



Boletín Climático CEAZA

Región de Coquimbo

Octubre 2019



Financia:

Resumen Ejecutivo

El estado actual del sistema hidrológico de la Región de Coquimbo se encuentra en una situación muy delicada dada por las escasas precipitaciones.

El año 2018 fue un año con bajas precipitaciones, lo que hizo que los caudales estuvieran bajos desde hace más de un año, sobre todo en Choapa. **El 2019 hasta el momento ha sido uno de los años más secos de los últimos 40 años.** Por lo que la situación de escases de precipitaciones se estaría prolongando por un segundo año y reflejándose en el resto del sistema hídrico, productivo y ecológico de la Región de Coquimbo.

Los embalse de las cuencas de Elqui y Limarí se encuentran con reservas, por lo tanto las zonas productivas bajo los embalses en estas provincias no estarían por el momento tan expuestas a la falta de agua, pero si, todo el secano y sobre todo la provincia de Choapa, que es la provincia que actualmente muestra los índices más bajo de precipitaciones, caudales y niveles de embalses.

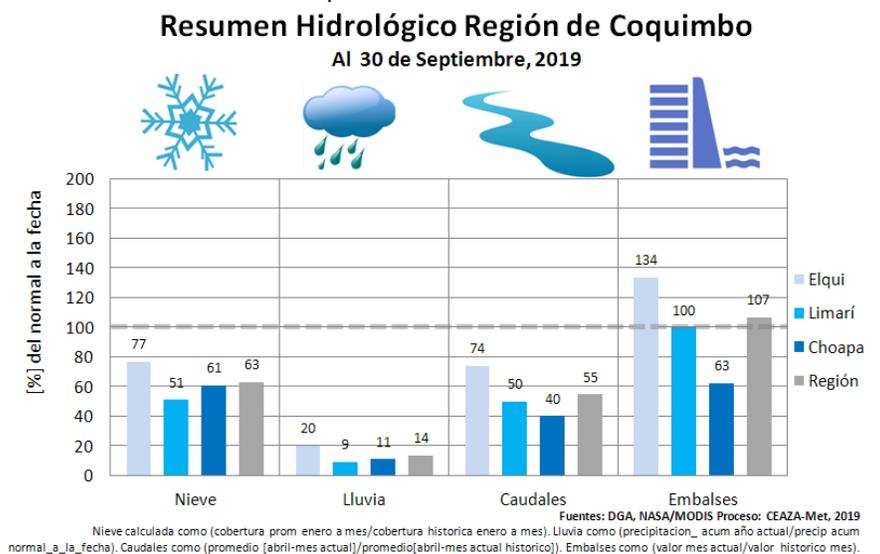
Actualmente la provincia del Elqui tiene un 134% embalsado del promedio histórico, Limarí aun esta en 100%, pero Choapa está actualmente en un 63% del promedio histórico de septiembre.

Según los modelos climáticos, durante el trimestre OND'19 las temperaturas estarían en general en torno a lo normal en la costa y en la cordillera. En los valles las mínimas estarían bajo lo normal y las máximas en sobre lonormal.

En cuanto a las precipitaciones estas estarían bajo lo normal, situación que va a la par con lo proyectado sobre los caudales: el sistema hidrológico continuaría mostrando un comportamiento bajo lo normal en las 3 provincias de la Región al menos hasta el invierno de 2020.

Con respecto al panorama de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) la evaluación de las principales variables atmosféricas y modelos globales indican que finalizado septiembre continúa en fase Neutra.

Se sugiere acuñar el término «desertificación», «híper-aridez» o bien «aridización» de la Región de Coquimbo, ya que el concepto sequía, debido a la magnitud, espacialidad y temporalidad que implica no resulta adecuado como descripción de la situación que tiene la región.



Presentación CEAZA

El CEAZA tiene como misión promover el desarrollo científico y tecnológico a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde la región de Coquimbo, con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.

En el cumplimiento de dicho objetivo se elabora y distribuye el presente informe mensual, que además busca ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones para los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, de desarrollo y a los diversos sectores productivos. Para esta finalidad el boletín provee de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza los principales eventos atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos en la Región de Coquimbo.

Presentación CEAZA-Met

El equipo CEAZA-Met es la unidad dentro del CEAZA dedicada a monitorear y estudiar el clima y la meteorología, su relación con el ciclo hidrológico y las actividades socioeconómicas que dependen de él. Este equipo mantiene en la Región de Coquimbo la red meteorológica regional más grande del país y mediante la aplicación de diferentes áreas del conocimiento provee información asociada a monitoreo y pronóstico de eventos. Además se ocupa de generar y presentar información útil a la toma de decisiones, como este boletín. Para esto el CEAZA cuenta con expertos en: clima, meteorología, informática, sistemas de información geográfica (GIS), glaciología e hidrología, de forma que se pueden abordar problemas con enfoque multidisciplinario asociados a las geociencias y su interacción con la sociedad. De la misma manera, el Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena colabora con el CEAZA, con el fin de profundizar en el diagnóstico mensual de frutales de este boletín.

Estructura del Boletín climático

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

- ENOS (El Niño - Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de los ríos Elqui, Limarí y Choapa
- Los principales embalses de la región
- Junto al diagnóstico y proyección anterior se acompañan herramientas y análisis de utilidad a los sectores agrícola y acuícola.

Este informe es financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo.

Proyección estacional

La Región de Coquimbo entró en la temporada seca normal, por lo que naturalmente la cantidad de precipitaciones y la probabilidad de que estas ocurran es cada vez menor.

Sin embargo debido a un intenso calentamiento estratosférico y a la respectiva perturbación del vórtice polar es que la zona sur de Chile tendría una primavera lluviosa, es por esto que no se descarta que llegue algún fenómeno con precipitaciones dentro del trimestre a la Región de Coquimbo, principalmente a la cordillera.

Pronóstico de precipitaciones

Se espera que las precipitaciones estén bajo lo normal durante el trimestre OND'19 en la Región de Coquimbo [fig. PE 1].

Pronóstico de temperaturas

Se espera que durante el trimestre OND'19 las temperaturas en la costa y en la cordillera estén en torno a lo normal. El interior de la Región estaría con temperaturas mínimas bajo lo normal, mientras que las máximas estarían sobre lo normal [fig. PE 2].

ENOS

Durante el mes de septiembre se continuaron observando anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en torno a lo normal en la zona Niño 3.4 [fig. ENOS 1], relacionados a una fase Neutra.

Actualmente ENOS no tiene influencia en situaciones atmosféricas.

El valor del índice de Radiación de Onda Larga Saliente (OLR) fue de +0,6 y del Índice de Oscilación del Sur (SOI) fue de -1,2 [fig. ENOS 1 y 2]. Estos índices no guardan ninguna relación actualmente, influenciados por el estado Neutro.

El pronóstico probabilístico oficial del CPC/IRI muestra que el trimestre SON'19 estará bajo una fase Neutra (64%) [fig. ENOS 2 y 3].

ONI: El Índice Oceánico de El Niño se ha presentado con un valor con un valor de 0,1°C en el trimestre JAS'19, 0,2°C menor que el trimestre

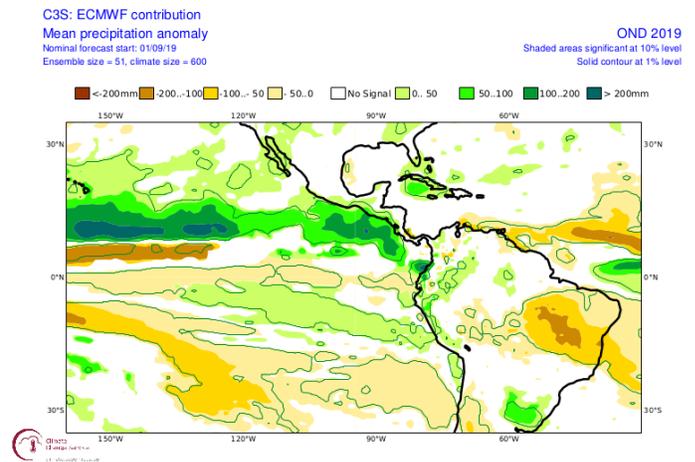


Figura PE1. Pronóstico de las anomalías de precipitación para el próximo trimestre (fuente: C3S).

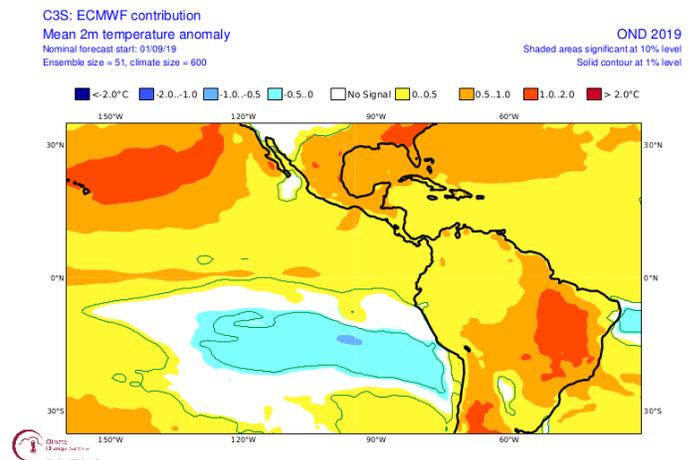


Figura PE2. Pronóstico de las anomalías de temperatura a 2m. (fuente: C3S)

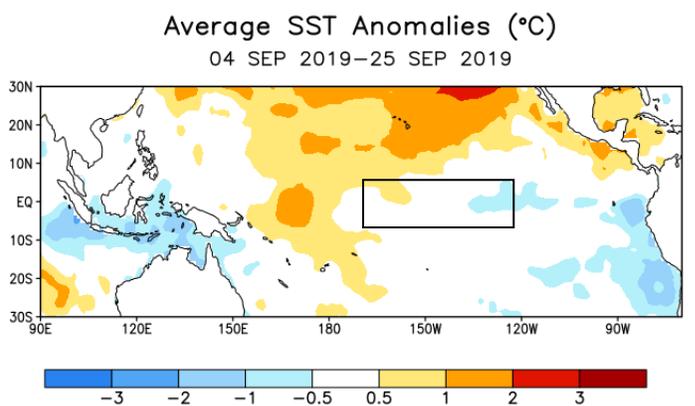


Figura PE3. Anomalías promedio de TSM (°C) con la zona Niño 3.4 enmarcada (arriba), calculadas respecto al periodo 1981-2010. (fuente: CPC - <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)

anterior, siendo así el primer mes de la fase Neutra. Dentro de la variabilidad mensual la TSM ha registrado un valor de $-0,11^{\circ}\text{C}$ en septiembre [fig. ENOS 2].

Acorde a la información presentada por los distintos modelos estadísticos y dinámicos los próximos meses continuarían dentro de una fase Neutra (55% – 70%) [fig. ENOS 3].

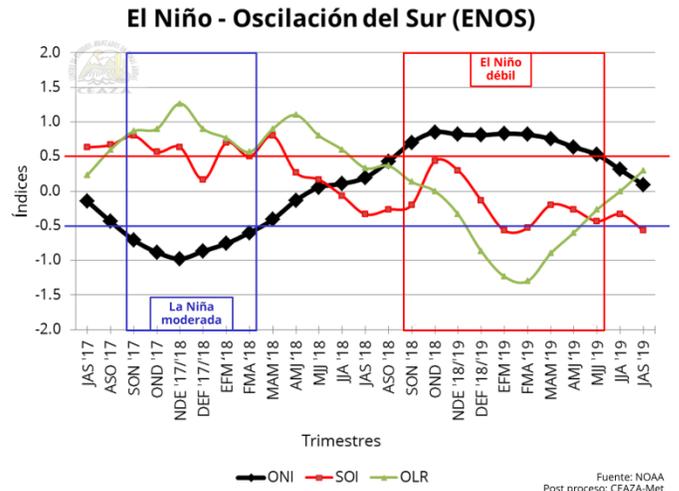


Figura ENOS1. Variación trimestral de los índices ONI, OLR y SOI (fuentes: CPC (www.cpc.ncep.noaa.gov) y NCDC (www.ncdc.noaa.gov))

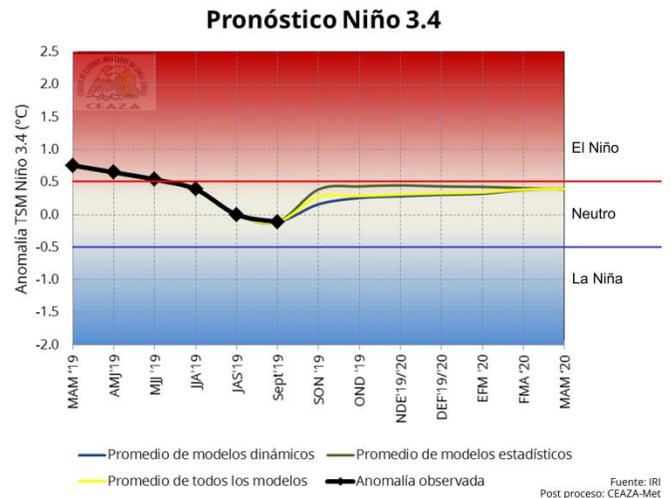


Figura ENOS2. Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>, Post proceso: CEAZA-Met)

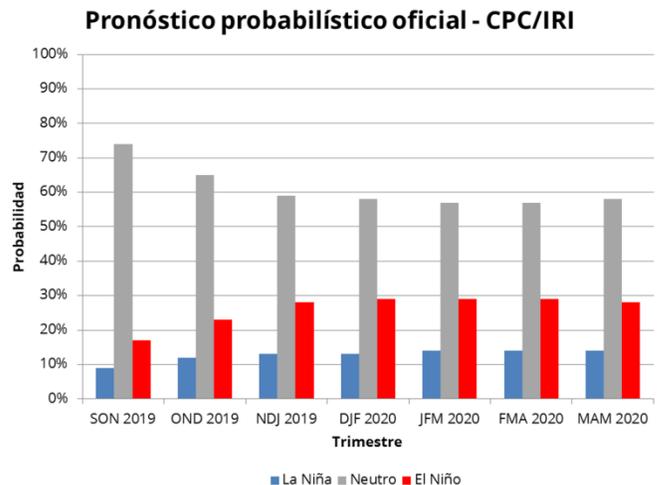
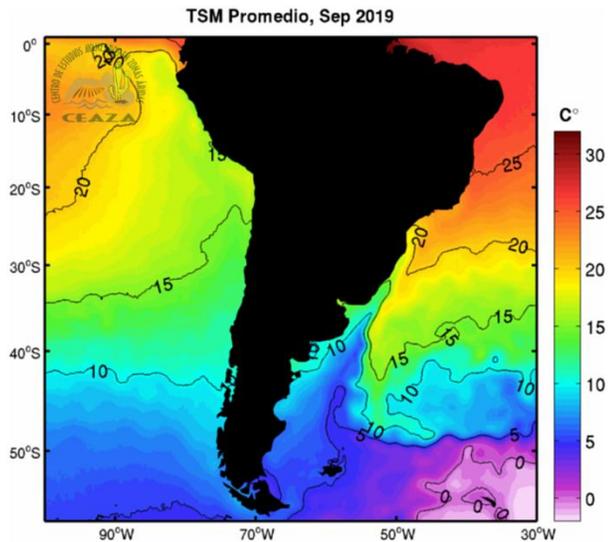


Figura ENOS3. Pronóstico de probabilidades del ENOS (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>)

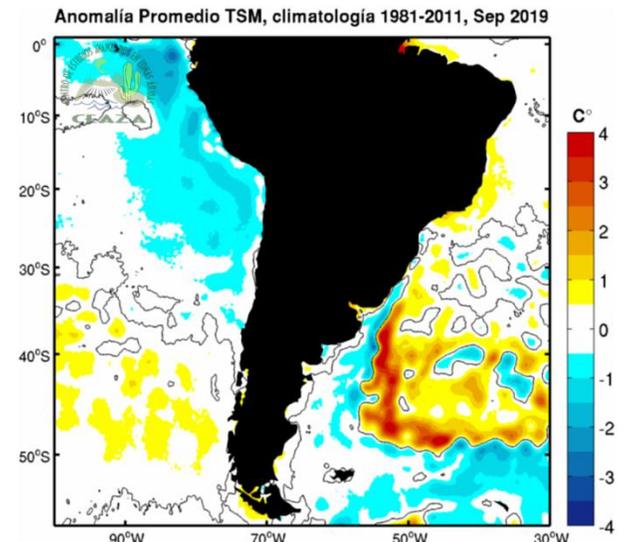
Análisis de la temperatura superficial del mar [TSM]

Se han observado TSM con valores entre los 14° y los 21°C entre el sur de Ecuador y el norte de la Región de Atacama (Chile) (fig. TSM1), valores que se encuentran bajo lo normal (fig. TSM2), mientras que entre el centro de la Región de Atacama y el norte de la isla grande de Chiloé (Región de Los Lagos) se observaron temperaturas entre los 11° y 14°C (fig. TSM1), valores que están en torno a lo normal para el mes de septiembre (fig. TSM2).

Del mismo modo la Región de Coquimbo se presentó con TSM entre los 13° y los 13,6°C (fig. TSM3), valores que están en torno a lo normal (fig. TSM4).



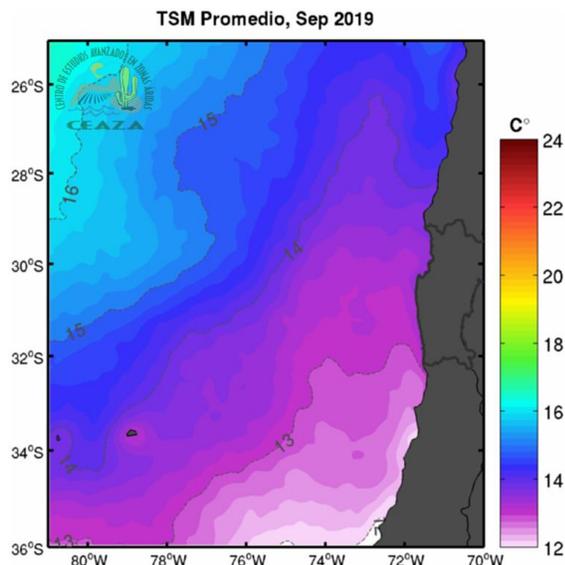
Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>



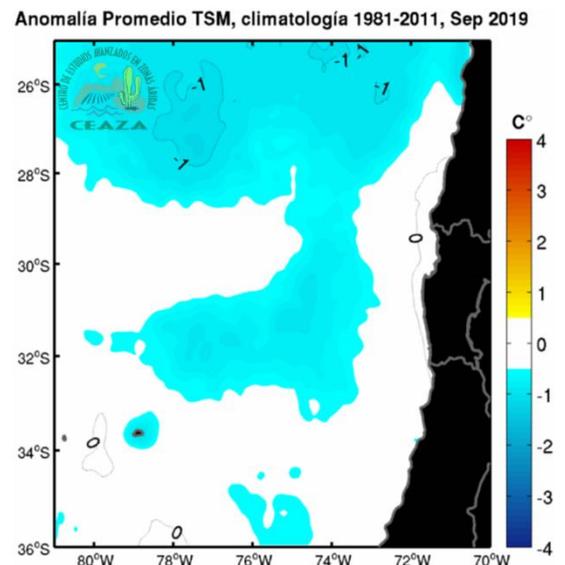
Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>

Figura TSM1. Promedio mensual de TSM en el último mes en Sudamérica.

Figura TSM2. Promedio mensual de anomalías de TSM en el último mes en Sudamérica.



Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>



Fuente: NOAA <http://www.noaa.gov>

Figura TSM3. Promedio mensual de TSM en el último mes entre el sur de la Región de Antofagasta y la Región del Maule.

Figura TSM4. Promedio mensual de anomalías de TSM en el último mes entre el sur de la Región de Antofagasta y la Región del Maule.

De acuerdo al pronóstico del Centro Europeo de Pronóstico del Tiempo a Mediano Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés), durante el trimestre OND'19 la TSM debiera estar con valores en torno a lo normal en la Región de Coquimbo, con anomalías entre $-0,2^{\circ}$ a $0,2^{\circ}\text{C}$ [fig. TSM5], mientras que al noreste de Nueva Zelanda se seguirán registrando anomalías positivas de TSM, sin embargo debido a que estamos en estación seca no tendría mayor influencia [fig. TSM6].

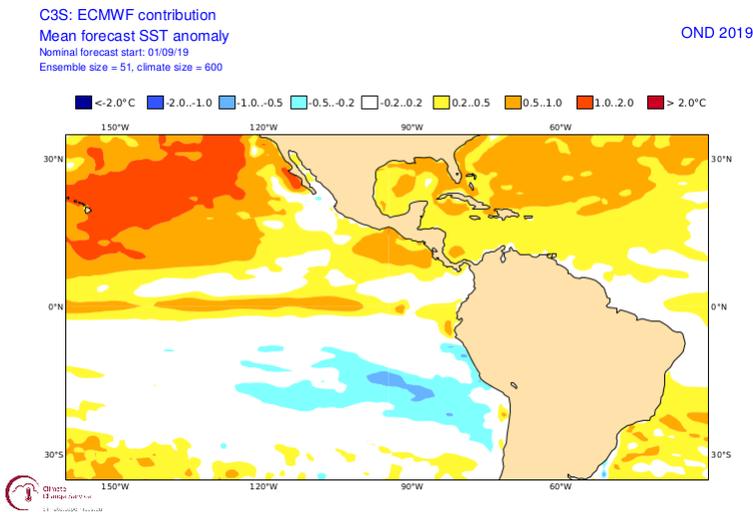


Figura TSM5.Anomalía de TSM [$^{\circ}\text{C}$] pronosticada para el trimestre ASO'19. Los colores rojizos indican anomalías positivas y los colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: C3S)

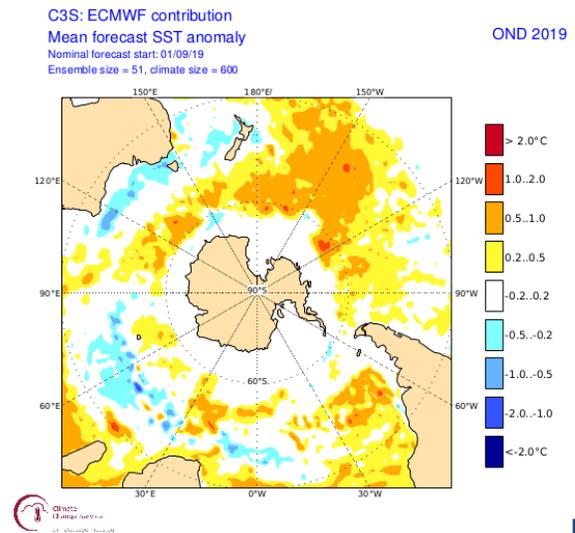


Figura TSM6.Anomalía de TSM [$^{\circ}\text{C}$] pronosticada para el trimestre ASO'19. Los colores rojizos indican anomalías positivas y los colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: C3S)

NOTA: El pronóstico de la TSM al noreste de Nueva Zelanda se realiza debido a que hay evidencia científica de que guardan relación con las precipitaciones invernales en la Región de Coquimbo y en buena parte del centro y sur de Chile.

Variabilidad Térmica

Se apreció que el mes de septiembre tuvo una tendencia positiva normal, pero fue un mes más frío que el mes de agosto, principalmente en cuanto a temperaturas máximas.

Este mes tuvo dos períodos fríos y dos períodos cálidos, sin tener mayor significancia meteorológica (fig. VT1).

En la zona no cordillerana (<2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica Quilimarí [INIA], ubicada a 5 km al interior del pueblo homónimo, con un valor de $-1,7^{\circ}\text{C}$ el día 3, mientras que la máxima más alta se registró en Pisco Elqui con $31,1^{\circ}\text{C}$ el día 26.

En la zona cordillerana (≥ 2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica El Tapado, con un valor de $-16,9^{\circ}\text{C}$ el día 10, mientras que la máxima más alta se registró en Laguna Hurtado con $24,8^{\circ}\text{C}$ el día 26.

En la figura VT2 se observa que la temperatura mínima promedio más alta se registró en la costa prov. de Elqui, con valores en torno a los 10°C . Por su partela cordillera de Los Andes observó un mes con temperaturas mínimas medias en torno a los -4°C a los 3.500 m, en torno a los -8°C a los 4.300 m y en torno a los -11°C a los 4.700 m.

En la figura VT3 se observa que las temperaturas máximas medias más altas se registraron en la precordillera de la provincia de Elqui y en los valles interiores de Limarí, con valores en torno a los 23°C . En las zonas cordilleranas las máximas estuvieron cercanas a los 4°C a los 3.500m, en torno a los 0°C a los 4.300 m y en torno a los -4°C a los 4.700 m.

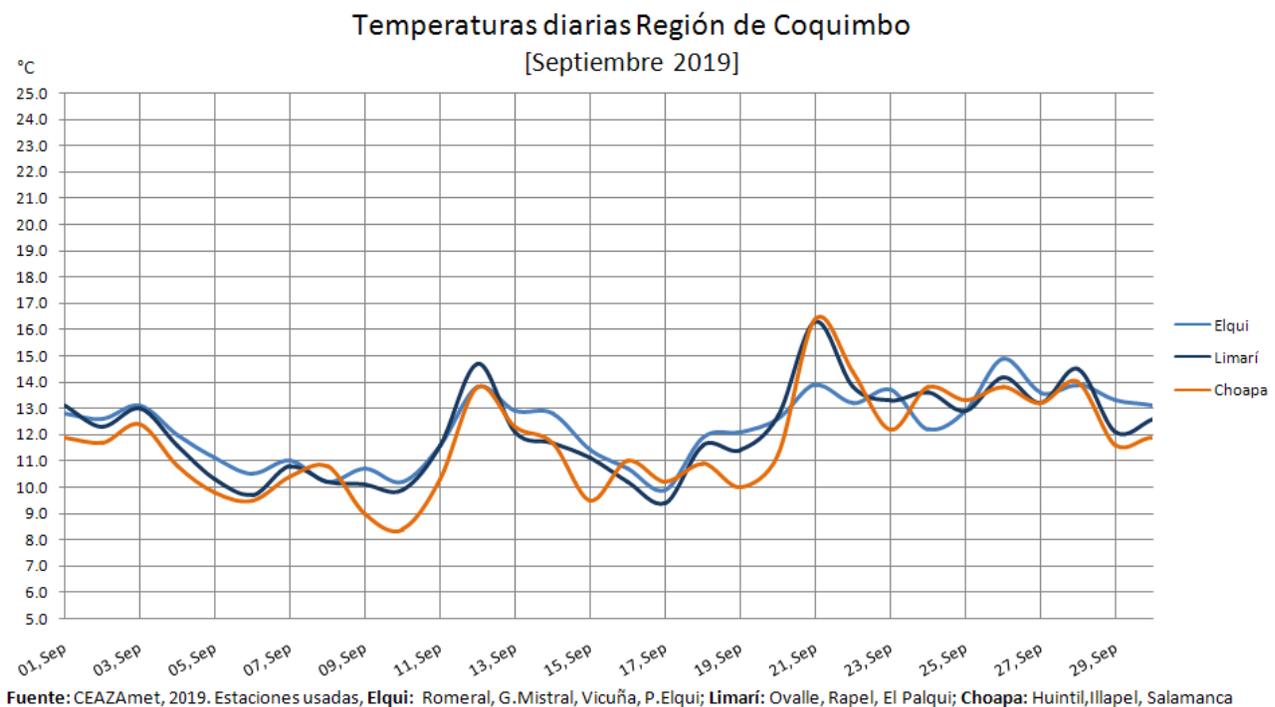
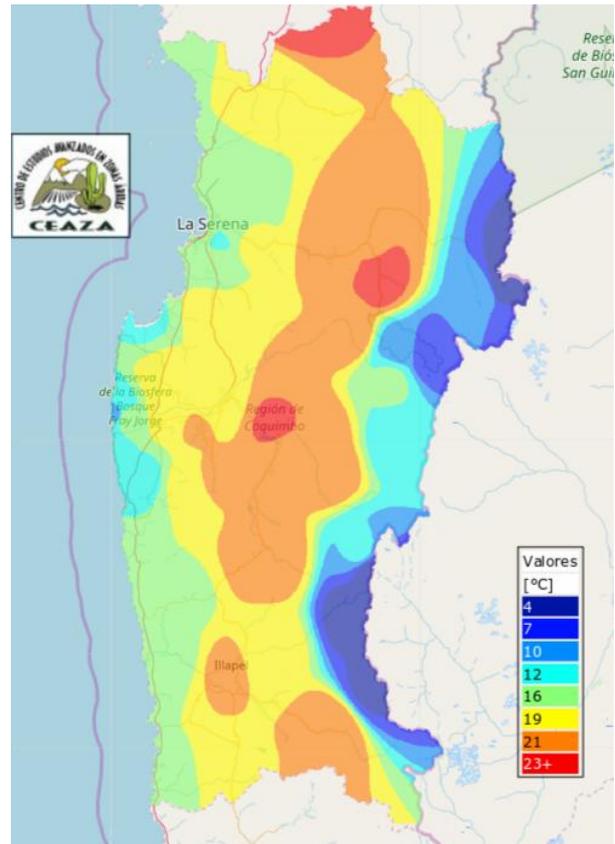
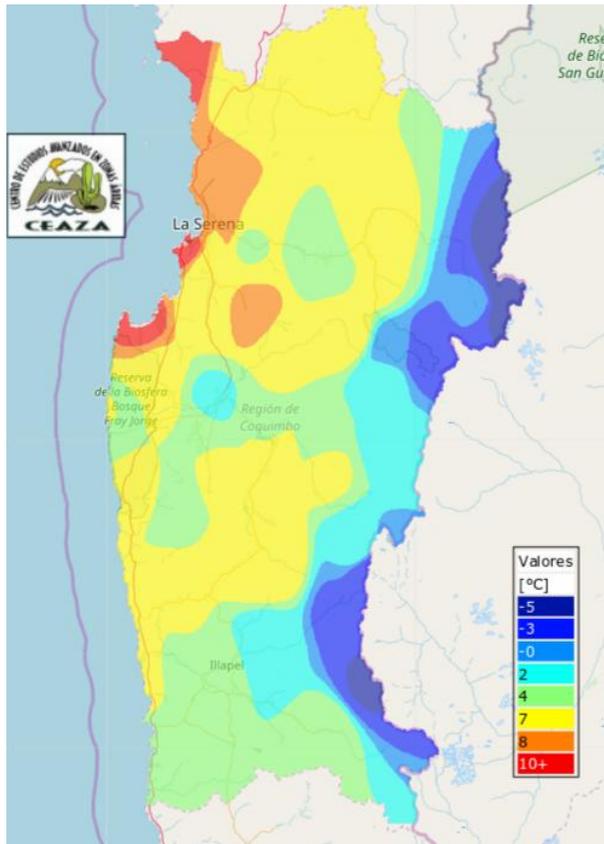


Figura VT1. Promedios diarios de temperatura [$^{\circ}\text{C}$] a 2m en el mes pasado obtenidos a partir de la red CEAZA-Met [www.cezamet.cl].



Figuras VT2 y VT3. Promedios diarios de temperatura a mínima y máxima 2m en el último mes obtenidos a partir de la red CEAZA-Met. Temperatura mínima promedio (izquierda) y temperatura máxima promedio (derecha).

Precipitaciones

Durante el mes de septiembre se registraron dos eventos de precipitaciones, las cuales fueron débiles a normales [tabla P1].

La estación que más acumuló durante el mes fue Rapel con 12,7 mm y la que mayor acumulación anual de zonas no cordilleranas la presenta Pichidangui, con 49,8 mm [tabla P1 y figura P1].

En las zonas cordilleranas la estación de la Dirección General de Aguas (DGA) acumula hasta septiembre 62 mm, mientras que la estación Tascadero de CEAZA acumula 75,4 mm de agua equivalente.

Las precipitaciones en toda la Región de Coquimbo han sido escasas, con un déficit regional de 85,6%. La provincia de Limarí presenta el mayor déficit, con un 87,2%, seguida de Choapa con un 86,8% y finalmente Elqui con un 82,8% [tabla P2 y figura P2], presentando una mejoría cercana al 2% respecto al mes de agosto, gracias a las precipitaciones registradas en este mes.

En cuanto a los distintos lugares de la Región, La Polvareda, ubicada a 6 km al sur de Punitaqui (Limarí), presenta el mayor déficit con un 93,8%. En cuanto a la provincia de Elqui el mayor déficit lo registra la estación meteorológica Rivadavia, con un 92,6%, finalmente en la provincia de Choapa, Salamanca registra el mayor valor, con un 90,0% de déficit [tabla P2 y figura P2].

Estado actual red CEAZAMet [Informe mensual]										
Estación	Ene '19	Feb '19	Mar '19	Abr '19	May '19	Jun '19	Jul '19	Ago '19	Sep '19	Total [mm]
Vallenar [INIA]	0	0.1	1.7	2.5	1.8	2.2	2.3	2.4	(1)2.4	15.4
Punta de Choros	0	0	0	0	1	4.4	0	0	0	5.4
Punta Colorada	(2)0	0	0.1	0.1	(2)6.1	0.2	0.2	0	0.1	6.8
La Serena [El Romeral]	0	0.7	0	0.3	4.4	(1)10.4	(1)0	0	3.2	19
La Serena [CEAZA]	0	0.8	0	0.5	(1)3	6.8	0.2	0.1	0.5	11.9
Rivadavia	0	0	0	0.3	5.1	0	0	0	2.3	7.6
Gabriela Mistral	0	0.3	0.3	1.1	7.7	7	0.9	0.5	0.7	18.5
Coquimbo [El Panul]	(1)0	-	(2)0.4	0.7	(1)6.7	(1)8.3	(2)1	-	(2)0.3	17.6
Vicuña	0	(2)0	0	0.9	2.2	0.7	0	0	5	8.8
Pen de Azúcar	0.2	0.1	0.4	0.4	8.2	12.8	1.2	(2)0.8	1.2	25.3
Pisco Elqui	0	0	0	0.1	13.3	0	0	0	2.5	15.9
Andacollo [Collowara]	0	0	0.5	0	10.3	5.8	0	0	1.8	18.3
Las Cardas	0.2	0	0.2	0.2	5.6	10.5	0.2	0	1.2	18.1
Hurtado [Lavaderos]	0	0	0	0.6	13.5	0.9	0	0	3.3	18.3
Pichasca	0	0	0	1	3.9	7.1	0	0.1	2.1	14.2
Quebrada Seca	0	0	0	0.5	2.8	19.1	0	0	3.6	25.9
Laguna Hurtado	(1)0	0	(2)0	(1)3.6	-	(2)0	(1)0	0	1.8	10.4
Ovalle [Talhuén]	0	0	0.3	0.1	2	9.6	1.1	0.3	0.6	14
Algarrobo Bajo [INIA]	(2)0	0	0	0.3	1.8	15	0.6	0.1	(1)1.2	19
Fray Jorge Bosque [IEB]	1.6	3.6	4.8	3.7	4.6	22.9	3	3	-	47.8
Fray Jorge Quebrada [IEB]	0	0.3	0.5	0.1	1.4	19.6	0.4	0	-	22.3
Camarico [INIA]	0	0	0	0.5	2.4	14.9	1	0.4	(1)0.7	19.9
Rapel	0	0	0	1	6.6	11.7	0	0	12.7	32
El Palqui [INIA]	0.1	0	0.1	0	3.5	9.5	0	0	(1)2.6	15.8
Chaguairal [INIA]	0	0	0	0	0	2.1	0	0	7.6	9.7
La Polvareda [INIA]	-	0	0	0.1	0.8	9.8	0	0	(1)0.1	10.8
Peña Blanca	0.1	0.3	1	2.3	3.9	15.4	2.4	0.9	1.7	28
Ajial de Quiles [INIA]	-	0	0.2	0.7	3.5	27.6	0.4	0	(1)1.9	34.3
Combarbalá [C.del Sur]	0	0	0.7	1.1	3.9	10.4	0	0	3.5	19.6
Canela	0	0	0	0.4	2.3	13.3	0.4	0	0.6	17
Huintil	0	0	0.1	2.9	2.7	17.3	0.5	0	3.4	26.9
Huentelauquen [INIA]	0	1.3	0.2	3.2	3.4	15.2	0.8	0	0.5	24.6
Mincha Sur	0	0.2	0	2	5.3	19.4	2.2	0.8	0.2	30.1
Illapel	0	0	0.1	1.2	2.2	15.3	2.2	0.2	(1)0	21.2
Salamanca [Chilepin]	0	0	0	0.8	16.4	11.2	0.1	0	8.3	36.8
Tilama	0	0	0	1.7	3.1	29.7	5.5	0	1.3	41.3
Quillimarí [INIA]	0	0.7	1.2	2.8	2	31.1	9.1	0.2	0	47.1
Pichidangui	0.2	0.5	2	5.6	3.4	30.6	6.7	(2)0.8	-	49.8

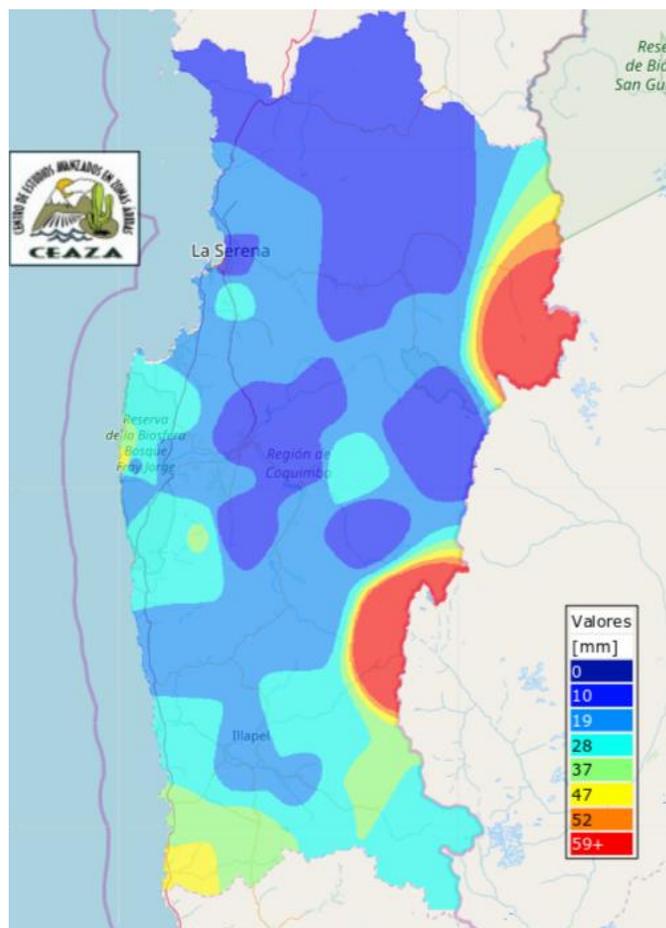


Tabla P1. Precipitaciones mensuales y acumuladas durante el año 2019. Fuente: CEAZA-Met e INIA.

Figura P1. Precipitación acumulada anual del 2019. Fuente: CEAZA-Met, INIA, DMC y DGA.

EMA climatológica (1981-2010)	Fuente	Normal a la fecha	EMA	Fuente	Hasta agosto de 2019	Superávit o déficit
Trapiche	DGA	46.9	Punta Colorada	CEAZA	6.7 mm	-85.7 %
La Serena DMC	DMC	81.1	La Serena	CEAZA	11.4 mm	-85.9 %
Almendral	DGA	91.2	Gabriela Mistral	CEAZA	17.8 mm	-79.1 %
La Serena + Almendral		85.1				
Vicuña	DGA	98.3	Vicuña	CEAZA	3.8 mm	-96.1 %
Rivadavia	DGA	98.0	Rivadavia	CEAZA	5.3 mm	-94.6 %
Pisco Elqui DMC	DGA	110.9	Pisco Elqui	CEAZA	13.4 mm	-87.9 %
La Laguna Embalse	DGA	146.6	La Laguna	DGA	62.0 mm	-57.7 %
Provincia de Elqui			Promedio			-83.9 %
Peña Blanca	DGA	143.9	Peña Blanca	CEAZA	26.3 mm	-81.1 %
La Placilla	DGA	193.6	Ajjal de Quiles	INIA	32.4 mm	-81.9 %
Peña Blanca + La Placilla		178.7				
La Torre	DGA	114.1	Algarrobo Bajo	INIA	17.8 mm	-84.5 %
Punitaqui	DGA	151.8	La Polvareda	CEAZA	10.7 mm	-93.6 %
Punitaqui + La Placilla		167.9				
Punitaqui + La Torre		128.8	Camarico	INIA	19.2 mm	-85.2 %
Ovalle	DGA	100.4	Ovalle (Talhuén)	CEAZA	13.4 mm	-86.9 %
Recoleta Embalse	DGA	103.6	Recoleta	DGA	8.0 mm	-92.3 %
Paloma Embalse	DGA	129.4	Monte Patria	DMC	10.5 mm	-91.9 %
El Tomé	DGA	155.1	El Palqui	INIA	13.2 mm	-91.5 %
Pichasca	DGA	123.1	Pichasca	CEAZA	12.1 mm	-90.2 %
Cogotí 18	DGA	170.3	Cogotí 18	DGA	17.4 mm	-89.8 %
Combarbalá	DGA	195.9	Combarbalá	CEAZA	16.1 mm	-91.8 %
Rapel	DGA	166.3	Rapel	CEAZA	19.3 mm	-88.4 %
Carén	DGA	183.3	Chaguaral	INIA	20.0 mm	-89.1 %
Río Hurtado	DGA	136.4	Hurtado (Lavaderos)	CEAZA	15.0 mm	-89.0 %
Provincia de Limarí			Promedio			-88.5 %
Los Vilos DMC	DGA	230.9	Los Vilos	DGA	34.5 mm	-85.1 %
Quilimarí	DGA	257.3	Quilimarí	INIA	47.1 mm	-81.8 %
Mincha Norte	DGA	166.0	Mincha Sur	CEAZA	29.8 mm	-82.0 %
La Canela DMC	DGA	151.9	Canela	CEAZA	16.4 mm	-89.2 %
Illapel	DGA	165.7	Illapel	CEAZA	21.2 mm	-87.2 %
Culimbo Embalse	DGA	228.4	Tilama	CEAZA	40.0 mm	-84.1 %
Quelón	DGA	279.7				
Culimo + Quelón		250.9				
Huintil	DGA	201.1	Huintil	CEAZA	23.5 mm	-88.3 %
Salamanca	DGA	228.4	Salamanca	DGA	22.9 mm	-90.0 %
Coirón	DGA	291.2	Coirón	DGA	26.0 mm	-91.1 %
Tranquilla	DGA	245.8	Salamanca (Chillepin)	CEAZA	28.5 mm	-89.2 %
Coirón + Tranquilla		263.9				
Cuncumén	DGA	261.2	Río Choapa en Cuncumén	DGA	28.8 mm	-89.0 %
Provincia de Choapa			Promedio			-87.0 %
Región de Coquimbo			Promedio			-86.4 %

Tabla P2. Análisis estadístico de las precipitaciones acumuladas durante el año de 2019. Período climatológico base: 1981-2010. Fuente: CEAZA-Met, DGA, DMC e INIA.

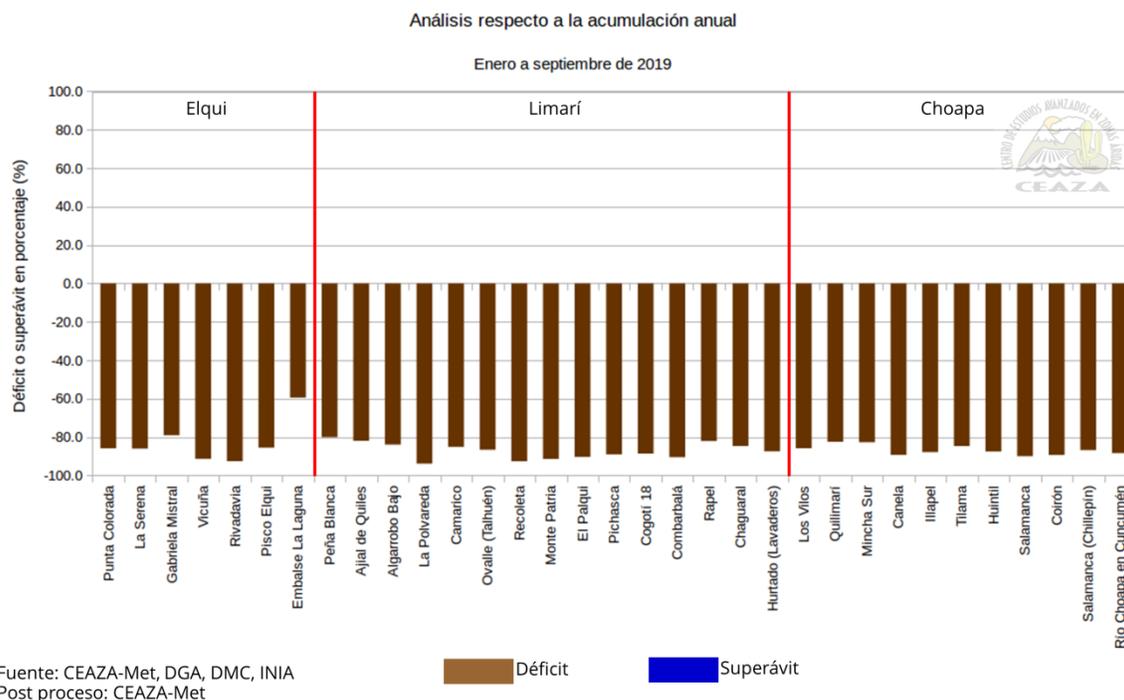


Figura P2. Análisis porcentual de las precipitaciones acumuladas durante el año 2019. Período base climatológico: 1981-2010. Fuente: CEAZA-Met, DGA, DMC e INIA.

Evapotranspiración

La Evapotranspiración Potencial (ET₀, figuras Et1 y Et2) sigue su patrón anual típico. Mantuvo en septiembre valores entre 90 y 94 mm/mes para las tres provincias, con valores que son similares respecto a los últimos 2 años. Esto implicaría que la cantidad ideal de agua usada para el riego durante septiembre de 2019 debió ser similar a las de los últimos 2 años en las tres provincias regionales.

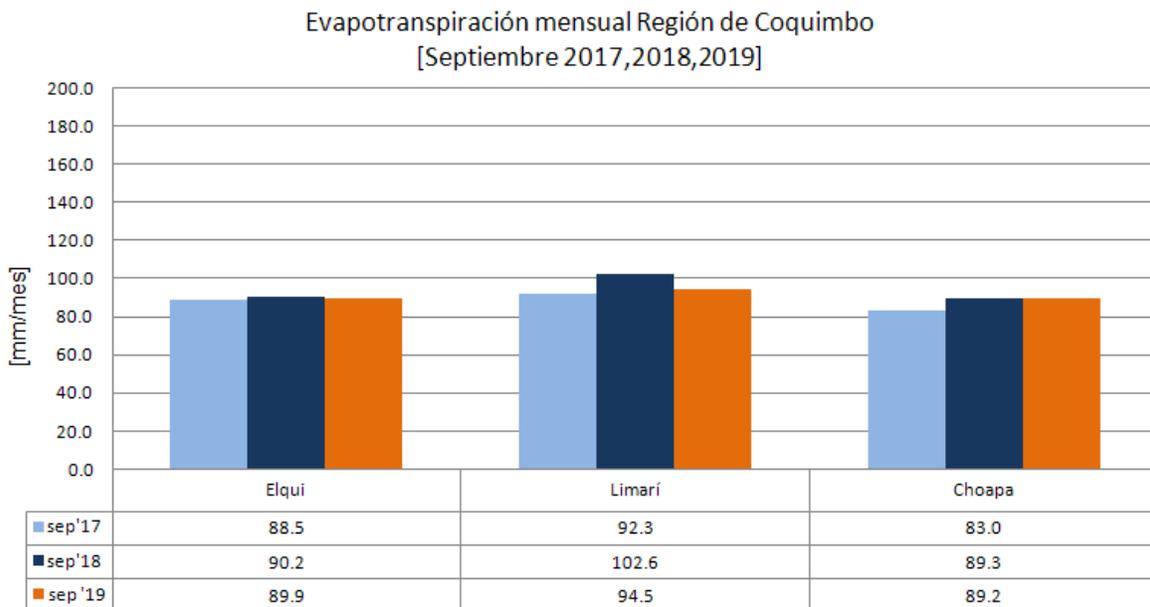
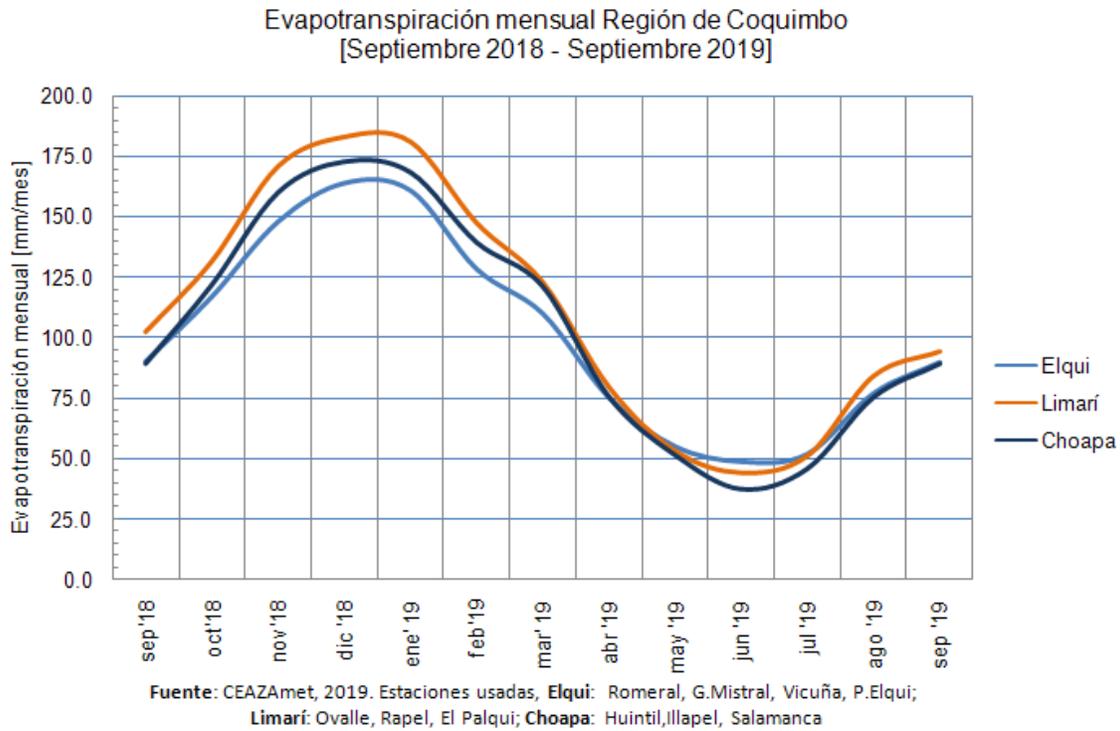


Figura Et1 y Et2. Evolución de la evapotranspiración para los últimos 12 meses (arriba) y comparativa con igual mes del año 2017 y 2018 (abajo), obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Grados Día (Base 10°C) y heladas

Se puede observar que los Grados Día entre el 15 de agosto y el 31 de septiembre se encuentran con valores diferentes según los puntos específicos, en algunas zonas (Rivadavia, Pisco Elqui, Ovalle [Talhuén]) están más bajo que el año pasado, en otras zonas tienen valores similares (Vicuña, Pan de Azúcar) y otras tienen valores de acumulación más altos (Camarico, Canela, Tilama) respecto al año pasado [tabla F1], según su déficit o superávit se espera que afecte negativamente o positivamente al desarrollo de los frutales de la región.

Como se puede observar en la tabla F2 se observaron heladas débiles en algunas estaciones de la red durante este mes, lo que probablemente haya generado daños en las hortalizas y algunas especies arbóreas.

Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2019-08-15		
Estación	GD Acumulados 2019-09-30	GD Acumulados 2018-09-30
Vallenar [INIA]	172(-1%)	175
Cachiyuyo	337(-10%)	374
Punta de Choros	180(+30%)	139
Punta Colorada	173(+1%)	171
La Serena [El Romeral]	126(+15%)	109
La Serena [CEAZA]	141(-)	-
La Serena [Cerro Grande]	88(+13%)	78
Rivadavia	306(-10%)	342
UCN Guayacan	132(-5%)	139
Gabriela Mistral	115(-6%)	122
Vicuña	214(-7%)	231
Pan de Azúcar	116(+2%)	113
Pisco Elqui	282(-13%)	324
Andacollo [Collowara]	268(-13%)	306
Las Cardas	176(-3%)	181
Tongoy Balsa CMET	130(-5%)	136
Hurtado [Lavaderos]	299(-11%)	335
Pichasca	241(-3%)	249
Quebrada Seca	180(+2%)	177
Ovalle [Talhuén]	115(-22%)	148
Algarrobo Bajo [INIA]	182(+6%)	172
Camarico [INIA]	175(+31%)	134
Rapel	209(-8%)	226
El Palqui [INIA]	269(-5%)	283
Chaguaral [INIA]	249(-11%)	279
La Polvareda [INIA]	224(-)	-
Peña Blanca	58(+35%)	43
Ajial de Quiles [INIA]	149(-)	-
Combarbalá [C.del Sur]	298(-10%)	331
Canela	136(+16%)	117
Huintil	87(-9%)	95
Huentelauquen [INIA]	78(-2%)	80
Mincha Sur	99(+2%)	98
Illapel	158(+8%)	147
Salamanca [Chillepin]	210(-2%)	213
Tilama	141(+11%)	127
Quilimari [INIA]	77(-1%)	78

Tabla F1. Evolución Horas Frío obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Días con T° < 0°C registradas		
Estación	2019-09-01 Al 2019-09-30	Detalles
Vallenar [INIA]	0	(1)
Cachiyuyo	0	
Punta de Choros	0	
Punta Colorada	0	
La Serena [El Romeral]	0	
La Serena [CEAZA]	0	
La Serena [Cerro Grande]	0	
Rivadavia	0	
UCN Guayacan	0	
Gabriela Mistral	0	
Vicuña	1	2019-09-18:-0.1,
Pan de Azúcar	0	
Pisco Elqui	0	
Andacollo [Collowara]	0	
Las Cardas	0	
Tongoy Balsa CMET	0	
Hurtado [Lavaderos]	0	
Pichasca	0	
Quebrada Seca	0	
Ovalle [Talhuén]	0	
Algarrobo Bajo [INIA]	0	(1)
Camarico [INIA]	0	(1)
Rapel	0	
El Palqui [INIA]	0	(1)
Chaguaral [INIA]	0	
La Polvareda [INIA]	0	(1)
Peña Blanca	0	
Ajial de Quiles [INIA]	0	(1)
Combarbalá [C.del Sur]	0	
Canela	0	
Huintil	8	2019-09-01:-0.4, 2019-09-02:-1.1, 2019-09-03:-1.3, 2019-09-10:-1.4, 2019-09-12:-1.3, 2019-09-13:-0.4, 2019-09-15:-1.1, 2019-09-18:-0.7,
Huentelauquen [INIA]	0	
Mincha Sur	0	
Salamanca [Chillepin]	0	
Tilama	0	
Quilimari [INIA]	1	2019-09-03:-1.7,

Tabla F2. Registro de Heladas obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Estado de la vegetación EVI

El índice de vegetación EVI muestra que durante septiembre de 2019 la vegetación estuvo en promedio con anomalías negativas en toda la región de Coquimbo, excepto en el secano de los valles de Elqui y Limarí. Esto estaría relacionado mayormente con las escasas precipitaciones que se han registrado en toda la región durante este invierno.

El EVI se comportó de la siguiente forma, según provincia [fig. EVI 1]:

- Elqui presentó valores negativos en la zona costera y positivos en los valles.
- Limarí presentó valores negativos en la zona costera y positivos en los valles.
- Choapa presentó valores negativos en toda la provincia.

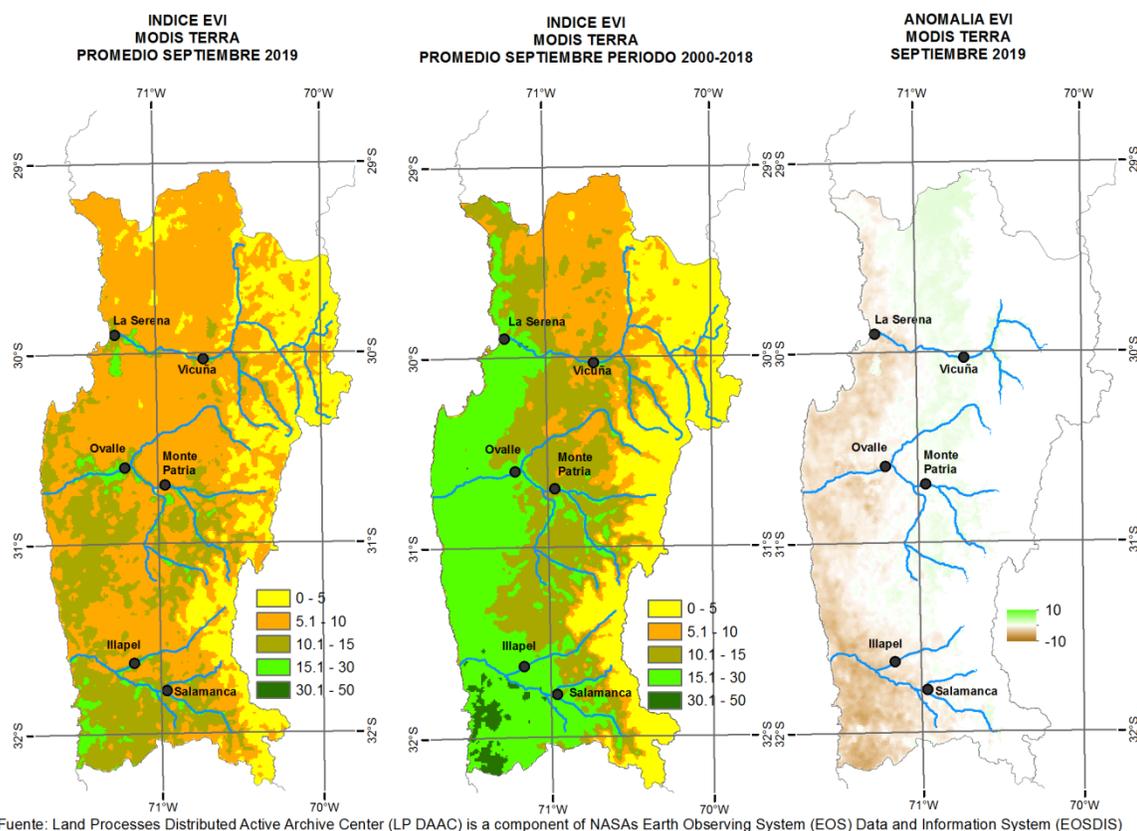


Figura EVI 1. Mapa promedio del EVI del último mes en la Región de Coquimbo (izquierda). Mapa promedio climatológico del período 2000-2018 (centro). Mapa de la anomalía mensual (derecha).

Análisis Agronómico

Almendro (*Prunus dulcis*)

Octubre es el mes del crecimiento de la fruta y del follaje. El diámetro tanto polar como ecuatorial del pelón de la almendra queda definido a fin de este mes, por lo que es de particular importancia todos los programas de fertirrigación pues son claves para la definición del peso final de la semilla, calibre y llenado de aceite de esta misma.

Considerar el aumento importante en el K_c que debiera esperarse para octubre para el diseño de los programas de riego.

Labores a cuidar para este mes:

- a.) En este mes es clave “regar bien”, hay que revisar la humedad de suelo. Esta debe estar siempre a capacidad de campo, es decir, suelo con estanque lleno en cuanto a humedad. Usar K_c de 0,6 a 0,73 para las definiciones de tiempo de riego.
- b.) La mayor cantidad de macro y micro nutrientes debiera aplicarse en el mes de Octubre. Hay que sacar muestras de hojas para determinar dinámica de niveles de los tejidos y compararla con estándar de niveles.
- c.) Control de maleza para evitar competencia.
- d.) Revisar presencia de arañitas rojas europeas, parda de los frutales y Tetranychus. Con 2 o más adultos por hoja en más del 30% de las hojas muestreadas iniciar aplicación con 2500 litros de agua por hectárea.
- e.) Iniciar conteo de fruta para tener el primer dato de cosecha y de calibre.
- f.) Hay que revisar programa de aplicaciones de foliares.
- g.) Revisar presencia de pústulas o manchas de hongo “Royas”. Acá los controles preventivos-curativos recomendando hacerlos muy temprano.

Nogal (*Juglans regia*)

En el mes de Octubre se puede observar el proceso de floración, cuaja e inicio de crecimiento de la fruta en ambas variedades: Serr y Chandler, ambas de mucha importancia en la región de Coquimbo sobre todo en el valle del Choapa.

Se inicia el mes con 20 a 30% de floración en Serr y 5 a 10% de flor en Chandler.

Labores claves para el mes de Octubre:

- a.) Es clave evitar que los suelos se sequen. El perfil de suelo en cuanto a este no debe perder humedad por debajo del 90% de humedad aprovechable.
- b.) Se debe iniciar los programas de nutrición vía aspersión foliar viendo el porcentaje de brotación y de cantidad de flor pistilada por planta.
- c.) Revisar presencia de ácaros, pulgón y trips del nogal.
- d.) Establecer estrategia técnica de las aplicaciones foliares con microelementos como boro, zinc y magnesio durante la curva de flor. Importante acompañar toda la curva floral con el uso de nutrientes.

Vid (*Vitis vinifera*)

Uva de mesa

- a.) En general se ven buenos porcentajes de brotación, oferta floral y cuaja. Dentro de las últimos 15 días ha existido un emparejamiento en cuanto a la temporalidad de las fenologías de la mayoría de las variedades tanto tradicionales como nuevas.
- b.) Se tiene una buena cantidad de racimos por brote y/o parra, lo que permite esperar un buen potencial de cajas/ha.
- c.) Como no hubo precipitaciones en otoño/invierno, aumenta la presión de ácaros, arañitas y oidio. Procurar establecer programas preventivos en el control con los respectivos plaguicidas, uso de aceites y fungicidas dado que puede ser una temporada de alta presión de plagas.
- d.) Es muy importante terminar de contar la cantidad de racimos promedio por brote y por planta, además de establecer tasa de crecimiento del brote para definir un equilibrada relación entre hija y fruta. Hay que establecer mediciones de crecimiento semanal.

Uva Pisquera

- a.) Todas las variedades están en full brotación. Solo en la parte alta de los valles se tiene presencia de floración avanzada en variedades como Moscateles. Deben estar ya regándose para terminar con un 70% del largo final del brote con el inicio de flor.
- b.) Como la temporada de invierno prácticamente no llovió, existe la gran posibilidad de ataque temprano y de alta presencia de plagas como ácaros, arañitas, trips y pulgones. Iniciar programas de control preventivo con yema algodonosa a brote de 5 cm.
- c.) Desmanchar malezas sobre la hilera.
- d.) Desbrotar temprano en el metro de alambre frutal.
- e.) Despuntar la yema apical en los brotes más vigorosos, para evitar que al crecer más que el resto tienda a inhibir el crecimiento de los brotes de sus primos.

Uva vinífera

- a.) Como no hubo lluvias invernales, iniciar programas de riego semanales dado el inicio de la brotación.
- b.) Comenzar controles preventivos contra ácaros y afidos de la yema y para prevenir oidio.
- c.) Iniciar desbrotes tempranos y despuntes en podas en cargadores para tener brotes de crecimiento parejos.
- d.) Revisar y medir tasa de crecimiento del brote.

Cobertura de nieve

El mes de septiembre de 2019 presenta el siguiente resumen estadístico en relación a la cobertura nival:

Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa terminan el respectivo mes con valores de cobertura inferiores al 10% equivalentes a unos 1.800 km² aproximadamente, los cuales representan al 4% de la superficie total de la Región de Coquimbo, ubicados preferentemente sobre la cota de los 3.800 metros sobre nivel del mar.

En relación a la tendencia a un año normal a la fecha esta registra un déficit de magnitud histórica de cobertura a nivel regional como se observa en los gráficos adjuntos[figuraN1].

En relación a la climatología del mes de septiembre se registra un déficit de cobertura de nieve a nivel regional (figura N2) de 61%, siendo algo extremo en las provincias de Limarí y de Choapa (figuras N3 y N4).

La provincia de Elqui presenta un déficit de un 52%, la provincia de Limarí presenta un déficit de un 72%, siendo el mayor déficit regional, por su parte la provincia de Choapa presenta un déficit de un 59%.Lo observado en las provincias de Limarí y de Choapa que representa al menor valor para un mes de septiembre desde que comenzaron los registros satelitales hace 17 años (tabla N1).

En términos anuales el 2018 y lo que va del 2019 han sido años de baja acumulación de nieve, en especial durante el invierno, que es el periodo más importante para efectos de acumulación de agua en la cordillera. Esto ha repercutido que este año en los caudales han sido bajos en todas las cuencas de la región.

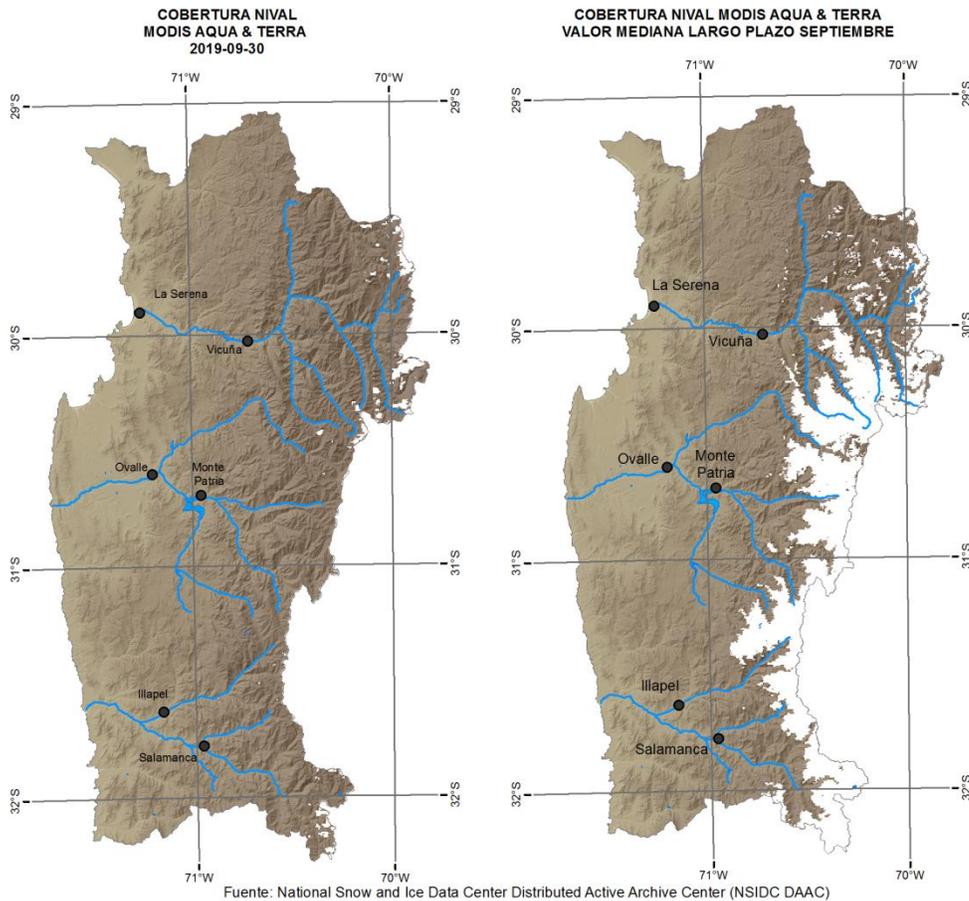


Figura N1. Mapa de la cobertura de nieve el último día del mes actual (izquierda) y el mapa con las medianas del mes del período 2002-2018 (derecha)

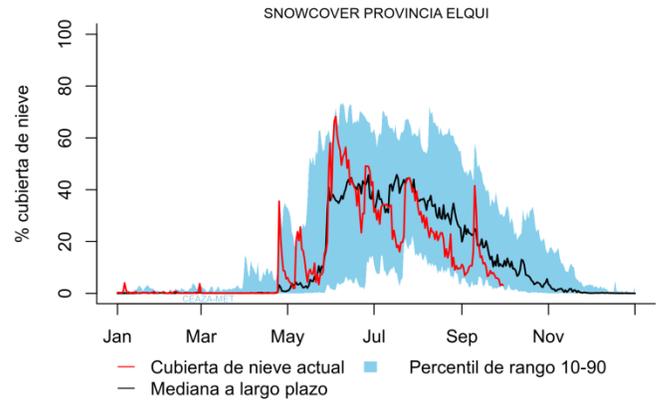
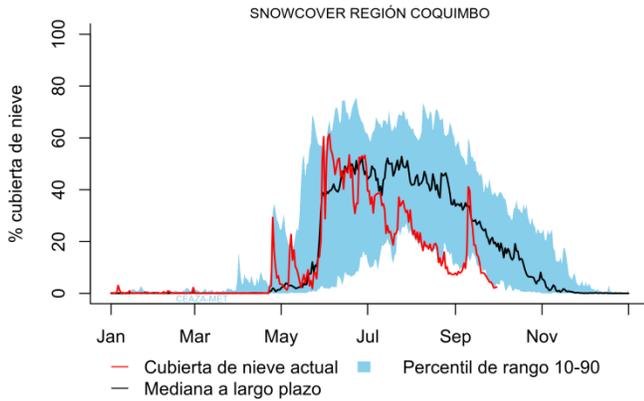


Figura N2. Serie de la cobertura porcentual de nieve a nivel regional calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

Figura N3. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Elqui calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

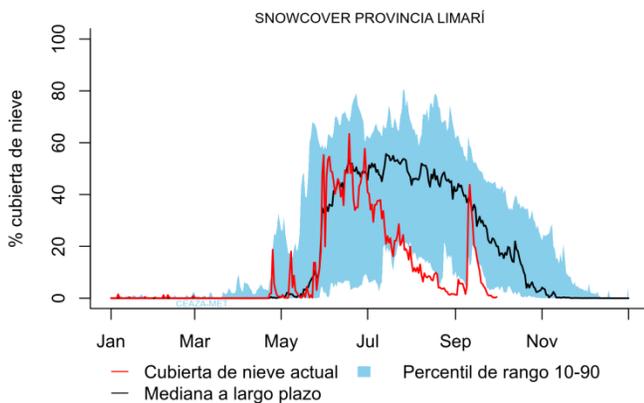


Figura N4. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Limarí calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

Figura N5. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Choapa calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

Climatología (2002-2018)	Fuente	Media climática Septiembre	Media mensual Septiembre 2019	Superávit o déficit
Cordillera Coquimbo	MODIS	4826.6	1885.5 km ²	-60.9 %
Cordillera Elqui	MODIS	1853.7	882.3 km ²	-52.4 %
Cordillera Limarí	MODIS	1607.9	446.3 km ²	-72.2 %
Cordillera Choapa	MODIS	1365.0	556.9 km ²	-59.2 %

Tabla N1. Análisis climatológico de la cobertura de nieve.

Comuna	Lugar	Elevación (m)	Evento 1: 28-31 mayo		Evento 2: 28-30 junio		Evento 3: 21 julio	
			Altura de nieve (cm)	Tipo precipitación	Altura de nieve (cm)	Tipo precipitación	Altura de nieve (cm)	Tipo precipitación
Vicuña	Tenencia Juntas del Toro	2097	< 3	nieve	0	nieve	0	-
	Embalse la Laguna	3111	20.1	nieve	29.2	nieve	9.8	nieve
Paihuano	Cochiguaz	1721	0	lluvia	0	-	0	-
	El Colorado	1719	0	lluvia	0	-	0	-
	El Empedrado	1863	< 3	nieve	0	-	0	-
	Horcon	1487	0	lluvia	0	-	0	-
	Alcohuaz	1752	< 3	nieve	0	-	0	-
Río Hurtado	Estero Derecho	1900	4	nieve	0	-	0	-
	Escuela Las Breas	1718	< 3	nieve	0	-	0	-
Montepatria	Mina Los Pingos	1925	< 3	nieve	< 3	nieve	0	-
	Las Ramadas	1391	0	lluvia	< 3	nieve	0	-

Tabla N2: Datos de mediciones de ciencia ciudadana de precipitación [Muestras tomadas por: JV Río Elqui, Tenencia Carabineros Junta del Toro, Comunidad Indígena Canihuante, Comunidad Agrícola Estancia Estero Derecho, Ana Muñiz, Juan Carlos Silva, Escuela Las Breas, Carmen Cortes, Miguel Díaz/ Alberto Araya]

Estado de caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2018/2019 indican que las tres cuencas se encontraron con valores mensuales entre 0.93 y 4.04m³/s, los cuales, en términos relativos a sus históricos mensuales, se encuentran entre el 25% y 58%. Así, en términos de lo que va de la temporada (abril'19 – septiembre'19) **se presentan los caudales bajo lo normal en las 3 cuencas de la región.**

En términos anuales, en la figura C2 se puede apreciar que, en promedio, los caudales observados en la región durante el período 2015 a 2017 fueron los más altos desde finales de 2008 y en este momento debido a las escasas precipitaciones del 2018 y del 2019 los caudales están bajos, además, debido a la poca acumulación de nieve (y lluvias) durante los últimos 2 años pasados se espera que continúen los caudales bajos durante los próximos meses.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abril-fecha
Elqui	Elqui en Algarrobal	Caudales (m ³ /s)	4.82	5.39	5.66	5.10	4.69	4.04							5.0
		% del promedio histórico	74	79	90	75	69	58							
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m ³ /s)	1.02	1.15	1.38	1.31	0.78	0.93							1.1
		% del promedio histórico	61	65	77	61	33	27							50
Choapa	Choapa en Cuncumén	Caudales (m ³ /s)	2.12	2.22	1.95	1.59	1.64	1.68							1.9
		% del promedio histórico	55	63	46	36	32	25							40

Tabla C1. Caudales año hidrológico 2018-19 vs Histórico

Caudales en Ríos: Provincias Elqui/Limarí/Choapa
[2000 a la fecha]

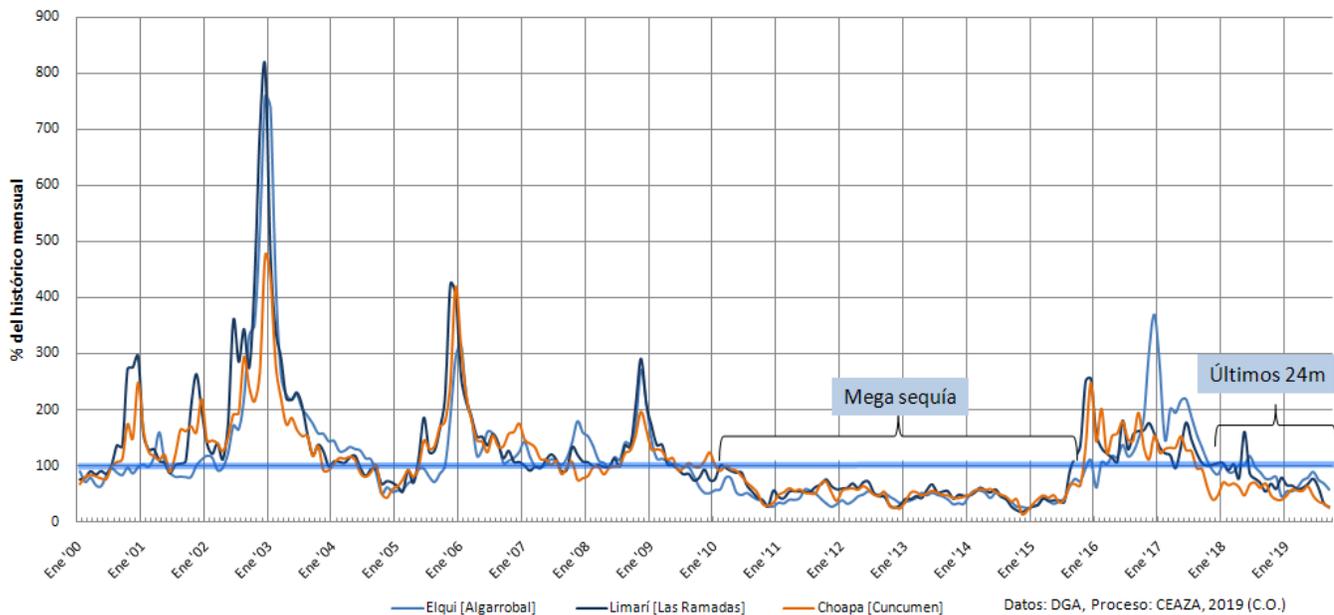


Figura C2. Evolución de los caudales como porcentaje del histórico mensual por cuenca, desde enero del 2000 a la fecha.

Estado de los embalses

La cantidad de agua contenida en los embalses regionales está entre el 24 y el 100%, estando porcentualmente más agua embalsada en el Elqui y menos en Choapa. El Limarí está en un nivel intermedio finalizando septiembre con el embalse La Paloma con cerca 58% de su capacidad máxima.

La mayoría de los embalses mantuvieron en septiembre niveles muy parecidos a los que reportaron en agosto (1% a 5% de diferencia), excepto el embalse Culimo que bajo de 5.4 MMm³ en agosto a 2.4 MMm³ en septiembre (-56%).

Provincia	Embalse	Capacidad (MMm ³)	Estado Actual	
			(MMm ³)	(%)
Elqui	La Laguna	38.2	38.09	100%
	Puclaro	209	184.10	88%
Limarí	Recoleta	86	69.40	81%
	La Paloma	750	438.29	58%
	Cogotí	156.5	62.36	46%
Choapa	Culimo	10	2.35	24%
	Corrales	50	20.26	41%
	El Bato	25.5	13.90	55%

Tabla E1. Volumen embalsado en los principales embalses de la región (fuente: DGA)

En términos de la falta de recurso hídrico que vivió la zona hasta el 2016, sus embalses se han recuperado hasta llegar a un **64% de la capacidad total regional** (fig. E1).

Debido a las capacidades y diferencias en las cuencas el agua embalsada se comporta muy diferente en las 3 cuencas:

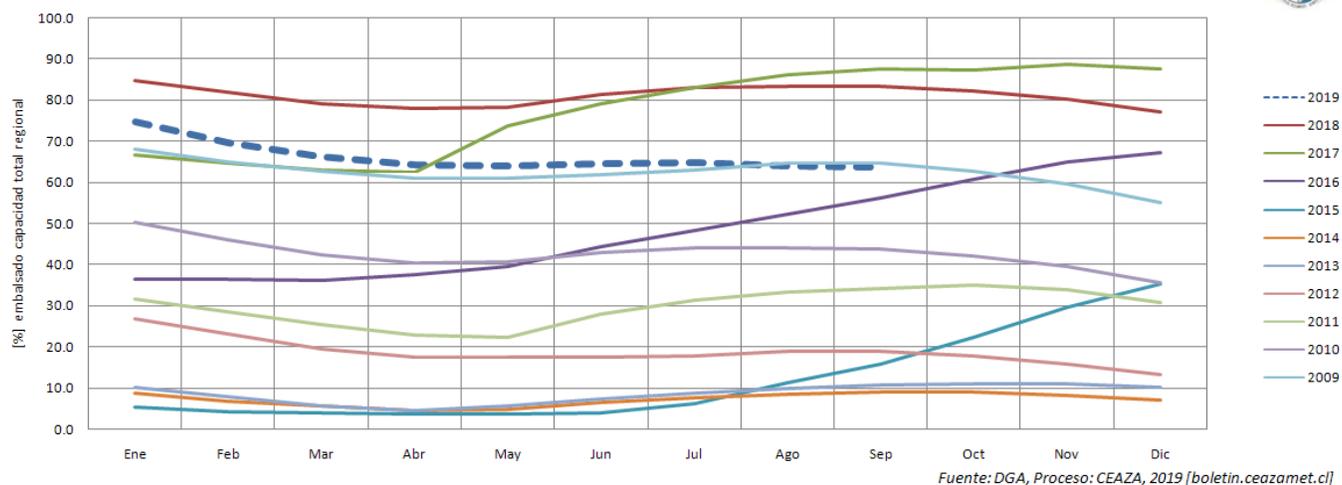
- Elqui actualmente mantiene su embalse de cabecera (La Laguna) lleno y con un 88% en el embalse Puclaro, cabe destacar que se ha mantenido así durante los últimos 3 años.
- Limarí tiene casi toda su capacidad de embalse en La Paloma y actualmente tiene un 58%, sin embargo se puede apreciar que entre el máximo del año 2018 y el mes actual ya perdió el 20% de su máximo de embalse.
- En Choapa presentan valores similares a los observados en 2009 (fig. E2), esto es principalmente porque los embalses de esta última provincia tienen un menor volumen máximo respecto a las otras dos provincias y por lo tanto es más fácil que se llenen y se vacíen en periodos más cortos y es usual que pierda hasta un 40% de su máxima capacidad en un año.

Es importante no olvidar que sólo hace 4 inviernos atrás el agua embalsada en la Región de Coquimbo estaba bajo el 10% y que el 2019 es un año donde ha precipitado muy poco por lo que es importante la gestión cautelosa del recurso.



Volumen embalsado Región de Coquimbo

2009 - 2019



Evolución de los embalses por cuenca y total regional

[Noviembre 2008 - Septiembre 2019]

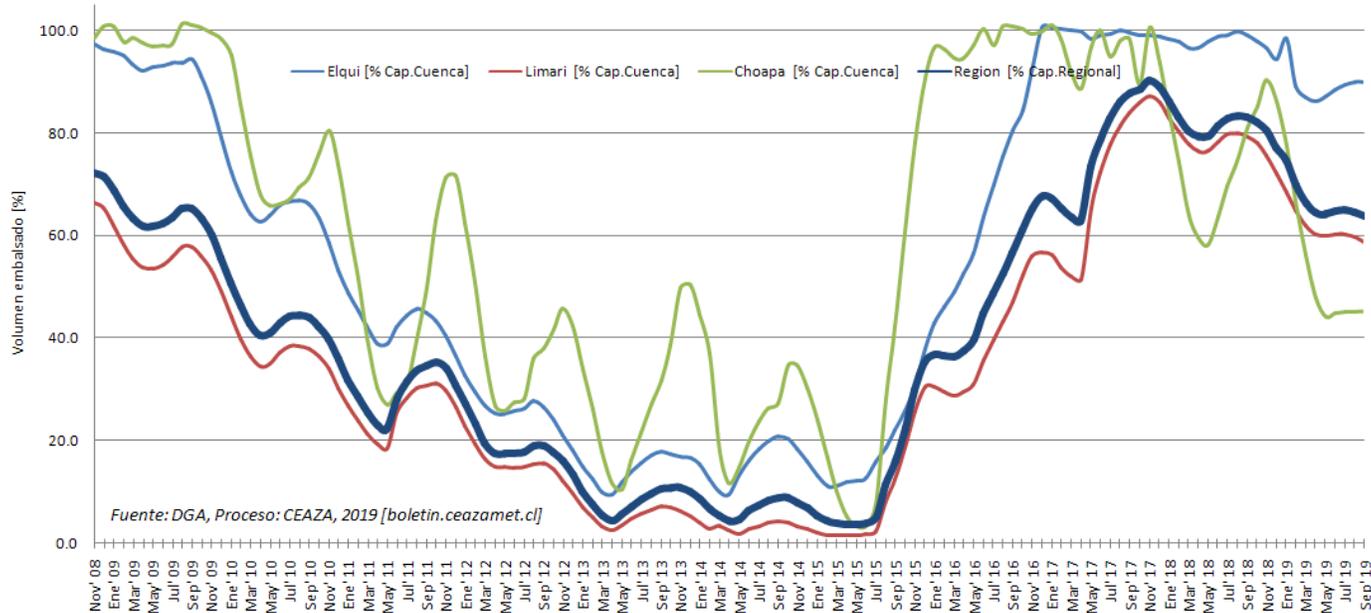


Figura E1 y E2. Volumen contenido en los principales embalses de la región como porcentaje del total regional (arriba); comparativa interanual del volumen mensual embalsado regional y por cuenca del período 2009-2019 (abajo).

Conclusiones

Los datos observados por organismos internacionales indican que la situación actual de el ENSO es de una fase Neutra y que continuará por varios trimestres más.

En el trimestre OND'19 las temperaturas en la costa y en la cordillera estarían en torno a lo normal, en el interior las mínimas estarían bajo lo normal y las máximas sobre lo normal. En cuanto a las precipitaciones para este trimestre se esperan que estén bajo lo normal, sin descartar algunas precipitaciones, principalmente en la cordillera.

La TSM en el sector costero de la Región estuvo en torno a lo normal, situación que continuaría durante el trimestre OND'19.

Durante el mes de septiembre se observaron dos eventos de precipitaciones, siendo Rapel el lugar que acumuló la mayor cantidad de lluvia, con 12,7 mm.

Las escasas lluvias han permitido que este mes finalice con un déficit regional del 85,6%. Limarí es la que tiene el mayor déficit de las tres provincias, con un 87,2%, mientras que La Polvareda, a 6 km al sur de Punitaqui, es el lugar presenta el mayor déficit, con 93,8%.

Se ha observado una acumulación variable de grados día respecto al año anterior en varios sectores.

Durante la temporada hidrológica que inició en abril'19 los caudales en las tres cuencas regionales se encuentran bajo lo normal. Además debido a la poca acumulación de precipitaciones durante el invierno pasado y el actual se siguen esperando caudales bajos hacia los próximos meses.

El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra con una carga en torno al 64% de su capacidad máxima, carga que va de mayor a menor entre el norte y sur de la región.

Créditos

El presente boletín ha sido desarrollado 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 utilizadas en el presente boletín:



Este boletín mensual es confeccionado por el equipo de trabajo de CEAZA-Met, el que está conformado por:



Cristian Orrego Nelson(edición, análisis de datos)
Luis Muñoz(edición, análisis meteorológico, climático y oceánico)
Pablo Salinas (modelos globales)
David López (teledetección)
Pilar Molina (difusión y transferencia)
Patricio Jofré(revisión editorial)
Diego Cataldo (soporte informático)

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: Noviembre, 2019

Contacto: ✉ ceazamet@ceaza.cl, 🐦 @CEAZAmet

Anexos 1: Glosario

Anomalía: valores de alguna variable que oscilan fuera del promedio histórico o climatológico.

Anticiclón: región o zona amplia de altas presiones, lo que se asocia a tiempo estable y que no permite el paso de sistemas frontales.

Climatología: estudio de distintas variables atmosféricas observadas en un período de al menos 30 años, que permite describir las características térmicas, pluviométricas y de nubosidad de una zona o región.

ENOS: El Niño - Oscilación del Sur.

El Niño: Fenómeno de interacción océano-atmósfera que corresponde a la fase cálida del ENOS, con un índice ONI mayor o igual a $+0,5^{\circ}\text{C}$ por un período de 5 trimestres móviles consecutivos en la zona Niño 3.4, produciéndose un incremento en las precipitaciones invernales y temperaturas más altas de lo normal en la Región de Coquimbo.

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene la atmósfera y la cantidad máxima que ésta puede contener multiplicado por 100.

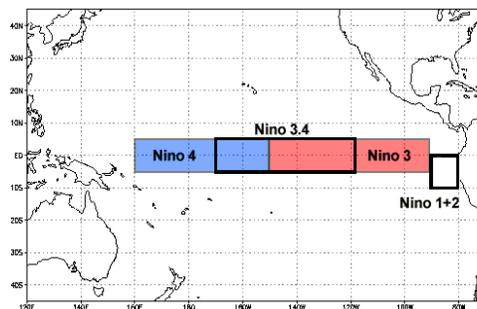
La Niña: Fenómeno de interacción océano-atmósfera que corresponde a la fase fría del ENOS, con un índice ONI menor o igual a $-0,5^{\circ}\text{C}$ por un período de 5 trimestres consecutivos en la zona Niño 3.4, produciéndose una disminución de las precipitaciones, temperaturas más bajas de lo normal y mayor frecuencia de heladas en la Región de Coquimbo.

Macroclima: características climáticas a nivel continental, que está determinado por la circulación atmosférica de gran escala.

Mesoclima: características climáticas de un área relativamente extensa, que puede oscilar entre pocos a algunos cientos de kilómetros cuadrados. Describe el comportamiento de las variables atmosféricas en zonas como ciudades o regiones.

Microclima: características climáticas de un área pequeña, menor a 2 Km^2 . Describe el comportamiento de las variables atmosféricas en zonas como pequeños valles, islas y bosques.

ONI: Es el Índice Oceánico de El Niño, el cual se basa en el promedio trimestral de las anomalías de temperatura superficial del mar de la zona Niño 3.4 (5°N - 5°S , 170°O - 120°O) y tiene mayor correlación con las temperaturas y precipitaciones de la Región de Coquimbo.



Zonas de estudio de El Niño.

Oscilación térmica: es la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima registrada en un lugar o zona durante un determinado período.

OLR: Es la Radiación de Onda Larga Saliente (OutgoingLongwaveRadiation), la cual está basada en la anomalía estandarizada de la radiación de onda larga saliente en la zona ecuatorial ubicada entre los 5°N y 5°S y entre los 160°E y 160°W, observada a través del Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (AdvancedVery High ResolutionRadiometer, AVHRR), que está a bordo de un satélite de órbita polar de la NOAA.

Período Neutro: Lapso donde no se registran anomalías significativas en la zona Niño 3.4, manteniéndose las anomalías de TSM entre -0,5° y +0,5°C.

Régimen pluviométrico - régimen pluvial: comportamiento de las lluvias a lo largo del año.

Sequía: Período de varios años donde la precipitación acumulada de una región está por debajo del promedio histórico, lo que provoca un desbalance hídrico.

SOI: Es el Índice de Oscilación del Sur (SouthernOscillationIndex), el cual se basa en la anomalía estandarizada de la presión al nivel del mar entre las estaciones meteorológicas de la ciudad de Papeete en Tahití y de Darwin en Australia.

Vaguada Costera: prolongación de una baja presión cálida a nivel de superficie, desde las costas peruanas hasta los 35° de latitud sur aproximadamente. Su presencia está regulada por el Anticiclón del Pacífico y es la responsable de la típica nubosidad costera y nieblas persistentes en gran parte de las costas chilenas.

Clima de estepa con nubosidad abundante: ocupa las planicies litorales y su influencia se hace sentir hacia el interior, adonde penetra hasta 40 km por los valles y quebradas. Se caracteriza por presentar niveles elevados de humedad y nubosidad, productos de la cercanía del mar. Las temperaturas son muy moderadas y no presentan grandes contrastes térmicos diarios (Romero et al. 1988, Sánchez & Morales 1993).

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. Esta zona climática se presenta por sobre los 800 msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de la alta montaña (Romero et al. 1988)

Clima de tundra por efecto de la altura: predomina sobre los 3.000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y mayor precipitación invernal, particularmente nival.

Anexo 2: Vecinos de las nieves

Vecinos de las Nieves es un proyecto de ciencia participativa ejecutado durante los años 2018 y 2019 por CEAZA en alianza a los habitantes de las zonas cordilleranas de las provincias del Elqui y Limarí. Durante el 2019, cerca de 30 voluntarios observan y registran los eventos de nieve en su localidad en 11 puntos distribuidos entre las comunas de Vicuña, Paihuano, Río Hurtado y Monte Patria.

Hasta la fecha los voluntarios de Vecinos de las Nieves han registrado tres eventos débiles de precipitación sólida (nieve), reportando alturas menores a 3 cm en zonas bajo los 2000 msnm, y no han superado los 30 cm en el embalse La Laguna (punto de monitoreo de mayor altitud).