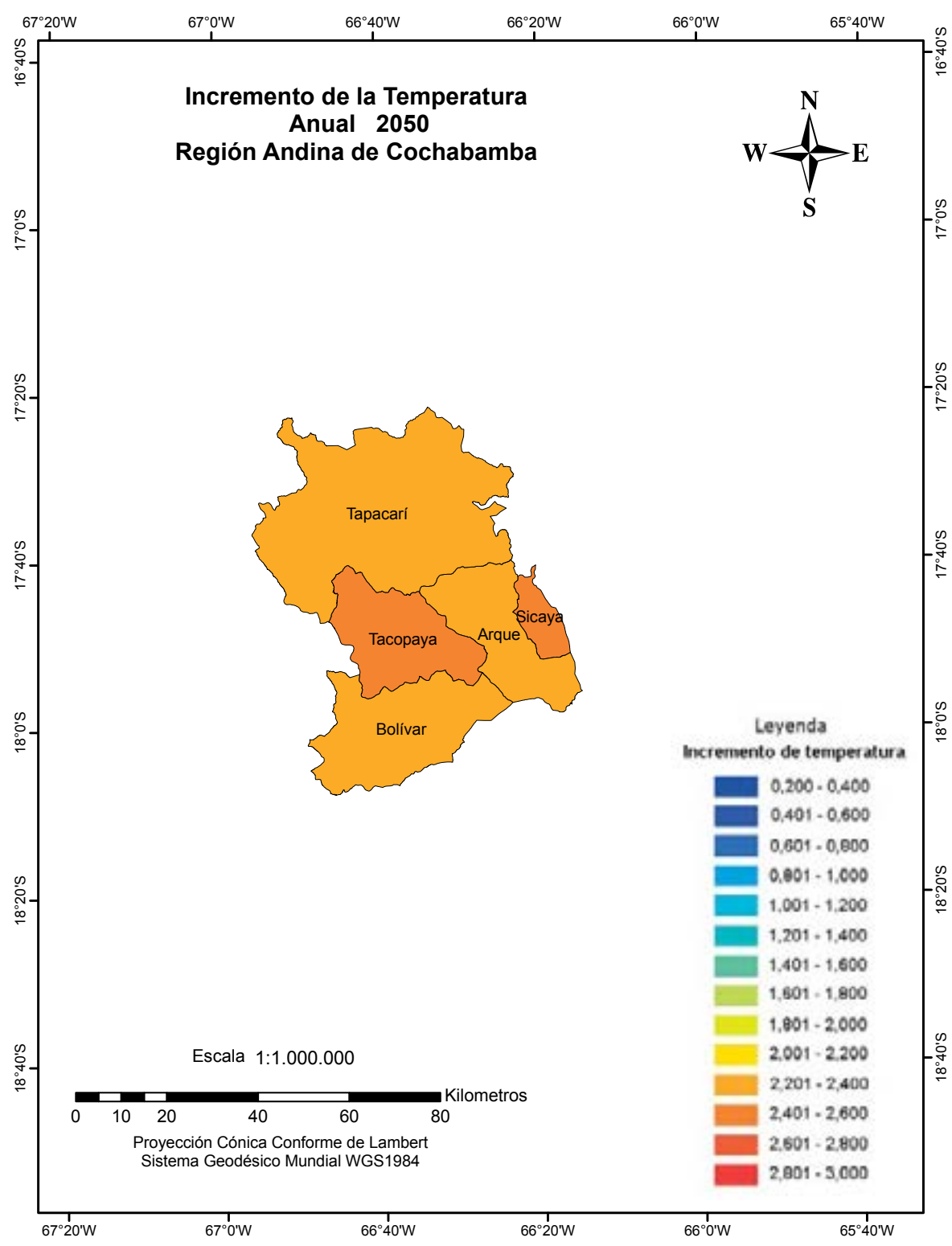


Mapa 5.58.

Incremento de la temperatura por trimestre en 2020. Región Andina de Cochabamba

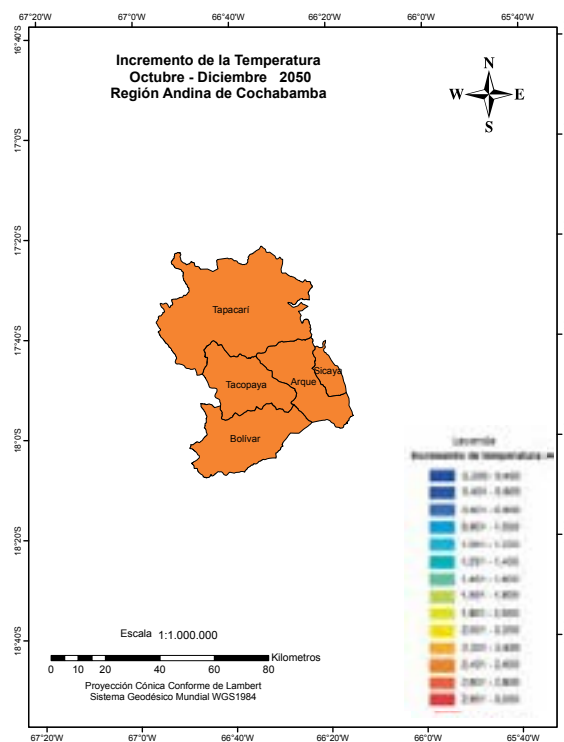
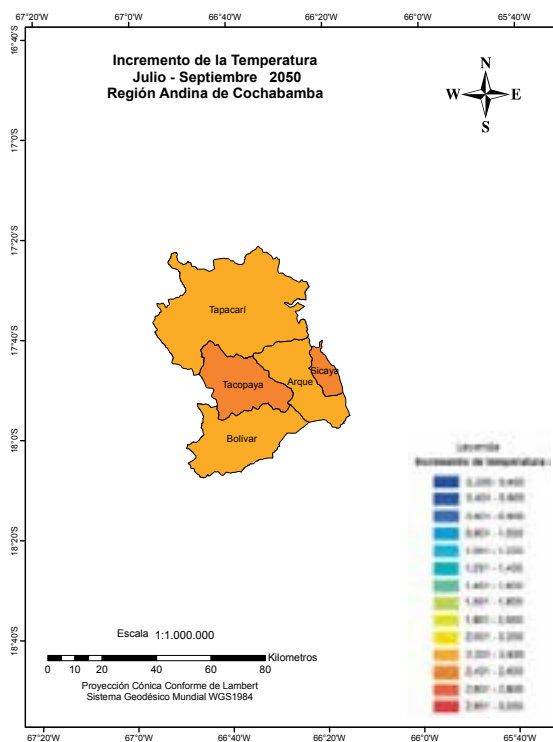
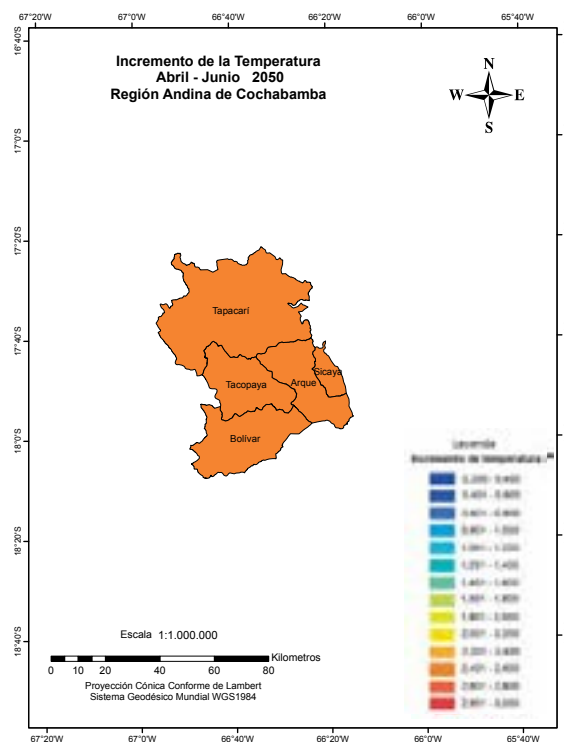
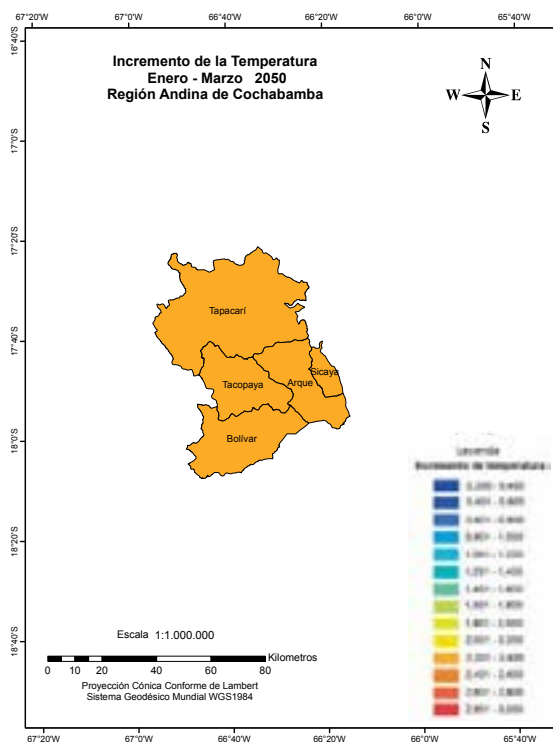


Mapa 5.59.



Mapa 5.60.

Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Región Andina de Cochabamba



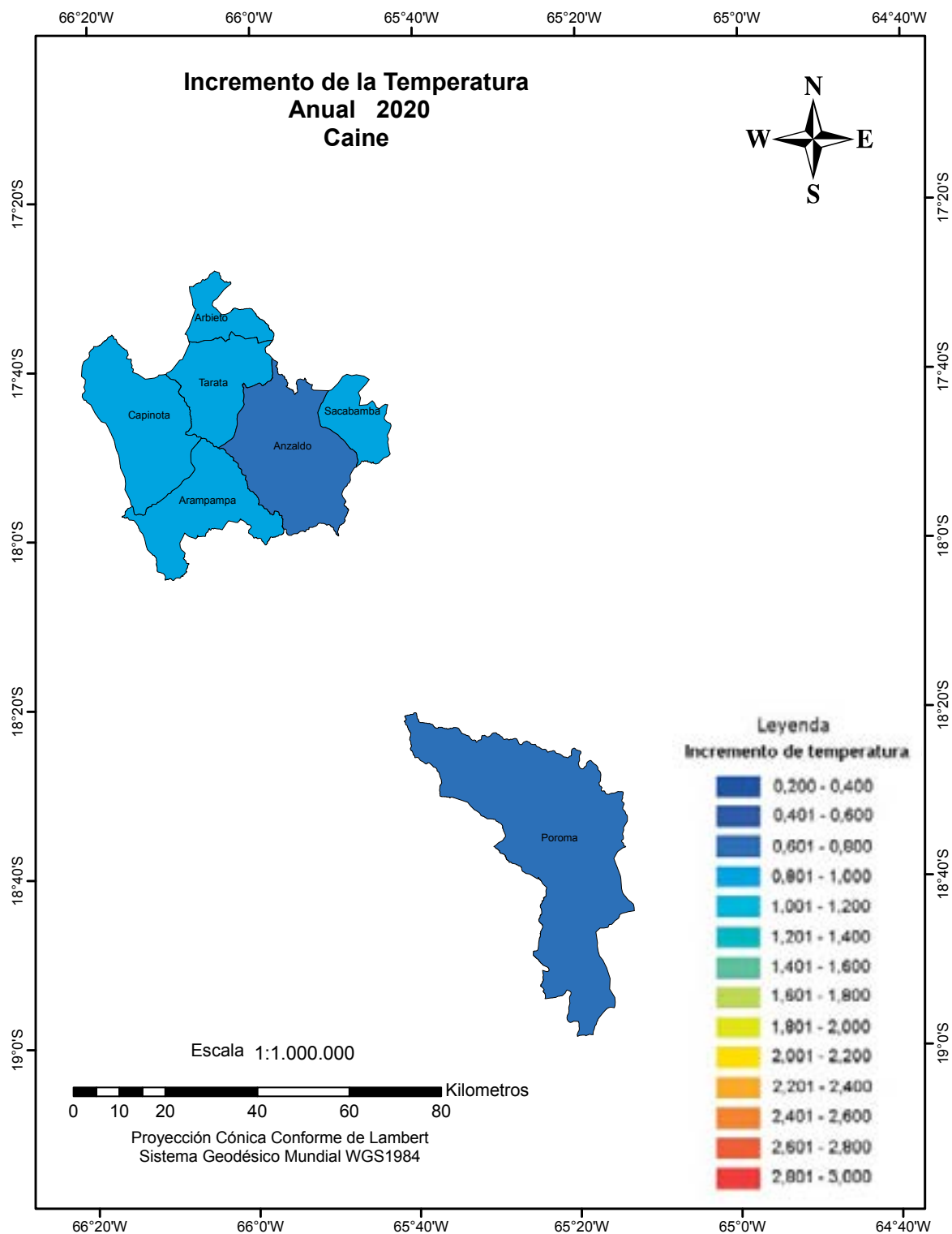


Caine

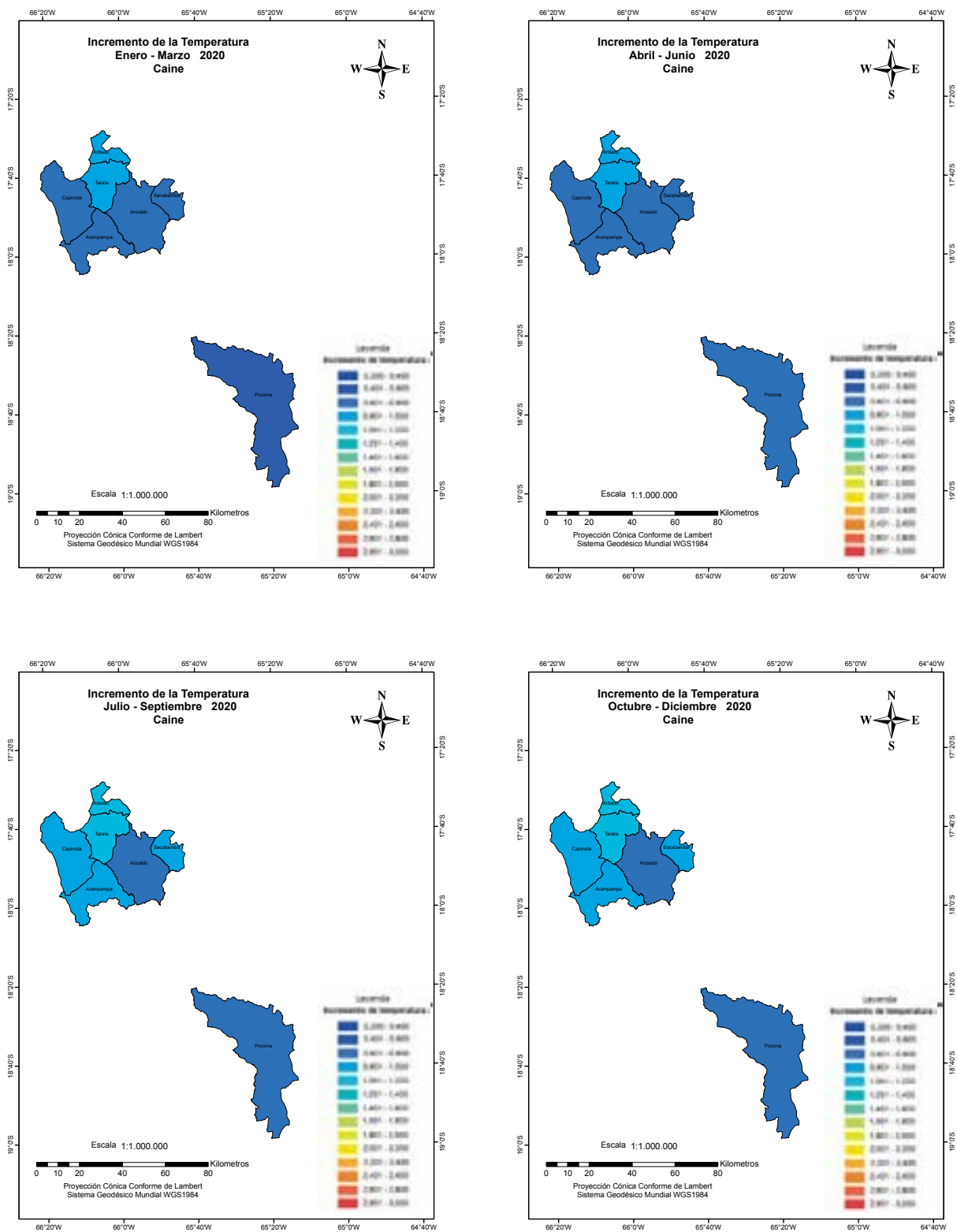
Como en el caso de otros valles interandinos de altitud media, los niveles de calentamiento en el Caine son similares durante el año aunque con tendencia a incrementarse a finales del año (Mapas 61 al 64). Esta zona comparte las características de los valles interandinos cerrados y áridos que presentan mayor tendencia al calen-

tamiento, por lo que se prevén elevaciones térmicas hacia 2020 pero mayores aún hacia 2050. Aunque su precipitación no muestra cambios significativos a futuro, las elevaciones térmicas provocarán mayor demanda atmosférica de agua y, por lo tanto, mayor déficit hídrico.

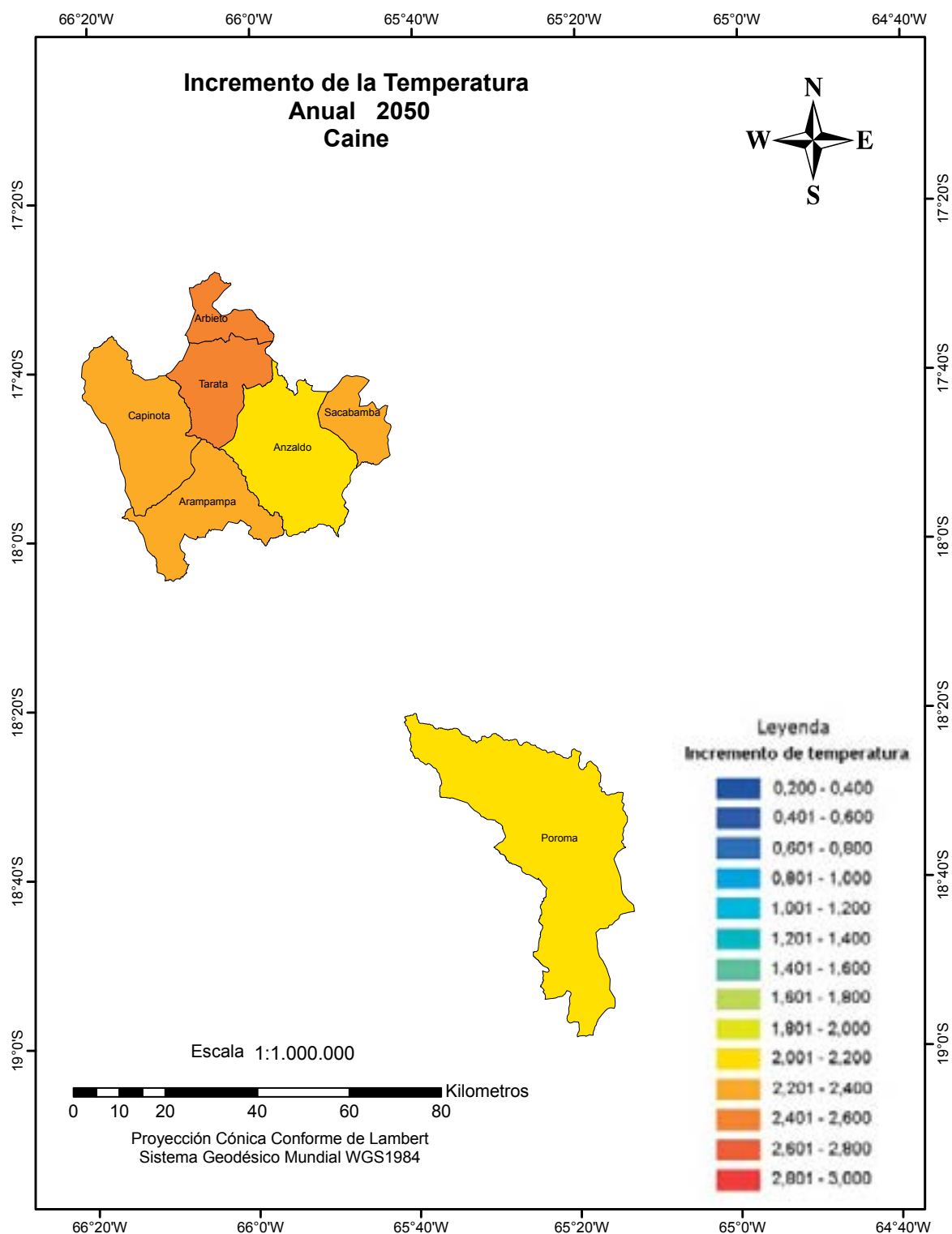
Mapa 5.61.



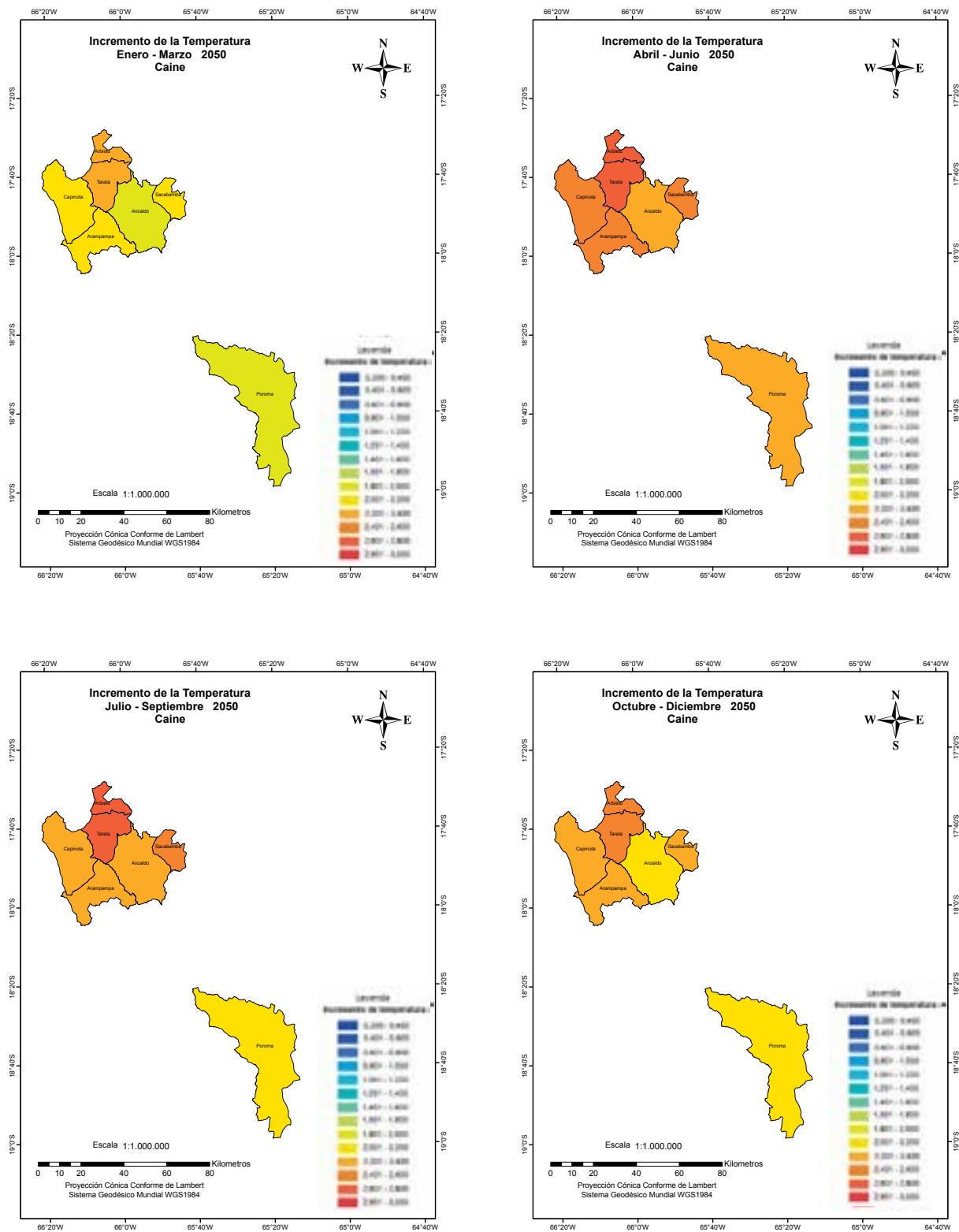
Mapa 5.62.
Incremento de la temperatura por trimestre en 2020. Caine



Mapa 5.63.



Mapa 5.64.
Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Caine



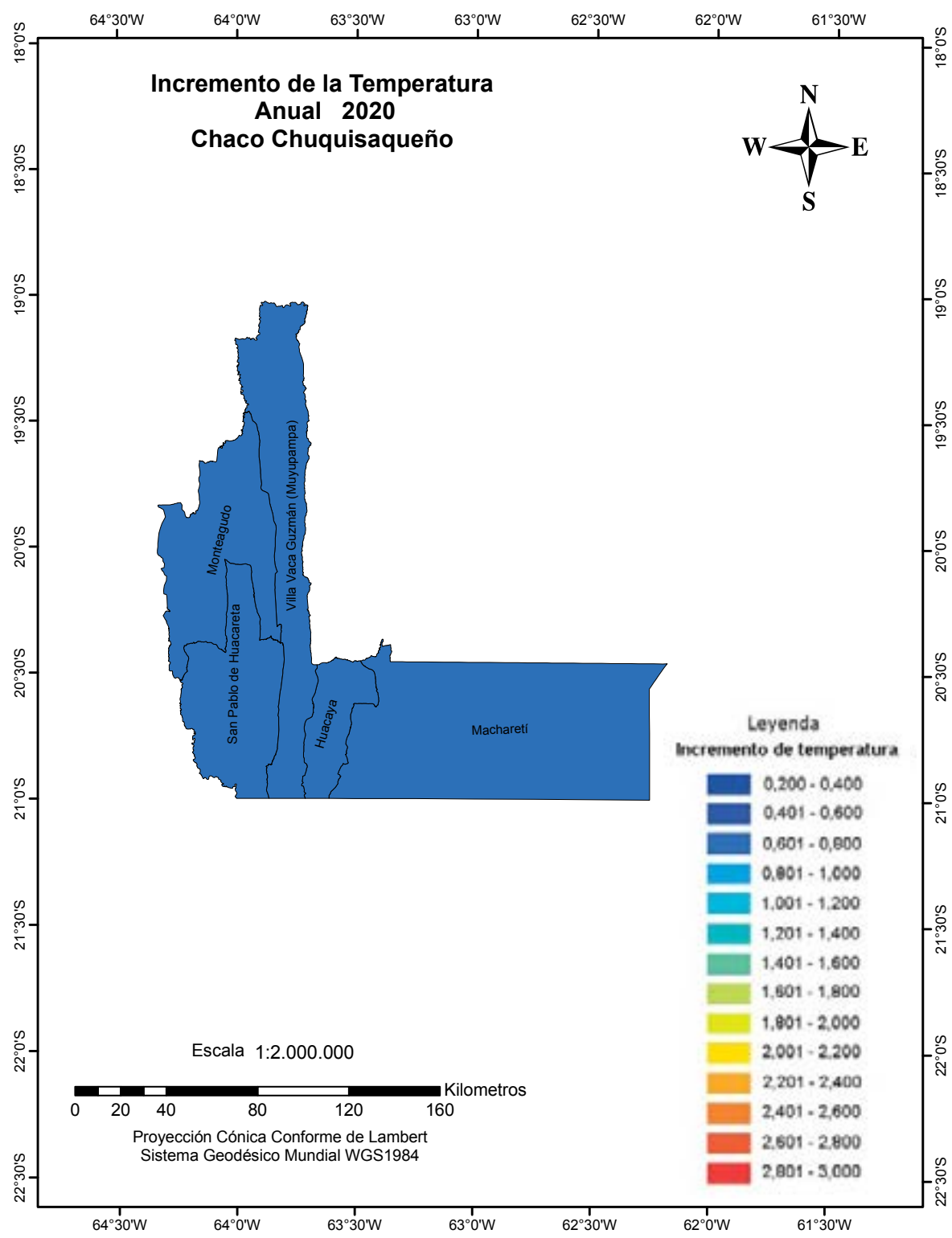


Chaco Chuquisaqueño

El comportamiento térmico del Chaco Chuquisaqueño es similar al de Norte Paceño Tropical, con elevaciones térmicas más moduladas que en los valles interandinos y el altiplano (Mapas 65 a 68), probablemente se deba a la mayor precipitación que incrementa la cobertura de nubes, por lo tanto, mayor amortiguación del calentamiento. La mayor cantidad de vegetación también modula el uso energético, reduciendo la energía usada para calentar el aire de la zona.

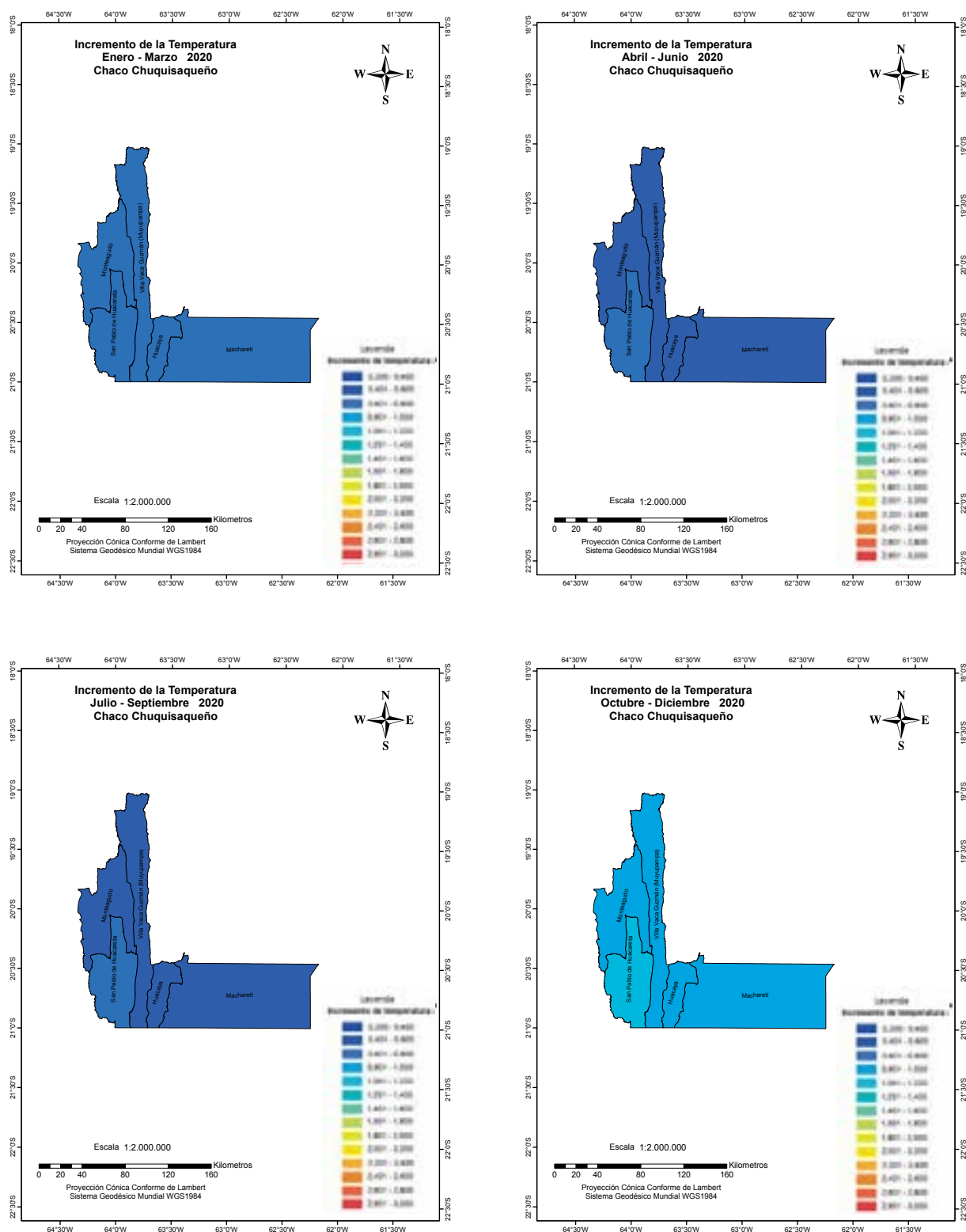
Las elevaciones térmicas se prevén mayores en verano que en invierno siendo más clara esta diferencia en el futuro cercano, mientras que al 2050, este efecto se dispersa y las elevaciones son similares durante el año. Aunque la precipitación sería mayor a futuro, no compensaría el incremento térmico esperado aunque el impacto negativo sería relativamente menor que en otras zonas del país.

Mapa 5.65.

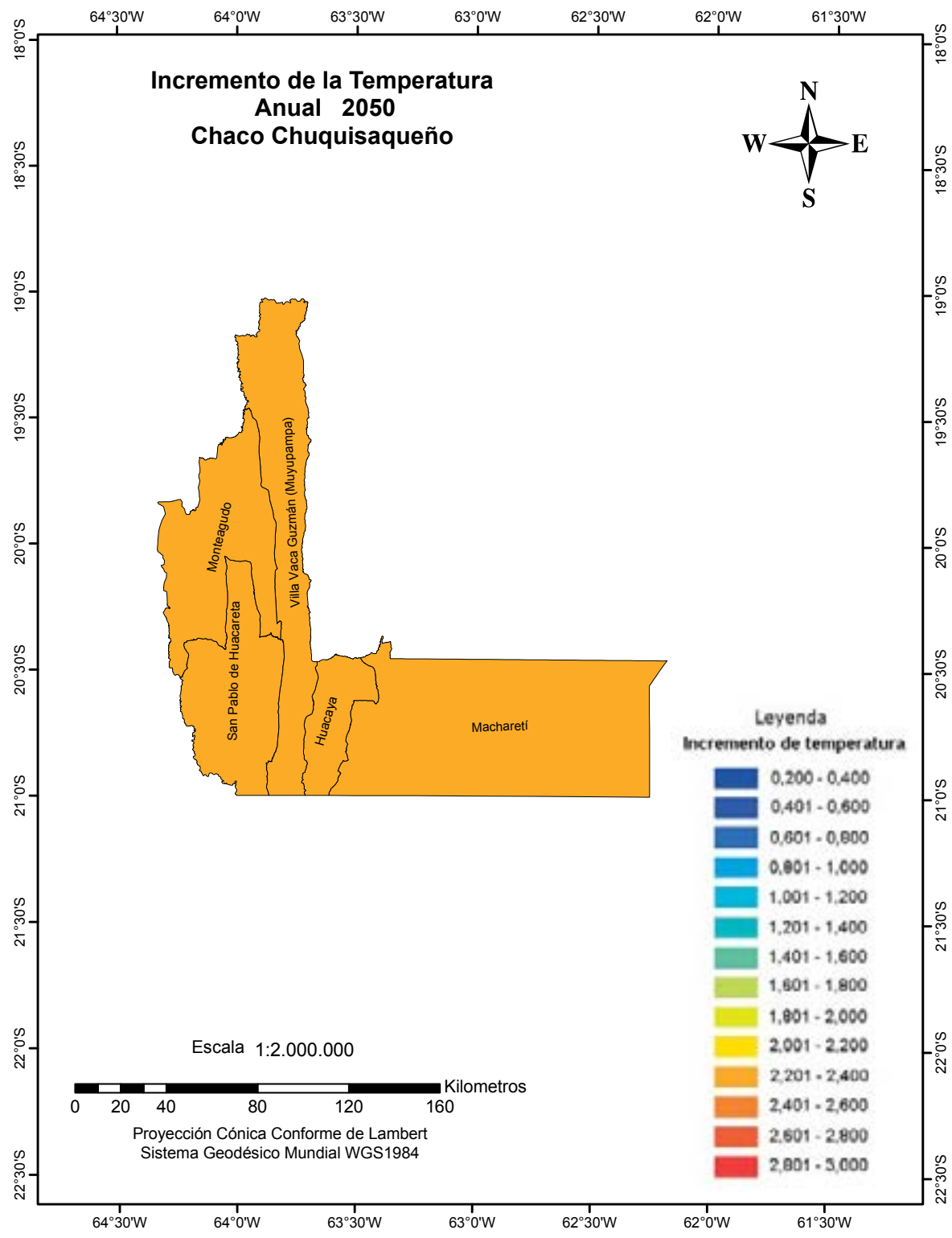


Mapa 5.66.

Incremento de la temperatura por trimestre en 2020. Chaco Chuquisaqueño

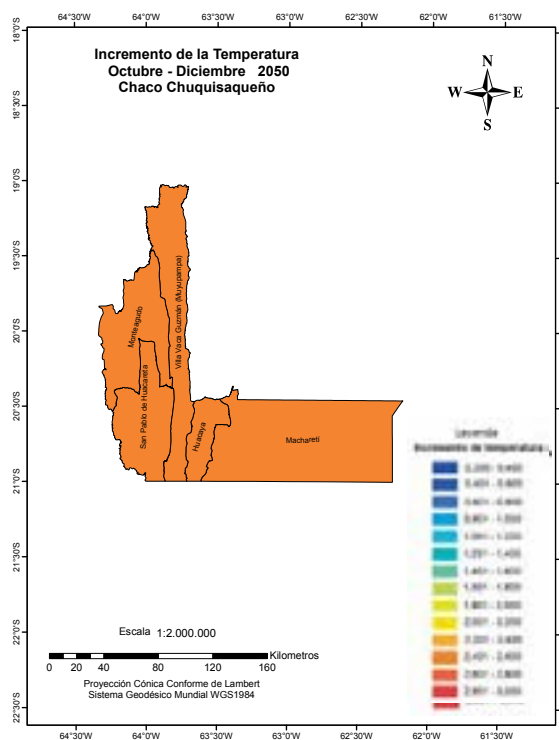
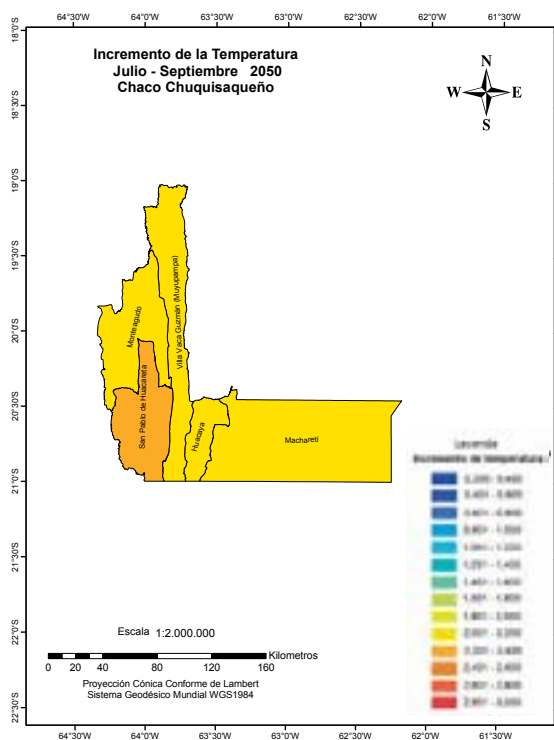
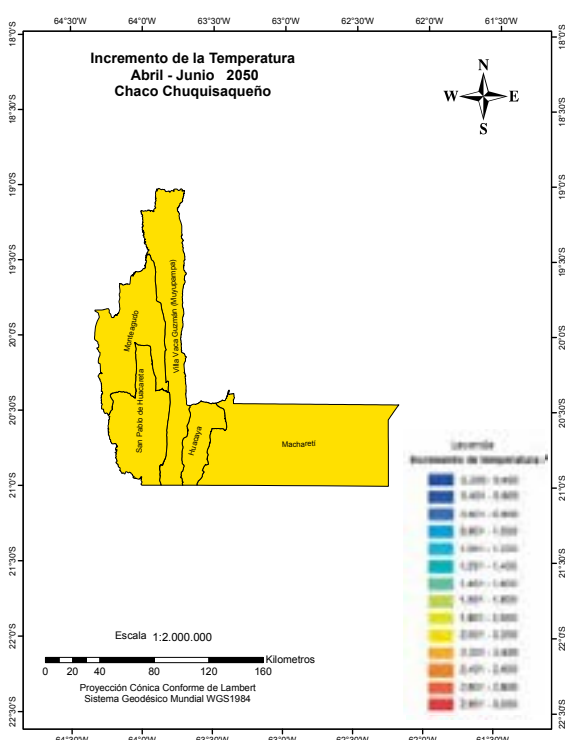
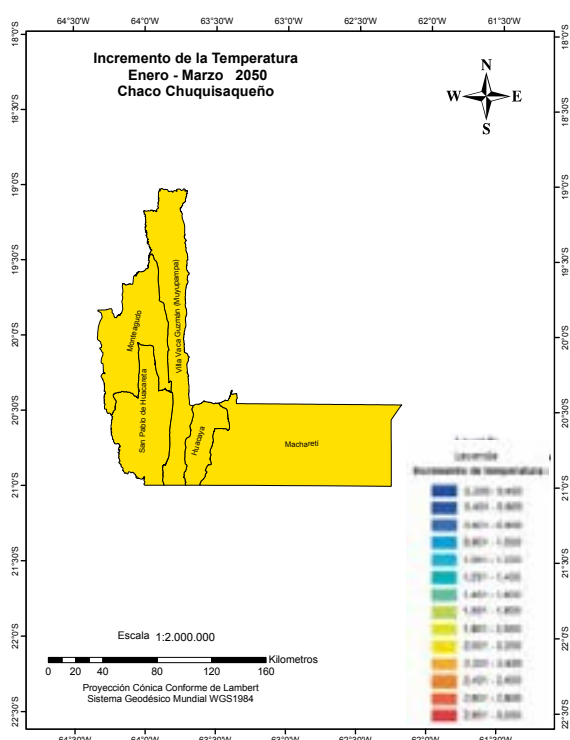


Mapa 5.67.



Mapa 5.68.

Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Chaco Chuquisaqueño





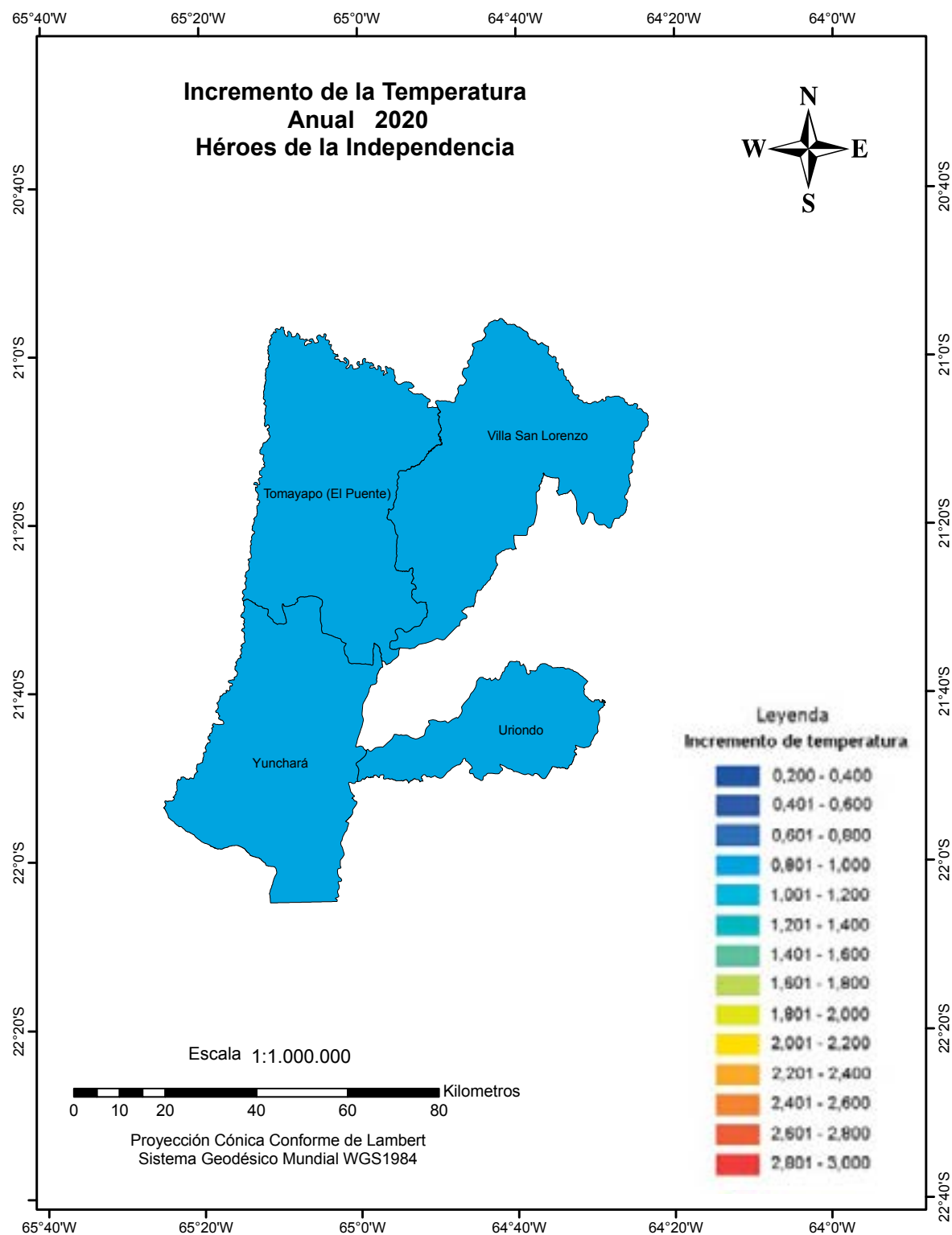
Héroes de la Independencia

(valles de Tarija)

El comportamiento térmico de los valles en la Mancomunidad Héroes de la Independencia es similar a los esperados para los otros valles interandinos de altitud intermedia reportados en este estudio (Mapas 69 a 72). La elevación térmica probable para el futuro cercano es mayor que en zonas de mayor o de menor altitud.

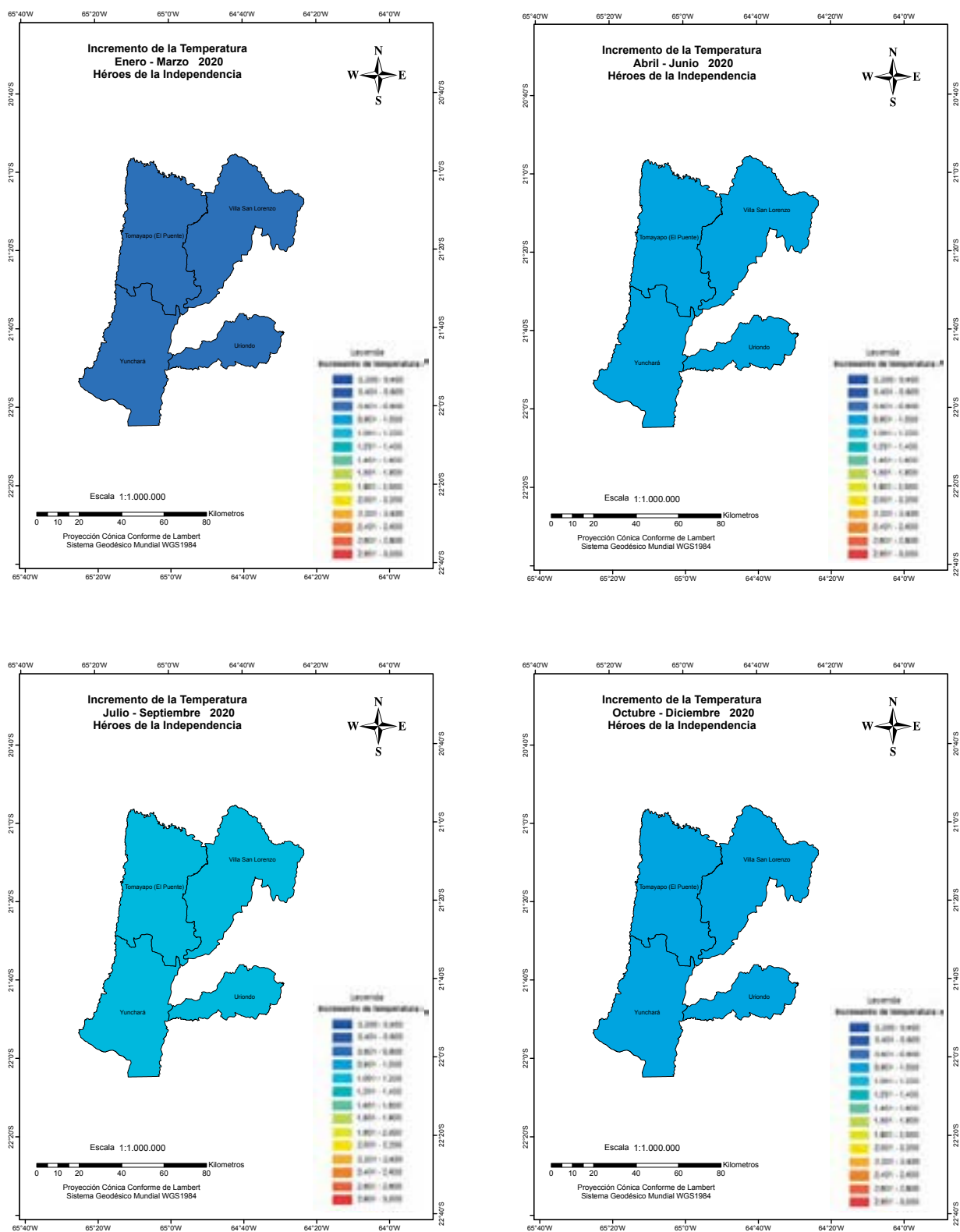
Aunque la precipitación en esta zona no muestra tendencia a cambios significativos a futuro, el incremento térmico es considerable, por lo que podrá esperarse fuertes déficits hídricos que afectará la agricultura.

Mapa 5.69.

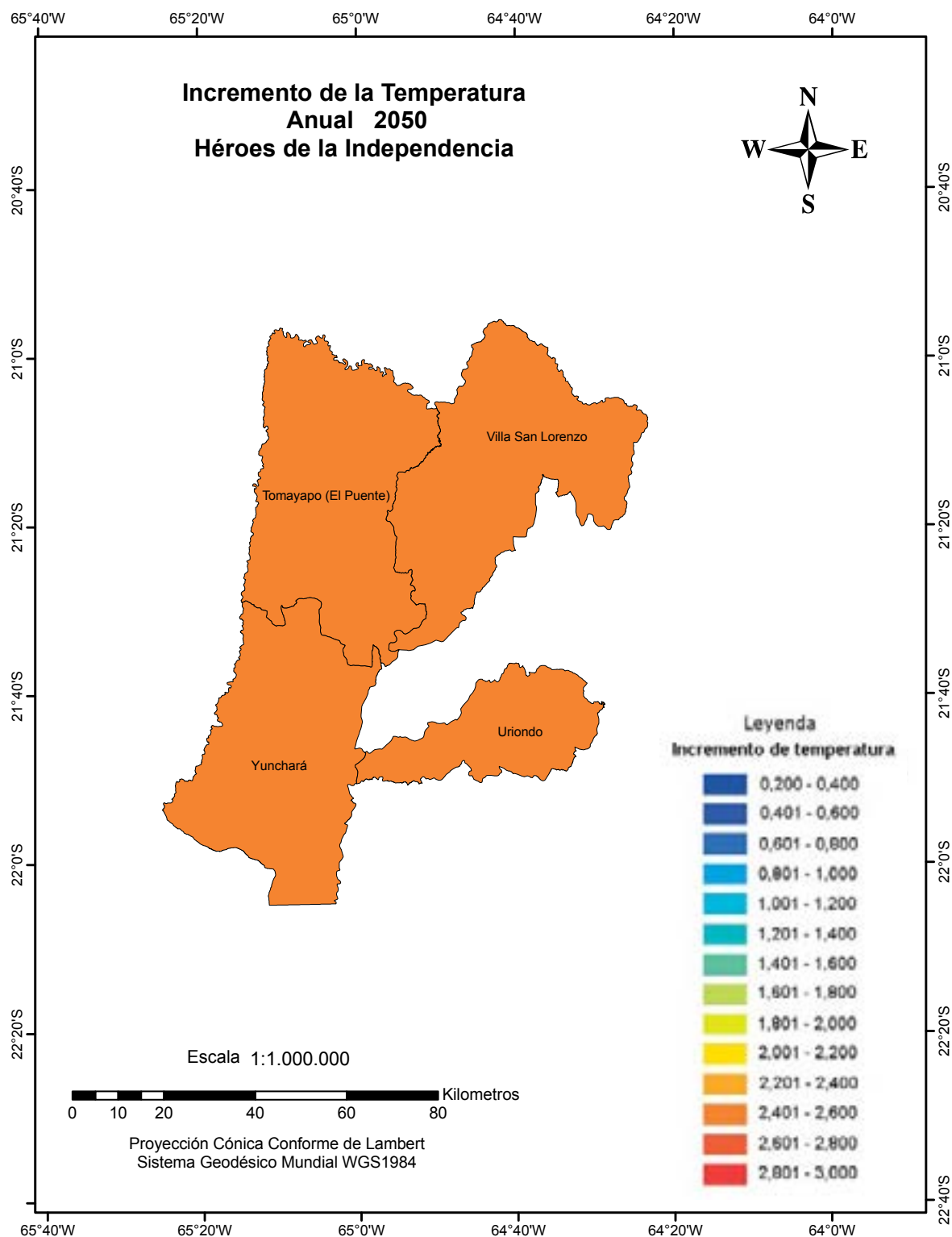


Mapa 5.70.

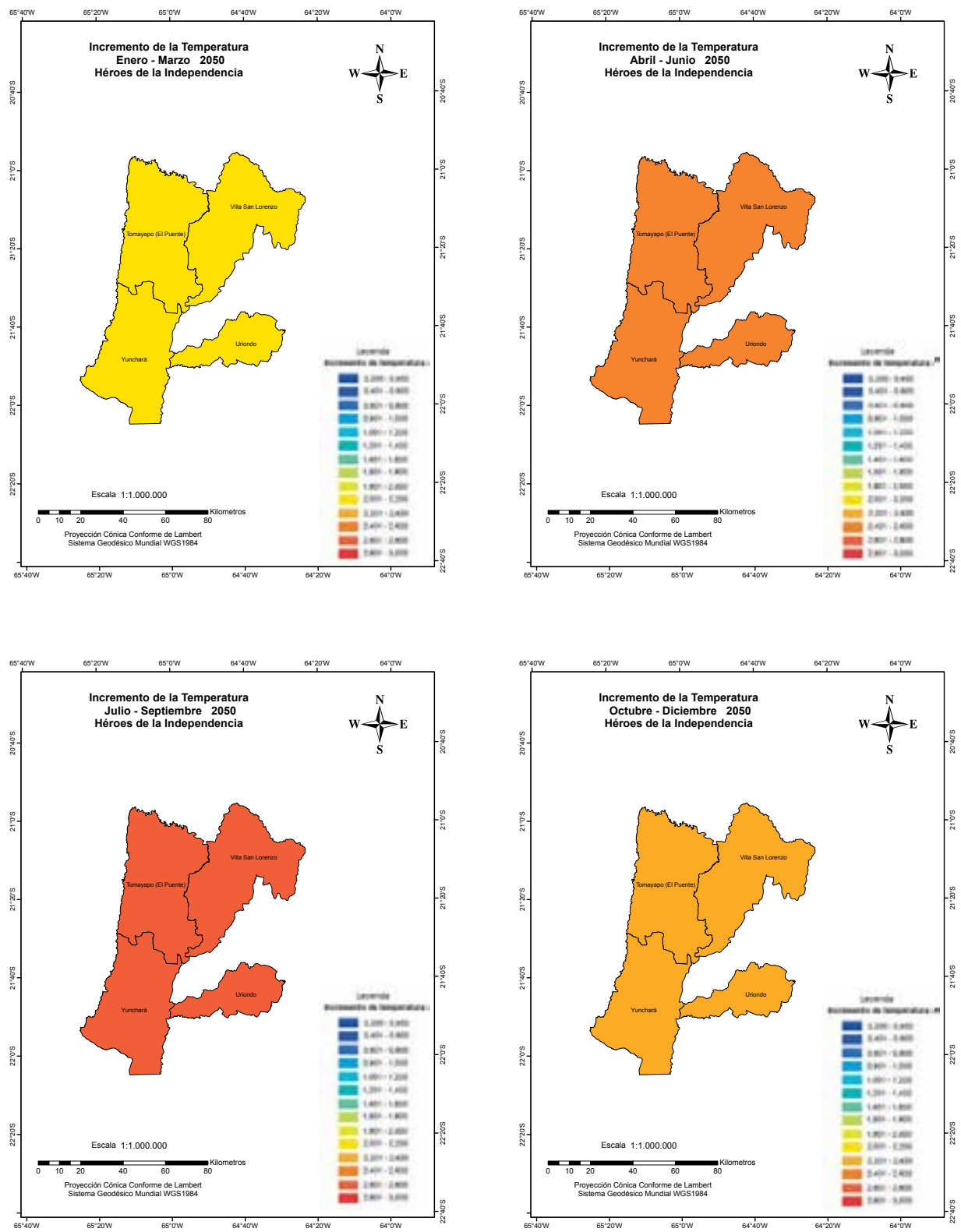
Incremento de la temperatura por trimestre en 2020. Héroes de la Independencia



Mapa 5.71.



Mapa 5.72.
Incremento de la temperatura por trimestre en 2050. Héroes de la Independencia



5.4. CONCLUSIONES

- Aunque es posible realizar un análisis de regionalización y downscaling estadístico puntual, el cual provee de resultados muy valiosos, la reducida disponibilidad de información climática incrementa la incertidumbre de los resultados obtenidos.
- Los resultados son parte de un análisis que se debe ganar en precisión, a partir de mejorar la información histórica.
- Se muestra que el impacto del calentamiento global sobre las características climáticas locales, será diferente en función de la eco-climatología local siguiendo una línea común.
- En general, la precipitación no muestra cambios significativos en las estadísticas. Sin embargo, los inviernos serán más secos a futuro, lo cual combinado con una mayor temperatura, determinará un mayor déficit hídrico en las zonas estudiadas.
- La precipitación en época de lluvias se muestra muy variable, lo cual permite inferir que se podrían enfrentar, con relativa frecuencia, años muy secos y también muy húmedos. En general, se observa que los meses de inicio de la época de lluvias serán relativamente más secos y los meses húmedos presentarán comportamiento variable.
- El análisis trimestral de la variación de la precipitación muestra que en casi todos los municipios se retrasará el inicio de la época de lluvias y/o se tendrá un inicio más seco. Las actividades de agricultura a secano dependen totalmente de estas primeras lluvias para iniciarse, por lo que este retraso, aunque se compensaría posteriormente con suficiente cantidad de lluvia entre enero y marzo, pondría en riesgo los cultivos de las zonas.
- Las temperaturas se incrementarán entre 2°C y 3°C en función de las zonas, siendo que los valles interandinos muestran mayor incremento en el 2050 que las zonas bajas del Norte y el Altiplano. La variabilidad estacional es mayor en zonas áridas de altitud media que en las zonas bajas del Norte y el Altiplano, especialmente en las temperaturas mínimas.
- Es probable que se enfrenten incrementos mayores en invierno que en verano.
- La lluvia no se incrementará pero sí las temperaturas, por lo que el déficit hídrico será mayor en estas épocas, producto de la consecuente reducción de humedad de la atmósfera y del suelo.
- En los valles interandinos de altitud intermedia se observa la mayor probabilidad de impacto del calentamiento, pues el incremento térmico es mayor que las zonas altas o bajas, y su precipitación tiende al descenso.
- La combinación de estos factores incrementa la probabilidad de sequías agudas, que pondrán en riesgo la disponibilidad de agua, afectando a los medios de vida.
- La probabilidad de impactos por la elevación de la temperatura implica plantear medidas integrales de adaptación, asociadas a la tecnología de almacenamiento y acompañado del desarrollo de capacidades, concertación, saneamiento e higiene. Se necesita cambiar la idea de que el agua es un recurso ilimitado y se debe invertir para conservarlo y aprovecharlo de manera sostenible.
- Las acciones de cosecha de agua de lluvia podrían ser muy efectivas para zonas de baja precipitación.
- En zonas con precipitación muy concentrada es importante diseñar nuevas formas de aprovechamiento de aguas subterráneas identificando áreas de recarga y promoviendo su conservación, junto a planes de manejo para mantener caudales constantes.

- Es necesario considerar que la elevación térmica también podrá motivar cambios espontáneos en los sistemas productivos que demandarán mayor atención de las entidades de apoyo, las que deben estar preparadas para cubrir nuevas demandas del recurso.
- Los resultados muestran comportamientos climáticos que deben ser considerados para acciones de planificación, capacitación e inversión.
- Los resultados del análisis están orientados a entender el cambio en las variables climáticas y no tanto el impacto. Por lo tanto, se requiere analizar con mayor profundidad, los impactos reales a través de modelos de simulación hidrológicos, de cultivos y de enfermedades, entre otros.
- Se debe considerar el desarrollo mundial para entender y reducir las incertidumbres de las tendencias en el presente análisis, puesto que se utilizó un solo escenario de emisiones.



Capítulo 6

Evaluación descriptiva de las amenazas climáticas futuras en las zonas de análisis



6.1. INTRODUCCIÓN

El *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático* (IPCC) define “evento meteorológico extremo” como un episodio, suceso o evento meteorológico que es raro o infrecuente, según su distribución estadística para un lugar determinado. Se define “raro” como todo episodio que se encuentre por encima del percentil 90, por debajo del 10 en la función de probabilidad observada o conocido también como las colas de la función de probabilidad.

Desde un punto de vista climático, la variabilidad siempre es importante; las tendencias climáticas promedio son tan sólo un factor en la probabilidad de las amenazas físicas. Para algunas decisiones, la variabilidad estacional y sus extremos pueden ser más importantes que las tendencias a largo plazo. Desafortunadamente en la mayor parte del planeta, la calidad y cantidad de información climática disponible reduce la potencialidad de analizar esta dispersión histórica y la proyección al futuro incrementa la incertidumbre, por ello se acude a modelos climáticos que reproducen y/o generan con cierto nivel de precisión la dinámica climática.

No debe olvidarse, sin embargo, que los modelos climáticos no están exentos de la incertidumbre que debe considerarse cuando se utilizan los resultados, pues podrían incrementar la exposición de una población en vez de reducirla.

Para el IPCC la incertidumbre no es motivo para no trabajar en gestión e inversiones de reducción del riesgo climático; las acciones deben basarse en la evaluación de los márgenes del riesgo y en los criterios técnico y social, para adaptarse a las

dispersiones climáticas que ciertamente ocurrirán.

El IPCC en su *Cuarto informe de evaluación (4AR)*, afirma que se han observado múltiples cambios en el clima a largo plazo, tanto a escala global como regional, y que estos han afectado tanto a las zonas continentales como a las oceánicas. Algunos de estos cambios incluyen, por ejemplo, las variaciones en la cantidad y distribución de la precipitación, la acidificación del mar, las características de los patrones del viento y la frecuencia e intensidad de episodios de tiempo extremo o severo como: sequías, lluvias torrenciales y olas de calor que se constituyen en amenazas para el desarrollo de las zonas donde ocurren.

Las amenazas deben ser evaluadas con cierta premura para planificar las acciones de adaptación que cubran no solamente los cambios promedios, sino también los probables extremos climáticos. Dada la cantidad de diversas metodologías para realizar esta evaluación, el IPCC considera conveniente encontrar formas estandarizadas para analizar estos eventos, de manera que sean comparables con los resultados de otras zonas. Para ello, se evalúa de forma inicial en este capítulo, la proyección de las amenazas climáticas a partir de las particularidades en las áreas de intervención del PRRD, siguiendo la metodología de evaluación de eventos extremos mediante el seguimiento de un conjunto de indicadores climáticos definidos a escala internacional.

6.2. METODOLOGÍA

El trabajo se realiza en base a índices que describen la variabilidad climática en pruebas de dos colas de funciones de densidad de probabilidad,



considerando los parámetros recomendados por el Grupo de Expertos sobre detección del cambio climático e Índices (Expert Team on Climate Change Detection and Index,- ETCCDI, 1999¹) con el propósito de que los resultados puedan ser comparables internacionalmente. Las características y definiciones de los índices seleccionados para el presente estudio están descritas en: http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

Se seleccionaron 11 índices descritos en la Tabla 6.1 que son los que se adecuan a las características climáticas del país. De esta manera, la metodología para evaluar la evolución de los eventos extremos en las estaciones próximas a las áreas de intervención del PRRD, mantendrá el esquema propuesto por el ETCCDI, describiendo el comportamiento de estos índices en los registros históricos de las estaciones incluidas en el trabajo (Capítulo 2), comparando su comportamiento y su distribución con la base de datos generada para el futuro (Capítulo 5).

6.2.1. Evaluación probabilística de los eventos extremos futuros

Debido a la gran cantidad de información climática incluida en este estudio, los resultados se consolidaron en mapas de mancomunidades en la que interviene el PRRD, que muestran la dispersión estadística de los eventos evaluados que ocurrieron en el periodo histórico, comparados con los que ocurrirán en las décadas del 2020 y del 2050. Es importante recalcar que los resultados no son pronósticos de la situación climática del periodo, sino poblaciones estadísticas que cuentan con la variabilidad actual provocada

por la dinámica meso-climática y que además incluyen escenarios de cambio orientados por el downscaling estadístico de las corridas del MCG seleccionado (ECHAM5). Por tal razón, es pertinente evaluar los resultados del modelo de downscaling estadístico, mediante análisis de probabilidad y de frecuencia, los mismos que se recomienda aplicar para estudios específicos por sectores.

El presente estudio determina los índices de eventos extremos sugeridos por el IPCC, generando una base de datos de clima futuro que puede ser utilizada para evaluaciones especializadas de acuerdo a contextos diferentes, limitaciones y necesidades de cada mancomunidad.

Por lo mencionado, los índices presentados en la Tabla 6.1, se presentan en Posters en los que se han separado los que indican cambios en la precipitación y los que lo hacen para la temperatura. En cada índice se presenta la mediana de la población evaluada así como los valores máximos y mínimos calculados. Este cálculo se realiza tanto para la población histórica como para la población futura. Los mismos posters presentan un resumen de los impactos analizados en general.

Los municipios mancomunados del presente estudio, incluyen a las zonas de intervención del PRRD y mantienen la estructura presentada en capítulos anteriores. Estos se presentan en la Tabla 6.2.

¹ Karl, T.R., N. Nicholls, and A. Ghazi, 1999: CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes: Workshop summary. *Climatic Change*, 42, 3-7.

Tabla 6.1.

Índices climáticos definidos por el ETCCDI y usados en el presente estudio, donde $T_{\min}$ es la temperatura mínima, $T_{\max}$ es la temperatura máxima y P la precipitación.

No.	ID	Nombre	Definición	Unid.	Aplicación
1	DHe0	Días de helada	Número de días en 1 año en que $TN < 0^{\circ}C$	Días	Muestra la posible duración de la amenaza por heladas para la agricultura. Sirve para definir el periodo de cultivo con menor riesgo en zonas donde es una amenaza.
2	$T_{\min}$	Temperatura mínima	Valor mínimo anual de la temperatura mínima diaria	$^{\circ}C$	Muestra la intensidad de los días fríos y hasta qué rangos deberían resistir los cultivos y/o animales o cuál sería el nivel de riesgo para los cultivos sensibles.
3	DV25	Días de verano o días muy calientes	Número de días en 1 año en que $T_{\max} > 25^{\circ}C$	Días	Muestra la posible duración de la amenaza de días calientes, los que tendrán mayor evapotranspiración y mayor demanda de agua.
4	$T_{\max}$	Temperatura máxima	Valor máximo anual de la temperatura máxima diaria	$^{\circ}C$	Muestra la intensidad de los días calientes y hasta qué rangos deberían resistir los cultivos y/o animales o cuál sería el nivel de riesgo para los cultivos sensibles.
5	Ret.TXx	Periodo de retorno de la $T_{\max}$	Número medio de años que transcurrirán para que se repita la $T_{\max}$ absoluta del registro histórico	años	Muestra la frecuencia de ocurrencia futura de las temperaturas, hoy consideradas extremas.
6	PX1 día	Máximo de PPT en 1 día	Valor máximo anual de la PPT diaria	Mm	Muestra la intensidad máxima de PP por día que deberá enfrentar la zona cada año. Se aplica para cálculo de avenidas máximas y riesgo de inundaciones y para funciones de excedencia actuales para proyectar los riesgos de inundación futuros.
7	ISID	Índice Simple de Intensidad Diaria	PPT total anual dividida entre el número de días con $PPT \geq 1$ mm	mm/día	Muestra si la lluvia tenderá a concentrarse en el futuro. Da una indicación de la intensidad media de lluvia.
8	DP20	Días de PPT muy abundante	Número anual de días en que $PPT \geq 20$ mm	Días	Muestra si la zona enfrentará precipitaciones muy intensas en el futuro y, en caso afirmativo, determinar en cuántos días al año ocurrirá aquello. Se aplica para funciones de excedencia actuales para proyectar los riesgos de inundación futuros.
9	Ret. PPmáx	Periodo de retorno de la PPmáx	Número medio de años que transcurrirán para que se repita la PPmáx absoluta del registro histórico	años	Muestra la frecuencia de ocurrencia futura de las precipitaciones, hoy consideradas extremas.
10	Prdry	Probabilidad de años secos	Probabilidad futura de que se produzcan años definidos como secos (<25 % de Pr.cum) durante el registro histórico.	%	Comparado con el presente muestra el cambio en la probabilidad de que las zonas enfrenten años que actualmente están en el percentil 25, es decir secos.
11	Prwet	Probabilidad de años húmedos	Probabilidad futura de que se produzcan años definidos como húmedos (>75 % de Pr.cum) durante el registro histórico.	%	Muestra el cambio en la probabilidad de que las zonas enfrenten años en el percentil 75, es decir húmedos.

Tabla 6.2.

Agrupación de municipios mostrados en los mapas del presente informe

No.	Aplicación
1	Mancomunidad Norte Paceño Tropical Apolo, Guanay, Ixiamas, Mapiri, San Buenaventura, Tacacoma, Teoponte, Tipuani y Sapecho.
2	Mancomunidad Norte Potosí San Pedro de Buena Vista, Toro Toro, Sacaca, Chayanta, Caripuyo, Pocoata y Acasio.
3	Mancomunidad Aymaras Sin Frontera Calacoto, Santiago de Callapa, Charaña, Corque, Curahuara de Carangas, San Pedro de Totora y Santiago de Huayllamarca.
4	Mancomunidad Gran Centro Potosí Betanzos, Caiza D, Chaquí, Porco, Puna, Tacobamba, Tinguipaya, Tomave, Urmiri y Yocalla.
5	Mancomunidad Cintis Camargo, Culpina, Incahuasi, Las Carreras, San Lucas y Villa Abecia.
6	Mancomunidad Región Andina de Cochabamba Tacopaya, Tapacarí, Arque, Bolívar y Sicaya.
7	Mancomunidad Caine Anzaldo, Arbieto, Sacabamba, Capinota, Tarata, Poroma y Arampampa
8	Mancomunidad Chaco Chuquisaqueño Monteagudo, Muyupampa, Machareti, San Pablo de Huacareta y Huacaya
9	Mancomunidad Héroes de la Independencia San Lorenzo, El Puente, Uriondo y Yunchará

6.2.2. Determinación de los periodos de retorno históricos y futuros de la T_{máx} absoluta y la PP_{máx} absoluta

En el caso de los resultados de los periodos de retorno de la T_{máx} absoluta y la PP_{máx} absoluta de todo el registro histórico (Índices 5 y 8 respectivamente), sus valores anuales fueron evaluados por medio de la distribución de Gumbel, determinando el periodo de retorno del valor absoluto de la población histórica. Luego se calculó el periodo de retorno de este valor absoluto histórico pero dentro de la población de las nuevas condiciones que se esperan para el futuro. Estos índices son representados también en los Posters 6.1 a 6.9 para cada momento de análisis (histórico, 2020 y 2050).

6.2.3. Evaluación de la probabilidad futura de enfrentar años secos normales y húmedos

La probabilidad de que se presenten años secos o húmedos se calculó en base a los datos históricos mensuales. A estos registros se aplicó un análisis de cuartiles, definiendo como años secos a aquellos en que la precipitación mensual se ubique en el cuartil inferior. Si la precipitación se encuentra

en los cuartiles centrales se habla de años normales y cuando se encuentran en el cuartil superior se consideran como húmedos; finalmente se calculó la probabilidad de que ocurra un tipo de año (seco, normal, húmedo).

El mismo análisis se realizó en la población futura, pero comparando con los valores límites definidos por los cuartiles de la población histórica. De esta manera, se determinó la probabilidad de que en el futuro ocurran años que actualmente se consideran secos, normales y húmedos. Estos valores se presentan en los Posters 6.1 al 6.9 para las mancomunidades estudiadas de acuerdo a su valor estadístico, también para cada serie de análisis (histórico, 2020 y 2050).

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Días con helada

Los Posters 6.1 a 6.9, presentan la variabilidad del número de días con helada, en el registro histórico de los municipios en los que se calculó (o aproximó) la mediana y el número mínimo y máximo de días con helada para cada municipio, comparada con la misma variabilidad espe-

rada para cada punto en el futuro cercano y para mediados de siglo.

Como es de esperarse en un planeta más caliente, la cantidad de días con helada disminuirá. Sin embargo, la tasa de reducción no es similar para todas las zonas analizadas pues esta ocurrencia se modifica por variables fisiográficas, altitudinales y dinámicas mesoclimáticas² que definen el clima propio de cada estación. No todas las mancomunidades o los municipios dentro de cada mancomunidad presentan riesgos de heladas actualmente, por lo que en los Posters 6.1 a 6.9 sólo se analizan aquellos cuyos registros presentan este fenómeno.

a) Norte Paceño Tropical

No presenta probabilidad de heladas.

b) Norte Potosí

En esta área los municipios de Toro Toro y San Pedro de Buena Vista no enfrentan temperaturas por debajo de 0°C, por lo que no serán considerados.

Los municipios del Norte de Potosí presentan una fuerte tendencia a la reducción de los periodos con heladas (Poster 6.2). Acasio muestra tendencia a la reducción hasta el 2020, mientras que los restantes municipios tendrán recién un cambio importante en el 2050. Esto se debe a que la menor altitud de Acasio hace que sus temperaturas mínimas se encuentran cerca de 0°C, por lo que un leve incremento térmico reduce rápidamente sus días con helada. Este no es el caso de las estaciones de mayor altitud, cuyas temperaturas mínimas, especialmente invernales, se encuentran muy por debajo de 0°C por lo que requiere mayor incremento para reducir, significativamente, su probabilidad de enfrentar días con heladas.

También se aprecia mayor variabilidad en el futuro, siendo que se podrían enfrentar todavía años con muchos días con helada, mientras que otros podrían ser bastante calientes con alrededor de tres semanas con heladas. Las áreas de altitud

(representadas por Sacaca) todavía enfrentarían hasta 2050 alrededor de tres meses con heladas, por lo que la capacidad productiva todavía estará impedida en invierno en estas áreas, aunque con menor duración que en la actualidad.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

En el Altiplano Centro Oeste, el registro histórico muestra una fuerte tendencia a las heladas y, debido a su altitud, no permite una suficiente acumulación energética dada que la atmósfera tiene un espesor reducido. Bajo escenario de cambio climático, la concentración de Gases de Efecto Invernadero, colaborará para incrementar la acumulación energética, sin alterar los principios físicos que implica el espesor menor de la atmósfera en altitud.

De esta manera, el calentamiento producirá con alta probabilidad una reducción del número de días probables con heladas, en muchos casos mejorando la capacidad productiva del territorio. Sin embargo, la tasa de reducción no es homogénea (Poster 6.3). En la zona altiplánica, las estaciones hacia el Sur (altiplano de Oruro), presentan mayor reducción que aquellas hacia el Norte. Esto podría permitir cierto tipo de agricultura en zonas en las que previamente se tenía alrededor de 100% de presencia de heladas casi todo el año. Sin embargo, el riesgo no es nulo y el número de días con heladas es todavía alto hasta el 2050, especialmente en invierno, lo que permite inferir que la agricultura no será segura sin cultivos precoces, con tolerancia o resistencia a heladas.

Llama la atención la elevada variabilidad interanual de periodos con presencia de heladas en el futuro. Es probable una variación hasta de 60 días en el registro interanual y hasta 60 días más con heladas en años fríos. Esta situación dificulta la planificación y evidencia la necesidad de introducir cultivos resistentes a heladas, de ciclo corto y promover el uso de ambientes controlados para la agricultura intensiva, debido a que podrían ocurrir años de bajas temperatura y otros de altas temperaturas con ocurrencia de heladas de sólo 6 meses. La probabilidad de heladas de fin del ciclo (marzo a abril) no desaparece, lo cual afectará a los cultivos de ciclo largo que deben considerarse para la introducción de nuevos cultivos anuales.

² Se considera mesoclima al clima de pequeñas áreas de la superficie terrestre que podría no ser totalmente representativo del clima general de la zona climática. Se encuentra en un nivel intermedio entre macroclima y microclima. Vocabulario meteorológico internacional. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, 1992.

Por otra parte, las zonas podrían ser colonizadas por especies de menor tolerancia o resistencia a heladas, pero ser fuertemente afectadas por las heladas en invierno que seguirán siendo muy intensas, incrementándose el riesgo de no contar con suficiente alimento para los animales en esa época.

También se debe tomar en cuenta el riesgo de no contar con días lo suficientemente fríos o con periodos de heladas demasiado cortos en las estaciones de menor altitud, donde se prioriza la producción de chuño³ que es una actividad económica de importancia y que apoya la seguridad alimentaria de las comunidades, ya que permite almacenar alimentos para años de baja productividad. La ausencia de heladas o su baja intensidad podría impedir esta actividad a futuro.

Por ello, la introducción de nuevos cultivos podría reducir los riesgos de inseguridad alimentaria en las zonas e incrementar la productividad local. Sin embargo, requiere de mucho soporte de los servicios de extensión agrícola o investigación participativa que involucre la innovación para los agricultores.

d) Gran Centro Potosí

Las zonas de altitudes intermedias como de Gran Centro Potosí también presentan una clara reducción de la amenaza de enfrentar días con heladas (Poster 6.4). Aunque la tasa de reducción es importante en todas las estaciones, el impacto de dicha reducción es más importante en las estaciones de mayor altura, pues habilita las zonas para cultivos con mejor mercado durante todo el año.

En las zonas de altitudes intermedias, aunque la reducción podría pensarse como ventaja, debe considerarse que muchas de éstas son productoras frutícolas, actividad que también podría verse afectada por el menor número de horas frío, pues estas especies requieren de un cierto número de horas con frío para su producción.

Entonces, zonas frutícolas de altitud intermedia con baja probabilidad de heladas en el futuro deberán considerar un cambio de vocación pro-

ductiva, aprovechando mejor las nuevas condiciones o introducir nuevas variedades. Asimismo, otras áreas podrían habilitarse para este tipo de cultivos, acompañado de un adecuado apoyo técnico productivo.

La variabilidad en estos municipios es también importante, especialmente en los de mayor altitud, lo que no garantiza éxito en cultivos sensibles a las heladas. Sin embargo, con adecuada planificación, es posible ampliar la vocación productiva con un relativo bajo riesgo.

e) Cintis

En la actualidad, esta zona muestra un bajo riesgo de heladas, el cual se reducirá levemente hacia 2020 y, más evidentemente, hacia el 2050 (Poster 6.5). También debe incluirse en el análisis la dispersión identificada en algunas estaciones; por ejemplo, los municipios podrían enfrentar en un año solamente 20 días con temperaturas bajas, mientras que al siguiente año, podría tener que lidiar con 50 ó más días con temperaturas por debajo de 0 °C, lo cual podría afectar sus sistemas productivos en cultivos sensibles. Es importante considerar que estos municipios tienen un rango amplio de altitud, por lo que las zonas altas todavía tendrán cierto impacto de heladas, lo que requiere de estudios a mayor profundidad.

La adecuada planificación del sistema productivo y la introducción de sistemas protegidos, podrían reducir el impacto negativo de las heladas durante el cultivo de invierno, pero también debe considerarse la amenaza de sequía que, como se describió en el Capítulo 5, es muy elevada en esta zona y tiende a incrementarse. En este punto, nuevamente se llega a la conclusión que la adaptación a amenazas emergentes como consecuencia del cambio climático, requiere de un sólido sistema de extensión agrícola que apoye a los agricultores con respuestas tecnológicas que ayuden al efecto.

f) Región Andina de Cochabamba

Por su altitud, se espera que esta región presente riesgos de heladas. Desafortunadamente, no fue posible identificar ninguna estación meteorológica dentro del área de estudio que cuente con registros térmicos, por eso la aproximación fue

³ El chuño (ch'uñu, voz aimara – quechua que significa "arrugas"), originario de los Andes centrales. Es el resultado de la deshidratación de la papa, por lo general por liofilización.

realizada con las estaciones altiplánicas. (Poster 6.6). Es probable una reducción en la ocurrencia de heladas especialmente en cultivos de ciclo largo.

Cultivos andinos de elevado valor biológico y legumbres de ciclo corto podrían desarrollarse en estas altitudes. En los municipios de menor altitud se reduce el riesgo de heladas en tasas similares a las de los valles interandinos.

g) Caine

Esta área presenta municipios de diferentes altitudes, por lo que el impacto del cambio climático sobre la ocurrencia de heladas no será homogéneo (Poster 6.7). Los municipios de mayor altitud como Anzaldo, Arbieto y Sacabamba muestran una fuerte reducción de la amenaza de días con heladas, pues sus Tmín están actualmente próximos a los 0°C, por lo que leves incrementos reducirán rápidamente su número de días con temperatura de congelación.

Al 2050, los municipios con ocurrencia de helada, en tres meses, reducirán esta amenaza con poca variabilidad (50 días aproximadamente); mientras las áreas bajas de los municipios, prácticamente ya no presentarían heladas. Sin embargo, algunos años “fríos” presentarán aproximadamente 11 días con helada, lo cual no se traduce en impactos para los cultivos anuales, pero podría influir negativamente en los frutales. Para ello, se recomienda estudiar la introducción de plantines con características de alto rendimiento y tolerancia a heladas como medida de adaptación al cambio climático.

h) Chaco Chuquisaqueño

En el caso de Chaco Chuquisaqueño (Poster 6.8), si bien se observa reducción en el número de días con helada, ésta es muy pequeña y su variabilidad se mantiene en el futuro. La intensidad de las heladas también podría ser elevada, por lo que las contingencias actuales, respecto a la presencia de heladas en la zona deben continuar en el futuro.

En la mayoría de los municipios, la información promedio presentada de Tmín mensuales (Capítulo 5) no muestra temperaturas inferiores a

cero; mientras que los extremos (días individuales con helada) presentan diferencias significativas y podrían constituirse en un factor de riesgo productivo.

i) Héroes de la Independencia (valles de Tarija)

La escasa información térmica disponible permite inferir que, a futuro, en los valles de la Mancomunidad Héroes de la Independencia, los días con helada se reducirán, especialmente hacia mediados de siglo (Poster 6.9). De esta manera, en la época invernal de 2050 estas áreas ya no enfrentarían heladas, a excepción de algunos eventos de ingreso de masas frías del Sur que reducirían también su frecuencia.

6.3.2. Valor extremo anual de la Tmín diaria

Las temperaturas más bajas a las que está expuesto un sistema productivo definen en gran medida su potencial. Si bien las Tmín no significan daños para la producción por sí mismas, si no alcanzan el punto de congelación; su variación también determinará el cambio de la vocación productiva de una zona. Esto también depende del tipo de cultivos predominantes en la zona de análisis y de la fase fenológica en que se encuentra cuando se registre el evento, mucho más evidente si se consideran zonas donde previamente las Tmín limitaban el desarrollo de cierto tipo de cultivos.

En general, los Posters 6.1 al 6.9 muestran que las Tmín se incrementarán con diferente intensidad, siendo que en algunas zonas con probabilidad de helada persiste esta amenaza pero con menor intensidad y, en otras, se reduciría fuertemente el número de días con helada pero éstas serían muy intensas.

a) Norte Paceño Tropical

Aunque las temperaturas promedio en esta área se presentarían entre las de menor ascenso (Capítulo 5), los extremos no muestran el mismo comportamiento. Las medianas de las temperaturas más bajas se mostrarían con fuertes incrementos (3°C aproximadamente) desde el registro histórico hasta 2050 (Poster 6.1). Sin embargo, los mayores impactos se muestran en los extremos y en la variabilidad interanual de la temperatura más baja que podría esperarse en la zona.

En el futuro, los valores mayores de las temperaturas más bajas de cada año podrían ser hasta 3.8°C más calientes y valores menores de las temperaturas más bajas podrían no tener variación con la actualidad, mostrando entonces que de año a año podrían esperarse inviernos con noches muy calientes o inviernos con noches muy frías.

b) Norte Potosí

Los municipios de San Pedro y Torotoro no presentan $T_{mín}$ extremas por debajo del punto de congelación (Poster 6.2). Las estaciones de mayor altitud de la zona, presentan temperaturas extremadamente bajas, especialmente las estaciones de Sacaca y Acasio, las que cambiarán levemente en la próxima década, se incrementarían mucho en el 2050 aunque para entonces serían bastante bajas.

Las estaciones de Chayanta, Caripuyo y Pocoata reducen la intensidad de las heladas, resultado que debe considerarse con cuidado debido a que la información de análisis fue tomada de la estación de Llallagua, cuya zona presenta características diferentes. Si la aproximación es correcta, estas zonas mejorarán su potencial agrícola, pues desde un punto de vista térmico, no sólo se reducirá el número de días con helada, sino también su intensidad.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

En el altiplano que abarca la Mancomunidad Aymaras Sin Fronteras, se reducirán los días con heladas (Poster 6.3), pero sus temperaturas mínimas extremas todavía se encuentran en rangos bajo cero; es decir que las heladas serán muy intensas con valores de hasta -18 °C, lo cual limitaría la productividad de la zona y la intensidad de las heladas permanecerá latente. En general, se destaca que el rango de las $T_{mín}$ no tiene directa relación con la altitud, pues zonas de altitud intermedia pueden tener igual nivel de intensidad de heladas que zonas más altas o a la inversa.

Por lo mencionado, el análisis sobre la amenaza de heladas no se concentra sólo en la intensidad, sino también en la duración del periodo, (que continuará siendo un peligro en la mayoría de las zonas de referencia).

En invierno, las especies probablemente no puedan soportar el estrés, incluso podrían morir con mayor facilidad que aquellas forrajeras tradicionalmente cultivadas en la zona y provocar épocas de baja disponibilidad de forraje para la zona. Por ello y para evitar el déficit de alimentos en invierno, tanto para las personas como para el ganado, es necesario planificar estrategias de seguridad alimentaria promoviendo sistemas de almacenamiento y tratamiento de rastrojos, como una manera de garantizar la disponibilidad y acceso a alimentos en estas épocas de estiaje.

d) Gran Centro Potosí

A pesar de que la altitud de este grupo de municipios es menor que la del Altiplano y que la incidencia de heladas reduciría a futuro, la intensidad todavía es una amenaza (Poster 6.4) aunque reducirá gradualmente hacia el 2020 y al 2050.

Aunque los incrementos promedio de temperatura se encontrará por el rango de los 2°C en 2050 (Capítulo 5), los extremos (en este caso las $T_{mín}$) sufren cambios más drásticos con incrementos de más de 3°C. De cualquier forma, todavía se enfrentarán días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C durante periodos relativamente largos en las estaciones de mayor altitud.

e) Cintis

A pesar de encontrarse en altitudes moderadas, las temperaturas extremas son bajas actualmente, probablemente por la aridez de la zona que no permite almacenar energía nocturna (Poster 6.5). A futuro, todavía se tendría esta amenaza con heladas intensas aunque en menor número de días. En esta mancomunidad los extremos presentan una dispersión similar a los promedios.

La variabilidad interanual de la $T_{mín}$ extrema sería muy importante en el futuro, pudiéndose enfrentar años con temperaturas próximas a cero, así como años muy fríos en los que los valores mínimos se encuentren por los -8°C.

f) Región Andina de Cochabamba

La aproximación de las $T_{mín}$ extremas de las áreas altas de la Región Andina de Cochabamba (Poster 6.6), permiten afirmar que la intensidad de las amenazas por heladas estará muy pre-

sente incluso en un mundo más caliente. Si bien el periodo con presencia elevada de heladas se reducirá, la intensidad será todavía evidente pudiendo dañar los sistemas productivos de la zona si están compuestos por especies sensibles. Es necesaria entonces una adecuada planificación, pues esta fuerte intensidad no permite ni siquiera intentar cultivar en épocas invernales, pero se podría aprovechar bien el periodo libre de heladas que se alargaría en el futuro.

g) Caine

Las zonas de mayor altitud de los municipios de este grupo (Poster 6.7), todavía enfrentarán heladas con intensidad elevada y las recomendaciones para áreas de mayor altitud también tienen validez en esta mancomunidad. Es decir que es pertinente aprovechar los periodos libres de helada que se incrementarían y llevar adelante cultivos tolerantes o resistentes a heladas.

En las estaciones de menor altitud como Capi- nota y Tarata, la intensidad de las heladas será muy reducida, por lo que esta amenaza habrá desaparecido para 2050, tanto en duración como en intensidad.

h) Chaco Chuquisaqueño

El calentamiento del planeta no provocará una reducción substancial del periodo de helada (que es corto) ni de su intensidad en la zona, probablemente por su fuerte exposición a las masas de aire frío del Sur en invierno. Los valores presentados en el Poster 6.8, muestran que las heladas aunque reducidas en número, en el futuro, tendrán intensidades todavía perjudiciales. La aridez de esta zona que no tiende a reducirse, también podría ser la razón para que los pocos eventos de heladas todavía sean de similar intensidad en el futuro.

i) Héroes de la Independencia (valles de Tarija)

El Poster 6.9 muestra que en esta zona se incrementará la $T_{mín}$ extrema en hasta 3°C. La intensidad de las heladas en esta zona, se reducirá aunque todavía existirán en 2050, lo cual es consistente con la reducción del periodo de heladas. Por ello sus limitaciones invernales relacionadas a las bajas temperaturas casi desaparecerán hasta mediados de siglo, por lo que en invierno

se podría incrementar el rango de cultivos que podrían ser manejados, aunque los eventos de heladas no desaparecerían completamente.

En invierno, los cultivos frutales de la región de los valles, probablemente, reduzcan sus rendimientos por la falta de horas frío que debe acumular durante el invierno.

6.3.3. Días muy calientes

El número de días con temperaturas mayores a 25°C (días muy calientes) se incrementará significativamente en algunas estaciones, siendo muy similar en otras. Este valor tiene diferentes impactos, especialmente en la agricultura. Muchos cultivos reducirán sus rendimientos a partir de esta temperatura y la evapotranspiración de las zonas también se incrementará con el consecuente riesgo de estrés hídrico. Los Posters 6.1 a 6.9 expresan esta amenaza y describen la fuerte variabilidad espacial que existe en el país.

a) Norte Paceño Tropical

Actualmente, Norte Paceño Tropical enfrenta muchos días con temperaturas superiores a 25 °C, siendo que menos de 30 días al año, registran valores inferiores a éste (Poster 6.1). En el futuro cercano se espera un incremento intermedio, que persiste hasta 2050. En adelante, se espera que los $T_{máx}$ superen los 25°C, lo que no representa un cambio extremo de las condiciones actuales, pues la región se caracteriza precisamente por sus elevadas temperaturas. Sin embargo, éstas podrían incrementar la probabilidad de incendios y sequías invernales por los prolongados periodos de estiaje.

b) Norte Potosí

El cambio de días más calientes en Norte Potosí es significativo, especialmente en zonas bajas (Poster 6.2). Las estaciones de San Pedro y Toro Toro, incrementarán el número de días muy calientes ($T_{máx} > 25^{\circ}\text{C}$) en aproximadamente 100 días, en comparación al periodo histórico, probablemente se deba a la combinación de altitud y latitud de las zonas. Siendo zonas situadas cerca al Ecuador y de altitud media con baja cobertura vegetal, no existe modulación del nivel de insolación. Las temperaturas se ele-

varían con intensidad, incrementando el estrés al que estarán sometidos los cultivos, especialmente entre primavera y otoño.

Contrariamente, las estaciones de mayor altitud, de alguna forma, se protegen contra este efecto por la delgada capa de la atmósfera y sus incrementos son menos significativos, aunque también provocarán algún estrés en los cultivos de su zona. Este impacto es importante en zonas áridas, pues en muchos casos, a pesar de contar con agua, el suelo y las plantas no pueden cubrir el gradiente de evapotranspiración por la diferencia en la demanda de vapor de agua de la atmósfera.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

El Poster 6.3 muestra que la zona altiplánica que abarca la Mancomunidad Aymaras Sin Fronteras, sigue el patrón de leve incremento de los días muy calientes. Al igual que los municipios de altura de Potosí. En éstos, la altitud reduce el impacto del calentamiento, pues la transparencia del aire no permite mucha acumulación energética y no se incrementa significativamente el estrés del sistema de la zona.

Las razones para este comportamiento se encuentran en que el altiplano al encontrarse a altitud elevada, posee una columna atmosférica delgada que no cambiará bajo un escenario de cambio climático; por lo tanto, en el futuro, tampoco podrá retener demasiada energía calórica reduciendo sus posibilidades de enfrentar muchos días de temperaturas muy elevadas.

Es importante recalcar que la altitud provoca una mayor intensidad de la radiación y podría incluso incrementar la mayor incidencia de radiación ultra violeta si la capa de ozono continúa deteriorándose, lo cual incrementará la sensación térmica, aunque esto no se exprese en mayores temperaturas. Esto podría acentuarse debido a la concentración de la precipitación que determinará mayor cantidad de días sin nubes, lo cual expondría más a la zona a la influencia de la elevada radiación ultra violeta.

Asimismo, durante el periodo histórico, los días con T_{máx} mayores a 25°C eran excepcionales,

aunque en algunas estaciones no se registraban. Sin embargo, en el futuro su presencia será regular, es decir que existirá al menos un día al año en que se superará este índice.

d) Gran Centro Potosí

La altitud intermedia de los municipios de esta zona, hace que los días muy calientes se incrementen significativamente por la alta insolación que reciben, y su atmósfera retiene esta energía con intensidad especialmente en verano (Poster 6.4). Así, la mayoría de los municipios contarán entre 30 y 90 días con temperaturas muy elevadas. De esta manera, se enfrentaría una fuerte elevación de las T_{máx} en periodos más largos durante el año.

e) Cintis

La zona presenta alto nivel de disección dentro y entre municipios, principalmente debido a su conformación fisiográfica que determina un fuerte gradiente de altitud (Poster 6.5). De esta manera, los municipios de Culpina e Incahuasi que se encuentran cerca de los 3.000 msnm incrementan moderadamente los días con temperatura superiores a 25°C hasta en 70 días por año. Las zonas bajas de los municipios al igual que otros valles de altitud media, incrementan este índice con mucha intensidad sostenida alcanzando 100 días hasta el 2050 y existiendo la probabilidad de que enfrenten hasta 270 ó más días con temperaturas superiores a 25°C. También se observa que la variabilidad interanual es creciente a medida que avanzan los años.

Considerando que esta zona es predominantemente agrícola, estos valores deben orientar sobre tipos de cultivos a priorizar o la implementación de otras medidas de adaptación como el riego complementario, que disminuiría el riesgo de pérdida de cultivos debido a las altas temperaturas.

Se debe considerar que, fisiológicamente, los cultivos sufren daños cuando las temperaturas sobrepasan ciertos umbrales. Dado que las temperaturas elevadas se producen en verano, principalmente, un análisis agroclimático orientará el rumbo del desarrollo productivo. Estas acciones podrían incluir el cambio de calendario

agrícola estudiando épocas de siembra y manejo de la fertilidad del suelo, evitando la exposición de los cultivos en fases fenológicas críticas a los días más calurosos o la siembra de variedades tolerantes o resistentes a las olas de calor en periodos de mayor frecuencia.

f) Región Andina de Cochabamba

La mayor altitud afecta esta zona reduciendo su acumulación energética en la columna atmosférica más delgada (Poster 6.6). Es pertinente recordar, sin embargo, que la sensación de elevación térmica podría ser fuerte en estas zonas, no por la elevación de la temperatura en sí misma, sino por la mayor incidencia de radiación ultra violeta.

g) Caine

La zona presenta variaciones fisiográfica. Las estaciones de las zonas altas muestran elevaciones no significativas de días muy calientes, en comparación a las zonas de menor altitud. En el caso de Capinota y Tarata (Poster 6.7) tendrán años en los que todos los días serán más calientes, lo que probablemente incida sobre un estrés hídrico permanente con tasas de evapotranspiración más altos.

h) Chaco Chuquisaqueño

Esta zona incrementará moderadamente el número de días muy calientes que enfrentará en comparación con el periodo histórico (Poster 6.8). En la actualidad, presenta un número elevado de días muy calientes por año, de esta manera, la planificación podría basarse en la experiencia de las situaciones que se enfrentaron durante el periodo histórico.

i) Héroes de la Independencia (valles de Tarija)

Los valles tarijeños que abarca la mancomunidad Héroes de la Independencia no muestran grandes elevaciones de este índice, por lo tanto el estrés será modulado por la humedad relativa (Poster 6.9).

6.3.4. Temperaturas máximas absolutas

Las T_{máx} absolutas no presentan diferencias espaciales en el cambio, pero un comportamiento similar en variabilidad interanual res-

pecto al periodo histórico (Poster 6.1 al 6.9). Resalta, nuevamente, que las zonas de los valles interandinos sufrirán las tasas más elevadas de calentamiento.

Es probable que estas zonas (los valles) incrementen en mayor proporción las olas de calor, tanto en duración como en intensidad, lo que incidirá en el déficit hídrico; pues los días calientes normalmente coinciden con días sin lluvia y esto provocará estrés por falta de agua en los cultivos. Es importante considerar la amenaza de días calientes u olas de calor para el desarrollo de las comunidades que se encuentran en estas zonas, especialmente por su vocación agrícola expuesta a los cambios térmicos.

a) Norte Paceño Tropical

La T_{máx} extrema muestra cambios próximos al promedio global, probablemente modulado por la humedad local. A futuro, la variabilidad interanual mostraría similitud con lo que ocurre actualmente, por eso es importante monitorear este índice para planificar acciones. (Poster 6.1).

b) Norte Potosí

La zona presenta elevaciones de la T_{máx} extrema cercanas al ascenso promedio (Poster 6.2). Las temperaturas más elevadas provocarán estrés en zonas como Toro Toro y San Pedro, en las cuales las temperaturas máximas ascenderán a valores que incidirán en un mayor déficit hídrico afectando los cultivos, aunque actualmente no se registran temperaturas máximas muy elevadas. Las restantes estaciones enfrentarán elevaciones moderadas.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

El incremento térmico es de aproximadamente 2.5°C (Poster 6.3) consistente con la elevación de la temperatura esperada para la zona. Las T_{máx} absolutas anuales presentan baja variabilidad interanual. Aunque este factor muestra estrés para los cultivos y pasturas, su intensidad no es diferente a lo observado debido a que los días con temperaturas muy elevadas son reducidos.

d) Gran Centro Potosí

Las T_{máx} extremas se encuentran cerca al promedio de la zona, siendo que su variabilidad

interanual no es significativa (Poster 6.4). Sin embargo, esto no significa que el calentamiento no tenga impacto en el área, especialmente en el estrés hídrico ya observado. Por lo tanto, reducidas elevaciones térmicas afectarían más a su sistema productivo.

e) Cintis

Aunque las T_{máx} extremas no ascenderán más que el promedio, habrá mucho estrés térmico e hídrico y concentrada precipitación. Este problema provocará situaciones de emergencia más frecuentes y persistente. Municipios de altitud intermedia como Villa Abecia presentarán mayor impacto por la severidad de sus extremos.

f) Región Andina de Cochabamba

Las temperaturas extremas presentan variabilidad (Poster 6.6). Aunque enfrentarán pocos días de calor extremo, es probable que éstos se registren en el futuro. Si los agricultores no reciben apoyo durante estos periodos, podría incrementar las pérdidas en la producción, fundamentalmente por periodos cortos e intensos de T_{máx} extremas.

g) Caine

Los municipios no presentarán registros con T_{máx} extremas diferentes al promedio (Poster 6.7). Sin embargo, las temperaturas más elevadas ocurrirán durante periodos prolongados, especialmente en las estaciones de menor altitud, lo cual provocarán fuertes presiones sobre los cultivos. Incluso en el caso de los sistemas de riego existente, como en estas zonas, la probabilidad de conflictos por el uso del agua será mayor.

h) Chaco Chuquisaqueño

Los cambios de elevación térmica absoluta serán leves hasta el 2020, pero entre 2020 y 2050 se incrementarán significativamente (Poster 6.8), produciendo mayor estrés en los sistemas productivos. Un análisis agroclimático permitirá identificar opciones potenciales de adaptación para reducir el impacto de olas de calor sobre el sistema.

También es probable la ocurrencia de sequías de moderadas a fuertes, debido a que la precipitación tiende a concentrarse; provocando la presencia

de años con temperaturas más elevadas durante periodos más largos que en la actualidad.

i) Héroes de la Independencia (valles de Tarija)

La zona presentará elevaciones en su T_{máx} extrema, con igual ritmo hasta 2020 y hasta 2050 (Poster 6.9). La T_{máx} extrema no presenta fuerte variabilidad interanual para el futuro, pero la elevación térmica debe considerarse como un factor de planificación de las actividades agrícolas en la zona, especialmente si afecta el desarrollo de frutales que requieren una determinada cantidad de frío que será impedida de acumularse con las temperaturas máximas extremas muy elevadas.

6.3.5. Periodo de retorno de la T_{máx} absoluta histórica

La evaluación estadística de la T_{máx} absoluta ocurrida durante el periodo histórico y su probabilidad de ocurrencia, permiten conocer cuán alejada o integrada a la población se encuentra esta variable. Su valor en el futuro se repetirá con diferente frecuencia, pues la población térmica del 2050 no es la misma que en la actualidad. El conocer esta distribución permite evaluar cuán frecuentemente se presentarán eventos que al presente o históricamente se consideraban extremos, pero que podrían ser muy recurrentes en el futuro.

Los Posters 6.1 al 6.9 muestran que las T_{máx} absolutas en todos los grupos de municipios considerados, presentarán en el futuro periodos de retorno muy cortos de entre 1 a 3 años. En otras palabras, los eventos que se consideraban extremos térmicos que ocurrían cada 10 a 30 años, se repetirán con mayor frecuencia y se convertirán en parte de la población normal de las temperaturas máximas de la zona. De esta manera, los eventos térmicos extremos que ocurrieron en el pasado y la forma en que reaccionaron a ellos, tanto la población como los sistemas productivos, pueden dar pistas sobre la forma en que el sistema podría comportarse recurrentemente y el nivel de exposición mostrada.

Los posters muestran que estos cambios no tendrán un comportamiento lineal, es decir que el incremento térmico es leve hasta el 2020,

pero que el periodo desde la década del 2020 al 2050, tendrá una tasa de incremento mayor, reduciendo el periodo de retorno hasta llegar a una situación habitual de $T_{\max}$ extrema anual, muy similar a la extrema de todo el registro histórico.

El comportamiento del periodo de retorno previsto para el futuro es similar para todas las zonas, es decir que independientemente de su altitud, latitud o posición fisiográfica, las zonas enfrentarán, el 2050, temperaturas máximas que hoy se consideran excepcionales.

6.3.6. Número de días con precipitación muy intensa (DP20)

Esta variable muestra la amenaza de sufrir precipitaciones muy intensas en un día que podrían provocar inundaciones o avenidas de consideración. En general, en todas las zonas, las variables relacionadas con la precipitación no mostraron cambios significativos en su mediana, pero sí niveles altos de dispersión que son los que incrementan las amenazas en las zonas.

a) Norte Paceño Tropical

A futuro, la mediana no cambiará en ninguno de los municipios de la zona. Sin embargo, la variabilidad interanual se incrementa notoriamente, debido a un número elevado de probables precipitaciones intensas o muy intensas por año, las que se intercalarían con años con pocas tormentas (Poster 6.1).

Este comportamiento incrementará su exposición a las amenazas climáticas, pues los pobladores de la zona deberán estar preparados para extremos pluviométricos tanto elevados como bajos. Esto combinado con altas temperaturas podría provocar déficit hídrico.

b) Norte Potosí

En esta zona no se presenta variación en la mediana de las precipitaciones intensas, pero existe alta dispersión interanual, pudiendo tener años con hasta 30 eventos muy intensos y en otros ninguno, en la misma zona (Poster 6.2). Estos ecosistemas son frágiles a precipitaciones extremas debido a sus pendientes variables y

suelos descubiertos que reducen la capacidad de infiltración, incrementando el nivel de erosión hídrica. Por ello, si bien la amenaza media no cambiará, el número máximo de eventos extremos deben ser considerados para obras futuras.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

En la zona también se mantiene la mediana del número de eventos de lluvia mayor a 20 mm, incrementándose los extremos (Poster 6.3). Aunque el número de eventos en general es bajo, existe la probabilidad de inundación en zonas planas de mal drenaje.

d) Gran Centro Potosí

Los extremos pluviométricos muestran que los rangos de inundación son importantes, aunque la mediana no haya cambiado (Poster 6.4). Estos ecosistemas son frágiles a las lluvias intensas, por su marcada pendiente, aridez y la poca capacidad de sus suelos de amortiguar el impacto de las precipitaciones intensas. Por ello, si bien la amenaza media sería similar en el futuro, la cantidad máxima de eventos extremos podría producir mayores daños en las zonas.

e) Cintis

Las lluvias intensas en el cañón de los Cintis, se incrementarán significativamente mientras que en la parte alta el incremento no será significativo. Es posible que en la parte baja se incrementen el desborde de ríos (Poster 6.5).

f) Región Andina de Cochabamba

Compartiendo resultados con la zona altiplánica, esta región podría enfrentar años con aproximadamente 10 días con precipitaciones muy intensas, y a continuación años sin ningún evento (Poster 6.6). La diferencia en la amenaza, se basa en la fisiografía de la zona que presenta mayores pendientes, por lo que la amenaza de avenidas y erosión es mayor que en la zona altiplánica.

g) Caine

El comportamiento es muy parecido al de los valles interandinos, por lo que se debe considerar la prevención para evitar el impacto negativo de avenidas que tienen una fuerte probabilidad de ocurrir en forma más dispersa que en la actualidad (Poster 6.7).

h) Chaco Chuquisaqueño

El rango de variación de la cantidad de eventos con precipitaciones muy intensas por año se eleva, aunque la mediana se mantiene en forma similar (Poster 6.8). Esto incrementa el riesgo de la zona, pues las amenazas de un número elevado de eventos de lluvia muy intensa se presentarán con cierta frecuencia, lo que debe ser considerado para las obras de prevención de avenidas en las zonas expuestas.

i) Héroes de la Independencia (Valles tarijeños)

En esta zona, se presentarán eventos de precipitación muy intensa (Poster 6.9), por lo menos en dos ocasiones por año. Conforme a la información histórica, no existen antecedentes de registros de precipitaciones intensas.

6.3.7. Precipitación máxima en un día

A futuro, las medianas de la precipitación extrema se mantendrán relativamente constantes. Sin embargo, se evidencia una leve tendencia al descenso en la cantidad máxima de lluvia registrada aunque no es significativa.

a) Norte Paceño Tropical

La precipitación máxima en un día se reduce levemente y todavía mantiene sus características de enfrentar años con precipitaciones de gran magnitud. Por este motivo, la probabilidad de inundaciones se mantendrá en cantidad e intensidad, con tendencia similar tanto al 2020 como al 2050 (Poster 6.1).

Las zonas bajas presentan tormentas más intensas que en las zonas altas, por lo tanto, tienen probabilidades de inundaciones más recurrentes. A diferencia del comportamiento actual, el nivel de dispersión es mayor, existiendo años con la ocurrencia de pocos eventos y otros con muchos eventos.

b) Norte Potosí

La zona presenta una mediana de precipitación extrema constante. A mayor altitud existe la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones extremas más intensas que en la actualidad en valores absolutos. A menor altitud, las precipitaciones máximas se mantendrán como actualmente (Poster 6.2). Sin embargo, por la escasa

información para el análisis se tiene una alta incertidumbre.

c) Aymaras Sin Fronteras (zona altiplánica)

La zona presenta una dispersión histórica constante de las precipitaciones extremas que se mantendrán en el futuro, probablemente por su cercanía al anticiclón del Pacífico y por la baja temperatura ambiente que reduce la posibilidad de eventos de mayor magnitud. Estos datos otorgan la idea de que la planificación futura con respecto a la lluvia extrema, se puede realizar en base a la información histórica reduciendo la incertidumbre (Poster 6.3).

d) Gran Centro Potosí, Cintis y el Caine

Las precipitaciones máxima extrema siguen patrones muy similares en estas tres áreas (Poster 6.4, 6.5 y 6.7). La tendencia general es de poco cambio en la mediana. También se evidencia bajo nivel de dispersión en los valores máximos y mínimos, lo que podría ser un indicador para la planificación de acciones de adaptación.

e) Región Andina de Cochabamba

Esta zona muestra una tendencia al incremento no significativo de la magnitud de las tormentas, tanto en las medianas como en los máximos y mínimos de este índice. La no significancia del incremento posibilita planificar acciones con la información histórica (Poster 6.6).

f) Chaco Chuquisaqueño

Los valores medios de la precipitación muestran bajos niveles de dispersión y los extremos superiores tienden a incrementarse. Se recomienda explorar funciones probabilísticas que ayuden a representar este comportamiento y puedan ser considerados en el diseño de obras de prevención.

g) Héroes de la Independencia (valles de Tarija)

Estas zonas no muestran cambios en los rangos de la precipitación máxima. Por ello, la información pluviométrica actual debe servir de base para diversos estudios hidrológicos.

6.3.8. Índice Simple de Intensidad Diaria (ISID)

Este índice describe la intensidad promedio de las precipitaciones en un año. Los Posters 6.1 a 6.9

reflejan que, a excepción de Norte Paceño Tropical, el resto de las áreas de intervención del PRRD presenta valores de ISID bajos de entre 5 a 15 mm por evento lluvioso.

Estos valores indicarían que las zonas estudiadas no presentan precipitaciones homogéneas, sino que lluvias reducidas podrían alternarse con tormentas de magnitud. Por otra parte, se advierte que la dispersión, distribución y frecuencia futura de la ISID será mayor, de manera que se podrían esperar años con precipitaciones elevadas en muchos de los eventos lluviosos y en contraposición se podrán esperar también años con precipitaciones reducidas alternadas o no con eventos de magnitud.

6.3.9. Periodo de retorno de la Precipitación Máxima Absoluta

La recurrencia en la precipitación máxima absoluta se mantiene con baja probabilidad de cambio (Posters 6.1 a 6.9), tanto al 2020 como al 2050.

La zona altiplánica y los valles de los Cintis presentarán en el futuro tormentas similares al registro histórico. Mientras que en los valles potosinos y tarijeños y en Norte Paceño Tropical estudiados, prácticamente no se evidencian cambios en la recurrencia a futuro en comparación con el periodo histórico. En la zona que se ubica entre Norte Potosí y Cochabamba, la recurrencia de las precipitaciones extremas se reduce levemente entre 5 y 10 años.

6.3.10. Probabilidad de años secos, normales y húmedos

La probabilidad de enfrentar años secos, normales y húmedos fue evaluado en cada zonas entre noviembre a diciembre (época de siembra) y enero a marzo (época de lluvias) con proyección al 2020 y 2050 (Posters 6.1 a 6.9).

En Norte Paceño Tropical (Poster 6.1) se podría enfrentar años más secos en los meses de inicio de la época de lluvias, especialmente entre noviembre y diciembre, mientras que la probabilidad de enfrentar años más húmedos podría incrementarse levemente entre enero y marzo.

De esta forma, la precipitación tiende a concentrarse y aumentar la amenaza de sequía a finales de año e incrementar las inundaciones entre enero y marzo.

En Norte Potosí se incrementará a futuro la probabilidad de sequías (Poster 6.2). Asimismo, se observa tendencia a la presencia de años normales y la probabilidad de enfrentar años húmedos en el futuro. Tomando en cuenta el incremento térmico, la precipitación no compensará la demanda atmosférica de vapor de agua.

La zona altiplánica podría enfrentar mayor frecuencia de años secos, con retraso en la época de lluvias (diciembre a marzo). Mientras que Gran Centro Potosí (Poster 6.4) muestra una tendencia de años secos con déficit al inicio de la época de lluvias (noviembre a diciembre) y, entre enero y marzo, un incremento de la humedad. En la zona de los Cintis (Poster 6.5) existe la probabilidad de enfrentar años secos.

En la Región Andina de Cochabamba existe la probabilidad de que se presenten años normales más frecuentemente (Poster 6.6), tomando en cuenta las bajas precipitaciones predominantes. Si esta característica se mantiene en el futuro, la zona requerirá mayor atención hacia problemas de falta de agua. Sin embargo, la presencia de precipitaciones extremas persistirá en algunas regiones ocasionando desborde de ríos.

El comportamiento de bajas precipitaciones en la cuenca del Caine tiende a mantenerse como en la actualidad (Poster 6.7). Sin embargo, en Tarata la tendencia es a la reducción, incrementando la probabilidad de enfrentar años secos.

En Chaco Chuquisaqueño existe la probabilidad de tener humedad entre enero y marzo (Poster 6.8). El comportamiento entre noviembre y diciembre aumenta la probabilidad de tener déficit. La zona podría enfrentar retrasos del inicio de la época de lluvias y luego aumentar la ocurrencia de lluvias hasta niveles similares que en la actualidad, pero concentradas en pocos días.

El Poster 6.9 presenta los cálculos probabilísticos para la zona de Héroes de la Independencia

(valles de Tarija). En esta zona se podrían mantener las características pluviométricas actuales.

6.4. CONCLUSIONES

El estudio evaluó la probabilidad de heladas y de golpes de calor (duración e intensidad), amenazas de inundaciones y años secos mostrados por ciertos patrones de regímenes de precipitación, así como los periodos de recurrencia de los extremos térmicos y pluviométricos.

Se reduce la probabilidad de heladas y los valores promedios mensuales de $T_{mín}$ se han incrementado por encima del punto de congelación. Sin embargo, persistirán días con bajas temperaturas afectando los cultivos.

El ascenso de la $T_{mín}$, también podría afectar la producción de frutales que requiere de un número de horas – frío que probablemente no se alcance en el futuro, lo cual también se constituye en un impacto sobre los rendimientos.

Las zonas altas podrían cambiar su potencial productivo hacia cultivos o forrajes comerciales.

El promedio de las $T_{máx}$ se incrementa en 2°C a 3°C y existe la probabilidad de que se presenten días muy calientes (>25°C). Esto significa mayor demanda de agua en el sistema que no podrá ser cubierta por la precipitación, al no experimentar cambios de consideración.

En el futuro, las zonas con déficit hídrico en el registro histórico empeorarán su condición debido a la mayor demanda en los sistemas productivos. Por ello, se debe pensar en tecnologías alternativas ya sea con apoyo de sistemas de riego, cultivos tolerantes a la sequía y/o cambios en los calendarios agrícolas que deberán ser analizados a mayor profundidad con más investigaciones.

La precipitación también se constituye en un factor condicionante de ciertas amenazas, tanto por el déficit hídrico como por intensidades altas. En general, los valores de precipitación máxima diaria no muestran cambios significativos, a excepción de algunos valles donde se enfrentarán tormentas de magnitud.

Es muy probable la ocurrencia de granizadas que afecten la producción agrícola. Los valles presentan una mayor probabilidad de formación de sistemas convectivos. Asimismo, la zona de los Cintis muestra una tendencia descendente de la precipitación marcando un déficit hídrico durante el periodo de cultivo. El comportamiento en Gran Centro Potosí y Norte Potosí sigue este mismo patrón aunque en menor intensidad.

El análisis estadístico de la precipitación en las zonas presenta tendencia al retraso de la época de lluvias, intensificando la ocurrencia de su máxima precipitación. Esto implica que debe considerarse el riego complementario en las fases iniciales de los cultivos a secano. Sin embargo, algunas zonas parecen incrementar la probabilidad de presencia de años secos entre enero y marzo, lo cual es un factor muy complejo de exposición ya que la agricultura en estas zonas es principalmente a secano. Menor precipitación con incremento de temperaturas en la época de mayor requerimiento de agua en los cultivos, pondría en peligro la producción de la zona.

En general, en todas las zonas se observa alta dispersión de los extremos climáticos, por lo tanto, deberán plantearse estrategias muy flexibles para contrarrestar sus efectos.

La temperatura presenta un constante ascenso, hecho que incidirá en la probabilidad de que los extremos históricos se conviertan en el futuro en registros normales.

Partiendo de la alta probabilidad de que los extremos de hoy podrían ser condiciones medias en el futuro, es importante profundizar el análisis mediante la comparación espacial y/o temporal con análogos. También se recomienda el uso de otros sistemas de observación de sensores remotos, con los que se obtienen índices que pueden ayudar a interpretar con mayor precisión los resultados.

Los resultados del presente estudio son insumos para analizar el impacto del cambio climático mediante la aplicación de modelos estocásticos o dinámicos calibrados u otros métodos de investi-

gación (aplicados en producción agrícola, hidrología, etc.), reduciendo el nivel de incertidumbre.

Finalmente, en la Tabla 6.3 se realiza una síntesis cualitativa de los impactos esperados en las zonas de estudio.

Tabla 6.3.

Descripción cualitativa de los cambios esperados en los extremos climáticos hacia el 2050 para las mancomunidades analizadas.  Tendencia ascendente leve.  Tendencia ascendente intensa.  Tendencia descendente leve.  Tendencia descendente intensa.  Cambios leves.  Variable no analizada.

Región Índice	Norte Paceño Tropical	Norte Potosí	Aymaras Sin Fronteras	Gran Centro Potosí	Cintis	Región Andina de Cocha- bamba	Caine	Chaco Chuquisa- queño	Héroes de la Indepen- dencia
Días con heladas									
Tendencias de la temperatura mínima extrema									
Días muy calientes									
Tendencias de la temperatura máxima extrema									
Periodos de retorno de la tem- peratura máxima extrema									
Promedio de días de precipitación muy abundante									
Promedio de la precipitación máxima extrema									
Índice Simple de Intensidad Diaria									
Periodos de retorno de la pre- cipitación máxima extrema									
Probabilidad de años secos entre noviembre y diciembre									
Probabilidad de años secos entre enero y marzo									
Probabilidad de años húmedos entre noviembre y diciembre									
Probabilidad de años húmedos entre enero y marzo									

Poster 6.1a.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD NORTE PACEÑO TROPICAL

TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO	6	9	11	6	10	13	7	11	14
APOLO	6	7	11	3	8	12	4	9	14
GUANAY	6	7	11	3	8	12	4	9	14
IXIAMAS	6	7	11	3	8	12	4	9	14
MAPIRI	6	7	11	3	8	12	4	9	14
SAN BUENAVENTURA	6	7	11	3	8	12	4	9	14
TACACOMA	SIN INFORMACIÓN								
TEOPONTE	6	9	11	6	10	13	7	11	14
TIPUANI	6	9	11	6	10	13	7	11	14

DÍAS CON HELADAS (Tmin < 0°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
APOLO									
GUANAY									
IXIAMAS									
MAPIRI									
SAN BUENAVENTURA									
TACACOMA	SIN INFORMACIÓN								
TEOPONTE									
TIPUANI									

TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO	36	39	42	37	40	42	39	41	44
APOLO	36	39	42	37	40	42	39	41	44
GUANAY	36	39	42	37	40	42	39	41	44
IXIAMAS	37	38	40	38	39	41	40	41	43
MAPIRI	36	39	42	37	40	42	39	41	44
SAN BUENAVENTURA	37	38	40	38	39	41	40	41	43
TACACOMA	SIN INFORMACIÓN								
TEOPONTE	36	39	42	37	40	42	39	41	44
TIPUANI	36	39	42	37	40	42	39	41	44

NÚMERO DE DÍAS CALIENTES (Tmax > 25 °C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO	345	349	359	351	356	362	354	361	364
APOLO (Sapecho)	345	349	359	351	356	362	354	361	364
GUANAY	326	339	346	338	347	357	341	350	356
IXIAMAS	345	349	359	351	356	362	354	361	364
MAPIRI Guanay	326	339	346	338	347	357	341	350	356
SAN BUENAVENTURA	326	339	346	338	347	357	341	350	356
TACACOMA	SIN INFORMACIÓN								
TEOPONTE	345	349	359	351	356	362	354	361	364
TIPUANI	345	349	359	351	356	362	354	361	364

SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCABEZADO, POR EJEMPLO PARA EL CASO DEL NÚMERO DE DÍAS MUY CALIENTES EN APOLO, LA TABLA MUESTRA QUE DURANTE EL REGISTRO HISTÓRICO SE ENFRENTARON EN APOLO COMO MÍNIMO 345 DÍAS CON TEMPERATURAS > 25 °C, COMO MÁXIMO 359 DÍAS Y QUE LA MEDIANA DEL REGISTRO FUE DE 349 DÍAS. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2050, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE TENGAN 354 DÍAS CON TEMPERATURAS > 25 °C, UNA MEDIANA DE 361 DÍAS Y COMO MÁXIMO 364 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS. ES DECIR QUE EN ALGUNOS AÑOS LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS SERÁN TODOS LOS DÍAS SUPERIORES A 25 °C.

PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
APOLO	13	7	3
GUANAY	13	7	3
IXIAMAS	30	4	2
MAPIRI	13	7	3
SAN BUENAVENTURA	30	4	2
TACACOMA	SIN INFORMACIÓN		
TEOPONTE	13	7	3
TIPUANI	13	7	3

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

Tmin extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

Tmá extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con Tmá extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmáx en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

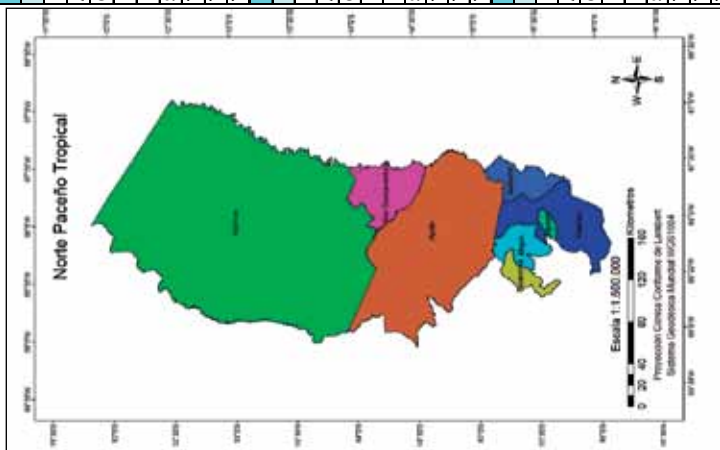
ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

OCCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD NORTE PACEÑO TROPICAL

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERÍODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)												
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2020	2050	HISTÓRICO		2070	2050			
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M			
APOLO	Seco		23,2	25,0	26,8	25,0	25,0	20,2				
	Normal		48,2	44,6	44,6	45,2	47,6	47,6				
	Húmedo		28,6	30,4	28,6	29,8	27,4	32,1				
GUANAY	Seco		19,6	26,8	32,1	22,6	38,1	36,9				
	Normal		51,8	51,8	48,2	47,6	42,9	38,1				
	Húmedo		28,6	21,4	19,6	29,8	19,0	25,0				
IXIAMAS	Seco		23,2	28,6	12,5	25,0	23,8	25,0				
	Normal		51,8	48,2	62,5	48,8	48,8	58,3				
	Húmedo		25,0	23,2	25,0	26,2	27,4	16,7				
MAPIRI	Seco		19,6	26,8	32,1	22,6	38,1	36,9				
	Normal		51,8	51,8	48,2	47,6	42,9	38,1				
	Húmedo		28,6	21,4	19,6	29,8	19,0	25,0				
SAN BUENAVENTURA	Seco		23,2	35,7	33,9	25,0	23,8	25,0				
	Normal		51,8	50,0	50,0	50,0	46,4	41,7				
	Húmedo		25,0	14,3	16,1	25,0	29,8	33,3				
TAGACOMA	Seco		23,2	23,2	26,8	25,0	27,4	26,2				
	Normal		50,0	48,2	42,9	48,8	52,4	50,0				
	Húmedo		26,8	28,6	30,4	26,2	20,2	23,8				
TEOPONTE	Seco		19,6	26,8	32,1	22,6	38,1	36,9				
	Normal		51,8	51,8	48,2	47,6	42,9	38,1				
	Húmedo		28,6	21,4	19,6	29,8	19,0	25,0				
TIPUANI	Seco		19,6	26,8	32,1	22,6	38,1	36,9				
	Normal		51,8	51,8	48,2	47,6	42,9	38,1				
	Húmedo		28,6	21,4	19,6	29,8	19,0	25,0				

PERIODO DE RETORNO PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)				
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050	
APOLO	23	17	18	
GUAYAN	12	17	18	
JIXIMAS	10	9	9	
MAPIRI	12	17	18	
SAN BUENAVENTURA	35	32	18	
TACACOMA	9	8	7	
TEOPONTE	12	17	18	
TIPUANI	12	17	18	

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)												
PERIODO		HISTÓRICO				2020		2050				
MUNICIPIO		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.
APOLO		16	25	31	15	25	36	16	25	38		
GUAYAN		32	38	42	25	36	45	25	36	47		
IXIMIAS		26	28	30	25	30	38	23	30	40		
MAPARI		32	38	42	25	36	45	25	36	47		
SAN BUENAVENTURA		31	41	51	26	39	51	26	39	50		
TACACOMA		5	8	13	3	8	13	3	8	14		
TEOPONTE		32	38	42	25	36	45	25	36	47		
TIPUANI		32	38	42	25	36	45	25	36	47		
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)												
PERIODO		HISTÓRICO				2020		2050				
MUNICIPIO		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.
APOLO		57	101	136	55	89	136	56	87	134		
GUAYAN		56	100	137	53	89	133	54	90	132		
IXIMIAS		81	115	125	75	104	121	69	98	115		
MAPARI		56	100	137	53	89	133	54	90	132		
SAN BUENAVENTURA		105	160	276	104	174	284	112	169	288		
TACACOMA		32	50	56	27	45	56	24	47	60		
TEOPONTE		56	100	137	53	89	133	54	90	132		
TIPUANI		56	100	137	53	89	133	54	90	132		
ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)												
PERIODO		HISTÓRICO				2020		2050				
MUNICIPIO		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.		Mín.	Med.	Máx.
APOLO		13	15	16	12	15	19	11	15	19		
GUAYAN		18	22	24	17	20	25	17	20	25		
IXIMIAS		17	18	21	15	18	21	14	20	25		
MAPARI		18	22	24	17	20	25	17	20	25		
SAN BUENAVENTURA		19	24	26	19	23	25	18	23	27		
TACACOMA		8	9	10	7	9	10	7	9	10		
TEOPONTE		18	22	24	17	20	25	17	20	25		
TIPUANI		18	22	24	17	20	25	17	20	25		

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN NORTE PACÑO TROPICAL

El El Norte Pacey Tropical tiene tendencia al incremento de sus temperaturas tanto medias como extremas. La duración de sus periodos cálidos no se presenta con cambios extremos, aunque en 2050 podrían existir años en que todos los días se tengan temperaturas muy elevadas. El aumento de la demanda de energía podría ser muy alto, si se prevén sistemas de refrigeración. Lo más probable es que las temperaturas que hoy se consideran muy altas, sean las normales en 2050.

No se prevén cambios significativos en las tormentas muy intensas, pero los años se tornarían más secos al inicio de la época de lluvias y más húmedos en el pico de la estación de lluvias. De esta manera, los últimos meses del año se tendría menor precipitación con una mayor demanda evaporativa, lo que daría lugar a una tendencia a menor escorrentía en ríos (sequías). En el futuro, las sequías podrían ser más frecuentes y más intensas, incrementando el riesgo de incendios al final del año, mientras que la probabilidad de inundaciones se incrementa en los primeros meses del año, lo cual también elevará el riesgo de emergencias sanitarias no solamente para la población humana sino también para los agroecosistemas. El inicio de algunos años podría ser muy seco, por lo que se requiere estar preparados para ambos extremos, reduciéndose la posibilidad de años "normales". El aumento de extremos meteorológicos puede dar lugar a inundaciones repentinas, tensiones en las planicies de drenaje, cortes de energía y presión permanente para los servicios de defensa civil y brigadas de emergencia.

Poster 6.2a.

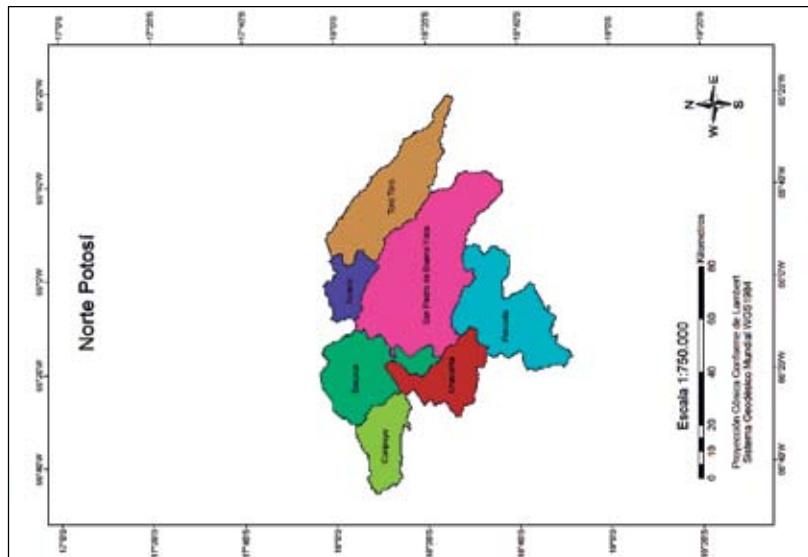
OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD NORTE POTOSÍ

PERIODO	TEMPERATURA MINIMA EXTREMA ANUAL (°C)					
	HISTÓRICO			2020		
MUNICIPIO	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
SAN PEDRO DE BUENA VISTA	3	4	4	4	5	5
TOROTORO	0	1	1	0	1	2
SACACA	-10	-9	-8	-10	-8	-7
CHAYANTA	-6	-5	-4	-5	-4	-3
CARIPUYO	-6	-5	-4	-5	-4	-3
POCOATA	-6	-5	-4	-5	-4	-3
ACASIO	-9	-7	-7	-8	-6	-7

PERIODO	DÍAS CON HELADAS (T _{min} < 0°C)					
	HISTÓRICO			2020		
MUNICIPIO	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
SAN PEDRO DE BUENA VISTA						
TOROTORO	109	117	122	105	119	125
SACACA	62	69	81	49	63	79
CHAYANTA	62	69	81	49	63	79
CARIPUYO	62	69	81	49	63	79
POCOATA	62	69	81	49	63	79
ACASIO	84	100	114	70	83	99

PERIODO	TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)					
	HISTÓRICO			2020		
MUNICIPIO	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
SAN PEDRO DE BUENA VISTA	33	34	35	34	35	36
TOROTORO	30	31	32	30	32	34
SACACA	25	25	29	23	27	28
CHAYANTA	23	24	25	23	24	25
CARIPUYO	23	24	25	23	24	25
POCOATA	23	24	25	23	24	25
ACASIO	25	27	30	26	28	30

PERIODO	NUMERO DE DÍAS CALIENTES (T _{max} > 25 °C)					
	HISTÓRICO			2020		
MUNICIPIO	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
SAN PEDRO DE BUENA VISTA	252	259	275	289	297	304
TOROTORO	143	163	168	176	196	213
SACACA	14	19	28	16	24	33
CHAYANTA	0	0	0	0	0	1
CARIPUYO	0	0	0	0	0	1
POCOATA	0	0	0	0	0	1
ACASIO	2	7	13	7	15	27



SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCABEZADO, POR EJEMPLO PARA EL CASO DEL DÍAS CON HELADAS SE ESTABLECE QUE EN SACACA DURANTE EL REGISTRO HISTÓRICO SE ENFRENTARON COMO MÍNIMO 109 DÍAS CON TEMPERATURAS < 0°C, COMO MÁXIMO 298 DÍAS Y QUE LA MEDIANA DEL REGISTRO FUE DE 270 DÍAS. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2020, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE TENGAN 92 DÍAS CON TEMPERATURAS < 0 °C, UNA MEDIANA DE 104 DÍAS Y COMO MÁXIMO SE ENFRENTEN 113 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS, ES DECIR QUE EL NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS HABRÁ BAJADO EN LA ZONA EN PROMEDIO EN ALREDEDOR DE 15 DÍAS.

MUNICIPIO	PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)	
	Histórico	2020
SAN PEDRO DE BUENA VISTA	4	2
TOROTORO	7	2
SACACA	15	5
CHAYANTA	30	15
CARIPUYO	30	15
POCOATA	30	15
ACASIO	12	7

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

T_{min} extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

T_{max} extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

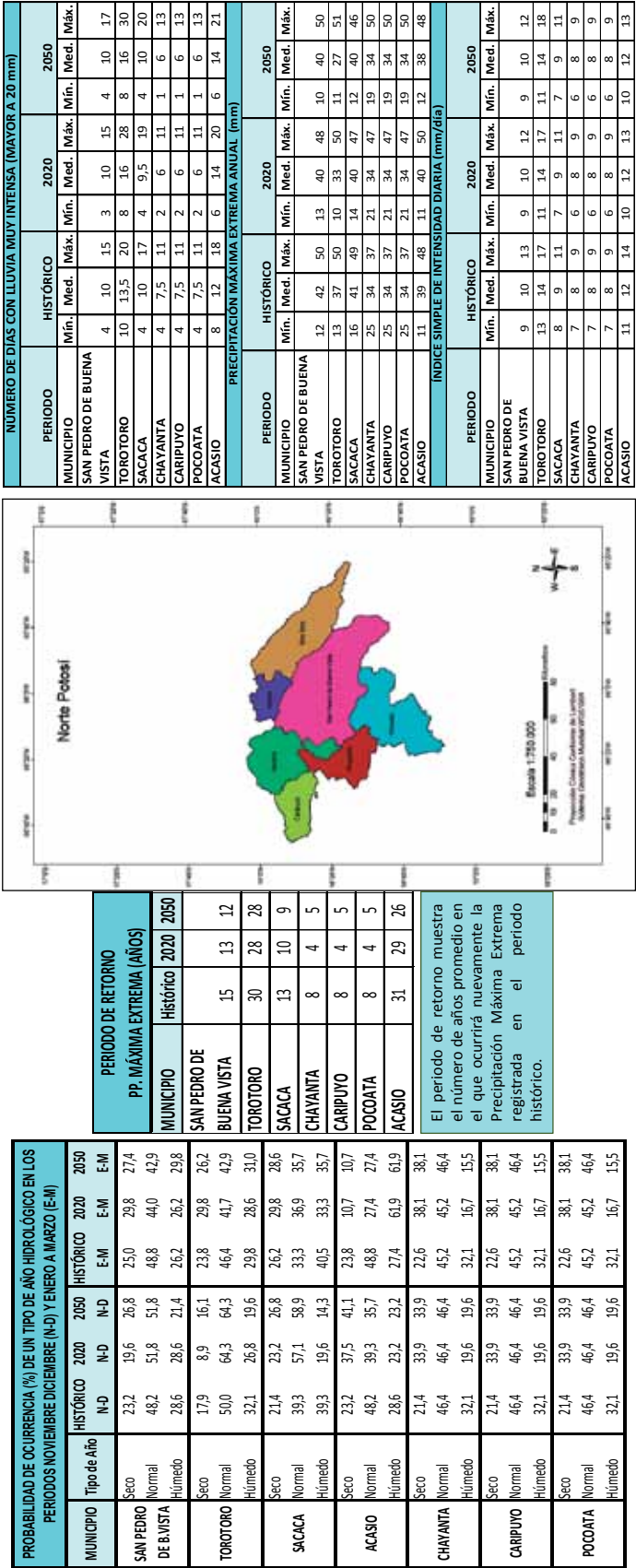
Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con T_{max} extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PP_{max} en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD NORTE POTOSÍ



RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA MANCOMUNIDAD NORTE POTOSÍ

Los municipios de valles en Norte Potosí presentan baja probabilidad de heladas y aumenta su ocurrencia en las zonas más altas. Las heladas de mayor intensidad ocurren en invierno, reduciendo su impacto durante el ciclo vegetativo. Cambios en el comportamiento de heladas podrían inducir a una rápida migración de los ecosistemas y sistemas productivos, con sus consecuencias sanitarias, agrícolas y sociales tanto positivas como negativas. La duración de sus periodos cálidos muestra incrementos de hasta 100 días de temperaturas muy elevadas en comparación a lo que pasa en el periodo histórico, lo cual incrementará el estrés sobre los cultivos y el riesgo de pérdida debido a la falta de agua. Actualmente, la zona presenta alta aridez, con periodos calientes cortos, lo que podría cambiar en el futuro. Lo más probable es que las temperaturas que hoy se consideran muy altas, sean las normales en 2050. Este cambio también pueden contribuir a la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos provocando emergencias sanitarias mayores a las actuales.

No se prevén cambios significativos en las tormentas muy intensas, pero las precipitaciones que hoy se consideran extremas podrían ser más comunes en el futuro. Los años se tornarían más secos al inicio de la época de lluvias y más húmedos en el pico de la estación de lluvias. De esta manera los últimos meses del año se tendría una mayor demanda evaporativa, lo que daría lugar a una tendencia a menor escorrentía en ríos (sequías) y altas probabilidades de fracaso de los cultivos a secano. Las avenidas tienen una elevada probabilidad de ocurrencia en los primeros meses del año, especialmente en municipios con pendientes elevadas, lo cual también elevará el riesgo de daños a las infraestructuras, a la población humana y también a los agroecosistemas. En los primeros meses del año, algunos años, también podrían presentarse muy secos, por lo que se requiere estar preparados para ambos extremos.

Poster 6.3a.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD AYMARAS SIN FRONTERAS



PERIODO	TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
BELÉN DE ANDAMARCA	-18	-17	-15	-18	-16	-11	-16	-15	-9	
CALACOTO	-20	-17	-14	-18	-16	-13	-18	-14	-12	
CALLAPA	-20	-17	-14	-18	-16	-13	-18	-14	-12	
CHARAÑA	-19	-16	-14	-18	-16	-13	-17	-14	-12	
CORQUE	-18	-17	-15	-18	-16	-11	-16	-15	-9	
CURAHUARA	-18	-17	-15	-18	-16	-11	-16	-15	-9	
HUAYLLAMARCA	-18	-17	-15	-18	-16	-11	-16	-15	-9	
SAN PEDRO DE TOTORA	-18	-17	-15	-18	-16	-11	-16	-15	-9	

DÍAS CON HELADAS (Tmín < 0° C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
BELÉN DE ANDAMARCA	245	270	298	230	255	288	170	195	225
CALACOTO	191	218	252	180	201	245	140	175	205
CALLAPA	191	218	252	180	201	245	140	175	205
CHARAÑA	248	267	291	215	255	275	170	195	225
CORQUE	245	270	298	230	255	288	170	195	225
CURAHUARA	245	270	298	230	255	288	170	195	225
HUAYLLAMARCA	245	270	298	230	255	288	170	195	225
SAN PEDRO DE TOTORA	245	270	298	230	255	288	170	195	225

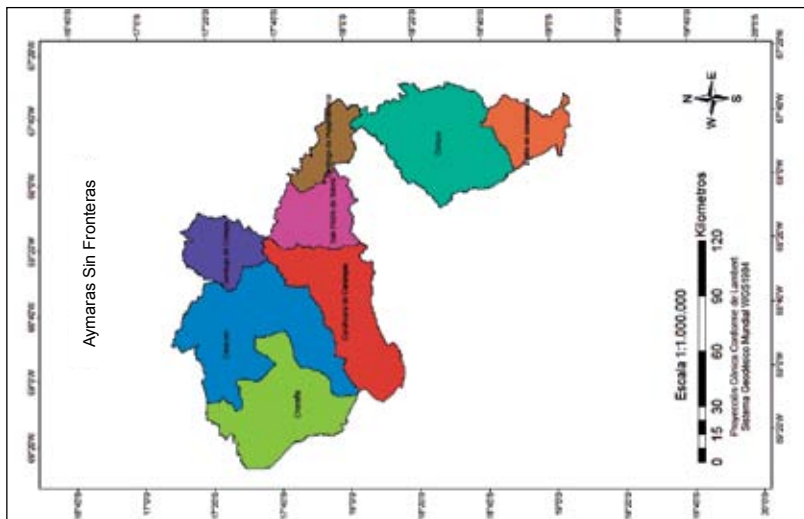
PERIODO	TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
	HISTÓRICO						2020			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
BELEN DE ANDAMARCA	21	23	23	23	24	24	23	25	26	
CALACOTO	22	24	26	23	25	26	23	26	27	
CALLAPA	22	24	26	23	25	26	23	26	27	
CHARAÑA	23	25	26	24	26	26	24	27	28	
CORQUE	21	23	23	23	24	24	23	25	26	
CURAHUARA	22	23	27	24	26	26	23	26	28	
HUAYLLAMARCA	21	23	23	23	24	24	23	25	26	
SAN PEDRO DE TOTORA	22	23	27	24	26	26	23	26	28	

NÚMERO DE DÍAS CALIENTES (Tmax > 25 °C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO DE BELEN DE ANDAMARCA	0	0	2	0	1	4	0	2	6
CALACOTO	0	0	1	0	1	4	0	2	6
CALLAPA	0	0	1	0	1	4	0	2	6
CHARAÑA	0	0	4	0	1	4	0	2	6
CORQUE	0	0	2	0	1	4	0	2	6
CURAHUARA	0	0	3	0	1	4	0	1	5
HUAYLLAMARCA	0	0	2	0	1	4	0	2	6
SAN PEDRO DE TOTORA	0	0	3	0	1	4	0	1	5

SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCABEZADO, POR EJEMPLO PARA EL CASO DEL NÚMERO DE DÍAS MUY CALIENTES EN CHARAÑA, LA TABLA MUESTRA QUE DURANTE EL REGISTRO HISTÓRICO SE ENFRENTARON EN CHARAÑA COMO MÍNIMO 0 DÍAS CON TEMPERATURAS > 25° C COMO MÁXIMO 4 DÍAS Y QUE LA MEDIANA DEL REGISTRO FUE DE 0 DÍAS. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2020, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE TENGAN 0 DÍAS CON TEMPERATURAS > 25° C, UNA MEDIANA DE 2 DÍAS Y COMO MÁXIMO 6 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS.

MUNICIPIO	PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)		
	Histórico	2020	2050
BELEN DE ANDAMARCA	9	3	2
CALACOTO	5	2	2
CALLAPA	5	2	2
CHARAÑA	8	4	2
CORQUE	9	3	2
CURAHUARA	10	4	2
HUAYLLAMARCA	9	3	2
SAN PEDRO DE TOTORA	10	4	2

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

Tmín extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

Tmáx extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con Tmáx extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmáx en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

Poster 6.3b.

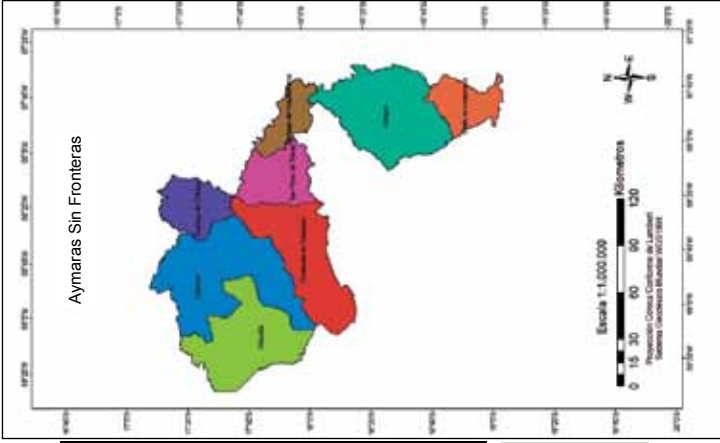
OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD AYMARAS SIN FRONTERAS



PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)											
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2020		2050		HISTÓRICO		2050	
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M
BELEN DE ANDAMARCA	Seco	19,6	25,0	30,4	25,0	31,0	25,0	25,0	31,0	25,0	25,0
	Normal	48,2	50,0	50,0	45,2	53,6	60,7	45,2	53,6	60,7	60,7
	Húmedo	32,1	25,0	19,6	29,8	15,5	14,3	29,8	15,5	14,3	14,3
CALACOTO	Seco	24,6	30,0	33,4	25,0	31,0	25,0	25,0	31,0	25,0	25,0
	Normal	58,2	60,0	50,0	45,2	53,6	60,7	45,2	53,6	60,7	60,7
	Húmedo	27,1	20,0	17,6	29,8	15,5	14,3	29,8	15,5	14,3	14,3
CALLAPA	Seco	24,6	30,0	33,4	25,0	31,0	25,0	25,0	31,0	25,0	25,0
	Normal	58,2	60,0	50,0	45,2	53,6	60,7	45,2	53,6	60,7	60,7
	Húmedo	27,1	20,0	17,6	29,8	15,5	14,3	29,8	15,5	14,3	14,3
CHARAÑA	Seco	10,7	37,5	46,4	26,2	45,2	48,8	26,2	45,2	48,8	48,8
	Normal	50,0	14,3	17,9	33,3	42,9	42,9	33,3	42,9	42,9	42,9
	Húmedo	39,3	48,2	35,7	40,5	11,9	8,3	40,5	11,9	8,3	8,3
CORQUE	Seco	19,6	25,0	30,4	25,0	31,0	25,0	25,0	31,0	25,0	25,0
	Normal	48,2	50,0	50,0	45,2	53,6	60,7	45,2	53,6	60,7	60,7
	Húmedo	32,1	25,0	19,6	29,8	15,5	14,3	29,8	15,5	14,3	14,3
CURAHUARA	Seco	10,7	37,5	46,4	26,2	45,2	48,8	26,2	45,2	48,8	48,8
	Normal	50,0	14,3	17,9	33,3	42,9	42,9	33,3	42,9	42,9	42,9
	Húmedo	39,3	48,2	35,7	40,5	11,9	8,3	40,5	11,9	8,3	8,3
HUAYLLA MARCA	Seco	19,6	25,0	30,4	25,0	31,0	25,0	25,0	31,0	25,0	25,0
	Normal	48,2	50,0	50,0	45,2	53,6	60,7	45,2	53,6	60,7	60,7
	Húmedo	32,1	25,0	19,6	29,8	15,5	14,3	29,8	15,5	14,3	14,3
SN. PEDRO TOTORA	Seco	10,7	37,5	46,4	26,2	45,2	48,8	26,2	45,2	48,8	48,8
	Normal	50,0	14,3	17,9	33,3	42,9	42,9	33,3	42,9	42,9	42,9
	Húmedo	39,3	48,2	35,7	40,5	11,9	8,3	40,5	11,9	8,3	8,3

PERIODO DE RETORNO			
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
BELEN DE ANDAMARCA	9	8	10
CALACOTO	12	13	14
CALLAPA	12	13	14
CHARAÑA	11	11	12
CORQUE	9	8	10
CURAHUARA	12	12	13
HUAYLLAMARCA	9	8	10
SAN PEDRO DE TOTORA	12	12	13

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)									
PERIODO	HISTÓRICO		2020		2050		PERIODO	HISTÓRICO	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
BELEN DE ANDAMARCA	0	2,5	6	0	2	6	0	2	6
CALACOTO	0	2	8	0	2	9	0	2	11
CALLAPA	0	2	8	0	2	9	0	2	11
CHARAÑA	0	0	2	0	1	3	0	1	6
CORQUE	0	2,5	6	0	2	6	0	2	8
CURAHUARA	0	3	7	0	3	7	0	3	9
HUAYLLAMARCA	0	2,5	6	0	2	6	0	2	8
SAN PEDRO DE TOTORA	0	3	7	0	3	7	0	3	9
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)									
BELEN DE ANDAMARCA	1,9	2,8	3,4	9	26	39	9	27	40
CALACOTO	1,4	2,4	3,9	15	25	40	18	24	39
CALLAPA	1,4	2,4	3,9	15	25	40	18	24	39
CHARAÑA	1,2	2,0	3,3	13	21	34	19	24	36
CORQUE	1,9	2,8	3,4	9	26	39	9	27	40
CURAHUARA	1,8	3,3	3,7	16	32	37	16	32	37
HUAYLLAMARCA	1,9	2,8	3,4	9	26	39	9	27	40
SAN PEDRO DE TOTORA	1,8	3,3	3,7	16	32	37	16	32	37
ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)									
BELEN DE ANDAMARCA	6	7	10	5	6	10	5	6	11
CALACOTO	4	5	7	3	6	8	4	6	9
CALLAPA	4	5	7	3	6	8	4	6	9
CHARAÑA	4	6	8	4	6	8	4	6	9
CORQUE	6	7	10	5	6	10	5	6	11
CURAHUARA	5	6	7	4	5	8	3	5	9
HUAYLLAMARCA	6	7	10	5	6	10	5	6	11
SAN PEDRO DE TOTORA	5	6	7	4	5	8	3	5	9

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA MANCOMUNIDAD AYMARAS SIN FRONTERAS

En el territorio de la Mancomunidad Aymaras Sin Fronteras continuará la tendencia al incremento de las temperaturas máximas y mínimas. Sin embargo, es posible enfrentar días con alta insolación, especialmente al inicio de la época de cultivo (noviembre a diciembre) cuando la precipitación tiende a reducir, por lo que habría menor nubosidad y mayor incidencia de radiación. Existe alta probabilidad de reducir el número de días con heladas, mejorando la aptitud agrícola con las amenazas latentes de heladas y sequías. Durante el verano será posible introducir nuevos cultivos y nueva vegetación silvestre podrían migrar a zonas de mayor altitud, pero sufrir daños durante el invierno por las heladas que todavía serán muy intensas. Permanecerá la época de estiaje con baja disponibilidad de forraje para el ganado. Debe considerarse el riesgo latente de problemas zoo y fitosanitarios debido al proceso de adaptación natural de patógenos y vectores a los cambios en los rangos de temperatura mínimas, lo que no permite controlar la emergencia de éstos. Por otra parte, las temperaturas ya no serán limitantes para la agricultura en verano. Las precipitaciones extremas podrían ser más frecuentes por la mayor presencia de eventos convectivos de repentina formación. La perspectiva de tener años más secos al inicio de la época de lluvias se incrementará y es probable la menor cantidad de años con lluvia suficiente en esta época. La amenaza de sequía también se incrementará durante la época de lluvias, así como la probabilidad de enfrentar años secos. En esta zona deberá considerarse como prioridad el manejo de agua, tanto para riego como para consumo animal.

Poster 6.4a.

OCCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD GRAN CENTRO POTOSÍ

TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS ANUALES (°C)

PERIODO	MUNICIPIO	HISTÓRICO		2009		2010	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
BETANZOS		-10	-8	-4	-10	-6	-4
CARLA D		-10	-8	-4	-10	-6	-4
CHAOQUI		-10	-8	-4	-10	-6	-4
PORCO		-12	-10	-8	-11	-9	-7
PUNA		-12	-10	-8	-11	-9	-7
TACOSAMBA		-12	-10	-8	-11	-9	-7
TINQUIPATA		-5	-4	-3	-5	-3	-2
TOMAVE		-12	-10	-8	-11	-9	-7
YUMBE		-12	-10	-8	-11	-9	-7
YOCALLA		-12	-10	-8	-11	-9	-7

DÍAS CON HELADAS (°C < 0°C)

PERIODO	MUNICIPIO	HISTÓRICO		2009		2010	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
BETANZOS		26	38	45	15	23	30
CARLA D		26	38	45	15	23	30
CHAOQUI		26	38	45	15	23	30
PORCO		97	110	125	74	96	104
PUNA		85	93	100	57	79	84
TACOSAMBA		97	110	125	74	96	104
TINQUIPATA		37	48	55	23	44	50
TOMAVE		97	110	125	74	96	104
YUMBE		97	110	125	74	96	104
YOCALLA		97	110	125	74	96	104

TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS ANUALES (°C)

PERIODO	MUNICIPIO	HISTÓRICO		2009		2010	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
BETANZOS		25	27	28	26	27	29
CARLA D		25	27	28	26	27	29
CHAOQUI		25	27	28	26	27	29
PORCO		25	27	28	26	27	29
PUNA		27	27	29	27	28	30
TACOSAMBA		27	27	29	27	28	30
TINQUIPATA		27	27	29	27	28	30
TOMAVE		27	27	29	27	28	30
YUMBE		27	27	29	27	28	30
YOCALLA		27	27	29	27	28	30

TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS ANUALES (°C)

PERIODO	MUNICIPIO	HISTÓRICO		2009		2010	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
BETANZOS		1	4	10	4	8	17
CARLA D		0	4	10	4	8	17
CHAOQUI		0	4	10	4	8	17
PORCO		0	2	0	0	2	5
PUNA		7	11	16	13	16	42
TACOSAMBA		8	17	20	17	46	65
TINQUIPATA		7	11	16	13	16	42
TOMAVE		1	4	10	4	8	17
YUMBE		1	4	10	4	8	17
YOCALLA		8	17	20	17	46	65

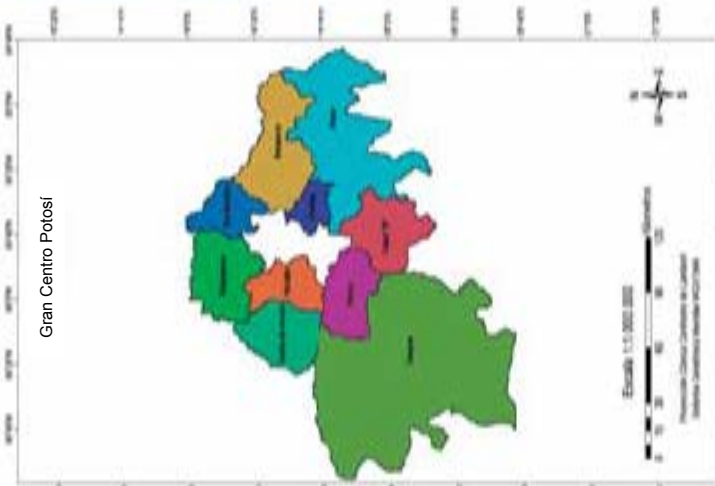
SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCAJERADO, POR EJEMPLO PARA EL EVENTO DÍAS CON HELADAS SE ESTABLECE QUE EN BETANZOS EN EL PERIODO HISTÓRICO SE ENFRENTARON COMO MÍNIMO 26 DÍAS CON TEMPERATURAS < 0 °C, QUE LA MEDIANA FUE DE 38 DÍAS Y QUE COMO MÁXIMO SE TUVIERON 45 DÍAS CON HELADA EN EL MUNICIPIO. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2010, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE ENFRENTÉ 3 DÍAS CON HELADAS, QUE LA MEDIANA SEA DE 8 DÍAS Y COMO MÁXIMO SE ENFRENTEN 15 DÍAS CON HELADAS BAJO EN LA ZONA CASI EN UN MES.

PERIODO DE RETORNO

MUNICIPIO	TEMP. MÁX. EXTREMOS LÓGICOS	Historia	2009	2010
BETANZOS		14	9	2
CARLA D		14	9	2
CHAOQUI		14	9	2
PORCO		15	10	3
PUNA		15	10	3
TACOSAMBA		19	14	3
TINQUIPATA		22	15	2
TOMAVE		19	14	3
YUMBE		19	14	3
YOCALLA		19	14	3

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

Gran Centro Potosí



APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

Términ extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

Términ extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con Tmáx extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmax en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, períodos de retorno, etc.

ISD: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

Poster 6.4b.

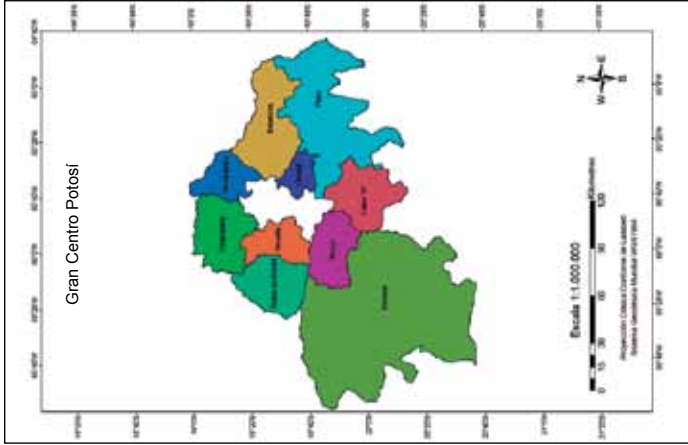
OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN
EN LA MANCOMUNIDAD GRAN CENTRO POTOSÍ



PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)									
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO N-D	2050 N-D	HISTÓRICO E-M	2050 E-M				
BETANZOS	Seco	10.7	32.1	22.6	26.2				
	Normal	60.7	48.2	50.0	47.6				
	Húmedo	28.6	19.6	17.9	29.8				
CAIZA D	Seco	25.0	21.4	25.0	28.6				
	Normal	50.0	35.7	46.4	50.0				
	Húmedo	25.0	42.9	32.1	25.0				
CHAQUI	Seco	25.0	32.1	37.5	25.0				
	Normal	50.0	42.9	46.4	50.0				
	Húmedo	25.0	25.0	16.1	25.0				
PORCO	Seco	10.7	37.5	46.4	26.2				
	Normal	50.0	14.3	17.9	33.3				
	Húmedo	39.3	48.2	35.7	40.5				
PUNA	Seco	21.4	23.2	33.9	25.0				
	Normal	53.6	46.4	41.1	47.6				
	Húmedo	25.0	30.4	25.0	27.4				
TACOBAMBA	Seco	23.2	25.0	26.8	22.6				
	Normal	50.0	39.3	48.2	51.2				
	Húmedo	26.8	35.7	25.0	26.2				
TINGUIPAYA	Seco	23.2	25.0	26.8	22.6				
	Normal	50.0	39.3	48.2	51.2				
	Húmedo	26.8	35.7	25.0	26.2				
TOMAVE	Seco	23.2	25.0	26.8	22.6				
	Normal	50.0	39.3	48.2	51.2				
	Húmedo	26.8	35.7	25.0	26.2				
URMIRI	Seco	23.2	25.0	26.8	22.6				
	Normal	50.0	39.3	48.2	51.2				
	Húmedo	26.8	35.7	25.0	26.2				
YOCALLA	Seco	23.2	25.0	26.8	22.6				
	Normal	50.0	39.3	48.2	51.2				
	Húmedo	26.8	35.7	25.0	26.2				

PERIODO DE RETORNO			
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
BETANZOS	15	14	12
CAIZA D	36	37	30
CHAQUI	15	13	12
PORCO	19	18	15
PUNA	36	34	28
TACOBAMBA	19	18	15
TINGUIPAYA	31	30	24
TOMAVE	19	18	15
URMIRI	19	18	15
YOCALLA	19	18	15

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurriría nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
BETANZOS	0	4	7	0	4	7	0	4	7	
CAIZA D	0	4,5	9	0	4,5	10	0	4,5	10	
CHAQUI	1	5	7	1	5	8	1	5	8	
PORCO	1	3	5	0	3	7	0	3	7	
PUNA	0	3	8	0	3,5	7	0	3	8	
TACOBAMBA	1	3	5	0	3	7	0	3	7	
TINGUIPAYA	1	4	7	1	4	7	1	4	7	
TOMAVE	1	3	5	0	3	7	0	3	7	
URMIRI	1	3	5	0	3	7	0	3	7	
YOCALLA	1	3	5	0	3	7	0	3	7	

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
BETANZOS	19	38	63	19	41	62	19	41	66	
CAIZA D	23	34	40	23	35	39	22	36	40	
CHAQUI	21	27	38	20	28	36	19	28	39	
PORCO	17	28	41	17	33	41	17	32	44	
PUNA	21	27	38	20	28	36	19	28	39	
TACOBAMBA	21	27	38	20	28	36	19	28	39	
TINGUIPAYA	21	40	59	20	37	65	21	38	66	
TOMAVE	21	27	38	20	28	36	19	28	39	
URMIRI	21	27	38	20	28	36	19	28	39	
YOCALLA	21	27	38	20	28	36	19	28	39	

ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
BETANZOS	6	8	9	5	8	10	5	8	10	
CAIZA D	6	9	14	7	10	14	7	10	14	
CHAQUI	5	6	8	5	6	9	5	6	9	
PORCO	5	6	8	4	6	8	4	6	9	
PUNA	5	6	9	5	6	9	5	6	9	
TACOBAMBA	5	6	8	4	6	8	4	6	9	
TINGUIPAYA	6	7	11	6	7	10	6	7	11	
TOMAVE	5	6	8	4	6	8	4	6	9	
URMIRI	5	6	8	4	6	8	4	6	9	
YOCALLA	5	6	8	4	6	8	4	6	9	

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN GRAN CENTRO POTOSÍ

En la Mancomunidad Gran Centro de Potosí se reducirá la intensidad de las heladas. La cantidad de días muy calientes incrementa significativamente, por lo que aumentará la demanda de agua. Aunque la temperatura máxima no se elevará significativamente, los periodos calientes serán más largos. Este cambio implica probables migraciones de los ecosistemas y de los sistemas productivos. Actualmente, la zona es árida con periodos calientes cortos, pero probablemente cambie este patrón en el futuro. Los últimos meses del año se tendría menor precipitación con una mayor demanda evaporativa por las temperaturas elevadas durante periodos largos, lo que daría lugar a una reducción del caudal en los ríos. Por la ocurrencia de sequías, existe alta probabilidad de pérdida en cultivos a secano. En el periodo de mayor precipitación (enero a marzo) existe mayor probabilidad de ocurrencia de sequías, especialmente en los municipios que tienen pendientes elevadas, lo que afectará la infraestructura, los asentamientos humanos y sus agroecosistemas.

Poster 6.5a.

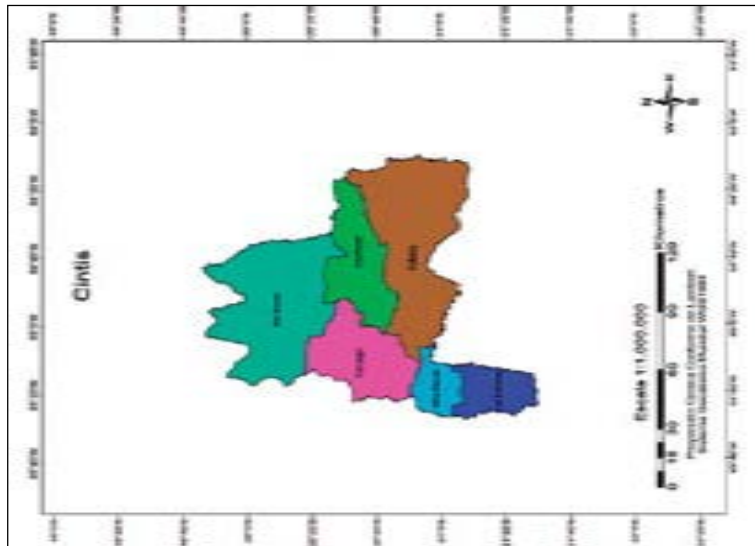
OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD CINTIS

TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO		2020		2050				
MUNICIPIO	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Máx.
CAMARGO	4	6	7	4	7	14	6	9	10
CULPINA	4	6	7	4	7	14	6	9	10
INCAHUASI	4	6	7	4	7	14	6	9	10
LAS CARRERAS	4	6	7	4	7	14	6	9	10
SAN LUCAS	4	6	7	4	7	14	6	9	10
VILLA ABECA	4	6	7	4	7	14	6	9	10

DÍAS CON HELADAS (T _{mín} < 0°C)									
PERIODO	HISTÓRICO		2020		2050				
MUNICIPIO	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Máx.
CAMARGO	58	62	73	42	55	68	22	36	47
CULPINA	66	72	89	43	57	70	21	30	43
INCAHUASI	66	72	89	43	57	70	21	30	43
LAS CARRERAS	58	62	73	42	55	68	22	36	47
SAN LUCAS	58	62	73	42	55	68	22	36	47
VILLA ABECA	58	62	73	42	55	68	22	36	47

TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO		2020		2050				
MUNICIPIO	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Máx.
CAMARGO	30	32	33	31	32	34	32	33	35
CULPINA	28	29	30	29	30	31	30	31	33
INCAHUASI	28	29	30	29	30	31	30	31	33
LAS CARRERAS	28	29	30	29	30	31	30	31	33
SAN LUCAS	30	32	33	31	32	34	32	33	35
VILLA ABECA	30	32	33	31	32	34	32	33	35

NÚMERO DE DÍAS CALIENTES (T _{máx} > 25 °C)									
PERIODO	HISTÓRICO		2020		2050				
MUNICIPIO	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Máx.
CAMARGO	129	146	157	159	177	195	230	253	276
CULPINA	13	20	27	25	35	48	66	85	94
INCAHUASI	13	20	27	25	35	48	66	85	94
LAS CARRERAS	129	146	157	159	177	195	230	253	276
SAN LUCAS	129	146	157	159	177	195	230	253	276
VILLA ABECA	129	146	157	159	177	195	230	253	276



SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCAEZADO, POR EJEMPLO PARA EL EVENTO **DÍAS CON HELADAS** SE ESTABLECE QUE EN CAMARGO EN EL PERIODO HISTÓRICO SE ENFRENTARON COMO MÍNIMO 58 DÍAS CON TEMPERATURAS < 0 °C, QUE LA MEDIANA FUE DE 62 DÍAS Y QUE COMO MÁXIMO SE TUVIERON 73 DÍAS CON HELADA EN EL MUNICIPIO. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2050, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE ENFRENTEN 22 DÍAS CON HELADAS, QUE LA MEDIANA SEA DE 36 DÍAS Y COMO MÁXIMO SE ENFRENTEN 47 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS. ES DECIR QUE EL NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS BAJARÍA EN LA ZONA CASI EN UN MES.

PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
CAMARGO	20	9	2
CULPINA	10	7	1
INCAHUASI	10	7	1
LAS CARRERAS	20	9	2
SAN LUCAS	20	9	2
VILLA ABECA	20	9	2

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

T_{mín} extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

T_{máx} extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con T_{máx} extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PP_{máx} en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

Poster 6.5b.

OCCURENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD CINTIS



Programa de Reducción de Riesgos de Desastres
del INOCAR y el INOCAR

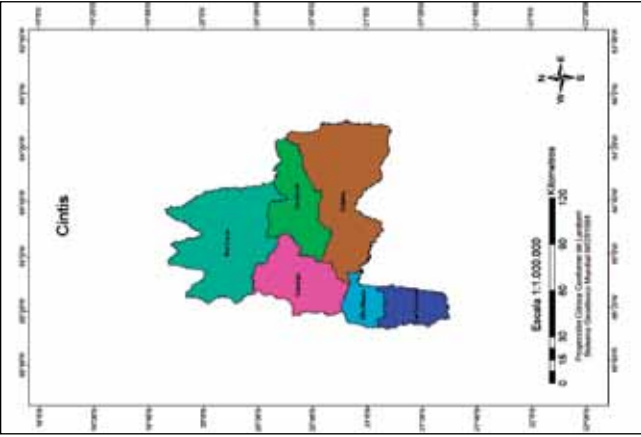


HELVETAS
Suiza, cooperación

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE-DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)									
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2050		HISTÓRICO		2050	
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M
CAMARGO	Seco	25,0	30,4	26,8	25,0	38,1	33,3		
	Normal	50,0	57,1	60,7	50,0	51,2	56,0		
	Húmedo	25,0	12,5	12,5	25,0	10,7	10,7		
CULPINA	Seco	23,2	30,4	32,1	25,0	32,1	29,8		
	Normal	50,0	50,0	53,6	48,8	41,7	41,7		
	Húmedo	26,8	19,6	14,3	26,2	26,2	28,6		
INCAHUASI	Seco	23,2	30,4	32,1	25,0	32,1	29,8		
	Normal	50,0	50,0	53,6	48,8	41,7	41,7		
	Húmedo	26,8	19,6	14,3	26,2	26,2	28,6		
LAS CARRERAS	Seco	25,0	40,3	40,3	25,0	41,0	41,0		
	Normal	38,2	30,6	32,0	50,0	39,2	31,4		
	Húmedo	37,7	29,5	28,0	25,7	20,3	28,3		
SAN LUCAS	Seco	23,2	23,2	25,0	23,8	34,5	34,5		
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	41,7	40,5		
	Húmedo	26,8	21,4	19,6	26,2	23,8	25,0		
V. ABECIA	Seco	23,2	25,0	30,4	16,7	32,1	32,1		
	Normal	50,0	48,2	46,4	57,1	52,4	53,6		
	Húmedo	26,8	26,8	23,2	26,2	15,5	14,3		

PERIODO DE RETORNO			
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
CAMARGO	32	40	45
CULPINA	10	12	14
INCAHUASI	10	12	14
LAS CARRERAS	15	14	14
SAN LUCAS	13	14	15
VILLA ABECIA	15	18	16

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)													
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050			2050		
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		1	5	8	1	5	8	1	5	8	1	5	9
CAMARGO		0	3	6	0	3	6	0	3	8	0	3	8
CULPINA		0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	8
INCAHUASI		0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	8
LAS CARRERAS		0	2,5	6	0	2	6	0	2,5	6	0	2,5	6
SAN LUCAS		1	5	8	1	5	8	1	5	8	1	5	9
VILLA ABECIA		0	4	8	0	4	6	0	4	6	0	4	7
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)													
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050			2050		
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		19	37	55	19	33	44	19	33	50	19	33	50
CAMARGO		20	26	42	16	26	42	15	26	40	15	26	40
CULPINA		20	26	42	16	26	42	15	26	40	15	26	40
INCAHUASI		18	28	36	18	29	39	17	28	40	17	28	40
LAS CARRERAS		22	35	49	22	37	51	22	36	49	22	36	49
SAN LUCAS		18	29	57	18	28	55	18	28	57	18	28	57
VILLA ABECIA		18	29	57	18	28	55	18	28	57	18	28	57

ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)													
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050			2050		
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		6	9	12	6	8	10	6	8	9	6	8	9
CAMARGO		6	9	12	6	8	10	5	7	10	5	7	10
CULPINA		6	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10
INCAHUASI		6	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10
LAS CARRERAS		6	8	11	6	8	11	6	8	11	6	8	11
SAN LUCAS		8	9	12	7	9	12	7	9	12	7	9	12
VILLA ABECIA		8	9	12	6	9	14	6	9	14	6	9	14

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA MANCOMUNIDAD CINTIS

En Cintis, la cantidad de días con heladas y su intensidad se reducirá a la época invernal. La cantidad de días muy calientes se incrementará significativamente, por lo que también reducirá la presión de vapor, provocando mayor estrés hídrico en los cultivos. Aunque la temperatura máxima no subirá demasiado, los periodos calientes serán más largos. Este cambio podría inducir migraciones de los ecosistemas y de los sistemas productivos, pero fundamentalmente podría tener consecuencias sanitarias, agrícolas y sociales e incrementar las emergencias por brotes de algunas epidemias. Actualmente, la zona enfrenta muchos problemas por su alta aridez, pero la duración de los periodos calientes es corto, lo que probablemente cambiará en el futuro. No se esperan cambios significativos en la magnitud y frecuencia de las tormentas y, en general, los años se tornarían más secos. De esta manera, la zona enfrentará sequías permanentes que complicarán su sistema productivo. Esto podría reducir la cobertura vegetal del suelo.

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

 PRRD
Programa de Reducción
del Riesgo de Desastres

 **Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación SDC**

 HELVETAS
Swiss Intercooperation

SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCABEZADO, POR EJEMPLO PARA EL CASO DEL **NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS** EN LOS MUNICIPIOS, LA TABLA MUESTRA QUE DURANTE EL REGISTRO HISTÓRICO SE ENFRENTARON EN BOLÍVAR COMO MÍNIMO 245 DÍAS CON TEMPERATURAS $< 0^{\circ}\text{C}$, COMO MÁXIMO 298 DÍAS Y QUE LA MEDIANA DEL REGISTRO FUE DE 270 DÍAS. CON LA MISMA LÓGICA, PARA 2050, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE TENGAN 170 DÍAS CON TEMPERATURAS $< 0^{\circ}\text{C}$, UNA MEDIANA DE 195 DÍAS Y COMO MÁXIMO 225 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS.

PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
TACOPAYA	9	3	2
TAPACARÍ	9	3	2
ARQUE	9	3	2
BOLÍVAR	9	3	2
SICAYA	9	3	2

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

Tmín extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

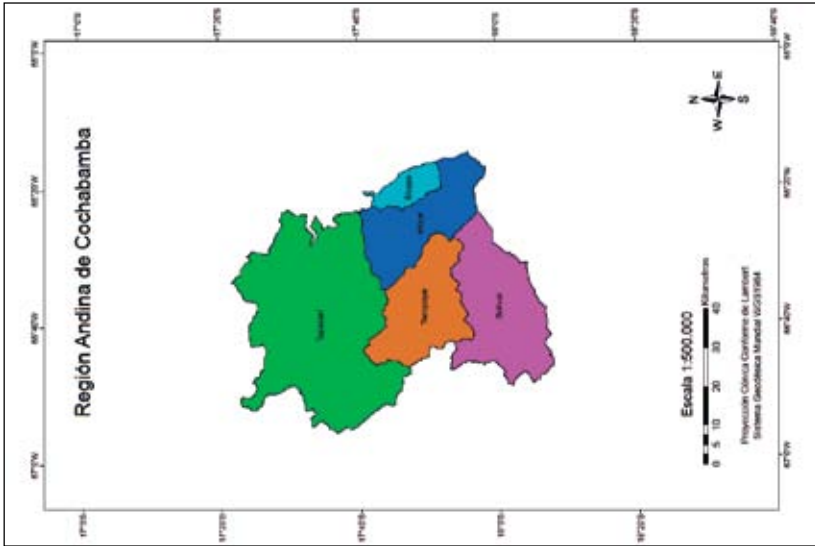
Tmáx extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con Tmáx extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmáx en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

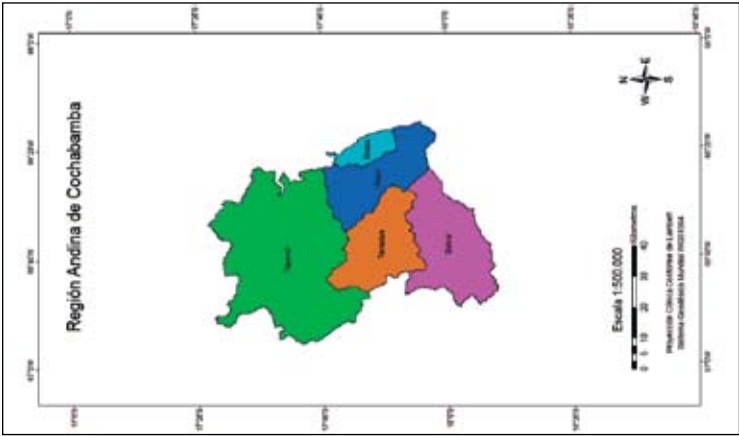
ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.



OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN
EN LA MANCOMUNIDAD REGIÓN ANDINA DE COCHABAMBA



NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)												
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050					
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
TACOPAYA	0	4	8	0	3	8	1	4	10			
TAPACARÍ	0	4	8	0	3	8	1	4	10			
ARQUE	0	4	8	0	3	8	1	4	10			
BOLÍVAR	0	4	8	0	3	8	1	4	10			
SICAYA	0	4	8	0	3	8	1	4	10			
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)												
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050					
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
TACOPAYA	16	33	57	17	33	58	20	36	59			
TAPACARÍ	16	33	57	17	33	58	20	36	59			
ARQUE	16	33	57	17	33	58	20	36	59			
BOLÍVAR	16	33	57	17	33	58	20	36	59			
SICAYA	16	33	57	17	33	58	20	36	59			
ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)												
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050					
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
TACOPAYA	6	9	11	6	8	11	6	8	12			
TAPACARÍ	6	9	11	6	8	11	6	8	12			
ARQUE	6	9	11	6	8	11	6	8	12			
BOLÍVAR	6	9	11	6	8	11	6	8	12			
SICAYA	6	9	11	6	8	11	6	8	12			



PERIODO DE RETORNO			
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)		HISTÓRICO	2020 2050
MUNICIPIO			
TACOPAYA		8	5 3
TAPACARÍ		8	5 3
ARQUE		8	5 3
BOLÍVAR		8	5 3
SICAYA		8	5 3

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE-DICIEMBRE (N-D) Y ENERO-MARZO (E-M)													
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2020		2050		HISTÓRICO		2020		2050	
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M
ARQUE	Seo	25,0	19,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2
BOLÍVAR	Seo	25,0	19,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2
SICAYA	Seo	25,0	19,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2
TACOPAYA	Seo	25,0	19,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2
TAPACARÍ	Seo	25,0	19,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4	25,0	22,6	21,4
	Normal	50,0	55,4	55,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4	50,0	52,4	52,4
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0	26,2

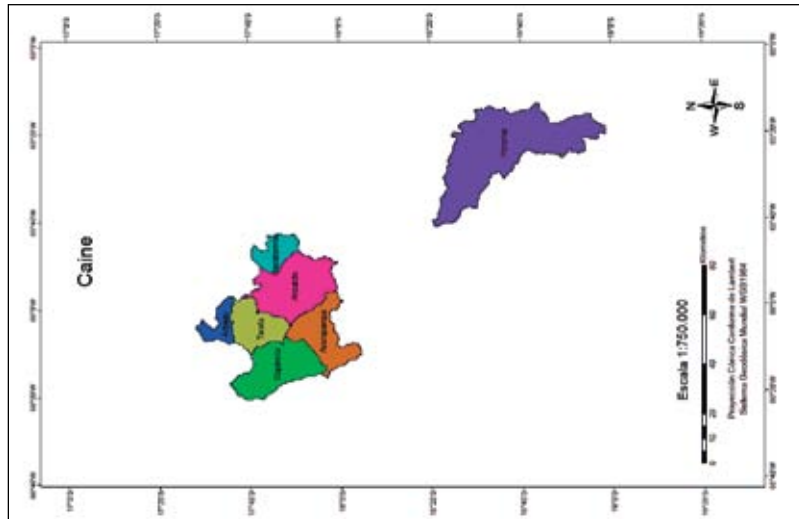
RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA REGIÓN ANDINA DE COCHABAMBA

En la Mancomunidad Región Andina de Cochabamba continuará la tendencia al ascenso de las temperaturas máximas y mínimas. El número de días con heladas disminuirá y permitirá mejorar la aptitud agrícola, aunque con presencia de heladas y sequía. Dada la capacidad de estas comunidades de interactuar con su ambiente, es importante rescatar los conocimientos tradicionales en manejo del riesgo. Debe considerarse el riesgo latente de enfrentar problemas zoo y fitosanitarios. Las precipitaciones extremas podrán ser más frecuentes por la mayor probabilidad de formaciones convectivas. Dada la fisiografía de la zona, es posible la presencia de mazamorras e inundaciones en las planicies. La probabilidad de tener años secos como húmedos no cambiará sustancialmente, pero el incremento de la temperatura significará mayor demanda atmosférica de vapor de agua, consecuentemente mayor déficit de agua para la agricultura.

Poster 6.7a.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD CAINE

TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA ANUAL (°C)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
ANZALDO	-9	-7	-7	-8	-6	-6	-7	-5	-4	
ARBIETO	-9	-7	-7	-8	-6	-6	-7	-5	-4	
SACABAMBA	-9	-7	-7	-8	-6	-6	-7	-5	-4	
CAPINOTA	-6	-3	-2	-5	-2	-1	-3	-1	1	
TARATA	-5	-4	-3	-4	-3	-2	-2	-1	0	
POROMA	-6	-3	-2	-5	-2	-1	-3	-1	1	
ARAMPAMPA	-9	-7	-7	-8	-6	-6	-7	-5	-4	
DÍAS CON HELADAS (T _{mín} < 0°C)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
ANZALDO	84	100	114	70	83	99	38	50	62	
ARBIETO	84	100	114	70	83	99	38	50	62	
SACABAMBA	84	100	114	70	83	99	38	50	62	
CAPINOTA	6	13	21	2	5	10	0	1	6	
TARATA	36	46	54	22	32	43	2	7	11	
POROMA	6	13	21	2	5	10	0	1	6	
ARAMPAMPA	84	100	114	70	83	99	38	50	62	
TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
ANZALDO	25	27	30	26	28	30	28	29	32	
ARBIETO	25	27	30	26	28	30	28	29	32	
SACABAMBA	25	27	30	26	28	30	28	29	32	
CAPINOTA	32	33	34	33	34	35	34	36	35	
TARATA	31	32	33	32	33	34	33	34	35	
POROMA	32	33	34	33	34	35	34	36	35	
ARAMPAMPA	25	27	30	26	28	30	28	29	32	
NÚMERO DE DÍAS CALIENTES (T _{máx} > 25 °C)										
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050			
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	
MUNICIPIO										
ANZALDO	2	7	13	7	15	27	33	47	68	
ARBIETO	2	7	13	7	15	27	33	47	68	
SACABAMBA	2	7	13	7	15	27	33	47	68	
CAPINOTA	284	301	324	308	318	332	333	343	351	
TARATA	263	279	289	313	324	329	335	343	349	
POROMA	284	301	324	308	318	332	333	343	351	
ARAMPAMPA	2	7	13	7	15	27	33	47	68	



SE PRESENTAN LOS LÍMITES DE OCURRENCIA DEL EVENTO EXTREMO DEL ENCABEZADO, POR EJEMPLO PARA EL EVENTO DÍAS CON HELADAS SE ESTABLECE QUE EN CAPINOTA EN EL PERIODO HISTÓRICO SE ENFRENTARON COMO MÍNIMO 6 DÍAS CON TEMPERATURAS < 0 °C, QUE LA MEDIANA FUE DE 13 DÍAS Y QUE COMO MÁXIMO SE TUVIERON 21 DÍAS CON HELADA EN EL MUNICIPIO. CON LA MISMA LÓGICA PARA 2050, SE ESPERA QUE COMO MÍNIMO SE ENFRENTEN 0 DÍAS CON HELADAS, QUE LA MEDIANA SEA DE 1 DÍA Y COMO MÁXIMO SE ENFRENTEN 6 DÍAS CON ESAS TEMPERATURAS. ES DECIR QUE EL NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS BAJARÍA EN LA ZONA HASTA CASI DESAPARECER.

PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
ANZALDO	12	7	2
ARBIETO	12	7	2
SACABAMBA	12	7	2
CAPINOTA	18	9	2
TARATA	9	6	1
POROMA	18	9	2
ARAMPAMPA	12	7	2

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

T_{mín} extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

T_{máx} extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con T_{máx} extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmáx en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

Poster 6.7b.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra



Proyecto de Cooperación
del Riesgo de Desastres



Proyecto de Cooperación
del Riesgo de Desastres



Proyecto de Cooperación
del Riesgo de Desastres



Proyecto de Cooperación
del Riesgo de Desastres



Proyecto de Cooperación
del Riesgo de Desastres

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)									
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2020		2050		HISTÓRICO	
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M
ANZALDO	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4
ARBETO	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4
SACABAMBA	Seco	19,6	12,5	12,5	23,8	35,7	34,5	23,8	34,5
	Normal	48,2	58,9	58,9	46,4	47,6	45,2	46,4	45,2
CAPINOTA	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4
TARATA	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4
POROMA	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4
ARAMPAMPA	Seco	25,0	23,2	25,0	25,0	25,0	26,2	25,0	25,0
	Normal	50,0	51,8	50,0	50,0	50,0	47,6	46,4	46,4

PERIODO DE RETORNO PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
ANZALDO	31	29	26
ARBETO	31	29	26
SACABAMBA	31	29	26
CAPINOTA	43	40	30
TARATA	40	37	29
POROMA	43	40	30
ARAMPAMPA	31	29	26

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)													
PERIODO		HISTÓRICO				2020				2050			
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		1	5	11	2	5	12	2	6	13	1	5	11
ANZALDO		1	5	11	2	5	12	2	6	13	1	5	11
ARBETO		1	5	11	2	5	12	2	6	13	1	5	11
SACABAMBA		2	5,5	11	2	6	11	2	6	12	2	5,5	11
CAPINOTA		3	10	15	2	10	16	2	10	16	2	10	16
TARATA		2	5,5	11	2	6	11	2	6	12	2	5,5	11
POROMA		1	5	11	2	5	12	2	6	13	1	5	11
ARAMPAMPA		1	5	11	2	5	12	2	6	13	1	5	11

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)													
PERIODO		HISTÓRICO				2020				2050			
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		20	33	54	21	33	53	21	32	57	20	33	54
ANZALDO		20	33	54	21	33	53	21	32	57	20	33	54
ARBETO		20	33	54	21	33	53	21	32	57	20	33	54
SACABAMBA		20	34	48	21	34	48	20	36	48	22	35	46
CAPINOTA		22	35	46	23	36	47	24	37	47	30	38	46
TARATA		22	35	46	23	36	47	24	37	47	30	38	46
POROMA		22	35	46	23	36	47	24	37	47	30	38	46
ARAMPAMPA		11	39	48	11	40	50	12	38	48	11	39	48

ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)													
PERIODO		HISTÓRICO				2020				2050			
		Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
MUNICIPIO		8	11	13	8	11	13	8	11	13	8	11	13
ANZALDO		8	11	13	8	11	13	8	11	13	8	11	13
ARBETO		8	11	13	8	11	13	8	11	13	8	11	13
SACABAMBA		11	14	18	10	13	20	10	14	21	7	9	12
CAPINOTA		7	9	12	7	9	12	7	9	12	7	9	12
TARATA		13	18	20	13	18	20	13	18	21	7	9	12
POROMA		7	9	12	7	9	12	7	9	12	7	9	12
ARAMPAMPA		11	12	14	10	12	13	10	12	13	10	12	13

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA MANCOMUNIDAD CUENCA DEL CAINE

La Mancomunidad Cuenca del Caine presenta diferencias significativas en la probabilidad de heladas, dependiendo de la altura de la zona. La mayor intensidad se restringe a la época invernal, por lo tanto, la probabilidad de heladas durante el ciclo vegetativo de los cultivos es muy baja. Este cambio podría inducir una migración de los ecosistemas y cambio de aptitud de los sistemas productivos. Actualmente, la zona cuenta con sistemas de riego y conflictos por el uso del agua que podrían agravarse en el futuro.

Las precipitaciones que hoy se consideran extremas podrían tornarse normales en el futuro. En cambio, en los meses de mayor precipitación durante la época de lluvias, se enfrentarían eventos extremos, lo que significa que se presentarían años secos y luego años muy húmedos. En el futuro, entonces, las sequías podrían ser más frecuentes y más severas durante el desarrollo de los cultivos.

Poster 6.8a.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD DEL CHACO CHUQUISQUEÑO

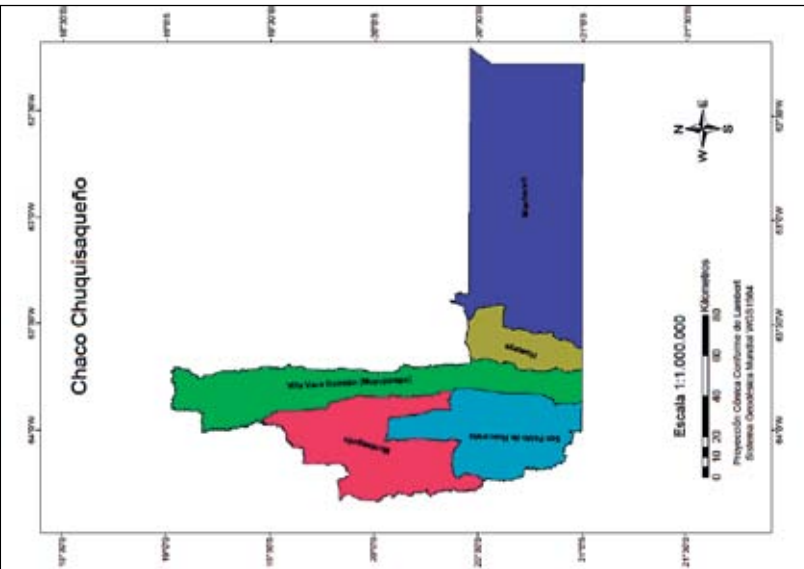


TEMPERATURA MÍNIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
MONTEAGUDO	-7	-3	-2	-8	-4	-1	-7	-3	1
MUYUPAMPA	-7	-3	-2	-8	-4	-1	-7	-3	1
MACHARETÍ	-7	-3	-2	-8	-4	-1	-7	-3	1
HUACARETA	-7	-3	-2	-8	-4	-1	-7	-3	1
HUACAYA	-7	-3	-2	-8	-4	-1	-7	-3	1

DÍAS CON HELADAS (T _{mín} < 0°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
MONTEAGUDO	1	4	10	1	3	8	0	2	6
MUYUPAMPA	1	4	10	1	3	8	0	2	6
MACHARETÍ	1	4	10	1	3	8	0	2	6
HUACARETA	1	4	10	1	3	8	0	2	6
HUACAYA	1	4	10	1	3	8	0	2	6

TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA ANUAL (°C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
MONTEAGUDO	37	39	41	38	40	42	40	42	44
MUYUPAMPA	37	39	41	38	40	42	40	42	44
MACHARETÍ	37	39	41	38	40	42	40	42	44
HUACARETA	37	39	41	38	40	42	40	42	44
HUACAYA	37	39	41	38	40	42	40	42	44

NÚMERO DE DÍAS CALIENTES (T _{máx} > 25 °C)									
PERIODO	HISTÓRICO			2020			2050		
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
MUNICIPIO									
MONTEAGUDO	261	272	290	265	289	306	289	308	324
MUYUPAMPA	261	272	290	265	289	306	289	308	324
MACHARETÍ	261	272	290	265	289	306	289	308	324
HUACARETA	261	272	290	265	289	306	289	308	324
HUACAYA	261	272	290	265	289	306	289	308	324



PERIODO DE RETORNO TEMP. MÁX. EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
MONTEAGUDO	9	4	2
MUYUPAMPA	9	4	2
MACHARETÍ	9	4	2
HUACARETA	9	4	2
HUACAYA	9	4	2

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Temperatura Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.

APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

T_{mín} extrema: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

T_{máx} extrema: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con T_{máx} extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PP_{máx} en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

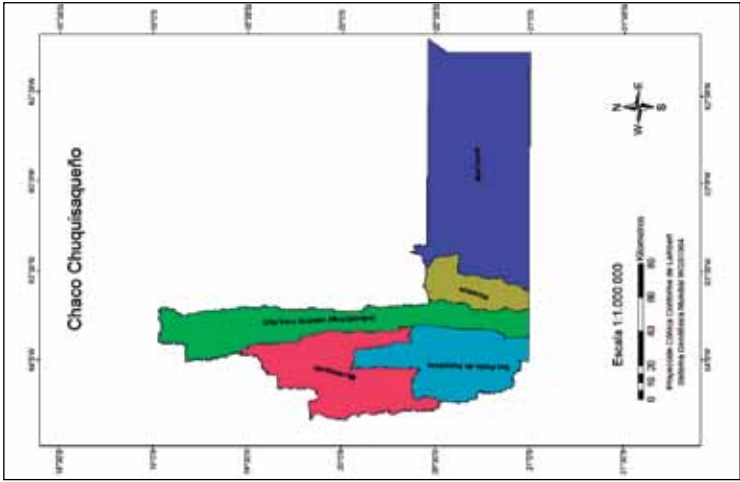
ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

Poster 6.8b.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD DEL CHACO CHUQUISAQUEÑO



NÚMERO DE DÍAS CON LLOVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)												
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050				
MUNICIPIO		Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Máx.
MONTEAGUDO		7	11,5	16	7	11	19	6	11,5	20		
MUYUPAMPA		9	11,5	14	6	11,5	16	5	11	17		
MACHARETÍ		6	9,5	14	6	10	15	6	10,5	16		
HUACARETA		10	13,5	16	10	13	17	8	13,5	19		
HUACAYA		7	11,5	16	7	11	19	6	11,5	20		
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)												
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050				
MUNICIPIO		Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Máx.
MONTEAGUDO		46	73	93	42	75	100	43	72	102		
MUYUPAMPA		47	66	95	36	68	107	37	69	105		
MACHARETÍ		53	74	100	47	75	105	48	76	106		
HUACARETA		47	72	109	47	72	108	42	73	120		
HUACAYA		46	73	93	42	75	100	43	72	102		
ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)												
PERIODO		HISTÓRICO			2020			2050				
MUNICIPIO		Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Máx.
MONTEAGUDO		10	14	18	9	13	17	9	13	18		
MUYUPAMPA		12	14	18	9	13	19	9	13	20		
MACHARETÍ		13	16	20	11	15	23	11	15	23		
HUACARETA		11	14	19	11	14	21	10	14	21		
HUACAYA		10	14	18	9	13	17	9	13	18		



PERIODO DE RETORNO				
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)				
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050	
MONTEAGUDO	9	9	10	
MUYUPAMPA	27	24	20	
MACHARETÍ	6	7	8	
HUACARETA	21	22	22	
HUACAYA	9	9	10	

El período de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el período histórico.

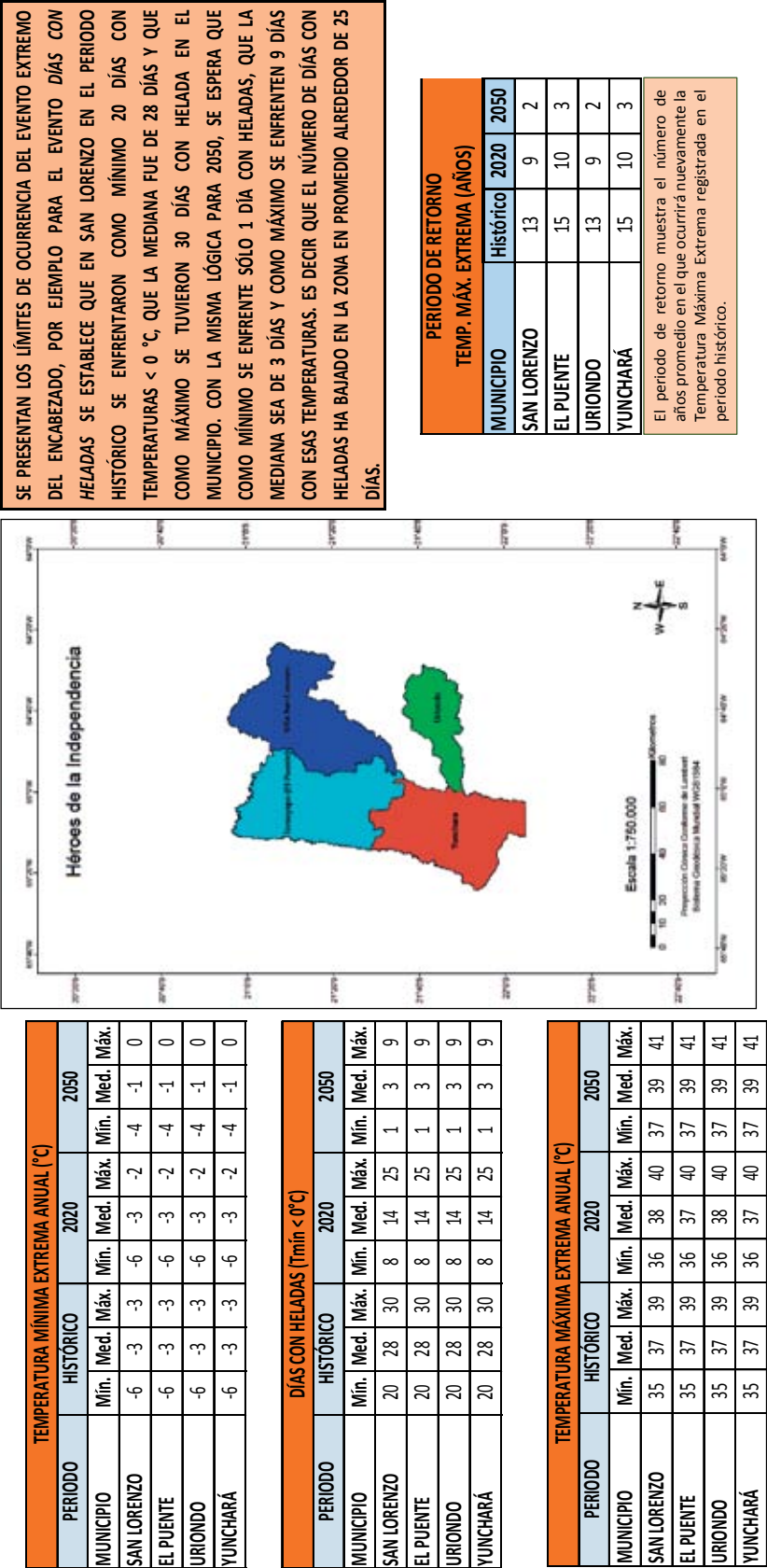
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)												
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO		2020		HISTÓRICO		2020		E-M		2050
		N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	N-D	E-M	E-M
MONTEAGUDO	Seco	21,4	25,0	28,6	23,8	21,4	26,2	38,1	38,1	21,4	19,0	
	Normal	51,8	51,8	50,0	47,6	46,4	45,2					
	Húmedo	26,8	23,2	21,4	28,6	32,1	35,7					
MUYUPAMPA	Seco	21,4	19,6	21,4	26,2	38,1	38,1	21,4	19,0			
	Normal	50,0	33,9	35,7	41,7	38,1	38,1					
	Húmedo	28,6	46,4	42,9	32,1	23,8	23,8					
MACHARETÍ	Seco	17,9	41,1	41,1	23,8	19,0	19,0					
	Normal	55,4	39,3	39,3	42,9	56,0	53,6					
	Húmedo	26,8	19,6	19,6	33,3	25,0	27,4					
HUACARETA	Seco	23,2	10,7	10,7	26,2	4,8	4,8					
	Normal	51,8	21,4	26,8	48,8	20,2	17,9					
	Húmedo	25,0	67,9	62,5	25,0	75,0	77,4					
HUACAYA	Seco	21,4	25,0	28,6	23,8	21,4	19,0					
	Normal	51,8	51,8	50,0	47,6	46,4	45,2					
	Húmedo	26,8	23,2	21,4	28,6	32,1	35,7					

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN EL CHACO CHUQUISAQUEÑO

La Mancomunidad Chaco Chuquisaqueño presenta la tendencia al incremento de sus temperaturas medias, especialmente desde 2020. La duración de sus periodos cálidos se incrementaría en aproximadamente un mes hasta 2050. El aumento de la demanda de energía podría ser muy alto, pues se prevé incremento de las necesidades de los sistemas de refrigeración. Lo más probable es que las temperaturas que hoy se consideran muy altas, sean las normales en 2050. Por ello las altas temperaturas también pueden contribuir a la propagación de enfermedades transmitidas por vectores e hidroconducidas, provocando emergencias sanitarias mayores a las actuales. No se prevén cambios significativos en las tormentas intensas, pero los años se tornarían más secos al inicio de la época de lluvias y levemente más húmedos en el pico de la estación de lluvias. De esta manera, los últimos meses del año se tendría menor precipitación con una mayor demanda evaporativa, lo que daría lugar a una tendencia a menor caudal en ríos, sequías hidrológicas y agrícolas. Los primeros meses del año podrían ser muy secos. Los eventos meteorológicos extremos pueden dar lugar a sequías persistentes.

Poster 6.9a.

OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA EN LA MANCOMUNIDAD HÉROES DE LA INDEPENDENCIA



APLICACIONES Y USOS DE LOS ÍNDICES

T_{mín} extremo: Sirve para calcular la importancia de los golpes de frío y su intensidad.

Días con heladas: Muestra si la zona debe trabajar el riesgo de heladas y su duración.

T_{máx} extremo: Sirve para calcular la intensidad de los golpes de calor y a qué nivel de trabajo se deberá llegar en la protección contra sequías y olas de calor.

Días de verano: Se utiliza para evaluar probables golpes de calor, es decir, permite identificar periodos con T_{máx} extremas.

Días de lluvia muy intensa: Identifica días con lluvias intensas para alertar sobre probables inundaciones.

PPmáx en un día: Se usa en cálculo de avenidas, cálculo de márgenes de inundación, periodos de retorno, etc.

ISID: Muestra la intensidad promedio de lluvia de una zona.

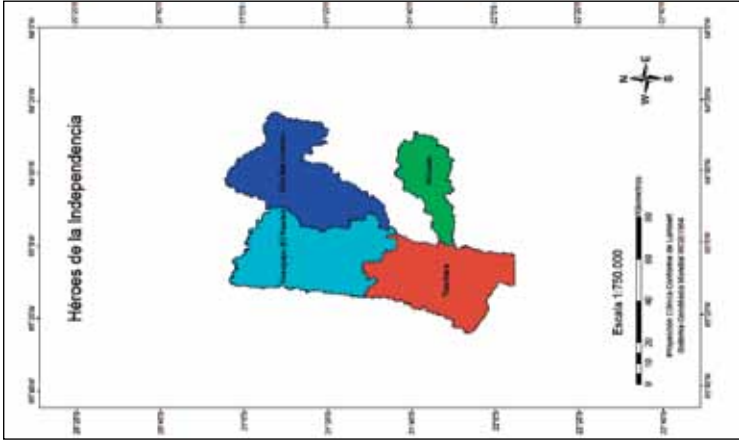
OCURRENCIA DE EXTREMOS CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRECIPITACIÓN EN LA MANCOMUNIDAD HÉROES DE LA INDEPENDENCIA



PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%) DE UN TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO EN LOS PERIODOS NOVIEMBRE DICIEMBRE (N-D) Y ENERO A MARZO (E-M)									
MUNICIPIO	Tipo de Año	HISTÓRICO	2020	N-D	2050	HISTÓRICO	2020	E-M	2050
SAN LORENZO	Seco	25,0	25,0	28,6	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	Normal	50,0	50,0	48,2	50,0	51,2	51,2	51,2	51,2
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	23,8	23,8	23,8	23,8
EL PUENTE	Seco	19,6	25,0	25,0	25,0	21,4	17,9	25,0	25,0
	Normal	48,2	46,4	50,0	44,0	57,1	56,0	51,2	51,2
	Húmedo	32,1	28,6	25,0	31,0	21,4	26,2	23,8	23,8
URIONDO	Seco	25,0	25,0	28,6	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	Normal	50,0	50,0	48,2	50,0	51,2	51,2	51,2	51,2
	Húmedo	25,0	25,0	23,2	25,0	23,8	23,8	23,8	23,8
YUNCHARÁ	Seco	19,6	25,0	25,0	25,0	21,4	17,9	25,0	25,0
	Normal	48,2	46,4	50,0	44,0	57,1	56,0	51,2	51,2
	Húmedo	32,1	28,6	25,0	31,0	21,4	26,2	23,8	23,8

PERIODO DE RETORNO			
PP. MÁXIMA EXTREMA (AÑOS)			
MUNICIPIO	Histórico	2020	2050
SAN LORENZO	15	14	10
EL PUENTE	15	14	14
URIONDO	15	14	10
YUNCHARÁ	15	14	14

El periodo de retorno muestra el número de años promedio en el que ocurrirá nuevamente la Precipitación Máxima Extrema registrada en el periodo histórico.



NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA MUY INTENSA (MAYOR A 20 mm)									
PERIODO		HISTÓRICO		2020		2050			
MUNICIPIO		Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.
SAN LORENZO		2	6	9	3	5	11	2	6
EL PUENTE		0	4	8	0	3	8	2	5
URIONDO		2	6	9	3	5	11	2	6
YUNCHARÁ		0	4	8	0	3	8	2	5

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EXTREMA ANUAL (mm)									
PERIODO		HISTÓRICO		2020		2050			
MUNICIPIO		Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.
SAN LORENZO		22	32	60	22	33	61	22	32
EL PUENTE		19	31	63	20	32	63	20	33
URIONDO		22	32	60	22	33	61	22	32
YUNCHARÁ		19	31	63	20	32	63	20	33

ÍNDICE SIMPLE DE INTENSIDAD DIARIA (mm/día)									
PERIODO		HISTÓRICO		2020		2050			
MUNICIPIO		Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.	Mín.	Méd.
SAN LORENZO		6	8	9	6	8	9	6	8
EL PUENTE		8	10	13	8	10	14	7	11
URIONDO		6	8	9	6	8	9	6	8
YUNCHARÁ		8	10	13	8	10	14	7	11

RESUMEN DE LOS IMPACTOS EN LA MANCOMUNIDAD HÉROES DE LA INDEPENDENCIA

En la Mancomunidad Héros de la Independencia, se espera una disminución de los días con heladas. Los cultivos de invierno enfrentarían menores riesgos de pérdidas si cuentan con agua de riego. Sin embargo, los cultivos frutícolas requieren de horas frío, lo que podría incidir en la reducción de los rendimientos. La cantidad de días muy calientes se incrementará, consecuentemente, la demanda evaporativa de la atmósfera será mayor provocando mayor estrés hídrico en los cultivos. Aunque la temperatura máxima no subiría demasiado, los periodos calientes serán más largos. Este cambio podría inducir migraciones de los ecosistemas y de los sistemas productivos, pero fundamentalmente podría tener consecuencias sobre emergencias sanitarias. La Mancomunidad se encuentra en una zona árida, la duración de los periodos calientes es corto, lo que se espera que cambie en el futuro. Es probable que las temperaturas que hoy se consideran muy altas, sean las normales en 2050. No se prevén cambios significativos en la magnitud, intensidad y frecuencia de las tormentas, pero los años se tornarían un poco más secos al inicio de la época de lluvias, esperando sequías con frecuencia media. La época de mayor precipitación no cambiará significativamente. En general, las temperaturas se incrementarán, esto significa que el déficit hídrico será mayor a lo largo de un año.

www.cosude.org.bo

www.prrd.com.bo