

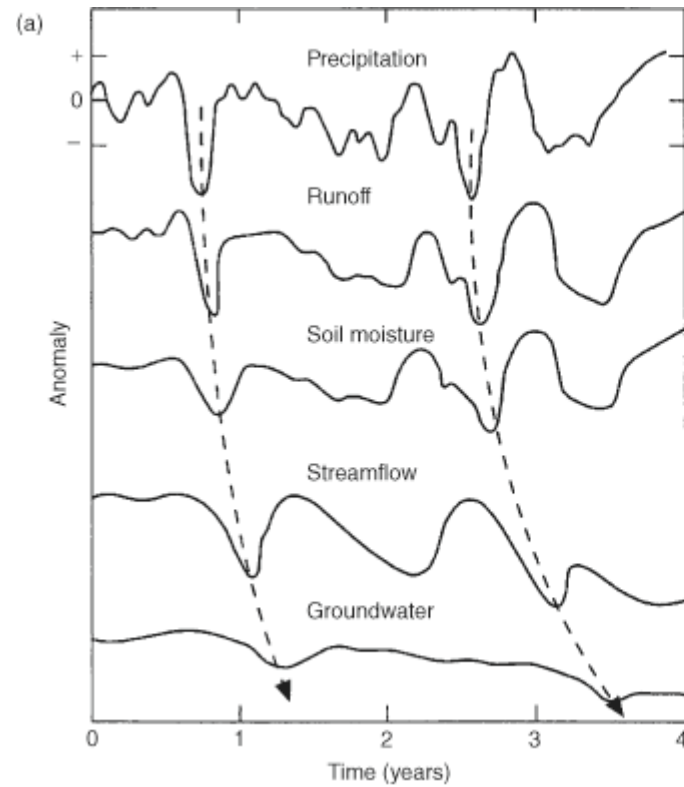
# SEQUÍA HIDROLÓGICA

## DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

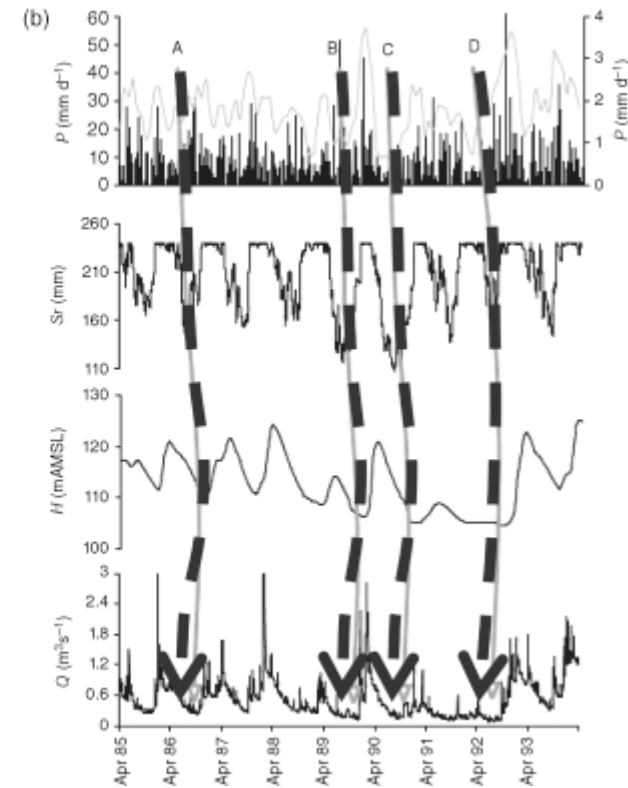
Octubre 2023



# PRECIPITACIÓN-CAUDALES-AGUAS SUBTERRÁNEAS



Author: Anne Van Loon



# Sequía

- Es la *ausencia de agua*. Es un fenómeno progresivo, que se agudiza de forma lenta y afecta a muchos sectores de la economía, en distintas escalas de tiempo (NCDC-NOAA)



# Sequía

## Sequía meteorológica

- La sequía meteorológica se define como la falta de precipitación sobre una región durante un período de tiempo.

## Sequía hidrológica

- La sequía hidrológica se relaciona con un período donde los recursos superficiales y subterráneos son inadecuados para los usos establecidos del agua de un determinado sistema de manejo de los recursos hídricos.

## Sequía agrícola

- La sequía agrícola, por lo general, se refiere a un período con disminución de la humedad del suelo y la consiguiente pérdida de cultivos sin ninguna referencia con los recursos hídricos superficiales.

## Sequía socioeconómica

- La sequía socioeconómica se asocia con la incapacidad de los sistemas relacionados con los recursos hídricos para satisfacer las demandas de agua asociando de este modo las sequías con la oferta y demanda de un bien económico.

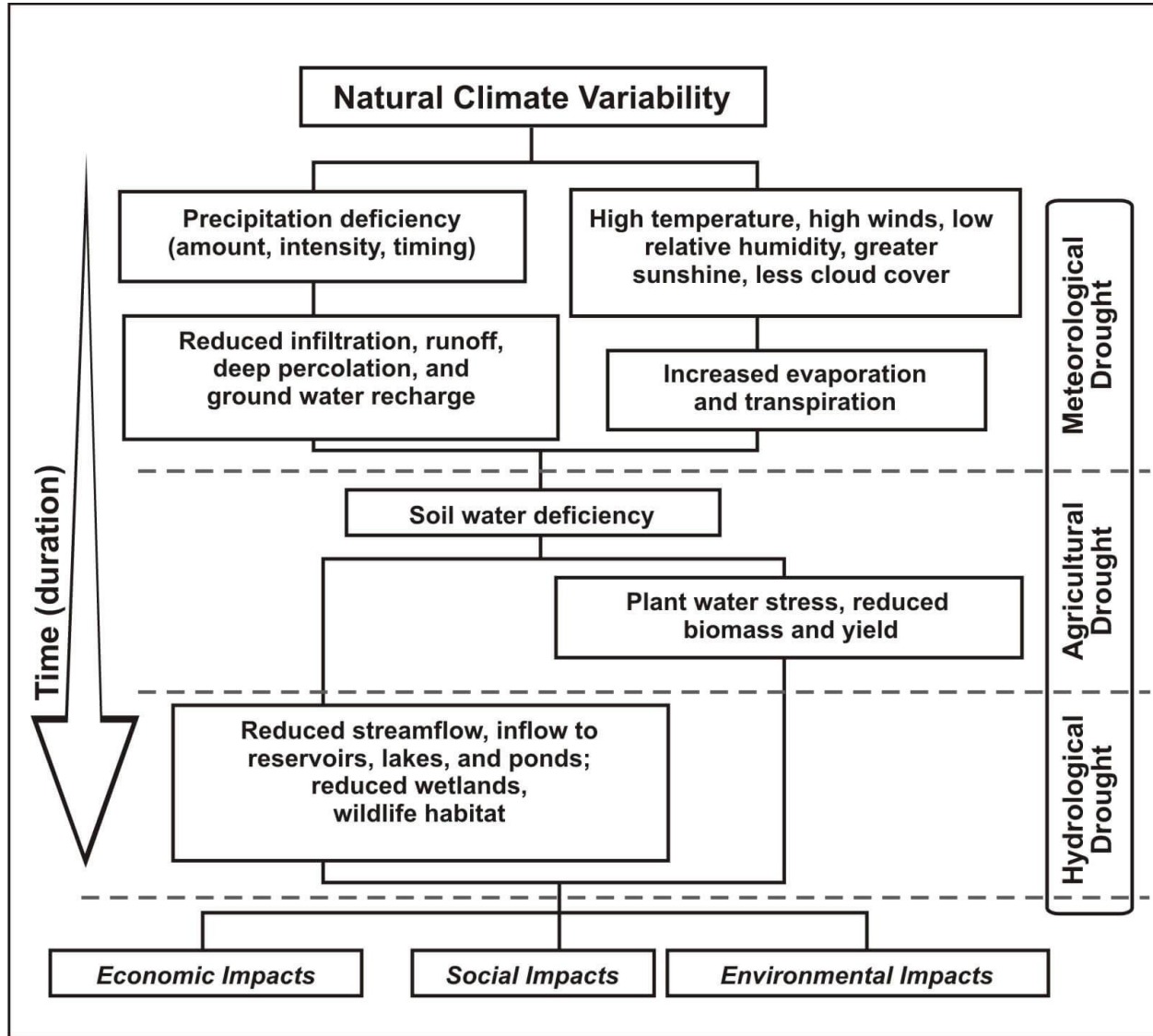
## Sequía ecológica

- La sequía ecológica se define como un déficit prolongado y generalizado de los suministros de agua naturalmente disponibles (incluyendo cambios en la hidrología natural y gestionada) que crea múltiples tensiones a través de los ecosistemas (Lake, 2003).

Fuente: <http://sequiachile.cl/sequia/>



# Sequía

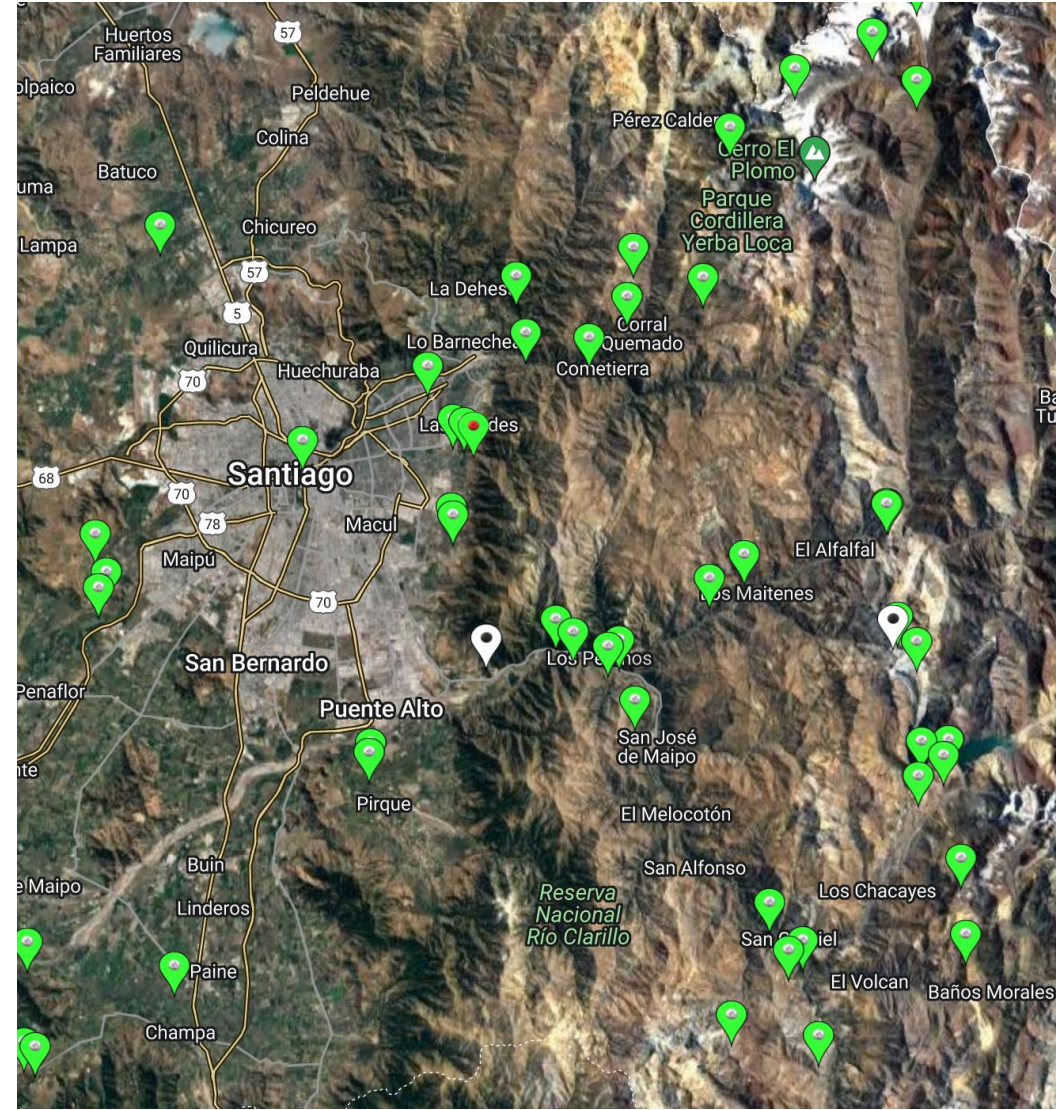
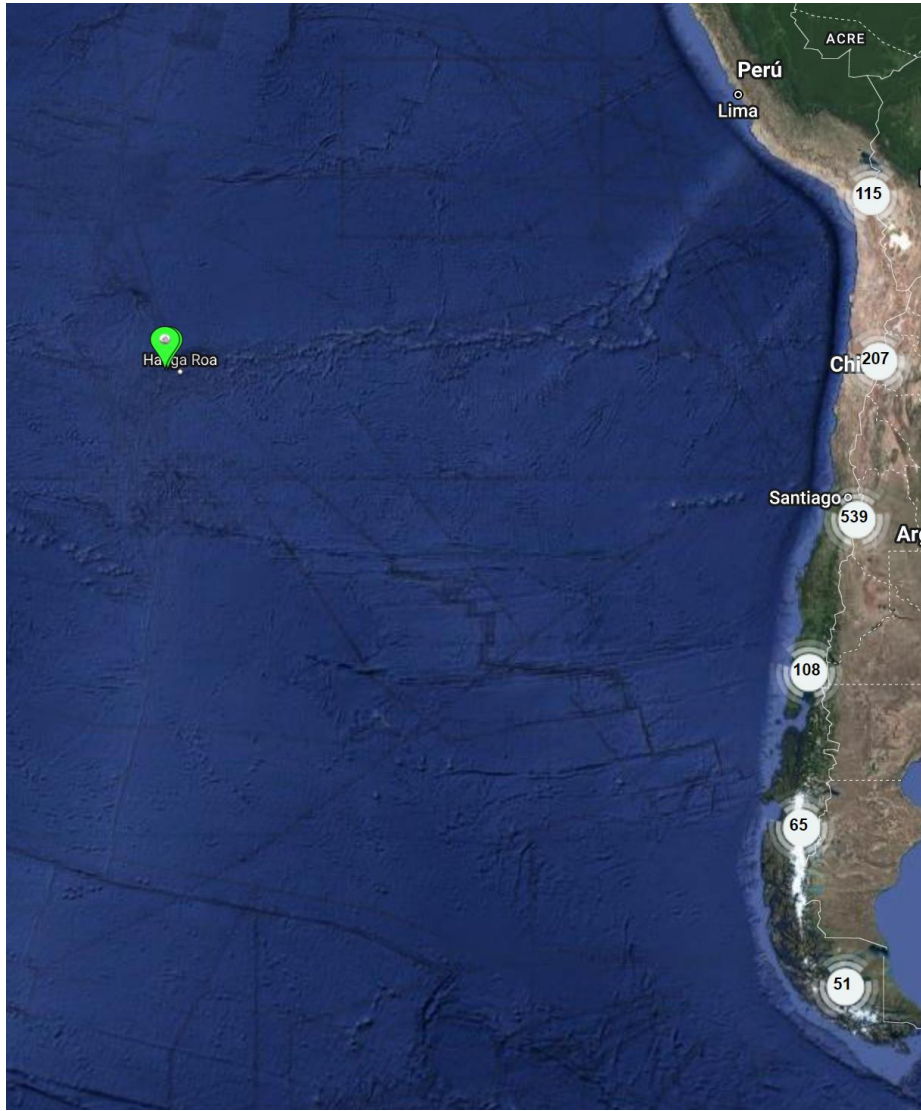


Fuente: National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln, Estados Unidos



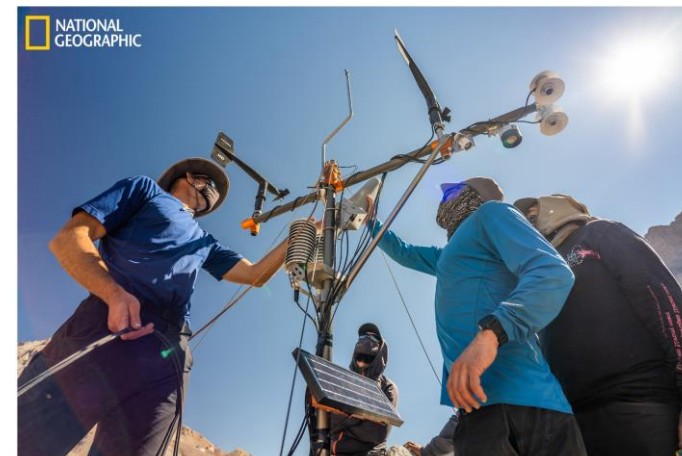


# SISTEMA HIDROMETRICO EN LINEA





# Estaciones Extremas

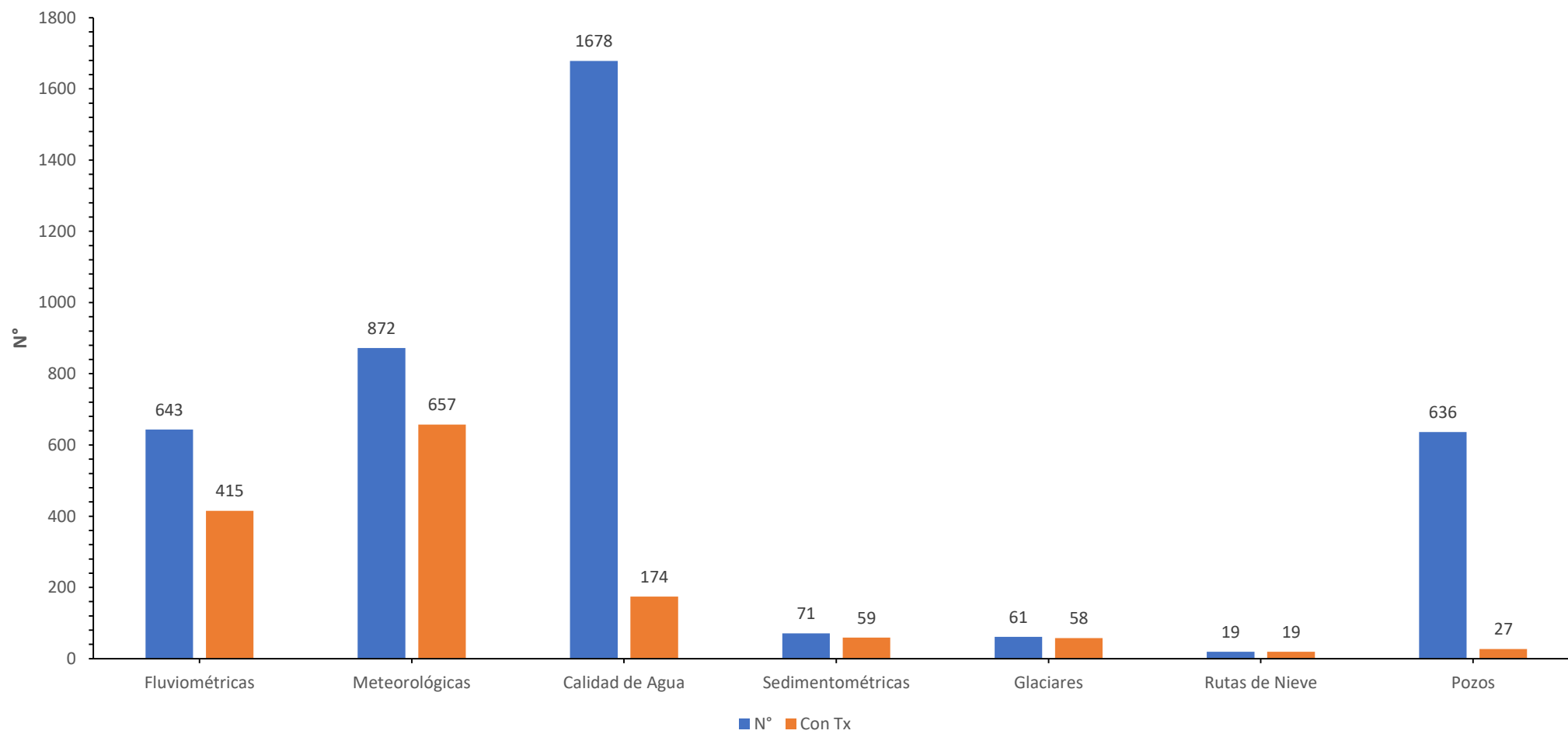


*Bajo la cumbre del volcán Tupungato, a 6.505 metros sobre el nivel del mar, en medio de una verdadera hazaña científico-deportiva, un equipo de 21 personas integrado por montañistas, expertos de la Dirección General de Aguas, investigadores norteamericanos, guías locales del Cajón del Maipo, arrieros, dos pilotos de helicóptero y un fotógrafo, protagonizó una expedición histórica que permitirá medir los efectos del cambio climático en la alta montaña de la Región Metropolitana. Desde que entró en operaciones, la estación ya ha logrado registrar rachas de viento de más de 180 kilómetros por hora y temperaturas de -35° C (el 28 de mayo último).*





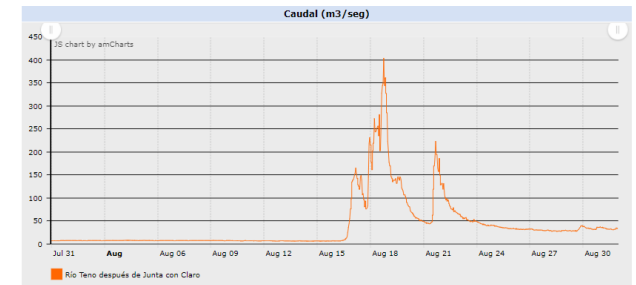
## Estaciones DGA-Activas

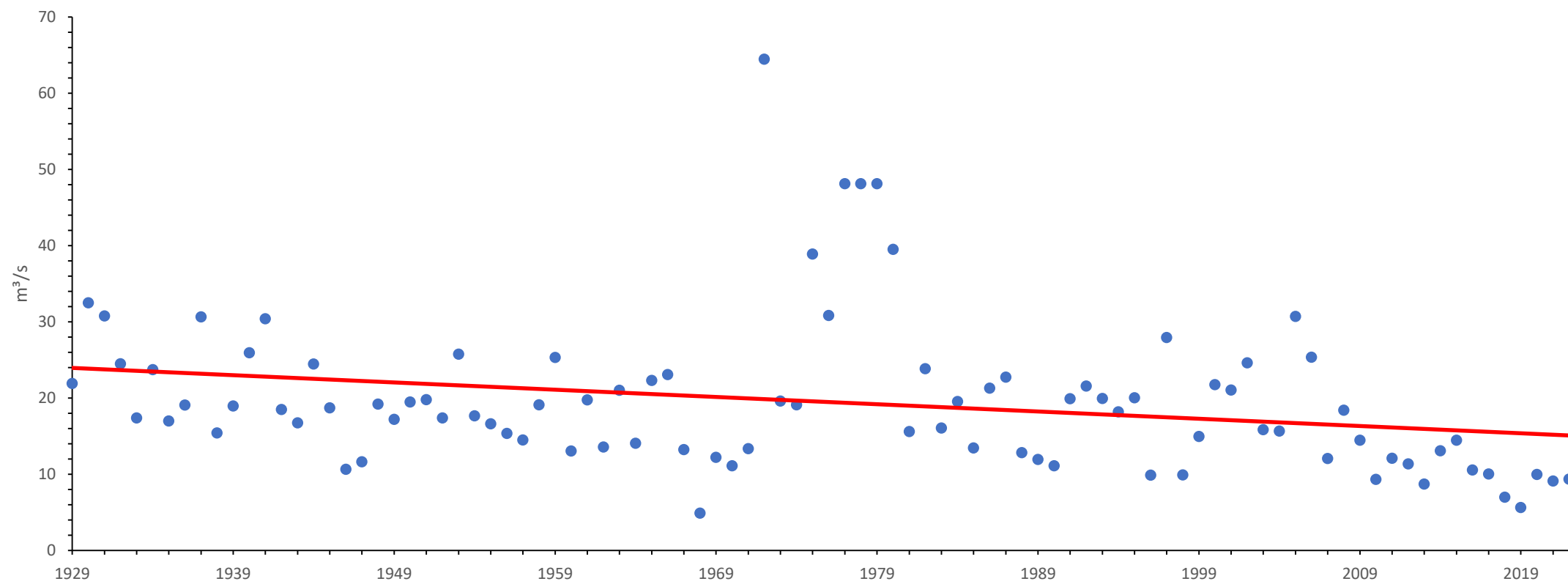






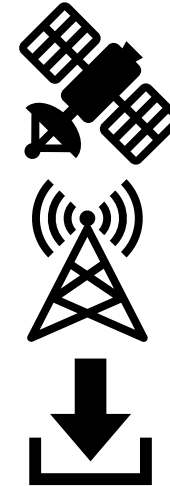
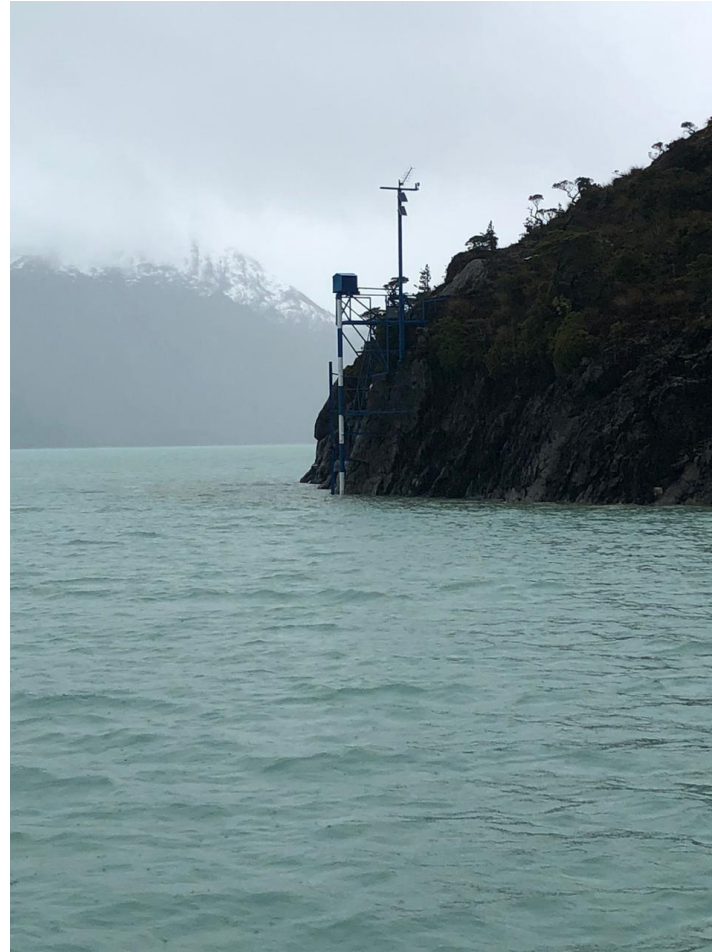
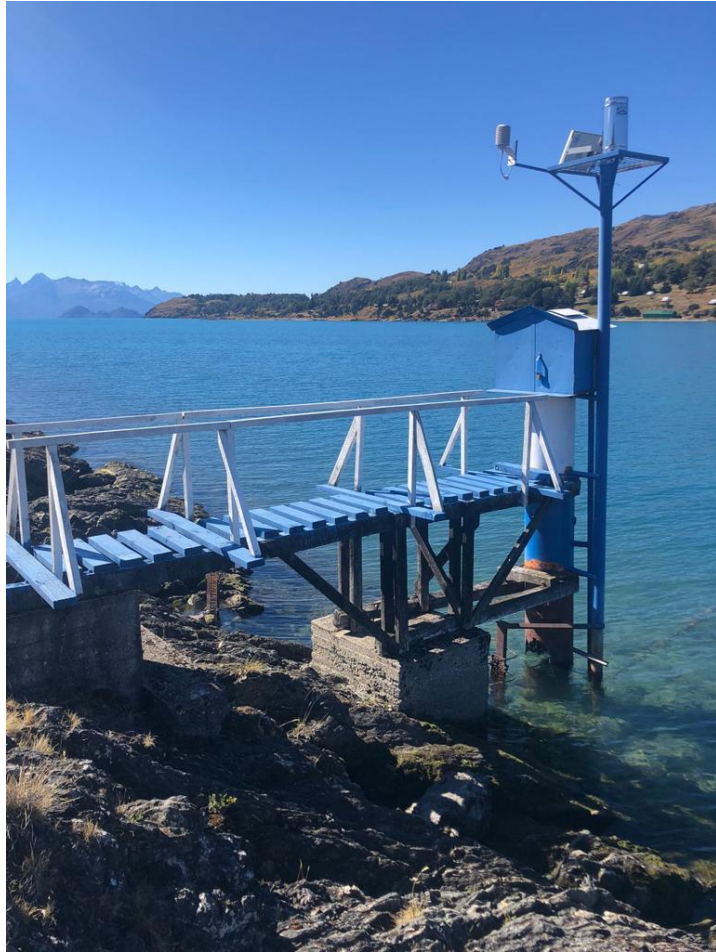
# CAUDALES







# EMBALSES, LAGOS Y POZOS





# SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA





# INFORMACION METEOROLOGICA Y CLIMATICA

Departamento de Hidrología  
Subdepto. de Meteorología y Nieve  
D.G.A.

Página : 1  
Fecha : 19/10/2021

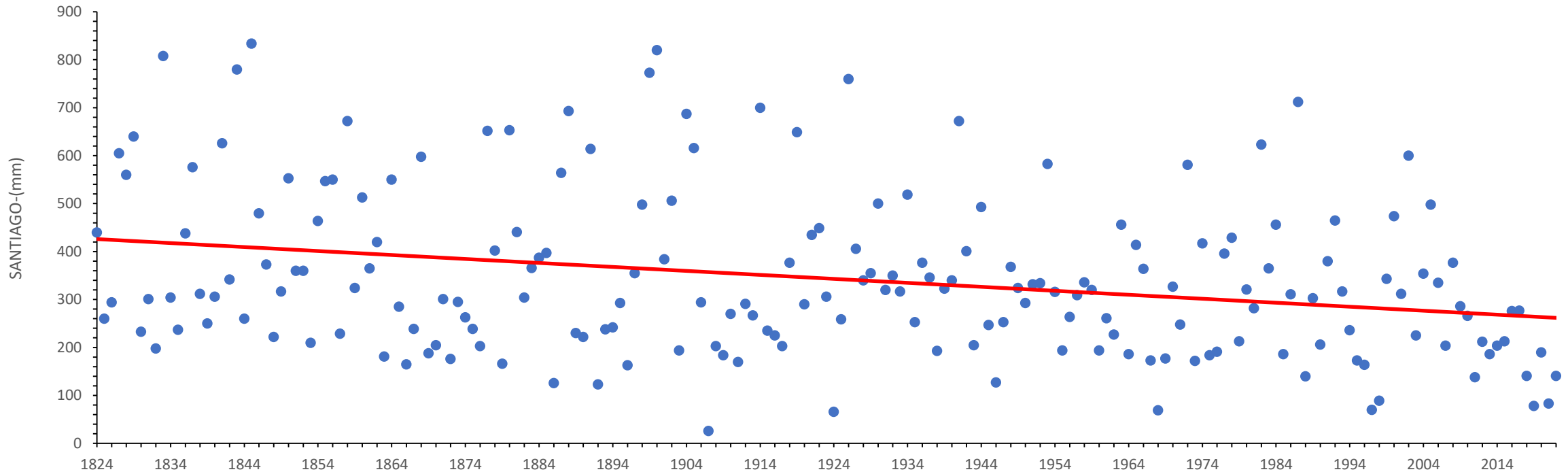
**PRECIPITACION DIARIA (mm)**

Estación: 04729002 - 0 HUVITIL      Cuenca: RIO CHOAPA  
Altitud: 650    Latitud S: 03° 34' 24    Longitud W: 070° 59' 53    UTM Norte: 6,505,125    UTM Este: 310,378

AÑO : 1914

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
1	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	27.0	7.0	-	-	-	-	-
2	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	7.0	-	-	-	-	-	-
3	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	2.0	-	-	-	-	-
4	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
5	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
6	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
7	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
8	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
9	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
10	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
11	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	26.0	-	-	-	-	-
12	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	9.0	-	-	-	-
13	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	8.0	-	-	-	-
14	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	75.0	-	-	66.0	-	-	-
15	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	4.0	-	-	-	-	-	-
16	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
17	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	8.0	-	-	-	-	-
18	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	18.0	-	-	-	-	-	-	-
19	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
20	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	13.0	-	-	-	-	-
21	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	25.0	-	-	-	-	-	-
22	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	20.0	-	22.0	-
23	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	1.5	-
24	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
25	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	8.0	-	-	-
26	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	1.0	-	-	-
27	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
28	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
29	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	7.5	-	-	-	-
30	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	27.0	-	-	-	-	10.0	-	-
31	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Mes</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	45.0	138.0	56.0	24.5	95.0	10.0	23.5	0.0
<b>Máx 24 hrs</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	27.0	75.0	26.0	9.0	66.0	10.0	22.0	0.0
<b>Máx 48 hrs</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	27.0	75.0	26.0	17.0	66.0	10.0	23.5	0.0
<b>Máx 72 hrs</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	27.0	79.0	26.0	17.0	66.0	10.0	23.5	0.0
<b>TOTAL ANUAL :</b>	<b>483.0</b>											





Source: Asociación de Canalistas del Canal de Maipo. 1824-2006.  
2007-2022, DGA-Santiago



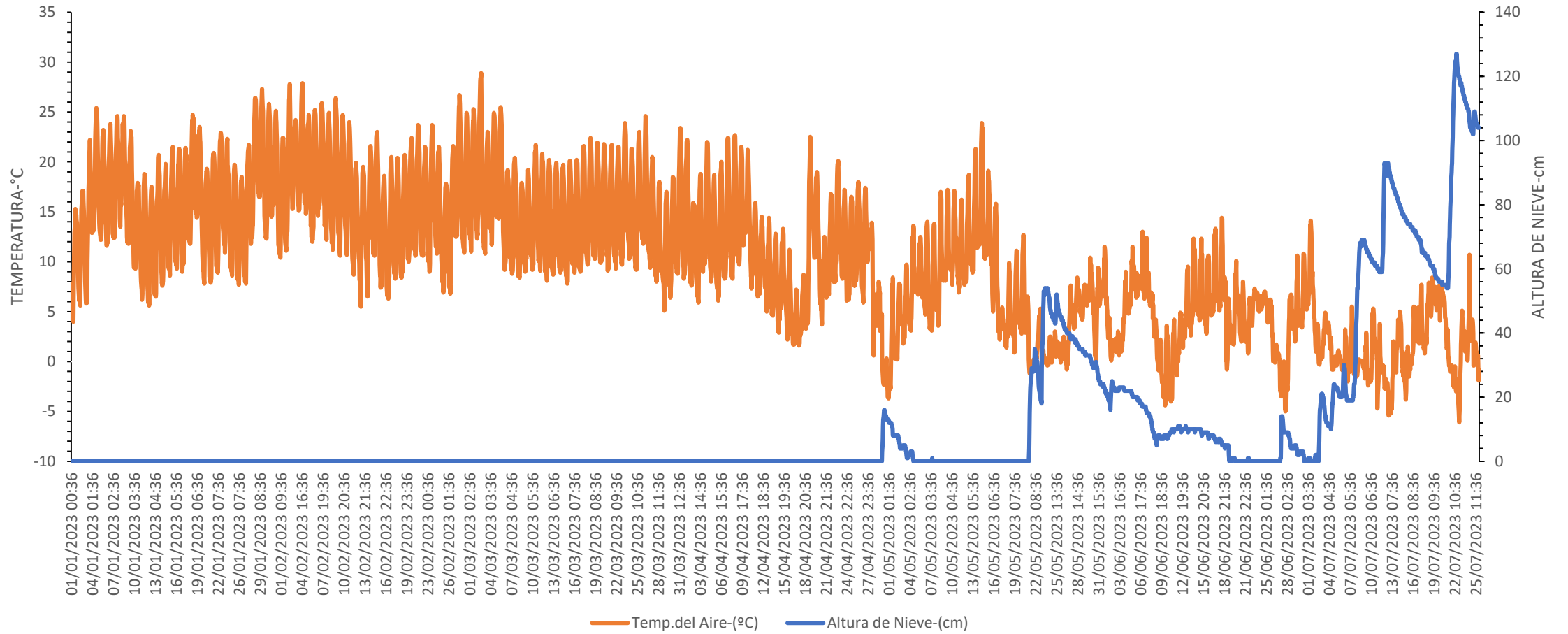


# INFORMACION METEOROLOGICA Y CLIMATICA





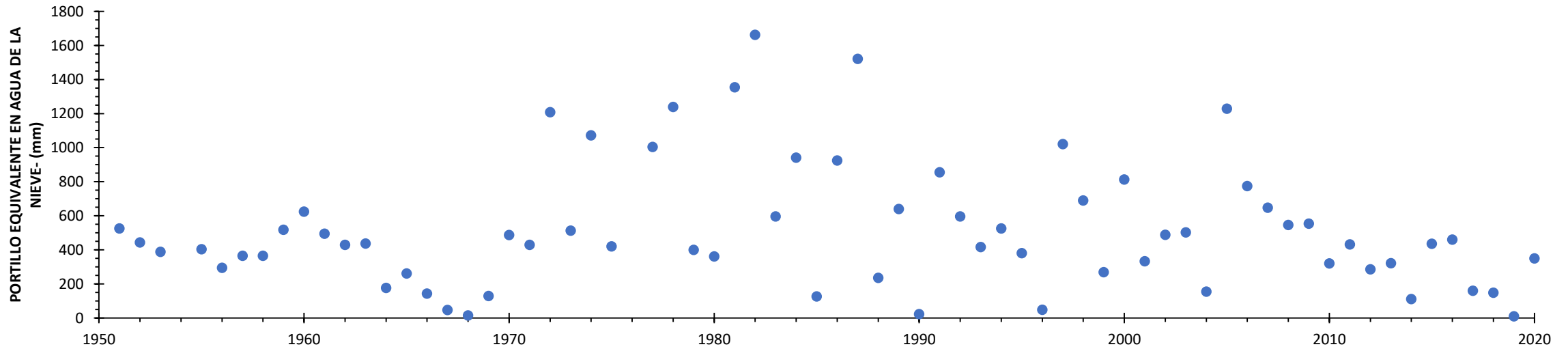
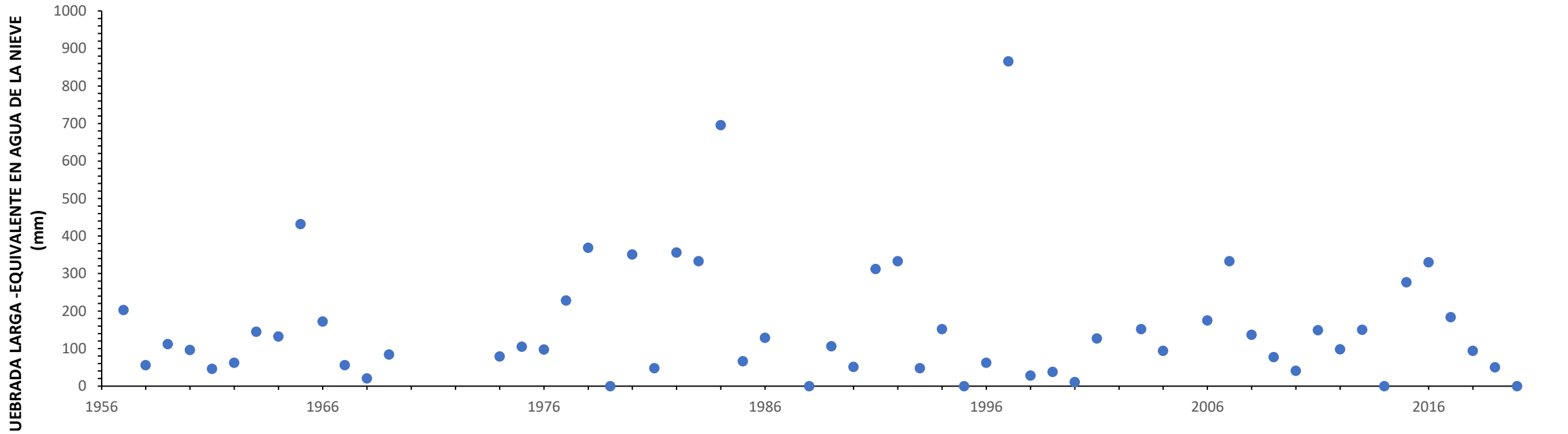
# INFORMACION METEOROLOGICA Y CLIMATICA





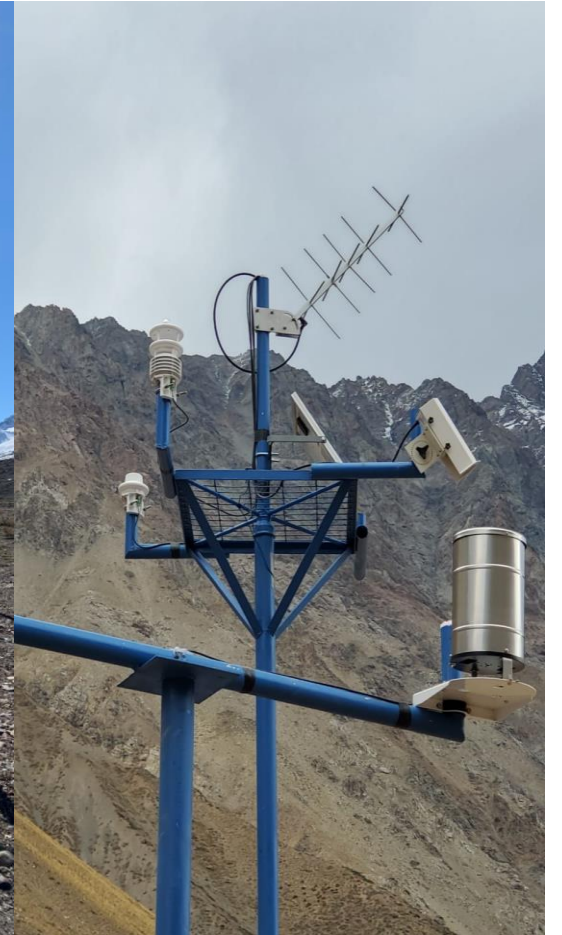


# NIEVES



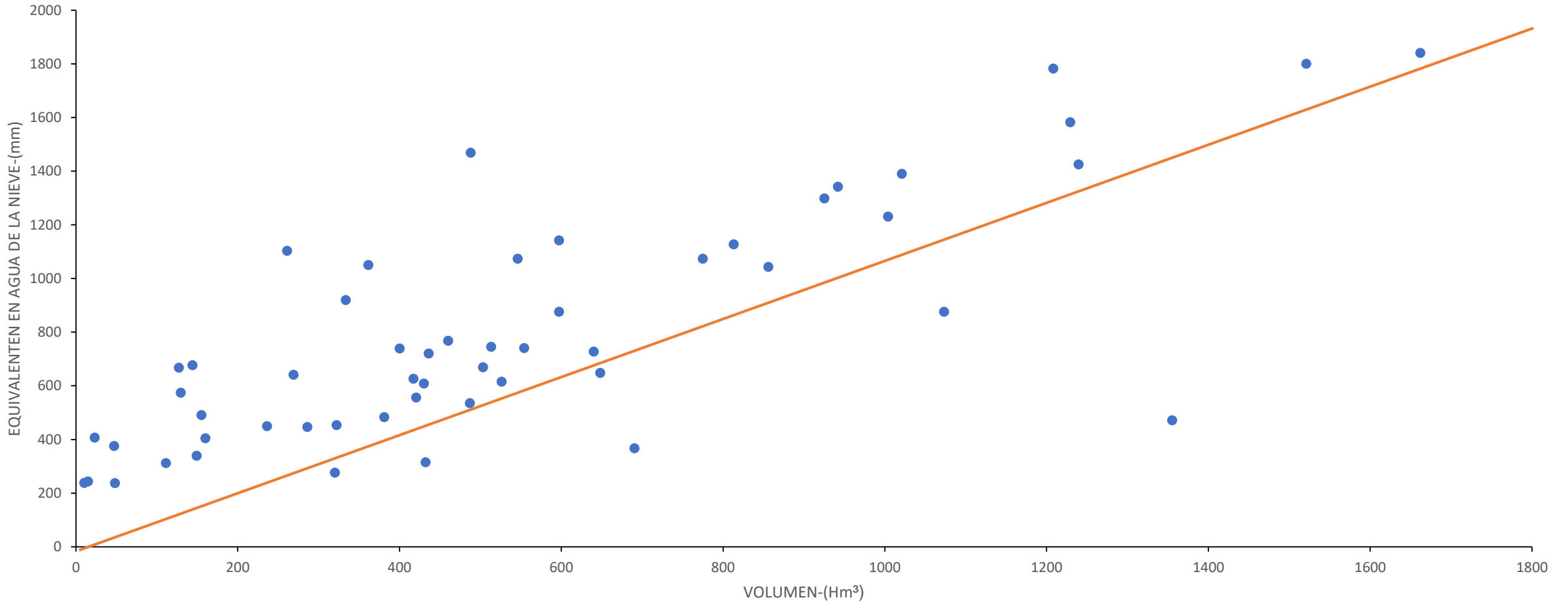


NIEVES





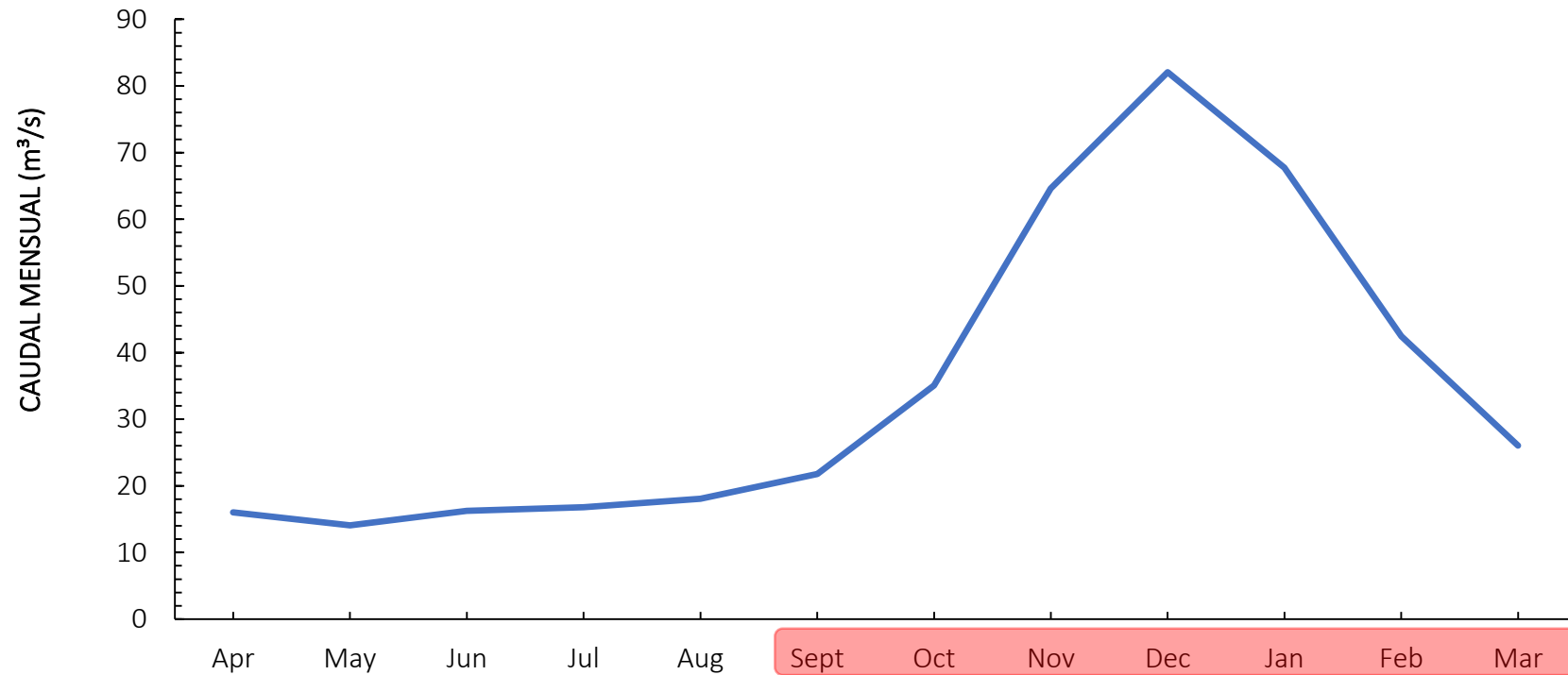
# NIEVES Y VOLUMEN





# DISPONIBILIDAD HIDRICA

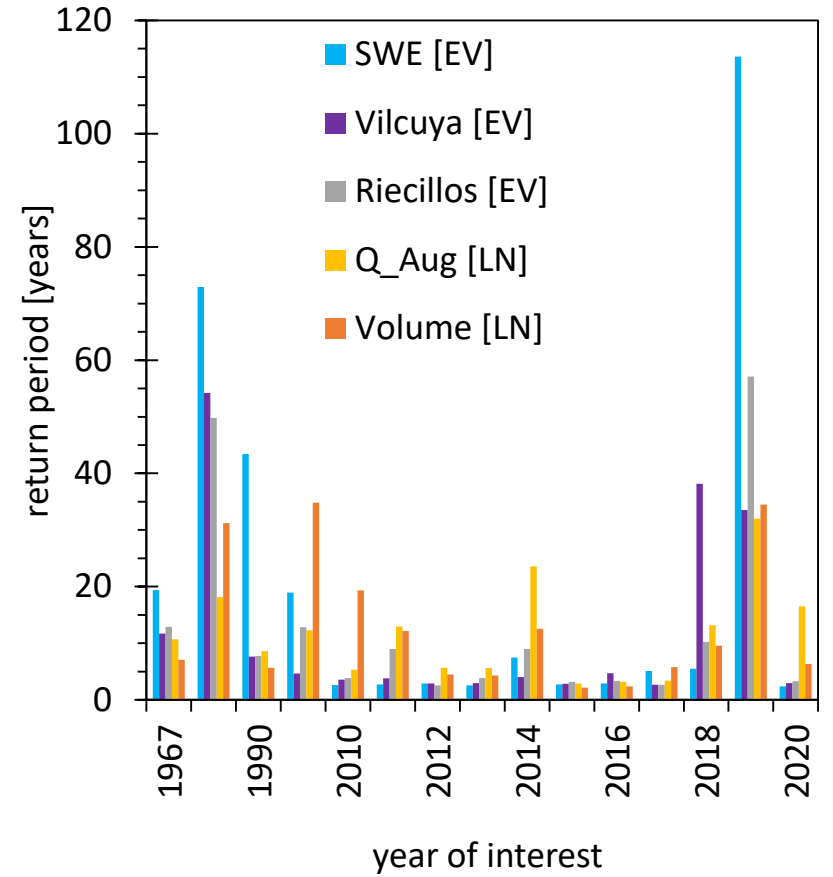
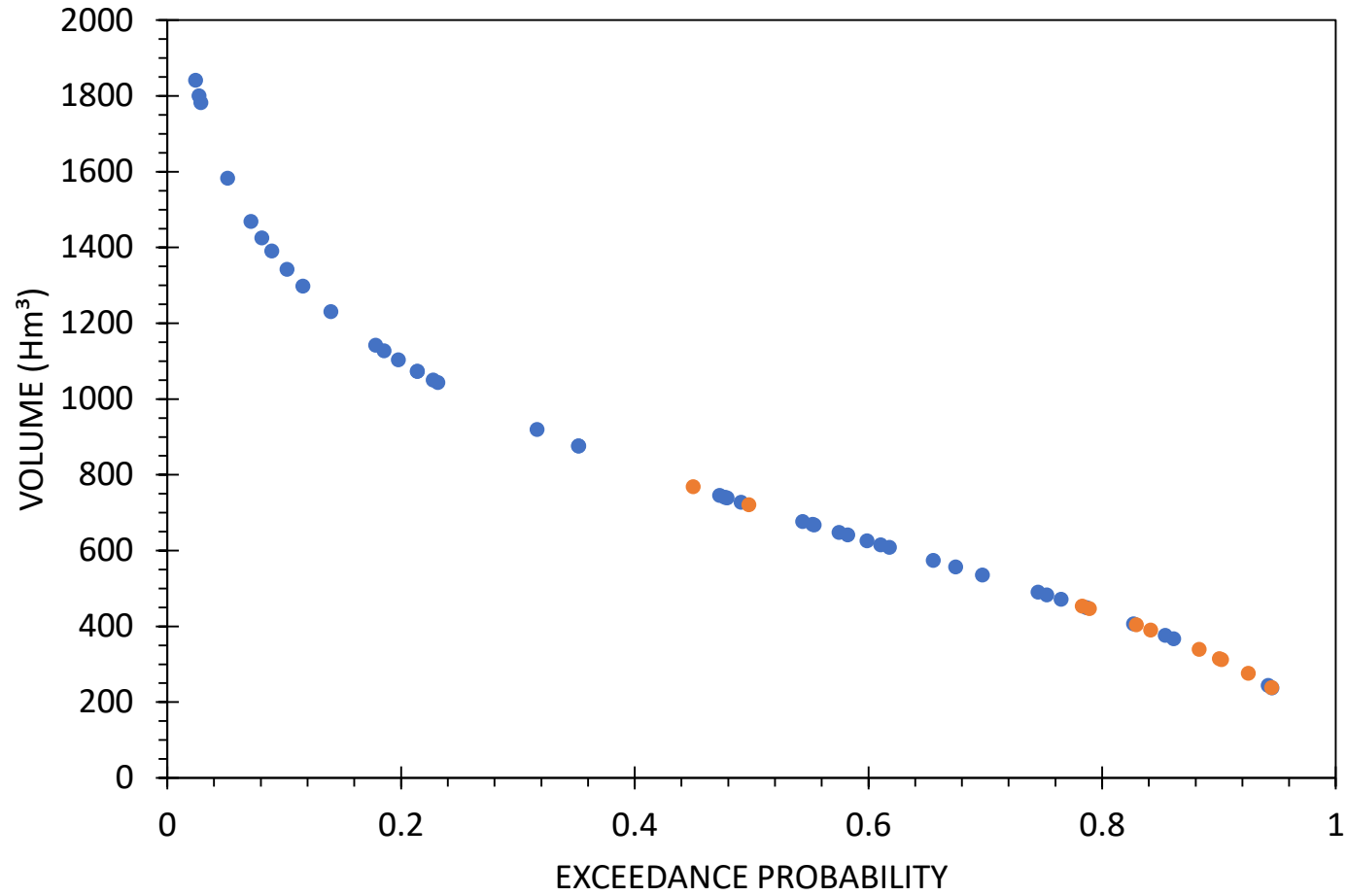
## Río Aconcagua en Chacabuquito





# GLACIOLOGIA





# INDICE ESTANDARIZADO DE SEQUÍA-RESOLUCIÓN N°1331-DGA

- Se basa en el índice estandarizado de sequía
- Lluvias (IPE) y caudales (ICE)
- Sequía Hidrológica



# Aspectos Legales

- Código de Aguas
- Resolución DGA N°1331, del 2022

ARTICULO 314°- El Presidente de la República, a petición o con informe de la Dirección General de Aguas, podrá, en épocas de extraordinaria sequía, declarar zonas de escasez por períodos máximos de seis meses, no prorrogables.

**RESOLUCIÓN 1331 EXENTA | DEJA SIN EFECTO LA RESOLUCIÓN D.G.A. N° 1.674 (EXENTA), DE 12 DE JUNIO DE 2012, Y ESTABLECE CRITERIOS QUE DETERMINAN EL CARÁCTER DE SEVERA SEQUÍA, DE CONFORMIDAD A LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO 314 DEL CÓDIGO DE AGUAS**

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS; DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS





# Aspectos Técnicos

- Variedad de Climas
- Distintos regímenes hidrológicos

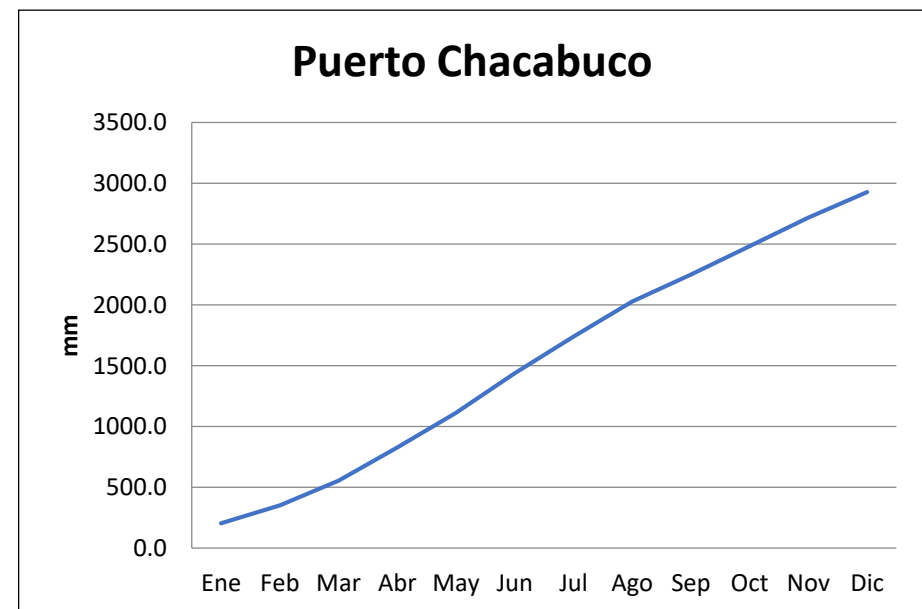
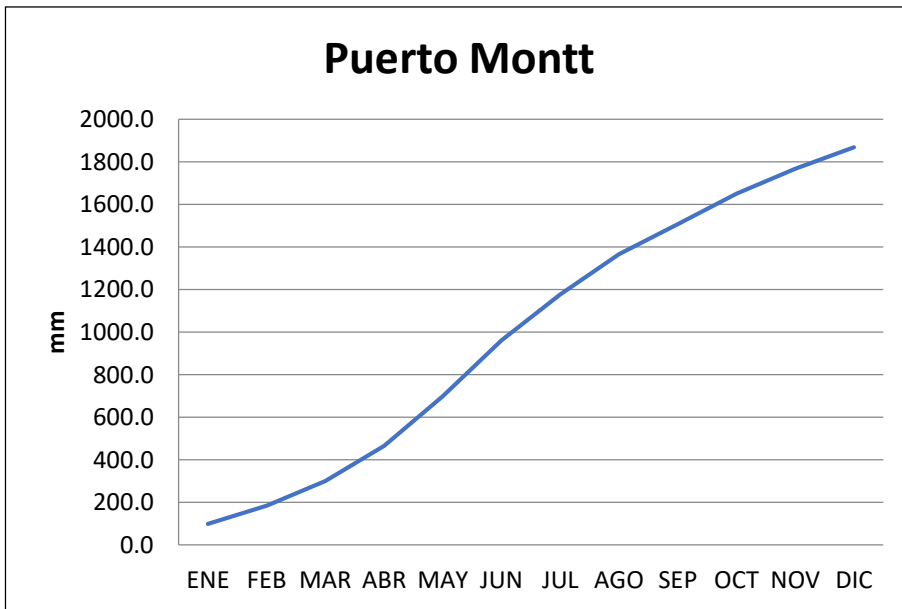
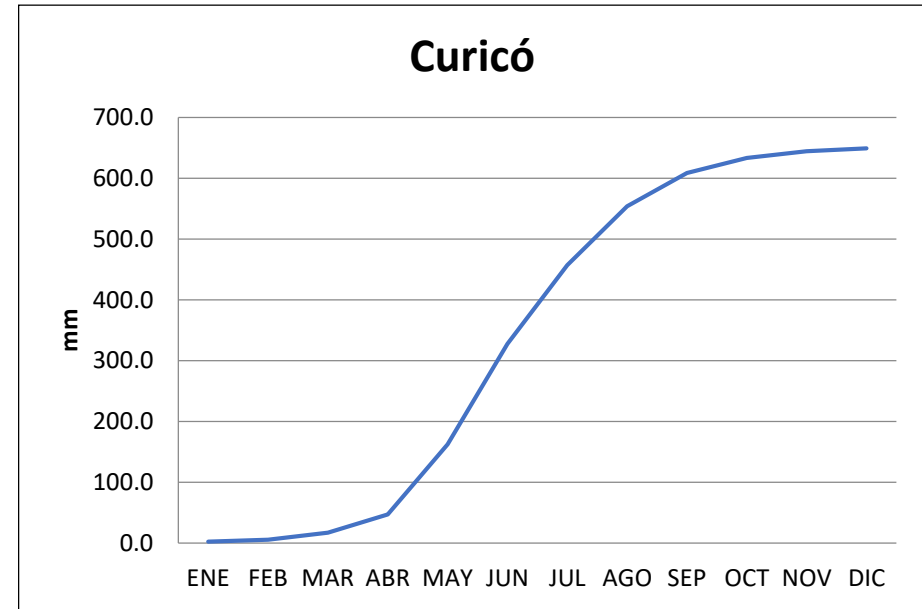
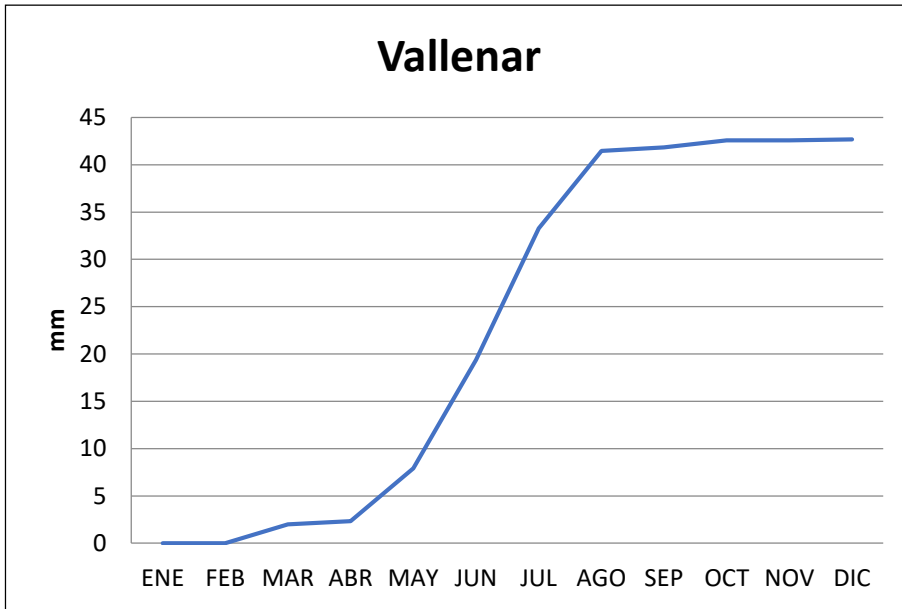


Fuente: <http://rutas.bienes.cl/?p=1076>

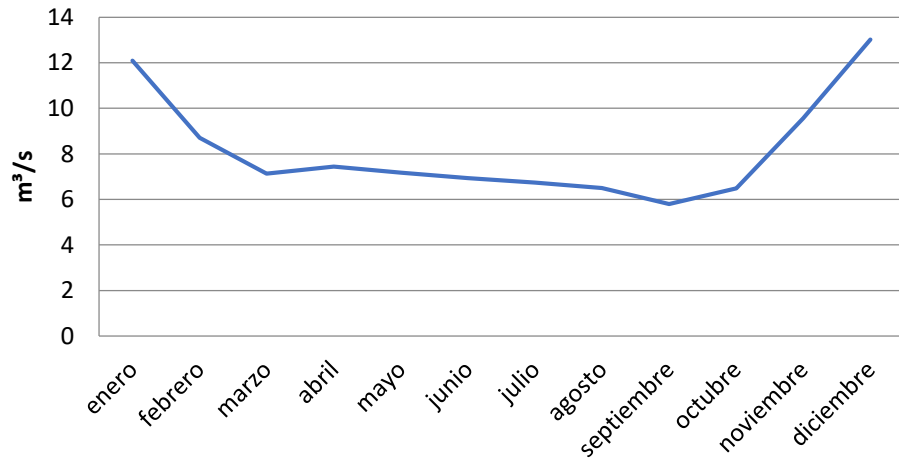


Fuente: <https://www.turismoenchile.cl/anuncio/2321/rafting-en-el-rio-blanco-con-aoni-rafting-patagonia>

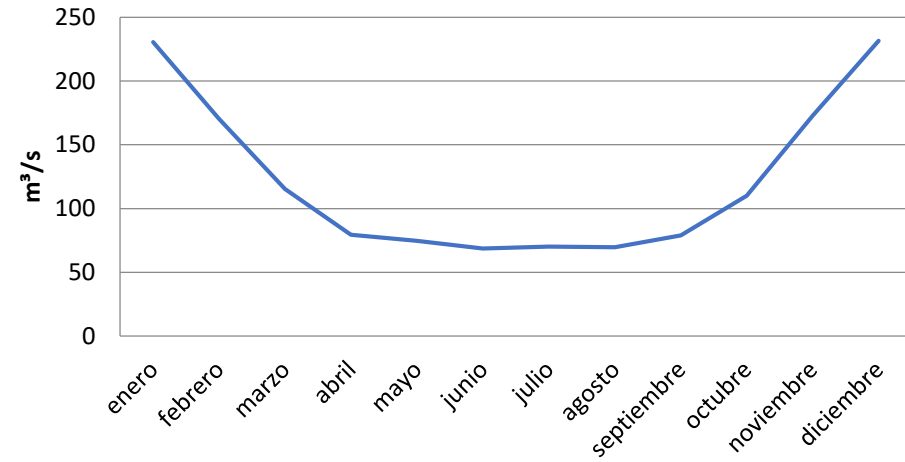




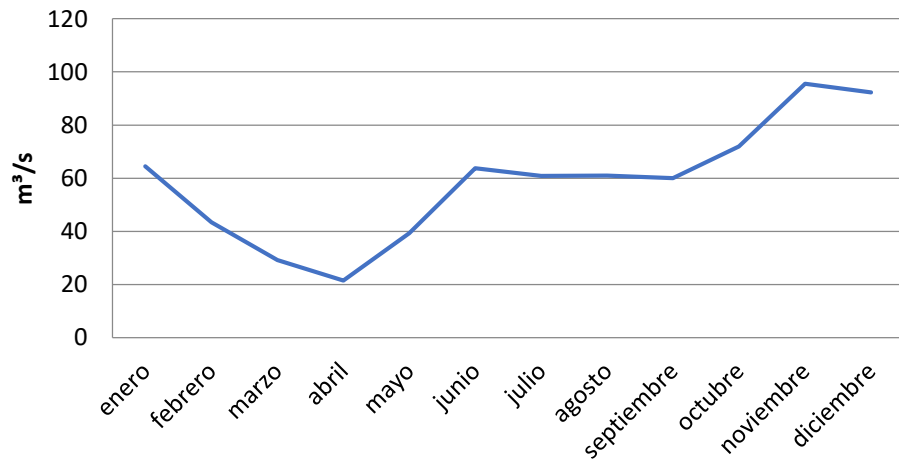
### Río Huasco en Algodones



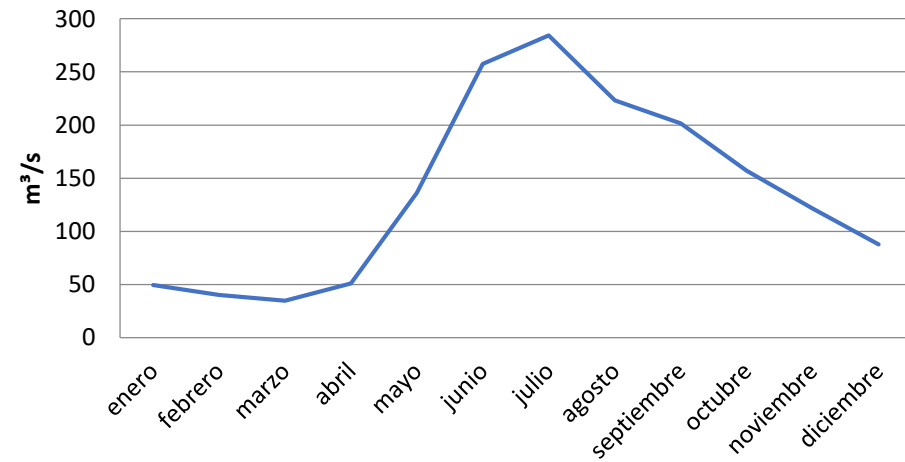
### Río Maipo en el Manzano



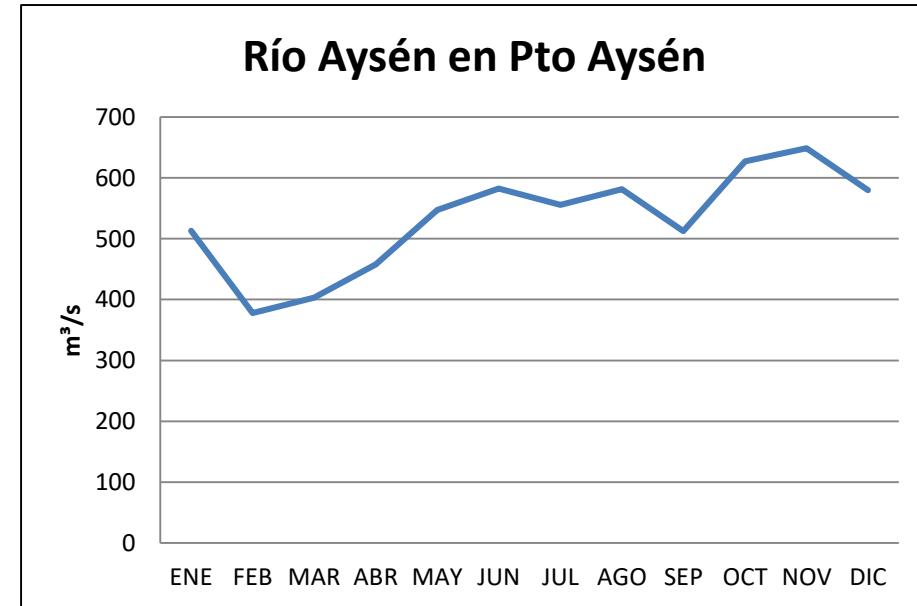
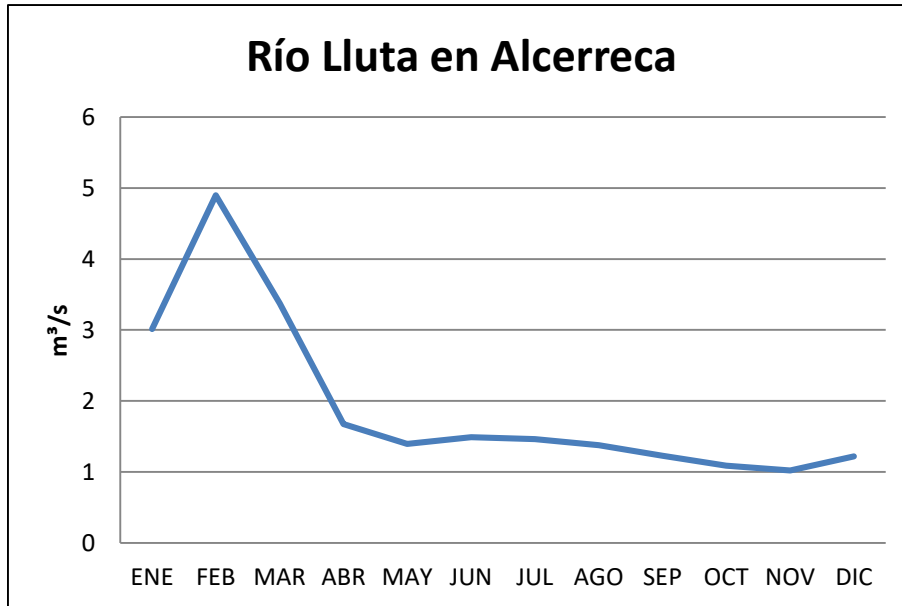
### Río Teno después junta Claro

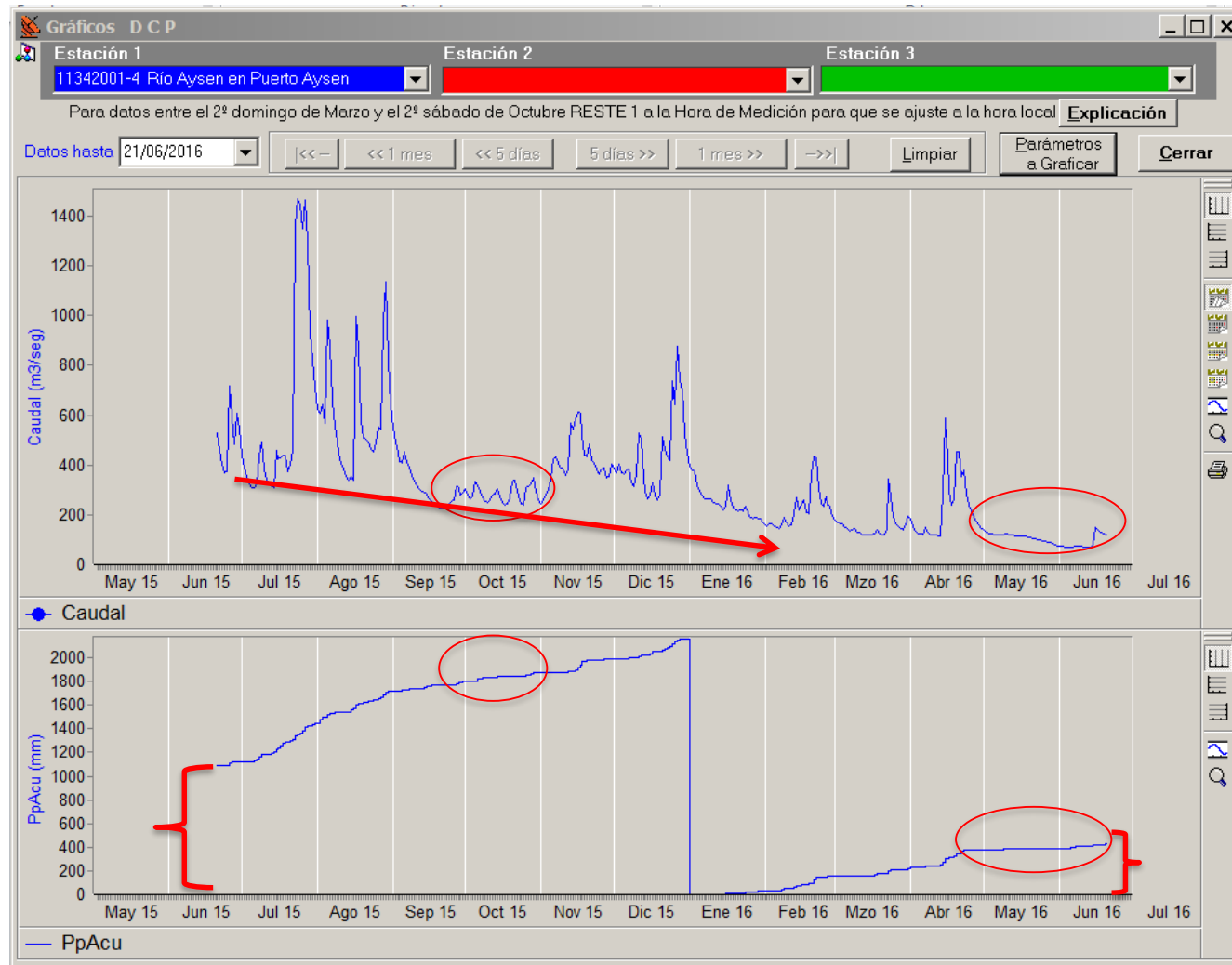


### Río Cautín en Cajón



# SITUACIONES ESPECIALES





## Resolución DGA N °1331 de 2022

- El año 2009 se consideró necesario revisar la metodología de cálculo de los índices de sequía para actualizarla según criterios y técnicas modernas y vigentes y se propuso la resolución actual.
- La Resolución N° 1674 de 2012 se basó en el estudio entregado por el DICTUC de la PUC, llamado **“PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN (DGA) N°39 DE 1984, CRITERIOS PARA CALIFICAR ÉPOCAS DE SEQUÍA QUE REVISTAN EL CARÁCTER DE EXTRAORDINARIA, ART. 314 DEL CÓDIGO DE AGUAS”**.
- Las recomendaciones del estudio se analizaron y se ajustaron de acuerdo con la experiencia de la DGA en esta materia.

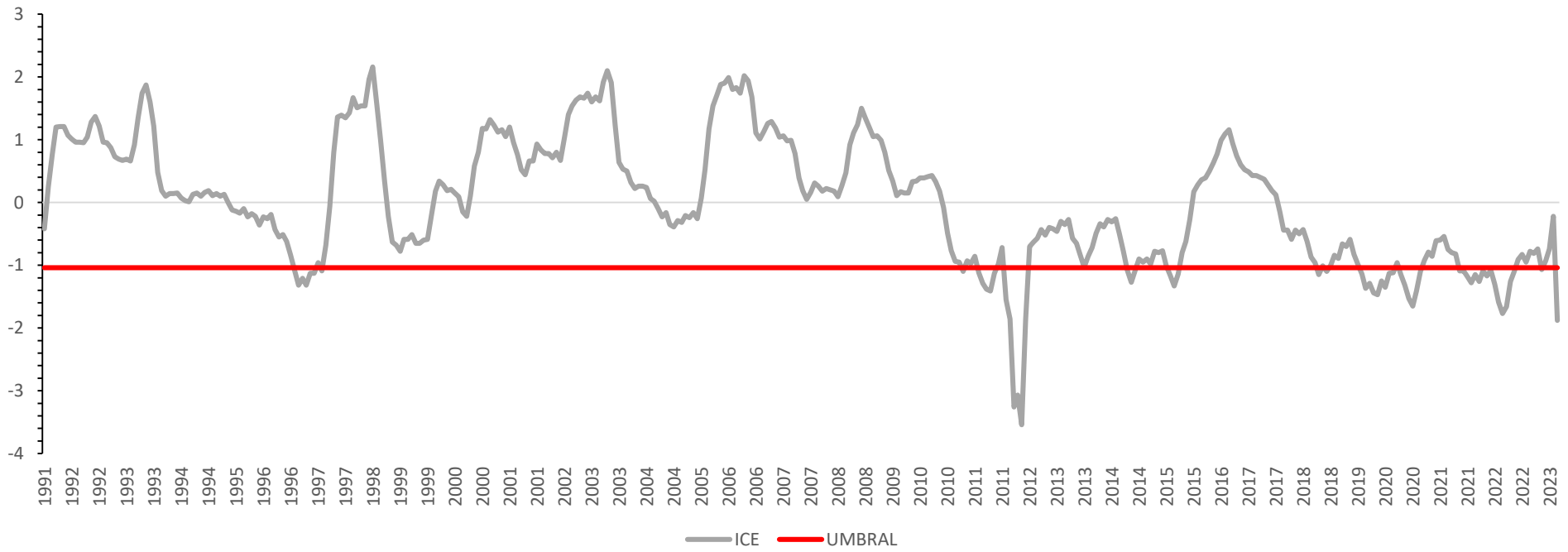


# Resolución DGA N ° 1674 de 2012

- Considera como indicador el IPE, **Índice de Precipitación Estandarizada**, para precipitaciones o sequías meteorológicas, y el ICE, **Índice de Caudales Estandarizado**, para caudales o sequías hidrológicas.
- Valores de IPE o ICE, probabilidad de ocurrencia acumulada de obtener un valor igual o menor y período de retorno estimado.

Valor del IPE o ICE	Prob. Acumulada	Período de retorno, años
-2,05	0,020	50,00
-1,64	0,050	20,00
-1,50	0,067	14,93
-1,28	0,100	10,00
-1,04	0,150	6,67
<b>-0,84</b>	<b>0,200</b>	<b>5,00</b>
0,00	0,500	2,00
0,52	0,700	1,43
1,04	0,850	1,18
1,28	0,900	1,11
1,50	0,933	1,07
1,64	0,950	1,05
2,05	0,980	1,02







# Resolución DGA N ° 1674 de 2012

- Clasificación de eventos de sequías para valores de IPE o ICE y su probabilidad acumulada.

Rangos de IPE o ICE	Prob. de ocurrencia	Calificación
$\leq -2,05$	0,020	Extremadamente seco
-2,05 a -1,28	0,080	Muy seco
<b>-1,28 a -0,84</b>	<b>0,100</b>	<b>Seco</b>
-0,84 a 0,84	0,600	Normal
0,84 a 1,28	0,100	Húmedo
1,28 a 2,05	0,080	Muy húmedo
$\geq 2,05$	0,020	Extremadamente húmedo



- a) Entre las regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta, el indicador de sequía ICE se analizará en forma individual cada mes (ICE1), y la condición será que los caudales medios mensuales de los últimos 3 meses consecutivos y considerados individualmente, tengan un indicador de sequía (ICE) igual o menor a  $(-1.04)$ , para estar frente a una situación de escasez hídrica.



# Criterios de precipitaciones y caudales Resolución calificadora de severa sequía N° 1331 de 2022

- b) Entre las regiones de Atacama y del Maule, el indicador de sequía ICE se analizará con los caudales medios mensuales acumulados de los últimos 6 meses (ICE6), y la condición será que los caudales medios mensuales acumulados de los últimos 6 meses tengan un indicador de sequía (ICE) igual o menor a (-1.04), para estar en presencia de una situación de escasez hídrica.
- El indicador de sequía IPE se analizará con las precipitaciones acumuladas de los últimos 12 meses (IPE12), y la condición será que las precipitaciones acumuladas de últimos 12 meses tengan un indicador de sequía (IPE) igual o menor a (-1.04), para estar frente a una situación de escasez hídrica.



- c) Entre las regiones del Ñuble y de La Araucanía, el indicador de sequía ICE se analizará con los caudales medios mensuales acumulados respecto de los últimos 6 meses (ICE6), y la condición será que los caudales medios mensuales acumulados de los últimos 6 meses tengan un indicador de sequía (ICE6) igual o menor a (-1.04), para estar en presencia de una situación de escasez hídrica.
- El indicador de sequía IPE se analizará respecto de las precipitaciones mensuales acumuladas de los últimos 6 meses (IPE6), y la condición será que las precipitaciones acumuladas de los últimos 6 meses tengan un indicador de sequía (IPE) igual o menor a (-1.04), para estar frente a una situación de escasez hídrica.



- d) Entre las regiones de Los Ríos y de Magallanes y de la Antártica Chilena, el indicador de sequía ICE se analizará con los caudales medios mensuales acumulados de los últimos 3 meses (ICE3), y la condición será que los caudales medios mensuales de los últimos 3 meses tengan un indicador de sequía (ICE3) igual o menor a (-1.04), para estar en presencia de una situación de escasez hídrica.
- El indicador de sequía IPE se analizará respecto de las precipitaciones mensuales acumuladas de los últimos 3 meses (IPE3), y la condición será que las precipitaciones acumuladas de los últimos 3 meses tengan un indicador de sequía (IPE3) igual o menor a (-1.04), para estar frente a una situación de escasez hídrica.



## Otros criterios

- Para el caso de uso de aguas subterráneas, la condición de sequía se verificará, si en cualquier momento, en el sector hidrogeológico de aprovechamiento común del acuífero, la capacidad de la o las captaciones para abastecimiento de agua, cumplen las siguientes condiciones :
  - a) en el caso de la empresas sanitarias, cuando sea menor al 50% de la capacidad informada a la Superintendencia de Servicios Sanitarios en el último proceso tarifario.
  - b) en el caso de sistemas de agua potable rural, cuando sea menor al 50% de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea otorgados.



## Otros criterios

Resolución N° 1674 de 2012

- En las cuencas que cuenten con embalses de regulación interanual y el volumen almacenado sea inferior al 60% del promedio estadístico del mes el indicador de sequía para caudales (ICE), para este caso, deberá ser menor o igual a -0.68.
- Las condiciones de caudales o precipitaciones que se señalan en cada zona o región, para que se verifiquen las condiciones de sequía, pueden presentarse simultánea o separadamente.







## CONCLUSIONES

- La evaluación de precipitaciones debe considerar su influencia sobre los caudales.
- El disgregar la evaluación de las precipitaciones por macrozonas, resultaría ser lo más coherente según nuestra hidrología y regímenes.
- Actualmente se encuentra en análisis toda la metodología. Se espera además el desarrollo de mapas.



# Gracias

