

SMN | REPORTE PRELIMINAR

ESTADO DEL CLIMA EN ARGENTINA 2023



Ministerio de Defensa
Argentina

Imagen satelital de la temperatura máxima superficial de la Tierra (°C) en el centro-este y noreste de Argentina, del 8 al 19 de marzo de 2023. Satélites TERRA y AQUA. Sensor MODIS. Resolución 1km. Procesado por el Servicio Meteorológico Nacional.

Temperatura Superficial de la Tierra (°C)
>25°C >50°C

Editores

María de los Milagros Skansi
María Mercedes Poggi

Autores

María Mercedes Poggi

José Luis Stella
Karina Flores
Norma Garay
María de los Milagros Skansi
Carina Bolzi
Camila Córdoba Fradinger
Daniela D'Amen
Julián Goñi
David Eduardo Díaz

Laura Aldeco
Diana Domínguez
Alejandro Godoy

María Emilia Ruiz
Lino Condori

Gerardo Carbajal
Fernando Nollas
Julián Lell

Colaboradores

Giselle Marincovich
Hernán Veiga
Marcelo Fontana
Natalia Herrera
Svetlana Cherkasova

Revisora

Valentina Rabanal

Diseño Editorial

Guadalupe Cruz Díaz

RESUMEN	3
Sección 1. INTRODUCCIÓN	4
1. Introducción	5
Sección 2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A NIVEL PAÍS	7
2.1 Temperatura	8
2.2 Precipitación	10
2.3 Principales anomalías climáticas	11
2.3.1 Temperatura estacional	11
2.3.2 Precipitación estacional	16
2.4 Eventos extremos	18
2.4.1 Eventos destacados y valores diarios extremos	18
2.4.2 Olas de calor	19
2.4.3 Olas de frío	20
2.4.4 Sequía	20
2.5 Temperatura en Antártida	22
Sección 3. FORZANTES DESTACADOS DE ESCALA ESTACIONAL Y SUBESTACIONAL	25
3.1 Estado de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)	26
3.2 Estado del Dipolo del Océano Índico (DOI)	27
3.3 Estado de la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (SAM, AAO)	27
3.4 Estado de la Oscilación de Madden-Julian (MJO)	28
Sección 4. GASES DE EFECTO INVERNADERO Y REACTIVOS	29
4.1 Dióxido de carbono (CO ₂) y Metano (CH ₄)	30
4.2 Ozono (O ₃) superficial	32
Sección 5. MONITOREO DE LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA	33
5.1 Capa de ozono	34
5.1.1 Evolución de ozono total	34
5.2 Radiación solar ultravioleta	35
5.2.1 Monitoreo del índice UV	36

Resumen

El presente reporte del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) realiza una evaluación de las condiciones climáticas que afectaron a la Argentina desde enero a octubre de 2023.

- ▾ De acuerdo con los datos preliminares, la temperatura media del país superó el promedio del período climático de referencia, y situó al 2023 como el **año más cálido de toda la serie de enero a octubre desde 1961**. Las estaciones de la Antártida Argentina no fueron la excepción.
- ▾ Durante el verano de 2022/23, el país fue testigo de diez olas de calor, un hecho sin precedentes. **Entre noviembre 2022 y marzo de este año, todos los meses registraron al menos un evento extremo de calor**. La ola de calor de enero impactó sobre el centro y sur del país, la de febrero repercutió sobre el centro y norte argentino, y la de marzo afectó principalmente el centro-este del territorio.
- ▾ La temporada invernal se caracterizó por la **falta de frío extremo** en la mayor parte del país.
- ▾ Según datos preliminares, la precipitación a nivel país se mantuvo por debajo del promedio del período climático de referencia, y ubicó al 2023 en el **puesto 8 de los eneros-octubres más secos desde 1961**. El verano y el inicio del otoño fueron extremadamente secos en gran parte del este de Argentina. Con la llegada de la primavera, el Litoral experimentó precipitaciones intensas y recurrentes.
- ▾ Las condiciones de sequía se agravaron durante la primera mitad del año, principalmente en la región central. En febrero y marzo **se observaron categorías de sequía extrema a excepcional en gran parte del centro-noreste del país, el noroeste de Patagonia y sur de Cuyo**. Esta situación persistió durante junio en el centro del país, especialmente en la zona núcleo. El noreste de Patagonia experimentó sequías desde abril hasta finales de agosto.
- ▾ Durante los primeros meses del 2023 se evidenció el final de La Niña, iniciada a finales del 2021 y activa durante todo el 2022. Hacia finales del invierno se estableció la fase opuesta de esta oscilación, El Niño. El Dipolo del Océano Índico también estuvo activo desde mediados de agosto, en su fase positiva. **Todos estos fenómenos impactan en el clima de Argentina, principalmente en las precipitaciones.**
- ▾ Los valores superficiales de dióxido de carbono y metano, dos de los principales gases de efecto invernadero antropogénico, continuaron en aumento durante 2023 en Ushuaia y Marambio.
- ▾ Durante la mayor parte de enero de 2023, Buenos Aires registró valores máximos del índice ultravioleta que superaron la categoría “extremadamente alta” de riesgo. A partir de este índice y de las mediciones de ozono superficial, se evidenció el pasaje del agujero de ozono y su influencia sobre Ushuaia y Marambio en septiembre y octubre.

Sección | 1

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

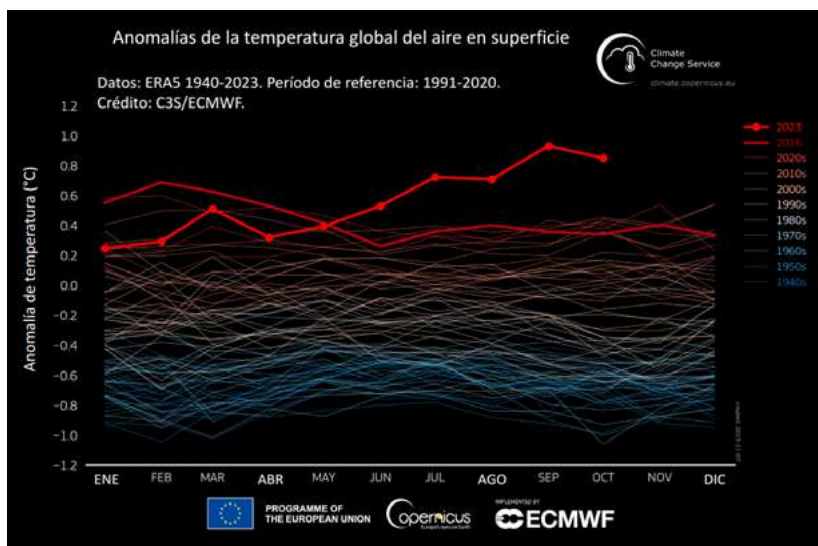
El *Reporte provisional sobre el estado del clima en Argentina 2023* tiene como propósito principal resumir los comportamientos climáticos más relevantes ocurridos entre enero y octubre de 2023. Proporciona una síntesis detallada de la evolución de las variables atmosféricas monitoreadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), además de incluir los eventos climáticos destacados hasta la fecha. El informe final, que abarcará el período de enero a diciembre de 2023, será publicado en marzo de 2024.

La publicación de esta versión preliminar responde a dos razones fundamentales. En primer lugar, los datos aquí presentados son utilizados como insumo para un informe similar producido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el cual trata sobre el estado global del clima y será presentado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP28). En segundo lugar, gran parte de la información disponible resulta valiosa si se presenta con antelación. Su contenido puede ser de gran relevancia y utilidad para diversos sectores y usuarios. También es de interés para quienes deseen no solo conocer el estado de los factores meteorológicos ocurridos en lo que va del año, sino también evaluar cómo los han impactado, condicionando sus actividades económicas, productivas y sociales, entre otras.

A nivel país, y luego de un 2022 cálido (SMN, 2023), los primeros diez meses del 2023 presentaron una temperatura media superior a lo normal, con respecto al nuevo período de referencia 1991-2020. De acuerdo a los datos oficiales, la temporada enero-octubre de 2023 fue la más cálida de toda la serie, desde 1961. El *Boletín climático de octubre del Servicio de Cambio Climático de Copernicus* (C3S, por sus siglas en inglés; C3S, 2023), implementado por el Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés), reveló que, a nivel mundial, **la temperatura media entre enero y octubre de 2023 fue la más alta registrada.** Superó en 1.43 °C el promedio de la era preindustrial (1850-1900) y se situó 0.10 °C por encima de la media del período equivalente del 2016, hasta ahora considerado como el año más cálido. La anomalía de la temperatura global de septiembre de 2023 fue la más alta de todos los meses según el conjunto de datos ERA5¹, seguida por la anomalía de octubre, ubicada en el segundo puesto (Figura 1.1). Más aún, **octubre de 2023 fue el quinto mes consecutivo con temperaturas globales récord y, de acuerdo con este boletín, es prácticamente seguro que el 2023 sea el año más cálido jamás registrado.** Es importante destacar que, durante 2023, otras variables como la temperatura media de la superficie del mar y la extensión del hielo marino en la Antártida también alcanzaron niveles récord, poniendo en manifiesto la urgencia de acciones climáticas para mitigar los efectos del cambio climático.

¹. El conjunto de datos ERA5 es el último reanálisis climático del ECMWF. Los reanálisis combinan observaciones históricas con modelos para generar series temporales consistentes de múltiples variables climáticas, proporcionando una descripción completa del clima observado y su evolución. Más información de los reanálisis y de ERA5 se puede encontrar en: <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>.

Figura 1.1: Anomalías mensuales de la temperatura del aire en la superficie global (°C), con respecto al valor medio 1991-2020, mostradas como series temporales para cada año. 2023 y 2016 se representan con líneas gruesas sombreadas, en rojo brillante y rojo oscuro, respectivamente. Otros años se indican con líneas finas y sombreadas, según la década, desde el color azul (década de 1940) hasta el rojo más intenso (década de 2020). Fuente de datos: ERA5. Elaborado por C3S, ECMWF. Más información en: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-october-2023-exceptional-temperature-anomalies-2023-virtually-certain-be-warmest-year>.

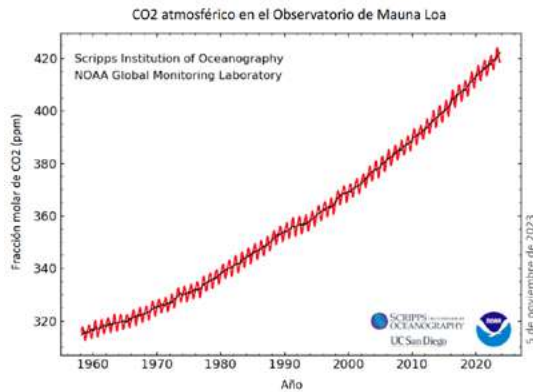


Las concentraciones de gases de efecto invernadero, responsables de retener el calor en la atmósfera, alcanzaron valores récord durante el 2022 y no se vislumbra el fin de esta tendencia ascendente, según el último *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero* (OMM, 2023). Las concentraciones promedio globales de dióxido de carbono (CO₂), el gas de efecto invernadero más predominante, superaron en más del 50 % los niveles de la era preindustrial por primera vez en 2022, y continuaron aumentando durante el 2023. Según las mediciones del Laboratorio de Vigilancia Mundial de la Oficina Nacional de la Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), las concentraciones medias de CO₂ alcanzaron los 418.82 ppm² en octubre de 2023 en el Observatorio de Mauna Loa³, Hawái, excediendo los 415.74 ppm de octubre de 2022 (NOAA, 2023) (Figura 1.2).

². ppm: Partes por millón.

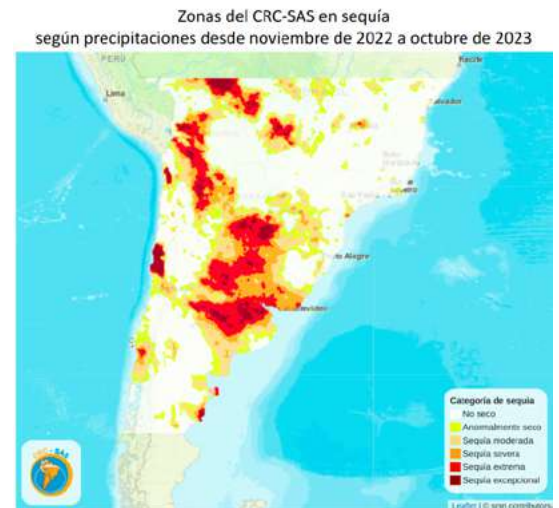
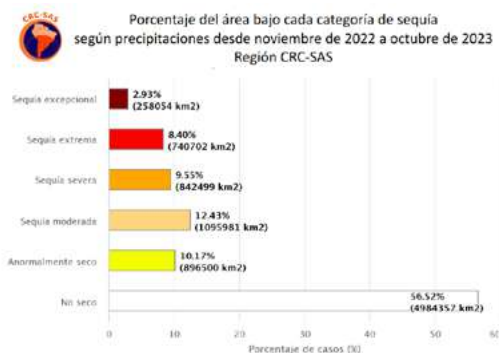
³. El Observatorio de Mauna Loa es un sitio de muestreo de referencia para el CO₂ y sus datos constituyen el registro más largo de mediciones directas de dicho gas en la atmósfera.

Figura 1.2. Fracción molar de la media mensual de CO₂ en el Observatorio Mauna Loa, desde 1959 hasta octubre de 2023. Entre diciembre de 2022 y el 4 de julio de 2023, las mediciones corresponden a los Observatorios de Maunakea, debido a la erupción del volcán Mauna Loa. Las líneas rojas y negras representan los valores medios mensuales, centrados en la mitad de cada mes. Para la línea negra se aplicó una corrección del ciclo estacional medio. Elaborado por NOAA. Más información en: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>.



Entre enero y octubre se observaron precipitaciones por debajo de lo normal en Argentina, situándose el 2023 en el octavo puesto de los enero-octubres más secos desde 1961. Anualmente, desde 2018 predominan anomalías negativas de precipitación a nivel país, y el período de tres años 2020-2022 fue el más deficitario en cuanto a lluvias desde 1961. **A nivel regional, y para el intervalo de 12 meses (noviembre 2022 a octubre 2023), se registraron condiciones de sequía en el 43.48 % del área comprendida entre los 10 °S y los 46 °S, un 1 % más en relación a la misma temporada de 2022, según el Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica (SISSA), del Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS) (Figura 1.3 izq.). El centro-este y noreste de Argentina fue una de las zona más afectadas por la falta de lluvias (Figura 1.3 der.).**

Figura 1.3. Izq: Porcentaje de área bajo cada categoría de sequía en el dominio del CRC-SAS. Der: Zonas del CRC-SAS bajo alguna categoría de sequía, según precipitaciones del 01/11/2022 al 31/10/2023. Para los cálculos se considera el territorio comprendido entre los 10 °S y los 46 °S. Fuente: SISSA, CRC-SAS. Más información en: <https://sisssa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/>.



El reporte consta de cinco capítulos. En el **capítulo 2** se presenta en abundante detalle la evolución de la temperatura y la precipitación durante enero y octubre de 2023, poniendo énfasis tanto en los valores medios como en los extremos. Este capítulo incluye, además, una sección sobre la temperatura de la Antártida.

En el **capítulo 3** se resume el estado de los fenómenos globales de gran escala que suelen tener algún impacto en el clima de ciertas regiones argentinas. Estos fenómenos, si bien no deben ser pensados como fuentes causales únicas de la situación climática local, son seguidos atentamente por su potencial predictivo.

En el **capítulo 4** se presentan las observaciones relacionadas con las concentraciones de gases de efecto invernadero y reactivos. En general, estas mediciones no registran variaciones llamativas.

En el **capítulo 5** se precisa la evolución no solo de la capa y del agujero de ozono, sino también de las mediciones de radiación ultravioleta. Esto es particularmente importante por sus implicaciones sanitarias en lo que respecta a enfermedades de la piel.

REFERENCIAS

C3S, 2023. Boletín Climático Mensual del Servicio de Cambio Climático de Copernicus - Octubre 2023. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-october-2023-exceptional-temperature-anomalies-2023-virtually-certain-be-warmest-year>.

NOAA, 2023. Earth System Research Laboratories, Global Monitoring Laboratory. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide [Laboratorios de Investigación del Sistema Terrestre, Laboratorio de Vigilancia Mundial. Tendencias del dióxido de carbono atmosférico]. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>.

OMM, 2023. WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 19. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2022 [Boletín N° 19 de la OMM sobre los gases de efecto invernadero. El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera basado en observaciones mundiales hasta 2022]. Repositorio de la OMM. <https://library.wmo.int/jidurl/4/68532>.

SMN, 2023. Estado del Clima en Argentina 2022. Reporte final. Repositorio institucional del SMN. <https://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/2378>.

Sección | 2

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN A NIVEL PAÍS

2.1 Temperatura

De acuerdo a los datos oficiales, entre enero y octubre de 2023 la anomalía de temperatura media estimada a nivel país fue de **+0.96 °C** con respecto al período climatológico de referencia 1991-2020 (Figura 2.1). **Este valor ubica al 2023 como el año más cálido de toda la serie (enero-octubre 1961-2023)**. Cabe destacar que, entre enero y agosto, el país experimentó en forma persistente condiciones de calor anómalo significativo a nivel país. La tendencia de largo plazo muestra un aumento considerable de la temperatura nacional, especialmente durante las últimas dos décadas.

Figura 2.1. Anomalías de temperatura media en Argentina desde 1961 a 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.

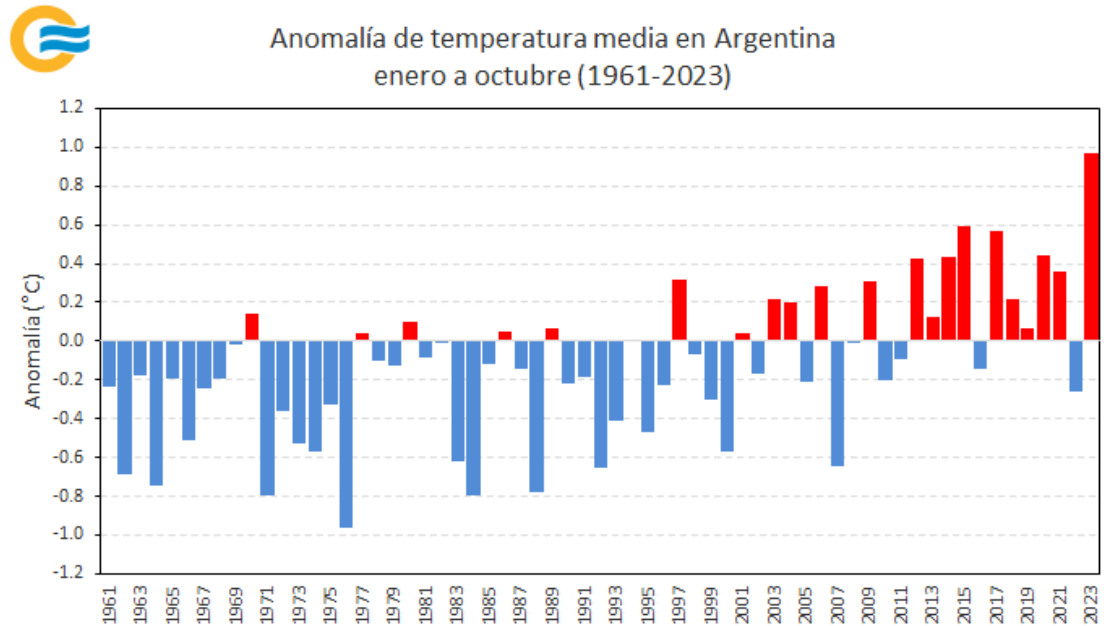
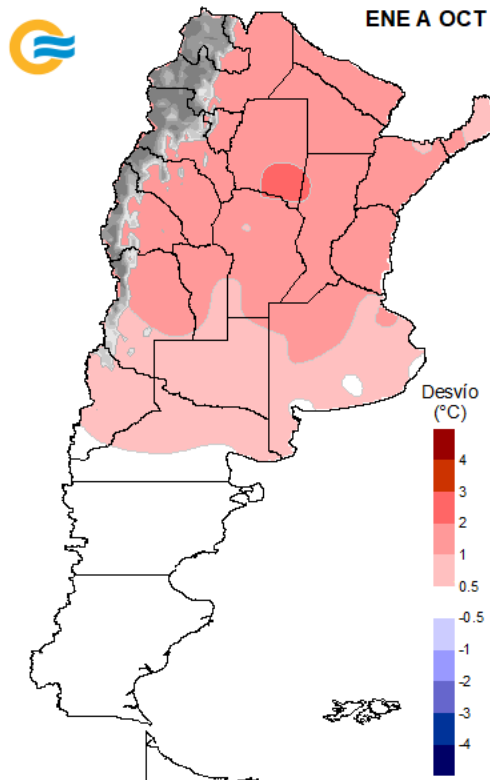
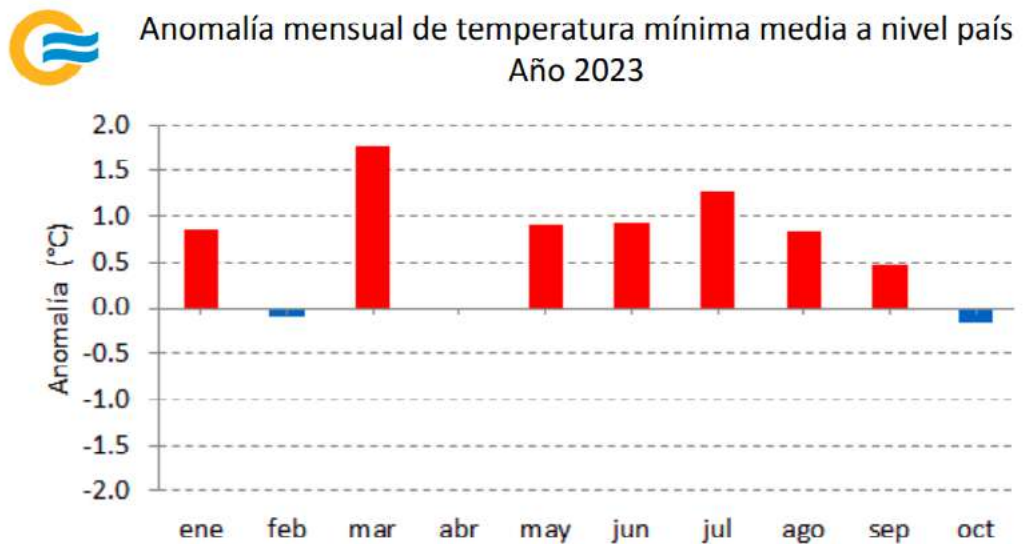
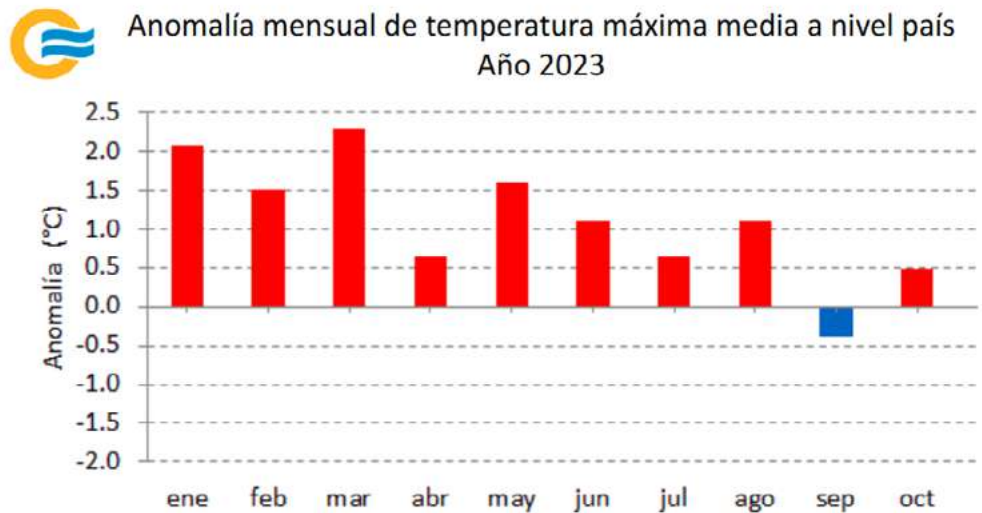
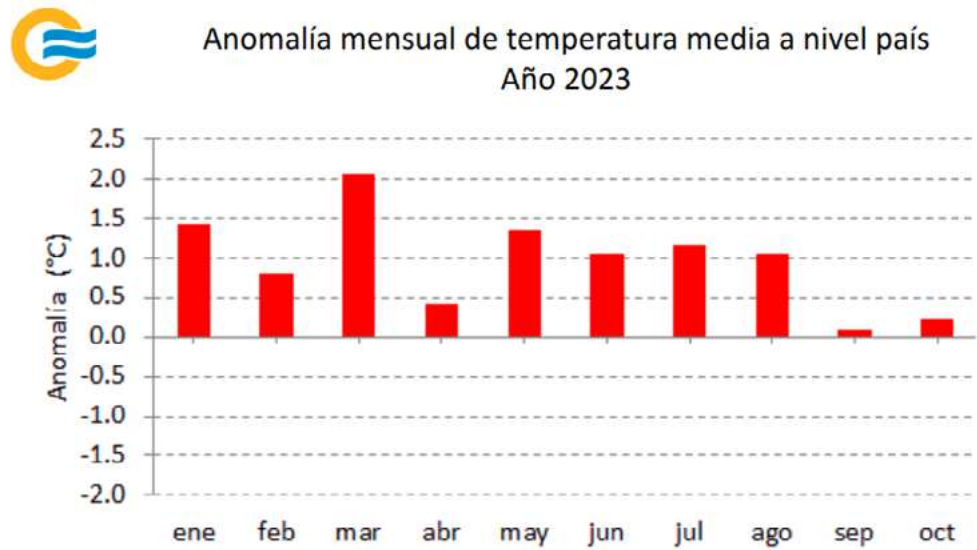


Figura 2.2. Anomalías de temperatura media durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas.



Entre enero y octubre de 2023, gran parte de Argentina registró, en promedio, temperaturas por encima de lo normal, mayormente entre +0.5 °C y +2.0 °C (Figura 2.2). Todos los meses del año presentaron desvíos positivos, destacándose el **excepcionalmente cálido e histórico mes de marzo** (Figura 2.3 arriba). Agosto marcó el décimo mes consecutivo con temperaturas por sobre lo normal a nivel país, hecho nunca antes visto. A su vez, el verano, otoño e invierno fueron de los más cálidos. Un otoño e invierno templados, observados al norte de 40 °S, fueron consistentes con el desarrollo de un nuevo evento El Niño. Con el inicio de la primavera austral, las temperaturas, en promedio, tendieron a moderarse, especialmente hacia el centro y sur del territorio nacional. Es por ello que, a nivel país, septiembre y octubre mostraron un valor estimado cercano a lo normal. La temperatura máxima y mínima media reflejaron un comportamiento similar a la temperatura media (Figura 2.3 centro y abajo).

Figura 2.3. Anomalías mensuales de temperatura media (arriba), máxima media (centro) y mínima media (abajo) a nivel país durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



2.2 Precipitación

De acuerdo a los datos preliminares, entre enero y octubre de 2023, Argentina registró un desvío estimado de **-17.6 %**, ubicándolo en el **puesto 8 de los eneros-octubres más secos desde 1961** (Figura 2.4). En gran parte del este del país prevalecieron lluvias por debajo de lo normal, como así también en la provincia de Córdoba, este de Cuyo y extremo sur de Patagonia (Figura 2.6). Por otro lado, el extremo oeste del país experimentó los principales excesos.

A nivel mensual, la primera mitad del año se presentó mayormente deficitaria (Figura 2.5). **El verano y comienzo del otoño fueron extremadamente secos en gran parte del este de Argentina.** Luego del tercer año consecutivo de La Niña (2020-2023), asociada a la persistente y extrema sequía, junto con las altísimas temperaturas, se desencadenó una situación crítica para la región. La estación lluviosa en la zona andina central y sur fue muy notoria, con varios eventos de lluvias y nevadas intensas desde mayo hasta octubre. **Con el inicio de la primavera y la consolidación del fenómeno de El Niño, la región del Litoral comenzó a experimentar los impactos significativos debido a precipitaciones intensas y recurrentes, que afectaron especialmente a Misiones y Corrientes.**

Figura 2.4. Anomalías porcentuales de precipitación a nivel país desde 1961 a 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En barras verdes se representan las anomalías positivas y en barras marrones, las negativas

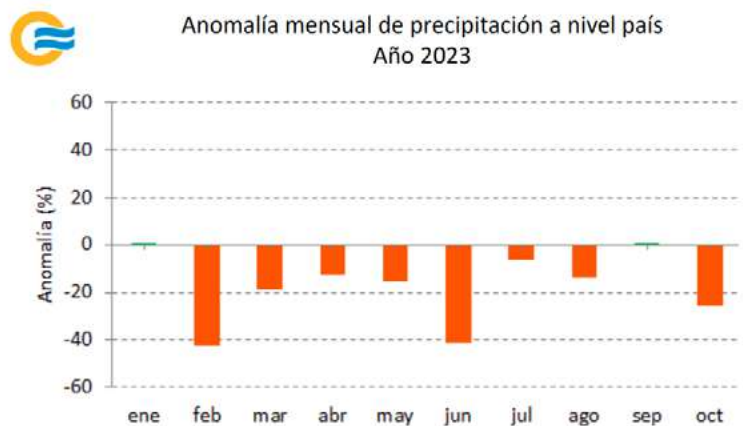
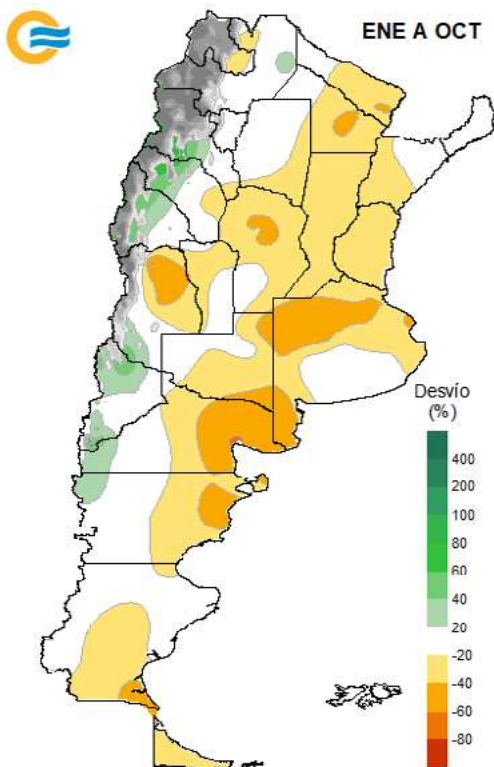
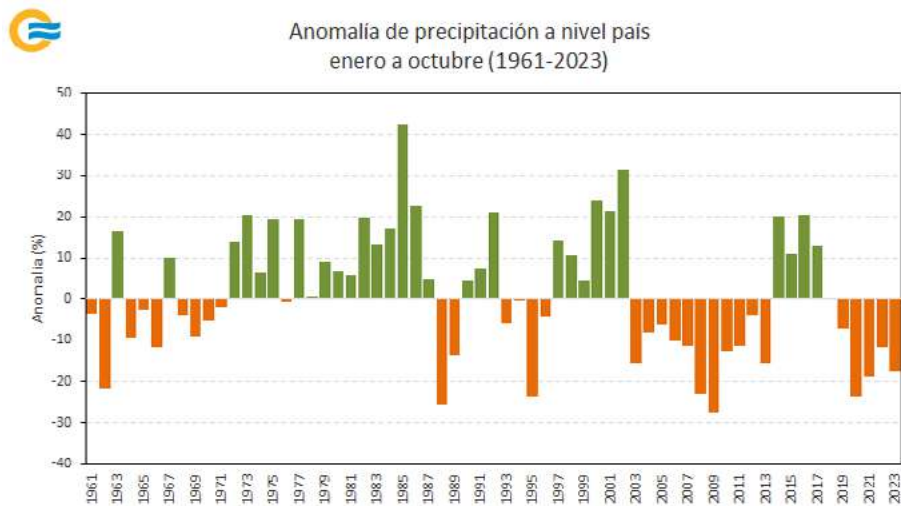


Figura 2.5. Anomalías porcentuales mensuales de precipitación a nivel país durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En barras verdes se representan las anomalías positivas y en barras marrones, las negativas.

Figura 2.6. Anomalías porcentuales de precipitación durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En verde se indican las zonas con anomalías positivas y en marrón, con anomalías negativas.

| 2.3 Principales anomalías climáticas

2.3.1 TEMPERATURA ESTACIONAL

Durante las tres primeras estaciones del año, las temperaturas medias exhibieron una mayor presencia de anomalías positivas. El **verano** (diciembre de 2022, enero y febrero de 2023) y el **otoño** (marzo, abril y mayo) se caracterizaron por temperaturas superiores a las normales en gran parte del territorio, con los mayores desvíos en el norte y el centro de la misma (Figura 2.7 arriba izq. y der.). Se registraron varios valores récord durante el otoño (Tabla 2.1). En el **invierno** (junio, julio y agosto), las anomalías positivas se ubicaron en el centro y norte del país, donde se superaron valores récords (Tabla 2.2), mientras que, en el sur de la Patagonia, se presentaron desvíos levemente negativos (Figura 2.7 abajo izq.). En los **dos primeros meses de la primavera** (septiembre y octubre) se observaron anomalías positivas en el norte el país y sectores de Cuyo, y desvíos negativos en la Patagonia (Figura 2.7 abajo der.).

Figura 2.7. Anomalías de temperatura media de verano (arriba izq.), otoño (arriba der.), invierno (abajo izq.) y septiembre-octubre (abajo der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

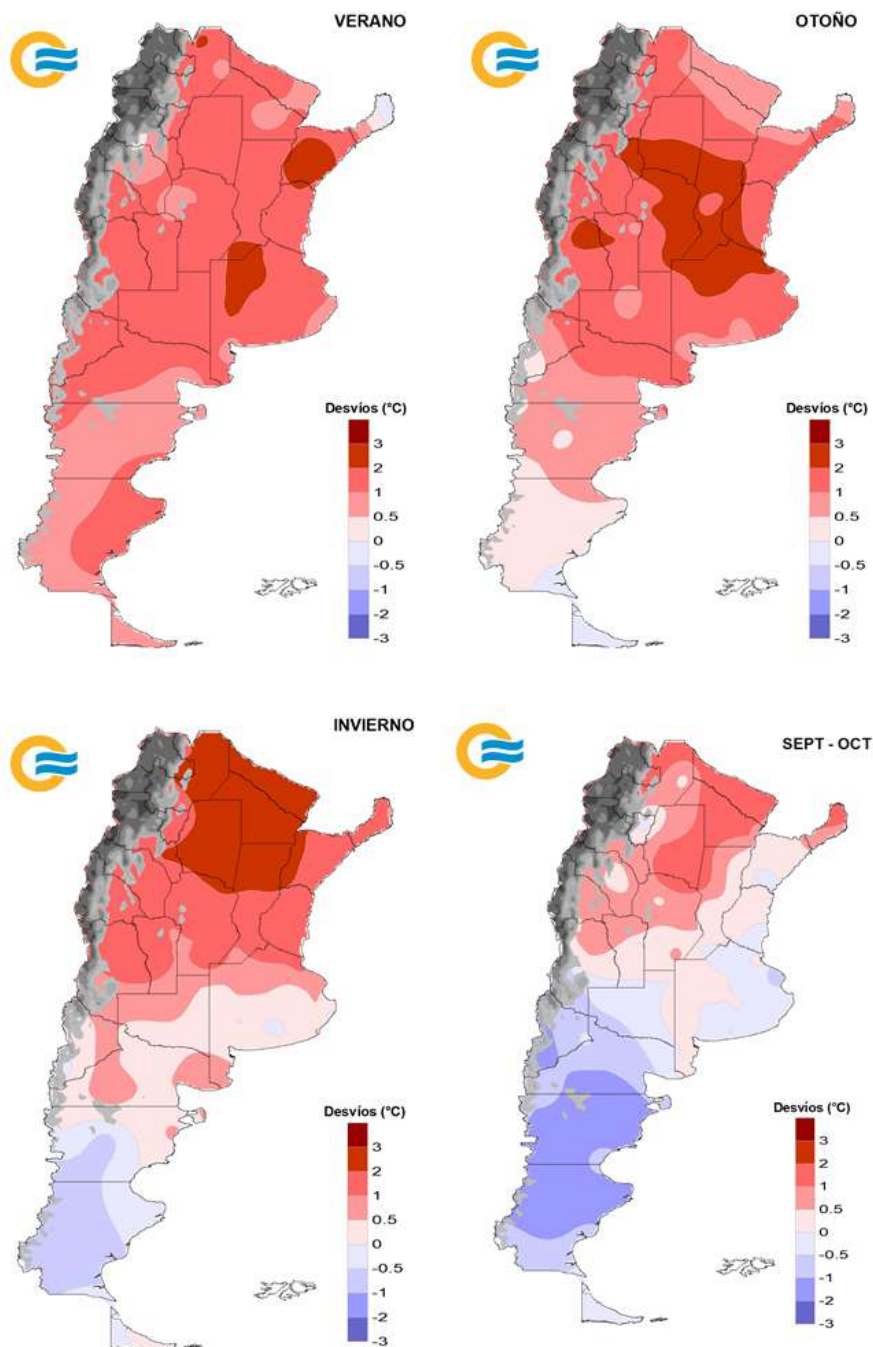


Tabla 2.1. Valores récord de temperatura media en el otoño de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MEDIA OTOÑO DE 2023 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Buenos Aires	20.6	20.1 (1980)	1961-2022
Catamarca	22.8	22.5 (2009)	1973-2022
Córdoba Observatorio	20.7	20.4 (2009)	1961-2022
Jujuy	20.3	19.8 (2018)	1961-2022
Junín	18.4	18.0 (1980)	1961-2022
Nueve de Julio	18.5	18.2 (1980)	1961-2022
Paraná	20.5	20.3 (1980)	1961-2022
Pilar, Córdoba	19.5	19.4 (2009)	1961-2022
Rosario	20.0	19.7 (1980)	1961-2022
San Martín, Mendoza	18.4	18.3 (2009)	1961-2022
Villa de María	20.1	19.9 (1969)	1961-2022

Tabla 2.2. Valores récord de temperatura media en el invierno de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MEDIA OTOÑO DE 2022 (°C)	MÍNIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Catamarca	15.3	14.9 (2006)	1973-2022
Chilecito	12.7	12.4 (2006)	1989-2022
Corrientes	18.3	18.2 (2015)	1962-2022
Formosa	19.6	19.5 (2015)	1962-2022
Jujuy	15.4	14.7 (1968)	1961-2022
Las Lomitas	20.1	19.7 (2006)	1961-2022
Oran	18.1	17.3 (2006)	1961-2022
Paso de los Libres	16.4	16.3 (2015)	1961-2022
Pilar (Córdoba)	12.7	12.2 (2015)	1961-2022
Presidencia Roque Sáenz Peña	18.5	18.1 (1997)	1961-2022
Reconquista	17.0	16.8 (2015)	1961-2022
Resistencia	18.5	17.9 (2015)	1965-2022
Salta	13.1	12.8 (1986)	1961-2022
Santiago del Estero	15.7	15.3 (1965)	1961-2022
Tartagal	18.4	17.9 (1965)	1961-2022
Tucumán	14.9	14.8 (2015)	1961-2022

Las temperaturas máximas fueron predominantemente más cálidas tanto en verano como en otoño (Figura 2.8 izq. y centro izq.), con algunas localidades registrando valores récord (Tablas 2.3 y 2.4). En el invierno se observaron anomalías positivas en el norte y centro del país, con desviaciones superiores a los +2 °C (Figura 2.8 centro der.), mientras que las anomalías negativas fueron leves en el sur de la Patagonia. Este trimestre, a su vez, presentó varios récords (Tabla 2.5). En los primeros meses de la primavera, las anomalías positivas se dieron en el norte y centro del territorio, y las negativas, en la Patagonia (Figura 2.8 der.).

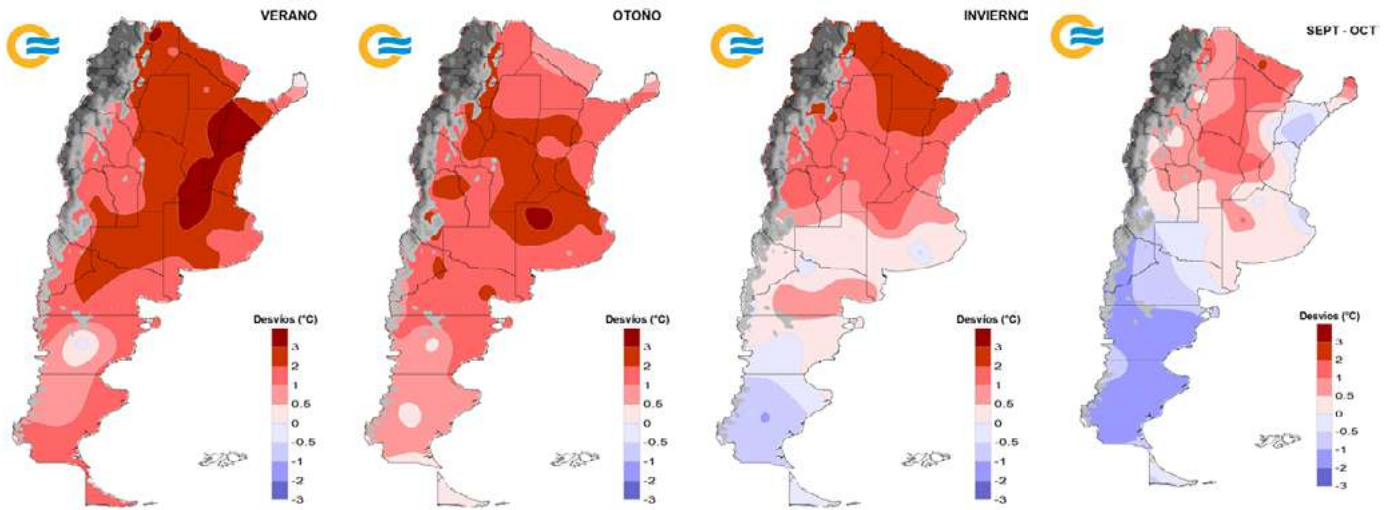


Figura 2.8. Anomalías de temperatura máxima media de verano (izq.), otoño (centro izq.), invierno (centro der.) y septiembre-octubre (der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

Tabla 2.3. Valores récord de temperatura máxima media en el verano de 2022/23, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA VERANO DE 2022/23 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Bolívar	31.6	31.3 (2021/22)	1961-2022
Buenos Aires	31.2	31.0 (1987/88)	1961-2022
La Plata	30.7	30.1 (1987/88)	1961-2022
Neuquén	33.2	32.7 (2021/22)	1961-2022
Paraná	33.5	33.1 (1987/88)	1961-2022
Paso de los Libres	34.8	34.6 (2020/21)	1961-2022
Pehuajó	32.2	32.0 (2021/22)	1961-2022
San Rafael	32.9	32.6 (2017/16)	1961-2022

Tabla 2.4. Valores récord de temperatura máxima media en el otoño de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA OTOÑO DE 2023 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Buenos Aires	23.8	23.3 (2015)	1973-2022
Catamarca	24.5	24.3 (2006)	1962-2022
Chamical	23.1	22.7 (2006)	1961-2022
Junín	19.0	18.2 (2010)	1961-2022
La Plata	24.9	23.9 (1995)	1961-2022*
Nueve De Julio	22.1	21.9 (2001)	1961-2022
Paraná	26.0	25.4 (2006)	1961-2022
Pehuajó	23.2	22.7 (2006)	1961-2022
Tucumán	25.2	24.8 (2020)	1965-2022

* Período con interrupciones.

Tabla 2.5. Valores récord de temperatura máxima media en el invierno de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA INVIERNO DE 2023 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Catamarca	23.8	23.3 (2015)	1973-2022
Corrientes	24.5	24.3 (2006)	1962-2022
Jujuy	23.1	22.7 (2006)	1961-2022
La Quiaca	19.0	18.2 (2010)	1961-2022
Oberá	24.9	23.9 (1995)	1961-2022*
Paso de los Libres	22.1	21.9 (2001)	1961-2022
Presidencia Roque Sáenz Peña	26.0	25.4 (2006)	1961-2022
Reconquista	23.2	22.7 (2006)	1961-2022
Resistencia	25.2	24.8 (2020)	1965-2022
Salta	22.7	22.4 (1987)	1961-2022

* Período con interrupciones.

En cuanto a las temperaturas mínimas, **el verano presentó temperaturas superiores o próximas a los valores medios en la mayoría del territorio nacional** (Figura 2.9 izq.). En Comodoro Rivadavia y La Quiaca se superaron récords de temperaturas mínimas medias más altas (Tabla 2.6). En cuanto al otoño e invierno, en general, las temperaturas mínimas fueron más cálidas a las normales desde el norte de la Patagonia al norte del país, y normales o levemente frías en gran parte de la Patagonia (Figura 2.9 centro izq. y centro der.). En estos trimestres, algunas localidades también alcanzaron valores récord de temperaturas mínimas medias más altas (Tablas 2.7 y 2.8). Una característica notable del invierno fue la gran diferencia térmica entre décadas de un mismo mes, no sólo en las temperaturas mínimas, sino también en las máximas, siendo en ocasiones de hasta 5 °C. Para las temperaturas mínimas, las mayores diferencias se dieron en el mes de junio (Figura 2.10). Durante los dos meses de la primavera, las anomalías fueron positivas al norte de los 35 °S y negativas en Buenos Aires y sectores de la Patagonia (Figura

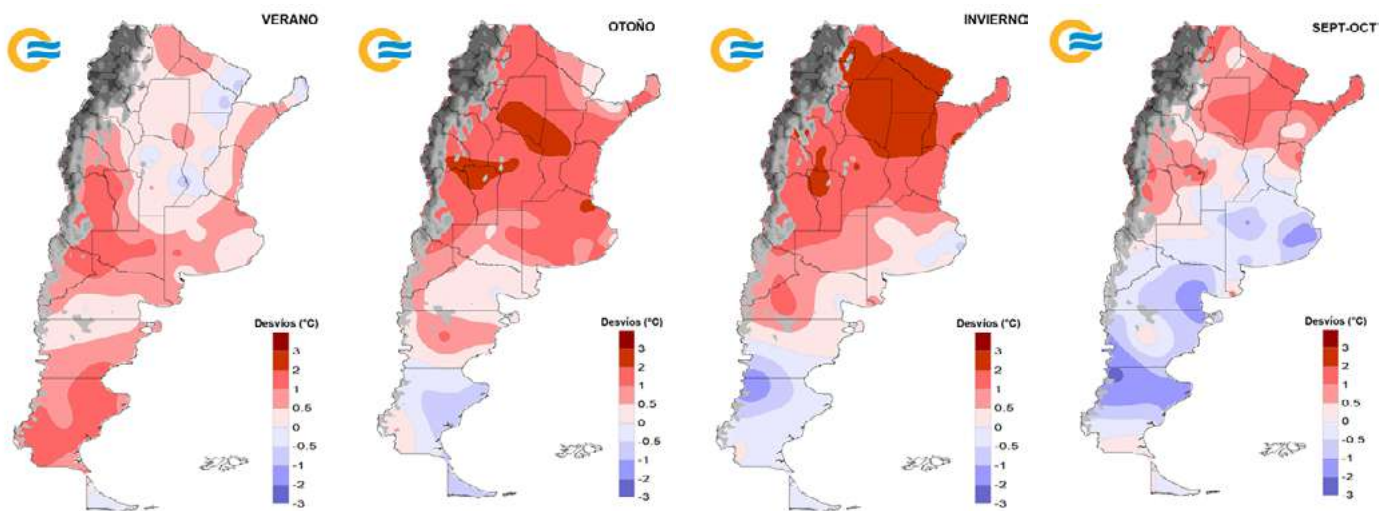


Figura 2.9. Anomalías de temperatura mínima de verano (izq.), otoño (centro izq.), invierno (centro der.) y septiembre–octubre (der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

Figura 2.10. Anomalías de temperatura mínima de la primera década de junio (izq.) y la segunda década de junio (der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En rojo se indican las zonas con anomalías positivas y en azul, con anomalías negativas.

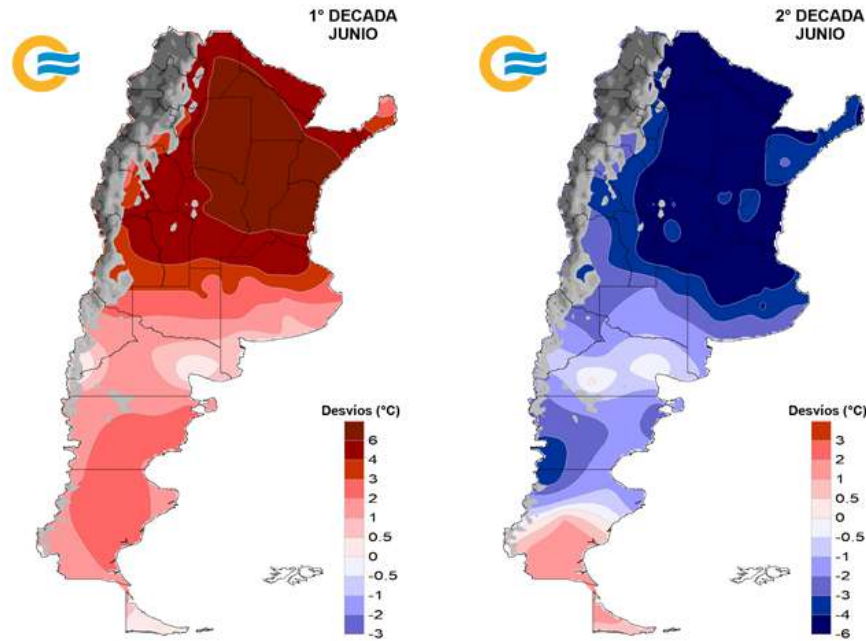


Tabla 2.6. Valores récord de temperatura mínima media en el verano de 2022/23, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA VERANO DE 2022/23 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Comodoro Rivadavia	14.2	14.0 (1982/83)	1961-2021
La Quiaca	7.1	7.0 (2019/20)	1961-2021

Tabla 2.7. Valores récord de temperatura mínima media en el otoño de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA OTOÑO DE 2023 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Córdoba Observatorio	15.7	14.8 (1980)	1961-2022
San Juan	13.1	13.0 (2009)	1961-2022
San Luis	14.0	13.6 (2015)	1961-2022

Tabla 2.8. Valores récord de temperatura mínima media en el invierno de 2023, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada localidad.

LOCALIDAD	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA INVIERNO DE 2023 (°C)	MÁXIMO VALOR ANTERIOR (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Iguazú	13.6	13.5 (2015)	1961-2022
Jujuy	9.7	9.0 (1968)	1961-2022
Mendoza	4.9	4.7 (2006)	1961-2022
Oberá	13.9	13.8 (2015)	1961-2022*
Orán	12.9	12.7 (2015)	1961-2022
Salta	5.9	5.8 (1965)	1961-2022
San Luis	7.4	7.1 (2015)	1961-2022
San Martín (Mendoza)	4.7	4.5 (2006)	1961-2022

* Período con interrupciones.

2.3.2 PRECIPITACIÓN ESTACIONAL

Durante el **verano**, las precipitaciones fueron inferiores a los valores normales en la región norte y centro del país (Figura 2.11 izq.). Los mayores déficits se presentaron en Corrientes y este de Formosa, con valores que estuvieron más de 300 mm por debajo del promedio 1991-2020. Se destacaron **las estaciones Paso de los Libres** (provincia de Corrientes) y **Formosa** (provincia homónima), para las cuales **el verano 2022/2023 fue el más seco desde 1961**. Asimismo, varias estaciones de la región central experimentaron el febrero más seco de su registro. Con respecto a Patagonia, el verano tuvo lluvias dentro del rango normal, mientras que en La Rioja, Catamarca y San Luis se superaron levemente los valores normales.

En el **otoño**, las mayores precipitaciones ocurrieron en la zona central y norte, superándose los valores normales en el noroeste del país y en algunas estaciones puntuales, en su mayoría de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe (Figura 2.11 centro izq.). Por otro lado, varias localidades de la Patagonia, incluyendo **Neuquén, San Antonio Oeste y Viedma, entre otras, registraron las precipitaciones acumuladas mínimas para el otoño desde 1961**.

En el **invierno** se observaron importantes eventos de precipitaciones, principalmente en forma de nieve, en el noroeste patagónico y sur de Cuyo (Figura 2.11 centro der.). En particular, la localidad de **Bariloche registró su invierno más lluvioso desde 1961**. Al mismo tiempo, la región centro-este del país mostró precipitaciones escasas, que no llegaron a superar los valores normales.

En los primeros meses de la **primavera**, en septiembre y octubre, continuó la ocurrencia de eventos de lluvia en la región patagónica, favoreciendo la recarga de los ríos y los embalses de la zona (Figura 2.11 der.). En la región central prevalecieron, al igual que durante todo el año, los déficits de lluvia, lo que agravó las condiciones de sequía. Lo más significativo de esta temporada fue la activación sucesiva de eventos de lluvias intensas en el norte de la región Mesopotamia, coherente con lo esperado durante El Niño. **Las estaciones de Posadas y Oberá, en Misiones, registraron el septiembre más lluvioso desde 1961**. Esto se debió principalmente a un evento del primer día del mes, donde la precipitación diaria alcanzó valores de 204 mm en Posadas, estableciendo un récord histórico en la serie y superando el máximo anterior de 1984. En la misma fecha, **la estación de Ituzaingó, al norte de la provincia de Corrientes, reportó 267 mm de precipitación en 24 h, siendo la precipitación diaria más alta para septiembre desde 1994**.

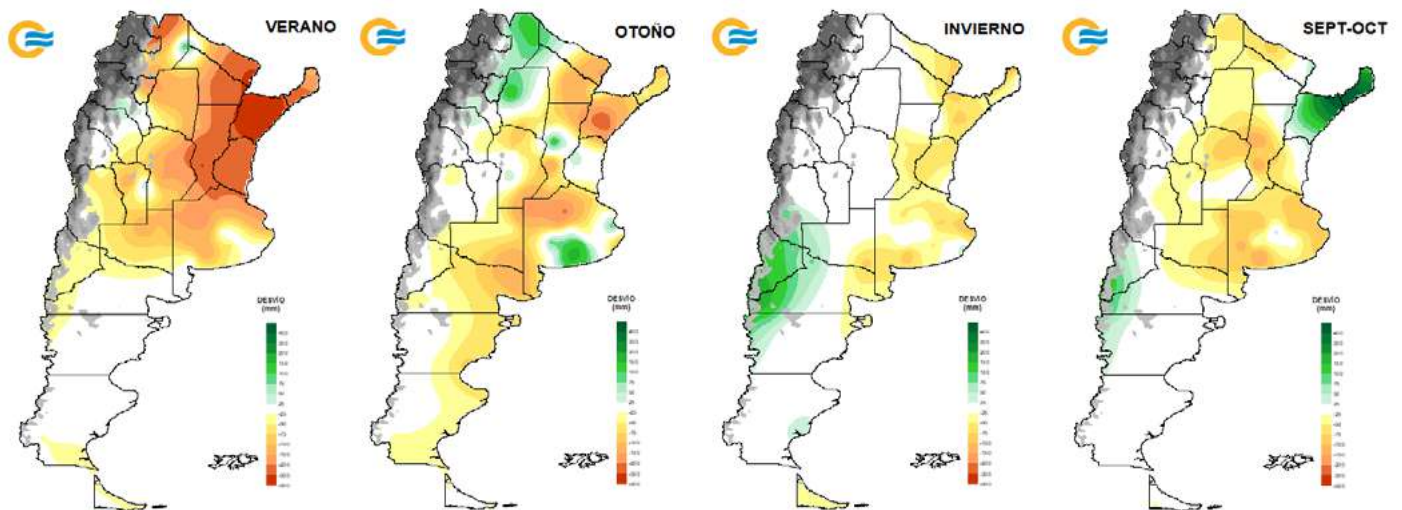
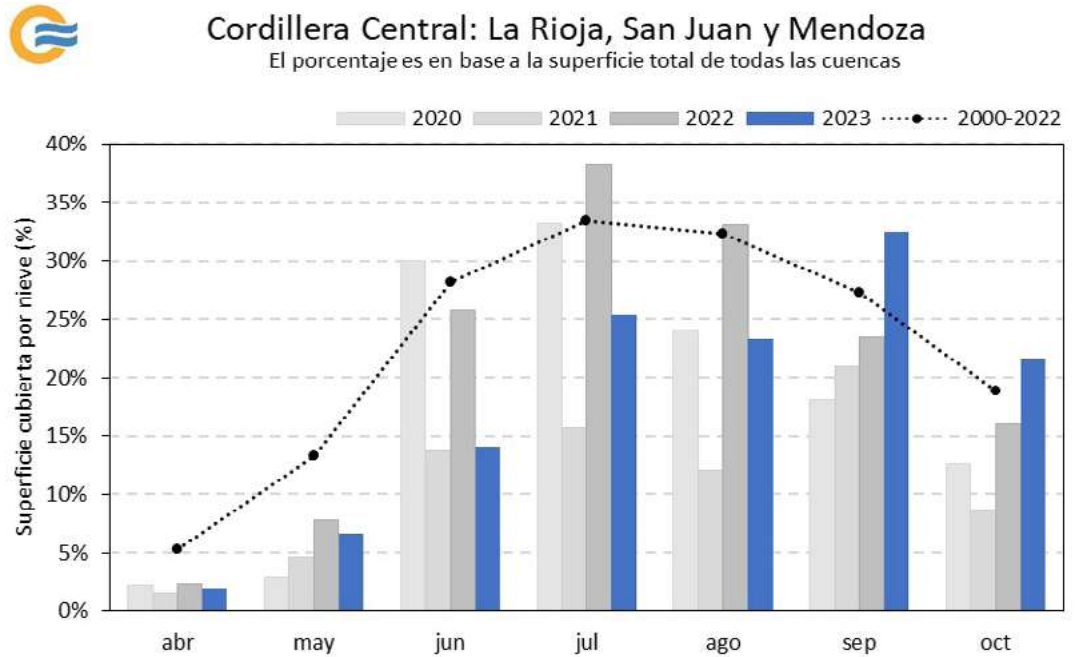


Figura 2.11. Anomalías de precipitación acumulada de verano (izq.), otoño (centro izq.), invierno (centro der.) y septiembre-octubre (der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En verde se indican las zonas con anomalías positivas y en marrón, con anomalías negativas.

En la región cordillerana de Cuyo, las precipitaciones en forma de nieve de los primeros dos meses de la primavera dejaron importantes acumulados debido a algunas nevadas importantes. En los años anteriores, el promedio de cobertura de nieve estuvo por debajo de la media del período 2000-2020, lo que modificó el caudal de los ríos, la humedad del suelo, la recarga de los acuíferos y el desarrollo de los humedales de altura, entre otros. En el período frío (abril a octubre) en la región de los Andes centrales, y en base a los datos del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET), se observó que **los valores de cobertura nieve no superaron al promedio histórico de referencia 2000-2022 entre abril y agosto de 2023, pero sí lo hicieron en los meses de septiembre y octubre** (Figura 2.12).

Figura 2.12: Porcentajes medios mensuales de superficie cubierta por nieve en la cordillera central de los Andes durante el período frío (abril a octubre) de 2023, mostrado en barras azules. En barras grises se indican los valores del 2020, 2021 y 2022. En línea punteada se representan los valores del período 2000-2022. Fuente de datos: Observatorio Regional de la Nieve, IANIGLA. La cobertura espacial de nieve se estima a partir del sensor MODIS a bordo de los satélites TERRA y AQUA.



Con respecto a las cuencas hidrográficas de la región de los Andes Central, y considerando el período frío, las nevadas de 2023 fueron superiores en las subcuencas de Mendoza en comparación con los últimos tres años (Figura 2.13 der.). En la cuenca del río San Juan hubo una mayor cobertura nívea hacia fines de la temporada, pero, en promedio, fue inferior a la del año pasado. La cobertura de la cuenca del río Jachal fue la más deficitaria a lo largo de todos los meses y de los últimos años. La cobertura de la cuenca del río Malargüe fue superadora a partir del mes de mayo y los valores de la temporada sobrepasaron ampliamente a los de 2020, 2021 y 2022. **Con respecto al valor normal de referencia del período 2000-2022, las cuencas de los ríos Jachal, San Juan y Mendoza presentaron porcentajes de cobertura de nieve anómalos negativos** del 79 %, 47 % y 3 %, respectivamente, mientras que el resto de las cuencas hacia el sur mostraron desvíos positivos (Figura 2.13 izq.). El valor más destacado fue el de la cuenca del río Malargüe, con una anomalía positiva del 43 %.

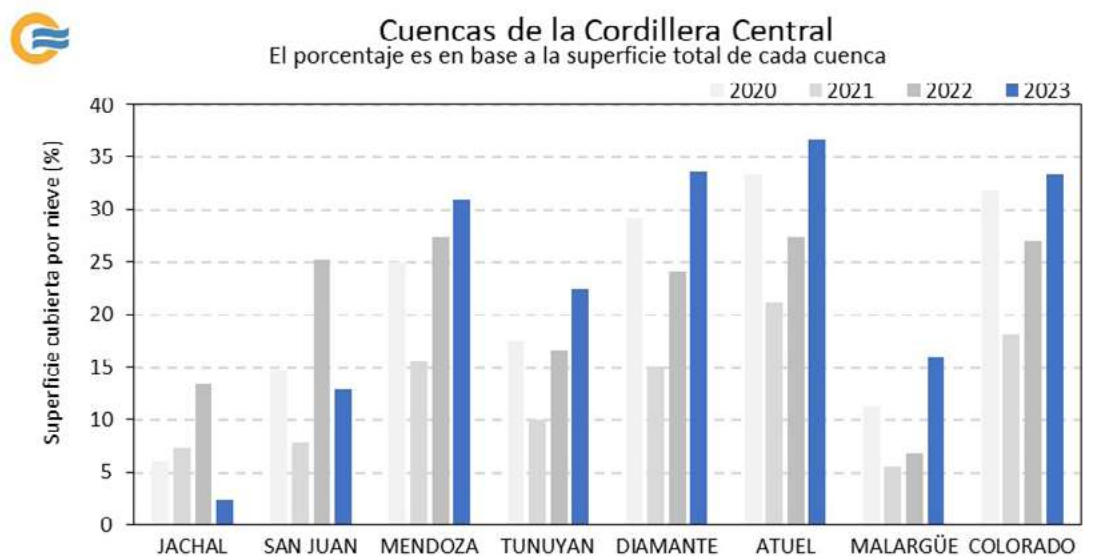
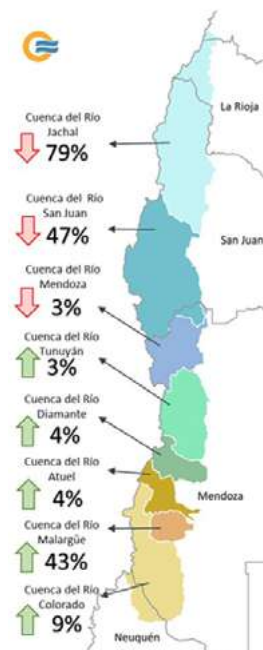


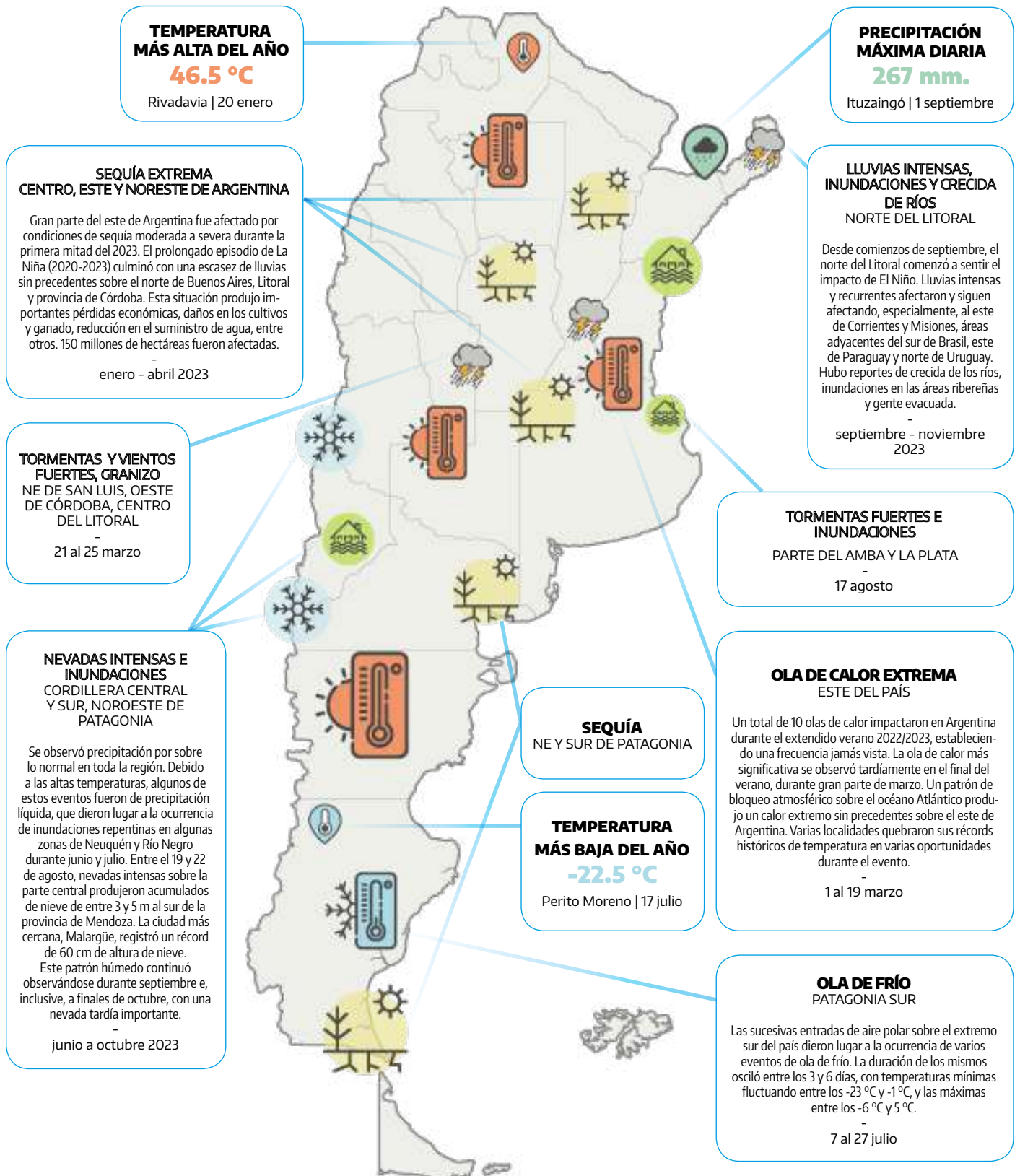
Figura 2.13: Izq.: Porcentajes anómalos de cobertura de nieve en las cuencas hidrográficas de la cordillera central de los Andes durante el período frío de 2023, con respecto al valor medio 2000-2022. Der.: Porcentajes medios de superficie cubierta por nieve en las cuencas hidrográficas de la cordillera central de los Andes durante el período frío de 2023, mostrados en barras azules. En barras grises se indican los valores del 2020, 2021 y 2022. Fuente de datos: Observatorio Regional de la Nieve, IANIGLA. La cobertura espacial de nieve se estima a partir del sensor MODIS a bordo de los satélites TERRA y AQUA.

2.4 Eventos extremos

Figura 2.14. Resumen de los eventos meteorológicos más destacados en Argentina durante 2023, considerando los meses de enero a octubre.

La Figura 2.14 resume los eventos meteorológicos más destacados en lo que va del año 2023. En las siguientes secciones se hace una descripción más detallada de dichos eventos.

2.4.1 EVENTOS DESTACADOS Y VALORES DIARIOS EXTREMOS



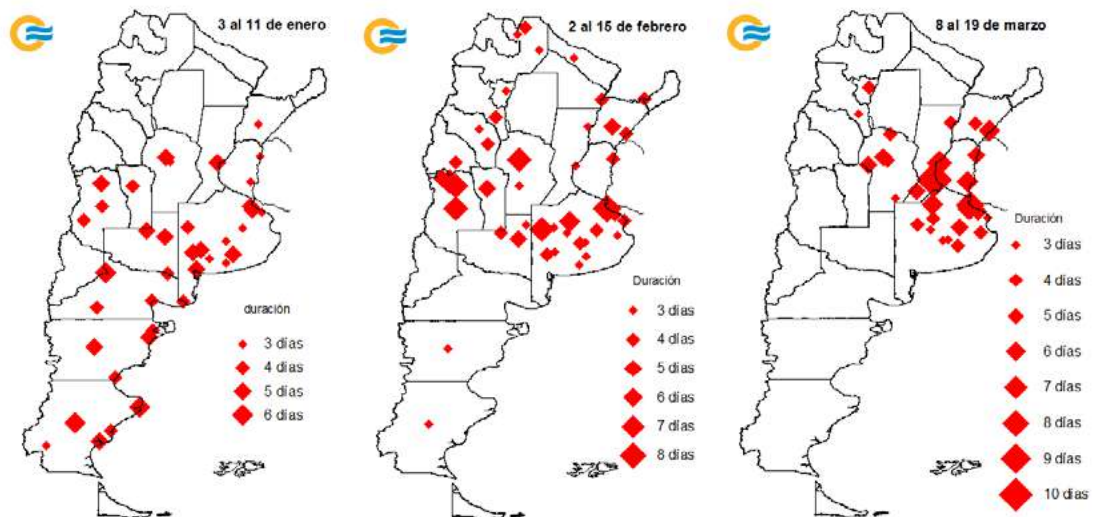
2.4.2 OLAS DE CALOR

¹ Un evento de ola de calor se define cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, durante al menos tres días consecutivos y en forma simultánea, ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo). Los umbrales se encuentran en: <https://www.smn.gov.ar/estadisticas>.

Un total de **diez olas de calor¹ impactaron en Argentina durante el extendido verano 2022/23, estableciendo una frecuencia sin precedentes.** Entre noviembre 2022 y marzo 2023, todos los meses registraron al menos un evento extremo de calor. Los más significativos durante el 2023 tuvieron lugar entre el 3 y 11 de enero sobre el centro y sur del país, mientras que los observados entre el 2 y 15 de febrero afectaron al centro y norte argentino. Los dos eventos consecutivos ocurridos entre el 28 de febrero y 19 de marzo impactaron principalmente al centro-este del territorio.

La ola de calor de enero se destacó por su extensión territorial y persistencia en Patagonia, alcanzando una duración de seis días en Neuquén, Gobernador Gregores y Puerto Deseado (Figura 2.15 izq.). La ola de calor de febrero, además de duradera y extensa, vino acompañada por temperaturas que superaron los récords históricos en algunas localidades, como, por ejemplo, en El Bolsón (38.5 °C, el 4 de febrero), Pehuajó (40.6 °C, el 12 de febrero), Dolores (40.3 °C, el 12 de febrero) y La Plata (39.5 °C, el 12 de febrero) (Figura 2.15 centro). **La ola de calor más relevante en cuanto a intensidad y duración se registró tardíamente en el final del verano astronómico durante gran parte del mes de marzo** (Figura 2.15 der.). Un patrón de bloqueo atmosférico sobre el océano Atlántico produjo calor extremo sin precedentes sobre el este de Argentina. La persistencia de noches y tardes agobiantes establecieron nuevos récords históricos para un mes de marzo. Varias localidades quebraron sus récords de temperatura en varias oportunidades durante el evento. Entre el 1 y 19 de marzo, la temperatura máxima media osciló entre 8 °C y 10 °C por sobre lo normal. Algunos de los valores más destacados se registraron en Nueve de Julio (40.0 °C, el 2 de marzo), Coronel Suárez (38.0 °C, el 2 de marzo), Bahía Blanca (39.2 °C, el 3 de marzo), Santa Rosa (40.7 °C, el 3 de marzo), Gualeguaychú (40.5 °C, el 11 de marzo), Junín (39.4 °C el 11 de marzo), Rosario (39.0 °C, el 11 de marzo), Buenos Aires (38.9 °C, el 11 de marzo), entre otros. La máxima duración del evento se registró en la ciudad de Rosario, con diez días de duración, y en Ezeiza y Aeroparque, con ocho días. Asociado a este evento, el 11 de marzo se estableció un récord histórico de demanda de energía eléctrica para un fin de semana, alcanzando los 27.203 Megavatios (MW), según el informe de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA). Posteriormente, el lunes 13 de marzo se marcó otro hito, esta vez para un día hábil, al registrar un consumo de energía que alcanzó los 29.089 MW. Luego de ese pico de consumo de demanda energética, cerca de 185.000 usuarios del área metropolitana de Buenos Aires quedaron sin energía eléctrica.

Figura 2.15. Olas de calor más significativas ocurridas entre enero y marzo de 2023. El tamaño de los rombos rojos indica la duración de los eventos.



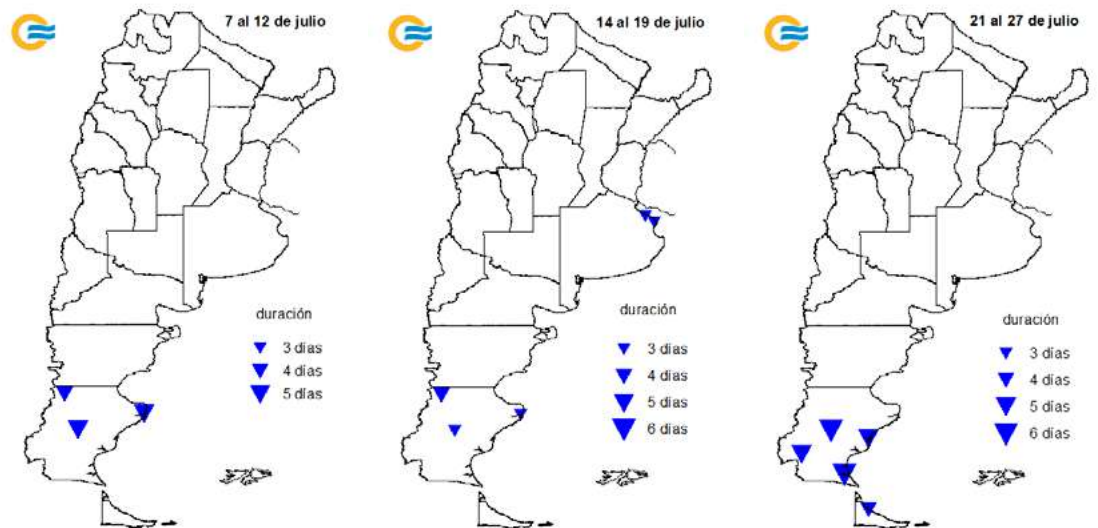
2.4.3 OLAS DE FRÍO

²Un evento de ola de frío se define cuando las temperaturas máximas y mínimas igualan o son inferiores, por lo menos durante tres días consecutivos y en forma simultánea, ciertos valores que dependen de cada localidad (percentil 10 del semestre frío abril-agosto). Los umbrales se encuentran en: <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>.

En general, **la temporada invernal 2023 se caracterizó por la ausencia de frío extremo en gran parte del país.** Sólo el extremo sur de Patagonia se vio afectado por sucesivas entradas de aire polar durante julio, que dieron lugar a la ocurrencia de tres períodos con ola de frío².

El primer evento, que tuvo lugar entre los días 7 y 12 de julio, afectó a algunas localidades de la provincia de Santa Cruz (Figura 2.16 izq.). Por ejemplo, la localidad de Gobernador Gregores registró temperaturas entre -10 °C y 1 °C por cinco días consecutivos. El segundo evento impactó en esos mismos lugares y, de forma aislada, también se observó en las localidades de La Plata y Punta Indio, en Buenos Aires (Figura 2.16 centro). Durante este episodio, que transcurrió entre el 14 y el 19 de julio, la localidad de Perito Moreno experimentó la temperatura mínima más baja del año a nivel país, alcanzando los -22.5 °C el día 17. La tercera ola de frío, que se extendió entre el 21 y el 27 de julio, afectó a gran parte de Santa Cruz y Tierra del Fuego, con temperaturas que oscilaron aproximadamente entre los -15 °C y 2 °C (Figura 2.16 der.).

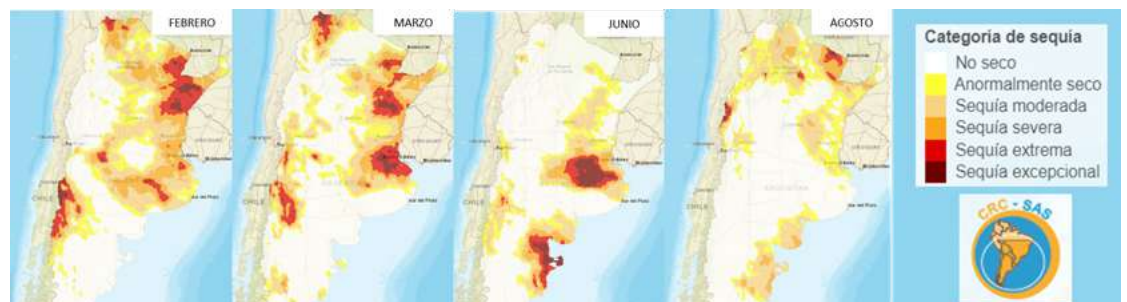
Figura 2.16. Olas de frío ocurridas durante el invierno de 2023. Con el tamaño de los rombos azules se indica la duración de los eventos.



2.4.4 SEQUÍA

Desde 2019 se observó el avance de un proceso de sequía que afecta a distintas regiones del país. Durante 2023, estas condiciones se vieron profundizadas principalmente en la primera mitad del año y en la región central, consistente con la evolución de las precipitaciones a lo largo del año. Durante febrero y marzo, y de acuerdo a estimaciones de lluvia que combinan datos satelitales con mediciones in situ, gran parte de la región central y noreste del país presentaron condiciones de sequía extrema a excepcional, al igual que el noroeste de Patagonia y sur de Cuyo (Figura 2.17). A partir de junio, coincidente con el fin de la fase fría del ENOS y la activación de varios eventos de lluvia en el centro de la Cuenca del Plata, se comenzó a registrar una mejora de la situación de la sequía en Mesopotamia. Sin embargo, estas mejoras no alcanzaron al centro del país, dejando a la zona núcleo (noroeste de provincia de Buenos Aires y alrededores) con condiciones de sequías excepcionales. Por otro lado, desde abril, el noreste de Patagonia comenzó a manifestar condiciones de sequía, que prevalecieron hasta finales de agosto.

Figura 2.17. Evolución de las categorías de sequía durante 2023, de acuerdo a precipitaciones estimadas por el producto CHIRPS (Funk y otros, 2015) para la escala de tres meses. Se muestran los campos de febrero, marzo, junio y agosto. En marrón se indican las zonas afectadas por alguna categoría de sequía, establecida de acuerdo a las especificaciones del US Drought Monitor. Fuente: SISSA/CRC-SAS. Más información de este producto en: <https://sisa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/>.



En la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequía, integrada por diferentes instituciones nacionales, se analizan distintos indicadores agronómicos e hidrológicos para caracterizar la severidad del fenómeno. Sus informes se publican mensualmente y se acompañan de mapas de riesgo de sequía, categorizada en tres niveles: leve, moderada y severa. De acuerdo a estos reportes, **los primeros meses del año mostraron las condiciones más críticas en lo que respecta a impactos y alcance de la sequía** (Figura 2.18). Hacia marzo se observó una reducción en el área afectada, sobre todo en la región central del país, aunque, al mismo tiempo, se hizo notorio un empeoramiento en las categorías de sequía en el sur de Patagonia. Con respecto a los impactos durante estos meses, las olas de calor registradas, junto con la falta de agua, afectaron negativamente los cultivos de soja, maíz, girasol, algodón, sorgo, frutales y producción hortícola. Hacia julio, el área con sequía severa quedó restringida en el noroeste de Buenos Aires, y se mantuvo casi sin cambios hasta octubre. En esta región, tanto los índices de vegetación como el agua almacenada en el suelo alcanzaron valores muy inferiores a los normales entre agosto y octubre, repercutiendo fuertemente en las actividades agropecuarias de la zona. Los mayores impactos asociados a la sequía se reflejaron en rendimientos sumamente bajos allí, así como en condiciones desfavorables para la actividad ganadera y un aumento del endeudamiento entre los productores de la zona.

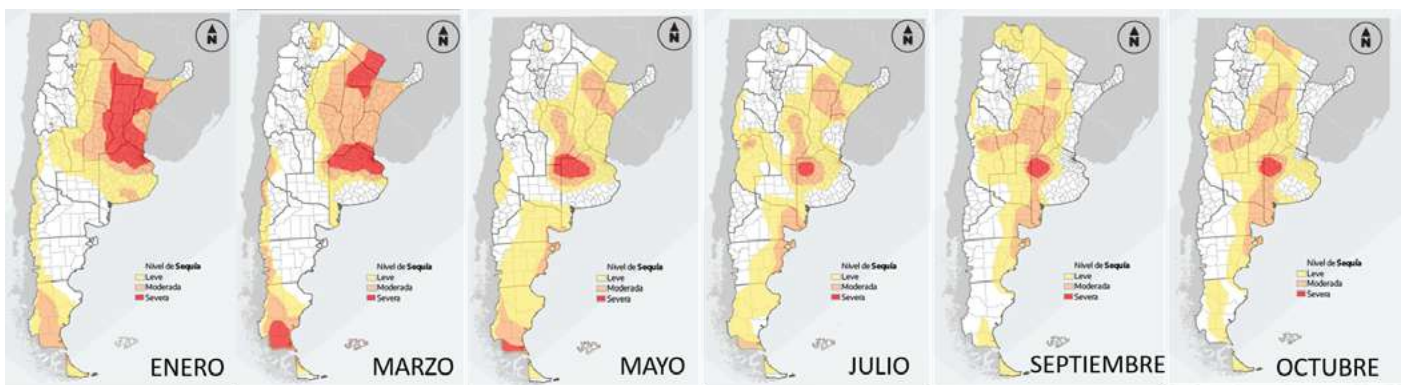


Figura 2.18. Evolución de las regiones de sequía durante 2023, de acuerdo a la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequías.
Fuente: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_edasequia/.

Con respecto a la situación de los principales ríos de la Cuenca del Plata, los niveles hidrométricos se mantuvieron en aguas medias a bajas durante gran parte del año, si bien a partir de agosto comenzaron a mostrar signos de mejoras. En octubre, los ríos de dicha cuenca en Argentina alcanzaron valores cercanos a los niveles de alerta y evacuación. El río Uruguay mostró valores con oscilaciones y repuntes, mientras que el Paraná fue afectado por crecidas provenientes del río Iguazú y de la alta cuenca del río Paraná.

2.5 Temperatura en Antártida

La temperatura media entre enero a octubre de 2023 fue más cálida que lo normal en todos los sitios de observación del sector antártico (Figura 2.19). La mayor anomalía positiva de +2.0 °C correspondió a la base Belgrano II.

Las anomalías mensuales en lo que va del año fueron mayormente positivas en todas las estaciones antárticas, con excepción de algunos meses aislados, especialmente septiembre y octubre, que se caracterizaron por presentar desvíos negativos, salvo en Belgrano II (Figura 2.20). Las mayores anomalías positivas se registraron en Belgrano II, con +6.6 °C en el mes de abril, y en San Martín, con +6.1 °C en julio. Las mayores desviaciones negativas se observaron en Orcadas, con -3.7 °C en septiembre, y en Marambio, con -3.1 °C en octubre. Es para destacar que, después de 34 meses (octubre 2020), las bases en la península presentaron simultáneamente anomalías de temperatura negativas.

Figura 2.19. Anomalías de temperatura media anual para las bases Orcadas, Carlini, Esperanza, Marambio, San Martín y Belgrano II durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En barras rojas se representan las anomalías positivas.

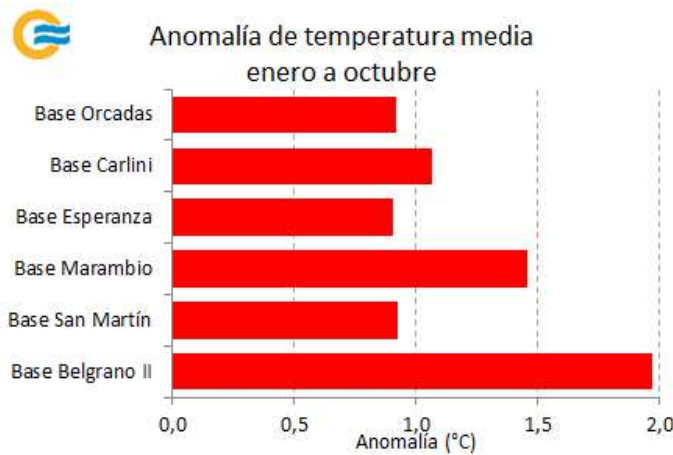
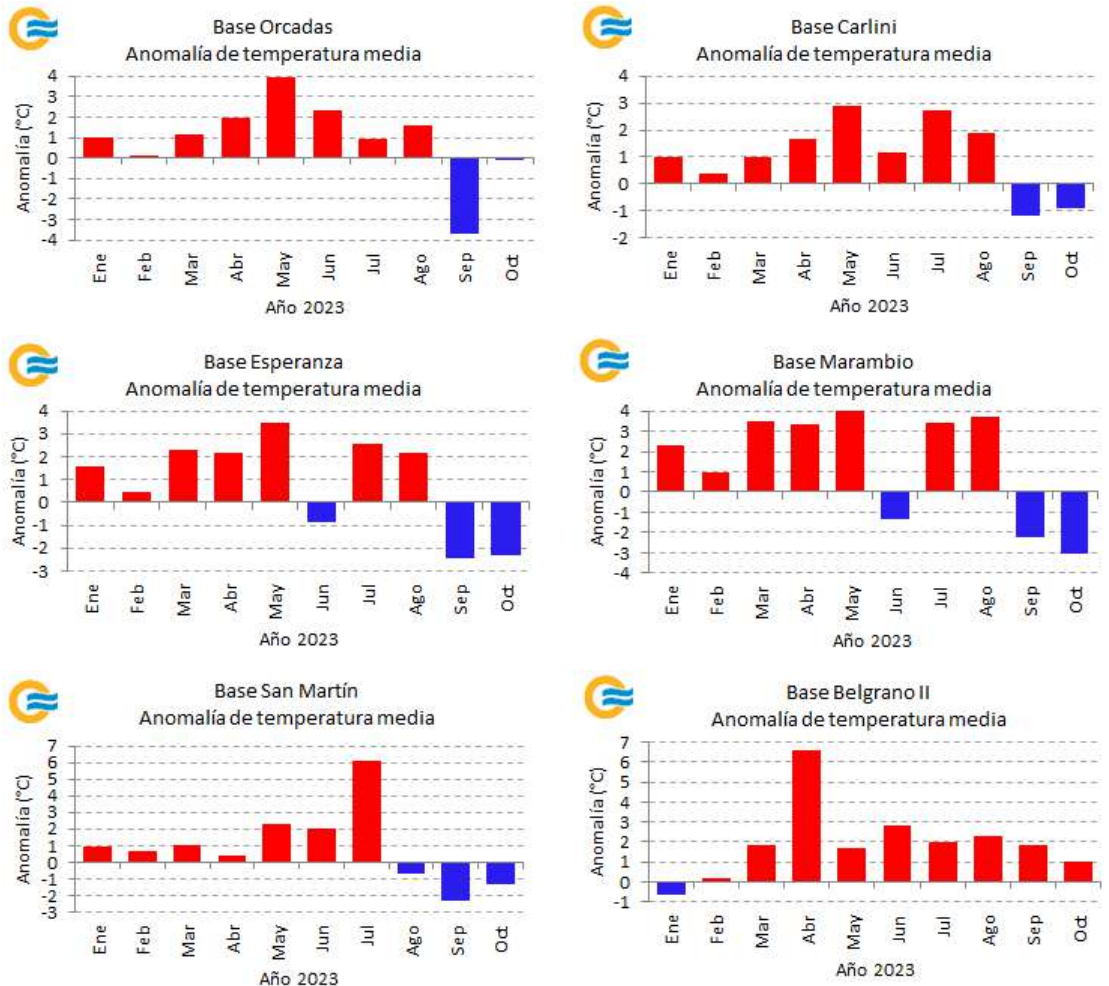
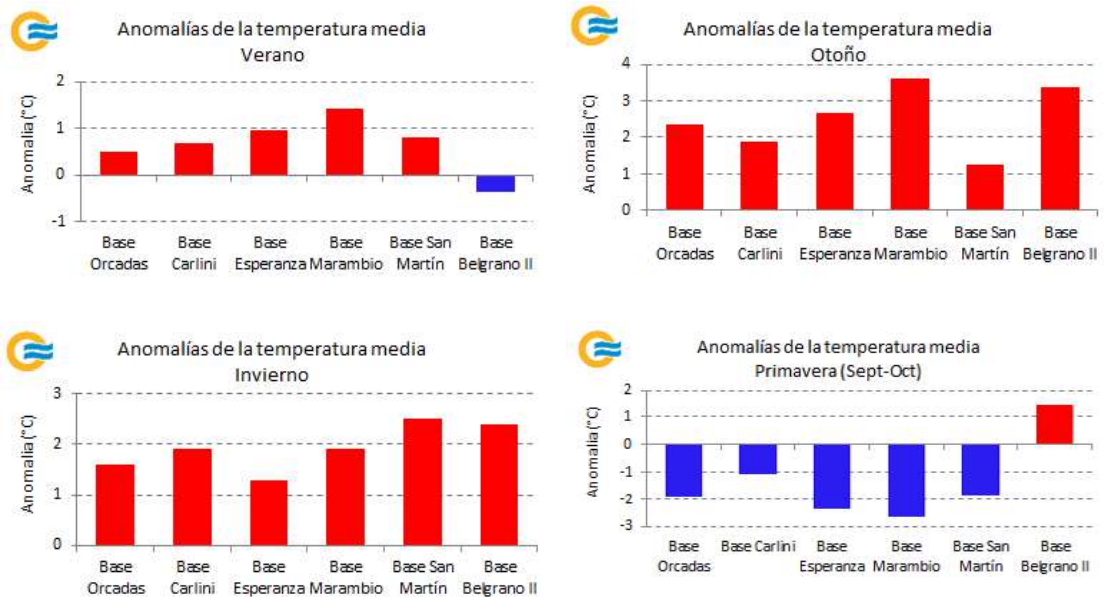


Figura 2.20. Anomalías mensuales de temperatura media para las bases Orcadas (arriba izq.), Carlini (arriba der.), Esperanza (centro izq.), Marambio (centro der.), San Martín (abajo izq.) y Belgrano II (abajo der.) durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



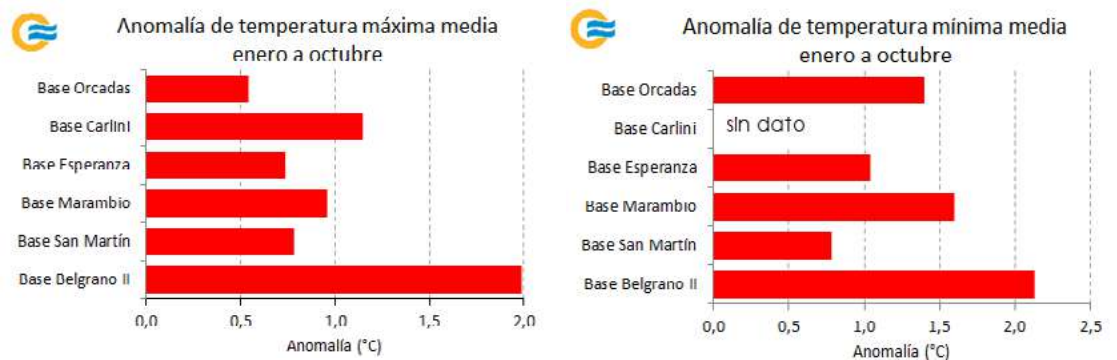
Consecuentemente, las anomalías estacionales desde verano hasta invierno mostraron, en su mayoría, valores positivos, a excepción de la base Belgrano II durante el verano, donde se observó un desvío levemente negativo (Figura 2.21 arriba izq.). El otoño exhibió, en general, las mayores desviaciones, con valores próximos o superiores a los +2.0 °C, destacándose una máxima anomalía de +3.6 °C en la estación Marambio (Figura 2.21 arriba der.). Para el invierno, las anomalías fueron positivas en todas las bases antárticas (Figura 2.21 abajo izq.), contrario a lo registrado entre septiembre y octubre, período en el que las anomalías en general fueron negativas, salvo en Belgrano II, que mantuvo valores positivos (Figura 2.21 abajo der.).

Figura 2.21. A Anomalías de temperatura media de verano (arriba izq.), otoño (arriba der.), invierno (abajo der.) y septiembre-octubre (abajo der.) para las bases Orcadas, Carlini, Esperanza, Marambio, San Martín y Belgrano II durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020. En barras rojas se representan las anomalías positivas y en barras azules, las negativas.



Al igual que la temperatura media anual, **las temperaturas máximas y mínimas medias anuales entre enero a octubre de 2023 también fueron más cálidas que lo normal en todas las estaciones argentinas del sector antártico** (Figura 2.22). Las mayores anomalías se registraron en Belgrano II, con +2.1 °C en la mínima y +2.0 °C en la máxima. Tanto mensual como estacionalmente, el comportamiento de estas variables fue similar al de la temperatura media. En general, las mayores anomalías se observaron en la temperatura mínima.

Figura 2.22. Anomalías de temperatura máxima media anual (izq.) y mínima media anual (der.) para las bases Orcadas, Carlini, Esperanza, Marambio, San Martín y Belgrano II durante 2023, con respecto al valor medio 1991-2020 y considerando los meses de enero a octubre. En barras rojas se representan las anomalías positivas.



A su vez, en lo que va del 2023 se destacaron diversos registros que superaron o igualaron a los máximos anteriores (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Valores récord de diversos parámetros de temperatura entre enero a octubre de 2023 en las bases antárticas, junto con los máximos valores anteriores y el período de referencia considerado para cada base.

BASE	MES O ESTACIÓN DEL AÑO	PARÁMETRO	TEMPERATURA Y ANOMALÍA (°C)	MÁXIMO ANTERIOR Y ANOMALÍA (°C)	PERÍODO DE REFERENCIA
Carlini	Abril	Máxima absoluta	9.0 (3 de abril)	8.7 (6/04/2003)	1985-2022
	Mayo	Media	0.1 (+2.9)	-0.3 (+2.5 en 1999)	
		Máxima media	2.5 (+2.9)	1.9 (+2.3 en 2001)	
		Mínima media	-2.1 (+3.2)	-2.4 (+2.9 en 1999)	
		Máxima absoluta	1.5 (25 de mayo)	0.5 (30/04/2009)	
	Julio	Mínima más alta	1.5 (2 de julio)	0.9 (17/07/2003)	
Otoño	Máxima media	2.8 (+1.7)	2.6 (+1.5 en 1999)		
Belgrano II	Abril	Media	-9.8 (+6.6)	-12.9 (+3.5 en 2020)	1981-2022
		Máxima media	-6.8 (+6.4)	-10.6 (+2.6 en 2016)	
		Mínima media	-13.7 (+6.8)	-16.1 (+4.4 en 2018)	
		Máxima absoluta	1.5 (25 de abril)	0.5 (30/04/2009)	
	Mínima más alta	-4.3 (25 de abril)	-6.0 (4/04/2015)		
Otoño	Máxima media	-8.7 (+3.4)	-9.0 (+3.1 en 2018)	1981-2022	
Orcadas	Mayo	Mínima media	-3.2 (+4.9)	-3.2 (+4.9 en 1982)	1961-2022
San Martín	Mayo	Mínima absoluta más alta	4.2 (23 de mayo)	4.1 (15/05/1989)	1976-2022

REFERENCIA

Funk, C., y otros, 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes [Las amenazas climáticas de precipitaciones a partir de radiación infrarroja y estaciones: un nuevo registro ambiental para el seguimiento de extremos]. Scientific Data, 2: 150066.

Sección | 3

FORZANTES DESTACADOS DE ESCALA ESTACIONAL Y SUBESTACIONAL

| 3. Forzantes destacados de escala estacional y subestacional

Las variaciones del clima en la Argentina tienen cierta relación con fenómenos que ocurren mucho más allá de su territorio. El más conocido es El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), uno de los patrones más importantes de la variabilidad climática interanual, cuyos impactos pueden durar desde varios meses a pocos años. Existen otras oscilaciones que pueden desarrollarse simultáneamente en distintas escalas de tiempo y que, a su vez, pueden potenciar o inhibir el comportamiento de las precipitaciones, así como modular las temperaturas en el país. Entre ellas se destacan el Dipolo del Océano Índico (DOI o IOD, por sus siglas en inglés), la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (AAO o SAM, por sus siglas en inglés) y la Oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés), todas activas entre enero y octubre de 2023. Cabe destacar que, si bien el estado, la evolución y la interacción de estos fenómenos pueden favorecer ciertas condiciones atmosféricas, no las determinan en su totalidad.

| 3.1 Estado de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

Una mayor información del fenómeno y sus impactos en Argentina se puede encontrar en https://www.smn.gov.ar/enos_que_es.

Los primeros meses del año mostraron la etapa final de la fase fría del fenómeno ENOS, o La Niña, establecida a finales del 2021, que se mantuvo activa durante todo el 2022. Las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) durante enero y febrero de 2023 fueron negativas en el océano Pacífico ecuatorial, alrededor y al este de la longitud 180°, asociadas al remanente de La Niña. En marzo, la TSM comenzó a aumentar de forma sostenida, primero en el océano Pacífico este, cerca de la costa Sudamericana, y luego se extendió hacia la región Niño 3.4 (Figura 3.1). A fin del invierno, la atmósfera comenzó a acoplar su circulación a este calentamiento, **marcando el inicio de la fase positiva del ENOS o El Niño**. En consonancia con esto, **se favorecieron lluvias por sobre el promedio en el noreste del país durante los dos primeros meses de la primavera**. Actualmente, y de acuerdo al Índice Oceánico del ENOS (ONI), las condiciones corresponden a un **Niño moderado**.

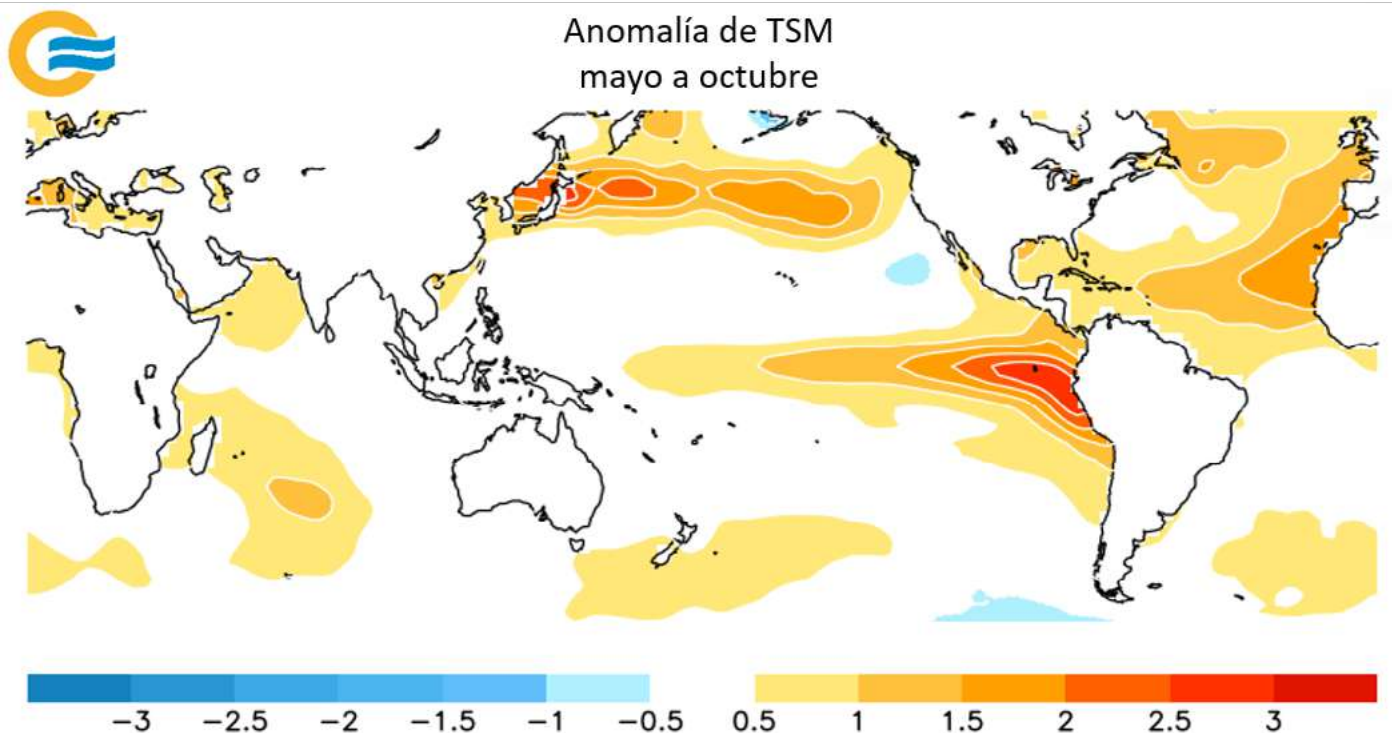
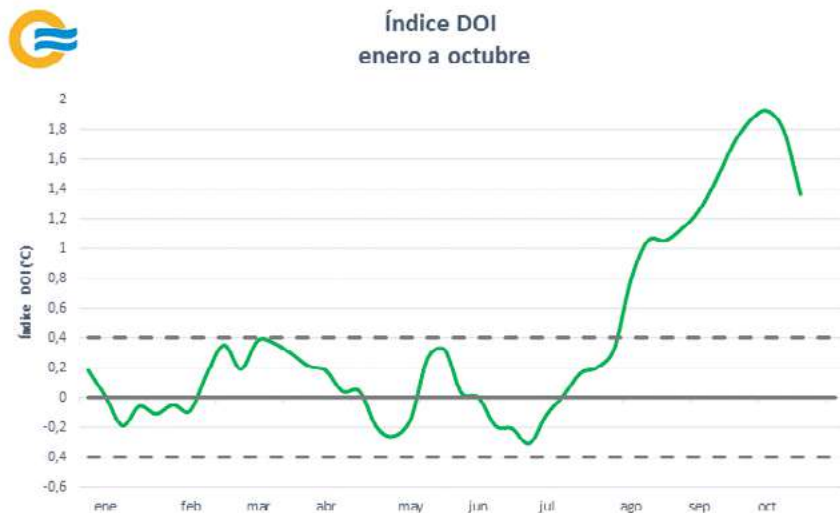


Figura 3.1. Promedio de anomalía de TSM entre el 1 de mayo y el 31 de octubre de 2023. Fuente de datos: NOAA/ESRL. Graficado por el SMN.

3.2 Estado del Dipolo del Océano Índico (DOI)

Desde enero hasta mediados de agosto de 2023, el DOI permaneció con valores neutrales (Figura 3.2). **A partir del 14 de agosto, el índice alcanzó valores acordes a una fase positiva** (superiores a 0.4 °C), **manteniéndose hasta octubre inclusive**. Dado que la mayor teleconexión en el sur de Sudamérica ocurre durante la primavera austral, con la fase positiva del DOI tendiendo a favorecer las precipitaciones por encima de lo normal en el Litoral, centro y sur de Córdoba, y parte de Cuyo, el estado de la oscilación acentuó las condiciones húmedas en el noreste del país en los últimos meses.

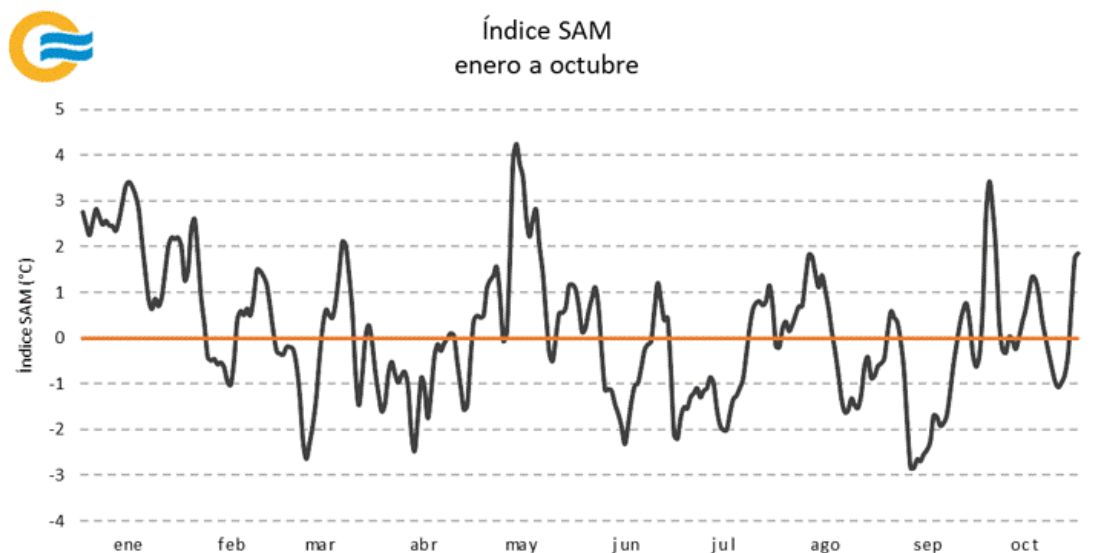
Figura 3.2. Evolución semanal del índice DOI durante 2023. Para determinar una fase positiva (negativa) del DOI, el índice debe ser superior (inferior) a +0.4 °C (-0.4 °C) durante ocho semanas consecutivas. Fuente de datos: Bureau of Meteorology, Australia. Graficado por el SMN.



3.3 Estado de la Oscilación Antártica o Modo Anular Austral (SAM, AAO)

Durante la mayor parte del 2023, el índice diario de la SAM indicó el predominio de la fase negativa del fenómeno (Figura 3.3). Las fases positivas se presentaron, en general, en períodos más cortos, excepto las que sucedieron en enero y parte de febrero, así como en mayo y agosto, que fueron más duraderas e intensas. En Argentina, la SAM en fase negativa tiende a generar condiciones menos estables en el centro y norte de Argentina, al favorecer la penetración de frentes fríos hacia latitudes medias. Por este motivo, se la asocia a anomalías negativas de temperatura y a mayores precipitaciones en esa región.

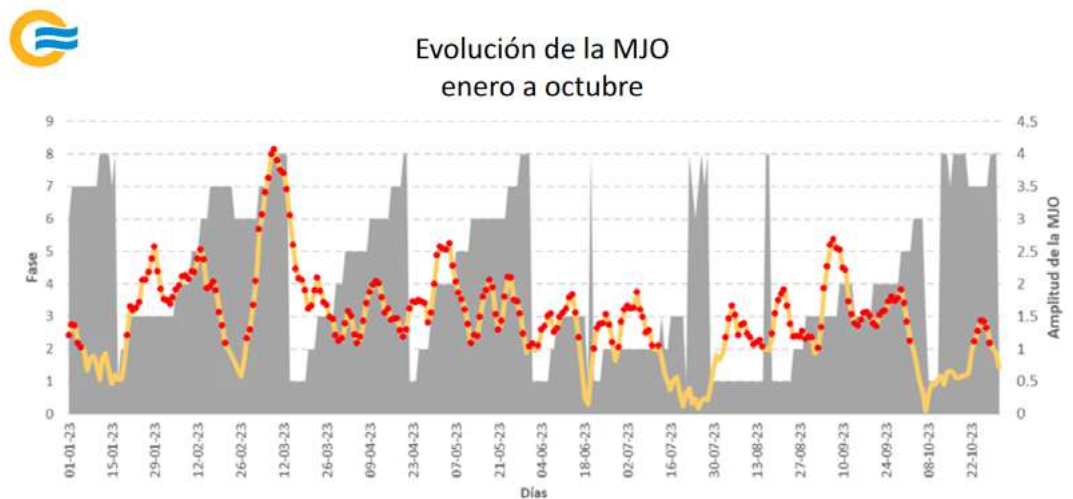
Figura 3.3. Evolución del índice diario SAM de enero a octubre de 2023. Fuente de datos: CPC/NOAA. Graficado por el SMN.



3.4 Estado de la Oscilación de Madden-Julian (MJO)

La MJO es el patrón principal de variabilidad climática en los trópicos, con períodos entre 20 y 70 días. Induce anomalías en la lluvia y en la circulación atmosférica de la banda tropical a medida que avanza hacia el este, tardando entre 30 y 60 días. Entre enero y octubre del 2023, se registraron varios eventos de la MJO (Figura 3.4), algunos de los cuales generaron impactos en Argentina. Entre el 28 de febrero y el 26 de marzo, se desarrolló un evento intenso, que presentó una señal significativa. Asimismo, ocurrió un evento moderado entre el 6 de abril y el 10 de mayo. En ambos períodos se observó precipitación por debajo de lo normal en varias localidades del norte del Litoral y norte argentino. Esto condice con el comportamiento esperado para el otoño que indica que, cuando la MJO se encuentra en las fases 7 y 8, se reducen las chances de episodios de precipitación intensa en el norte del país. En el invierno se evidenció un evento de MJO, entre el 4 y el 31 de agosto. Sin embargo, su señal se vio inhibida por la influencia de otros forzantes subestacionales. También se identificó un evento en la primavera, entre el 3 de septiembre y el 2 de octubre. En este caso, el impacto en la lluvia y la temperatura no fueron coherentes con la señal de la MJO, posiblemente por la presencia de la fase cálida del ENOS.

Figura 3.4. Evolución de la MJO de enero a octubre de 2023. El sombreado indica la fase del fenómeno (eje de la izquierda), mientras que la curva naranja, la amplitud del mismo (eje de la derecha). Los puntos rojos indican los días en que la amplitud de la oscilación es significativa (mayor a 1). Fuente de datos: Bureau of Meteorology, Australia. Graficado por el SMN.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

SMN, 2017. Oscilaciones, el Mundo en Movimiento. Revista Meteoros - Año 9 No 4, p. 52-61. Repositorio institucional del SMN. <http://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1188/MET09-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Sección | 4

GASES DE EFECTO INVERNADERO Y REACTIVOS

4. Gases de efecto invernadero y reactivos

Los gases de efecto invernadero (GEI) y gases reactivos (GR) son compuestos de la atmósfera de origen natural y antropogénico. En particular, los GEI absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro electromagnético, lo que provoca el llamado "efecto invernadero", que existe de forma natural en la atmósfera y mantiene la temperatura necesaria para la vida en el planeta. Sin embargo, cuando las concentraciones de estos gases aumentan de manera significativa, producto de las actividades del hombre, también lo hace su retención de calor, lo que da lugar a un incremento de la temperatura terrestre. Los principales GEI naturales y antropogénicos son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). También el vapor de agua y el ozono (O₃) superficial son considerados GEI, mientras que el monóxido de carbono (CO) es considerado GR.

Argentina, a través del SMN, integra el programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) desde la década del 90, impulsado por la OMM. La misión de este programa se centra en coordinar observaciones sistemáticas de alta calidad de la composición fisicoquímica de la atmósfera y su conexión con el clima y el tiempo, para detectar tendencias y cambios en la atmósfera.

4.1 Dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄)

En las estaciones Ushuaia y Marambio se monitorean in situ dos especies de gases de efecto invernadero: CO₂ y CH₄. El CO₂ es el GEI antropogénico más importante en la atmósfera por su largo tiempo de permanencia. En cambio, el CH₄ tiene un tiempo de residencia mucho menor -aproximadamente 10 años- pero con una eficiencia en el calentamiento global 28 veces superior a la del CO₂. Actualmente, la mitad del CO₂ emitido por actividades humanas permanece en la atmósfera.

Tanto en Ushuaia como en Marambio, las fracciones molares superficiales observadas en parcelas atmosféricas libre de la influencia directa de la actividad humana continuaron en aumento durante 2023 (Figuras 4.1 y 4.2). En ambas estaciones, los valores máximos de la fracción molar media mensual se incrementaron respecto de los años anteriores (Tabla 4.1).

Figura 4.1. Fracciones molar de CO₂ registradas durante 2023 para las estaciones Ushuaia (arriba) y Marambio (abajo). Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los rojos, a los promedios mensuales.

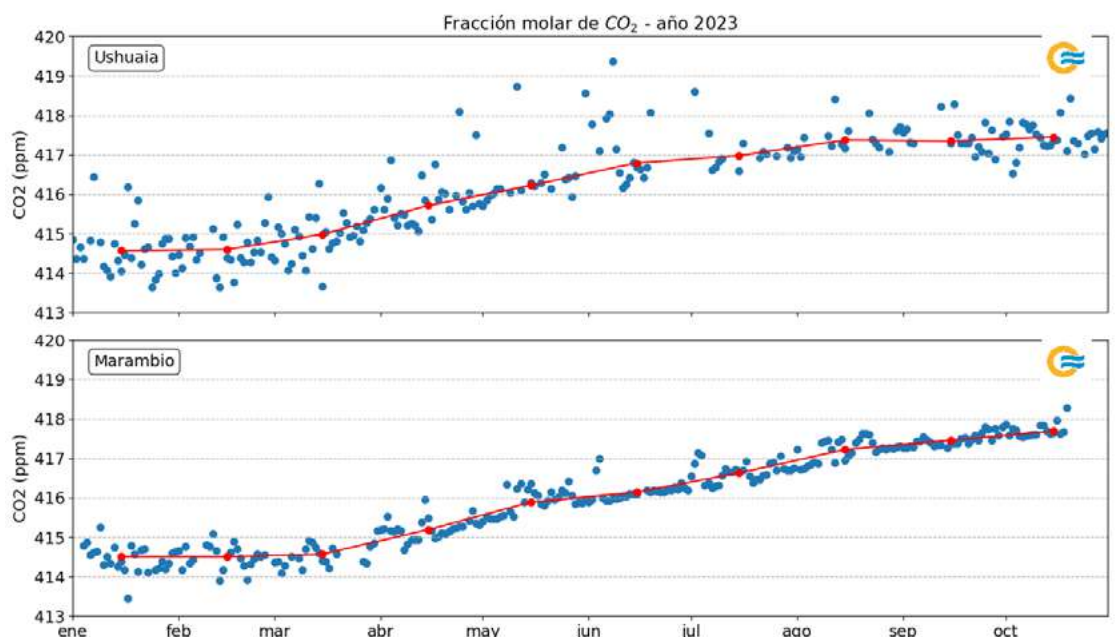


Figura 4.2. Fracciones molar de CH₄ registradas durante 2023 para las estaciones Ushuaia (arriba) y Marambio (abajo). Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los rojos, a los promedios mensuales.

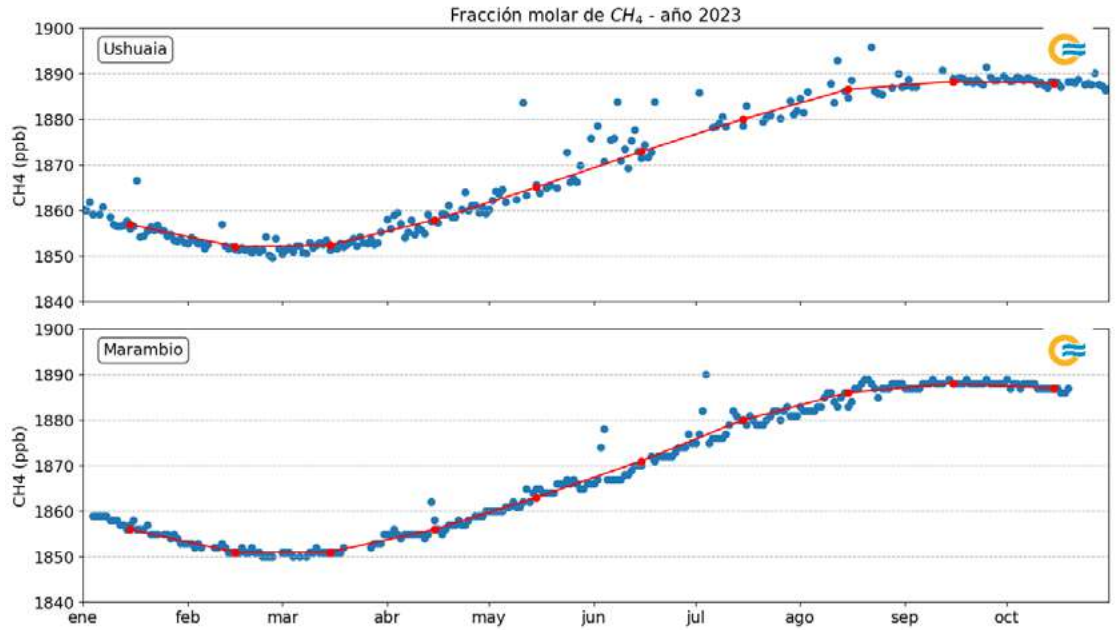


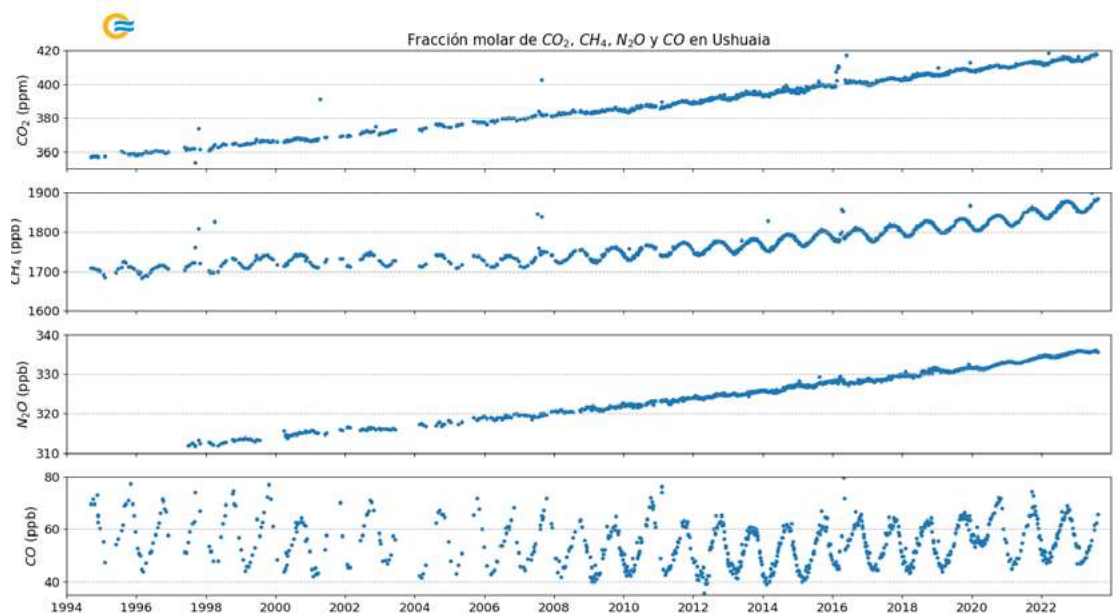
Tabla 4.1. Valores máximos de la fracción molar media mensual registrada en los últimos tres años en las estaciones Ushuaia y Marambio.

AÑO	CO ₂ (ppm)		CH ₄ (ppb)	
	Ushuaia	Marambio	Ushuaia	Marambio
2021	413.3	413.3	1816.6	1858.9
2022	415.7	415.7	1836.3	1877.3
2023	417.5	417.7	1852.1	1887.8

ppb: Partes por billón.

Las variaciones interanuales de los gases traza que componen la atmósfera dependen de distintos factores, desde el transporte hasta eventos de origen natural. En la estación Ushuaia, desde 1994, se llevan a cabo mediciones discontinuas con flask, como parte de un proyecto colaborativo con la NOAA (Lan y otros, 2023b) (Figura 4.3). Series temporales como estas proporcionan un contexto para el estudio de eventos específicos, permitiendo identificar tendencias, patrones estacionales o cambios a largo plazo.

Figura 4.3. Mediciones de fracciones molares de CO₂, CH₄, N₂O y CO en la estación Ushuaia y en el período 1994-2023, a través del proyecto de mediciones discontinuas con flask de la NOAA. Cada punto representa una medición individual.

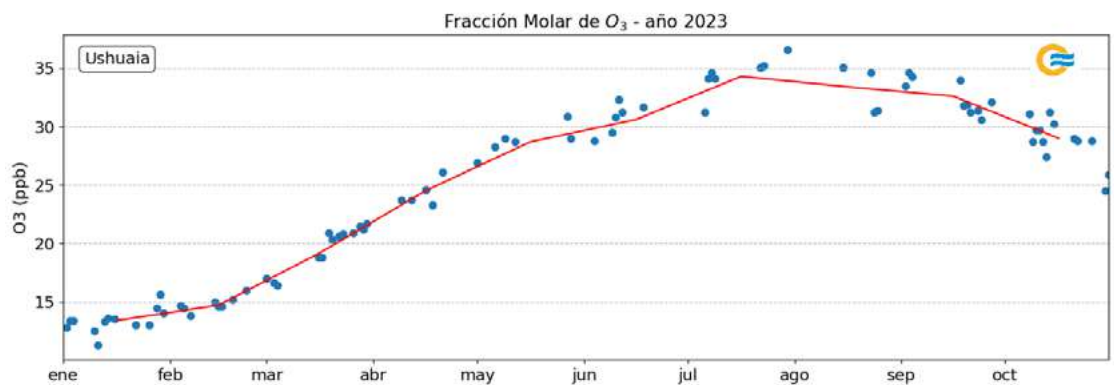


4.2 Ozono (O₃) superficial

El O₃ superficial es una sustancia oxidante que no se emite directamente a la atmósfera, sino que se produce a partir de reacciones con el óxido de nitrógeno (NO₂) y otras sustancias que forman el smog urbano. Contribuye a generar un calentamiento en la superficie de la Tierra, al igual que el CO₂, CH₄ y N₂O.

El O₃ superficial, para las estaciones de Ushuaia y Marambio, exhibe ciclos estacionales con máximos en invierno y mínimos en verano. Esto se debe a que, durante otoño e invierno, dominan los procesos de transporte de O₃ y la disminución de la luz solar deja de ser poco a poco un factor en el proceso de destrucción. Al iniciar la primavera, por el contrario, los procesos radiativos se hacen presentes y generan las reacciones fotoquímicas que producen la remoción del gas. De enero a octubre de 2023 se observó un ciclo estacional de O₃ superficial marcado en Ushuaia (Figura 4.4). En particular, durante el mes de julio, se registró un máximo de 36.6 ppb, superando el valor máximo alcanzado en 2022, de 35.5 ppb.

Figura 4.4. Mediciones continuas de las fracciones molares de O₃ superficial registradas en la estación Ushuaia durante 2023. Los círculos azules corresponden a los promedios diarios y los rojos, a los promedios mensuales.



SECCIÓN 4: Referencias

Lan, X., P. Tans y K. W. Thoning, 2023a. Trends in globally-averaged CO₂ determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements [Tendencias del CO₂ medio mundial determinadas a partir de las mediciones del Laboratorio de Vigilancia Mundial de la NOAA]. Versión 2023-03 NOAA/GML. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>.

Sección | 5

MONITOREO DE LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA

5.1 Capa de ozono

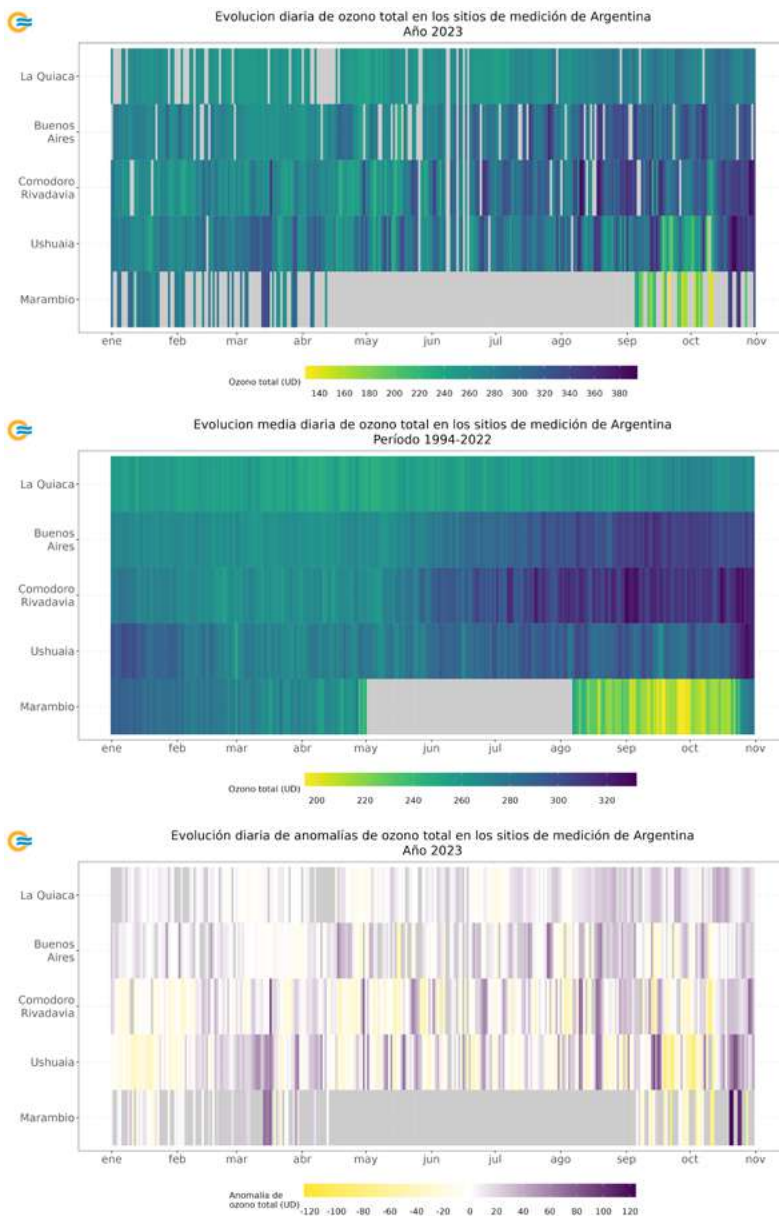
La capa de ozono en la estratósfera actúa como un filtro de la radiación solar ultravioleta (UV). Su función es vital debido a que un ligero aumento de este tipo de radiación puede afectar nocivamente a los ecosistemas y algunos materiales en la superficie terrestre. Dicha capa sufre un proceso de degradación desde el inicio de la década del 80 y, año a año, da origen al agujero de ozono, sobre todo en la Antártida. Esto es debido, principalmente, a la presencia de sustancias como los clorofluorocarbonos (CFC's), que son responsables directos de la destrucción del ozono estratosférico (Molina y Rowland, 1974). En la actualidad, el uso de estas y otras sustancias están reguladas por el Protocolo de Montreal (PNUMA, 2019). A su vez, dado que el ozono genera un calentamiento por la energía que libera durante su fotodisociación, su agotamiento contribuyó al enfriamiento de la estratósfera inferior. Ha causado cambios en la circulación estival del hemisferio sur en las últimas décadas, con consiguientes efectos en las temperaturas, las precipitaciones y los océanos (OMM, 2018).

Una mayor información sobre la medición de ozono a partir de espectrofotómetros se puede encontrar en OMM (2008) y en Carbajal y otros (2012).

En Argentina se monitorea la evolución e intensidad de la capa de ozono con cinco espectrofotómetros Dobson, ubicados en las estaciones La Quiaca, Buenos Aires, Comodoro Rivadavia, VAG Ushuaia y la base antártica Marambio. Dichos instrumentos miden las cantidades de ozono total o el espesor total de la columna del gas sobre los sitios, en unidades Dobson (UD)¹.

UD¹: Espesor óptico de 0.001 mm de ozono a temperatura y presión estándar.

5.1.1 EVOLUCIÓN DE OZONO TOTAL



La observación y el monitoreo en los puntos de medición de ozono se realizaron de manera continua durante 2023, salvo en algunos sitios que presentaron faltantes de datos. Uno de estos casos es la base antártica Marambio, donde durante la noche polar invernal (de abril a agosto) se suspenden los registros debido a las condiciones meteorológicas adversas para el instrumento y para los operadores.

De enero a octubre de 2023, la evolución diaria de ozono total en estaciones con espectrofotómetro Dobson reflejó el ciclo anual del campo medio del período de referencia 1994-2022 (Figura 5.1 arriba y centro). Sin embargo el campo de anomalías reveló un déficit de ozono en enero para Comodoro Rivadavia y Ushuaia, y una pequeña ganancia en La Quiaca y Buenos Aires, entre 10 y 20 UD (Figura 5.1 abajo). Hacia mediados de abril, las estaciones (exceptuando Marambio, por el cese de mediciones) mostraron un déficit de ozono, una situación detectada por el consenso de instrumentos satelitales (OMI, TOMS y OMPS) y posiblemente asociada a una circulación estratosférica debilitada. Durante los días de invierno, se observó un transporte de ozono desde La Quiaca, que alcanzó por momentos a Ushuaia, donde es muy probable que haya encontrado una barrera en el vórtice polar, que hasta ese momento estaba fortalecido.

Figura 5.1. Arriba: Evolución diaria de ozono total en los cinco sitios de medición durante 2023. Centro: Evolución media diaria de ozono total en los puntos de medición, considerando el período de referencia 1994-2022. Abajo: Anomalías diarias de ozono total durante 2023, con respecto al valor medio 1994-2022. En colores violetas se representan las anomalías positivas y en colores amarillos, las negativas. En todos los gráficos, los datos faltantes se indican con color gris.

Al inicio de la primavera, el agujero de ozono alcanzó a la ciudad de Ushuaia durante septiembre. A finales del mismo mes se produjo un evento de calentamiento súbito estratosférico, que perturbó al vórtice polar y debilitó al agujero de ozono, reduciendo su tamaño. Esto se manifestó en un aumento de ozono en Ushuaia y Marambio hacia finales del mes de octubre.

La evolución de los promedios mensuales de ozono mostró un comportamiento similar al de los datos diarios. Se registró un aumento en los valores de La Quiaca y Buenos Aires durante enero, y de Ushuaia y Marambio durante febrero a abril; un incremento en el transporte de ozono desde La Quiaca durante el invierno; y la influencia del agujero de ozono sobre Ushuaia y Marambio en septiembre y octubre.

5.2 Radiación solar ultravioleta

La radiación solar que alcanza la superficie terrestre comprende longitudes de onda que pertenecen al espectro infrarrojo, visible y ultravioleta (UV). Si bien el porcentaje de radiación UV que llega a la superficie es mucho menor que el correspondiente a las restantes longitudes de onda, la influencia que esta parte del espectro electromagnético ejerce sobre diversos mecanismos biológicos la vuelve tan importante como las demás. Este tipo de radiación puede afectar de manera nociva a los ecosistemas, y su presencia está directamente asociada con la concentración de ozono local. Entre sus consecuencias más notorias, se destaca su estrecha relación con el incremento de incidencia de cáncer de piel en la población.

El parámetro más estudiado de la radiación solar UV, por sus implicancias biológicas, es la irradiancia solar UV eritémica, que se obtiene en base a la irradiancia solar y la respuesta de acción eritémica de la piel definida por McKinlay y Diffey (1987). A partir de ella, es posible obtener el índice UV, utilizado para cuantificar los niveles de radiación solar UV y el riesgo asociado. Este índice presenta una escala numérica de colores y riesgo estandarizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002) (Figura 5.2).

Figura 5.2. Escala de categorías de riesgo para los distintos intervalos de valores del índice UV. Fuente: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42459/9244590076.pdf>.

CATERGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11 +

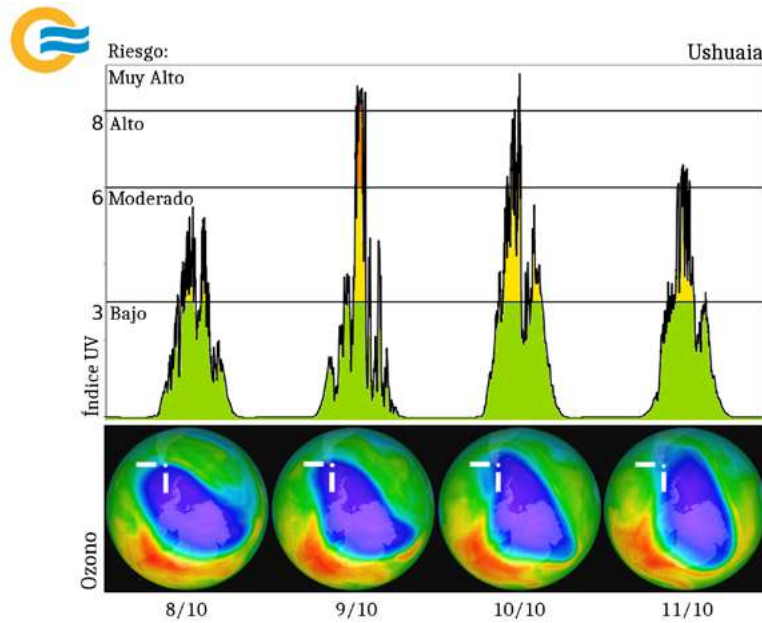
Los niveles de intensidad de radiación UV que alcanzan la superficie dependen de múltiples parámetros, como el ozono, la nubosidad, la altura sobre el nivel del mar, la época del año y la presencia de aerosoles en la atmósfera, entre otros. Dada la extensión geográfica del territorio argentino y su variada orografía, es esperable que se presenten distintos valores de intensidad de radiación UV en las diferentes regiones del país.

Las estaciones de Buenos Aires, Mendoza, Ushuaia y Marambio son las que disponen de un mayor número de mediciones de radiación UV en los últimos años. A pesar de poseer un registro minutal muy completo, dos de estos sitios no cuentan con series completas a partir de enero de 2023, debido a la realización de un proceso de intercomparación de radiómetros UV llevado a finales de 2022, siguiendo un proceso similar al presentado en Nollas y otros (2019).

5.2.1 MONITOREO DE ÍNDICE UV

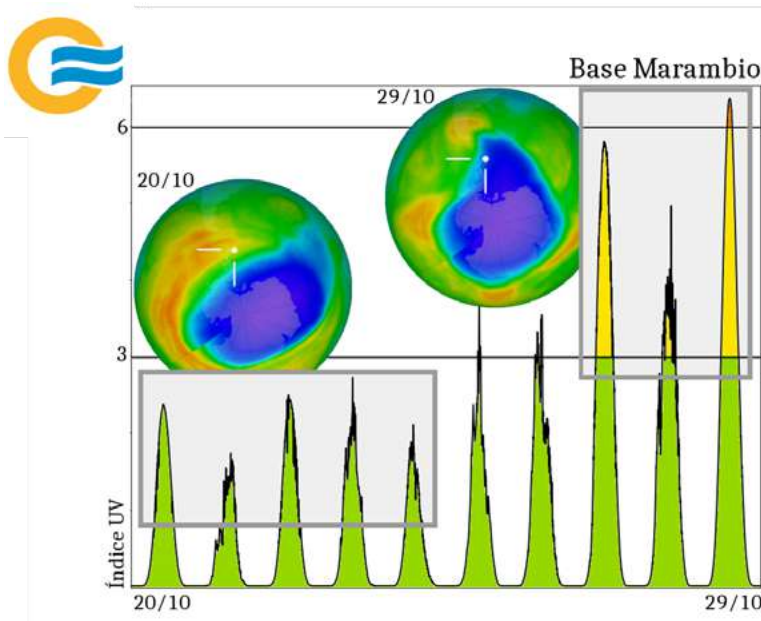
El ozono estratosférico desempeña un papel crucial como atenuador de la radiación solar UV, por lo que resulta relevante analizar los niveles de índice UV durante el paso del agujero de ozono en Ushuaia y Marambio. En la VAG Ushuaia, durante los días 8, 9, 10 y 11 de octubre, se registraron niveles de índice UV con riesgo “moderado”, “alto” y “muy alto” cerca del mediodía solar (13 h). En particular, se mantuvieron niveles de riesgo “alto” y “muy alto” durante al menos una hora en los días 9, 10 y 11, superando incluso el índice UV 8 (riesgo “muy alto”) el 9 y 10 de octubre. Esto estuvo asociado al pasaje del agujero de ozono sobre la Isla Grande de Tierra del Fuego, que abarcó también la provincia de Santa Cruz y el sur de Chubut el día 10 de octubre (Figura 5.3). Como referencia, para las mismas fechas y en ese sitio, y bajo condiciones normales de ozono, el riesgo debería ser “bajo” a “moderado” (índice UV cercano a 4) en horas del mediodía.

Figura 5.3. Arriba: Valores de índice UV en la estación Ushuaia entre el 8 y el 11 de octubre de 2023, con identificación de los rangos de las categorías de exposición: bajo (verde), moderado (amarillo), alto (naranja) y muy alto (rojo). Abajo: Pasaje del agujero de ozono sobre el sur de la Patagonia para el mismo período. La región azul indica la extensión del agujero de ozono (< 220 UD). Fuente de datos: NASA, <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>. Graficado por el SMN.



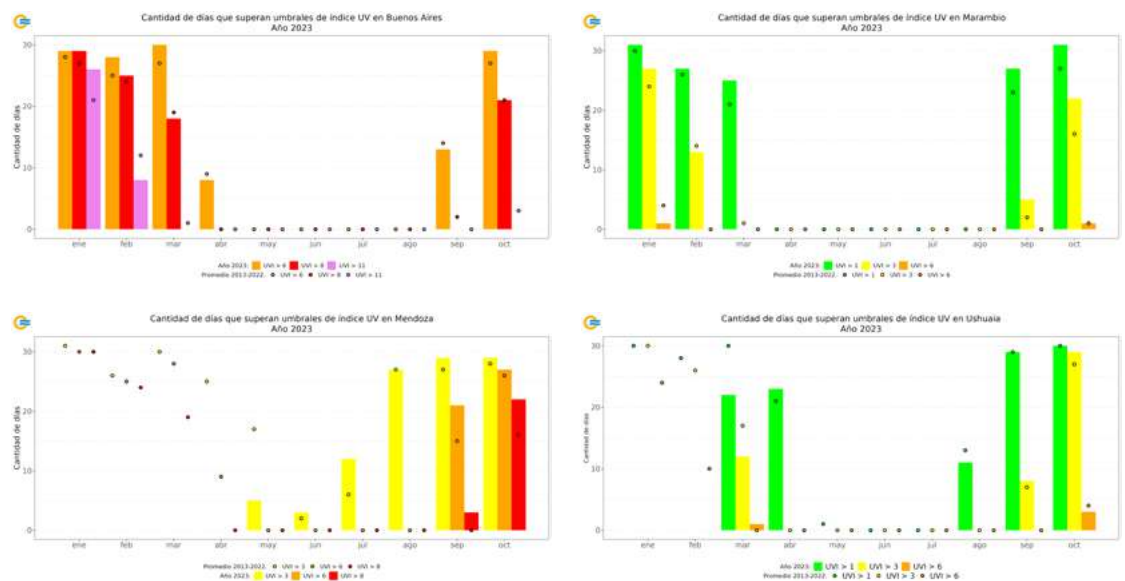
Entre los días 20 y 29 de octubre, las mediciones obtenidas en la base Marambio mostraron un incremento considerable del índice UV, cercano al 150 %, asociado al pasaje del agujero de ozono (Figura 5.4). La presencia del agujero de ozono sobre dicha estación durante estas fechas, esperable para la época del año, y su ausencia entre los días 20 y 24 de octubre reflejaron el impacto del fenómeno en lo que respecta a la atenuación de la radiación UV, perjudicial para la piel y los ojos cuando no se cuenta con la protección adecuada: en el intervalo de tiempo observado, el nivel de riesgo por este tipo de radiación pasó de “bajo” a “alto”.

Figura 5.4. Valores de índice UV en la base Marambio entre el 20 y el 29 de octubre de 2023, con identificación de los rangos de las categorías de exposición: bajo (verde), moderado (amarillo) y alto (naranja). El pasaje del agujero de ozono sobre la península antártica incrementa el nivel de riesgo desde “bajo” (20 a 24 de octubre) a “alto” (27 a 29 de octubre). Para los días 20 y 29 se incluyen imágenes satelitales que muestran el estado inicial sin presencia del agujero de ozono y con presencia del mismo, respectivamente. La región en azul indica la extensión del agujero de ozono (< 220 UD). Fuente de datos: NASA, <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>. Graficado por el SMN.



El riesgo ante la exposición a la radiación solar se evalúa a partir de los valores de índice UV registrados diariamente en un determinado sitio. Por lo tanto, se puede utilizar el máximo valor alcanzado en un día para estudiar el comportamiento de este parámetro, o bien analizar la cantidad de días por mes que que exceden ciertos niveles de riesgo. Durante enero de 2023, en Buenos Aires, ciudad con una alta densidad poblacional, se contabilizaron 26 días en los que el máximo valor de índice UV superó el umbral de 11, establecido como “extremadamente alto”, sobrepasando el promedio del período de referencia 2013-2022 (Figura 5.5 arriba izq.). Por otro lado, en Marambio se registró un número muy reducido de días en los que el máximo del índice excedió el nivel 3 entre febrero y septiembre (Figura 5.5 arriba der.). En este sitio, la mayoría de los meses de 2023 presentaron una mayor cantidad de días con índice UV por encima de 1 y de 3 en comparación con la media histórica. En el caso de Mendoza, en el mes de mayo, hubo un menor número de días con índice UV máximo mayor a 3, mientras que, durante septiembre y octubre, la cantidad de días que superaron los umbrales de 3,6 y 8 fue mayor al promedio de referencia (Figura 5.5 abajo izq.). En Ushuaia, desde abril hasta octubre, se observaron una cantidad similar de días con índices UV máximos mayores a 1,3 y 6 que el promedio de referencia (Figura 5.5 abajo der.).

Figura 5.5. Cantidad de días en los que el máximo diario del índice UV superó los umbrales de las categorías de exposición para las estaciones Buenos Aires (arriba izq.), Mendoza (arriba der.), Ushuaia (abajo izq.) y Marambio (abajo der.). Con puntos se indica la cantidad de días promedio en los que se sobrepasaron los umbrales en el período 2013-2022.



REFERENCIAS

Carbajal Benítez, G., M. Cupeiro, R. Sánchez, J. D. Agüero, M. E. Barlasina y F. Nollas, 2012. Caracterización de la columna total de ozono medido con el espectrofotómetro Dobson en cuatro estaciones en la Argentina. E-ICES9, ISBN 978-987-1323-36-4.

McKinlay, A. F., y B. L. Diffey, 1987. A Reference Action Spectrum for Ultraviolet Induced Erythema in Human Skin. Human Exposure to Ultraviolet Radiation: Risks and Regulations [Un espectro de acción de referencia para el eritema producido por la radiación ultravioleta en la piel humana. Exposición humana a la radiación ultravioleta: Riesgos y Regulaciones]. Elsevier Science, p. 83-87.

Molina, M. J., y F. S. Rowland, 1974. Stratospheric sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine atom-catalysed destruction of ozone [Sumidero estratosférico de clorofluorometanos: Destrucción del ozono catalizada por átomos de cloro]. Nature, 249.

Nollas, F., E. Luccini, G. Carbajal Benítez, F. Orte, E. Wolfram, G. Hülsen y J. Gröbner, 2019. Report of the Fifth Erythemal UV Radiometers Intercomparison [Informe de la quinta intercomparación de radiómetros UV eritemales]. GAW Report No. 243.

OMS, 2002. Global Solar UV Index: A Practical Guide [Índice de radiación solar UV global: Guía práctica]. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42459/9241590076.pdf>.

OMM, 2008. Operation Handbook - Ozone Observation with a Dobson Spectrophotometer [Manual de funcionamiento - Observación del ozono con un espectrofotómetro Dobson]. GAW Report No. 183.

OMM, 2018. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018 [Evaluación científica sobre el agotamiento de la capa de ozono: 2018]. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 58. <https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-05/SAP-2018-Assessment-report.pdf>.

Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA), 2019. Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Decimotercera edición. ISBN 978-9966-076-61-8. <https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-06/MP-Handbook-2019-Spanish.pdf>.

SMN | REPORTE PRELIMINAR

ESTADO DEL CLIMA EN ARGENTINA 2023



Ministerio de Defensa
Argentina