



PRONÓSTICO DE CAUDALES DE DESHIELO

TEMPORADA DE RIEGO 2017-2018

REALIZADO POR:
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA

S.D.T N° 399

Santiago, Septiembre 2017

INDICE

| | |
|----------------------|----|
| PRESENTACION | 3 |
| BASES DEL PRONOSTICO | 4 |
| SITUACION GENERAL | |
| Caudales | 5 |
| Precipitaciones | 5 |
| Embalses | 11 |
| PRONOSTICO | 14 |
| CONCLUSIONES | 18 |

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 Ñuble).

Contar con la información correcta permite realizar una buena gestión. 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.

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%.
- 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 de control.

➤ SITUACIÓN GENERAL

Caudales medios mensuales (Entre septiembre de 2016 y marzo de 2017)

Las regiones entre Atacama y Metropolitana se han caracterizado por presentar, en líneas generales, valores cercanos a sus promedios llegando a superarlos en varias ocasiones, especialmente en la zona norte.

Las **regiones de O'Higgins y del Maule**: cerca de sus mínimos o por debajo en algunos períodos, especialmente a partir del mes de febrero como consecuencia de la falta de precipitaciones que ha afectado a esta zona.

Más al sur del río Ñuble estuvieron cerca de sus mínimos históricos, y sólo comenzaron a repuntar a partir del mes de marzo pero manteniéndose por debajo de sus promedios.

Esta temporada (Septiembre 2017-marzo 2018) se inicia:

Entre la región de Atacama y la cuenca del río Elqui en la región de Coquimbo, con caudales superiores a los de la temporada pasada.

Desde el río Limarí hasta el río Ñuble en la región del Biobío, la temporada comienza con caudales, en general, inferiores a los del inicio de la temporada pasada.

Precipitaciones

Hasta el 31 de agosto, las regiones de Atacama y Coquimbo se encuentran con valores normales o superiores.

Se observa una zona deficitaria entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins con valores que varían entre 20% a 30%.

La distribución temporal de las lluvias en las distintas zonas fue dispar, presentándose en la zona norte los mayores montos en el mes de mayo y junio y en zona centro y centro-sur, las lluvias se concentraron durante los meses de junio y agosto.

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

La acumulación nival se encuentra bajo sus valores promedios y el mayor déficit se produjo entre las cuencas del Choapa y Maipo (65%). Las mayores acumulaciones se observan en las regiones del Maule y Biobío con un déficit del orden del 25%.

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

Precipitaciones al 31 de agosto (Lluvia)

| ESTACION | AÑO 2015 | AÑO 2016 | AÑO 2017 | PROMEDIO mm(1) | Superávit o Déficit % | |
|---------------|----------|----------|----------|-------------------|-----------------------|------|
| | mm | mm | mm | | 2016 | 2017 |
| Copiapó | 49 | 0 | 66 | 19 | -100 | >200 |
| Vallenar | 111 | 9 | 99 | 42 | -78 | 139 |
| La Serena | 64 | 28 | 178 | 85 | -68 | 109 |
| Ovalle | 119 | 61 | 212 | 100 | -39 | 112 |
| San Felipe | 146 | 192 | 178 | 210 | -9 | -15 |
| Lago Peñuelas | 452 | 339 | 535 | 627 | -46 | -15 |
| Santiago | 145 | 228 | 254 | 298 | -24 | -15 |
| Rancagua | 218 | 323 | 259 | 376 | -14 | -31 |
| S.Fernando | 347 | 409 | 452 | 622 | -34 | -27 |
| Curicó | 413 | 405 | 537 | 554 | -27 | -3 |
| Talca | 412 | 306 | 511 | 539 | -43 | -5 |
| Linares | 616 | 373 | 734 | 742 | -50 | -1 |
| Parral | 621 | 296 | 776 | 787 | -62 | -2 |
| Chillán | 718 | 577 | 804 | 875 | -34 | -8 |
| Angol | 691 | 547 | 942 | 933 | -41 | 1 |
| Temuco | 899 | 543 | 895 | 945 | -43 | -5 |

Cuadro 2

Acumulación nival máxima de la temporada
(milímetros equivalente en agua)

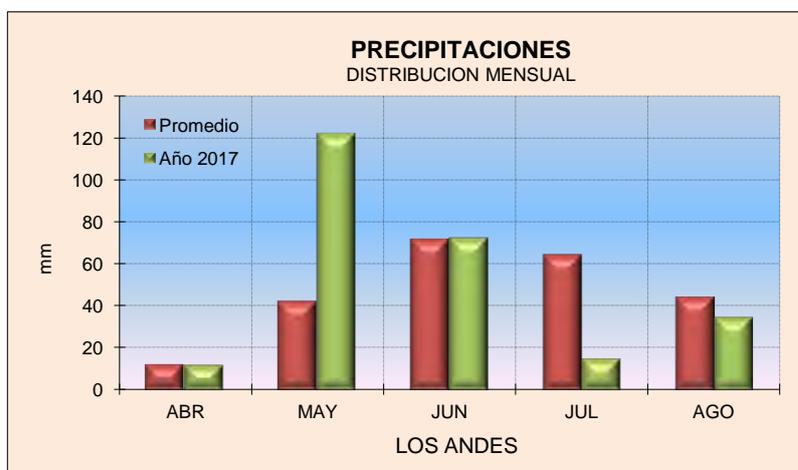
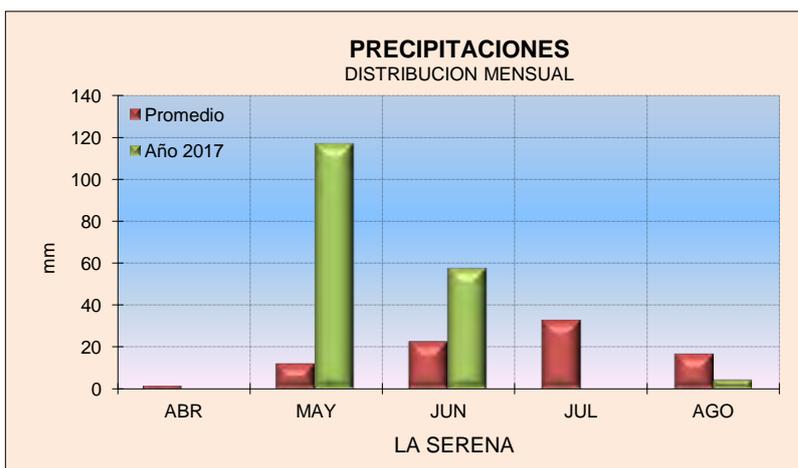
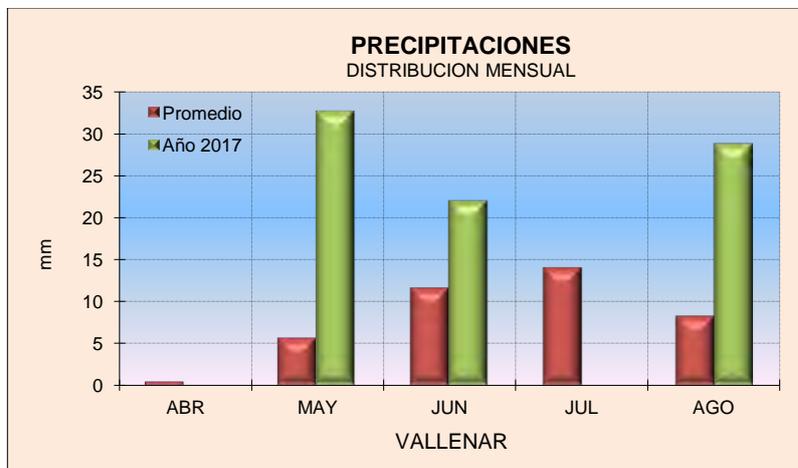
| CUENCA | RUTA DE NIEVE | ACUMULACION 2015 mm | ACUMULACION 2016 mm | ACUMULACION 2017 mm | ACUMULACION MAXIMA Promedio (1) mm | DEFICIT O SUPERAVIT % |
|-----------|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|
| ELQUI | Cerro Olivares | s/i | 230 | 6 | 125 | -95 |
| LIMARI | Quebrada Larga | 280 | 330 | 184 | 251 | -27 |
| LIMARI | Cerro Vega Negra | 420 | 656 | 372 | 515 | -28 |
| CHOAPA | El Soldado | 310 | 440 | 170 | 428 | -60 |
| ACONCAGUA | Portillo | 430 | 460 | 160 | 595 | -73 |
| MAIPO | Laguna Negra | 420 | 240 | 220 | 533 | -59 |
| MAULE | Lo Aguirre | 800 | 262 | 640 | 875 | -27 |
| ITATA | Volcán Chillán | 500 | 200 | 400 | 653 | -39 |
| BIO-BIO | Alto Mallines | 510 | 150 | 710 | 758 | -6 |

(1) Promedio para el período 1981-2010
s/i Sin información

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)



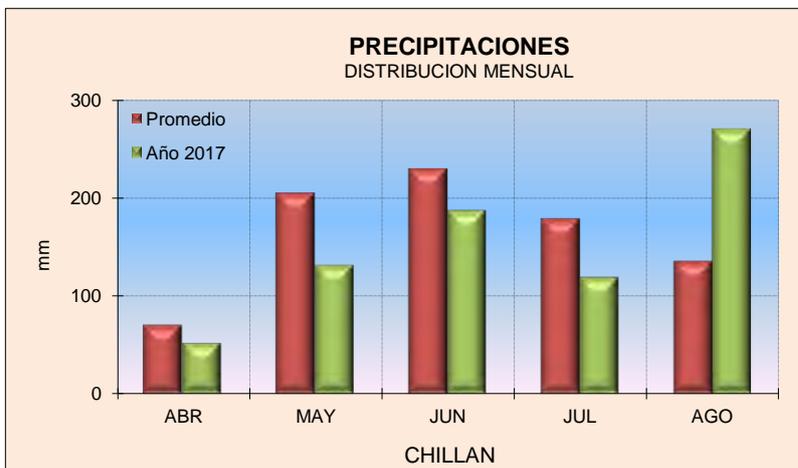
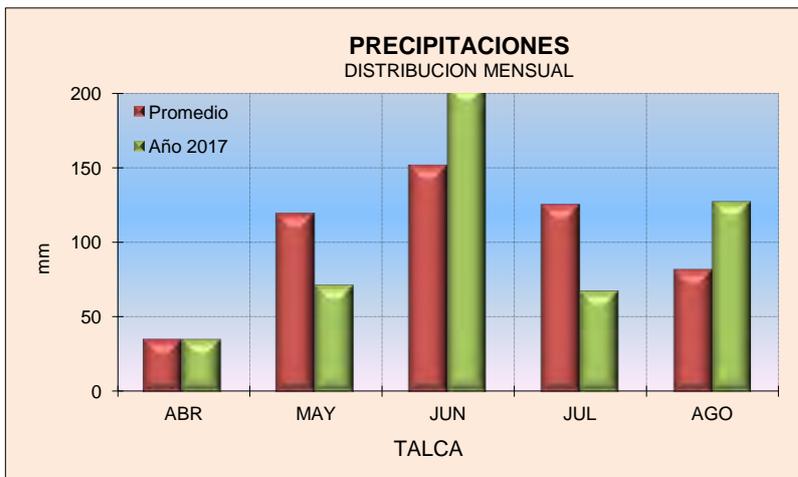
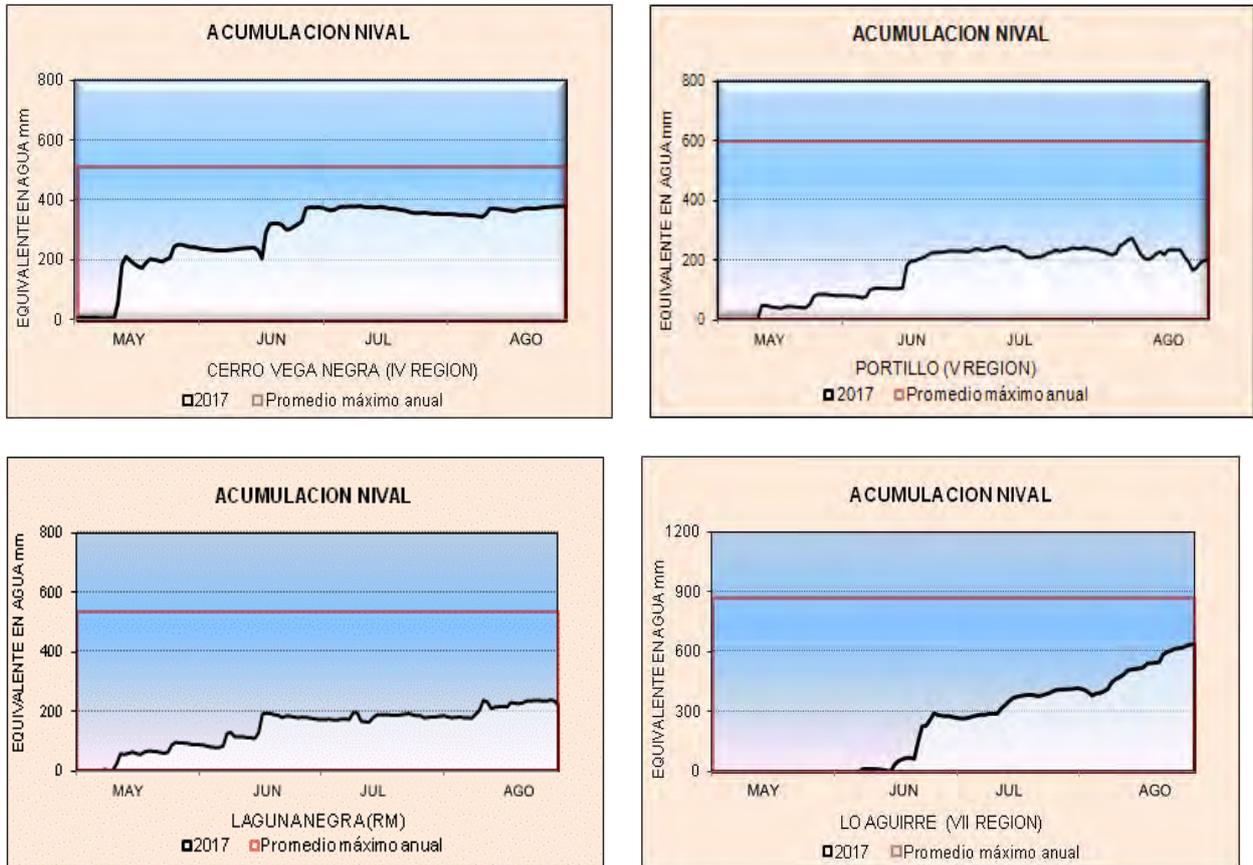


Figura 3

Acumulación de la nieve
(mm. equivalente en agua)



Embalses

Los embalses de riego, de regulación interanual de la zona norte, Santa Juana, sistema Puclaro y sistema Paloma, han continuado con la recuperación de su almacenamiento iniciado el año pasado, hasta llegar, en algunos casos, a superar sus promedios estadísticos, y en agosto acumulan todos volúmenes muy superiores a los de los últimos 6 años.

A nivel nacional y en términos globales, los embalses mantienen un déficit de un 39% con respecto a sus promedios, debido principalmente a la gran baja que experimentó el Lago Laja en años anteriores. Si no se considera este embalse, el déficit baja a un 18%. Comparados con agosto de 2015, las cifras globales son muy similares, siendo los destinados al riego o al agua potable los que muestran el mayor superávit, alrededor de un 100%.

En el Cuadro 3 se entrega la situación de los principales embalses, relacionada con el volumen del agua almacenada al 31 de agosto.

Cuadro 3

Estado de embalses a agosto

| EMBALSE | AÑO INICIO | REGIÓN | CUENCA | CAPACIDAD Máxima | PROMEDIO AGOSTO (V1) | AL 31 DE AGOSTO | | V2/V1 % | USO PRINCIPAL |
|----------------------------|------------|--------|-----------|------------------|----------------------|-----------------|-----------|---------|--------------------|
| | | | | | | 2016 | 2017 (V2) | | |
| MILLONES DE METROS CUBICOS | | | | | | | | | |
| Lautaro | 1972 | III | Copiapó | 26 | 12 | 7.4 | 23 | 185% | Riego |
| Santa Juana | 1996 | III | Huasco | 166 | 124 | 142 | 161 | 130% | Riego |
| La Laguna | 1960 | IV | Elquí | 38 | 26 | 38 | 38 | 147% | Riego |
| Puclaro | 1999 | IV | Elquí | 209 | 138 | 148 | 209 | 151% | Riego |
| Recoleta (**) | 1959 | IV | Limarí | 86 | 69 | 62 | 86 | 125% | Riego |
| La Paloma | 1967 | IV | Limarí | 748 | 416 | 265 | 567 | 136% | Riego |
| Cogotí | 1953 | IV | Limarí | 150 | 80 | 92 | 138 | 173% | Riego |
| El Bato (*) | 2012 | IV | Choapa | 26 | ----- | 26 | 26 | --- | Riego y A.P. |
| Corrales | 2000 | IV | Choapa | 50 | 35 | 50 | 48 | 137% | Riego |
| Aromos | 1995 | V | Aconcagua | 35 | 29 | 31 | 36 | 124% | A. Potable |
| Peñuelas | 1944 | V | Peñuelas | 95 | 31 | 5.9 | 8.9 | 29% | A. Potable |
| El Yeso | 1967 | RM | Maipo | 220 | 172 | 201 | 133 | 77% | A. Potable |
| Convento Viejo | 2008 | VI | Rapel | 237 | 168 | 187 | 213 | 127% | Riego |
| Rapel | 1970 | VI | Rapel | 695 | 526 | 530 | 443 | 84% | Generación y Riego |
| Colbún | 1985 | VII | Maule | 1544 | 1148 | 876 | 841 | 73% | Generación y Riego |
| Lag. Maule | 1958 | VII | Maule | 1420 | 933 | 484 | 256 | 27% | Generación y Riego |
| Bullileo | 1952 | VII | Maule | 60 | 54 | 23 | 58 | 108% | Riego |
| Digua | 1968 | VII | Maule | 225 | 200 | 152 | 203 | 101% | Riego |
| Lago Laja | 1930 | VIII | Bío Bío | 5582 | 3202 | 878 | 529 | 17% | Generación y Riego |
| Ralco | 2007 | VIII | Bío Bío | 1174 | 681 | 643 | 513 | 75% | Generación |

(*) Menos de 10 años de estadística

(**) Capacidad reducida por destrucción parcial del vertedero

En la Figura 4 se presentan los volúmenes registrados en los meses de agosto de los últimos 5 años. En la Figura 5 se presenta la variación de los volúmenes para los últimos 12 meses. En ambos casos se comparan con sus valores medios. Se observa una importante recuperación sostenida de los embalses mayores de la zona norte, Santa Juana, Puclaro y Paloma, en el período 2015-2016. En el caso de los embalses de regulación interanual del sur, Laguna del Maule y Lago Laja, mantienen un importante déficit respecto de sus promedios, aunque en el caso de Laguna del Maule, hubo en el último año una recuperación, aunque menor. En todo caso, estos dos embalses requieren entre tres y cinco años de precipitaciones normales para que recuperen sus niveles promedios.

Figura 4

Volúmenes embalsados a agosto. Período 2013-2017 (millones-m3)

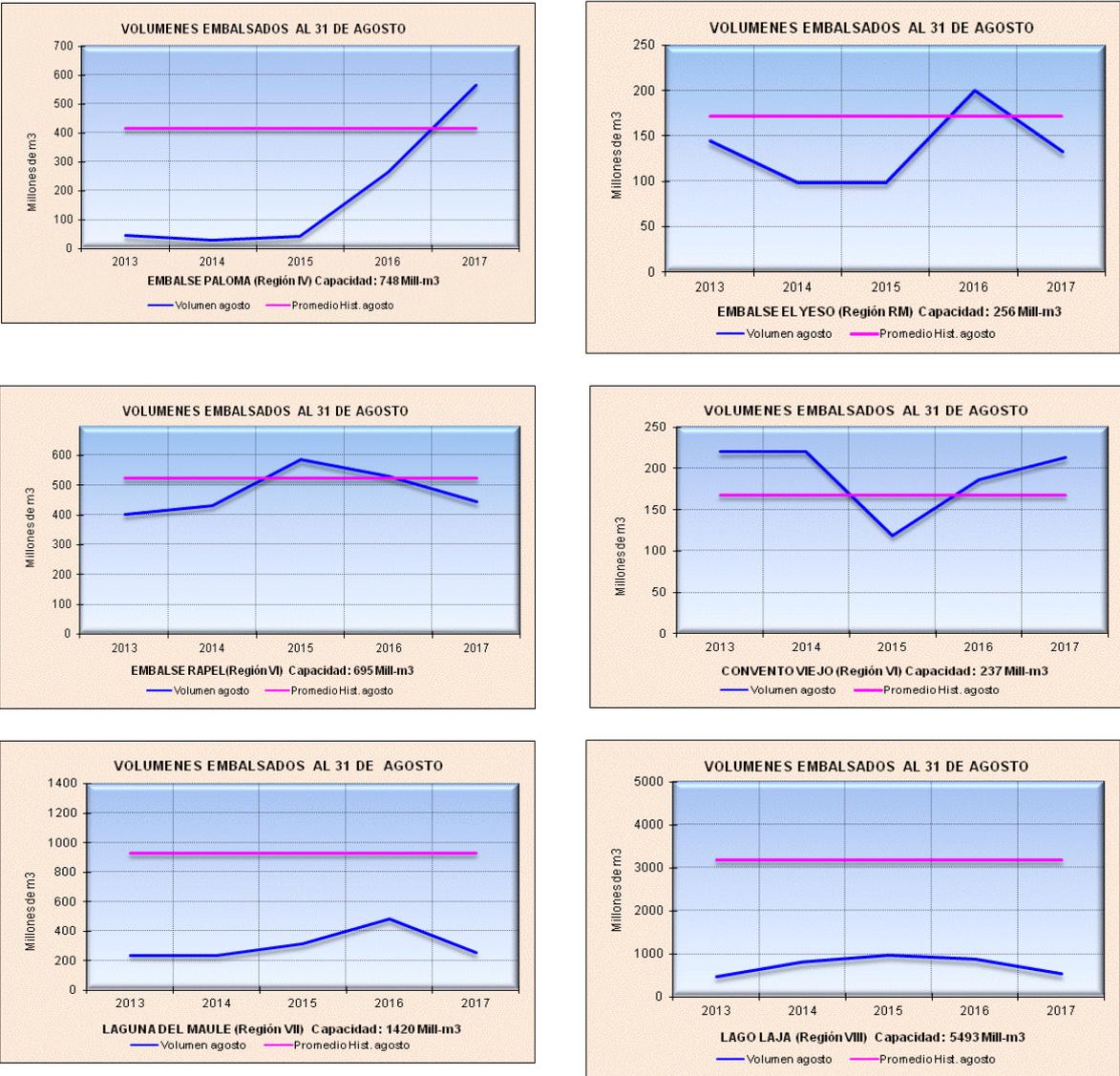
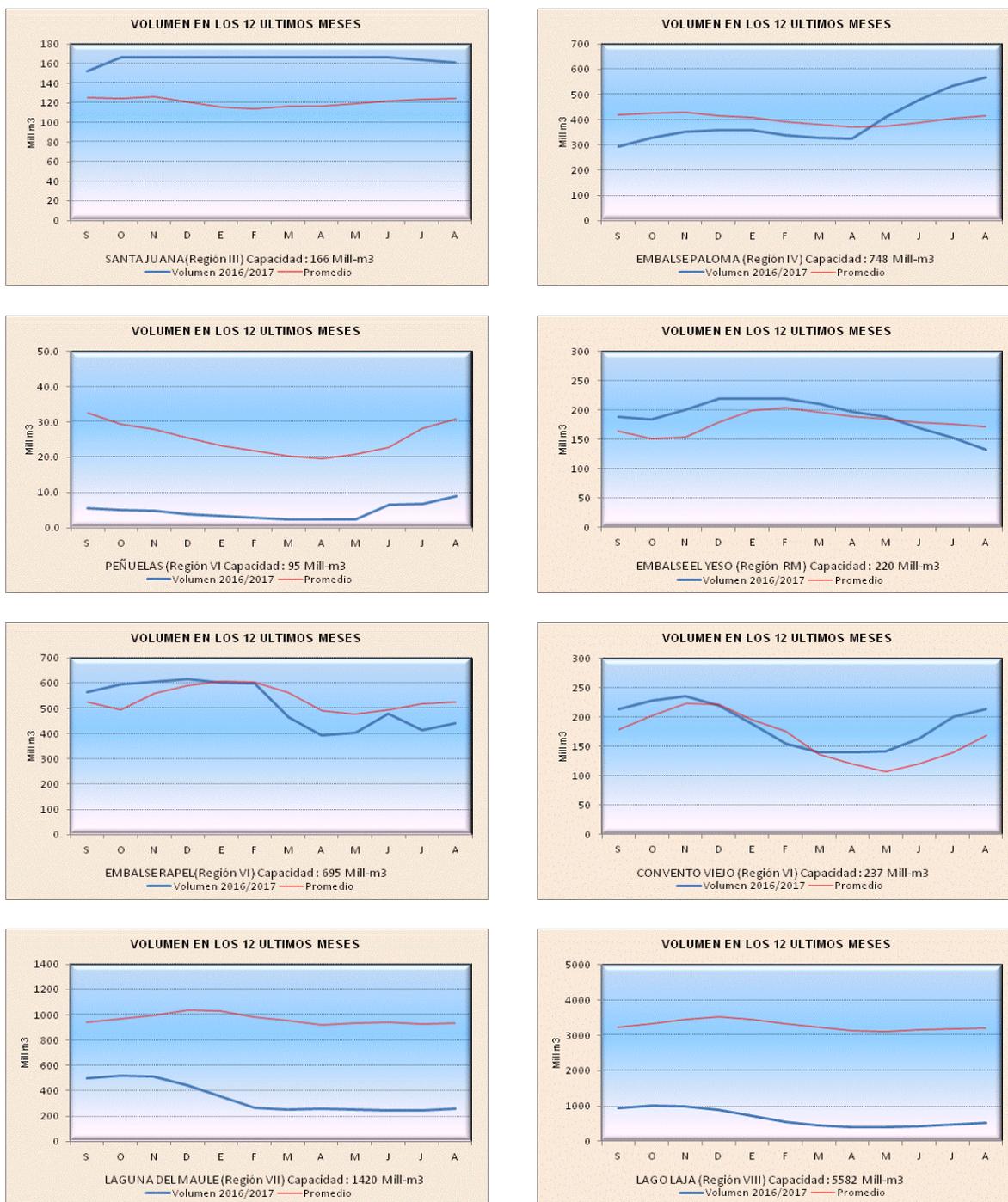


Figura 5

Volúmenes de embalses. Período septiembre 2016-agosto 2017
(mill-m3)



PRONÓSTICO

El pronóstico ha sido elaborado para 19 cuencas comprendidas desde 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 6 se muestran los caudales mensuales pronosticados y se comparan con los caudales correspondientes a diversas probabilidades de excedencia.

Cuadro 4
Pronóstico temporada (2017–2018)
Caudales (m³/s)

| ESTACION | REGION | Sep | Oct | Nov | Dic m ³ /s | Ene | Feb | Mar | Vol. mill-m ³ | Vol.medio mill-m ³ | Vol / Vol.medio | Prob. Exc. % |
|------------------------------|--------|-----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| Copiapó en Pastillo | III | 2.0 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 50 | 47 | 1.07 | 21 |
| Huasco en Algodones | III | 7 | 6 | 6 | 9 | 12 | 8 | 6 | 140 | 178 | 0.79 | 19 |
| Elqui en Algarrobal | IV | 9 | 10 | 12 | 15 | 12 | 10 | 8 | 200 | 260 | 0.77 | 30 |
| Hurtado en San Agustín | IV | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 40 | 71 | 0.56 | 47 |
| Grande en las Ramadas | IV | 3 | 6 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 65 | 110 | 0.59 | 46 |
| Choapa en Cuncumén | IV | 6 | 9 | 12 | 9 | 5 | 3 | 2 | 120 | 262 | 0.46 | 69 |
| Aconcagua en Chacabuquito | V | 13 | 18 | 32 | 35 | 30 | 25 | 18 | 450 | 893 | 0.50 | 84 |
| Putando Resguardo Patos | V | 2 | 4 | 9 | 11 | 5 | 3 | 2 | 95 | 210 | 0.45 | 64 |
| Juncal en Juncal | V | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 5 | 110 | 151 | 0.73 | 85 |
| Mapocho en los Almendros | RM | 3 | 5 | 7 | 6 | 4 | 3 | 2 | 80 | 155 | 0.52 | 77 |
| Maipo en el Manzano | RM | 50 | 75 | 120 | 185 | 170 | 120 | 79 | 2100 | 2914 | 0.72 | 58 |
| Colorado antes junta Maipo | RM | 12 | 17 | 28 | 41 | 45 | 35 | 24 | 530 | 816 | 0.65 | 85 |
| Cachapoal en Puente Termas | VI | 34 | 55 | 95 | 110 | 100 | 83 | 56 | 1400 | 2556 | 0.55 | 87 |
| Claro en Hacienda Las Nieves | VI | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 5 | 3 | 110 | 171 | 0.65 | 84 |
| Tinguiririca en B. Briones | VI | 30 | 35 | 55 | 62 | 58 | 50 | 30 | 840 | 1227 | 0.68 | 82 |
| Teno despues de Junta | VII | 32 | 43 | 50 | 40 | 27 | 19 | 17 | 600 | 1200 | 0.50 | 91 |
| Claro en Los Queñes | VII | 12 | 15 | 17 | 13 | 8 | 6 | 5 | 200 | 324 | 0.62 | 80 |
| Maule en Armerillo | VII | 140 | 250 | 360 | 250 | 150 | 110 | 72 | 3500 | 4598 | 0.76 | 82 |
| Ñuble en San Fabián | VIII | 95 | 130 | 140 | 90 | 55 | 35 | 26 | 1500 | 1664 | 0.90 | 65 |

Nota :

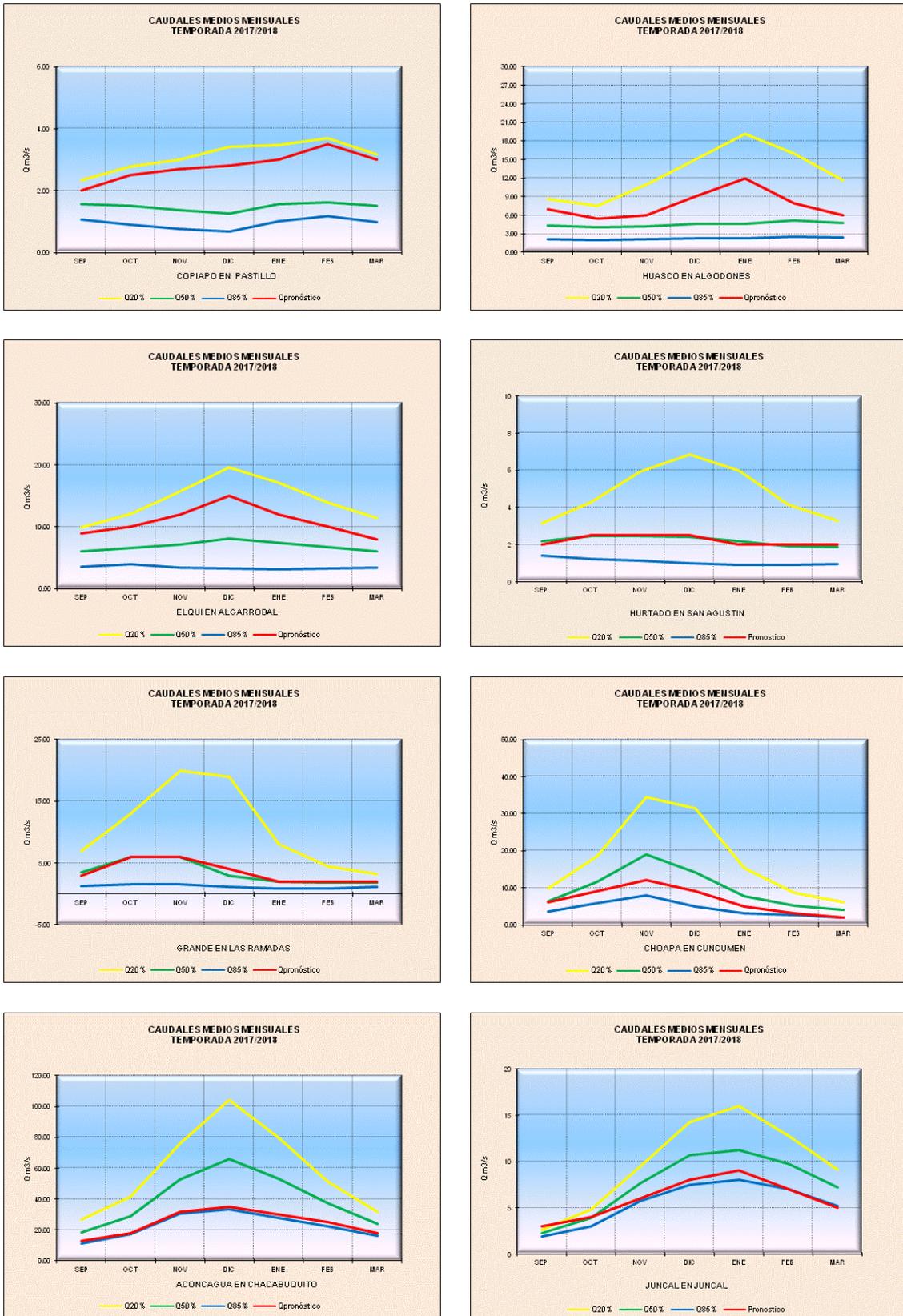
Vol. : Volumen pronosticado para la temporada Sep-Mar, en mill.m³

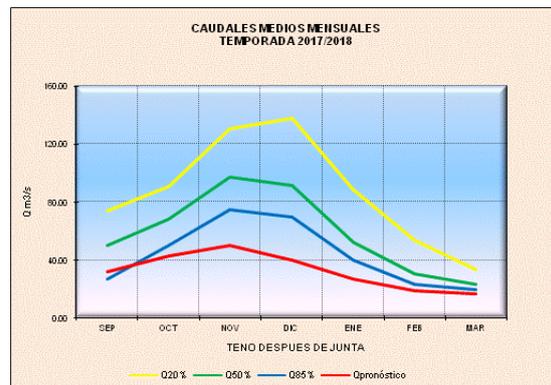
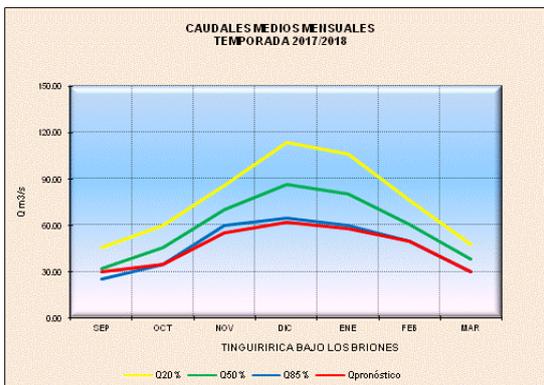
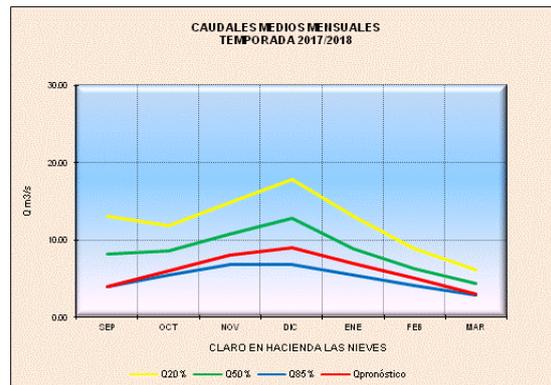
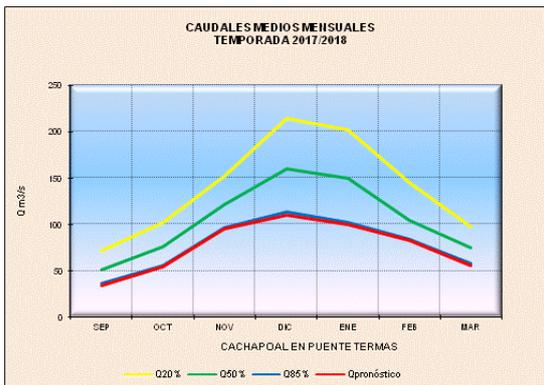
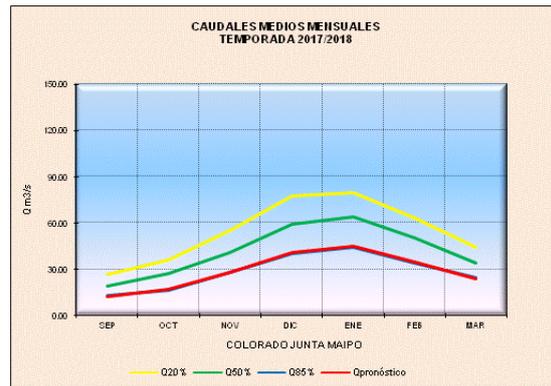
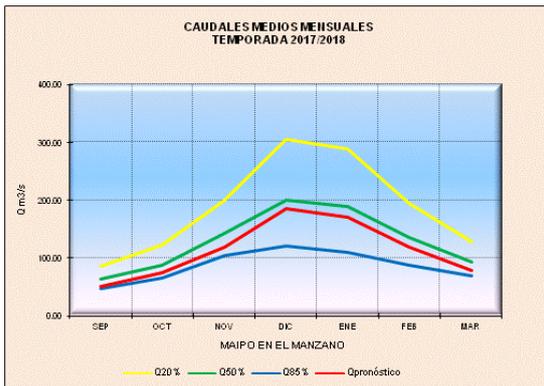
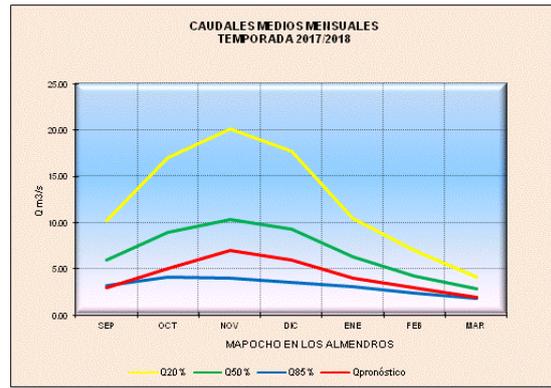
Vol.med. : Volumen promedio para la temporada Sep-Mar, en mill.m³

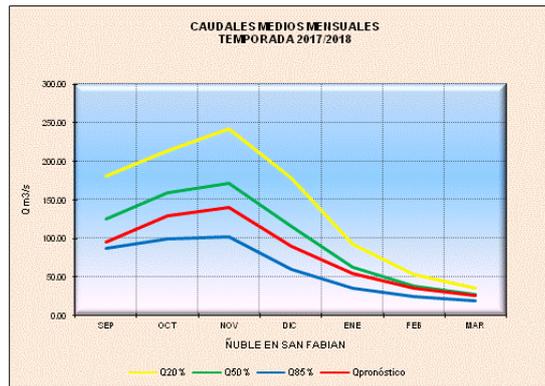
Prob.exc. : **Probabilidad de excedencia:** De 100 años, N° de años en promedio con volúmenes superiores a la presente temporada.

Figura 6

Pronóstico temporada (2017-2018)







CONCLUSIONES

La temporada invernal de este año, base para la predicción de los recursos hídricos de deshielo para la próxima temporada de riego, septiembre - marzo, en términos generales se caracterizó en que las lluvias este año han estado por sobre o cercanos a sus normales en gran parte del tramo que comprende este pronóstico, con excepción de la zona intermedia, entre las regiones de Valparaíso y O´Higgins que muestra valores deficitarios. Por su parte, la acumulación nival está por debajo de sus promedios, siendo las regiones Valparaíso y Metropolitana, las más deficitarias. Con respecto al año pasado, en la presente temporada invernal la nieve acumulada sólo es superior en las regiones del Maule y del Biobío.

- En la zona norte, regiones de Atacama y Coquimbo, para la próxima temporada se esperan caudales inferiores a los de la temporada pasada, ya que la nieve acumulada este año es menor y como consecuencia se esperan volúmenes de deshielo inferiores a los promedios de la temporada. Sin embargo, no se presentarían problemas en la agricultura de riego dado que todos los embalses de la zona (embalses para riego, de regulación interanual) acumulan volúmenes superiores a los de los últimos 7 años y la mayoría prácticamente se encuentran en su capacidad máxima, situación muy diferente a la que se presentaba durante la "megasequía". Por otra parte las grandes lluvias, principalmente en el mes de mayo, favorecieron enormemente la situación en las zonas de secano.
- En la región Metropolitana, los volúmenes acumulados en el embalse El Yeso, aunque bajo su promedio, y considerando los caudales previstos para la cuenca del Maipo, permiten asegurar el abastecimiento de agua potable a la población. En la región de Valparaíso la situación también es positiva en este aspecto, ya que el embalse Los Aromos, dedicado al agua potable, está en su capacidad máxima. Los volúmenes de agua esperados en estas regiones se encuentran bajo sus promedios, y serían similares o algo inferiores al año pasado.
- Más al sur, los volúmenes de deshielo previstos, aun cuando son menores a sus promedios, serán superiores a los del año pasado, debido fundamentalmente a la mayor acumulación nival de esta temporada. Los grandes embalses, Laguna del Maule y Lago Laja, a pesar que han disminuido sus almacenamientos respecto a la temporada pasada, debieran tener una cierta recuperación, por la nieve acumulada y por los caudales esperados en sus respectivas cuencas. En todo caso, se requieren entre tres y cinco años de precipitaciones normales para recuperar sus niveles promedios de almacenamiento.

No se esperan grandes crecidas por deshielos que produzcan daños en la infraestructura, sin embargo y especialmente en las regiones III y IV es necesario advertir a los turistas que no pernocten a orilla de los ríos, pues en esas circunstancias, las crecidas normales que se producen en la noche, fácilmente podrían transformarse en peligrosas.

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.