

# Boletín Climático

*Enero, 2015 — №14*

CEAZA

CEAZA-MET

## RESUMEN EJECUTIVO

El estado actual del sistema hidrológico<sup>1</sup> de la Región de Coquimbo es crítico y deficitario. Termina el año 2014 con todas las variables relacionadas al ciclo hidrológico en valores históricamente negativos; partiendo desde las precipitaciones, las que presentan un déficit de 49 % y la cobertura de nieve en la cordillera, con un déficit de 70 %, lo cual se ve manifestado en los caudales con un déficit actual de 77 %. Finalmente los embalses están con un déficit de 89 %, aproximadamente. Ver figura 1.

Esta situación no solo indica el estado actual de escasez hídrica en la región, sino también el estado que se proyecta a futuro, al menos hasta el próximo invierno de 2015, cuando nuevamente puedan presentarse las precipitaciones que alimentan el sistema. Hasta entonces, los índices se mantendrán en un estado extremadamente crítico.

Con respecto al panorama de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) —que se encuentra en pleno desarrollo— la evaluación de las principales variables atmosféricas (temperatura, presión atmosférica, viento, etc.), indican que es de características débiles, las que se han venido observando durante parte de finales de 2014. No obstante, la posibilidad de reales efectos en el régimen de precipitaciones para el próximo invierno 2015 es incierta. Debido a que se está en la estación seca del hemisferio sur, no se proyectan nuevos aportes al sistema hidrológico de la región.

Se puede concluir que las condiciones proyectadas para 2015, indican un comportamiento bajo el promedio climatológico del sistema hidrológico, en toda la región. No se espera una recuperación de los embalses y caudales durante al menos el primer semestre de 2015 y el déficit hídrico se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores ligeramente por sobre lo normal para la temporada.

Se sugiere acuñar el término de «desertificación», «híper-aridez» o bien «aridización» de la Región de Coquimbo, ya que el término sequía, debido a la magnitud, espacialidad y temporalidad de ésta, no resulta adecuado como una descripción actual de la situación hídrica de la región. En el mismo contexto, se espera que el recurso hídrico se mantenga con escasa disponibilidad durante los próximos meses, lo que también sugiere adoptar desde ya medidas paliativas de largo plazo, esto debido a que la coyuntura climática es más bien una condición normal y permanente para la región, lo que complica la realidad de los sectores productivos, los que van en alza respecto de su demanda hídrica.

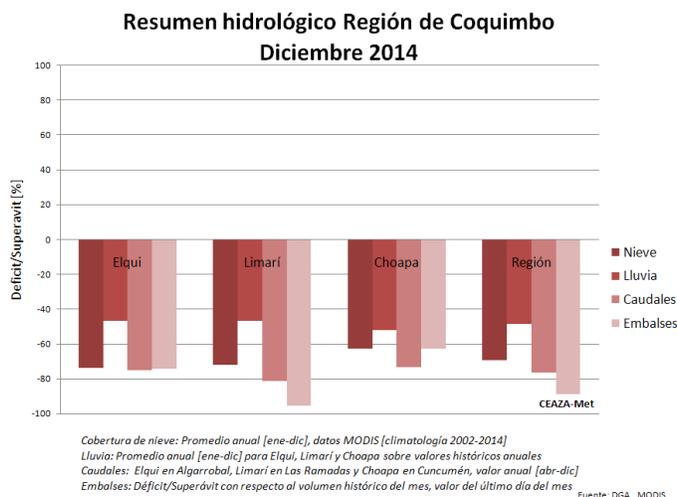


Figura 1: Resumen hidrológico Región de Coquimbo, noviembre 2014

<sup>1</sup>En el gráfico, para la variable «nieve», se toma la cobertura de nieve para el periodo 2002–2013; las variables lluvia, caudales y embalses se basan en datos de la DGA. Para el caso de los embalses, se utiliza como valor normal el 50 % de su capacidad máxima (ver Glosario para más información).



El **CEAZA** tiene como misión promover el desarrollo científico–tecnológico de la Región de Coquimbo, a través de la comprensión de los efectos de las oscilaciones océano–atmosféricas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en zonas áridas y marinas de la región. En el cumplimiento de dicho objetivo, se distribuye el presente informe mensual orientado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, destinado a los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, desarrollo y a los diversos sectores productivos, con tal de proveerles de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza las principales variables atmosféricas, oceanográficas e hidrológicas en la Región de Coquimbo.

La información se presenta por provincia y considera el estado actual y proyección de:

- ENOS (El Niño–Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa
- Estado de principales embalses de la región

En adición al diagnóstico y proyección anterior, se acompañan herramientas y análisis los que pueden ser de utilidad para los sectores agrícola y acuícola.

Este informe es financiado por el **Gobierno Regional de Coquimbo**, en el marco del proyecto FIC–R 2011 denominado «*Implementación de una red de monitoreo meteorológico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito agrícola y acuícola de la Región de Coquimbo*».

## Índice

1. Proyección de ENOS	1
2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)	2
3. Diagnóstico de Variabilidad Climática	3
4. Variabilidad Térmica	4
4.1. Análisis Agronómico . . . . .	4
5. Evapotranspiración Potencial $ET_0$	5
5.1. Análisis Agronómico . . . . .	5
6. Grados Día (base 10°C)	6
6.1. Análisis Agronómico . . . . .	6
7. Precipitaciones	8
8. Índice EVI	9
9. Cobertura Nival	10
10. Estado de Caudales	11
10.1. Pronóstico de Caudales . . . . .	12
11. Estado de los Embalses	13
12. Datos adicionales	15
13. Conclusiones	16
14. Glosario	17
15. Créditos	18

## Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, noviembre 2014 . . . . .	i
2.	Anomalías promedio TSM de última semana de diciembre. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981–2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <a href="http://cpc.ncep.noaa.gov/">http://cpc.ncep.noaa.gov/</a> ) . . . . .	1
3.	(a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en diciembre. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <a href="http://iri.columbia.edu/">http://iri.columbia.edu/</a> ) . . . . .	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM (Fuente: NOAA – <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a> ) . . . . .	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre enero–febrero–marzo de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas, colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – <a href="http://www.ecmwf.int/">www.ecmwf.int/</a> ) . . . . .	2
6.	Velocidad y dirección de los flujos de viento <i>m/s</i> promedio predominantes en noviembre (a) y diciembre (b) de 2014. Datos de re–análisis NCEP/FNL ( <a href="http://rda.ucar.edu/">http://rda.ucar.edu/</a> ) . . . . .	3
7.	Promedios de temperatura a 2 <i>m</i> diaria en diciembre de 2014 obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZA–Met . . . . .	4
8.	(a) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZA–MET. (b) Comparativa con igual mes del año anterior. . . . .	5
9.	Precipitación promedio diaria durante el mes de diciembre . . . . .	8
10.	Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <a href="http://reverb.echo.nasa.gov">http://reverb.echo.nasa.gov</a> . . . . .	9
11.	Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y secano de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal . . . . .	9
12.	(a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área > 2500 <i>msnm</i> ) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celeste—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa . . . . .	10
13.	Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA . . . . .	11
14.	Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c) Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90 % del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico. . . . .	12
15.	Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2008–2014 . . . . .	13
16.	Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima . . . . .	14

## Índice de tablas

1.	Grados Día acumulados en la red CEAZA–Met en la región . . . . .	6
2.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos siete meses . . . . .	8
3.	Caudales año hidrológico 2014–2015 <i>vs</i> histórico . . . . .	11
4.	Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje) . . . . .	13
5.	Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA–MET . . . . .	15
6.	Pronóstico de Mareas. <i>Fuente: SHOA</i> . . . . .	15

# 1. Proyección de ENOS

Las anomalías en la TSM<sup>2</sup>, en la zona NIÑO3.4<sup>3</sup> (figura 2), en diciembre, continúan mostrando tendencia positiva, superando 1°C de anomalía. La zona del NIÑO1+2 también muestra anomalías positivas. Así, finalizado diciembre, se cumple el segundo trimestre con anomalías con promedio de +0,8°C, lo que concreta el desarrollo de un evento de El Niño de señal débil (para denominar evento de El Niño o La Niña deben haber al menos tres meses consecutivos con valores bajo o sobre ±0,5°C). Sin embargo, no ha sido evidente un acoplamiento entre las anomalías (TSM) y el comportamiento del componente atmosférico (i.e., presión atmosférica, viento, precipitaciones, etc.). Esto, se ha traducido en que los efectos de este fenómeno no sean los que se esperarían y por lo tanto, sus futuros efectos mucho más inciertos.

Las tendencias de los modelos tanto dinámicos como estadísticos continúan indicando que durante el presente trimestre diciembre-enero-febrero seguirá el desarrollo de este Niño-débil, con su máximo de señal durante febrero. A partir de marzo, comenzaría su debilitamiento y decaimiento proyectando condiciones neutrales para el próximo semestre.

El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá al menos durante el primer semestre del año 2015 (66 % de probabilidad, figura 3b).

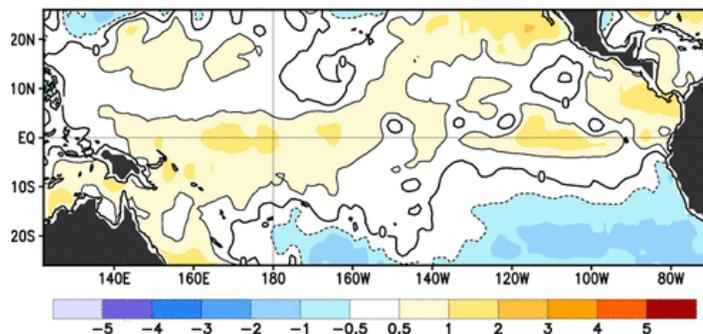
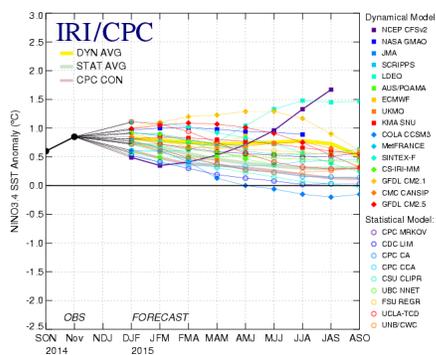
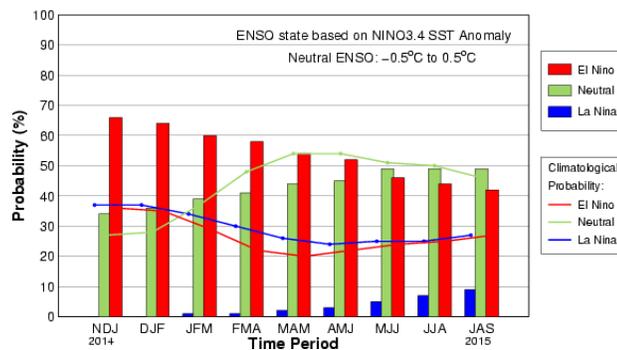


Figura 2: Anomalías promedio TSM de última semana de diciembre. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981-2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>)



(a) Pluma: Predicción Modelos



(b) Consenso: CPC/IRI ENOS

Figura 3: (a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en diciembre. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <http://iri.columbia.edu/>)

<sup>2</sup>TSM = Temperatura Superficial del Mar

<sup>3</sup>Para mayor información sobre las zonas de El Niño, ver en **Glosario** el punto «El Niño zonas»

## 2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de noviembre frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 14 y 15°C aproximadamente, lo que indica temperaturas ligeramente más cálidas que el mes anterior. La anomalía de temperatura (figura 4b) se encontró entre -2 y -1°C, nuevamente más frías con respecto al promedio climatológico (1971–2000).

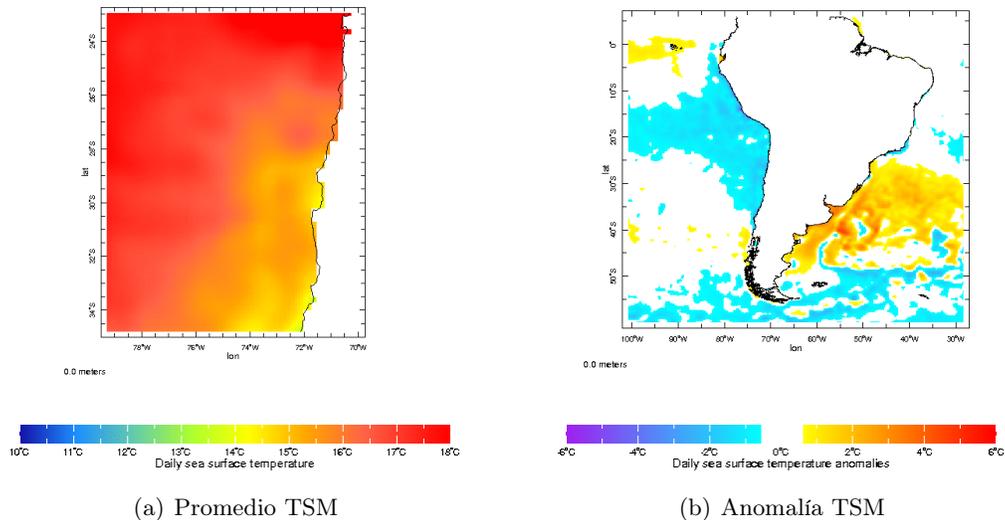


Figura 4: (a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM (Fuente: NOAA – <http://www.noaa.gov/>)

De acuerdo a los pronósticos generados por la agencia europea de pronósticos (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*, ECMWF), se proyecta que para el trimestre enero–febrero–marzo la TSM en las costas de la Región de Coquimbo presente anomalías cercanas a los -0.5°C, es decir que sus valores estarán cercanos al promedio climatológico (figura 5), lo que además implicaría que las actividades acuícolas no se verán afectadas por eventos especiales asociados a valores anómalos de esta variable.

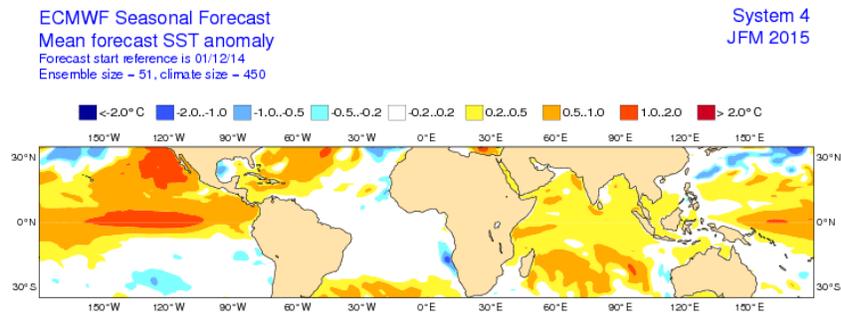


Figura 5: Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre enero–febrero–marzo de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas, colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – [www.ecmwf.int/](http://www.ecmwf.int/))

### 3. Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos<sup>4</sup> predominantes (figura 6), muestra un debilitamiento de éstos, de un mes a otro. Esto sugiere un leve reforzamiento del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS) y por lo tanto, coherente con el inicio del verano 2014-2015.

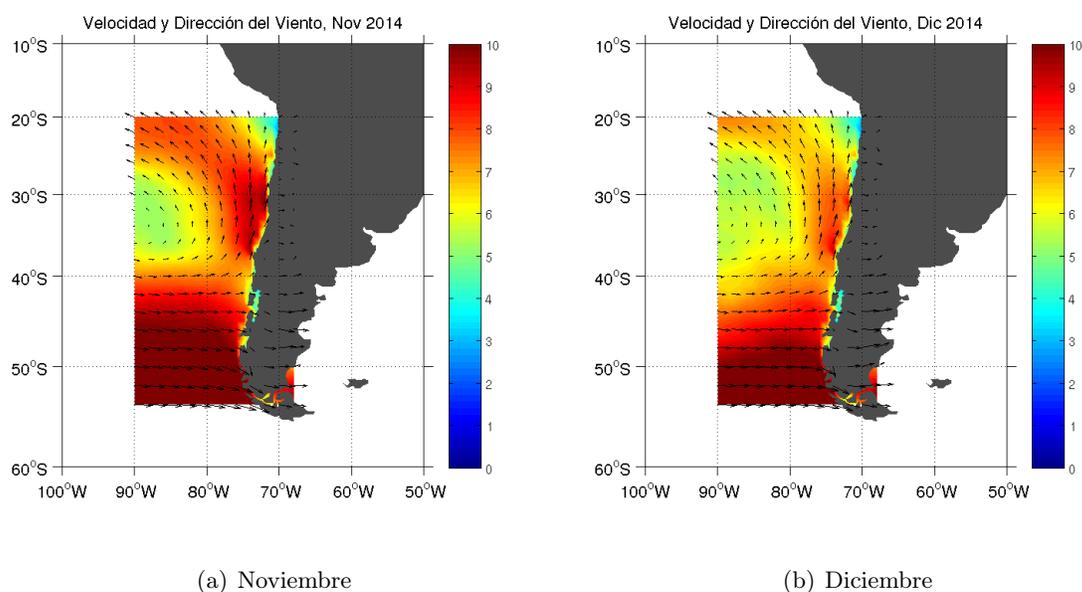


Figura 6: Velocidad y dirección de los flujos de viento  $m/s$  promedio predominantes en noviembre (a) y diciembre (b) de 2014. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>)

<sup>4</sup>Flujos predominantes se refiere a los vientos que típicamente soplan en la zona en cuestión.

## 4. Variabilidad Térmica

Durante el mes de diciembre, en general se aprecian temperaturas promedio más altas —en comparación con el mes anterior— promediando  $18^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). Este leve aumento en las temperaturas se asocia al inicio del verano. La Provincia de Elqui —nuevamente— muestra mayor homogeneidad en sus valores, relacionado a la persistencia de nubosidad costera.

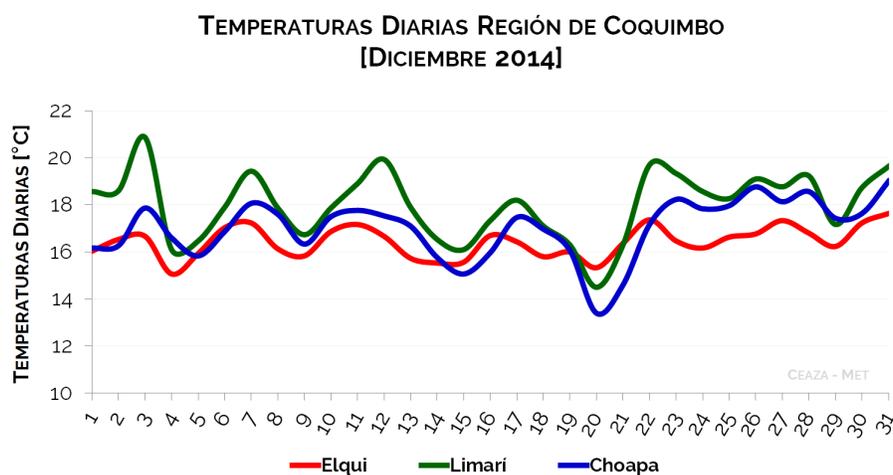


Figura 7: Promedios de temperatura a 2m diaria en diciembre de 2014 obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZA–Met

### 4.1. Análisis Agronómico

El comportamiento de las temperaturas ha evolucionado acorde al desarrollo de la época estival. Es importante destacar que este aumento de las temperaturas se vuelve más notorio en las partes altas (interiores) de los valles, en donde actualmente se está en periodo de cosecha. Producto de la actual escasez hídrica, la menor reposición de agua a los cultivos y el menor follaje de los mismos, podrían presentarse altos niveles de deshidratación en la fruta y algunos problemas fisiológicos como *pardeamiento*, desgrane, partiduras, entre otros. Se recomienda asegurar los riegos, ajustando tasas y frecuencias de riego acorde a la actual disponibilidad de recurso hídrico, para disminuir la incidencia de estos problemas.

## 5. Evapotranspiración Potencial $ET_0$

La Evapotranspiración Potencial ( $ET_0$ , figura 8a) sigue su patrón anual típico manteniendo en diciembre valores entre 150 y 180  $mm/mes$  para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de  $ET_0$  (figura 8b), los valores son ligeramente más altos —excepto en Choapa, donde ocurre lo contrario—, a pesar de que las temperaturas, en promedio, estuvieron más altas.

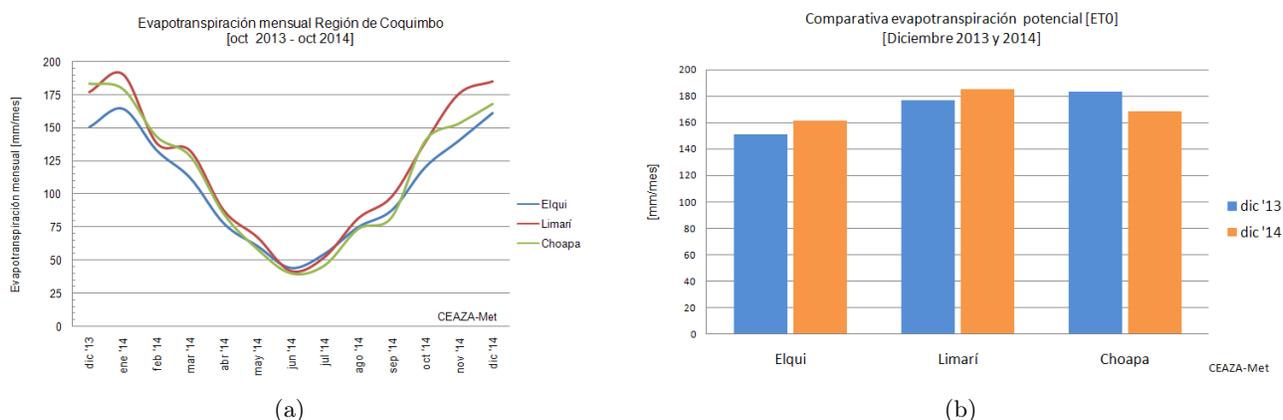


Figura 8: (a) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZA–MET. (b) Comparativa con igual mes del año anterior.

### 5.1. Análisis Agronómico

Si bien las tasas de evapotranspiración han sido normales para la época, se observa un leve aumento en relación a igual fecha de la temporada anterior. En el caso de la cuenca de Choapa, los niveles han sido levemente más bajos, debido a un mayor número de días con nubosidad. Las tasas de evapotranspiración más altas registradas en las cuencas de Elqui y Limarí provocarán un aumento en las demandas hídricas de los cultivos, lo que acentuará la actual situación de escasez que vive la región. Esta tendencia debería mantenerse durante toda la época estival.

## 6. Grados Día (base 10°C)

Los Grado Día acumulados, calculados a partir del 15 de agosto de 2014, muestran que a igual fecha del año pasado, ha habido una normal acumulación de calor. Los valores en color azul indican una acumulación *anormalmente* mayor que a igual fecha del año anterior. Mientras que los valores en color verde indican que la mayor acumulación está dentro de los parámetros normales; el color rojo indica que el calor acumulado el año anterior a igual fecha es mayor (i.e., déficit de calor). Sin embargo, hay apenas una cifra en este último color, debido principalmente al alza de calor generalizado en la región.

Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2014-08-15		
Estacion	GD Acumulados	GD Acumulados
	2014-12-31	2013-12-31
Cachiyuyo	1264(-1%)	1282
Punta de Choros	500(-1%)	505
Punta Colorada	822(-)	-
Isote Pájaros	470(-8%)	510
La Serena [El Romeral]	589(-2%)	602
La Serena - CEAZA	567(-)	-
Rivadavia	1155(+2%)	1137
UCN Guayacan	608(+4%)	586
Gabriela Mistral	565(-2%)	574
Coquimbo [El Panul]	580(-1%)	584
Vicuña [INIA]	954(+2%)	933
Pan de Azúcar [INIA]	584(-3%)	600
Pisco Elqui	1106(+2%)	1084
El Tapado	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	112(-32%)	165
Punta Lengua de Vaca	464(-)	-
Andacollo	953(-)	-
Las Cardas	779(+3%)	755
Tongoy Balsa CMET	600(-)	-
Hurtado [Lavaderos]	1142(+1%)	1126
Pichasca	984(+6%)	931
Quebrada Seca	827(+3%)	805
Laguna Hurtado	354(-10%)	392
Ovalle [Talhuén]	727(+3%)	709
Algarrobo Bajo [INIA]	863(+6%)	811
Camarico [INIA]	806(+5%)	771
Rapel	912(+4%)	875
Los Molles [Bocatoma]	284(-9%)	311
El Palqui [INIA]	1070(+2%)	1054
Combarbalá	1154(-)	-
Tascadero	2(-)	-
Canela	652(+7%)	608
Huintil	531(+7%)	494
Mincha Sur	587(+17%)	502
Illapel [INIA]	748(+6%)	707
Huaitatas	2(-)	-
Salamanca [Chillepin]	861(+1%)	849
Senda Darwin	89(-)	-

Tabla 1: Grados Día acumulados en la red CEAZA–Met en la región

### 6.1. Análisis Agronómico

*Vid de mesa:* actualmente se encuentra en plena cosecha en los sectores altos de los valles. Debido a la restricción hídrica que ha enfrentado esta especie, especialmente en el periodo de pre-pinta a madurez fisiológica, se han presentado serios problemas de calibre. Además se observa fruta con una consistencia o firmeza por debajo de lo normal, lo cual ha incidido fuertemente en el porcentaje de desgrane que ha presentado, así como el aumento en la incidencia de *botrytis* en post-cosecha. Todo lo anterior redundo en un deterioro de la capacidad de viaje de esta fruta, lo que implica modificar los mercados de destino. En relación con las variedades tardías producidas en la zona (Limarí), se encuentran bien en términos de color, pero con problemas de calibre.

En términos de rendimiento las mermas superaron el 50%. Muchos de los cuarteles que fueron traba-

jados con destino de exportación no pudieron ser cosechados, debido a la falta de agua en el último mes (diciembre). Finalmente se espera que entre un 55 a 60 % de las cajas no se exporten.

Dado el avance de la temporada y las condiciones actuales en la cuenca del Limarí, se estima como probable que solo se exporte un tercio de la producción en relación con un año normal.

*Vid Pisquera:* aquellos cuarteles que se han podido regar «bien», es decir, con tasas de riego a la fecha de 3000 m<sup>3</sup>/Há, para terminar con 4000 a 4200 m<sup>3</sup>/Há temporada, se esperan reducciones en los rendimientos cercanos al 30 %. En general, en esta especie no se han presentado grandes problemas fitosanitarios.

*Vid Vinífera:* en el caso de las variedades blancas (*Chardonnay, Sauvignon Blanc*) se encuentran finalizando pinta. En contra partida las cepas tintas se encuentran iniciando esta etapa fenológica. Para ambas variedades se observan racimos y bayas de escaso desarrollo, todo derivado del gran estrés hídrico al que han sido sometidas, especialmente post-caja y ahora en la fase de pinta. En aquellos viñedos regados con tasas entre los 2000 a 3000 m<sup>3</sup>/Há temporada, se esperan rendimientos de alrededor de 5 a 6 Ton/Há. En aquellos viñedos que solo alcanzaron tasas de riego de 2000 a 2200 m<sup>3</sup>/Há temporada, se estiman producciones en el orden de las 3 a 5 Ton/Há.

En términos fitosanitarios, se han presentado problemas importantes de *oídio*, especialmente en variedades blancas.

Producto del estrés hídrico al cual han sido sometidos los viñedos se espera una cosecha temprana. Por lo cual se estima un inicio de cosecha para las variedades blancas a finales de febrero y principios del mismo mes para aquellas variedades blancas destinadas a la elaboración de espumantes. En general se esperan mermas en los rendimientos en torno al 50 %.

*Nogales:* esta especie actualmente presenta un menor desarrollo foliar, derivado del estrés hídrico al cual ha sido sometido. Se observan calibres normales, sin grandes variaciones. En relación con los rendimientos esperados estos rondarían entre un 60-70 % del potencial productivo. En cuanto a aspectos fitosanitarios, se han presentados problemas importante de araña.

*Almendros:* en el caso de la variedad *Non Pareil*, ésta se encuentra en la fase de apertura de pelón, lo cual implica que el periodo de cosecha debería iniciarse entre el 2 y 9 de febrero. En el caso de las demás variedades, sus cosechas deberían comenzar en la segunda quincena del mes de febrero. En relación con los rendimientos esperados, se estima que estos deberían estar cercanos al 50-60 % del potencial productivo.

Actualmente las tasas de riego aplicadas a esta especie varían entre los 2200 a 4000 m<sup>3</sup>/Há según la disponibilidad de agua, y si se redujo o no la superficie regada. Esta gran variabilidad se explica por una estrategia productiva adoptada por los agricultores, en donde se conjugaron los volúmenes con los cuales contarían —vía canal— más los volúmenes que ellos podrían suplir vía pozos profundos. Con esta información se procedió a calcular los volúmenes mensuales totales y de esta manera conocer cuántos metros cúbicos se aplicarían por hectárea (esto en el caso de aquellos productores que decidieron regar toda la superficie cultivada). Esta estrategia fue adoptada debido a que el almendro es una especie capaz de resistir de buena manera el estrés hídrico, por lo cual optaron por regar la totalidad de los huertos. Sin embargo, esto va en desmedro del desarrollo foliar y de elementos productivos (dardos), lo cual sin duda implicará problemas de fructificación para la temporada siguiente y por ende reducción de las futuras producciones.

Esta estrategia puede ser extrapolada a las demás especies analizadas en este boletín, con resultados muy dispares y que se podrán evaluar una vez que termine la temporada de cosecha de cada una.

## 7. Precipitaciones

Durante el mes de diciembre no hubo eventos de precipitaciones. Inicia el verano en la Región de Coquimbo, como muestran la tabla 2 y figura 9.

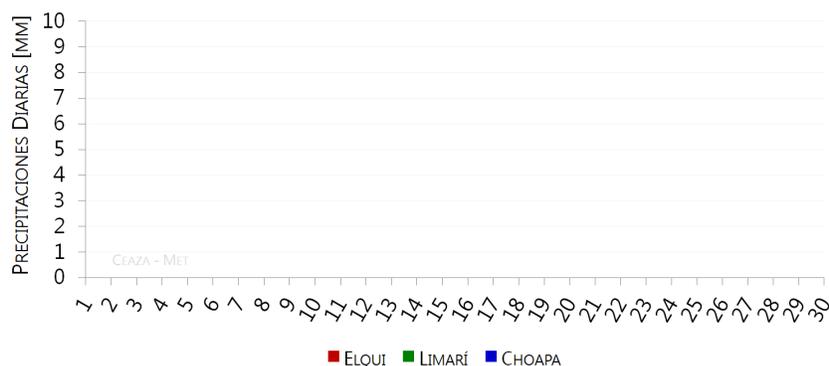


Figura 9: Precipitación promedio diaria durante el mes de diciembre

Estación	May '14	Jun '14	Jul '14	Aug '14	Sep '14	Oct '14	Nov '14	Dec '14	Total Estación (mm)
Punta Colorada	0.5	28.6	0	0.5	10.2	0.1	0	0.3	40.2
La Serena [El Romeral]	0.1	24.5	0.1	0.1	17.2	0	0	0.7	42.7
La Serena - CEAZA	-	-	(2)0.1	1.3	18.8	0.7	0	0.3	21.2
Rivadavia	0	27.4	0	1.3	6.6	0	0	0	35.3
Gabriela Mistral	0.7	52.8	0.2	1.9	13.8	0.9	0.2	0.2	70.7
Coquimbo [El Panul]	0	0.6	0.4	2	13.1	1.1	0.1	0.3	17.6
Vicuña [NIA]	0	32.2	6.2	1.8	17.3	0	0	0	57.5
Pan de Azúcar [NIA]	0.6	49.9	0	0.7	11.5	0.2	0	0.4	63.3
Pisco Elqui	0	43.9	0	0	8.7	0	0	0	52.6
Andacollo	0	49	0.3	0.8	11.8	0.5	0	0	62.3
Las Cardas	0.4	52.2	0	3.1	13.1	0.1	0	0.3	69.2
Hurtado [Lavaderos]	0	35.2	0.6	1	9.9	0	0	0	46.7
Pichasca	0	39.9	0.9	0	12.5	0	0	0	53.3
Quebrada Seca	1.3	59.4	0	0.8	9.2	0	0	0	70.6
Laguna Hurtado	(1)0	(2)6.6	0	(1)0.3	(1)6.1	(1)0	(1)0	(1)0	13
Ovalle [Talhuén]	0.3	54.7	0.4	0.9	10.6	0	0	0	66.9
Algarrobo Bajo [NIA]	(2)0.3	(2)32.6	(1)0	0.5	10.7	0	0	0	44.1
Camarico [NIA]	1.1	64	0.6	2.5	12.2	0.5	0	0	80.9
Los Molles [Bocatomá]	(1)0.8	62.4	4.6	39	(1)27.6	(1)0	(1)0.2	0	134.6
El Paiqui [NIA]	0	68	1	1.9	8.8	0.2	0	0	79.9
Combarbalá	1.3	69	0.7	2.8	11	1.5	1.1	0	87.4
Canela	3.5	59.2	8.8	4.4	11.8	0	0.5	0.1	88.3
Mincha Sur	1.6	72.7	7.5	10.8	12.3	0.3	0	0	105.2
Illapel [NIA]	7.1	66.7	5.1	3.8	16.6	0	0	0	99.3
Salamanca [Chillepin]	5.8	85.3	4.5	14.3	12.6	0	0	0	122.5
Promedio Red (mm)	1	45.5	1.7	3.9	12.6	0.2	0.1	0.1	

Tabla 2: Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos siete meses

## 8. Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI<sup>5</sup>) para el mes de diciembre sigue mostrando anomalías negativas en gran parte de la región salvo pequeños sectores cordilleranos, los cuales muestran áreas verdes (figura 10). Estas áreas verdes, al ser tan pocas, indican que los valores siguen muy por debajo de lo normal (figura 11).

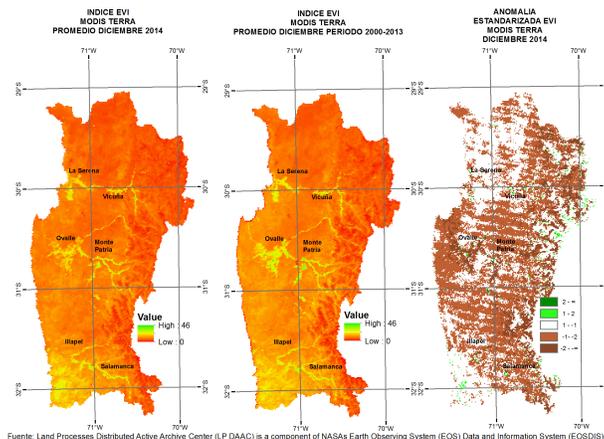


Figura 10: Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>)

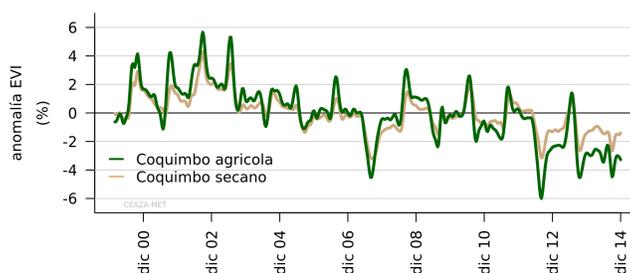


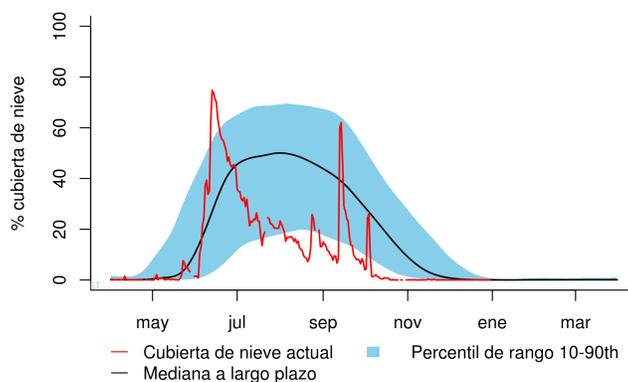
Figura 11: Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y secano de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal

<sup>5</sup>Desde agosto de 2014, se incorpora el EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Índice de Vegetación Mejorado), el cual se encuentra presente en el mismo set de datos de los productos MODIS MOD13A3. La razón de esta incorporación responde a que existen problemas de sobrestimación de los valores NDVI para zonas áridas y semiáridas o con baja densidad de vegetación, lo que lleva a una distorsión del fenómeno. En cambio, el EVI pertenece a la nueva generación, donde se han perfeccionado estos problemas minimizando por una parte el efecto del brillo del suelo, responsable de la saturación y por otro, de corregir la perturbación de la atmósfera por los aerosoles. Para más información ver Huete et al., 2002; Ramon Solano, Kamel Didan & Huete, 2010.

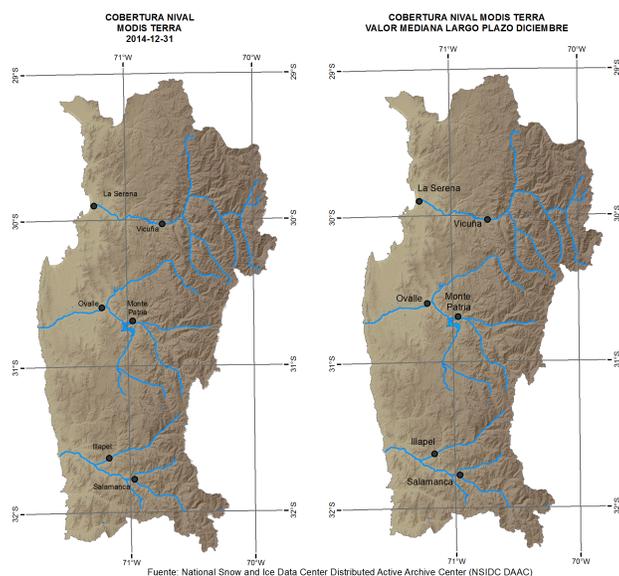
## 9. Cobertura Nival

El mes de noviembre presenta el siguiente resumen estadístico en relación a la cobertura nival:

Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa terminan el respectivo mes sin valores de cobertura nival. En relación al valor medio esperado para esta fecha, éste debería estar cercano al 8% de la cobertura nival regional (i.e.,  $1440Km^2$ , aproximadamente).



(a)



(b)

Figura 12: (a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área  $> 2500msnm$ ) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celestre—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa

## 10. Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2014–2015, indican que las tres cuencas tienen valores todavía muy bajos respecto del caudal medio histórico para este mes (tabla 3). Para las tres cuencas los valores estuvieron más bajos que el mes pasado. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran hasta un 23.5 % de los valores históricos para el mismo mes. Para el periodo de 1980–2014, este corresponde al caudal de diciembre más bajo registrado en Elqui y Limarí y al segundo más bajo para Choapa.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	abr/dic
Elqui	Elqui en	Caudales ( $m^3/s$ )	3,40	2,90	3,29	3,04	2,79	2,47	2,16	2,25	2,14	2,71
	Algarrobal	% del promedio histórico	39	36	43	38	34	29	21	15	10	25
Limarí	Grande en Las	Caudales ( $m^3/s$ )	0,96	0,89	1,04	0,99	0,95	0,95	0,91	0,72	0,59	0,88
	Ramadas	% del promedio histórico	49	44	45	33	28	20	11	7	8	19
Choapa	Choapa en	Caudales ( $m^3/s$ )	2,16	2,05	2,23	2,13	2,25	2,42	5,76	2,86	2,21	2,67
	Cuncumen	% del promedio histórico	50	49	50	46	38	32	39	12	10	27

Tabla 3: Caudales año hidrológico 2014–2015 vs histórico

En la Región de Coquimbo, la baja sostenida de caudales en relación a la media histórica (indicado en  $m^3/s$  en la figura 13), se mantienen todas en niveles mínimos. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 13a) se mantiene por cinco años aproximadamente; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 13b), mantiene este mismo comportamiento los mismos cinco años; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 13c) mantiene esta condición por cuatro años, aproximadamente.

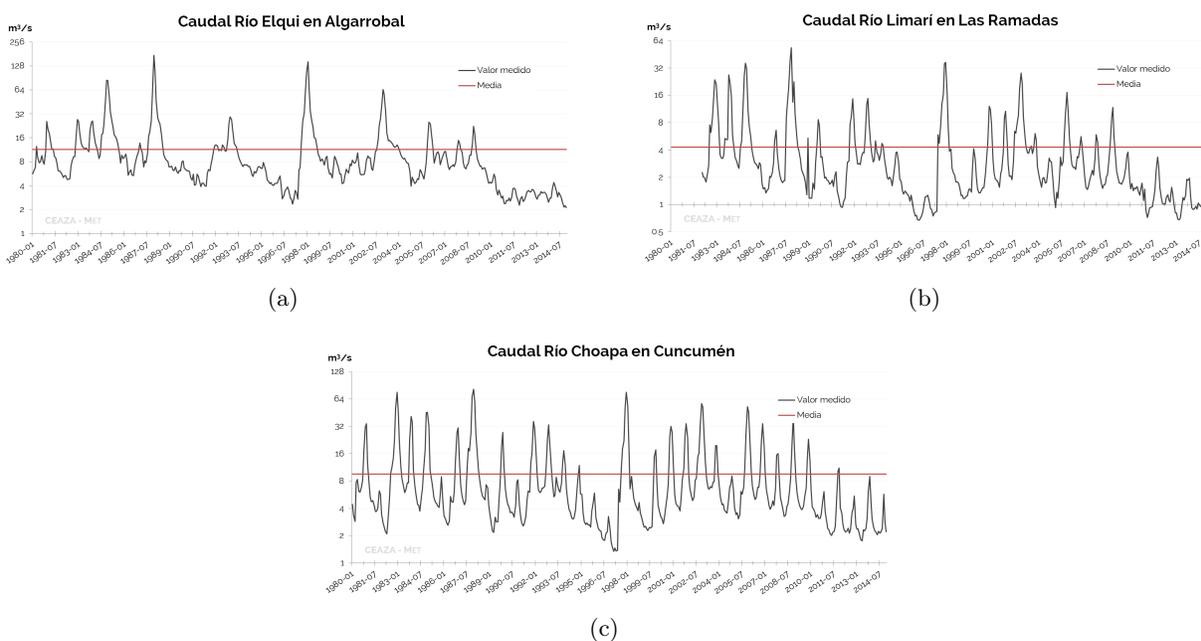


Figura 13: Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA

### 10.1. Pronóstico de Caudales

Existen relaciones históricas entre los caudales de noviembre y los caudales de verano (diciembre a marzo). Además, existe una relación entre la precipitación de montaña de invierno y los caudales de verano. Estas relaciones se han combinado para proporcionar un pronóstico de caudales de verano. Teniendo en cuenta los caudales actuales y la precipitación observada este invierno, la experiencia indica que hay probabilidad de 80% que los caudales del próximo verano estarán dentro de los límites del pronóstico dado.

#### *Elqui en Algarrobal:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80% de probabilidad que estos sean entre  $2,5 \pm 0,3m^3/s$ .

#### *Río Grande en Las Ramadas:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80% de probabilidad que estos sean entre  $0,7 \pm 0,2m^3/s$ .

#### *Choapa en Cuncumen:*

El Pronóstico de caudales promedio para noviembre–febrero es de 80% de probabilidad que estos sean entre  $1,7 \pm 0,3m^3/s$ .

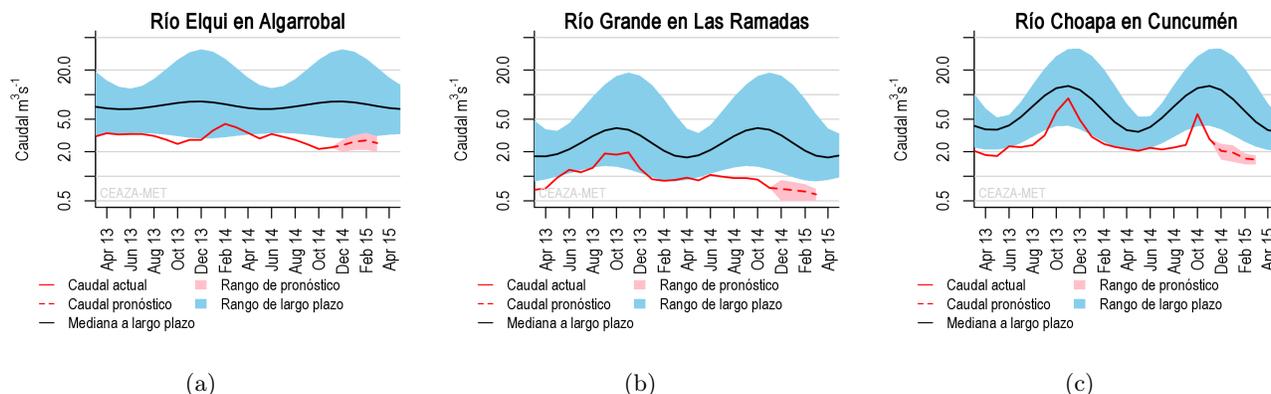


Figura 14: Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c) Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90% en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90% del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico.

## 11. Estado de los Embalses

La cantidad de agua embalsada de todos los embalses disminuyó en noviembre (tabla 4) aunque hubo un leve aumento en Corrales en Choapa. Si se les compara a igual fecha del año pasado, todos los embalses —a excepción de Puclaro— están bajo de su nivel

Elqui tiene  $39,2MMm^3$  de agua en los embalses, lo que corresponde al 16% de su capacidad máxima, con más agua embalsada en la parte alta —embalse La Laguna— que río abajo en Puclaro (figura 15a).

Limarí tiene  $26,7MMm^3$  de agua, lo que corresponde solo al 2,7% de su capacidad máxima, con la mayor parte de este ( $23MMm^3$ ) en el embalse La Paloma (figura 15b).

Choapa tiene  $22,8MMm^3$ , 30,2% de su capacidad máxima, de los cuales la mayoría ( $21,6MMm^3$ ) se encuentran en el embalse Corrales (figura 15c).

Provincia	Embalse	Capacidad $MMm^3$	Estado Actual $MMm^3$	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	22,7	24	-7	-24	13a
	Puclaro	200	16,5	128	-2	+4	
	Cogotí	140	0	83	0	0	
Limarí	Paloma	750	23,5	415	-1	-3	13b
	Recoleta	100	3,3	66	-1	-5	
	Corrales	50	26,6	42	-6	-23	
Choapa	El Bato	26	1,2	15,3	-2	-14	13c
	Culimo	10	0	3,8	0	-	

Tabla 4: Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje)

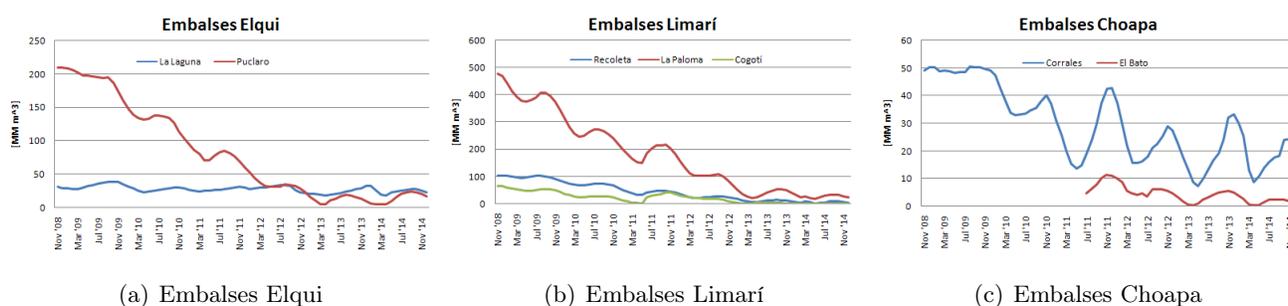


Figura 15: Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2008–2014

El volumen total embalsado en la región al 31 de diciembre es de un 7% de la capacidad (i.e.,  $88,7MMm^3$  de  $1315,5MMm^3$ ). Para el periodo 2008–2014 cada cuenca presenta el valor más bajo registrado durante el mes de diciembre. Por lo tanto, lo mismo ocurre para la región en general (figura 16).

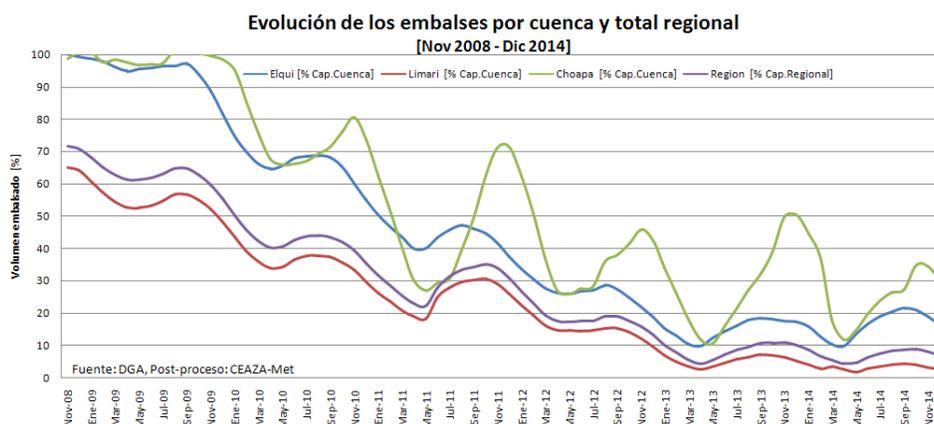


Figura 16: Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima

## 12. Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar<sup>6</sup>:

Fecha	P.Colorada	La Serena	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur
May-14	168	142	159			164	141	139
Jun-14	141	106	134			135	107	104
Jul-14	152	125	147	143		137	112	104
Ago-14	200	167	200	206	187	194	160	150
Sep-14	240	191	233	243	214	223	188	185
Oct-14	295	246	299	322	276	312	282	263
Nov-14	340	280	344	361	330	350	327	311
Dic-14	362	302	377	399	352	393	346	307

Tabla 5: Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA–MET

A continuación se muestra el pronóstico de mareas para las próximas semanas. Los valores de este pronóstico están dados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). Los valores están presentados por día y hora de la *Pleamar* (P) y *Bajamar* (B) en metros.

Fecha	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura
2015-01-06	05:13	0.39B	10:58	1.17P	16:39	0.47B	23:10	1.57P
2015-01-07	05:50	0.39B	11:36	1.16P	17:16	0.49B	23:45	1.52P
2015-01-08	06:25	0.42B	12:15	1.15P	17:53	0.54B		
2015-01-09	00:18	1.46P	07:00	0.45B	12:53	1.13P	18:31	0.59B
2015-01-10	00:51	1.39P	07:35	0.49B	13:34	1.12P	19:12	0.65B
2015-01-11	01:26	1.31P	08:13	0.53B	14:20	1.12P	20:01	0.70B
2015-01-12	02:05	1.22P	08:54	0.57B	15:14	1.13P	21:04	0.75B
2015-01-13	02:53	1.14P	09:43	0.59B	16:17	1.15P	22:25	0.76B
2015-01-14	03:56	1.07P	10:38	0.60B	17:23	1.20P	23:50	0.73B
2015-01-15	05:15	1.02P	11:33	0.60B	18:21	1.28P		
2015-01-16	01:00	0.66B	06:32	1.02P	12:27	0.57B	19:12	1.36P
2015-01-17	01:54	0.58B	07:32	1.04P	13:16	0.53B	19:57	1.45P
2015-01-18	02:40	0.48B	08:22	1.08P	14:04	0.47B	20:41	1.54P
2015-01-19	03:22	0.40B	09:07	1.14P	14:50	0.41B	21:24	1.62P
2015-01-20	04:04	0.32B	09:51	1.19P	15:37	0.36B	22:08	1.68P
2015-01-21	04:46	0.26B	10:36	1.24P	16:24	0.33B	22:53	1.71P
2015-01-22	05:28	0.23B	11:23	1.28P	17:14	0.32B	23:39	1.69P
2015-01-23	06:13	0.23B	12:12	1.31P	18:05	0.35B		
2015-01-24	00:25	1.63P	06:58	0.26B	13:04	1.32P	19:00	0.42B
2015-01-25	01:13	1.53P	07:46	0.31B	13:59	1.32P	20:01	0.50B
2015-01-26	02:05	1.39P	08:36	0.38B	15:01	1.31P	21:10	0.58B
2015-01-27	03:04	1.25P	09:31	0.45B	16:09	1.31P	22:32	0.63B
2015-01-28	04:15	1.13P	10:32	0.51B	17:22	1.33P		
2015-01-29	00:00	0.62B	05:38	1.06P	11:37	0.55B	18:29	1.37P
2015-01-30	01:16	0.58B	06:55	1.05P	12:39	0.56B	19:27	1.42P
2015-01-31	02:14	0.52B	07:56	1.07P	13:35	0.54B	20:16	1.47P
2015-02-01	03:00	0.46B	08:43	1.11P	14:24	0.50B	21:00	1.51P
2015-02-02	03:39	0.42B	09:24	1.14P	15:07	0.47B	21:39	1.53P
2015-02-03	04:15	0.39B	10:01	1.17P	15:46	0.45B	22:14	1.54P
2015-02-04	04:48	0.38B	10:36	1.19P	16:22	0.44B	22:48	1.52P
2015-02-05	05:19	0.38B	11:10	1.20P	16:57	0.46B	23:19	1.48P
2015-02-06	05:49	0.40B	11:43	1.21P	17:31	0.49B	23:49	1.43P
2015-02-07	06:19	0.43B	12:16	1.20P	18:06	0.53B		
2015-02-08	00:19	1.36P	06:48	0.46B	12:52	1.19P	18:43	0.57B
2015-02-09	00:50	1.28P	07:20	0.50B	13:31	1.18P	19:27	0.63B
2015-02-10	01:26	1.19P	07:55	0.55B	14:17	1.18P	20:22	0.68B
2015-02-11	02:09	1.10P	08:38	0.59B	15:13	1.17P	21:36	0.71B
2015-02-12	03:07	1.02P	09:34	0.62B	16:22	1.19P	23:09	0.70B

Tabla 6: Pronóstico de Mareas. *Fuente: SHOA*

<sup>6</sup>Esta información corresponde a los datos generados por el proyecto «Plataforma de Prospección Solar Región de Coquimbo: Fase I, FIC-R-2013»

### 13. Conclusiones

- La condición actual de ENOS es de pleno desarrollo de un evento débil de El Niño. Sin embargo, sus efectos no serán perceptibles desde el punto de vista pluviométrico en la Región de Coquimbo. La probabilidad de efectos para el invierno 2015 es muy baja.
- Durante el mes de diciembre no hubo eventos de precipitaciones. La cobertura nival de diciembre estuvo muy por debajo de los niveles normales, por lo que los caudales se mantendrán en mínimos históricos.
- La anomalía de la TSM en las costas del norte de Chile muestran que ésta se mantiene levemente más baja en relación a su climatología.
- Los caudales en diciembre siguen a la baja respecto de los promedios históricos, alcanzando un 77% de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra en torno al 7% de su capacidad máxima.
- Al finalizar diciembre y el año 2014 el estado actual de hiper-aridez se mantiene, tal cual indican el estado nival, caudales y niveles de los embalses. Todos estos actualmente muy por debajo de sus niveles normales.
- Es importante tomar todas las acciones de mitigación posible, ya que se prevé un aumento en los efectos negativos de la escasez hídrica.

## 14. Glosario

**Anomalía:** valores de una variable que en promedio oscilan fuera del promedio histórico o su climatología.

**Anticiclón:** región o zona amplia de altas presiones, lo que se asocia a buen tiempo ya que no permite el desarrollo de perturbaciones climáticas.

**Climatología:** valores de variables atmosféricas observadas en un rango de tiempo extenso —en general, sobre 30 años— que permite describir climáticamente una zona o región determinada.

**Clima de estepa con nubosidad abundante:** ocupa las planicies litorales y su influencia se hace sentir hacia el interior, donde penetra hasta los 40Km por los valles y quebradas. Se caracteriza por presentar niveles elevados de humedad y nubosidad, producto de la cercanía al mar. Las temperaturas son moderadas y no presentan grandes contrastes térmicos diarios.

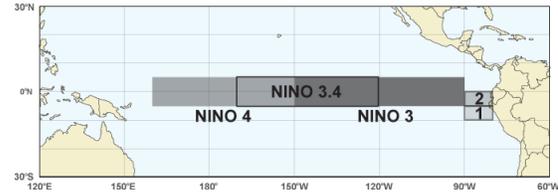
**Clima de estepa templado–marginal:** se caracteriza por la presencia de una atmósfera más bien seca y con poca nubosidad. En comparación con la costa, la temperatura y la oscilación térmica son mayores, con ciclos diarios más marcados. Esta zona climática se presenta por sobre los 800msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de alta montaña (3000msnm, aproximadamente).

**Clima de estepa fría de montaña:** predomina sobre los 3000msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

**El Niño:** cuando se está en fase cálida de ENOS, durante la cual generalmente se produce un incremento de las precipitaciones invernales.

**El Niño zonas:** corresponde a la división de las regiones de «El Niño» para un mejor entendimiento (ver figura). Estas son: *Región El Niño 3 y 4* ubicados en el lado occidental del Océano Pacífico, en la línea ecuatorial; *Región El Niño 3.4* que es una subregión del área que cubren El Niño 3 y 4; y la *Región 1+2* que incluye las costas de Perú y Ecua-

dor, los que indican patrones de variabilidad de la Costa del Pacífico de América del Sur.



**ENOS:** El Niño–Oscilación del Sur.

**Humedad Relativa:** es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que tiene una masa de aire y la cantidad máxima que podría contener.

**La Niña:** fase fría de ENOS la que en general produce supresión o disminución en las precipitaciones.

**Oscilación Térmica:** es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja registrada en un lugar o zona determinada, durante un determinado periodo de tiempo.

**Periodos de Neutralidad:** periodo durante el cual no se observan anomalías significativas en la región principal de ENOS (i.e., El Niño 3.4).

**Régimen Pluviométrico o Pluvial:** comportamiento de las precipitaciones interanual o a lo largo de un año determinado.

**Sequía:** persistencia en la acumulación por debajo de los valores históricos de las precipitaciones en una zona o región determinada. Cuando la situación se prolonga por varios años se le denomina sequía.

**Vaguada Costera:** prolongación de una baja presión a nivel de superficie atrapada al sector costero. En el caso de la Región de Coquimbo, la vaguada costera es la prolongación de la baja que comienza en las costas peruanas hasta los 30° de latitud sur, aproximadamente. Su presencia está regulada por la influencia del anticiclón del pacífico y es la responsable de la típica nubosidad costera persistente entre la región de Arica y Parinacota y la región de Valparaíso, aproximadamente.

## 15. Créditos

El presente boletín ha sido posible gracias al apoyo, colaboración y financiamiento del **Gobierno Regional de la Región de Coquimbo**.



Se agradece a las siguientes instituciones ya que son las principales fuentes de datos e información que son utilizadas en el presente boletín.



Este boletín es confeccionado mensualmente por el equipo de trabajo de CEAZA–Met, el cual está conformado por:



**Cristóbal N. Juliá** (análisis climático, edición)  
**Cristian Orrego Nelson** (análisis de datos, edición)  
**David López** (teledetección)  
**Tim Kerr** (modelación y estadística)  
**Eric Sproles** (hidrología)  
**Orlando Astudillo** (modelación numérica)  
**Pilar Molina** (transferencia)  
**Pablo Salinas** (modelos globales y WRF)

Colabora con este boletín el Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelamiento de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA), dependiente del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena:



**PROMMRA**  
 LABORATORIO

PROSPECCIÓN, MONITOREO Y MODELACIÓN  
 DE RECURSOS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES



Pablo Álvarez Latorre  
 Héctor Reyes Serrano  
 Mauricio Cortés Urtubia  
 Carlos Anes Arriagada  
 José Luis Ortiz Allende  
 Erick Millón Henríquez

Próxima actualización: **febrero**, 2015

Contacto:



[ceazamet@ceaza.cl](mailto:ceazamet@ceaza.cl)



@CEAZAmet