

**PRONÓSTICO ESCORRENTÍA DESHIELO
RÍO MAIPO EN LA OBRA Y RÍO YESO.
TEMPORADA 2023-2024**

MODELO DE PRONÓSTICO Y RESULTADOS

Versión	Fecha	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
-	-	-	-	-
1	Oct 2023	JMCP	EVJ 	EVJ 

INFORME

PRONOSTICO DE DESHIELO TEMPORADA 2023-2024.

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.

Los pronósticos de escorrentía son útiles, pues permiten conocer con anticipación, cómo se viene la temporada. En caso de prever una temporada seca, es posible disponer a tiempo las medidas de distribución para salvar, con la menor dificultad posible, un escenario de escasez. En caso que el pronóstico muestre una temporada más auspiciosa, es posible coordinar con tiempo las acciones para gestionar de forma eficiente el aprovechamiento del recurso hídrico.

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 2023 a marzo de 2024, 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, por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y por el CIREN.

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 2023: se obtienen de 2 formas:
 - Pluviómetro ubicado en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra y
 - Estación metereológica DGA ubicada en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra.
- Caudales medios mensuales en La Obra entre 1912 y 2023 (caudales sin regulación);
- Caudales medios mensuales en el río Yeso que acceden al embalse El Yeso, entre 1952 y 2023;
- Lluvias mensuales en Quinta Normal, 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;

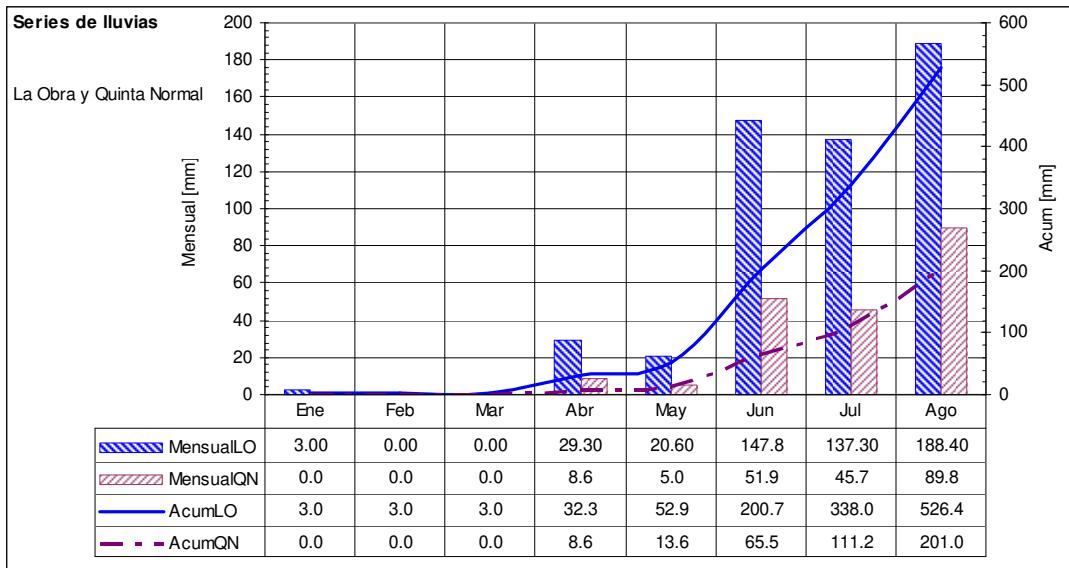
Respecto de las series de tiempo, para efectos de la elaboración del pronóstico se trabajó con datos de los últimos 30 años y también, con los de la serie de lluvia completa.

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

- Pronóstico de caudales de deshielo para la temporada 2023-2024, elaborado por el Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas (DGA);
- Pronóstico de caudales de deshielo entre los meses de octubre de 2023 y marzo de 2024, elaborado por encargo del Coordinador Nacional Eléctrico (CEN) y
- Pronóstico de caudales de deshielo entre los meses de octubre de 2023 y febrero de 2024, elaborado por el CIREN.

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 2023:



Donde:

MensualLO [mm]: Lluvia mensual registrada en La Obra.

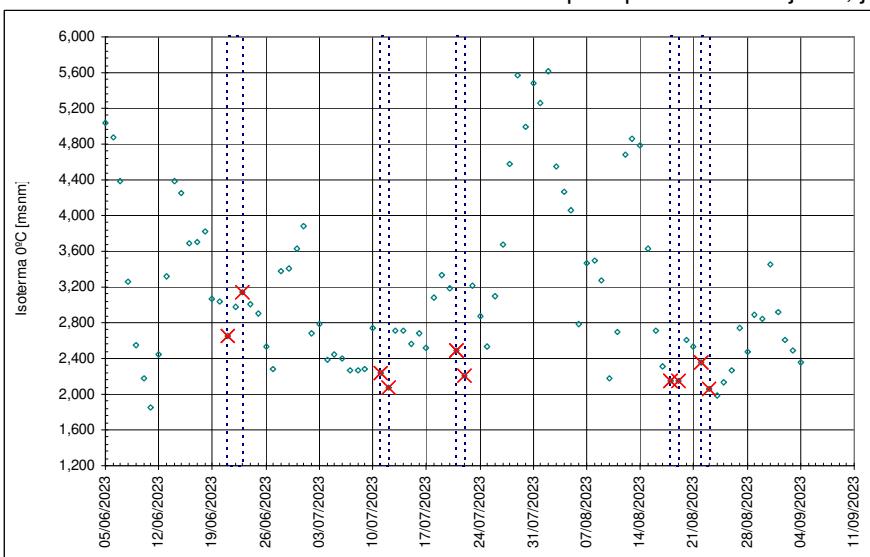
MensualQN [mm]: Lluvia mensual registrada en Quinta Normal.

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

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

Cabe mencionar que la lluvia de junio se presentó con una isoterma 0°C muy alta, antes, durante y después del evento, lo que se tradujo en una menor acumulación de precipitación sólida durante la tormenta.

En efecto, este sistema frontal comenzó a precipitar con una isoterma 0° en torno a los 2.700 msnm y rápidamente superó los 3.000 msnm, lo que significó que esa lluvia, a pesar de ocurrir en invierno, no dejó todo lo esperable en términos de recursos hídricos en estado sólido, por lo que, para efectos del pronóstico, se consideró que su aporte a la escorrentía de deshielo fue menor a la magnitud de la lluvia líquida registrada. La siguiente figura que muestra la altura aproximada de la isoterma 0° durante los eventos de precipitaciones de junio, julio y agosto:



En el siguiente cuadro se indica la lluvia registrada entre enero y agosto de 2023, tanto en Santiago (Quinta Normal), como en La Obra y además se señala la probabilidad de excedencia¹ asociada a esos valores:

Lluvia enero-agosto					
Lugar	Organismo	Registro [mm]	Prob. exc. n=55 años [%]	Prob. exc. n=30 años [%]	Corregida [mm]
La Obra	JVRM	526	39%	26%	453 ²
Quinta Normal	DGAC	201	55%	45%	-

Es interesante constatar que la relación entre la lluvia acumulada al mes de agosto en La Obra y en Quinta Normal, es del orden de 2,6. Este valor se ubica normalmente en torno a 2,0, pero el año 2023 resultó ser mayor, lo que muestra una mayor abundancia de lluvias en La Obra que en Quinta Normal. Esto también se refleja en las probabilidades de excedencia, pues la de La Obra resulta ser menor que la de Quinta Normal, situándose esta última en torno a un año medio, en tanto que la de La Obra corresponde a una lluvia que, estadísticamente supera a la esperada para un año medio.

Finalmente, es preciso señalar que el valor de la última columna de la tabla anterior corresponde a la lluvia acumulada utilizada para obtener el pronóstico.

3. DESCRIPCION 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.

3.1. 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 nivo-glacial), 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).³

¹ Probabilidad de excedencia: probabilidad de que un determinado valor sea superado.

² La lluvia del mes de junio fue de 147,8 mm, pero para efectos del pronóstico se consideró sólo 73,9 mm (50%).

³ La serie de lluvia en La Obra tiene menor extensión que las series de caudales de los ríos Maipo y Yeso.

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.

3.2. 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”).

Una 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 [hm³]: Volumen de escorrentía de deshielo;

m [hm³/mm]: Pendiente de la recta de regresión;

Pr [mm]: Parámetro auxiliar;

y₀ [hm³]: 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 “y₀”.

3.3. 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 determinación⁴) 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 ($n=55$ años). Para cada caso se obtuvieron los ajustes que se indican en la siguiente tabla:

Serie fluviométrica	$n = 55$ años				$n = 30$ años			
	K	R^2	m	y_0	K	R^2	m	y_0
Río Maipo en La Obra	0,189	0,83	4,12	-170,9	0,155	0,87	3,80	-87,6
Río Yeso	0,155	0,68	0,26	29,1	0,172	0,79	0,20	39,8

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.

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	P_{i-1}	$n = 55$		$n = 30$	
	mm	mm	K	Pr	K	Pr
Río Maipo en La Obra	453	315	0,189	512	0,155	501
Río Yeso	453	315	0,155	501	0,172	507

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	$n = 55$		$n = 30$	
	Pr	$V_{deshielo}$ [hm ³]	K	$V_{deshielo}$ [hm ³]
Río Maipo en La Obra	512	1.938	501	1.817
Río Yeso	501	157	507	141

⁴ O coeficiente “ R^2 ”, que corresponde al cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson (para una regresión lineal simple).

A pesar de que en ambas series el ajuste para los últimos 30 años entregaba valores de R^2 mayores a los de la serie completa, se optó discrecionalmente por utilizar el ajuste para esta última, pues entregaba volúmenes de deshielo mayores a los entregados por el modelo de 30 años. La razón de esta decisión radica en que, en términos de precipitaciones, el año 2023 estuvo en torno a un año medio e incluso por encima de éste, por lo que la próxima temporada de deshielo podría ser mejor representada por los registros de los años anteriores a la mega sequía. Por el contrario, los registros de los últimos 30 años podrían subestimar el deshielo próximo, pues se encuentran fuertemente influenciados por la mega sequía.

La serie de caudales medios mensuales del río Maipo en La Obra se extiende por 111 años, en tanto que la del río Yeso tiene 71 años de extensión:

Serie	n_{total} [años]
Río Maipo en La Obra	111
Río Yeso	71

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=111 años	n=30 años
Río Maipo en La Obra	1.938	63%	39%
Río Yeso	157	59%	40%

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).

Asimismo, es destacable que las probabilidades de excedencia de los volúmenes de deshielo difieren de forma importante si se considera la estadística completa o si se consideran sólo los últimos 30 años de datos, siendo estadísticamente más abundantes si consideran los sólo los últimos 30 años, pues, como ya se dijo, están fuertemente influenciados por la mega sequía de los últimos años.

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 de los volúmenes de escorrentía previamente obtenidos. 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 en que la escorrentía del bimestre Nov-Dic fue mayor que la del bimestre Dic-Ene, de forma de caracterizar una distribución en la que el deshielo tiende a anticiparse, como ha ocurrido en algunos de los últimos años.

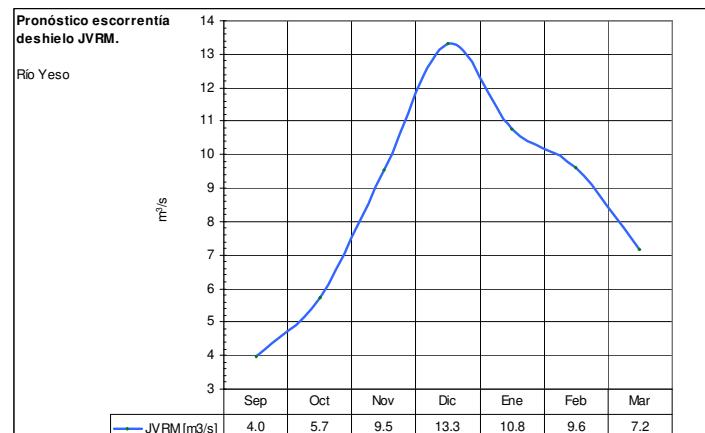
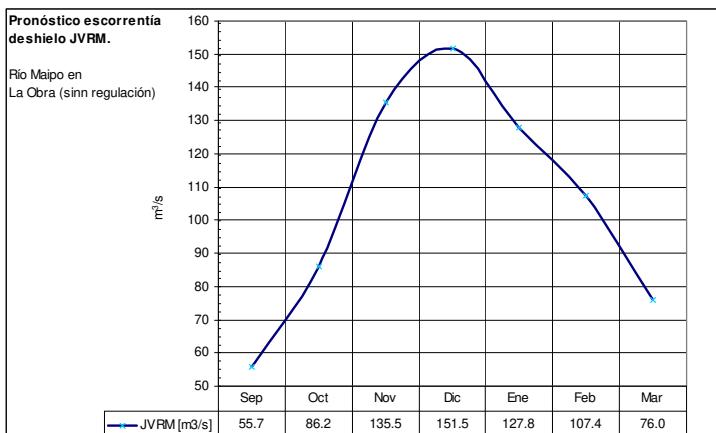
A continuación se presentan los caudales medios mensuales de deshielo obtenidos como pronóstico para la temporada 2023-2024. En el caso de la serie "Maipo en La Obra" se incluyó su equivalencia en l/s-acción, todo ello para las 8.105,632 acciones consideradas actualmente en el reparto:

- 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	55.7	86.2	135.5	151.5	127.8	107.4	76.0	1,938
l/s-acc	6.9	10.6	16.7	18.7	15.8	13.3	9.4	

· Río Yeso (aporte al embalse El Yeso):

	m ³ /s							V _{sep-mar} hm ³
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
Río Yeso	4.0	5.7	9.5	13.3	10.8	9.6	7.2	157



No se debe olvidar que si durante la próxima templara 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. Lo propio hace el “Centro de Información de Recursos Hídricos del Ministerios de Agricultura” (CIREN).

Es así que se contó con otros pronósticos de caudales medios mensuales de deshielo para los ríos Maipo y Yeso, según se indica en el siguiente cuadro:

Pronóstico	Elaboró	Período	Vol. deshielo [hm ³]	Prob. exc. [%]
Maipo en El Manzano	DGA	Sep-Mar	2.195	44%
	CIREN	Oct-Feb	1.288	-
	CEN ⁵	Oct-Mar	1.442	60%
	JVRM *	Sep-Mar	2.117	45%
Río Yeso	CEN ⁶	Oct-Mar	133	59%
	JVRM	Sep-Mar	157	40%

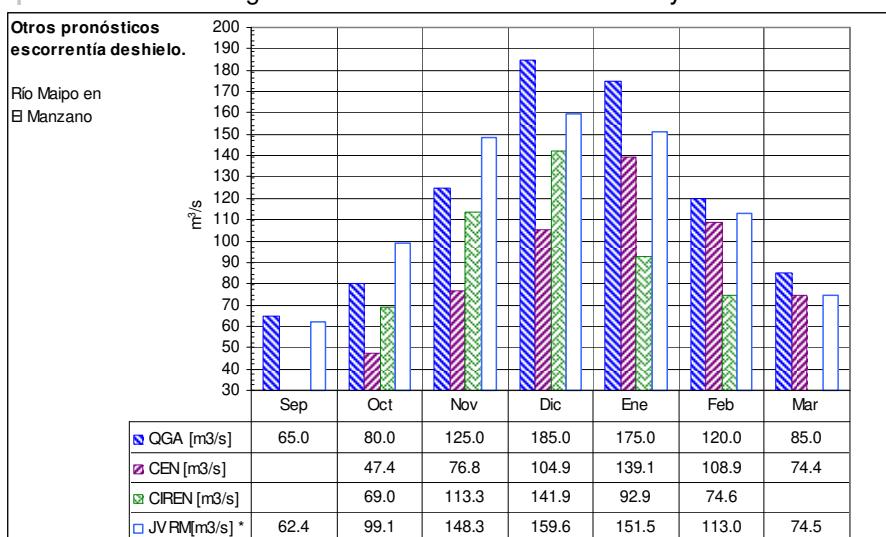
JVRM*: pronóstico elaborado por la Junta para “La Obra” y proyectado por correlación hacia “El Manzano”.

⁵ En este caso se consideró el pronóstico CEN elaborado para los puntos “Olivares en BT C.Alfalfa” y “Colorado en BT C.Alfalfa” y 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”, se obtuvo los caudales para esta última serie.

⁶ Pronóstico CEN para el punto “Río Yeso en Afluente Embalse El Yeso”.

También es posible acceder públicamente a los pronósticos de deshielo que el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) encarga a consultores externos. En este caso la oficina “CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores” desarrolló este estudio..

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. Cabe precisar que en el caso de Maipo en El Manzano⁷, si bien no todos los pronósticos fueron elaborados para exactamente en ese lugar, permiten igualmente hacerse una idea de lo que se puede esperar para la próxima temporada. También es preciso tener presente que los caudales registrados en “El Manzano”⁸ son mayores a los observados en “La Obra”.



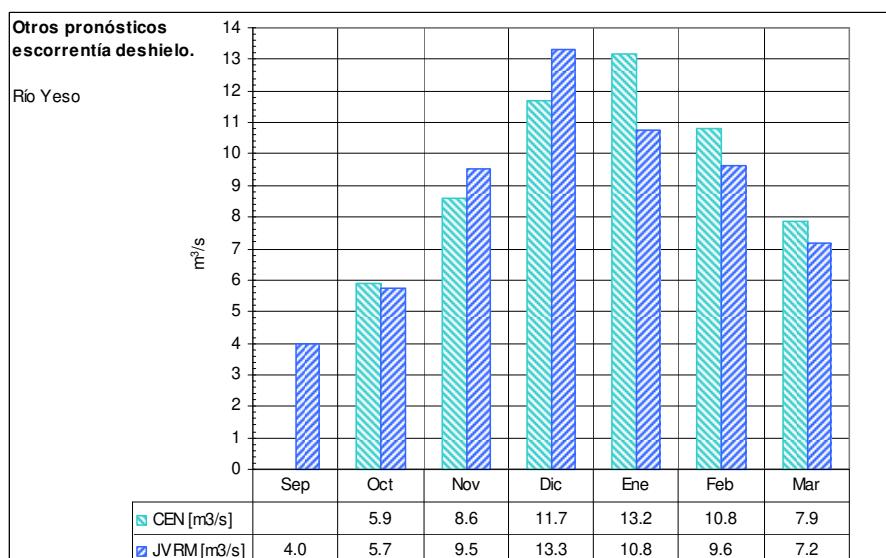
Donde:

DGA [m^3/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por la DGA.

CEN [m^3/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por Conic-BF (CEN).

CIREN [m^3/s]: pronóstico de caudales de deshielo según modelo CIREN.

JVRM [m^3/s]* : corresponde al pronóstico elaborado por la Junta para “La Obra”, pero proyectado hacia el “El Manzano” por correlación.



Donde:

CEN [m^3/s]: pronóstico de caudales de deshielo según modelo Conic-BF (CEN).

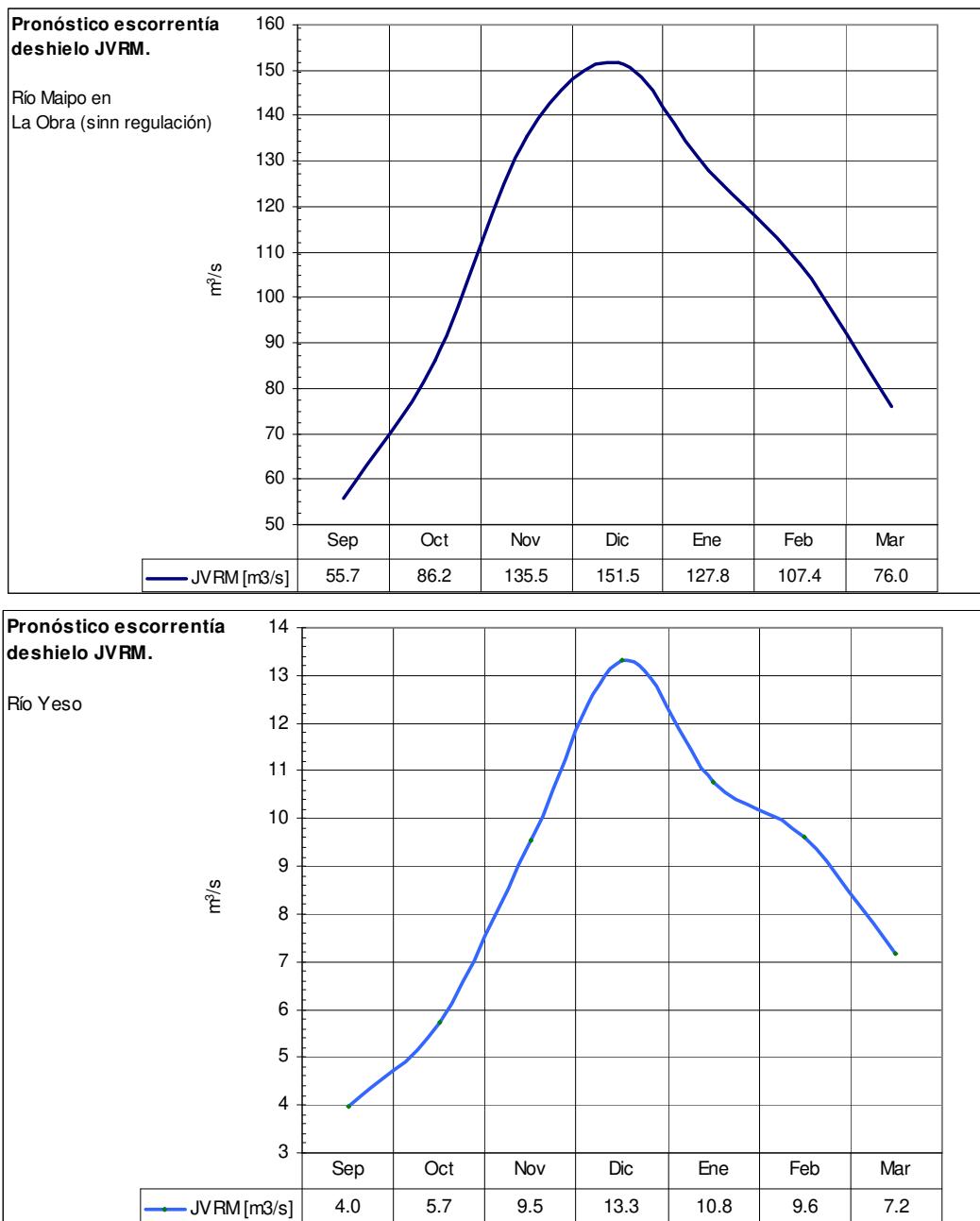
JVRM [m^3/s]: pronóstico de caudales de deshielo elaborado por la Junta.

⁷ En el caso de los pronósticos que no se elaboraron específicamente para “Maipo en El Manzano”, sobre la base de esos pronósticos se hicieron proyecciones hacia El Manzano, para poder compararlos. Este fue el caso del pronóstico de CIREN. Lo mismo se hizo con el pronóstico que elaboró esta Junta para “Maipo en La Obra”.

⁸ 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 subcuenca 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”, que debiera pasar a reemplazar a “Río Maipo en El Manzano”. Sin embargo, por su corta data, los Servicios públicos siguen utilizando “Río Maipo en El Manzano”.

5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

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



ANEXOS

1. SERIES DE PRECIPITACIONES

1.1 Lluvia en La Obra

Lluvias mensuales en La Obra entre 1969 y 2023 (pluviómetro y estación metereológica instalados en la oficina de la Junta de Vigilancia en La Obra).

Año	mm												P _{anual} mm	P _{EneAgo} 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	477	465
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	549	436
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	460	393
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	996	838
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	348	276
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	677	603
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	504	474
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	536	330
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	901	768
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	751	550
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	516	348
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	789	643
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	422	376
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	1,362	1,155
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	609	551
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	743	600
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	392	282
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	664	582
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	1,195	1,045
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	265	219
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	596	559
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	366	255
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	846	624
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	732	670
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	681	610
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	540	443
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	411	369
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	303	287
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	1,436	1,087
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	204	182
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	583	330
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	1,014	797
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	691	628
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	1,289	1,205
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	452	372
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	679	418
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	1,119	975
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	734	597
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	410	401
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	786	774
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	660	454
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	507	358
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	297	282
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	511	375
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	346	333
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	406	344
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	549	341
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	603	515
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	567	470
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	361	268
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	152	136
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	339	339
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	294	254
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	315	295
2023	3.0	0.0	0.0	29.3	20.6	147.8	137.3	188.4					526	

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
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				

2. SERIES DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

2.1. Río Maipo en La Obra (sin regulación)

Serie que lleva la Junta de Vigilancia del río Maipo.

Año	m³/s												V _{anual} hm ³	Temp	V _{sep-mar} hm ³
	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	3,033	1912- 1913	2,432
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	3,133	1913- 1914	2,325
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	3,709	1914- 1915	3,410
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	4,596	1915- 1916	3,527
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	3,351	1916- 1917	2,018
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	2,437	1917- 1918	1,731
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	2,856	1918- 1919	3,011
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	5,009	1919- 1920	4,538
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	4,774	1920- 1921	2,602
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	3,988	1921- 1922	3,046
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	3,604	1922- 1923	3,089
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	3,369	1923- 1924	2,574
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	2,377	1924- 1925	1,271
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	2,227	1925- 1926	2,298
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	3,177	1926- 1927	2,762
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	3,600	1927- 1928	2,614
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	2,927	1928- 1929	2,079
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	2,823	1929- 1930	2,070
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	2,873	1930- 1931	3,408
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	4,413	1931- 1932	3,044
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	3,858	1932- 1933	2,688
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	3,420	1933- 1934	2,602
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	3,370	1934- 1935	2,892
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	3,123	1935- 1936	1,854
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	2,672	1936- 1937	2,220
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	2,829	1937- 1938	2,223
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	2,332	1938- 1939	1,538
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	2,038	1939- 1940	1,546
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	2,627	1940- 1941	2,736
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	4,608	1941- 1942	4,180
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	3,863	1942- 1943	2,545
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	3,222	1943- 1944	2,459
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	3,490	1944- 1945	3,092
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	3,000	1945- 1946	1,849
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	2,288	1946- 1947	1,665
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	2,249	1947- 1948	1,821
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	3,144	1948- 1949	2,969
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	2,766	1949- 1950	1,741
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	2,269	1950- 1951	1,991
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	2,578	1951- 1952	2,101
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	2,565	1952- 1953	1,985
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	3,441	1953- 1954	3,594
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	3,396	1954- 1955	1,993
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	2,304	1955- 1956	1,780
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	2,340	1956- 1957	1,734
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	2,231	1957- 1958	1,942
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	2,681	1958- 1959	2,079
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	2,933	1959- 1960	2,502

2.2. Río Yeso

Serie que lleva la Junta de Vigilancia del río Maipo.

Año	m ³ /s												V _{anual} hm ³	Temp	V _{sep-mar} hm ³
	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	218	1952-1953	161
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	341	1953-1954	360
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	332	1954-1955	182
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	207	1955-1956	145
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	192	1956-1957	137
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	207	1957-1958	185
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	236	1958-1959	168
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	235	1959-1960	191
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	224	1960-1961	160
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	264	1961-1962	245
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	289	1962-1963	169
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	241	1963-1964	287
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	304	1964-1965	118
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	221	1965-1966	232
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	280	1966-1967	181
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	197	1967-1968	113
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	121	1968-1969	70
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	165	1969-1970	186
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	188	1970-1971	106
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	207	1971-1972	185
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	235	1972-1973	362
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	432	1973-1974	194
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	260	1974-1975	201
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	245	1975-1976	155
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	177	1976-1977	139
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	263	1977-1978	256
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	321	1978-1979	316
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	320	1979-1980	209
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	369	1980-1981	244
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	249	1981-1982	164
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	302	1982-1983	426
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	494	1983-1984	234
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	290	1984-1985	265
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	325	1985-1986	188
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	302	1986-1987	320
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	441	1987-1988	362
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	363	1988-1989	151
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	202	1989-1990	154
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	176	1990-1991	136
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	230	1991-1992	260
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	320	1992-1993	227
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	268	1993-1994	186
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	241	1994-1995	186
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	202	1995-1996	153
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	114	1996-1997	61
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	161	1997-1998	222
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	220	1998-1999	95
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	141	1999-2000	129
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	207	2000-2001	247
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	290	2001-2002	212
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	269	2002-2003	254
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	290	2003-2004	150
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	156	2004-2005	122
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	226	2005-2006	290
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	330	2006-2007	206
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	213	2007-2008	133
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	232	2008-2009	250
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	252	2009-2010	212

Año	m ³ /s												V _{anual} hm ³	Temp	V _{sep-mar} hm ³
	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	282	2010-2011	109
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	108	2011-2012	94
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	149	2012-2013	127
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	153	2013-2014	140
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	186	2014-2015	114
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	160	2015-2016	163
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	253	2016-2017	191
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	209	2017-2018	118
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	142	2018-2019	112
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	140	2019-2020	80
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	134	2020-2021	106
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	125	2021-2022	74
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	110	2022-2023	90
2023	6.2	5.7	4.3	2.4	2.1	3.2	2.2	2.5							

Los caudales medios mensuales en el río Yeso y que acceden al embalse El Yeso, se obtienen mediante un balance de masas que diariamente hace Aguas Andinas en el embalse. Este balance toma en cuenta la evaporación (obtenida de una bandeja clase A ubicada en el embalse), las filtraciones por el muro medidas a la salida del sistema de drenaje del muro, las descargas por la válvula y las extracciones por el acueducto Caya. Todos estos parámetros son medidos por Aguas Andinas diariamente y con ello se obtiene el volumen diario de ingreso al embalse.

Para estimar la evaporación se recurre, a su vez, a las curvas características del embalse El Yeso.

2.3. Río Maipo en El Manzano

Obtenida de la Dirección General de Aguas (DGA).

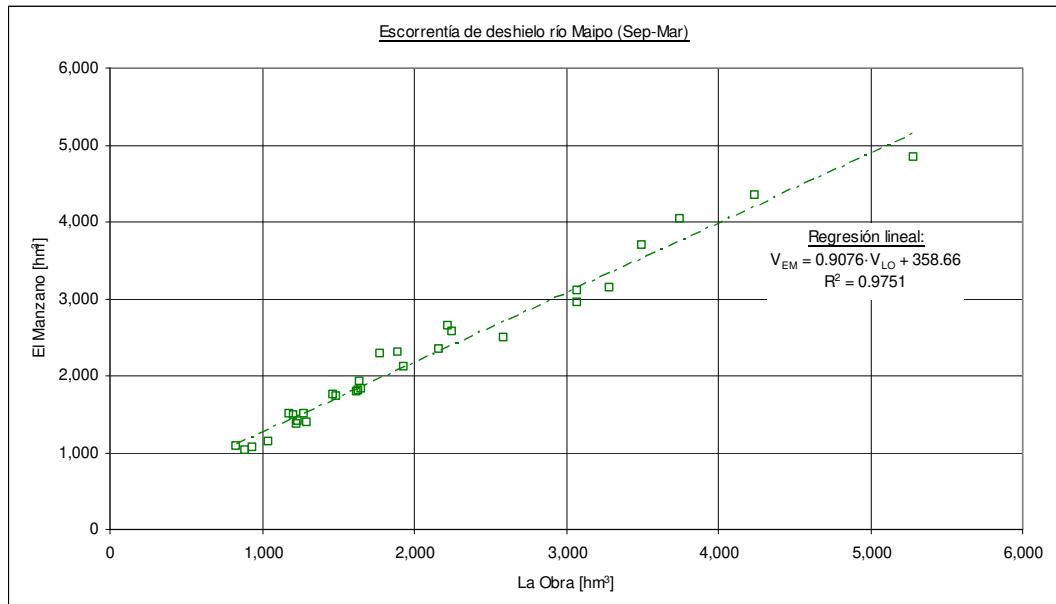
Año	m ³ /s											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1984	240.5	185.5	107.1	67.7	57.0	44.3	63.4	60.2	71.8	145.6	190.3	313.3
1985	289.7	181.0	146.1	87.4	76.9	65.8	52.0	46.1	59.9	81.3	147.5	173.8
1986	216.9	183.5	141.2	111.4	97.2	115.0	88.6	66.7	83.7	122.7	159.9	309.5
1987	351.5	271.6	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
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	75.7	84.4
2023	68.8	69.4	57.7	35.5	29.4	74.9	34.7	57.9				

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 llenaron 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.

3. 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
1993-1994	2,563	2,246
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	1,135	1,044



El gráfico muestra que existe una buena correlación entre los datos de la tabla. En efecto, al hacer una regresión lineal entre ambas series, se observa un muy buen ajuste entre ellas, por lo que es posible contar con una función para “proyectar” hacia “El Manzano”, el valor de pronóstico que la Junta obtuvo para “La Obra”, todo ello sólo el fin de comparar ese resultado con los pronósticos elaborados para “El Manzano” por organismos distintos a esta Junta.

La función lineal utilizada 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:

$$m = 0,9076$$

$$y_0 = 358,66 \text{ hm}^3$$

$$V_{EM} = 0,9076 \cdot V_{LO} + 358,66$$

4. OTROS PRONOSTICOS

4.1. Dirección General de Aguas (DGA)

**Pronóstico temporada (2023–2024)
Caudales (m³/s)-Volúmenes (Mill. m³)**

ESTACION	REGION	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Vol.	Vol.medio	Vol / Vol.medio (%)
		m³/s						mill-m³	mill-m³	(%)	
Maipo en el Manzano	RM	65	80	125	185	175	120	85	2195	2914	75

4.2. Coordinador Eléctrico Nacional (CEN)

**TABLA 1
RESUMEN DE PRONÓSTICOS DE CAUDALES DE DESHIELO TEMPORADA 2023/24
CUENCA RÍO MAIPO
PRONÓSTICO 5 - FINES DE SEPTIEMBRE- REV. B**

PUNTO DE PRONÓSTICO	VOLUMEN DE DESHIELO (Oct-Mar)			PROB EXC P.DESHIELO (%)	PRONÓSTICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)				
	Vmáx (m³/s-mes)	Vmín (m³/s-mes)	Pronóstico (m³/s-mes)		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
b1. Olivares en BT C.Alfalfa	80	52	66	61%	4.3	7.5	12.6	18.5	14.3
b2. Colorado en BT C.Alfalfa	102	68	85	60%	8.6	13.5	16.1	19.6	15.6
b3. Cajón La Engorda, Estero Colina, Quebrada Las Placas y Cajón del Morado	56	37	47	59%	2.6	5.8	9.6	12.7	10.3
b4. Rio Yeso en Afluente Embalse el Yeso	70	46	58	59%	5.9	8.6	11.7	13.2	10.8