

Informe especial

Enero 2017: un mes de grandes extremos

Imagen satelital de los incendios forestales el 26 de enero de 2017

Sección

Climatología

Sección
**Meteorología
Agrícola**





El objetivo de este informe es entregar una mirada meteorológica y climática de la situación de enero 2017, aportando al entendimiento y conocimiento de la población y la comunidad científica lo sucedido.

Durante enero de 2017 se presentaron condiciones excepcionalmente cálidas en gran parte del territorio nacional, consagrándose como el mes más **cálido en la historia del país**. Las temperaturas máximas fueron históricas en muchos puntos de Chile: ciudades como Santiago, Curicó, Chillán, Los Ángeles y Valdivia, batieron récords de 50, 70 o inclusive 100 años al registrarse temperaturas nunca antes vistas.

Las lluvias también fueron importantes en el Altiplano chileno, Isla de Pascua y en la Región de Aysén, todo fruto de un mismo patrón sinóptico de gran envergadura sobre Sudamérica y océano Pacífico sudeste.

Y las consecuencias fueron notorias: devastadores incendios forestales en la temporada más destructiva desde que hay registros en Chile. Inundaciones y desborde de ríos en la cordillera y precordillera andina del norte de Chile.

Este informe fue escrito por:

José Vicencio, Catalina Cortés, Diego Campos y Viviana Tudela

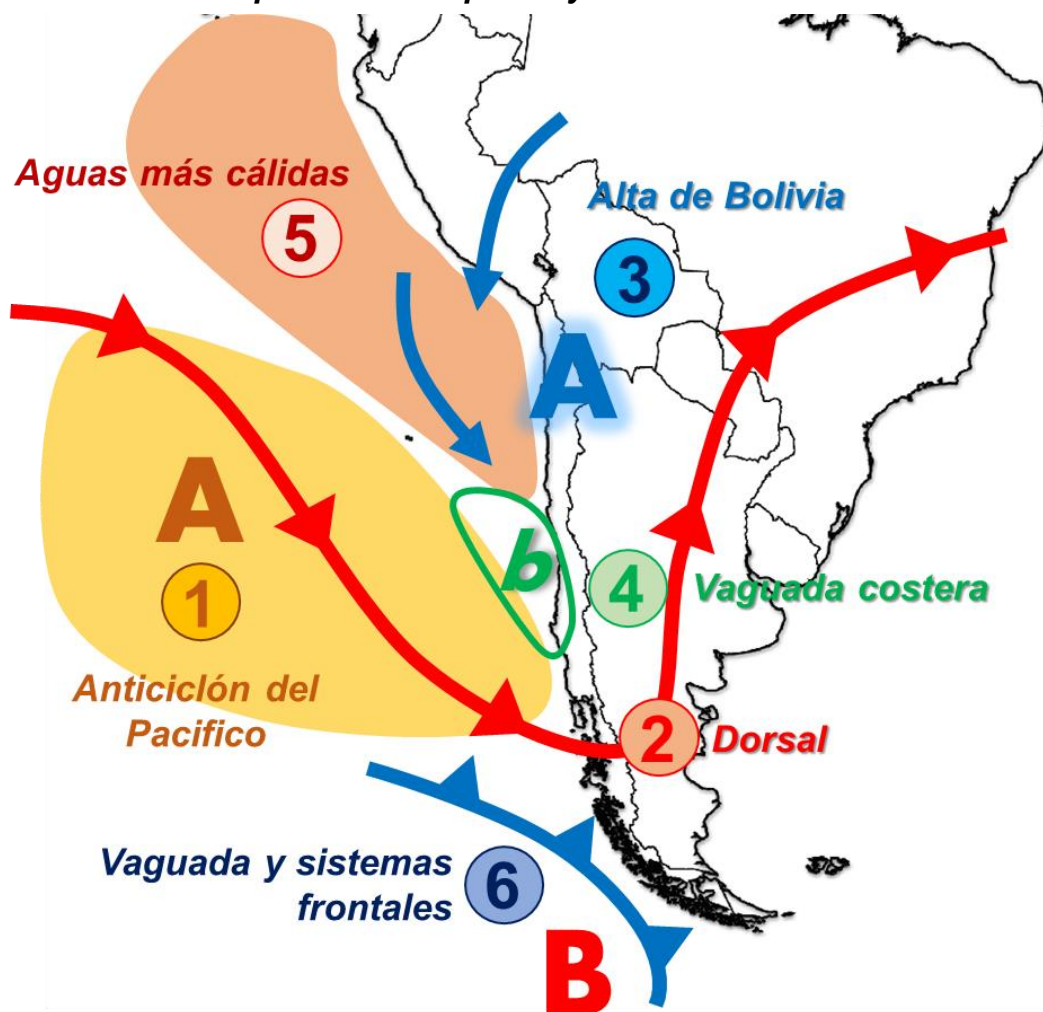
Agradecimientos por aportes e ideas a:

Camilo Barahona y Juan Quintana

Editores: Juan Quintana / Claudia Cruz / Enrique Garrido

Sección Meteorología Agrícola - Sección Climatología
Subdepartamento de Climatología y Met. Aplicada
Dirección Meteorológica de Chile

Foto de portada: Imagen satélite AQUA, sensor Modis rapid response (26-01-2017)
Foto interior: Devastación en Santa Olga, Región del Maule (Fuente: Radio Biobío)

Resumen de los patrones sinópticos y oceánicos de enero de 2017

Nuestro país está sometido constantemente al Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (1), las dorsales y vaguadas en niveles medios y altos de la troposfera (2), la Alta de Bolivia en verano (3), la vaguada costera (4), el calentamiento o el enfriamiento del borde costero de Sudamérica (5) y a los sistemas frontales desde el oeste (6).

Sin embargo, durante enero de 2017, se conjugaron varios factores de escala sinóptica, regional y local para producir condiciones atípicas en cuanto a la temperatura y la precipitación.

“A Sudamérica han ingresado vientos desde el mar Caribe que se han extendido por el borde oriental de la cordillera de los Andes además del considerable transporte de humedad desde el Atlántico y la Amazonía. Esta situación ha generado una gama de eventos extremos en todo el continente: olas de calor en Chile, lluvias torrenciales en Perú, bajas temperaturas en la zona andina y elevaciones de Colombia”

CIIFEN, 31 de enero de 2017

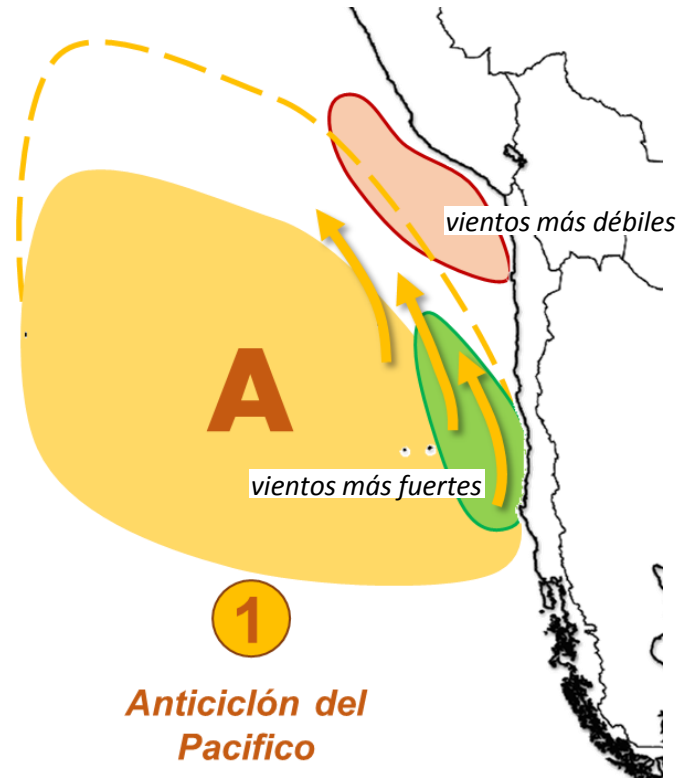
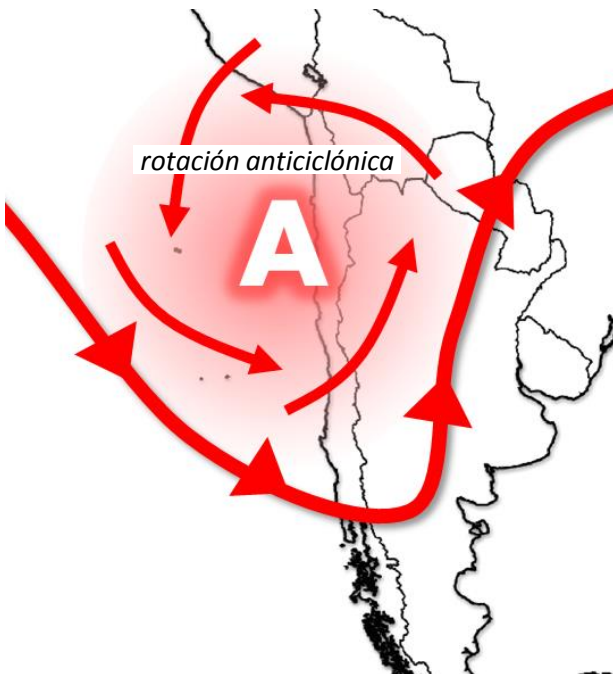
El Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur

El **Anticiclón Subtropical de Pacífico Sur (A)**, es un sistema meteorológico que está posicionado casi de forma permanente frente a las costas de Chile a nivel de superficie.

Durante enero de 2017, el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur estuvo más débil y levemente desplazado hacia el sur de su posición normal. En la imagen, la línea amarilla segmentada representa la posición habitual y el área coloreada amarilla a enero de 2017.

Esto generó dos cosas: (1) buen tiempo, escasa nubosidad costera y estabilidad atmosférica un poco más al sur de lo normal y (2) disminución de los vientos costeros del sur en el extremo norte del país (área achurada rosada) y un aumento de los mismos en la zona centro-sur (área achurada verde).

Mayor estabilidad atmosférica induce a mayores temperaturas en superficie, cielos despejados y mayor calentamiento, junto también a una mayor sequedad ambiental



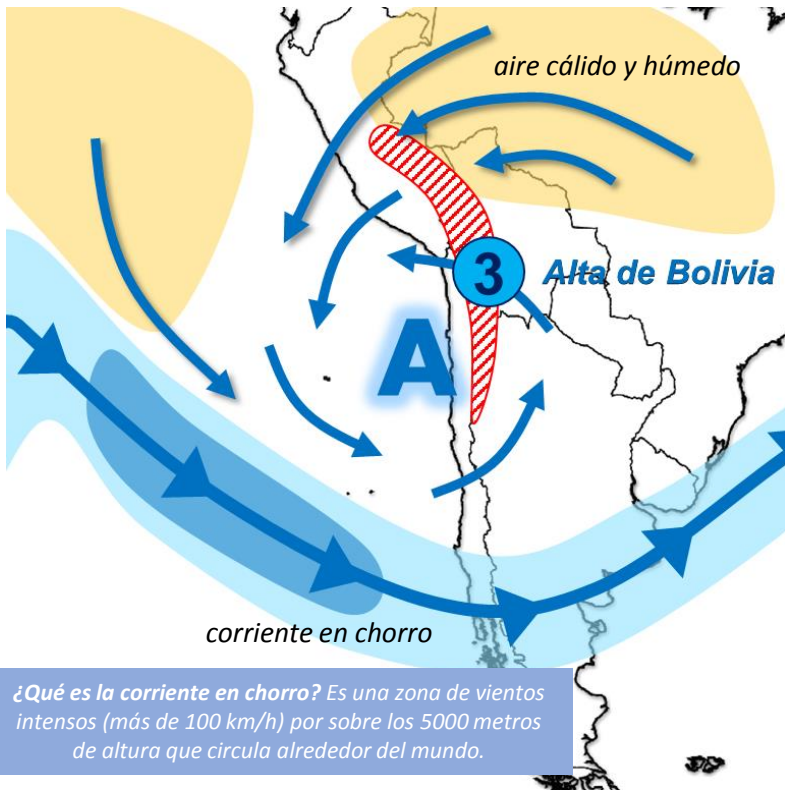
Una dorsal muy potente

En niveles medios de la troposfera (a 5.000 m de altura), se mantuvo posicionada una **potente dorsal**. La dorsal es una zona de aire más cálido y en donde el flujo circula anticiclónicamente, lo que induce a que el aire descienda y, en el proceso, se caliente.

¿Cómo "medimos" la dorsal? Además de utilizar información modelos numéricos (Reanálisis), los datos observados de los radiosondeos son cruciales.

De acuerdo a las mediciones del radiosonda de Santo Domingo, durante los días 25 al 28 de enero el nivel de altura geopotencial alcanzó entre 5.900 y 5.950 m, siendo lo normal 5.819 m, lo que representó una masa de aire extremadamente cálido. Además, las temperaturas a 5.000 m alcanzaron a -3.5°C , siendo lo normal -9.4°C .

Ese día se registraron los récords de temperatura máxima en Santiago y Curicó, y al día siguiente en Chillán y Los Ángeles.



¿Qué es la corriente en chorro? Es una zona de vientos intensos (más de 100 km/h) por sobre los 5000 metros de altura que circula alrededor del mundo.

La Vaguada Costera

Cuando un área de altas presiones en superficie (indicada por la letra A) se desplaza hacia el este, se forma una zona de baja presión frente a las costas de Chile Central.

Esta baja presión, conocida popularmente como vaguada costera, genera condiciones muy secas y cálidas al sur del centro de menor presión, y más húmedas y frescas en el sector al norte.

A medida que esa baja presión (indicada por la letra b) se desplaza hacia el sur, sus efectos también lo hacen. Los máximos de temperatura en la Región del Maule, Biobío y Los Ríos el 26 de enero se gestaron en una etapa de pre-vaguada, que tal como se aprecia en la imagen arrastra aire cálido y seco desde las zonas interiores hacia el mar.

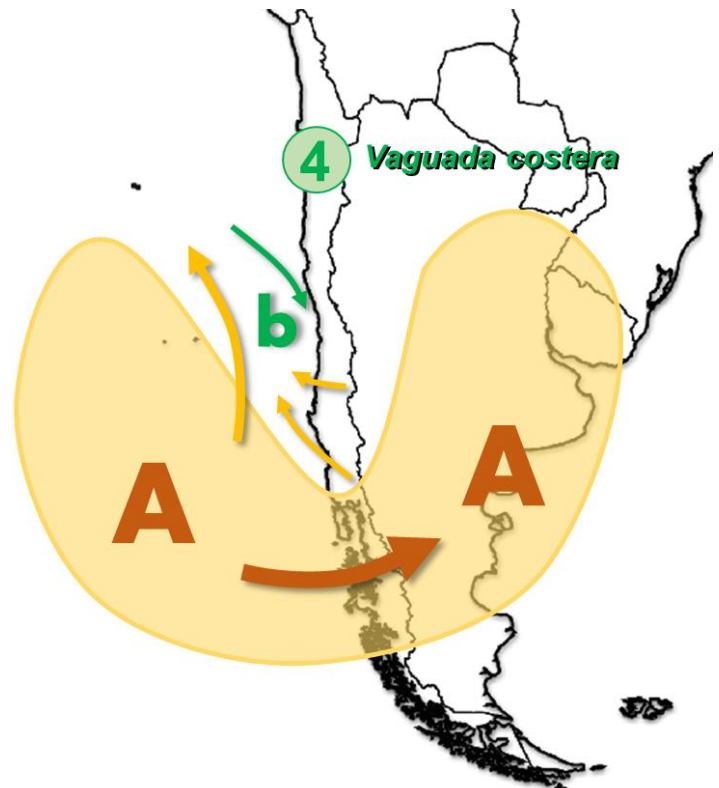
La subsidencia (es decir, aire que desciende), se ve reforzada y se presenta un aumento generalizado de las temperaturas en superficie.

La Alta de Bolivia

La alta de Bolivia es un fenómeno meteorológico de altura que se desarrolla por sobre 7.000 m (400 hPa).

Generalmente se posiciona en las cercanías del altiplano chileno y arrastra aire húmedo y cálido desde la Cuenca de Amazonas a los Andes centrales, provocando lluvias y tormentas eléctricas en la zona.

¿De qué depende su posición? De la corriente en chorro subtropical. Durante buena parte de enero, la componente zonal (es decir el flujo oeste-este) estuvo más débil y se potenció el viento meridional (norte-sur), permitiendo a la alta de Bolivia intensificarse y desplazarse más al sur de su posición normal, provocando arrastre de humedad y aire más cálido en la tropósfera alta y contribuyendo a potenciar el patrón de dorsal.



Aguas más cálidas frente a Sudamérica

Las temperaturas de la superficie del mar en las costas de Chile y Perú han venido en aumento desde diciembre de 2016 y han alcanzado valores entre +2 y +4°C por sobre lo normal.

¿La razón? Un anticiclón subtropical más débil y desplazado hacia el sur, provocó que los vientos fuertes de la costa y del área marítima se debilitaran, generando dos efectos: (1) disminución de la surgencia de aguas frías y (2) disminución de la nubosidad.

Esto produjo un **aumento de la temperatura del agua de mar** en todo el borde continental.

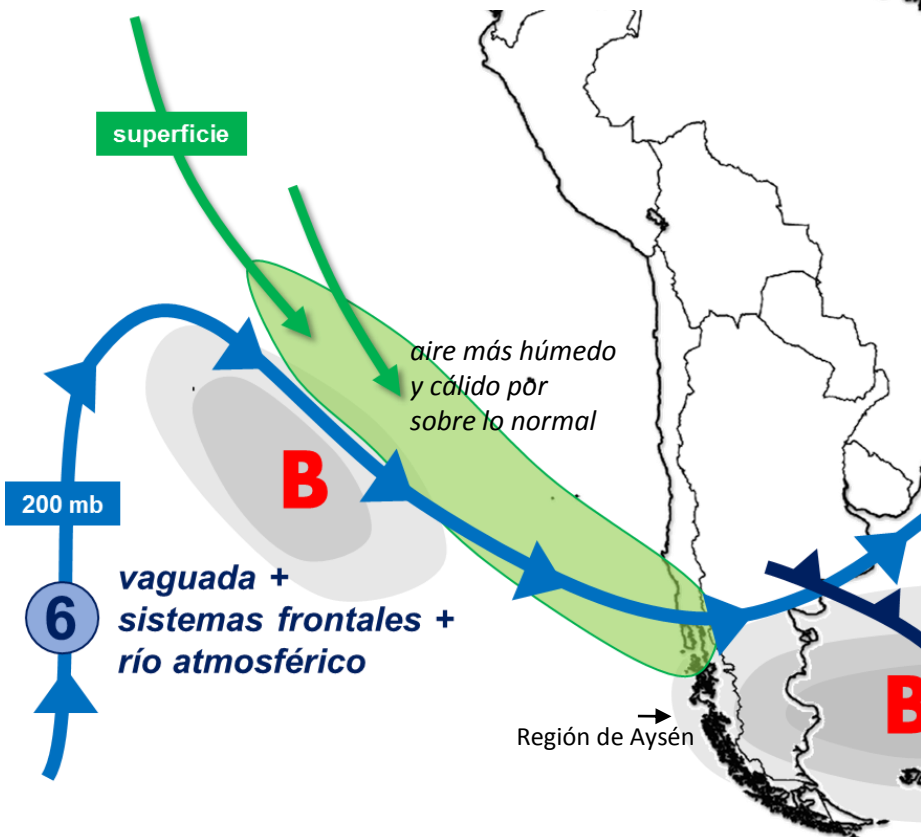
Arica, Iquique y Antofagasta han presentado niveles anormalmente bajos de nubosidad y temperaturas altas, producto de la cercanía con esta área de mayor temperatura.



Humedad tropical y la vaguada troposférica

Mientras la dorsal se mantuvo sobre Chile central, una **profunda vaguada** troposférica de gran escala se ubicó en el Pacífico Sur provocando un desplazamiento (llamada advección) de aire cálido y húmedo en casi todos los niveles atmosféricos desde la zona tropical del océano Pacífico occidental hasta el borde oeste de Sudamérica.

Esta advección, conocida como "río atmosférico", junto a la formación de bajas presiones (B) y nubosidad generó fuertes lluvias en el mes en Isla de Pascua y en la Región de Aysén.

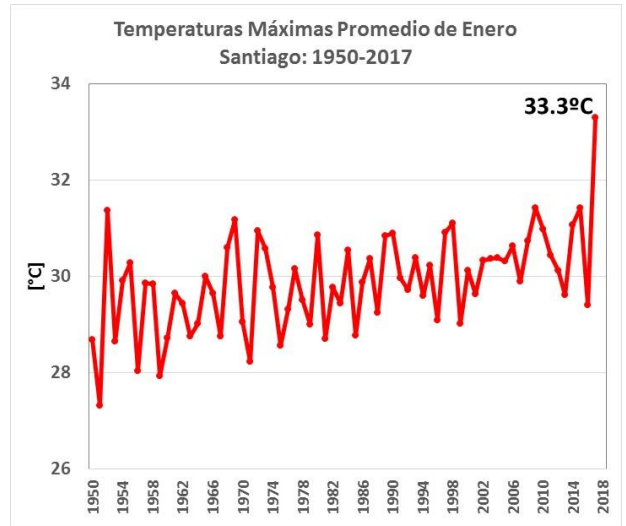


La temperatura del aire

La temperatura del aire que se mide en diferentes estaciones meteorológicas de superficie en nuestro país, presentan datos e información continua desde hace más de 50 años. Algunas, inclusive, alcanzan registros diarios desde principios del siglo XX.

La figura de la derecha, representa las temperaturas máximas diarias promedio de enero desde el año 1950. Este enero fue record, con 33.3°C, superando el valor normal de 30.1°C (período 1981-2010). Es decir, el calentamiento observado fue de 3.2°C más que lo normal para la época de verano.

Si tomamos un promedio de todas las estaciones de la región central del país, las temperaturas mínimas, medias y máximas fueron las más altas alguna vez medidas.



Las temperaturas máxima diarias también son una expresión de lo cálido que fue el mes recién pasado.

En ciudades como **Chillán, Los Ángeles y Santiago**, las temperaturas máximas registradas durante los días 26 y 27 fueron las más altas de la historia meteorológica de dichas estaciones.

Santiago
R. Metropolitana

37.4°C

Temperatura máxima
más alta alguna vez
medida en 104 años

Chillán
Región del Biobío

41.5°C

Temperatura máxima
más alta alguna vez
medida en 71 años

Curicó
R. Del Maule

37.3 °C

Temperatura máxima
más alta para enero y
segunda más alta a
nivel anual en 91 años

Valdivia
Región de Los Ríos

35.2°C

Temperatura máxima
más alta para enero
en 52 años

Los Ángeles
Región del Biobío

42.2°C

Temperatura máxima
más alta alguna vez
medida en 57 años

¿Son confiables estos registros?

¿Pudieron ser afectadas las mediciones por el calor de los incendios o el humo?

Es altamente probable que no. Las estaciones meteorológicas de nuestro registro no fueron afectadas por el fuego, ni tampoco estuvieron en el camino directo de afectación por el humo, por lo que se puede confiar totalmente en que los datos registrados no fueron influenciados por los incendios forestales.

2. ¿Por qué decimos que enero de 2017 es el mes más cálido alguna vez registrado?

Temperaturas máximas absolutas

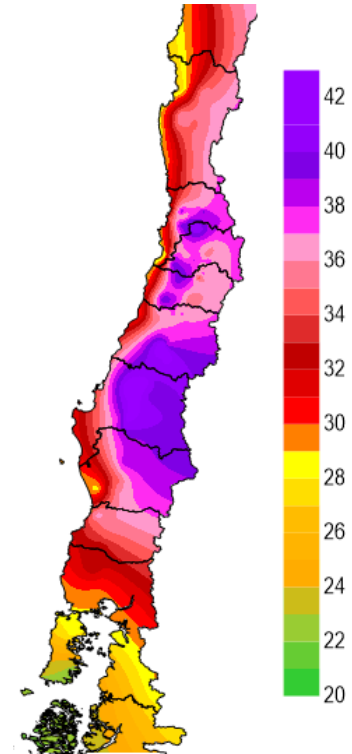
Utilizando la red de estaciones Agroclima (FDF-DMC-INIA) y las estaciones aeronáuticas de la DMC, se construye el mapa de temperaturas máximas absolutas de enero de 2017.

Se aprecia que las temperaturas máximas más altas superaron los 38°C (colores morados) al menos un día en el mes entre el interior de la Región de Valparaíso y la Región de La Araucanía.

De las 125 estaciones que reportaron datos, un 32% registró máximas sobre 38°C y un 12% sobre 40°C.

Los valores más altos fueron medidos en Linares con 42.6°C, Bulnes con 42.5°C, Yerbias Buenas y Longaví Norte con 42.3°C, y Los Ángeles con 42.2°C.

La cantidad de días con temperaturas sobre los 30°C también fue importante: hubo localidades con un 100% de días sobre este umbral. Tal es el caso de Vicuña, Los Andes, San Felipe, Santiago (Quinta Normal y Pudahuel) y Codegua.



Datos: Red Agroclima (FDF-DMC-INIA)

Un mes con intensas y extensas olas de calor



Un evento de **ola de calor** se define cuando la temperatura máxima es igual o mayor al percentil 90 por tres días consecutivos o más, en el período comprendido entre noviembre y marzo del año siguiente.

Una **ola de calor extrema** se produce cuando la temperatura máxima es igual o mayor al percentil 90 durante cinco o más días consecutivos.

En la figura superior se muestran las olas de calor entre el 11 y el 31 de enero. Una ola de calor en Antofagasta duró cerca de 14 días, mientras que en Curicó alcanzó a 17 días consecutivos con temperaturas sobre el umbral mensual (Percentil 90). En Santiago hubo 4 olas de calor y en Chillán solo una. El percentil 90 es un umbral de temperatura que varía de ciudad en ciudad y permite identificar los días más cálidos de cada mes.

2. ¿Por qué decimos que enero de 2017 es el mes más cálido alguna vez registrado?

¿Qué tan extremo fue el mes?

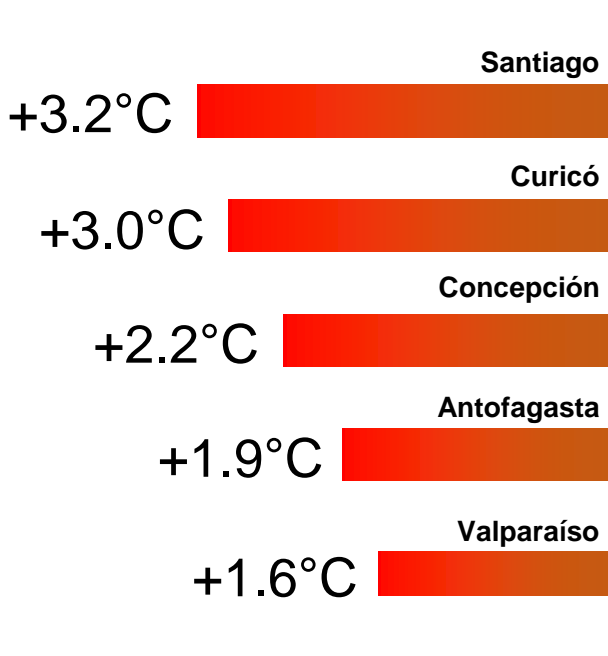
También podemos contar la cantidad de días con temperaturas máximas sobre el percentil 90, independiente si conformaron una ola de calor o no. Esto nos da una idea cuantos días en el mes se presentaron las condiciones más cálidas.

Durante enero de 2017 las ciudades de Antofagasta y Curicó alcanzaron 19 y 20 días en esta condición, respectivamente. En Santiago, fueron 17 días. Esto quiere decir que durante casi dos tercios del mes se debieron soportar temperaturas máximas sobre el umbral considerado extremo.

Desde 1950 a la fecha, nunca antes un mes de enero había registrado tal cantidad de días con temperaturas sobre el umbral en Santiago y Curicó.

En condiciones normales se esperan cerca de 3 días con temperaturas máximas sobre este umbral por cada mes. En enero de 2017 casi todo el país, a excepción de Calama y Punta Arenas, presentó más de cuatro días extremadamente cálidos.

Anomalía de temperatura máxima media durante enero de 2017



Cantidad de días con temperaturas máximas sobre el percentil 90 en enero 2017



Las temperaturas máximas medias se presentaron extremadamente cálidas en enero. Prueba de ello es que en casi todo el país registró anomalías positivas de temperatura.

Las más importantes se registraron en Santiago y Curicó con poco más de 3°C sobre la media normal del mes.

En Concepción, Antofagasta y Valparaíso también presentaron condiciones más cálidas de lo normal.

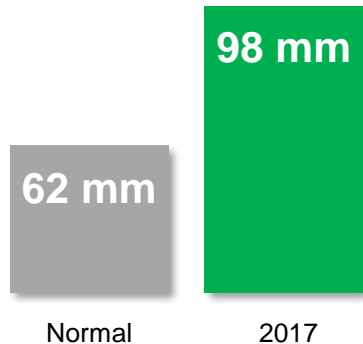
3 La otra cara de la moneda: Tormentas, lluvias e inundaciones

Precipitaciones en el Altiplano Chileno, Cordillera de Los Andes y Desierto de Atacama

La actividad convectiva y de tormentas eléctricas estuvo activa en el Altiplano. Los pueblos y localidades del sector alto de la Región de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta registraron lluvias de importancia buena parte del mes.

El superávit en Putre, por ejemplo, alcanzó 58%. En el otro extremo, la Región de Aysén registró el segundo mes más lluvioso desde 1979, solo superado por 2001.

Putre Región de Arica y Parinacota



Datos: Red Agroclima (FDF-DMC-INIA)

Puerto Aysén Región de Aysén



Coyhaique Región de Aysén



Datos en milímetros. Periodo: 1979-2017. Fuente: Servicios Climatológicos DMC

Las precipitaciones en el área de cordillera y precordillera del Norte Grande y el Norte Chico generaron inundaciones, deslizamiento de tierra y crecida de ríos. En Huatacondo, Pasca y Pozo Almonte en la Región de Tarapacá se registraron inundaciones por la escorrentía en quebradas, dejando decenas de personas aisladas producto del corte de caminos.

Así mismo, en la Región de Coquimbo, se presentó una inundación en la localidad de Choay en Alto del Carmen, dejando 350 personas aisladas producto del corte de caminos*.

(*) Información proporcionada por ONEMI a través de su sitio web

Tormentas en Isla de Pascua



La estación meteorológica en Mataveri, Isla de Pascua, registró el tercer enero más lluvioso desde que se iniciaron las mediciones en 1961. El flujo húmedo desde el Pacífico tropical, sumado a la presencia de una vaguada en altura, generó condiciones propicias para el desarrollo de lluvias convectivas y frontales en la isla.

Datos en milímetros. Periodo: 1961-2017. Fuente: Servicios Climatológicos DMC

4

Efectos de un enero de extremos

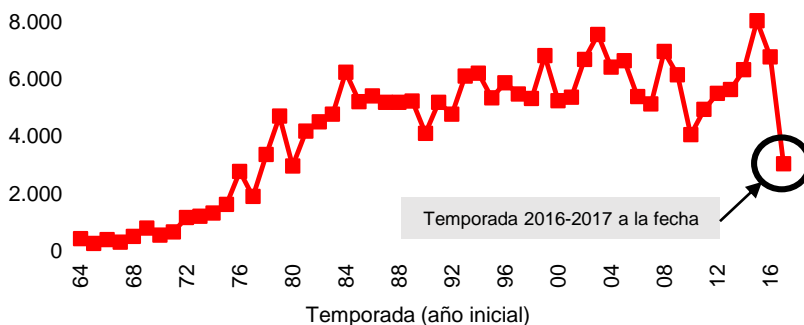
La temporada de incendios más destructiva en la historia reciente

La temporada actual ha sido catalogada por expertos como la más destructiva desde 1964, que es cuando comenzaron los registros regulares.

Si bien la cantidad de incendios y la superficie afectada ha ido en aumento desde 1960 a al fecha, la temporada 2016-2017 **está por debajo de ser la temporada** con más incendios forestales.

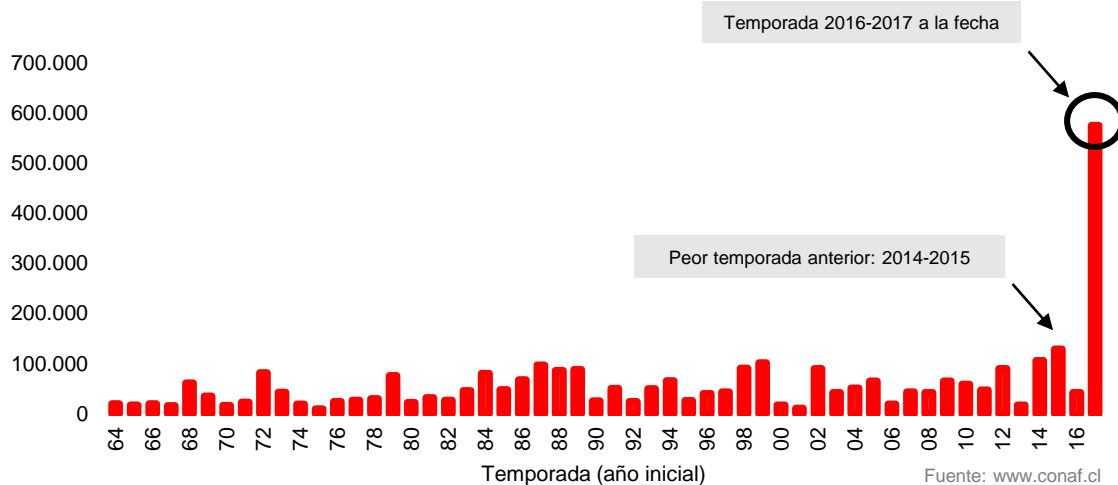
Sin embargo, si miramos el gráfico de área afectada, la temporada 2016-2017 es por lejos **la más destructiva**, alcanzando hasta el 31 de enero de 2017 cerca de **576.000 ha quemadas**.

Cantidad de incendios en cada temporada entre 1964-2017



Fuente: www.conaf.cl

Área afectada por incendios (en hectáreas) en cada temporada entre 1964-2017



Fuente: www.conaf.cl

El promedio normal de área afectada por incendios forestales ronda 58 mil hectáreas por temporada. Durante las últimas 5 temporadas, el promedio de área quemada había subido cerca de un 35%. Lo sucedido durante la actual temporada 2016-2017 es superior en más de un 1.000% con respecto a los valores esperados.

4. Efectos de un enero de extremos

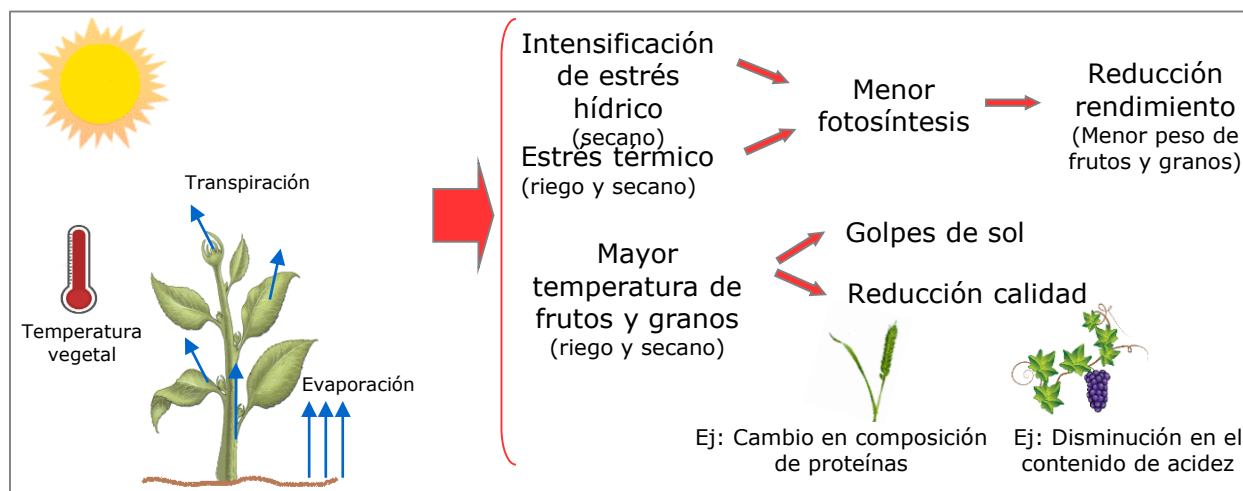
Altas temperaturas y sus efectos en la agricultura, ganadería e incendios

El primer efecto de las altas temperaturas es un **incremento de la evapotranspiración**, generando mayores demandas hídricas por parte de los cultivos. Durante enero, los cultivos anuales de secano aún sin cosechar, están en fase de llenado de granos, normalmente bajo déficit hídrico en la zona central. Un incremento de las temperaturas intensifica el nivel de estrés, tanto hídrico como térmico, derivando en reducciones de rendimiento.

En los sectores de secano en donde se cultivan algunos frutales, viñas u hortalizas, y que cuentan con riego (pozo o vertientes), el incremento de los requerimientos de riego durante varios días, puede poner **en riesgo el rendimiento** si la disponibilidad de agua no es suficiente.

En la agricultura de riego, asumiendo un buen estado hídrico de las plantas, las altas temperaturas pueden **reducir la eficiencia de la fotosíntesis**. Si se presentan varios días con temperaturas supraóptimas, el rendimiento final podría ser afectado.

Por otra parte, la temperatura vegetal se incrementa. Los frutos y semillas tienen menor capacidad para transpirar y bajar su temperatura que las hojas; por lo tanto, en días muy calurosos, la temperatura de frutos y semillas permanece varias horas sobre el umbral de daño, situación que puede ser agravada con la radiación directa del sol y el estrés hídrico por falta de agua o riego inadecuado. Esta situación puede generar **golpes de sol y reducción de la calidad** de frutos y semillas.



Las altas temperaturas **umentan el riesgo de propagación de incendios forestales**, debido a que dificultan la extinción del fuego, además de intensificar el estrés hídrico en que se encuentran las plantaciones forestales y bosques nativos en verano. Esto último incrementa la probabilidad de que el material vegetal prenda con la exposición al fuego.

En cuanto a la ganadería, el **estrés térmico reduce la ganancia en peso de los animales**, los cuales requieren más agua para reducir su temperatura corporal. En praderas de riego se puede acortar los periodos entre cortes, por aceleración del desarrollo. Por otra parte, en la elaboración de heno, la calidad de éste puede ser afectada si el material vegetal pierde demasiada humedad, lo cual ocurriría por el efecto desecante de las altas temperaturas.

5

¿Cómo contribuye el factor meteorológico en los incendios forestales?

El 99% de los incendios forestales en Chile son provocados por las diferentes actividades humanas.

Sin embargo, la propagación de estos (y por tanto la magnitud e intensidad que puedan llegar a tomar), está altamente relacionada con la situación meteorológica y climática del momento.

Es importante mencionar que ninguna de las causas actúa por sí sola. Es una combinación de mecanismos y forzantes de la circulación atmosférica las que pudieron haber contribuido a generar la temporada de incendios forestales más destructiva de la historia reciente del país.

¿La megasequía?

Este concepto hace referencia al déficit de lluvias que se registra de manera casi ininterrumpida desde el año 2009 en la mayor parte del norte chico, zona central y zona sur de Chile.

La última década es la más seca desde que hay registros en la mayor parte del país. Y si bien a nivel histórico se han presentado sequías más extremas (como la de 1924, 1968 y 2007), la particularidad de la actual es su extensión temporal y espacial. A eso se suma que el clima está mucho más cálido ahora que antes, aumentando los niveles de evapotranspiración y sequedad ambiental.

El estrés hídrico provoca un secamiento de las plantas (y luego su muerte). Esto podría potenciar el desarrollo de un incendio, debido que es más fácil quemar un árbol seco que uno húmedo.

¿El patrón sinóptico?

La circulación atmosférica de enero de 2017 fue anormal. Pero aún más llamativo fue la gran cantidad de días en que prácticamente se mantuvo inalterable sin cambios importantes de este patrón.

Esto provocó que durante la mayor parte del mes las condiciones meteorológicas fuesen propicias para la propagación de focos de incendios que, en otras situaciones más desfavorables, no hubiesen alcanzado los niveles de magnitud de daño que vimos.

Condiciones cálidas durante muchos días, vientos fuertes en la costa y sequedad atmosférica pudieron haber contribuido a propagar de manera más rápida y permanente los incendios forestales.

¿El cambio climático?

El mundo se está haciendo un lugar más cálido. Eso es un hecho*. Y ese calentamiento acelerado de la atmósfera está siendo generado por los gases de efecto invernadero.

Es difícil determinar el factor de aporte del Cambio Climático a eventos extremos como este, pero existe una alta probabilidad de que sea un contribuyente en la suma total de factores.

Patrones sinópticos de la circulación atmosférica potencian el calentamiento, generando temperaturas cada vez más altas y que pueden ayudar a propagar los incendios forestales de gran envergadura como una de sus consecuencias.

(*) Informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de 2014