



**BOLETÍN N°3
SITUACIÓN HIDROLÓGICA
CUENCA DEL RÍO BIOBÍO
ENERO 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
Licenciada en Ciencias de Recursos Renovables
Magíster © en Manejo de Recursos Naturales

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

ENSO: El niño/oscilación del sur

APCC: Centro Climático

FUENTES

Dirección General de Aguas. (2022, 02 de noviembre). 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. (2022, 02 de noviembre). Agrometeorología. Red Agrometeorológica INIA. <https://agrometeorologia.cl/>

Ministerio de Agricultura. (2022, 02 de noviembre). Agromet. Red Agroclimática Nacional. <https://www.agromet.cl/>

Climate Engine. (2022, 02 de noviembre). Cloud Computing of Climate and Remote Sensing Data. Climate Engine. <https://app.climateengine.com/climateEngine>

Google Earth Engine. (2022, 02 de noviembre). Platform. Code Editor. <https://earthengine.google.com/>

CIIFEN. (2022, 06 de noviembre). El Niño y La Niña CIIFEN. El Niño Oscilación del Sur. <https://ciifen.org/el-nino-la-nina-ciifen/>

Columbia Climate School. (2022, 02 de noviembre). 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). (2022, 02 de noviembre). Introduction APEC Climate Center. CLIK Climate Information Toolkit. <https://cliks.apcc21.org/processing/clipping>

ÍNDICE

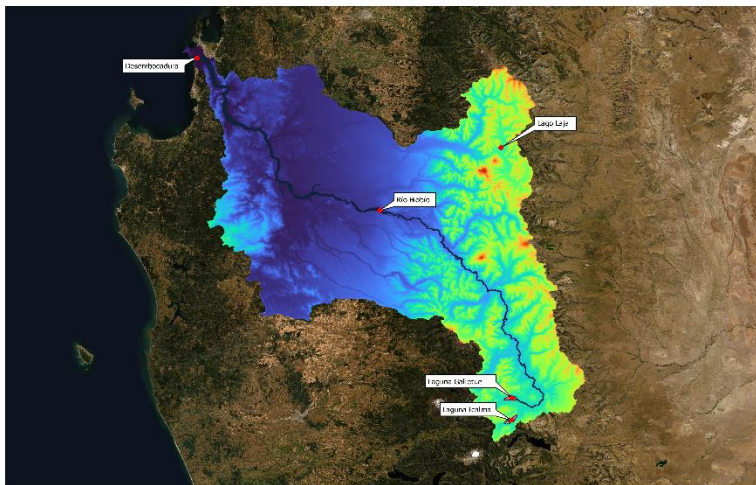
- (1) Saludo
- (2) Breve reseña
- (3) Resumen
- (4) Pluviometría
- (5) Nivometría
- (6) Embalses
- (7) Caudales
- (8) Pronóstico

La Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Biobío, encargada de la administración de las aguas conforme a derecho en el área de jurisdicción, ha definido entre sus principios normativos la “transparencia de la información de los Recursos Hídricos”. Al respecto, estamos trabajando en un centro de control de información de uso y disponibilidad de agua, como también esperamos en un corto plazo disponer de una red de monitoreo de las fuentes del recurso, que nos permitan realizar una adecuada gestión a nivel de cuenca.

A continuación, les entregamos el tercer boletín que detalla la situación hídrica en la cuenca, incorporado además pronósticos de precipitaciones con el objetivo de continuar en este camino de generación de información hídrica para nuestra cuenca, como también educar en algunos aspectos técnicos que resultan fundamentales a la hora de participar en la gestión del agua.

Juan Vallejos Carle
Presidente
Junta de Vigilancia de la Cuenca del río Biobío

2. Breve reseña



El presente boletín captura y procesa la información generada por la Dirección General de Aguas (DGA), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), disponible a la fecha de publicación sobre el estado hidrológico de la cuenca del río Biobío; La cuenca del río Biobío de 24.370 km², representa a nivel nacional, un importante centro de desarrollo económico. Los sectores

productivos más dinámicos están ligados al sector forestal, sector agropecuario, sector industrial (representado fundamentalmente por las industrias metalúrgicas, químicas, refinerías de petróleo, industrias textiles, industrias de la celulosa, entre otras) y sector hidroeléctrico que constituye la principal fuente de suministro de energía hidroeléctrica a nivel nacional y, además el sector agrícola con más de 100.000 hectáreas de riego.

El río Biobío nace en la ribera oriental de la laguna Galletué en la Cordillera de los Andes en la región de la Araucanía, atraviesa la llanura central y luego vacía sus aguas en San Pedro, en el sector norte del golfo de Arauco, en las proximidades de Concepción. Cumple un recorrido de 380 km, ocupando el segundo lugar en Chile por su longitud, después del Loa.

Hemos incorporado en nuestra página web, www.jvbb.cl un centro de información de recursos hídricos, donde está disponible para todos los usuarios este boletín y otros recursos de importancia para la gestión del recurso hídrico, le invitamos a visitarnos.

3) RESUMEN:

- **Precipitaciones:**

La cuenca del río Biobío para el mes de diciembre, presenta un **déficit** de **3,1%** para el año hidrológico 2022-2023 respecto de un año normal y un **superávit** del **89%** en relación con el año hidrológico 2021-2022, a igual fecha del año.

- **Nieve:**

Hasta el 31 de diciembre en la estación Alto Mallines, subcuenca del río Laja Alto, y Liucura, subcuenca del río Biobío Alto, no se registra nieve acumulada.

- **Estado de embalses:**

- **Laguna Laja:** presenta un 37,6% de llenado respecto de su promedio histórico y, 24,1% respecto de su capacidad, es decir, un superávit del 21,2% en relación con el año 2021 y un déficit del 62,4% en relación con el promedio histórico.
- **Embalse Ralco:** presenta un llenado de 8,6% sobre el promedio histórico y un 80,1% de llenado respecto de su capacidad máxima.
- **Embalse Pangue:** presenta un llenado de un 7,4% por sobre el promedio histórico y un 97% de llenado respecto de su capacidad.

- **Caudales:**

- En resumen, la cuenca del río Biobío presenta un **déficit** promedio de **4,4%** para el período abril-marzo (año hidrológico 2022-2023), mientras que el mes de diciembre presenta un **déficit** de **26,1%** en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes.

- **Pronóstico:**

- El pronóstico del ENOS para el próximo trimestre enero – febrero prevé mayores probabilidades de condiciones La Niña, con un 67% y desde febrero – marzo condiciones de neutralidad.
- Los pronósticos de precipitación para el trimestre enero - marzo indican valores por debajo de lo normal son pronosticadas en la región central de Chile.
- Probabilidad de precipitaciones para enero, **21,5%**; febrero, **22%**; marzo, **21,5%**.

4) PLUVIOMÉTRICA:

Tabla 1: Precipitaciones acumuladas

Año hidrológico 2022 - 2023						
ESTACION	ACUMULADO	ACUMULADO (1)	NORMALES (2)	ACUMULADO (3)	SUPERAVIT + / DEFICIT - (%)	
	EN EL MES	A LA FECHA	A LA FECHA	año 2021 - 2022 (mm)	(1) R (2)	(1) R (3)
			1991-2020			
CONCEPCION	8,0	762,5	1.032,4	438,0	-26,1	74,1
NACIMIENTO	20,4	1.072,1	1.122,2	581,3	-4,5	84,4
LOS ANGELES	25,4	919,2	984,6	463,7	-6,6	98,2
TRUPAN	6,8	1.366,0	1.524,3	967,2	-10,4	41,2
MULCHEN	39,5	1.343,3	1.136,9	720,2	18,2	86,5
ANGOL	19,4	1.237,3	1.014,5	374,5	22,0	230,4
QUILACO	18,8	1.272,3	1.316,2	647,8	-3,3	96,4
ABANICO	13,0	1.697,5	1.915,7	1.344,7	-11,4	26,2
PANGUE	74,4	2.920,1	3.109,5	1.790,5	-6,1	63,1

-3,1 89,0

Al **31 de diciembre**, la cuenca presenta en promedio un **déficit** de **3,1%** respecto de un año normal y un **superávit** del **89%** con relación al año hidrológico 2021-2022, a igual fecha del año.

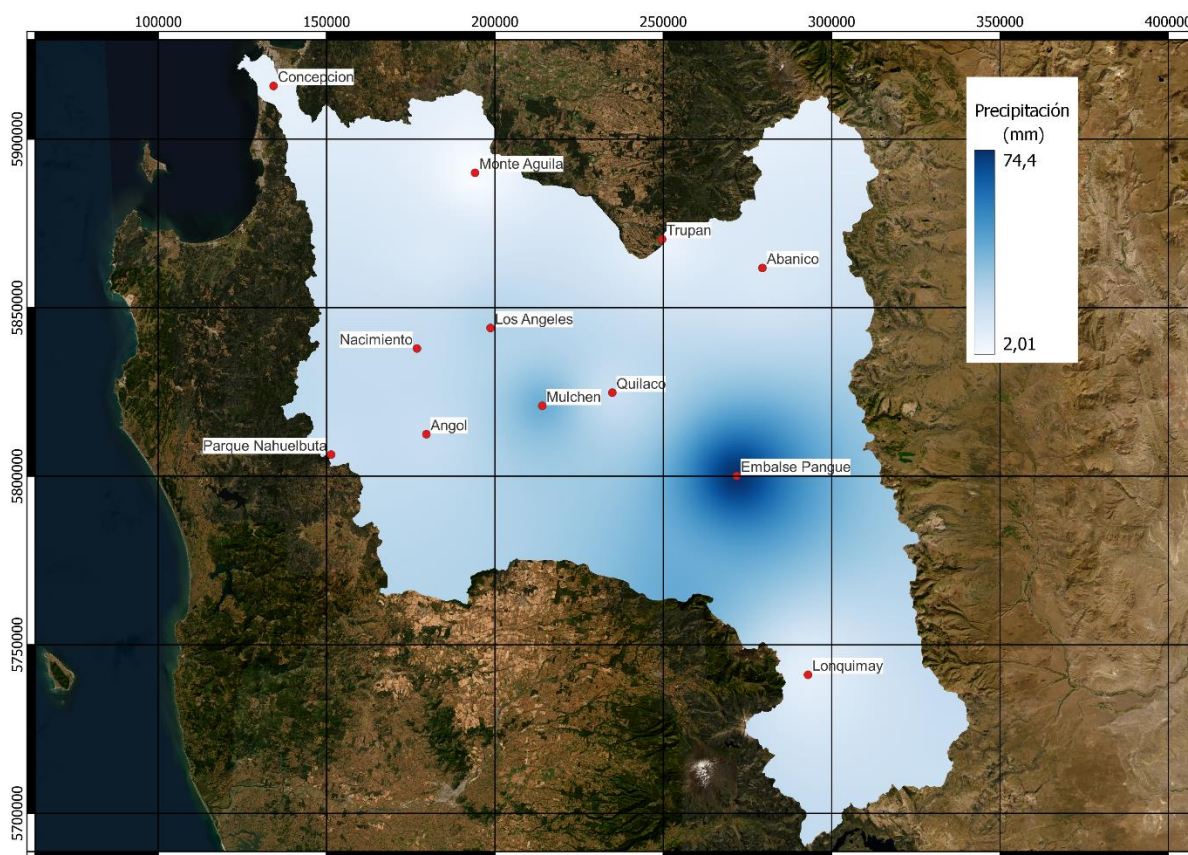


Figura 1: Estaciones meteorológica, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

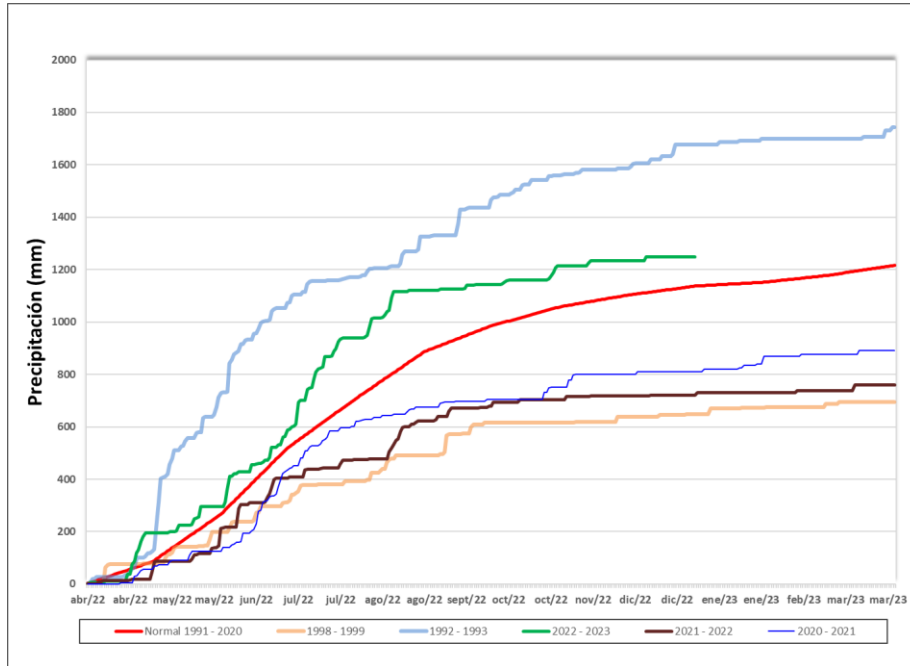


Figura 2: Precipitaciones acumulada en Mulchén, en comparación con periodo hidrológico más húmedo (1992-1993), más seco (1998-1999) y año normal (1991-2020)

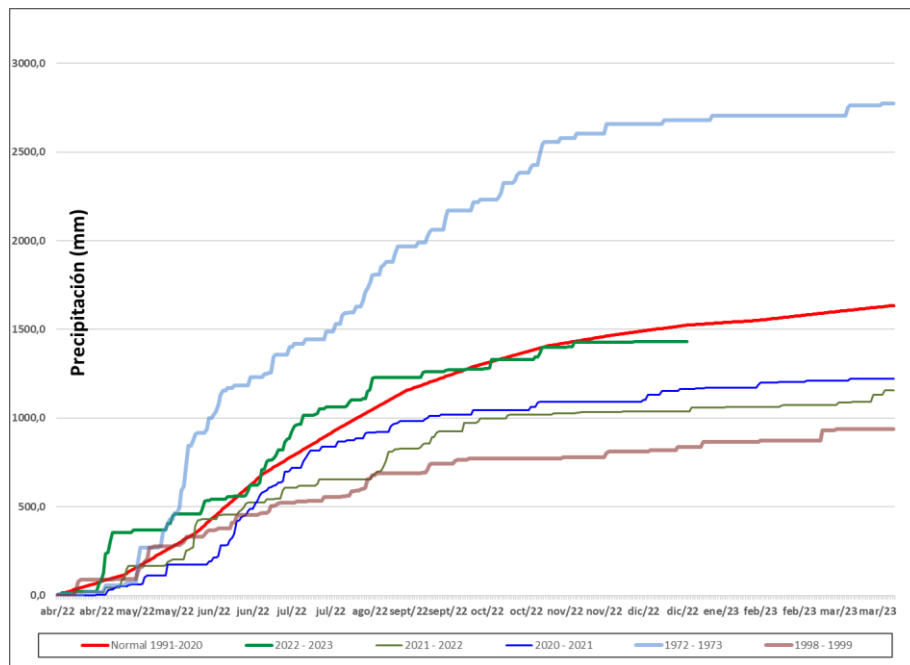


Figura 3: Precipitaciones acumuladas en Trupan, en comparación con periodo hidrológico más húmedo (1972-1973), más seco (1998-1999) y año normal (1991-2020)

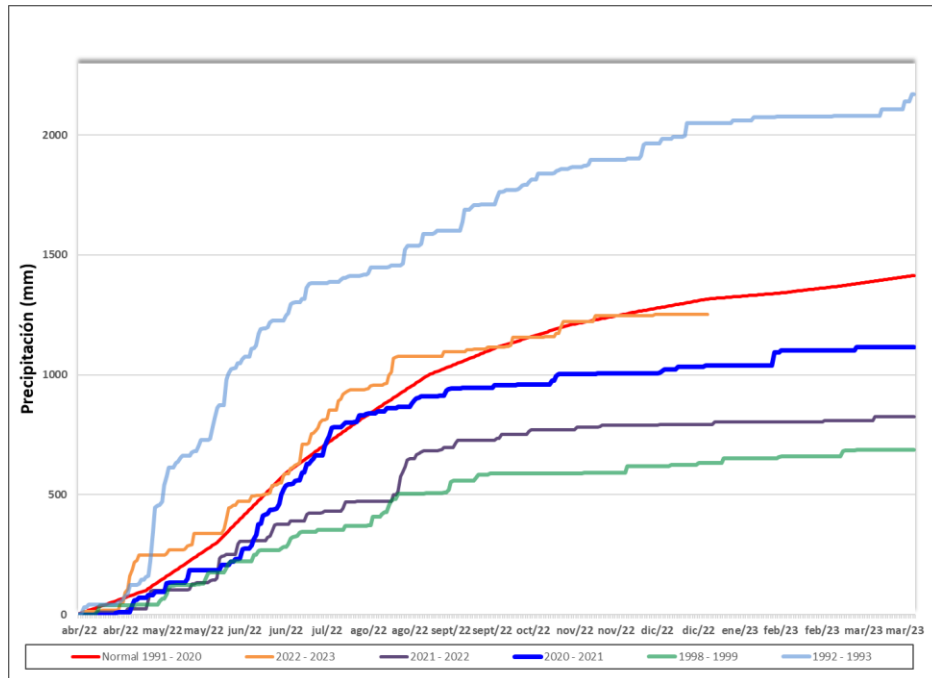


Figura 4: Precipitaciones acumuladas en Quilaco, en comparación con periodo hidrológico más húmedo (1972-1973), más seco (1998-1999) y año normal (1991-2020)

De la información de precipitaciones para las estaciones indicadas en la tabla 1 y las figuras 2, 3 y 4, se puede observar un acumulado para el año hidrológico 2022-2023 **bajo lo normal** (normal climática 1991-2020) a nivel de cuenca.

4.1. Índices de Precipitación Estandarizada (IPE)

El IPE se basa en la probabilidad de precipitación para cualquier escala temporal. Teniendo en cuenta la precipitación observada, la probabilidad de precipitación se transforma en un índice, que actualmente se utiliza en las investigaciones o en modo operativo en más de 70 países.

El IPE se concibió para cuantificar el déficit de precipitación para varias escalas temporales, las cuales reflejan el impacto de la sequía en la disponibilidad de los diferentes recursos hídricos. Las condiciones de humedad del suelo responden a anomalías de precipitación en una escala relativamente corta. Las anomalías de precipitación a largo plazo quedan reflejadas en las aguas subterráneas, los caudales fluviales y el almacenamiento en reservorios. Por ese motivo, McKee y otros (1993) calcularon originalmente el SPI para escalas temporales de 3, 6, 12, 24 y 48 meses.

McKee y otros (1993) utilizaron el sistema de clasificación mostrado en el cuadro de valores de SPI que figura a continuación para definir las distintas intensidades de la sequía según los distintos valores de IPE. También definieron los criterios para los episodios de sequía en todas las escalas temporales.

Los episodios de sequía tienen lugar siempre que el IPE sea continuamente negativo y alcance una intensidad de -1,0 o inferior. El episodio finaliza cuando el IPE alcanza valores positivos.

Por consiguiente, todos los episodios de sequía tienen una duración definida por su comienzo y su final, y una intensidad para cada mes en el que continúa el episodio. La suma positiva del IPE para todos los meses de un episodio de sequía se puede denominar la "magnitud de la sequía" (**Tabla 2**).

Así, por ejemplo, si la magnitud del IPE es de **1 a 3 meses se define que estamos en presencia de una sequía meteorológica**, de entre **1 y 6 meses se define la sequía agrícola**, y de entre **6 y 24 meses o más se define para la sequía hidrológica**.

Tabla 2.- Valores del Índice normalizado de precipitación (IPE)

2,0 y más	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo
-0,99 a 0,99	Normal o aproximadamente normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Severamente seco
-2 y menos	Extremadamente seco

Las condiciones de humedad del suelo responden a anomalías de precipitación en una escala temporal relativamente corta. Las aguas subterráneas, los caudales fluviales y el almacenamiento en reservorios reflejan las anomalías de precipitación a largo plazo.

De acuerdo con lo antes expuesto, a continuación, se expone el Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) para la cuenca del río Biobío (**Figura 5**).

Tabla 3: Índice de precipitación estandarizado (SPI, por su sigla en inglés), IPE.

Nombre	SPI 1	SPI 3	SPI 6	SPI 12	SPI 24	SPI 48	SPI 96
Trupán	-0.80	-1.43	-0.80	-0.37	-1.44	-1.81	-2.07
Quilaco	-0.36	-0.73	-0.35	-0.41	-1.96	-2.36	-2.30
Mulchén	0.25	0.05	0.68	0.66	-0.68	-1.91	-2.36
Los Ángeles	0.16	-0.55	-0.29	-0.31	-1.80	-2.46	-2.58
Concepción	-0.07	-0.36	1.41	1.93	1.02	1.24	2.11
Nacimiento	0.29	-0.15	-0.28	-0.16	-1.72	-2.62	-2.50
Lonquimay	-1.12	-0.1	0.38	0.48	-0.50	-0.89	-1.59
Laguna Malleco	-0.42	-1.15	-1.47	-2.09	-3.10	-3.01	-2.09
Angol	0.35	-0.32	0.37	0.87	-0.76	-1.52	-1.64
Embalse Pangue	0.13	0.17	-0.30	0.52	-0.60	-0.69	-1.33

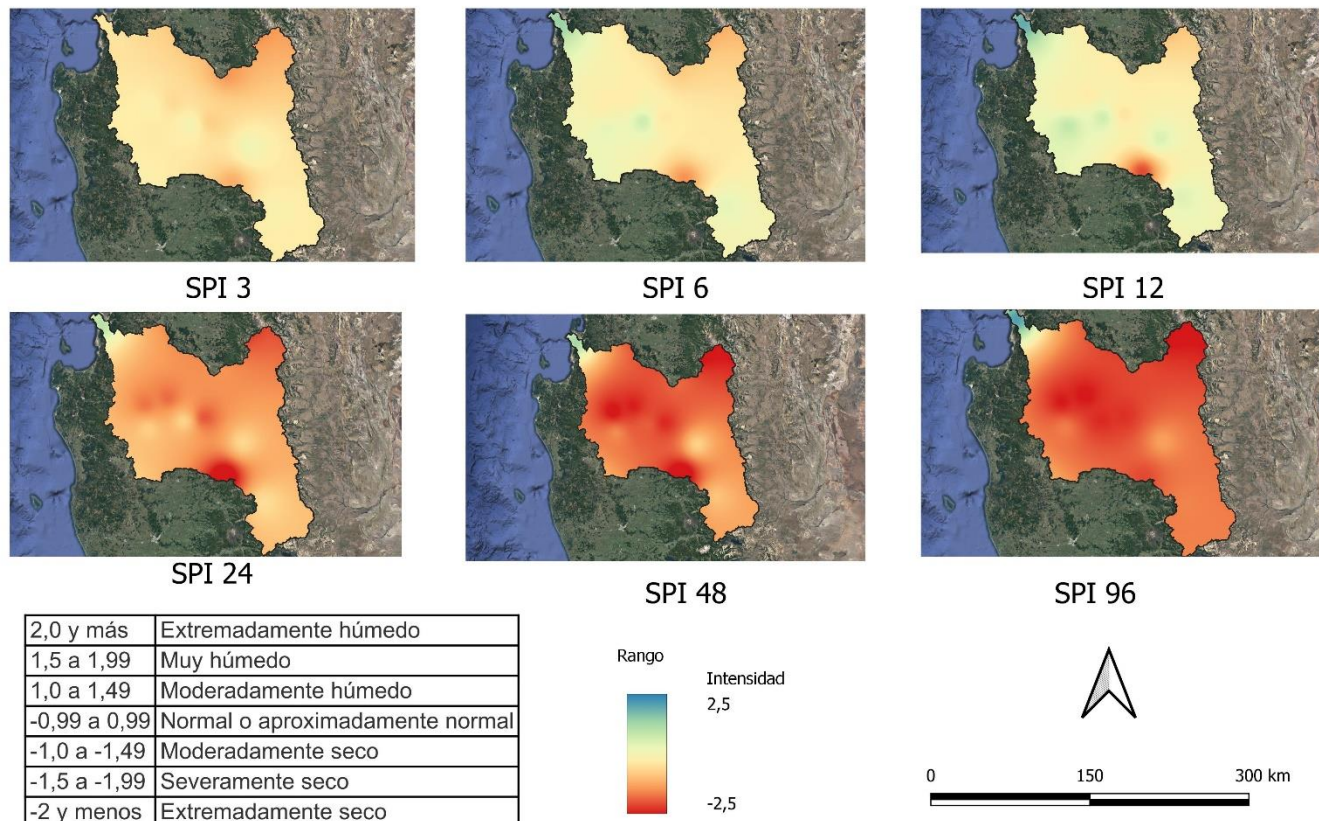


Figura 5: Índice de Precipitación Estandarizada (IPE), UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

Especial atención reviste este índice tanto en precipitaciones (IPE) como en caudales (ICE), según resolución D.G.A (Exenta) 1331 del 07 de junio de 2022 la cual establece los criterios el carácter de severa sequía, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 314 del código de aguas.

En general, para los índices a 6 meses (IPE6 e ICE6), se observa que, en ambos casos no se cumple el valor requerido para establecer sequía severa (IPE6, ICE6 igual o menor a -1.04). Por el contrario, se observa para la cuenca del río Biobío, una situación normal o aproximadamente normal. Para el ICE6 ver acápite 5.

5) NIVOMETRÍA:

5.1. Nieve acumulada, en la estación Alto Mallines, cota 1700 msnm

La estación Alto Mallines no presenta nieve acumulada al 31 de diciembre de 2022.

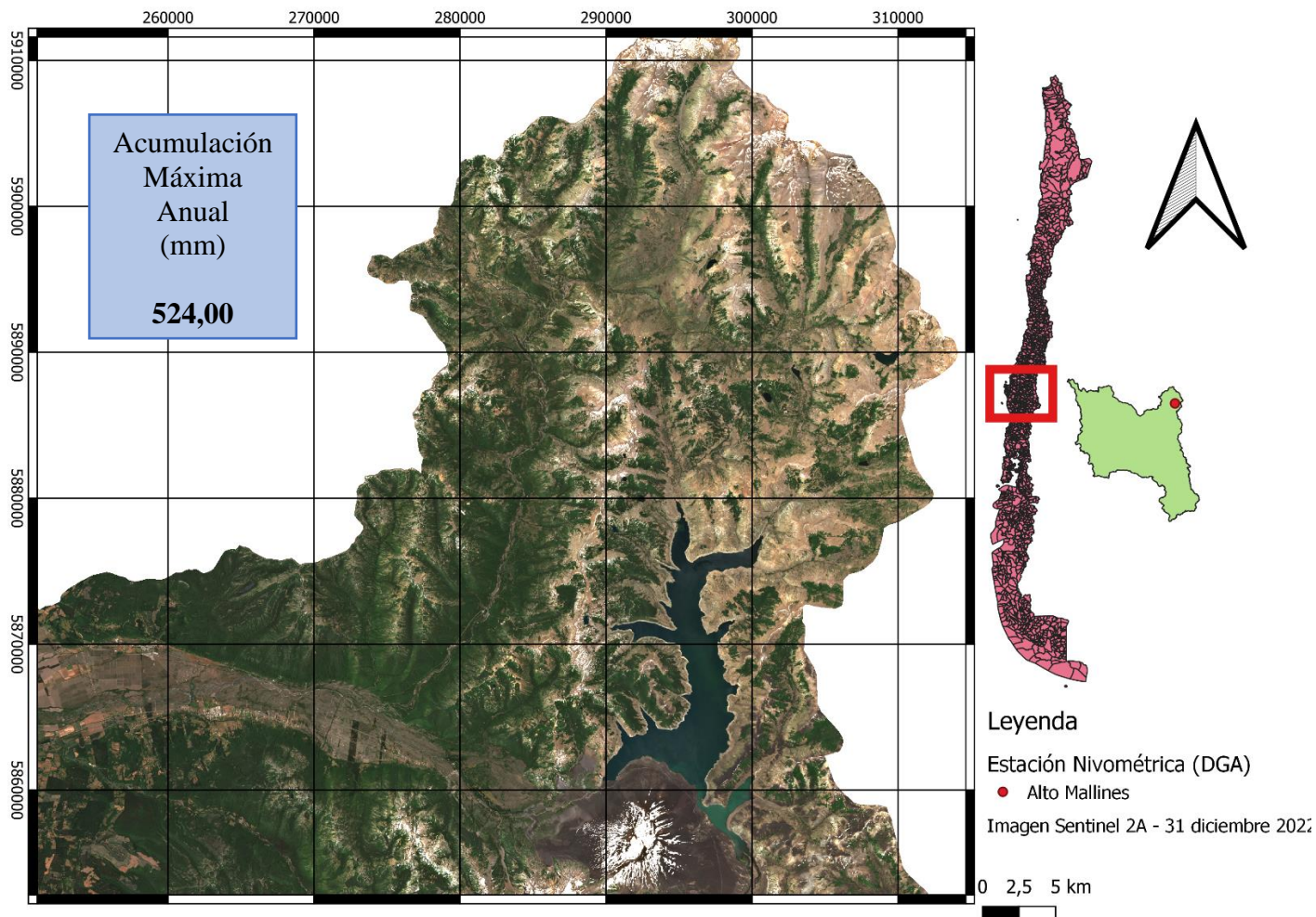


Figura 6: Subcuenca Laja Alto, imagen color verdadero, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

5.2 Nieve acumulada, en la estación Liucura, cota 1034 msnm

La estación Liucura no presenta nieve acumulada al 31 de diciembre de 2022.

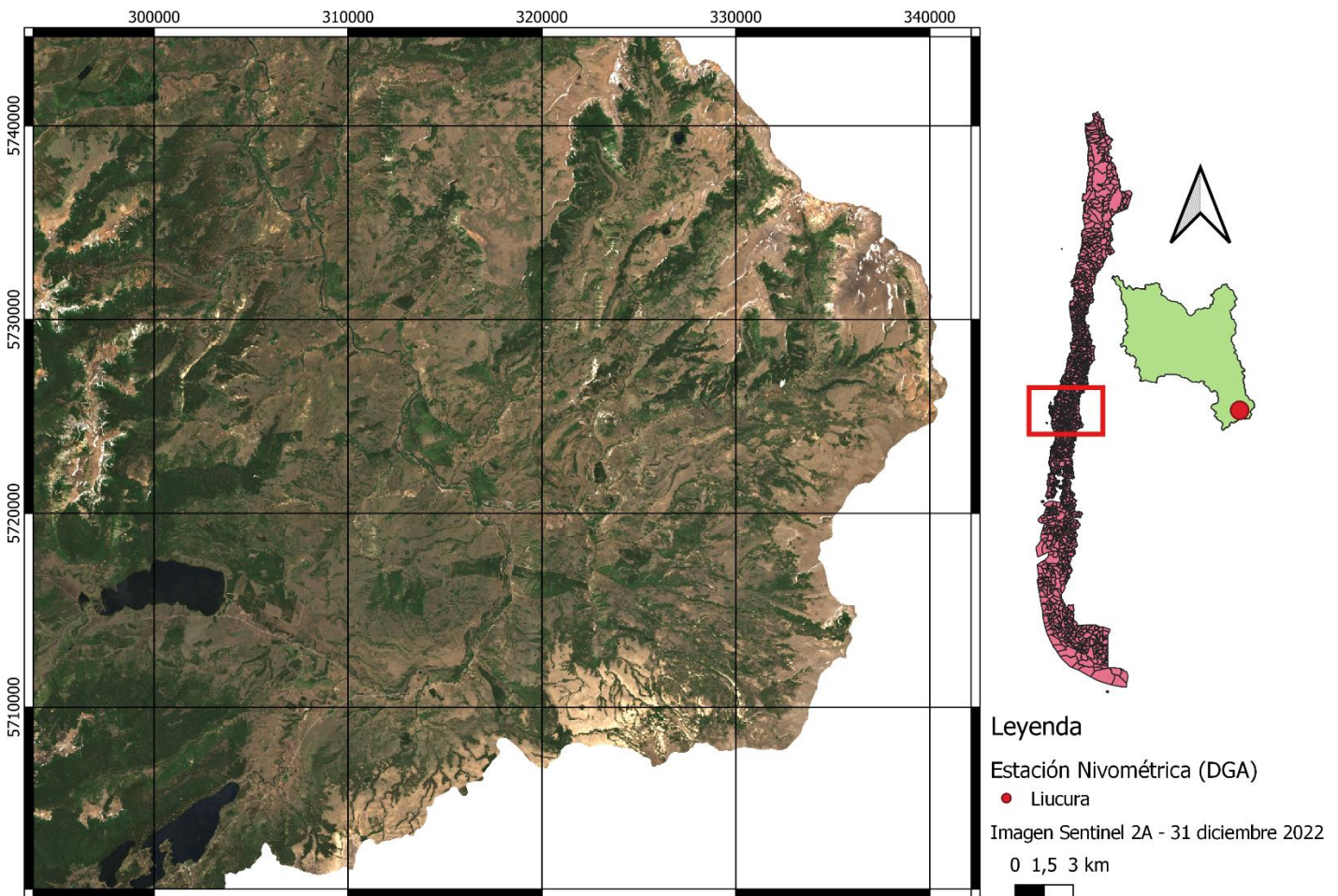
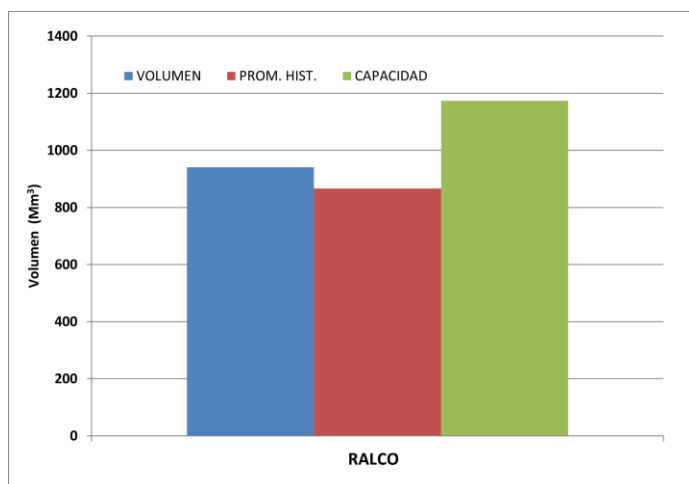
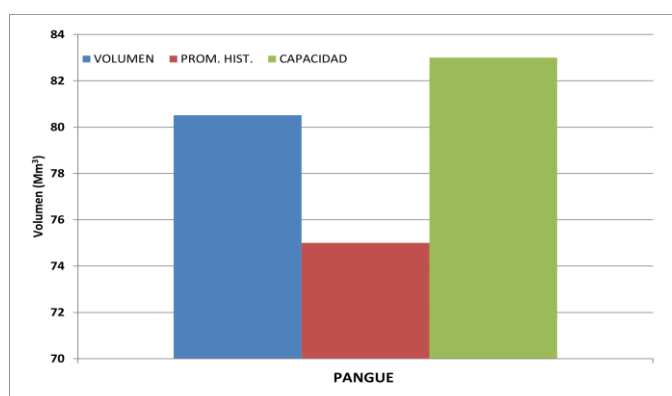
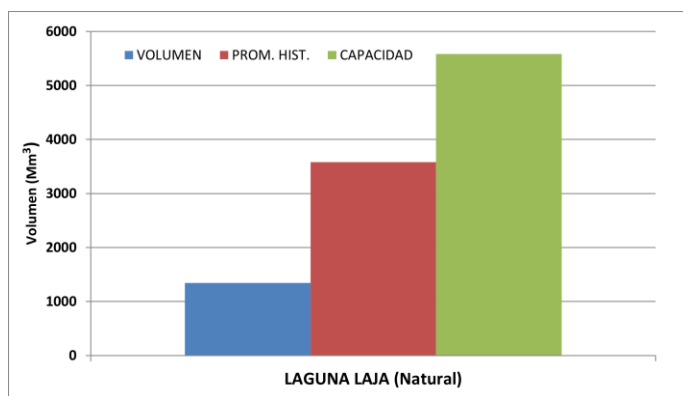


Figura 7: Subcuenca río Biobío Alto, imagen color verdadero, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

6) EMBALSES:

Tabla 4: Estado de embalses, referidos a la capacidad de llenado de los reservorios,

EMBALSE	Millones de M3			(%)	(%)
	VOLUMEN	PROM. HIST.	CAPACIDAD		
	1	2	3		
LAGUNA LAJA (Natural)	1345,2	3581,0	5582,0	37,6	24,1
RALCO	940,4	866,0	1174,0	108,6	80,1
PANGUE	80,52	75,0	83,0	107,4	97,0



Laguna Laja presenta un 37,6% de llenado respecto de su promedio histórico y 24,1% respecto de su capacidad.

Embalse Ralco, presenta un llenado de 8,6% por sobre el promedio histórico y un 80,1% de llenado respecto de su capacidad.

Embalse Pangue presenta un llenado de un 7,4% por sobre el promedio histórico y un 97% de llenado respecto de su capacidad.

Referido al estado hídrico del lago Laja, este se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5: Estado hídrico del lago Laja

Fecha	Volumen	%
30.12.22	1345,19	21,2
30.12.21	1110,19	-62,4
Promedio histórico	3581,00	

7) Caudales:

Tabla 6: Informe principales ríos de la cuenca del río del Biobío, caudal medio mensual:

ESTACION	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (m ³ /s)	SUP. (+) / DEF. (-) (%)	
	2022 (1)	2021 (2)	Promedio Histórico (3)	(1) R (2)	(1) R (3)
Río Biobío en Llanquén (**)	83,48	90,67	218,86	-7,93	-61,86
Río Laja en Tucapel 2 (*)	17,51	17,20	73,71	1,78	-76,25
Río Duqueco en Cerrillos (*)	10,73	13,19	37,86	-18,64	-71,65
Río Biobío en Rucalhue (*)	352,19	211,21	478,75	66,75	-26,43
Río Biobío en Desembocadura (*)	478,88	491,01	849,07	-2,47	-43,60

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

En resumen, la cuenca del río Biobío presenta un **déficit** promedio de **4,4%** para el período abril-marzo (año hidrológico 2022-2023), mientras que el mes de diciembre presenta un **déficit** de **26,1%**, en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes,

Tabla 7: Se presenta régimen hidrológico abril 2022 a marzo 2023 para los ríos que se detallan,

RÍOS	abr-22 mar-23	dic-22
r. Biobío en Llanquén	4,6	-21,9
r. Laja en Tucapel 2	-14,7	-50,0
r. Duqueco en Cerrillos	-2,5	-52,4
r. Biobío en Rucalhue	-4,8	8,4
r. Biobío en Desembocadura	-4,5	-14,4

La estación río Biobío en Llanquén, presenta un **superávit** de un **4,6%** promedio en el período abril 2022–marzo 2023, y al considerar sólo el mes de diciembre, éste presenta un **déficit** de **21,9%** respecto del promedio histórico,

La estación río Laja en Tucapel 2, presenta un **déficit** de un **14,7%** promedio en el período abril 2022–marzo 2023, y al considerar sólo el mes de diciembre, éste presenta un **déficit** de **50,0%** respecto del promedio histórico,

La estación río Duqueco en Cerrillos, presenta un **déficit** de **2,5%** promedio en el período abril 2022–marzo 2023, y al considerar sólo el mes de diciembre, éste presenta un **déficit** de **52,4%** respecto del promedio histórico,

La estación río Biobío en Rucalhue, presenta un **déficit** de un **4,8%** promedio en el período abril 2022-marzo 2023, y al considerar sólo el mes de diciembre, éste presenta un **superávit** de **8,4%** respecto del promedio histórico,

La estación río Biobío en Desembocadura, presenta un **déficit** de un **4,5%** promedio en el período abril 2022-marzo 2023, y al considerar sólo el mes de diciembre, éste presenta un **déficit** de **14,4%** respecto del promedio histórico,

En relación con el ICE, en río Biobío en Llanquén, se tiene:

Tabla 8: Índice de caudales estandarizado (ICE), diciembre 2022.

ICE3	ICE6	ICE12	ICE24	ICE48	ICE96
0,21	-0,09	0,06	-0,95	-0,96	-1,13

En resumen, para 6 meses (ICE6), se observa que, no se cumple el valor requerido para establecer sequía severa (ICE6 igual o menor a -1.04). Por el contrario, se observa para río Biobío en Llanquén, una situación normal o aproximadamente normal.

7.1. Curva de variación estacional

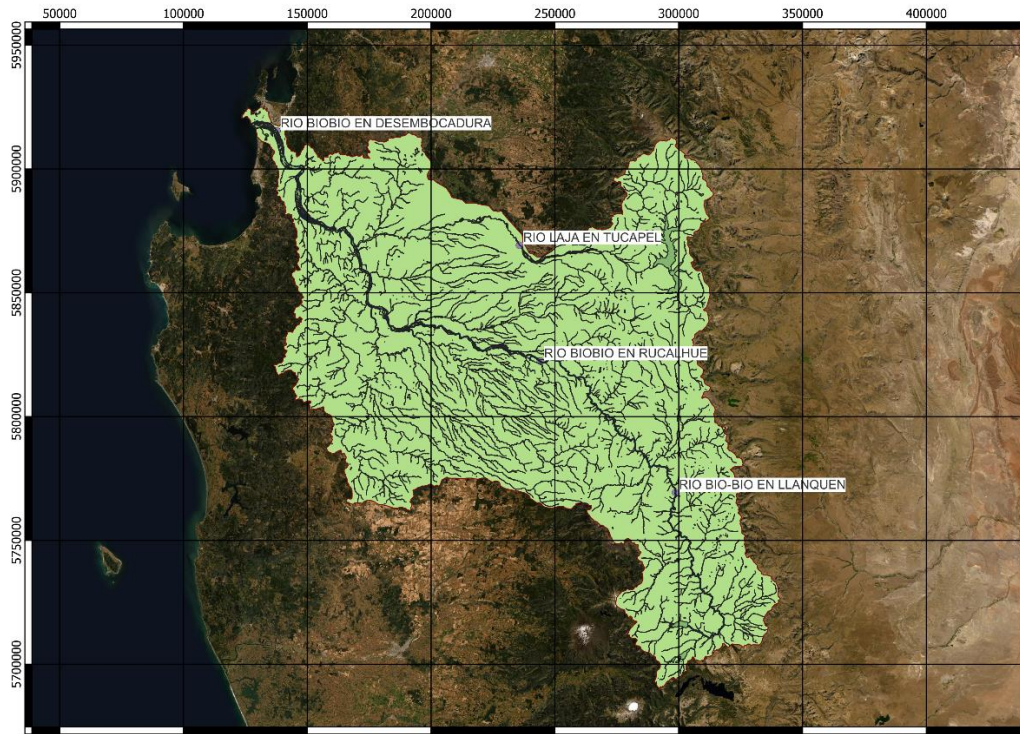


Figura 8: Ubicación de estaciones con Curvas de variación estacional, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s

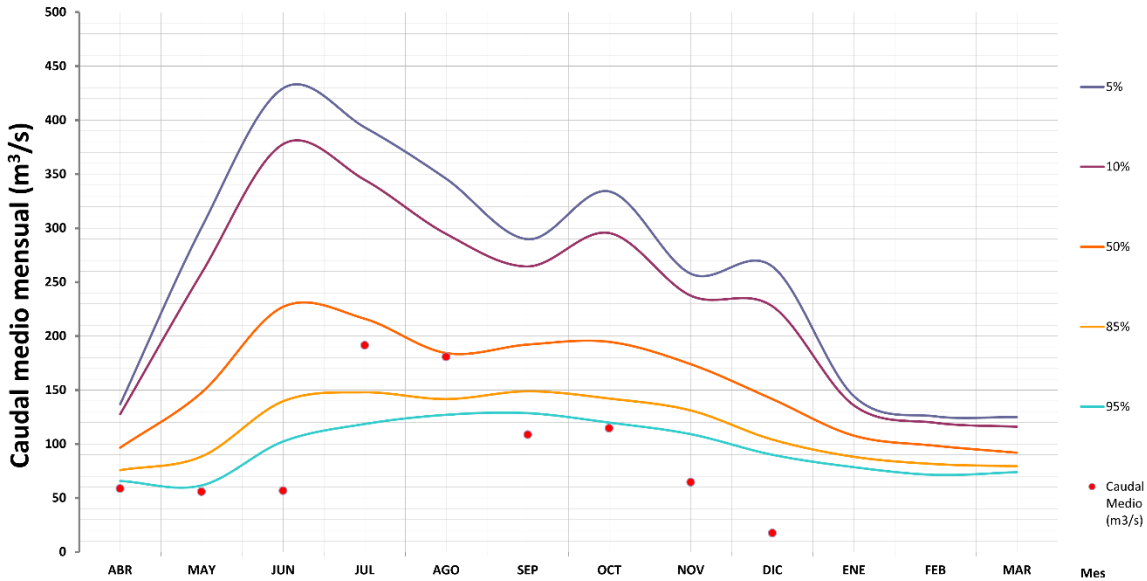


Figura 9: Río Laja en Tucapel 2 Curva de Variación Estacional año hidrológico con **98%** de probabilidad de excedencia.

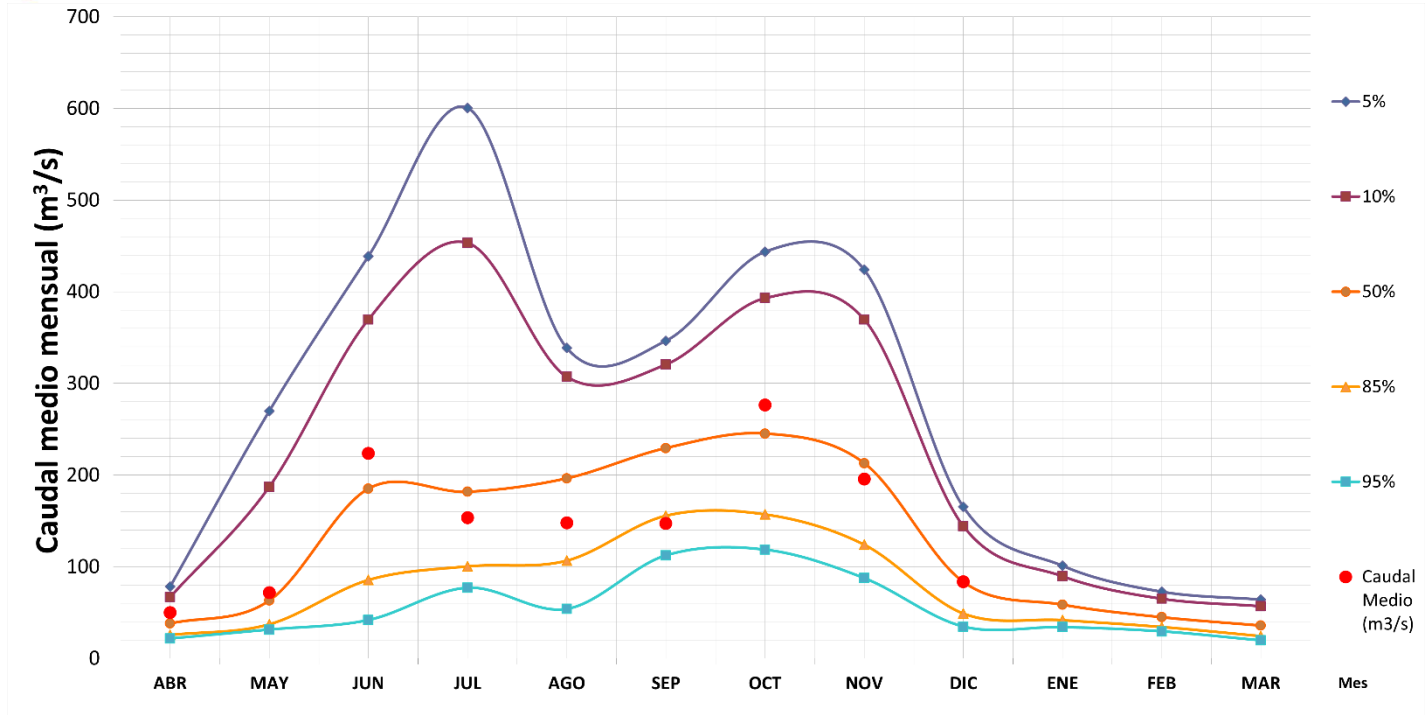


Figura 10: Río Biobío en Llanquén Curva de variación estacional año hidrológico con **50,0%** de probabilidad de excedencia.

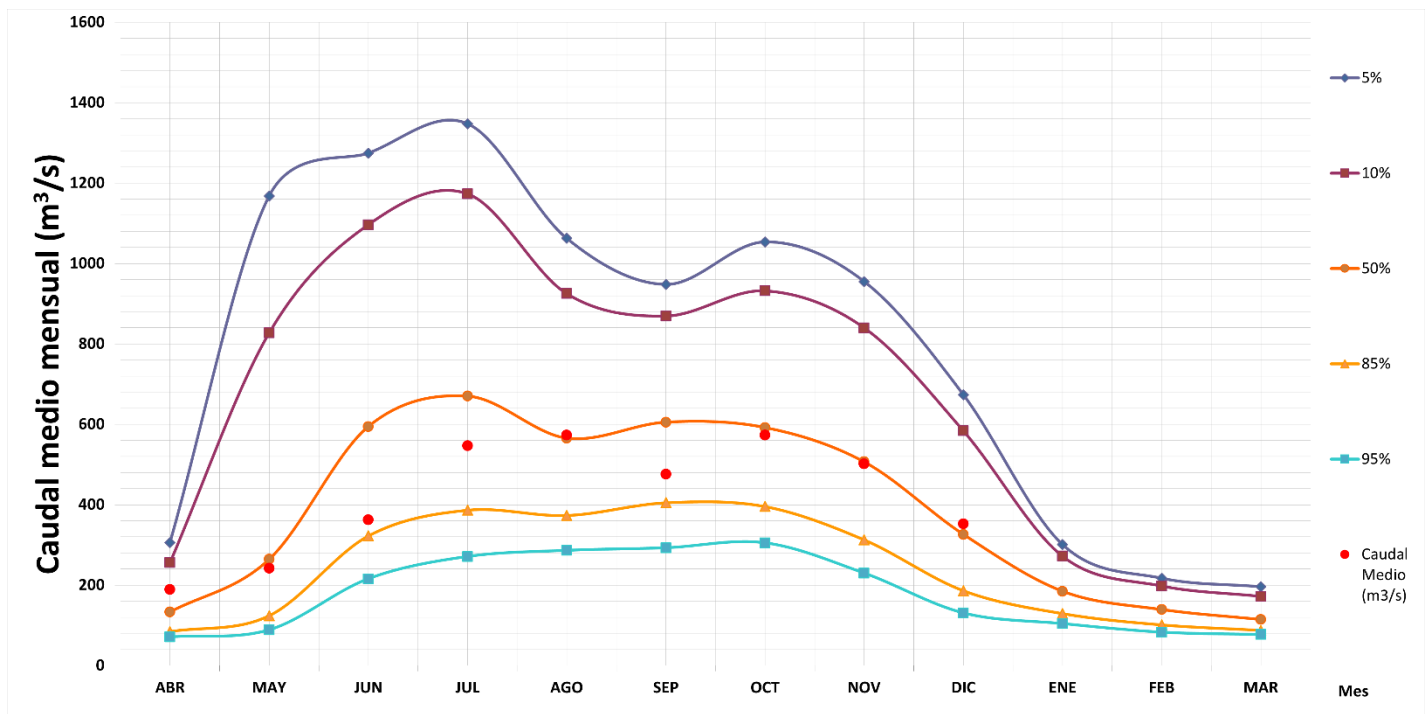


Figura 11: Río Biobío en Rucalhue Curva de variación estacional año hidrológico con **50,0%** de probabilidad de excedencia.

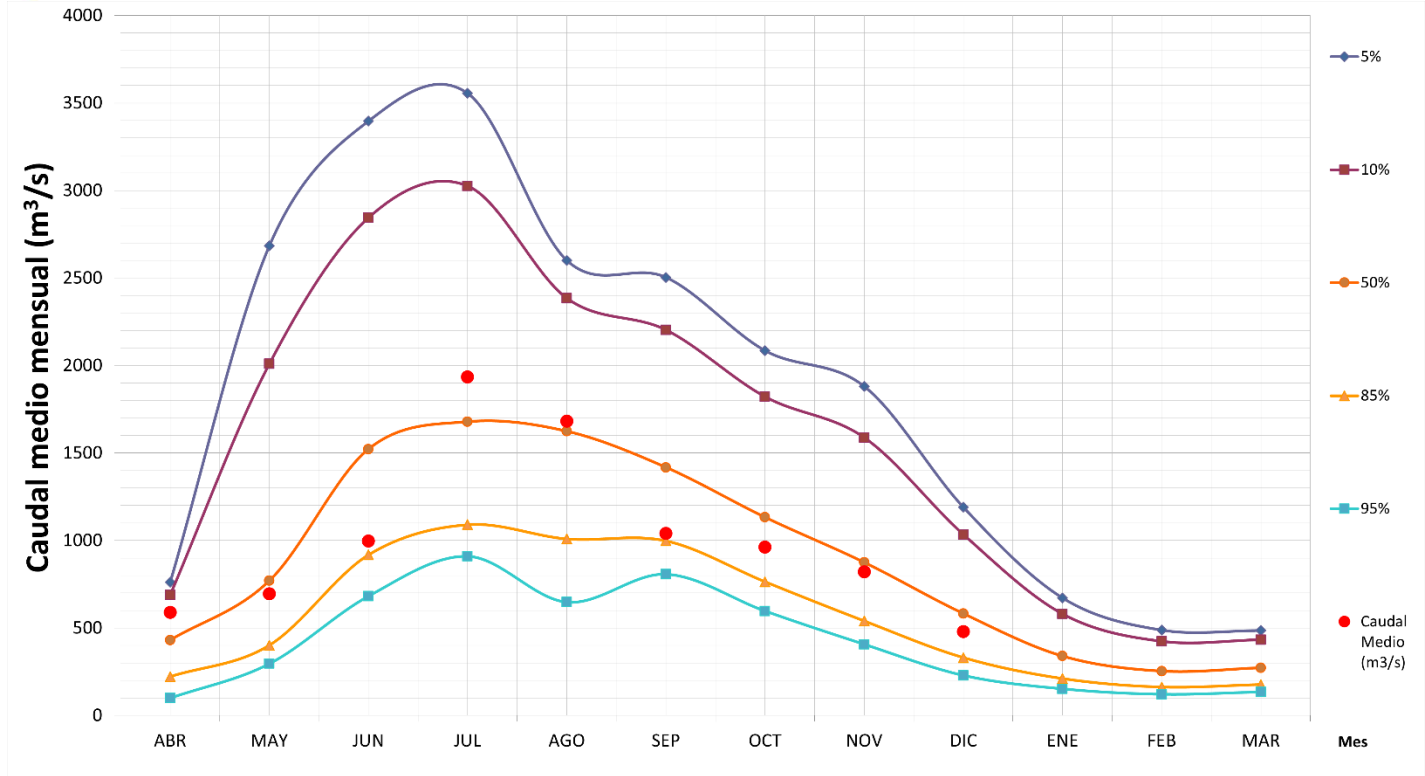


Figura 12: Río Biobío en Desembocadura Curva de variación estacional, año hidrológico, **67%** de probabilidad de excedencia.

La curva de variación es una curva de frecuencias acumuladas que indica el porcentaje de tiempo durante el cual el caudal ha sido igualado o excedido en un periodo de tiempo, en este caso, el mes de diciembre.

8) **Pronóstico:**

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).

8.1 Análisis

A mediados de diciembre, las temperaturas de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial centro-oriental se mantienen por debajo del promedio. En general, el sistema acoplado océano-atmósfera continúa reflejando **La Niña**.

Los pronósticos IRI más recientes para la región de SST del Niño-3.4 indican que La Niña persistirá hasta el febrero - marzo del hemisferio sur y luego a ENSO-neutral en abril - junio.

Similar al más reciente perspectiva oficial de ENOS emitida el 08 de diciembre de 2022, la perspectiva de ENOS basada en modelos objetivos pronostica una continuación del evento de La Niña con alta probabilidad durante enero-febrero. Basado en pronósticos objetivos de ENSO, se espera que La Niña haga la transición a ENSO-neutral durante febrero-abril, ENSO-niño durante junio-agosto, que sigue siendo la categoría más probable a partir de entonces, figura 13 y 14.

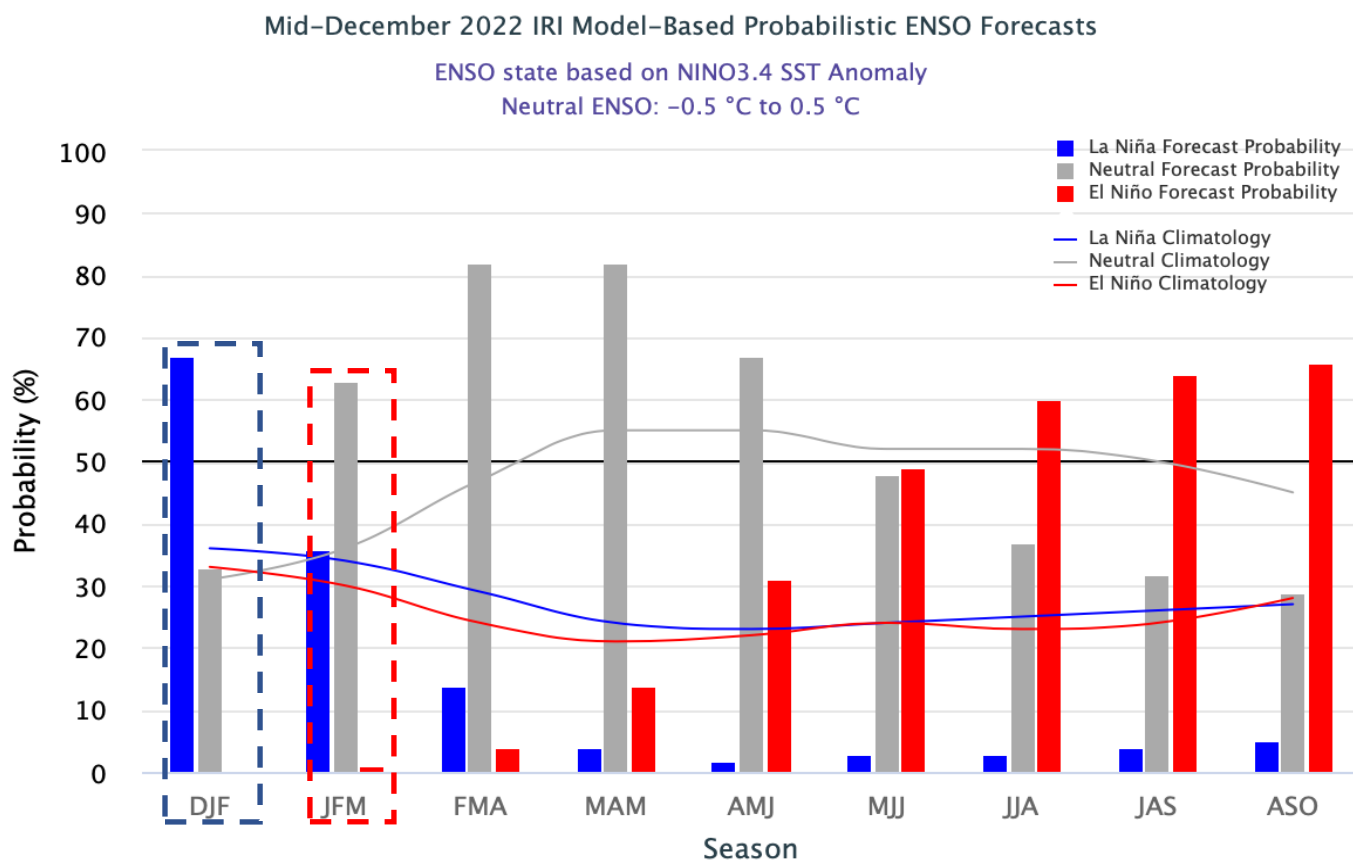


Figura 13: Modelo de probabilidad ENSO (1), 19 diciembre.

(1) https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume

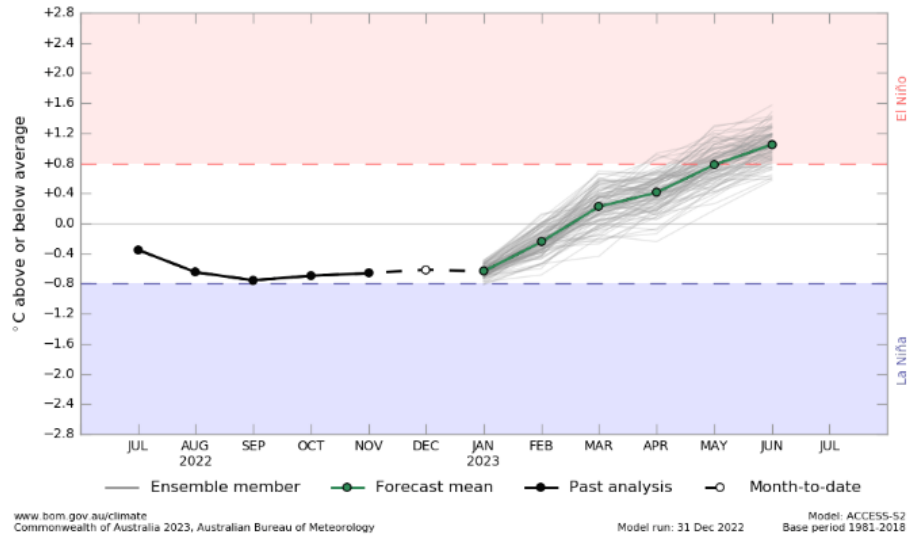


Figura 14: Anomalía de temperatura superficial del mar para la región del Niño 3.4

El **Índice de Oscilación del Sur (SOI)** de 30 días a partir de diciembre volvió a presentar un incremento significativo de sus valores, manteniéndose sobre umbrales característicos de La Niña (>7). El último valor observado fue de +20.0

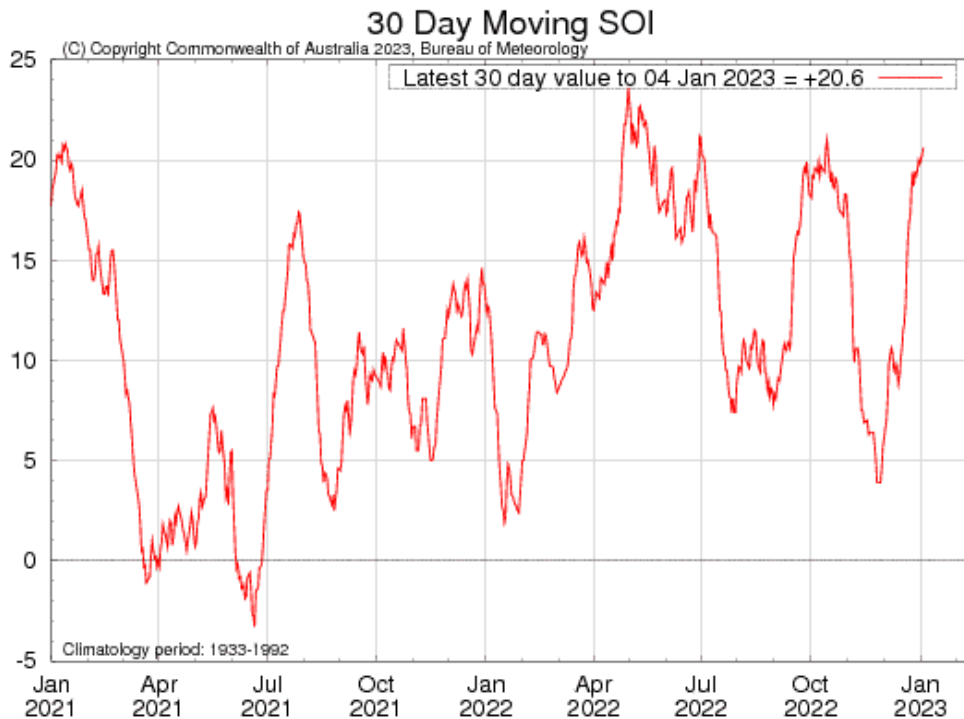


Figura 15: Índice de Oscilación del Sur (SOI) (2) de 30 días, al 04 de enero 2023.

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

El pronóstico del ENOS para el próximo trimestre (enero - marzo) prevé mayores probabilidades de condiciones La Niña, con un 67%.

Los pronósticos de precipitación para el trimestre enero - marzo indican valores por **debajo de lo normal son pronosticadas** en la **región central de Chile**.

De esta manera, con los antecedentes detallados anteriormente, y considerando el modelo de pronóstico probabilístico del Centro Climático (APCC) (3) se detalla a continuación la probabilidad de ocurrencia de eventos de precipitación para los meses de enero - marzo.

3) <https://www.apcc21.org/ser/outlook.do?lang=en>

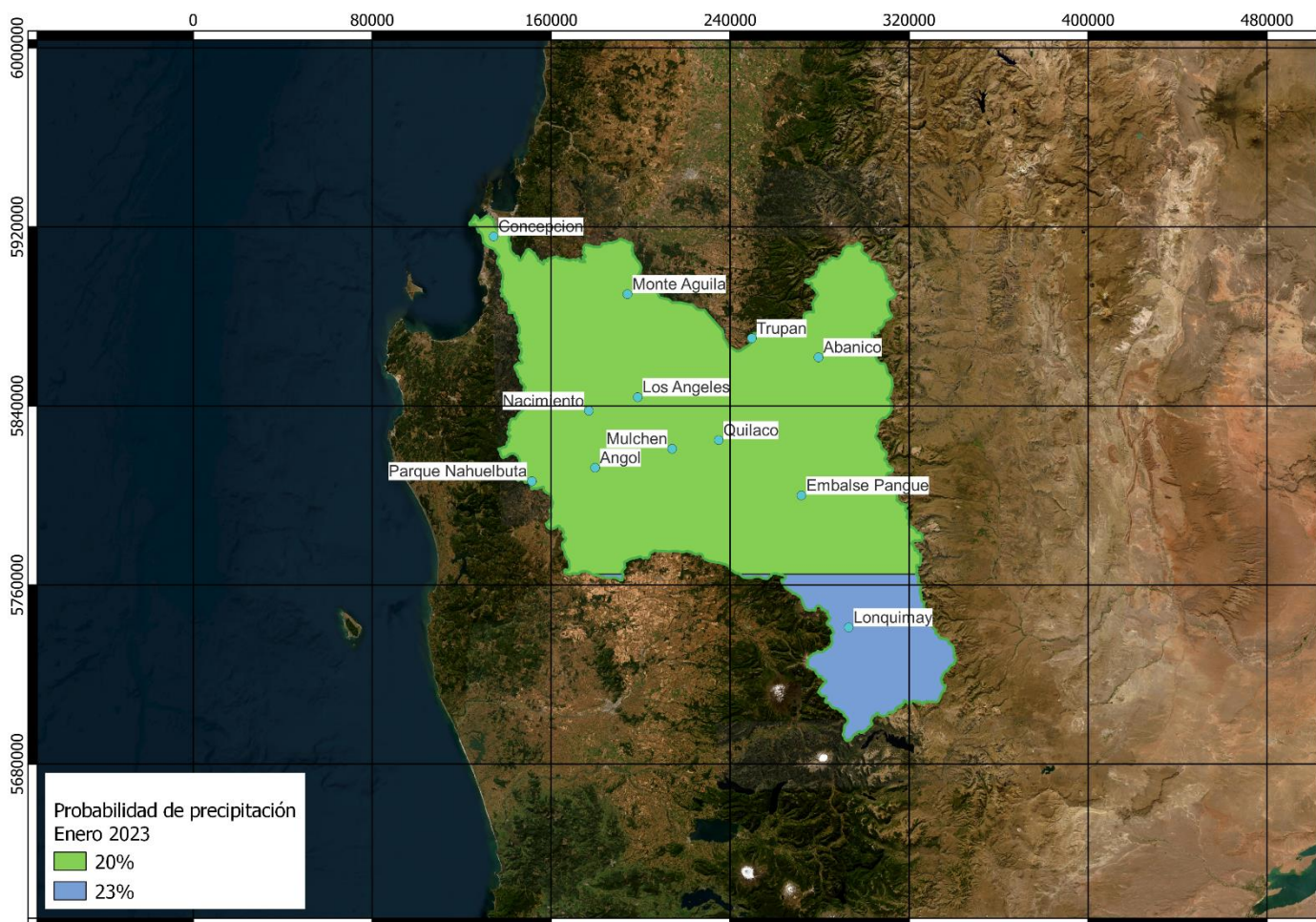


Figura 16: Probabilidad de precipitación mes de enero 2023.

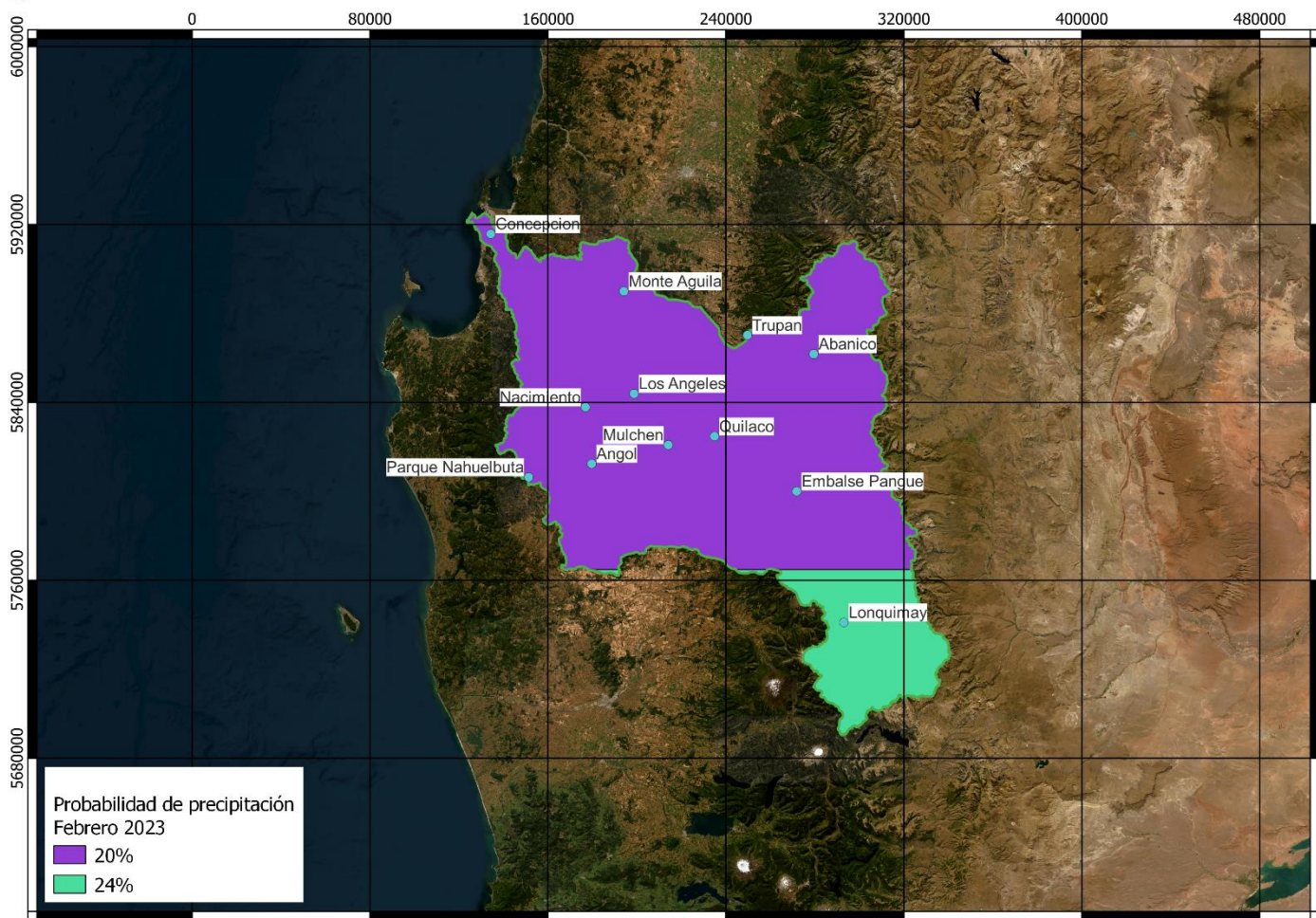


Figura 17: Probabilidad de precipitación mes de febrero 2023.

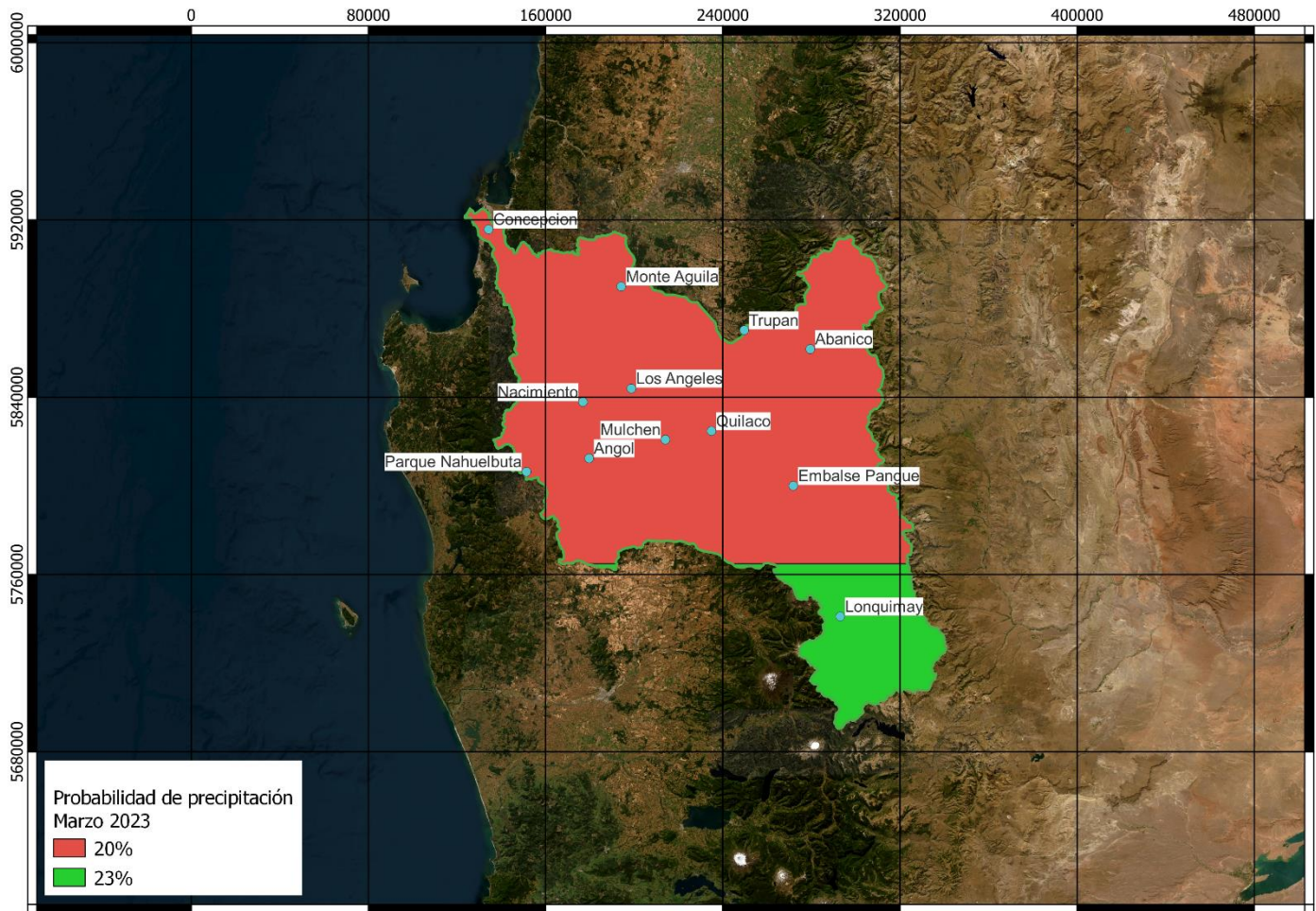


Figura 18: Probabilidad de precipitación mes de marzo 2023.

