



BOLETÍN 2
SITUACIÓN HIDROLÓGICA
CUENCA DEL RÍO BIOBÍO
OCTUBRE 2022

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://cliiks.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 segundo boletín al cual le hemos incorporado 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

3) RESUMEN:

- **Precipitaciones:**

La cuenca del río Biobío para el mes de octubre, presenta en promedio una situación ajustada a lo normal (0,0%) en relación con el año hidrológico 2022-2023 respecto de un año normal y un superávit del 86,3% con relación al año hidrológico 2021-2022, a igual fecha del año.

- **Nieve:**

Hasta el 31 de octubre en la estación Alto Mallines, subcuenca del río Laja Alto, registra 1 centímetros nieve acumulada y un equivalente en agua de 3,78 mm.

- **Estado de embalses:**

- **Laguna Laja:** presenta un 35,3% de llenado respecto de su promedio histórico y, 21,3% respecto de su capacidad, es decir, un superávit del 1,7% en relación con el año 2021 y un déficit del 64,7% en relación con el promedio histórico.
- **Embalse Ralco:** presenta un llenado de 29,7% sobre el promedio histórico y se encuentra a su capacidad máxima de llenado.
- **Embalse Pangue** presenta un llenado de un 8,9% por sobre el promedio histórico y un 98,4%, de llenado respecto de su capacidad.

- **Caudales:**

- En resumen, la cuenca del río Biobío presenta un déficit promedio de 0,8 % para el período abril-marzo (año hidrológico 2022-2023), mientras que el mes de octubre presenta un déficit de 3,5% en ambos casos, comparado con el promedio estadístico histórico para igual período del mes.

- **Pronóstico:**

- El pronóstico del ENOS para el próximo trimestre (noviembre – diciembre de 2022 y enero 2023) prevé mayores probabilidades de condiciones La Niña, con un 84%.
- Los pronósticos de precipitación para el trimestre noviembre – diciembre de 2022 indican valores por debajo de lo normal son pronosticadas en la región central de Chile.
- Probabilidad de precipitaciones para el mes de noviembre, **9%**; mes de diciembre, **25%**; mes de enero 2023, **21%**.

4) PLUVIOMÉTRICA:

Tabla 1: Precipitaciones acumuladas

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	42,2	750,3	983,7	432,8	-23,7	73,4
NACIMIENTO	19,0	999,3	1.072,4	574,9	-6,8	73,8
LOS ANGELES	42,6	872,8	920,6	456,4	-5,2	91,2
TRUPAN	122,5	1.398,6	1.406,3	932,2	-0,5	50,0
MULCHEN	89,2	1.274,6	1.058,0	704,3	20,5	81,0
ANGOL	18,7	1.190,3	968,1	361,4	23,0	229,4
QUILACO	81,0	1.228,9	1.206,3	624,0	1,9	96,9
ABANICO	152,8	1.663,5	1.781,1	1.314,5	-6,6	26,6
PANGUE	247,8	2.806,1	2.873,0	1.738,7	-2,3	61,4

Al **31 de octubre**, la cuenca presenta en promedio una situación ajustada a lo normal (**0,0%**) respecto de un año normal y un **superávit** del **86,3%** con relación al año hidrológico 2021-2022, a igual fecha del año.

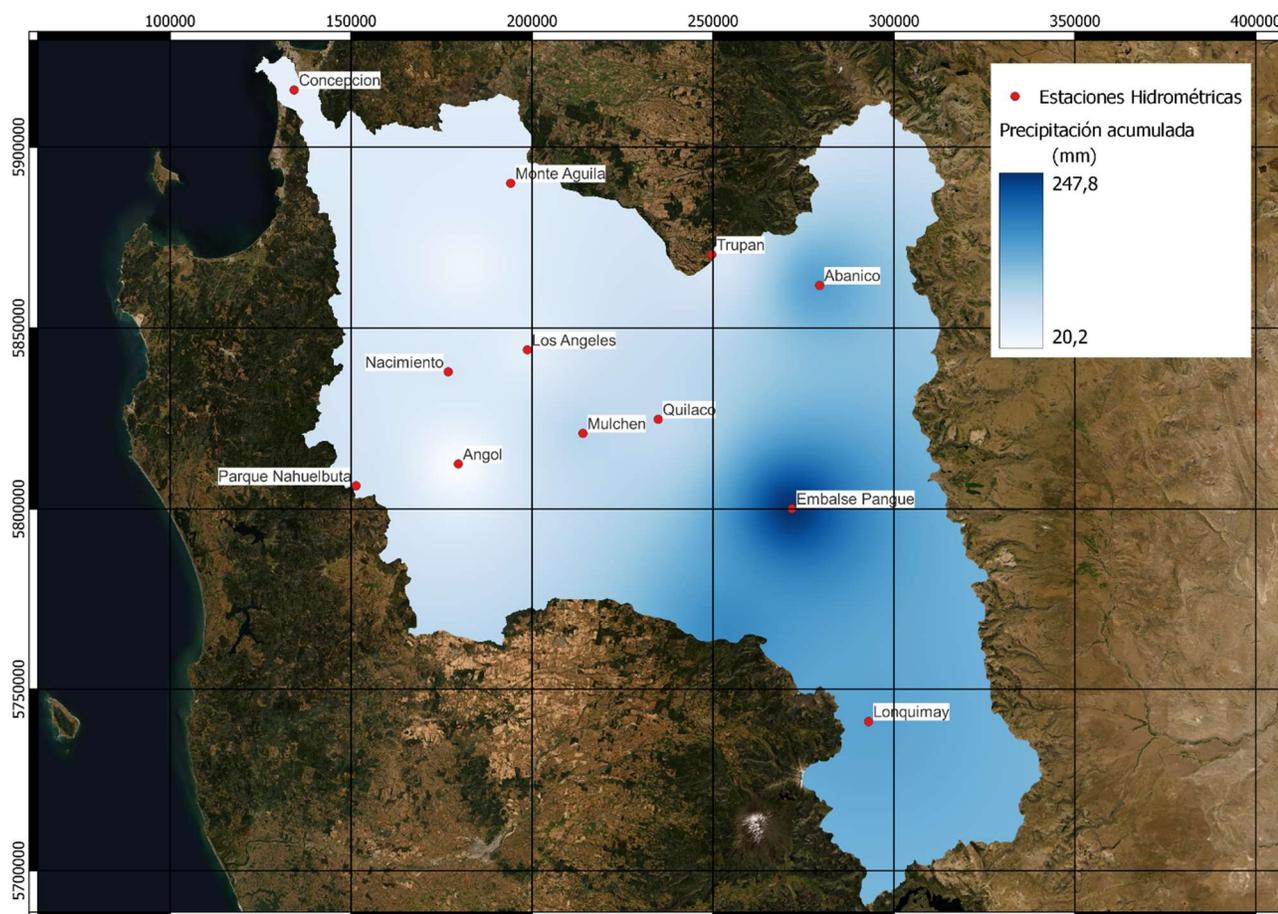


Figura 1: Estaciones meteorológica, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

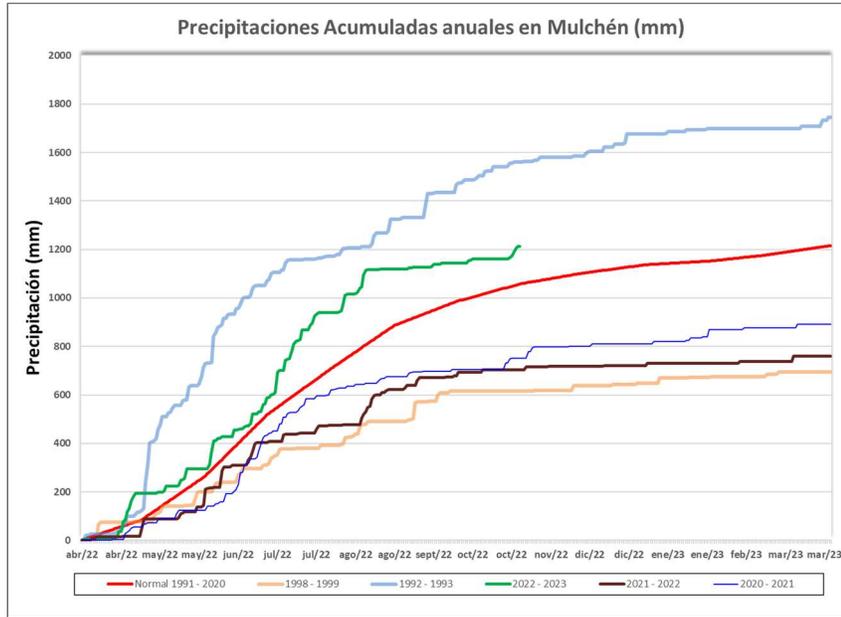


Figura 2: Precipitaciones acumulada, en comparación con periodo hidrológico más húmedo (1992-1993), más seco (1998-1999) y año normal (1991-2020)

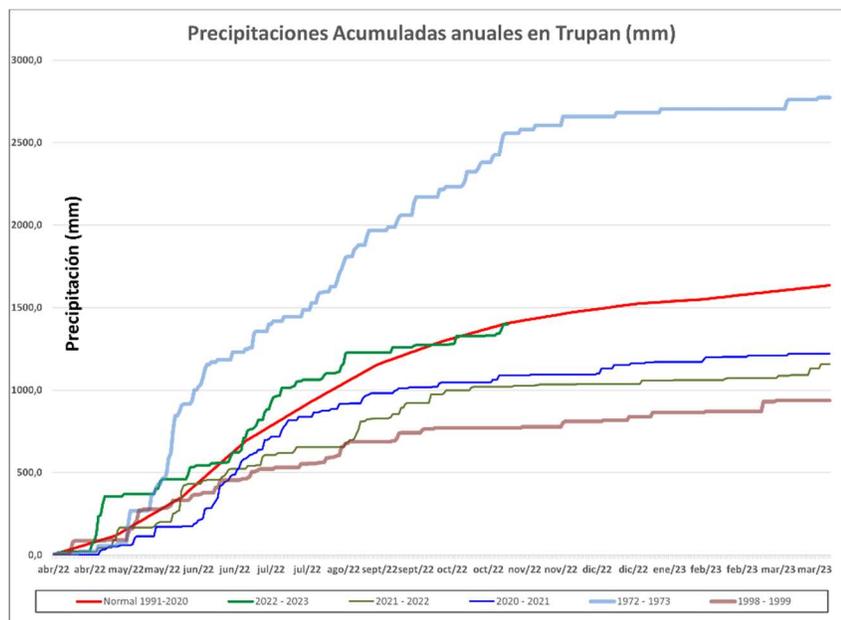


Figura 3: Precipitaciones acumuladas en comparación con periodo hidrológico más húmedo (1972-1973), más seco (1998-1999) y año normal (1991-2020)

De la información de precipitaciones para las estaciones indicadas en la tabla 1 y las figuras 2 y 3, se puede observar un acumulado para el año hidrológico 2022-2023 **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 4**).

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	-0.72	-1.31	-1.01	-0.48	-1.53	-1.67	-2.10
Quilaco	-0.07	-1.03	-0.53	-0.45	-1.94	-2.15	-2.27
Mulchén	0.50	0.06	0.53	0.43	-0.91	-1.85	-2.22
Los Ángeles	-0.22	-1.20	-0.41	-0.51	-2.06	-2.4	-2.53
Concepción	0.33	0.48	2.38	2.03	1.02	1.42	2.18
Nacimiento	0.18	-0.95	-0.37	-0.24	-1.79	-2.53	-2.54
Lonquimay	0.78	0.15	0.15	0.47	-0.58	-0.99	-1.43
Angol	-0.52	-0.40	0.57	0.72	-0.89	-1.62	-1.25
Embalse Pangue	0.86	-0.72	-0.25	0.49	-0.52	-0.41	-1.57

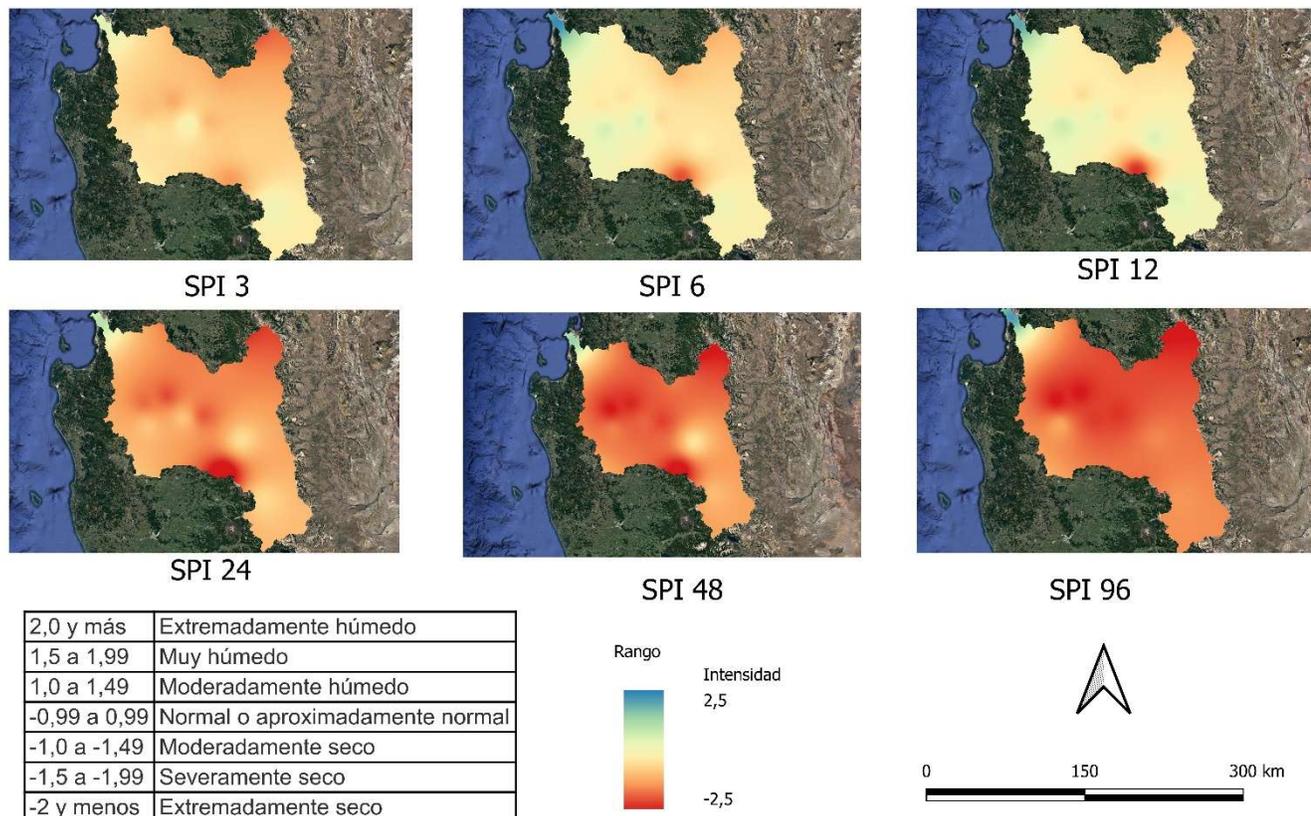


Figura 4: Índice de Precipitación Estandarizada (IPE) para la cuenca del río Biobío, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

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

Hasta el 31 de octubre en la estación Alto Mallines, subcuenca del río Laja Alto, registra 1 centímetros nieve acumulada y un equivalente en agua de 3,78 mm.

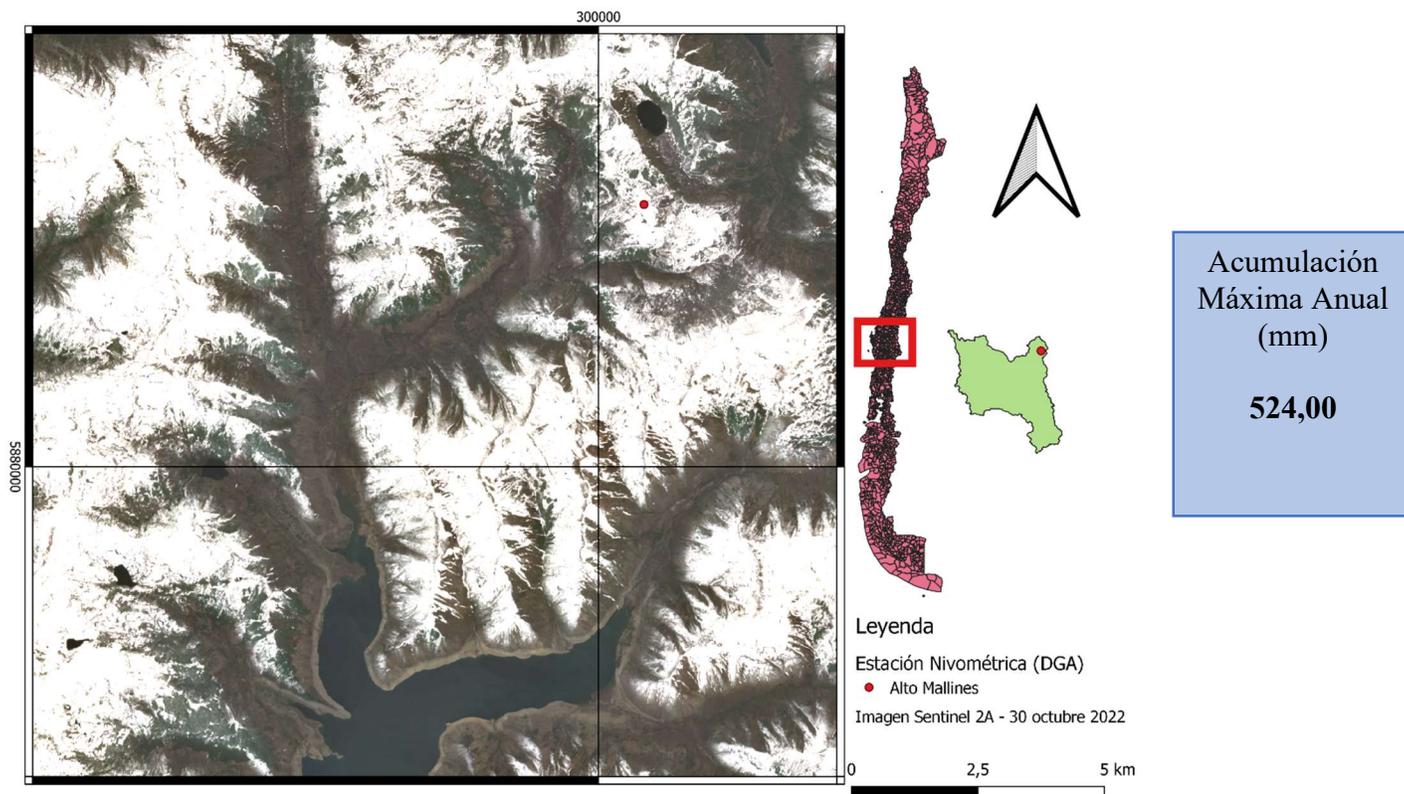


Figura 5: Subcuenca Laja Alto, imagen color verdadero, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

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

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

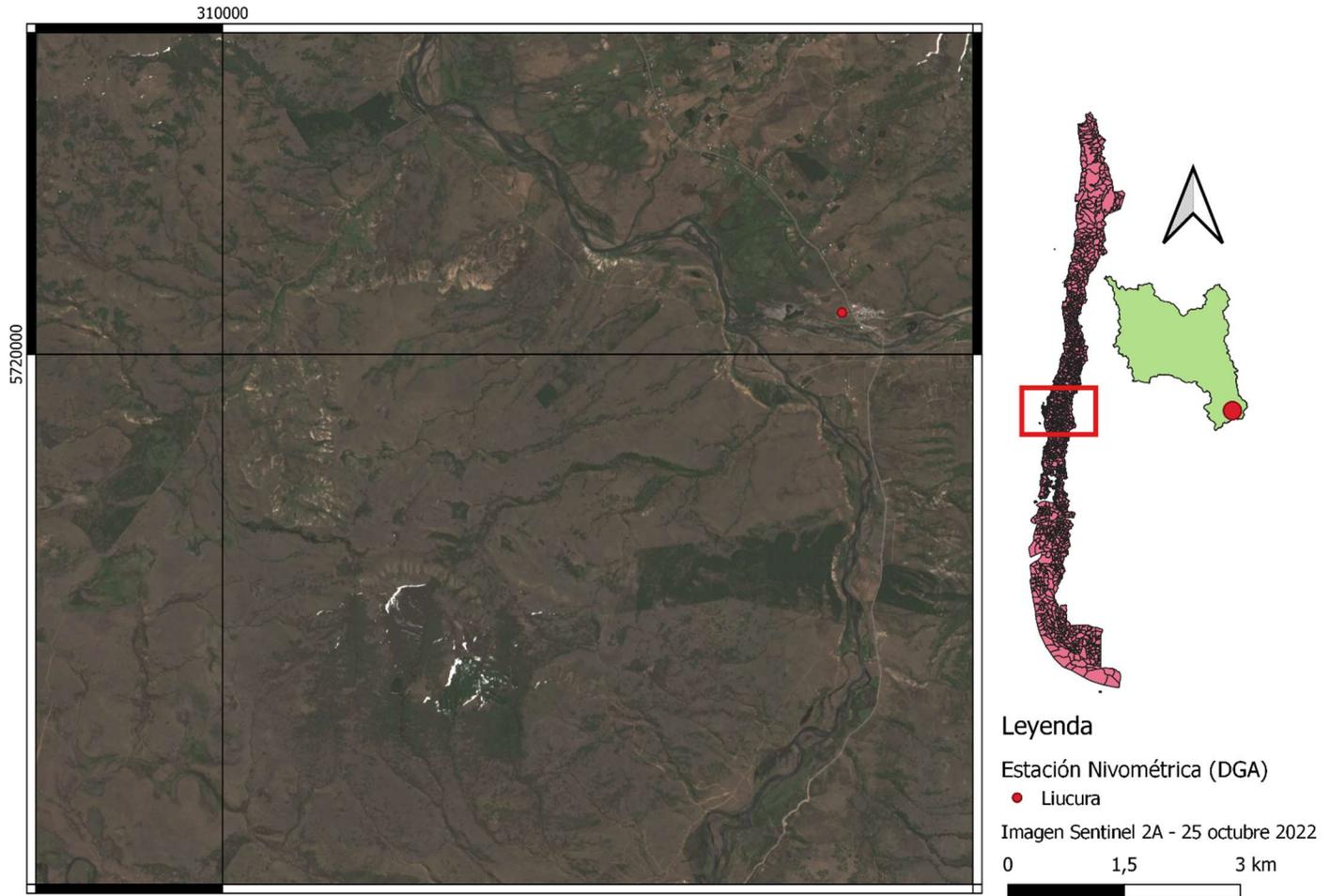
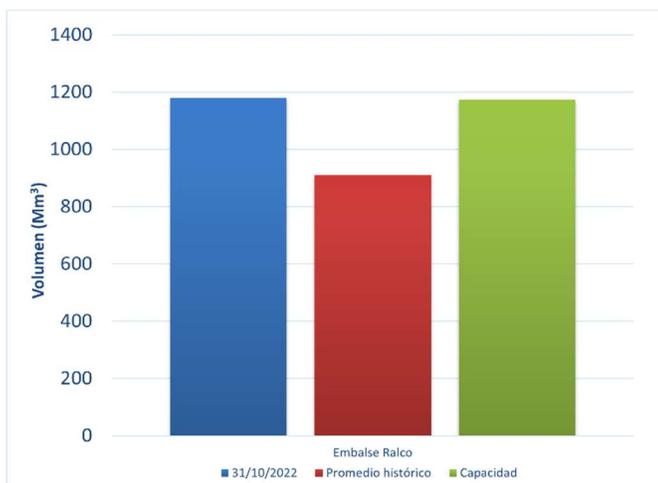
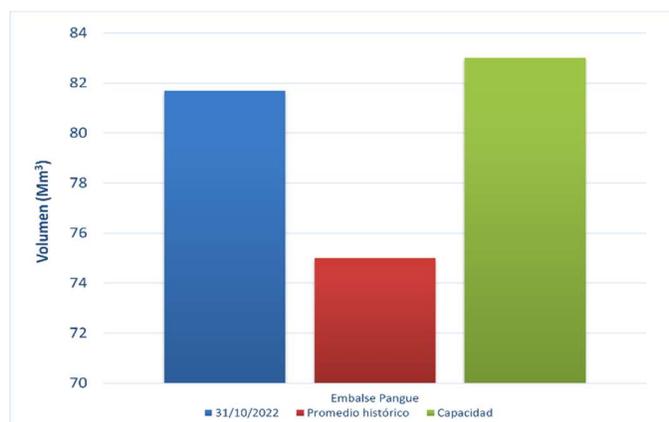
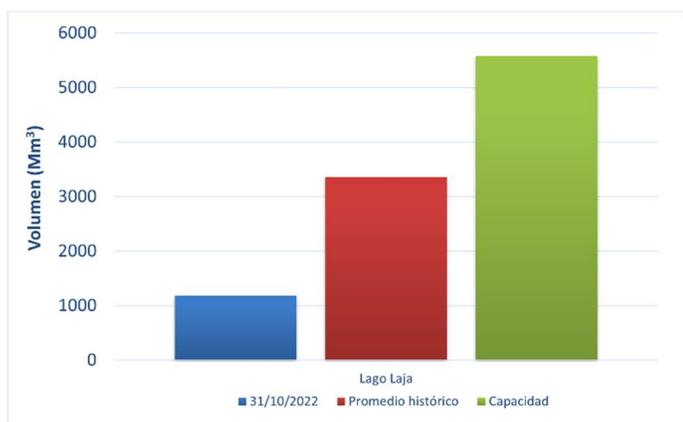


Figura 6: Subcuenca río Biobío Alto, imagen color verdadero, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s.

6) EMBALSES:

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

EMBALSE	Millones de M ³			(%)	(%)
	Volumen	Promedio histórico	Capacidad		
	1	2	3		
Lago Laja (natural)	1187,3	3358,9	5582,0	35,3	21,3
Ralco	1178,8	909,0	1174,0	129,7	100,4
Pangue	81,69	75,0	83,0	108,9	98,4



Laguna Laja presenta un 35,3% de llenado respecto de su promedio histórico y 21,3% respecto de su capacidad.

Embalse Ralco, presenta un llenado de 29,7% por sobre el promedio histórico y un 100% de llenado respecto de su capacidad.

Embalse Pangue presenta un llenado de un 8,9% por sobre el promedio histórico y un 98,4% 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	%
31.10.22	1187,25	1,7
31.10.21	1167,93	-64,7
Prom. Hist.	3358,90	

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)	Superávit (+) / Déficit (-) (%)	
	2022 (1)	2021 (2)	Promedio Histórico (3)	(1) R (2)	(1) R (3)
Río Biobío en Llanquén (**)	276,26	138,34	239,58	99,70	15,31
Río Laja en Tucapel 2 (*)	114,62	60,34	111,40	89,96	2,89
Río Duqueco en Cerrillos (*)	46,51	32,44	59,05	43,37	-21,24
Río Biobío en Rucalhue (*)	572,90	221,93	568,25	158,14	0,82
Río Biobío en Desembocadura (*)	961,21	628,87	1131,40	52,85	-15,04

(*) 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 **0,8%** para el período abril-marzo (año hidrológico 2022-2023), mientras que el mes de octubre presenta un **déficit** de **3,5%**, 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	oct-22
r. Biobío en Llanquén	10,6	15,3
r. Laja en Tucapel 2	-10,0	2,9
r. Duqueco en Cerrillos	6,8	-21,2
r. Biobío en Rucalhue	-8,1	0,8
r. Biobío en Desembocadura	-3,2	-15,0

La estación río Biobío en Llanquén, presenta un **superávit** de un **10,6%** promedio en el período abril 2022– marzo 2023, y al considerar sólo el mes de octubre, éste presenta un **superávit** de **15,3%** respecto del promedio histórico,

La estación río Laja en Tucapel 2, presenta un **déficit** de un **10%** promedio en el período abril 2022– marzo 2023, y al considerar sólo el mes de octubre, éste presenta un **superávit** de **2,9%** respecto del promedio histórico,

La estación río Duqueco en Cerrillos, presenta un **superávit** de **6,8%** promedio en el período abril 2022– marzo 2023, y al considerar sólo el mes de octubre, éste presenta un **déficit** de **21,2%** respecto del promedio histórico,

La estación río Biobío en Rucalhue, presenta un **déficit** de un **8,1%** promedio en el período abril 2022-marzo 2023, y al considerar sólo el mes de octubre, éste presenta un **superávit** de **0,8%** respecto del promedio histórico,

La estación río Biobío en Desembocadura, presenta un **déficit** de un **3,2%** promedio en el período abril 2022-marzo 2023, y al considerar sólo el mes de octubre, éste presenta un **déficit** de **3,5%** respecto del promedio histórico,

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

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

ICE3	ICE6	ICE12	ICE24	ICE48	ICE96
0,13	0,15	-0,43	-1,3	-1,07	-1,18

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

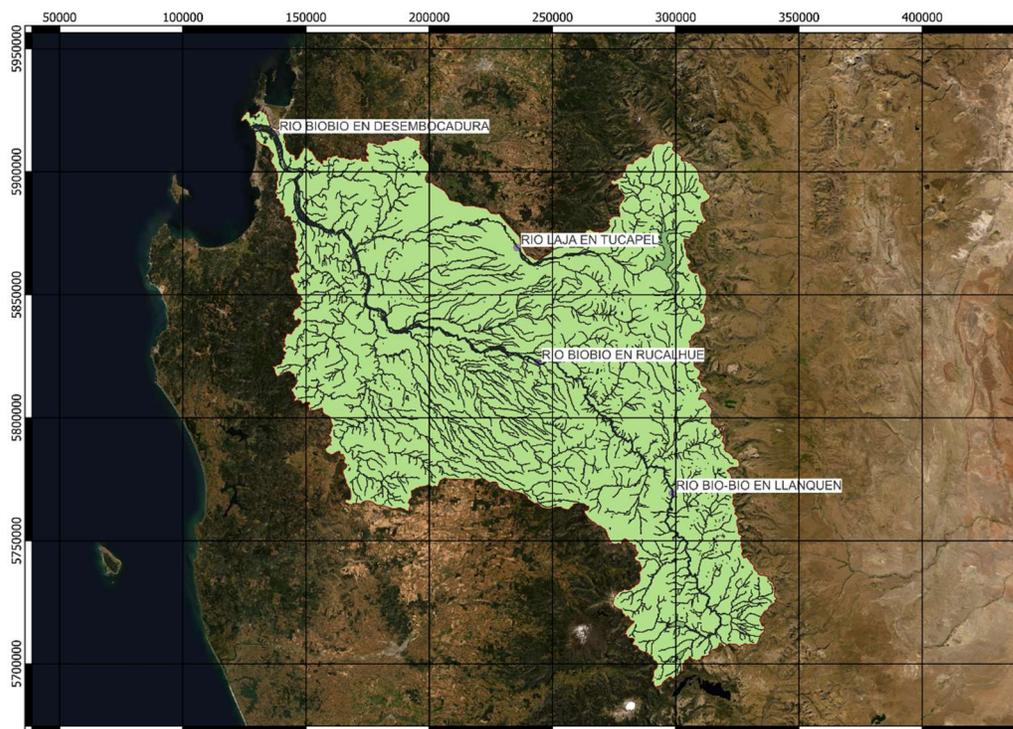


Figura 7: Ubicación de estaciones con Curvas de variación estacional, UTM Datum WGS 84, HUSO 19s

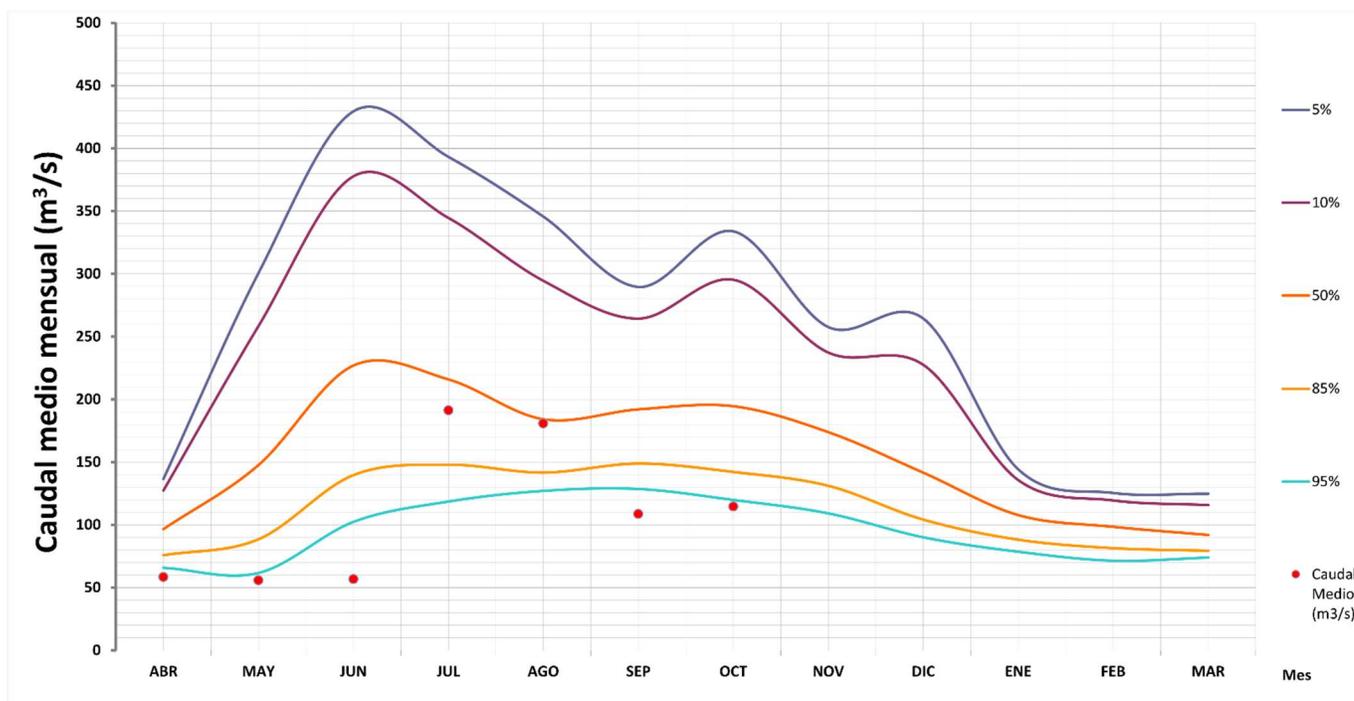


Figura 8: Río Laja en Tucapel 2 Curva de Variación Estacional año hidrológico con **97%** de probabilidad de excedencia.

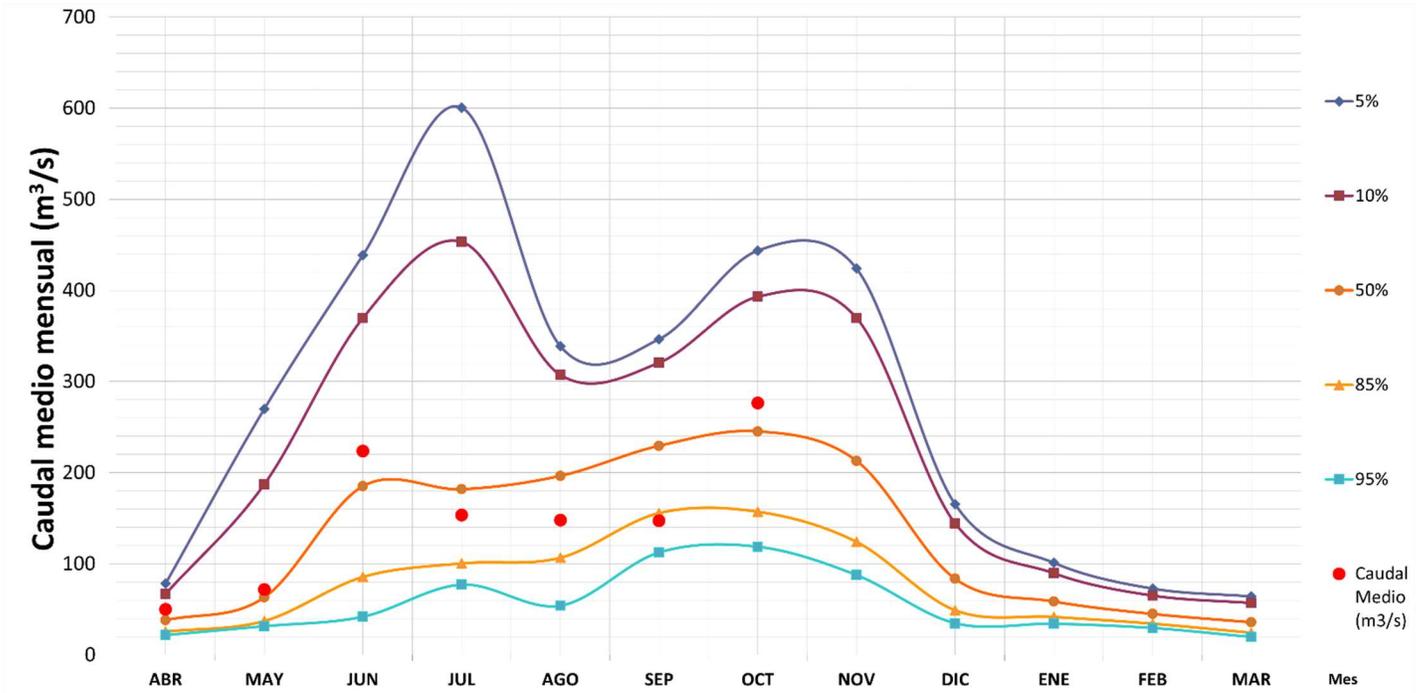


Figura 9: Río Biobío en Llanquén Curva de variación estacional año hidrológico con **59%** de probabilidad de excedencia.

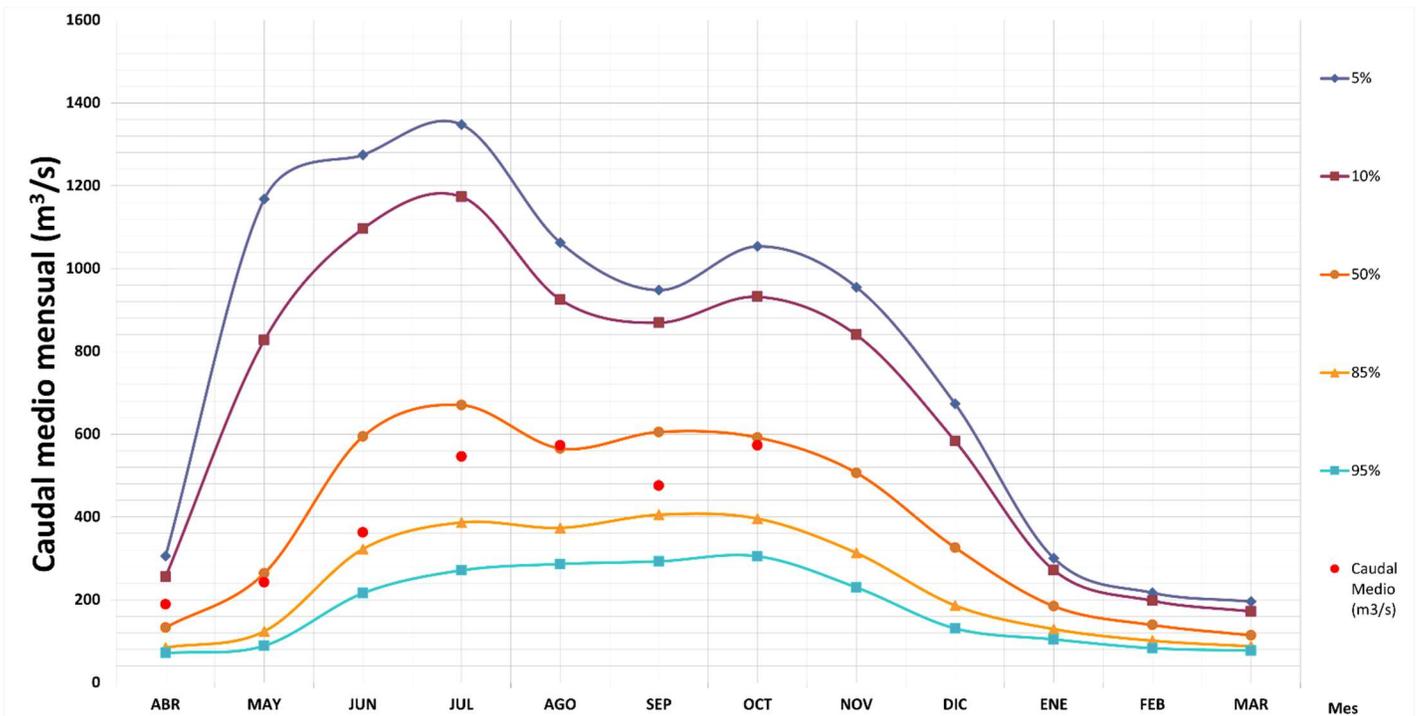


Figura 10: Río Biobío en Rucalhue Curva de variación estacional año hidrológico con **55,6%** de probabilidad de excedencia.

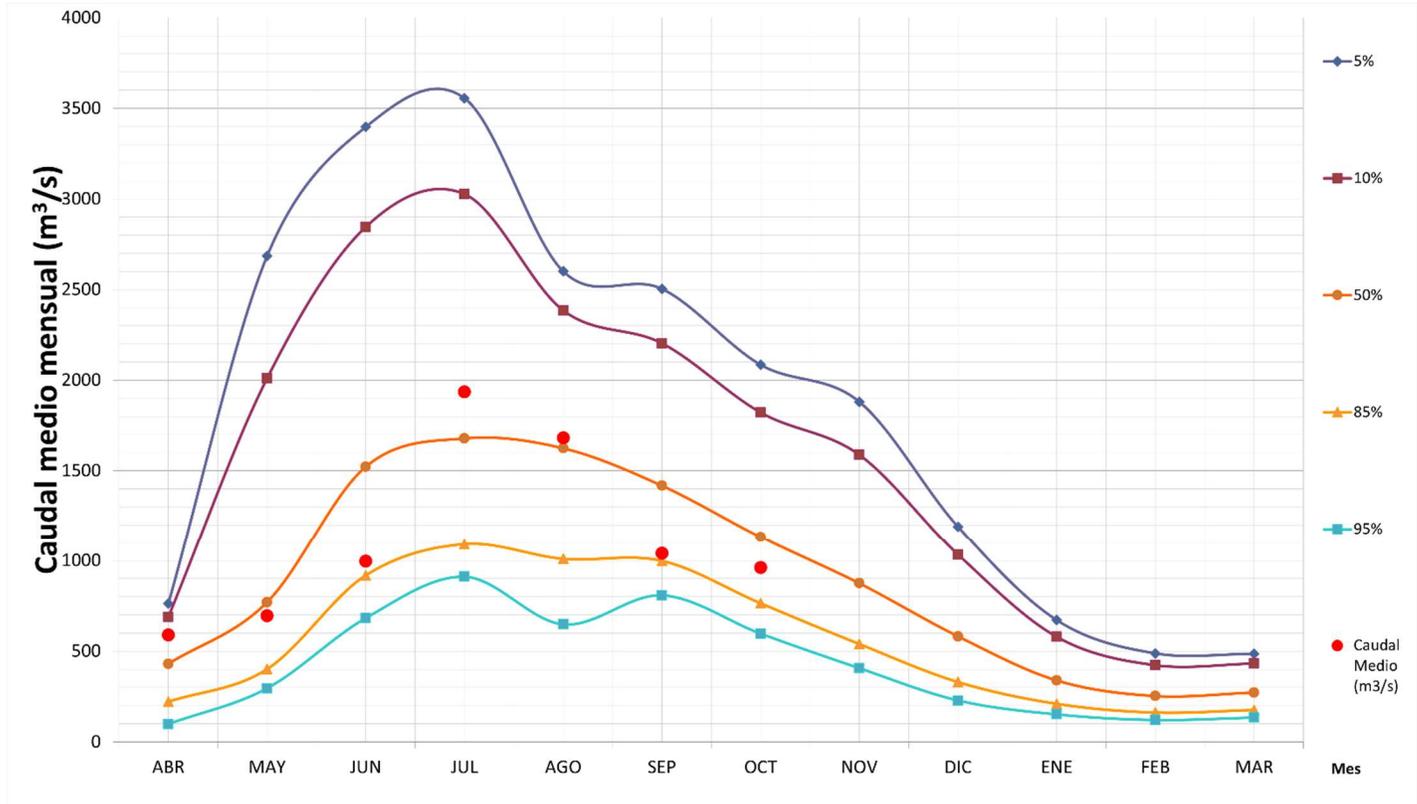


Figura 11: Río Biobío en Desembocadura Curva de variación estacional, año hidrológico, **70%** de probabilidad de excedencia.

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 octubre.

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 octubre, 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 invierno 2022-23 del hemisferio sur y luego a ENSO-neutral en enero-marzo 2023.

Similar al más reciente Perspectiva oficial de ENOS emitida el 13 de octubre de 2022, la perspectiva de ENOS basada en modelos objetivos pronostica una continuación del evento de La Niña con alta probabilidad durante noviembre-enero, diciembre-febrero y enero-marzo de 2023. Basado en pronósticos objetivos de ENSO, se espera que La Niña haga la transición a ENSO-neutral durante febrero-abril de 2023, que sigue siendo la categoría más probable a partir de entonces.

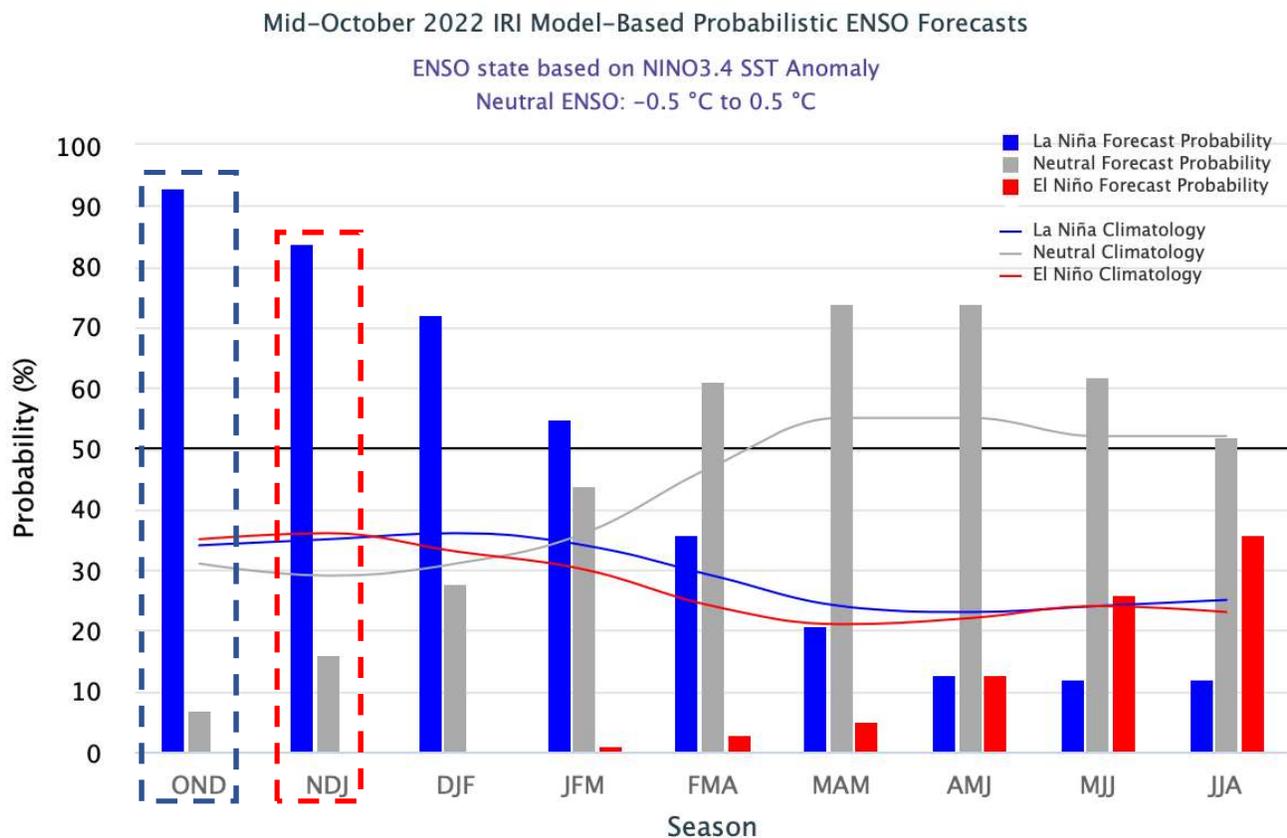


Figura 12: Modelo de probabilidad ENSO.

El Índice de Oscilación del Sur (SOI) de 30 días a partir de septiembre volvió a presentar un incremento significativo de sus valores, manteniéndose sobre umbrales característicos de La Niña (>7). El último valor observado fue de +19.7.

El pronóstico del ENOS para el próximo trimestre (noviembre – diciembre de 2022 y enero 2023) prevé mayores probabilidades de condiciones La Niña, con un 84%. Estas condiciones se mantendrían por lo menos hasta el primer trimestre de 2023

Los pronósticos de precipitación para el trimestre noviembre – diciembre de 2022 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) se detalla a continuación la probabilidad de ocurrencia de eventos de precipitación para los meses de noviembre – diciembre 2022 y enero 2023, es importante indicar que la resolución espacial del producto entregado por APCC es de 250 km.

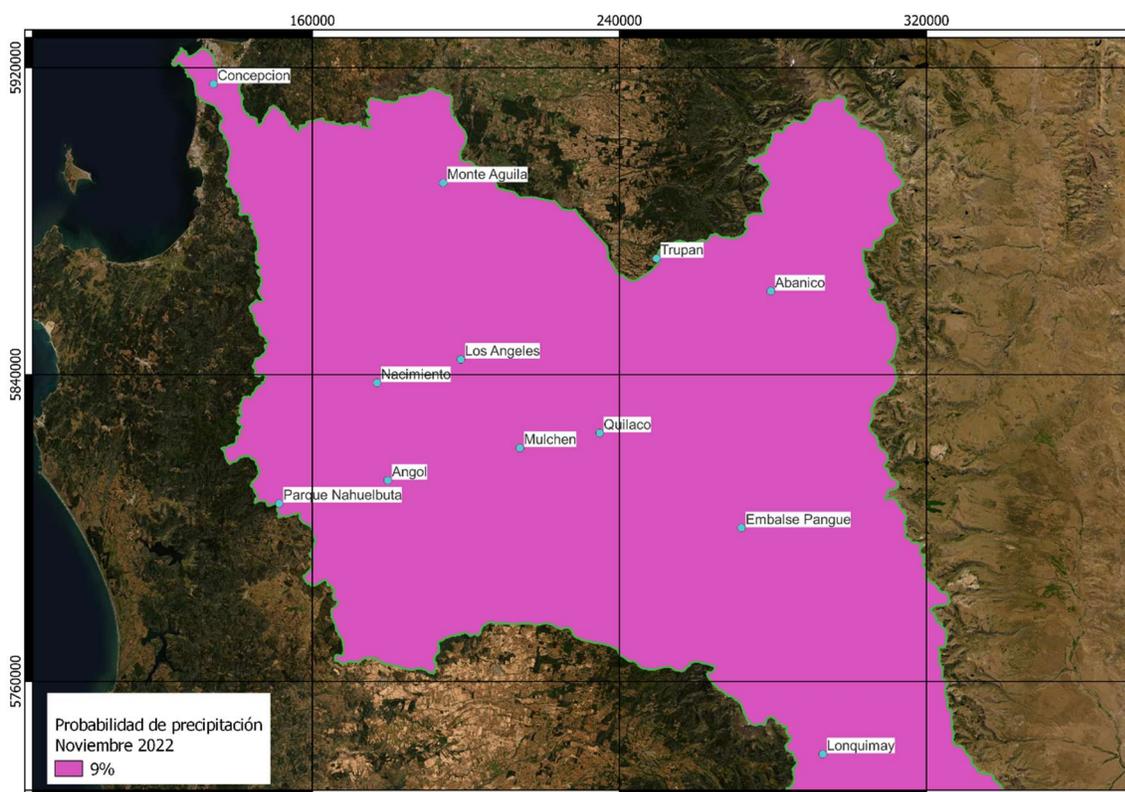


Figura 13: Probabilidad de precipitación mes de noviembre 2022.

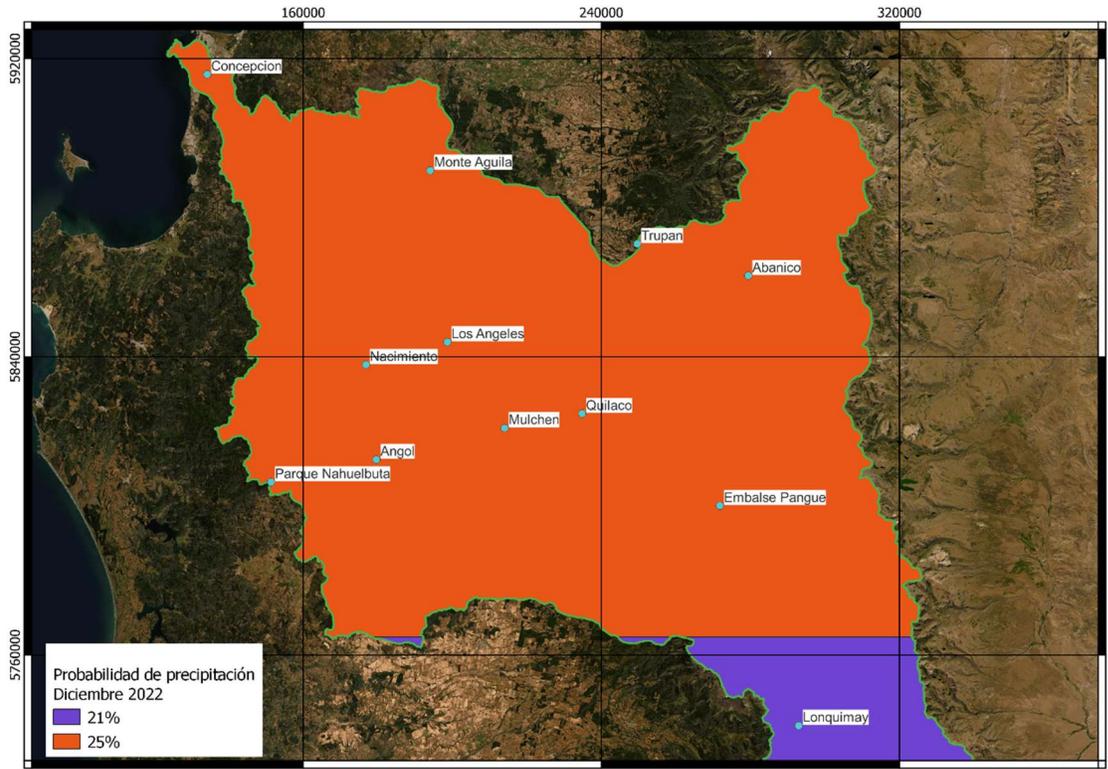


Figura 14: Probabilidad de precipitación mes de diciembre 2022.

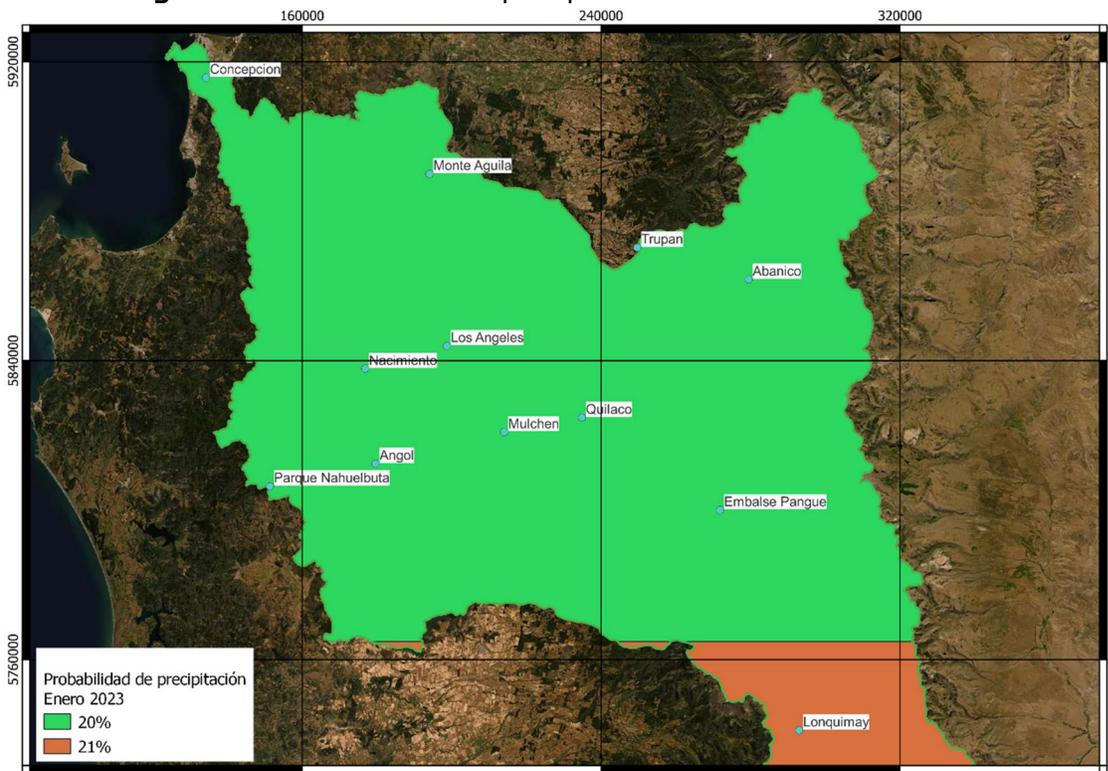


Figura 15: Probabilidad de precipitación mes de enero 2023.

