

El CEAZA tiene como misión promover el desarrollo científico-tecnológico de la Región de Coquimbo, a través de la comprensión de los efectos de las oscilaciones Océano/atmósfera sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en zonas áridas y marinas de la región. En el cumplimiento de dicho objetivo se distribuye el presente informe mensual orientado como una herramienta de apoyo a la toma de decisión, destinado a los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, desarrollo y a los diversos sectores productivos con el objetivo de proveerles de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza los principales eventos atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos en la Región de Coquimbo.

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

- ENOS (El Niño - Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de los ríos Elqui, Limarí y Choapa
- Los principales embalses de la región.

En adición al diagnóstico y proyección anterior se acompañan herramientas y análisis de utilidad a los sectores agrícola y acuícola.

Este informe se genera en el marco de la ejecución del proyecto con Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), llamado "Implementación de una Red de Monitoreo Meteorológico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito agrícola y acuícola de la región de Coquimbo" y es financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo.

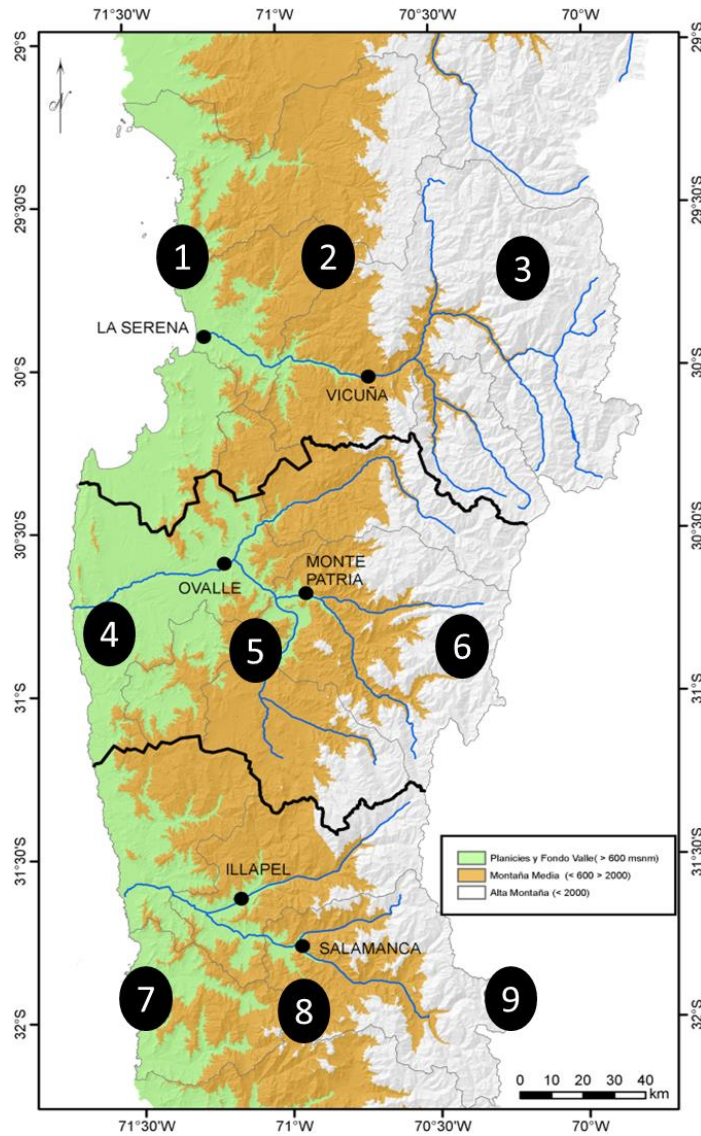
División territorial

La región de Coquimbo se caracteriza por tener una topografía muy compleja con accidentes geográficos tan prominentes que generan meso climas a lo largo y ancho de la región. Esta compleja geografía incide en el comportamiento de las variables atmosféricas y oceanográficas en la línea de costa (vientos, temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, radiación solar, etc.), al mismo tiempo, la región se encuentra en una “zona de transición climática”, todo lo anterior hace necesario generar un análisis climático sectorizado que permita describir de mejor forma las variables atmosféricas y oceanográficas de interés. De tal manera, se propone una división regional de 9 sectores (mapa 1), basada en los siguientes criterios:

- i. **Límite provincial:** esta división política y administrativa de base se considera de utilidad pensando en la toma de decisiones y acciones civiles, al mismo tiempo, esta división latitudinal coincide con el patrón de transición climática y la ubicación de las tres principales cuencas regionales (Elqui, Limarí y Choapa) las que son alimentadas por sus respectivos tributarios y contienen cada una los tres principales embalses de la región.

- i. **Altitud:** la altitud juega un rol fundamental en la propuesta de división, esto debido a que la región de Coquimbo está gobernada por la acción del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental y asociada a él la Vaguada Costera, la corriente de Humboldt y el efecto de la Cordillera de los Andes, estos sistemas definen en sentido oeste-este tres subtipos climáticos acotados en altitud:
 - Clima de estepa con nubosidad abundante, bajo los 600 metros sobre el nivel del mar (msnm)
 - Clima de estepa templado marginal, entre 600 - 2000 msnm. Donde la influencia oceánica tiende a desaparecer.
 - Clima de estepa fría de montaña, sobre los 2000 msnm.

De esa forma, en el mapa 1 se presentan los 9 segmentos que son la base para la generación del presente boletín, el cual se fundamenta en sus proyecciones de manera coherente con las divisiones propuestas, de manera tal de precisar fuertemente en un diagnóstico y pronóstico certero.



Mapa 1. Muestra los 9 sectores (números del 1 al 9) generados por la división provincial y la altitud. El color verde representa la zona de influencia marítima hasta los 600 msnm; el color anaranjado representa la segunda macro zona (intermedia) desde los 600 msnm hasta los 2000; el tercer sector (sobre los 2000 msnm), de color grisáceo, representa la alta montaña

RESUMEN EJECUTIVO

El estado de El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), nos entrega una visión amplia del comportamiento actual de las variables atmosféricas (diagnóstico) junto con su evolución y proyección en el tiempo (pronóstico). En este contexto, la evaluación de las principales variables atmosféricas (temperatura, presión atmosférica, viento, etc.) indican que se ha mantenido un comportamiento normal para el periodo de otoño en relación a su climatología. Así mismo, se espera que tales condiciones continúen durante los próximos meses.

En resumen, las condiciones actuales proyectan que el cambio de estación de otoño a invierno se mantendrá dentro de los parámetros normales (ver proyección ENOS y conclusiones). Todo indica que el estado actual de sequía continuará los próximos meses manteniéndose los niveles críticos en embalses, acuíferos y caudales.

Proyección de ENOS

En el mes de mayo, ENOS ha continuado mostrando parámetros que condicionan una fase neutra. Sin embargo, la Temperatura Superficial del Mar (TSM) ha mostrado un leve descenso en sus anomalías con respecto a las mediciones del mes anterior. La anomalía en la zona 3.4 de mayo fue de -0.27°C , mientras que en el trimestre MAM (marzo-abril-mayo) esta fue de -0.2°C lo que se considera valores neutros (para considerarse Niño o Niña deben haber 3 meses consecutivos con valores bajo o sobre $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)

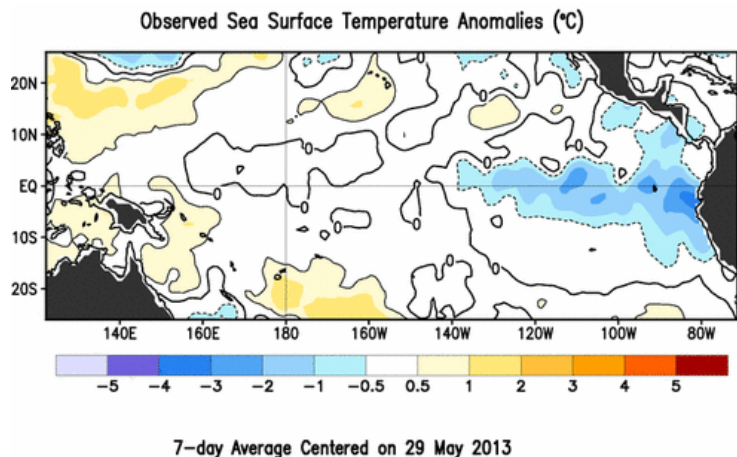


Figura 1. Anomalías ($^{\circ}\text{C}$) promedio de TSM para la última semana de mayo 2013. Las anomalías son calculadas respecto al periodo base 1981-2010 de promedios semanales de TSM(fuente: IRI/CPC)

Los modelos de pronóstico siguen prediciendo condiciones de fase neutra (figura 2) para los próximos meses, aunque con una clara tendencia a mantenerse las anomalías negativas. El consenso actual por parte de IRI/CPC proyecta que tales condiciones prevalecerán de tal forma con un alto porcentaje (sobre 80%, figura 3)

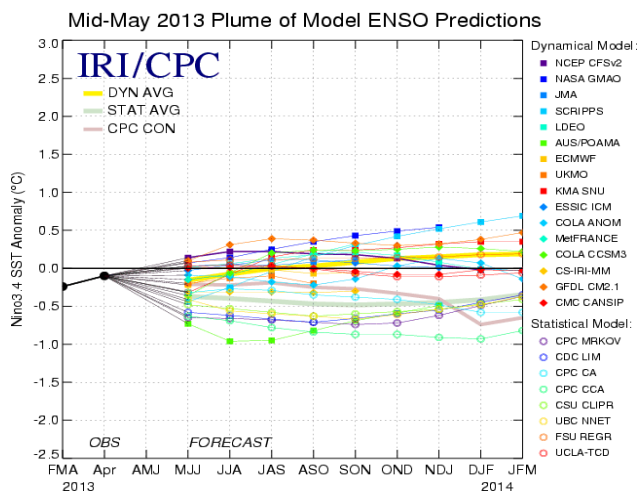


Figura 2. Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado a fines de marzo e inicios de abril (fuente: IRI/CPC)

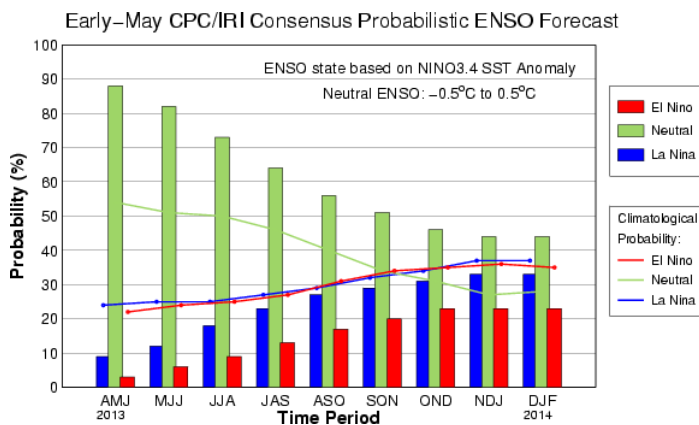


Figura 3. Probabilidades trimestrales ENOS fuente: IRI/CPC)

En resumen, las condiciones actuales de neutralidad se mantendrán para el próximo trimestre e inicio del invierno 2013. Asimismo, existe alrededor de un 12% de probabilidad de que se desarrolle un evento de La Niña y un 3% de que se desarrolle un evento de El Niño (figura 3)

Diagnóstico de la variabilidad climática

La condición sinóptica de los flujos¹ predominantes (figura 4), muestra una clara evidencia de intensificación de los vientos en la zona austral de Chile. Esto indica que se han fortalecido los Oestes² por donde viajan los sistemas frontales que traen precipitaciones a la zona central de Chile, y un reflejo de esto es que durante el mes de mayo tres sistemas frontales fríos provenientes del sur, afectaron a la región de Coquimbo dejando a su paso precipitaciones y bajas temperaturas. En general, los vientos aumentaron durante el mes de mayo.

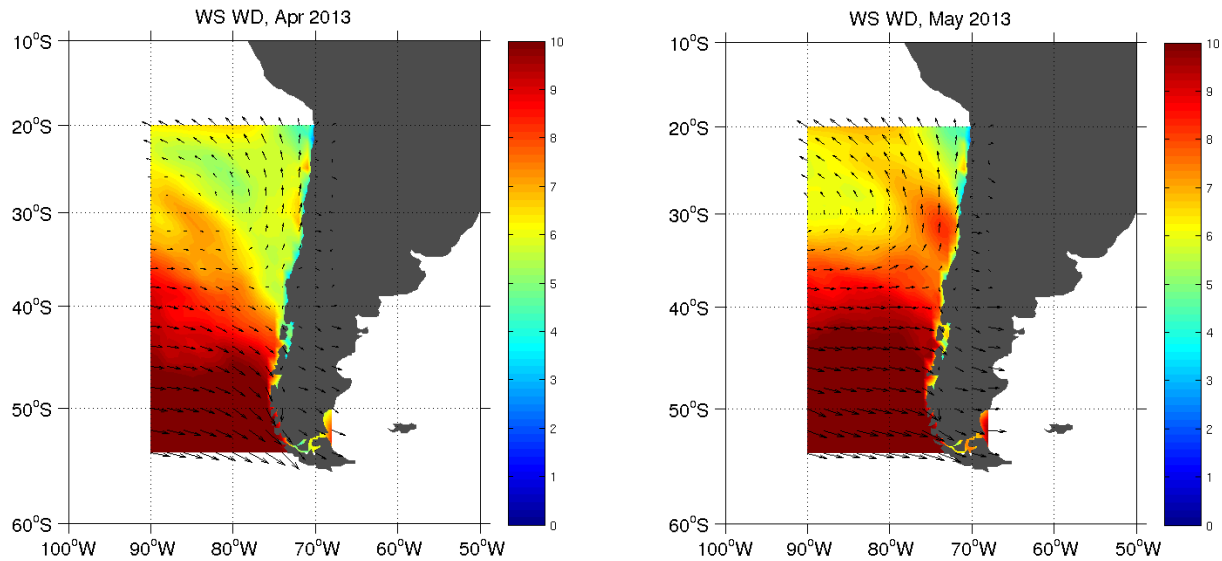


Figura 4. Velocidad y dirección de los flujos de viento (m/s) promedio predominantes en abril y mayo, datos reanálisis NCEP/FNL.

Variabilidad Térmica

Durante el mes de mayo, en las tres provincias se observó una tendencia a la baja en sus valores de temperaturas (figura 5). Sin embargo, la provincia con mayor oscilación térmica diaria ha sido Choapa; en tanto la provincia de Elqui es la que presentó menos variabilidad.

¹ Flujos predominantes se refiere a los vientos que típicamente soplan en la zona en cuestión

² Oestes se le llama a la zona del paralelo de latitud 40°S por donde se mueven las perturbaciones asociadas a bajas presiones

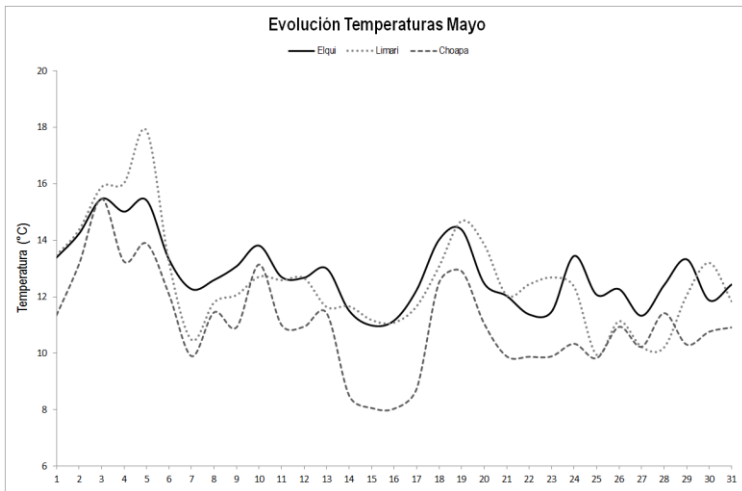


Figura 5. Promedios de Temperaturas superficial diaria en la temporada mayo 2013 obtenidos a partir de estaciones CEAZA-Met

En la figura 6 se aprecia que las temperaturas en promedio disminuyeron levemente de un mes a otro (izquierda abril; derecha mayo) lo que es coherente con el análisis de temperaturas y la proximidad del invierno.

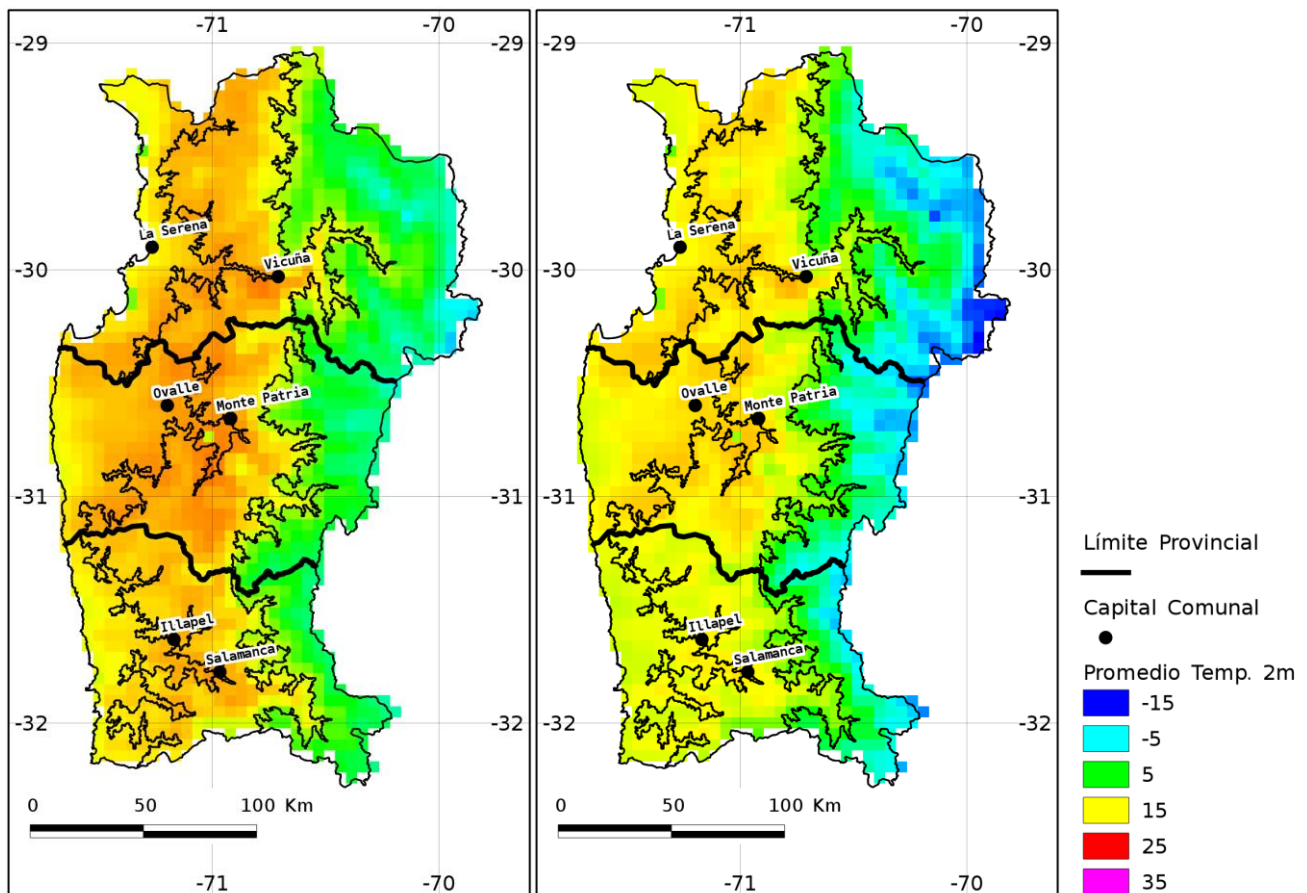


Figura 6. Promedios de temperatura superficial en abril (izquierda) y mayo (derecha), modelo WRF CEAZA.

La situación actual, respecto del mes anterior (figura 7) ha variado en el sentido que han aumentado las anomalías negativas en el sector oriental de la región. Esto es coherente con la llegada de eventos de precipitaciones las que dejaron cobertura nival en el sector cordillerano de la región.

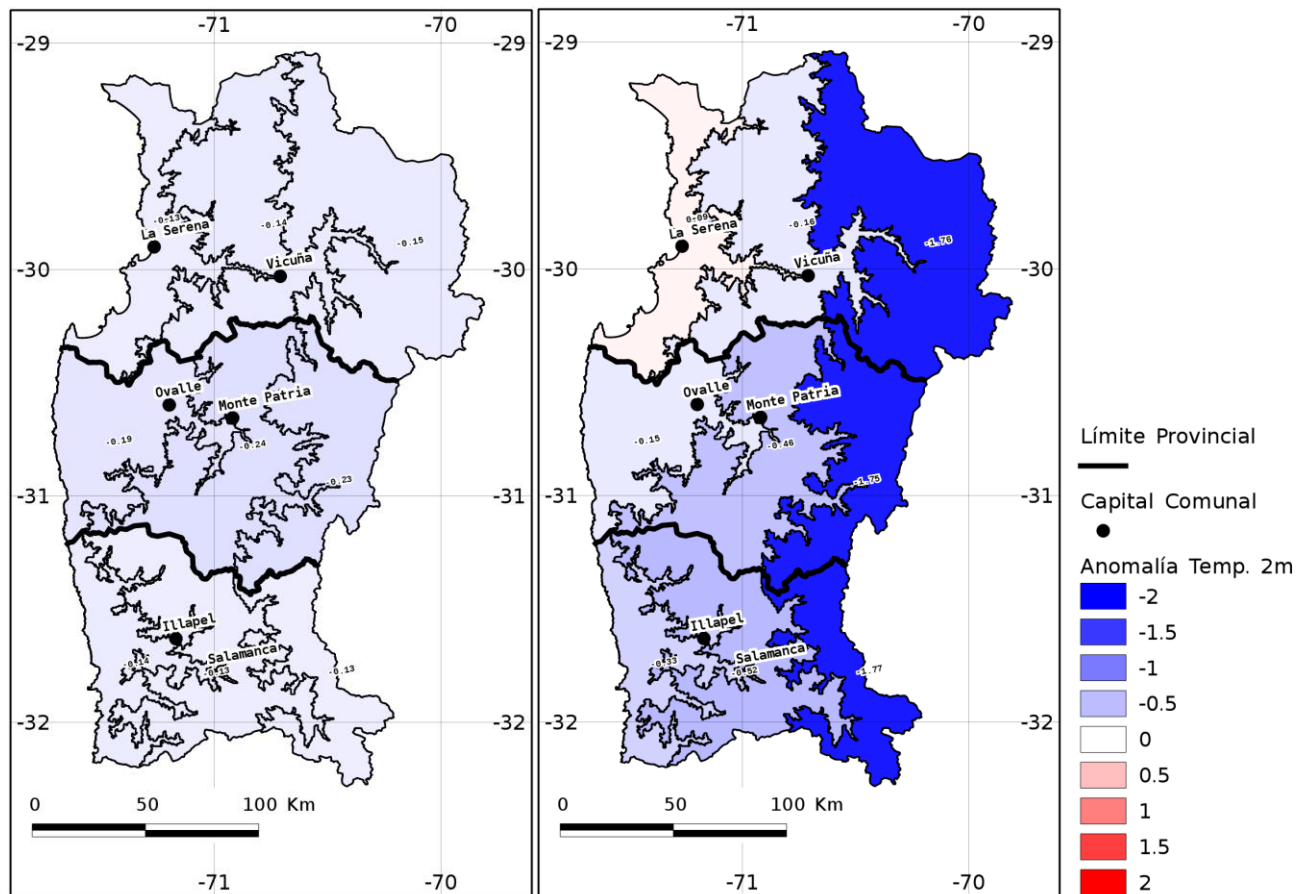


Figura 7. Anomalías de temperatura superficial promedio en abril (izquierda) y mayo (derecha), modelo WRF CEAZA

La Evapotranspiración Potencial (ET₀, figura 8) ha ido en descenso a medida que se acerca el invierno, lo que se observa en las tres provincias. De tal forma, ha tenido un comportamiento consistente con la evolución de las temperaturas y la baja en la radiación solar.

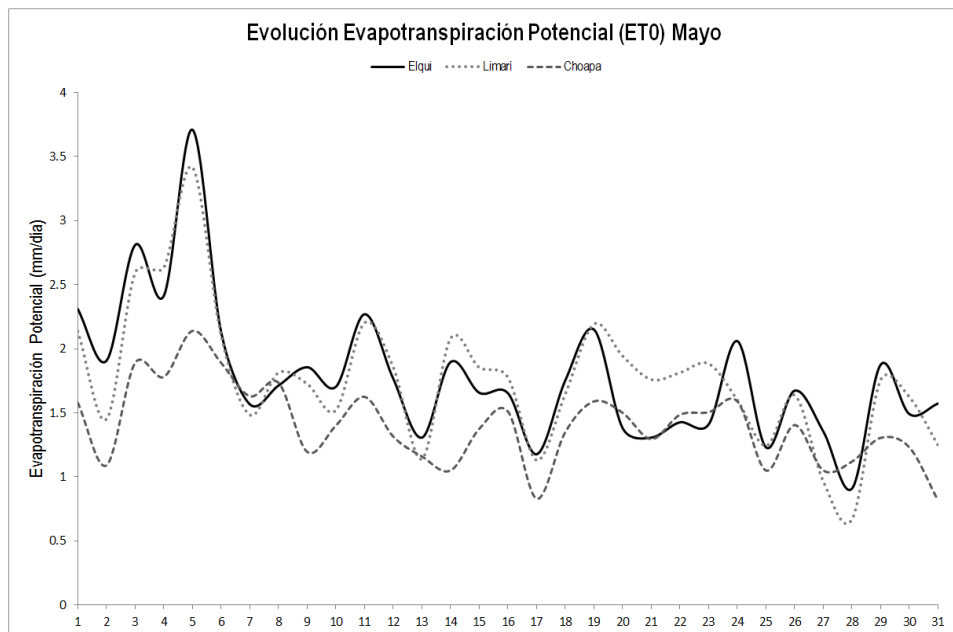


Figura 8. Evolución Evapotranspiración para la temporada de mayo obtenida a partir de estaciones CEAZAMET

Precipitaciones

Durante el mes de mayo, se registraron los primeros eventos de precipitación de la temporada invernal del año 2013 (figura 9). Fueron tres eventos que afectaron a la región con diferentes magnitudes, de los cuales el tercero sólo afectó y en baja medida a la provincia de Choapa. Los valores de las principales estaciones de la región medidos por la red CEAZA-Met (tabla 1)

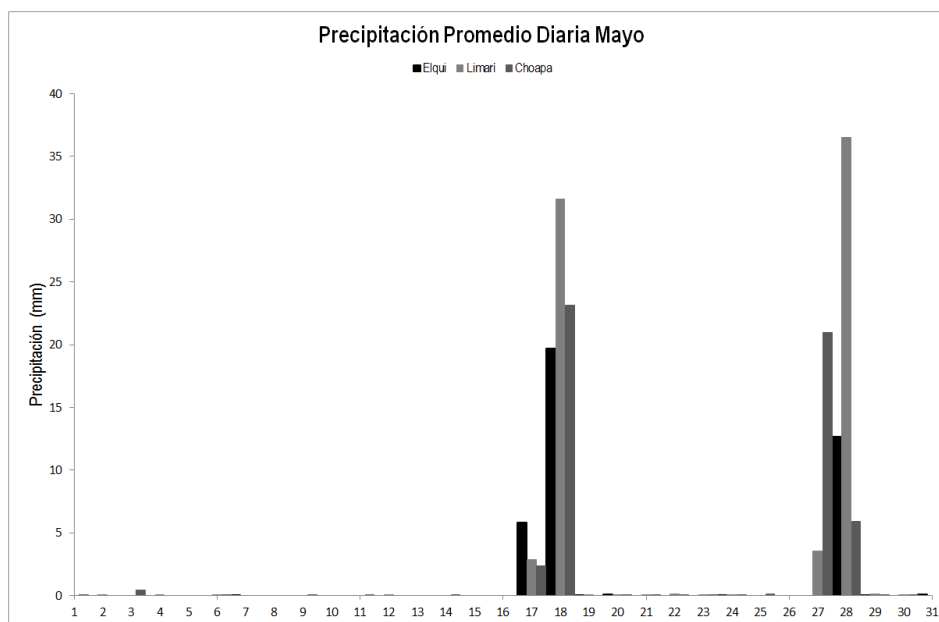


Figura 9. Precipitaciones en el mes de mayo por provincia.

Estación/Fecha	2013-03	2013-04	2013-05	Total Estación (mm)
La Serena [El Romeral]	0.1	0	29.6	29.7
Rivadavia	0	0	16.76	16.76
Gabriela Mistral	0.6	0.5	42.7	43.8
Coquimbo [El Panul]	0.3	0.3	68.6	69.2
Vicuña [INIA]	0	0	29.1	29.1
Pan de Azúcar [INIA]	0.1	0.2	56.9	57.2
Pisco Elqui	0	0	20.4	20.4
Las Cardas	0	0.4	77.2	77.6
Hurtado [Lavaderos]	0	0	46	46
Quebrada Seca	0	0	41.15	41.15
Algarrobo Bajo [INIA]	0	0	61.1	61.1
Camarico [INIA]	0	0.1	89.3	89.4
Rapel	0	0	70.8	70.8
Los Molles [Bocatoma]	0	0	78.2	78.2
El Palqui [INIA]	0	0	78.3	78.3
Huintil	0.5	0.9	47.5	48.9
Illapel [INIA]	0	0.1	61.4	61.5
AM1.CEE23736	1.1	5.9	24.6	31.6
Promedio Red (mm)	0.2	0.5	52.2	

Tabla 1. Precipitaciones acumuladas en la red CEAZA-Met.

Cobertura de la vegetación en la Región de Coquimbo

Para analizar la dinámica espacial y temporal de la vegetación en la Región de Coquimbo, se utilizó el Satélite TERRA con su sensor MODIS y el subproducto correspondiente al índice de Vegetación conocido como NDVI (Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación). El índice de vegetación de marzo (NDVI) nos muestra una clara deficiencia de la cantidad de vegetación esperable para un marzo y abril normal, esta anomalía negativa es común para todas las zonas de la región, figura 10, ilustrando claramente el nivel y estado de sequía generalizado para las tres provincias. Durante el mes de abril aumentan las anomalías en el sector medio y costero de las provincias de Elqui y Limarí.

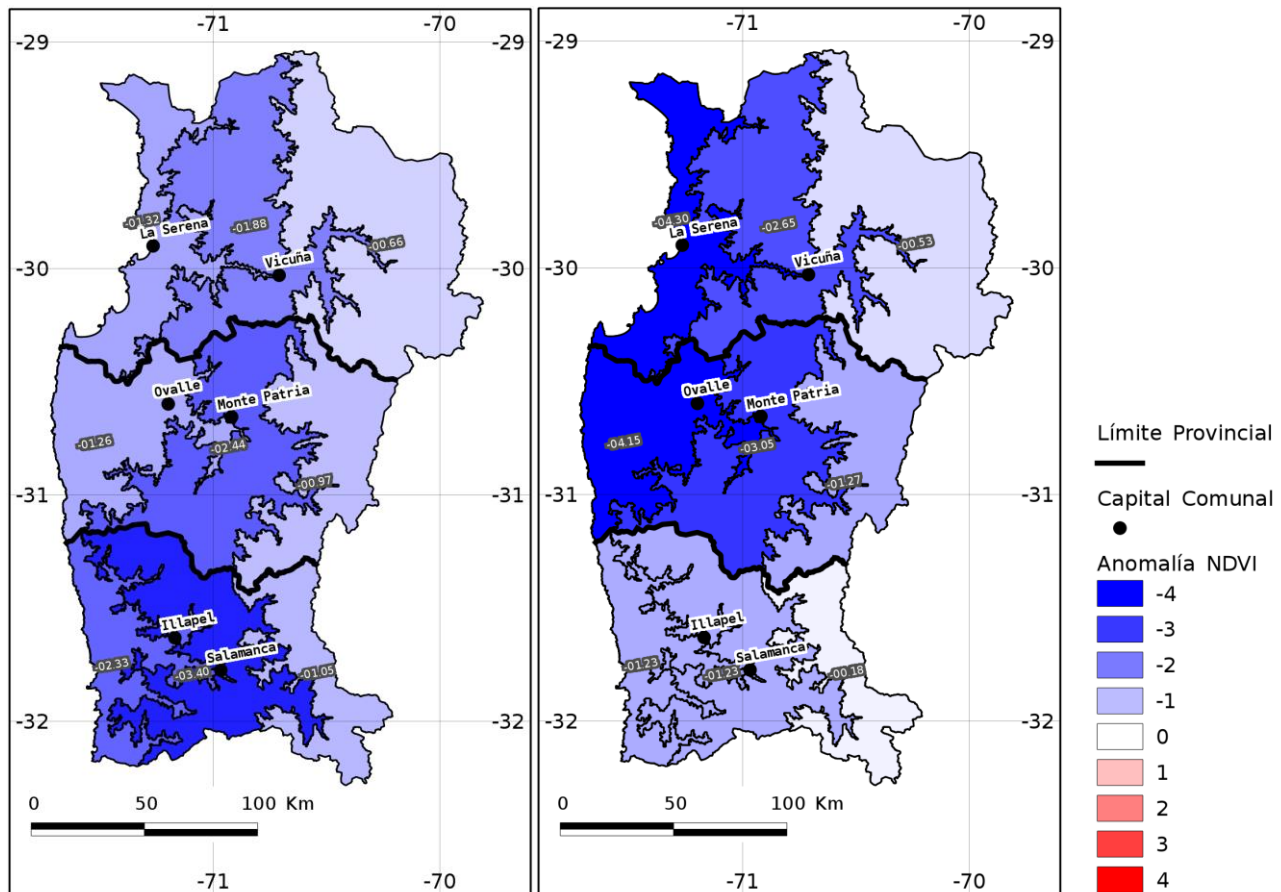


Figura 10. Anomalías NDVI/MODIS. A la izquierda las correspondientes al mes de marzo y a la derecha mes de abril.

Análisis temperatura superficial del mar

La TSM de mayo frente a las costas de la región (figura 11) observó valores normales respecto al promedio.

De acuerdo a los pronósticos generados por el Centro de Predicción Climática (CPC), se espera que para el trimestre junio-julio-agosto la TSM en la región de Coquimbo presente valores normales con respecto al promedio (figura 12)

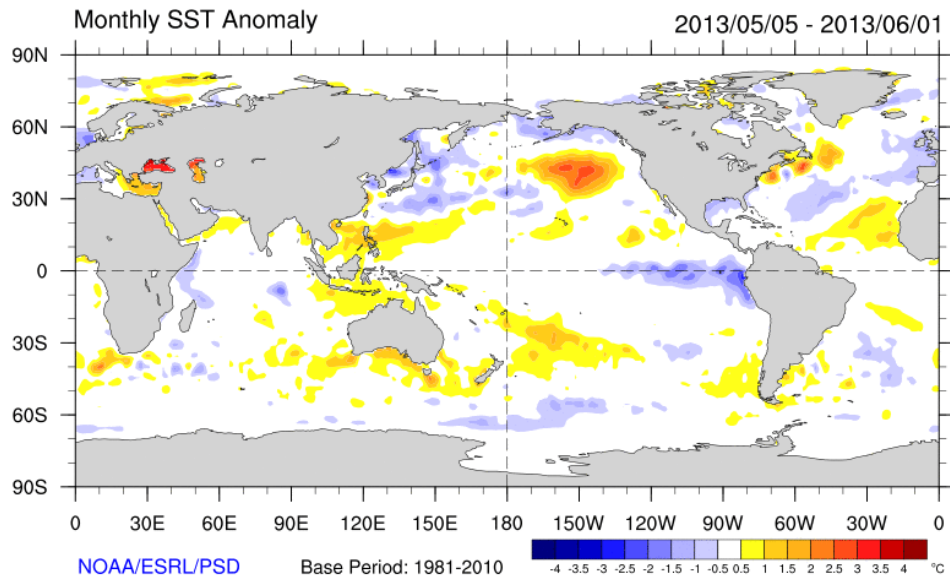


Figura 11. Anomalía de TSM en mayo (Fuente: NOAA)

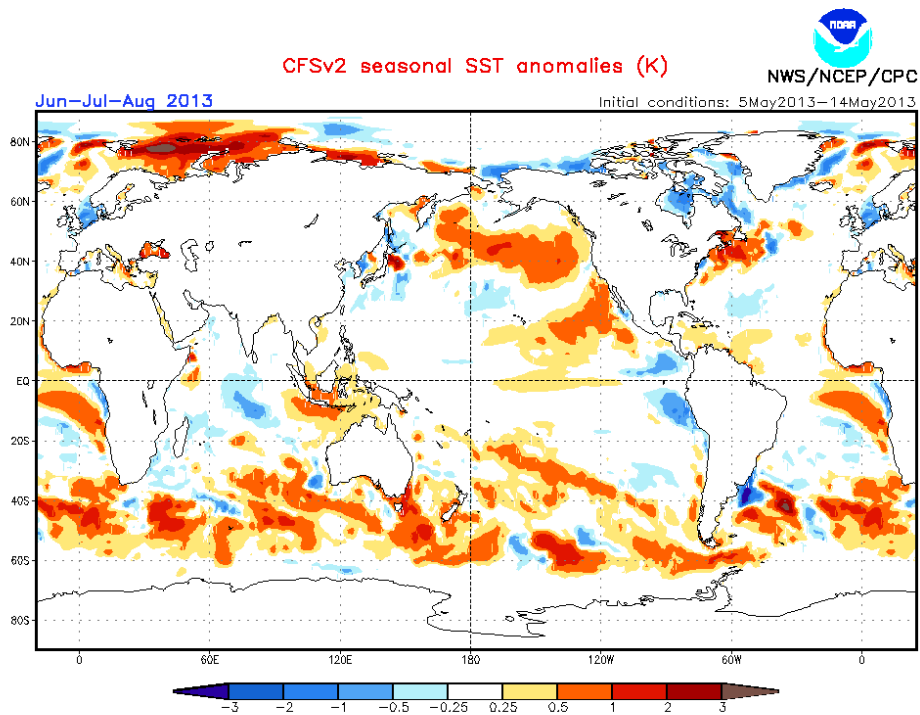


Figura 12. Anomalía de TSM pronosticada para el próximo trimestre (Fuente: CPC)

Cobertura nival

El mes de mayo presentó dos eventos de precipitación, el primero terminó el 18 de mayo y cubrió de nieve principalmente la cordillera en la mitad norte de la región (figura 13a). El segundo evento terminó el 28 de mayo aportando escasamente con nieve, principalmente en la provincia de Choapa. De los eventos que ocurrieron, a partir del 17 de mayo se llegó a una cobertura de nieve de un poco más de 8000 km², llegando a final de mes con alrededor de 6000 km² en la región. En promedio el presente mes se ha tenido una cobertura de nieve cercana al 40% en la zona sobre los 2000 msnm (figura 13b).

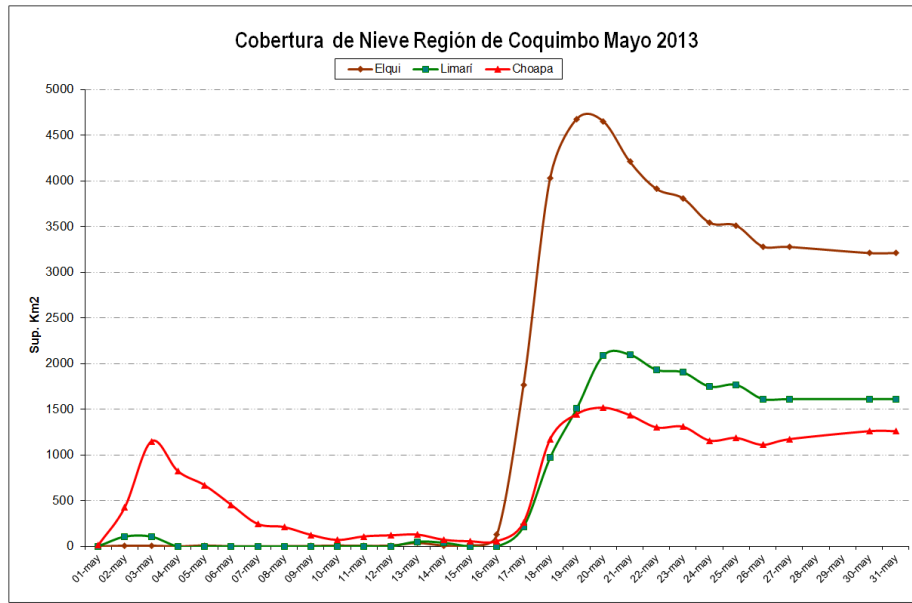


Figura 13a. Cobertura de nieve en la región por provincia del mes de mayo. Los valores están indicados en km² (fuente: MODIS; procesamiento: CEAZA)

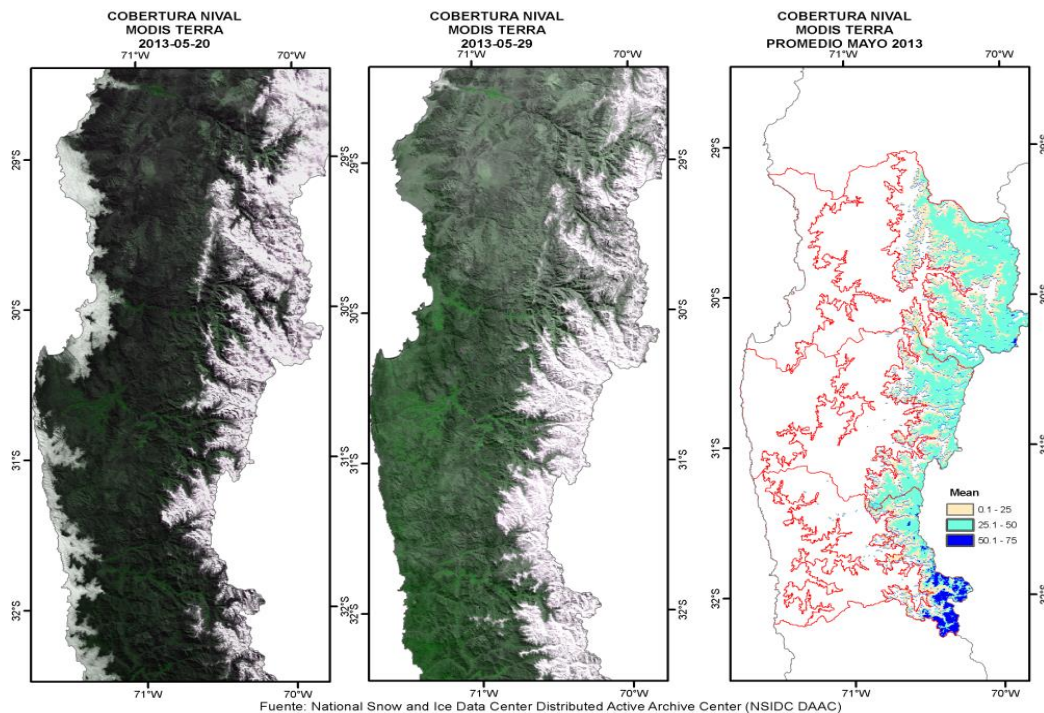


Figura 13b. Imágenes satelitales MODIS de cobertura de nieve, a la izquierda y centro luego de los eventos de mayo en donde cayó nieve. A la derecha el porcentaje promedio de cobertura de nieve (colores beige, celeste y azul)

Estado de caudales

Actualmente la Región de Coquimbo presenta la sequía más importante de los últimos 30 años (figuras 14, 15 y 16). La baja sostenida de caudales asociada al caudal (50%), se ha mantenido por 4.3 años en Elqui en Algarrobal (figura 14), 4 años en Río Grande en las Ramadas (figura 15) y 3.3 años en Choapa en Cuncumen (figura 16)

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2013/2014 (abril y mayo 2013) indican que las tres cuencas tienen valores muy bajos respecto del caudal medio histórico (tabla 2, detalles tabla 3-5); sólo el caudal principal de la cuenca del Río Elqui tiene los valores un poco más altos que en los meses respectivos de 2012.

Cuenca del Río Elqui	Cuenca del Río Limarí	Cuenca del Río Choapa
40% (60% déficit)	41% (59% déficit)	45% (55% déficit)

Tabla 2. Evaluación del estado de los caudales (abril y mayo 2013) relativo al caudal medio histórico para las tres cuencas de la Región de Coquimbo.

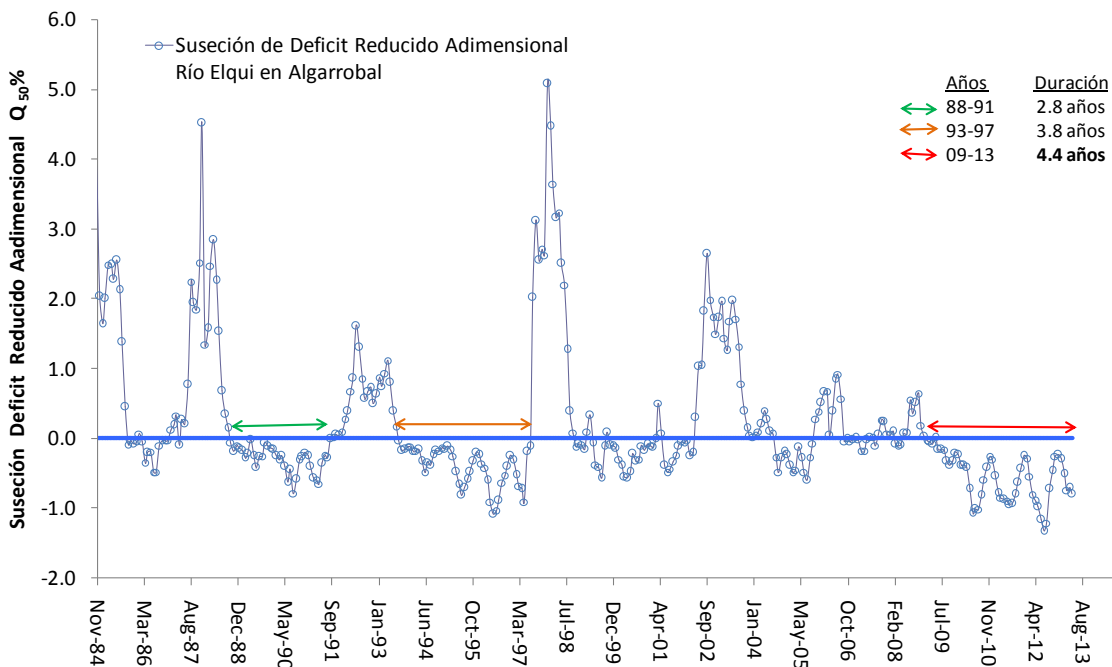


Figura 14. Serie de Déficit Reducido en la provincia de Elqui, en Algarrobal.

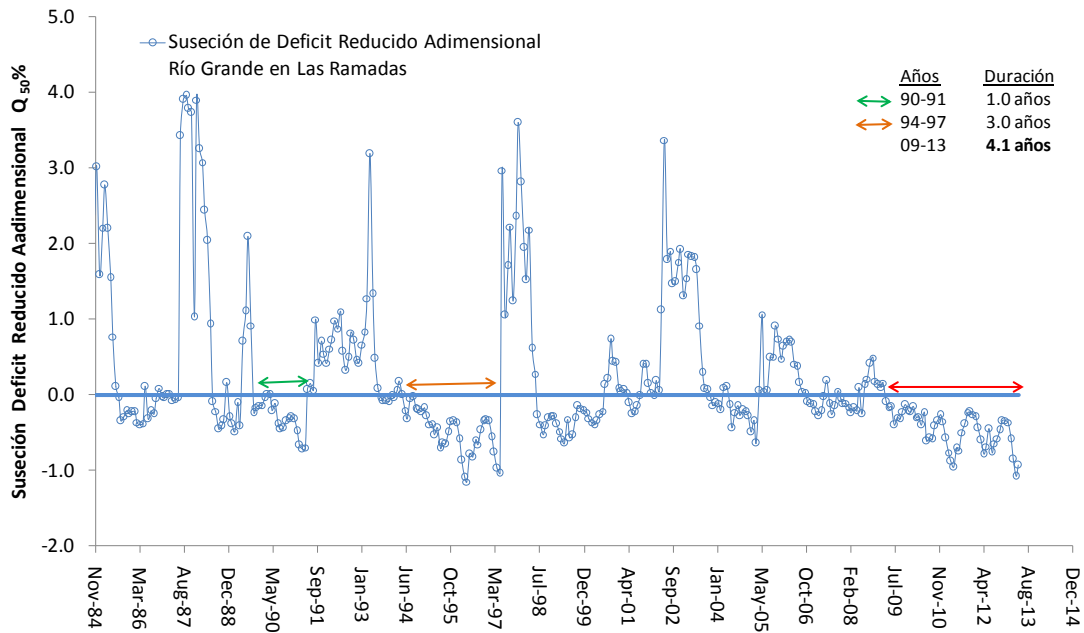


Figura 15. Serie de Déficit Reducido Grande en la provincia de Limarí, las Ramadas.

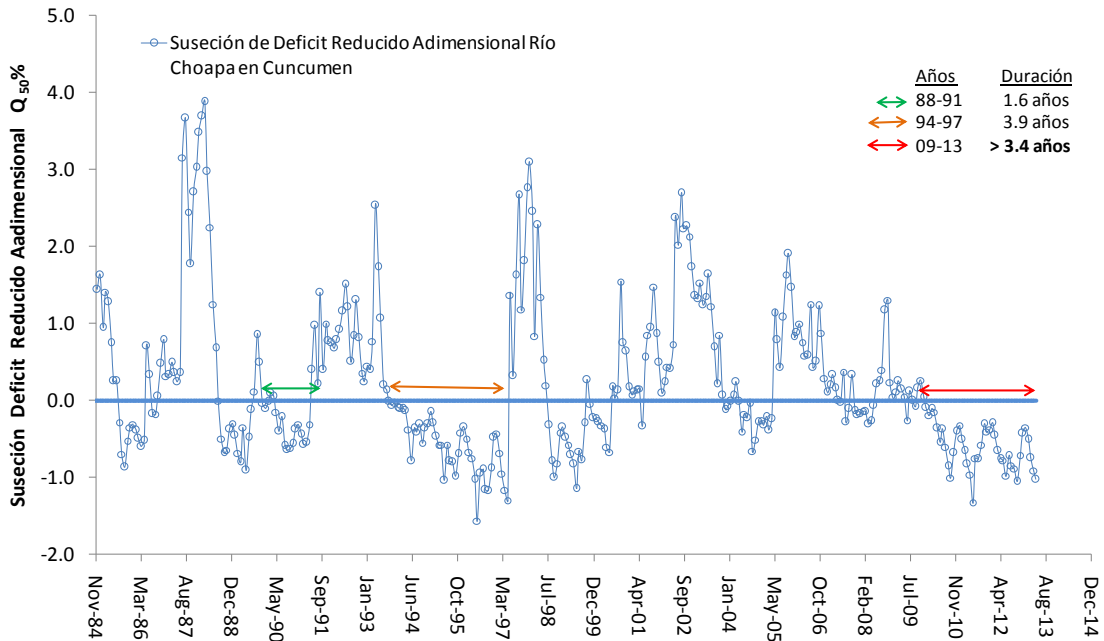


Figura 16. Serie de Déficit Reducido en Choapa, Cuncumen.

A continuación se presentan en detalles los últimos datos de caudales registrados para del año hidrológico 2013/2014 por la DGA, cada cuenca corresponde al caudal mensual de cada río principal. El último valor de la tabla presenta el porcentaje del caudal actual con respecto al histórico y en paréntesis la diferencia con respecto al año pasado. Solo el Río Elqui en Algarrobal el porcentaje aumentó de 28% a 40%.

	ABR	MAY	2013/2014
$Q_{Obs\ 2013}(m^3/s)$	3.4	3.3	3.3
$Q_{MedHistorico}(m^3/s)$	8.7	8.0	8.3
$\%Q_{obs}/Q_{med}$	0.39	0.41	0.4 (+0.28)

Tabla 3. Caudales año hidrológico 2013-14 vs Histórico Elqui en Algarrobal.

	ABR	MAY	2013/2014
$Q_{Obs\ 2013}(m^3/s)$	0.71	1.0	0.8
$Q_{MedHistorico}(m^3/s)$	2.0	2.1	2.0
$\%Q_{obs}/Q_{med}$	0.35	0.47	0.41 (-0.14)

Tabla 4. Caudales año hidrológico 2013-14 vs Histórico Río Grande En las Ramadas.

	ABR	MAY	2013/2014
$Q_{Obs\ 2013}(m^3/s)$	1.9	1.9	1.9
$Q_{MedHistorico}(m^3/s)$	4.3	4.2	4.3
$\%Q_{obs}/Q_{med}$	0.44	0.45	0.45 (-0.10)

Tabla 5. Caudales año hidrológico 2013-14 vs Histórico Choapa en Cuncumen.

Estado de los embalses

Al analizar el estado de los embalses posterior a los tres eventos de precipitaciones (figura 17, 18 y 19) ocurridas en mayo en la Región de Coquimbo, los resultados indican que han incrementado levemente la cantidad de agua embalsada (entre 0.55% y 3.94%, ver tabla 6). Sin embargo, Corrales (-3.18%), en la cuenca de Choapa, no presentó diferencias significativas respecto del último análisis, esto porque durante mayo aún se entrega agua para riego

Provincia	Embalse	Capacidad (Mm ³)	Estado Actual (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	48.15 (+1.97)	17
	Puclaro	200	5.13 (+2,57)	
Limarí	Cogotí	140	3.94 (+3.94)	18
	Paloma	750	3.2 (+0.55)	
	Recoleta	100	5.53 (+0.75)	
Choapa	Corrales	50	14.04 (-3.18)	19
	El Bato	25.5	3.1 (+2.2)	

Tabla 6. Niveles de agua en los principales embalses de la región en porcentaje, y la diferencia al mes pasado.

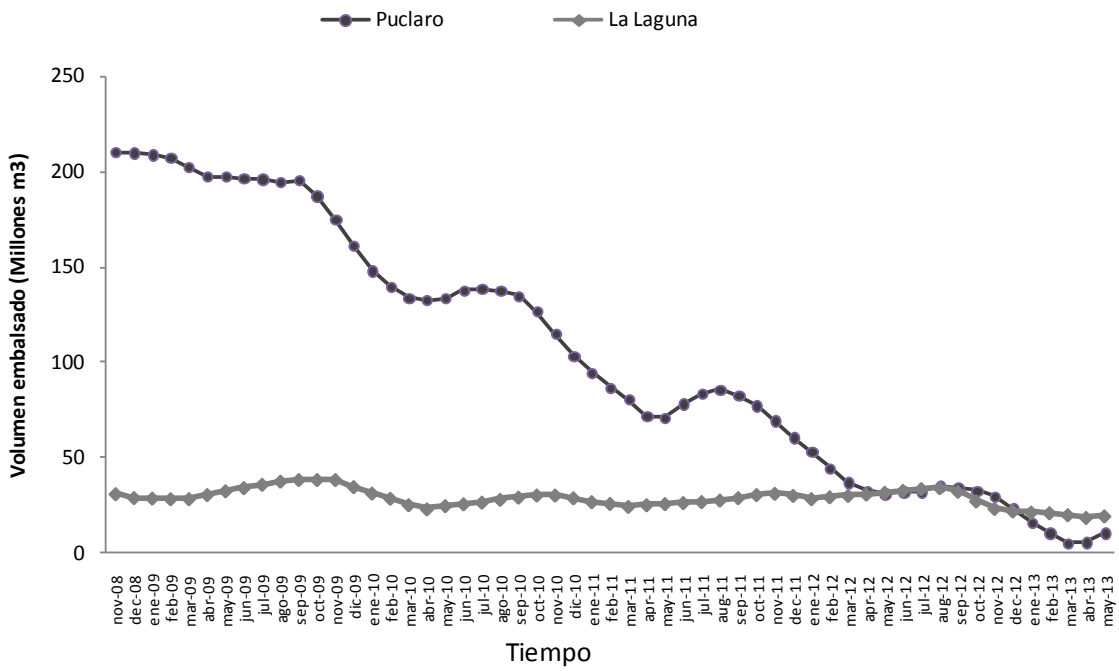


Figura 17. Evolución de los embalses de la provincia de Elqui para el periodo 2008 – 2013.

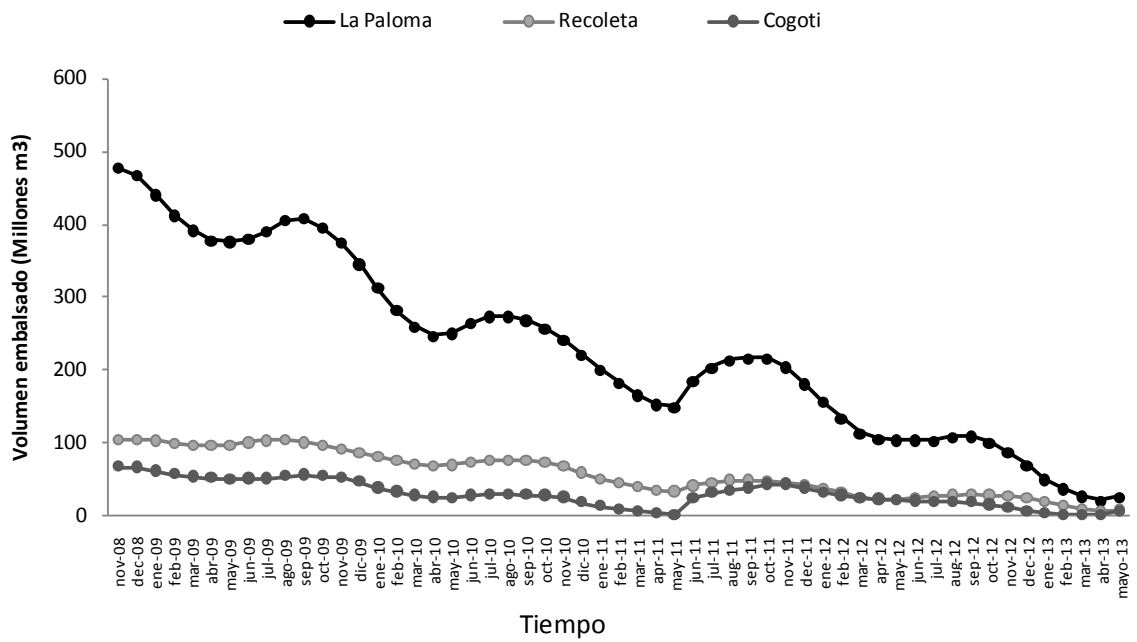


Figura 18. Evolución de los embalses de la provincia de Limarí para el periodo 2008 – 2013.

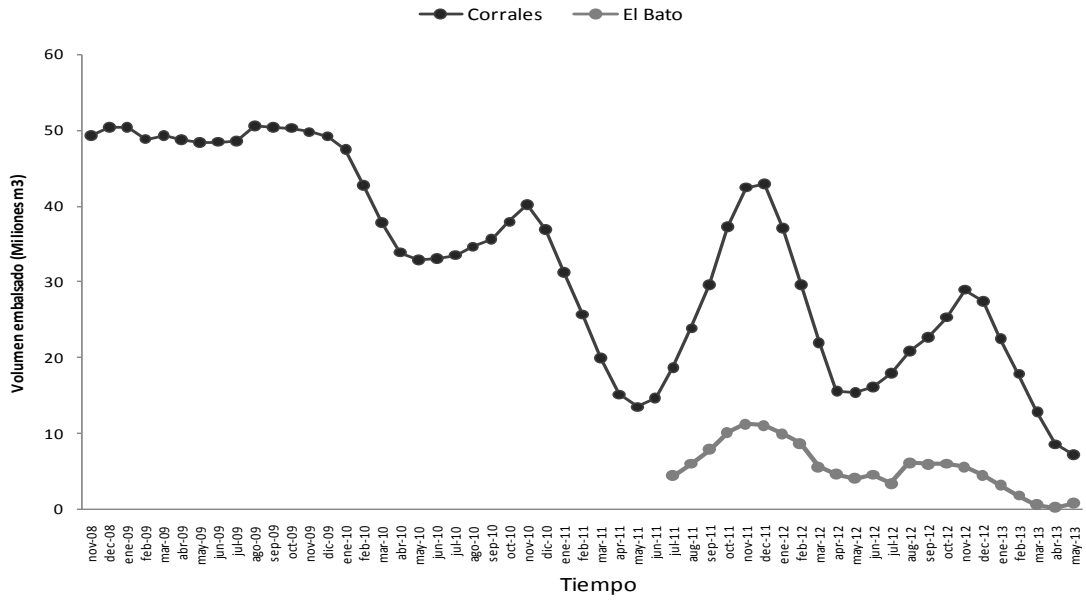


Figura 19. Evolución del embalses de la provincia de Choapa para el periodo 2008 – 2013.

CONCLUSIONES

El nivel de los embalses y el índice de vegetación NDVI muestran valores acordes a una extensa sequía en toda la región. Esto a pesar de las precipitaciones de mayo.

Durante el presente mes en la región se presentaron anomalías negativas de la temperatura del aire en las zonas cordilleranas debido a la nieve caída, el resto de la región no ha presentado anomalías considerables en los valores de temperatura, esto es positivo para el ámbito agrícola ya que permite que los cultivos sigan su ciclo fenológico de forma normal. Todo indica que este comportamiento seguirá durante el próximo trimestre.

El estado actual de la vegetación en la región completa se muestra deficitario y en el mes de abril se acrecentó con respecto a marzo lo cual indica que es un año complicado para los rubros que dependen de ésta, particularmente para los crianceros. Las precipitaciones del mes deberían favorecer una recuperación parcial de la cobertura vegetal.

En cuanto a la temperatura superficial del mar en las costas de la región, presenta un comportamiento dentro de lo normal el cual se mantendrá para el trimestre junio-julio-agosto.

En el caso de las precipitaciones, en promedio cayeron aproximadamente 52 mm y cubrió de nieve más del 80% de la superficie sobre los 2000 msnm. Sin embargo, los caudales se mantuvieron constantes con respecto a abril (excepto Elqui, que aumentó 0.29 m³/s). Si bien los embalses mostraron un leve aumento cercano al 3% en sus niveles, esto se debió principalmente a una disminución en la descarga para riego y en muy baja medida a las precipitaciones del mes de mayo.

Al presentarse una alta probabilidad de neutralidad ENOS por la mayoría de los modelos, es posible concluir que durante el invierno 2013, las condiciones tanto en las temperaturas como las precipitaciones se mantendrán normales respecto de sus climatologías.

GLOSARIO

Anomalía: valores de alguna variable que en promedio oscilan fueran del promedio histórico o climatología

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

Climatología: valores de variables atmosféricas observadas en un rango de tiempo extenso (sobre 30 años) que permite describir climáticamente una zona o región

ENOS: El Niño - Oscilación del Sur

El Niño: Cuando se está en fase cálida de ENOS se produce un incremento en las precipitaciones invernales

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene la atmosfera.

La Niña: fase fría de ENOS se produce una supresión o disminución las precipitaciones

Meso clima: características climáticas de una zona determinada. Describe el comportamiento de las variables atmosféricas localmente.

Oscilación térmica: es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja registrada en un lugar o zona, durante un determinado período.

Periodos de Neutralidad: periodo donde no se registran anomalías significativas en la zona de influencia de "El niño-Oscilación del Sur" (ENOS)

Régimen pluviométrico o régimen pluvial, al comportamiento de las lluvias a lo largo del año

Sequía: precipitación acumulada de una región con valores por debajo del promedio histórico. Cuando la situación se prolonga por varios años, se le denomina sequía

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

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 estepa fría de montaña: predomina sobre los 3.000 msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y mayor precipitación invernal, particularmente nival.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes instituciones por colaborar con parte de los datos utilizados en este boletín.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIA INTIHUASI



INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR CLIMATE AND SOCIETY



DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA)



Equipo de trabajo

Cristian Orrego
Cristóbal Juliá de la Vega
David López
José Luis Castro
Nicole Kretschmer
Orlando Astudillo
Osvaldo Painemal
Pablo Salinas
Pilar Molina
Robinson Godoy

Próxima Actualización: Julio 2013



Síguenos en Twitter @Ceazamet