



PRONÓSTICO DE CAUDALES DE DESHIELO

TEMPORADA DE RIEGO 2023-2024

REALIZADO POR:
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA

SSD: SDT N° 457

Santiago, septiembre 2023

SSD: 17358063

I N D I C E

PRESENTACION	3
BASES DEL PRONOSTICO	4
SITUACION GENERAL	6
PRECIPITACIONES	7
Lluvias	8
Acumulación Nival	8
EMBALSES	14
PRONOSTICO	16
CONCLUSIONES	24

PRESENTACIÓN

La Dirección General de Aguas -como organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente- elabora anualmente un pronóstico de volúmenes de deshielo y caudales medios mensuales para la temporada de riego del período primavera-verano. Ello, con el propósito de dar a conocer la situación hidrológica general del país, específicamente en lo relativo las zonas de riego de las principales cuencas del norte chico, zona central y sur (desde la cuenca del río Copiapó hasta la cuenca del río Itata).

Contar con la información correcta permite mejorar la gestión de los recursos hídricos del país. Por ello este Servicio tiene como objetivo convertir el informe en una herramienta preventiva y de ayuda para enfrentar del mejor modo la situación hídrica del país en los meses venideros, ofreciendo un escenario general de la disponibilidad hídrica. Cabe hacer presente que, este pronóstico puede presentar desajustes en algunos territorios, dada las diversas variables físicas que inciden en la producción hídrica de cada cuenca, razón por la cual hay que considerarlo con la suficiente cautela y criterio técnico a la hora de la toma de decisiones.



BASES DEL PRONÓSTICO

El presente pronóstico se realiza con datos de la Red Hidrométrica Nacional de la Dirección General de Aguas, para las estaciones fluviométricas ubicadas en las zonas altas de las cuencas, y se ha elaborado de acuerdo con los siguientes criterios y supuestos.

- La información de lluvias y caudales usada para la elaboración del pronóstico considera como fecha límite el 31 de agosto del año en curso. Para nieves, la información usada es la tomada a finales de agosto o comienzos de septiembre, período en el cual el manto nival alcanza su madurez de temporada.
- El período de pronóstico es el comprendido entre los meses de septiembre a marzo, debido a la importancia que este período tiene en la agricultura de riego y está orientado a los usuarios que requieren de esta información para sus actividades y para la gestión de los recursos hídricos.
- Se pronostican los volúmenes para la temporada de deshielo, los que se entregan junto con la relación respecto al promedio histórico. En términos metodológicos, la distribución mensual de caudales medios puede tener fluctuaciones apreciables en la medida que las variables meteorológicas, tales como precipitación, temperatura, radiación y nubosidad, presenten comportamientos irregulares en este período.
- Los pronósticos sólo se realizan para las cuencas señaladas en el presente informe, por lo cual los resultados no se aplican a cuencas más pequeñas, intermedias o de secano, que presenten condiciones hidrológicas diferentes, en cuyo caso habrá que hacer análisis particulares, al igual que para caudales diarios.
- Se consideran como variables independientes los datos registrados hasta el mes de agosto y, para primavera-verano, se han supuesto precipitaciones promedio. Por lo tanto, los caudales pronosticados pueden resultar distintos de los reales si se producen precipitaciones muy diferentes a la situación supuesta.
- La información de nieves proviene de estaciones nivométricas que actualmente posee la DGA, las cuales, cuentan con la estadística necesaria para ser incluidas en los modelos predictivos. Asimismo, la estadística publicada en este informe e incluida en los modelos, es evaluada y definida con las mediciones realizadas en terreno por personal DGA (Método Monterrosa).
- La magnitud de los errores está en relación con la calidad y cantidad de antecedentes disponibles y las características hidrológicas de cada cuenca. En términos generales, el error del presente pronóstico es de un 20% máximo, considerando la estadística histórica.

- Los volúmenes que se pronostican corresponden a valores de régimen natural de los ríos, por lo que pueden ser alterados producto del uso de los recursos hídricos aguas arriba de las respectivas estaciones fluviométricas.

SITUACIÓN GENERAL

En una parte de la zona que abarca el presente informe, la acumulación de lluvias está caracterizada por una condición de déficits, concentrada principalmente entre la región de Atacama y la de Coquimbo. Destacando los déficits que tienen lugares como Vallenar, La Serena y Embalse Paloma, donde los déficits son cercanos y/o por sobre el 70%, condición que afecta los volúmenes pronosticados para la temporada en esta zona.

Entre las regiones de Valparaíso y del Biobío, se observa en promedio un déficit cercano al 15%, sin embargo, en algunas ciudades la situación es distinta. En San Fernando, Curicó y Talca, los montos acumulados durante el mes de agosto representan aproximadamente el 50% del acumulado anual, teniendo en estos lugares un superávit promedio del 6%, producto de la pluviometría observada en agosto. En Curicó, puntualmente, se registraron 365.6 mm en agosto, teniendo un acumulado al 31 de agosto de 626 mm, lo cual representa un 25% de superávit. Esta condición de superávit es generalizada entre la región de O'Higgins y del Maule, donde prácticamente todas las estaciones poseen superávits.

Entre las regiones de Valparaíso y del Biobío, la condición se vio favorecida a contar del mes de junio, pues en dicho período se registraron lluvias de importancia, principalmente en la zona centro, lo cual también ayudó a incrementar la acumulación nival, adicionalmente beneficiada con las últimas lluvias de agosto.

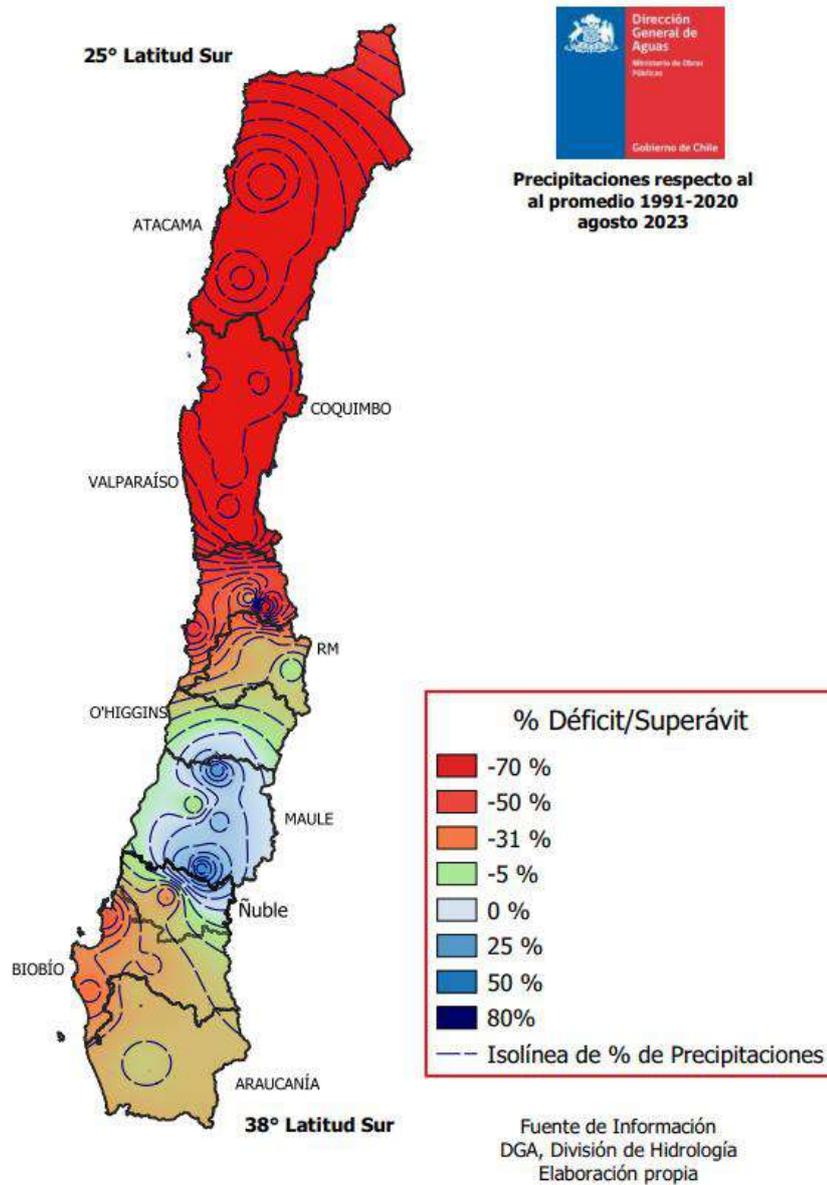
En cuanto a nieves y, particularmente lo referido al Equivalente en Agua de la Nieve (EAN (mm)), se observa una buena condición para el todo tramo del pronóstico, excepto en aquellas rutas de nieve localizadas entre la cuenca del Copiapó y del Limarí. Para las cuencas de la región de Coquimbo, la acumulación a diferencia del año anterior (2022), fue prácticamente inexistente, lo cual limita la escorrentía por deshielos en estas cuencas. En la cuenca del río Aconcagua, la acumulación controlada en Portillo entrega un déficit del 16%, pues se observaron 376 mm controlados en la ruta. Para el río Maipo, la ruta de nieves Laguna Negra, acusa un déficit del 25% con 360 mm para esta temporada. Asimismo, entre la cuenca del río Maule y del río Itata se observaron acumulaciones cercanas a la normal, destacando Lo Aguirre y Alto Mallines; con un 4% y 0.2% de déficit respectivamente. A pesar de ello y debido a las lluvias registradas en junio y agosto, la proyección de caudales y volúmenes en este tramo, es superior a la temporada pasada y, en algunos casos, mejor que los valores promedios.

En cuanto a las reservas, es preocupante lo observado entre la región de Atacama y Coquimbo, donde la falta de precipitaciones en las últimas temporadas ha generado una disminución constante de las reservas embalsadas. En la región de Coquimbo se mantiene una condición aún peor a la observada en la temporada pasada, especialmente para los embalses de Puclaro, Paloma y Cogotí, donde actualmente se tienen valores de reservas inferiores al 16%. En la región Metropolitana, los volúmenes almacenados en el embalse El Yeso, permiten presagiar una situación mejor a la observada en la temporada 2022-2023. Entre la región de O'Higgins y del Biobío, las reservas presentan en general una condición cercana y/o mejor a la observada en agosto del 2022.

PRECIPITACIONES

En la Figura 1 se presenta la distribución espacial de las precipitaciones expresadas en porcentaje con respecto al promedio estadístico.

Figura 1
Isolíneas



Los antecedentes hidrológicos, tanto pluviométricos como nivométricos, que caracterizan la zona de pronóstico, se presentan hasta el mes de agosto y se entregan en los Cuadros 1 y 2, que siguen.

Cuadro 1

Lluvias al 31 de agosto (mm)

ESTACION	2022 mm	2023 mm	PROMEDIO mm	Superávit o Déficit %	
				2022	2023
Copiapó	21.1	0.1	18.2	16	-99
Vallenar	71.0	1.1	38.2	86	-97
La Serena	88.8	11.2	83.0	7	-87
Ovalle	148.2	18.5	95.6	55	-81
Salamanca	181.0	29.3	180.0	1	-84
San Felipe	130.3	134.9	174.5	-25	-23
Lago Peñuelas	331.4	251.8	528.1	-37	-52
Santiago	131.1	204.3	247.0	-47	-17
Rancagua	200.5	287.4	317.9	-37	-10
S.Fernando	280.8	539.0	535.9	-48	1
Curicó	354.4	626.0	500.1	-29	25
Talca	313.8	438.7	480.1	-35	-9
Linares	570.0	718.2	660.4	-14	9
Parral	602.8	815.7	719.6	-16	13
Chillán	550.0	610.0	804.2	-32	-24
Angol	1179.5	742.0	886.9	33	-16
Temuco	938.1	770.9	888.6	6	-13

Cuadro 2

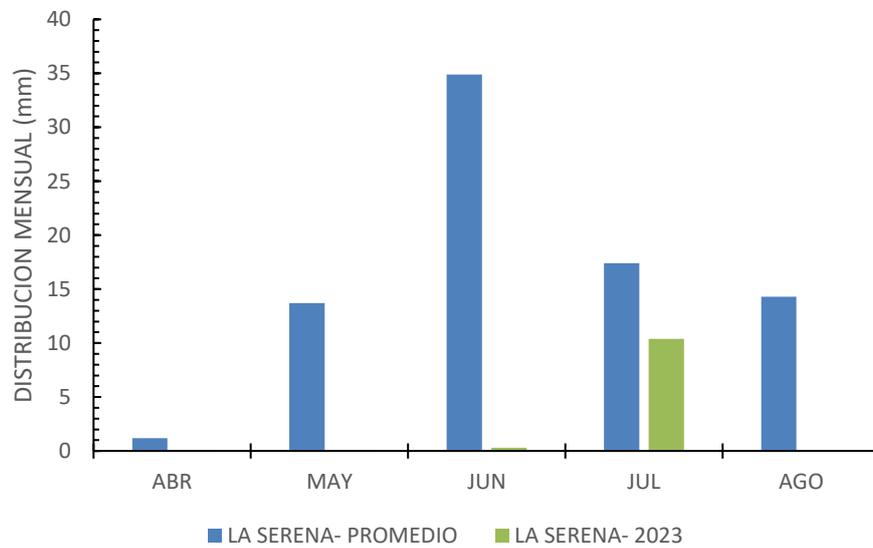
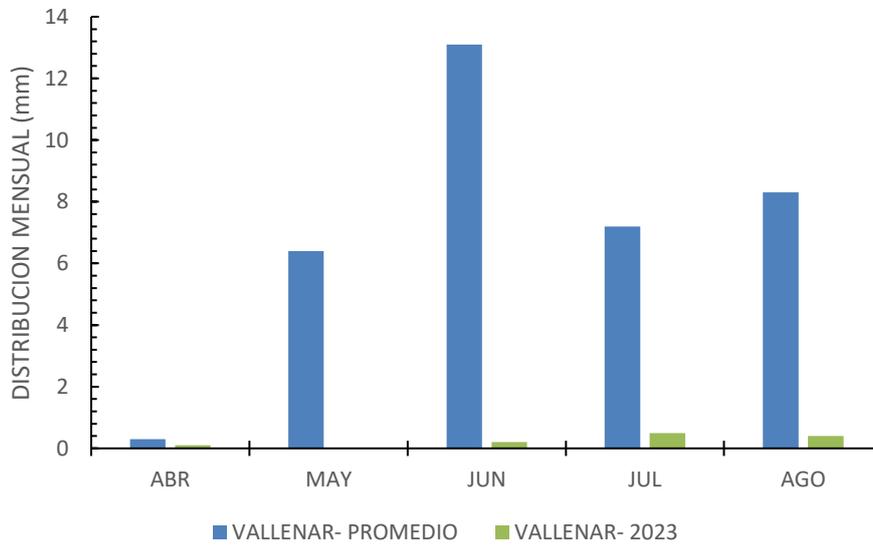
Acumulación nival máxima de la temporada
Equivalente en Agua de la Nieve (mm)

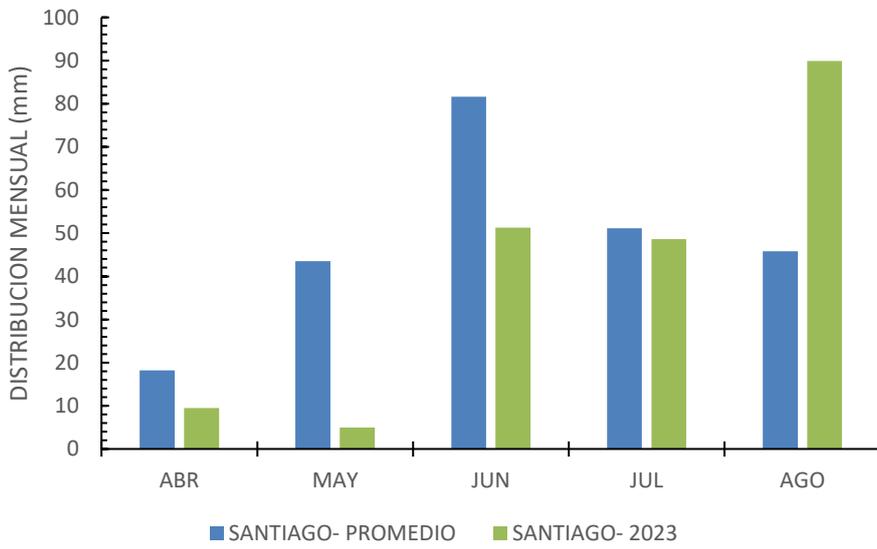
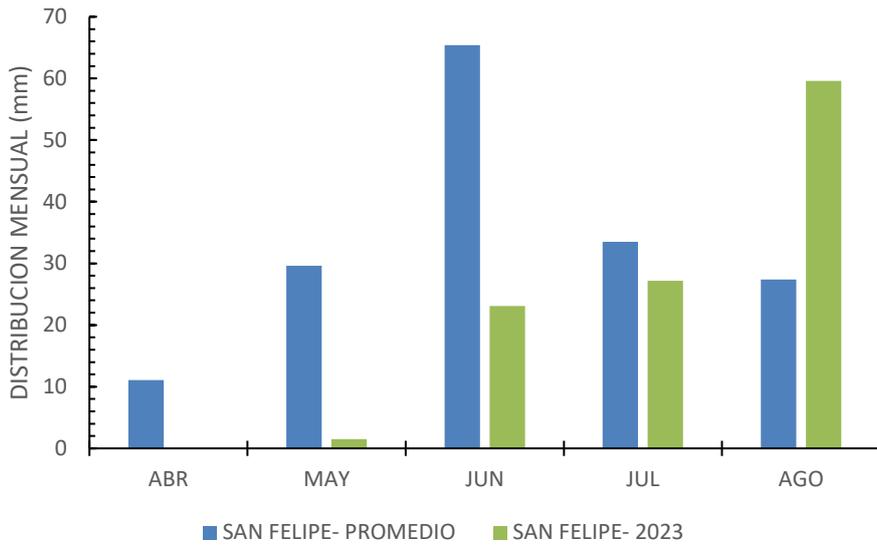
CUENCA	RUTA DE NIEVE	ACUMULACION	ACUMULACION	ACUMULACION MAXIMA	DEFICIT O SUPERAVIT 2023 %
		2022 mm	2023 mm	Promedio (1) mm	
ELQUI	Cerro Olivares	88	0	66	-100
LIMARI	Quebrada Larga	269	0	154	-100
	Cerro Vega Negra	443	60	381	-84
CHOAPA	El Soldado	353	260	298	-13
ACONCAGUA	Portillo	284	376	450	-16
MAIPO	Laguna Negra	258	360	477	-25
MAULE	Lo Aguirre	722	691	720	-4
ITATA	Volcán Chillán	1041	395	535	-26
BIO-BIO	Alto Mallines	773	523	524	0

Las Figuras 2 y 3 que siguen, muestran las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, registradas al 31 de agosto del presente año, en estaciones representativas de las zonas norte, centro y sur del área de pronóstico.

Figura 2

Distribución temporal de las precipitaciones (mm)





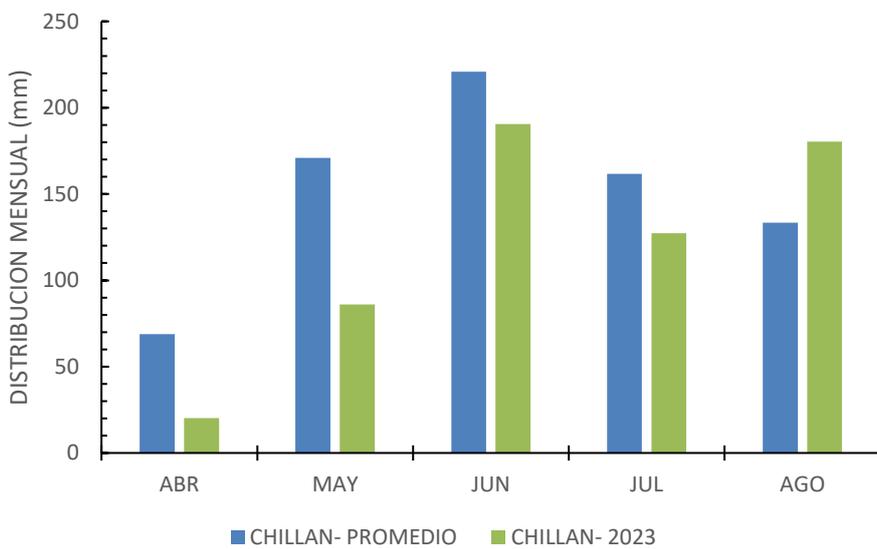
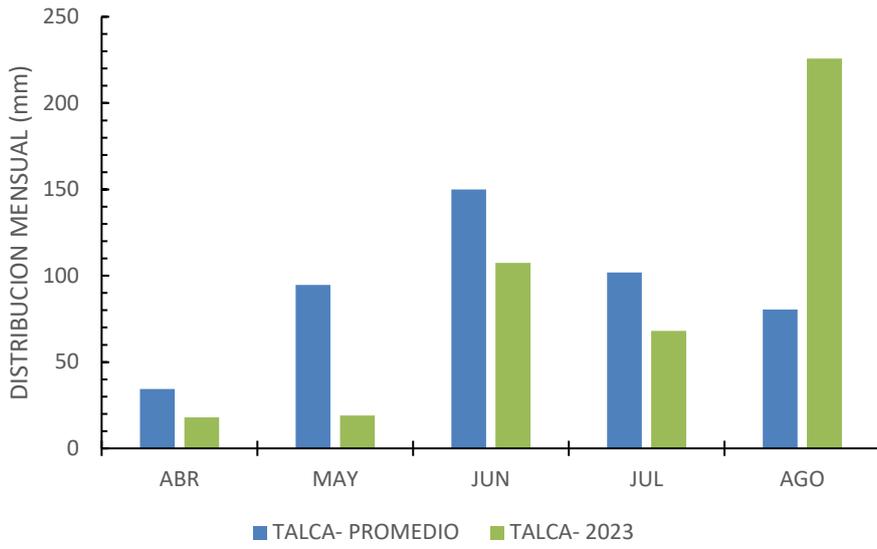
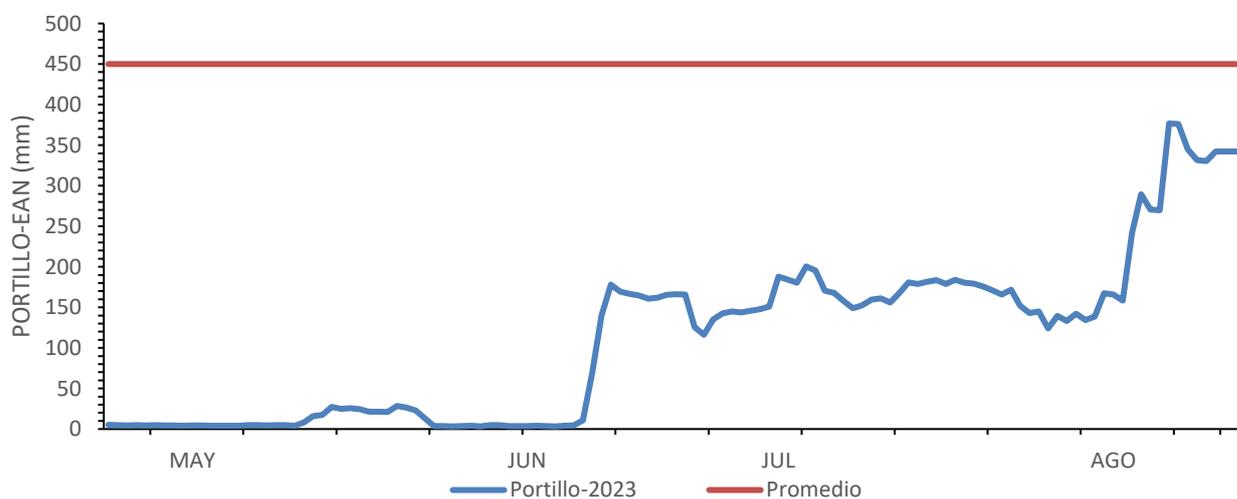
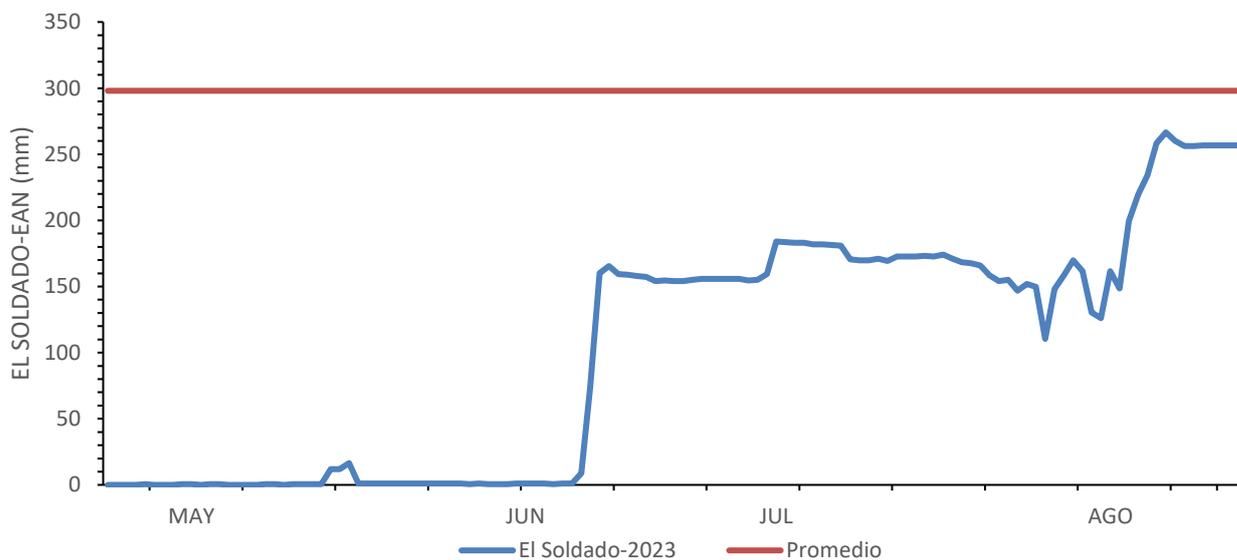
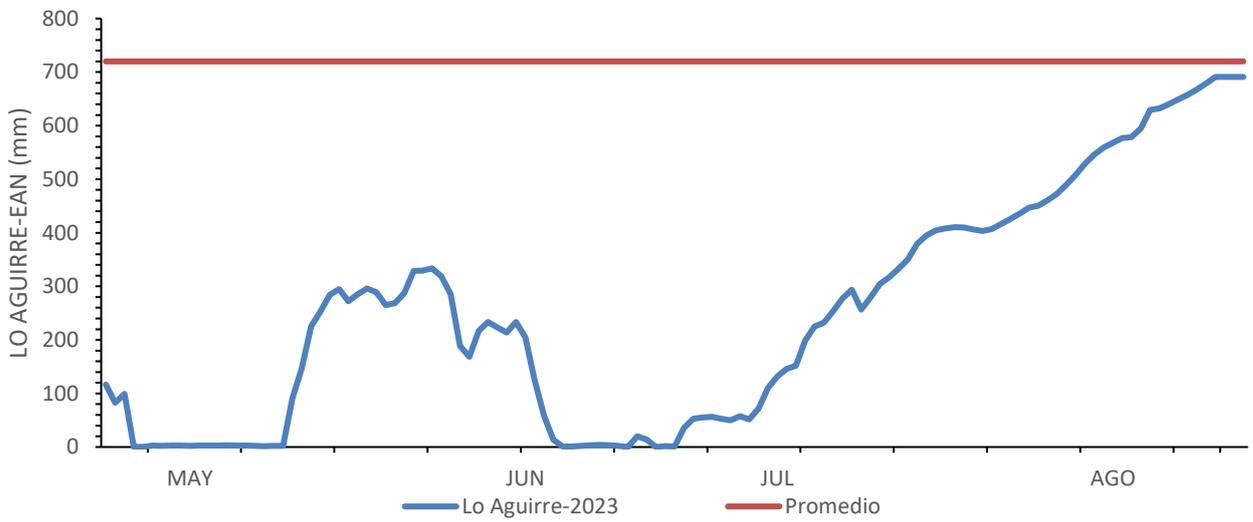
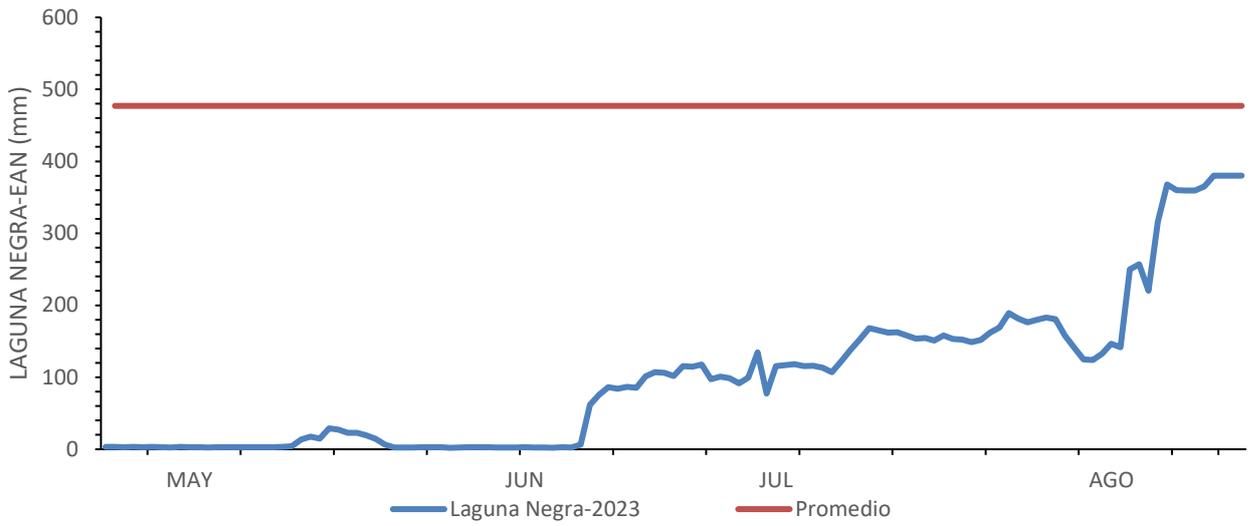


Figura 3

Acumulación de la nieve
(Equivalente en Agua de la Nieve (EAN) (mm))





EMBALSES

En el Cuadro 3 y Figura 4 se entrega la situación de los principales embalses, en cuanto al volumen del agua almacenada al 31 de agosto.

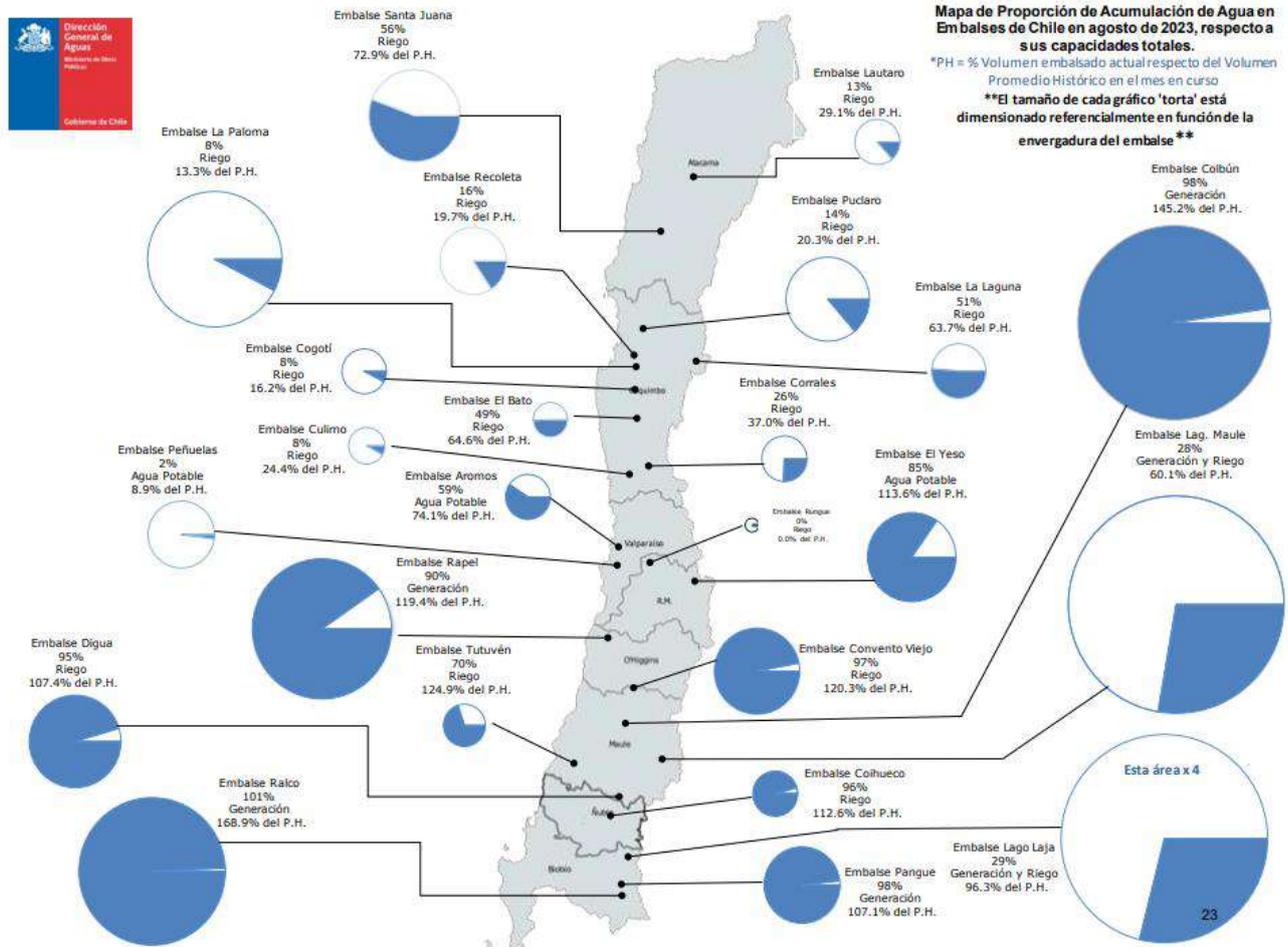
Cuadro 3

Estado de embalses al 31 de agosto. (Mill. m³).

Embalse	Región	Cuenca	Capacidad	Promedio Histórico Mensual	Vol actual vs Capacidad (%)	ago-2023	ago-2022	Uso Principal
CONCHE (LM)	DE ANTOPAGASTA	RIO LDA	22	19	79 %	17,4	17,2	Riego
COPIAPO LAUTARO (LM)	DE ATACAMA	RIO COPIAPO	26	12	13 %	3,5	4,4	Riego
HUASCO STA. JUANA (LM)	DE ATACAMA	RIO HUASCO	166	127	56 %	92,6	83,9	Riego
LA LAGUNA (LM)	DE COQUIMBO	RIO ELQUI	38	31	51 %	19,5	22,0	Riego
PUCLARO INTENDENTE FUENTEALBA (LM)	DE COQUIMBO	RIO ELQUI	209	141	14 %	28,7	52,0	Riego
RECOLETA (LM)	DE COQUIMBO	RIO LIMARI	86	69	16 %	13,6	19,1	Riego
LA PALOMA (LM)	DE COQUIMBO	RIO LIMARI	750	431	8 %	57,4	106,0	Riego
COGOTTI (LM)	DE COQUIMBO	RIO LIMARI	156	74	8 %	11,9	17,2	Riego
CORRALES (LM)	DE COQUIMBO	RIO CHOAPA	50	35	26 %	12,8	9,2	Riego
EL BATO	DE COQUIMBO	RIO CHOAPA	26	20	48 %	12,6	5,2	Riego
CULLIMO (LM)	DE COQUIMBO	RIO QUILIMARÉ	10	3,3	8 %	0,8	1,8	Riego
LOS AROMOS (LM)	DE VALPARAISO	RIO ACONCAGUA	35	28	59 %	20,8	18,5	Agua Potable
LAGO PEÑUELAS (LM)	DE VALPARAISO	COSTERAS ACONCAGUA-MAIPO	95	21	2 %	1,9	1,1	Agua Potable
EL YESO (LM)	METROPOLITANA	RIO MAIPO	220	164	85 %	186,2	158,4	Agua Potable
RUNGUE EMBALSE (Nivel Emb.)	METROPOLITANA	RIO MAIPO	1,7	1	0 %	0	0	Riego
CONVENTO VIEJO (LM)	DEL LIB.BDO.O'HIGGINS	RIO RAPEL	237	191	97 %	229,8	203,1	Riego
RAPEL EN EL MURO (CA)	DEL LIB.BDO.O'HIGGINS	RIO RAPEL	695	525	90 %	627,2	594,9	Generación
LAGUNA DEL MAULE	DEL MAULE	RIO MAULE	1420	654	28 %	393,0	271,0	Generación y Riego
COLBUN	DEL MAULE	RIO MAULE	1544	1038	98 %	1507,3	865,0	Generación
DIQUA	DEL MAULE	RIO MAULE	225	200	95 %	214,6	213,2	Riego
TUTUVÉN	DEL MAULE	RIO MAULE	22	12	70 %	15,4	11,0	Riego
BULLILEO EMBALSE (Lago)	DEL MAULE	RIO MAULE	60	54	101 %	60,5	60,3	Riego
COIHUECO (LM)	DE ÑUBLE	RIO ITATA	29	25	96 %	27,7	29,1	Riego
RALCO	DEL BIOBIO	RIO BIO-BIO	1174	700	101 %	1182,4	1118,0	Generación
PANGUE	DEL BIOBIO	RIO BIO-BIO	83	76	98 %	81,5	75,0	Generación
LAGUNA DE LA LAJA (LM)	DEL BIOBIO	RIO BIO-BIO	5582	1674	29 %	1612,2	865,0	Generación y Riego

Figura 4

Estado de embalses a agosto 2023. (Mill. m³)



En la Figura 4, se presentan los volúmenes registrados hasta agosto 2023. Se observa que los volúmenes almacenados en la región de Coquimbo están muy por debajo de las capacidades máximas y también son inferiores valores de la temporada pasada.

PRONÓSTICO

El pronóstico ha sido elaborado para 19 cuencas comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble. En el Cuadro 4 se presentan los volúmenes pronosticados para la próxima temporada de deshielo y una distribución mensual, de carácter referencial, para los meses septiembre a marzo. En la Figura 5 se muestran los caudales mensuales pronosticados y se comparan con los caudales correspondientes a diversas probabilidades de excedencia.

Cuadro 4
Pronóstico temporada (2023–2024)
Caudales (m³/s)-Volúmenes (Mill. m³)

ESTACION	REGION	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Vol. mill-m ³	Vol.medio mill-m ³	Vol / Vol.medio (%)
		m ³ /s									
Copiapó en Pastillo	III	1.4	1.4	1.3	1.1	1.2	1.3	1.2	24	47	50
Huasco en el Maitén	III	1.6	1.3	0.8	0.5	0.5	0.6	0.6	15	178	9
Elqui en Algarrobal	IV	2.0	1.7	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	30	260	11
Hurtado en San Agustín	IV	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	16	71	23
Grande en las Ramadas	IV	1.4	1.1	0.8	0.3	0.3	0.2	0.3	12	110	11
Choapa en Cuncumén	IV	3.2	5.6	7.0	3.5	2.2	2.0	1.9	67	262	26
Aconcagua en Chacabuquito	V	22	33	52	58	47	30	17	681	893	76
Putendo Resguardo Patos	V	1.7	2.5	4.0	3.5	2.3	1.8	1.5	45	210	22
Juncal en Juncal	V	2.0	3.5	6.3	8.2	8.7	7.5	5.3	109	151	72
Mapocho en los Almendros	RM	7.1	10	9.5	7.5	4.5	2.8	2.0	114	155	74
Maipo en el Manzano	RM	65	80	125	185	175	120	85	2195	2914	75
Colorado antes junta Maipo	RM	20	28	42	58	62	48	34	767	816	94
Cachapoal en Puente Termas	VI	75	87	120	140	125	90	65	1845	2556	72
Claro en Hacienda Las Nieves	VI	20	12	14	15	11	8	5	219	171	128
Tinguirica en B. Briones	VI	85	80	95	90	75	50	30	1327	1227	108
Teno despues de Junta	VII	80	77	100	95	60	35	27	1246	1200	104
Claro en Los Queñes	VII	35	34	33	31	20	12.0	8.0	455	324	140
Maule en Armerillo	VII	350	415	520	470	270	180	120	6110	4598	133
Ñuble en San Fabián	XVI	83	119	112	67	39	26	21	1225	1664	74

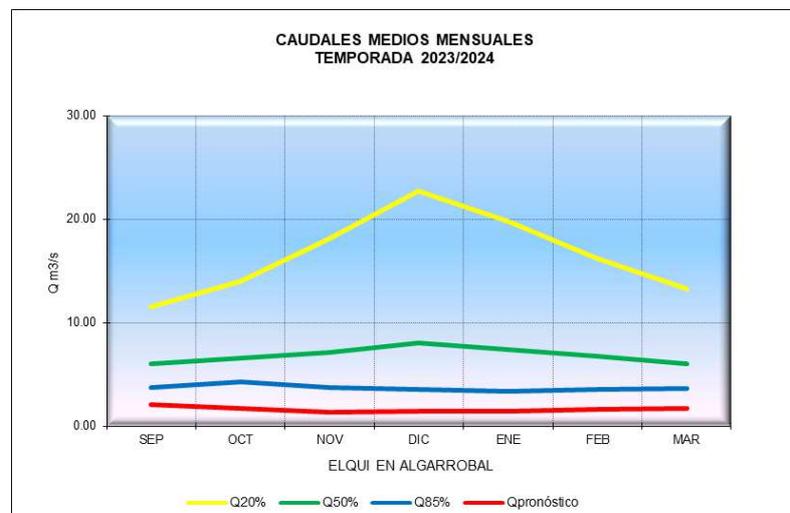
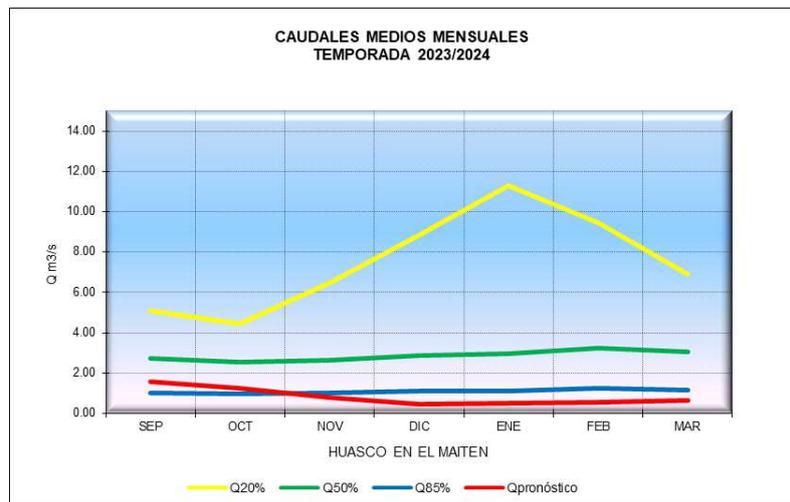
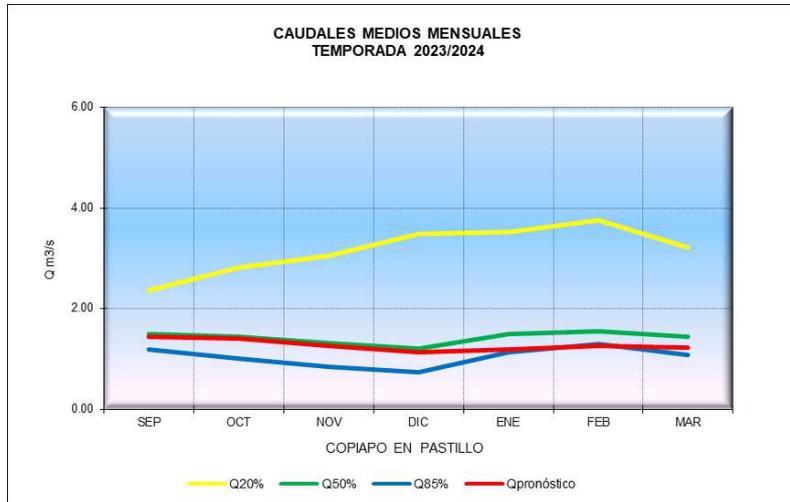
Nota :

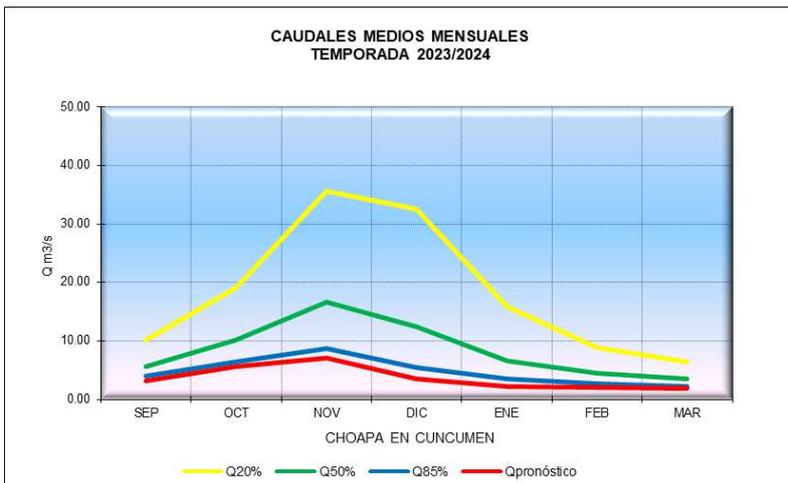
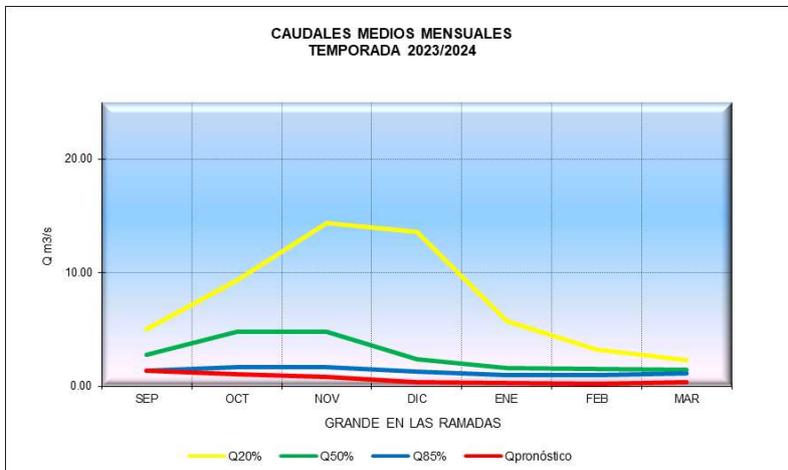
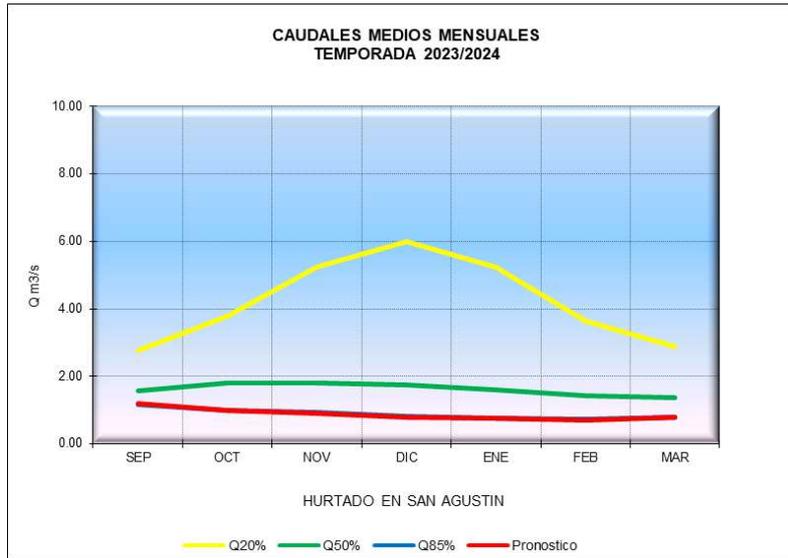
Vol. : Volumen pronosticado para la temporada Sep-Mar, en mill.m³

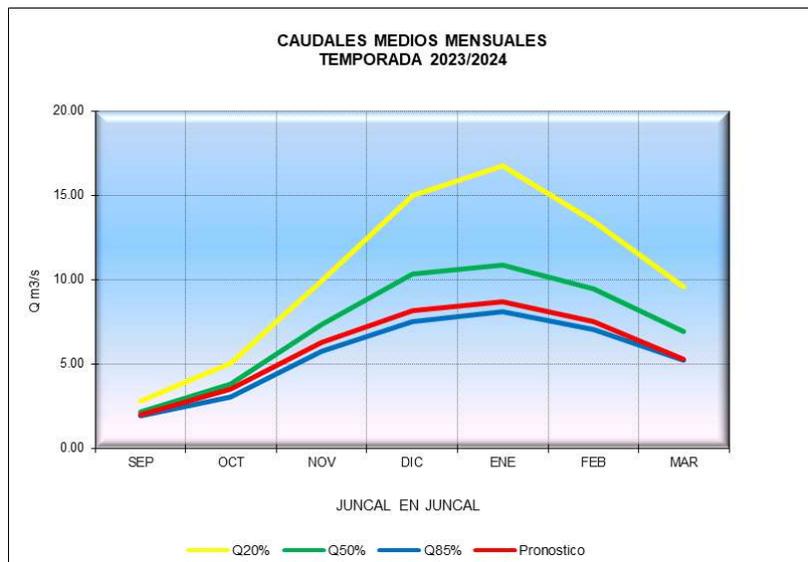
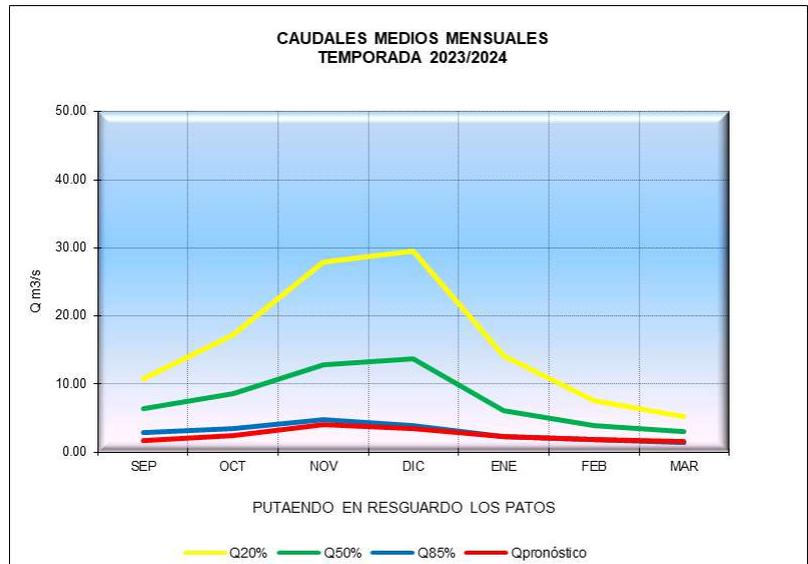
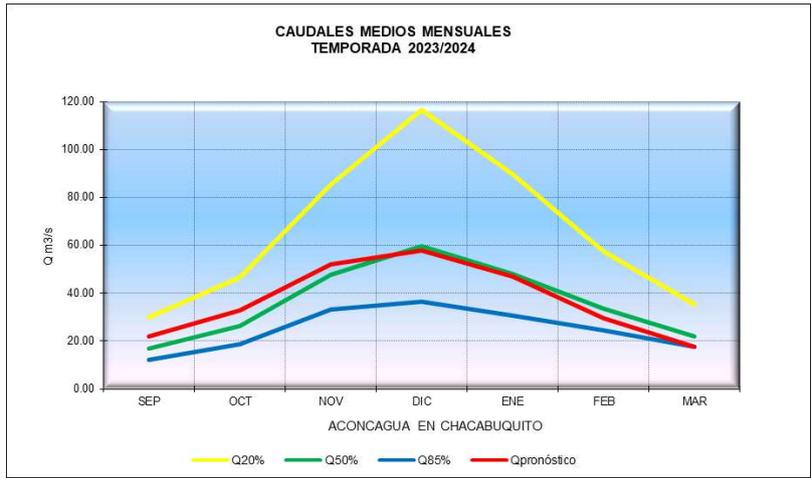
Vol.med. : Volumen promedio para la temporada Sep-Mar, en mill.m³

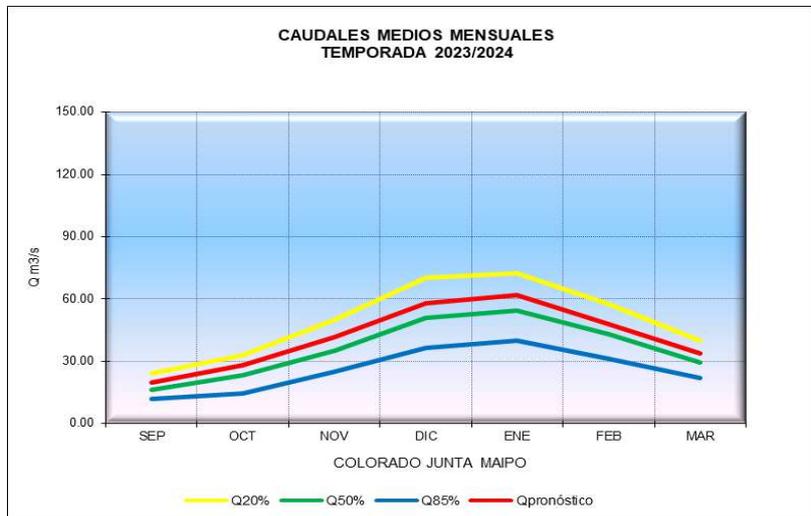
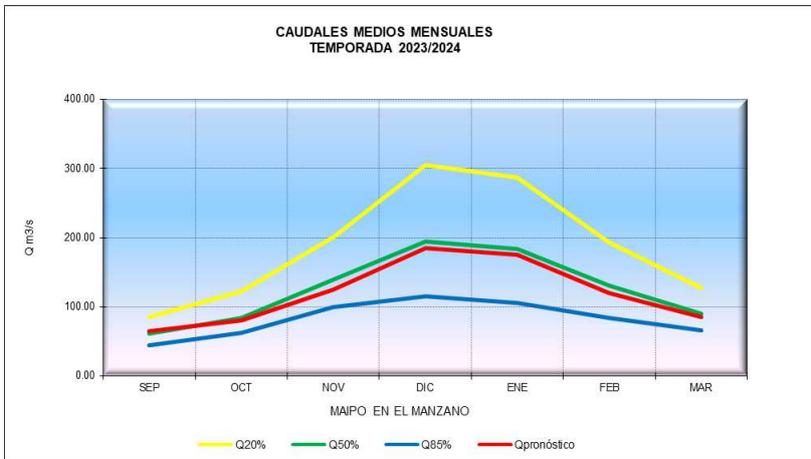
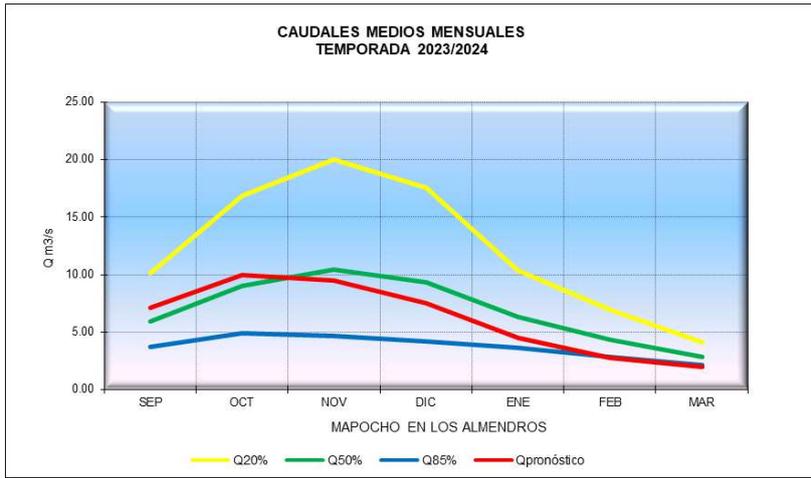
Figura 5

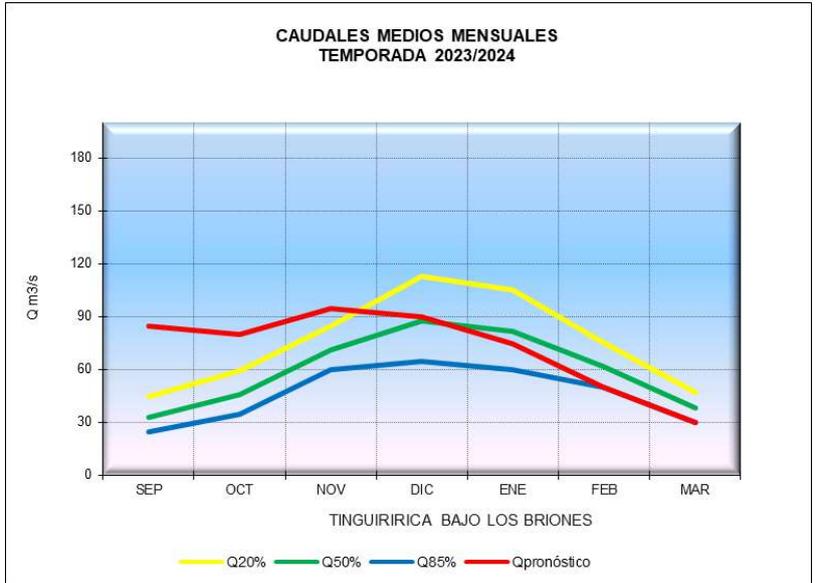
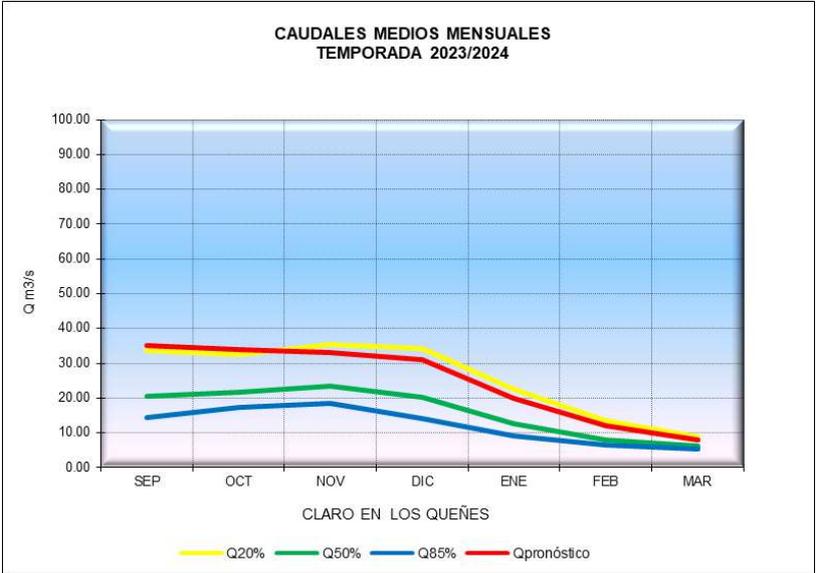
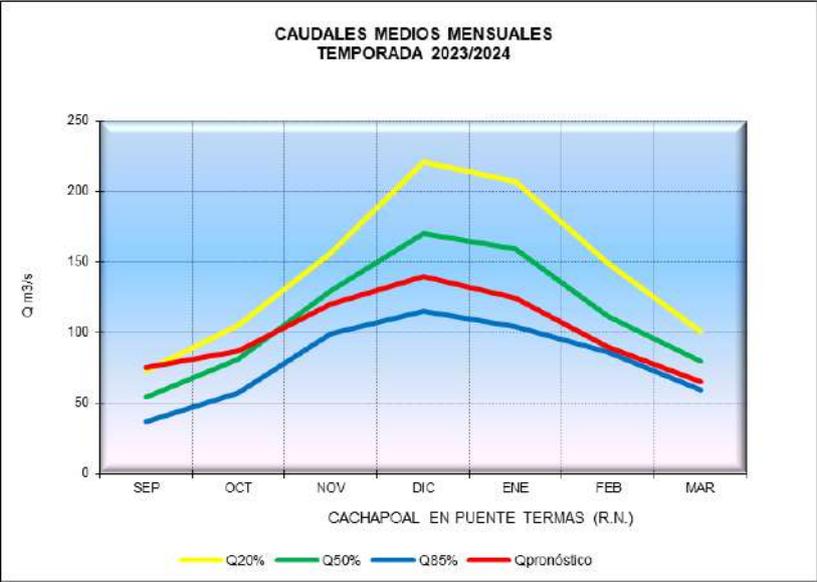
Pronóstico temporada (2023 - 2024)
Caudales Medios Mensuales (m³/s)

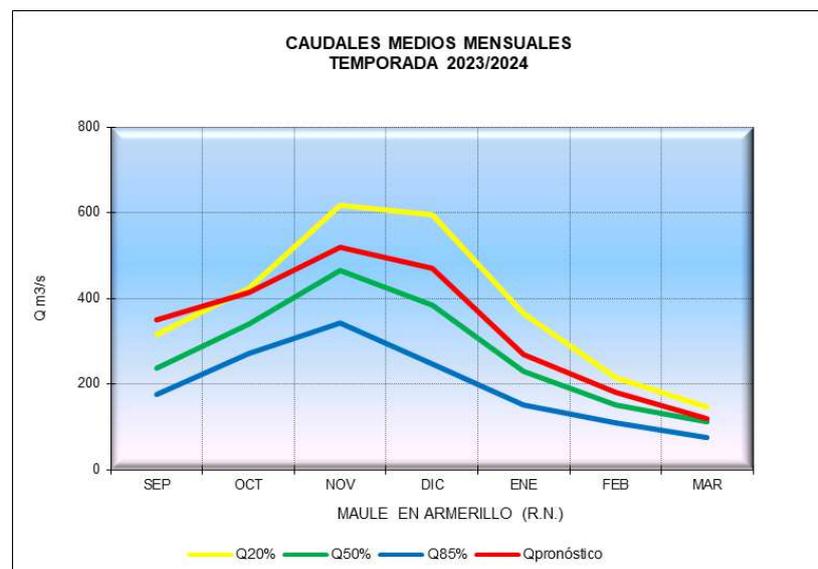
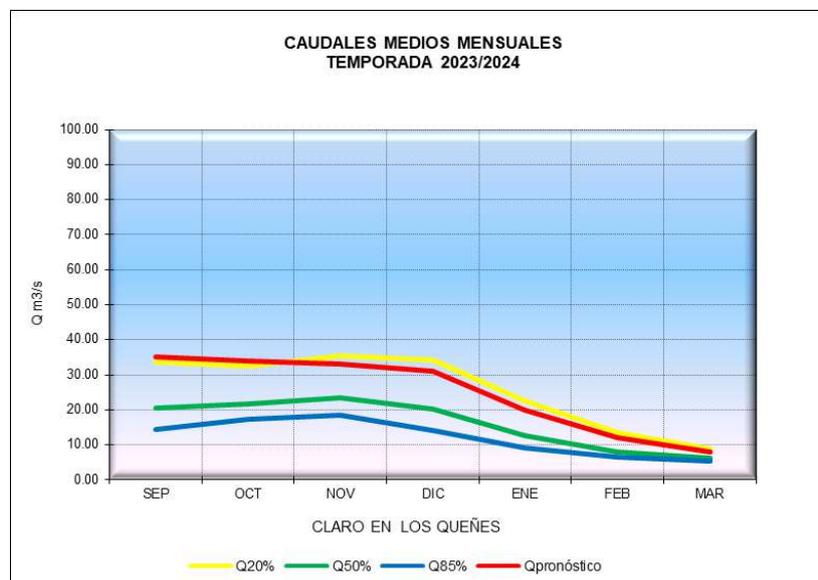
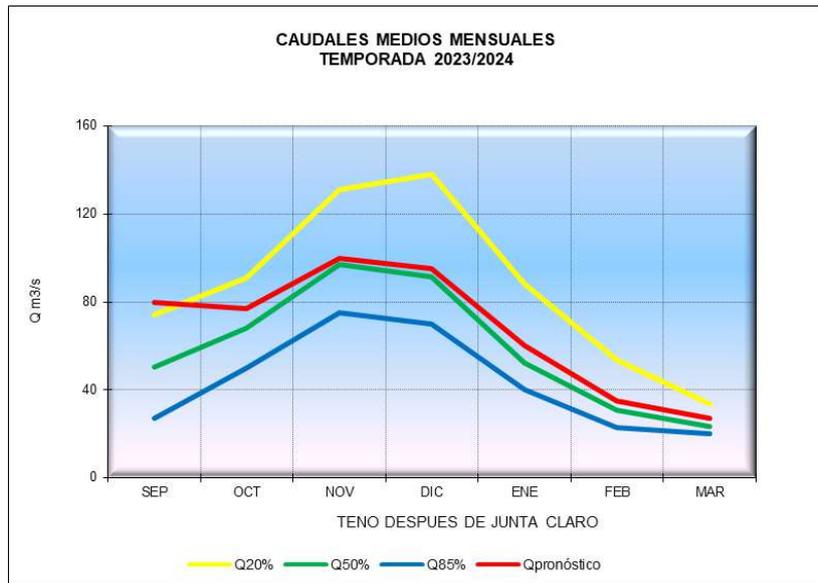


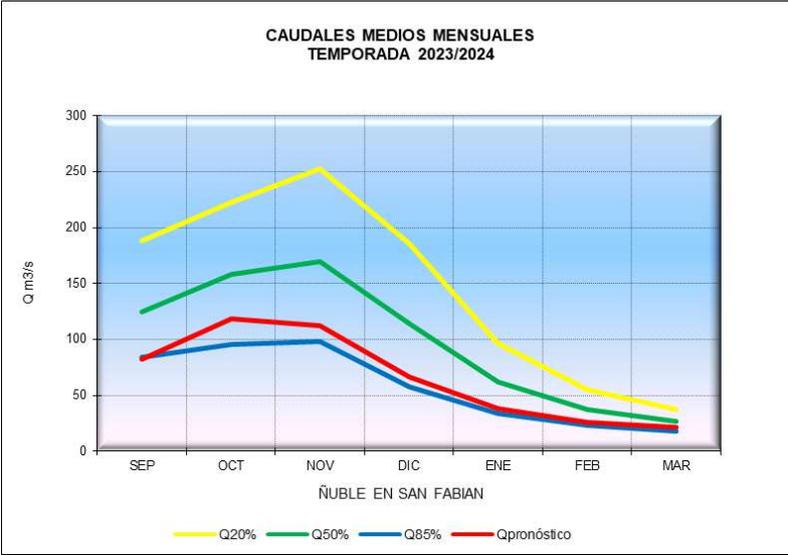












CONCLUSIONES

Las lluvias y nieves registradas en el tramo comprendido entre la región de Atacama y del Ñuble, han permitido pronosticar los volúmenes de deshielo y los caudales medios mensuales para el período comprendido entre septiembre y marzo, indicando en general una condición deficitaria entre la cuenca del Copiapó y del Choapa. Condición contraria a la proyectada entre la cuenca del río Aconcagua y del río Itata, donde la condición es cercana o por sobre los promedios.

El período comprendido entre abril y agosto trajo montos de precipitaciones de importancia en los meses de junio y agosto en gran parte de la zona centro y centro-sur del territorio. Sin embargo, en el tramo comprendido entre la región de Atacama y de Coquimbo, la situación en promedio supera el 80% de déficits, destacando los porcentajes de ciudades como Copiapó (-99%), Vallenar (-97%), La Serena (-87%) y Ovalle (-81%). Entre la región de Valparaíso y la región Metropolitana, la condición, aunque deficitaria todavía, vio mejorados sus montos con las lluvias de junio y agosto, la cuales además generaron una serie de situaciones de emergencia. Destacan en este tramo, los déficits menores de estaciones como San Felipe (-21%), Embalse El Yeso (-6%) y Santiago (-17%). Entre la región de O'Higgins y del Ñuble, la condición es prácticamente normal, con déficits menores en ciudades como Rancagua (-10%), Talca (-9%) y Chillán (-24%), pero con superávits de importancia, producto de las lluvias de junio y agosto, en estaciones como San Fernando (1%), Convento Viejo (3%), Curicó (25%), Linares (9%) y Parral (13%).

En cuanto al manto nival controlado esta temporada, los montos medidos en la región de Coquimbo han permitido determinar una condición deficitaria en toda la región, registrando valores de Altura de Nieve y de Equivalente en Agua de la Nieve (EAN) de cero (0) en las rutas de nieve de Cerro Olivares y Quebrada Larga. Entre la región de Valparaíso y Metropolitana el déficit en la acumulación es en promedio del 20%, pero mejor que los montos de la temporada pasada (2022). Entre el Maule y el Ñuble, la condición presenta en promedio un déficit del 10%, pero con acumulaciones prácticamente normales en estaciones como Lo Aguirre (-4%) y Alto Mallines (-0.2%). En cuanto al EAN, el mayor monto registrado hasta el 31 de agosto proviene de la estación Lo Aguirre (Maule), donde el valor controlado fue de 691 mm.

Los caudales observados hasta la fecha presentan condiciones disímiles. Entre la cuenca del río Copiapó y la cuenca del río Choapa, la condición actual de los caudales es cercana o inferiores a los mínimos históricos, destacando en esta condición los ríos Copiapó, Elquí y Choapa. Una condición mejor es la que se tiene entre la cuenca del río Aconcagua y del Maipo, donde los caudales producto de las lluvias invernales son cercanos a los promedios o incluso mejores. Entre la cuenca del río Cachapoal y la cuenca del Itata, los caudales se encuentran en su mayoría por sobre los promedios históricos, ya que las lluvias de invierno han generado una serie de inundaciones en distintas zonas de las cuencas, pero fundamentalmente en las zonas bajas o desembocaduras. Destacan en este tramo los caudales medios mensuales para agosto de las estaciones río Maule en Armerillo y Ñuble en San Fabian, donde el monto representa el doble del promedio.

Los embalses en las regiones de Atacama y Coquimbo empiezan a mostrar los impactos de años anteriores deficitarios, pues sus registros se encuentran bajo el volumen de agosto 2022 y bajo sus promedios. Destacando en esta condición el embalse Puclaro, Recoleta y Paloma. Entre la región Valparaíso y del Ñuble, los embalses en general presentan una mejor condición que la temporada pasada, especialmente los embalses de la región del Maule, donde destacan las reservas como Laguna del Maule y Colbún. A pesar de la condición favorable en este tramo, siguen los déficits en el Lago Peñuelas, donde la condición, aunque mejor que la registrada el 2022, presenta una acumulación respecto a la capacidad total del 2%. Destacan los incrementos que han tenido las grandes reservas como la Laguna del Maule y la Laguna del Laja, donde el volumen actual representa prácticamente el doble que se tenía en la misma fecha del 2022.

Considerando los antecedentes anteriores, se puede resumir que; entre la región de Atacama y de Coquimbo la condición sería deficitaria y lejana a los valores medios. Entre la región de Valparaíso y de O'Higgins, la condición se encontraría próxima a los valores medios. Entre la región del Maule y del Ñuble, la situación se presentaría con valores por sobre el promedio, tanto para caudales como para volúmenes.

De acuerdo con el escenario hidrológico que se prevé, la Dirección General de Aguas realizará, como lo ha venido haciendo regularmente, un seguimiento y actualización mensual de este pronóstico, utilizando su propia red de monitoreo y con controles especiales si fuese necesario, que se publicará regularmente en la página web de la DGA.



www.dga.cl