



Boletín Climático CEAZA

Región de Coquimbo

Noviembre 2019



Financia:

Gobierno Regional
REGIÓN DE COQUIMBO

Resumen Ejecutivo

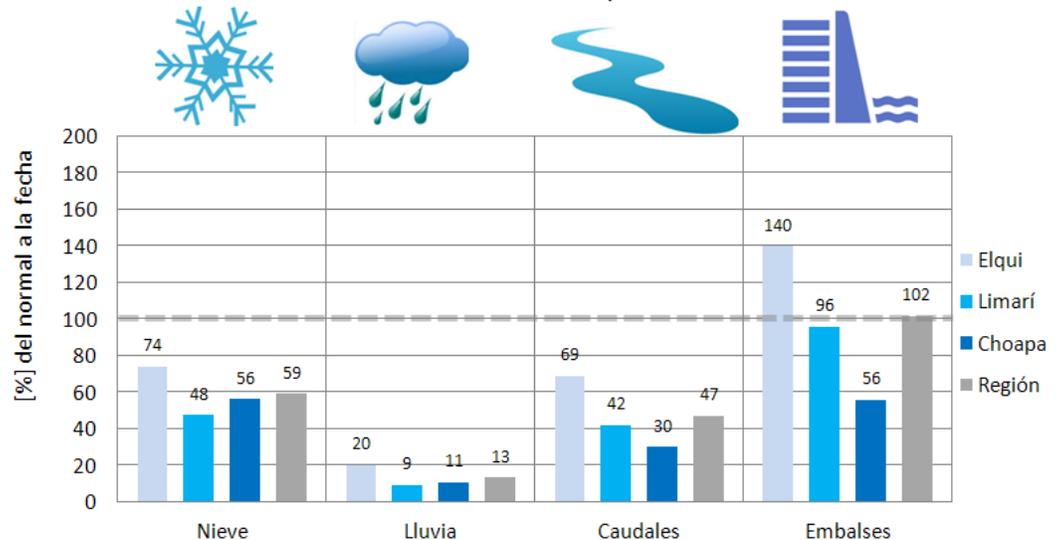
El estado actual del sistema hidrológico de la Región de Coquimbo se encuentra en una situación muy delicada dada por las escasas precipitaciones.

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 escasez 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 embalses de las cuencas de Elqui se encuentran casi llenos 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 sí, todo el secano regional y sobre todo la provincia de Choapa, que es la que actualmente muestra los índices más bajo de caudales y niveles de embalses.

Resumen Hidrológico Región de Coquimbo

Al 31 de Octubre, 2019



Fuentes: DGA, NASA/MODIS Proceso: CEAZA-Met, 2019
 Nieve calculada como (cobertura prom enero a mes/cobertura historica enero a mes). Lluvia como (precipitacion_ acum año actual/precip acum normal_a_la_fecha). Caudales como (promedio [abril-mes actual]/promedio[abril-mes actual historico]). Embalses como (valor mes actual/valor historico mes).

Actualmente la provincia del Elqui tiene un 140% embalsado del promedio histórico, Limarí aún está en 96%, pero Choapa está actualmente en un 56% del promedio histórico de octubre.

Según los modelos climáticos, durante el trimestre NDE '19/20 las temperaturas máximas estarían normales a bajo lo normal y las temperaturas mínimas estarían normales a sobre lo normal en la costa y en el resto de la Región de Coquimbo estarían sobre lo normal.

En cuanto a las precipitaciones no se realiza un pronóstico por estar la Región bajo la temporada seca normal, sin embargo no se descartan precipitaciones principalmente en la cordillera, 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

Pronóstico de precipitaciones

El pronóstico de precipitaciones no rige por estar dentro de la estación seca normal, sin embargo no se descarta algún tipo de precipitación dentro del trimestre, principalmente en la cordillera de la Región de Coquimbo.

Pronóstico de temperaturas

Se espera que durante el trimestre NDE '19/'20 las temperaturas máximas en la costa estén normales a bajo lo normal, mientras que las temperaturas mínimas estarían entre lo normal a sobre lo normal, existiendo además la probabilidad de que esté más nuboso de lo normal, mientras que en el resto de la Región las temperaturas mínimas y máximas estarían sobre lo normal [fig. PE 2].

ENOS

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

Actualmente ENOS no tiene influencia en las condiciones atmosféricas que afecten a la Región de Coquimbo.

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 -0,4 [fig. ENOS 1 y 2]. Estos índices no guardan ninguna relación actualmente, situación característica del estado Neutro.

El pronóstico probabilístico oficial del CPC/IRI muestra que el trimestre NDE '19/'20 estará bajo una fase Neutra (65%) [fig. ENOS 2 y 3].

ONI: El Índice Oceánico de El Niño se ha presentado con un valor de 0,1°C en el trimestre ASO '19, similar al trimestre anterior. Dentro de la variabilidad mensual la TSM ha registrado un valor de 0,44°C en octubre [fig. ENOS 2].

Acorde a la información presentada por los distintos modelos estadísticos y dinámicos los próximos trimestres continuarían dentro de una

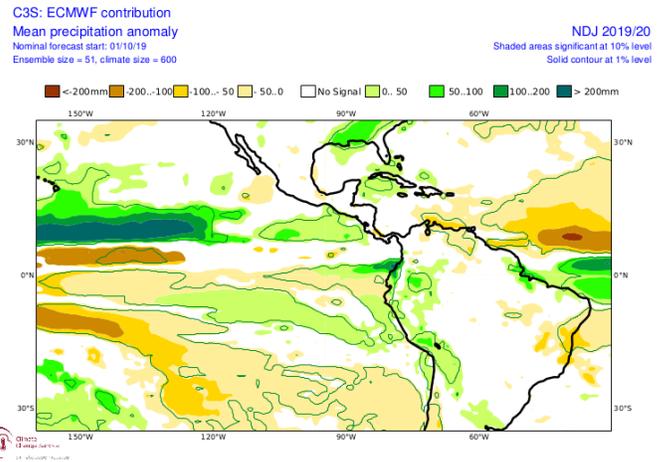


Figura PE1. Pronóstico de las anomalías de precipitación para el próximo trimestre (fuente: C3S).

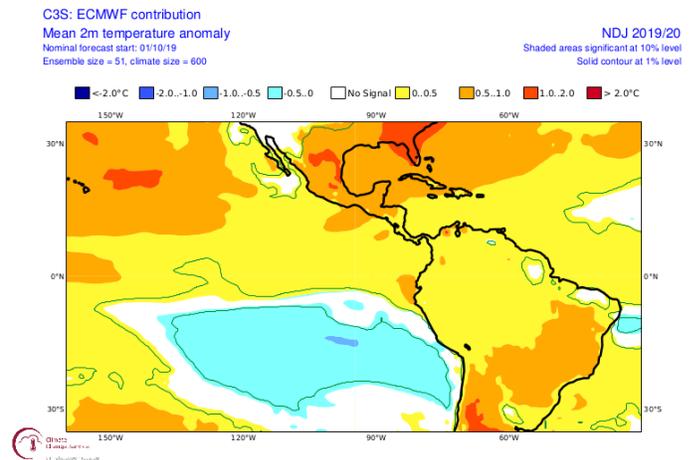


Figura PE2. Pronóstico de las anomalías de temperatura a 2m. (fuente: C3S)

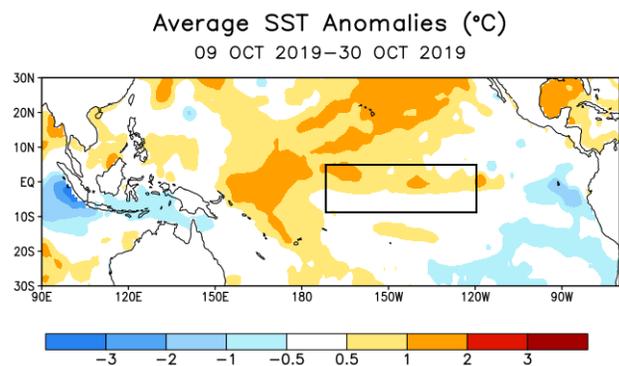


Figura PE3. Anomalías promedio de TSM (°C) con la zona Niño 3.4 enmarcada (arriba), calculadas respecto al periodo 1981-2010. (fuente: CPC - <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>)

fase Neutra (57% – 65%), sin un fin previsto [fig. ENOS 3], debido a que se espera que se mantenga un dipolo existente en el océano Pacífico central, el cual consiste en la presencia de aguas más cálidas que lo normal en el Pacífico norte y aguas más frías que lo normal en el Pacífico ecuatorial sur.

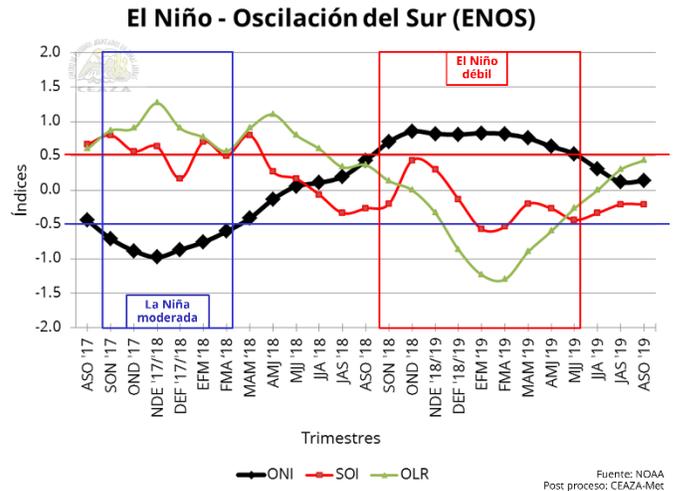


Figura ENOS1. Variación trimestral de los índices ONI, OLR y SOI (fuentes: CPC (www.cpc.ncep.noaa.gov) y NCDC (www.ncdc.noaa.gov))

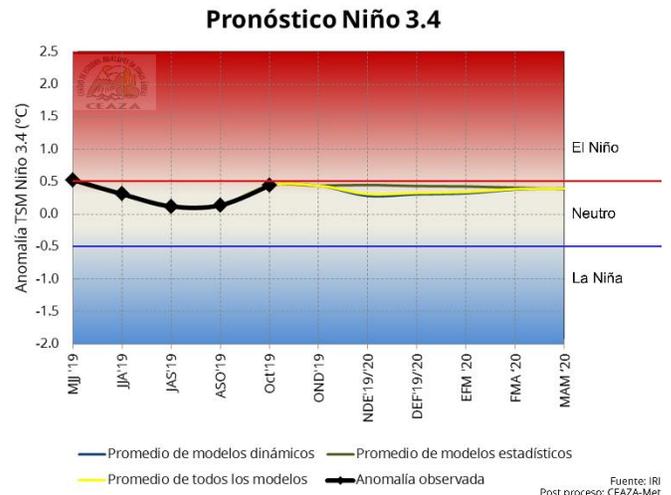


Figura ENOS2. Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>, Post proceso: CEAZA-Met)

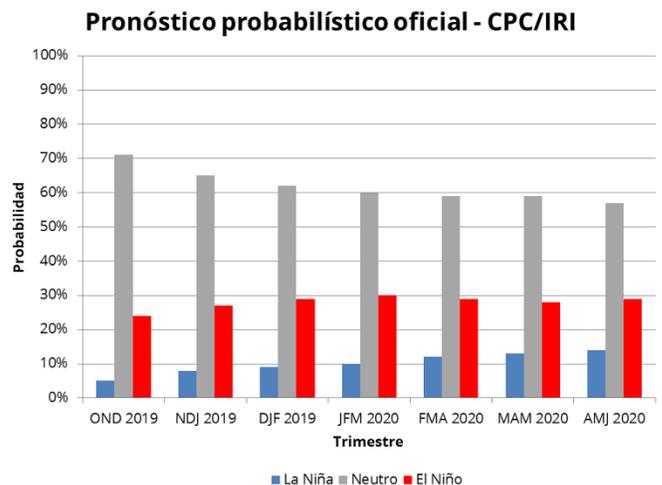


Figura ENOS3. Pronóstico de probabilidades del ENOS (fuente: IRI/CPC - <http://iri.columbia.edu/>)

Análisis de la temperatura superficial del mar [TSM]

Se han observado TSM con valores entre los 14° y los 20°C entre el norte de Perú y el sector oceánico frente a la Región del Biobío (Chile) (fig. TSM1), valores que se encuentran bajo lo normal, con un mínimo de anomalía de, aproximadamente, -1,6°C frente a la costa de la Región de Antofagasta (fig. TSM2).

La Región de Coquimbo se presentó con TSM entre los 13,6° y los 13,8°C (fig. TSM3), valores que están en torno a lo normal (fig. TSM4), no produciendo así efectos adversos por causas térmicas al mundo acuícola.

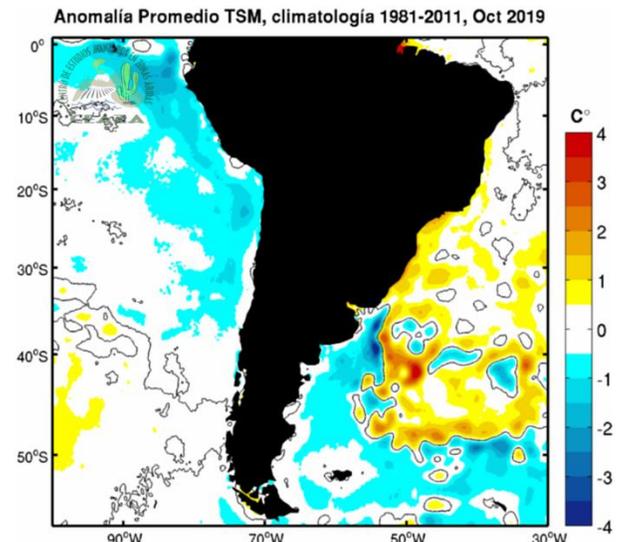
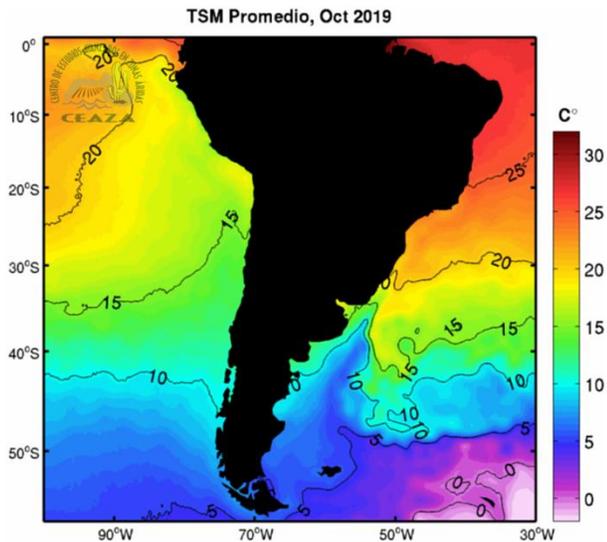


Figura TSM1. Promedio mensual de TSM en el último mes en Sudamérica.

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

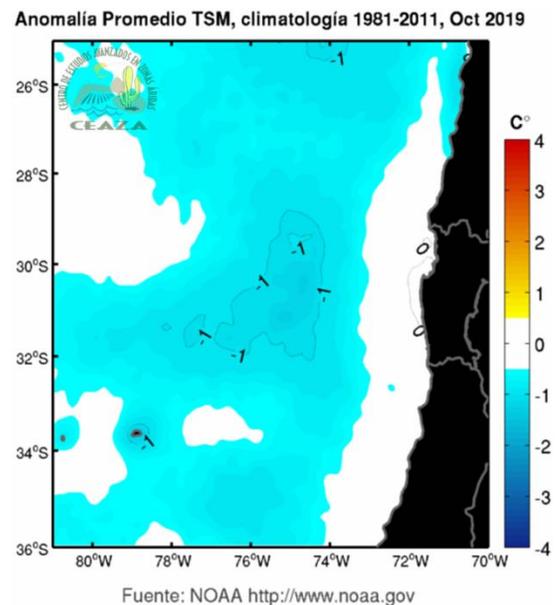
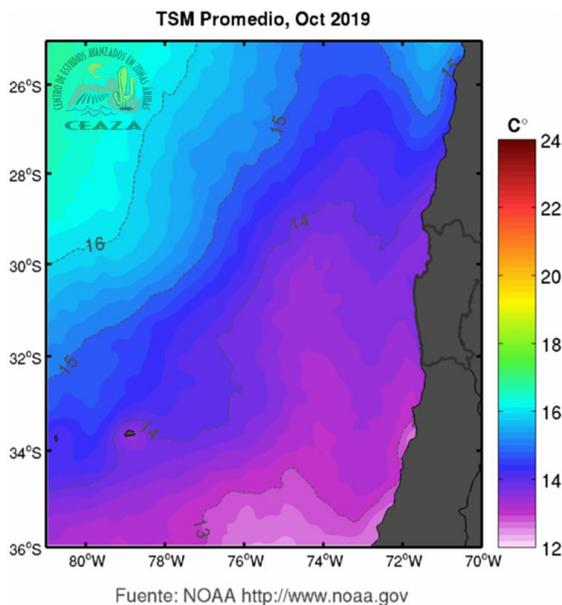


Figura TSM3. Promedio mensual de TSM en el último mes entre el sur de la Región de Antofagasta y la Región del Maule.

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 NDE '19/20 la TSM debiera estar con valores en torno a lo normal a ligeramente bajos en la Región de Coquimbo, con anomalías entre $-0,5^{\circ}$ a $0,2^{\circ}\text{C}$ [fig. TSM5], mientras que al noreste de Nueva Zelanda se registrarían valores de TSM dentro de lo normal [fig. TSM6].

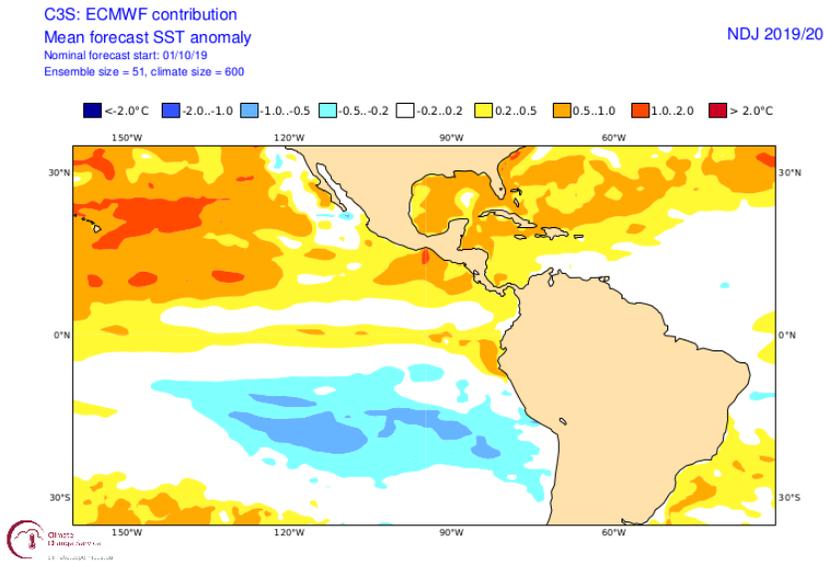


Figura TSM5.Anomalía de TSM [$^{\circ}\text{C}$] pronosticada para el trimestre ASO'19. Los colores rojizos indican anomalías positivas y los colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: C3S)

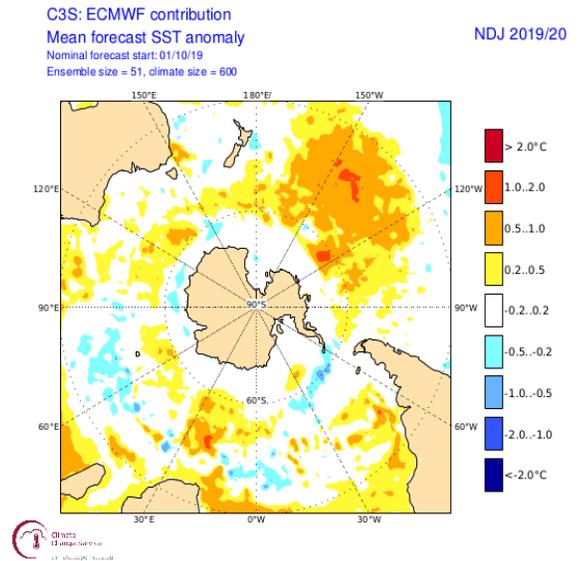


Figura TSM6.Anomalía de TSM [$^{\circ}\text{C}$] pronosticada para el trimestre ASO'19. Los colores rojizos indican anomalías positivas y los colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: C3S)

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 octubre tuvo una tendencia positiva normal, aunque con una gran variabilidad durante los primeros 10 días.

Este mes tuvo dos períodos cálidos y un período frío, en donde en el período frío registrado entre el día 1 y el día 3 se registraron heladas locales, principalmente en las provincias de Limarí y de Choapa y el primer período cálido fue una ola de calor extrema junto a un evento extremo de altas temperaturas, período que tuvo una duración de 5 días y con máximas por sobre los 35°C (fig. VT1).

En la zona no cordillerana (<2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica Huintil (Choapa) con un valor de -1,8°C el día 2, mientras que la máxima más alta se registró en La Polvareda (INIA) con 38,1°C el día 8.

En la zona cordillerana (≥ 2.000 msnm) la mínima más baja se registró en la estación meteorológica El Tapado, con un valor de -12,8°C el día 2, mientras que la máxima más alta se registró en Laguna Hurtado con 22,9°C el día 8.

En la figura VT2 se observa que la temperatura mínima promedio más alta se registró en la costa norte de la prov. de Elqui, con valores en torno a los 12°C. Por su parte la cordillera de Los Andes observó un mes con temperaturas mínimas medias en torno a los -2°C a los 3.500 m, en torno a los -6°C a los 4.300 m y en torno a los -10°C a los 4.700 m.

En la figura VT3 se observa que las temperaturas máximas medias más altas se registraron en los valles de las provincias de Elqui y de Limarí, con valores en torno a los 27°C. En las zonas cordilleranas las máximas estuvieron cercanas a los 6°C a los 3.500 m, en torno a los 2°C a los 4.300 m y en torno a los 0°C a los 4.700 m.

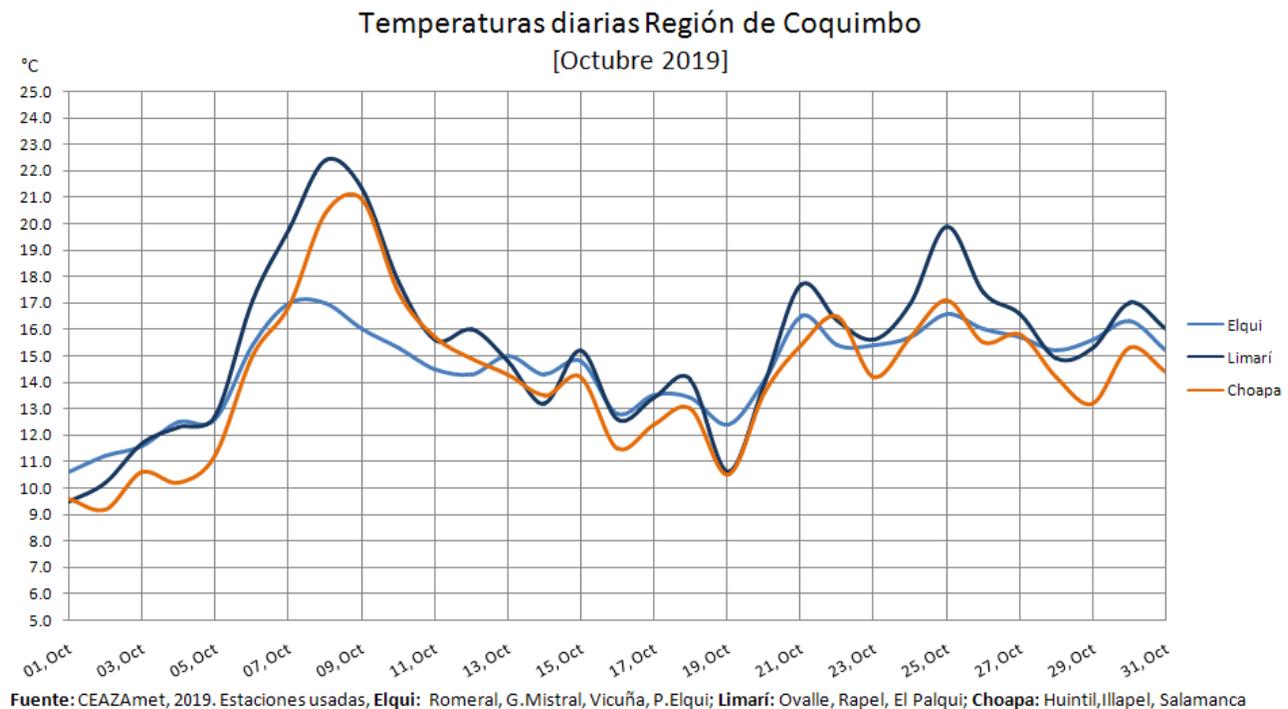
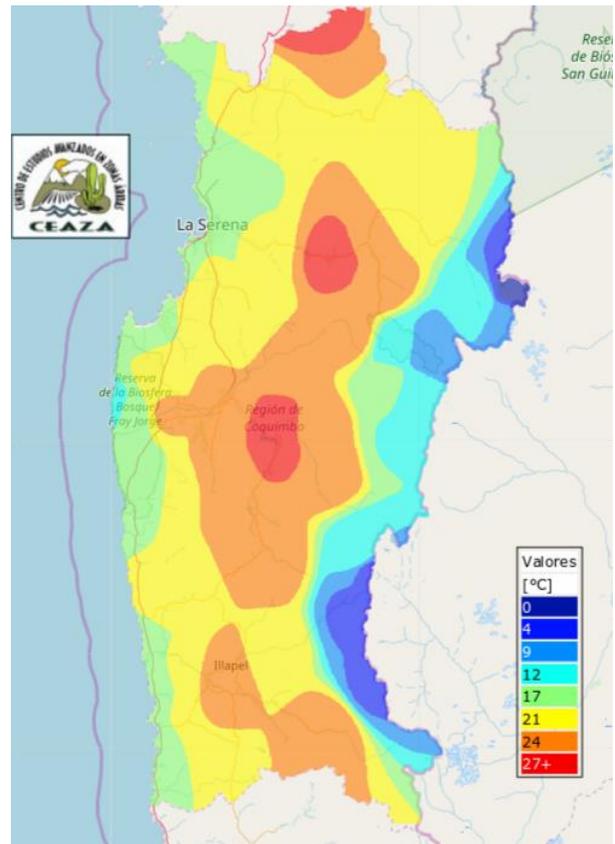
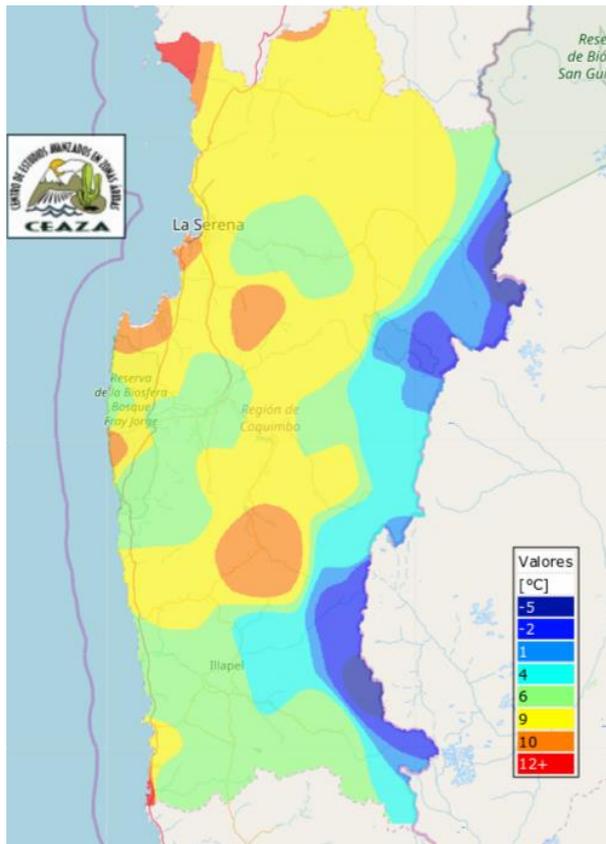


Figura VT1. Promedios diarios de temperatura [°C] a 2 m en el mes pasado obtenidos a partir de la red CEAZA-Met [www.ceazamet.cl].



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 octubre se presentó un evento de precipitaciones, el cual fue débil y sólo afectó al secoano costero de las provincias de Limarí y de Choapa [tabla P1], sin embargo, fue intenso en cuanto al viento. El fenómeno provocó una intensa tormenta de polvo y/o arena en buena parte de la costa de la Región, principalmente en Elqui.

La estación que más acumuló durante el mes fue Ajial de Quiles con 2,9 mm y la que mayor acumulación anual de zonas no cordilleranas la presenta Fray Jorge Bosque, con 51,4 mm [tabla P1 y figura P1].

En las zonas cordilleranas la estación de la Dirección General de Aguas (DGA) acumula hasta octubre 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 85,8%. Las provincias de Limarí y de Choapa tienen el mayor déficit regional, con un 87,1% [tabla P2 y figura P2].

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 93,5%. En la provincia de Elqui el mayor déficit lo registra la estación meteorológica Rivadavia, con un 92,7%, finalmente en la provincia de Choapa, Salamanca registra el mayor valor, con un 90,2% 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	Oct '19	Total (mm)
Vallenar [INIA]	0	0.1	1.7	2.5	1.8	2.2	2.3	2.4	2.5	1.3	16.8
Punta de Choros	0	0	0	0	1	4.4	0	0	0	0	5.4
Punta Colorada (2)0	0	0.1	0.1	(2)6.1	0.2	0.2	0	0.1	0.1	0.1	6.9
La Serena [El Romeral]	0	0.7	0	0.3	4.4	(1)10.4	(1)0	0	3.2	0.4	19.4
La Serena [CEAZA]	0	0.8	0	0.5	(1)3	6.8	0.2	0.1	0.5	0	11.9
Rivadavia	0	0	0	0.3	5.1	0	0	0	2.3	0	7.6
Gabriel Mistral	0	0.3	0.3	1.1	7.7	7	0.9	0.5	0.7	0.1	18.6
Coquimbo [El Panul]	(1)0	-	(2)0.4	0.7	(1)6.7	(1)8.3	(2)1	-	(2)0.3	(2)0.1	17.7
Vicuña	0	(2)0	0	0.9	2.2	0.7	0	0	5	0	8.8
Pan de Azúcar	0.2	0.1	0.4	0.4	8.2	12.8	1.2	(2)0.8	1.2	0.3	25.6
Pisco Elqui	0	0	0	0.1	13.3	0	0	0	2.5	0	15.9
Andacollo [Collowara]	0	0	0.5	0	10.3	5.8	0	0	1.8	0	18.3
Las Cardas	0.2	0	0.2	0.2	5.6	10.5	0.2	0	1.2	0	18.1
Hurtado [Lavaderos]	0	0	0	0.6	13.5	0.9	0	0	3.3	0	18.3
Pichasca	0	0	0	1	3.9	7.1	0	0.1	2.1	0	14.2
Quebrada Seca	0	0	0	0.5	2.8	19.1	0	0	3.6	0	25.9
Leguna Hurtado	(1)0	0	(2)0	(1)3.6	-	(2)0	(1)0	0	1.8	0	10.4
Ovalle [Tahuén]	0	0	0.3	0.1	2	9.6	1.1	0.3	0.6	0.1	14.1
Algarrobo Bajo [INIA]	(2)0	0	0	0.3	1.8	15	0.6	0.1	1.2	0.3	19.3
Fray Jorge Bosque [IEB]	1.6	3.6	4.8	3.7	4.6	22.9	3	3	4	-	51.4
Fray Jorge Quebrada [IEB]	0	0.3	0.5	0.1	1.4	19.6	0.4	0	0.1	-	22.4
Camarico [INIA]	0	0	0	0.5	2.4	14.9	1	0.4	0.7	0.2	20.1
Rapel	0	0	0	1	6.6	11.7	0	0	12.7	1	33
El Palqui [INIA]	0.1	0	0.1	0	3.5	9.5	0	0	3.1	0	16.3
Chaguaral [INIA]	0	0	0	0	0	2.1	0	0	8.1	0.1	10.3
La Polvareda [INIA]	-	0	0	0.1	0.8	9.8	0	0	0.1	0.8	11.6
Peña Blanca	0.1	0.3	1	2.3	3.9	15.4	2.4	0.9	1.7	2	30
Ajial de Quiles [INIA]	-	0	0.2	0.7	3.5	27.6	0.4	0	1.9	2.9	37.2
Combarbalá [C.del Sur]	0	0	0.7	1.1	3.9	10.4	0	0	3.5	0	19.6
Canela	0	0	0	0.4	2.3	13.3	0.4	0	0.6	0.5	17.5
Huintil	0	0	0.1	2.9	2.7	17.3	0.5	0	3.4	0	26.9
Huentelauquen [INIA]	0	1.3	0.2	3.2	3.4	15.2	0.8	0	0.5	0.1	24.7
Mincha Sur	0	0.2	0	2	5.3	19.4	2.2	0.8	0.2	0	30.1
Illapel	0	0	0.1	1.2	2.2	15.3	2.2	0.2	(1)0	0	21.2
Salamanca [Chillepín]	0	0	0	0.8	16.4	11.2	0.1	0	8.3	0	36.8
Tilama	0	0	0	1.7	3.1	29.7	5.5	0	1.3	0	41.3
Quillimarí [INIA]	0	0.7	1.2	2.8	2	31.1	9.1	0.2	0	0	47.1
Pichidangui	0.2	0.5	2	5.6	3.4	30.6	6.7	(2)0.8	-	(2)0	49.8

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

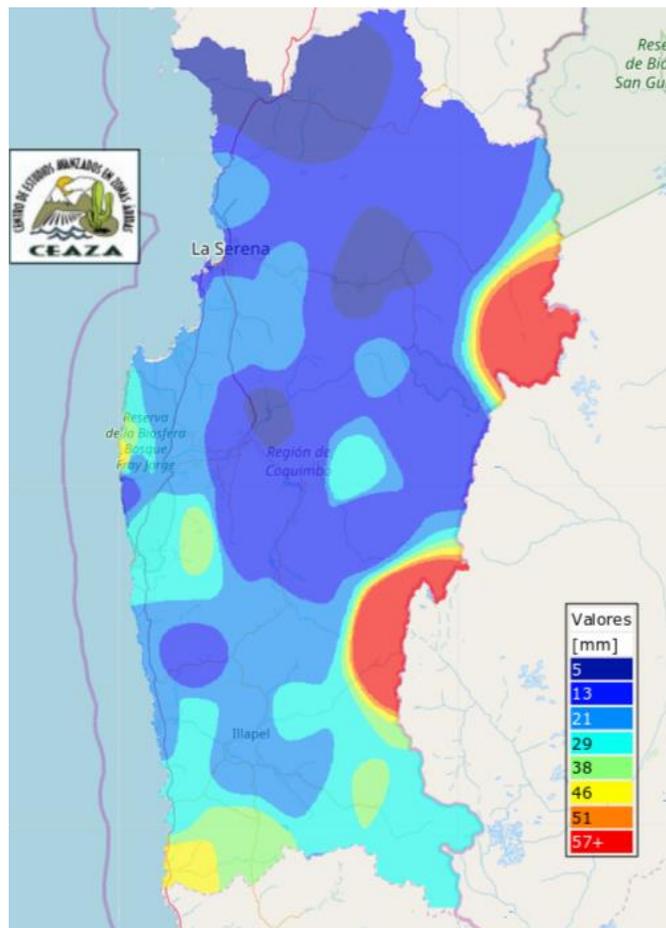


Figura P1. Precipitación acumulada anual del 2019. Fuente: CEAZA-Met, INIA, DMC y DGA.

EMA climatológica (1981-2010)	Fuente	Normal a la fecha	EMA	Fuente	Hasta octubre de 2019	Superávit o déficit
Tapiche	DGA	48.2	Punta Colorada	CEAZA	6.9 mm	-86.0 %
La Serena DMC	DMC	84.2	La Serena	CEAZA	11.9 mm	-86.1 %
Almendral	DGA	94.3	Gabriela Mistral	CEAZA	18.6 mm	-79.2 %
La Serena + Almendral		88.1				
Vicuña	DGA	102.7	Vicuña	CEAZA	8.8 mm	-91.4 %
Rivadavia	DGA	102.7	Rivadavia	CEAZA	7.6 mm	-92.6 %
Pisco Elqui DMC	DGA	110.1	Pisco Elqui	CEAZA	15.9 mm	-85.6 %
La Laguna Embalse	DGA	153.0	La Laguna	DGA	62.0 mm	-60.3 %
Provincia de Elqui			Promedio			-83.0 %
Peña Blanca	DGA	154.1	Peña Blanca	CEAZA	30.0 mm	-79.1 %
La Placilla	DGA	205.3	Ajial de Quiles	INIA	37.2 mm	-80.9 %
Peña Blanca + La Placilla		190.0				
La Torre	DGA	118.4	Algarrobo Bajo	INIA	19.3 mm	-84.1 %
Punitaqui	DGA	157.3	La Polvareda	CEAZA	11.6 mm	-93.5 %
Punitaqui + La Placilla		174.7				
Punitaqui + La Torre		133.5	Camarico	INIA	20.1 mm	-85.3 %
Ovalle	DGA	104.5	Ovalle (Talhuén)	CEAZA	14.1 mm	-86.7 %
Recoleta Embalse	DGA	108.5	Recoleta	DGA	8.0 mm	-92.7 %
Paloma Embalse	DGA	134.9	Monte Patria	DMC	11.6 mm	-91.5 %
El Tomé	DGA	163.6	El Palqui	INIA	15.8 mm	-90.5 %
Pichasca	DGA	129.5	Pichasca	CEAZA	14.2 mm	-89.2 %
Cogotí 18	DGA	179.0	Cogotí 18	DGA	20.4 mm	-88.8 %
Combarbalá	DGA	206.2	Combarbalá	CEAZA	19.6 mm	-90.6 %
Rapel	DGA	178.6	Rapel	CEAZA	33.0 mm	-81.8 %
Carén	DGA	193.6	Chaguaral	INIA	29.7 mm	-84.9 %
Río Hurtado	DGA	145.2	Hurtado (Lavaderos)	CEAZA	18.3 mm	-87.5 %
Provincia de Limarí			Promedio			-87.1 %
Los Vilos DMC	DGA	243.7	Los Vilos	DGA	34.5 mm	-86.2 %
Quilimarí	DGA	268.3	Quilimarí	INIA	47.1 mm	-82.9 %
Mincha Norte	DGA	174.0	Mincha Sur	CEAZA	30.1 mm	-83.1 %
La Canela DMC	DGA	159.0	Canela	CEAZA	17.5 mm	-89.3 %
Illapel	DGA	174.1	Illapel	CEAZA	21.2 mm	-88.1 %
Culimbo Embalse	DGA	240.9	Tilama	CEAZA	41.3 mm	-85.1 %
Quelón	DGA	299.5				
Culimo + Quelón		269.9				
Huintil	DGA	215.6	Huintil	CEAZA	26.9 mm	-87.9 %
Salamanca	DGA	241.1	Salamanca	DGA	24.2 mm	-90.2 %
Coirón	DGA	308.9	Coirón	DGA	33.0 mm	-89.5 %
Tranquilla	DGA	259.6	Salamanca (Chillepin)	CEAZA	36.8 mm	-87.0 %
Coirón + Tranquilla		278.1				
Cuncumén	DGA	277.5	Río Choapa en Cuncumén	DGA	32.3 mm	-88.6 %
Provincia de Choapa			Promedio			-87.1 %
Región de Coquimbo			Promedio			-85.8 %

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.

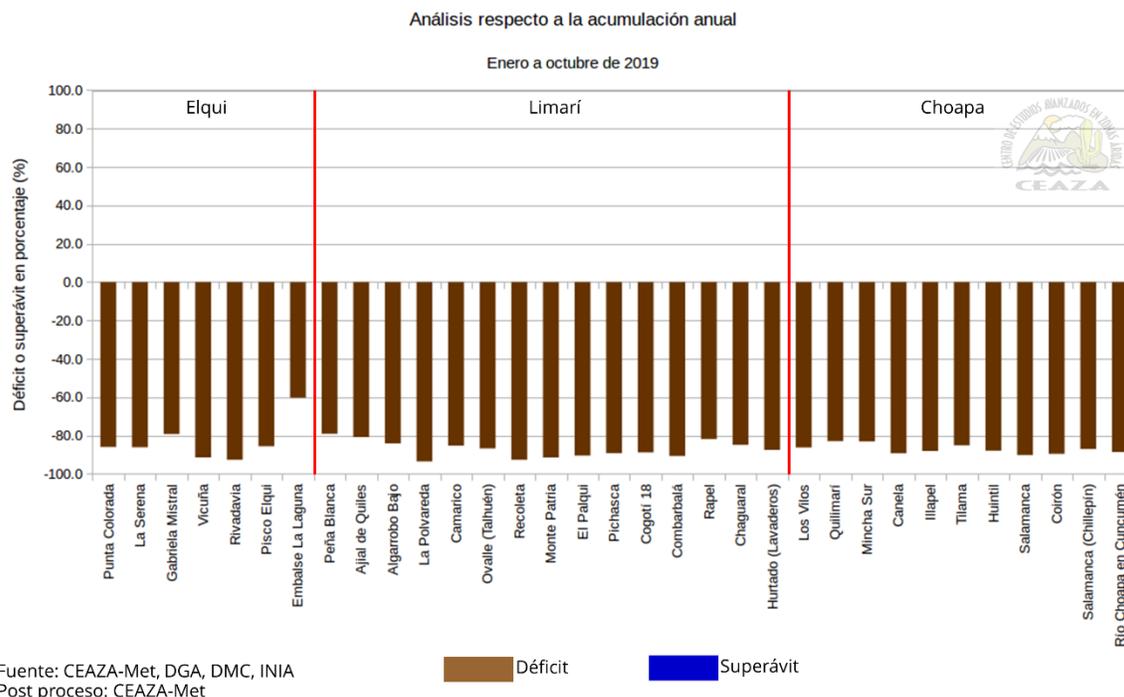


Figura P2. Análisis porcentual de las precipitaciones acumuladas durante el año 2019. Período base climatológico: 1981-2010. Fuente: CEAZA-Met, DGA, DMC e INIA.

Evapotranspiración

La Evapotranspiración Potencial (ET₀, figuras Et1 y Et2) sigue su patrón anual típico. Mantuvo en octubre valores entre 120 y 137 mm/mes para las tres provincias, con valores que son similares (diferencia < 5%) respecto a los últimos 2 años. Esto implicaría que la cantidad ideal de agua usada para el riego durante octubre de 2019 debió ser similar a las de los últimos 2 años en las tres provincias regionales.

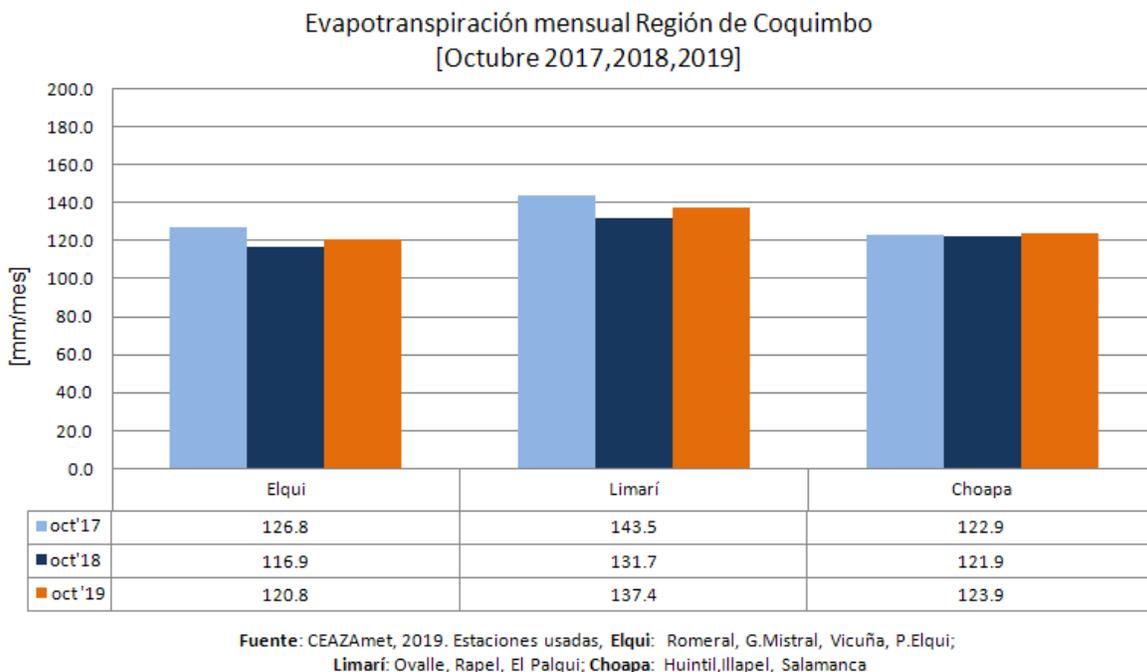
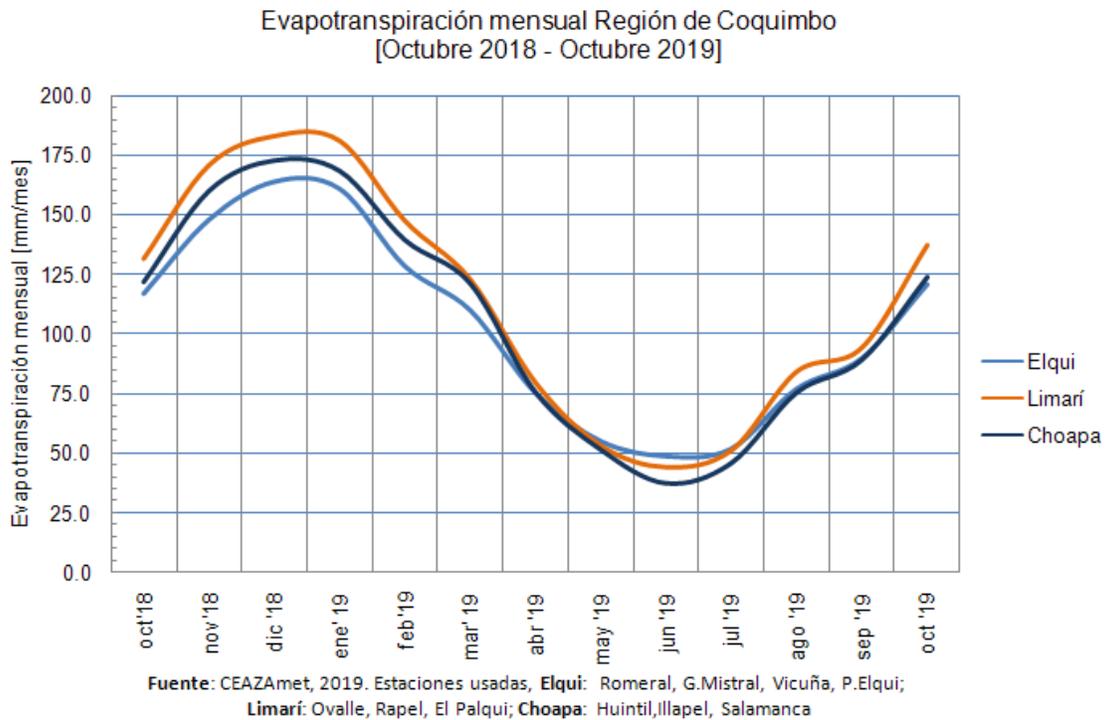


Figura Et1 y Et2. Evolución de la evapotranspiración para los últimos 12 meses (arriba) y comparativa con igual mes de los años 2017 y 2018 (abajo), obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Grados Día (Base 10°C) y heladas

Se puede observar que los Grados Día entre el 15 de agosto y el 31 de octubre se encuentran con valores diferentes según los puntos específicos, en algunas zonas (Ovalle [Talhuén] y Andacollo) están más bajo que el año pasado, otras tienen valores de acumulación más altos (Camarico, Peña Blanca, Canela, Tilama) respecto al año pasado y todo el resto valores muy similares a los del año pasado [tabla F1]. Según su déficit o superávit se espera que afecte negativamente o positivamente al desarrollo de los frutales de la región.

Por otro lado, como se puede observar en la tabla F2, durante los primeros días de octubre se registraron heladas débiles en algunas estaciones de la red durante este mes, lo que probablemente ha generado daños en las hortalizas y en especies arbóreas.

Grados Día Acumulados a la fecha. Base: 10°C, Inicio: 2019-08-15		
Estación	GD Acumulados 2019-11-03	GD Acumulados 2018-11-03
Vallenar [INIA]	361(-6%)	386
Cachiyuyo	638(-9%)	700
Punta de Choros	347(+19%)	291
Punta Colorada	362(-4%)	377
La Serena [El Romeral]	256(+2%)	251
La Serena [CEAZA]	284(-)	-
La Serena [Cerro Grande]	175(+10%)	159
Rivadavia	590(-6%)	628
UCN Guayacan	268(-7%)	289
Gabriela Mistral	244(0%)	244
Vicuña	451(-6%)	483
Pan de Azúcar	263(+6%)	248
Pisco Elqui	528(-9%)	579
Andacollo [Collowara]	486(-10%)	543
Las Cardas	372(-4%)	386
Tongoy Balsa CMET	274(-5%)	288
Hurtado [Lavaderos]	550(-8%)	598
Pichasca	488(-3%)	504
Quebrada Seca	376(-3%)	387
Ovalle [Talhuén]	268(-18%)	328
Algarrobo Bajo [INIA]	381(+4%)	367
Camarico [INIA]	329(+16%)	284
Rapel	431(-6%)	459
El Palqui [INIA]	536(-6%)	567
Chaguaral [INIA]	498(-7%)	536
La Polvareda [INIA]	461(-)	-
Peña Blanca	141(+39%)	102
Ajial de Quiles [INIA]	317(-)	-
Combarbalá [C.del Sur]	572(-8%)	624
Canela	296(+15%)	257
Huintil	205(-2%)	209
Huentelauquen [INIA]	176(+4%)	170
Mincha Sur	225(+5%)	215
Illapel	344(+5%)	327
Salamanca [Chillepín]	407(+1%)	405
Tilama	303(+12%)	270
Quilimari [INIA]	195(+4%)	187

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

Días con T° < 0°C registradas		
Estación	2019-10-01 Al 2019-10-31	Detalles
Vallenar [INIA]	0	
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	0	
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	
Rapel	1	2019-10-02:-0,2,
El Palqui [INIA]	0	
Chaguaral [INIA]	0	
La Polvareda [INIA]	0	
Peña Blanca	0	
Ajial de Quiles [INIA]	0	
Combarbalá [C.del Sur]	0	
Canela	0	
Huintil	3	2019-10-02:-1.8, 2019-10-04:-1.3, 2019-10-05:-0.5,
Huentelauquen [INIA]	0	
Mincha Sur	0	
Illapel	0	
Salamanca [Chillepín]	2	2019-10-02:-1.2, 2019-10-04:-0.1,
Tilama	0	(1)
Quilimari [INIA]	0	

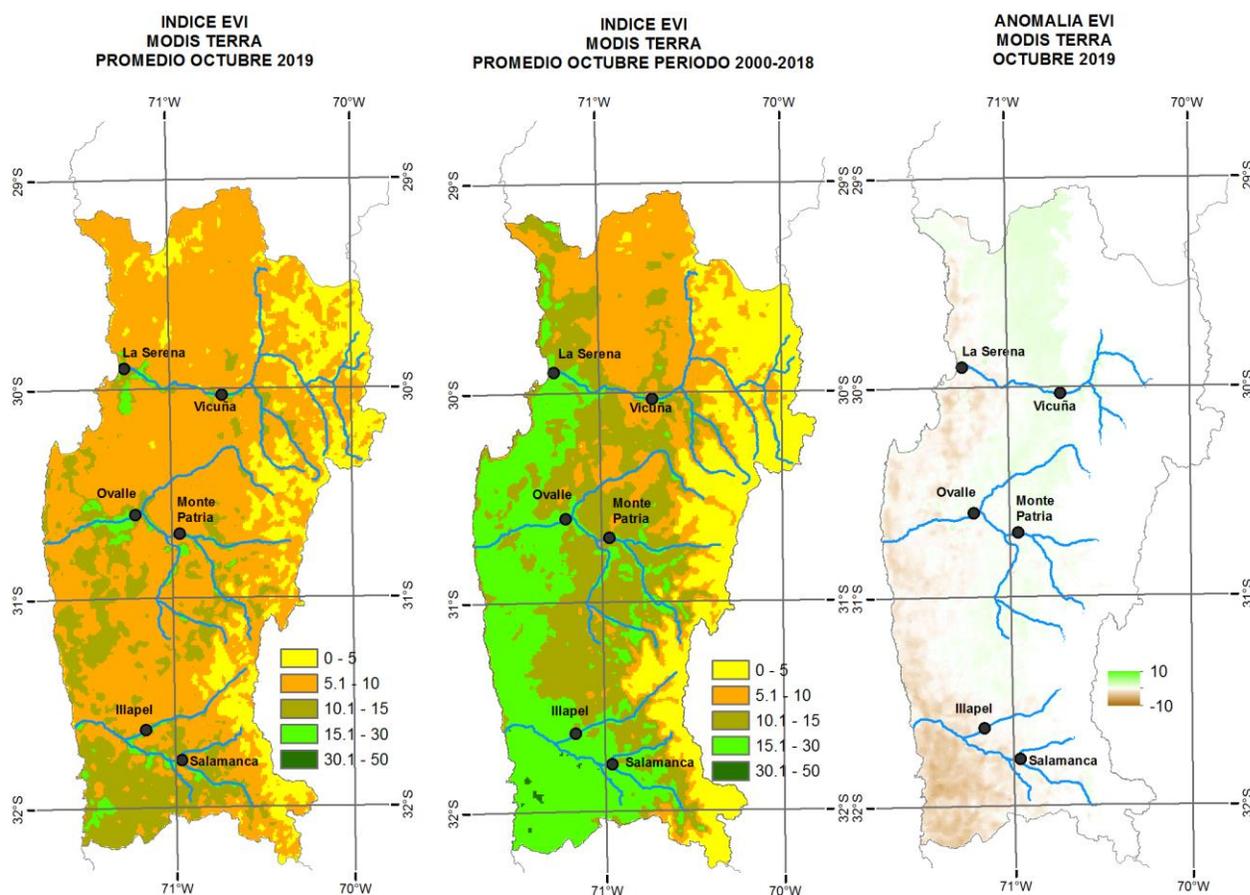
Tabla F2. Registro de Heladas obtenida a partir de estaciones CEAZA-Met.

Estado de la vegetación EVI

El índice de vegetación EVI muestra que durante octubre de 2019 la vegetación estuvo en promedio con anomalías negativas en 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.



Fuente: Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) is a component of NASAs Earth Observing System (EOS) Data and Information System (EOSDIS)

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*)

Noviembre es el mes del término del crecimiento de la fruta y del follaje. El diámetro tanto polar como ecuatorial del pelón de la almendra queda completamente definido, por lo que los programas de fertilización se terminan a fin de este mes.

Labores a cuidar para este mes de Noviembre:

- a.) Como es el último mes de crecimiento de la almendra y del brote, es clave regar muy bien, revisando la humedad de suelo la que debe estar siempre a Capacidad de Campo, es decir, suelo con estanque lleno en cuanto a humedad. Usar K_c de 0,85 a 0,9 para las definiciones de tiempo de riego.
- b.) Revisar en las hojas presencia de arañitas rojas, pardas y bimaclada. También estar atentos a la presencia de hongos de Roya. Los controles preventivo-curativos deben hacerse apenas aparezcan los primeros ejemplares por hoja o las primeras pústulas rojas en el envés de las hojas de los brotes. Con 2 o más adultos por hoja en más del 30% de las hojas muestreadas iniciar aplicación con 2.500 litros de agua por hectárea.
- c.) Tomar muestras de hojas para determinar dinámica de niveles de los tejidos y compararla con estándar de niveles.
- d.) Controlar malezas para evitar competencia.

Nogal (*Juglans regia*)

Noviembre es el mes clave del crecimiento del fruto de la nuez. También es importante para el primer flash del crecimiento del brote de primavera. La variedad Serr está 2 a 3 semanas más adelantada que la variedad Chandler. Tener presente esta diferencia para los riegos y programas de fertilización.

Labores claves para el mes de Noviembre:

- a.) Fundamental los programas de riego, que mantengan el suelo en Capacidad de Campo. Clave evitar que los suelos se sequen; el perfil de suelo no debe perder humedad por debajo del 90% de humedad aprovechable.
- b.) Importante los programas de fertilización vía riego con nitrógeno, fósforo y potasio. Se debe apoyar el crecimiento del fruto con programas de nutrición vía aspersión foliar, viendo el porcentaje de brotación y la cantidad de fruta cuajada y creciendo por planta.
- c.) Revisar presencia de ácaros, pulgón y trips del nogal.
- d.) Iniciar programas de control preventivo contra polilla del nogal, monitorear vuelos y definir momentos de aplicación.

Vid (*Vitis vinifera*)

Uva de mesa

- a.) Se tiene una buena cantidad de racimos por brote y/o parra, lo que permite esperar un buen potencial de cajas/ha. La fructificación fue muy buena. Iniciar programas de raleos y arreglos de racimos.
- b.) Procurar establecer programas preventivos en el control de oídio con los respectivos fungicidas, dado que puede ser una temporada de alta presión de plagas.
- c.) Mantener riego y programas de fertilización en base a N/P/K, ya que se está definiendo el tamaño final del brote y el tamaño final del escobajo del racimo.
- d.) Revisar presencia de ácaros y arañas.

Uva Pisquera

- a.) Riego y nutrición para establecer el mayor tamaño del brote y antes del inicio de la floración para que el racimo alcance el mayor tamaño.
- b.) Desmanchar malezas sobre la hilera.
- c.) 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.
- d.) Hacer control de maleza
- e.) Mantener programas preventivos contra oídio y ácaros.

Uva vinífera

- a.) Comenzar controles preventivos contra ácaros y afidos de la yema, y contra oídio en los brotes que están creciendo antes del inicio de la floración.
- b.) Mantener riegos, y dependiendo de los sistemas de conducción considerar el K_c correcto.
- c.) Terminar desbrotes y despuntes en podas en cargadores para tener brotes de crecimiento parejos.
- d.) Revisar y medir tasa de crecimiento del brote.
- e.) Revisar relación racimo/brote para definir raleos y trabajos de deshoje.

Cobertura de nieve

En términos anuales 2018 y 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.

El mes de octubre 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 3 % equivalentes a unos 300 km² aproximadamente los cuales representan al 0.8% de la superficie total de la Región de Coquimbo, ubicados preferentemente sobre la cota de los 4.000 metros sobre nivel del mar.

En relación a la tendencia a un año normal a la fecha esta registra un déficit a su magnitud histórica de cobertura a nivel regional como se observa en los gráficos adjuntos [figura N1].

En relación a la climatología del mes de octubre se registra un déficit de cobertura de nieve a nivel regional (figura N2) de 86,9%, siendo algo extremo en la provincia de Choapa (figuras N3 y N4).

La provincia de Elqui presenta un déficit de un 73,8%, la provincia de Limarí presenta un déficit de un 94,4%, siendo el mayor déficit regional y la provincia de Choapa presenta un déficit de un 93,8%. Lo observado en la provincia de Choapa representa al menor valor para un mes de octubre desde que comenzaron los registros satelitales hace 17 años (tabla N1).

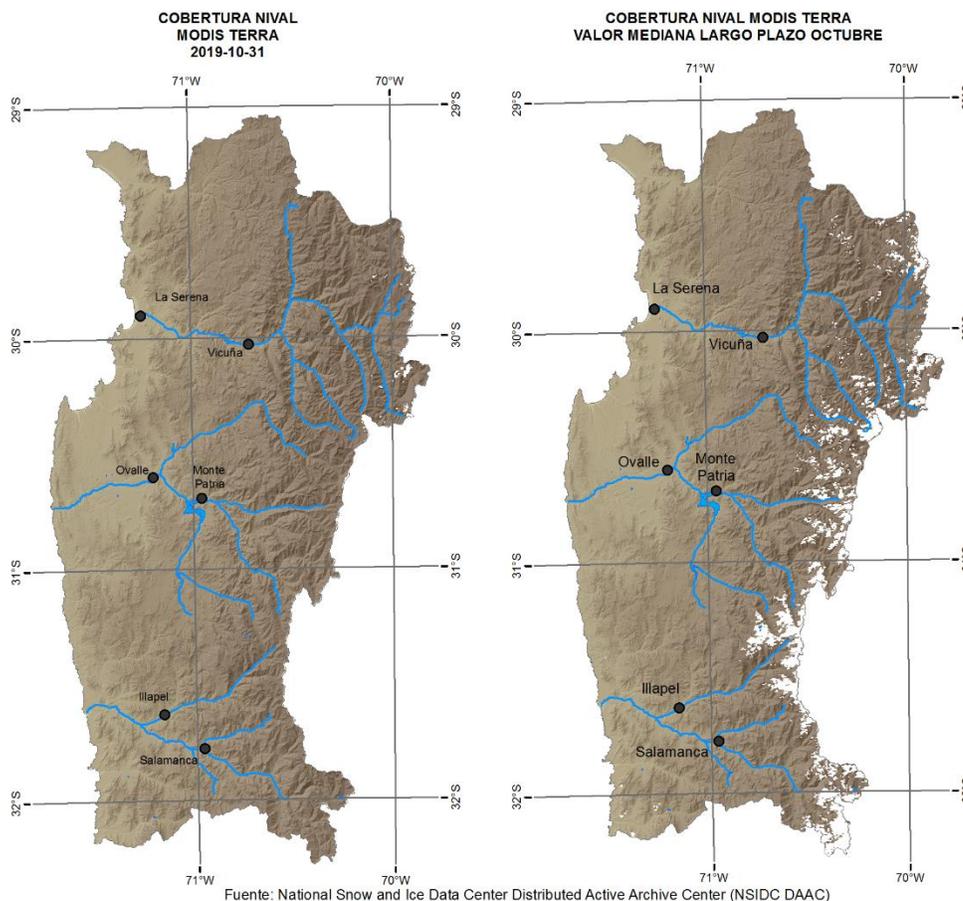


Figura N1. Mapa de la cobertura de nieve el último día del mes actual (izquierda) y el mapa con las medianas del mes del período 2002-2018 (derecha)

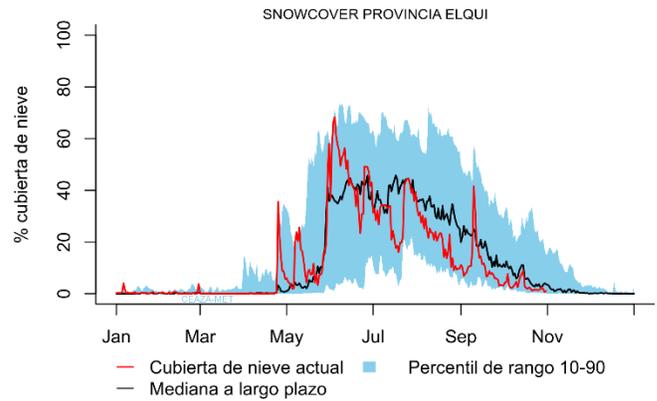
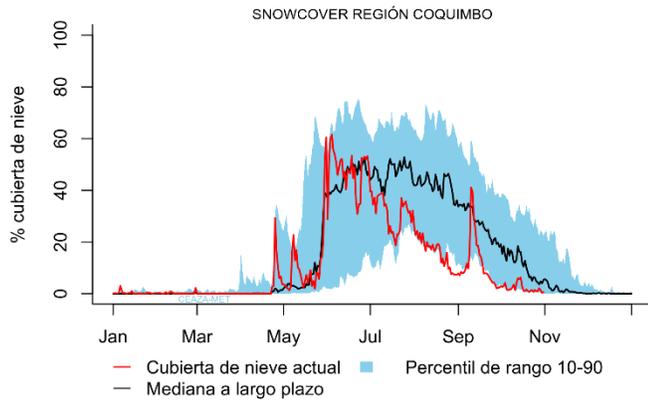


Figura N2. Serie de la cobertura porcentual de nieve a nivel regional calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

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

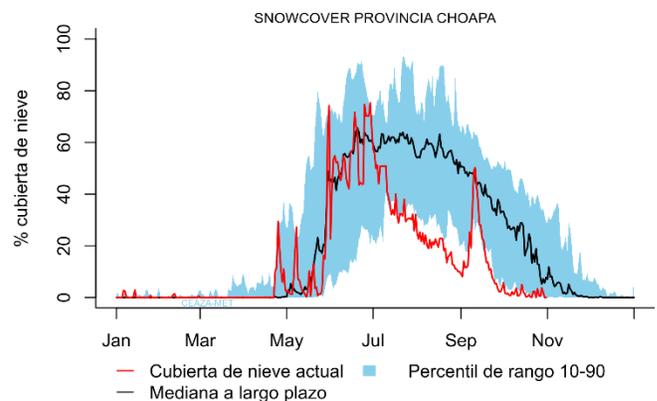
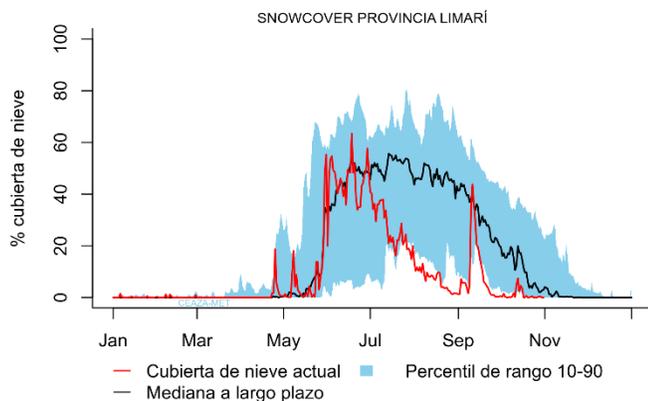


Figura N4. Serie de la cobertura porcentual de nieve en la provincia de Limarí calculada diariamente por medio de datos satelitales MODIS.

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 Octubre	Media mensual Octubre 2019	Superávit o déficit
Cordillera Coquimbo	MODIS	338.6	2574.8 km ²	-86.9 %
Cordillera Elqui	MODIS	244.8	934.9 km ²	-73.8 %
Cordillera Limarí	MODIS	46.2	831.9 km ²	-94.4 %
Cordillera Choapa	MODIS	50.3	808.0 km ²	-93.8 %

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	-
	Estero Derecho	1900	4	nieve	0	-	0	-
Río Hurtado	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 0.85 y 3.42m³/s, los cuales, en términos relativos a sus históricos mensuales, se encuentran entre el 11% y 44%. 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 muy 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. Es más, en el caso de Choapa los caudales en Cuncumén son los más bajos en más de 40 años.

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	3.42						4.7
		% del promedio histórico	74	79	90	75	69	58	44						
Limarí	Grande en Las Ramadas	Caudales (m ³ /s)	1.02	1.15	1.38	1.31	0.78	0.93	0.85						1.1
		% del promedio histórico	61	65	77	61	33	27	19						42
Choapa	Choapa en Cuncumén	Caudales (m ³ /s)	2.12	2.22	1.95	1.59	1.64	1.68	1.55						1.8
		% del promedio histórico	55	63	46	36	32	25	11						30

Tabla C1. Caudales año hidrológico 2018-19 vs Histórico

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

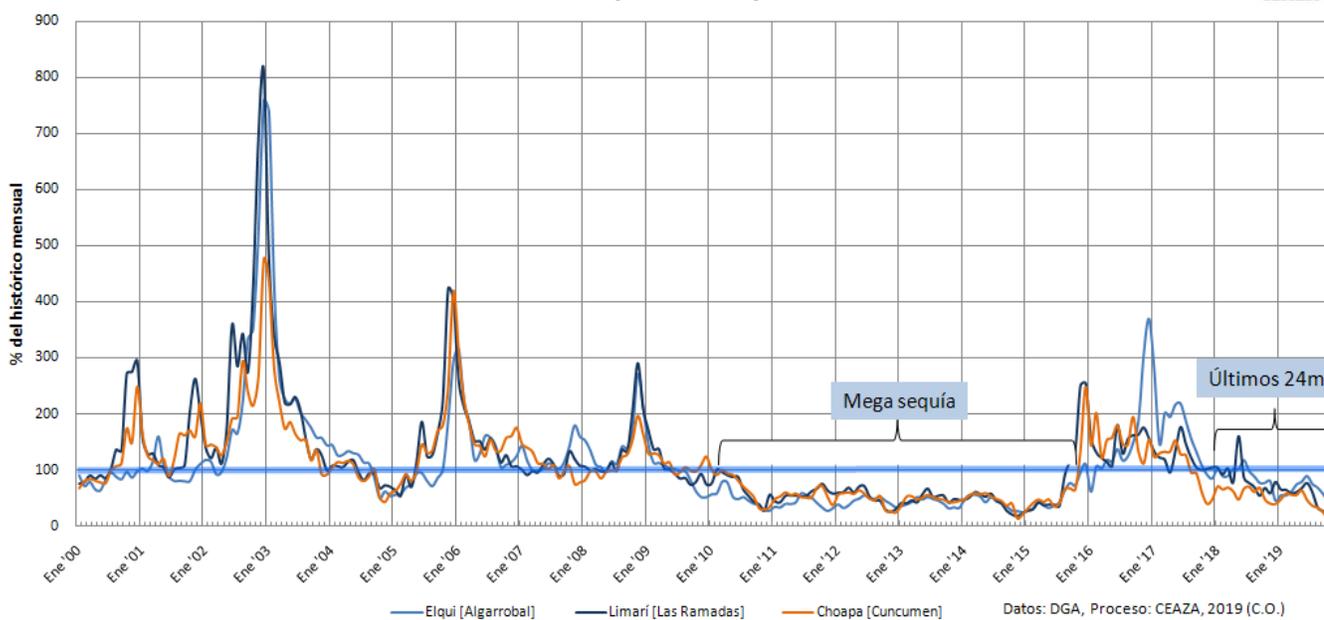


Figura C2. Evolución de los caudales como porcentaje del histórico mensual por cuenca, desde enero del 2000 a la fecha.

Estado de los embalses

La cantidad de agua contenida en los embalses regionales está entre el 37 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 57% de su capacidad máxima.

La mayoría de los embalses mantuvieron en octubre niveles muy parecidos a los que reportaron en septiembre (perdieron <5% de su capacidad), excepto el embalse Culimo que subió de 2.4 MMm³ en septiembre a 4.9 MMm³ en octubre (+104%).

Provincia	Embalse	Capacidad (MMm ³)	Estado Actual	
			(MMm ³)	(%)
Elqui	La Laguna	38.2	38.05	100%
	Puclaro	209	180.27	86%
Limarí	Recoleta	86	67.63	79%
	La Paloma	750	424.40	57%
	Cogotí	156.5	59.21	44%
Choapa	Culimo	10	4.92	49%
	Corrales	50	18.53	37%
	El Bato	25.5	13.58	53%

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 **62% 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:

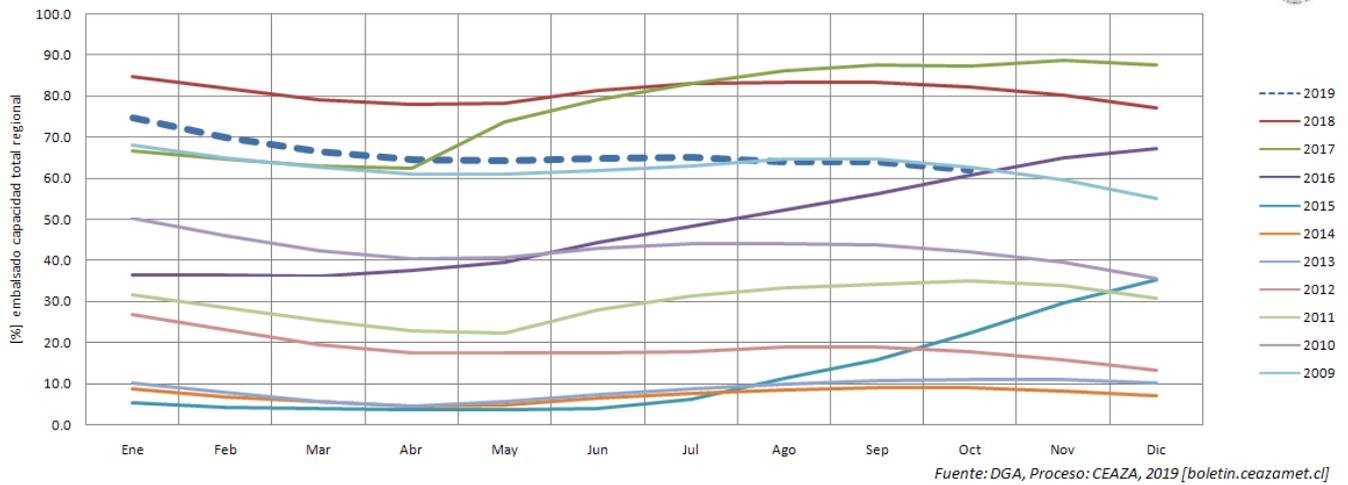
- Elqui actualmente mantiene su embalse de cabecera (La Laguna) lleno y con un 86% en el embalse Puclaro, cabe destacar que se ha mantenido así durante los últimos 3 años.
- Limarí tiene casi toda su capacidad de embalse en La Paloma y actualmente tiene un 57%, sin embargo, se puede apreciar que entre 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 2014 (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 - Octubre 2019]

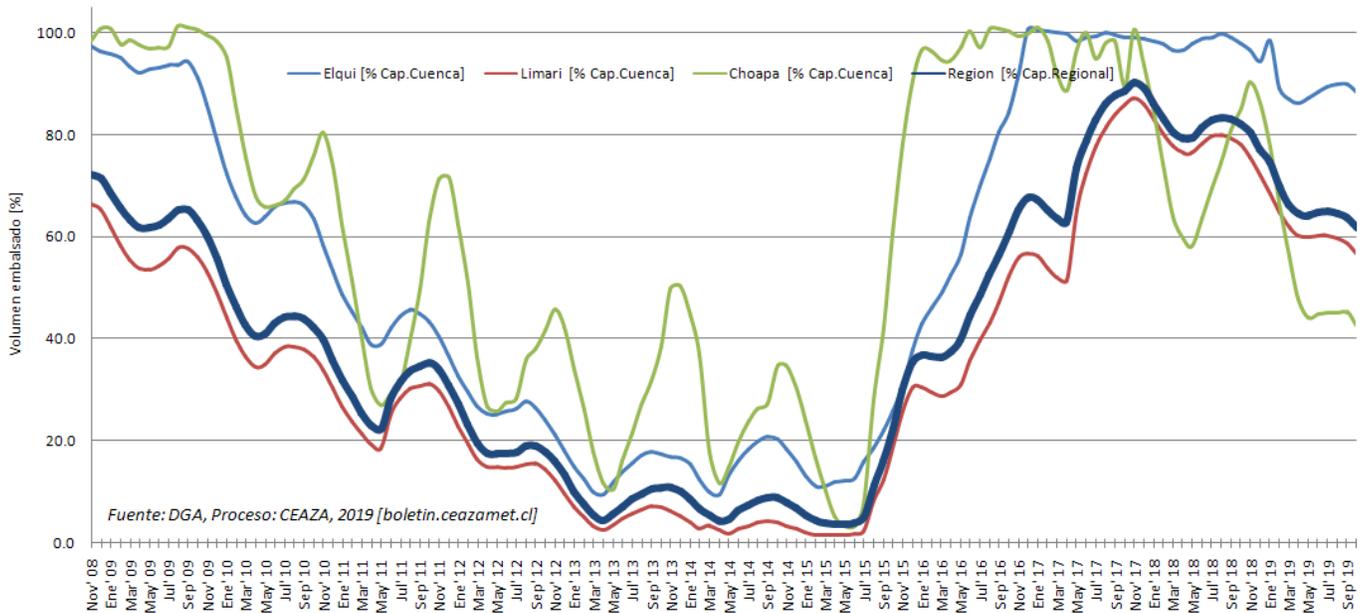


Figura E1 y E2. Volumen contenido en los principales embalses de la región como porcentaje del total regional (arriba); comparativa interanual del volumen mensual embalsado regional y por cuenca del período 2009-2019 (abajo).

Conclusiones

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

En el trimestre NDE '19/20 las temperaturas mínimas en la costa estarían normales a sobre lo normal, mientras que las máximas estarían normales a bajo lo normal. En el resto de la Región las temperaturas estarían sobre lo normal. En cuanto a las precipitaciones este trimestre se encuentra bajo las condiciones de estación seca normal, por lo que la probabilidad de precipitaciones es baja, sin embargo no se descarta algún evento que afecte a la cordillera.

La TSM en el sector costero de la Región estuvo en torno a lo normal, situación que estaría normal a bajo lo normal durante el trimestre NDE '19/20.

Durante el mes de octubre se observó un evento de precipitación, siendo Ajial de Quiles el que mayor cantidad de agua lluvia acumuló.

Las escasas lluvias han permitido que este mes finalice con un déficit regional del 85,8%. Limarí y Choapa son las que tienen el mayor déficit de las tres provincias, con un 87,1%, mientras que La Polvareda, a 6 km al sur de Punitaqui, es el lugar presenta el mayor déficit, con 93,5%.

Se ha observado una acumulación variable de grados día respecto al año anterior en varios sectores, aunque la mayoría de las estaciones muestra valores similares a los del año 2018.

Durante la temporada hidrológica que comenzó 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: Diciembre, 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.

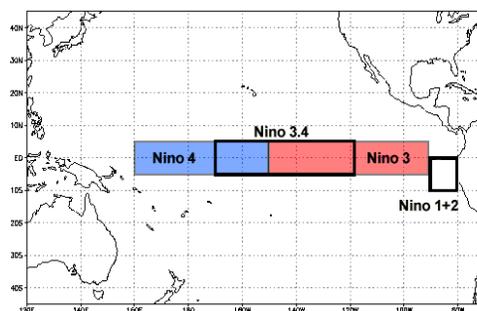
La Niña: Fenómeno de interacción océano-atmósfera que corresponde a la fase fría del ENOS, con un índice ONI menor o igual a $-0,5^{\circ}\text{C}$ por un período de 5 trimestres consecutivos en la zona Niño 3.4, produciéndose una disminución de las precipitaciones, temperaturas más bajas de lo normal 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 (Outgoing Longwave Radiation), 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 (Advanced Very High Resolution Radiometer, 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 (Southern Oscillation Index), 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).