



BOLETÍN N°18

SITUACIÓN HIDROLÓGICA
CUENCA DEL RÍO BIOBÍO
NOVIEMBRE 2023

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

15 de diciembre 2023

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

FUENTES

Dirección General de Aguas. (2023, 15 de diciembre). 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. (2023, 15 de diciembre). Agrometeorología. Red Agrometeorológica INIA. <https://agrometeorologia.cl/>

Ministerio de Agricultura. (2023, 15 de diciembre). Agromet. Red Agroclimática Nacional. <https://www.agromet.cl/>

Climate Engine. (2023, 15 de diciembre). Cloud Computing of Climate and Remote Sensing Data. Climate Engine. <https://app.climateengine.com/climateEngine>

Google Earth Engine. (2023, 15 de diciembre). Plataforma, Code Editor. <https://earthengine.google.com/>

CIIFEN. (2023, 15 de diciembre). El Niño y La Niña CIIFEN. El Niño Oscilación del Sur. <https://ciifen.org/el-nino-la-nina-ciifen/>

Columbia Climate School. (2023, 15 de diciembre). 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). (2023, 15 de diciembre). Introduction APEC Climate Center. CLIK Climate Information Toolkit. <https://cliks.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) Embalses y laguna Laja
- (5) Caudal
- (6) ENSO

1) Resumen:

- **Precipitación:**

La cuenca del río Biobío para noviembre, presenta un **superávit** de **3,6%** para el año hidrológico 2023-2024 respecto de un año normal y un **superávit** del **6,6%** en relación con el año hidrológico 2022-2023, a igual fecha del año.

En tanto, al comparar la pluviometría registrada con la normal climática (1991 – 2020) para noviembre 2023 se presenta un **superávit** del **44,6%**.

- **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.

- **Estado de lago y embalses:**

- **Laguna Laja:** presenta un 3,0% de llenado por sobre su promedio histórico (1991-2020) y 38,6% respecto de su capacidad, es decir, un superávit del 160,3% por sobre el volumen del año 2022 a la misma fecha,
- **Embalse Ralco:** presenta un llenado de 25,4% por sobre su promedio histórico y un 100,0% de llenado respecto de su capacidad máxima,
- **Embalse Pangue:** presenta un llenado de un 3,4% por sobre su promedio histórico y un 93,3% de llenado respecto de su capacidad.

- **Caudal:**

- En resumen, la cuenca del río Biobío presenta un **superávit** promedio del caudal medio anual de **30,4%** para el período abril-marzo (año hidrológico 2023-2024), mientras que el octubre presenta un **superávit** del caudal medio mensual de **24,4%** en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes.

- **ENSO:**

- Para Niño 1+2, Niño3.4, se observan **anomalías positivas** para los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.
- Los siete modelos utilizados indican que continúa umbrales de El Niño. Todos los modelos persisten en estos niveles hasta abril 2024,
- Probabilidad de Neutro en mayo y junio 2024.
- El pronóstico del Niño-Oscilación del Sur (ENOS) para el periodo enero, febrero y marzo 2024 (EFM), presenta probabilidades de condiciones de El Niño, 100%,
- SOI, último valor observado fue de -8,6
- Se espera que las precipitaciones para el periodo (EFM) sea bajo lo normal,

2) Pluviometría:

Tabla 1: Precipitaciones acumuladas año hidrológico.

Año hidrológico 2023 - 2024						
Estación	Precipitación Acumulada	Precipitación Acumulada (1)	Precipitación Normal (2)	Precipitación Acumulada (3)	superávit + / Déficit - (%)	
	Noviembre (mm)	Abril-noviembre (mm)	1991-2020 (*) (mm)	Año hidrológico Abril - noviembre 2022 - 2023 (mm)	(1) R (2)	(1) R (3)
Concepción	39,0	692,8	1.013,4	754,5	-31,6	-8,2
Nacimiento	40,0	1.045,4	1.103,0	1.051,7	-5,2	-0,6
Los Ángeles	47,0	832,6	956,3	893,8	-12,9	-6,8
Trupán	88,3	1.729,2	1.470,9	1.359,2	17,6	27,2
Mulchén	73,6	1.272,5	1.101,8	1.303,8	15,5	-2,4
Angol	34,6	1.143,7	997,9	1.217,9	14,6	-6,1
Quilaco	70,0	1.035,0	1.262,8	1.253,5	-18,0	-17,4
Abanico	112,7	2.664,9	1.859,2	1.684,5	43,3	58,2
Embalse Pangue	222,0	3.282,4	2.999,9	2.845,7	9,4	15,3

La cuenca presenta en promedio, un **superávit** de **3,6%** para el año hidrológico 2023-2024 respecto de un año normal y un **superávit** del **6,6%** con relación al año hidrológico 2022-2023, a igual fecha del año.

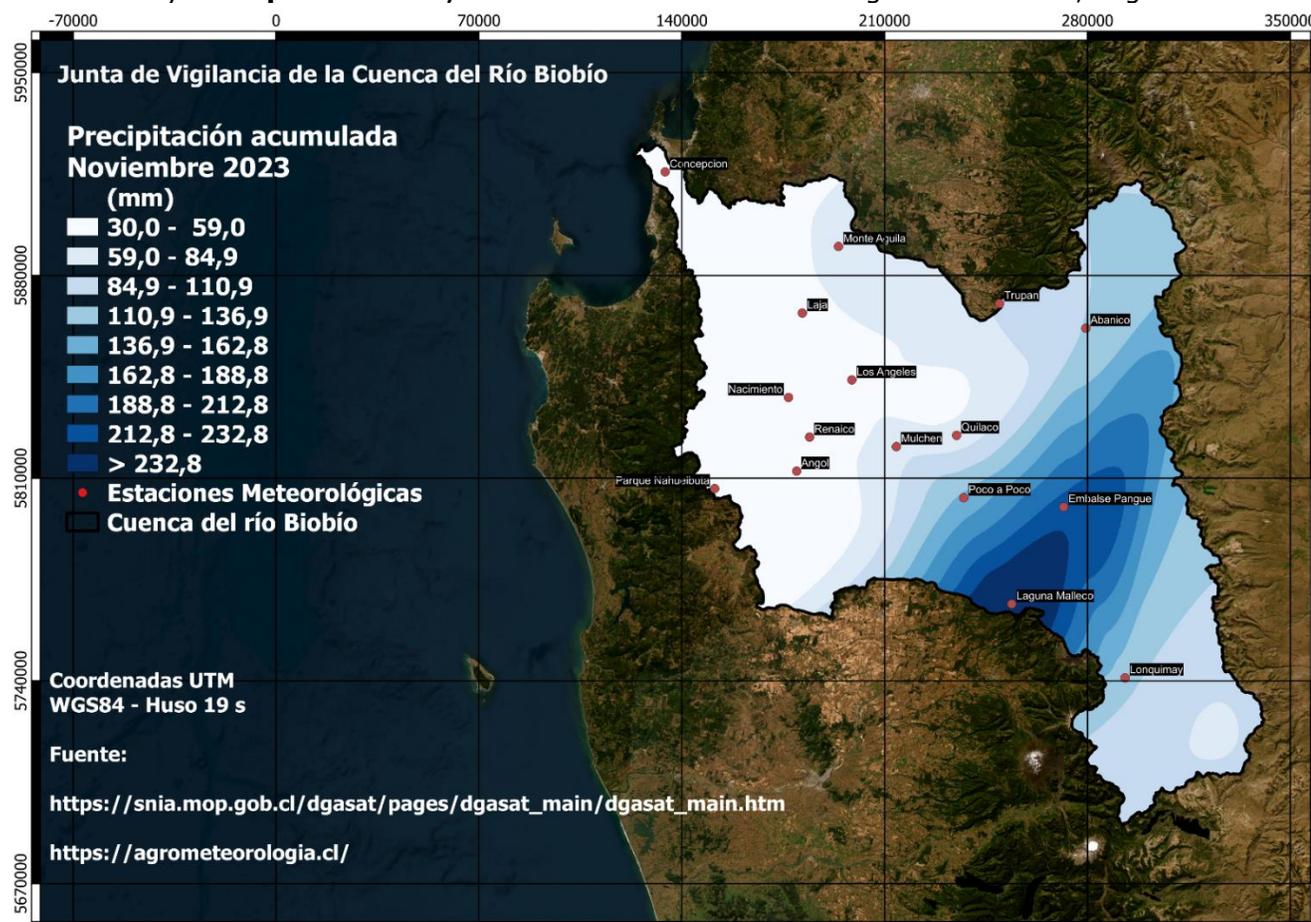


Figura 1: Precipitaciones acumuladas, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

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

Tabla 2: Anomalía de precipitaciones.

Estación	Precipitación acumulada noviembre (mm) (1)	Precipitación normal 1991-2020 (*) (mm) (2)	Superávit + / Déficit - (%) (1) R (2)
Concepción	39,0	28,7	35,8
Nacimiento	40,0	29,6	35,3
Los Ángeles	47,0	34,5	36,2
Trupán	88,3	62,4	41,4
Mulchén	73,6	42,3	73,8
Angol	34,6	28,8	20,1
Quilaco	70,0	54,6	28,2
Abanico	112,7	75,5	49,2
Embalse Pangue	222,0	122,6	81,1

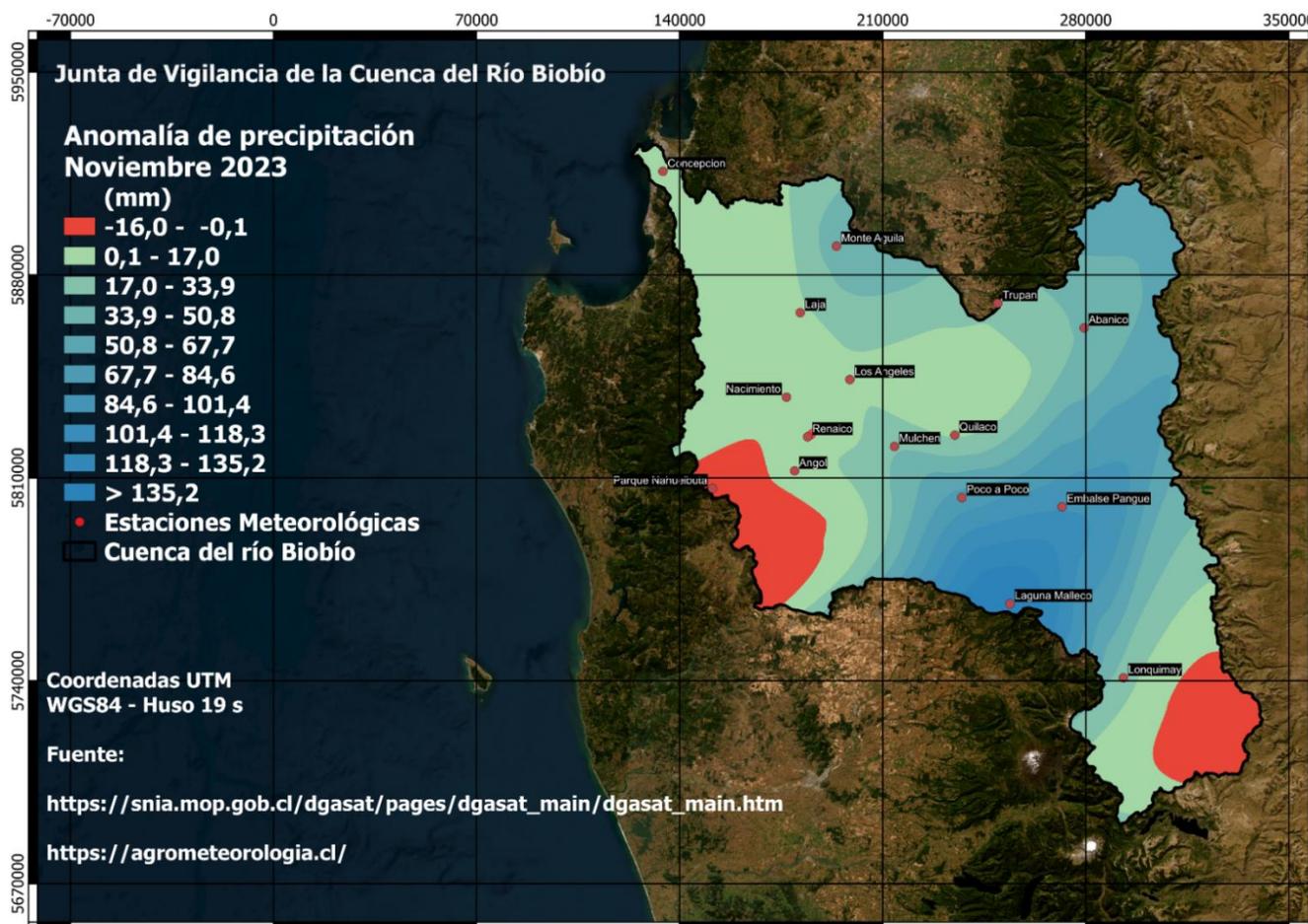


Figura 2: Anomalía de precipitaciones, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

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

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)
30 de noviembre 2023	0,44	0,01
30 de noviembre 2022	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 noviembre 2023	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 noviembre 2023	0,0	0,0

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

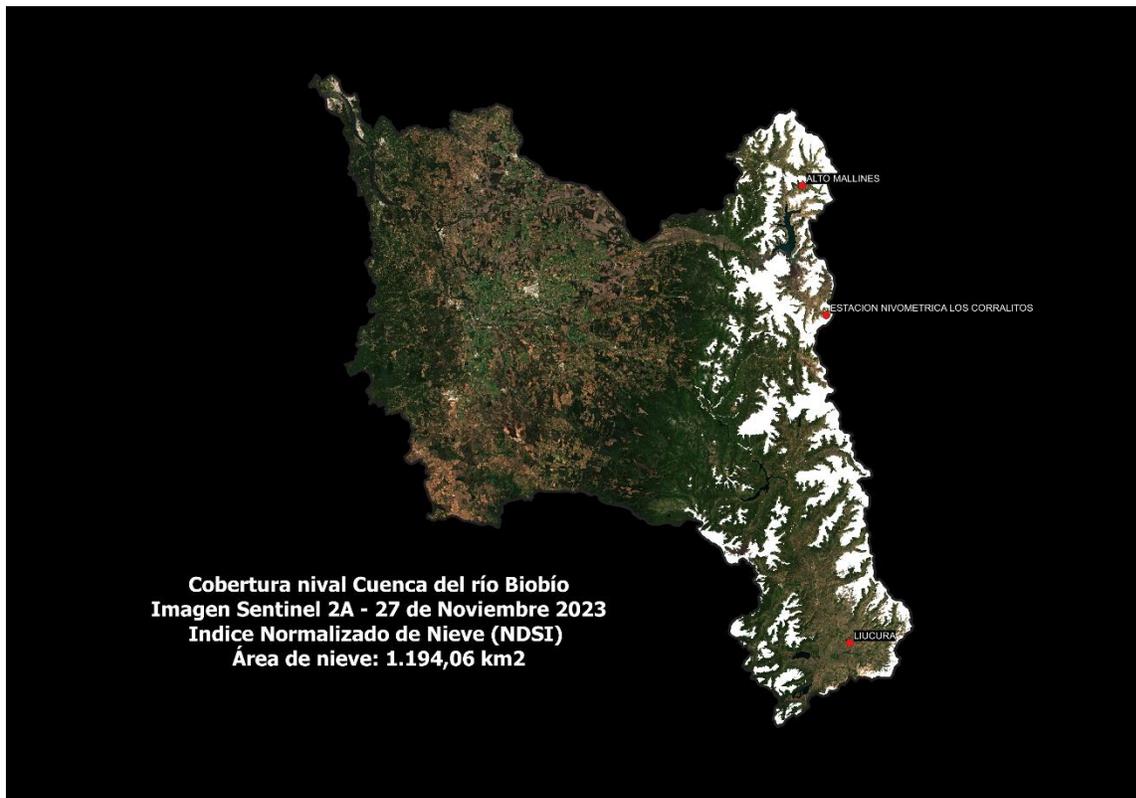
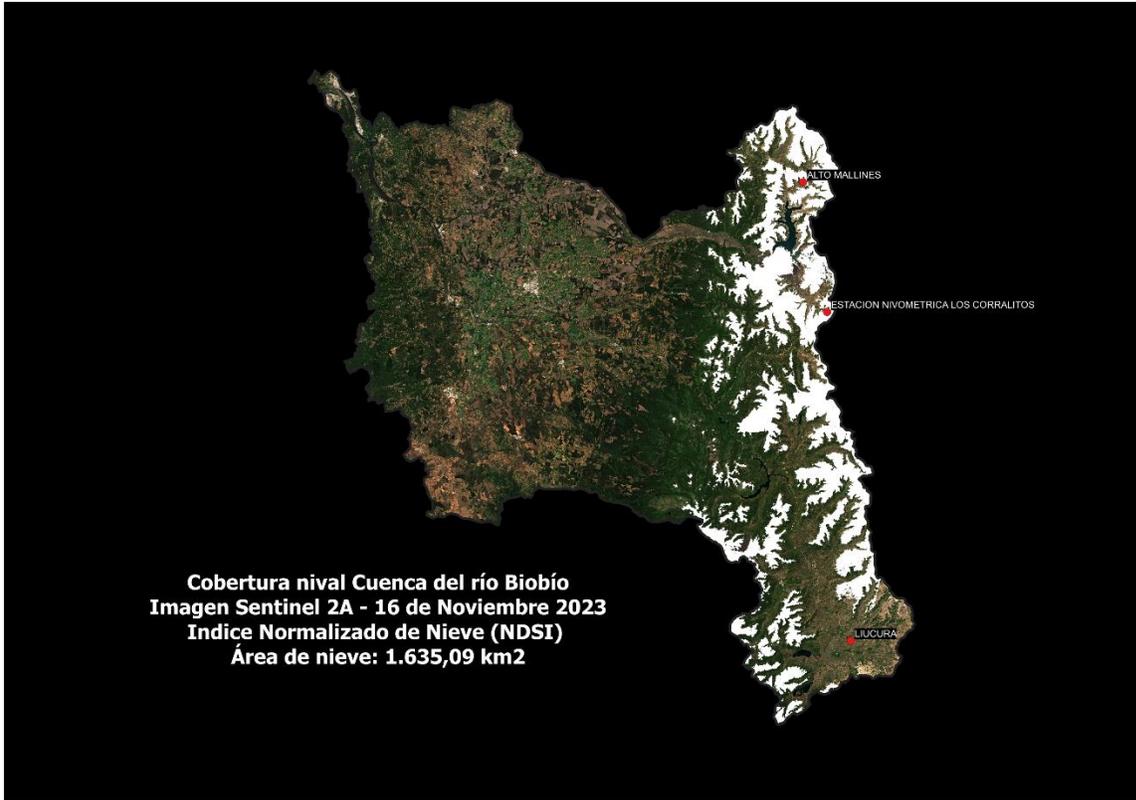
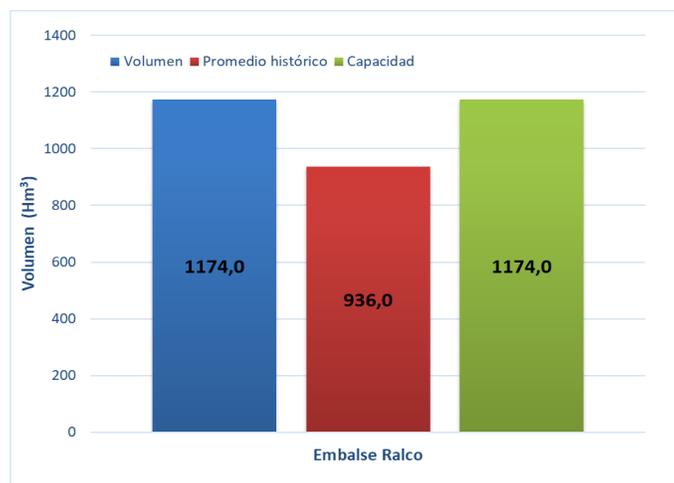
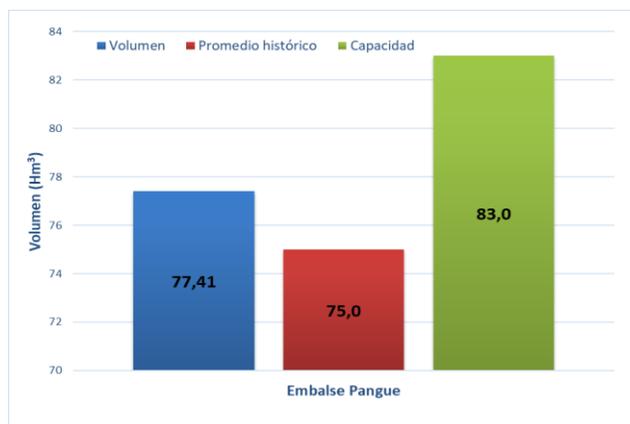


Figura 3: Cobertura nival en la cuenca del río Biobío, 16 y 27 de noviembre.

4) Embalses 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	2154,6	2091,0	5582,0	103,0
Embalse Ralco	1174,0	936,0	1174,0	125,4
Embalse Pangue	77,41	75,0	83,0	103,2



Laguna Laja presenta un 3,0% de llenado por sobre su promedio histórico (1991 – 2020) y 38,6% respecto de su capacidad.

Embalse Ralco, presenta un llenado de 25,4% por sobre su promedio histórico y un 100,0% de llenado respecto de su capacidad.

Embalse Pangue presenta un llenado de un 3,2% por sobre su promedio histórico y un 93,3% de llenado respecto de su capacidad.

Figura 4: 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)	%
30/11/23	2.154,56	2.091,00	3,0

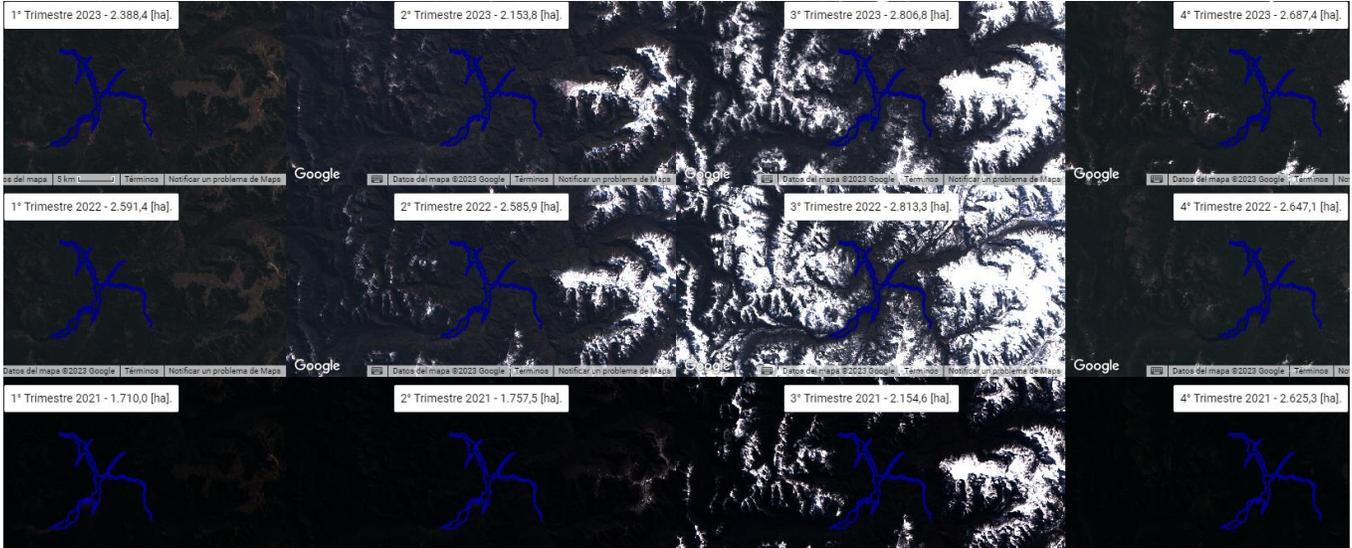


Figura 5: Variación de superficie (ha) del agua almacenada por trimestre en embalse Ralco.

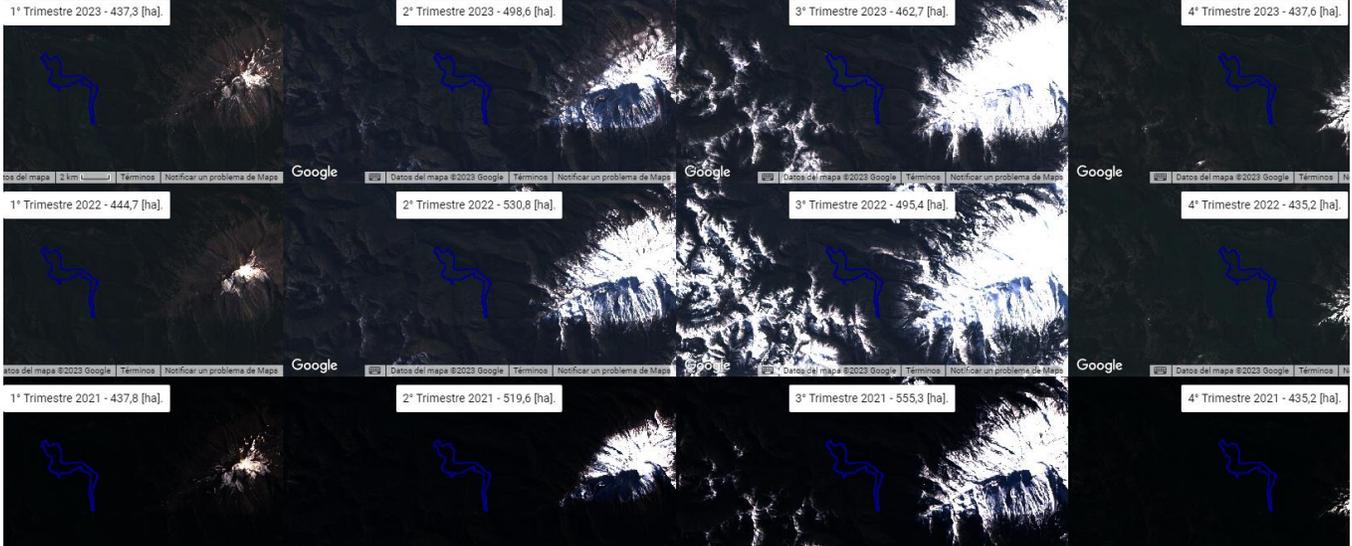


Figura 6: Variación de superficie (ha) del agua almacenada por trimestre en embalse Pangue.

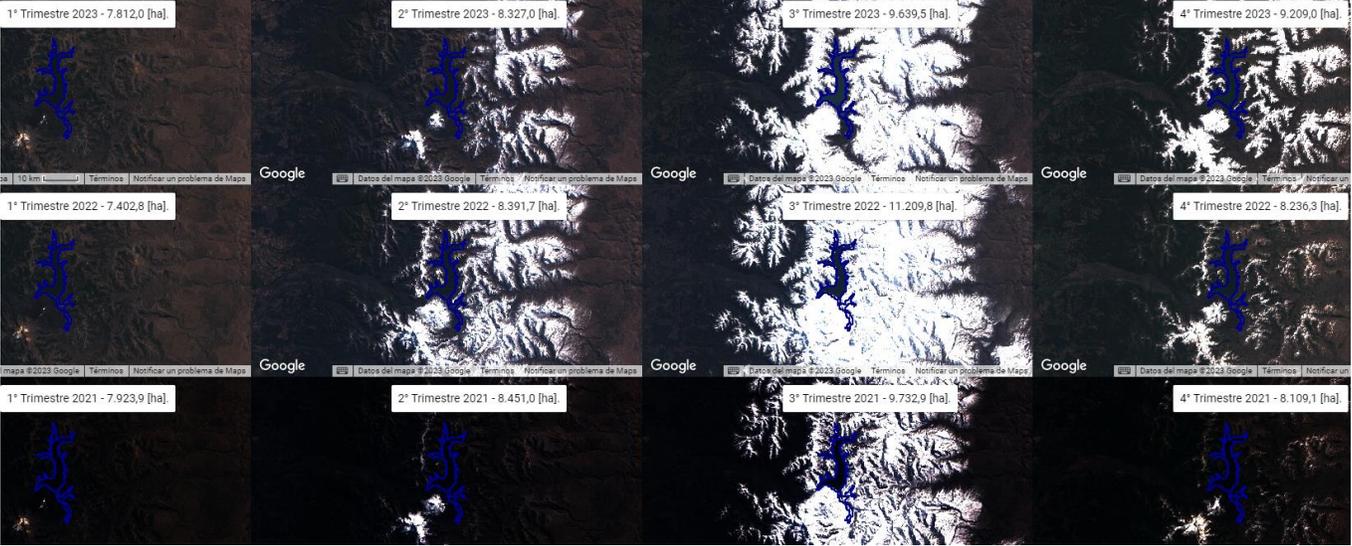


Figura 7: Variación de superficie (ha) del agua almacenada por trimestre en laguna Laja.

5) Caudal:

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

ESTACION	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	SUP. (+) / DEF. (-) (%)	
	2023 (1)	2022 (2)	Promedio Histórico 1991-2020 (3)	(1) R (2)	(1) R (3)
Río Biobío en Llanquén (**)	233,07	195,67	214,13	19,11	8,85
Río Laja en Tucapel 2 (*)	45,97	64,56	74,60	-28,80	-38,38
Río Duqueco en Cerrillos (*)	85,01	31,24	37,86	172,12	124,54
Río Biobío en Rucalhue (*)	490,77	501,68	478,74	-2,17	2,51
Río Biobío en Desembocadura (*)	Sin información.				

(*) Cauces con influencias por centrales, (**) Estación cabecera de cuenca, ubicada en la región de la Araucanía y sin influencias de centrales,

La cuenca del río Biobío presenta un **superávit**, promedio, del caudal medio anual de **30,4%** para el período abril-marzo (año hidrológico 2023-2024), mientras que noviembre presenta un **superávit** del caudal medio mensual de **24,4%**, 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 noviembre 2023, comparada con el caudal normal (1991-2020).

Cauces	abril 2023 – marzo 2024 (%)	noviembre 2023 (%)
Río Biobío en Llanquén	21,2	8,8
Río Laja en Tucapel 2	32,6	-38,4
Río Duqueco en Cerrillos	57,6	124,5
Río Biobío en Rucalhue	10,1	2,5
Río Biobío en Desembocadura	Sin información.	

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 ENOS 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 siguen siendo **fuertes**, en general, el sistema acoplado océano-atmósfera reflejan **La Niña (0%)** y los indicadores oceánicos ENSO siguen fortalecidos en **valores Niño (100%)**.

Los pronósticos IRI más recientes para la región de TSM del **Niño-3.4**, figura 8, y **Niño-1.2**, indican que EL Niño persistirá preferentemente hasta el **abril 2024** en el hemisferio sur y un ENSO neutral como categoría más probable en **mayo – junio 2024**.

De la figura 8, el pronóstico del ENOS para enero, febrero, marzo 2024 (EFM) se pronostican probabilidades de condiciones **El Niño**, con un 100% probabilidad (cuadro rojo). Ver figura 8 y 9.

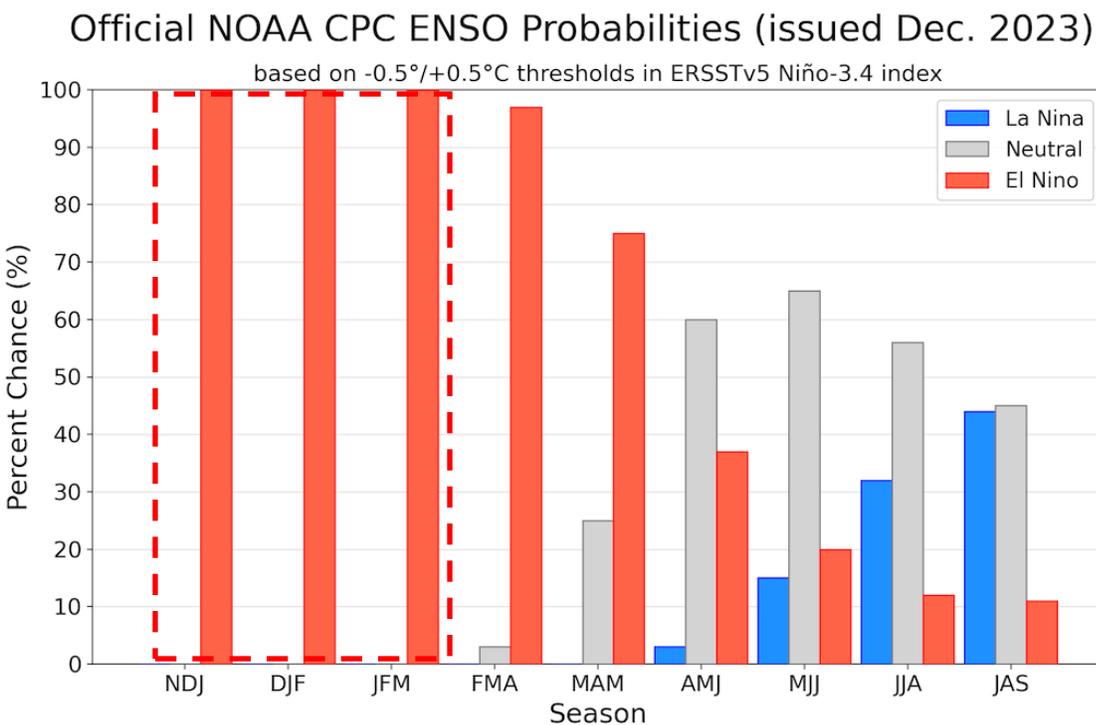


Figura 8: Modelo de probabilidad ENSO (1).

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

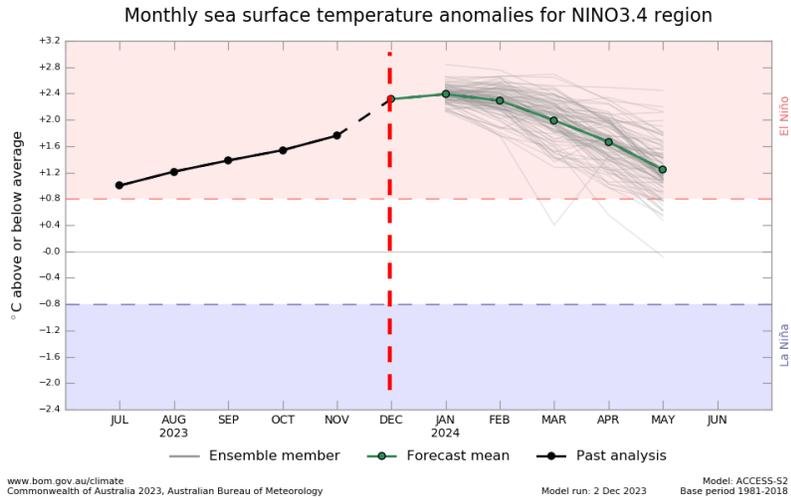


Figura 9: Anomalía de temperatura superficial del mar para la región del Niño 3.4 (b)

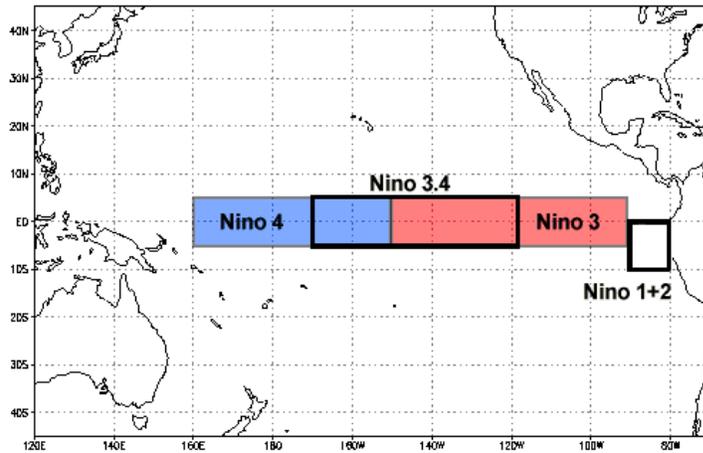


Figura 10: Regiones temperatura de la superficie del mar en el pacífico ecuatorial (TSM)

(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.

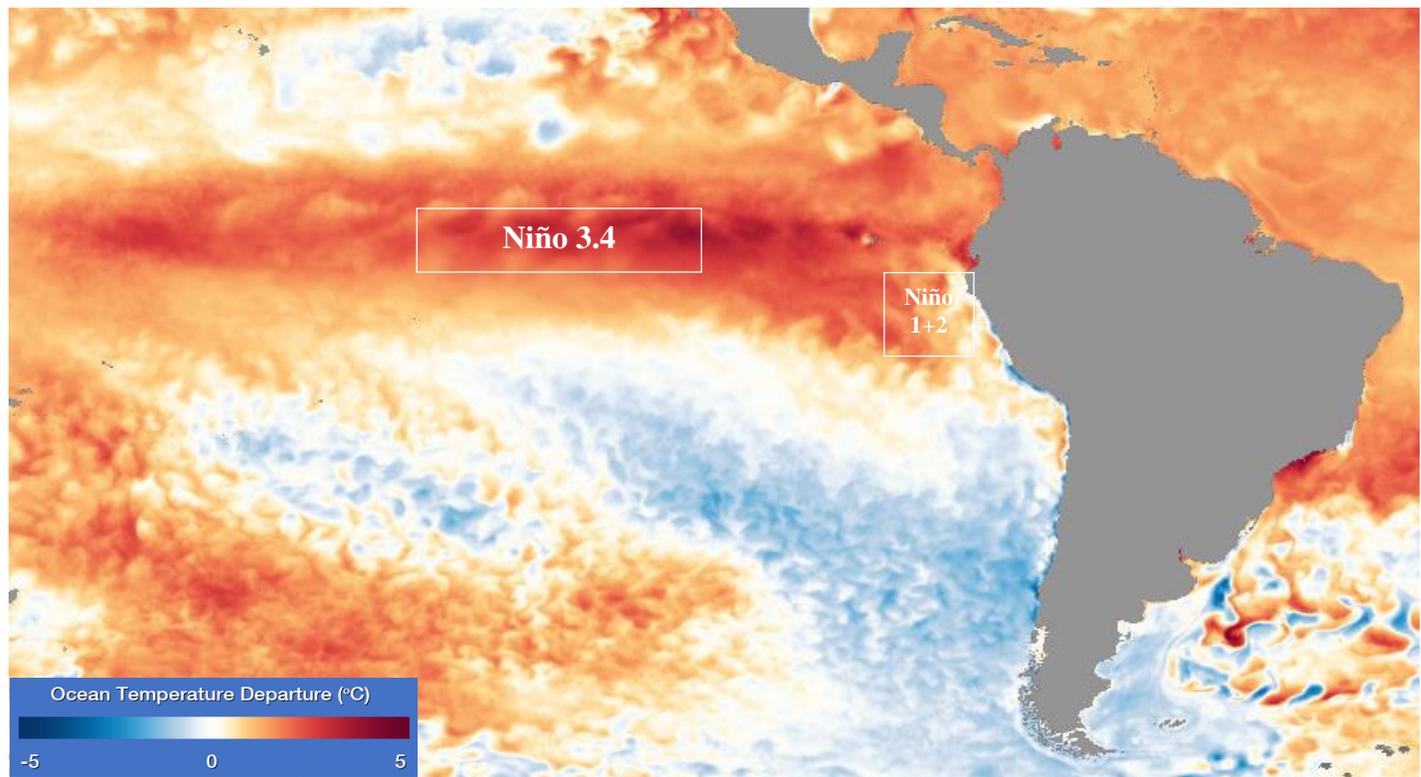


Figura 11: Mapas de anomalía de temperaturas de la superficie del mar en el Océano Pacífico para la zona de interés para el mes de noviembre 2023. <https://www.nnvl.noaa.gov/view/#SSTA>

La región más comúnmente utilizada es la región **Niño 3.4**, ver figura 10, 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 13 y 14, se puede observar una **anomalía positiva** para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Los modelos climáticos internacionales sugieren que es probable un mayor calentamiento del Océano Pacífico tropical central y oriental. **Siete modelos utilizados indican que permanecen los umbrales de El Niño para las TSM.**

Todos los modelos persisten en estos niveles hasta por lo menos abril 2024, figura 8.

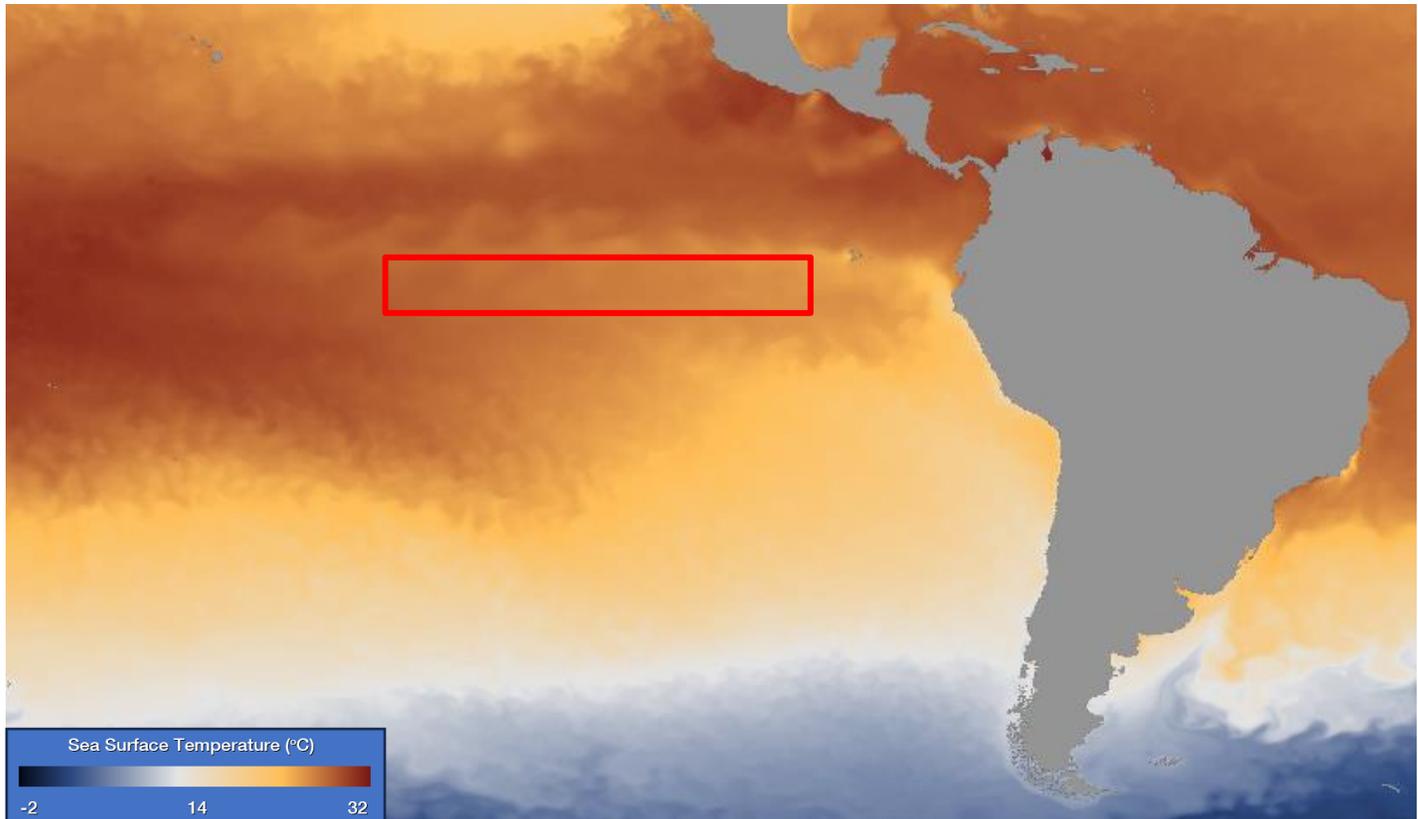


Figura 12: Mapas de temperaturas de la superficie del mar en el Océano Pacífico para la zona de interés para el mes de noviembre 2023. <https://www.nv1.noaa.gov/view/globaldata.html#SURF>

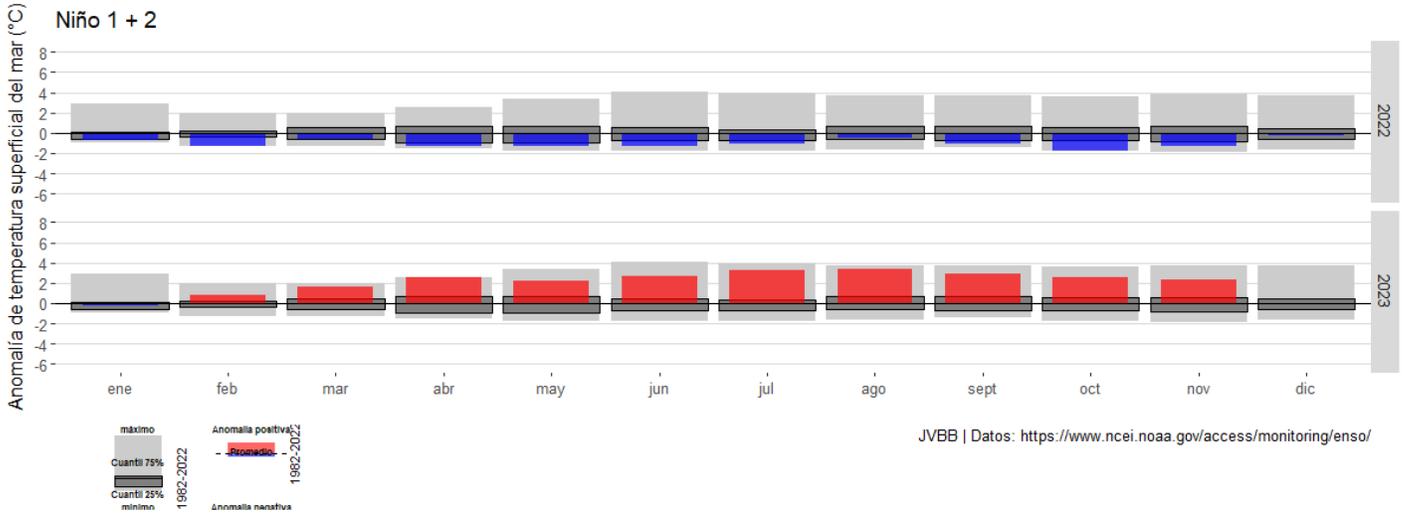


Figura 13: Anomalías temperaturas superficiales del mar, niño 1+2. (c)

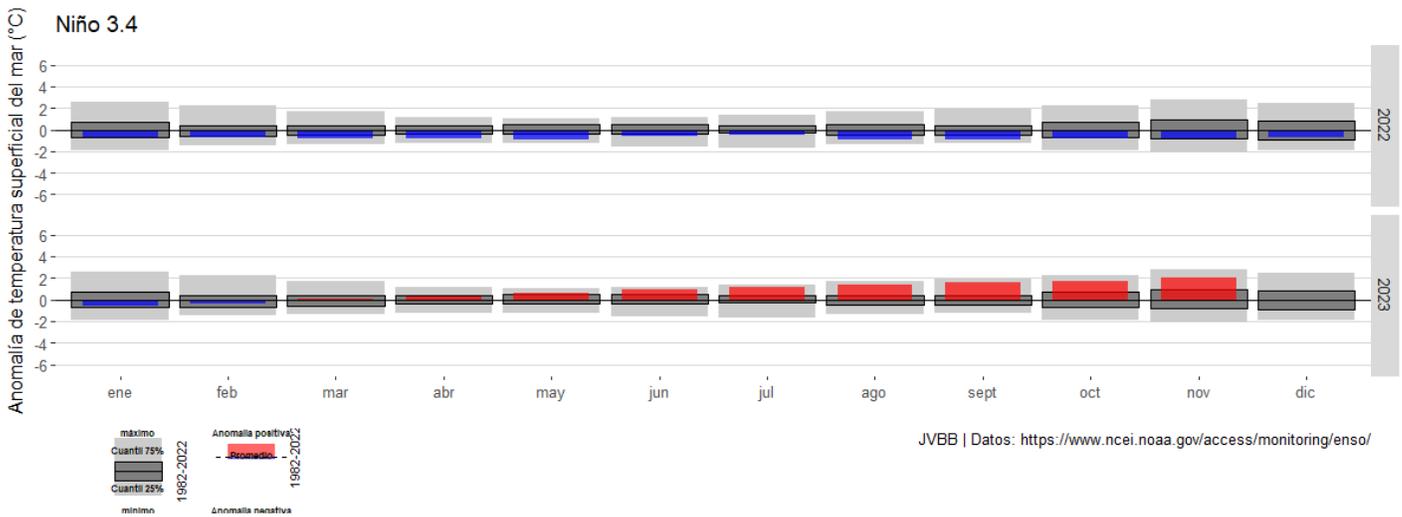


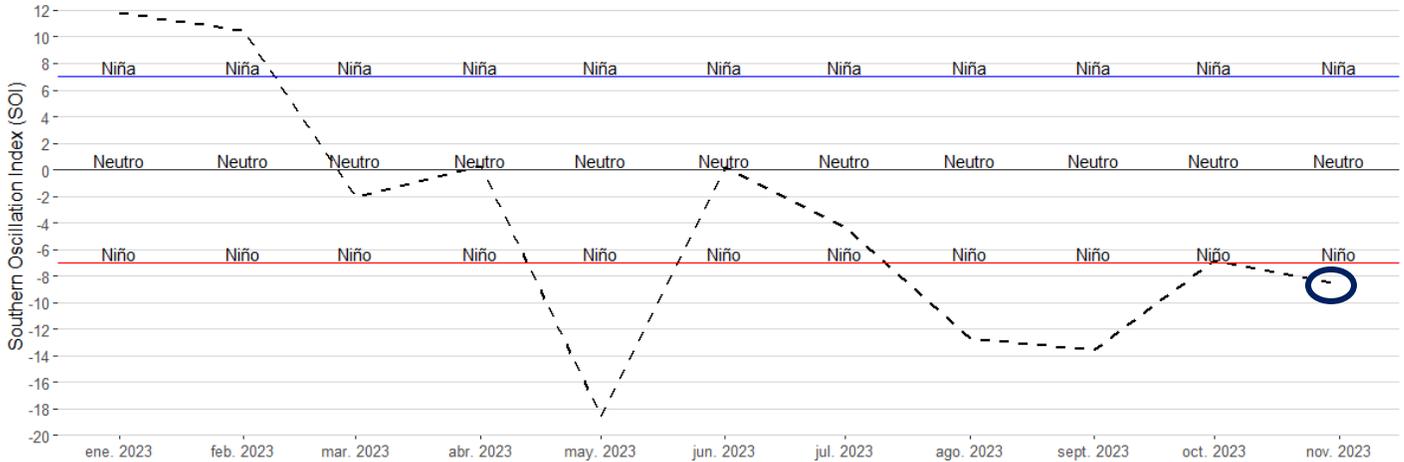
Figura 14: Anomalías temperaturas superficiales del mar, niño 3.4 (c)

De esta manera, la probabilidad de permanencia de El Niño es alta (100% de probabilidad), ver figura 8 y 9. Las condiciones de **El Niño** se mantienen, ya que la respuesta atmosférica a la superficie del mar del Pacífico tropical ha sido más cálida.

- 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 presenta una disminución en sus valores, manteniéndose bajo umbrales característicos de Niño (menor o igual a -7). El último valor observado fue de **-8,6**



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

Figura 15: Índice de Oscilación del Sur (SOI) (2) de 30 días, al 30 de noviembre.

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

El pronóstico del ENOS para enero, febrero y marzo 2024 prevé condiciones para el Niño, **100 %**.

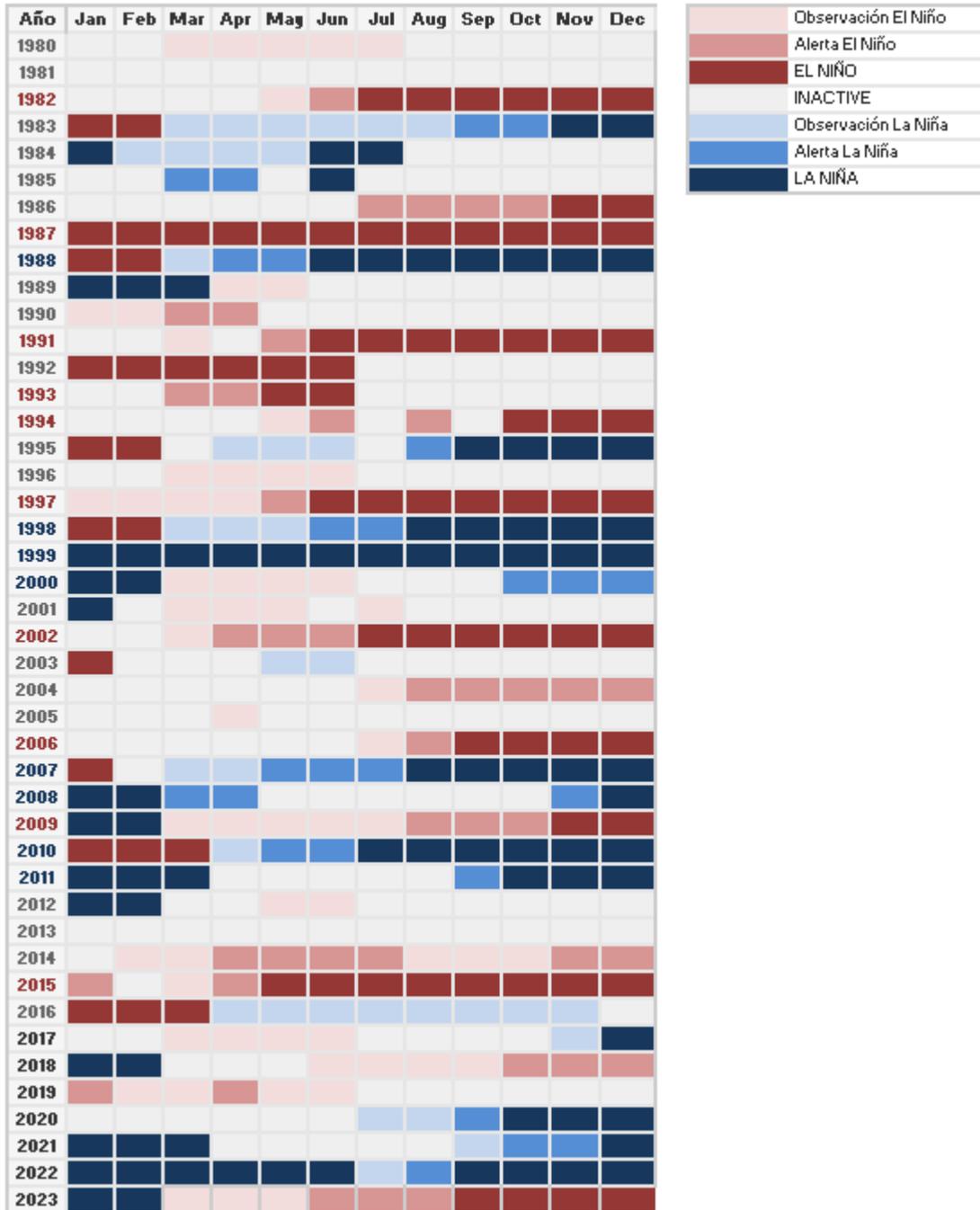


Figura 16: Valores mensuales de eventos ENOS.

