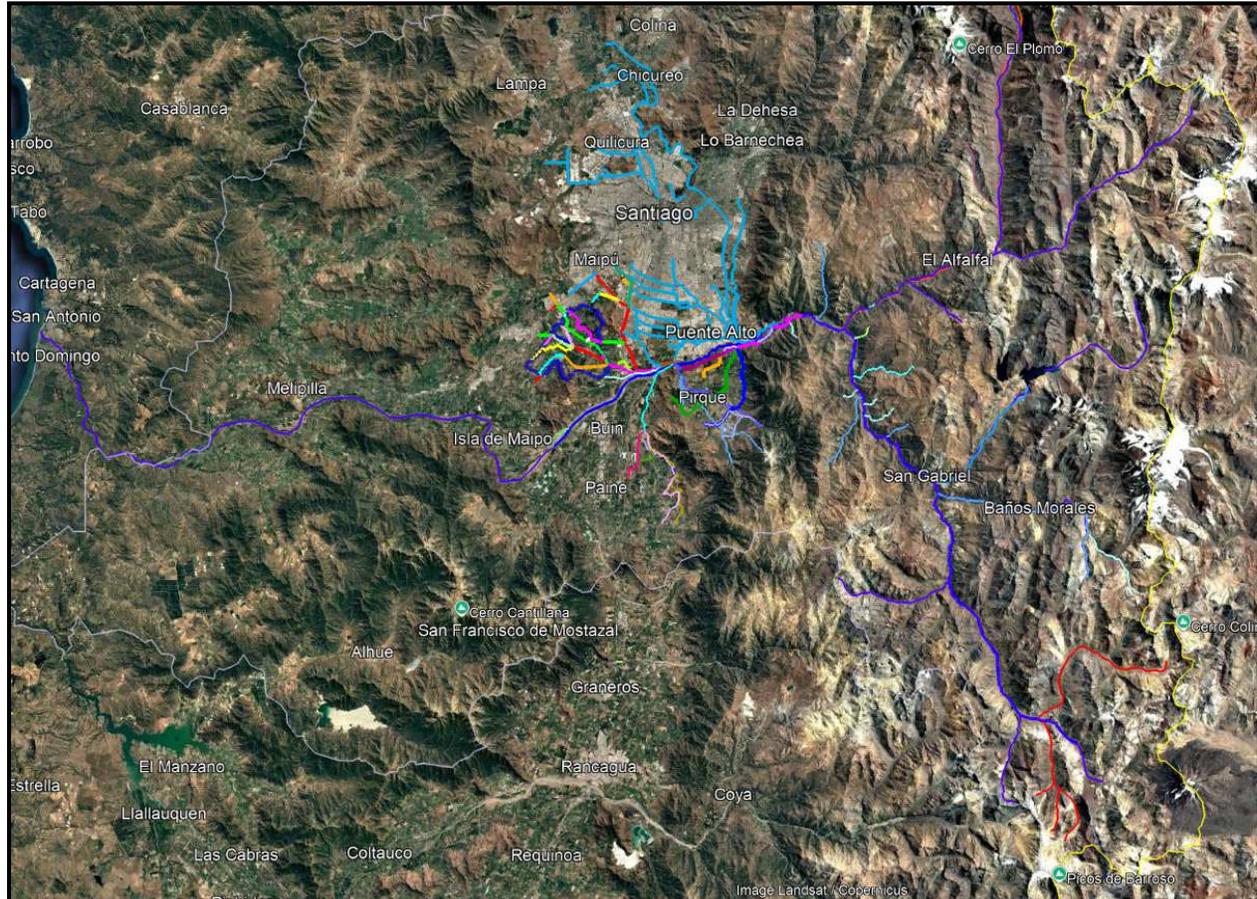


PRONÓSTICO ESCORRENTÍA DESHIELO RIO MAIPO EN LA OBRA Y RIO YESO. TEMPORADA 2024-2025

MODELO DE PRONÓSTICO Y RESULTADOS



Versión	Fecha	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
-	-	-	-	-
1	Sep 2024	JMCP	EVJ 	EVJ 

INFORME



PRONOSTICO DE DESHIELO TEMPORADA 2024-2025. INFORME Y RESULTADOS

1. INTRODUCCION

La Junta de Vigilancia del río Maipo, Primera Sección, tiene bajo su jurisdicción la distribución de las aguas de este río entre el límite con Argentina, en la alta cordillera y el puente del ferrocarril “Paine-Talagante” que pasa sobre el cauce del río Maipo.

Como es habitual en esta época del año, esta Junta elaboró su pronóstico de deshielo para la temporada que se aproxima, el que es de utilidad al entregar, con anticipación, una idea de cómo se viene la temporada y de esa forma permitir la toma de decisiones y la adopción de medidas, según sea el caso.

El presente informe da cuenta del procedimiento seguido para estimar los caudales de deshielo, a nivel de promedios mensuales, esperables en la temporada que va desde septiembre de 2024 a marzo de 2025, tanto para el río Maipo a la altura del sector de La Obra, como para el río Yeso (aporte al embalse del mismo nombre).

El volumen de escorrentía se obtuvo mediante el uso de modelos matemáticos, calibrados a partir de información disponible, consistente esencialmente en las precipitaciones registradas en La Obra. Junto con eso se tuvo en cuenta información histórica relativa a los caudales medios mensuales observados en ambos ríos (Maipo y Yeso).

A continuación se presentan las hipótesis, metodologías y resultados obtenidos en el presente análisis, los que se comparan con otros pronósticos de deshielo disponibles, tales como los elaborados por la Dirección General de Aguas y por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN).

2. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Se contó con información de las siguientes series de tiempo, algunas de ellas de larga data:

- Lluvias mensuales en La Obra entre 1969 y 2024: se obtienen de 2 formas:
 - Pluviómetro ubicado en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra y
 - Estación meteorológica DGA ubicada en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra.
- Caudales medios mensuales en La Obra entre 1912 y 2024 (caudales sin regulación);
- Caudales medios mensuales en el río Yeso que acceden al embalse El Yeso, entre 1952 y 2024;
- Lluvias mensuales en Quinta Normal entre 1967 y 2024, obtenidas de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC);
- Caudales medios mensuales de la serie “Maipo en El Manzano”, obtenidos de la Dirección General de Aguas;

Respecto de las series de tiempo, para efectos de la elaboración del pronóstico se trabajó con datos de los últimos 30 años y también, con los de la serie de lluvia completa.

Adicionalmente se contó con valores de referencia, que resultan útiles para efectos de comparación, obtenidos de:

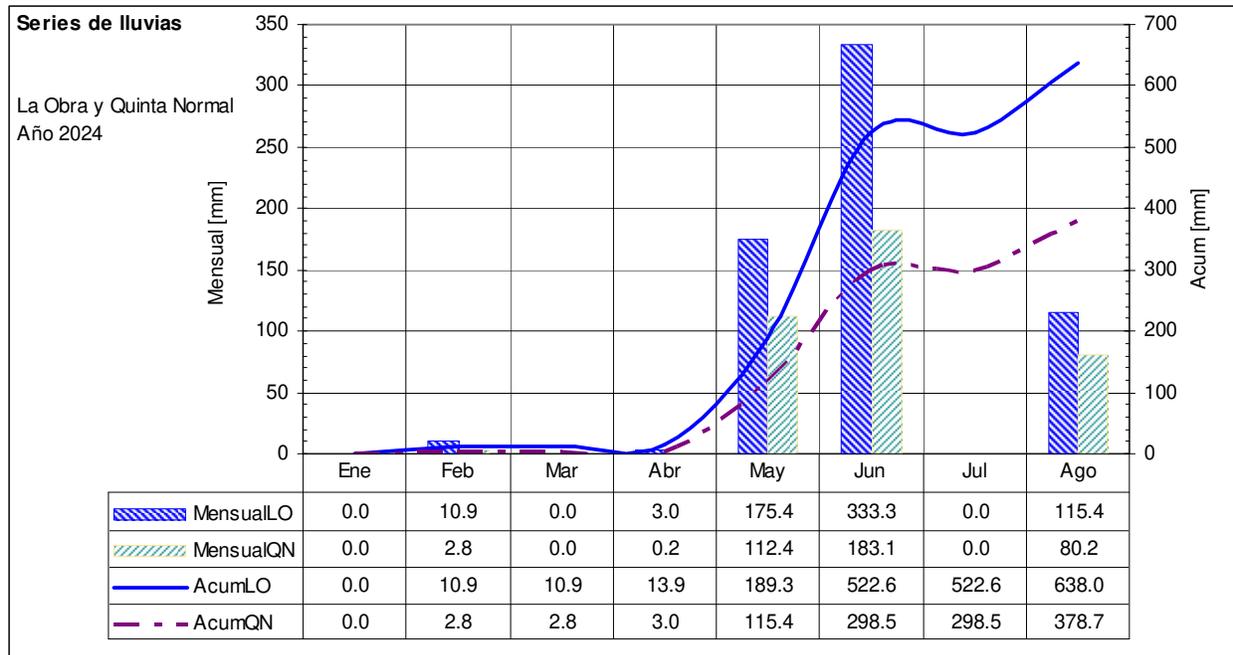
- Pronóstico de caudales de deshielo para la temporada 2024-2025, elaborado por el Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas (DGA);
- Pronóstico de caudales de deshielo entre los meses de octubre de 2024 y marzo de 2025, elaborado por encargo del Coordinador Nacional Eléctrico (CEN).¹

¹ Para su planificación el CEN hace pronósticos de deshielo que actualiza de forma permanente, pero sólo para las bocatomas de las centrales hidroeléctricas de mayor tamaño. En el caso del Maipo, lo hace sólo para las centrales de AES Andes y Alto Maipo SpA, por lo que sus estimaciones se limitan a las bocatomas ubicadas en algunas subcuencas de los ríos Colorado, Yeso y Volcán.



2.1. Series de precipitaciones

En el siguiente gráfico se resumen la lluvia mensual y acumulada registrada, tanto en La Obra, como en Quinta Normal, durante el año 2024:



Donde:

MensualLQ [mm]: lluvia mensual registrada en La Obra.

MensualQN [mm]: lluvia mensual registrada en Quinta Normal.

AcumLO [mm]: lluvia acumulada registrada en La Obra.

AcumQN[mm]: lluvia acumulada registrada en Quinta Normal.

El invierno del año 2024 registró lluvias por sobre los promedios de los últimos años, las que se generaron a partir de frentes fríos que iniciaron en el mes de mayo, pero que fueron particularmente abundantes en el mes de junio.

En el siguiente cuadro se indica la lluvia registrada entre enero y agosto de 2024, tanto en Santiago (Quinta Normal), como en La Obra y además se señala la probabilidad de excedencia² asociada a esos valores:

Lugar	Organismo	Lluvia acum. enero-agosto ³ [mm]	Prob. exc. n=56 años [%]	Prob. exc. n=30 años [%]
La Obra	JVRM	638	21%	16%
Quinta Normal	DGAC	379	16%	10%

Al mes de agosto de 2024 la lluvia acumulada en La Obra representaba cerca de un 70% más que la medida en Quinta Normal a esa misma fecha. A modo de referencia es posible señalar que el año 2023 esta relación fue de 2,6, siendo lo habitual que la lluvia en La Obra sea del orden del doble que la medida en Quinta Normal.

² Probabilidad de excedencia: probabilidad de que un determinado valor sea superado.

³ El valor de esta columna de la tabla corresponde a la lluvia acumulada a agosto en La Obra, fue utilizada para obtener el pronóstico de escorrentía de deshielo.



2.2. Precipitación sólida (nieve).

Se contó con información de precipitación sólida obtenida de equipos instalados en cordillera (nivómetros), correspondientes a:

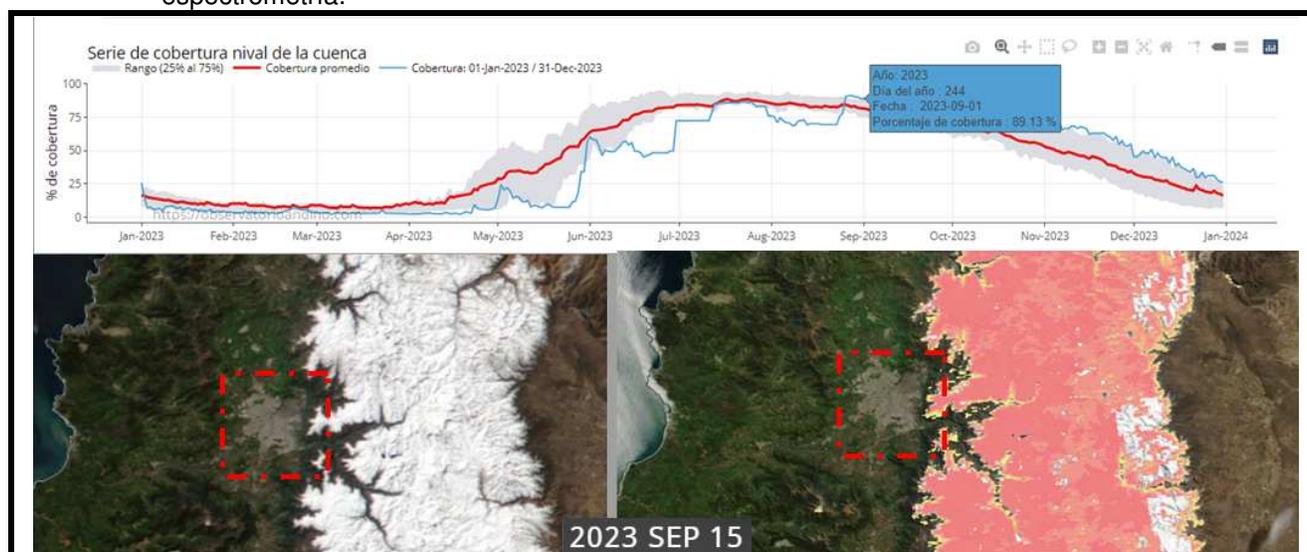
Estación nivométrica	Organismo	Código BNA	Subcuenca	Altitud msnm
Las Melosas Ruta de nieve FPP	DGA	05701010	Río Maipo Alto (hasta después junta Río Colorado)	3.320
Las Hualtatas	DGA	05701011	Río Maipo Alto (hasta después junta Río Colorado)	2.016
Volcán Maipo	JVRM	N/A		3.400

El siguiente cuadro resume el estado de la nieve al mes de septiembre:

Estación nivométrica	Al 01 Sep	Altura bruta cm	SWE mm	Densidad kg/m ³
Las Melosas Ruta de nieve FPP	2023	267	849	318
	2024	272	945	347
Las Hualtatas	2023	12	1	9
	2024	29	56	191
Volcán Maipo	2023	-	-	-
	2024	256	730	284

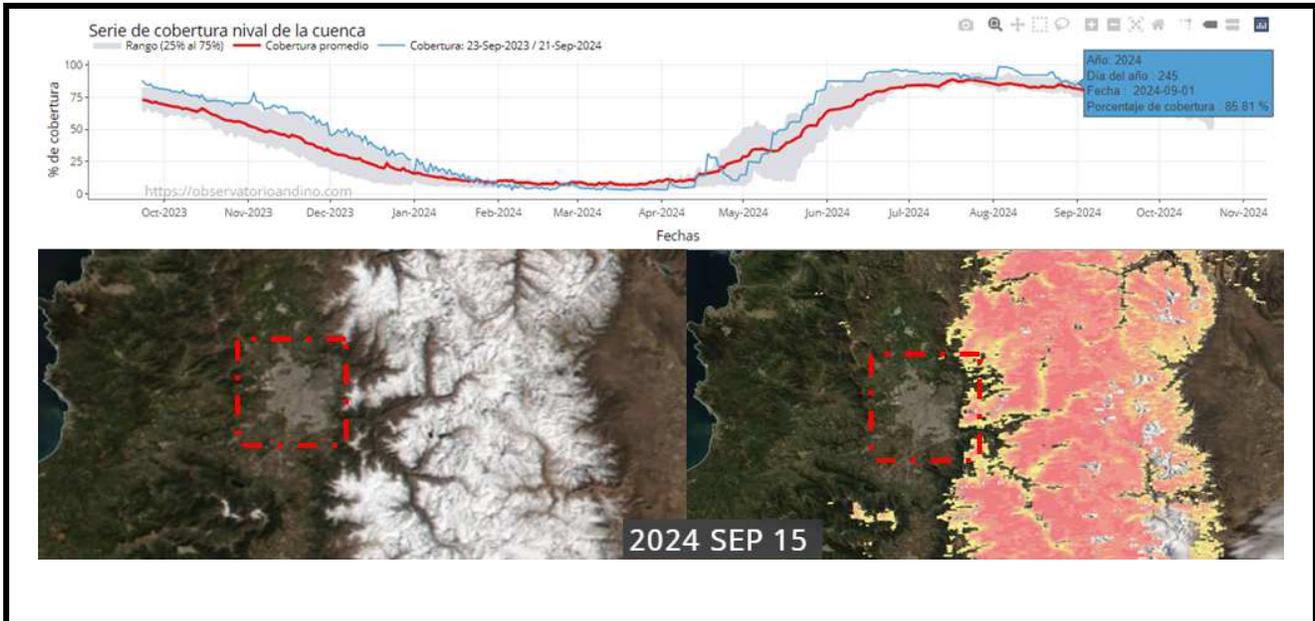
A continuación se presentan gráficos⁴ e imágenes satelitales⁵ que muestran comparativamente la cobertura nival en la cordillera de Los Andes frente a la zona de drenaje que aporta al río Maipo, todo ello para el mes de septiembre de los años 2023 y 2024, respectivamente.

Los gráficos dan cuenta del porcentaje de cobertura nival para la cuenca que aporta a la estación fluviométrica “Río Maipo en El Manzano”, en tanto que las imágenes satelitales de la izquierda muestran el estado de cobertura nival y las de la derecha muestran la misma imagen, pero con el Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI) superpuesto obtenido por espectrometría.



⁴ Fuente: <https://observatorioandino.com/nieve/>

⁵ Fuente: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>



La información anterior corresponde sólo la variación espacial de la cobertura nival. Por su parte, las estaciones nivométricas es posible obtener datos de altura del manto de nieves, de su densidad y del volumen de agua que representan (SWE).

En las imágenes anteriores se observa comparativamente que al mes de septiembre del año 2024 habría una menor cobertura de nieve que en 2023. Sin embargo, los valores serían similares para el área aportante a la estación pluviométrica “Río Maipo en El Manzano”. Por su parte, el volumen que representaría el manto nival al mes de septiembre, sería mayor en 2024 que en 2023.

Si a partir de los datos de las estaciones nivométricas se hace una estimación del promedio de nieve en la cuenca, se tendría, a modo de resumen, lo siguiente:

A Sep de	Altura bruta cm	SWE mm	Densidad kg/m ³	Cobertura ⁶ km ²
2023	93	283	109	4.313
2024	100	334	179	4.152

⁶ El área de drenaje que aporta a la estación pluviométrica “Maipo en El Manzano” tiene un área de 4.839 km².



3. CALIBRACION DEL MODELO

El presente pronóstico fue obtenido de un modelo matemático-estadístico lineal (no distribuido), elaborado a partir de correlaciones (regresiones lineales) entre variables hidrológicas. En este caso el modelo se construye a partir de relaciones entre la precipitación y la escorrentía de deshielo.

En los Anexos se presenta una descripción del modelo utilizado, donde se indican las ecuaciones y expresiones que se mencionan más abajo.

En cuanto a las series de tiempo utilizadas, éstas fueron:

· Precipitación:

Serie	n_{total} [años]
La Obra	56

· Caudales medios mensuales:

Serie	n_{total} [años]
Río Maipo en La Obra	112
Río Yeso	72

En anexos se acompaña los valores mensuales de cada una de las series mencionadas.

3.1. Calibración del modelo

La calibración del factor “K” de la Ec. 1 se logra mediante una serie de iteraciones que van considerando distintos valores de “K”. Éste va modificando sucesivamente su valor, hasta obtener el máximo valor para el estadígrafo R^2 (coeficiente de determinación⁷) de la regresión lineal correspondiente a la Ec 2. En este proceso de calibración se obtienen, también, los parámetros de regresión que definen a la Ec. 2 (“m” e “ y_0 ”). El estadígrafo R^2 da cuenta de la bondad del ajuste del modelo lineal obtenido es decir, si representa de buena manera la relación entre las series de tiempo.

Para cada una de las series de caudales analizadas (Maipo y Yeso) se calcularon los parámetros de ajuste, tanto para los últimos 30 años de registro ($n=30$), como también para las series completas ($n=56$ años). Para cada caso se obtuvieron los ajustes que se indican en la siguiente tabla:

Serie fluviométrica	n = 56 años				n = 30 años			
	K	R^2	m	y_0	K	R^2	m	y_0
Río Maipo en La Obra	0,177	0,82	4,11	-119,6	0,134	0,86	3,83	-18,2
Río Yeso	0,136	0,86	3,83	-14,8	0,136	0,74	0,20	46,6

Lo primero que puede destacarse es que todos los ajustes muestran valores del estadígrafo R^2 aceptables, lo que da cuenta de que es posible calibrar de buena manera los modelos de ambos ríos y para las dos extensiones de las series de tiempo.

4. RESULTADOS.

Una vez calibrados todos los parámetros (“K”, “m” e “ y_0 ”), es posible usar los modelos para obtener los volúmenes de deshielo para la temporada que se avecina. Para ello se debe calcular el valor del parámetro auxiliar “Pr” para el año en curso (utilizando la Ec. 1) y luego se debe ingresar el valor “Pr” obtenido en la Ec 2.

Atendido que se ajustaron modelos lineales para los ríos Maipo y Yeso por separado, se contó, para cada uno de ellos, con modelos lineales independientes.

⁷ O coeficiente “ R^2 ”, que corresponde al cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson (para una regresión lineal simple).



4.1. Parámetro “Pr”

De acuerdo con la calibración del parámetro “K” en cada río, se obtuvieron los siguientes valores del parámetro auxiliar “Pr” para el año en curso:

Serie fluviométrica	P _i mm	P _{i-1} mm	n = 56		n = 30	
			K	Pr	K	Pr
Río Maipo en La Obra	638	729	0,177	767	0,134	737
Río Yeso	638	729	0,142	742	0,136	737

4.2. Volumen de escorrentía de deshielo

Para cada uno de los ríos (Maipo y Yeso) se ingresaron los respectivos valores del parámetro “Pr” a la Ec. 2, obteniéndose los siguientes volúmenes de deshielo:

Serie fluviométrica	n = 56		n = 30	
	Pr	V _{deshielo} [hm ³]	K	V _{deshielo} [hm ³]
Río Maipo en La Obra	767	3.031	737	2.806
Río Yeso	742	226	737	193

Además se ajustaron parámetros usando subconjuntos de años similares en precipitación al actual. Con ello se obtuvieron los volúmenes de escorrentía de deshielo para los meses venideros que se indican en la tabla anterior.

Es así que, para efectos del presente pronóstico, se utilizaron los siguientes volúmenes de deshielo, los que se asocian a las probabilidades de excedencia indicadas en el siguiente cuadro:

Serie	V _{deshielo} [hm ³]	Prob. exc. [%]	
		n=112 años	n=30 años
Río Maipo en La Obra	2.806	28%	22%
Río Yeso	215	29%	17%

De acuerdo con el cuadro anterior, se tiene que la escorrentía esperada para ingreso al embalse El Yeso representa del orden de un 8% de la escorrentía esperada para el río Maipo en La Obra (este último, sin regulación).

4.3. Distribución mensual de la escorrentía: caudales medios mensuales

Con el fin de contar con una idea de los caudales que estarán disponibles en los meses venideros, se debe proceder a hacer una distribución mensual del volumen de escorrentía pronosticado. Para ello se recurre a la observación del comportamiento histórico de ambos ríos, información que está contenida en las respectivas series de caudales medios mensuales. De estas series de tiempo, se seleccionaron algunas temporadas con escorrentías similares a las del pronóstico y con esas distribuciones mensuales se asignaron los caudales medios para cada uno de los meses de la temporada de riego.

También se tuvo en cuenta la estimación de los modelos climáticos globales, en cuanto a las temperaturas para los próximos meses. Se tuvo en cuenta para esto las estimaciones de la Dirección Meteorológica de Chile⁸ y de la National Weather Service de EEUU⁹. Es así que para el trimestre septiembre-noviembre de 2024, si bien se esperan mañanas frías, las temperaturas serán más bien cálidas durante las tardes. Por su parte, el índice ENSO señala que para los trimestres móviles venideros, la temperatura del mar será más fría (fenómeno de La Niña).

⁸ DMC: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/boletinTendenciasClimaticas>

⁹ National Weather Service (NOAA) https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.shtml



De acuerdo con estas previsiones, al momento de distribuir la escorrentía de deshielo entre los meses que componen la temporada, se consideró que el inicio sería más bien fríos, pero en términos generales la distribución respondería a una situación normal, con peaks en diciembre o enero. A continuación se presentan los caudales medios mensuales de deshielo obtenidos como pronóstico para la temporada 2024-2025. En el caso de la serie “Maipo en La Obra” se incluyó su equivalencia en l/s-acción, todo ello para las 8.105,632 acciones consideradas actualmente en el reparto:

- Río Maipo en La Obra (sin regulación):

	m ³ /s							V _{sep-mar} hm ³
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Maipo La Obra	52.1	89.1	138.2	273.7	271.6	152.5	91.4	2,806
Dot tot [l/s-acc]	6.4	11.0	17.1	33.8	33.5	18.8	11.3	
Dot Rep [l/s-acc]	6.4	11.0	17.1	20.0	20.0	18.8	11.3	

- Río Yeso (aporte al embalse El Yeso):

	m ³ /s							V _{sep-mar} hm ³
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Yeso	2.7	3.8	8.9	17.4	24.5	16.1	8.8	215

No se debe olvidar que si durante la próxima temporada de deshielo se presentan nublados de cordillera con relativa frecuencia, esto afectará al deshielo y con ello, a los caudales disponibles en el río.

4.4. Comparación con otros pronósticos disponibles

Un modelo hidrológico (ya sea de base física o matemática) no es más que una representación simplificada de un sistema real complejo. Por lo tanto, se trata de herramientas sujetas a limitaciones y sus resultados pueden presentar desviaciones respecto de lo que finalmente se observe en el sistema real. Por esta razón, el contar con otros pronósticos para el mismo lugar, puede resultar de gran utilidad.

Para la estación fluviométrica “Río Maipo en El Manzano”, la Dirección General de Aguas (DGA) elabora su pronóstico de deshielo.

En el caso de los pronósticos que no se elaboraron específicamente para “Maipo en El Manzano” (CEN y JVRM), fueron “proyectados” hacia El Manzano, de forma de hacerlos comparables. El cuadro a continuación presenta los volúmenes de escorrentía obtenidos de cada modelo, para efectos de referencia y comparación:

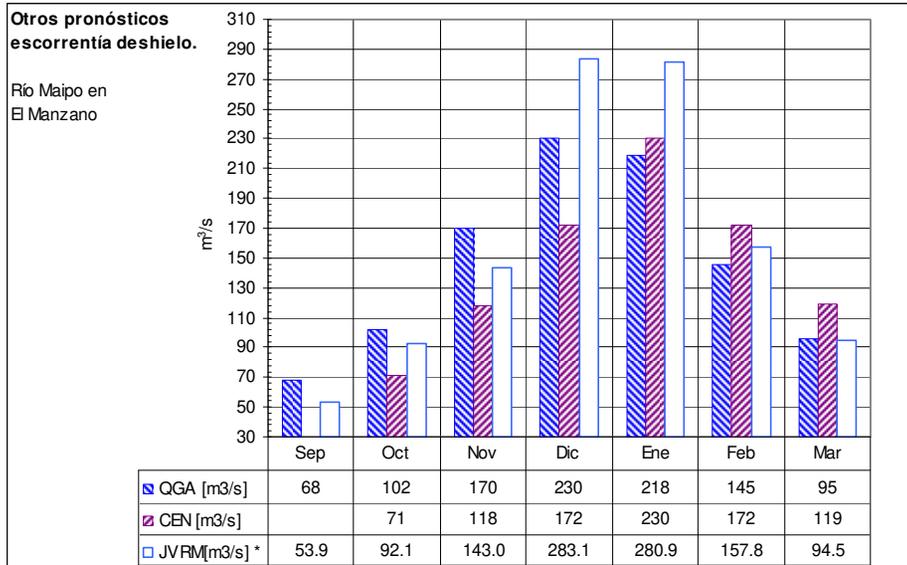
Río	Elaboró	Período	Vol. deshielo [hm ³]	Prob. exc. [%]
Maipo en El Manzano	DGA	Sep-Mar	2.702	29%
	CEN ¹⁰	Oct-Mar	2.308	48%
	JVRM* ¹¹	Sep-Mar	2.902	-
Río Yeso	CEN ¹²	Oct-Mar	175	47%
	JVRM	Sep-Mar	215	17%

A continuación se presentan dos gráficos comparativos (para “Maipo en El Manzano” y para “Río Yeso”) entre los distintos pronósticos, a nivel de caudales medios mensuales.

¹⁰ Obtenido por proyección a El Manzano, a partir de los caudales estimados por el CEN para los puntos “Olivares en BT C.Alfalfal” y “Colorado en BT C.Alfalfal”. La proyección al Manzano se obtuvo mediante una traslación de cuencas basada únicamente en la relación entre las áreas aportes a cada uno de esos puntos, y la de “Maipo en El Manzano”.

¹¹ JVRM*, obtenido por proyección a El Manzano del pronóstico elaborado por la Junta para “La Obra”, proyectado por correlación entre las series de volúmenes de deshielo medidos en La Obra y en El Manzano.

¹² Pronóstico CEN para el punto “Río Yeso en Afluente Embalse El Yeso”.

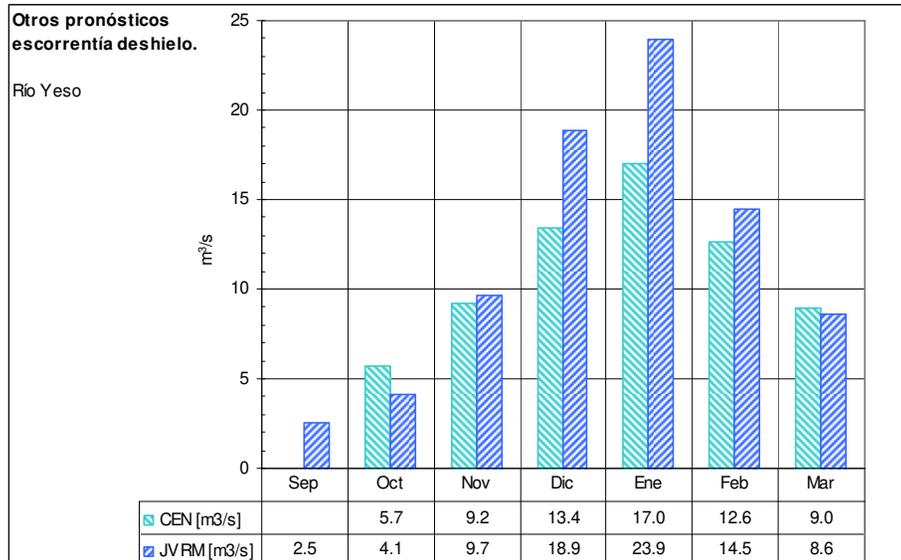


Donde:

DGA [m³/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por la DGA.

CEN [m³/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por Conic-BF (CEN),
Proyectado hacia El Manzano.

JVRM [m³/s]*: pronóstico elaborado por la Junta para “La Obra”,
proyectado hacia El Manzano.



Donde:

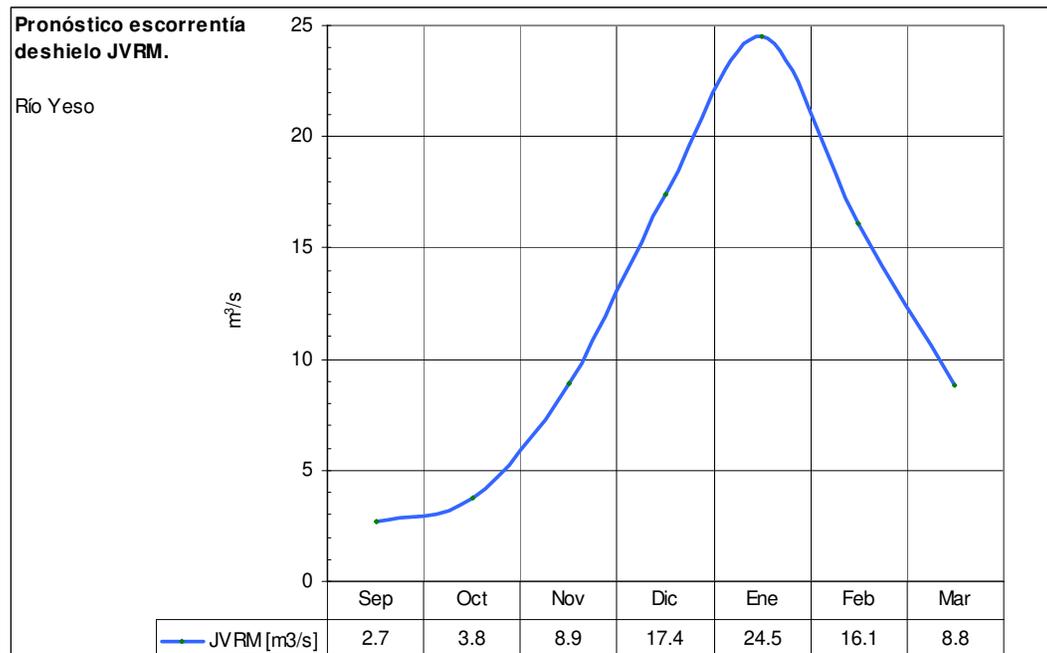
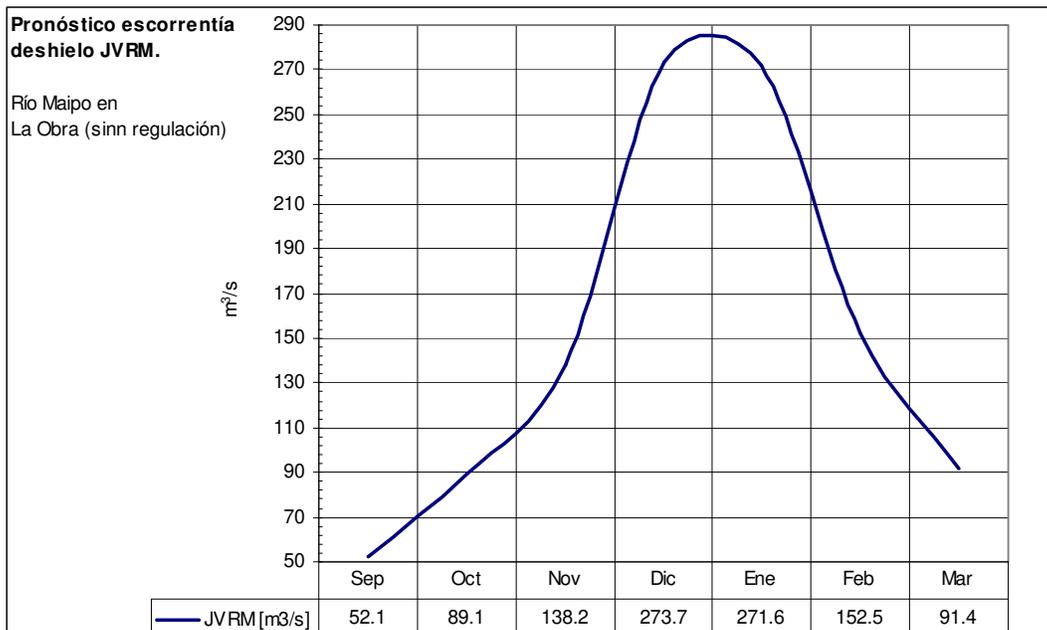
CEN [m³/s]: pronóstico de caudales de deshielo según modelo Conic-BF (CEN).

JVRM [m³/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por la Junta.



5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDO

A continuación se resumen los resultados obtenidos por esta Junta de Vigilancia:



ANEXOS



1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El presente pronóstico fue obtenido de un modelo matemático-estadístico lineal (no distribuido), elaborado a partir de correlaciones (regresiones lineales) entre variables hidrológicas. En este caso el modelo se construye a partir de relaciones entre la precipitación y la escorrentía de deshielo. Si bien esta última es el resultado de un complejo balance en el que participan múltiples parámetros físicos (como radiación solar, temperatura del aire, nubosidad, conductividad hidráulica del suelo, infiltración, velocidad e intensidad de vientos, evaporación, evapotranspiración, entre otros), una de las variables más incidentes en ella y que ha mostrado tener una buena correlación con el volumen de deshielo, resulta ser la precipitación.

1.1. Metodología

Como se comentó, el modelo se orienta a encontrar una relación entre la lluvia acumulada hasta casi finalizado el invierno y la escorrentía de deshielo para los meses posteriores.

Debido a las características hidrológicas de la cuenca del río Maipo (régimen del tipo nivoglacial), que presenta una fuerte componente de aporte glacial y nival al deshielo, además de su gran superficie e importante altura en la cordillera, hacen posible que recursos que fueron almacenados en estado sólido en la parte alta de la cuenca durante inviernos anteriores, aporten al deshielo de años posteriores.

Con el fin de representar esta dependencia interanual se utilizó un parámetro auxiliar, compuesto por la suma de la lluvia hasta el mes de agosto del año en curso, más una proporción de la lluvia total del año anterior y se buscó la relación entre este parámetro auxiliar y el volumen de escorrentía de deshielo.

Por su parte y con el objeto de incorporar los cambios en el comportamiento hidrológico de la cuenca a lo largo del tiempo y también, en alguna medida, tomar en cuenta los efectos del Cambio Climático, se analizaron los datos de las series para los últimos 30 años de registro. Sin perjuicio de ello, también se hizo el análisis para la serie de precipitaciones completa (en toda su extensión).¹

Como se mencionó, hasta aquí la metodología entrega como resultado una estimación del volumen de escorrentía esperable, valor que luego debe ser distribuido mes a mes. Para ello se recurre a la estadística fluviométrica disponible, desde donde se seleccionan temporadas con escorrentías similares a la calculada. Luego se observa la distribución mensual del deshielo en esos años y se aplican esas distribuciones al volumen calculado.

En este punto cabe señalar que existen otros fenómenos climáticos que son difíciles de prever y que tienen gran impacto sobre la escorrentía de deshielo. Entre ellos se puede mencionar a los nublados de cordillera que, en algunas temporadas, se presentan durante los meses de primavera y/o verano. Cuando ocurre esto no se dispone de energía suficiente para propender al derretimiento de las reservas en estado sólido a las tasas esperadas y con ello, los caudales de deshielo se ven mermados, incluso contando con buena carga de nieve en la cordillera.

¹ La serie de lluvia en La Obra tiene menor extensión que las series de caudales de los ríos Maipo y Yeso.



1.2. Parámetros y modelo matemático lineal

El parámetro auxiliar “Pr”, como ya se explicó, corresponde a la suma de:

- Una porción de lluvia del año anterior y
- La lluvia hasta el mes de agosto del año siguiente.

Lo que se busca con este parámetro auxiliar es representar que, frente a una lluvia determinada, la cuenca no se comportará de igual manera si el año anterior fue húmedo, normal o seco. Es así que el valor de “Pr” se obtiene de la siguiente función lineal, que depende su vez de otro parámetro (“K”), el que es necesario calibrar:

$$Pr = P_i + K \cdot P_{i-1} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Pr [mm]: Parámetro auxiliar;

P_i [mm]: Lluvia acumulada hasta el mes de agosto del año en curso;

P_{i-1} [mm]: Lluvia total del año anterior (enero a diciembre);

K: Factor que indica la proporción de lluvia del año anterior que se agrega la lluvia del año en curso.

La expresión anterior permite calcular el valor de “Pr” para todos los años de la serie de lluvias y con ello, obtener una nueva serie de tiempo (la del parámetro “Pr”).

Un a vez calibrado el parámetro “K”, es posible relacionar el parámetro auxiliar “Pr” con el volumen de deshielo, mediante una función lineal como la siguiente:

$$V = m \cdot Pr + y_0 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

V [hm^3]: Volumen de escorrentía de deshielo;

m [hm^3/mm]: Pendiente de la recta de regresión;

Pr [mm]: Parámetro auxiliar;

y_0 [hm^3]: Punto en que la recta de regresión corta al eje de las ordenadas.

Esta última expresión (Ec. 2), que es la que finalmente relaciona la lluvia con el volumen de deshielo y también requiere de la calibración de sus parámetros “m” e “ y_0 ”.



2. SERIES DE PRECIPITACIONES

1.1 Lluvia en La Obra

Lluvias mensuales en La Obra entre 1969 y 2024 (pluviómetro y estación meteorológica DGA ² instalados en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra).

Año	mm											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1969	0.0	0.0	0.0	46.8	57.3	188.8	104.8	67.7	3.2	8.7	0.0	0.0
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	119.3	35.8	275.1	5.7	34.1	78.5	0.0	0.0
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	52.8	189.3	54.8	96.3	18.0	41.2	0.0	7.6
1972	0.0	0.0	9.0	18.0	190.8	337.1	59.7	223.5	91.6	51.0	14.9	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	5.4	59.7	61.4	149.3	0.0	16.0	56.5	0.0	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	163.3	326.6	48.8	64.5	42.5	3.3	28.0	0.0
1975	0.0	0.0	1.0	77.2	48.6	8.8	233.3	105.0	3.3	1.6	25.0	0.0
1976	0.0	0.0	15.7	7.4	68.8	193.0	7.0	38.4	64.9	93.5	47.5	0.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	104.1	200.3	387.7	75.4	2.5	65.8	65.0	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	71.6	409.1	31.7	59.2	5.0	132.1	5.0
1979	0.0	0.0	0.0	17.2	50.6	6.4	115.3	158.7	83.4	0.0	59.9	24.5
1980	0.0	22.2	0.0	170.0	126.6	150.9	144.8	28.8	86.2	41.5	17.8	0.0
1981	0.0	2.5	7.5	6.2	255.8	35.4	55.2	13.2	28.5	9.1	8.4	0.0
1982	0.0	0.0	26.5	0.0	122.2	652.0	214.2	139.6	78.8	112.4	16.5	0.0
1983	14.6	6.3	0.0	31.8	79.8	169.3	153.4	95.6	46.2	11.3	0.1	0.6
1984	0.0	0.0	4.5	5.5	86.2	81.9	345.2	76.6	79.4	45.6	18.1	0.0
1985	3.3	0.0	8.5	34.4	65.4	17.9	124.5	27.9	36.9	73.5	0.0	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	47.2	142.9	292.5	3.3	96.3	10.6	27.1	43.7	0.0
1987	0.0	0.0	3.5	0.0	92.9	67.9	552.5	328.6	37.2	112.0	0.0	0.0
1988	0.0	0.0	3.0	0.0	5.2	11.9	57.7	141.4	22.3	0.0	20.5	3.1
1989	0.0	0.0	0.0	47.1	47.3	33.3	148.7	282.9	33.0	0.0	3.3	0.0
1990	0.0	0.0	24.9	31.5	21.5	1.5	82.4	93.0	80.4	27.3	0.9	2.3
1991	0.0	0.0	0.0	5.9	164.9	179.4	260.8	13.4	117.9	29.5	0.0	74.5
1992	0.0	0.7	20.5	104.0	198.5	218.4	41.3	86.5	38.2	0.0	24.0	0.0
1993	1.6	0.0	0.0	172.6	196.7	70.3	131.1	38.0	20.5	31.4	11.5	7.7
1994	0.0	0.0	0.0	44.1	77.9	77.7	219.6	23.4	58.0	21.0	0.0	18.2
1995	0.4	1.1	0.0	32.1	13.3	129.3	89.5	103.5	42.0	0.0	0.0	0.0
1996	2.2	0.0	0.0	66.6	10.8	74.7	38.9	94.0	11.1	5.0	0.0	0.0
1997	0.0	0.0	28.8	4.5	190.5	548.3	140.6	174.6	167.8	122.0	17.7	40.8
1998	0.0	0.0	1.8	71.4	47.3	59.2	0.0	1.8	22.1	0.0	0.0	0.0
1999	0.0	0.0	13.5	25.6	11.0	49.2	78.4	151.8	201.9	19.1	32.0	0.0
2000	0.0	44.0	0.0	41.0	30.4	543.6	135.4	2.6	197.8	13.5	5.8	0.0
2001	0.0	0.0	17.1	35.3	76.9	17.8	343.6	137.6	47.0	14.3	1.0	0.0
2002	0.0	0.0	40.3	38.3	289.1	400.3	205.4	231.8	60.5	15.1	4.6	3.2
2003	15.1	0.0	0.0	0.0	138.2	75.4	133.2	10.0	46.5	0.0	33.6	0.0
2004	0.0	3.6	19.0	53.0	22.7	72.0	153.4	93.9	66.7	9.4	185.3	0.0
2005	4.5	0.0	25.5	1.6	144.1	325.7	95.8	377.5	57.9	66.5	20.3	0.0
2006	0.0	0.0	0.0	5.8	7.5	131.9	364.6	86.7	41.0	94.3	2.2	0.0
2007	0.0	51.1	8.4	0.0	6.6	164.7	114.8	55.8	0.0	1.1	7.5	0.0
2008	1.6	0.0	15.0	15.4	387.2	42.9	51.7	259.7	10.8	1.3	0.0	0.0
2009	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	161.4	67.0	187.7	150.7	54.5	0.0	0.0
2010	0.0	0.0	0.0	1.7	101.7	171.0	72.6	11.2	23.6	33.5	84.5	7.0
2011	0.0	2.6	0.0	9.0	0.0	100.3	89.7	80.7	9.9	5.1	0.0	0.0
2012	0.0	0.0	0.0	26.9	94.6	180.6	14.2	58.7	1.7	84.8	3.8	45.6
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	164.4	80.9	8.5	79.3	12.5	0.0	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	167.7	59.7	92.6	48.7	0.0	11.4	1.5
2015	0.0	1.0	37.4	0.0	0.7	0.0	74.9	226.6	83.2	104.0	21.0	0.0
2016	12.3	0.0	0.0	269.9	40.8	80.5	111.3	0.0	0.1	47.0	0.0	41.4
2017	0.0	0.0	0.0	35.8	144.7	164.0	43.4	82.1	6.5	90.6	0.0	0.0
2018	0.0	0.0	0.3	0.0	25.3	101.9	93.5	46.7	63.5	5.1	19.9	5.0
2019	0.0	0.0	0.4	1.4	20.7	88.7	24.7	0.0	7.6	8.4	0.0	0.0
2020	0.0	0.0	0.0	3.5	8.1	197.3	109.6	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	63.4	0.0	0.9	1.0	25.6	68.5	0.0	94.4	34.9	5.5	0.0	0.0
2022	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	58.0	117.3	73.3	5.0	1.0	14.1	0.0
2023	3.0	0.0	0.0	29.3	20.6	147.8	137.3	188.4	145.1	10.9	46.8	0.0
2024	0.0	10.9	0.0	3.0	175.4	333.3	0.0	115.4				

² Estación meteorológica DGA "La Obra en Recinto EMOS", código BNA 05710007-9.



1.2 Lluvia en Quinta Normal

Serie obtenida de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Año	mm											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1967	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	35.9	45.3	19.4	1.4	17.0	0.0	0.0
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1969	0.0	3.0	0.0	19.9	22.5	62.6	22.1	45.8	1.6	0.0	0.8	0.0
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	84.1	34.7	165.7	12.7	35.9	25.1	0.0	0.0
1971	1.6	0.0	0.0	4.4	33.0	143.4	29.4	30.8	10.7	29.9	0.0	2.1
1972	6.0	0.0	2.2	4.0	149.2	165.8	52.6	142.5	49.4	16.6	7.0	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	4.0	24.2	37.4	77.6	0.7	6.0	33.4	0.2	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	100.8	227.6	35.3	14.1	22.0	0.0	17.7	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	14.9	18.3	2.5	84.0	20.1	1.1	0.0	15.3	0.0
1976	0.0	0.8	5.8	1.6	18.4	51.9	6.5	34.8	16.5	41.0	13.2	0.0
1977	0.0	0.0	0.0	20.5	28.9	123.1	138.3	48.2	1.5	21.1	31.0	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	54.5	188.8	14.9	26.1	0.4	82.5	1.0
1979	0.0	0.0	0.0	6.0	12.7	0.7	91.9	27.5	42.9	0.0	26.1	12.7
1980	0.6	21.2	0.0	48.6	44.9	60.3	63.9	14.1	61.8	0.2	5.2	0.0
1981	0.0	3.8	6.9	0.7	183.0	20.0	30.0	11.0	14.5	11.5	0.5	0.0
1982	0.0	0.0	14.6	0.8	111.0	275.5	102.9	64.8	39.5	14.3	0.0	0.0
1983	9.4	0.6	0.0	24.5	57.5	103.0	89.8	44.5	34.9	0.6	0.3	0.0
1984	0.0	0.0	2.0	1.4	65.5	40.5	245.9	48.6	24.4	20.9	6.3	0.0
1985	0.2	0.0	27.2	0.2	37.4	19.7	67.6	7.7	6.5	19.7	0.0	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	26.1	90.0	108.3	0.6	53.9	3.1	3.4	25.9	0.0
1987	0.0	0.2	0.1	10.5	46.4	36.7	354.9	182.3	16.2	64.8	0.0	0.0
1988	0.0	0.0	6.0	0.0	5.0	12.0	33.1	52.7	10.2	0.0	16.6	4.0
1989	0.0	0.0	0.0	38.2	25.0	17.7	95.1	108.7	15.5	1.9	0.4	0.0
1990	0.0	0.0	11.9	1.1	6.4	1.6	75.1	70.3	23.4	15.7	0.0	0.3
1991	0.0	0.0	0.0	1.9	72.2	112.6	94.7	3.2	52.5	13.7	0.0	28.8
1992	0.0	0.5	13.2	41.0	129.5	170.3	23.3	57.7	20.7	0.0	7.8	0.0
1993	0.0	0.0	0.0	101.7	80.2	34.7	52.2	30.7	7.1	7.6	2.3	0.2
1994	0.0	0.0	0.0	19.3	44.5	44.5	82.7	16.5	17.6	3.5	0.0	7.4
1995	0.6	0.0	0.0	18.7	8.6	47.2	54.8	22.3	19.6	0.6	0.1	0.0
1996	1.8	0.0	0.0	54.0	14.7	31.7	25.2	29.8	2.2	3.7	0.0	0.9
1997	0.0	0.0	13.5	0.5	126.1	259.0	60.2	98.9	85.5	60.1	3.6	1.9
1998	0.0	4.3	0.0	32.7	13.8	22.6	0.2	0.6	15.1	0.0	0.0	0.0
1999	0.0	0.1	19.7	12.9	0.9	31.2	43.4	109.9	100.1	23.6	0.0	1.4
2000	0.0	14.7	0.0	17.6	20.0	261.5	28.5	0.5	116.5	13.6	1.0	0.0
2001	0.0	0.0	9.9	16.1	32.3	0.3	186.6	50.2	15.8	0.7	0.0	0.0
2002	0.0	0.0	1.7	13.6	137.9	247.5	92.3	74.2	28.3	4.0	0.0	1.3
2003	5.0	0.0	0.2	0.0	79.7	31.5	73.4	6.9	14.5	0.0	13.7	0.0
2004	0.0	0.0	18.7	39.2	16.4	44.1	95.2	55.9	23.7	1.7	58.9	0.0
2005	0.0	0.0	22.3	5.7	54.4	146.0	27.8	137.3	16.6	15.4	9.4	0.0
2006	0.0	0.0	0.0	1.5	7.3	79.8	130.0	50.3	1.1	64.5	1.1	0.0
2007	0.0	14.0	1.6	0.0	16.3	69.9	35.4	29.6	1.0	0.0	0.6	0.0
2008	0.0	0.0	12.6	7.5	109.9	51.0	34.7	130.8	4.3	0.0	0.0	0.0
2009	0.0	1.0	0.0	0.0	7.0	103.1	14.3	97.5	47.4	6.5	0.0	0.0
2010	0.0	0.0	0.0	0.3	65.8	75.6	26.6	6.9	37.5	13.6	36.8	0.0
2011	0.0	3.1	0.2	13.0	0.0	55.8	43.2	27.6	1.9	2.5	0.0	0.0
2012	0.0	0.0	0.0	9.6	33.9	69.5	2.0	35.8	1.9	41.3	0.0	21.5
2013	0.0	0.0	0.0	0.0	96.0	34.6	3.7	24.4	6.4	0.0	0.0	0.0
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	75.2	34.5	46.5	31.1	0.1	5.8	1.2
2015	0.0	2.5	7.4	0.0	2.0	0.0	37.1	111.4	23.7	27.7	4.5	0.0
2016	10.2	0.0	0.0	109.0	20.5	38.4	50.2	0.0	0.4	16.2	0.0	23.6
2017	0.0	0.0	0.0	5.6	55.6	73.2	30.7	50.3	27.2	35.5	0.1	0.0
2018	0.0	0.0	1.7	0.0	13.0	45.8	49.6	10.5	27.5	1.8	0.4	1.1
2019	0.0	0.0	1.4	0.2	5.8	45.9	13.3	0.0	11.7	3.7	0.0	0.0



Año	mm											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2020	0.0	0.0	0.0	2.5	3.6	110.1	64.6	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	40.0	0.0	0.0	0.0	15.2	22.2	0.5	18.5	10.6	6.2	0.0	0.0
2022	0.0	0.1	0.0	28.8	0.0	27.5	69.0	23.1	8.1	0.0	4.3	0.1
2023	0.0	0.0	0.0	8.6	5.0	51.9	45.7	89.8	76.8	4.5	28.4	0.0
2024	0.0	2.8	0.0	0.2	112.4	183.1	0.0	80.2				

3. SERIES DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

3.1. Río Maipo en La Obra (sin regulación)

Serie que lleva la Junta de Vigilancia del río Maipo.

Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1912	131.0	115.0	105.0	61.0	53.0	58.0	52.0	55.0	71.0	113.0	140.0	200.0
1913	174.0	135.0	95.0	61.0	51.0	42.0	50.0	63.0	78.0	93.0	161.0	191.0
1914	163.0	126.0	76.0	51.0	41.0	58.0	80.0	98.0	124.0	158.0	199.0	237.0
1915	300.0	127.0	151.0	114.0	100.0	88.0	78.0	71.0	83.0	148.0	174.0	309.0
1916	290.0	195.0	145.0	81.0	62.0	47.0	40.0	40.0	39.0	83.0	116.0	141.0
1917	217.0	87.0	84.0	55.0	44.0	40.0	36.0	37.0	44.0	66.0	104.0	112.0
1918	105.0	144.0	90.0	48.0	45.0	37.0	39.0	43.0	56.0	76.0	102.0	303.0
1919	337.0	174.0	98.0	86.0	86.0	99.0	107.0	93.0	77.0	120.0	202.0	423.0
1920	462.0	295.0	153.0	115.0	78.0	78.0	71.0	59.0	66.0	95.0	118.0	233.0
1921	202.0	161.0	118.0	99.0	79.0	77.0	69.0	54.0	49.0	110.0	187.0	313.0
1922	250.0	147.0	103.0	66.0	49.0	43.0	45.0	45.0	76.0	111.0	161.0	275.0
1923	273.0	164.0	117.0	87.0	46.0	39.0	42.0	38.0	45.0	60.0	145.0	228.0
1924	251.0	155.0	98.0	54.0	40.0	36.0	29.0	26.0	32.0	44.0	51.0	92.0
1925	122.0	81.0	63.0	32.0	29.0	26.0	26.0	26.0	54.0	91.0	131.0	166.0
1926	176.0	165.0	97.0	68.0	44.0	47.0	50.0	50.0	71.0	125.0	154.0	166.0
1927	185.0	200.0	157.0	77.0	58.0	51.0	44.0	48.0	89.0	107.0	145.0	214.0
1928	195.0	148.0	100.0	60.0	47.0	41.0	41.0	32.0	45.0	83.0	132.0	192.0
1929	156.0	114.0	71.0	47.0	48.0	50.0	43.0	42.0	83.0	97.0	131.0	193.0
1930	128.0	95.0	62.0	53.0	45.0	48.0	68.0	56.0	63.0	89.0	124.0	260.0
1931	362.0	233.0	170.0	85.0	62.0	65.0	65.0	66.0	78.0	116.0	133.0	247.0
1932	263.0	173.0	150.0	107.0	68.0	53.0	55.0	57.0	66.0	87.0	173.0	218.0
1933	213.0	163.0	107.0	71.0	54.0	52.0	47.0	58.0	68.0	102.0	157.0	212.0
1934	239.0	128.0	85.0	60.0	48.0	72.0	49.0	59.0	66.0	97.0	155.0	224.0
1935	273.0	178.0	111.0	70.0	52.0	46.0	49.0	45.0	40.0	49.0	120.0	159.0
1936	157.0	111.0	72.0	43.0	43.0	46.0	42.0	42.0	51.0	79.0	129.0	202.0
1937	198.0	117.0	70.0	44.0	39.0	38.0	40.0	48.0	51.0	80.0	124.0	227.0
1938	186.0	107.0	71.0	46.0	43.0	43.0	41.0	39.0	39.0	60.0	85.0	128.0
1939	128.0	82.0	64.0	40.0	35.0	37.0	37.0	39.0	40.0	53.0	100.0	121.0
1940	142.0	75.0	58.0	36.0	33.0	40.0	46.0	49.0	53.0	92.0	146.0	227.0
1941	296.0	147.0	81.0	59.0	67.0	65.0	56.0	71.0	95.0	204.0	257.0	352.0
1942	294.0	291.0	107.0	56.0	46.0	45.0	46.0	75.0	70.0	99.0	182.0	171.0
1943	212.0	152.0	87.0	64.0	53.0	50.0	45.0	43.0	43.0	90.0	168.0	221.0
1944	181.0	156.0	81.0	63.0	45.0	38.0	37.0	65.0	77.0	108.0	192.0	287.0
1945	263.0	144.0	106.0	92.0	56.0	49.0	42.0	41.0	48.0	84.0	89.0	129.0
1946	135.0	136.0	87.0	50.0	36.0	35.0	36.0	35.0	42.0	53.0	113.0	117.0
1947	130.0	106.0	76.0	42.0	29.0	31.0	27.0	29.0	37.0	55.0	141.0	155.0



Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1948	134.0	107.0	67.0	38.0	34.0	29.0	36.0	43.0	56.0	128.0	182.0	340.0
1949	198.0	134.0	91.0	65.0	54.0	50.0	40.0	40.0	37.0	77.0	139.0	130.0
1950	119.0	87.0	75.0	43.0	35.0	31.0	28.0	32.0	39.0	62.0	87.0	224.0
1951	179.0	98.0	68.0	43.0	33.0	32.0	41.0	42.0	41.0	67.0	132.0	204.0
1952	163.0	115.0	79.0	48.0	37.0	35.0	41.0	35.0	54.0	70.0	115.0	185.0
1953	139.0	119.0	76.0	45.0	35.0	37.0	37.0	49.0	82.0	109.0	234.0	347.0
1954	272.0	194.0	133.0	80.0	60.0	54.0	43.0	39.0	45.0	63.0	145.0	169.0
1955	154.0	111.0	74.0	49.0	36.0	37.0	33.0	29.0	33.0	47.0	132.0	144.0
1956	137.0	113.0	75.0	50.0	44.0	38.0	36.0	41.0	53.0	60.0	122.0	124.0
1957	122.0	104.0	78.0	42.0	26.0	28.0	28.0	31.0	36.0	58.0	116.0	181.0
1958	171.0	103.0	75.0	45.0	32.0	42.0	37.0	33.0	55.0	126.0	140.0	161.0
1959	131.0	107.0	73.0	56.0	49.0	41.0	52.0	54.0	70.0	94.0	162.0	227.0
1960	197.0	119.0	84.0	55.0	42.0	44.0	44.0	41.0	67.0	82.0	150.0	192.0
1961	130.0	89.0	77.0	46.0	40.0	53.0	42.0	45.0	54.0	113.0	202.0	242.0
1962	178.0	126.0	88.0	58.0	46.0	47.0	44.0	42.0	44.0	70.0	143.0	151.0
1963	113.0	87.0	60.0	40.0	34.0	33.0	49.0	49.0	69.0	99.0	143.0	342.0
1964	402.0	200.0	116.0	75.0	58.0	45.0	41.0	35.0	43.0	55.0	75.0	84.0
1965	98.0	83.0	68.0	53.0	45.0	45.0	44.0	69.0	68.0	113.0	195.0	189.0
1966	258.0	159.0	106.0	71.0	55.0	46.0	48.0	50.0	64.0	96.0	154.0	156.0
1967	193.0	125.0	75.0	54.0	39.0	32.0	29.0	27.0	30.0	59.0	90.0	120.0
1968	102.0	90.0	75.0	44.0	28.0	21.0	21.0	20.0	27.0	31.0	46.0	41.0
1969	61.0	62.0	43.0	26.0	22.0	23.0	23.0	29.0	38.0	65.0	106.0	220.0
1970	134.0	104.0	70.0	49.0	42.0	36.0	43.0	42.0	47.0	68.0	91.0	99.0
1971	83.0	73.0	54.0	39.0	27.0	24.0	34.0	36.0	49.0	87.0	144.0	139.0
1972	129.0	87.0	56.0	42.0	47.0	53.0	51.0	44.0	69.0	95.0	156.0	405.0
1973	453.0	237.0	107.0	92.0	63.0	55.0	60.0	54.0	60.0	75.0	140.0	151.0
1974	168.0	123.0	88.0	63.0	61.0	81.0	61.0	52.0	67.0	130.0	199.0	198.0
1975	240.0	128.0	97.0	75.0	60.0	49.0	47.0	50.0	65.0	83.0	105.0	153.0
1976	123.0	89.0	74.0	48.0	37.0	41.0	35.0	63.0	46.0	57.0	113.0	123.0
1977	117.0	92.0	80.0	56.0	46.0	48.0	101.0	63.0	91.0	146.0	249.0	347.0
1978	169.0	159.0	102.0	69.0	58.0	51.0	107.0	78.0	73.0	109.0	221.0	418.0
1979	437.0	242.0	115.0	73.0	70.0	58.0	49.0	64.0	67.0	86.0	117.0	205.0
1980	294.0	165.0	129.0	143.0	138.0	106.0	98.0	84.0	85.0	116.0	186.0	386.0
1981	312.0	205.0	135.0	71.0	75.0	62.0	54.0	51.0	55.0	73.0	134.0	153.0
1982	145.0	123.0	71.0	60.0	54.0	167.0	144.0	101.0	146.0	136.0	274.0	493.0
1983	594.0	421.0	228.0	141.0	79.0	72.0	73.0	76.0	66.0	133.0	237.0	344.0
1984	284.0	227.0	113.0	68.0	60.0	55.0	69.0	59.0	75.0	129.0	146.0	202.0
1985	200.0	150.0	121.0	79.0	72.0	63.0	51.0	44.0	55.0	74.0	129.0	161.0
1986	132.0	111.0	87.0	63.0	53.0	184.0	58.0	57.0	72.0	110.0	126.0	204.0
1987	269.0	196.0	130.0	81.0	60.0	61.0	126.0	118.0	95.0	132.0	153.0	565.0
1988	492.0	222.0	119.0	89.0	72.0	54.0	43.0	48.0	52.0	85.0	114.0	113.0
1989	113.0	113.0	81.0	55.0	43.0	34.0	33.0	64.0	62.0	106.0	190.0	222.0
1990	147.0	96.0	73.0	52.0	45.0	41.0	41.0	40.0	46.0	66.0	114.0	121.0
1991	104.0	82.0	65.0	78.0	144.0	82.0	68.0	58.0	62.0	86.0	143.0	193.0
1992	310.0	173.0	110.0	66.0	65.0	57.0	55.0	51.0	64.0	105.0	159.0	204.0
1993	225.0	131.0	89.0	78.0	144.0	81.0	68.0	58.0	62.0	86.0	143.0	193.0
1994	192.0	100.0	79.0	55.0	49.0	46.0	65.0	51.0	62.0	76.0	173.0	203.0



Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1995	151.0	103.0	79.0	55.0	72.0	49.0	42.0	42.0	56.0	65.0	134.0	168.0
1996	104.0	83.0	67.0	46.0	32.0	29.0	27.0	24.0	24.0	30.0	36.0	44.0
1997	76.0	63.0	44.0	32.0	28.0	97.0	52.0	72.0	123.0	107.0	198.0	318.0
1998	387.0	185.0	110.0	78.0	58.0	48.0	40.0	36.0	34.0	50.0	68.0	91.0
1999	92.0	86.0	53.0	35.0	30.0	29.0	27.0	27.0	52.0	82.0	121.0	125.0
2000	107.0	86.0	54.0	46.0	35.0	72.0	89.0	55.0	64.0	131.0	148.0	340.0
2001	317.0	215.0	120.0	73.0	54.0	47.0	89.0	89.0	79.0	127.0	178.0	421.0
2002	211.0	134.0	97.0	70.0	69.0	105.0	63.0	140.0	105.0	120.0	229.0	355.0
2003	412.0	245.0	151.0	88.0	57.0	62.0	60.0	52.0	53.0	85.0	119.0	129.0
2004	148.0	113.0	75.0	59.0	43.0	40.0	39.0	41.0	55.0	58.0	98.0	131.0
2005	130.0	90.0	63.0	45.0	46.0	121.0	81.0	138.0	109.0	135.0	263.0	423.0
2006	538.0	394.0	160.0	96.0	61.0	59.0	101.0	70.0	73.0	124.0	228.0	260.0
2007	237.8	145.3	101.6	60.8	45.2	42.4	46.0	38.9	48.6	77.2	115.5	124.3
2008	118.0	88.0	58.0	43.0	79.0	93.0	50.0	84.0	86.0	110.0	252.0	284.4
2009	202.6	148.7	87.7	63.6	53.4	47.5	44.5	51.2	89.8	73.9	110.6	215.8
2010	225.4	166.3	105.8	68.1	49.2	47.7	42.1	42.1	41.6	54.2	77.0	82.1
2011	74.0	66.0	56.0	40.0	29.0	29.0	28.0	28.0	36.0	49.0	88.0	107.0
2012	85.5	72.1	58.2	36.5	63.1	46.0	41.6	32.5	41.7	47.5	112.0	117.5
2013	144.4	101.3	58.0	43.0	35.0	37.0	34.0	37.0	43.0	54.0	98.0	142.0
2014	108.0	64.0	50.0	35.0	24.0	30.0	28.0	34.0	34.0	55.0	81.0	91.0
2015	93.0	74.0	60.0	38.0	31.0	26.0	26.0	44.0	42.0	54.0	111.0	168.0
2016	164.3	122.8	75.8	110.5	72.7	70.8	53.4	51.0	61.5	74.9	139.5	176.3
2017	184.6	120.0	69.0	59.9	48.0	46.5	42.7	40.0	44.9	62.9	95.0	128.2
2018	94.1	88.7	55.6	38.5	31.5	30.1	31.1	31.5	35.7	41.1	67.3	95.1
2019	95.0	80.7	48.8	37.4	30.4	27.9	26.6	25.1	26.0	27.1	49.6	51.4
2020	72.9	64.2	50.8	29.2	23.8	23.0	26.1	28.6	32.8	60.2	86.4	86.1
2021	83.2	68.7	52.7	36.0	30.5	27.8	25.2	27.4	34.4	48.0	59.0	61.9
2022	66.8	50.8	37.4	27.4	24.1	22.6	22.7	26.1	29.3	42.2	75.6	78.3
2023	63.2	61.0	49.4	30.7	25.7	88.7	35.4	57.4	69.6	85.1	129.2	247.6
2024	259.1	174.2	97.3	59.2	49.9	55.2	50.8	49.8				

3.2. Río Yeso

Caudales que acceden al embalse El Yeso ³.

Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1952	12.4	9.6	9.1	6.7	4.6	4.1	3.9	3.3	3.9	4.6	6.7	14.2
1953	12.5	11.3	8.2	6.6	5.8	3.8	3.4	3.7	5.4	5.9	21.0	42.1
1954	27.5	20.6	14.7	9.0	6.2	5.0	4.5	4.4	4.2	5.3	12.3	13.5
1955	14.8	10.9	8.4	4.6	4.1	3.3	3.5	2.6	2.9	3.8	9.1	11.0
1956	11.6	10.0	7.2	5.2	4.6	4.3	3.2	2.9	3.7	4.8	7.4	8.6
1957	8.5	13.6	6.3	3.7	3.6	3.4	3.7	3.1	3.4	4.6	7.6	17.7
1958	18.9	11.3	6.8	4.7	3.3	4.2	2.5	2.2	3.2	10.6	10.0	12.3
1959	11.0	9.8	7.4	5.4	4.6	4.0	3.9	3.8	4.2	5.4	10.5	19.5
1960	16.1	9.9	7.1	5.6	4.6	3.9	3.5	2.9	3.4	5.4	9.6	13.1

³ Caudales medios mensuales en el río Yeso que acceden al embalse El Yeso, obtenidos de balances de masas en el embalse que diariamente hace la empresa Aguas Andinas y que toman en cuenta la evaporación desde la poza (obtenida de una bandeja clase A ubicada en el embalse), las filtraciones a través del muro medidas (medidas a la salida del sistema de drenaje del muro), las descargas por válvula y las extracciones por el acueducto Caya.



Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1961	12.2	9.3	8.2	6.3	5.4	4.6	3.4	4.5	3.7	6.5	12.3	24.1
1962	20.4	16.0	10.7	8.7	6.8	4.8	5.7	3.2	3.7	5.3	11.2	13.8
1963	11.8	11.0	7.9	6.0	4.5	3.4	4.4	3.1	4.3	7.4	6.0	21.7
1964	34.4	23.7	12.3	8.7	6.0	5.5	3.4	2.8	3.9	4.1	5.4	6.5
1965	9.1	9.1	7.0	5.3	4.1	3.7	3.0	3.6	4.3	6.7	14.7	13.7
1966	22.1	16.5	10.8	9.1	4.6	4.0	3.4	2.8	3.6	6.1	8.9	15.3
1967	14.2	13.4	7.8	5.7	4.2	3.6	3.0	2.5	2.5	4.9	4.8	8.7
1968	8.4	8.1	5.8	4.0	2.9	2.3	2.0	1.6	2.1	2.1	3.5	3.5
1969	5.6	5.5	4.4	3.1	2.5	2.5	2.2	1.9	3.2	6.1	6.8	18.8
1970	16.2	12.2	7.5	5.1	3.6	3.1	3.5	2.1	3.1	4.5	6.6	4.6
1971	8.0	8.0	5.9	3.9	2.9	2.2	2.8	2.4	3.2	5.6	9.2	24.5
1972	13.2	9.1	5.6	6.1	4.5	3.3	2.4	3.1	3.0	5.5	9.2	24.5
1973	40.7	33.5	22.5	13.1	8.1	5.4	4.8	3.8	4.2	6.0	10.3	13.1
1974	17.8	13.5	9.1	5.9	5.2	5.2	3.5	3.1	4.3	7.1	11.4	12.9
1975	19.4	12.8	8.8	6.5	5.0	3.4	3.5	3.2	4.4	6.6	7.2	12.6
1976	12.0	9.3	7.2	4.8	3.7	3.2	2.9	2.5	3.0	3.1	6.8	8.9
1977	11.2	11.4	8.8	5.4	4.0	3.5	3.2	2.9	3.7	4.0	15.5	26.6
1978	22.8	15.2	9.9	6.5	4.8	3.9	4.7	3.8	3.4	6.0	12.2	28.7
1979	35.4	22.3	12.4	7.0	5.9	4.8	3.7	3.4	2.9	4.9	7.3	12.2
1980	23.4	16.1	13.2	9.2	7.7	6.0	5.6	5.3	6.2	7.5	12.5	27.9
1981	23.5	1.0	13.1	7.8	5.9	4.3	3.9	3.7	4.0	5.9	8.8	12.1
1982	13.4	11.2	7.5	5.4	4.4	5.3	6.8	3.8	4.4	5.7	14.1	33.1
1983	46.3	37.4	22.1	12.8	8.0	6.2	6.0	5.1	3.8	6.7	12.9	22.0
1984	20.3	15.1	8.5	5.0	4.2	5.2	3.7	4.2	4.5	7.9	11.7	20.2
1985	24.3	18.9	13.9	9.0	7.4	6.1	4.2	3.7	5.1	6.1	10.8	14.6
1986	14.8	12.0	8.7	6.6	4.7	7.5	5.0	3.9	4.8	7.4	11.3	28.2
1987	31.0	24.0	15.6	8.9	6.9	5.8	7.1	6.1	5.6	7.0	18.7	31.2
1988	35.0	24.2	16.3	10.5	7.7	5.8	4.6	3.7	4.5	6.8	9.0	10.8
1989	10.0	10.2	6.5	6.0	4.2	3.0	2.7	3.2	2.9	5.1	10.6	12.8
1990	11.8	9.0	6.5	4.6	2.7	3.0	1.9	2.4	2.9	3.7	7.4	11.1
1991	11.5	9.0	6.5	3.8	5.2	4.4	4.5	4.2	5.9	4.9	10.9	16.7
1992	26.8	20.7	13.7	7.9	5.4	3.7	2.7	2.1	3.2	6.7	12.2	17.3
1993	16.4	20.9	10.5	7.2	6.3	3.7	2.7	2.2	2.6	5.1	9.3	16.1
1994	18.1	11.3	8.4	5.1	4.1	2.0	2.4	1.5	2.6	4.0	12.4	19.8
1995	15.3	10.3	6.5	4.1	3.2	2.1	1.6	1.7	2.7	3.5	10.2	16.0
1996	12.4	8.5	5.0	1.9	2.4	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	2.3	4.1
1997	5.4	5.3	3.9	4.4	2.0	2.4	1.8	2.3	2.8	3.9	9.2	17.9
1998	25.2	16.6	9.1	6.4	4.4	3.2	2.1	1.7	1.8	3.1	4.0	6.8
1999	8.3	7.8	4.6	2.3	1.7	1.4	1.0	1.4	1.7	4.2	8.6	10.8
2000	12.3	7.4	4.1	2.9	1.3	2.7	3.7	1.8	2.0	6.8	10.4	23.1
2001	24.3	17.2	10.3	6.1	4.6	2.6	3.8	3.6	3.4	4.0	7.8	22.7
2002	19.1	14.1	9.6	4.8	4.9	5.6	3.4	3.8	2.6	4.4	11.0	19.4
2003	25.7	20.7	13.3	7.3	5.4	4.2	2.9	2.8	2.6	4.8	10.1	11.1
2004	12.8	9.8	6.2	3.9	2.5	2.1	1.4	1.3	2.7	2.6	4.9	9.3
2005	12.1	9.4	5.8	2.9	3.4	4.3	2.1	3.1	1.8	3.8	12.4	25.1
2006	32.5	23.4	11.9	6.8	4.9	3.8	4.2	2.0	2.4	4.3	11.3	18.8
2007	22.2	11.5	8.1	4.8	2.6	2.5	2.0	1.3	2.0	3.8	8.4	12.1
2008	11.7	8.1	4.6	2.8	4.4	4.6	2.1	2.8	3.5	6.3	16.1	21.1
2009	21.1	16.1	11.4	6.5	3.2	2.5	1.7	1.7	3.9	4.6	9.0	14.8



Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2010	19.3	17.0	12.5	8.9	7.0	6.9	5.5	6.0	5.5	5.3	6.8	7.2
2011	7.1	5.0	4.7	3.3	1.6	0.9	0.8	1.0	1.0	2.5	5.4	7.9
2012	8.1	7.0	4.2	2.9	3.0	2.6	2.5	2.4	3.0	3.5	7.8	10.1
2013	12.0	7.8	4.4	2.5	1.6	1.5	1.8	1.5	1.6	2.7	7.8	13.1
2014	11.9	9.4	7.1	6.4	5.0	4.1	3.7	2.6	2.5	4.3	6.2	7.8
2015	9.5	7.3	6.0	3.5	3.2	2.2	2.3	2.3	2.7	2.7	6.8	12.6
2016	16.2	13.6	7.9	6.2	5.7	5.4	4.4	3.1	4.5	5.5	9.6	14.6
2017	19.1	12.4	7.3	4.7	4.0	3.3	2.9	3.2	3.3	3.8	5.7	10.1
2018	8.4	8.4	5.4	3.6	3.2	2.8	2.6	2.4	2.6	2.5	4.6	7.8
2019	10.7	8.9	5.8	4.0	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	4.0	5.0
2020	6.6	5.5	4.9	3.4	2.7	2.3	2.1	2.1	2.4	4.3	6.5	8.3
2021	7.0	6.3	5.6	3.6	3.0	2.7	2.2	2.1	2.5	3.2	4.4	5.3
2022	5.6	4.3	3.1	2.7	2.3	2.0	1.8	1.8	2.1	3.0	5.9	7.4
2023	6.2	5.7	4.3	2.4	2.1	3.2	2.2	2.5	2.6	3.9	7.6	18.6
2024	23.8	17.2	9.7	5.1	4.0	3.9	3.1	3.0				

3.3. Río Maipo en El Manzano

Obtenida de la Dirección General de Aguas (DGA) ⁴

Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1984	240.5	185.5	107.1	67.7	57.0	44.3	63.4	60.2	71.8	145.6	190.3	313.3
1985	289.7	181.0	146.1	87.4	76.9	65.8	52.0	46.1	59.9	81.3	147.5	173.8
1986	216.9	183.5	141.2	111.4	97.2	115.0	88.6	66.7	83.7	122.7	159.9	309.5
1987	351.5	271.6	162.5	96.3	69.0	69.1	127.4	130.3	122.4	155.4	226.3	0.0
1988	475.0	255.0	199.0	124.0	63.2	59.6	48.1	52.8	56.5	91.9	138.9	136.4
1989	145.1	148.3	98.3	67.8	52.8	40.5	36.0	68.7	82.4	122.3	224.5	225.3
1990	170.4	122.6	85.9	62.7	58.8	50.5	49.7	52.3	56.8	78.5	129.0	135.4
1991	129.4	109.8	78.4	63.1	116.6	79.0	102.7	77.9	101.8	125.4	212.9	216.3
1992	276.7	206.7	158.4	94.7	80.1	80.0	71.2	68.4	80.7	132.0	196.2	233.7
1993	257.0	192.5	117.1	103.4	306.6	97.7	85.1	76.4	78.5	111.0	131.6	198.6
1994	219.7	142.1	96.1	69.5	60.7	60.2	76.4	75.8	82.0	98.0	161.3	261.1
1995	184.2	127.8	97.8	75.6	60.3	61.2	55.4	57.4	77.9	90.5	168.2	198.6
1996	128.2	111.6	96.8	69.5	50.0	42.8	41.4	38.6	38.2	47.0	51.9	58.7
1997	81.8	75.9	61.8	43.6	33.9	65.4	61.2	80.1	119.2	114.5	208.6	335.5
1998	413.8	207.3	136.2	102.7	72.4	60.4	50.4	44.8	39.1	61.0	83.7	105.8
1999	99.8	89.5	61.9	42.0	41.7	38.0	37.8	40.7	60.8	86.8	138.5	144.8
2000	133.8	100.2	71.6	55.3	52.2	81.9	76.9	69.0	73.4	135.9	184.7	358.6
2001	299.8	230.7	129.4	89.3	73.4	61.5	80.6	89.4	83.5	134.0	180.4	331.0
2002	215.4	149.2	105.8	73.4	62.8	81.6	65.8	103.6	108.5	145.3	243.2	348.7
2003	371.7	260.0	181.9	106.6	72.7	73.5	71.3	58.6	69.6	106.2	150.8	150.7
2004	182.1	129.8	92.7	71.5	53.1	52.5	51.6	47.0	63.9	71.9	104.0	140.7
2005	136.9	99.5	76.2	54.7	50.8	95.2	86.9	115.6	116.5	150.1	254.8	393.7
2006	457.6	306.1	166.4	109.3	73.8	64.7	113.4	79.8	85.2	139.4	220.0	252.5
2007	180.9	138.4	107.8	70.2	59.7	57.9	58.3	54.0	61.2	95.9	121.9	126.8

⁴ Estación fluviométrica DGA "Río Maipo en El Manzano" (código BNA 05710001-K)



Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2008	125.2	98.0	70.3	57.7	94.4	92.5	61.9	80.1	80.8	116.5	250.5	285.0
2009	197.8	145.1	107.9	79.9	60.5	57.0	54.4	63.8	84.8	83.8	121.9	200.9
2010	196.6	149.2	118.0	81.6	62.7	59.8	50.7	51.4	55.2	76.0	100.0	99.5
2011	92.9	83.9	66.0	51.4	42.4	34.0	33.4	33.0	45.4	65.9	87.1	97.2
2012	81.7	80.8	73.6	55.2	53.6	45.9	42.7	34.9	48.0	53.5	129.8	134.9
2013	145.1	101.0	69.7	52.0	44.6	50.5	46.8	50.2	57.0	79.6	111.8	137.3
2014	124.7	89.4	71.5	59.4	50.1	48.9	44.7	45.7	46.8	90.0	112.1	96.2
2015	95.0	77.3	57.4	46.9	38.5	37.8	33.7	46.6	46.4	65.3	112.4	183.9
2016	169.2	129.5	99.7	114.1	75.3	76.2	65.3	67.2	76.4	88.4	137.2	170.7
2017	186.0	148.9	86.9	70.4	60.9	59.9	55.5	51.3	57.9	82.3	112.0	139.0
2018	109.4	104.6	60.4	52.6	35.2	36.3	34.4	37.3	47.1	54.5	88.2	109.0
2019	106.3	94.0	67.2	56.5	38.5	28.9	28.7	31.2	39.9	39.3	60.9	64.3
2020	77.6	63.8	47.6	26.2	23.0	24.1	27.4	37.0	55.1	75.0	96.7	81.7
2021	76.5	77.8	63.0	40.5	32.7	28.2	23.9	30.6	45.3	61.3	69.3	72.2
2022	72.5	47.5	37.3	27.1	21.8	17.5	18.1	26.8	32.2	45.7	75.2	84.4
2023	68.8	69.7	57.7	35.5	29.4	73.2	34.5	66.8	77.9	90.1	133.3	264.5
2024	271.5	179.4	108.6	75.4	62.3	58.9	51.0					

La DGA no registra valores en esta serie de tiempo para los meses de enero a abril de 1988, ni para el mes de noviembre de 1990. Estos valores se rellenaron usando los caudales contenidos en el Cuadro N°3 “Caudales Medios Mensuales Estación de Río Maipo en El Manzano (m³/s)” de la Memoria Anual de la Sociedad Canal de Maipo del año 2014.

Es importante tener en cuenta que con la entrada en servicio del proyecto hidroeléctrico Alto Maipo, los registros de la estación “Río Maipo en El Manzano” se vieron alterados debido a la modificación de la topología que gobierna el aporte de las subcuencas de los ríos Yeso, Colorado y parte de la subcuenca del río Volcán (desde donde el proyecto hidroeléctrico capta sus recursos hídricos que usa para generación), al referido punto de control.

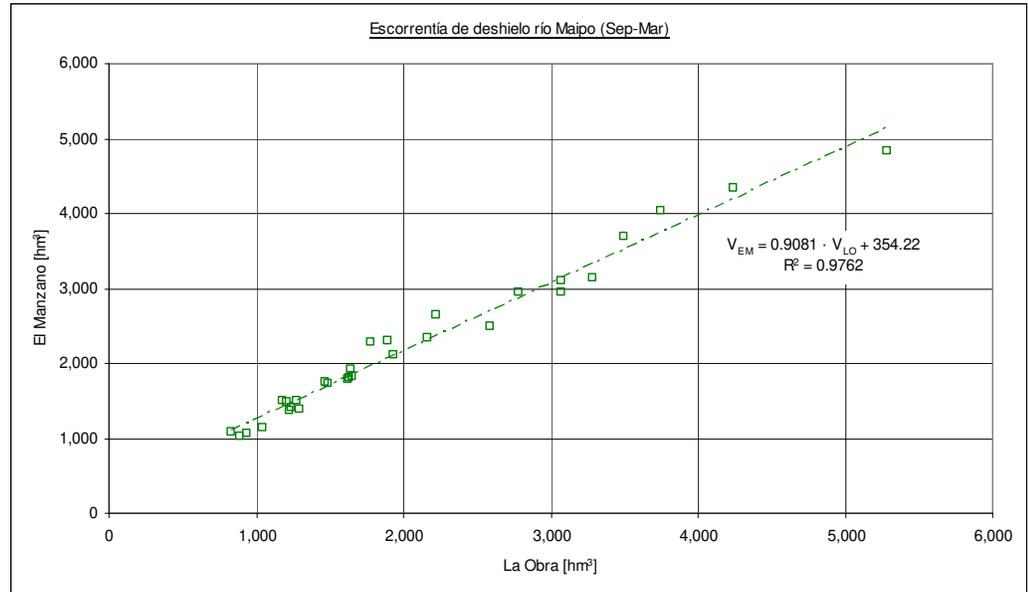
Por esa razón se construyó una nueva estación fluviométrica denominada “Río Maipo aguas abajo descarga Las La Lajas”.



4. ESCORRENÍA DE DESHIELO

Escorrentía de deshielo en El Manzano y en La Obra, para los últimos 30 años:

Temp	V _{sep-mar} [hm ³]	
	El Manzano	La Obra
1994-1995	2,657	2,222
1995-1996	2,285	1,775
1996-1997	1,085	828
1997-1998	4,030	3,749
1998-1999	1,415	1,238
1999-2000	1,929	1,642
2000-2001	3,701	3,502
2001-2002	3,151	3,283
2002-2003	4,346	4,239
2003-2004	2,309	1,890
2004-2005	1,816	1,637
2005-2006	4,830	5,281
2006-2007	2,949	3,069
2007-2008	1,832	1,649
2008-2009	3,104	3,070
2009-2010	2,502	2,585
2010-2011	1,501	1,180
2011-2012	1,392	1,299
2012-2013	1,785	1,627
2013-2014	1,760	1,468
2014-2015	1,506	1,278
2015-2016	2,113	1,931
2016-2017	2,339	2,163
2017-2018	1,741	1,490
2018-2019	1,481	1,212
2019-2020	1,028	893
2020-2021	1,375	1,231
2021-2022	1,063	938
2022-2023	1,134	1,044
2023-2024	2,949	2,782



Se mantiene una buena correlación entre volúmenes de escorrentía de ambas series de tiempo, siendo posible contar con una función para “proyectar” hacia “El Manzano” el volumen del pronóstico que la Junta obtiene para “La Obra”, todo ello sólo el fin de comparar resultados. La función lineal utilizada para esto es:

$$V_{EM} = m \cdot V_{LO} + y_0$$

Con:

V_{EM} [hm³]: volumen escorrentía deshielo en El Manzano;

V_{LO} [hm³]: volumen escorrentía deshielo en La Obra;

m : Pendiente de la recta de regresión;

y_0 [hm³]: punto en que la recta de regresión corta al eje de las ordenadas.

De acuerdo con lo señalado en el gráfico, se tiene:

$$m = 0,9081$$

$$y_0 = 354,22 \text{ hm}^3$$



5. OTROS PRONOSTICOS

5.1. Dirección General de Aguas (DGA)

Cuadro 4. Caudales pronóstico temporada 2024–2025.

Estación	Región	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Vol.	Vol. Prom. 1991-2020	Vol./Vol. Prom. 1991-2020
		m ³ /s							mill-m ³	mill-m ³	%
Maipo en el Manzano	Metropolitana	68	102	170	230	218	145	95	2702	2914	93

5.2. Coordinador Eléctrico Nacional (CEN)

**TABLA 1
RESUMEN DE PRONÓSTICOS DE CAUDALES DE DESHIELO TEMPORADA 2024/25
CUENCAS RÍOS ACONCAGUA, MAIPO (COLORADO, YESO Y E. COLINA), RAPEL (Y TENO), TINGUIRIRICA, MAULE, LAJA Y BÍO-BÍO
PRONÓSTICO 4 - MEDIADOS DE SEPTIEMBRE- REV. B**

PUNTO DE PRONÓSTICO	VOLUMEN DE DESHIELO (Oct-Mar)			PROB EXC P.DESHIELO (%)	PRONÓSTICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m ³ /s)					
	V _{máx} (m ³ /s-mes)	V _{mín} (m ³ /s-mes)	Pronóstico (m ³ /s-mes)		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
b1. Olivares en BT C.Alfalfal	83	61	72	47%	4.9	8.5	13.8	19.9	15.4	9.6
b2. Colorado en BT C.Alfalfal	115	76	95	48%	9.5	14.3	17.9	23.6	16.4	13.3
b3. Cajon La Engorda, Estero Colina, Quebrada Las Placas y Caj	58	42	50	48%	2.8	6.2	10.3	13.6	10.9	6.3
b4. Rio Yeso en Afluyente Embalse el Yeso	81	53	67	47%	5.7	9.2	13.4	17.0	12.6	9.0