



Boletín Climático CEAZA

ceazamet

Nº 25 — Diciembre, 2015

Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico¹ de la Región de Coquimbo observa una recuperación evidente, a excepción en lo que respecta a las principales fuentes de regadío, las que continúan el año 2015 con valores negativos; los caudales con un déficit regional actual de 37% y los embalses, con déficit de 51%, aproximadamente (ver figura 1). Debido a los eventos de precipitaciones de los últimos tres meses, esta variable muestra un superávit de 39%. Asimismo, la nieve se encuentra cercana al valor histórico, manteniendo superávit que alcanza 18%, a nivel regional.

Con respecto al panorama de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) la evaluación de las principales variables atmosféricas (i.e., temperatura, presión atmosférica, viento, etc.), indican que durante noviembre El Niño persiste —como se venía proyectando hace unos meses— con tendencia a aumentar su máximo de señal levemente, durante diciembre. Esta condición ha propiciado un ligero incremento anormal en los valores de las temperaturas, las que podrían seguir aumentando conforme se ingresa a la temporada estival.

Se puede concluir, entonces, si bien las precipitaciones durante el pasado invierno aumentaron en relación a la temporada pasada y un año normal, según las condiciones proyectadas para 2015, el sistema hidrológico tendrá un comportamiento bajo el promedio climatológico en toda la región (i.e., caudales y embalses). Así, no se espera una recuperación de las principales fuentes hídricas de la región durante lo que queda de 2015 e inicios de 2016 y el déficit se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores por sobre lo normal durante gran parte del presente año y próximo verano 2016.

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.

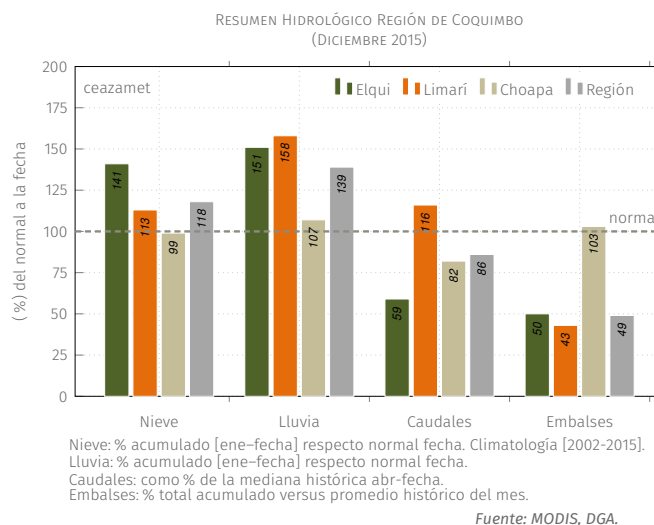


FIGURA 1. Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 30 de noviembre, 2015.

¹En el gráfico, para la variable «nieve», se toma la cobertura de nieve para el periodo 2002–2015; las variables lluvia, caudales y embalses se basan en datos de la DGA. 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.

Índice

1. Análisis Meteorológico	1
1.1. Proyección de ENOS	1
1.2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)	2
1.3. Diagnóstico de Variabilidad Climática	3
1.4. Variabilidad Térmica	4
1.5. Precipitaciones	5
1.6. Cobertura Nival	6
2. Análisis Hidrológico	7
2.1. Estado de Caudales	7
2.2. Pronóstico de Caudales	8
2.3. Estado de los Embalses	9
3. Análisis Agronómico	11
3.1. Evapotranspiración Potencial ET_0	11
3.2. Grados Día GD (base 10°C)	12
3.3. Índice EVI	13
3.4. Visión general panorama agronómico	14
4. Datos adicionales	16
5. Conclusiones	17
6. Glosario	18
7. Créditos	19

Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 30 de noviembre, 2015.	i
2.	Anomalías promedio TSM, última semana de noviembre 2015, calculadas respecto periodo base 1981–2010 (Fuente: CPC – http://cpc.ncep.noaa.gov/).	1
3.	(Izquierda) pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos. (Derecha) probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – http://iri.columbia.edu/).	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – http://www.noaa.gov/ ; proceso y mapas: CEAZAMET).	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre diciembre–enero–febrero de 2015-16. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – www.ecmwf.int/).	2
6.	Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en octubre (a) y noviembre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en octubre (c) y noviembre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (http://rda.ucar.edu/).	3
7.	Promedios de temperatura a 2m diaria en noviembre de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET.	4
8.	Precipitación acumulada durante la temporada invernal 2015.	5
9.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos seis meses. Fuente: CEAZAMET.	5
10.	(a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año –rojo– y el promedio climatológico –negro– y el rango típico de variación –celeste–; (b) A la izquierda, situación hacia fin de mes y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa.	6
11.	Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA. . .	7
12.	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.	8
13.	Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA. . .	9
14.	Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.	10
15.	Evolución del volumen embalsado por año de cada cuenca.	10
16.	(Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.	11

17. 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>). 13
18. 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. (Fuente: MODIS; Proceso: CEAZAMET). 13

Índice de tablas

1. Caudales año hidrológico 2015–2016 vs histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET. 7
2. Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA. 9
3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región. 12
4. Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET 16
5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA 16

oct

1 Análisis Meteorológico

1.1 Proyección de ENOS

Las anomalías en la TSM², en la zona NIÑO3.4³ (figura 2), a finales de noviembre, se mantienen en valores positivos, promediando +3°C de anomalía. La zona del NIÑO1+2, sigue con anomalía positiva, promediando +2.4°C de anomalía, similar al mes anterior y coherente con el resto de las zonas de El Niño.

Así, finalizado noviembre, las anomalías promedian +2.5°C, lo que se asocia al desarrollo de un evento de El Niño⁴ de señal fuerte. La tendencia indica que el estado actual de este Niño va a persistir logrando su *peak* durante el presente mes de diciembre. Es decir, se espera un leve fortalecimiento del evento durante el transcurso de este mes.

Las tendencias en conjunto de modelos dinámicos y estadísticos (figura 3a), indican un leve fortalecimiento en el desarrollo de El Niño Fuerte, llegando su señal al máximo durante el presente mes. El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá hasta parte del segundo trimestre del año 2016 (sobre 70 % de probabilidad, figura 3b), para posteriormente pasar a fase neutra, a mediados del próximo año. Esta proyección de El Niño ha dispuesto un escenario incierto respecto de las precipitaciones para el próximo invierno 2016.

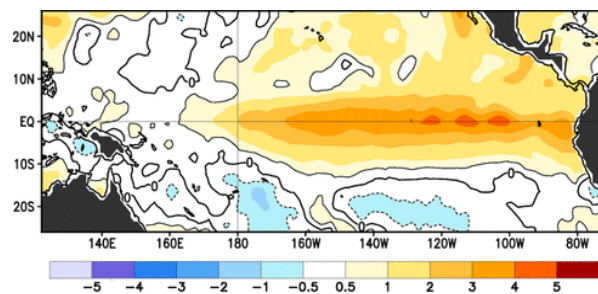


FIGURA 2. Anomalías promedio TSM, última semana de noviembre 2015, calculadas respecto periodo base 1981-2010 (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>).

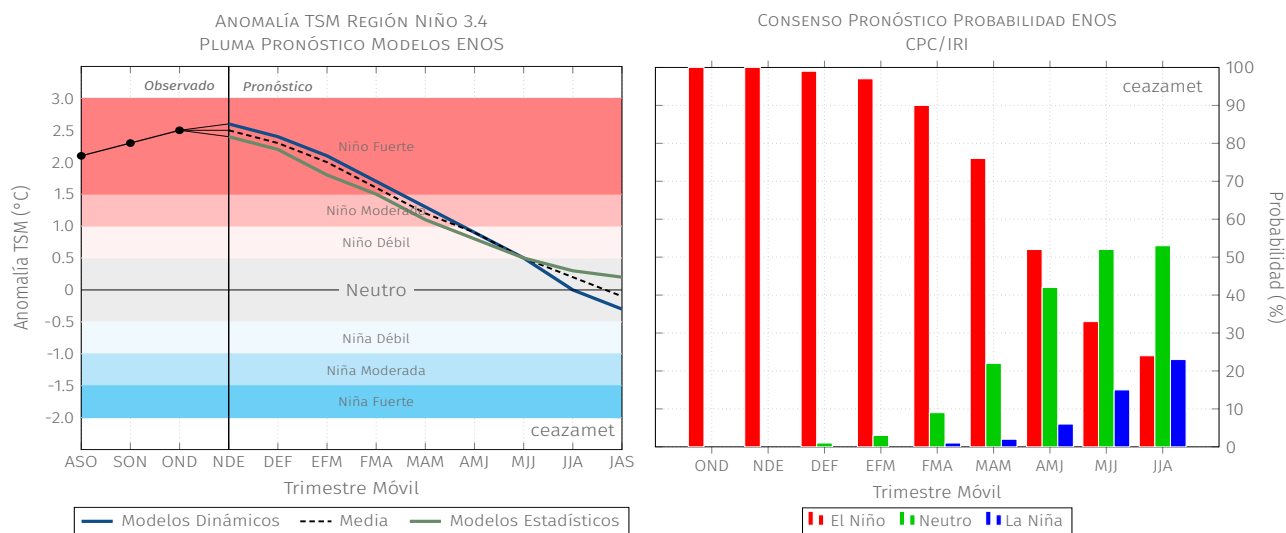


FIGURA 3. (Izquierda) pronóstico ENOS modelos dinámicos y estadísticos. (Derecha) probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI – <http://iri.columbia.edu/>).

²TSM = Temperatura Superficial del Mar.

³Mayor información sobre las zonas de El Niño, en **Glosario** punto «El Niño zonas».

⁴Para denominar evento de El Niño/Niña deben haber al menos tres meses consecutivos con valores bajo/sobre 0.5°C.

1.2 Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de noviembre frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 15 y 16°C aproximadamente, lo que indica que las temperaturas estuvieron un par de grados más altas, durante el último mes. En noviembre, mar adentro (particularmente en el área de influencia del ASPS⁵) se producen anomalías negativas, asociadas a una mayor actividad de éste (figura 4b).

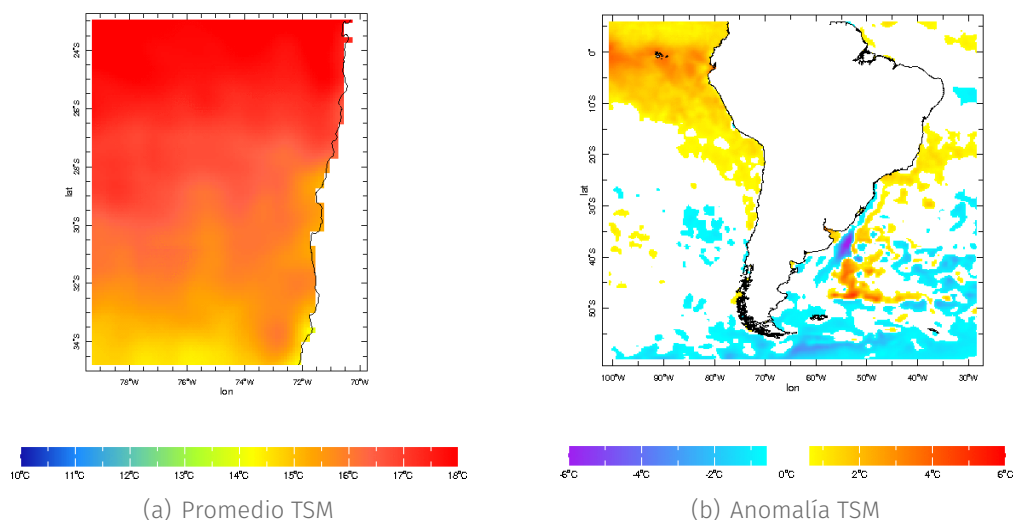


FIGURA 4. (a) Promedios mensuales de TSM en noviembre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <http://www.noaa.gov/>; proceso y mapas: CEAZAMET).

De acuerdo a la proyección generada por la agencia europea de pronósticos (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*, ECMWF), se estima que para el trimestre **diciembre-enero-febrero** la TSM en las costas de la Región de Coquimbo y mar adentro presentará anomalías positivas (figura 5), por lo que podrá tener un impacto en las actividades acuícolas, las que —en general— se ven afectadas por estos valores anómalos de esta variable.

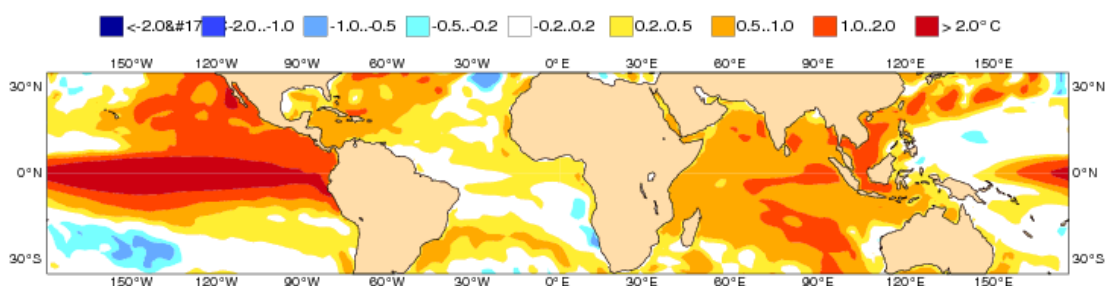


FIGURA 5. Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre diciembre-enero-febrero de 2015-16. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – www.ecmwf.int/).

⁵Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur

1.3 Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos⁶ predominantes (figura 6 a y b), muestra un patrón más claro, donde los vientos del sur predominan. Asimismo, de un mes a otro, se aprecia un cambio en el patrón en los valores de presión atmosférica (figura 6 c y d), asociado a una intensificación en el comportamiento del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS), coherente con la proximidad del verano.

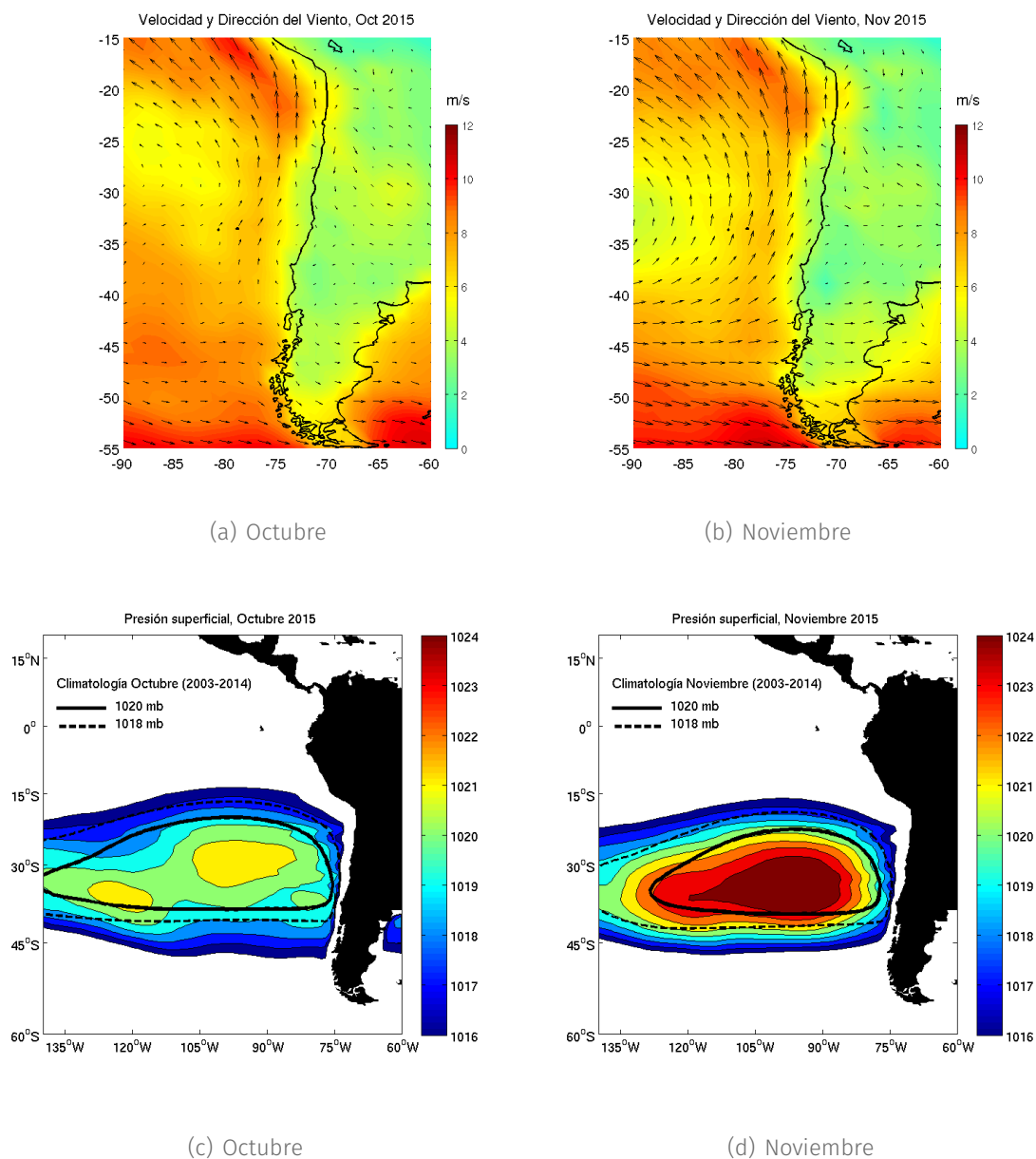


FIGURA 6. Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en octubre (a) y noviembre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en octubre (c) y noviembre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>).

⁶Flujos predominantes se refiere a los «vientos» que típicamente soplan en una zona determinada.

1.4 Variabilidad Térmica

Durante el mes de noviembre, en general se observa una oscilación térmica bastante baja desde 13 a 19°C, aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). Este mes presenta temperaturas evidentemente más altas que el mes anterior. Aún más, las temperaturas son más altas de lo normal para la temporada (i.e., 19°C promedio, en Limarí como máximo del mes) y además con una clara tendencia a seguir aumentando, conforme se aproxima la temporada estival.

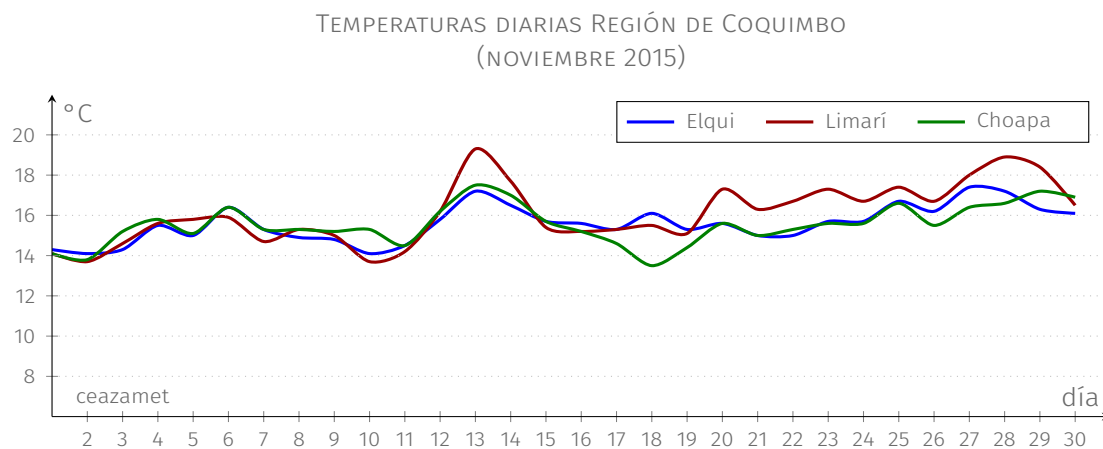
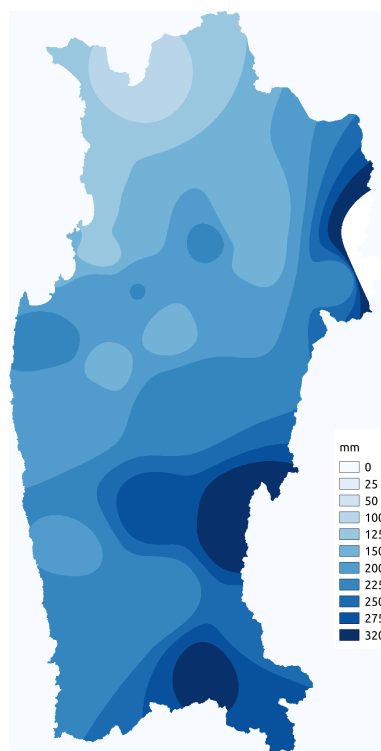


FIGURA 7. Promedios de temperatura a 2m diaria en noviembre de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET.

1.5 Precipitaciones

Durante el mes de noviembre no hubo eventos de precipitaciones en la región.

La figura 8 muestra la distribución espacial de las precipitaciones durante el presente año y la figura 9, muestra la evolución de las precipitaciones registradas por las estaciones de CEAZAMET durante el año en transcurso.



Fuente: <http://www.ceazamet.cl>

FIGURA 8. Precipitación acumulada durante la temporada invernal 2015.

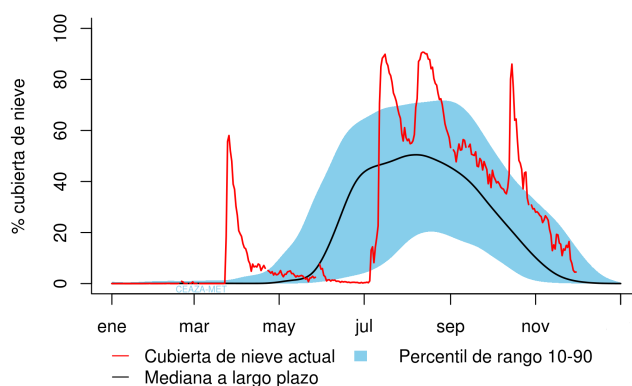
Estación	Ene '15	Feb '15	Mar '15	Abr '15	May '15	Jun '15	Jul '15	Ago '15	Sep '15	Oct '15	Nov '15	Total (mm)
Punta Colorada	0	0	15.5	0.2	0.3	0.2	29.4	31	0.3	13.3	0	90.2
La Serena [El Romeral]	0	0	7.5	0.1	0.1	0	35	44	10.5	28.9	0	126.2
La Serena - CEAZA	0.2	0.8	12.9	(1)1	(1)0.3	0.7	34.3	23.9	10	34.9	0	119
La Serena - Cerro Grande	-	-	-	-	-	-	-	(2)4.7	9.6	36.4	1.3	52
Rivadavia	0	0	34.5	0	1.5	0	40.1	23.1	0	30.5	0	129.8
Gabrielista Mistral	0	0	26.1	2.7	1.3	0.7	44.4	29	4.8	42.7	0	151.7
Coquimbo [El Panul]	0.7	0	29.3	1.2	0.6	1.8	18.8	39.8	19.3	17.6	0	129.1
Vicuña [NIA]	(1)0	0	40	0	0	0	43.3	69.4	0.2	44.7	0	197.6
Pan de Azúcar [NIA]	0	0	10.6	0.5	0.3	0.4	26	31.9	8.5	41	0	119.2
Pisco Elqui	0	0.4	44	0	0	0	50.2	30.7	0	26.1	0	151.4
Andacollo	0	0	39	0	0	0	43	59.8	4	47	0	192.8
Las Cardas	0	0.1	11.7	0.3	0.1	0.3	34.2	65.7	12.3	48	0.4	173.1
Hurtado [Lavaderos]	0	0	37.6	0	0	0	51.8	47.5	0.5	45.8	0	183.2
Pichasca	0	0	20.3	0	0	0	35.8	59.3	0.5	36.5	0	152.4
Quebrada Seca	0	0	14.5	0	0	0	25.4	113.5	12.7	44.7	0	210.8
Laguna Hurtado	(1)0	(1)0	(1)76.5	0	(1)0	(2)0	7.6	47	(1)4.1	(1)7.6	0	142.7
Ovalle [Tahuén]	0	0	9.7	0.5	0.7	0.5	27.5	68.4	4.4	39.4	0	151.1
Algarrobo Bajo [NIA]	0	(1)0	(2)8.9	0.1	0.1	0.1	31.2	83.9	12.7	37.5	0	174.5
Camarco [NIA]	0	0	13.4	0.8	1	0.8	36.6	83.8	9.1	26	0	171.5
Rapel	0	1.3	27.4	0	0.3	0	35.8	102.1	3.8	50	0	220.7
El Palqui [NIA]	0	0	27.1	(2)0.3	0.2	0.1	39.5	(1)85.9	4.3	54.6	0	212
Combarbalá	0	0	42.5	0	0.7	0	46.6	123.5	8.3	49.8	0	271.4
Canela	0.1	0	12.4	0	0.2	0	38.8	93.6	8.5	34.9	0	188.5
Huintil	0	0	15.1	0.7	0.8	0	33.3	100.6	9.5	38.9	0.3	199.2
Mincha Sur	0	0	11	0.5	1	0.6	41.2	109.2	9.5	28.8	0	201.8
Illapel [NIA]	0	0	13.4	0.3	1	0.4	(1)46.1	92.1	12.6	41.7	0	207.6
Salamanca [Chilipepín]	0	0	19.9	0	1.1	0	60.4	150.2	10.1	54	0.5	296.2

FIGURA 9. Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos seis meses. Fuente: CEAZAMET.

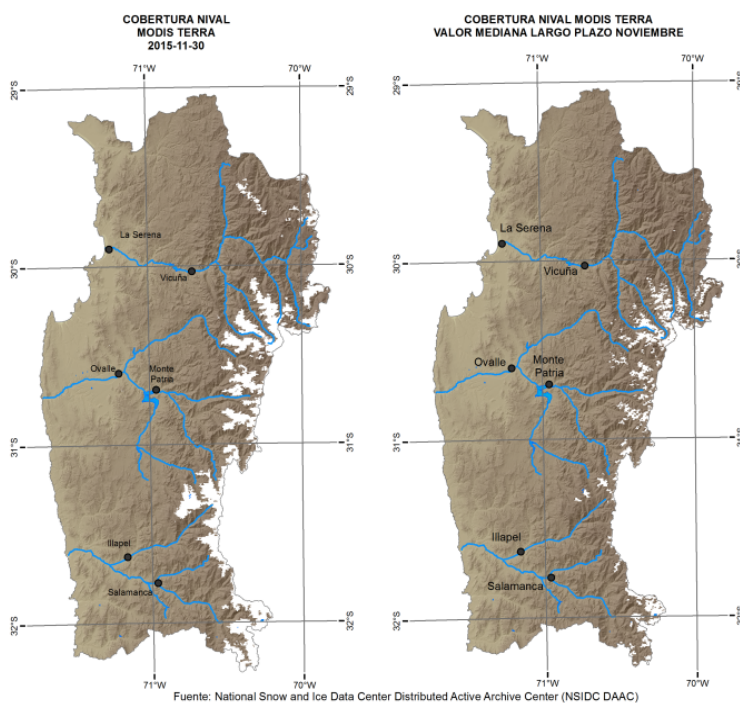
1.6 Cobertura Nival

El mes de noviembre de 2015 presenta el siguiente resumen en relación a la cobertura nival:

La Provincia de Elqui tiene 11% —de la superficie de cobertura de nieve, sobre los 2500 metros de altitud—, Provincia de Limarí 20% y Provincia de Choapa 30%. La tendencia por ahora —al igual que el mes anterior— sigue siendo superior a un año normal a la fecha como se observa en la figura 10a. En relación al total de cobertura regional se estima que ésta alcanza un 18%, unos 2520 km², aproximadamente. (Figura 10b).



(a)



(b)

FIGURA 10. (a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celesté—; (b) A la izquierda, situación hacia fin de mes y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa.

2 Análisis Hidrológico

2.1 Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2015–2016 indican que las tres cuencas han ido recuperando sus niveles conforme avanza la temporada (tabla 1). Sin embargo, a pesar de que Limarí y Choapa mejoran en sus niveles, Elqui aún se mantiene bajo los niveles históricos. El alza en los valores está asociado principalmente al aumento que hubo en las precipitaciones durante el pasado invierno. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran entre 44-75 % de los valores históricos para la presente temporada.

TABLA 1. Caudales año hidrológico 2015–2016 vs histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr/nov
Elqui	Elqui en Algarrobal	Caudales (m ³ /s)	2.41	2.22	2.3	2.89	4.31	5.36	5.7	7.9					4.1
		% del promedio histórico	28	28	30	37	53	62	54	52					44
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m ³ /s)	0.63	0.65	0.68	0.77	2.11	4.02	6	10.2					3.1
		% del promedio histórico	32	32	30	26	62	86	73	100					70
Choapa	Choapa en Cuncumen	Caudales (m ³ /s)	1.65	1.66	1.47	1.76	3.32	4.54	9.4	28.7					6.6
		% del promedio histórico	39	40	33	38	57	59	63	117					75

En la Región de Coquimbo, la baja sostenida de caudales en relación a la media histórica (indicado en % de la mediana mensual de largo plazo) en la figura 11, cambia su tendencia. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 11a) se mantiene por 6.4 años aproximadamente, aunque con cambio en tendencia durante el presente año y llegando al valor de la mediana; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 11b), se recupera terminando con 6.3 años bajo nivel; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 11c) también se rompe la tendencia, finalizando 5.6 años con niveles críticos.

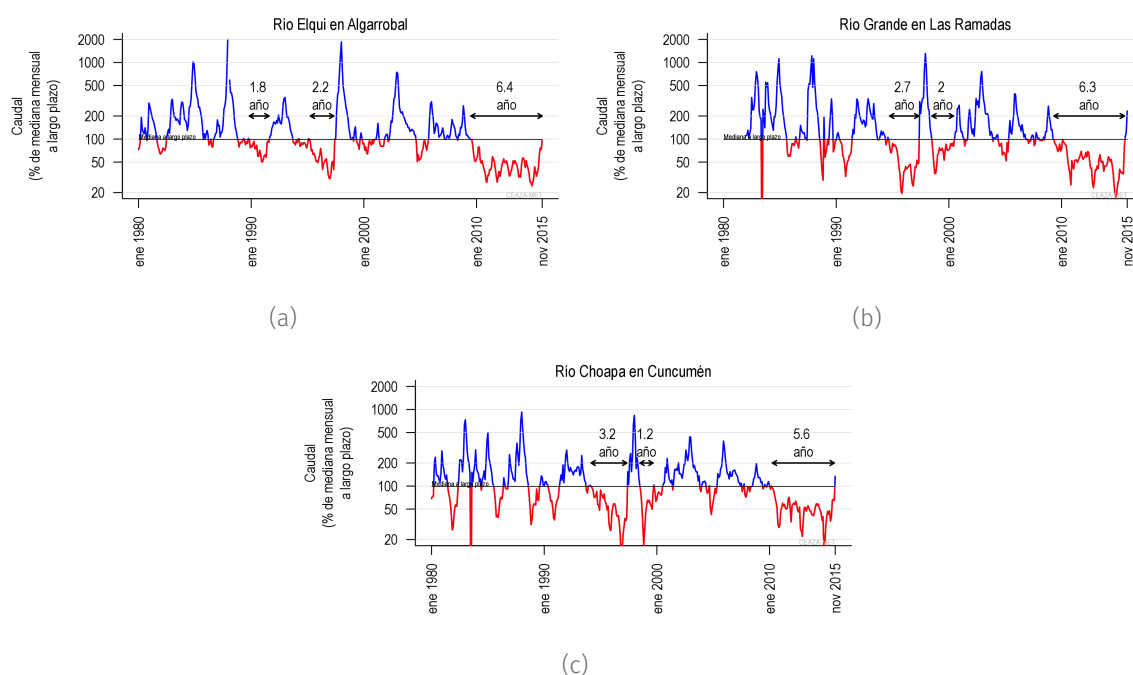


FIGURA 11. Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA.

2.2 Pronóstico de Caudales

Se sabe que 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 para la presente temporada. Teniendo en cuenta los caudales actuales y la precipitación observada el pasado invierno, se infiere que existe probabilidad de 80 % (figura 12) que los caudales para el periodo estarán dentro los límites del pronóstico dado.

Elqui en Algarrobal:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $7.8 \pm 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Río Grande en Las Ramadas:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $3.1 \pm 1.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Choapa en Cuncumen:

El Pronóstico de caudales promedio para octubre–noviembre es de 80 % de probabilidad que estos sean entre $7.0 \pm 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

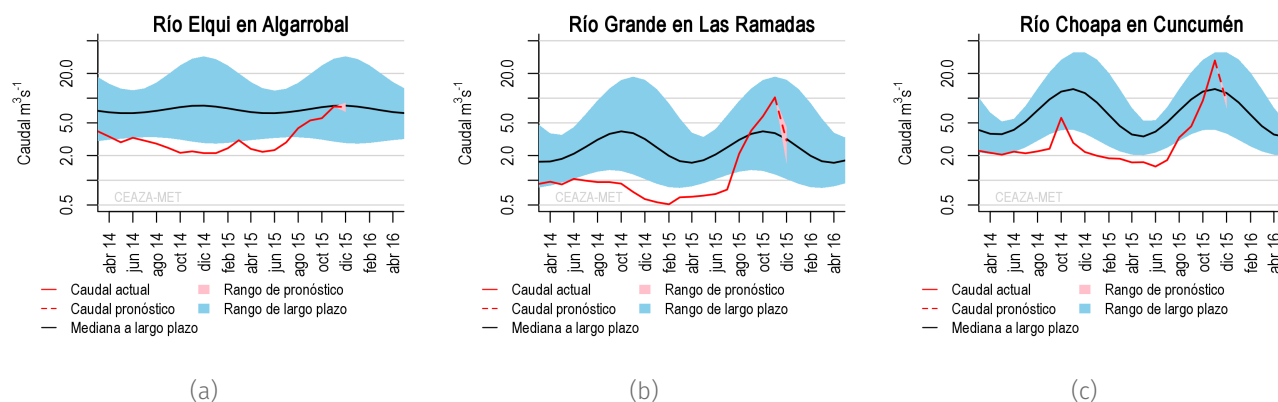


FIGURA 12. Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa 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.

2.3 Estado de los Embalses

La cantidad de agua embalsada en la mayoría de los embalses aumentó nuevamente durante noviembre (tabla 2) —al igual que aumentó el mes anterior—. En este mes tanto en la relación con el mes anterior, como igual fecha del año pasado, tienen cifras positivas lo que no se manifestaba desde hace cinco años, aproximadamente.

TABLA 2. Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA.

Provincia	Embalse	Capacidad MMm ³	Estado Actual MMm ³	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	29.9	24	+12.1	+11.1	13a
	Puclaro	200	46	129	+3.5	+13.1	
	Cogotí	140	62.9	85	+12.8	+44.9	
Limarí	Paloma	750	159.1	428	+6.3	+17.5	13b
	Recoleta	100	29.9	67	+6.4	+25.2	
	Corrales	50	35.9	42	+11	+22.9	
Choapa	El Bato	26	23.1	15.3	+30.2	+83.8	13c
	Culimo	10	1.9	4.2	+4.4	+18.5	

Elqui tiene 76 MMm³ de agua en los embalses, lo que corresponde al 31.6 % de su capacidad máxima (figura 13a).

Limarí tiene 252 MMm³ de agua, lo que corresponde solo al 25.4% de su capacidad máxima, con la mayor parte de este (159.1 MMm³) en el embalse La Paloma (figura 13b).

Choapa tiene 61 MMm³, lo que corresponde al 78.1% de su capacidad máxima, de los cuales casi el total (35.9 MMm³) se encuentra en el embalse Corrales (figura 13c).

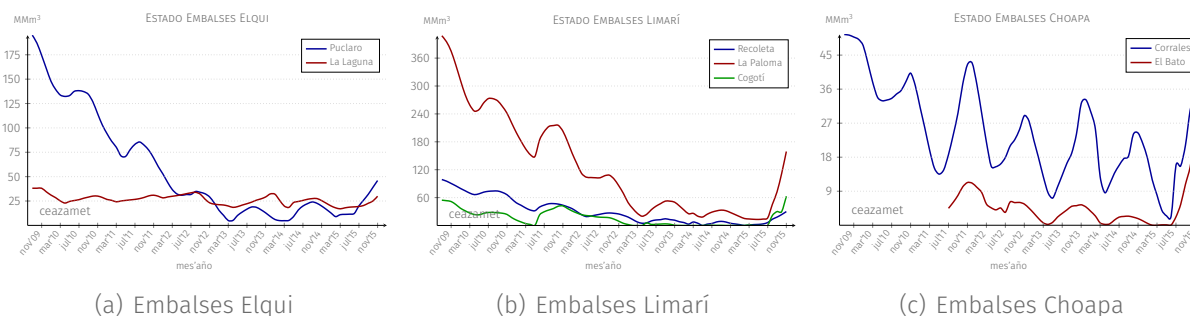


FIGURA 13. Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA.

El volumen total embalsado en la región al 30 de noviembre es de 29.6% de la capacidad (i.e., 389 MMm³ de 1315.5 MMm³). Ver figura 14.

EVOLUCIÓN EMBALSES POR CUENCA Y TOTAL REGIONAL
OCTUBRE 2009 – OCTUBRE 2015

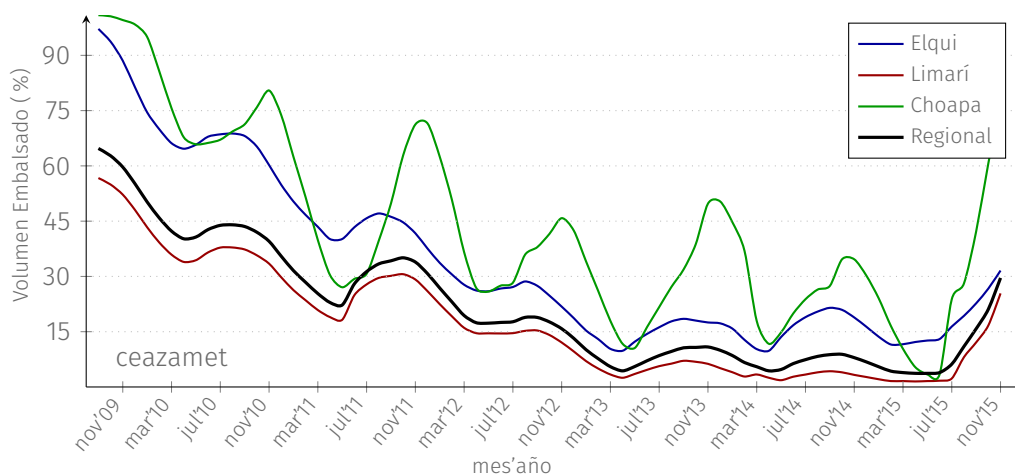


FIGURA 14. Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.

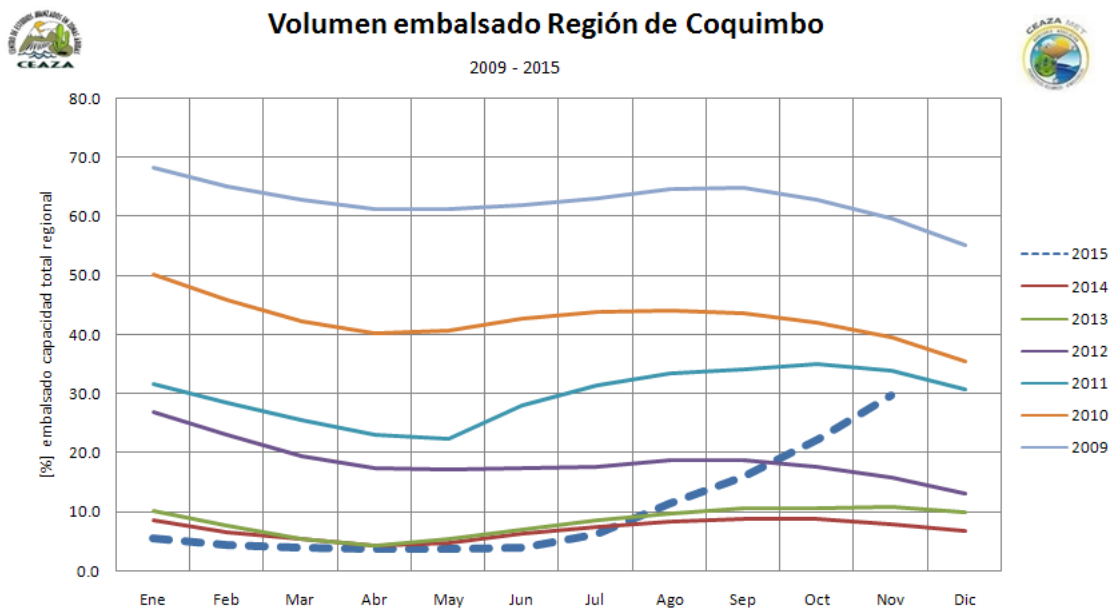


FIGURA 15. Evolución del volumen embalsado por año de cada cuenca.

3 Análisis Agronómico

3.1 Evapotranspiración Potencial ET₀

La Evapotranspiración Potencial (ET₀ figura 16, arriba) sigue su patrón anual típico manteniendo en octubre valores entre 138 y 152 mm/mes, aproximadamente, para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de ET₀ (figura 16, abajo), los valores son evidentemente más bajos esta temporada, a pesar de que las temperaturas —en general— han estado más altas de lo normal, lo que se debería a que durante los meses recientes ha precipitado más en comparación con igual fecha del año pasado.

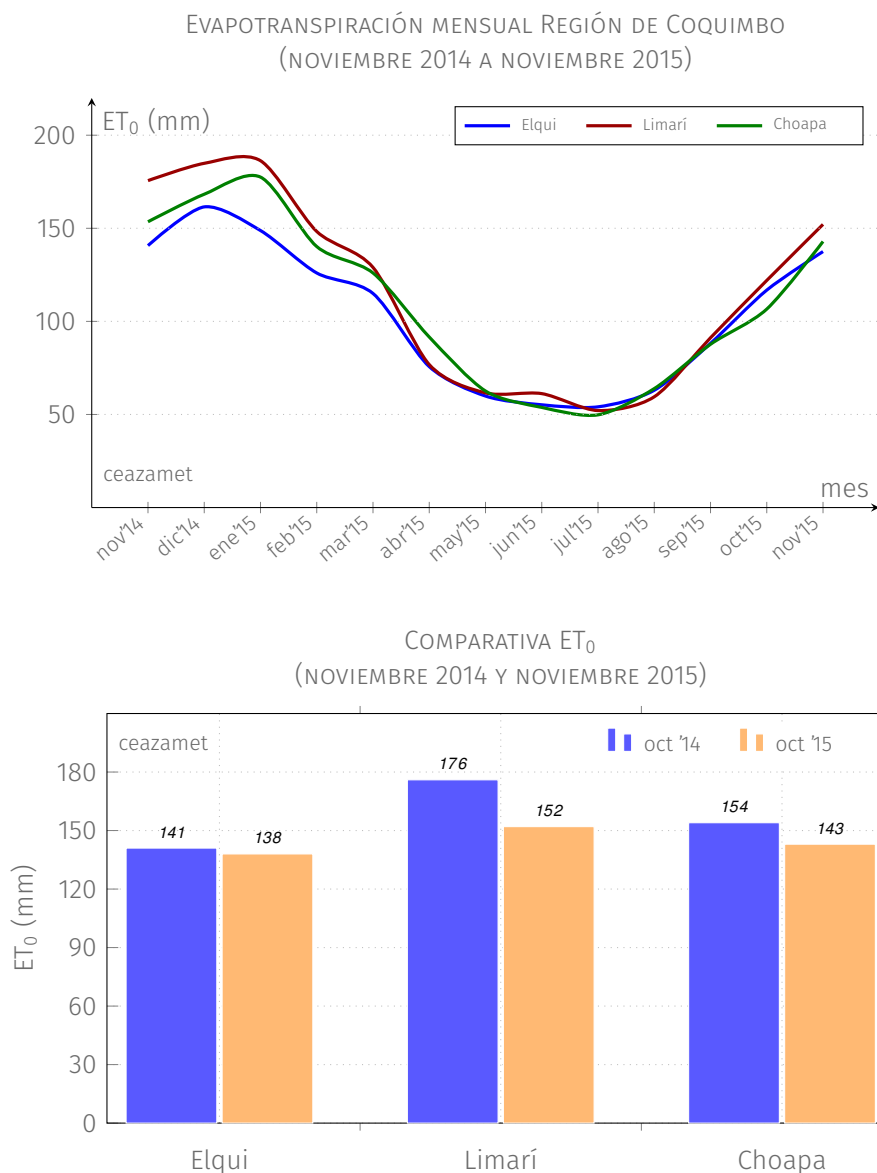


FIGURA 16. (Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.

3.2 Grados Día GD (base 10°C)

Los Grados Día acumulados (GD), son calculados a partir del 15 de agosto de 2015. En la tabla se observa que en las zonas costeras los valores de GD son superiores al año pasado; las zonas intermedias o de valles transversales muestran valores similares, en comparación con igual fecha del año pasado; y las zonas cordilleranas muestran menos acumulación de este parámetro.

Los valores en color rojo indican una acumulación *anormalmente* menor 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 azul indica que el calor acumulado a igual fecha año anterior es mayor (i.e., superávit de calor). En la tabla se presentan valores verdes mayormente, lo que es indicativo que las temperaturas han estado en torno a sus valores normales para la temporada.

TABLA 3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región.

Estacion	Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2015-08-15	
	GD Acumulados 2015-12-01	GD Acumulados 2014-12-01
Punta Colorada	620(+4%)	594
Islote Pájaros	439(+27%)	347
La Serena [El Romeral]	469(+14%)	412
La Serena - CEAZA	513(+29%)	397
La Serena - Cerro Grande	302(-)	-
La Serena - Cerro Grande	344(-)	-
Rivadavia	763(-11%)	855
UCN Guayacan	522(+20%)	434
Gabriela Mistral	465(+21%)	384
Coquimbo [El Panul]	500(+23%)	408
Vicuña [INIA]	657(-4%)	684
Pan de Azúcar [INIA]	482(+22%)	395
Pisco Elqui	658(-18%)	798
El Tapado	0(0%)	0
Paso Aguas Negras	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	3(-94%)	54
Andacollo	548(-22%)	702
Las Cardas	563(+2%)	551
Tongoy Balsa CMET	500(+15%)	434
Hurtado [Lavaderos]	639(-23%)	832
Pichasca	656(-9%)	721
Quebrada Seca	602(+2%)	591
Laguna Hurtado	100(-53%)	211
Ovalle [Talhuén]	516(0%)	515
Algarrobo Bajo [INIA]	614(0%)	613
Camarico [INIA]	569(-2%)	579
Rapel	572(-11%)	641
Los Molles [Bocatoma]	62(-64%)	171
El Palqui [INIA]	741(-5%)	781
Combarbalá	664(-20%)	830
Tascadero	0(-100%)	2
Canela	443(-3%)	458
Huintil	334(-8%)	362
Mincha Sur	454(+16%)	392
Illapel [INIA]	492(-5%)	520
Hualtatas	0(0%)	0
Salamanca [Chillepin]	512(-16%)	606

3.3 Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI⁷), en el mes de noviembre, muestra anomalías positivas en sectores centrales y costeros de la Región de Coquimbo. Este fenómeno no se daba desde el año 2012, cuando se registrara la máxima actividad fotosintética de la década pasada. Su explicación está dada gracias a los eventos de precipitaciones que han sido más abundantes durante el presente año (figuras 17 y 18).

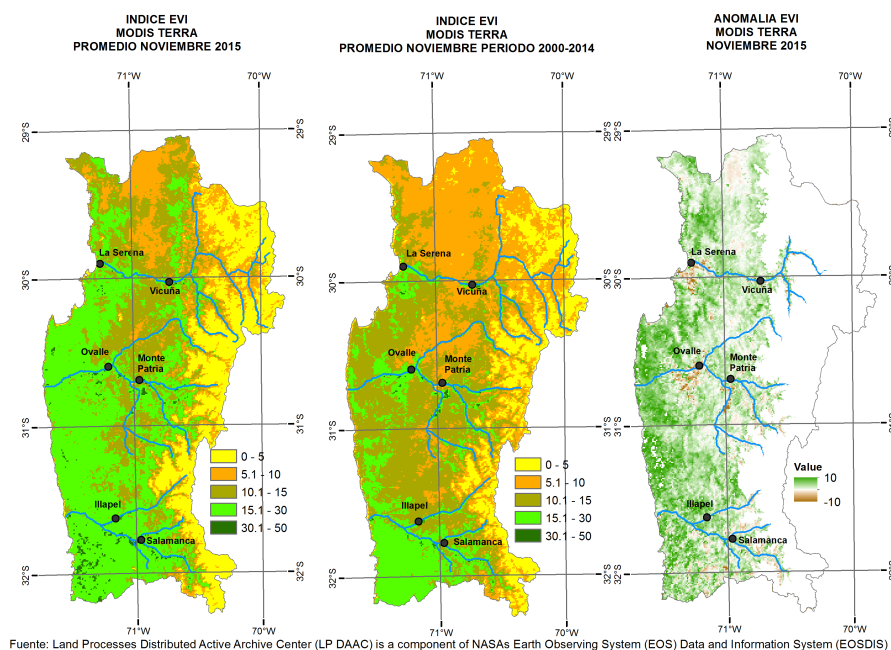


FIGURA 17. Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>).

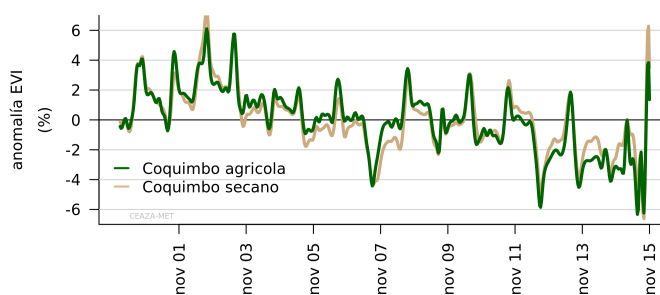


FIGURA 18. Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y seco de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal. (Fuente: MODIS; Proceso: CEAZAMET).

⁷Desde agosto de 2014, se incorpora el EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Índice de Vegetación Mejorado), 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

3.4 Visión general panorama agronómico

Almendros

Se observa fruto totalmente desarrollado en la mayoría de las variedades. En la variedad *Non Pareil* se estima que en unas dos semanas comience la partidura de pelón, ya que se observa un fruto de almendra llena.

Se recomienda no disminuir las tasas de riego, porque el cultivo se encuentra en el *peak* de crecimiento radicular y en la renovación de brotes para la próxima temporada, por lo que los esfuerzos deben centrarse en mantener los actuales manejos de riego.

En esta temporada se espera rendimientos en promedio un 30 % más alto que la temporada pasada. En general el cultivo presenta fruta de buen calibre. Las fertilizaciones deben estar completadas durante el mes de diciembre, ya que con esto se favorecerá la deshidratación del pelón y su correcta rajadura.

En cuanto al estado fitosanitario, se observa fuerte presión de roya, de la segunda generación de arañita roja y de la segunda subida de burrito, por lo cual se recomienda mantener los manejos fitosanitarios sobre el cultivo y estar atentos a las condiciones generales de sanidad.

Nogales

La mariposa aún se encuentra en crecimiento, por lo cual se recomienda aprovechar el mes de diciembre para desarrollar manejos, ya que es el último mes para asegurar un buen riego y una correcta aplicación de fertilizantes, para lograr una buena elongación del fruto.

Es necesario poner atención a la concentración de sal del agua y del suelo, ya que se observan daños importantes en hojas por exceso de salinidad. Debe aplicarse la fertilización de potasio y fósforo para asegurar el desarrollo de la nuez.

En términos de rendimientos se espera que éstos sean similares o superiores en un 10 a 15 % respecto a la temporada anterior. En cuanto a la sanidad, existe presión de polilla y arañita, por lo cual debe mantenerse un monitoreo constante, no dando ventanas para su desarrollo sobre el cultivo.

Vid Pisquera

En general se observa buena condición sanitaria en el cultivo. En la variedad moscatel se observa una baja importante en rendimientos. En las variedades blancas se espera obtener buen rendimiento, pudiendo éste ser entre 10 a 20 % más que la temporada anterior.

Debe ponerse atención a los manejos entre flor—cuaja y cuaja—pinta. En este último estado se recomienda realizar buenos manejos de nutrición y riego, cuidando de cerca los coeficientes de cultivo (Kc) y la aplicación de riegos, los cuales deben ser controlados por la realización de calicatas. Estos manejos deben ser realizados entre los próximos 30 a 40 días, resultando clave este período. Se espera que el potencial productivo ya esté definido entre el 10 y 15 de enero.

Se recomienda monitorear la presencia y presión de oídio, y deben evitarse la creación de condiciones para que se desarrolle el hongo.

Vid Vinífera

En las variedades blancas se espera igual rendimiento que la temporada anterior, entre 6 a 10 toneladas por hectárea en cultivos en espaldera. Se observa buena condición general con mejor calidad de brote, lo que favorecerá la obtención de mejores aromas en la próxima vendimia.

Se observa la presencia de oídio en las zonas bajas de los valles, por lo cual se debe poner atención en la presión que pueda ejercer el hongo sobre el cultivo.

En las variedades tintas se observa un menor rendimiento y producción, principalmente en las variedades *Pinot Noir* y *Syrah*, encontrándose éstas entre flor y cuaja. Clave resulta el manejo del riego, nutrición y poda en verde para asegurar la calidad de la fruta.

Vid de mesa

Dado el estrés hídrico sufrido por la planta en la últimas temporadas, se observa un desarrollo errático de la fenología, generando problemas importantes principalmente entre pinta y cosecha. Este comportamiento puede verse reflejado en una disparidad en el crecimiento del brote y en el calibre de la fruta. Se recomienda entonces, generar un trabajo de raleo meticuloso que permita un ajuste homogéneo de la carga frutal sobre la planta. Si no se mantiene este cuidado, se podrían presentar brotes dispares los que serían difíciles de trabajar.

En la condición fitosanitaria debe tenerse precaución por la fuerte presión de oídio, por lo cual se recomienda no generar ventanas que permitan el desarrollo del hongo, lo que podría traducirse en la aparición de botritis.

En cuanto al potencial productivo, este podría ser similar o menor en un 10% al de la temporada anterior, expresado como número de cajas cosechadas.

La fertilización debe ser cuidada, ya que existe incertidumbre en la obtención de calibres, pues se observan brotes pequeños. Se recomienda la aplicación de macro y micro nutrientes y riego, en un período de 2 a 3 semanas antes de cosecha en variedades temprana de las zonas altas de los valles. En las variedades tardías, se observa menor potencial productivo, traducido en número de racimos y calibre; por lo cual se recomienda un ajuste intenso de la carga frutal con el objetivo de asegurar la calidad de la fruta. Esta labor debe realizarse entre el mes de diciembre y la primera quincena del mes de enero.

4 Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar⁸ en W/m², promedios mensuales:

TABLA 4. Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET

Fecha	P.Colorada	La Ser. Rom.	La Ser. CEAZA	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur	Tapado
May, '14	168	142		159			164	141	139	174
Jun, '14	141	106		134			135	107	104	145
Jul, '14	152	125	128	147	143		137	112	104	152
Ago, '14	200	167	150	200	206	187	194	160	150	199
Sep, '14	240	191	190	233	243	214	223	188	185	205
Oct, '14	295	246	209	299	322	276	312	282	263	290
Nov, '14	340	280	256	344	361	330	350	327	311	341
Dic, '14	362	302	257	377	399	352	393	346	307	406
Ene, '15	334	240	212	355	386	326	379	338	290	393
Feb, '15	313	247	246	314	340	298	333	293	267	350
Mar, '15	252	215	202	253	278	240	272	241	226	307
Abr, '15	203	155	133	214	231	177	225	196	185	246
May, '15	163	133	128	166	176	153	167	144	141	172
Jun, '15	158	140	130	155	159	145	147	136	131	160
Jul, '15	143	123	116	136	146	131	136	127	121	147
Ago, '15	161	131	126	138	140	139	139	134	132	167
Sep, '15	236	196	173	202	233	200	216	192	188	221
Oct, '15	278	262	256	235	290	272	262	244	242	219
Nov, '15	337	269	281	314	364	321	355	320	294	358

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.

TABLA 5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA

Fecha	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura	Hora	Altura
2015-12-02	03:23	1.38P	10:20	0.51B	16:30	1.09P	22:02	0.72B
2015-12-03	04:19	1.29P	11:18	0.55B	17:40	1.11P	23:15	0.77B
2015-12-04	05:21	1.22P	12:13	0.57B	18:44	1.16P		
2015-12-05	00:34	0.77B	06:27	1.18P	13:03	0.57B	19:36	1.23P
2015-12-06	01:43	0.73B	07:29	1.16P	13:45	0.56B	20:19	1.31P
2015-12-07	02:37	0.67B	08:22	1.15P	14:24	0.55B	20:57	1.38P
2015-12-08	03:22	0.61B	09:08	1.16P	15:00	0.53B	21:32	1.44P
2015-12-09	04:02	0.55B	09:48	1.16P	15:34	0.52B	22:07	1.50P
2015-12-10	04:40	0.50B	10:26	1.17P	16:08	0.50B	22:41	1.54P
2015-12-11	05:17	0.46B	11:03	1.16P	16:42	0.50B	23:16	1.57P
2015-12-12	05:55	0.43B	11:40	1.16P	17:18	0.50B	23:52	1.59P
2015-12-13	06:34	0.41B	12:20	1.14P	17:56	0.51B		
2015-12-14	00:31	1.58P	07:16	0.41B	13:04	1.13P	18:39	0.53B
2015-12-15	01:13	1.56P	08:00	0.42B	13:52	1.12P	19:26	0.57B
2015-12-16	01:59	1.52P	08:48	0.44B	14:46	1.12P	20:21	0.61B
2015-12-17	02:48	1.46P	09:39	0.46B	15:45	1.13P	21:25	0.65B
2015-12-18	03:43	1.39P	10:35	0.47B	16:51	1.17P	22:39	0.68B
2015-12-19	04:45	1.32P	11:32	0.47B	17:59	1.23P		
2015-12-20	00:00	0.68B	05:52	1.27P	12:28	0.46B	19:01	1.32P
2015-12-21	01:18	0.63B	07:01	1.23P	13:20	0.45B	19:57	1.42P
2015-12-22	02:24	0.55B	08:06	1.21P	14:10	0.42B	20:47	1.52P
2015-12-23	03:22	0.47B	09:05	1.21P	14:59	0.40B	21:36	1.60P
2015-12-24	04:15	0.39B	09:59	1.21P	15:47	0.39B	22:23	1.66P
2015-12-25	05:04	0.34B	10:49	1.21P	16:34	0.38B	23:09	1.68P
2015-12-26	05:52	0.31B	11:37	1.21P	17:20	0.39B	23:54	1.67P
2015-12-27	06:37	0.31B	12:24	1.20P	18:06	0.42B		
2015-12-28	00:38	1.63P	07:21	0.34B	13:10	1.18P	18:51	0.47B
2015-12-29	01:20	1.57P	08:04	0.38B	13:57	1.16P	19:37	0.54B
2015-12-30	02:01	1.48P	08:47	0.44B	14:45	1.14P	20:24	0.62B
2015-12-31	02:42	1.38P	09:31	0.49B	15:38	1.12P	21:16	0.69B
2016-01-01	03:25	1.28P	10:18	0.54B	16:37	1.12P	22:19	0.75B
2016-01-02	04:15	1.18P	11:09	0.58B	17:42	1.15P	23:37	0.78B
2016-01-03	05:18	1.11P	12:01	0.60B	18:44	1.20P		
2016-01-04	00:58	0.76B	06:32	1.06P	12:52	0.60B	19:38	1.26P
2016-01-05	02:05	0.70B	07:41	1.05P	13:39	0.59B	20:23	1.33P
2016-01-06	02:58	0.63B	08:38	1.06P	14:23	0.56B	21:04	1.41P
2016-01-07	03:41	0.56B	09:24	1.08P	15:04	0.53B	21:42	1.47P
2016-01-08	04:21	0.49B	10:05	1.11P	15:43	0.50B	22:19	1.54P
2016-01-09	04:58	0.43B	10:43	1.13P	16:22	0.47B	22:57	1.59P
2016-01-10	05:36	0.38B	11:22	1.16P	17:02	0.44B	23:35	1.62P
2016-01-11	06:14	0.35B	12:02	1.18P	17:44	0.43B		

⁸Esta información corresponde a los datos generados por el proyecto «Plataforma de Prospección Solar Región de Coquimbo: Fase I, FIC-R-2013»

5 Conclusiones

- Persiste el desarrollo de El Niño de magnitud fuerte. La mayoría de los parámetros indican su continuidad durante los meses de verano, extendiéndose más allá del otoño 2016, lo que traería un aumento anormal en las temperaturas.
- Durante noviembre no se presentan precipitaciones. Termina el periodo de precipitaciones 2015 con índices de superávit en la región. Consecuentemente, los parámetros asociados al sistema hidrológico muestran mejoría respecto al mes y temporada pasados.
- La anomalía de la TSM en las costas del centro-norte de Chile evidencian un alza en sus valores, consistente con la proximidad del verano.
- Los caudales en octubre siguen con niveles bajos respecto de los promedios históricos, promediando un 37 % de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 29.6 % de su capacidad máxima.
- Las condiciones oceánico-atmosféricas observadas y analizadas siguen manifestando tendencia a anomalías positivas en temperaturas.

6 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 diurnos más marcados. Esta zona climática se presenta por sobre los 800 msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de alta montaña (3000 msnm, aproximadamente).

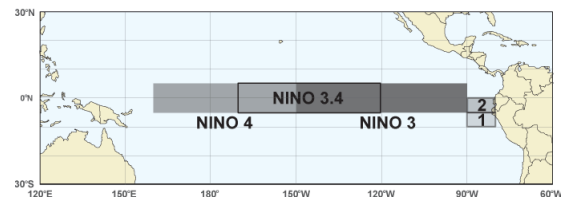
Clima de estepa fría de montaña: predomina sobre los 3000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

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

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

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

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



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.

7 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 CEZAMET, el cual está conformado por:



Cristóbal N. Juliá (análisis climático, edición y diseño)
Cristian Orrego Nelson (análisis de datos, edición)
David López (teledetección)
Eric Sproles (hidrología)
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:



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

Próxima actualización: **enero**, 2016

Contacto:  ceazamet@ceaza.cl
 [@CEAZAmet](https://twitter.com/CEAZAmet)