



**Pronóstico de Disponibilidad de Agua  
Temporada de Riego 2011-2012**

## Contenido

1. Presentación.....	3
2. Bases del Pronóstico .....	4
3. Situación General .....	5
Precipitaciones .....	5
Caudales de invierno .....	11
Embalses .....	12
4. Pronóstico .....	20
5. Conclusiones .....	28

## **1. Presentación.**

La Dirección General de Aguas, con el propósito de dar a conocer la situación hidrológica general del país, específicamente de las zonas de riego de las principales cuencas del norte chico, zona central y sur, elabora anualmente un pronóstico de volúmenes de deshielo y caudales medios mensuales para la temporada de riego del período primavera-verano. Este pronóstico abarca desde la cuenca del Río Copiapó hasta la cuenca del Río Ñuble.

Este Servicio tiene el firme propósito de convertir este informe en una herramienta preventiva y de ayuda para enfrentar del mejor modo la situación hídrica del país en los meses venideros.

Abogado Matías Desmadryl L.  
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

## 2. Bases del Pronóstico

El presente pronóstico se realiza con datos de la Red Hidrométrica 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.

- 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 estos usuarios.
- Se pronostican los volúmenes para la temporada de deshielo, los que se entregan junto con la probabilidad de excedencia o tipo de año. 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 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, los errores aceptables desde un punto de vista práctico, se estiman en aproximadamente 20%.
- El presente informe fue elaborado en la División de Hidrología por:  
Ing. Brahim Nazarala G.  
Ing. José Miñano C.  
Met. Marcela Oyarzo B.  
Ing. Juan Vilches V.

Ing. Javier Narbona N.  
JEFE DIVISION DE HIDROLOGIA

### 3. Situación General

#### **Precipitaciones**

En líneas generales, la situación pluviométrica del país al 31 de agosto se caracteriza por presentar tres zonas con pluviometría diferente:

Desde la cuenca del Río Copiapó hasta la mitad norte de la cuenca del Río Choapa, se presentan importantes superávits, debido a los eventos ocurridos principalmente en junio y julio del presente año, los que en algunos casos exceden largamente la normal anual e incluso, en valores absolutos, superan la pluviometría de algunas estaciones de las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

Desde la región de Valparaíso y hasta Curicó, persiste un déficit del orden del 30%, y presenta sus mayores valores, por sobre el 50%, en la región Metropolitana.

Debido a las precipitaciones del mes de agosto, que superaron con creces el promedio del mes, la situación, desde la cuenca del Río Maule a la del Río Itata, presenta ahora valores normales.

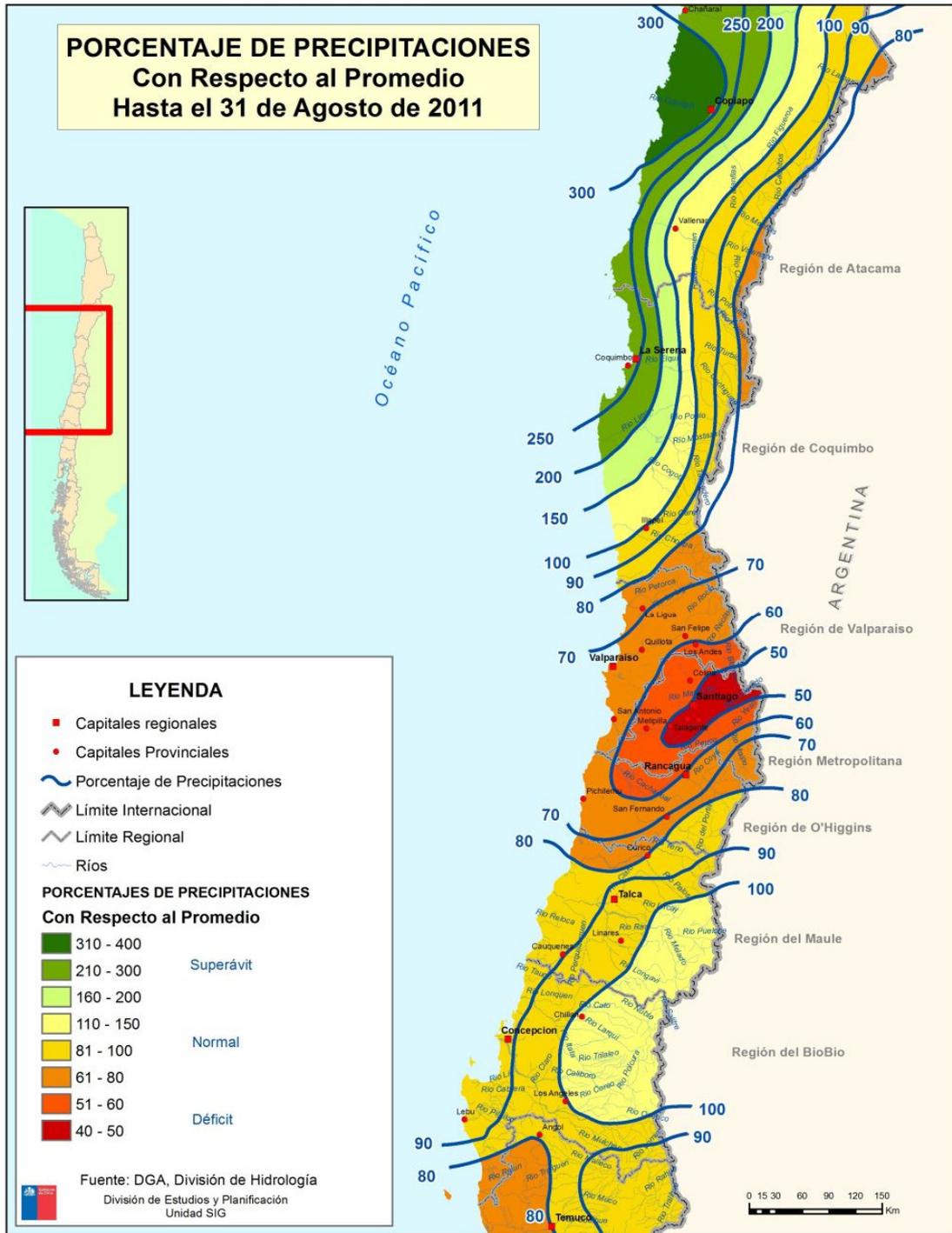
En las regiones de Atacama y Coquimbo la nieve presenta una situación muy diferente a la de las precipitaciones ya que éstas presentan importantes superávits, mientras que la acumulación nival no alcanza sus valores máximos promedios.

Desde la Región de Valparaíso al sur la acumulación nival presenta una tendencia muy similar a la de las lluvias.

En relación con las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, registradas el año 2010, desde la cuenca del Río Copiapó hasta la del Choapa, las del último invierno son muy superiores, en cambio desde la cuenca del Río Aconcagua a la del Río Cachapoal, son similares o inferiores, como es el caso de la cuenca del Río Maipo. Desde la Cuenca del Río Tinguiririca al Río Ñuble, los totales acumulados al 31 de agosto son claramente mayores.

En la Imagen N° 1, se presenta la distribución espacial de las precipitaciones expresadas en porcentaje respecto al promedio estadístico 1961-1990.

Imagen N° 1



Los antecedentes utilizados al 31 de Agosto, tanto pluviométricos como nivométricos, se entregan en los Cuadros N° 1 y 2 que siguen :

Cuadro N° 1

**PRECIPITACIONES AL 31 DE AGOSTO 2011**

ESTACION	AÑO 2011 mm	PROMEDIO mm(1)	Superavit o Deficit %
Copiapó	42.3	12.4	241
E.Lautaro	36.8	28.2	30
Vallenar	49.3	30.8	60
Conay	47.0	73.4	-36
Rivadavia	90.9	85.7	6
La Serena	195.2	72.1	171
Pisco Elqui	100.4	104.5	-4
Los Nichos	101.1	117.5	-14
Ovalle	190.7	93.3	104
E. La Paloma	204.4	122.3	67
Las Ramadas	262.5	251.5	4
Cuncumén	234.5	243.1	-4
Salamanca	218.7	218.7	0
San Felipe	108.2	178.6	-39
Riecillos	230.5	443.3	-48
Vilcuya	178.0	283.1	-37
Lago Peñuelas	370.5	544.2	-32
Santiago	127.9	263.1	-51
La Obra	283.2	517.5	-45
Rancagua	215.5	340.4	-37
S.Fernando	419.3	591.7	-29
La Rufina	615.1	923.5	-33
Curicó	398.5	586.9	-32
Los Queñes	725.1	1111.9	-35
Talca	525.3	535.1	-2
Armerillo	1699.4	1973.2	-14
Bullileo	1935.9	1658.8	17
Linares	828.1	732.4	13
Parral	764.4	778.4	-2
Chillán	778.3	790.9	-2
Atacalco	1779.5	1803.0	-1
Angol	654.6	873.7	-25
Temuco	730.8	896.9	-19

Cuadro N° 2

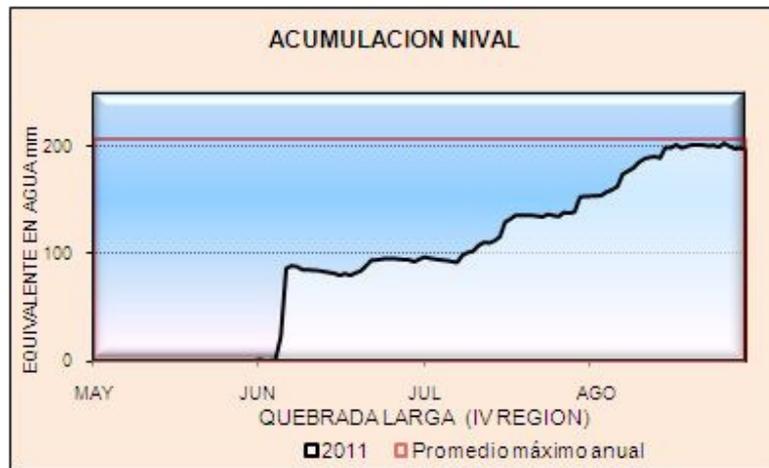
**NIEVE ACUMULADA**  
**EQUIVALENCIA EN AGUA**

CUENCA	RUJA DE NIEVE	ACUMULACION 2011 mm	ACUMULACION MAXIMA Promedio (1) mm	DEFICIT O SUPERAVIT %
ELQUI	Cerro Olivares	24	141	-83
LIMARI	Quebrada Larga	186	206	-10
LIMARI	Cerro Vega Negra	400	528	-24
CHOAPA	El Soldado	260	412	-37
ACONCAGUA	Portillo	432	630	-31
MAIPO	Farellones	326	453	-28
MAIPO	Laguna Negra	350	566	-38
MAULE	Lo Aguirre	986	1035	-5
ITATA	Volcán Chillán	1020	879	16
BIO-BIO	Alto Mallines	979	758	29

(1) Promedio para el Período 1951-90

En los Gráficos n° 1 y 2 que siguen, se muestran las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, registradas al 31 de agosto, en las estaciones representativas de las zonas norte, centro y sur del área del pronóstico.

Gráfico N° 1



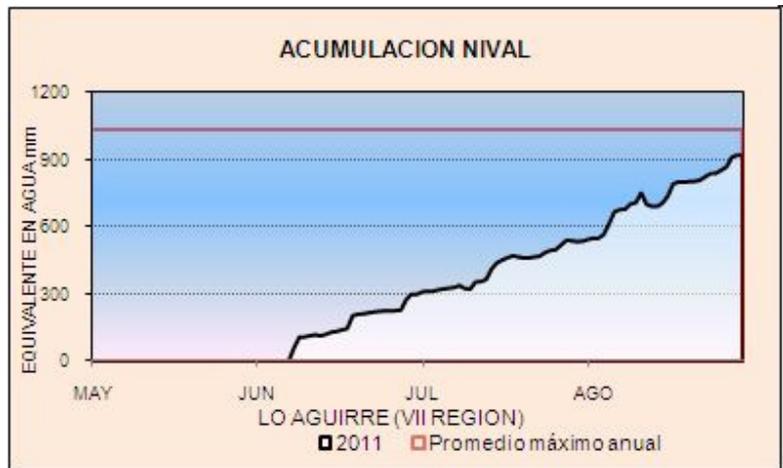
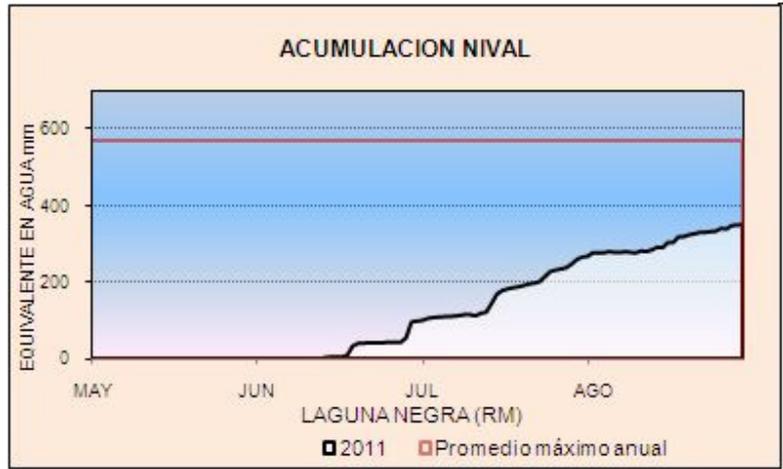
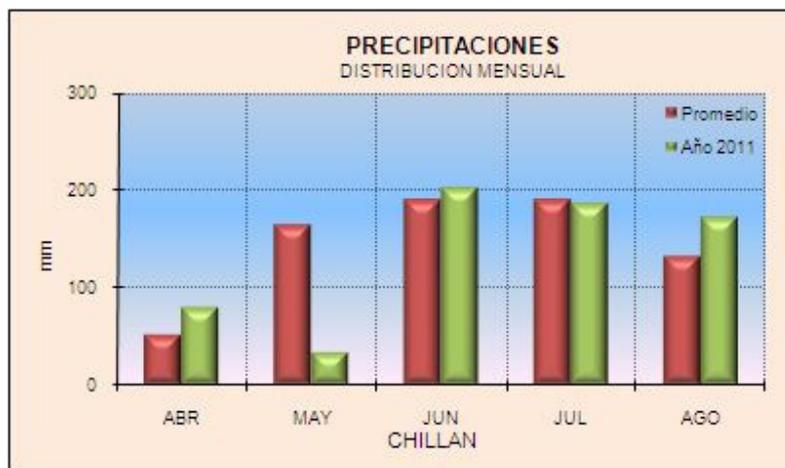
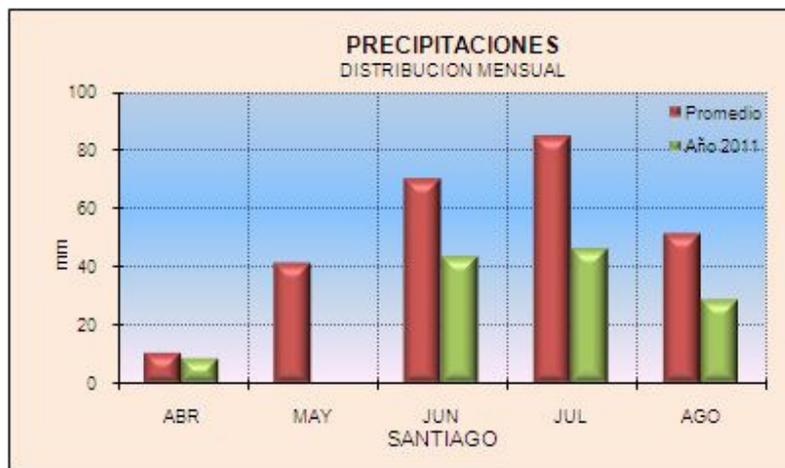
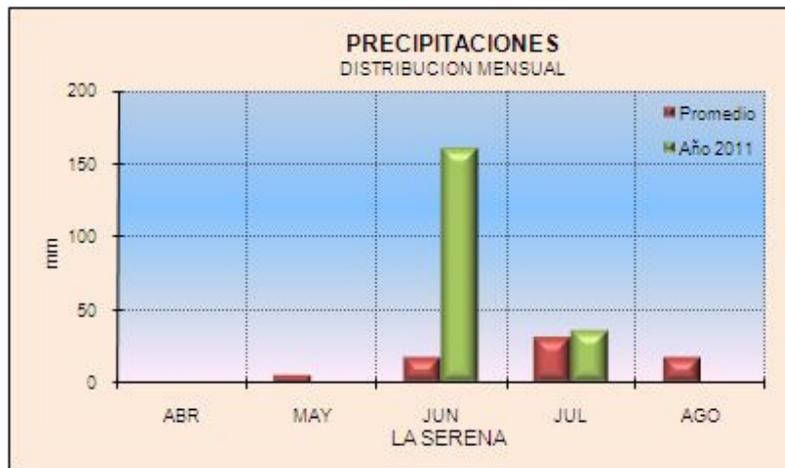


Gráfico N° 2



## **Caudales de invierno**

Los caudales de invierno de los principales ríos de la zona que abarca el presente pronóstico se mantuvieron bajo los promedios estadísticos y, en su gran mayoría muy cerca de sus mínimos históricos. Un caso especial lo representa el Río Copiapó que se ha mantenido bajo sus mínimos históricos hace ya varios meses.

De la Región del Maule al sur, la situación cambia radicalmente ya que debido a las fuertes precipitaciones los caudales tuvieron importantes aumentos durante el mes de agosto, superando en algunos casos los promedios estadísticos.

En relación con la temporada pasada, desde la cuenca del río Copiapó a la del río Limarí los caudales del mes de agosto, son muy similares. Desde la cuenca del río Choapa a la del río Cachapoal, este año tienen valores inferiores, mientras que, desde la cuenca del río Tinguiririca al sur los caudales de inicio de la próxima temporada de riego son superiores o muy superiores a los de agosto del año pasado.

En resumen, los caudales muestran tendencias muy similares a las de las precipitaciones.

## Embalses

Los principales embalses del país, presentados en la tabla que sigue, tomados en conjunto, se encuentran casi un 43% bajo el promedio histórico del mes de agosto, debido principalmente a los escasos volúmenes almacenados en los de mayor capacidad, la Laguna del Maule y el Lago Laja, que han tenido un descenso paulatino y sostenido de sus volúmenes en los últimos años.

Las reservas actuales de los principales embalses, aunque son en general inferiores a los medidos a igual fecha del año pasado en un 7%, presentan en los de uso exclusivo en riego, desde la Sexta Región al sur, volúmenes superiores a los del año 2010. El embalse Convento Viejo (220 mill-m<sup>3</sup>) casi triplica la disponibilidad a igual fecha del año pasado, y los embalses Bullileo y Digua (60 y 212 mill-m<sup>3</sup> respectivamente) tienen ahora casi un 20% más de recursos almacenados. De igual forma, los embalses Rapel con 612 mill-m<sup>3</sup> y Colbún con 964 mill-m<sup>3</sup> superan los recursos del año pasado en un 14%.

Los embalses de la zona norte como Lautaro (5.0 mill-m<sup>3</sup>) y Santa Juana (93 mill-m<sup>3</sup>) y los sistemas Paloma (293 mill-m<sup>3</sup>) y Puclaro (114 mill-m<sup>3</sup>) presentan un déficit de entre 10 y 30% con respecto a agosto de 2010 y entre 30 y 60% con respecto a sus promedios de este mes.

La Laguna del Maule, con 336 mill-m<sup>3</sup>, almacena un 54% menos que el año pasado y el Lago Laja, con 882 mill-m<sup>3</sup>, un 27% menos, notándose un descenso permanente durante el año, alcanzando un 36% y 27% respectivamente de sus promedios estadísticos del mes de agosto.

En el Cuadro N° 3 se entrega la situación de los principales embalses, relacionada con el volumen del agua almacenada al 31 de agosto, y cuyos principales aportes, en su mayoría, corresponden a recursos de componente nival.

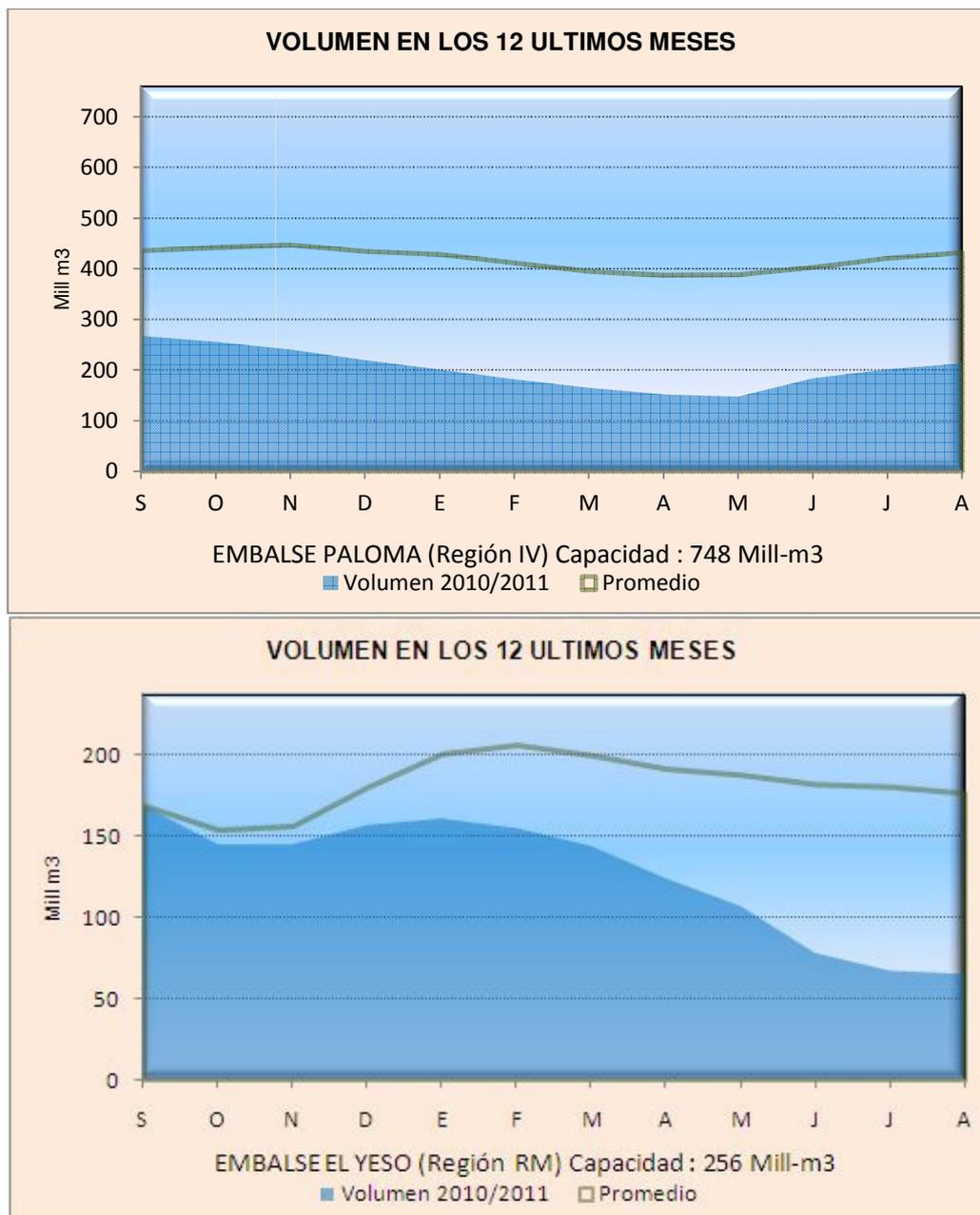
Cuadro N° 3

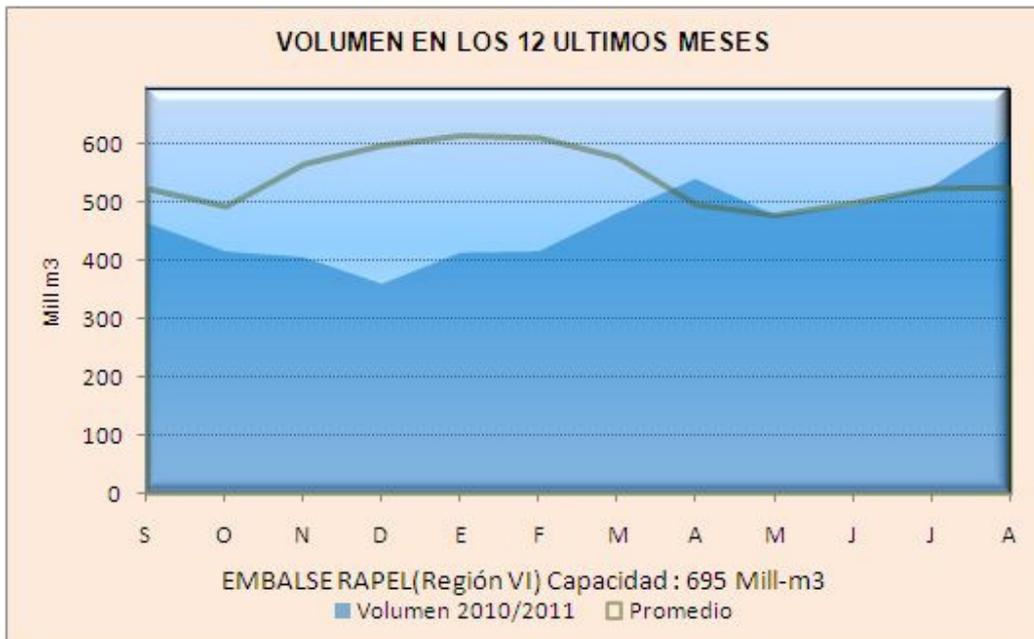
**ESTADO DE EMBALSES**  
Al 31 de Agosto de 2011  
(Volúmenes en mill-m<sup>3</sup>)

EMBALSE	REGION	CUENCA	CAPACIDAD Máxima	PROMEDIO AGOSTO (V1)	2010	2011 (V2)	V1/V2 %
Lautaro	III	Copiapó	35	13	5.6	5.0	40
Santa Juana	III	Huasco	166	130	121	93	71
La Laguna	IV	Elqui	40	26	27	28	109
Puclaro	IV	Elqui	200	152	137	86	56
Recoleta	IV	Limarí	100	70	74	47	67
La Paloma	IV	Limarí	748	428	273	213	50
Cogotí	IV	Limarí	150	82	28	33	40
El Yeso	RM	Maipo	256	176	186	65	37
Peñuelas	V	Peñuelas	95	32	7	3	9
Convento Viejo	VI	Rapel	237	134	80	220	165
Rapel	VI	Rapel	695	524	419	612	117
Colbún	VII	Maule	1544	1155	968	964	83
Lag. Maule	VII	Maule	1420	944	726	336	36
Bullileo	VII	Maule	60	54	48	60	112
Digua	VII	Maule	220	200	180	212	106
Lago Laja	VIII	Bio-Bio	5582	3259	1202	882	27
Ralco	VIII	Bio-Bio	1174	669	463	727	109

En los Gráficos N° 3 y 4, se presentan los volúmenes registrados durante los últimos meses y en agosto de varios años respectivamente, en los principales embalses del país.

Gráfico N° 3





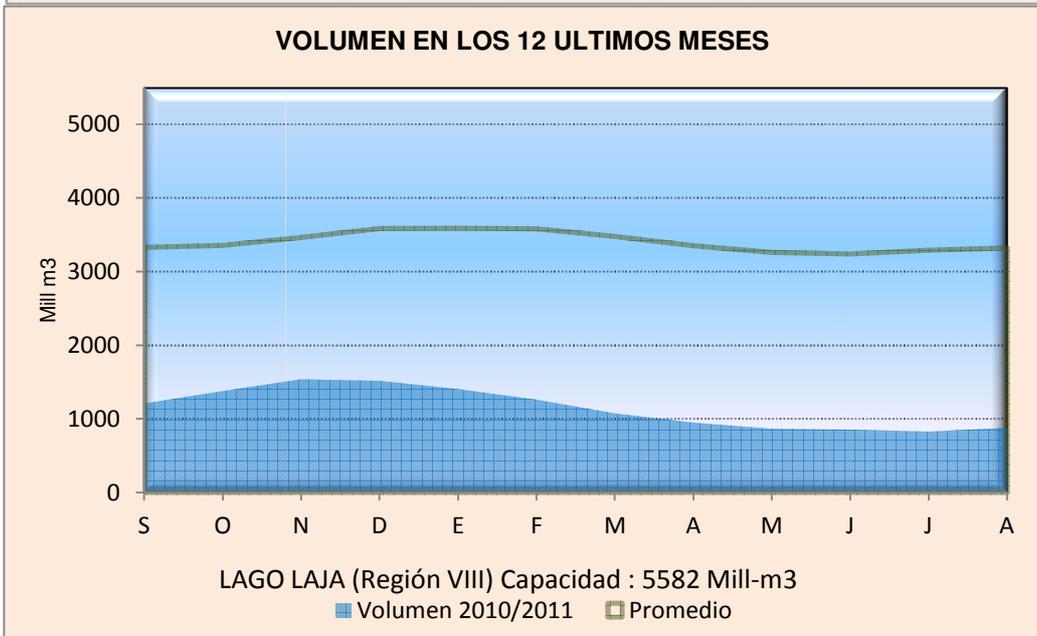
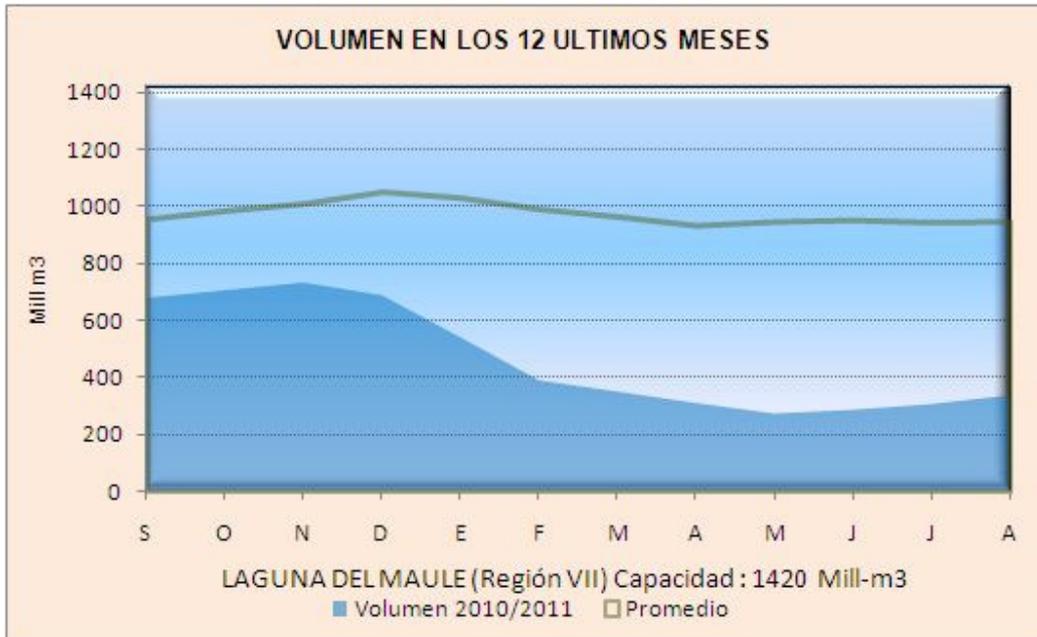
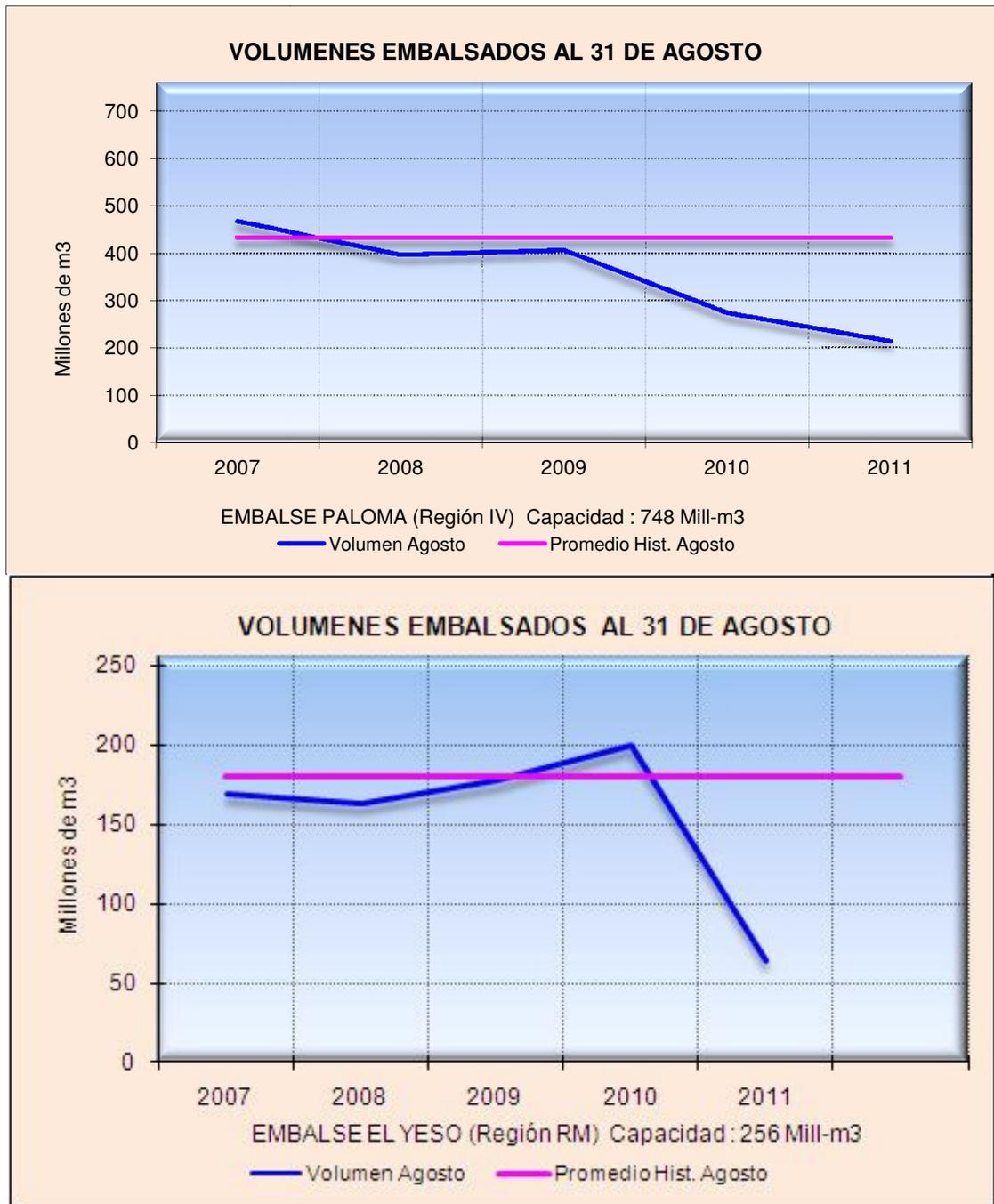
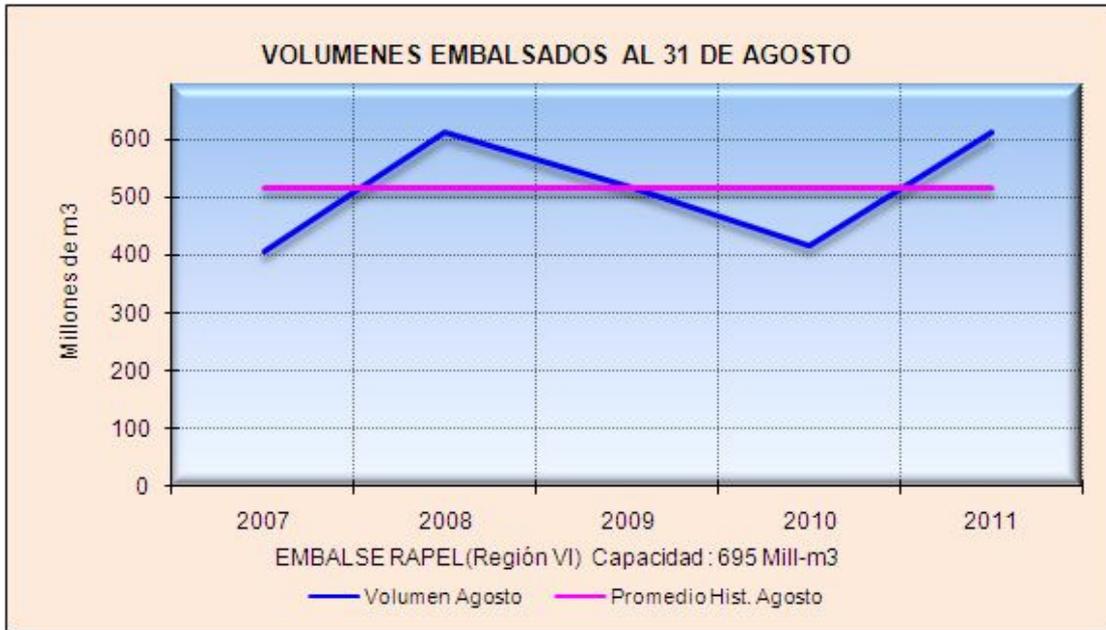
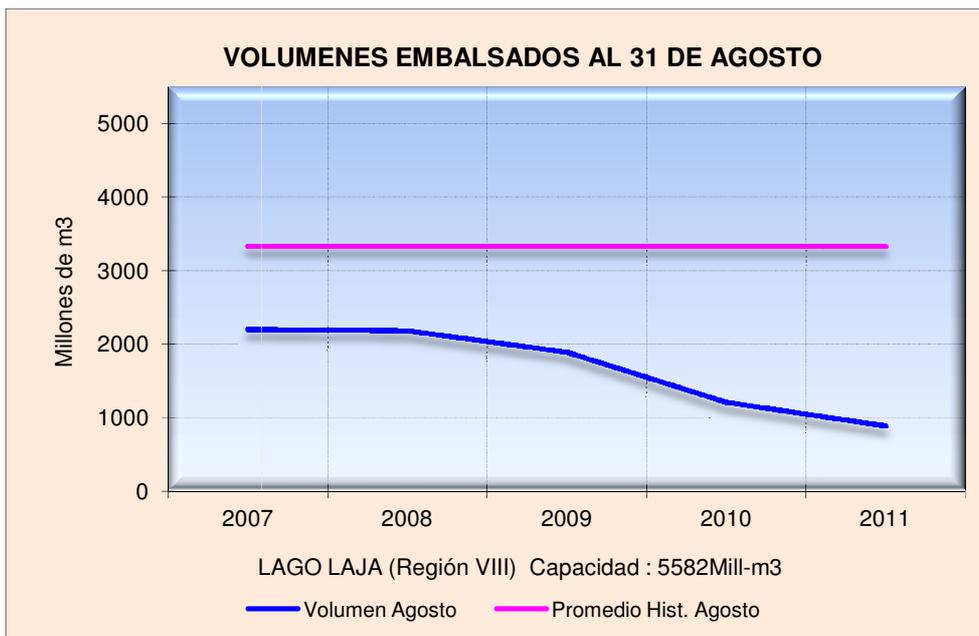


Gráfico N° 4







#### 4. Pronóstico

La disponibilidad de los recursos hídricos se puede caracterizar utilizando como índice de comparación el porcentaje del valor promedio o la probabilidad de excedencia de los caudales pronosticados. El primer índice sirve para cuantificar la magnitud de las diferencias con respecto al promedio. El segundo corresponde a la probabilidad que estadísticamente el volumen de deshielo estimado sea superado por otras temporadas y sirve para establecer de manera relativa al resto de los años, la frecuencia con que se han presentado situaciones análogas.

En el Cuadro N° 4 se presentan los volúmenes pronosticados para la próxima temporada de deshielo septiembre - marzo, y una distribución mensual de los caudales, de carácter referencial, para los meses que abarca el período de deshielo. Se muestran también los porcentajes de los valores pronosticados en relación con los promedios históricos respectivos de cada estación y la probabilidad de excedencia de los volúmenes esperados para la temporada.

Cuadro N° 4

**PRONOSTICO(2011/2012)**  
**(m3/s)**

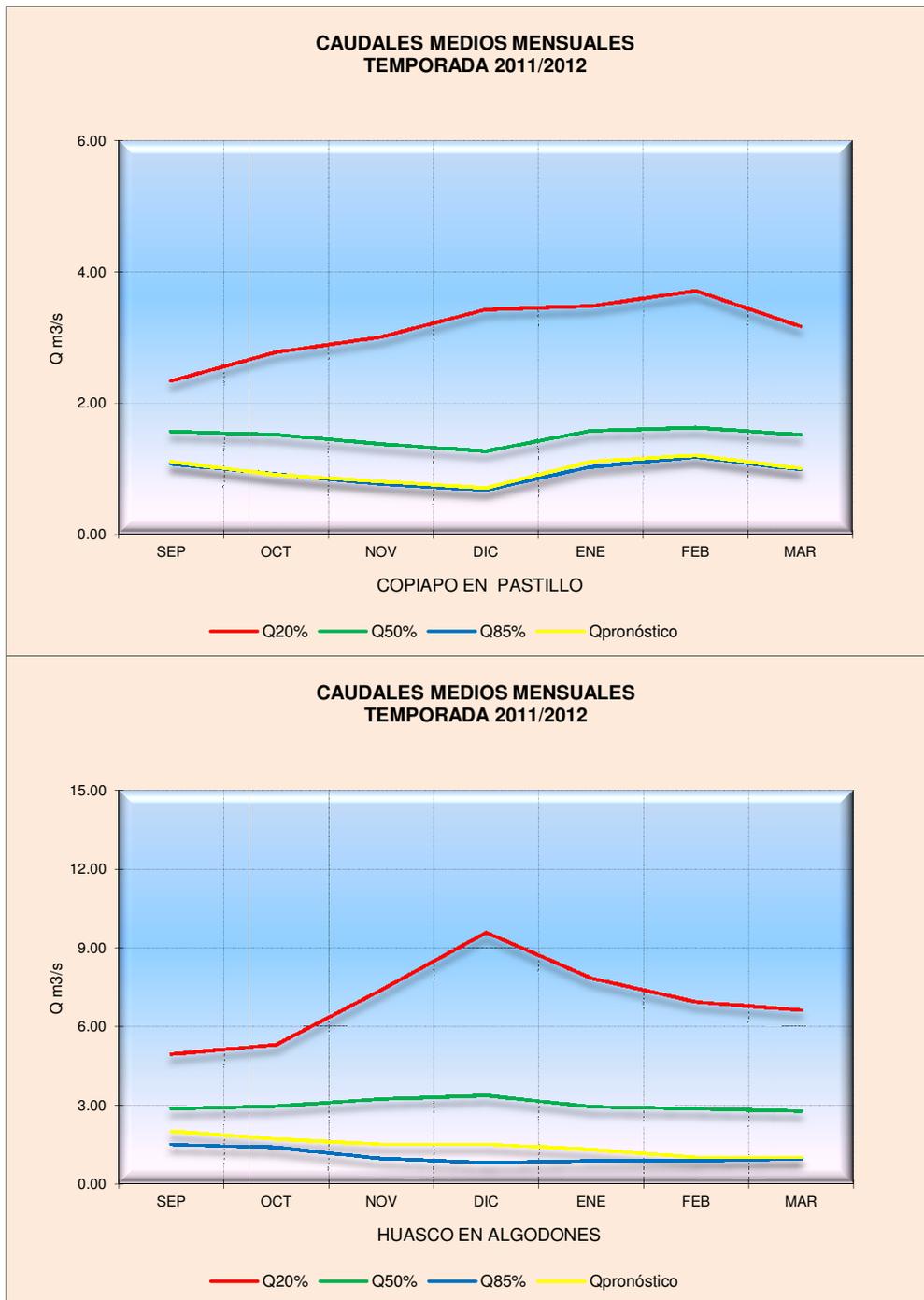
ESTACION	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Vol mill-m3	$\frac{V}{\bar{V}}$	Prob. Exc. %
Copiapó en Pastillo	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.9	15	0.36	90
Huasco en Algodones	2.0	1.7	1.5	1.5	1.3	1.0	1.0	25	0.21	80
Elqui en Algarrobal	4.0	5.0	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	85	0.40	75
Grande en las Ramadas	2	5	6	4	2	2	2	60	0.56	47
Choapa en Cuncumén	3	6	9	6	4	3	3	90	0.39	85
Aconcagua en Chacabuquito	8	13	25	30	24	20	13	350	0.43	90
Mapocho en los Almendros	3.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.0	1.5	55	0.36	90
Maipo en el Manzano	40	60	95	105	93	75	65	1400	0.53	92
Cachapoal en Puente Termas	30	60	100	117	105	80	60	1450	0.67	85
Tinguiririca en B. Briones	24	35	60	65	60	50	30	850	0.74	82
Teno despues de Junta	35	58	83	77	45	25	20	900	0.77	65
Maule en Armerillo	250	320	420	315	205	140	100	4600	0.85	60
Ñuble en San Fabián	135	145	155	90	48	30	25	1650	0.88	57

V : Volumen pronosticado para la temporada sep-mar, en mil-m3

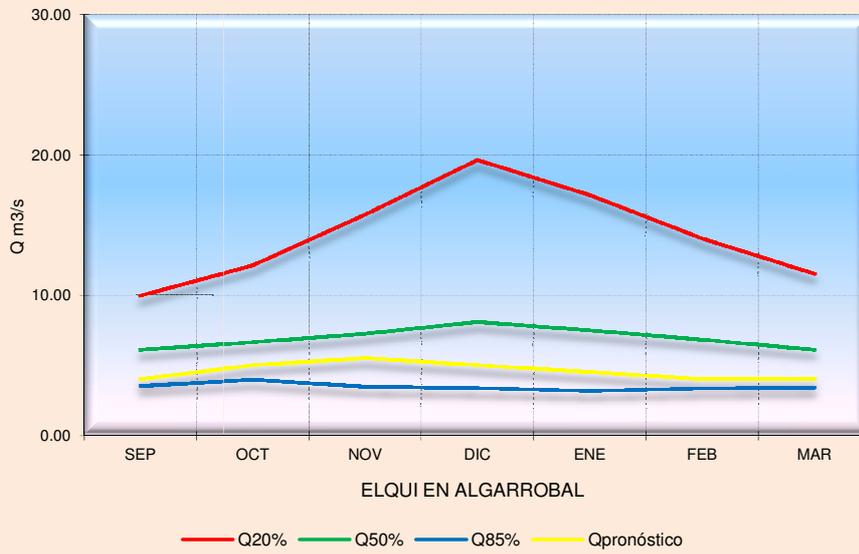
$\bar{V}$  : Volumen promedio para la temporada sep-mar, en mill-m3

Prob.exc : Probabilidad de excedencia o número promedio de años de 100, con volúmenes superiores a la presente temporada.

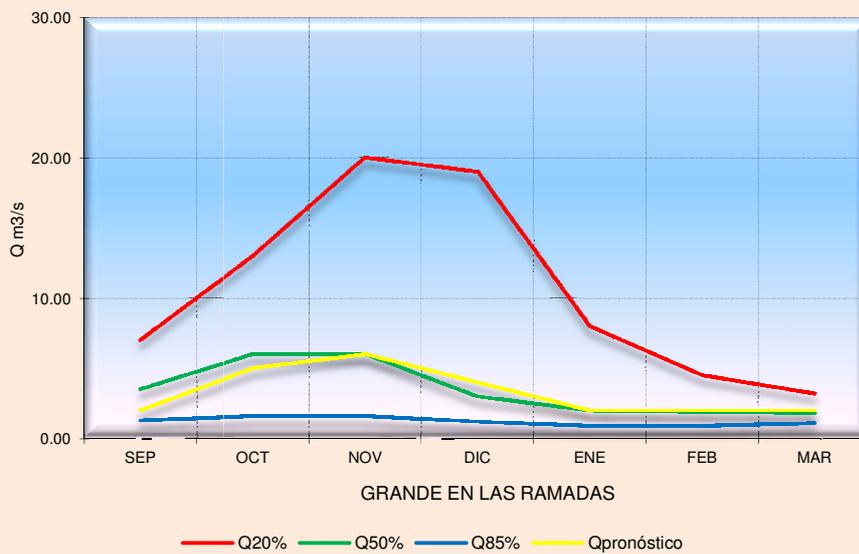
Gráfico N° 5



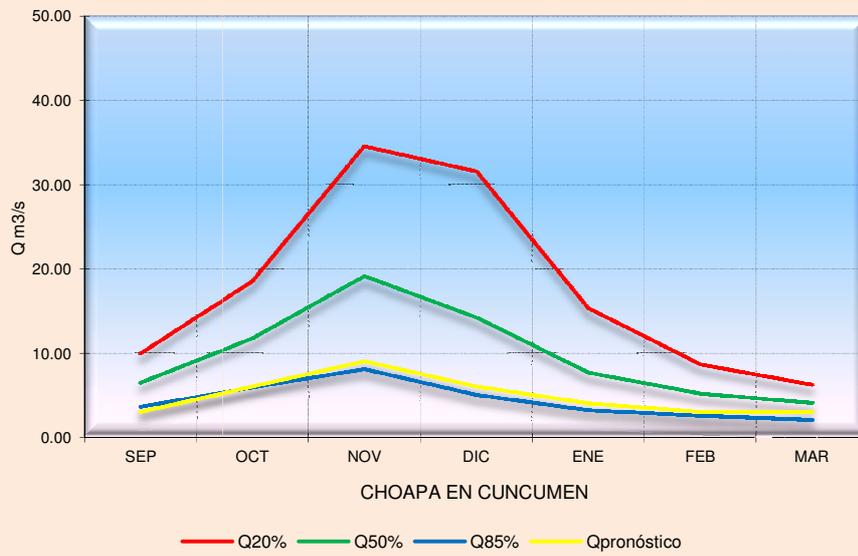
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



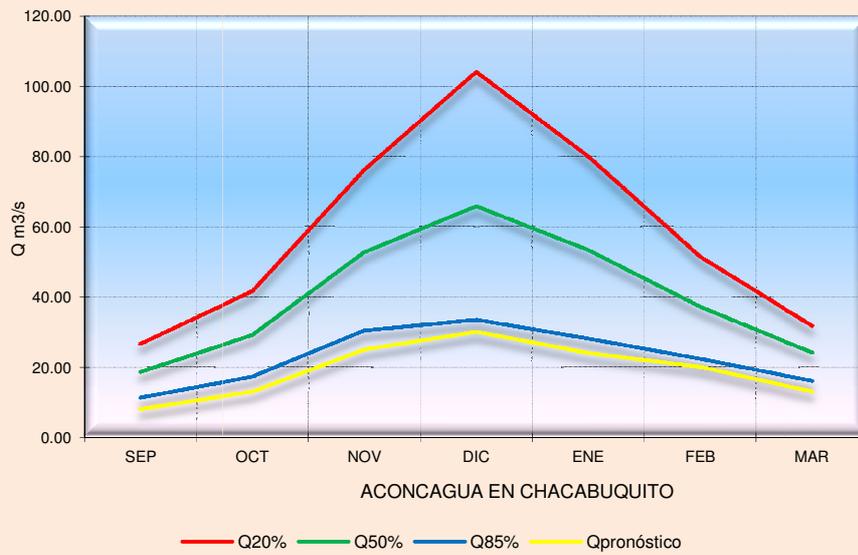
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



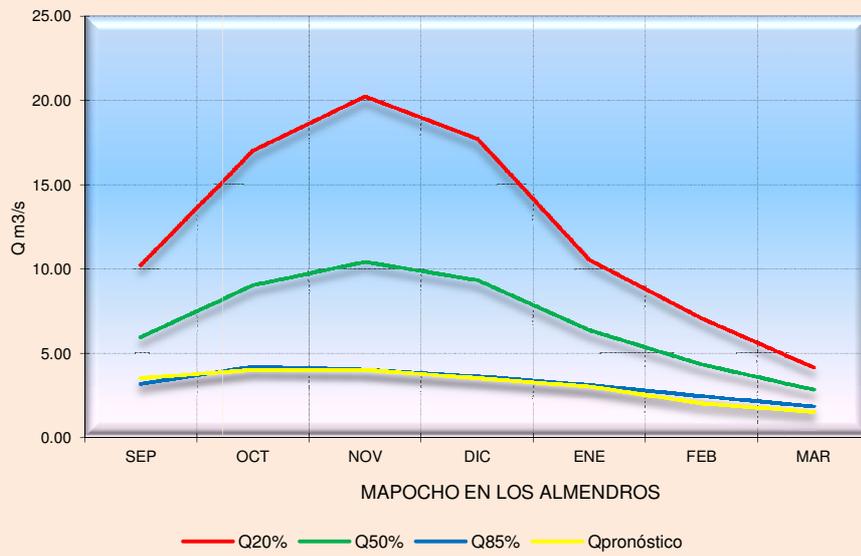
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



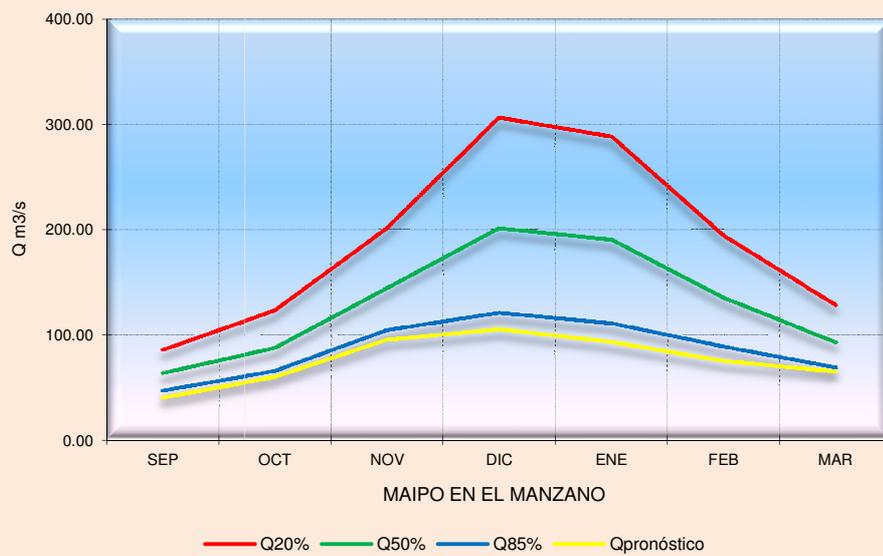
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



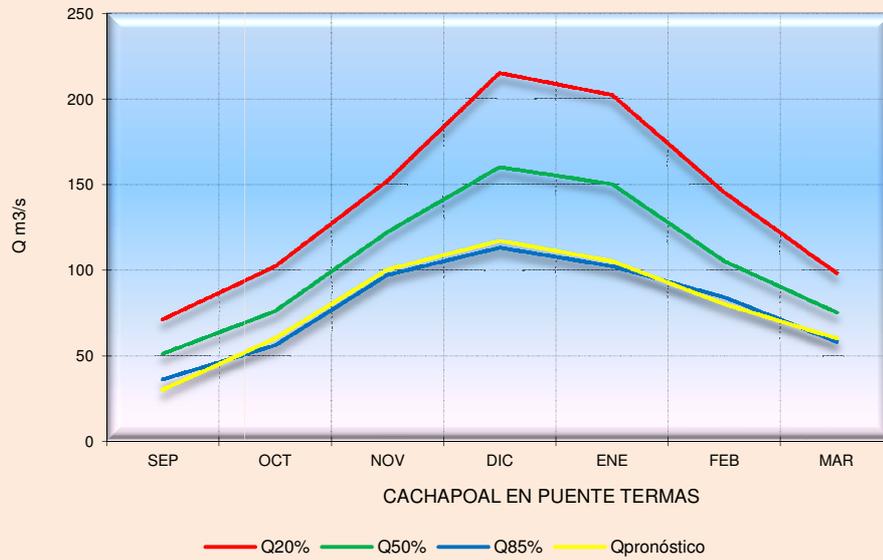
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



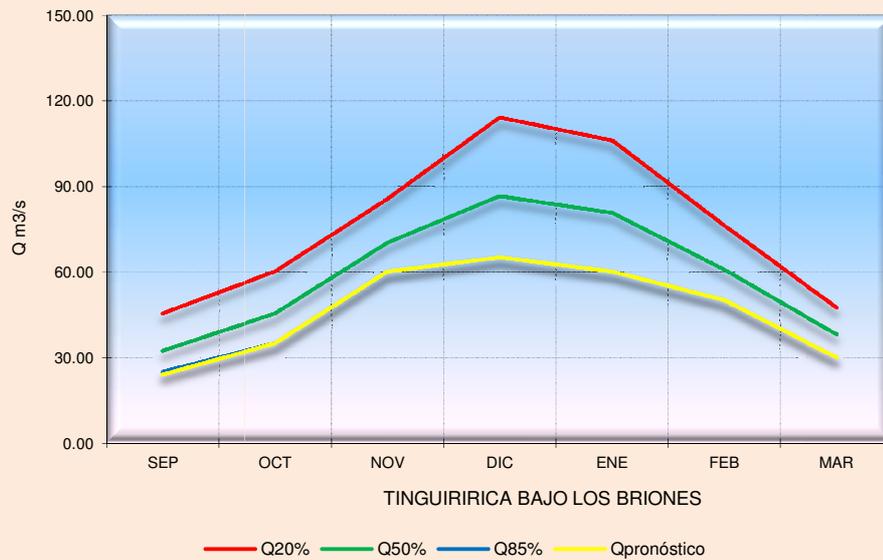
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



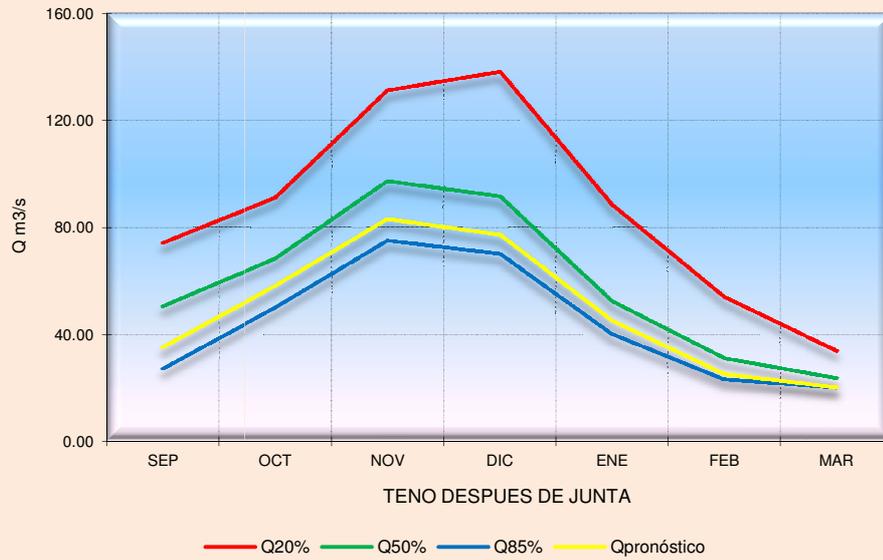
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



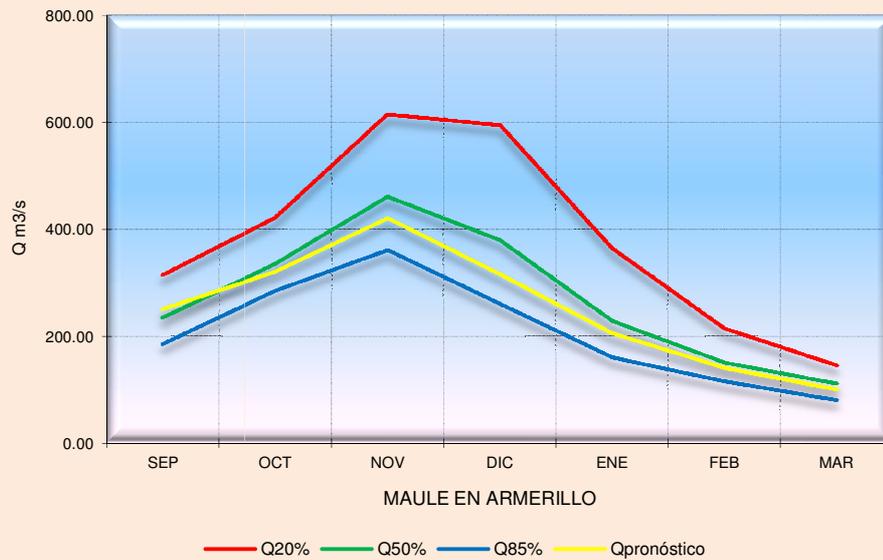
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**

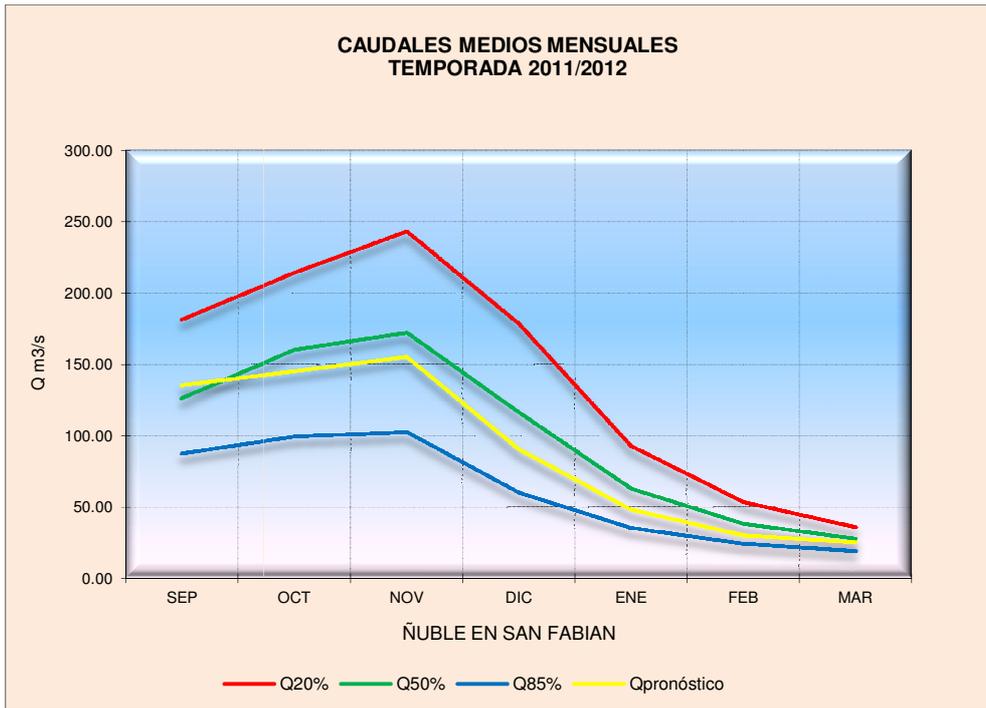


**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**



**CAUDALES MEDIOS MENSUALES  
TEMPORADA 2011/2012**





## 5. Conclusiones

- La estimación del pronóstico, en términos de volumen para la temporada de deshielo septiembre - marzo, entrega resultados inferiores a sus respectivos promedios históricos, con distintos grados de déficit que varían aproximadamente de un 80% a 10%.
- En relación con la temporada pasada, caracterizada por escasez hídrica, la próxima presenta una situación superior ya que sólo en 3 cuencas consideradas en el pronóstico, Copiapó, Mapocho y Maipo, se prevén escurrimientos semejantes o inferiores. En el resto de las cuencas se pronostican caudales superiores al año pasado, especialmente en las cuencas de los ríos Teno, Maule y Ñuble y en el norte en la cuenca del Limarí, por la acumulación nival que se registró en dicha zona.
- Las cuencas que se prevén como más críticas desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos hídricos, de acuerdo con la probabilidad de excedencia, son las que corresponden a los ríos Copiapó, Aconcagua, Mapocho y Maipo.
- Considerando el escenario hidrológico previsto, la Dirección General de Aguas realizará un seguimiento y actualización mensual de este pronóstico, utilizando su propia red de monitoreo y con controles especiales si fuese necesario.
- En consideración a que los caudales previstos son menores a los respectivos promedios, no se esperan problemas causados por las crecidas de deshielo.

- Los grandes embalses de regulación interanual, según las precipitaciones, tanto líquidas como de nieve y de acuerdo con las previsiones de deshielo, deberían terminar la temporada con volúmenes superiores a los actuales, con la excepción de los embalses ubicados desde la cuenca del río Elqui al norte.
  - En el caso de Santa Juana y Puclaro se estima que bajarían en un 33% y 25% sus actuales almacenamientos, por lo que podrían llegar a fines de temporada a unos 60 mill-m<sup>3</sup> y 65 mill-m<sup>3</sup> respectivamente, lo que corresponde a un 50% y 56% de los promedios históricos de marzo.
  - El sistema Paloma almacena actualmente 293 mill-m<sup>3</sup>. Si se considera la demanda normal anual del período septiembre – marzo y además el aporte de sus cuencas tributarias, se prevé un aumento y podría terminar la temporada con unos 320 mill-m<sup>3</sup>, correspondiente a un 61% de su promedio histórico de marzo.
  - Los embalses Laguna del Maule y Lago Laja, de acuerdo con los volúmenes esperados debieran comenzar su recuperación para alcanzar, al final de esta temporada, unos 500 mill-m<sup>3</sup> y 1400 mill-m<sup>3</sup> respectivamente, que equivalen a un 52% y un 40% de sus promedios históricos de marzo. Ambos embalses requieren de a lo menos 3 a 4 años de precipitaciones normales para almacenar volúmenes equivalentes a sus valores medios.

En la Imagen N° 2, según la disponibilidad de recursos hídricos prevista, se muestra la situación de riego esperada en cada una de las cuencas del pronóstico.

Imagen Nº 2

