

BOLETÍN N°22

SITUACIÓN HIDROLÓGICA
CUENCA DEL RÍO BIOBÍO

MARZO 2024

Equipo de trabajo Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Biobío

Juan Vallejos Carle
Presidente
Ingeniero Civil Agrícola
M. Sc. Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos

Rafael Pérez Rodríguez
Gerente
Ingeniero Civil Agrícola
M. Sc. Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos

Loreto Chávez Friz
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
Magíster en Manejo de Recursos Naturales

08 de abril 2024

GLOSARIO

DGA: Dirección General de Aguas

INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario

DMC: Dirección Meteorológica de Chile

SPI (IPE): Índices de Precipitación Estandarizada

JVBB: Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Biobío

UTM: Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator

AMJ: Abril, mayo y junio.

ENSO: El Niño-Oscilación del Sur

FUENTES

Dirección General de Aguas. (2024, 05 de abril). MOP DGA División de Hidrología. Sistema Hidrométrico en Línea. https://snia.mop.gob.cl/dgasat/pages/dgasat_main/dgasat_main.htm

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2024, 05 de abril). Agrometeorología. Red Agrometeorológica INIA. <https://agrometeorologia.cl/>

Ministerio de Agricultura. (2024, 05 de abril). Agromet. Red Agroclimática Nacional. <https://www.agromet.cl/>

Climate Engine. (2024, 08 de marzo). Cloud Computing of Climate and Remote Sensing Data. Climate Engine. <https://app.climateengine.com/climateEngine>

Google Earth Engine. (2024, 05 de abril). Plataforma, Code Editor. <https://earthengine.google.com/>

CIIFEN. (2024, 05 de abril). El Niño y La Niña CIIFEN. El Niño Oscilación del Sur. <https://ciifen.org/el-nino-la-nina-ciifen/>

Columbia Climate School. (2024, 05 de abril). IRI -International Research Institute for Climate and Society. ENSO Forecast. https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume

Centro Climático (APCC). (2024, 05 de abril). Introduction APEC Climate Center. CLIK Climate Information Toolkit. <https://cliiks.apcc21.org/processing/clipping>

“Agradecemos al Centro de Pronóstico MME de APCC por hacer que sus datos de pronósticos estén disponibles para su análisis, el Informe Climático de APEC Centro para recopilar y archivar datos, así como para producir predicciones APCC MME”.

ÍNDICE

- (1) Resumen
- (2) Pluviometría
- (3) Nieve
- (4) Reservorios y laguna Laja
- (5) Caudal
- (6) ENSO

1) Resumen:

1. Precipitación:

En la cuenca del río Biobío a marzo, correspondiente al cierre de año hidrológico, ha precipitado en promedio de **1.597,5 mm** lo que representa un **déficit** de **0,2%** para el año hidrológico 2023-2024 respecto de un año normal y un **superávit** del **9,3%** en relación con el año hidrológico 2022-2023 (1.416,1 mm), a igual periodo.

En tanto, al comparar la precipitación normal para marzo de 40,1 mm esta presenta un **superávit** del **67,6%**, para marzo del 2024 se registraron en promedio 60,3 mm.

Para la zona de precordillera y cordillera existe un quiebre en la tendencia en relación con el periodo seco muy marcado en los últimos 18 años, presentando un año hidrológico húmedo, en contraste con el valle que aún continúa con la tendencia de periodo seco.

2. Nieve:

- Estación nivométrica Alto Mallines: 0,0 mm equivalente en agua,
- Estación nivométrica Los Corralitos: 0,0 mm equivalente en agua,
- Estación nivométrica Liucura: 0,0 mm equivalente en agua.
- Cobertura nival al 31 de marzo en la cuenca del río Biobío: 36,18 km².
- Más información en <https://jvbb.cl/nieve-2023-2024>

3. Estado de Laguna y Reservorios:

- **Laguna Laja:** presenta un 13,8% de llenado por sobre su promedio histórico (1991-2020) y 33,7% respecto de su capacidad, es decir, un superávit del 206,6% por sobre el volumen del año 2023 a la misma fecha,
- **Embalse Ralco:** presenta un llenado de 27,9% por sobre su promedio histórico y un 55,0% de llenado respecto de su capacidad máxima,
- **Embalse Pangue:** presenta un llenado de un 3,1% en relación con el promedio histórico y un 89,6% de llenado respecto de su capacidad.

4. Caudal:

La cuenca del río Biobío presenta un caudal medio anual a marzo de **418,0 m³/s**, lo que representa un **superávit** del **20,9%** para el período año hidrológico 2023-2024, mientras que el caudal medio para marzo fue de **106,7 m³/s**, lo que representa un **déficit** del caudal medio mensual de **10,8%**, en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes.

5. ENSO:

- Para Niño 1+2, Niño3.4, se observa disminución de anomalías positivas para el mes de marzo,
- Los siete modelos utilizados indican que continúa umbrales de El Niño (74%), y ENSO¹-neutral (26%). Todos los modelos persisten en estos niveles hasta mayo 2024,
- Probabilidad de ENSO¹-neutral en junio - agosto 2024.
- Es probable que se produzca una transición de El Niño a ENSO¹-neutral para abril-junio de 2024 (83% de probabilidad), con probabilidades de que La Niña se desarrolle para junio-agosto de 2024 (62% de probabilidad),
- El pronóstico del ENSO¹ para abril, mayo y junio 202 se pronostican probabilidades de condiciones ENSO¹-Neutral, con un 83% probabilidad,
- SOI², último valor observado fue de -0,3
- Se espera que las precipitaciones para el periodo (AMJ³) sea bajo lo normal,
- Se espera que las temperaturas superficiales del mar para el periodo (AMJ³) sea bajo lo normal.

(1) ENSO: El Niño-Oscilación del Sur

(2) SOI: Índice de Oscilación del Sur

(3) AMJ: Abril, mayo y junio

2) Pluviometría:

Tabla 1: Precipitaciones acumuladas año hidrológico.

Estación	Precipitación Acumulada	Precipitación Acumulada (1)	Precipitación Normal (2)	Precipitación Acumulada (3)	Superávit + / Déficit - (%)	
	marzo (mm)	Abril - marzo 2023 - 2024 (mm)	1991-2020 (*) (mm)	Año hidrológico abril - marzo 2022 - 2023 (mm)	(1) R (2)	(1) R (3)
Concepción	34,2	737,2	1.092,5	772,7	-32,5	-4,6
Nacimiento	57,1	1.107,5	1.172,4	1.072,1	-5,5	3,3
Los Ángeles	51,8	887,4	1.049,0	922,8	-15,4	-3,8
Trupán	58,8	1.801,0	1.635,0	1.393,6	10,2	29,2
Mulchén	88,0	1.367,0	1.216,1	1.357,3	12,4	0,7
Angol	58,8	1.211,3	1.065,6	1.240,5	13,7	-2,4
Quilaco	58,0	1.101,6	1.414,5	1.292,1	-22,1	-14,7
Abanico	73,8	2.777,7	2.048,5	1.709,5	35,6	62,5
Embalse Pangue	62,6	3.387,2	3.321,2	2.983,9	2,0	13,5

La cuenca presenta en promedio, un **déficit** de **-0,2%** para el año hidrológico 2023-2024 respecto de un año normal y un **superávit** del **9,3%** con relación al año hidrológico 2022-2023, a igual fecha del año.

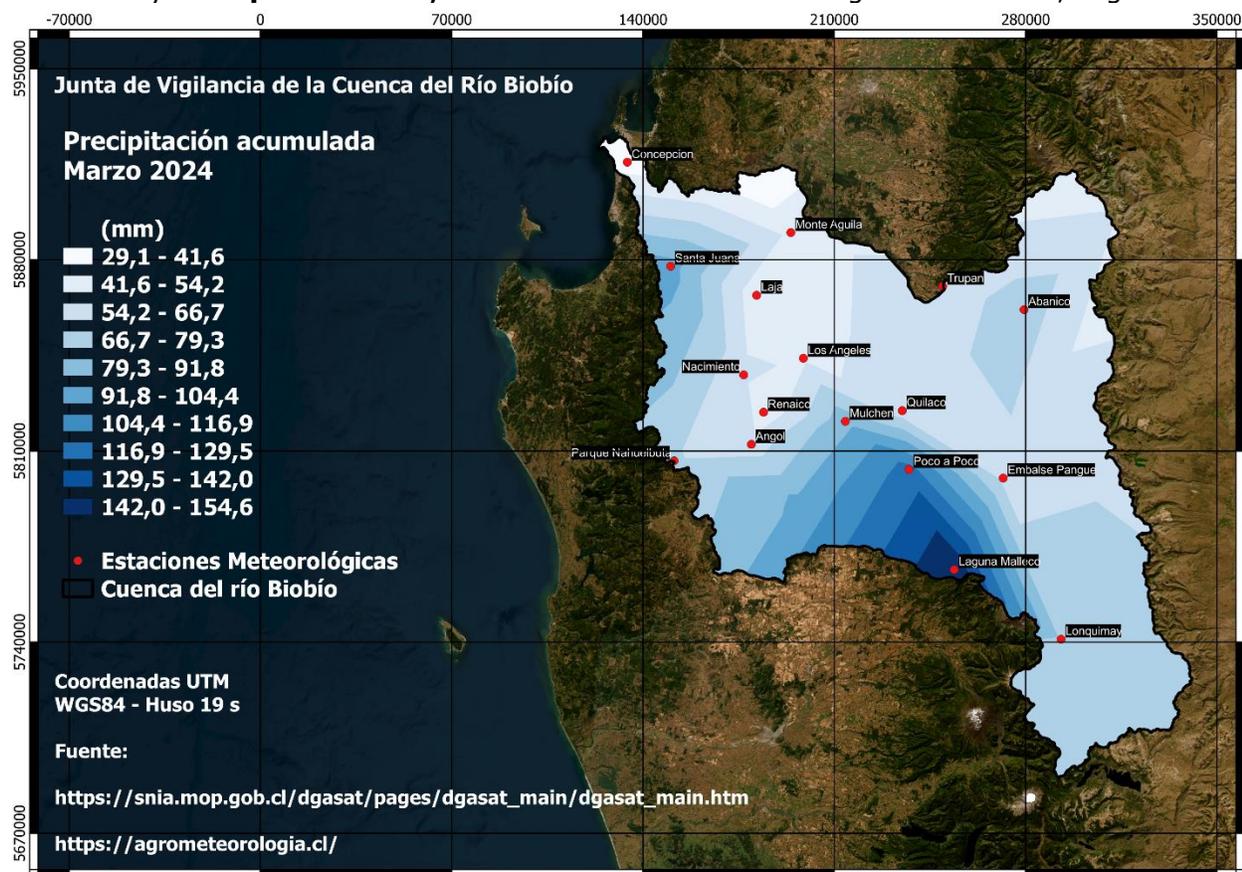


Figura 1: Precipitaciones acumuladas, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

(*) Según nueva normal climática 1991-2020, de la Dirección General de Aguas (DGA) - <https://snia.mop.gob.cl/repositorioodga/handle/20.500.13000/7392>

Tabla 2: Anomalía de precipitaciones para marzo 2024.

Estación	Precipitación acumulada	Precipitación normal	Superávit + / Déficit -
	marzo (mm) (1)	1991-2020 (*) (mm) (2)	(mm) (1) R (2)
Concepción	34,2	24,9	37,5
Nacimiento	57,1	25,6	122,6
Los Ángeles	51,8	30,7	68,9
Trupán	58,8	41,8	40,6
Mulchén	88,0	37,8	132,6
Angol	58,8	24,0	144,8
Quilaco	58,0	41,6	39,4
Abanico	73,8	49,7	48,5
Embalse Pangue	62,6	84,8	-26,2

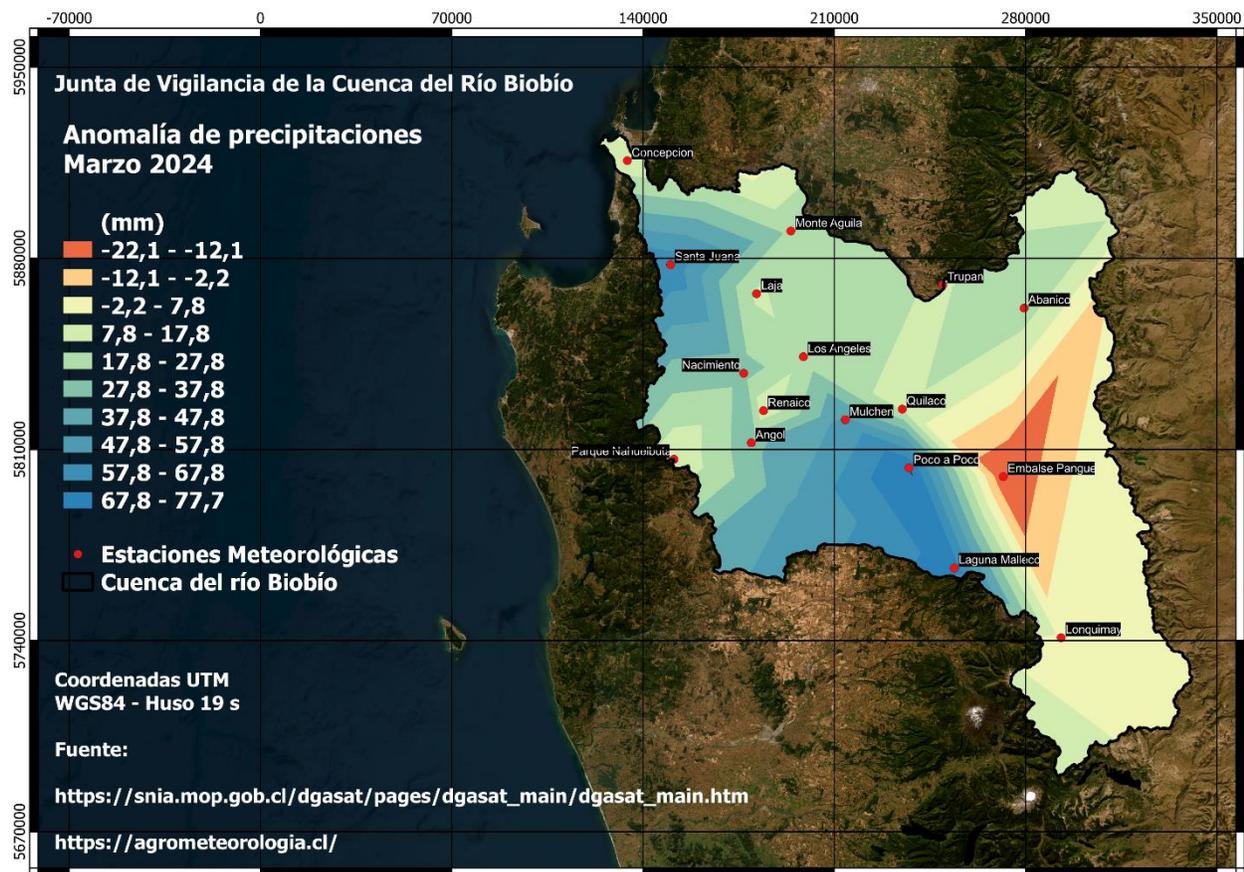


Figura 2: Anomalía de precipitaciones, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

(*) Según nueva normal climática 1991-2020, de la Dirección General de Aguas (DGA) - <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/7392>

Considerando el fin del año hidrológico 2023 – 2024 a continuación, se presenta la precipitación acumulada para el periodo indicado.

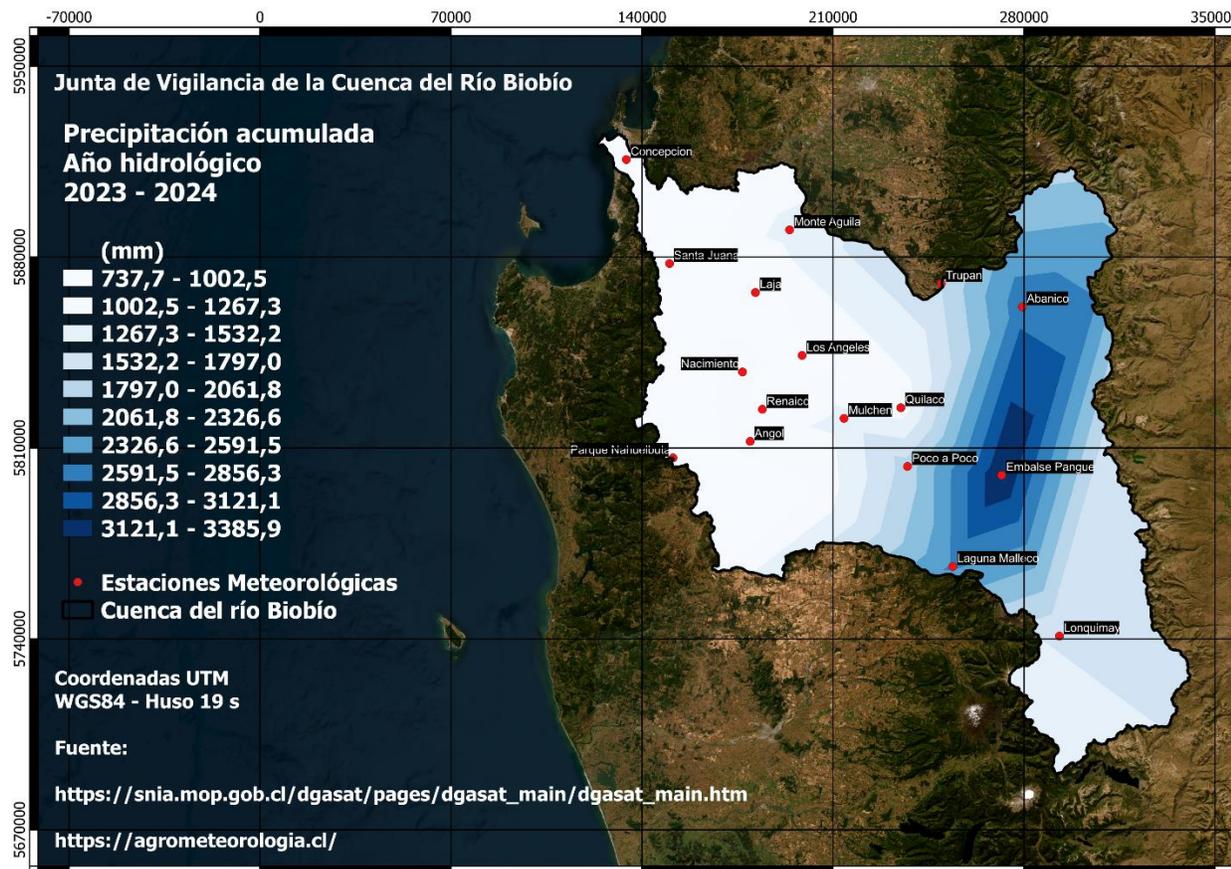


Figura 3: Precipitación acumulada año hidrológico 2023 - 2024, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

2.1. Índices de Humedad

A continuación, considerando el término del año hidrológico 2023 – 2024, se presenta la curva de desviación acumulada referido al módulo pluviométrico anual medio, el cual permite clasificar periodos húmedos, moderado y secos, para serie de datos de precipitaciones superiores a treinta años, los tramos en los que la pendiente tiene tendencia positiva corresponden a secuencias húmedas de la serie pluviométrica, siendo el grado de mayor humedad a mayor pendiente del tramo. Los tramos con pendiente negativa corresponden a secuencias secas y el grado de mayor sequía será a mayor pendiente. A continuación, se presentan

las curvas para las estaciones meteorológicas de Mulchén, Quilaco y Trupán desde el año 1960 al 2024.

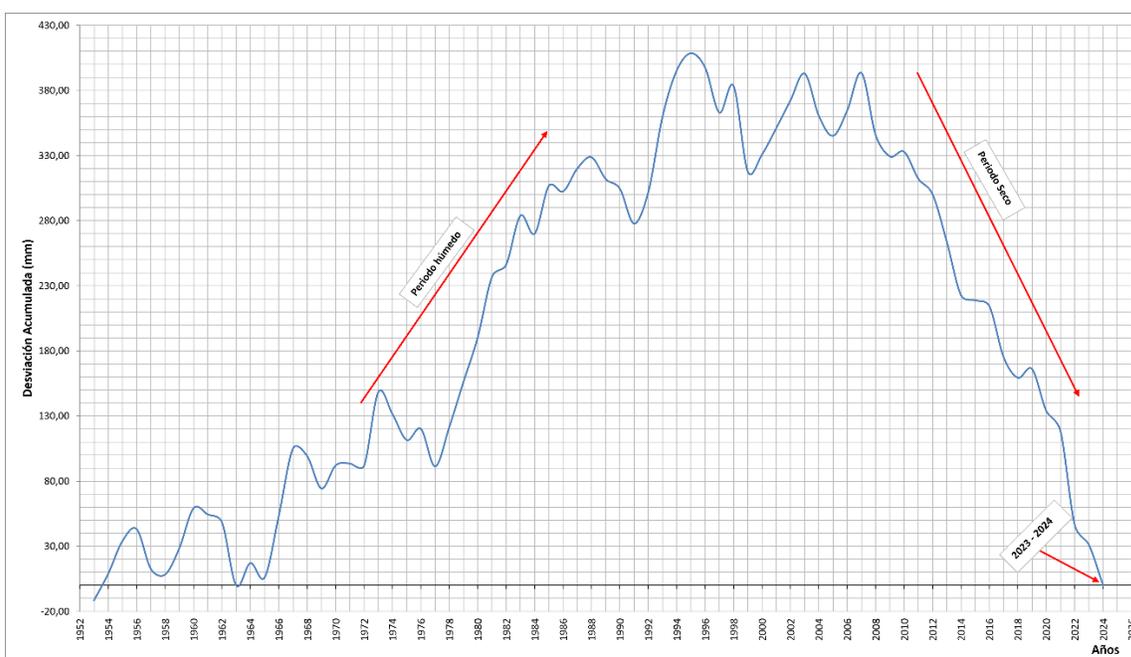


Figura 4: Curva de desviación acumulada respecto a la media, **estación Quilaco.**

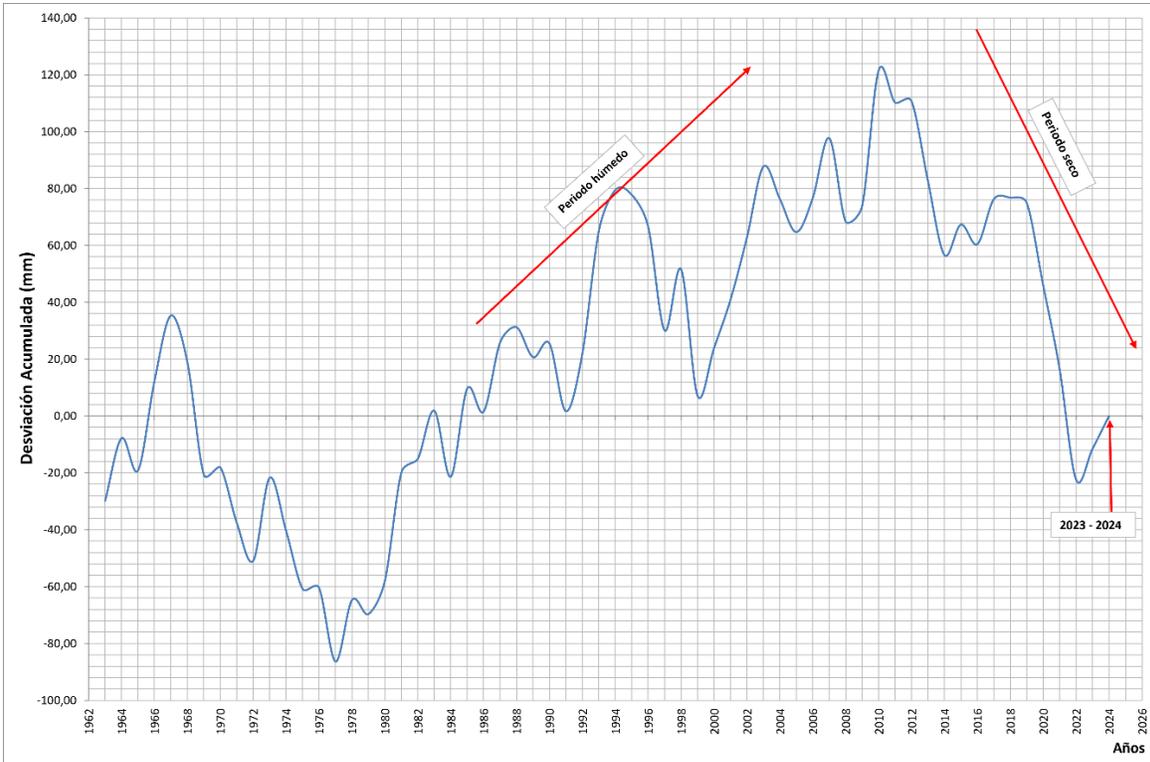


Figura 5: Curva de desviación acumulada respecto a la media, **estación Mulchén.**

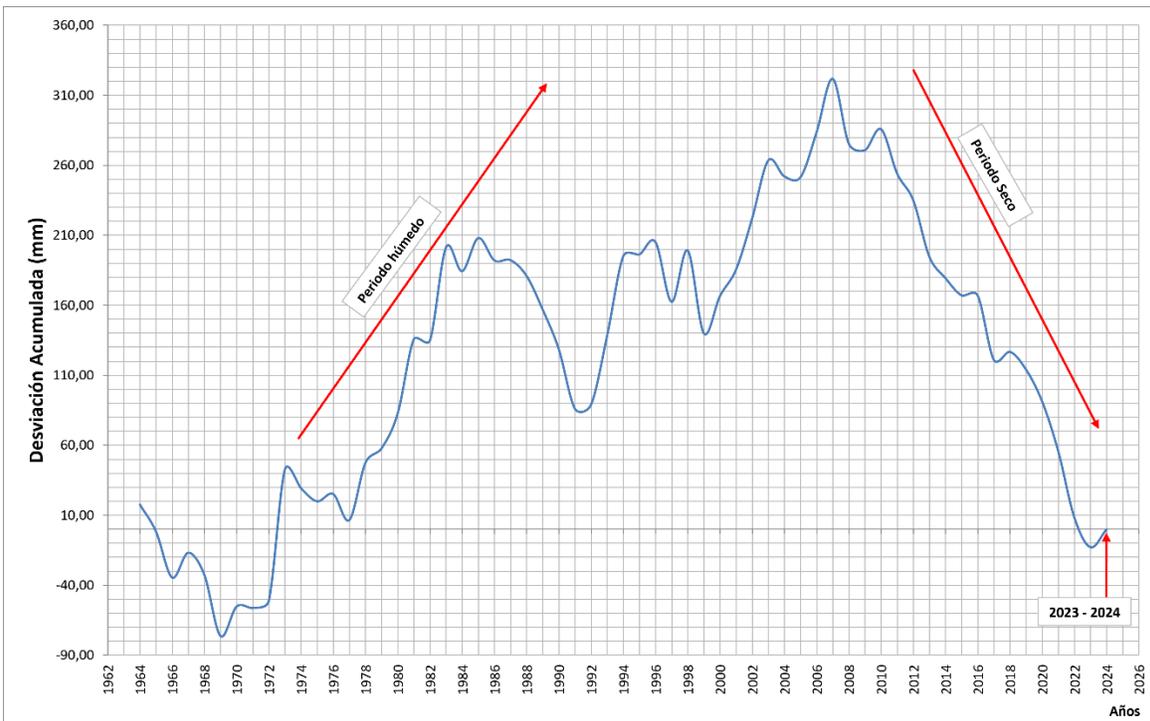


Figura 6: Curva de desviación acumulada respecto a la media, **estación Trupán.**

De los puntos de control anteriores, la zona de precordillera y cordillera (Mulchén, Trupán) existe un quiebre en la tendencia en relación con el periodo seco muy marcado en los últimos 18 años, presentando un año hidrológico húmedo, en contraste con el valle (Quilaco) que aún continúa con la tendencia de periodo seco.

3) Nieve

3.1 Estación nivométrica Alto Mallines, cota 1700 msnm.

Tabla N°3: Nieve acumulada y altura de nieve.

Fecha	Equivalente en agua (mm)	Altura de nieve (m)
31 de marzo 2024	0,00	0,00
31 de marzo 2023	0,00	0,00

Acumulación
Máxima
Anual
(mm) (*)

524,0

3.2 Estación nivométrica los Corralitos, cota 1790 msnm.

Tabla N°4: Nieve acumulada y altura de nieve.

Fecha	Equivalente en agua (mm)	Altura de nieve (m)
31 de marzo 2024	0,0	0,0

s/i: Sin información.

3.3 Estación nivométrica Liucura, cota 1000 msnm.

Tabla N°5: Nieve acumulada y altura de nieve.

Fecha	Equivalente en agua (mm)	Altura de nieve (m)
31 de marzo 2024	0,0	0,0

La Cobertura nival disponible al 31 de marzo en la cuenca del río Biobío es de **36,18 km²** distribuidos en las siguientes subcuencas, ver figura 7:

1. Subcuenca del río Duqueco: **5,24 km²**
2. Subcuenca del río Laja Alto (hasta río Rucue): **9,21 km²**
3. Subcuenca del río Biobío entre río Ranquil y río Duqueco; subcuenca río Biobío Alto (hasta después junta río Lomín): **21,73 km²**

Además, en la figura 8, se observa la evolución de la cobertura nival para el mes de marzo desde el año 1998.

Esta información se encuentra actualizada hasta el 08 de abril del 2024 en nuestra página web.

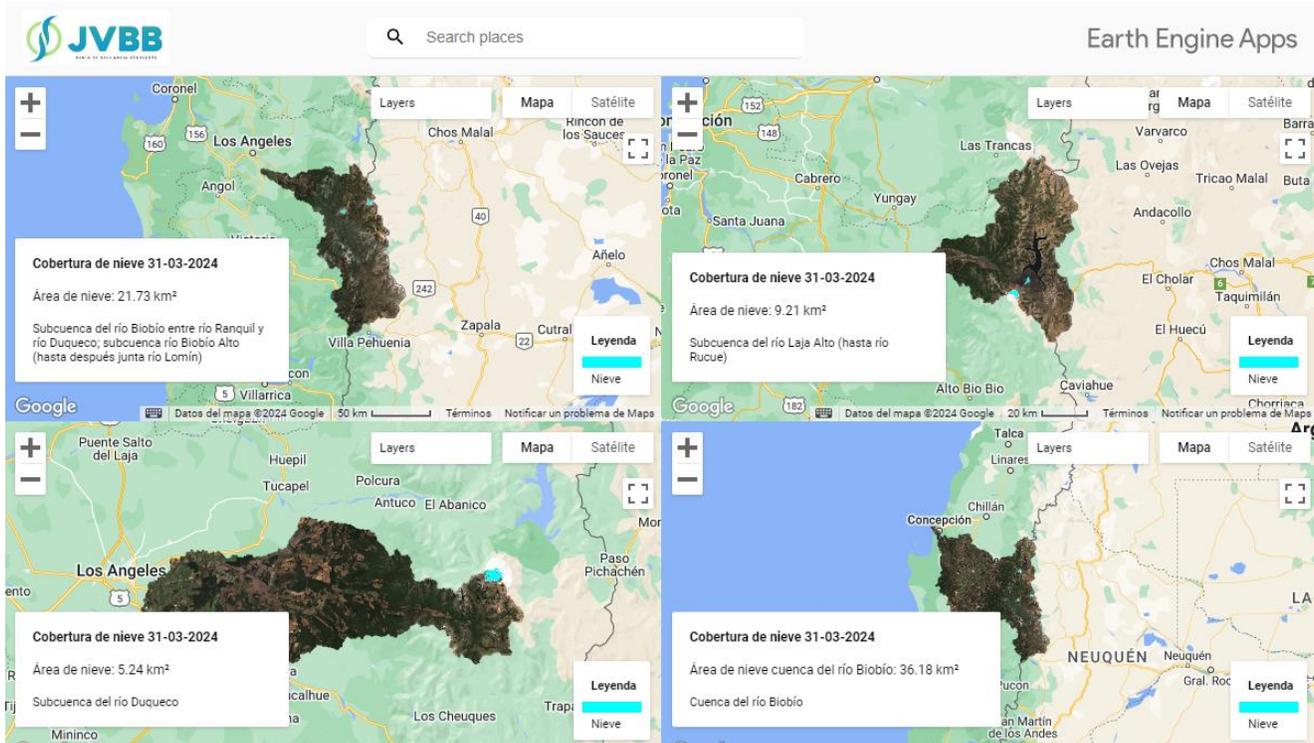


Figura 7: Cobertura nival en la cuenca del río Biobío, para marzo 2024.

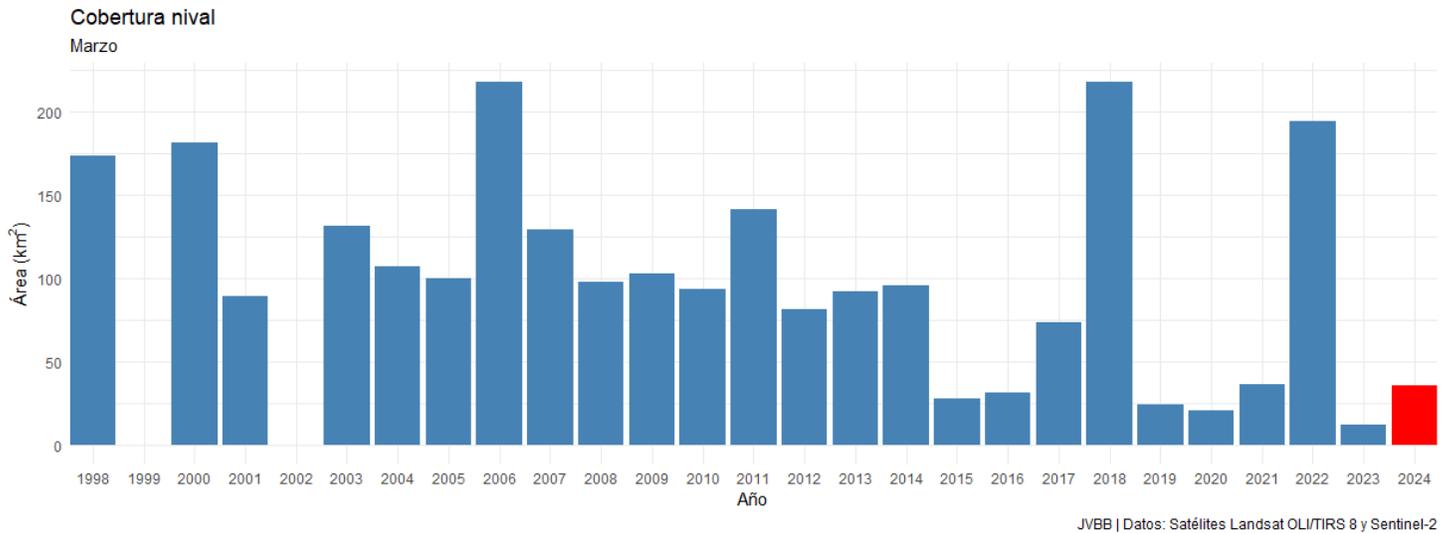


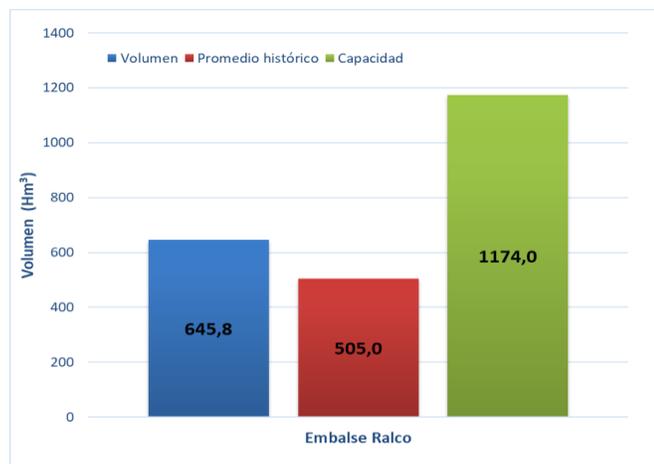
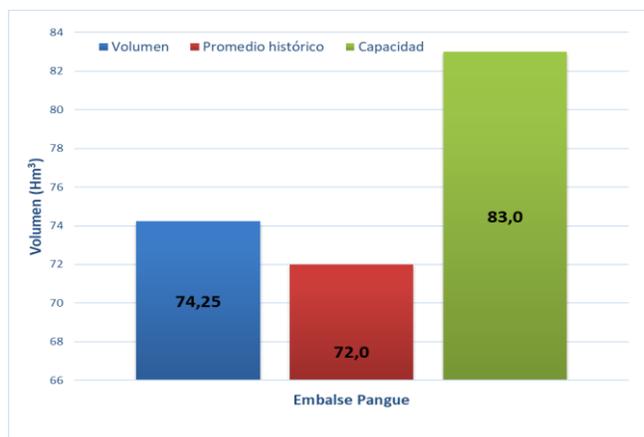
Figura 8: Cobertura nival en la cuenca del río Biobío para marzo desde 1998 - 2024.

Invitamos a revisar información disponible en <https://jvbb.cl/nieve-2023-2024>

4) Reservorios y lago Laja:

Tabla 6: Estado comparativo de los embalses y laguna Laja de la cuenca,

Reservorios	H m ³				%	%
	Volumen	Promedio histórico (1991-2020)	Capacidad	(%)		
	1	2	3	(1/2)		
Laguna Laja	1881,9	1654,0	5582,0	113,8	33,7	
Embalse Ralco	645,8	505,0	1174,0	127,9	55,0	
Embalse Pangue	74,25	72,0	83,0	103,1	89,5	



Laguna Laja presenta un 13,8% de llenado por sobre su promedio histórico (1991 – 2020) y 33,7% respecto de su capacidad.

Embalse Ralco, presenta un llenado de 27,9% por sobre su promedio histórico y un 55,0% de llenado respecto de su capacidad.

Embalse Pangue presenta un llenado de un 3,1% en relación con el promedio histórico y un 89,5% de llenado respecto de su capacidad.

Figura 9: Volumen almacenado en embalses y laguna Laja.

Referido al estado hídrico de la laguna Laja, este se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7: Estado hídrico de laguna Laja,

Fecha	Volumen (H m ³)	Promedio Histórico 1991-2020 (H m ³)	%
31/03/24	1.881,85	1.654,00	13,8

5) Caudal:

Tabla 8: Caudal medio mensual de principales ríos de la cuenca del río del Biobío.

Estación	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	SUP. (+) / DEF. (-) (%)	
	2024 (1)	2023 (2)	Promedio Histórico 1991-2020 (3)	(1) R (2)	(1) R (3)
Río Biobío en Llanquén (**)	31,96	20,35	27,99	57,05	14,18
Río Laja en Tucapel 2 (*)	11,72	9,43	32,49	24,28	-63,93
Río Duqueco en Cerrillos (*) (***)	4,90	2,21	10,50	121,72	-53,33
Río Biobío en Rucalhue (*)	159,98	127,44	123,28	25,53	29,77
Río Biobío en Desembocadura (*)	280,60	241,54	262,23	16,17	7,01

(*) Cauces con influencias por centrales, (**) Estación cabecera de cuenca, ubicada en la región de la Araucanía y sin influencias de centrales, (***) Estaciones DGA sin información, se presentan caudales estimados.

La cuenca del río Biobío presenta un caudal medio anual a marzo de **418,0 m³/s**, lo que representa un **superávit** del **20,9%** para el período año hidrológico 2023-2024, mientras que el caudal medio para marzo fue de **106,7 m³/s**, lo que representa un **déficit** del caudal medio mensual de **10,8%**, en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes.

Tabla 9: Déficit y/o superávit de caudal de los principales ríos en relación con el año hidrológico 2023 – 2024 y marzo 2024, comparada con el caudal normal (1991-2020).

Cauces	abril – marzo (%)	marzo (%)
Río Biobío en Llanquén	20,9	14,2
Río Laja en Tucapel 2	5,8	-63,9
Río Duqueco en Cerrillos	34,4	-53,3
Río Biobío en Rucalhue	11,6	29,8
Río Biobío en Desembocadura	28,8	19,2

6) ENSO:

El Niño y La Niña son las fases cálida y fría de un patrón climático recurrente en el Pacífico tropical: El Niño-Oscilación del Sur, o "ENSO" para abreviar.

Aunque ENSO es un fenómeno climático único, tiene tres estados o fases en las que puede estar. Las dos fases opuestas, "El Niño" y "La Niña", requieren ciertos cambios tanto en el océano como en la atmósfera porque ENSO es un fenómeno climático acoplado y "Neutro" está en el medio del continuo.

El Niño: Un calentamiento de la superficie del océano, o temperaturas de la superficie del mar (SST, por sus siglas en inglés) por encima del promedio, en el Océano Pacífico tropical central y oriental. Sobre Indonesia, la lluvia tiende a reducirse mientras que la **lluvia aumenta sobre el Océano Pacífico tropical**. Los vientos superficiales de bajo nivel, que normalmente soplan de este a oeste a lo largo del ecuador ("vientos del este"), se debilitan o, en algunos casos, comienzan a soplar en la otra dirección (de oeste a este o "vientos del oeste").

La Niña: Un enfriamiento de la superficie del océano, o temperaturas de la superficie del mar (TSM) por debajo del promedio, en el Océano Pacífico tropical central y oriental. Sobre Indonesia, la lluvia tiende a aumentar **mientras que la lluvia disminuye sobre el Océano Pacífico tropical central**. Los vientos normales del este a lo largo del ecuador se vuelven aún más fuertes.

Neutral: Ni El Niño ni La Niña. A menudo, las TSM del Pacífico tropical suelen estar cerca del promedio. Sin embargo, hay algunos casos en los que el océano puede parecer que está en un estado de El Niño o La Niña, pero la atmósfera no está jugando (o viceversa).

Anomalía: La anomalía es calculada por la diferencia del valor normal menos el valor observado y ayuda a indicar los elementos que están con comportamientos atípicos para el período de estudio. Es significativa para indicar posibles condiciones de variabilidad climática, como, por ejemplo, para indicar la posible presencia del fenómeno El Niño/La Niña.

6.1 Análisis

Las condiciones de el Niño en el pacífico ecuatorial centro-oriental continuaron debilitándose, en general, el sistema acoplado océano-atmósfera reflejan **La Niña (0%)** y los indicadores oceánicos ENSO siguen fortalecidos en **valores Niño (74% de probabilidad), y ENSO-neutral (26% de probabilidad)** con temperaturas superficiales del mar ligeramente negativas en promedio.

Es probable que se produzca **una transición** de El Niño a ENSO-neutral para abril-junio de 2024 (**83% de probabilidad**), con probabilidades de que La Niña se desarrolle para junio-agosto de 2024 (**62% de probabilidad**).

El pronóstico del ENSO para abril, mayo y junio 2024 se pronostican probabilidades de condiciones **ENSO-Neutral**, con un 83% probabilidad (cuadro rojo). Ver figura 10 y 11.

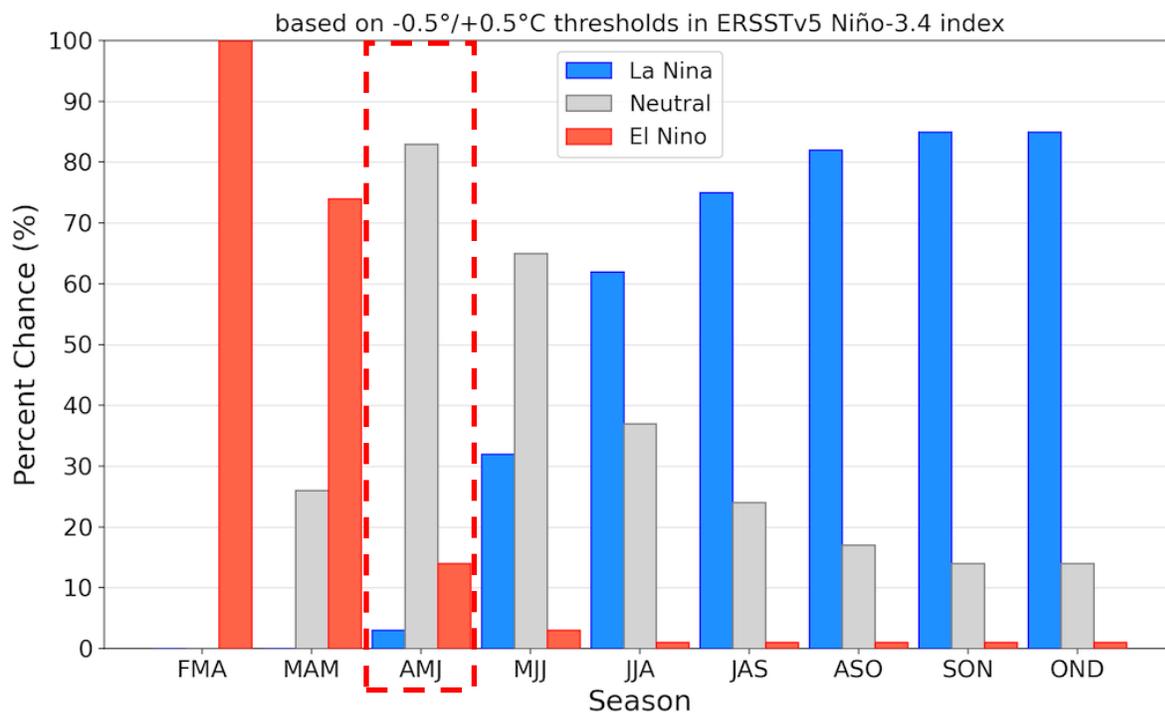


Figura 10: Modelo de probabilidad ENSO (1).

(1) https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.shtml

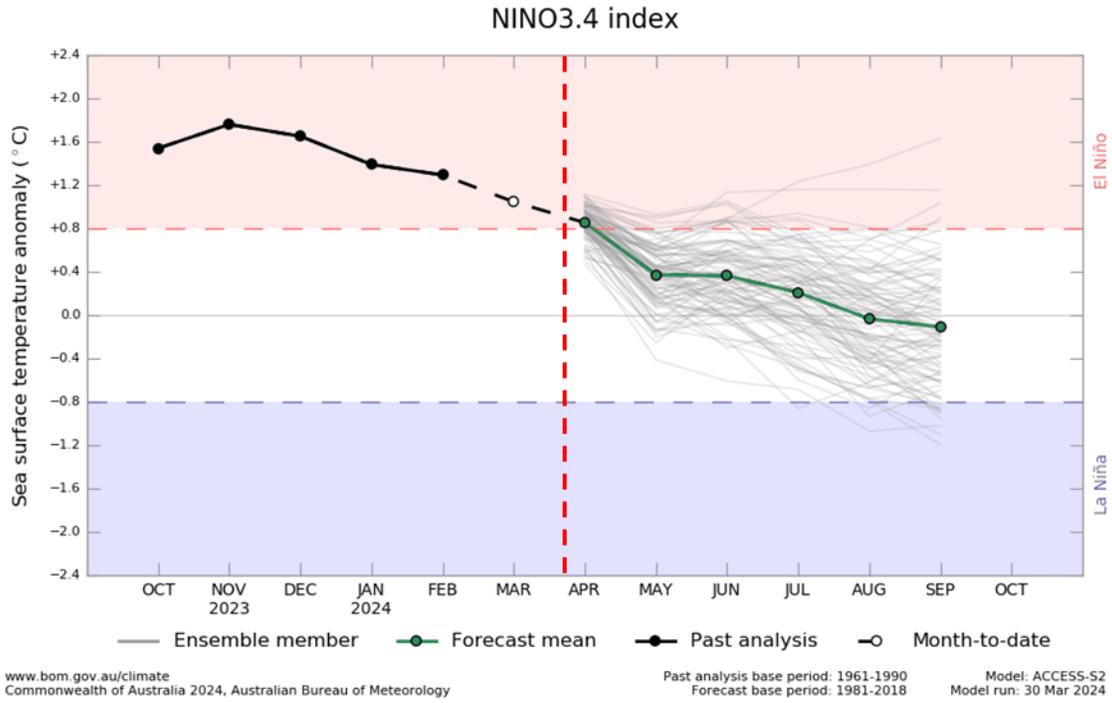


Figura 11: Anomalía de temperatura superficial del mar para la región del Niño 3.4 (b)

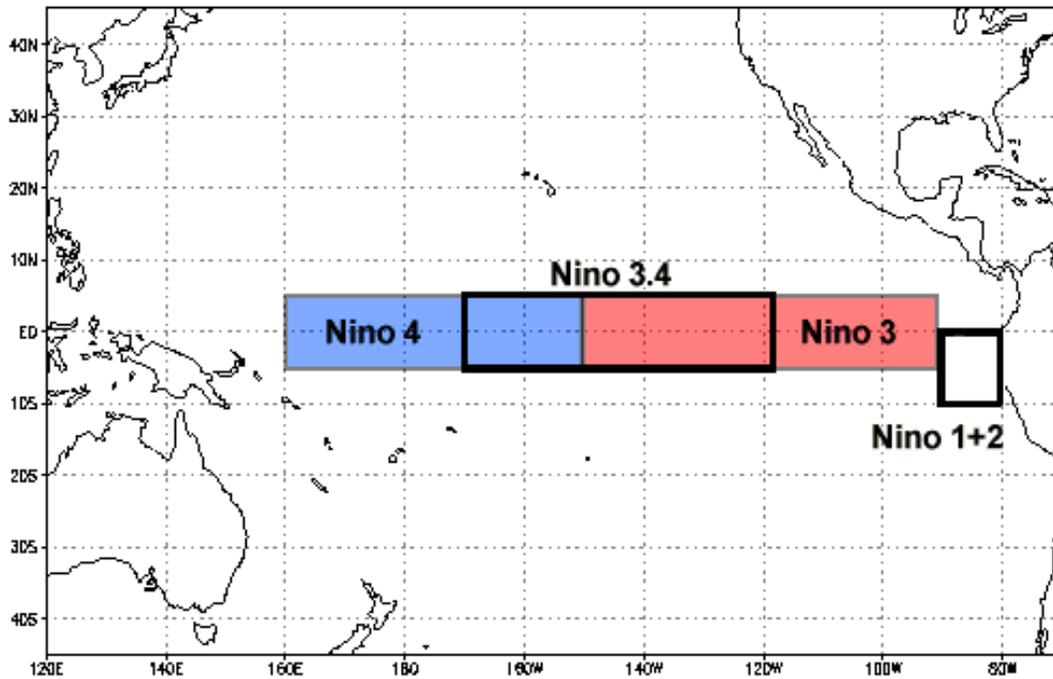


Figura 12: Regiones temperatura de la superficie del mar en el pacífico ecuatorial (TSM)

(2) <https://www.apcc21.org/>

Históricamente, los científicos han clasificado la intensidad de El Niño en función de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) **que superan un umbral** preseleccionado en una determinada región del Pacífico ecuatorial.

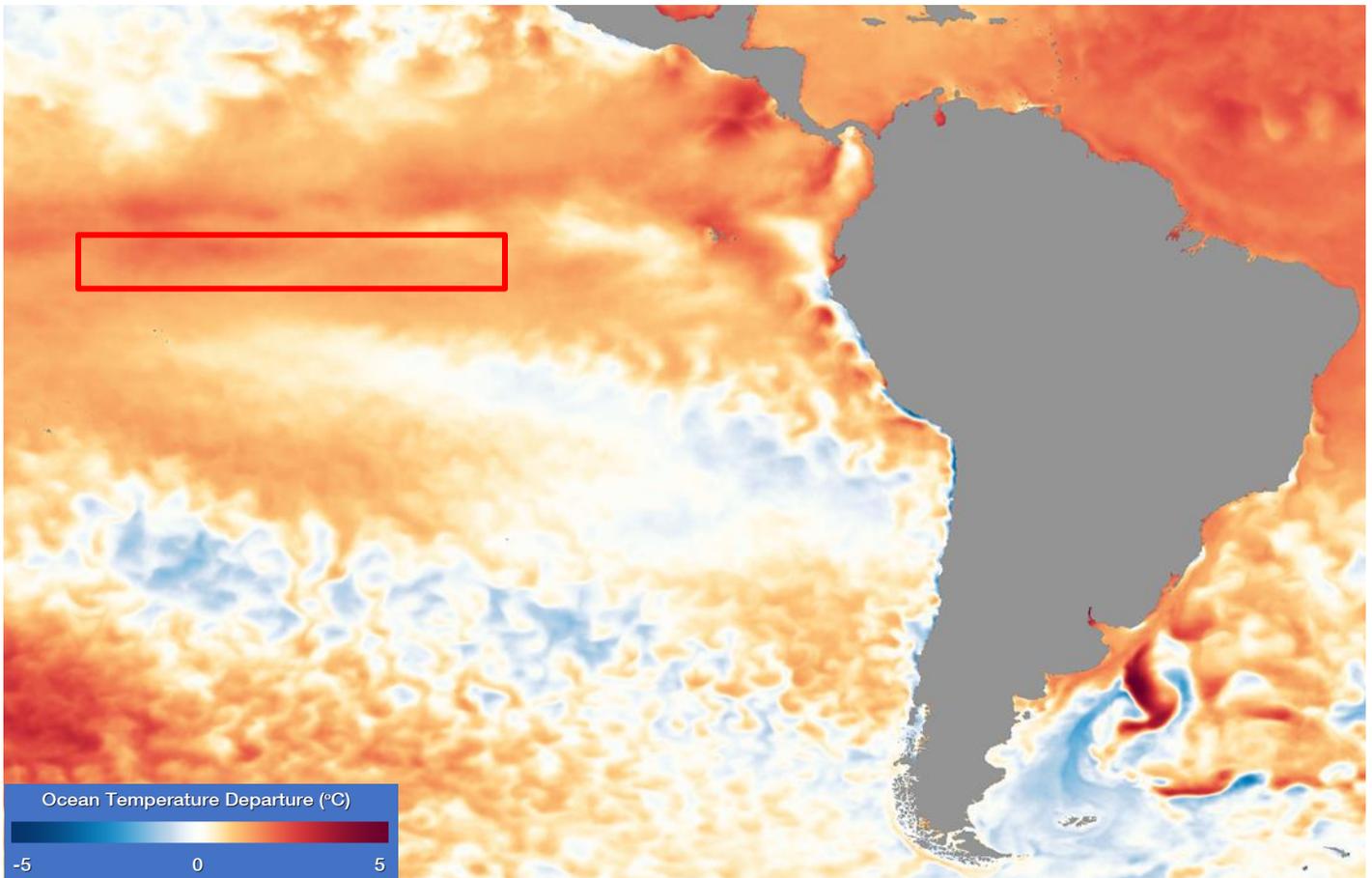


Figura 13: Mapas de anomalía de temperaturas de la superficie del mar en el Océano Pacífico para la zona de interés para el mes de marzo 2024. <https://www.nnvl.noaa.gov/view/#SSTA>

La región más comúnmente utilizada es la región **Niño 3.4**, ver figura 12, y el umbral más comúnmente utilizado es una TSM **positiva** que se desvía de lo normal mayor o igual a $+0.5^{\circ}\text{C}$. Dado que esta región abarca la mitad occidental de la región de la zona fría ecuatorial, proporciona una buena medida de los cambios importantes en la TSM y los gradientes de TSM que dan como resultado cambios en el patrón de convección tropical profunda y circulación atmosférica.

De las figuras 15 y 16, se puede observar una **anomalía positiva** para el mes de marzo.

Los modelos climáticos internacionales sugieren que es probable un enfriamiento del Océano Pacífico tropical central y oriental. **Siete modelos utilizados indican que permanecen los umbrales de El Niño para las TSM, valores Niño (74% de probabilidad), y ENSO-neutral (25% de probabilidad) durante abril.**

Dando paso a probabilidades de condiciones **ENSO-Neutral**, con un 83% probabilidad a partir del periodo abril, mayo y junio (AMJ)

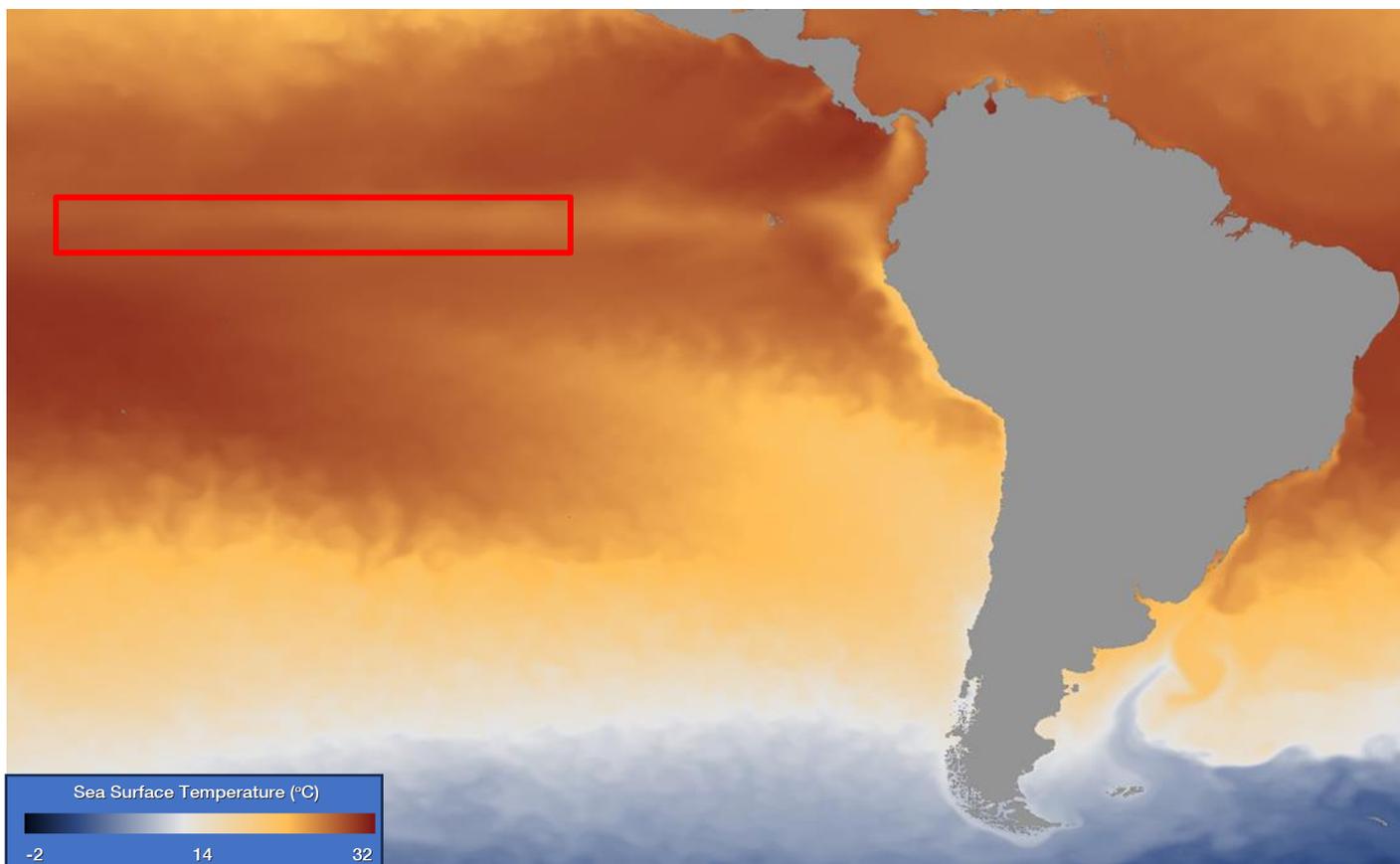


Figura 14: Mapas de temperaturas de la superficie del mar en el Océano Pacífico para la zona de interés para el mes de marzo 2024. <https://www.nnvl.noaa.gov/view/globaldata.html#SURF>

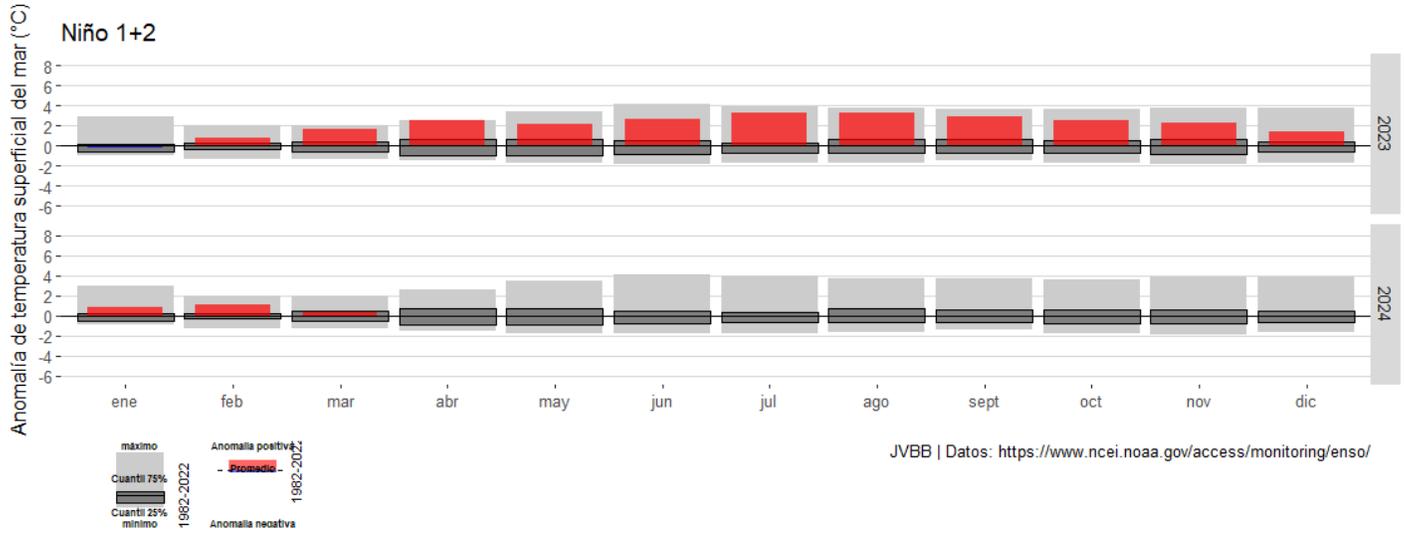


Figura 15: Anomalías temperaturas superficiales del mar, niño 1+2. (c)

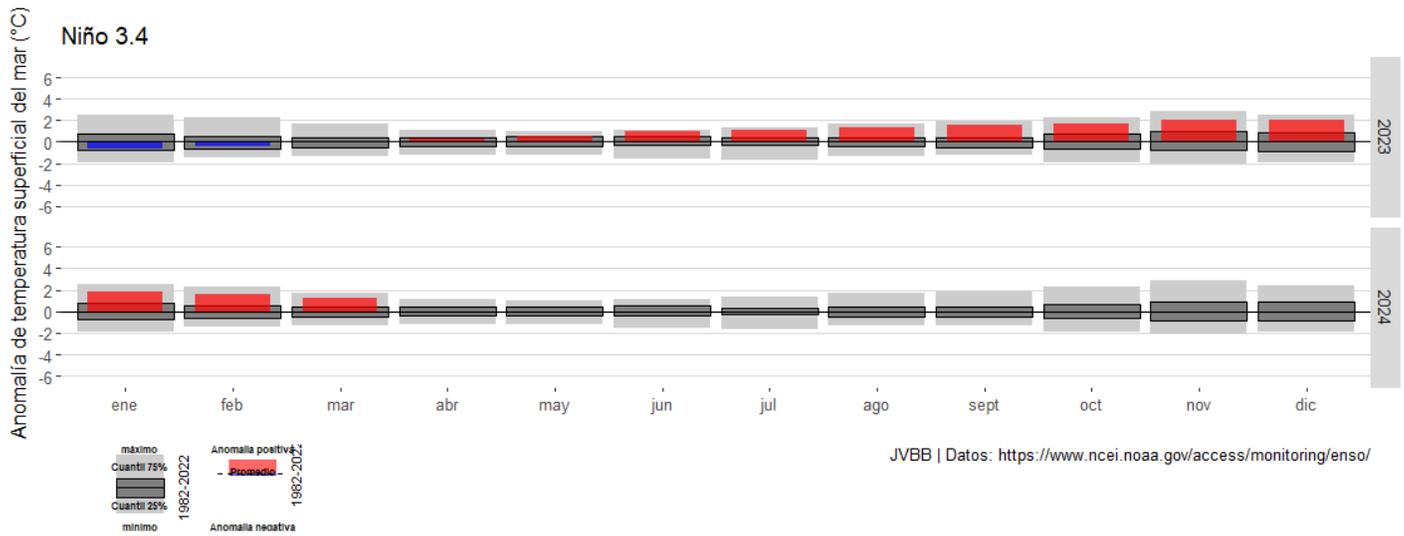


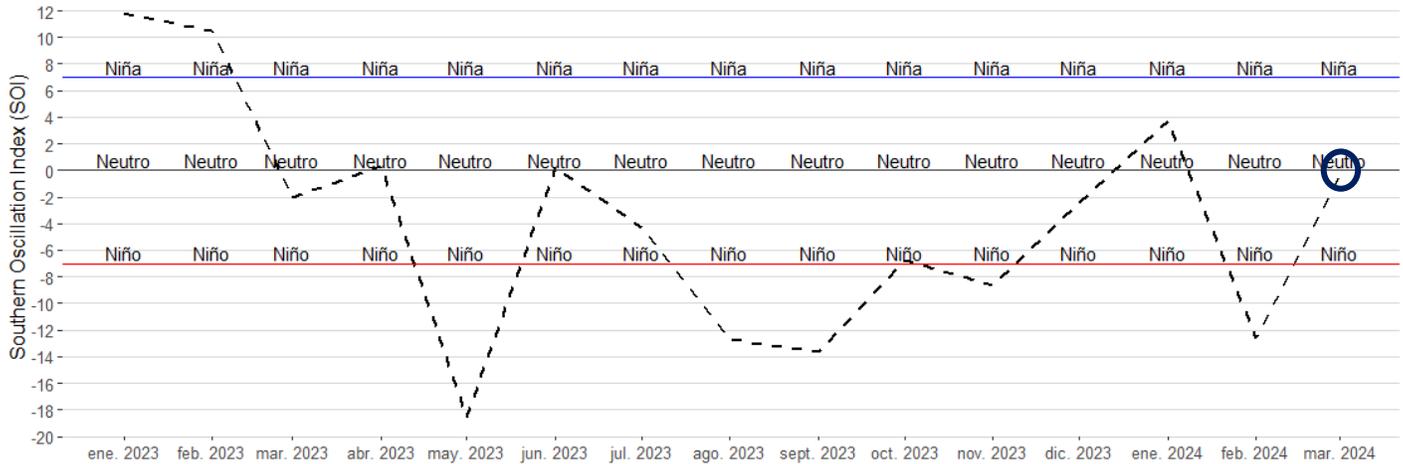
Figura 16: Anomalías temperaturas superficiales del mar, niño 3.4 (c)

De esta manera, la probabilidad de permanencia de El Niño es alta (74% de probabilidad), ver figura 10 y 11. Las condiciones de **El Niño** se mantienen, la respuesta atmosférica a la superficie del mar del Pacífico tropical ha sido cada vez más fría.

- a) Fuente: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/#tabs=Pacific-Ocean&pacific=Forecast>
- b) Fuente: <https://www.apcc21.org/ser/enso.do?lang=en>
- c) Fuente: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/enso/sst>

El **Índice de Oscilación del Sur (SOI)**, da una indicación del desarrollo y la intensidad de los eventos de El Niño o La Niña en el Océano Pacífico.

El SOI a partir de abril 2023 presenta una disminución en sus valores, manteniéndose bajo umbrales característicos de Niño (menor o igual a -7); Todos los valores de SOI han disminuido en comparación con hace dos semanas (marzo), el último valor observado fue de **-0,3**



JVBB | Datos: <http://www.bom.gov.au>

Figura 17: Índice de Oscilación del Sur (SOI) (2) de 30 días, al 31 de marzo.

<http://www.bom.gov.au/climate/enso/#tabs=Pacific-Ocean&pacific=SOI>

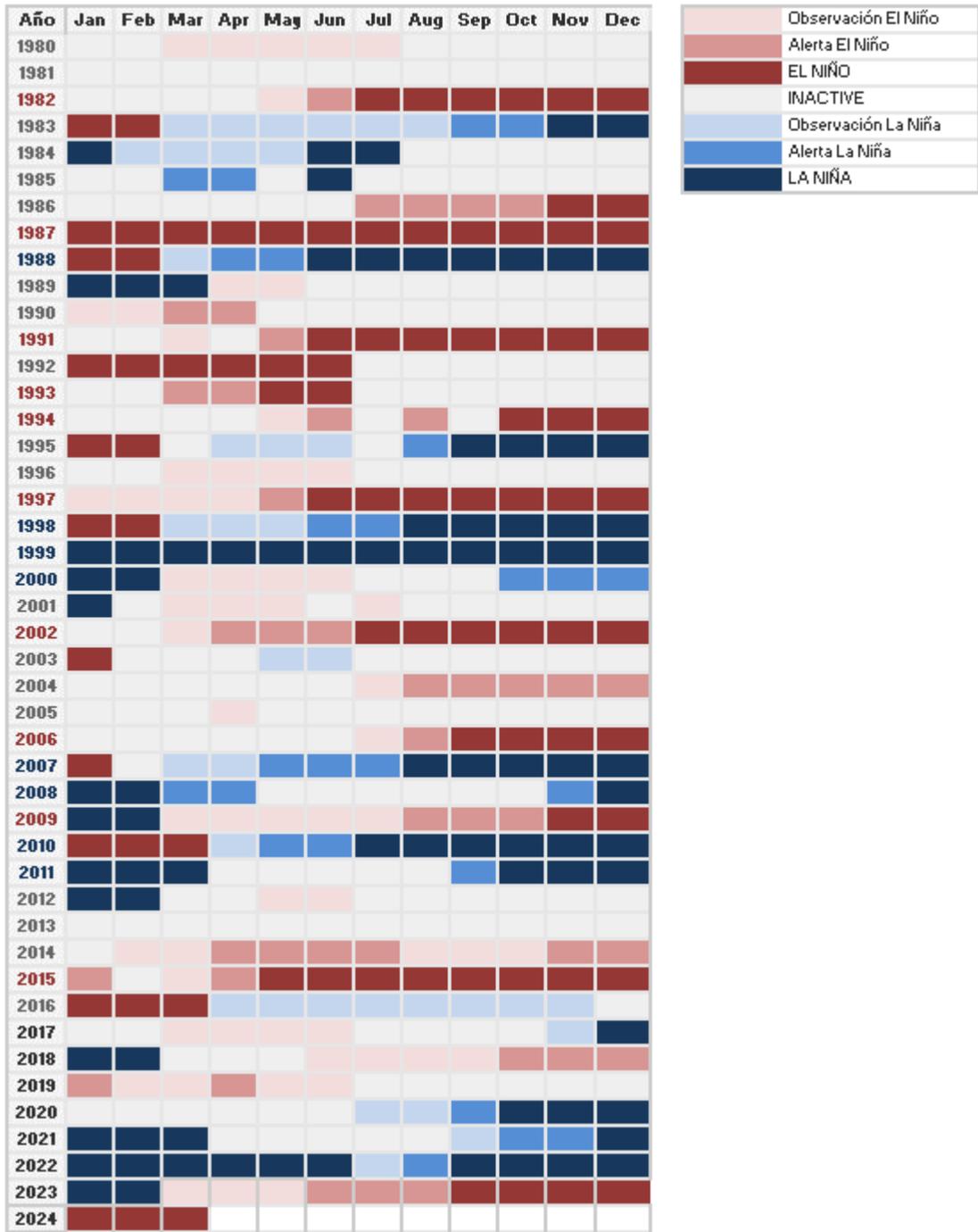


Figura 18: Valores mensuales de eventos ENSO.

6.2 Pronóstico de precipitaciones

Tabla 10: Pronóstico de precipitaciones acumuladas mensuales, periodo estacional de abril a junio 2024.

Pronóstico de precipitaciones (mm/mes)									
Estación	Abril			Mayo			Junio		
	Pronóstico	Normal	%	Pronóstico	Normal	%	Pronóstico	Normal	%
Embalse Pangué	221,2	245,2	-9,8	401,0	450,6	-11,0	621,4	672,4	-7,6
Abanico	117,2	141,2	-17,0	233,8	283,4	-17,5	367,7	418,7	-12,2
Trupán	89,7	113,7	-21,1	176,1	225,7	-22,0	277,6	328,6	-15,5
Quilaco	74,0	98,0	-24,5	143,6	193,2	-25,7	228,8	279,8	-18,2
Los Ángeles	46,8	70,8	-33,9	108,5	158,1	-31,4	164,4	215,4	-23,7
Mulchén	57,8	81,8	-29,3	125,8	175,4	-28,3	193,0	244,0	-20,9
Angol	31,7	55,7	-43,0	117,9	167,5	-29,6	190,4	241,4	-21,1
Nacimiento	50,5	74,5	-32,2	135,5	185,1	-26,8	210,5	261,5	-19,5
Concepción	39,5	63,5	-37,8	104,4	154,0	-32,2	191,2	242,2	-21,1

"Los autores reconocen que los centros de producción de los Modelos Múltiples Ensamblados (MME) de APCC permiten que sus datos históricos/pronósticos estén disponibles para su análisis y el Centro Climático de APEC por recopilar, archivar y por organizar el MME de APCC predicción."

Referencia:

- Min, Y.-M., V. N. Kryjov, S. M. Oh, and H.-J. Lee, 2017: Skill of real-time operational forecasts with the APCC multi-model ensemble prediction system during the period 2008–2015. *Clim. Dyn.*, 49, 4141–4156.

Nota: Nueva normal climática 1991-2020, de la Dirección General de Aguas (DGA), <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/7392>

