

**ATLAS
CLIMÁTICO DE
LA PROVINCIA
DE SAN LUIS
2008/2019
Y ESCENARIOS
CLIMÁTICOS
2020/2040 Y
2040/2060**



Universidad de
LA PUNTA

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



GOBIERNO DE
SAN LUIS

SAN LUIS NOS UNE

Ministra de Ciencia y Tecnología

Alicia Bañuelos

Jefe de Programa REM

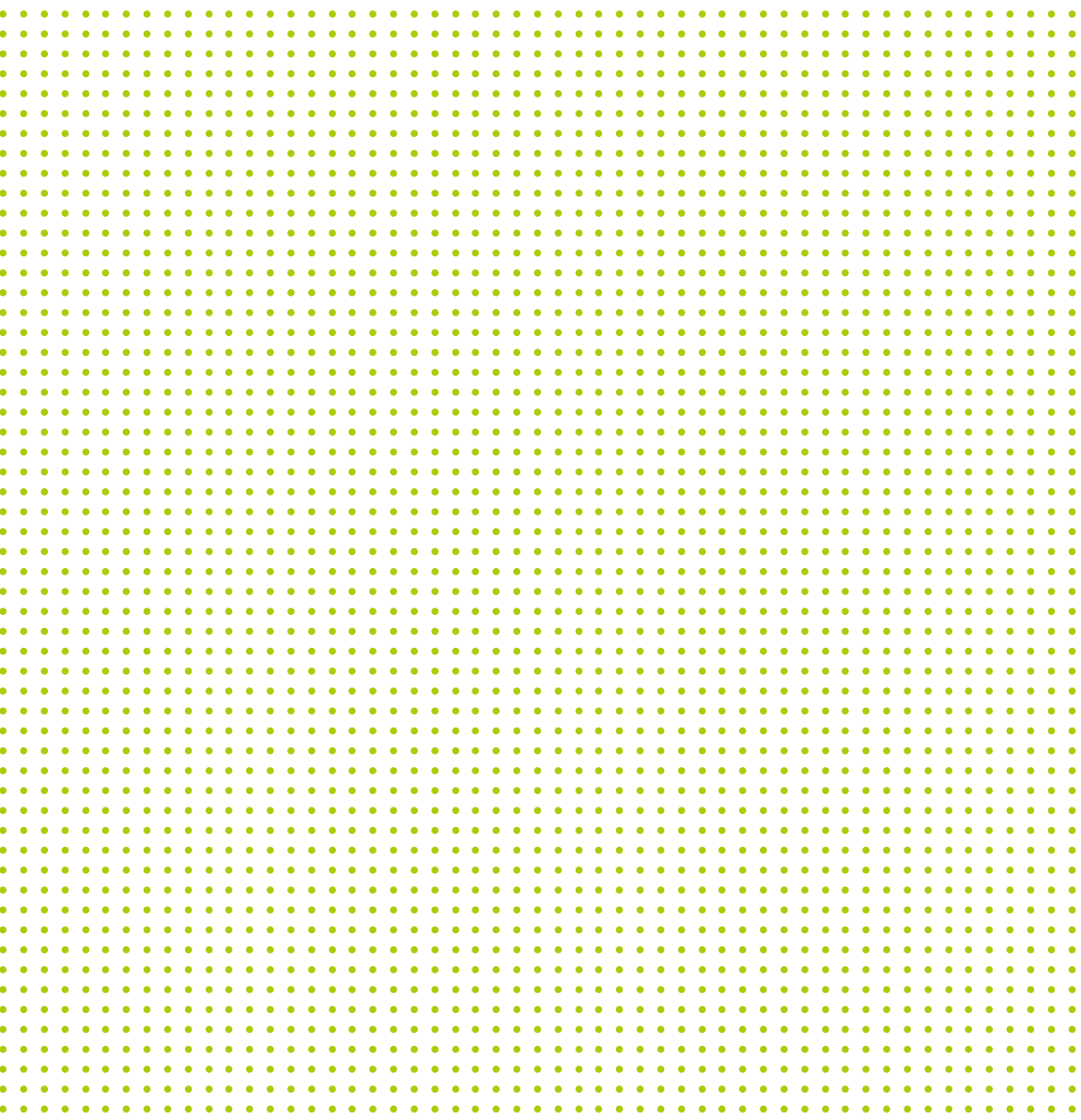
Guillermo Concha

Asesor REM

Dr. Vicente Barros



**ATLAS
CLIMÁTICO DE
LA PROVINCIA
DE SAN LUIS
2008/2019
Y ESCENARIOS
CLIMÁTICOS
2020/2040 Y
2040/2060**



SAN LUIS NOS UNE

ÍNDICE

1

INTRODUCCIÓN

13

2

ESCENARIOS CLIMÁTICOS

21 Metodología

25 Modelos climáticos globales utilizados

3

PROMEDIOS PROVINCIALES

29

4

MAPAS

38 Estaciones meteorológicas de la REM

41 Atlas climático 2008/2019

53 Escenarios climáticos

53 SSP245 2020/2040

67 SSP245 2040/2060

77 SSP585 2040/2060

7 PRÓLOGO

por Alberto Rodríguez Saá

9 PRÓLOGO

por Alicia Bañuelos

91 REFERENCIAS

92 CRÉDITOS



Alberto Rodríguez Saá

Gobernador
San Luis, Argentina

PRÓLOGO

por **Dr. Alberto Rodríguez Saá**

Gobernador
San Luis, Argentina

Cada vez más, es necesario anticipar el futuro; muchas cosas ya no van a ser como eran porque la sociedad global se encuentra en un proceso acelerado de cambios que todo lo modifica, incluso el clima. Oímos repetir una y otra vez que el **cambio climático** es uno de los mayores desafíos de este siglo que no podemos ignorar y para el que nos debemos preparar. Esta publicación sobre el clima de hoy y del futuro cercano es un necesario aporte en ese sentido.

No en todos los casos es posible anticipar el futuro, como si se lo puede hacer con el clima. Aunque cambiante e incierto, especialmente por el accionar humano, el clima se puede estimar dentro de márgenes determinados por escenarios extremos como se muestra en este volumen.

De ningún modo las incertezas que acompañan el conocimiento imperfecto de lo que vendrá nos deben paralizar en el intento por anticiparnos y adaptarnos al futuro, al que además aspiramos modificar para bien de nuestro pueblo. En cuanto al clima se refiere, hoy podemos anticiparnos porque la inversión pública para sostener la moderna Red de Estaciones Meteorológicas (REM) de la provincia de San Luis, además de proveer un servicio público cotidiano, nos ha permitido coleccionar la información que sirvió de base al Atlas que estamos presentando, el que es un primer y necesario paso para entender a qué clima deberemos adaptarnos en los próximos años.



Alicia Bañuelos

Ministra de Ciencia
y Tecnología y
Rectora de la ULP
San Luis, Argentina

PRÓLOGO

por **Alicia Bañuelos**

Ministra de Ciencia y Tecnología
y Rectora de la ULP
San Luis, Argentina

El Atlas que se muestra en este libro es una ventana hacia la información generada por la Red de Estaciones Meteorológicas (REM) de la provincia de San Luis por más de una década. Se trata de mapas de promedios anuales y estacionales de la lluvia y temperatura que por primera vez han sido elaborados a partir de observaciones continuas y sistemáticas. Si alguna vez en el pasado, se publicaron algunos mapas de este tipo, no se basaron en registros continuos de toda la Provincia, sino en apenas algunos pocos datos aislados y en inferencias que por supuesto solo permitían presentar un panorama aproximado.

En 2007 sólo había dos lugares en donde el Servicio Meteorológico Nacional realizaba observaciones del tiempo en forma regular, en los aeropuertos de San Luis y Villa Reynolds, a los que se agregó después la estación del aeropuerto de Conlara. Esto era y es claramente insuficiente para una provincia en la que como todos sabemos por experiencia directa hay una gran diversidad de climas. Fue entonces que desde la Universidad de La Punta decidimos instalar una red que inicialmente contaba con más de 40 estaciones meteorológicas.

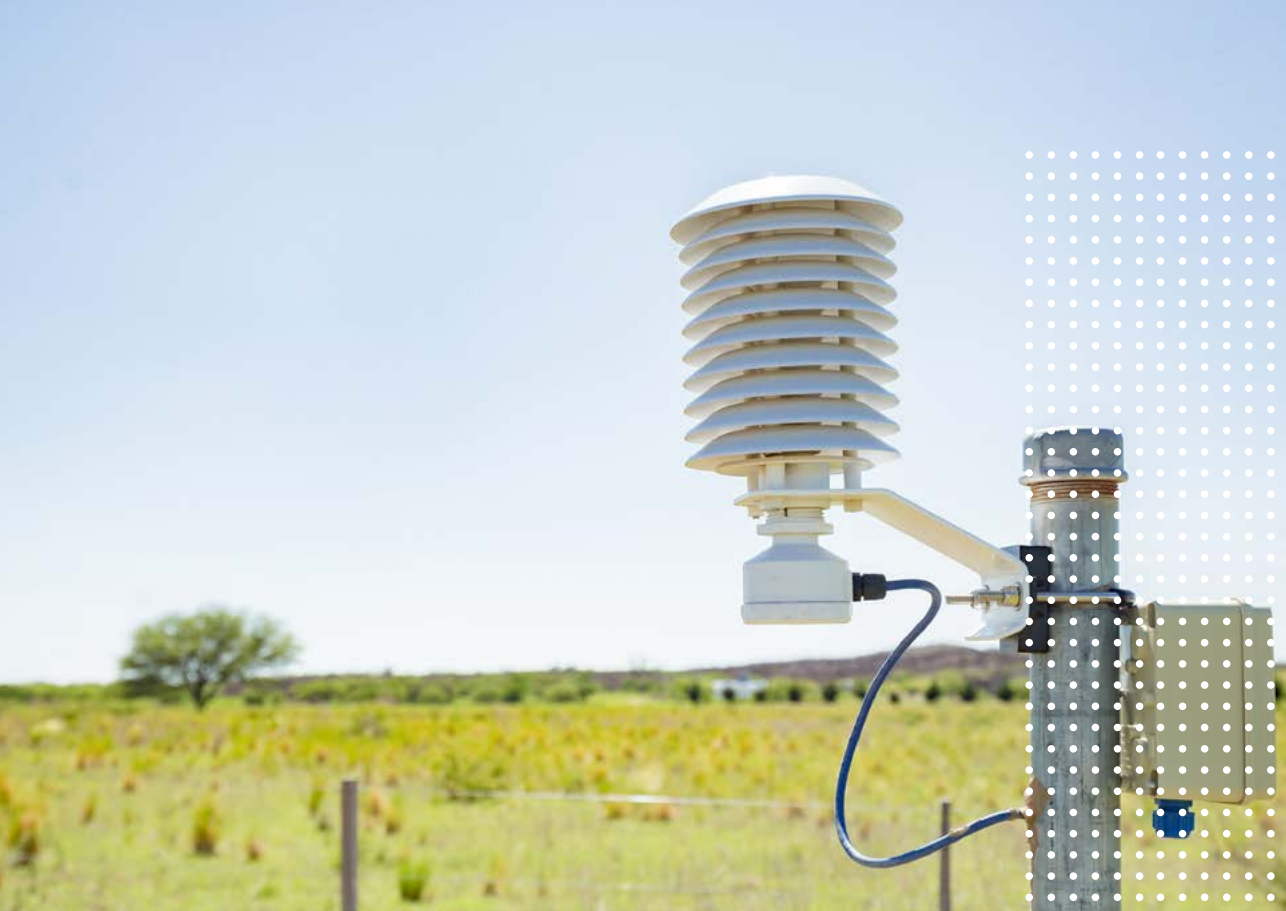
La concepción de la REM se hizo con la premisa de aprovechar los recursos que ofrece la última tecnología. Por eso, las estaciones registran y transmiten los parámetros meteorológicos en forma automática, lo que asegura su calidad al minimizar los errores humanos. La transmisión automática se apoya en otro valioso activo de San Luis, la Autopista de la

Información, y para que llegara a toda la comunidad, la REM tuvo desde un principio un sitio web al que se puede acceder en forma remota desde computadoras y dispositivos móviles.

Si bien la REM se diseñó con la finalidad inicial de informar públicamente en forma instantánea sobre el estado del tiempo, sus datos, colectados y procesados durante más de una década de continuo trabajo constituyen un valioso acervo del que este Atlas es una síntesis gráfica que facilita su uso en el agro, en el cuidado del ambiente, la educación y el manejo del recurso hídrico, entre otros.

La información del Atlas Climático es de los últimos años y aunque es una guía de lo que se puede esperar para los que siguen, no es suficiente cuando se planifica para el mediano plazo. En ese caso no se puede desconocer el acelerado **cambio climático** que está teniendo lugar en todo el planeta. Por eso, el presente volumen también incluye **escenarios climáticos hasta 2060** que han sido construidos en base a las observaciones de la REM y a escenarios de cambio climático elaborados mediante la mejor ciencia internacional.

**ATLAS
CLIMÁTICO DE
LA PROVINCIA
DE SAN LUIS
2008/2019
Y ESCENARIOS
CLIMÁTICOS
2020/2040 Y
2040/2060**



57
ESTACIONES
METEREOLÓGICAS
AUTOMÁTICAS
(REM) DESDE 2007



Hasta no hace mucho tiempo, la mayoría de los usos de la información climatológica, incluso la de los atlas climáticos, se basaba en la premisa que el clima era estacionario, al menos en la escala de décadas, y que por lo tanto el clima futuro sería igual al del pasado inmediato. **La hipótesis del clima estacionario hoy parece poco apropiada; el clima del planeta ha entrado en un rápido cambio causado por las emisiones humanas de gases de efecto invernadero (GEIs). En consecuencia la hipótesis casi siempre implícita de que las estadísticas del clima pasado pueden representar las del clima futuro ya no es válida.**

No por eso las actividades en las que el clima es un insumo para la toma de decisiones, pueden quedar sin información adecuada. En particular, es necesaria la estimación del clima de las próximas dos o tres décadas, que es el horizonte más frecuente en la planificación. Para atender esta necesidad, en esta publicación se presentan junto con el atlas climático de la provincia de San Luis, los escenarios climáticos proyectados hasta 2060.

La provincia de San Luis ha implementado una red de estaciones meteorológicas automáticas (REM) con la finalidad de brindar información del tiempo y climatológica para múltiples fines. La red se inauguró a fines de 2007 con 40 estaciones y cuenta en la actualidad con 57. La información

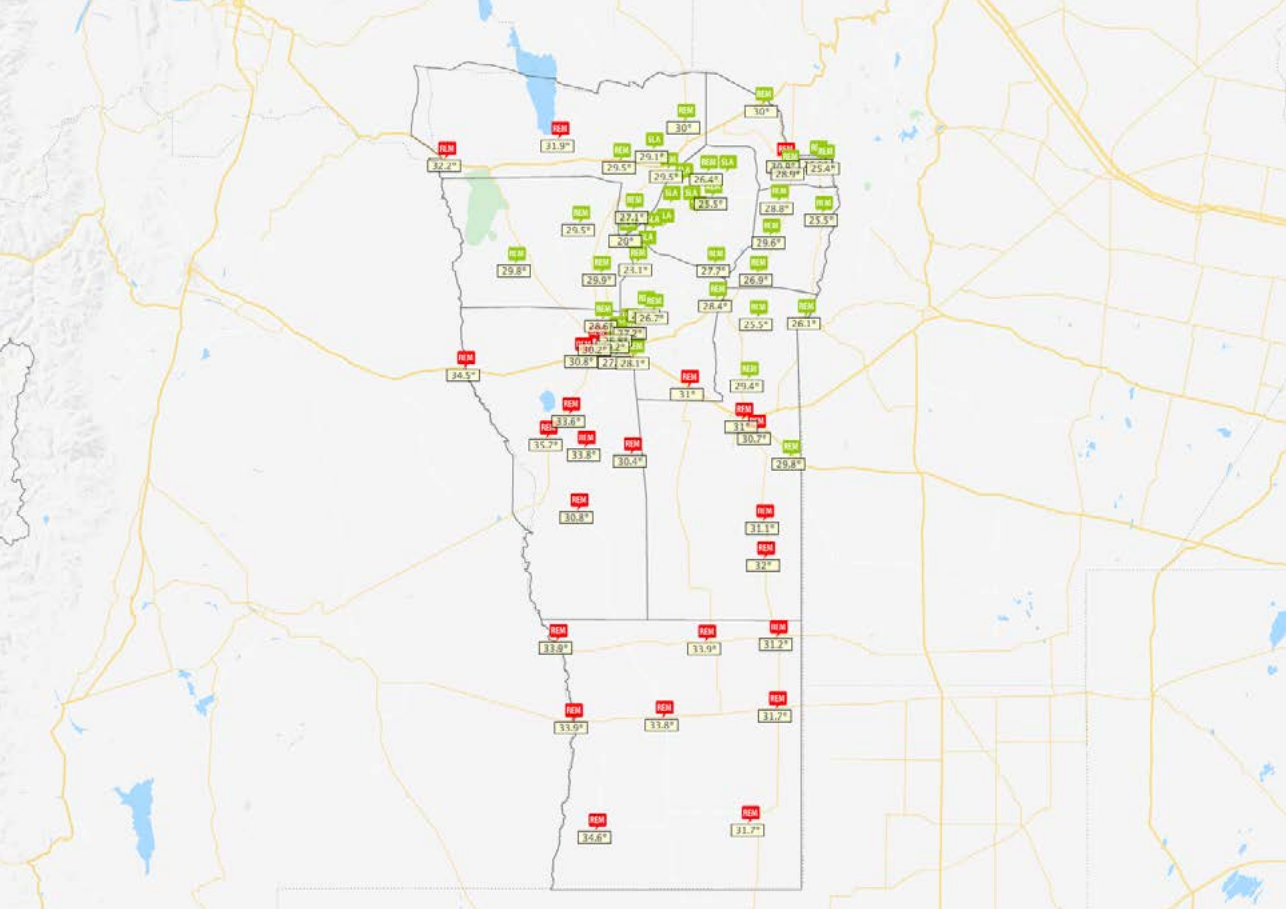
que genera es accesible en forma instantánea en el sitio WEB www.clima.edu.ar. Su operación y el acceso inmediato a sus datos se apoyan en un moderno y eficiente sistema de conectividad informática que abarca la totalidad de la provincia de San Luis.

www.clima.edu.ar

En el sitio WEB, además de la información del tiempo presente y de los pronósticos del tiempo, se muestran estadísticas de la información colectada desde el inicio de la operación de la REM. Entre estas estadísticas, está el atlas climático de la Provincia que incluye mapas mensuales, estacionales y anuales de la precipitación y de las temperaturas media, mínima y máximas. Los mapas estacionales y anuales de estos parámetros que abarcan los 12 años de 2008 a 2019 sirvieron de base para la confección de los mapas que se incluyen en esta publicación.

Hay un consenso casi unánime entre los expertos en que la mejor herramienta, sino la única, para estimar los cambios climáticos de las próximas décadas son los modelos climáticos globales o regionales, forzados con distintas hipótesis de emisiones de GEIs. Para San Luis y más ampliamente para

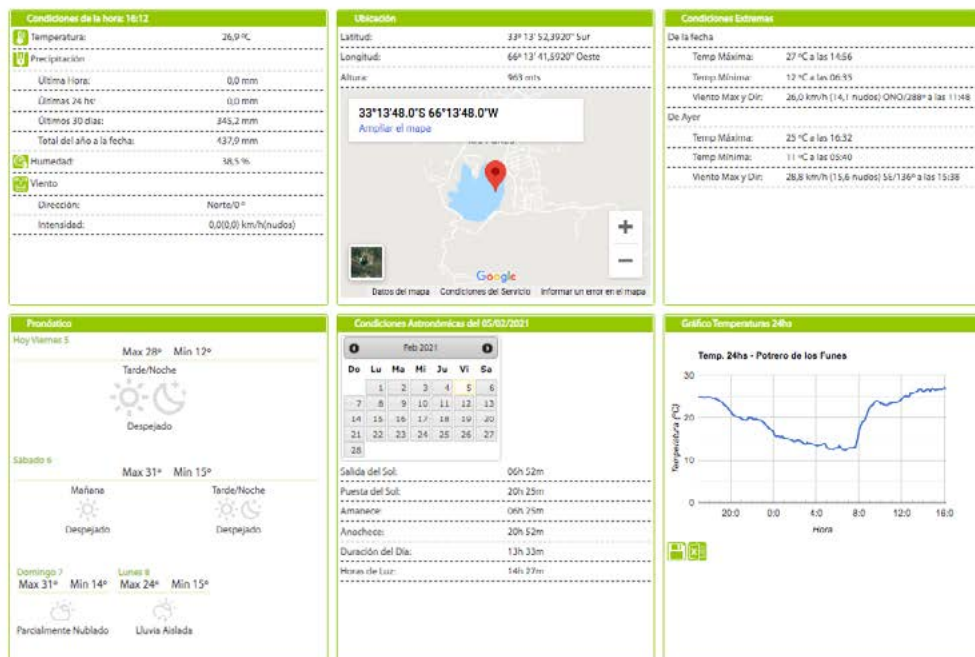
Argentina no hay un conjunto de escenarios de última generación desarrollados con modelos climáticos regionales. Por todo ello, para complementar la información estadística obtenida de las estaciones de la REM, en esta publicación se presentan escenarios climáticos futuros elaborados en base a los datos de la REM y a modelos climáticos globales de última generación, pertenecientes al Sexto Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6) (Eyring et al., 2016). Estos escenarios de precipitación y de las temperaturas media, mínima y máximas se presentan en mapas para dos horizontes temporales: corto plazo (2020–2040) y mediano plazo (2040–2060), y en cada caso para un escenario de emisiones moderado (SSP245) y otro alto (SSP585).

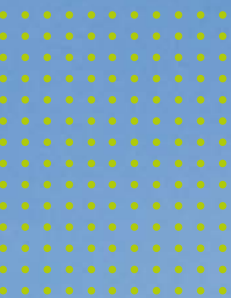


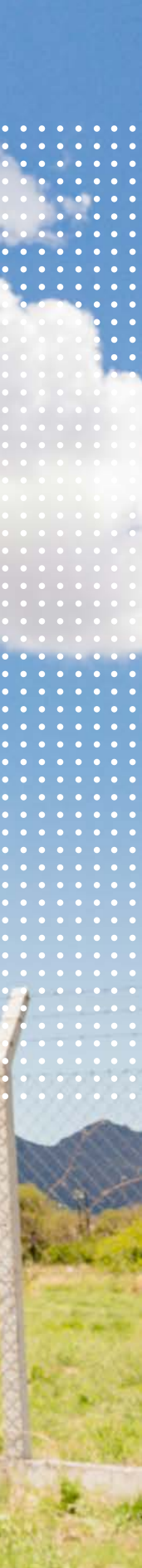
REM RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

[Inicio](#) [REM](#) [San Luis Agua](#) [INTA](#) [Pronóstico](#) [Informes](#) [Atlas Climático](#) [Libros](#) [NOAA](#) [Aplicaciones](#) [Contacto](#)

Datos de la estación: Potrero de los Funes







ESCENARIOS CLIMÁTICOS

2

OS ESCENARIOS CLIMÁTICOS

ESCENARIOS
CLIMÁTICOS

METODOLOGÍA



La generalizada metodología de construcción de escenarios climáticos se basa en la hipótesis que las diferencias climáticas entre distintos periodos en los modelos climáticos son iguales a las que se producirían en la realidad. En consecuencia se calculan las diferencias de los campos generados por los modelos climáticos globales entre un periodo futuro y otro de referencia del pasado. **Los escenarios futuros se**

construyen sumando a los campos observados del periodo de referencia la diferencia calculada en los modelos entre el periodo futuro y el de referencia.

Esta técnica permite eliminar o reducir sustancialmente los desvíos respecto de los campos observados de algunos modelos. De acuerdo con este

procedimiento, los escenarios climáticos futuros de la provincia de San Luis se construyeron sumando a los campos observados de la REM 2008/2019 las diferencias de los resultados de los modelos entre el respectivo periodo futuro (2020/2040 y 2040/2060) y el periodo de referencia 2008/2019.

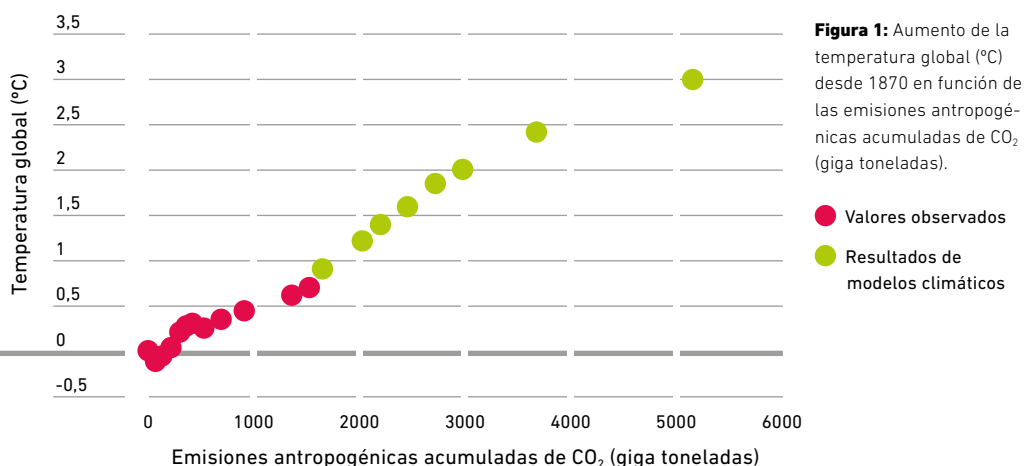
Los escenarios de cambio climático entre los periodos futuros y el pasado de referencia fueron extractados, de acuerdo con su disponibilidad al 1º de junio de 2020, de la base CMIP6. Eso se hizo con 12 modelos climáticos globales en el caso de los escenarios de precipitación y temperatura media y con 8 modelos para los escenarios de temperatura máxima y mínima media. En todos los casos los cambios



entre los periodos futuros y el de referencia resultaron del promedio de los cambios generados por los distintos modelos disponibles.

En cada caso —atlas y escenarios— se elaboraron los mapas estacionales y anuales. Las estaciones se definieron como es habitual en los estudios climatológicos; el verano abarca los meses de diciembre, enero y febrero, el otoño marzo a mayo y así siguiendo con los trimestres de invierno y primavera. Los mapas de precipitación son de sumas promedio del periodo considerado. En el caso de la temperatura —mínima, media y máxima— son promedios de los valores diarios de esos periodos.

Los escenarios climáticos se obtienen de simulaciones del clima con modelos climáticos forzados por distintos escenarios de emisiones de GEIs. Los modelos de la base CMIP6 realizaron sus simulaciones utilizando un reciente conjunto de trayectorias de emisiones de GEIs y de cambios en el uso del suelo conocidas como Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (*Shared Socioeconomic Pathways*, SSP por sus siglas en inglés) que describen futuros alternativos de desarrollo socioeconómico y representan cómo podría evolucionar el mundo en las próximas décadas (O'Neill et al., 2014; Ebi et al., 2014). Los factores socioeconómicos



considerados son la población, el crecimiento económico, la educación, la urbanización y la tasa de desarrollo tecnológico (Riahi et al.2017).

La temperatura media global, y por consiguiente el clima del planeta, durante este siglo depende fundamentalmente de las emisiones antrópicas acumuladas de dióxido de carbono (CO₂) desde fines del siglo XIX [figura 1]. Ello se debe a que este gas es por lejos el más importante de los GEIs y a que su vida media en el sistema climático es de más de 100 años. Por esto último, sus emisiones se acumulan en la atmósfera aumentando su concentración y en consecuencia determinando la temperatura del planeta.

En esta publicación se presentan los **campos climáticos correspondientes a dos escenarios de emisiones** que se derivan de los escenarios socioeconómicos SSP245 y SSP585. En el escenario SSP245, las emisiones globales de CO₂ se mantienen aproximadamente constantes entre 2020 y 2060 en alrededor de 40 giga toneladas por año. Si se considera que actualmente (año 2018) las emisiones globales son 38 giga toneladas por año y en franco ascenso [figura 2] este escenario de emisiones es bastante moderado. Si en el mejor de los casos, debido a la inercia del sistema socioeconómico

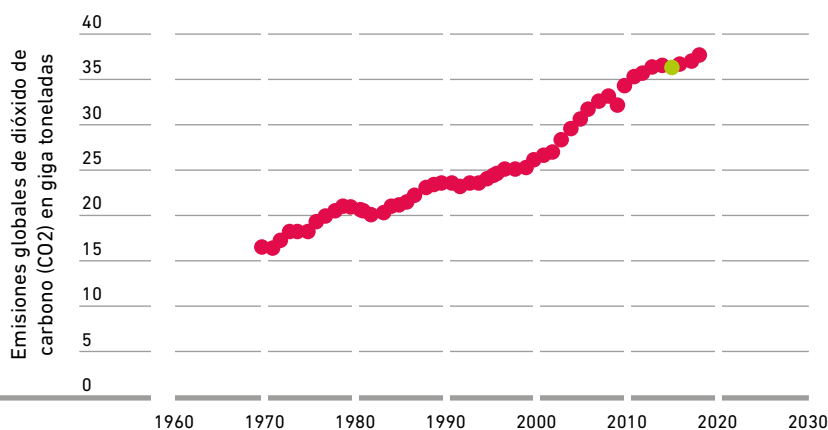


Figura 2: Emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) en giga toneladas por año (1970/2018). Datos del Global Carbón Project.

- Emisiones globales de CO₂
- Emisiones globales de CO₂ en el año del Acuerdo de París

global, ese ascenso comenzara a revertirse recién pasada una década, las emisiones acumuladas en promedio y por lo tanto el calentamiento hasta 2060 serian muy cercanos al proyectado en el escenario SP245. Por eso, a este escenario se lo puede caracterizar como moderadamente optimista.

En cambio, en el escenario SSP585 no habría ninguna restricción efectiva a nivel global para reducir o al menos atenuar el crecimiento de las emisiones de CO₂. En él, las emisiones de CO₂ siguen creciendo linealmente hasta 2080 a una tasa incluso superior a la de los últimos 40 años y por lo tanto se lo puede considerar como el escenario más extremo que se podría esperar.

En este trabajo, se han elegido estos dos escenarios, SSP245 y SSP585 considerando que es muy probable que el clima de San Luis desde 2020 a 2060 se encuentre acotado entre los climas proyectados para estos escenarios.



MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES UTILIZADOS

Los modelos climáticos globales son una herramienta fundamental para la comprensión del clima y sus cambios tanto del pasado como del presente. **Su capacidad para simular el clima actual y los cambios recientes los habilita como instrumentos para generar información cuantitativa sobre el futuro.**

La comunidad científica internacional que desarrolla estos modelos coordina sus actividades mediante proyectos de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP). Los modelos y los escenarios climáticos resultantes se actualizan para satisfacer el cronograma de informes de evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El quinto informe de evaluación del IPCC de 2013/14 (AR5) utilizó las simulaciones provistas por los modelos climáticos del proyecto CMIP5, mientras que el sexto informe de evaluación del IPCC a presentarse durante 2021 (AR6) incluirá modelos de última generación coordinados a través del proyecto denominado CMIP6.

Al 1º de junio de 2020 ya había un conjunto apreciable de escenarios climáticos desarrollados por los modelos climáticos globales de la base CMIP6. Ellos fueron utilizados para extraer la información de cambios en la precipitación y las temperaturas media y mínima y máxima media para la provincia de San Luis y se detallan en la tabla 1.

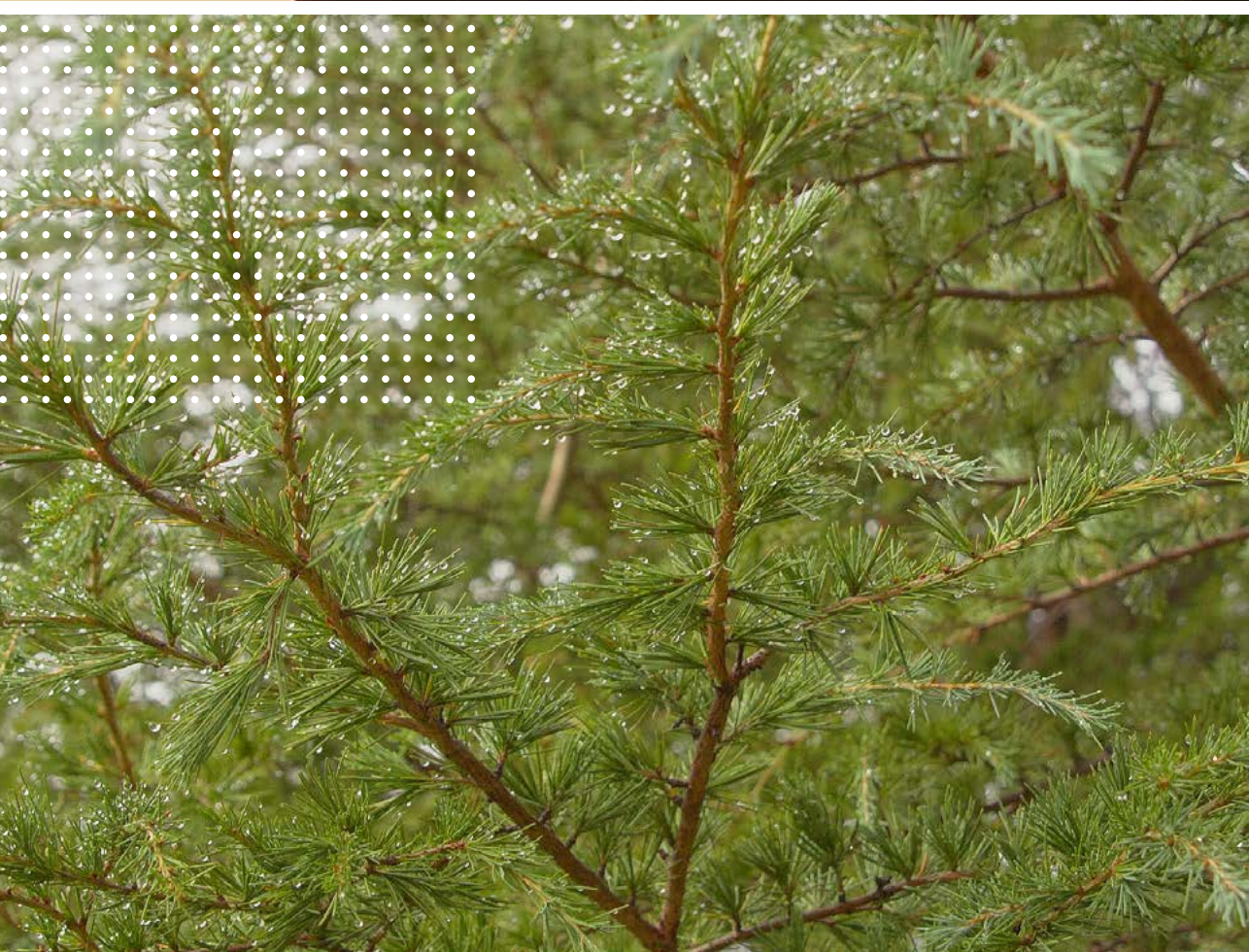
Cada modelo climático global presenta sus datos en reticulados sobre la superficie del planeta con distintos formatos



Tabla 1: Modelos climáticos considerados pertenecientes al proyecto CMIP6. Se indica institución y país de origen y variables climáticas disponibles analizadas.

Modelo	Institución, país	Variables disponibles			
		T media	T max	T min	Precipitación
AWI-CM-1-1-MR	Alfred Wegener Institute, Alemania	●			
BCC-CSM2-MR	Beijing Climate Center, China	●	●	●	●
CAMS-CSM1-0	Beijing Climate Center, China	●			●
CanESM5 p1	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Canadá	●	●	●	●
CESM2	National Center for Atmospheric Research, Estados Unidos	●			●
CESM2-WACCM	National Center for Atmospheric Research, Estados Unidos	●			●
FGOALS-g3	Chinese Academy of Sciences, China	●	●	●	●
MCM-UA-1-0 f2	University of Arizona, Estados Unidos	●			●
MIROC6	Consorcio JAMSTEC, AORI, NIES, RCCS, Japón	●	●	●	●
MIROC-ES2L f2	Consorcio JAMSTEC, AORI, NIES, RCCS, Japón	●	●	●	●
MRI-ESM2-0	Meteorological Research Institute, Japón	●	●	●	●
UKESM1-0-LL f2	Met Office Hadley Centre, Reino Unido	●	●	●	●

y resolución espacial. Esta información fue llevada a un reticulado común con una resolución de 0.25° en latitud y longitud por medio del método de interpolación geo-estadístico *kriging*.





PROMEDIOS PROVINCIALES

3 VARIACIONES

PROVINCIALES

PROMEDIOS PROVINCIALES

PROMEDIOS PROVINCIALES

PROMEDIOS PROVINCIALES

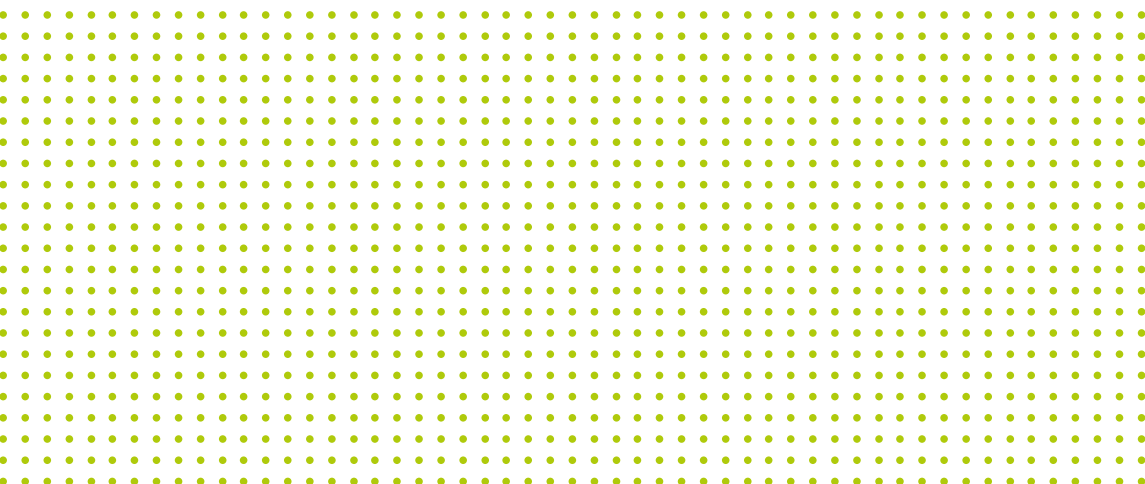
PROMEDIOS PROVINCIALES

PROMEDIOS PROVINCIALES

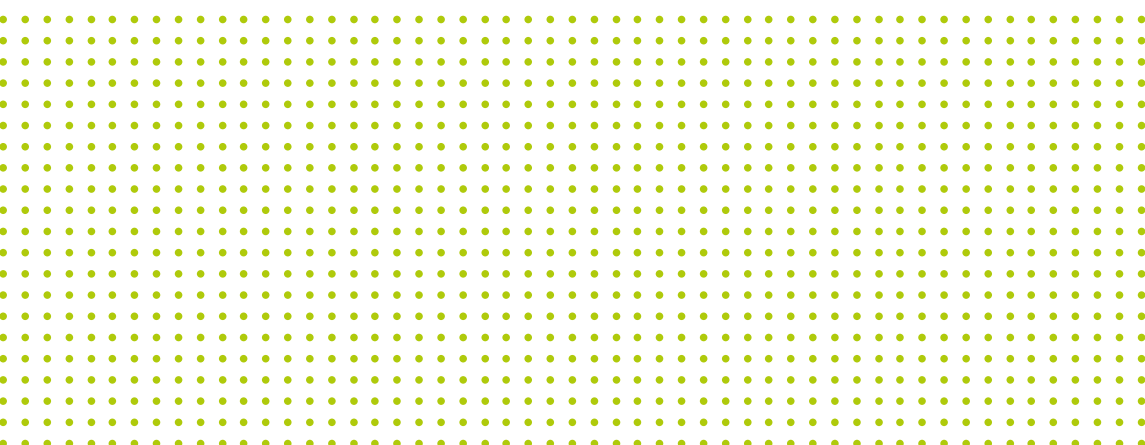
PROMEDIOS PROVINCIALES

PROMEDIOS PROVINCIALES

PROMEDIOS
PROVINCIALES



Una síntesis que permite visualizar rápidamente los cambios en los escenarios futuros. Estas presentan los valores promedio sobre todo el territorio provincial.



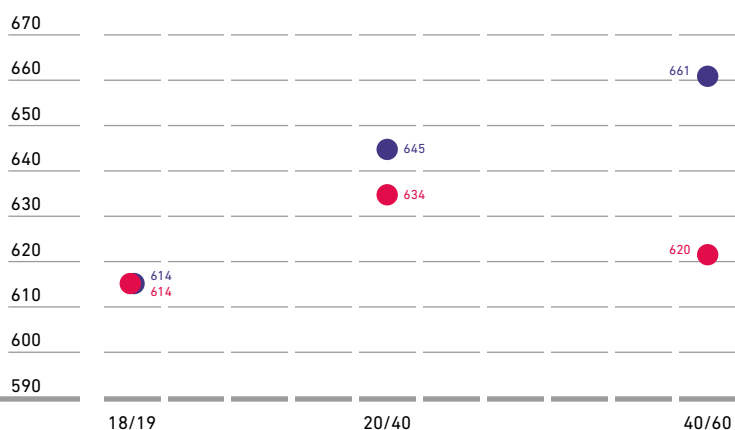


Figura 3: Precipitación media anual promedio sobre la provincia de San Luis

● SSP245

● SSP585

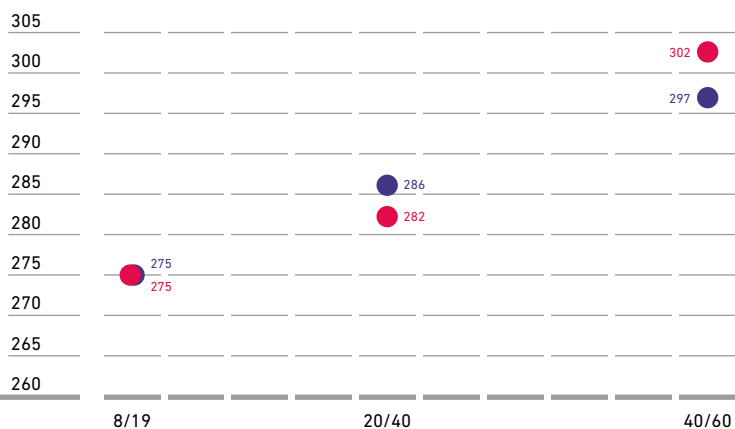
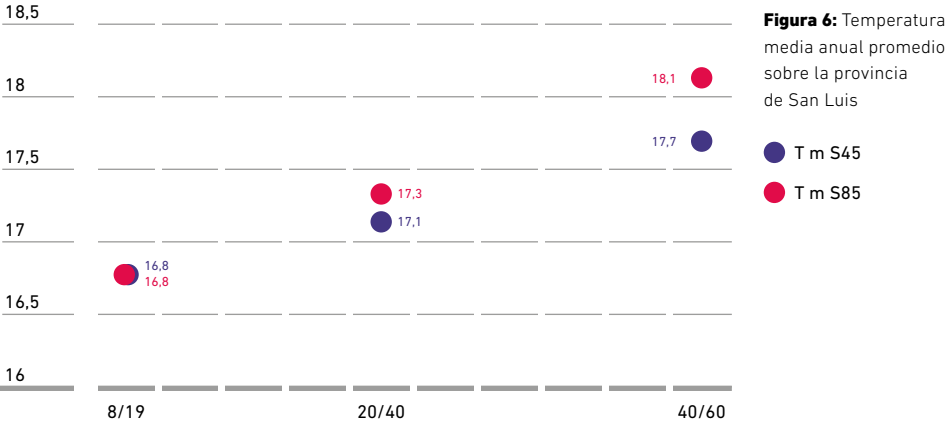
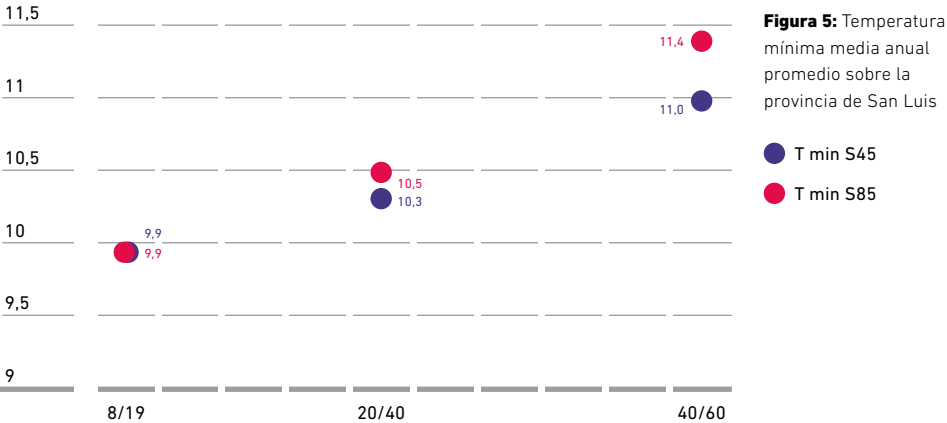


Figura 4: Precipitación media del verano, promedio sobre la provincia de San Luis

● SSP245

● SSP585

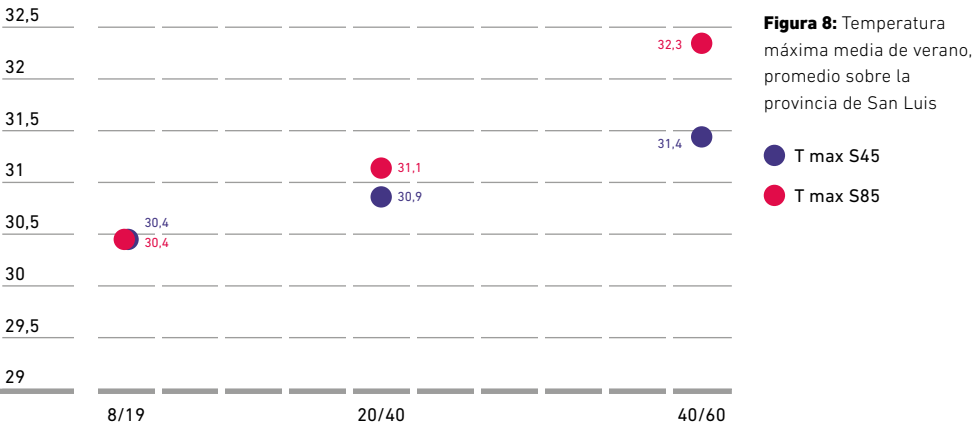
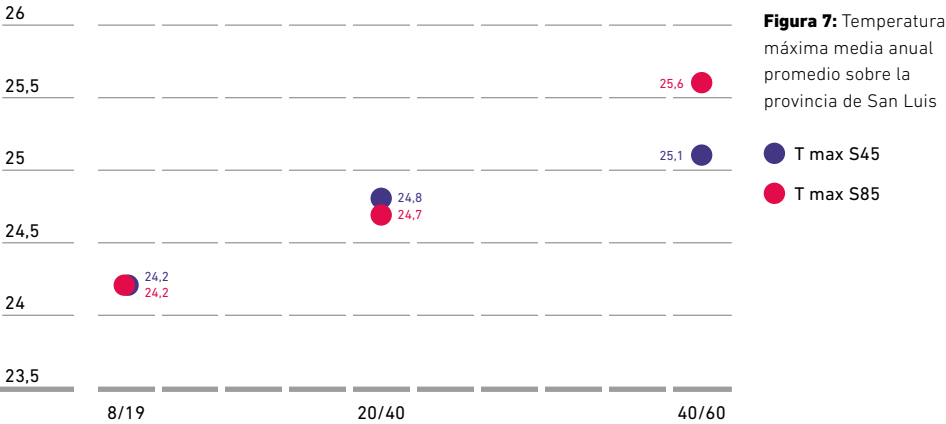
En el escenario moderado SSP245 hay un aumento de la precipitación de alrededor del 5% en el periodo 2020/2040 y del 8 % en el 2040/2060. En el verano, la estación de mayor lluvia, los aumentos porcentuales son algo menores en 2020/2040, pero mayores en el 2040/2060. En el escenario extremo SSP585 no hay cambios significativos en la precipitación anual, pero si en el verano en que es algo mayor al 10% en el 2040/2060.



Las temperaturas mínima, media y máxima en los dos escenarios aumenta con el tiempo en alrededor de 0,5°C en el periodo 2020/2040 y 1 a 1,5°C en 2040/2060 y lo hace

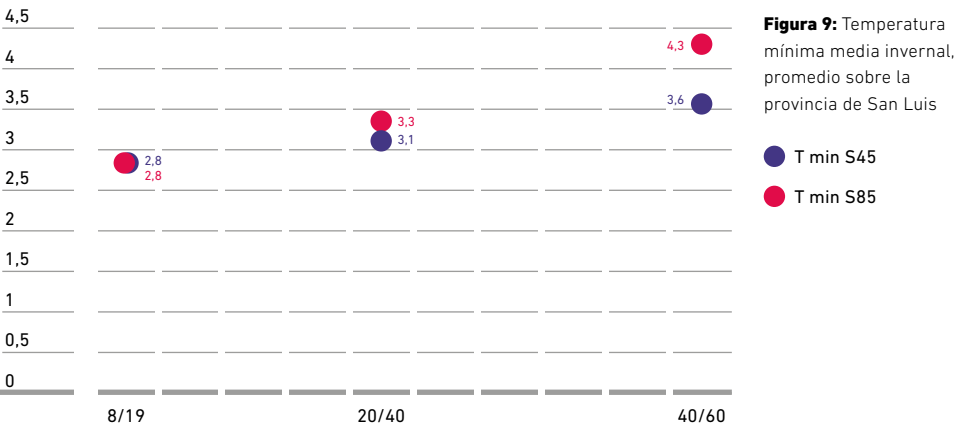
consistentemente en mayor medida en el escenario extremo SSP585 [figuras 5, 6 y 7].

El mismo patrón de calentamiento se observa en las temperaturas medias más extremas. Esto es en las máximas del verano y las mínimas del invierno, aunque en este último caso, los aumentos son algo menores [figuras 8 y 9].



En el futuro cercano, 2020/2040, las diferencias entre los promedios provinciales de los dos escenarios son muy pequeñas, tanto en las temperaturas como en la precipitación. Ello es lo que ocurre también a nivel global porque lo que determina el

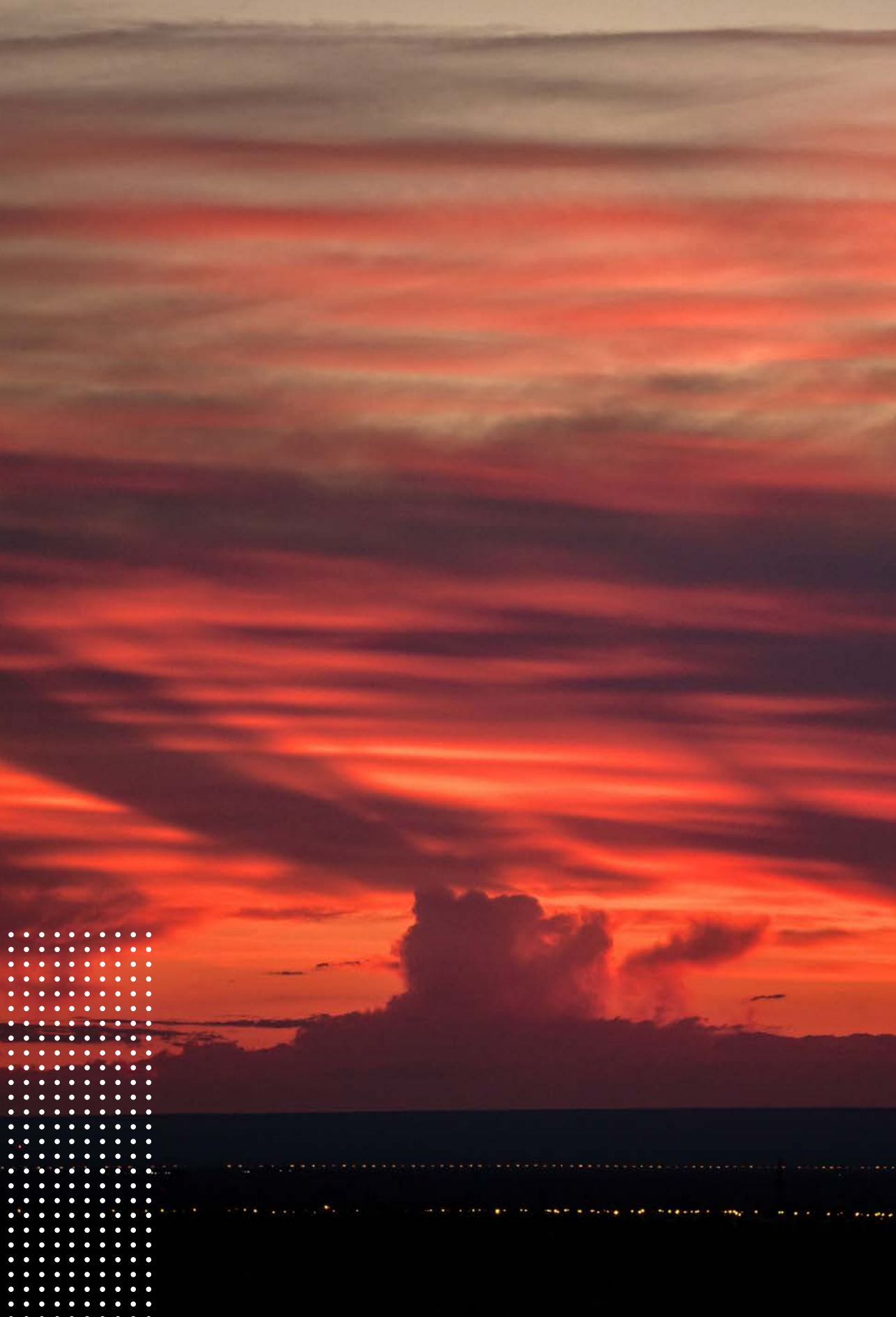
calentamiento y en consecuencia el cambio del clima son las emisiones acumuladas desde fines del siglo XIX. En el corto plazo, estas emisiones acumuladas no son muy diferentes en los distintos escenarios porque en los primeros años las emisiones no difieren mucho entre escenarios y porque se suman a las emisiones ya emitidas que son sustancialmente mayores. En consecuencia, como los escenarios climáticos para el futuro cercano no son muy distintos, en esta publicación solo se presentan los correspondientes al SSP245.



En el periodo 2020/2040 y en el escenario SSP245 en el 2040/2060, el aumento moderado de la temperatura estaría compensado por también moderados aumentos en las precipitaciones, por lo que no se debería esperar un aumento del estrés hídrico. Ese no sería el caso del escenario SSP585 en el que el mayor calentamiento no está acompañado de aumentos significativos en la precipitación, excepto en el verano.

Los comentarios hechos en base a las figuras 3 a 9 se refieren a los **cambios en las condiciones climáticas generales que se pueden apreciar de la evolución de los promedios provinciales en tres periodos de tiempo**. Tratándose de una provincia con fuertes gradientes climáticos cada región o localidad presenta características y cambios particulares que se pueden apreciar en los mapas y cuya discusión excede el marco de esta publicación.







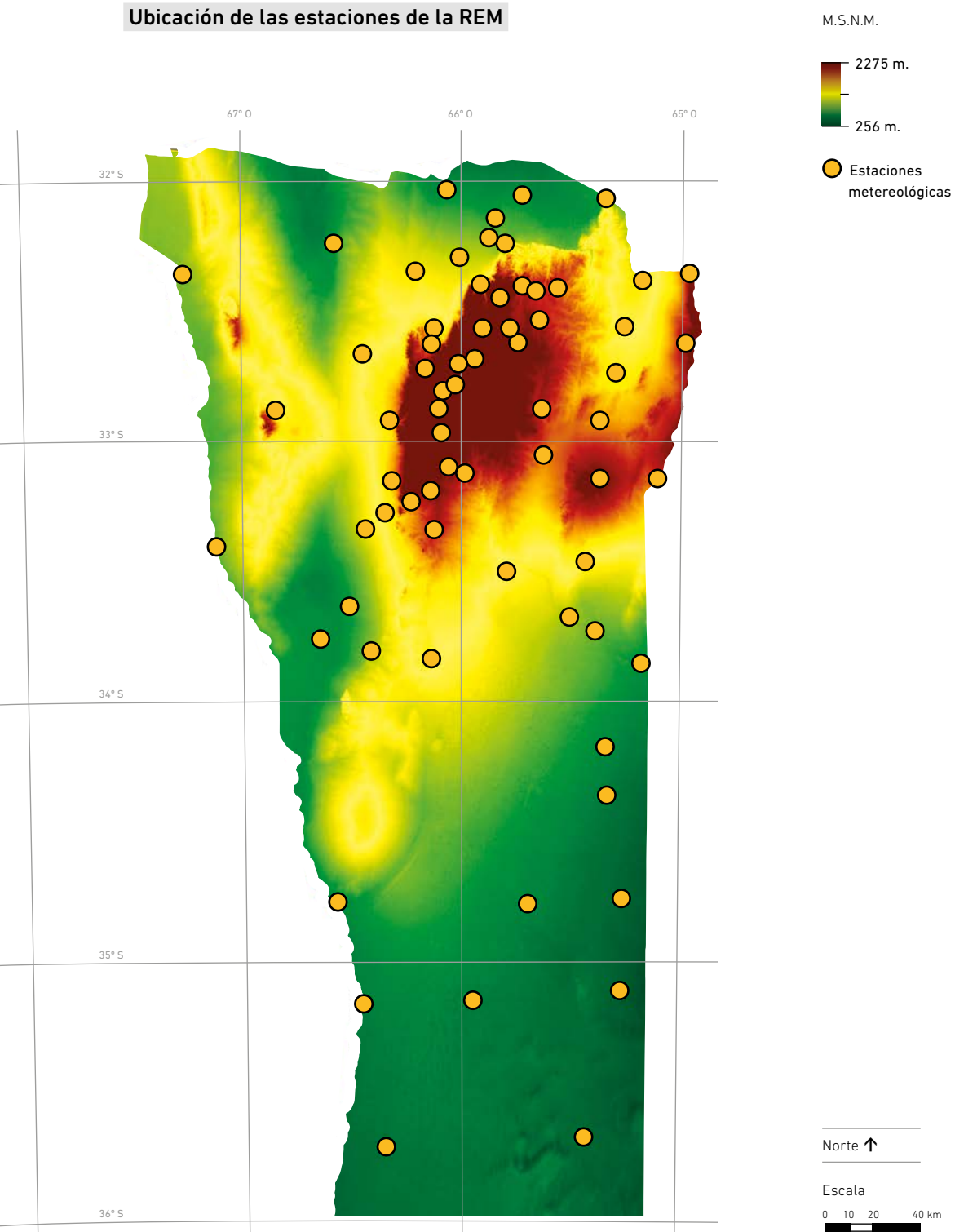
MAPAS
MAPAS
4 MAPAS
MAPAS
MAPAS
MAPAS
MAPAS
MAPAS

MAPAS

ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA REM



Ubicación de las estaciones de la REM





ATLAS CLIMÁTICO 2008/2019

Precipitación media anual

→ 40

Precipitación media, verano

→ 41

Precipitación media, otoño

Precipitación media, invierno

Precipitación media, primavera

Temperatura media anual

→ 42

Temperatura media, verano

→ 43

Temperatura media, otoño

Temperatura media, invierno

Temperatura media, primavera

Temperatura mínima media anual

→ 46

Temperatura mínima media, verano

→ 47

Temperatura mínima media, otoño

Temperatura mínima media, invierno

Temperatura mínima media, primavera

Temperatura máxima media anual

→ 48

Temperatura máxima media, verano

→ 49

Temperatura máxima media, otoño

Temperatura máxima media, invierno

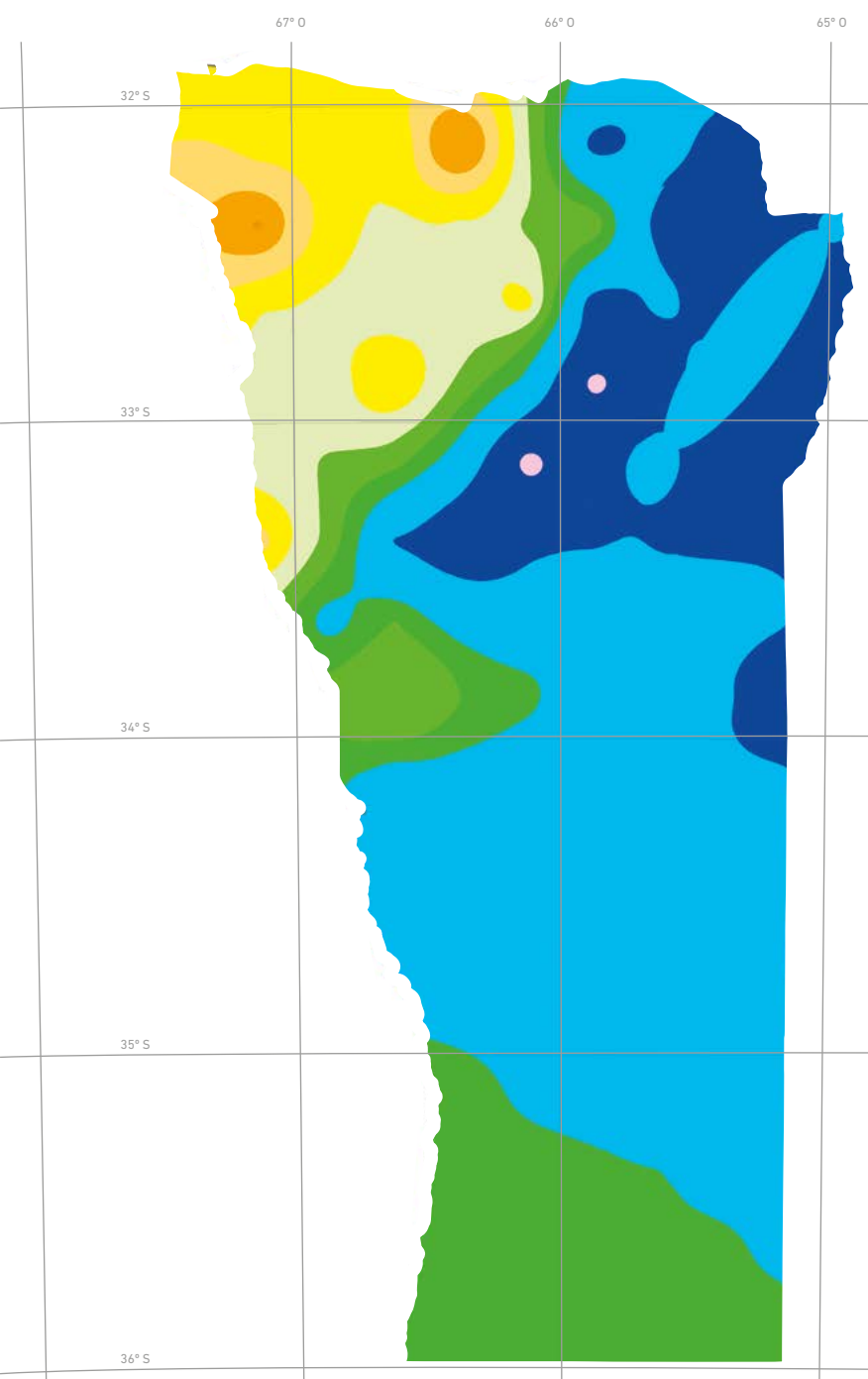
Temperatura máxima media, primavera

Precipitación media anual

Período 2008–2019

Precipitaciones
en mm

- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–449
- 450–499
- 500–549
- 550–599
- 600–699
- 700–799
- 800–826



Norte ↑

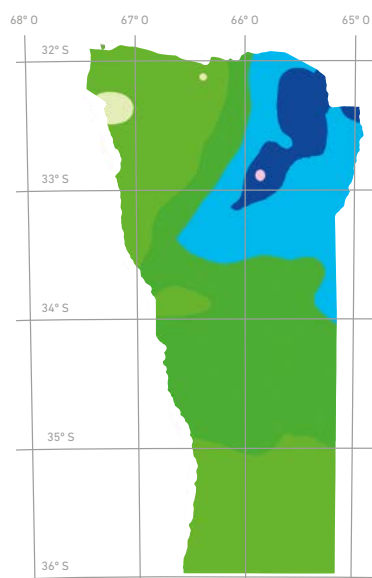
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Verano

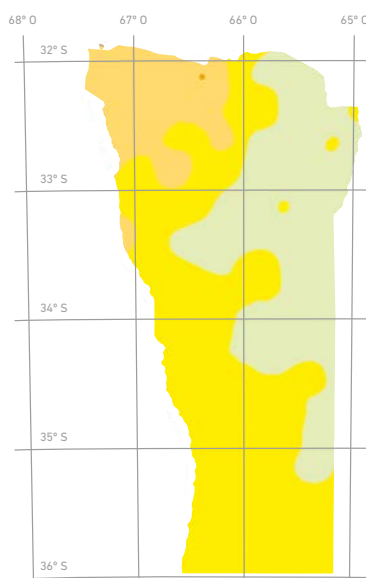
Período 2008–2019



Precipitación media

Otoño

Período 2008–2019



Precipitaciones
en mm

- 20–49
- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–419

Norte ↑

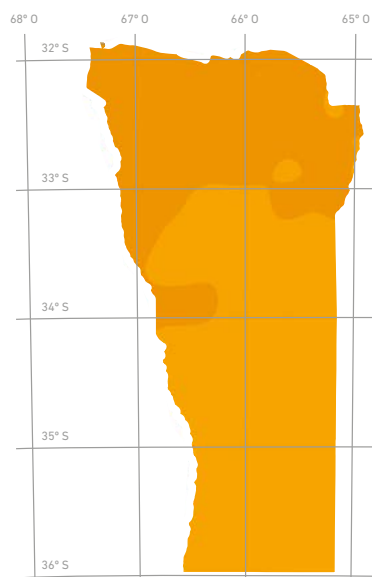
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Invierno

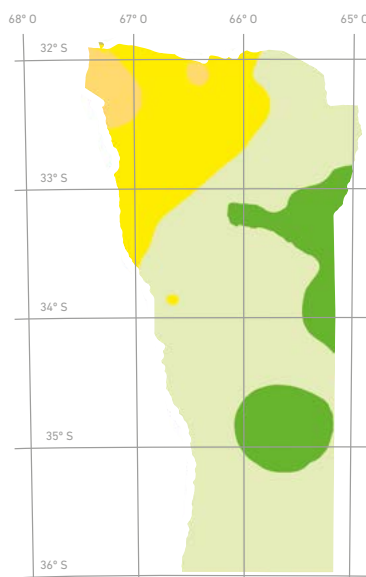
Período 2008–2019



Precipitación media

Primavera

Período 2008–2019



Precipitaciones
en mm

- 0–19
- 20–49
- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249

Norte ↑

Escala

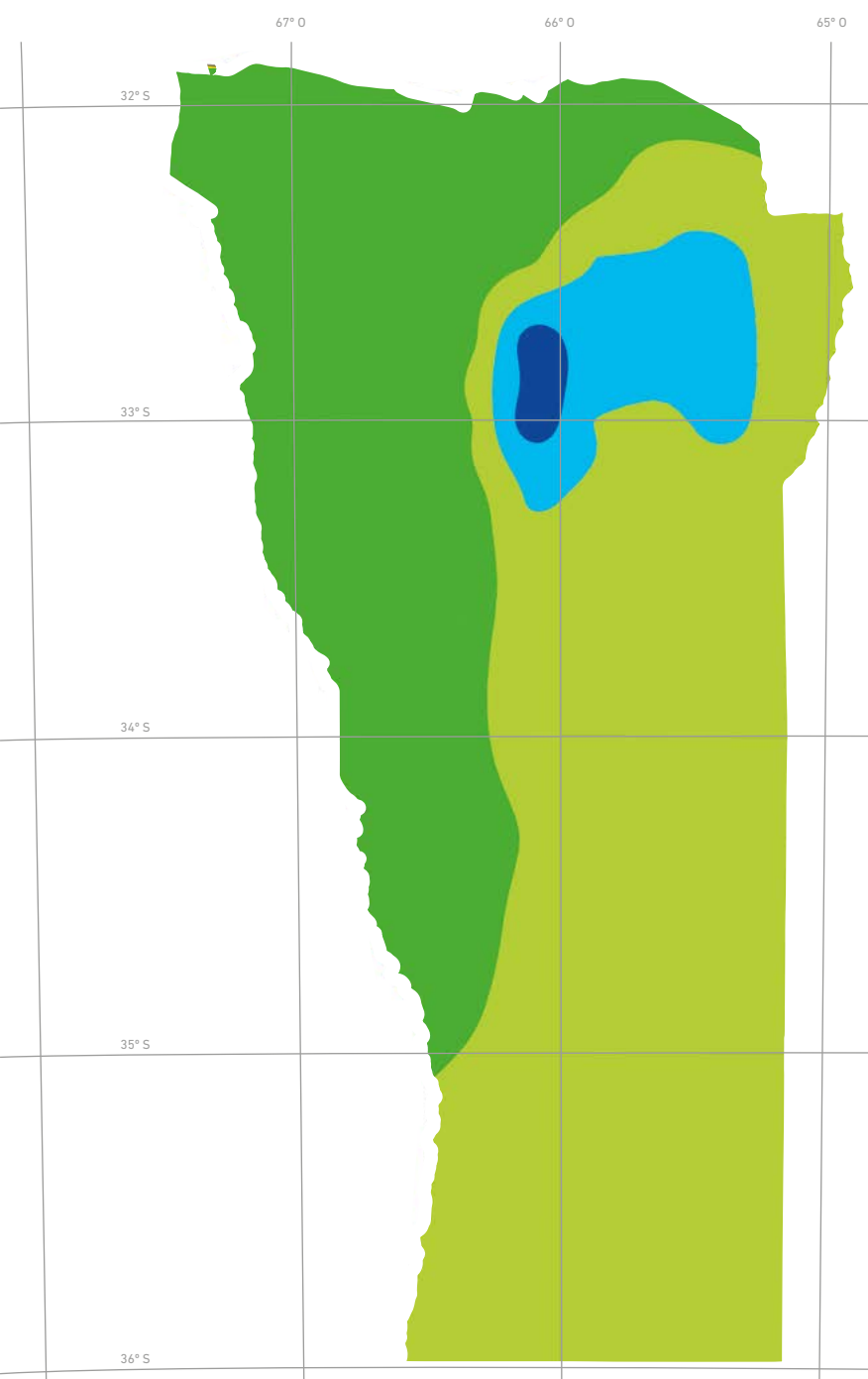
0 10 20 40 km

Temperatura media anual

Período 2008–2019

Temperatura
en °C

- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9



Norte ↑

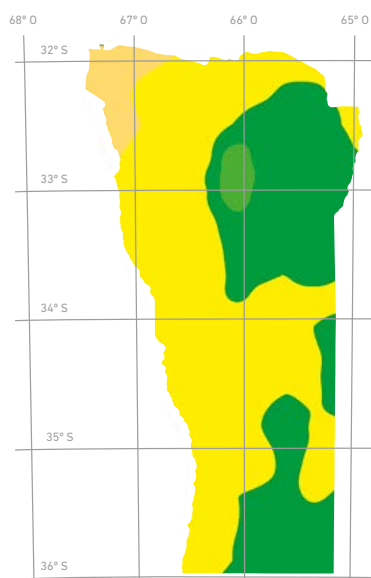
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura media

Verano

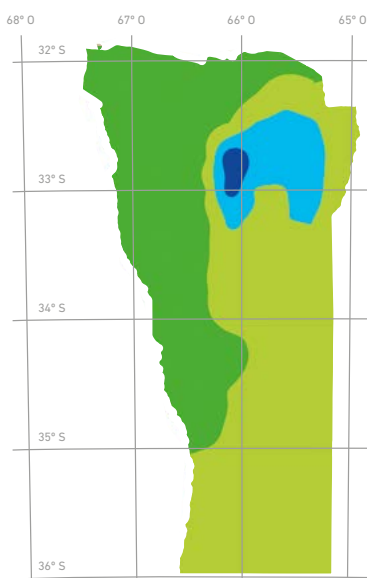
Período 2008–2019



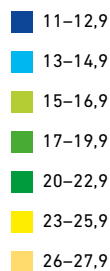
Temperatura media

Otoño

Período 2008–2019



Temperatura
en °C



Norte ↑

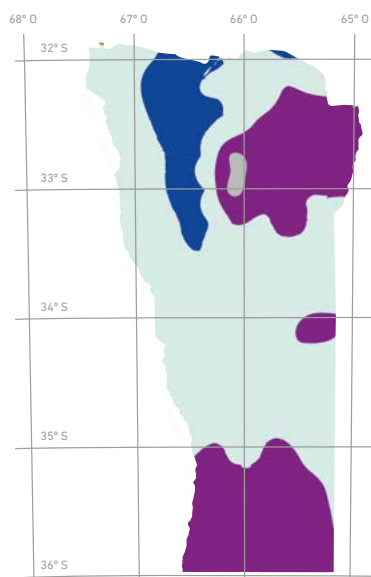
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura media

Invierno

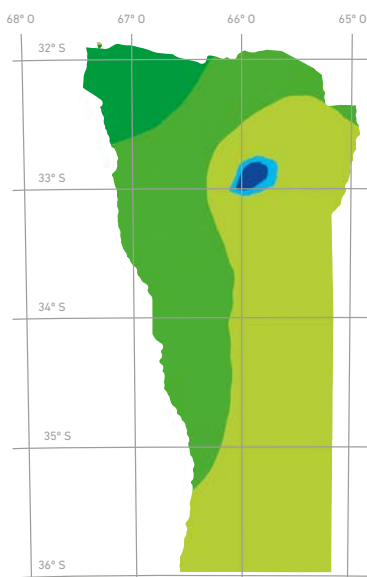
Período 2008–2019



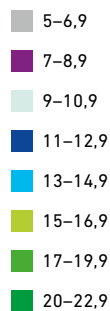
Temperatura media

Primavera

Período 2008–2019



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km



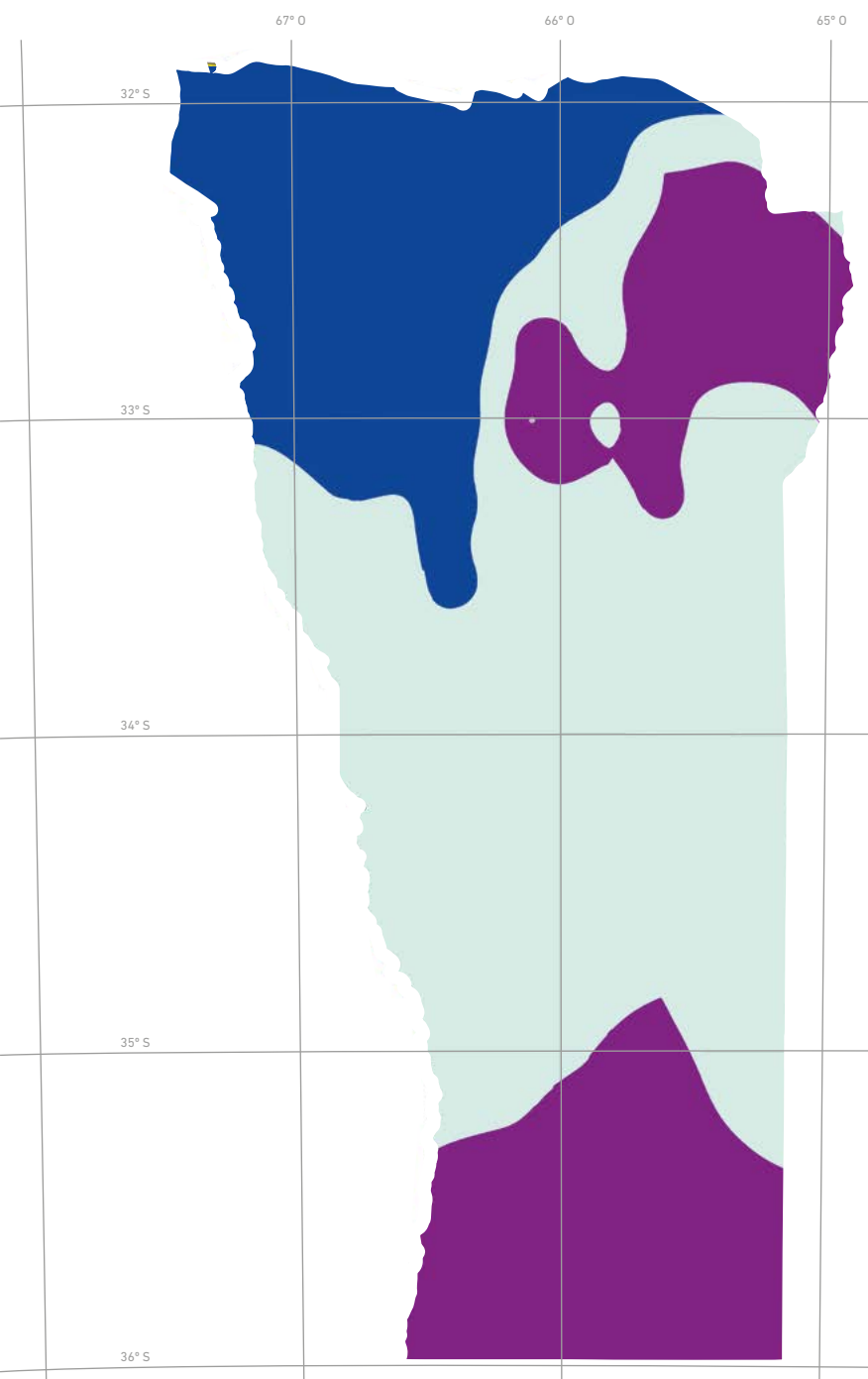


Temperatura mínima media anual

Período 2008–2019

Temperatura
en °C

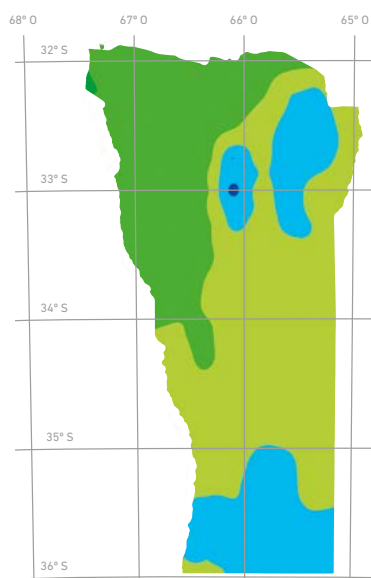
- 5–6,9
- 7–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9



Temperatura mínima media

Verano

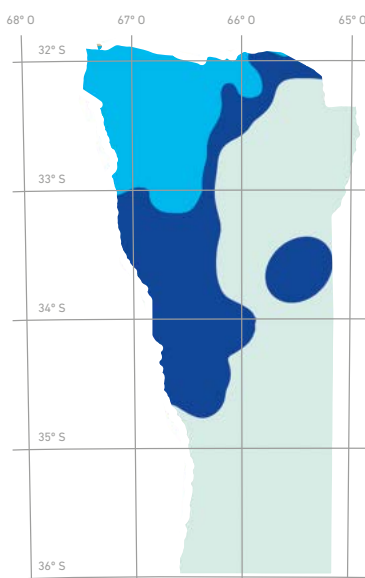
Período 2008–2019



Temperatura mínima media

Otoño

Período 2008–2019



Temperatura
en °C

- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9

Norte ↑

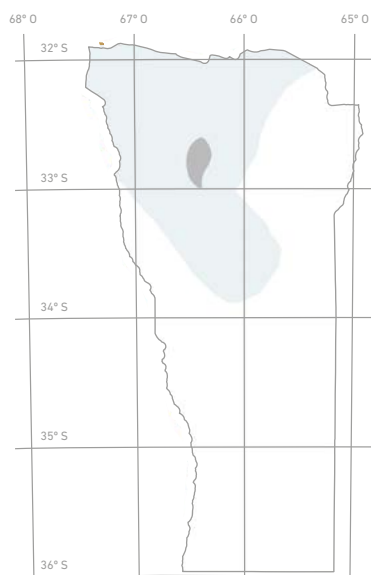
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Invierno

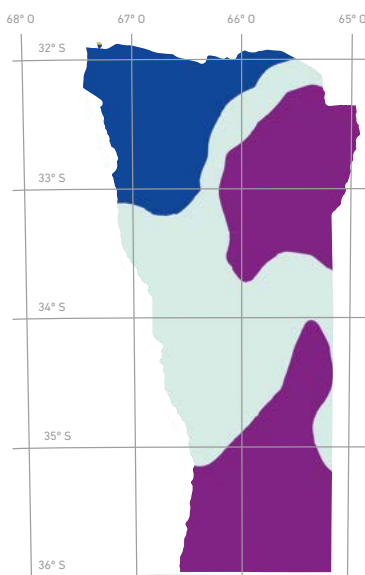
Período 2008–2019



Temperatura mínima media

Primavera

Período 2008–2019



Temperatura
en °C

- 1–2,9
- 3–4,9
- 5–6,9
- 7–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9

Norte ↑

Escala

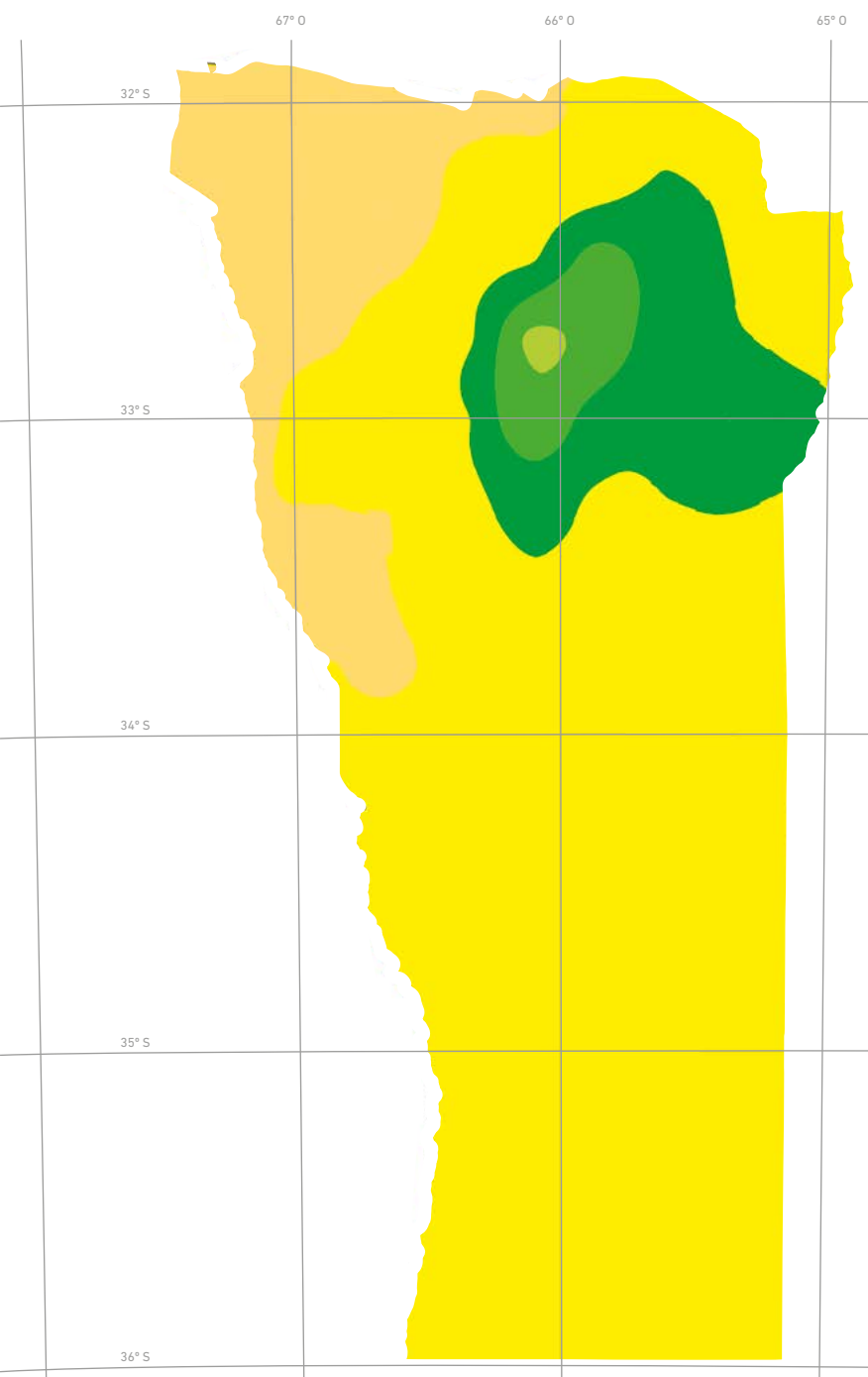
0 10 20 40 km

Temperatura máxima media anual

Período 2008–2019

Temperatura
en °C

- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9
- 23–25,9
- 26–27,9



Norte ↑

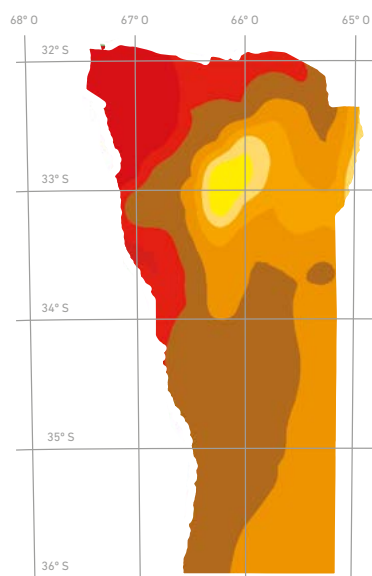
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura máxima media

Verano

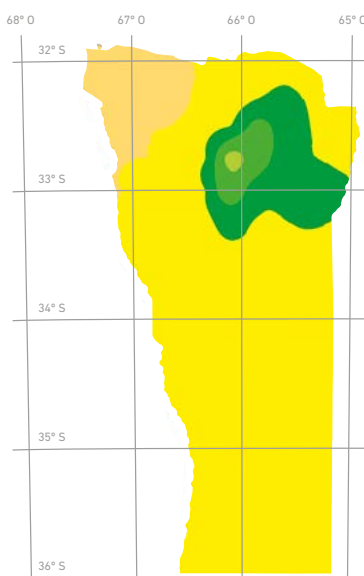
Período 2008–2019



Temperatura máxima media

Otoño

Período 2008–2019



Temperatura
en °C



Norte ↑

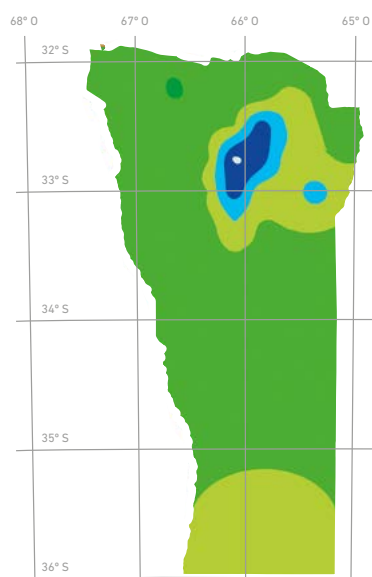
Escala



Temperatura máxima media

Invierno

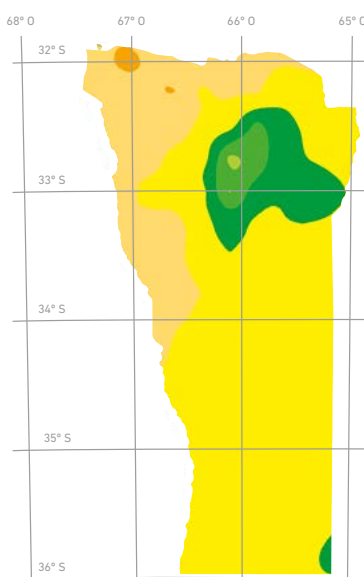
Período 2008–2019



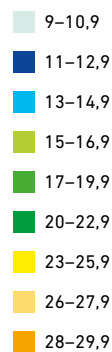
Temperatura máxima media

Primavera

Período 2008–2019



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala





ESCENARIOS CLIMÁTICOS

ESCENARIOS CLIMÁTICOS SSP245 2020/2040

Precipitación media anual

→ 52

Precipitación media, verano

→ 53

Precipitación media, otoño

Precipitación media, invierno

Precipitación media, primavera

Temperatura media anual

→ 54

Temperatura media, verano

→ 55

Temperatura media, otoño

Temperatura media, invierno

Temperatura media, primavera

Temperatura mínima media anual

→ 58

Temperatura mínima media, verano

→ 59

Temperatura mínima media, otoño

Temperatura mínima media, invierno

Temperatura mínima media, primavera

Temperatura máxima media anual

→ 60

Temperatura máxima media, verano

→ 61

Temperatura máxima media, otoño

Temperatura máxima media, invierno

Temperatura máxima media, primavera

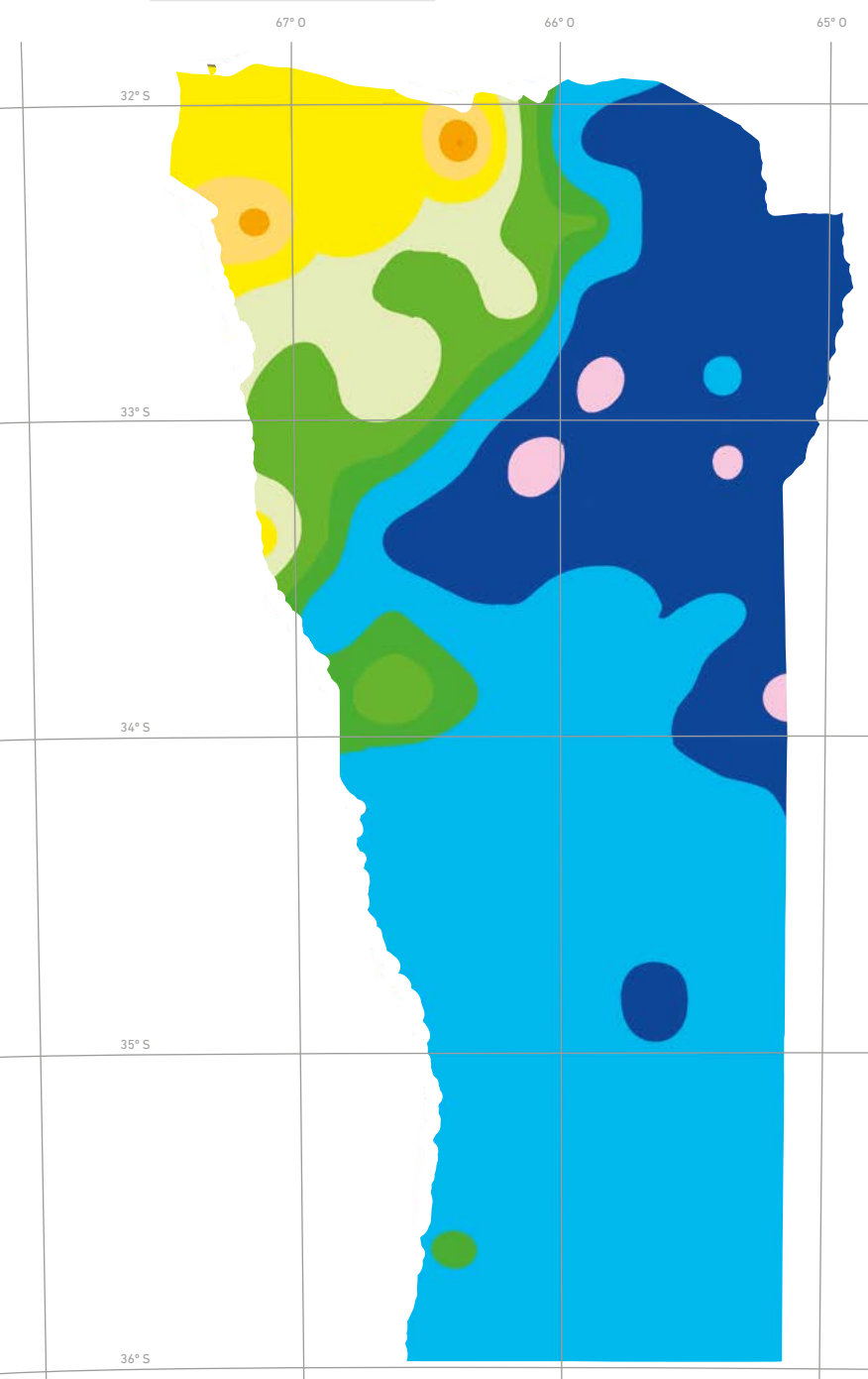
Precipitación media anual

Escenario SSP245

Proyección 2020–2040

Precipitaciones
en mm

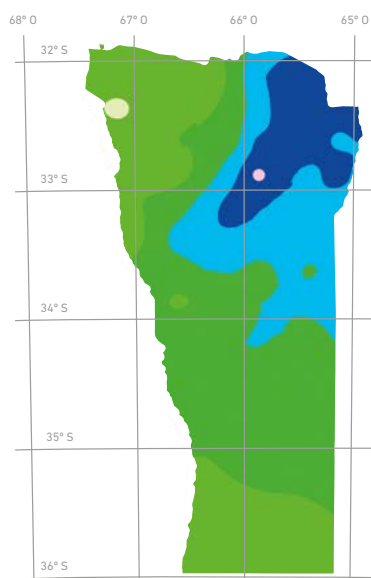
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–449
- 450–499
- 500–549
- 550–599
- 600–699
- 700–799
- 800–847



Precipitación media

Verano Escenario SSP245

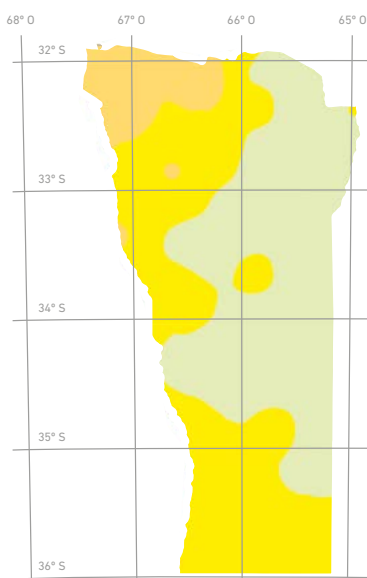
Proyección 2020–2040



Precipitación media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Precipitaciones
en mm

- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–428

Norte ↑

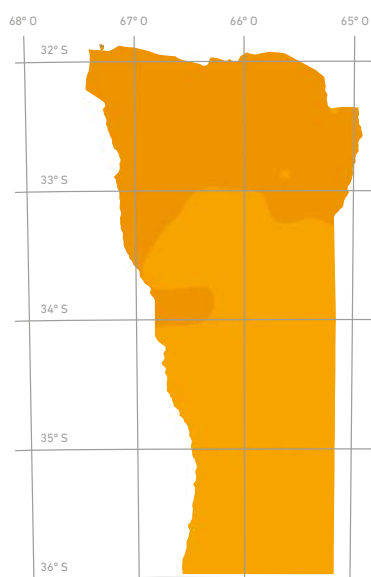
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Invierno Escenario SSP245

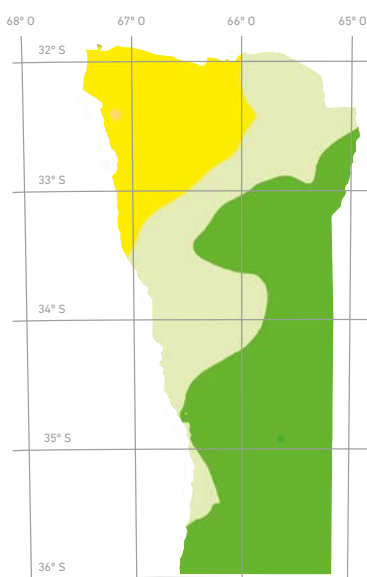
Proyección 2020–2040



Precipitación media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Precipitaciones
en mm

- 0–19
- 20–49
- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

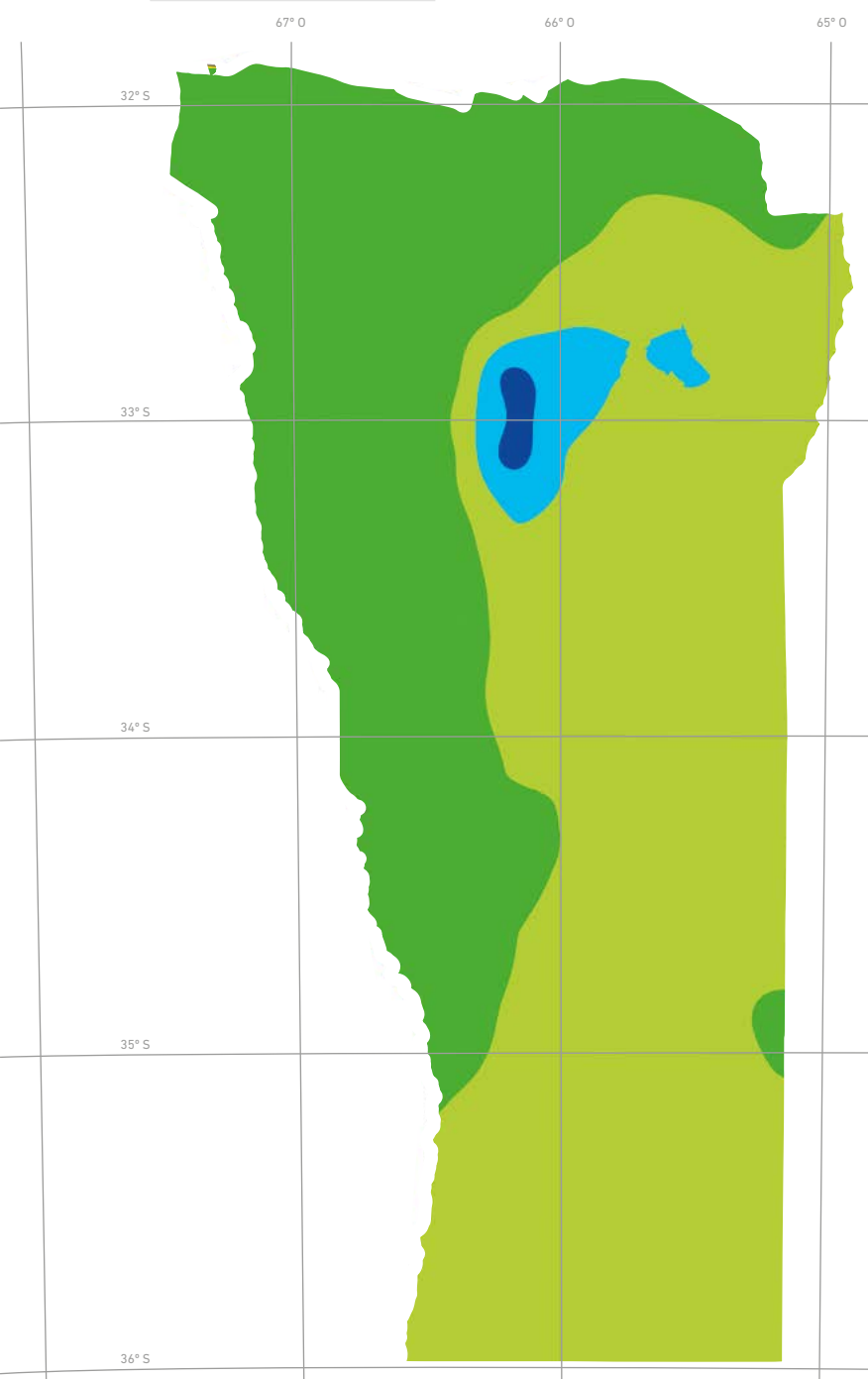
Temperatura media anual

Escenario SSP245

Proyección 2020–2040

Temperatura
en °C

- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9



Norte ↑

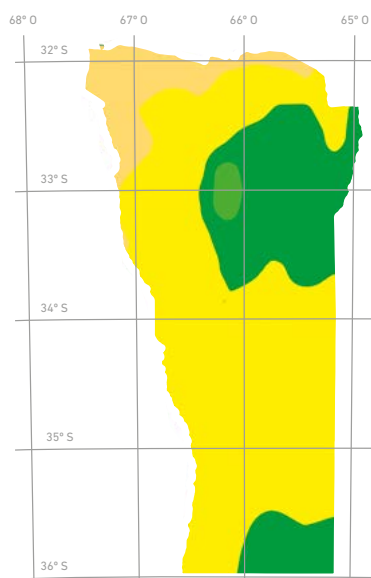
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura media

Verano Escenario SSP245

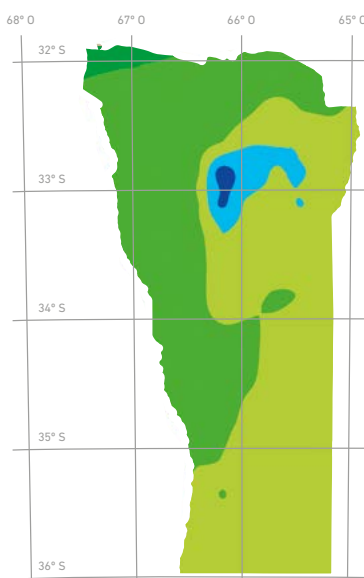
Proyección 2020–2040



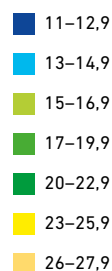
Temperatura media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C



Norte ↑

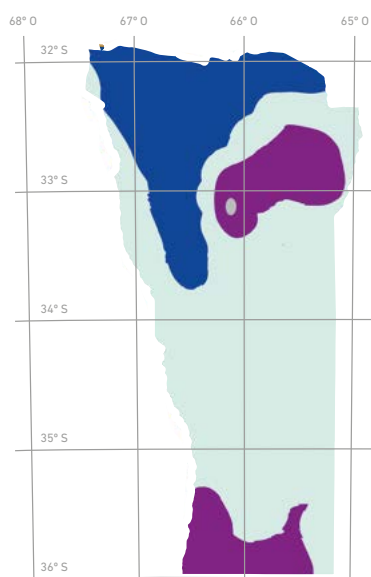
Escala



Temperatura media

Invierno Escenario SSP245

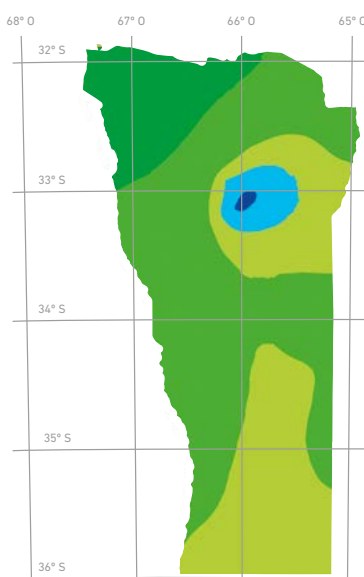
Proyección 2020–2040



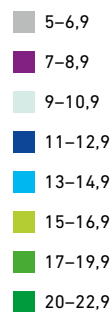
Temperatura media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







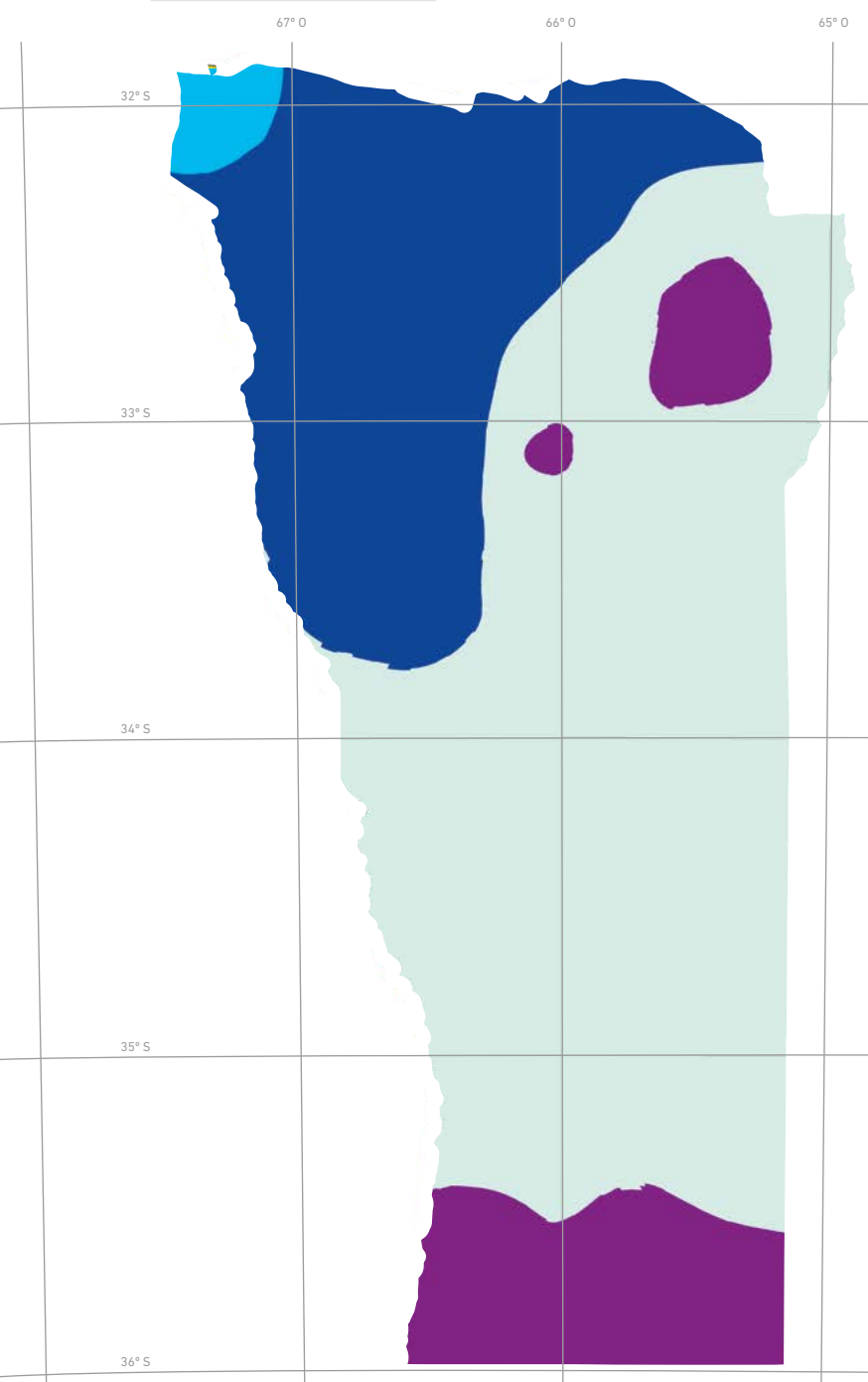
Temperatura mínima media anual

Escenario SSP245

Proyección 2020–2040

Temperatura
en °C

- 7–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9



Norte ↑

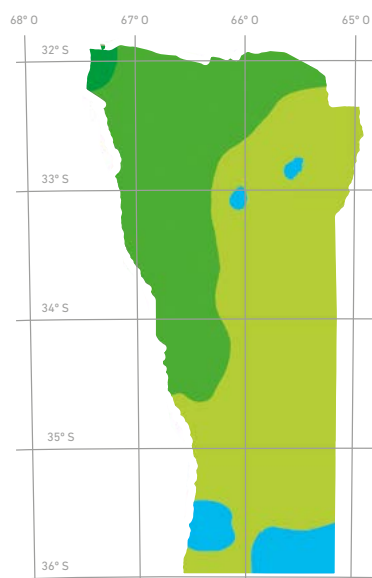
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Verano Escenario SSP245

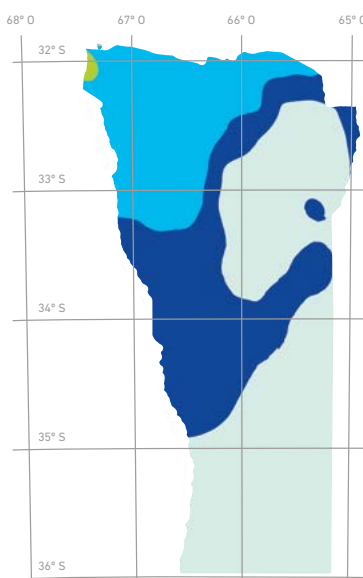
Proyección 2020–2040



Temperatura mínima media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C

- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9

Norte ↑

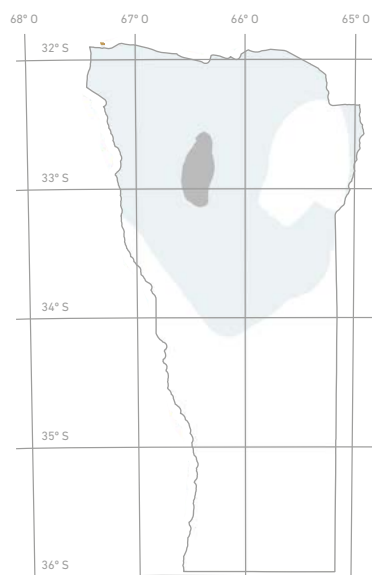
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Invierno Escenario SSP245

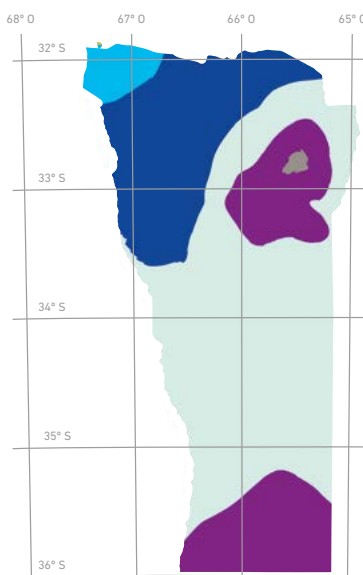
Proyección 2020–2040



Temperatura mínima media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C

- 1–2,9
- 3–4,9
- 5–6,9
- 6–7,9
- 8–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

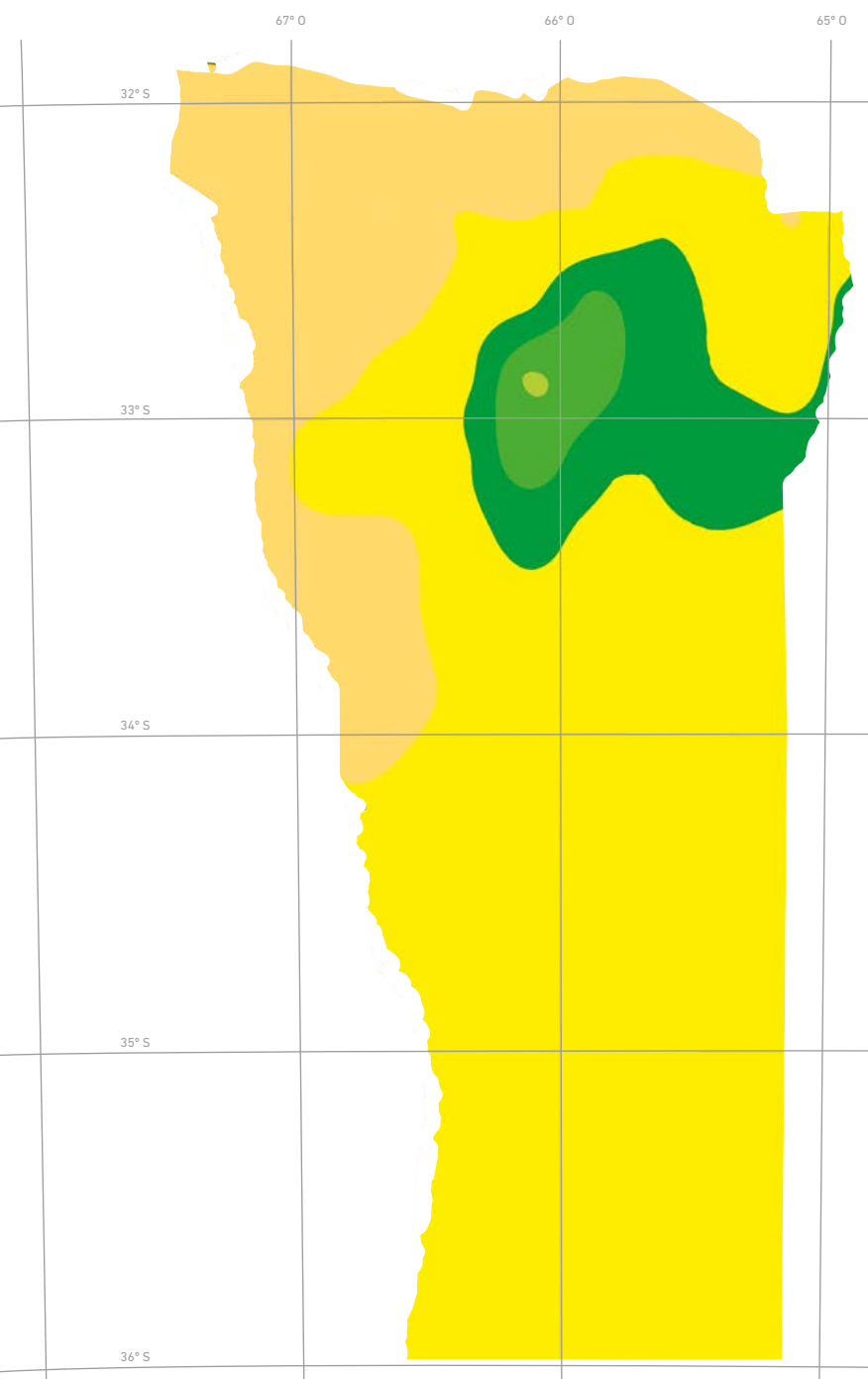
Temperatura máxima media anual

Escenario SSP245

Proyección 2020–2040

Temperatura
en °C

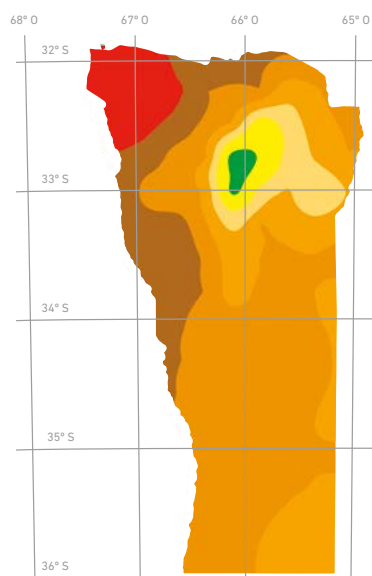
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9
- 23–25,9
- 26–27,9
- 28–29,9



Temperatura máxima media

Verano Escenario SSP245

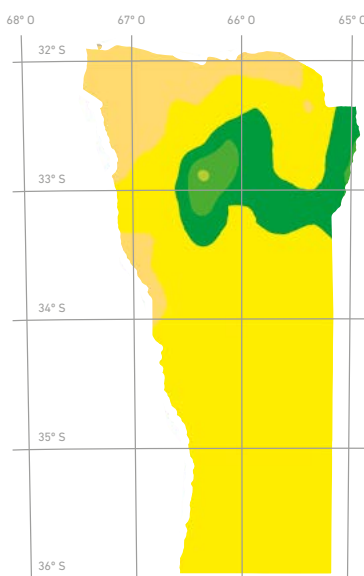
Proyección 2020–2040



Temperatura máxima media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C



Norte ↑

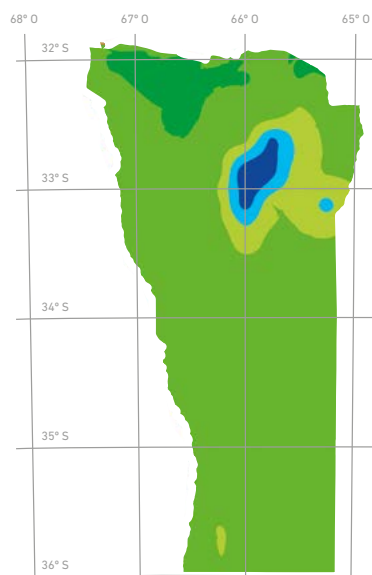
Escala



Temperatura máxima media

Invierno Escenario SSP245

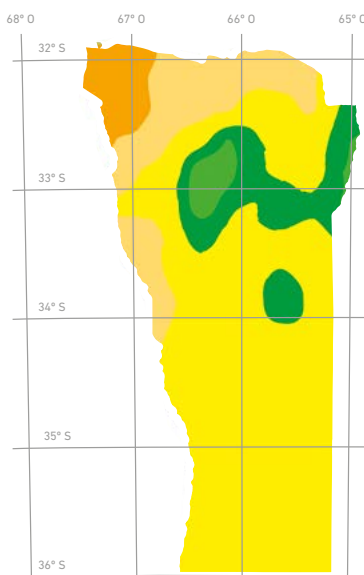
Proyección 2020–2040



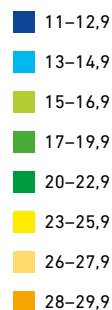
Temperatura máxima media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2020–2040



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







**ESCENARIOS CLIMÁTICOS SSP245
2040/2060**

Precipitación media anual	→ 64
Precipitación media, verano	→ 65
Precipitación media, otoño	
Precipitación media, invierno	
Precipitación media, primavera	
Temperatura media anual	→ 66
Temperatura media, verano	→ 67
Temperatura media, otoño	
Temperatura media, invierno	
Temperatura media, primavera	
Temperatura mínima media anual	→ 70
Temperatura mínima media, verano	→ 71
Temperatura mínima media, otoño	
Temperatura mínima media, invierno	
Temperatura mínima media, primavera	
Temperatura máxima media anual	→ 72
Temperatura máxima media, verano	→ 73
Temperatura máxima media, otoño	
Temperatura máxima media, invierno	
Temperatura máxima media, primavera	

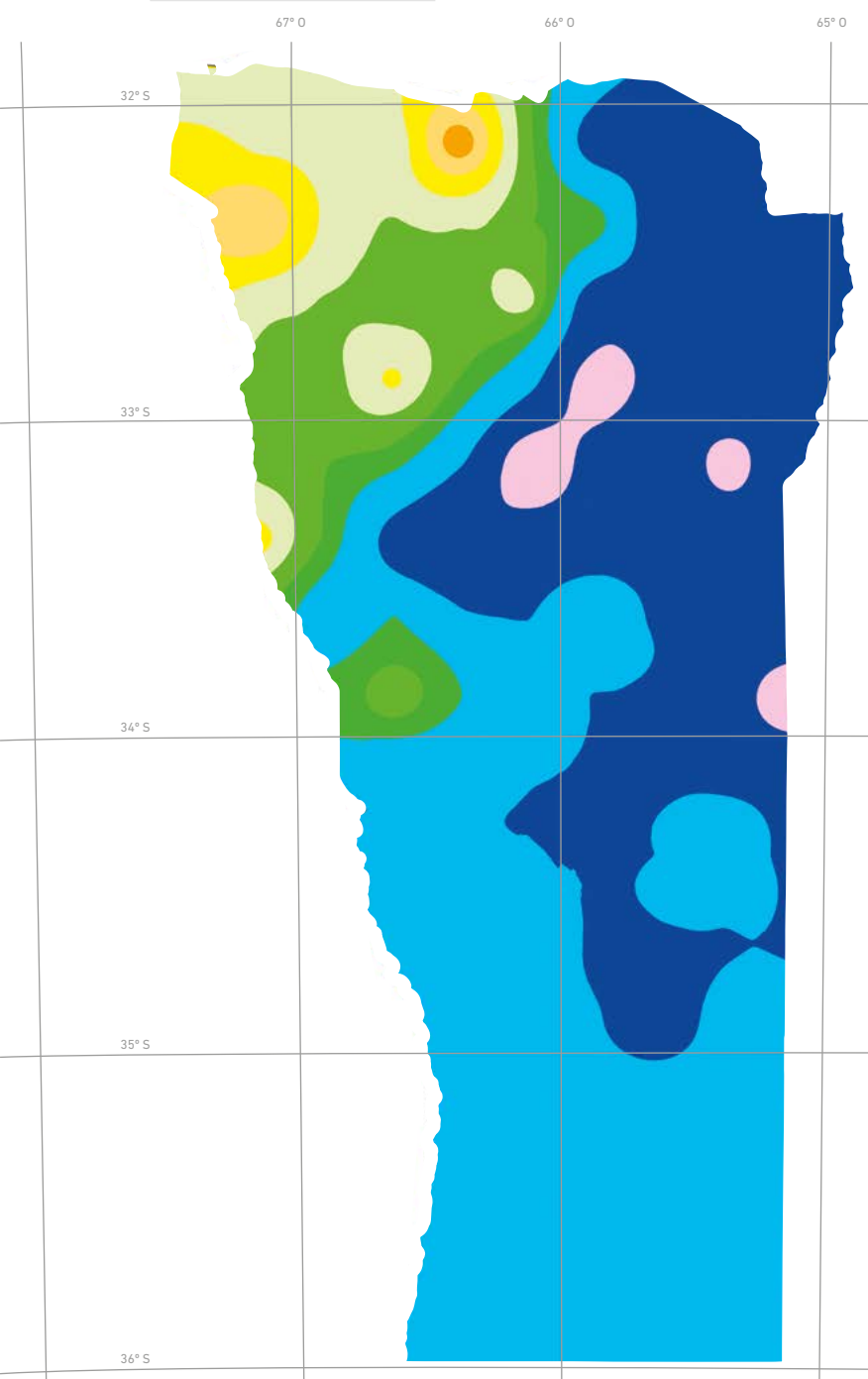
Precipitación media anual

Escenario SSP245

Proyección 2040–2060

Precipitaciones
en mm

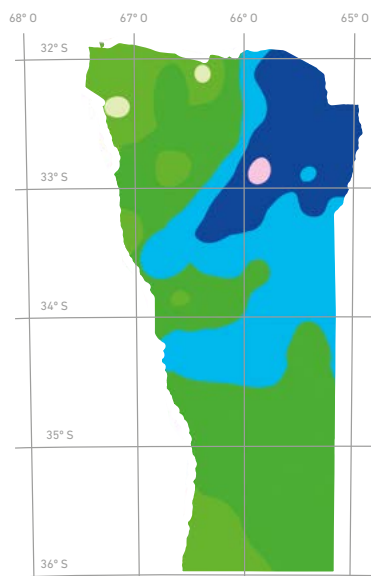
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–449
- 450–499
- 500–549
- 550–599
- 600–699
- 700–799
- 800–847



Precipitación media

Verano Escenario SSP245

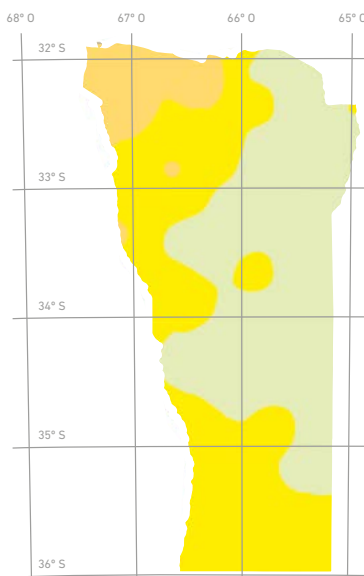
Proyección 2040–2060



Precipitación media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Precipitaciones
en mm

- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–428

Norte ↑

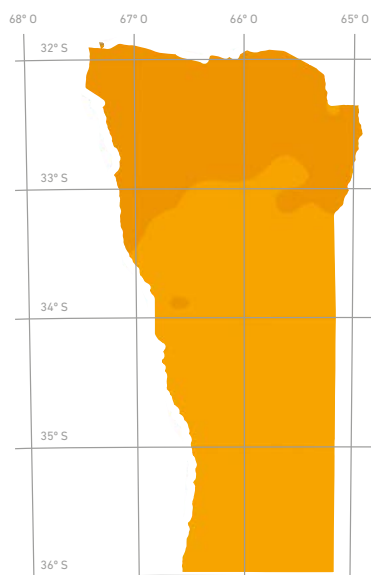
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Invierno Escenario SSP245

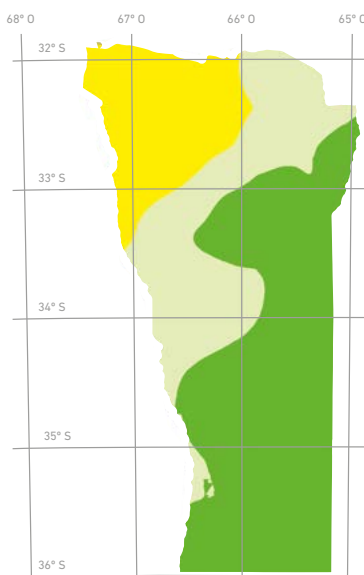
Proyección 2040–2060



Precipitación media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Precipitaciones
en mm

- 0–19
- 20–49
- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

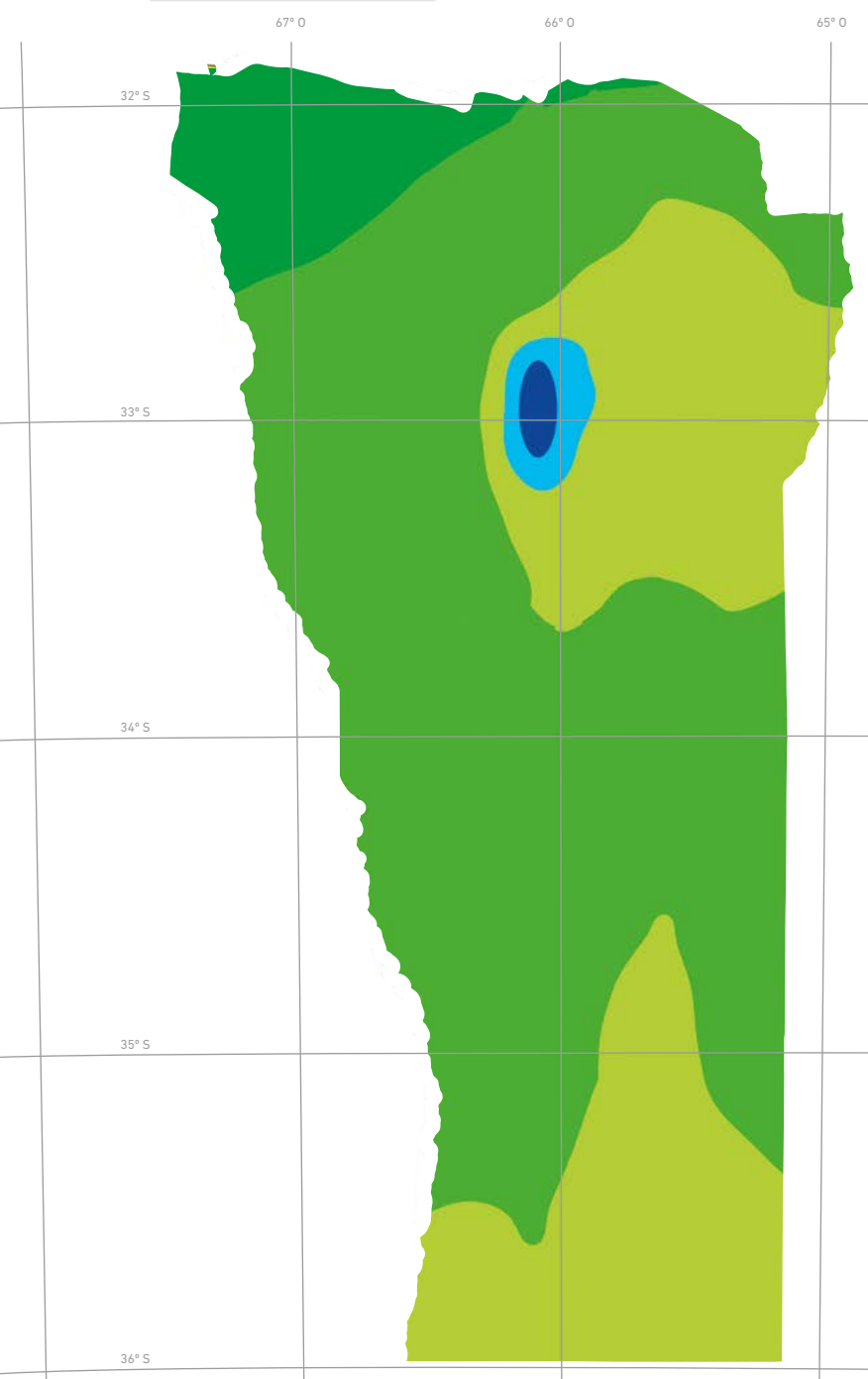
Temperatura media anual

Escenario SSP245

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9



Norte ↑

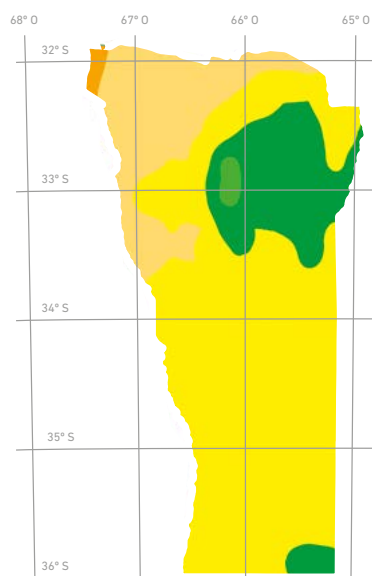
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura media

Verano Escenario SSP245

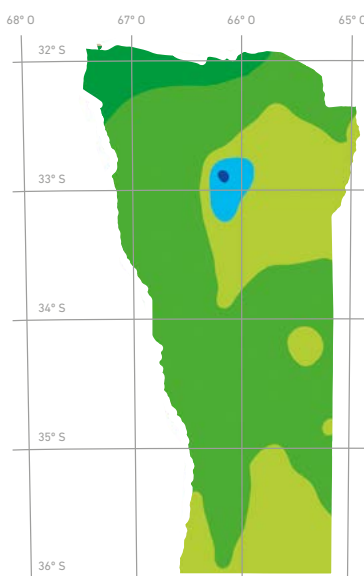
Proyección 2040–2060



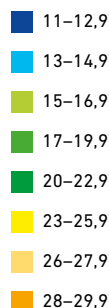
Temperatura media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

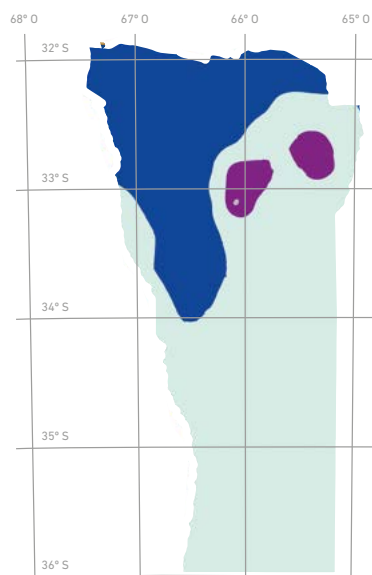
Escala



Temperatura media

Invierno Escenario SSP245

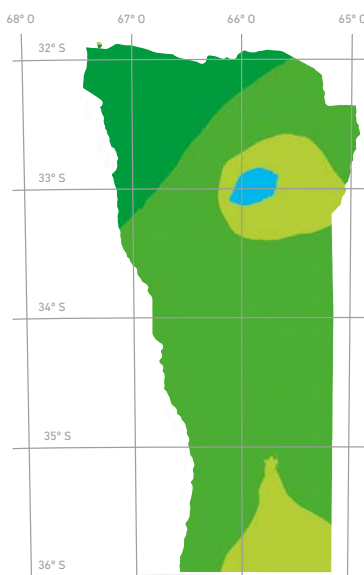
Proyección 2040–2060



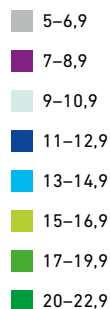
Temperatura media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







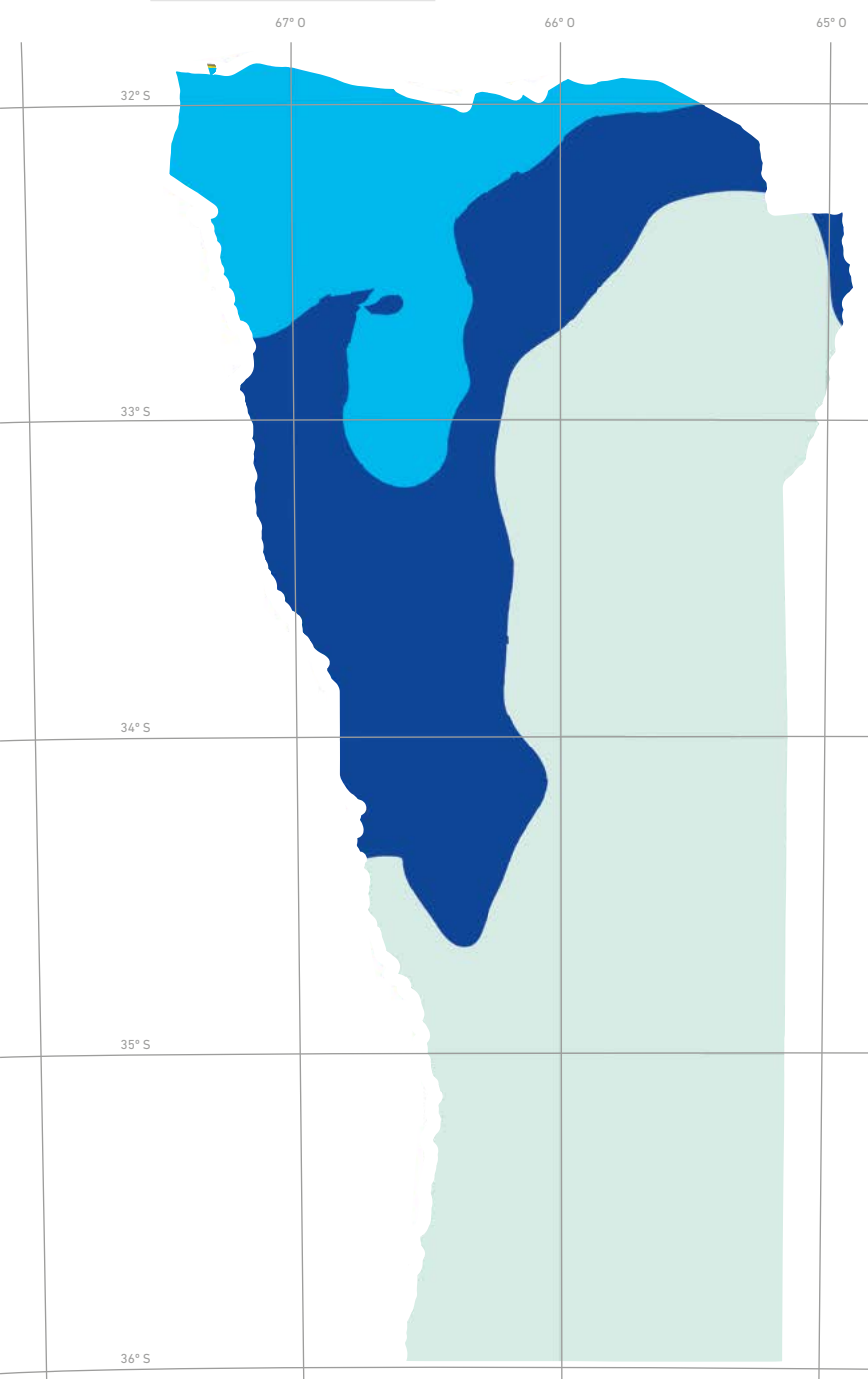
Temperatura mínima media anual

Escenario SSP245

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

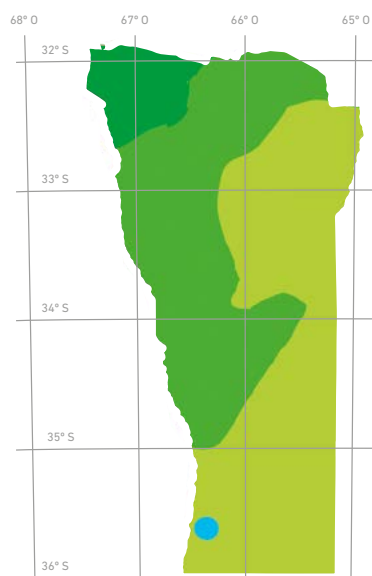
- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9



Temperatura mínima media

Verano Escenario SSP245

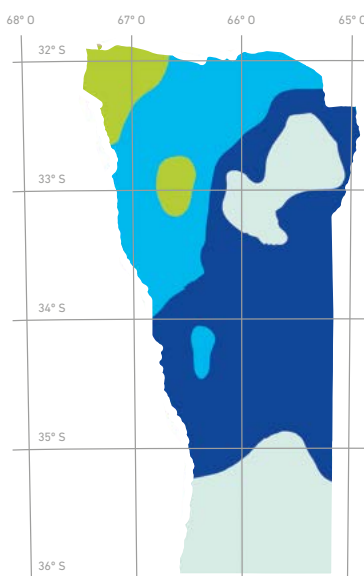
Proyección 2040–2060



Temperatura mínima media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C

- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9

Norte ↑

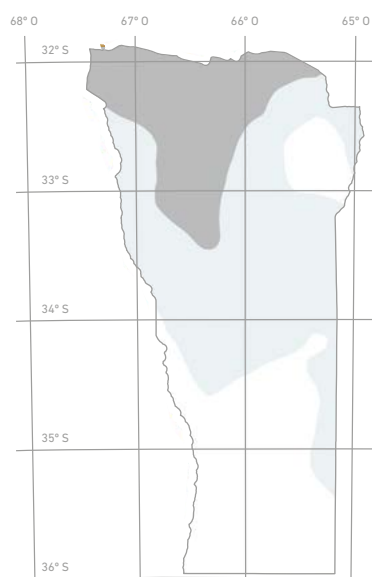
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Invierno Escenario SSP245

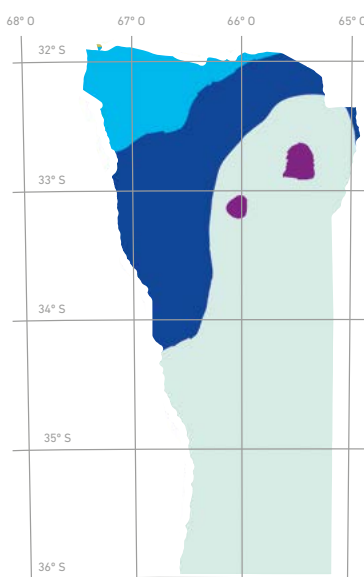
Proyección 2040–2060



Temperatura mínima media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C

- 1–2,9
- 3–4,9
- 5–6,9
- 7–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

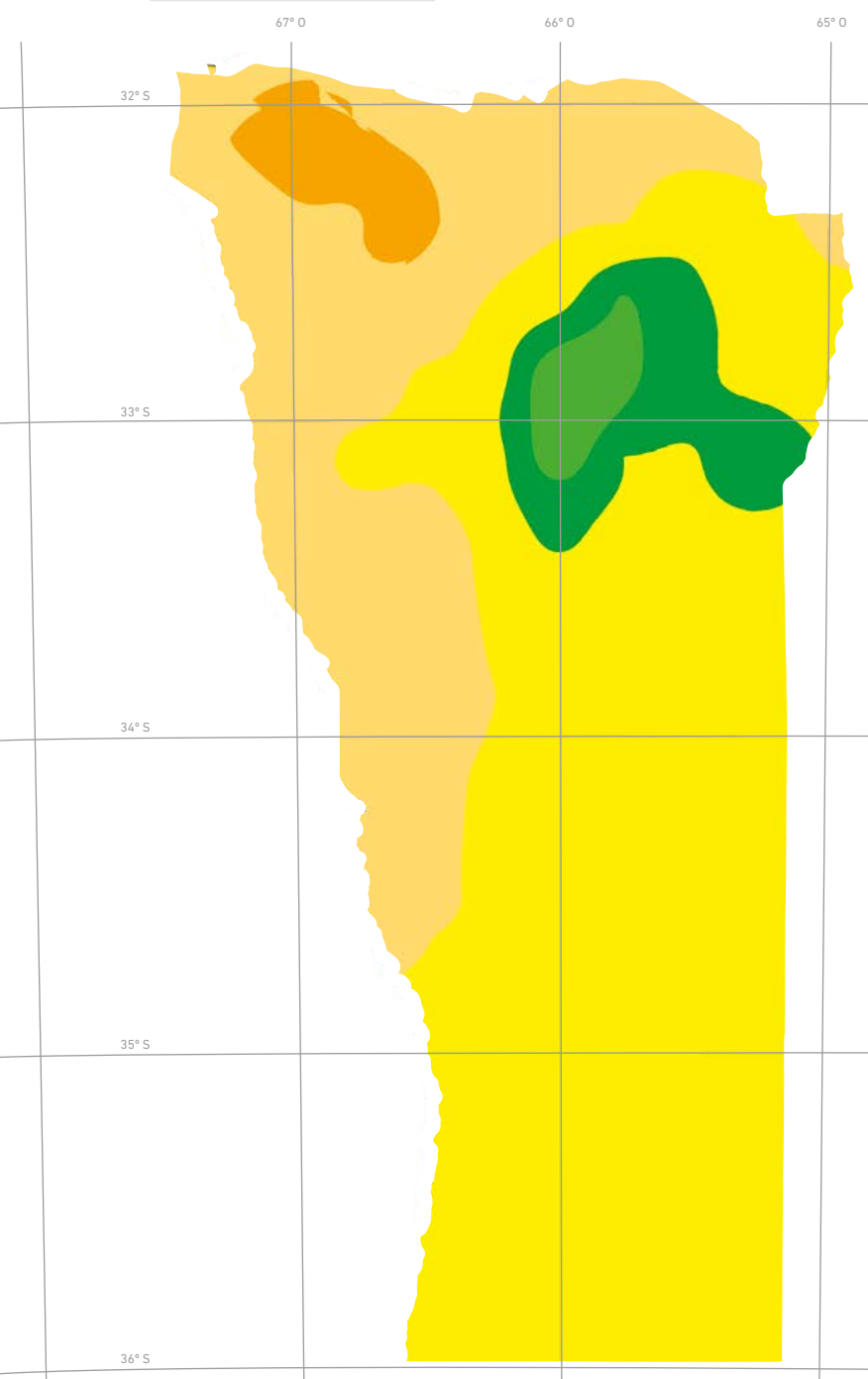
Temperatura máxima media anual

Escenario SSP245

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9
- 23–25,9
- 26–27,9
- 28–29,9



Norte ↑

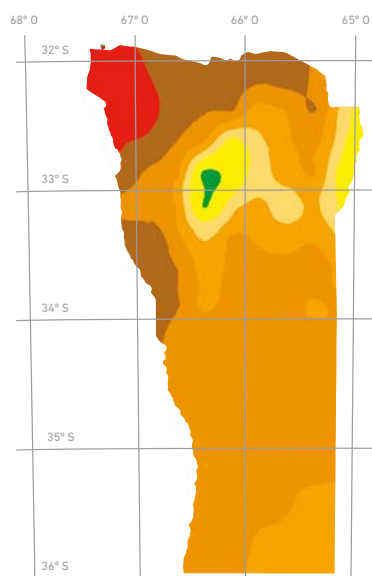
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura máxima media

Verano Escenario SSP245

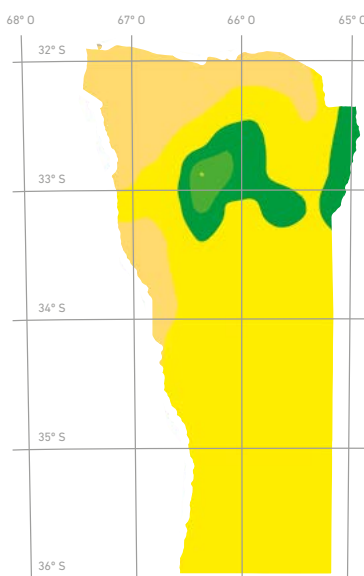
Proyección 2040–2060



Temperatura máxima media

Otoño Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

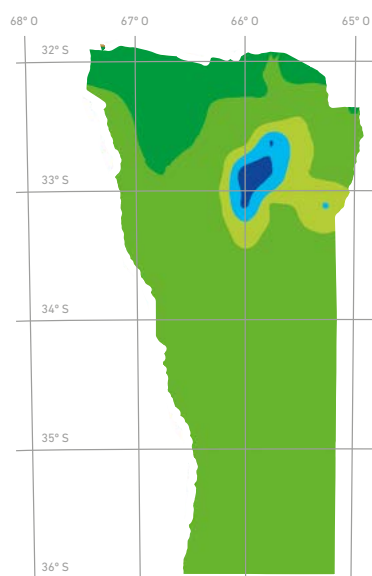
Escala



Temperatura máxima media

Invierno Escenario SSP245

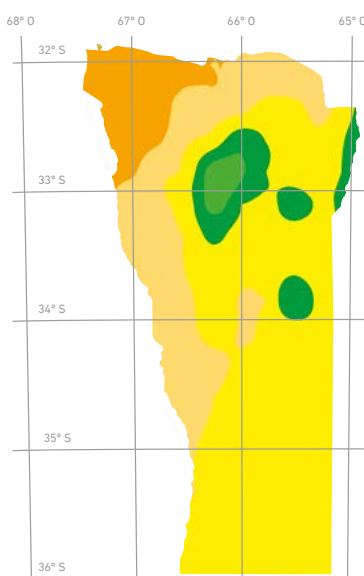
Proyección 2040–2060



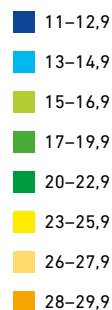
Temperatura máxima media

Primavera Escenario SSP245

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







ESCENARIOS CLIMÁTICOS SSP585 2040/2060

Precipitación media anual	→ 76
Precipitación media, verano	→ 77
Precipitación media, otoño	
Precipitación media, invierno	
Precipitación media, primavera	

Temperatura media anual	→ 78
Temperatura media, verano	→ 79
Temperatura media, otoño	
Temperatura media, invierno	
Temperatura media, primavera	

Temperatura mínima media anual	→ 82
Temperatura mínima media, verano	→ 83
Temperatura mínima media, otoño	
Temperatura mínima media, invierno	
Temperatura mínima media, primavera	

Temperatura máxima media anual	→ 84
Temperatura máxima media, verano	→ 85
Temperatura máxima media, otoño	
Temperatura máxima media, invierno	
Temperatura máxima media, primavera	

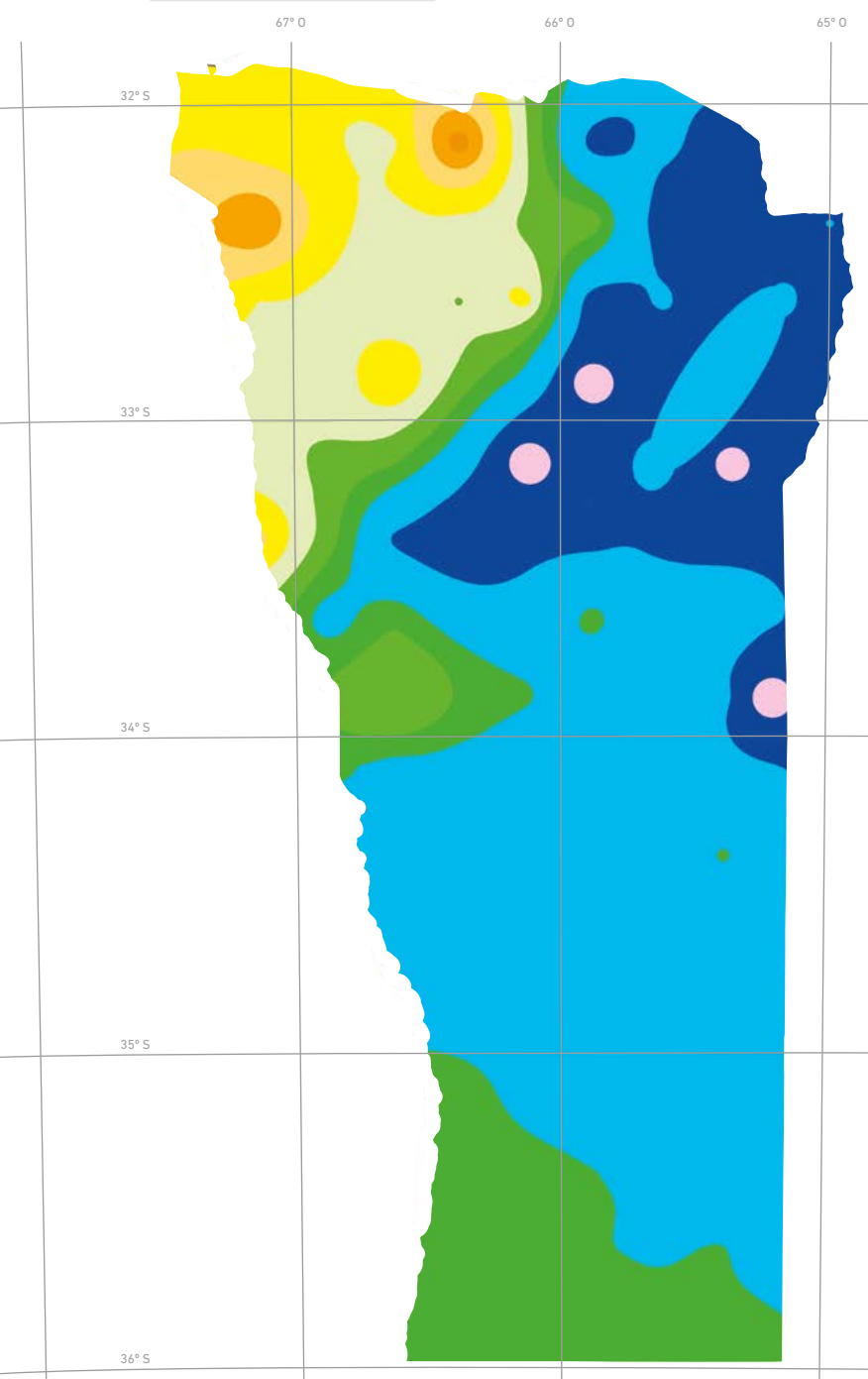
Precipitación media anual

Escenario SSP585

Proyección 2040–2060

Precipitaciones
en mm

- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–449
- 450–499
- 500–549
- 550–599
- 600–699
- 700–799
- 800–826



Norte ↑

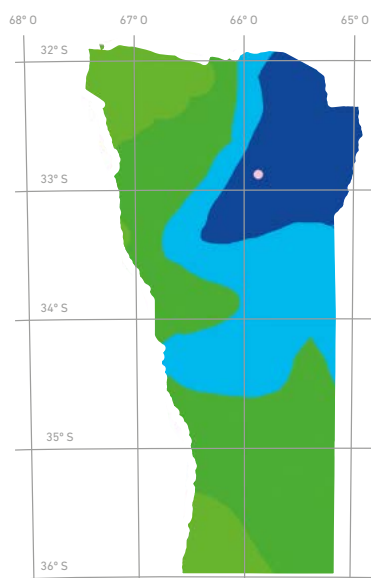
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Verano Escenario SSP585

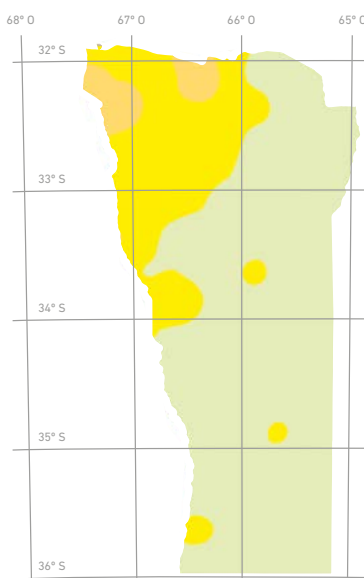
Proyección 2040–2060



Precipitación media

Otoño Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Precipitaciones
en mm

- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249
- 250–299
- 300–349
- 350–399
- 400–445

Norte ↑

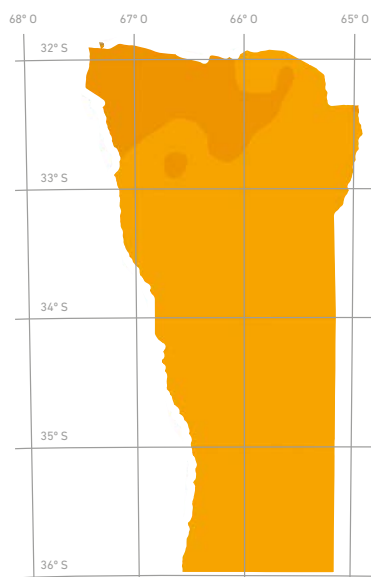
Escala

0 10 20 40 km

Precipitación media

Invierno Escenario SSP585

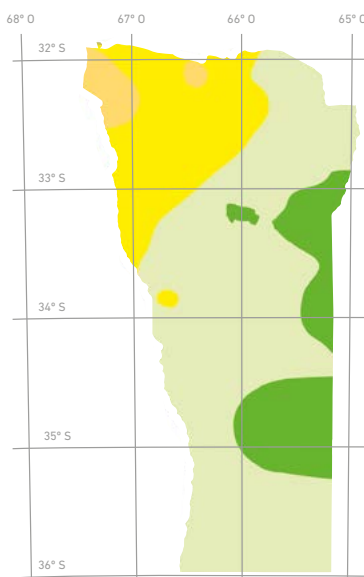
Proyección 2040–2060



Precipitación media

Primavera Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Precipitaciones
en mm

- 0–19
- 20–49
- 50–99
- 100–149
- 150–199
- 200–249

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

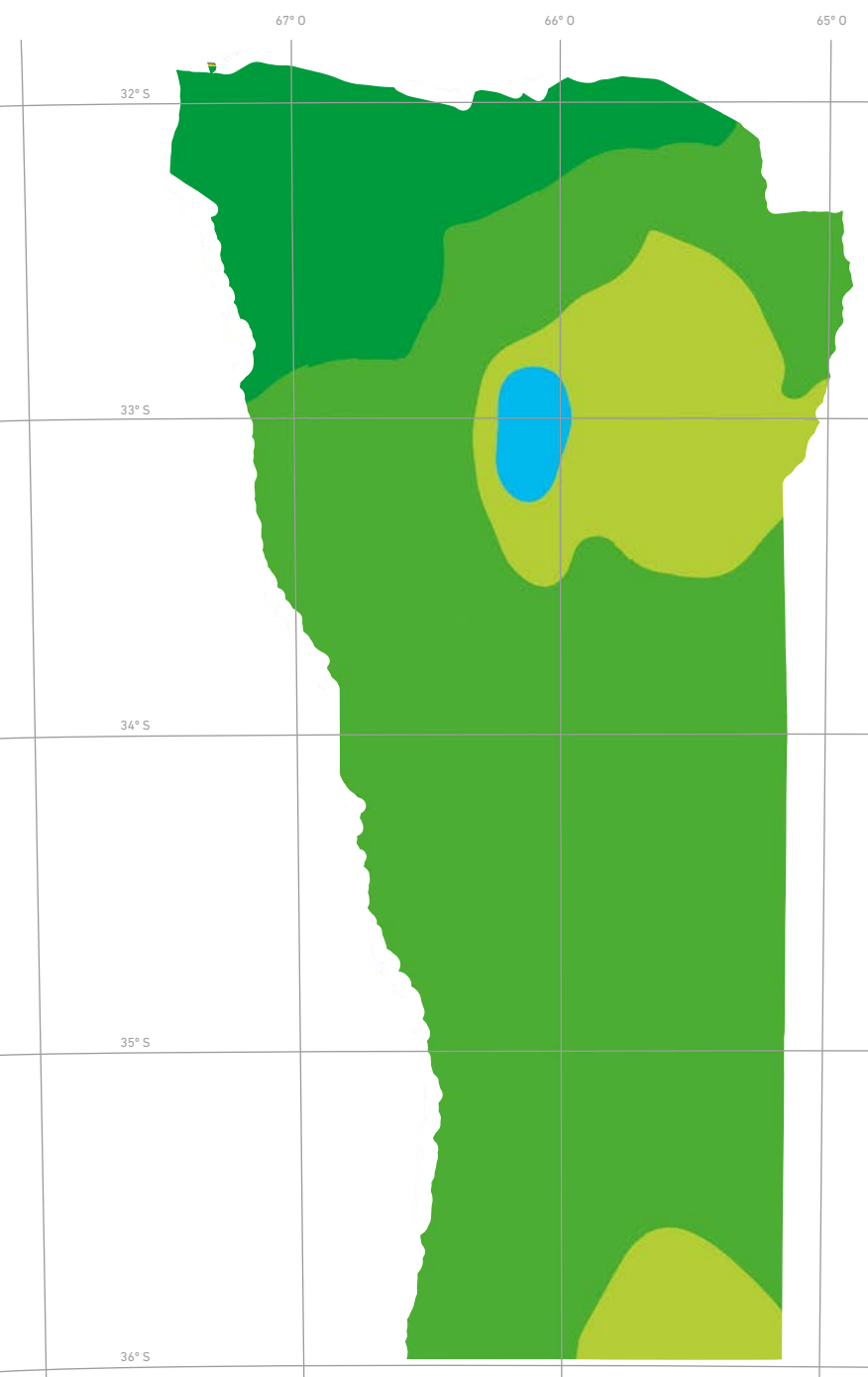
Temperatura media anual

Escenario SSP585

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9



Norte ↑

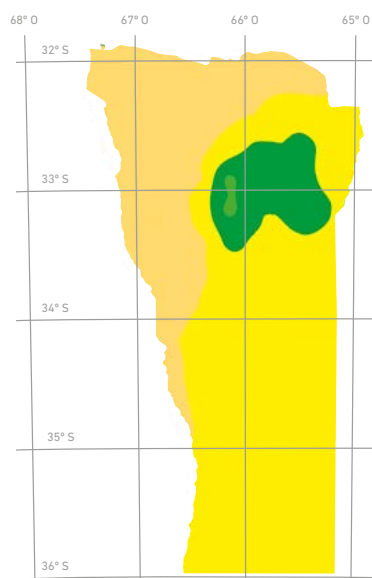
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura media

Verano Escenario SSP585

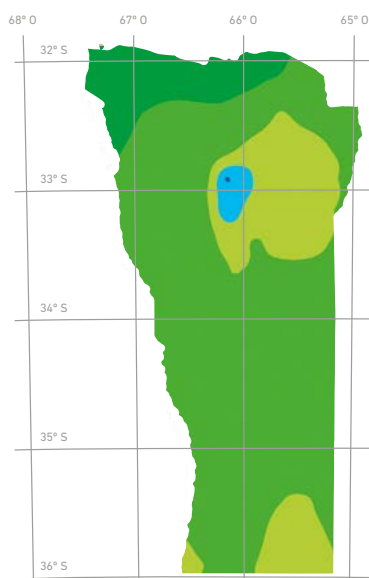
Proyección 2040–2060



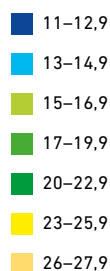
Temperatura media

Otoño Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

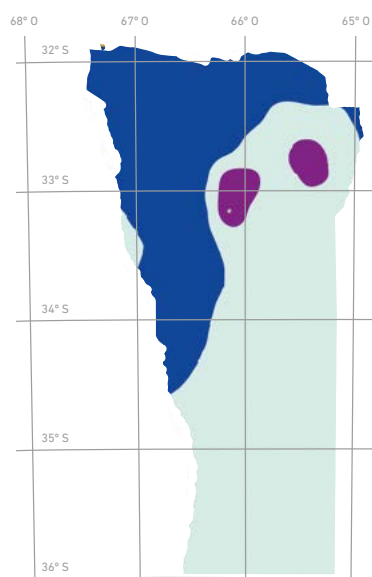
Escala



Temperatura media

Invierno Escenario SSP585

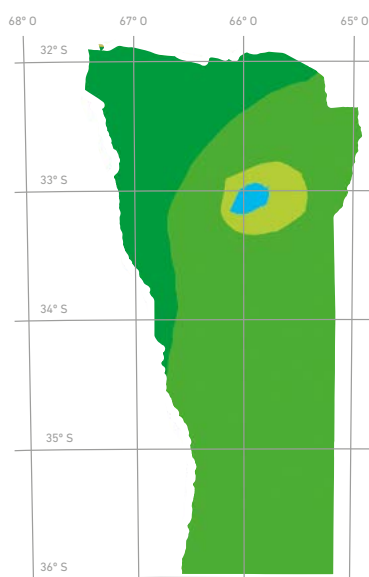
Proyección 2040–2060



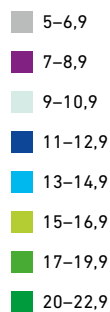
Temperatura media

Primavera Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







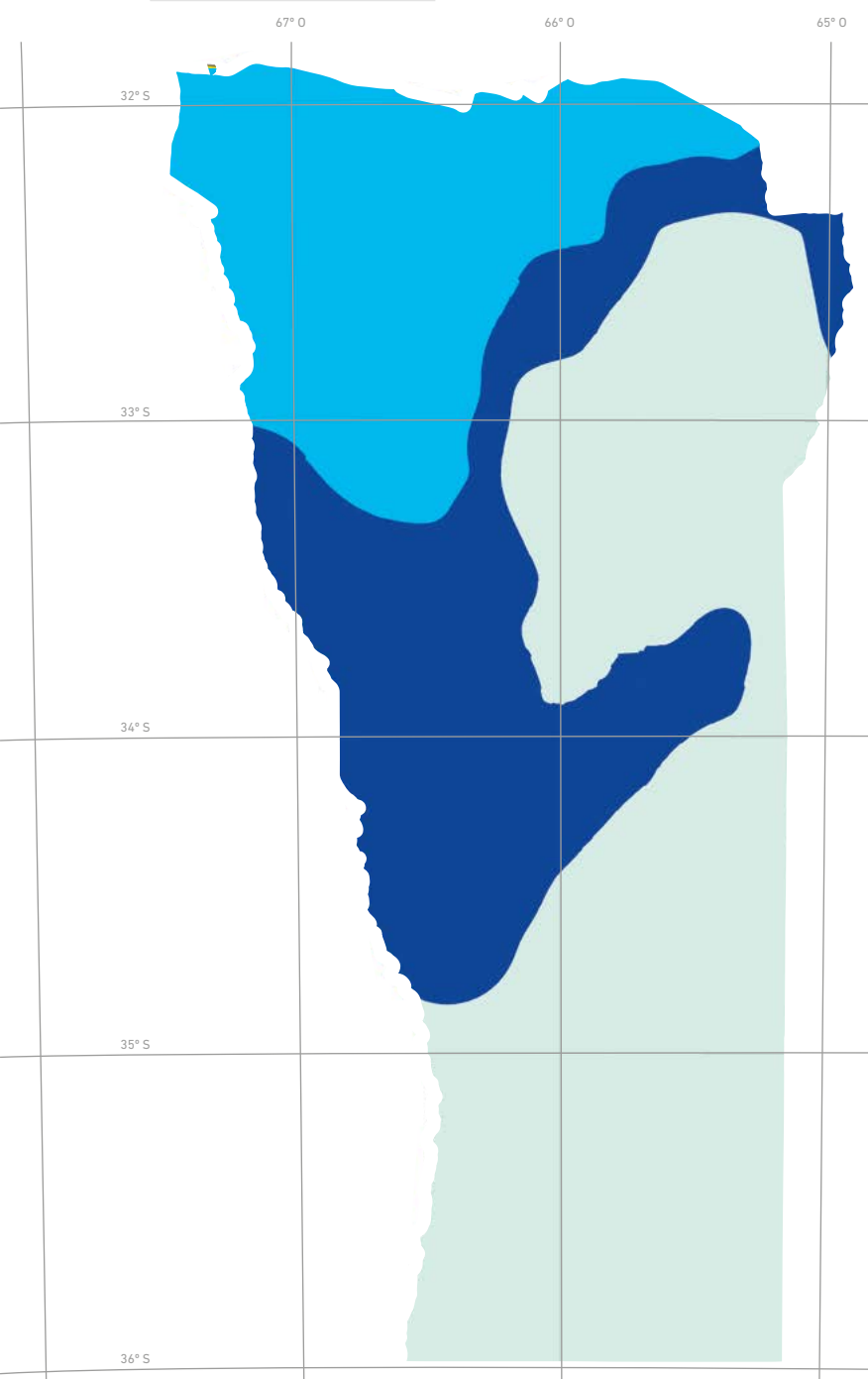
Temperatura mínima media anual

Escenario SSP585

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9



Norte ↑

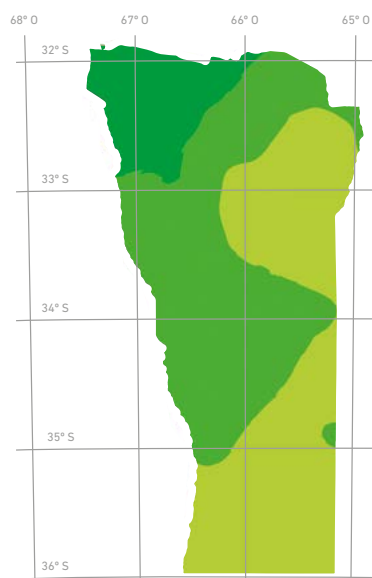
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Verano Escenario SSP585

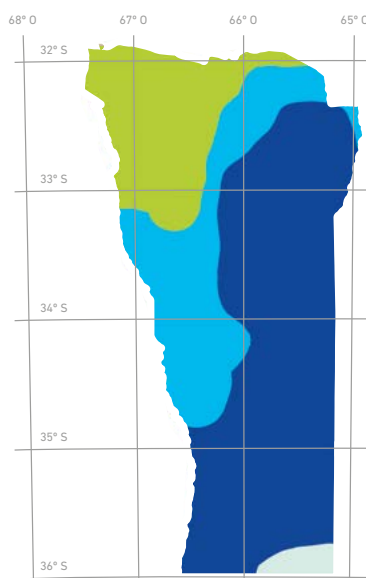
Proyección 2040–2060



Temperatura mínima media

Otoño Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C

- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9
- 15–16,9
- 17–19,9
- 20–22,9

Norte ↑

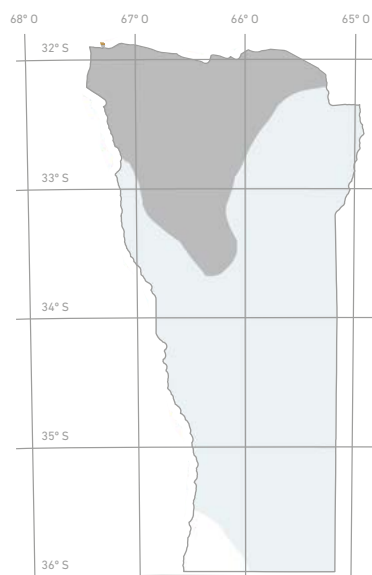
Escala

0 10 20 40 km

Temperatura mínima media

Invierno Escenario SSP585

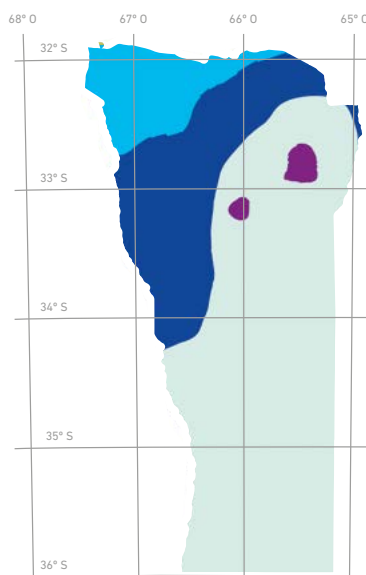
Proyección 2040–2060



Temperatura mínima media

Primavera Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C

- 1–2,9
- 3–4,9
- 5–6,9
- 7–8,9
- 9–10,9
- 11–12,9
- 13–14,9

Norte ↑

Escala

0 10 20 40 km

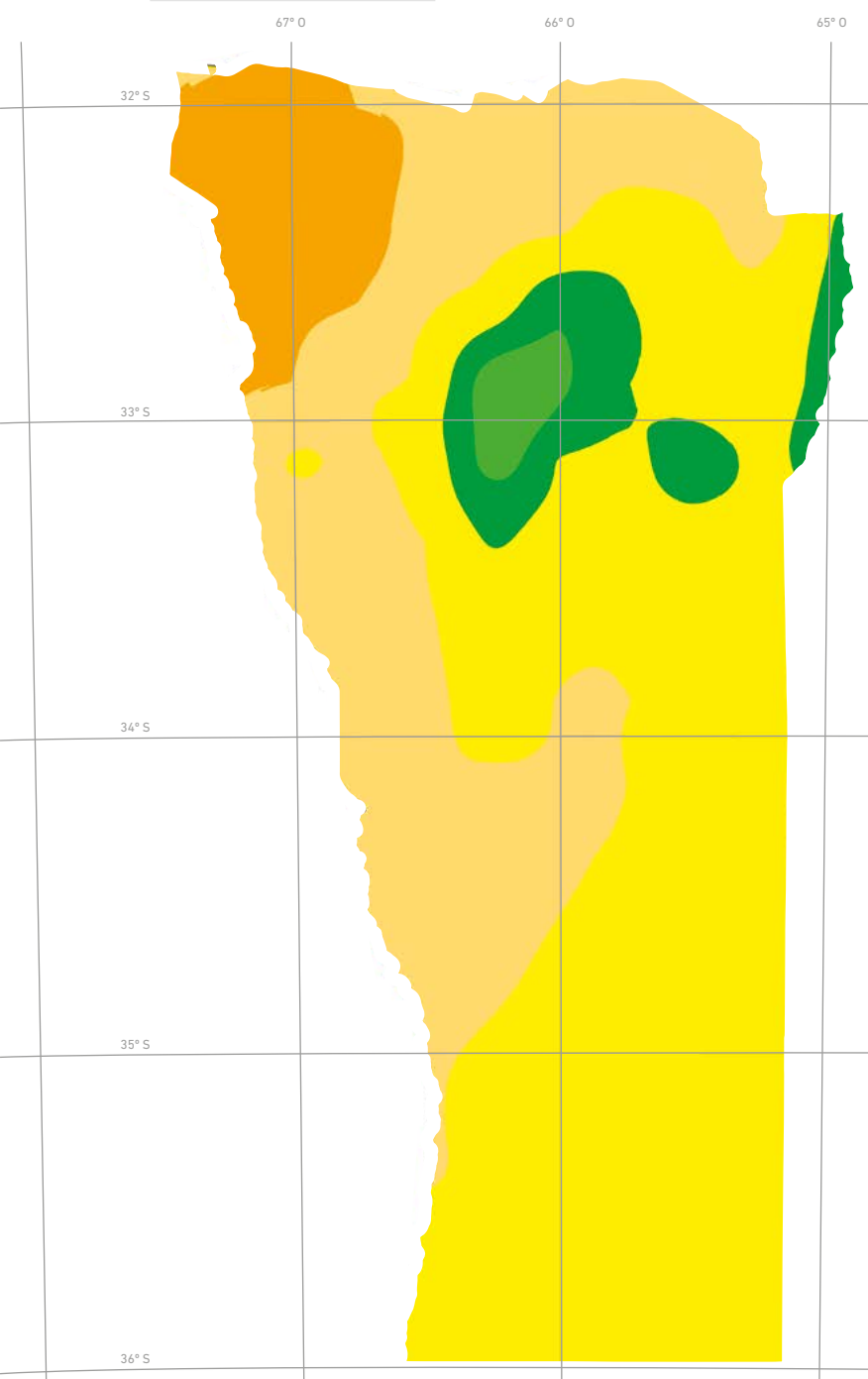
Temperatura máxima media anual

Escenario SSP585

Proyección 2040–2060

Temperatura
en °C

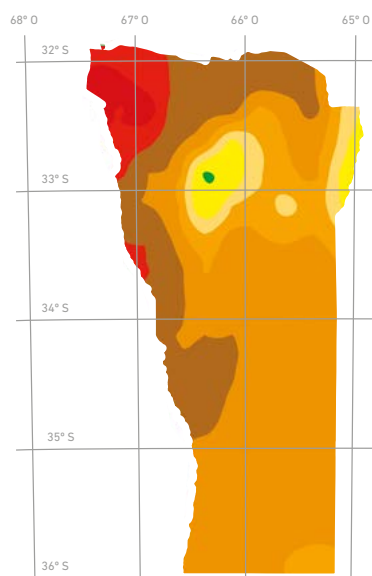
- 17–19,9
- 20–22,9
- 23–25,9
- 26–27,9
- 28–29,9



Temperatura máxima media

Verano Escenario SSP585

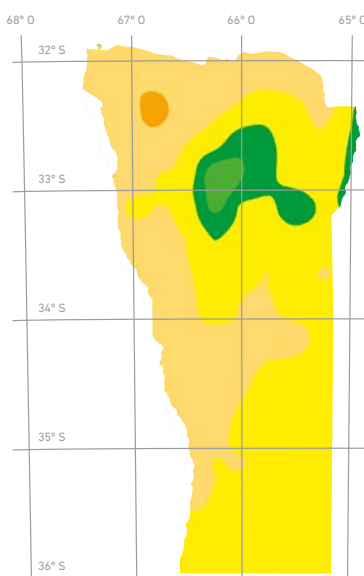
Proyección 2040–2060



Temperatura máxima media

Otoño Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

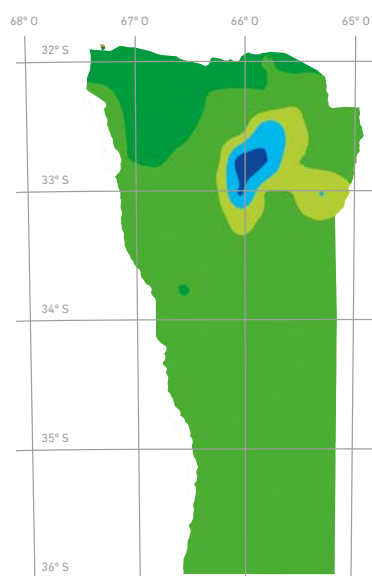
Escala



Temperatura máxima media

Invierno Escenario SSP585

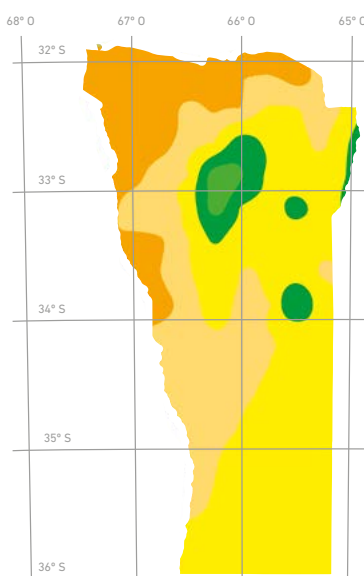
Proyección 2040–2060



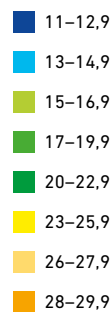
Temperatura máxima media

Primavera Escenario SSP585

Proyección 2040–2060



Temperatura
en °C



Norte ↑

Escala







REFERENCIAS

Ebi KL, Hallegatte S, Kram T, Arnell NW, Carter TR, Edmonds J, Kriegler E, Mathur R, O'Neill BC, Riahi K, Winkler H, van Vuuren DP, Zwickel T (2014) A new scenario framework for climate change research: background, process, and future directions. *Climate Change* 122:363–372. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0912-3>.

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G., Senior, C.A. Stevens, B. et al. (2016) Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development, European Geosciences Union*, 2016, 9 (5), pp.1937–1958. [ff10.5194/gmd-9-1937-2016](https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016)ff. [ffhal-01339069f](https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016)

O'Neill BC, Kriegler E, Riahl K, Ebi KL, Hallegatte S, Carter TR, Mathur R, van Vuuren DP (2014) A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climate Change* 122(3):387–400 <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>.

Riahi K, van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O'Neill B, Fujimori S, Bauer N, Calvin K, Dellink R, Fricko O, Lutz W, Popp A, Crespo Cuaresma J, Leimbach M, Kram T, Rao S, Emmerling J, Hasegawa T, Havlik P, Humpenöder F, Aleluia Da Silva L, Smith SJ, Stehfest E, Bosetti V, Eom J, Gernaat D, Masui T, Rogelj J, Strefler J, Drouet L, Krey V, Luderer G, Harmsen M, Takahashi K, Wise M, Baumstark L, Doelman J, Kainuma M, Klimont Z, Marangoni G, Moss R, Lotze-Campen H, Obersteiner M, Tabeau A, Tavoni M (2017) The Shared Socio-Economic Pathways and their energy, land use and greenhouse gas emissions implications: an overview. *Global Environmental Change* 42:153–168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

CRÉDITOS

ISBN 978-987-1760-60-2

En la construcción del atlas y los escenarios climáticos que se presentan en esta publicación convergió el trabajo de varios técnicos y expertos.

La base de datos que permitió la elaboración del atlas climático 2008/2019 resultó del trabajo de vigilancia y mantenimiento de la REM liderado por Guillermo Concha, del que participan Alejandro Vides, Nicolás Gatica y Fernando Degiovanni.

Los mapas de temperaturas 2008/2019 fueron elaborados por el Dr. Vicente Barros y los de precipitación por el Lic. Pedro Velasco.

La Dra. Inés Camilloni (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA) elaboró los escenarios climáticos 2020/2040 y 2020/2060.

Diseño: Julián Balangero
julianjulian.com.ar

Fotografías: Axel Seleme, Denis Norambuena y Emanuel Lorenzoni (Programa Comunicación ULP).

Universidad de La Punta

Atlas climático de la Provincia de San Luis 2008-2019 y escenarios climáticos 2020-2040 y 2040-2060 / coordinación general de Emanuel Agustín Lorenzoni Macchi ; dirigido por Vicente Barros. - 1a ed. - La Punta : Universidad de la Punta, 2021.

Libro digital, EPUB - (San Luis 4.0 ; 1)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-1760-61-9

1. Climatología. 2. Zonas Climáticas. 3. Atlas Ambiental.

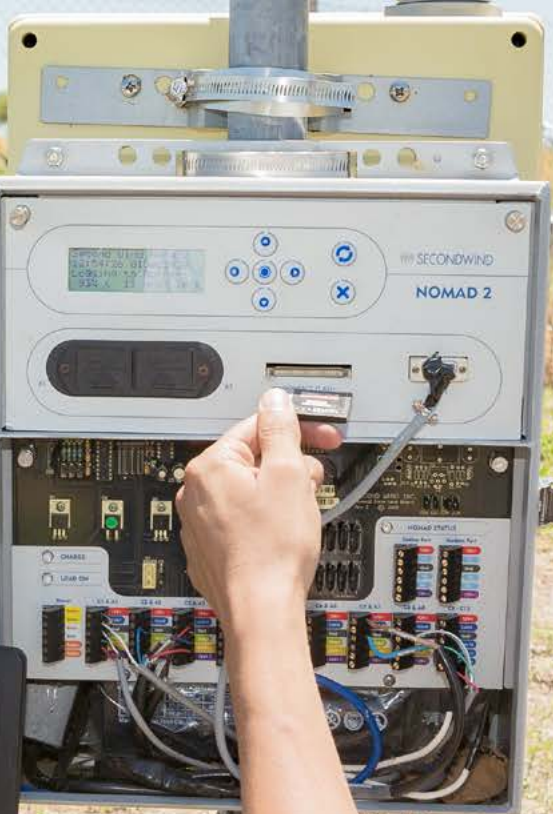
I. Lorenzoni Macchi, Emanuel Agustín, coord. II. Barros, Vicente, dir.

CDD 551.60982

© Gobierno de San Luis, 2021.

Queda hecho el depósito que marca la ley 11723. Reservados todos los derechos.

Impreso en Argentina. *Printed in Argentina*





Universidad de
LA PUNTA

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



GOBIERNO DE
SAN LUIS

SAN LUIS NOS UNE



GOBIERNO DE
SAN LUIS

Gobernador

Alberto José Rodríguez Saá

Vicgobernador

Eduardo Gastón Mones Ruiz

Jefa de Gabinete de Ministros

Natalia Zabala Chacur

Ministra de Ciencia y Tecnología

Alicia Bañuelos



El clima del planeta ha entrado en un rápido cambio causado por las emisiones humanas de gases de efecto invernadero. Para atender esta necesidad, la provincia de San Luis ha implementado una red de estaciones meteorológicas automáticas (REM) con la finalidad de brindar información del tiempo y climatológica.



AUI 4.0
AUTOPISTA DE LA INFORMACIÓN

REM
RED DE ESTACIONES
METEOROLÓGICAS

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



GOBIERNO DE
SAN LUIS

SAN LUIS NOS UNE