



# Boletín Climático CEAZA

**ceazamet**

**Nº 24 — Noviembre, 2015**

## Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico<sup>1</sup> de la Región de Coquimbo permanece crítico y deficitario, al menos en lo que respecta a las principales fuentes de regadío. Continúa el año 2015 con valores negativos; los caudales con un déficit regional actual de 33 % y los embalses, con déficit de 62 %, aproximadamente (ver figura 1). Debido a los eventos de precipitaciones de los últimos tres meses, esta variable muestra un superávit de 24 %. Asimismo, la nieve se encuentra cercana al valor histórico, manteniendo —este mes— superávit que alcanza 12 %, 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 octubre El Niño aumenta su intensidad —como se venía proyectando hace unos meses— con tendencia a alcanzar su máximo de señal durante el presente mes. Esta condición ha propiciado el desarrollo de eventos de precipitaciones por sobre lo normal, como se viera durante el último mes, pudiendo extenderse incluso durante noviembre.

Se puede concluir, entonces, si bien las precipitaciones se han incrementado 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.

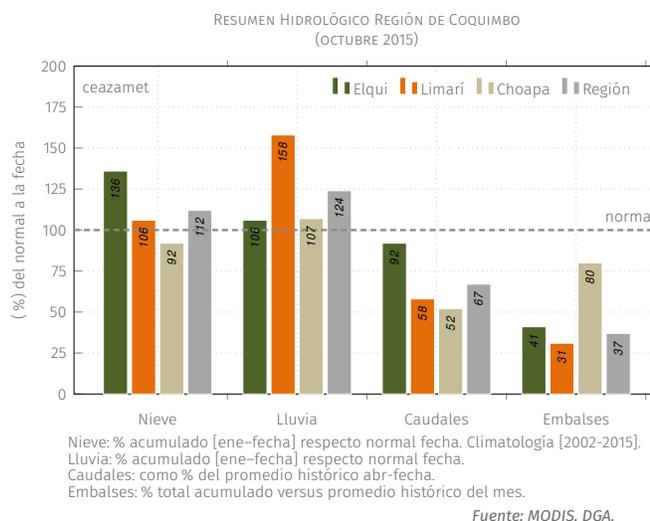


FIGURA 1. Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de octubre, 2015.

<sup>1</sup>En 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

---

<b>1. Análisis Meteorológico</b>	<b>1</b>
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
<b>2. Análisis Hidrológico</b>	<b>7</b>
2.1. Estado de Caudales . . . . .	7
2.2. Pronóstico de Caudales . . . . .	8
2.3. Estado de los Embalses . . . . .	9
<b>3. Análisis Agronómico</b>	<b>11</b>
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
<b>4. Datos adicionales</b>	<b>15</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>16</b>
<b>6. Glosario</b>	<b>17</b>
<b>7. Créditos</b>	<b>18</b>

## Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, al 31 de octubre, 2015. . . . .	i
2.	Anomalías promedio TSM, última semana de octubre 2015, calculadas respecto periodo base 1981–2010 (Fuente: CPC – <a href="http://cpc.ncep.noaa.gov/">http://cpc.ncep.noaa.gov/</a> ). . . . .	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 – <a href="http://iri.columbia.edu/">http://iri.columbia.edu/</a> ). . . . .	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en octubre. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a> ; proceso y mapas: CEAZAMET). . . . .	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre noviembre–diciembre–enero de 2015-16. 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 m/s promedio predominantes en septiembre (a) y octubre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en septiembre (c) y octubre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL ( <a href="http://rda.ucar.edu/">http://rda.ucar.edu/</a> ). . . . .	3
7.	Promedios de temperatura a 2m diaria en octubre de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET. . . . .	4
8.	Precipitación promedio diaria durante el mes de octubre de 2015. . . . .	5
9.	Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos seis meses. <b>Fuente: CEAZAMET.</b>	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; es decir, alrededor de 3500 km <sup>2</sup> qui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA. . . . .	7
12.	Pronóstico de caudales de Elqui. 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 . . . . . 15
5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA . . . . . 15

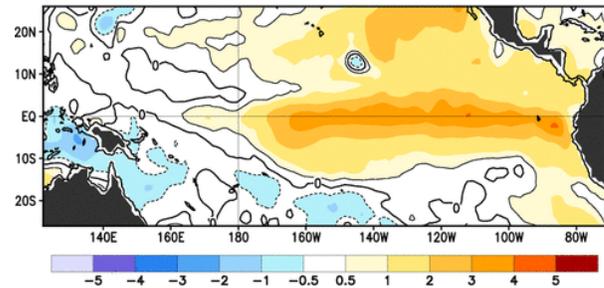
# 1 Análisis Meteorológico

## 1.1 Proyección de ENOS

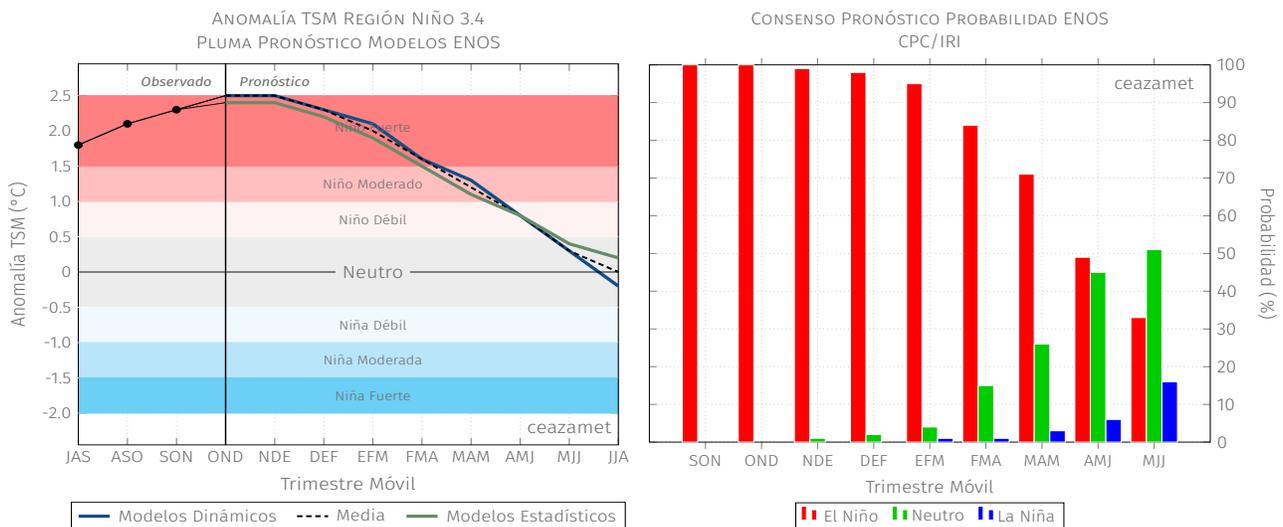
Las anomalías en la TSM<sup>2</sup>, en la zona NIÑO3.4<sup>3</sup> (figura 2), a finales de octubre, se mantienen en valores positivos, promediando 2°C de anomalía. La zona del NIÑO1+2, sigue con anomalía positiva, similar al mes anterior y coherente con el resto de las zonas de El Niño.

Así, finalizado octubre, las anomalías promedian +2°C, lo que se asocia al desarrollo de un evento de El Niño<sup>4</sup> de señal fuerte. La tendencia indica que la señal actual de este Niño va a persistir logrando su *peak* durante el mes de diciembre del presente año.

Las tendencias en conjunto de modelos dinámicos y estadísticos (figura 3a), continúan indicando que durante el presente trimestre octubre–noviembre–diciembre seguirá el desarrollo de El Niño Fuerte, llegando su señal al máximo (i.e., ~2.5°C) durante el trimestre noviembre–diciembre–enero. 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 una primavera con precipitaciones y temperatura con valores por sobre lo normal.



**FIGURA 2.** Anomalías promedio TSM, última semana de octubre 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/>).

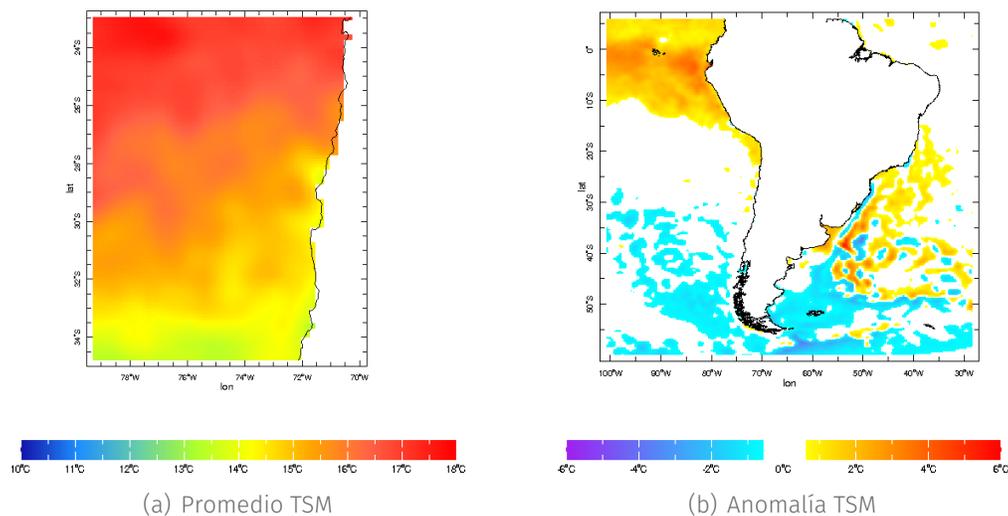
<sup>2</sup>TSM = **T**emperatura **S**uperficial del **M**ar.

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

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

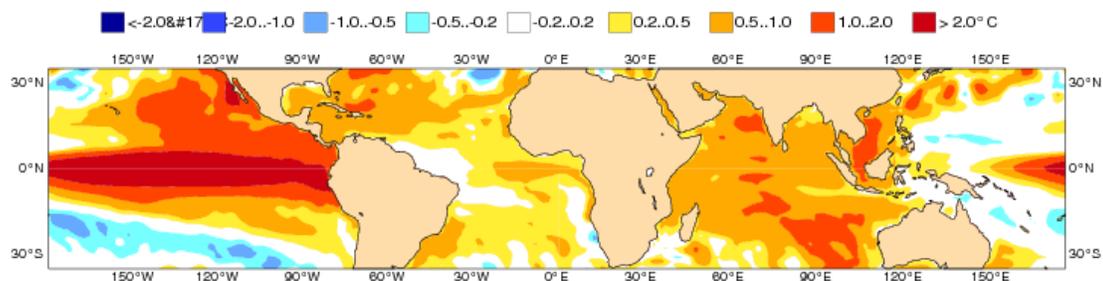
## 1.2 Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de septiembre frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 14 y 15°C aproximadamente, lo que indica que las temperaturas estuvieron un par de grados más altas, durante el último mes. En octubre, mar adentro (particularmente en el área de influencia del ASPS<sup>5</sup>) sigue sin observar anomalías de algún tipo y los valores —más bien— se mantienen dentro de los valores históricos (figura 4b).



**FIGURA 4.** (a) Promedios mensuales de TSM en octubre. (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 **noviembre–diciembre–enero** 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.

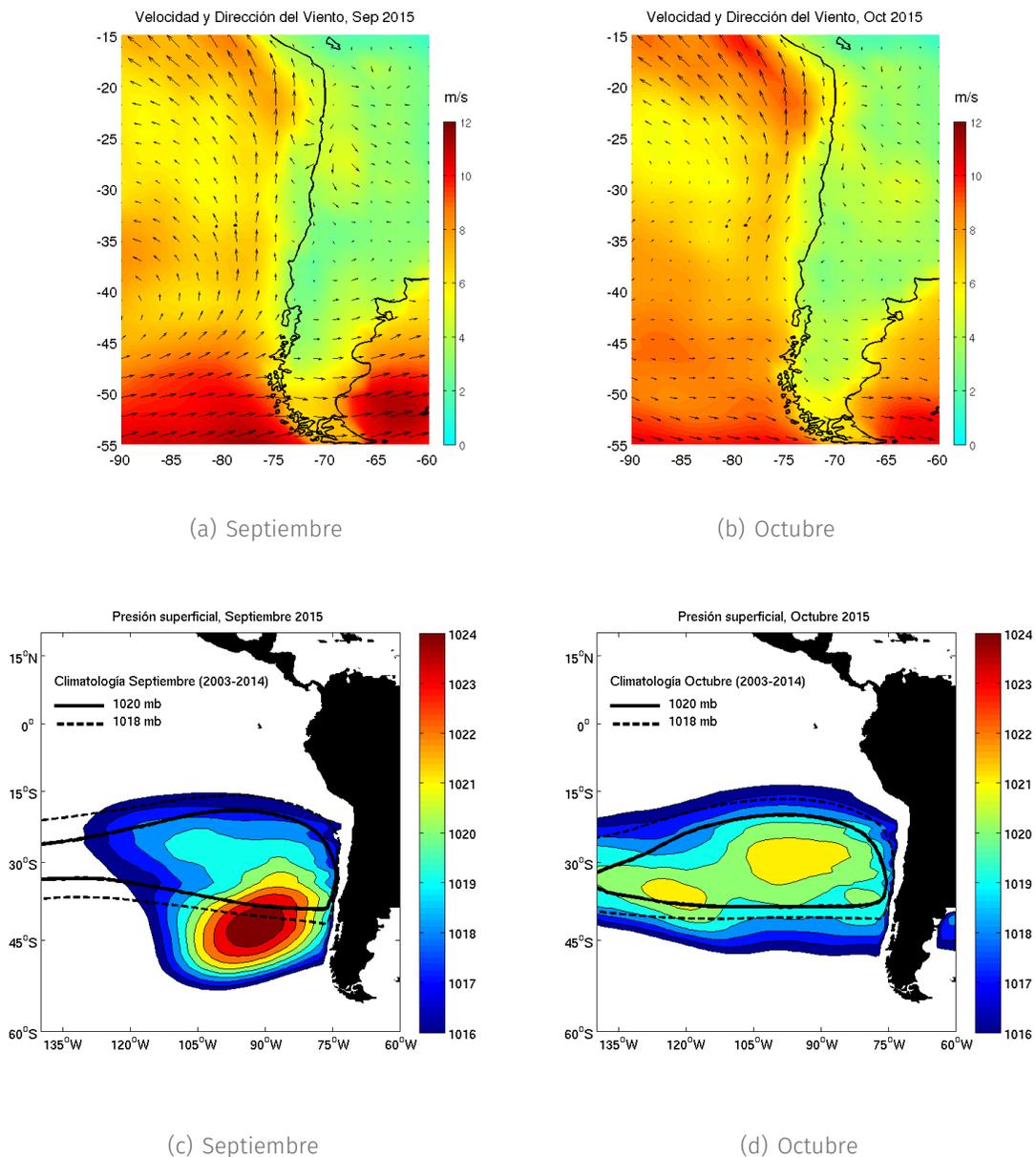


**FIGURA 5.** Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre noviembre–diciembre–enero de 2015-16. Colores rojizos indican anomalías positivas; colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – [www.ecmwf.int/](http://www.ecmwf.int/)).

<sup>5</sup>Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur

### 1.3 Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos<sup>6</sup> predominantes (figura 6 a y b), muestra baja variabilidad de un mes a otro en magnitud, al menos frente a las costas de la región. Se aprecia un leve aumento en los valores, debido al traslado de masas de aire de origen polar a latitudes menores, lo que favorece una intensificación en los flujos del oeste en la parte sur del país. 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 un comportamiento «normal» del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS).

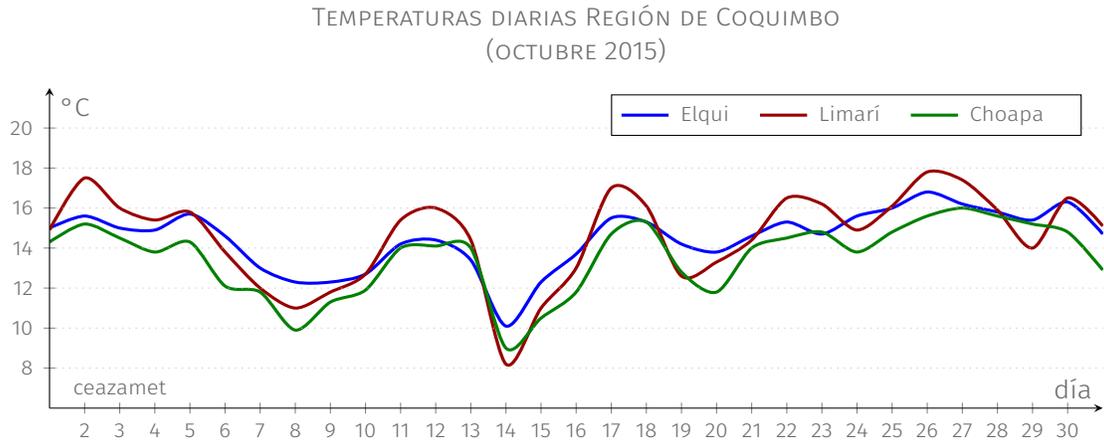


**FIGURA 6.** Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en septiembre (a) y octubre (b) de 2015. Presión Atmosférica Superficial promedio (mb) en septiembre (c) y octubre (d) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>).

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

### 1.4 Variabilidad Térmica

Durante el mes de octubre, en general se observa una oscilación térmica bastante amplia desde 8 a 18°C, aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). Este mes presenta temperaturas ligeramente más bajas que el mes anterior. Sin embargo, las temperaturas son más altas de lo normal para la temporada (i.e., 18°C promedio, en Limarí como máximo del mes).



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

## 1.5 Precipitaciones

Durante el mes de octubre hubo un par de eventos de precipitaciones de importancia, los que con tal registro, dejan al presente octubre de 2015 como el octubre más lluvioso de los últimos 30 años, y eleva el superávit de agua caída para la región hasta 24 %, el doble respecto del mes anterior (ver figura 8).

El mes de octubre obtuvo más precipitaciones de lo normal, pero a pesar de ello, está dentro de los parámetros esperados sobre el presente escenario de El Niño. La figura 9, muestra la evolución de las precipitaciones registradas por las estaciones de CEAZAMET en los últimos seis meses.

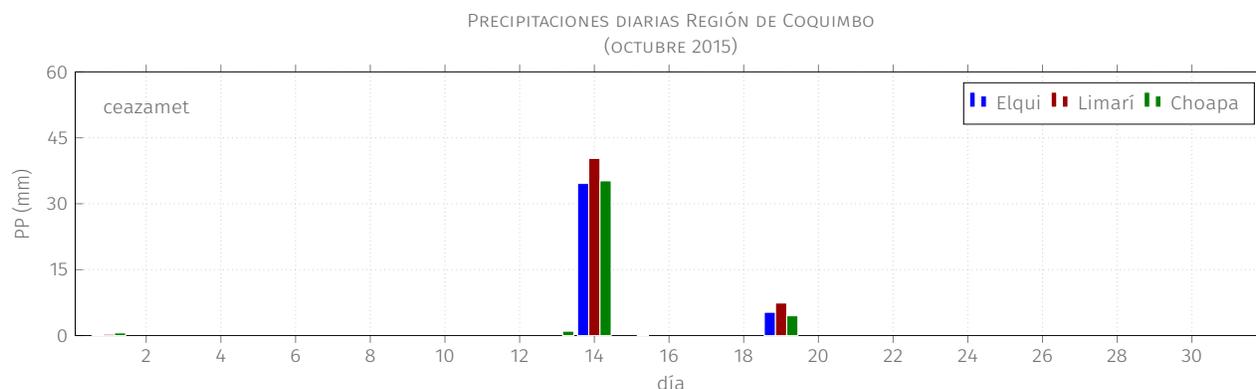


FIGURA 8. Precipitación promedio diaria durante el mes de octubre de 2015.

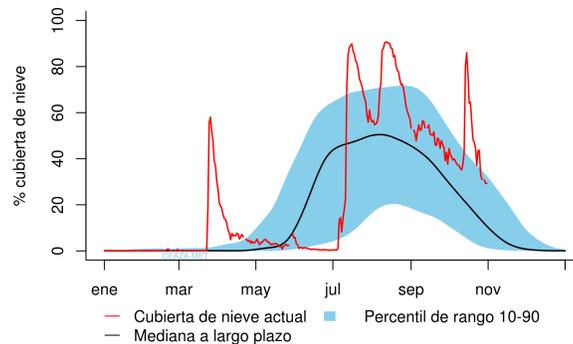
Estación	Ene '15	Feb '15	Mar '15	Abr '15	May '15	Jun '15	Jul '15	Ago '15	Sep '15	Oct '15	Total [mm]
Punta Colorada	0	0	15.5	0.2	0.3	0.2	29.4	31	0.3	13.3	90.2
La Serena [El Romeral]	0	0	7.5	0.1	0.1	0	35	44	10.5	28.9	126.1
La Serena - CEAZA	0.2	0.8	12.9	(1)1	(1)0.3	0.7	34.3	23.9	10	34.9	119
La Serena - Cerro Grande	-	-	-	-	-	-	-	(2)4.7	9.6	36.4	50.7
Rivadavia	0	0	34.5	0	1.5	0	40.1	23.1	0	30.5	129.8
Gabriela Mistral	0	0	26.1	2.7	1.3	0.7	44.4	29	4.8	42.7	151.7
Coquimbo [El Panul]	0.7	0	29.3	1.2	0.6	1.8	18.8	39.8	19.3	17.6	129.1
Vicuña [INIA]	(1)0	0	40	0	0	0	43.3	69.4	0.2	44.7	197.6
Pan de Azúcar [INIA]	0	0	10.6	0.5	0.3	0.4	26	31.9	8.5	41	119.2
Pisco Elqui	0	0.4	44	0	0	0	50.2	30.7	0	26.1	151.4
Andacollo	0	0	39	0	0	0	43	59.8	4	47	192.8
Las Cardas	0	0.1	11.7	0.3	0.1	0.3	34.2	65.7	12.3	48	172.7
Hurtado [Lavaderos]	0	0	37.6	0	0	0	51.8	47.5	0.5	45.8	183.2
Pichasca	0	0	20.3	0	0	0	35.8	59.3	0.5	36.5	152.4
Quebrada Seca	0	0	14.5	0	0	0	25.4	113.5	12.7	44.7	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	142.7
Ovalle [Talhuén]	0	0	9.7	0.5	0.7	0.5	27.5	68.4	4.4	39.4	151.1
Algarrobo Bajo [INIA]	0	(1)0	(2)8.9	0.1	0.1	0.1	31.2	83.9	12.7	37.5	174.5
Camarico [INIA]	0	0	13.4	0.8	1	0.8	36.6	83.8	9.1	26	171.5
Rapel	0	1.3	27.4	0	0.3	0	35.8	102.1	3.8	50	220.7
El Palqui [INIA]	0	0	27.1	(2)0.3	0.2	0.1	39.5	(1)85.9	4.3	54.6	212
Combarbalá	0	0	42.5	0	0.7	0	46.6	123.5	8.3	49.8	271.4
Tascadero	2	4.3	25.5	0.9	6.4	0	52.1	234.9	53.8	99.3	479.2
Canela	0.1	0	12.4	0	0.2	0	38.8	93.6	8.5	34.9	188.5
Huintil	0	0	15.1	0.7	0.8	0	33.3	100.6	9.5	38.9	198.9
Mincha Sur	0	0	11	0.5	1	0.6	41.2	109.2	9.5	28.8	201.8
Illapel [INIA]	0	0	13.4	0.3	1	0.4	(1)46.1	92.1	12.6	41.7	207.6
Salamanca [Chillepin]	0	0	19.9	0	1.1	0	60.4	150.2	10.1	54	295.7
Promedio Red (mm)	0.1	0.2	23.1	0.4	0.6	0.2	36	73.2	8.7	39.3	

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

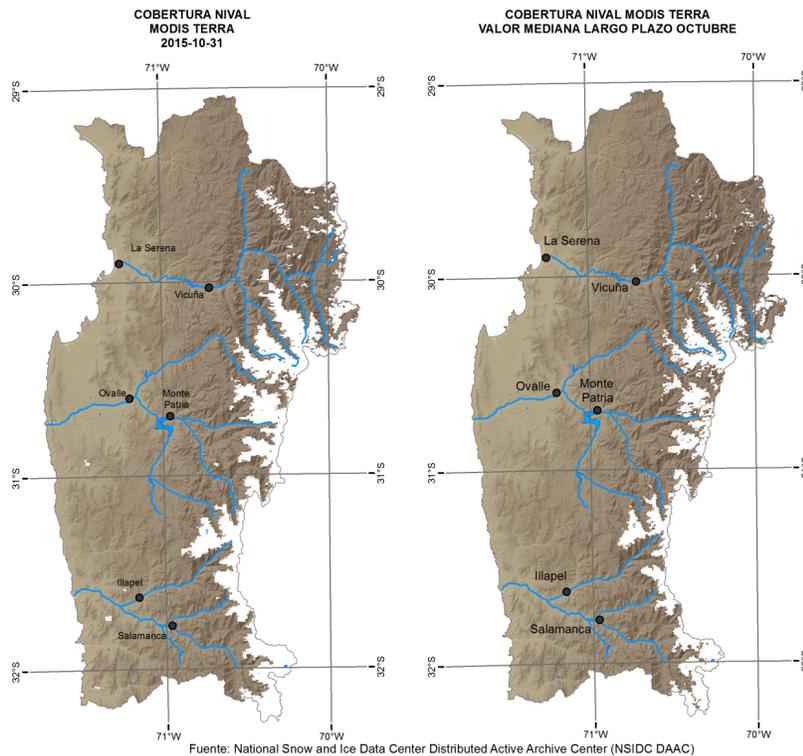
## 1.6 Cobertura Nival

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

La Provincia de Elqui tiene un 35 % —de la superficie de cobertura de nieve, sobre los 2500 metros de altitud—, Provincia de Limarí 50 % y Provincia de Choapa 60 %. 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 45 %, 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 —celestes—; (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

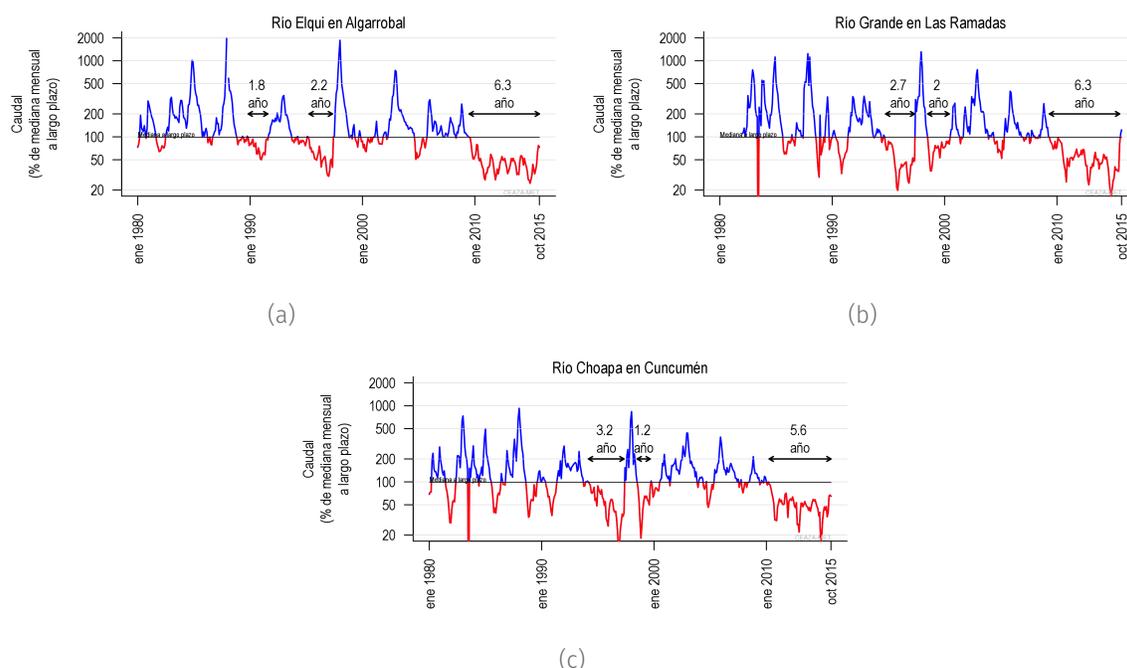
### 2.1 Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2015–2016 indican que las tres cuencas tienen valores todavía muy bajos respecto del caudal medio histórico para este mes (tabla 1). Para las tres cuencas de Elqui, Limarí y Choapa hubo un leve alza en los valores respecto del mes pasado, asociado principalmente a las precipitaciones más recientes. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran entre 42-58 % 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/oct
Elqui	Elqui en	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	2.41	2.22	2.3	2.89	4.31	5.36	5.7						3.6
	Algarrobal	% del promedio histórico	28	28	30	37	53	62	54						42
Limarí	Grande en Las	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	0.63	0.65	0.68	0.77	2.11	4.02	6						2.12
	Ramadas	% del promedio histórico	32	32	30	26	62	86	73						58
Choapa	Choapa en	Caudales (m <sup>3</sup> /s)	1.65	1.66	1.47	1.76	3.32	4.54	9.35						3.39
	Cuncumen	% del promedio histórico	39	40	33	38	57	59	63						52

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, se mantienen todas en niveles mínimos. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 11a) se mantiene por 6.3 años aproximadamente; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 11b), mantiene este mismo comportamiento por 6.3 años; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 11c) mantiene esta condición por 5.6 años, aproximadamente.



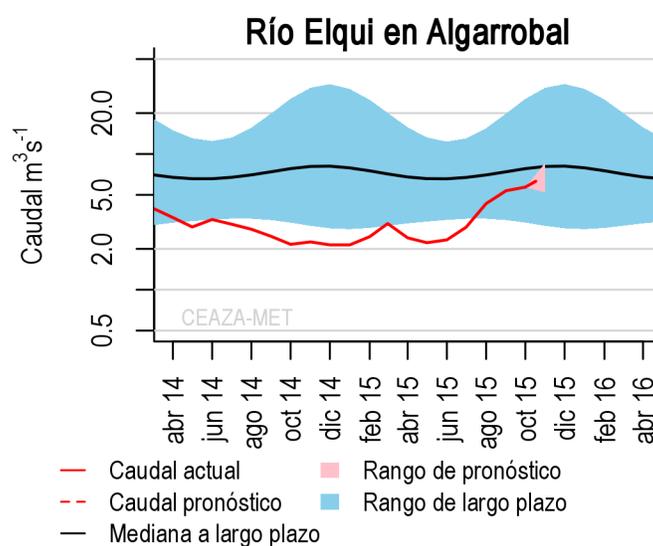
**FIGURA 11.** Caudales medidos en las provincias de El; es decir, alrededor de 3500 km<sup>2</sup>qui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA.

## 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  $6.9 \pm 1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**FIGURA 12.** Pronóstico de caudales de Elqui. 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 levemente en octubre (tabla 2) —al igual que aumentó el mes anterior—. En este mes tanto en la relación como el mes anterior como igual fecha del año pasado tienen cifras positivas —a excepción del embalse La Laguna— lo que no se había visto desde hace 5 años, aproximadamente.

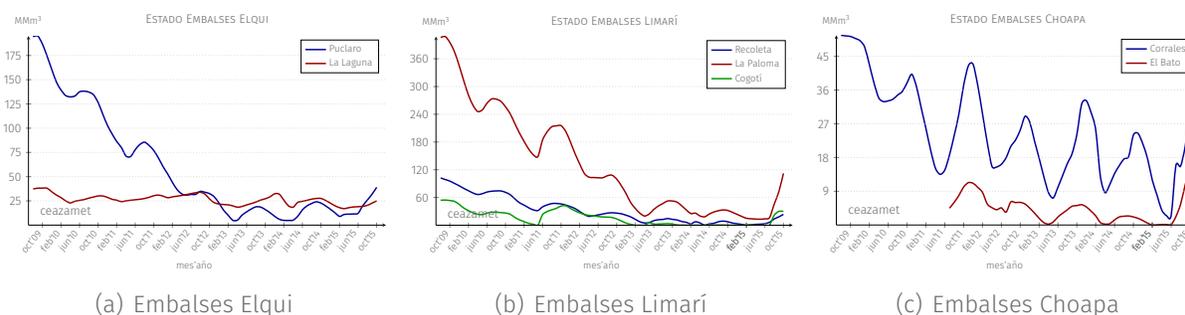
**TABLA 2.** Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA.

Provincia	Embalse	Capacidad MMm <sup>3</sup>	Estado Actual MMm <sup>3</sup>	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	25	24	+5.9	-6.3	13a
	Puclaro	200	39	132	+3.6	+8.2	
	Cogotí	140	45	82	+10.8	+32.1	
Limarí	Paloma	750	112.1	425	+5.3	+10.7	13b
	Recoleta	100	23.5	68	+5.5	+16	
	Corrales	50	30.4	42	+18.6	+12.7	
Choapa	El Bato	26	15.4	15.3	+18.2	+52.2	13c
	Culimo	10	1.4	4.5	0	+14.1	

Elqui tiene 64 MMm<sup>3</sup> de agua en los embalses, lo que corresponde al 26.7 % de su capacidad máxima (figura 13a).

Limarí tiene 180.6 MMm<sup>3</sup> de agua, lo que corresponde solo al 18.2 % de su capacidad máxima, con la mayor parte de este (112.1 MMm<sup>3</sup>) en el embalse La Paloma (figura 13b).

Choapa tiene 47.2 MMm<sup>3</sup>, lo que corresponde al 60.7 % de su capacidad máxima, de los cuales casi el total (30.4 MMm<sup>3</sup>) 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 31 de octubre es de 22.2 % de la capacidad (i.e., 291.8 MMm<sup>3</sup> de 1315.5 MMm<sup>3</sup>). Ver figura 14.

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

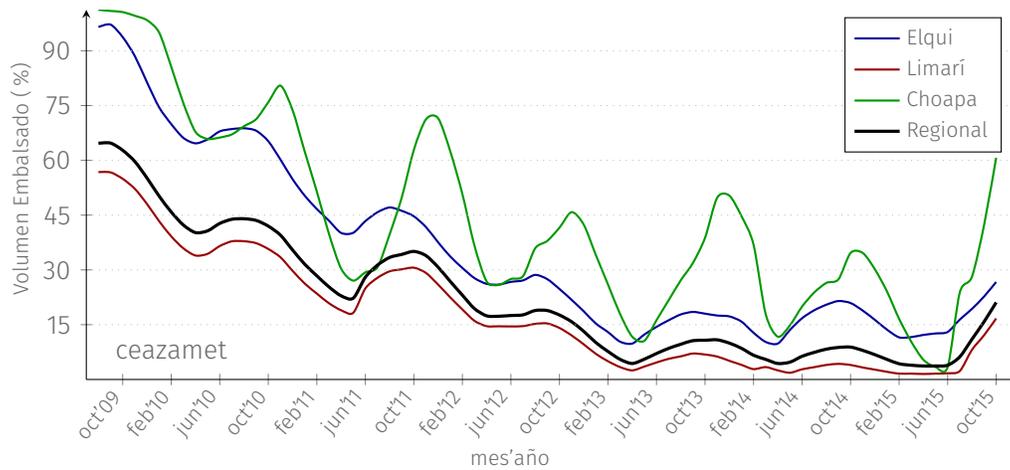


FIGURA 14. Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.

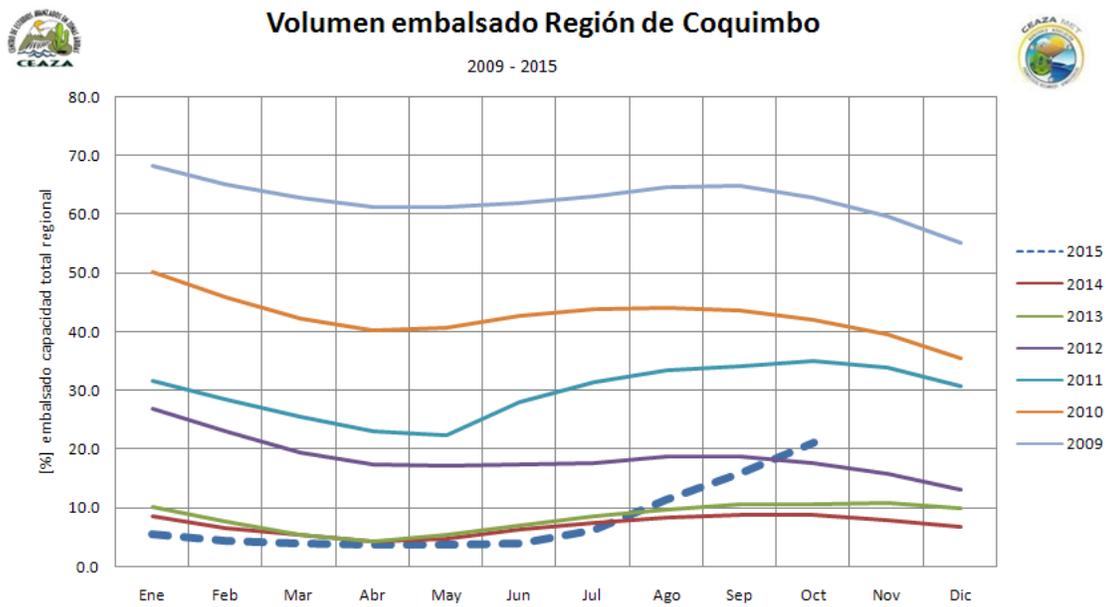
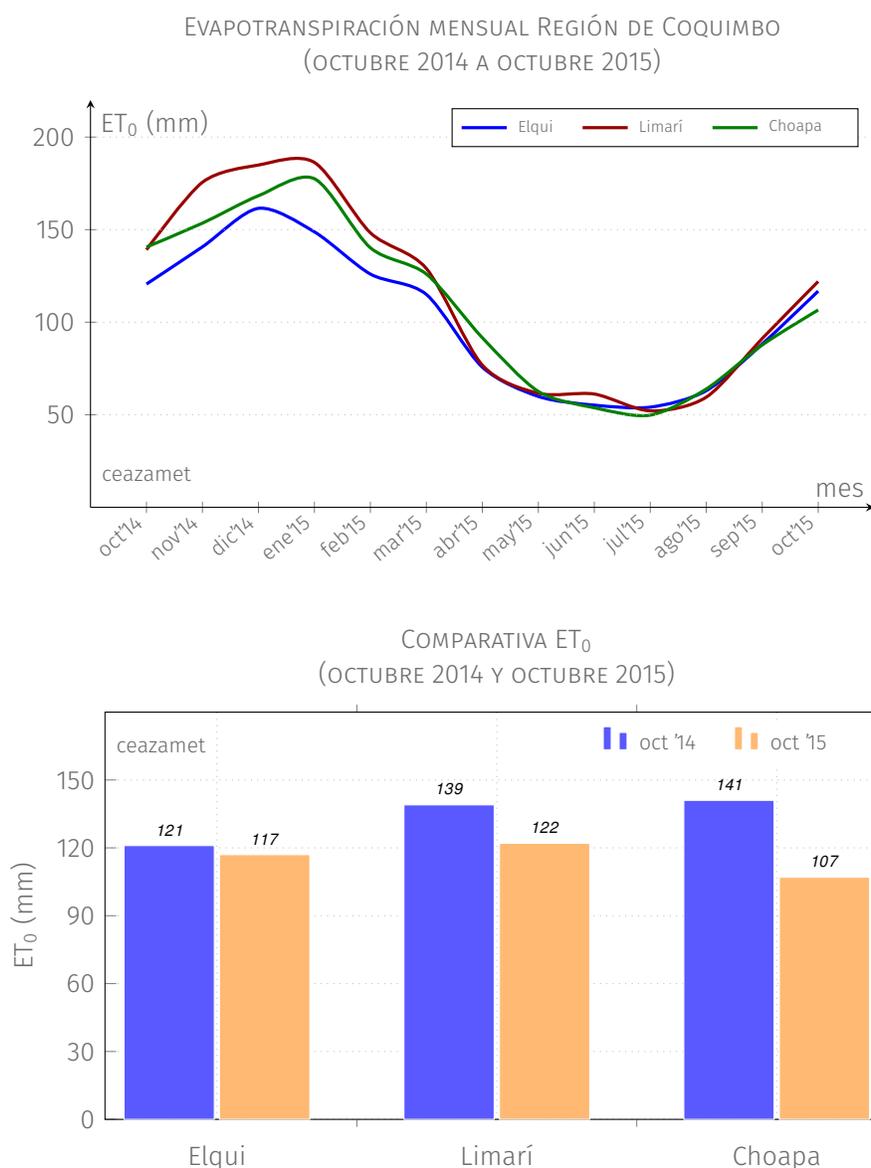


FIGURA 15. Evolución del volumen embalsado por año de cada cuenca .

### 3 Análisis Agronómico

#### 3.1 Evapotranspiración Potencial $ET_0$

La Evapotranspiración Potencial ( $ET_0$  figura 16, arriba) sigue su patrón anual típico manteniendo en octubre valores entre 107 y 122 mm/mes, aproximadamente, para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de  $ET_0$  (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. Estos muestran que a igual fecha del año pasado, ha habido una acumulación levemente mayor de calor en las zonas costeras y de características similares a las del año pasado en sectores agrícolas. 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.

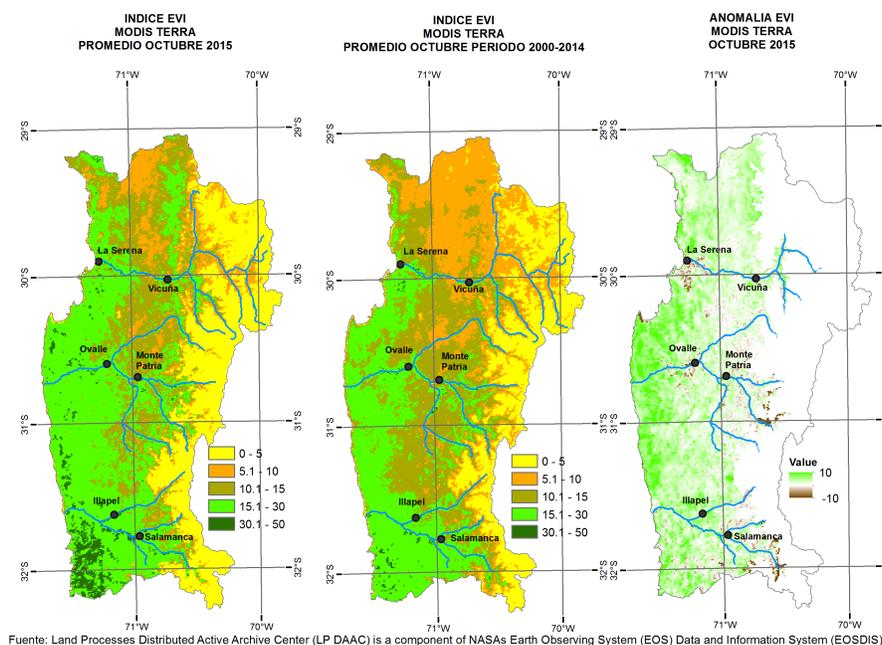
TABLA 3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región.

**Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2015-08-15**

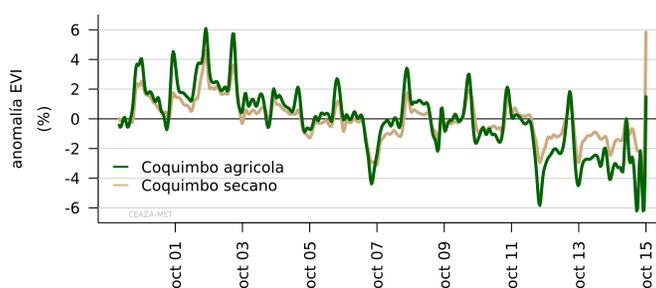
Estacion	GD Acumulados 2015-11-01	GD Acumulados 2014-11-01
Cachiyuyo	592(-5%)	624
Punta Colorada	405(+5%)	385
Islote Pájaros	293(+23%)	238
La Serena [El Romeral]	314(+13%)	277
La Serena - CEAZA	341(+28%)	266
La Serena - Cerro Grande	242(-)	-
La Serena - Cerro Grande	223(-)	-
Rivadavia	528(-7%)	569
UCN Guayacan	351(+25%)	281
Gabriela Mistral	311(+26%)	248
Coquimbo [El Panul]	331(+24%)	268
Vicuña [INIA]	435(-2%)	443
Pan de Azúcar [INIA]	314(+25%)	251
Pisco Elqui	445(-15%)	523
El Tapado	0(0%)	0
Paso Aguas Negras	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	0(-100%)	42
Andacollo	375(-17%)	454
Las Cardas	365(+2%)	359
Tongoy Balsa CMET	334(+18%)	284
Hurtado [Lavaderos]	421(-24%)	552
Pichasca	437(-8%)	474
Quebrada Seca	390(+1%)	385
Laguna Hurtado	67(-52%)	141
Ovalle [Talhuén]	338(-2%)	344
Algarrobo Bajo [INIA]	402(-3%)	413
Camarico [INIA]	371(-5%)	390
Rapel	375(-9%)	411
Los Molles [Bocatoma]	38(-68%)	119
El Palqui [INIA]	496(-5%)	520
Combarbalá	429(-18%)	524
Tascadero	0(-100%)	2
Canela	292(-4%)	304
Huintil	212(-6%)	227
Mincha Sur	280(+11%)	253
Illapel [INIA]	310(-6%)	329
Huaitatas	0(0%)	0
Salamanca [Chillepín]	333(-14%)	387

### 3.3 Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI<sup>7</sup>), a partir del presente mes gran parte de la región muestra valores positivos de este índice, asociado principalmente a las precipitaciones tardías y que han tenido un marcado efecto en el sector seco. Sin embargo, se mantienen leves anomalías negativas en algunos sectores de plantación agrícola (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).

<sup>7</sup>Desde 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*

En general, el cultivo ha respondido de buena manera a las condiciones de estrés hídrico de las últimas temporadas en la región. Para esta temporada se espera un aumento en el rendimiento cercano al 30 %, comparado con la temporada anterior. En cuanto a la condición de la fruta, se presenta buen calibre con buena condición fitosanitaria.

Se recomienda cuidar el riego y la nutrición, ya que el mes de noviembre es clave para la formación de la almendra y del dardo floral para la próxima temporada. Algunos cuarteles evidencian presencia de arañita roja europea que es una plaga fuerte, por lo cual se recomienda tomar los resguardos para asegurar la producción; junto a ello se observa alto daño por burrito.

#### *Nogales*

Los estados de brotación y floración se presentan desuniformes. Se espera que el potencial de rendimiento sea similar al de la temporada anterior. En relación a los manejos de riego y fertilización, se recomienda cuidar el manejo de los riegos ajustándolos, ya que el mes de noviembre es clave: donde existe crecimiento vegetativo, crecimiento del fruto y aumento de la evapotranspiración. Se debe cuidar la aplicación de micro elementos como Zinc y Magnesio, además de controlar la presencia de polilla.

#### *17 Vid Pisquera*

Se encuentra totalmente brotada, con brotes entre 40 y 60 cm, en las partes bajas de los valles, mientras que en las zonas altas aún se encuentra en floración y cuaja. En general se observa un bajo número de racimos, proyectándose una vendimia baja en el número de kilogramos producidos, pudiendo ser similar a la de la temporada pasada.

En la condición fitosanitaria se observa una alta presencia de burrito de la vid, que en esta variedad no es característico. Se observa además presencia de gusanos cortadores.

#### *Vid Vinífera*

Las variedades blancas se encuentran 100 % cuajadas, con racimos de tamaño pequeño y desuniformes. Se observa una alta presión de oídio.

Las variedades tintas se encuentran iniciando floración. Se observa mayor número de racimos que en las variedades blancas y con mayor potencial de vendimia que la temporada anterior. En relación a la condición fitosanitaria, se observa una alta presión de falsa arañita roja y de oídio.

#### *Vid de mesa*

En la parte alta de los valles se encuentra en estado entre flor y cuaja<sup>17</sup>, observándose una disparidad en el crecimiento del brote y en la cantidad de racimos en todas las variedades. Esto se debe básicamente a los efectos del estrés hídrico de las últimas temporadas. Se observa gran cantidad de racimos pequeños, por lo tanto se recomienda apoyar con manejos de riego y nutrición, dado que se espera un potencial de calibre bajo para esta temporada.

Las estimaciones de rendimiento según análisis de conteo de racimos indican que las producciones debiesen ser muy similares a las de la temporada pasada, sin presentarse un aumento importante en el número de cajas producidas.

En cuanto a la condición fitosanitaria, se observa una alta presión de oídio.

## 4 Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar<sup>8</sup> en W/m<sup>2</sup>, promedios mensuales:

**TABLA 4.** Radiación Solar últimos 13 meses registrados en CEAZAMET

Fecha	P.Colorada	La Serena	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	147	143		137	112	104	152
Ago, '14	200	167	200	206	187	194	160	150	199
Sep, '14	240	191	233	243	214	223	188	185	205
Oct, '14	295	246	299	322	276	312	282	263	290
Nov, '14	340	280	344	361	330	350	327	311	341
Dic, '14	362	302	377	399	352	393	346	307	406
Ene, '15	334	240	355	386	326	379	338	290	393
Feb, '15	313	247	314	340	298	333	293	267	350
Mar, '15	252	215	253	278	240	272	241	226	307
Abr, '15	203	155	214	231	177	225	196	185	246
May, '15	163	133	166	176	153	167	144	141	172
Jun, '15	158	140	155	159	145	147	136	131	160
Jul, '15	143	123	136	146	131	136	127	121	147
Ago, '15	161	131	138	140	139	139	134	132	167
Sep, '15	236	196	202	233	200	216	192	188	221
Oct, '15	278	262	235	290	272	262	244	242	219

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
2015-11-02	03:01	1.45P	09:56	0.48B	15:56	1.07P	21:30	0.65B
2015-11-03	04:03	1.36P	11:04	0.53B	17:15	1.06P	22:44	0.71B
2015-11-04	05:12	1.29P	12:12	0.55B	18:31	1.09P		
2015-11-05	00:05	0.73B	06:22	1.26P	13:10	0.54B	19:31	1.16P
2015-11-06	01:18	0.71B	07:23	1.25P	13:56	0.53B	20:17	1.23P
2015-11-07	02:16	0.67B	08:16	1.25P	14:34	0.51B	20:55	1.30P
2015-11-08	03:03	0.62B	09:00	1.26P	15:08	0.50B	21:29	1.37P
2015-11-09	03:43	0.56B	09:39	1.26P	15:39	0.49B	22:01	1.43P
2015-11-10	04:21	0.52B	10:15	1.25P	16:09	0.48B	22:32	1.48P
2015-11-11	04:56	0.48B	10:49	1.24P	16:39	0.49B	23:03	1.51P
2015-11-12	05:32	0.46B	11:22	1.22P	17:08	0.49B	23:35	1.52P
2015-11-13	06:08	0.45B	11:56	1.18P	17:39	0.51B		
2015-11-14	00:09	1.52P	06:48	0.45B	12:34	1.15P	18:12	0.54B
2015-11-15	00:46	1.51P	07:30	0.47B	13:16	1.10P	18:49	0.58B
2015-11-16	01:27	1.48P	08:17	0.49B	14:05	1.06P	19:34	0.63B
2015-11-17	02:13	1.43P	09:10	0.52B	15:04	1.04P	20:30	0.68B
2015-11-18	03:07	1.38P	10:09	0.53B	16:12	1.04P	21:41	0.71B
2015-11-19	04:09	1.34P	11:13	0.53B	17:26	1.08P	23:02	0.72B
2015-11-20	05:17	1.32P	12:13	0.50B	18:33	1.16P		
2015-11-21	00:23	0.68B	06:24	1.31P	13:06	0.46B	19:29	1.27P
2015-11-22	01:33	0.61B	07:27	1.32P	13:53	0.41B	20:17	1.39P
2015-11-23	02:33	0.52B	08:24	1.33P	14:38	0.37B	21:03	1.51P
2015-11-24	03:27	0.43B	09:17	1.33P	15:21	0.34B	21:49	1.61P
2015-11-25	04:19	0.36B	10:08	1.32P	16:05	0.33B	22:35	1.68P
2015-11-26	05:10	0.31B	10:59	1.30P	16:50	0.33B	23:21	1.71P
2015-11-27	06:01	0.29B	11:49	1.27P	17:35	0.37B		
2015-11-28	00:08	1.69P	06:51	0.30B	12:39	1.22P	18:23	0.42B
2015-11-29	00:56	1.65P	07:42	0.34B	13:32	1.18P	19:11	0.49B
2015-11-30	01:43	1.57P	08:32	0.40B	14:26	1.13P	20:03	0.57B
2015-12-01	02:32	1.48P	09:25	0.46B	15:25	1.10P	20:58	0.65B
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

<sup>8</sup>Esta 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 primavera-verano, extendiéndose más allá de la temporada estival, lo que traería un aumento anormal en las temperaturas.
- Durante octubre se presentan precipitaciones de importancia, las que elevan los índices de superávit en la región. Consecuentemente, los parámetros asociados al sistema hidrológico muestran una leve 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 el cambio de estación.
- Los caudales en octubre siguen con niveles bajos respecto de los promedios históricos, promediando un 33% de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 22.2% de su capacidad máxima.
- Las condiciones oceánico-atmosféricas observadas y analizadas siguen manifestando tendencia a anomalías positivas en temperaturas y precipitaciones.

## 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).

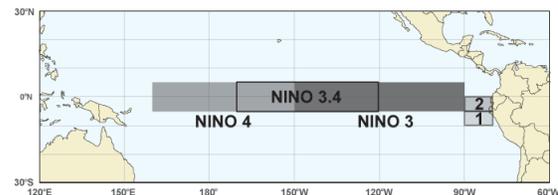
**Clima de estepa fría de montaña:** predomina sobre los 3000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

**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: **diciembre**, 2015

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