

Minuta análisis preliminar de los caudales y precipitaciones para la comuna de Paihuano

Marzo del 2021

Resumen

Distintos factores naturales y antropogénicos son detonadores de la situación actual de sequía en la comuna de Paihuano. Esto no sólo se observa en una disminución de las precipitaciones anuales, sino que también en la baja cobertura de nieve y en los caudales de los ríos.

Los pronósticos no son alentadores en relación a la sequía. El fenómeno de La Niña, que comenzó durante el invierno del 2020, continuará presente en el Pacífico ecuatorial entre marzo y mayo del 2021, situación que generaría un déficit de precipitaciones durante el otoño 2021, así como también la probable continuidad de caudales bajos en el río Claro durante los próximos meses.

El presente documento responde a la solicitud de la comunidad y de la Municipalidad de Paihuano sobre la información científica disponible para explicar y responder a la observación y preocupación de los habitantes locales acerca de la disminución de los caudales de los ríos Claro, Cochiguaz y Elqui.

Es un documento realizado entre las áreas de Meteorología y Glaciología del Centro Científico CEAZA y del laboratorio PROMMRA de la Universidad de La Serena. En este texto se comparte un análisis de las precipitaciones, cobertura de nieve y pronóstico de los caudales de la red hídrica del río Elqui, utilizando las bases de datos del CEAZA-Met y de la Dirección General de Aguas (DGA). Finalmente se presenta un pronóstico para el año 2021 y una explicación de las causas y efectos del cambio climático en el territorio.

Precipitación en forma de lluvia o nieve (análisis pluviométrico).

El área de la comuna de Paihuano y sus alrededores posee tres estaciones meteorológicas con mediciones pluviométricas: Pisco Elqui, Rivadavia y Embalse La Laguna. En sus datos pluviométricos, que se observa en la Figura 1, el período 2018 - 2020 ha sido uno de los más secos en los últimos 10 años, no sólo en las zonas precordilleranas, como ocurrió en el período 2012 - 2014, sino que también en la disminución de la cantidad de nieve caída sobre las montañas.

En este contexto, la revisión de periodos interanuales es importante, porque se necesita saber las condiciones anteriores y actuales para realizar un pronóstico de los caudales. Por ejemplo, un año 'seco' durante un periodo 'húmedo' tendría menos impacto en el nivel del río que un año 'seco' después de varios años secos. Las precipitaciones no sólo permiten el aumento del caudal del río, sino que también la recarga del agua subterránea y de los humedales. Por esto, se destaca el período seco de 2018 - 2020, porque el área con bajas precipitaciones es mayor, abarcando a toda la comuna, incluida la zona cordillerana.

Además de la precipitación medida por las estaciones meteorológicas, se evaluaron las imágenes satelitales para analizar la cobertura de nieve registrada durante el año 2019 y 2020. Esta evaluación es necesaria porque la nieve es la principal fuente de agua del sector.

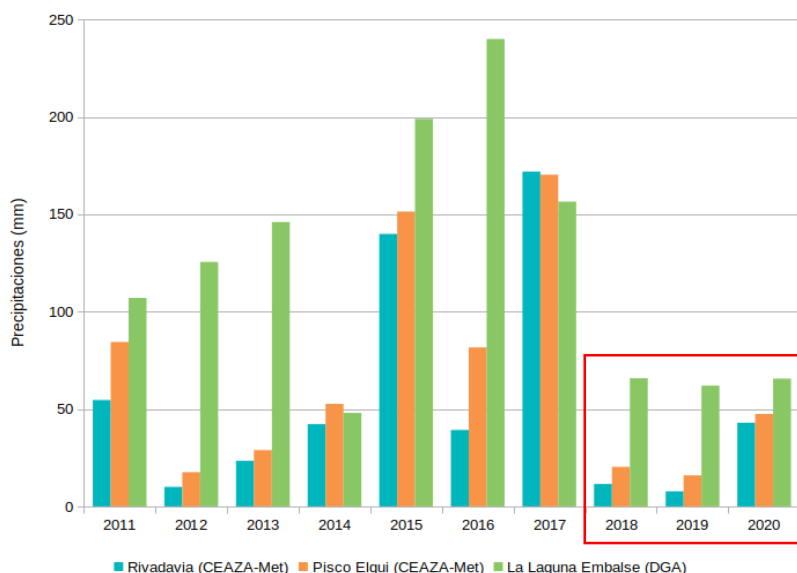


Figura 1. Precipitaciones anuales en las estaciones meteorológicas de la cuenca alta del río Elqui: CEAZA met Rivadavia (900 msnm) y Pisco Elqui (1240 msnm), y de la DGA Embalse La Laguna (3100 msnm). Se destaca el último periodo, entre los años 2018 y 2020.

Durante el año 2019 hubo una cobertura de nieve mayor a la mediana durante parte de junio, mientras que, durante el resto del mes, hasta parte de agosto, ésta se mantuvo en torno a la mediana climatológica. Sin embargo, debido a la mayor frecuencia de días despejados y altas temperaturas en la cordillera, entre otros factores, es que la cobertura de nieve bajó rápidamente hasta finales de año. Esto a pesar de que a mediados de septiembre se produjo un evento de precipitaciones que permitió, puntualmente, el aumento en la cobertura de nieve.

Durante el 2020 ocurrió algo similar, entre junio y julio la cordillera de Elqui se mantuvo con buenos valores de cobertura de nieve, sin embargo, a contar de agosto la cobertura de nieve disminuyó drásticamente hasta finales de año, a pesar de que en octubre dos eventos de precipitaciones permitieron un incremento momentáneo de esta variable (ver Figura 2).

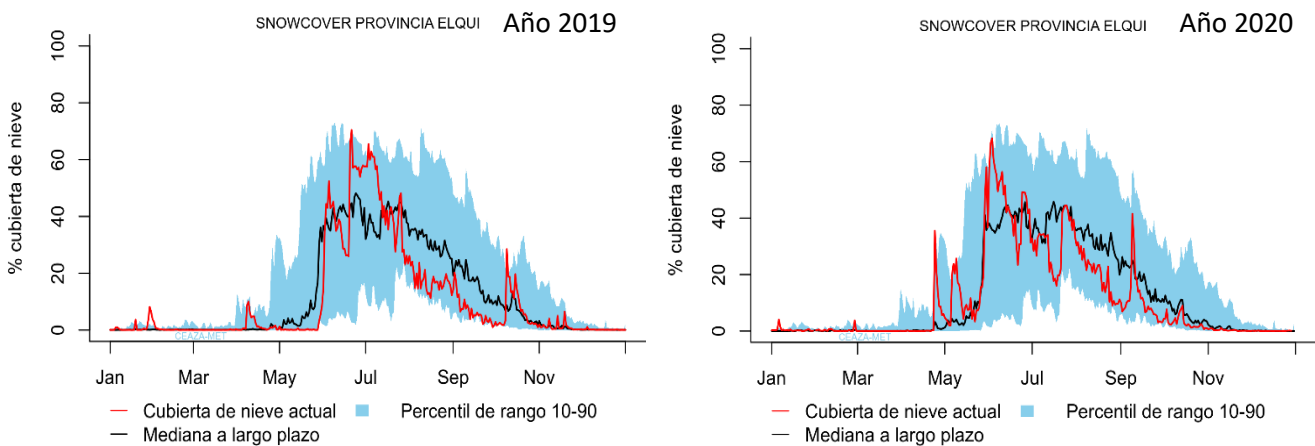


Figura 2. Gráfico del porcentaje de la cobertura de nieve en la provincia de Elqui durante los meses del año 2019 (izquierda) y 2020 (derecha). El área celeste indica el lugar en donde normalmente se encuentra la cobertura de nieve. La línea negra indica la mediana de la cobertura de nieve, es decir, el valor típico para el día y mes mostrado en la figura. La línea roja representa a la cobertura de nieve observada en cada año.

Como consecuencia de la baja cobertura de nieve observada durante el último tiempo en la Región de Coquimbo, las tres provincias han presentado caudales debajo de la mitad de lo histórico durante, al menos, los últimos 42 meses (ver Figura 3). En cuanto al caudal del río Elqui, medido en Algarrobal, en agosto y septiembre de 2020, se registró el caudal promedio mensual más bajo desde 1971. Sumado a que, entre los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2020 se registró el caudal promedio mensual más bajo para estos meses. En enero de 2021 se registró el segundo caudal más bajo para este mes y finalmente en febrero se registró el caudal más bajo para este mes, es más, en febrero de 2021 se registró el caudal más bajo para cualquier mes del año. Estos análisis se realizaron con la serie de datos de la Dirección General de Agua (DGA), institución que comenzó a medir en el lugar en 1948.

Según el análisis de meteorología del CEAZA, es probable que las condiciones de precipitación del 2021 sean similares a las del 2020, pudiendo afectar los caudales de los ríos con récords históricamente bajos.

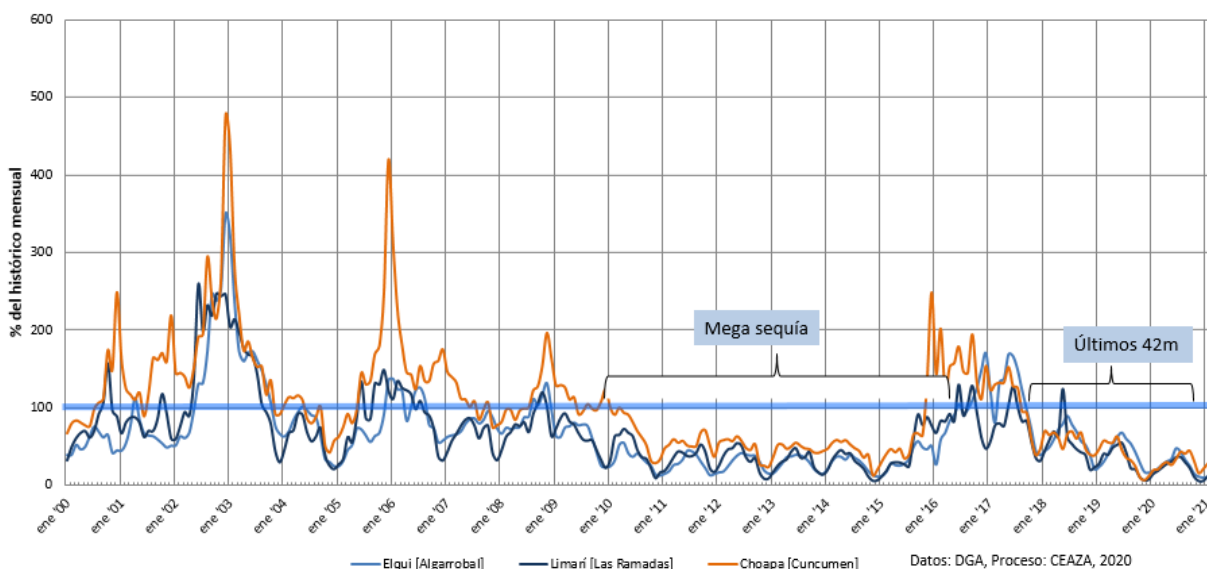


Figura 3. Evolución de los caudales como porcentaje del histórico mensual por cuenca, desde enero del 2000 a la fecha. En el gráfico se observa que en los últimos 42 meses han disminuido los caudales debido a la disminución de las precipitaciones.

Simulación de caudales de la cuenca del río Claro

Se realizó la simulación de los caudales pasantes en la estación de la DGA en estero Derecho, en la localidad de Alcohuaz. A partir de la modelación se desprende un descenso en los caudales a partir de marzo, llegando a un caudal basal de 150 l/s pasante en dicho punto en agosto de 2021 (Figura 4). Cabe destacar que la simulación de caudales no considera las precipitaciones que puedan registrarse en los meses de invierno (junio, julio y agosto), los cuales según la magnitud pueden modificar el panorama actual.

A partir de mayo, el laboratorio PROMMRA genera escenarios de caudales a partir de posibles escenarios de precipitaciones, reflejándose en curvas de caudales y proyecciones de desmarques a definir en septiembre por la Junta de Vigilancia del río Elqui (JVRE) para la temporada 2021/22. Actualmente el desmarque definido por la JVRE es de un 25% para la temporada 2020/21.

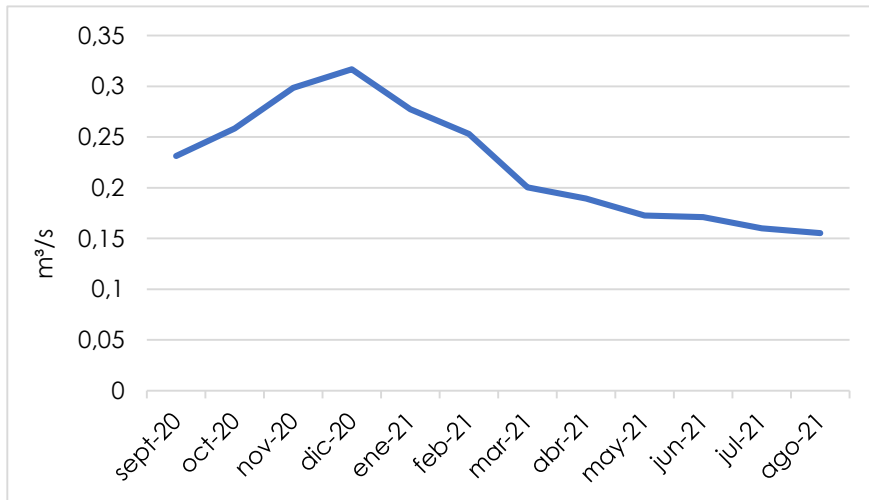


Figura 4. Simulación de caudales mensuales en estero Derecho en la localidad de Alcohuaz, para el periodo septiembre 2020 - agosto 2021. Se pronostica que los caudales continúen disminuyendo en caso de ausencia de precipitaciones en la zona.

Pronóstico estacional

Según el análisis del [Boletín Climático del CEAZA de marzo de 2021](#), el fenómeno de La Niña, uno de los eventos atmosféricos que influye en la escasez de precipitaciones en la Región de Coquimbo, sigue presente con intensidad moderada y debilitándose lentamente. Existe un 62% de probabilidades que se extienda hasta mayo del 2021 en el Pacífico ecuatorial; y cerca de un 50% de que otoño del 2021 sea más seco de lo normal, es decir, que las precipitaciones del período sean deficitarias.

Para el trimestre de invierno existe la probabilidad de que también se registren precipitaciones bajo lo normal a normal, con condiciones similares a las del 2020. Esta última información se actualizará en los próximos [Boletines Climáticos del CEAZA](#).

Pronóstico probabilístico oficial

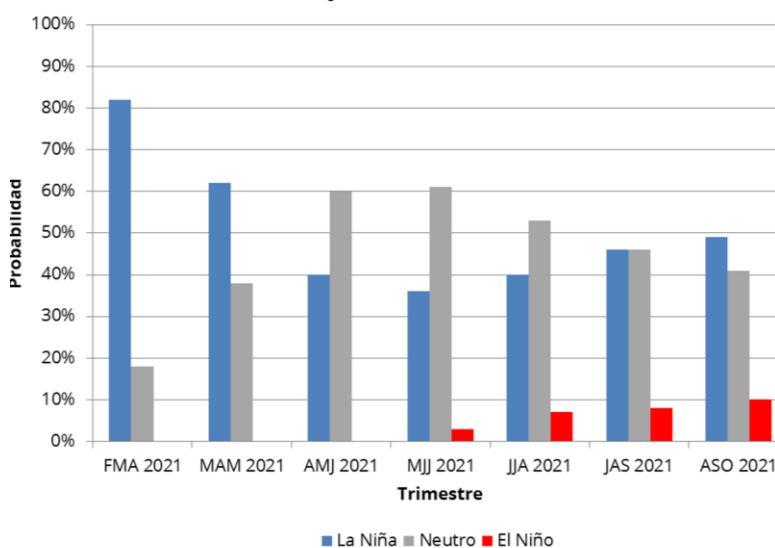


Figura 5. Pronóstico de probabilidades del ENOS. Las letras representan los meses de los trimestres. Fuente: CPC/IRI, actualización del 11 de febrero 2021.

Las consecuencias visibles del fenómeno de El Niño son abundante precipitaciones y las de La Niña son una escasez de éstas. En la fase neutra las precipitaciones pueden ser abundantes, escasas o normales.

Posibles explicaciones del cambio climático en el territorio

Existen distintos fenómenos, naturales y de origen humano (antropogénico), por los cuales las precipitaciones en la comuna de Paihuano (mapa Anexo 1), y en general en distintas partes de Chile, han disminuido con los años. Uno de estos fenómenos es la “Mega Sequía” que comenzó el año 2010 y está relacionada con el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) de un área ubicada en medio del océano Pacífico, al noroeste de Nueva Zelanda. Un estudio de Garreaud, junto a un grupo de académicos y científicos de distintas universidades de Chile, en el año 2019, indicó que existe una relación del aumento de la TSM en dicha área con la disminución de las precipitaciones en Chile, incluida la Región de Coquimbo.

Otro fenómeno natural que puede explicar la baja precipitación en la comuna de Paihuano y zona norte, es la Oscilación Antártica, también conocida como Modo Anular del Sur (SAM). En los últimos años ha presentado más fases positivas, es decir, que los sistemas frontales afectan más frecuentemente a la zona austral de Chile y no avanzan demasiado al norte, como sí lo hacen en la fase negativa del SAM (ver Figura 6).

Otros factores es el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera producidos por la quema de combustibles fósiles, tales como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. Su aumento es proporcional al aumento de temperatura del aire (Figura 7).

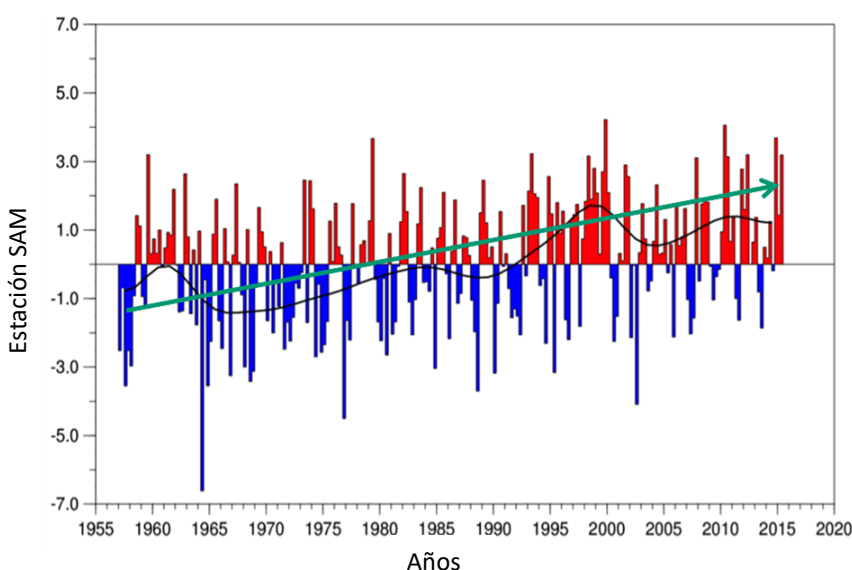


Figura 6. Tendencia de la Oscilación Antártica o Modo Anular del Sur (SAM su sigla en inglés). En el gráfico se muestra la flecha celeste que representa la tendencia hacia la mayor frecuencia de fases positivas (Marshall et. al. 2018).

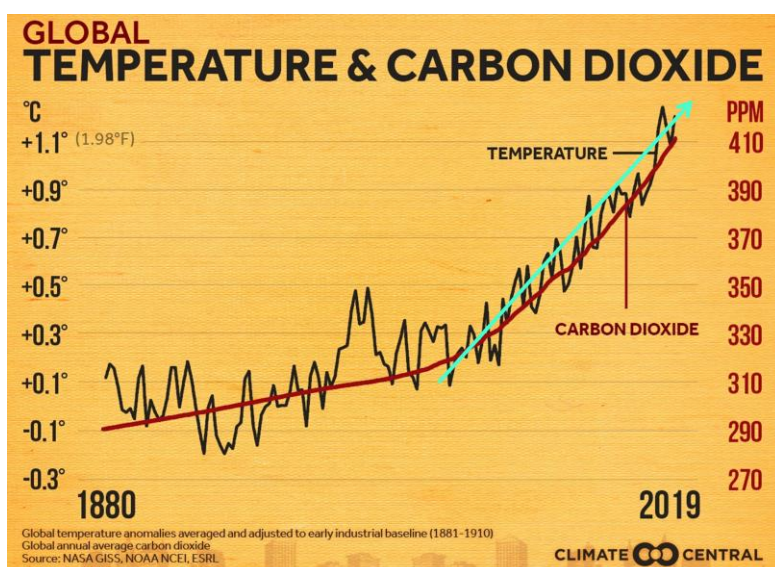


Figura 7. Gráfico de la tendencia del aumento de la concentración del gas dióxido de carbono (gas de efecto invernadero) y de la temperatura de la atmósfera, entre los años 1880 al 2019 (Climate Central, 2020). Figura editada. En el gráfico la flecha celeste representa la tendencia hacia el aumento de ambas variables.

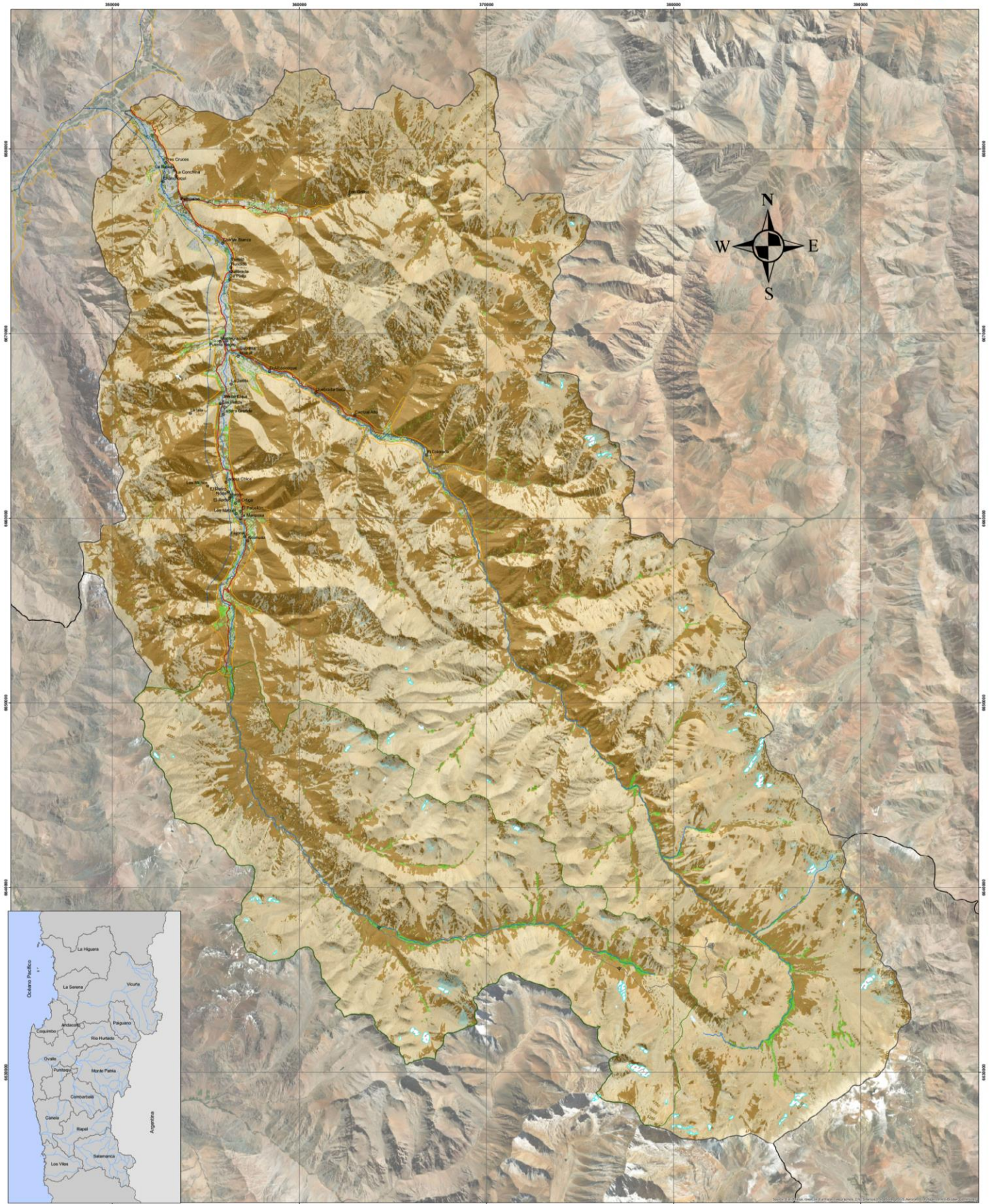
Bibliografía

- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (2021). Boletín Climático, marzo de 2021. <http://boletin.ceazamet.cl/>
- Climate Central (2020). Emissions Sources (2020) <https://www.climatecentral.org/gallery/graphics/emissions-sources-2020>
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2020). The Central Chile mega drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439.
- Marshall, Gareth & National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 19 Mar 2018. “The Climate Data Guide: Marshall Southern Annular Mode (SAM) Index (Station-based)” <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/marshall-southern-annular-mode-sam-index-station-based>
- Robert Rohde (2021). Global Temperature Report for 2020 <http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2020/>

Anexo 1. Mapa comunal de Paihuano es un recurso que busca aportar a la planificación del territorio comunal y a la valoración de los ecosistemas dependientes de las reservas de agua en la cordillera de la Región de Coquimbo.



Mapa Comunal de Paihuano, Región de Coquimbo



Legenda		Localidades	Hidrografía	Cobertura de Suelos
Limite Internacional	Curvas de Nivel	Aldea	Río	Cultivos
Limite Paihuano	Línea Transmisión Eléctrica	Caserío	Estero	Bosques
Área Rural	Estación Meteorológica	Comunidad Agrícola	Quebrada	Pastizales
Área Urbana	Caminos	Fundo, Parcela, Hijuela	Lagunas	Matorrales
Zona de Interés Turístico	Pavimento	Veranada, Majada	Geoformas glaciales	Humedales
Santuario de la Naturaleza	Ripio			Suelos rocosos
Monumento Natural	Tierra			

Escala 1:65.000
 Equidistancia curvas de nivel 250 metros
 Sistema de Referencia Espacial:
 Datum WGS 1984
 Proyección UTM Huso 19 Sur

Fuente de datos:
 Infraestructura de Datos Espaciales de Chile (IDE Chile)
 Infraestructura de Datos Espaciales Coquimbo (IDE Coquimbo)
 Inventario Glaciares (DGA, 2014)
 Plan Regulador Intermunicipal Coquimbo, 2016.
 Mapa de Cobertura de Suelos de Chile (GEF-CFCN U. Chile, 2014)
 Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) - Mapas Vectoriales
 Municipio de Paihuano (GEOPLAN)

Elaboración cartográfica: Valerina Abiste, Geografía CEAZA

La información que contiene el Mapa de la Comuna de Paihuano, proviene de plataformas de organismos públicos gubernamentales (escala de 1:64:000 con proyección WGS 1984 UTM Huso 19 Sur). En la cartografía se muestran los límites administrativos, las áreas urbanas y rurales, las zonas de interés turístico y áreas protegidas naturales y culturales. A lo largo de la red de caminos, se ubican las localidades. Se visualizan las características físicas del territorio, como la montaña, las geoformas glaciales inventariadas a escala nacional en Paihuano y la red hidrográfica de la cuenca del Río Claro. Asimismo, presenta las coberturas de suelos realizada a partir de imágenes satelitales según la metodología del proyecto CORINE Landcover y exhibe los tipos de coberturas biológicas presentes en el terreno (cultivos, pastizales, matorrales, humedales y suelos desprovistos de vegetación).