

Indicadores y plataformas para el seguimiento y gestión de sequías

Jorge Gironás, Sebastián Vicuña, Sebastián Aedo, David Morales, Javier Vargas, Juan de Dios Guzmán, Francisco Suárez



Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental



Centro UC
Desierto de Atacama

Motivación

Situación Nacional

1. A marzo del 2022, 188 de 346 comunas están bajo decretos de zona de escasez hídrica (~47,5% población nacional).
2. La Organización Meteorológica Mundial actualiza normales climáticas a las 3 últimas décadas (1991-2020 es el período actual).
3. Ha habido cambios importantes en clima del país entre 1961 y 2020, con aumento de T_{media} de 0,13 °C/dec y caída de Panual de -27 mm/dec, así como reducciones en acuíferos.
4. Hay una creciente disponibilidad de datos, modelos, metodologías y herramientas tecnológicas.
5. La sequía es parte de la realidad nacional, y requiere medidas preventivas, adaptativas y con enfoques de corto, mediano y largo plazo.

Motivación

Hacia la gestión preventiva de sequías

1. **Proyecto ANID FSEQ210018:** Integración del monitoreo de sequías y diseño de políticas públicas para la gestión proactiva de la sequía.
2. **Objetivo General:** Desarrollar y proponer marco integrado de monitoreo y políticas públicas para la gestión proactiva de la sequía.
3. **Objetivo Específico:**
 - Lograr caracterización integrada de sequías (escalas temporales y espaciales, gravedad, amenaza vs. impacto, etc.).
 - Desarrollar una plataforma o monitor de sequía para visualizar índices de sequía espacialmente distribuidos.
 - Formular un portafolio de políticas públicas proactivas para mejorar la gestión de la sequía.
 - Evaluar y proponer herramientas para garantizar un consumo seguro de agua por parte de la población.
 - Mejorar la resiliencia de sectores económicos estratégicos frente a la sequía.

Indicadores e índices de sequía

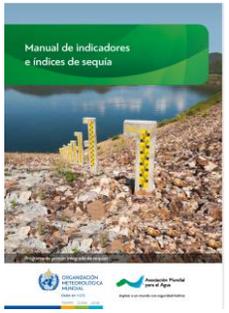
OMM (2016)



1. **Indicador:** Variable o parámetro usado para describir condiciones de las sequías. Ejemplos: precipitación, temperatura, caudales, niveles de aguas subterráneas, niveles de embalses, humedad del suelo y extensión del manto nival.
2. **Índice:** Representación numérica que informan sobre la gravedad de las sequías, y permite analizar el fenómeno en un período de tiempo determinado.
3. **Usos de Índices:**
 - Simplificar relaciones complejas y comunicar información a distintos públicos y usuarios
 - Proporcionar un enfoque cuantitativo de la gravedad (desviación con respecto a la normalidad), localización geográfica, desarrollo cronológico y duración de los episodios de sequía.
 - Seguir y prever efectos y consecuencias de sequías.
 - Servir de referencia histórica para planificación y toma de decisión.

Indicadores e índices de sequía

Índices estandarizados



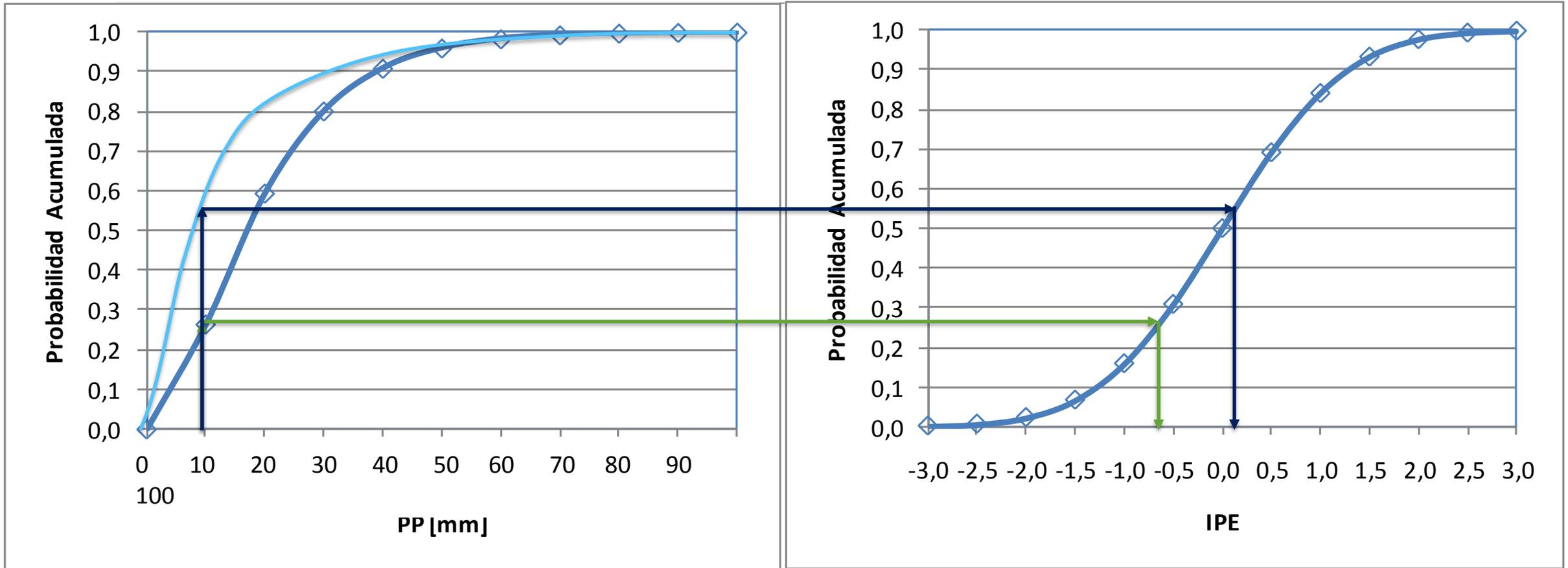
- Valor numérico que cuantifica la desviación del valor de una variable, para un periodo de acumulación, respecto a la condición media.
- Aplicable a zonas extensas y de diferente condición climática, con un criterio común para cuantificar ocurrencia y gravedad de sequías.
- Desarrollados a partir del índice de precipitación estandarizado (IPE, McKee et al., 1993). Aplicaciones a variables como caudales (ICE), balance hídrico con evapotranspiración (IPEE) y aguas subterráneas (IASE).

Probabilidad de ocurrencia

Rango de Valores	Descripción de la situación	Período de Retorno (años)
0 a -0,99	Normal	2
-1,0 a -1,49	Sequía moderada	6,3
-1,5 a -1.99	Sequía severa	15
-2 y menos	Sequía extrema	44

Indicadores e índices de sequía

Índices estandarizados

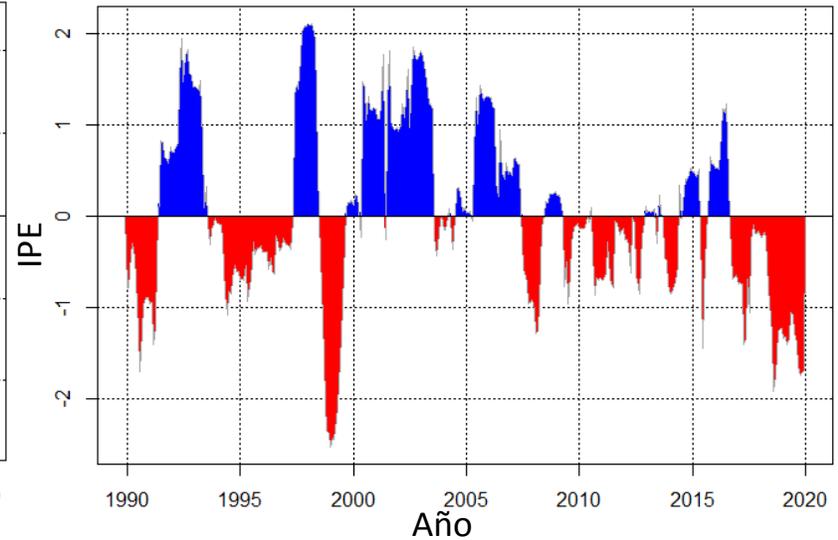
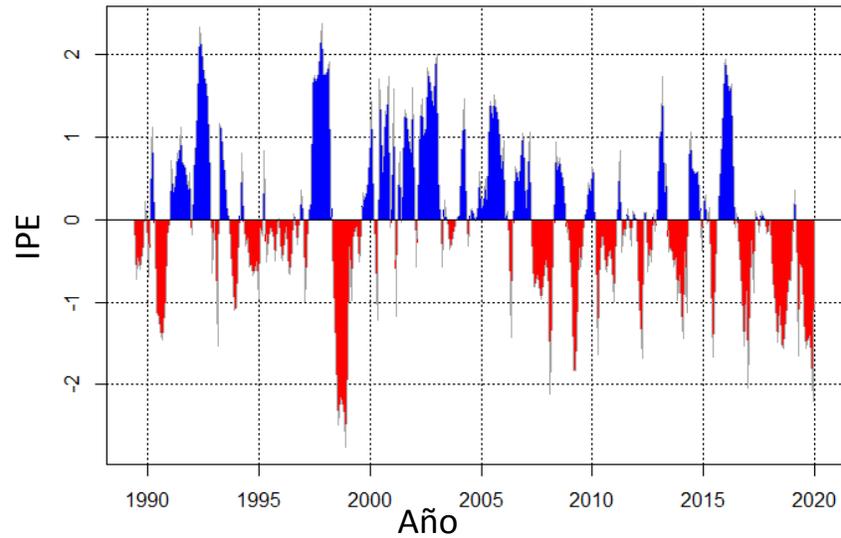
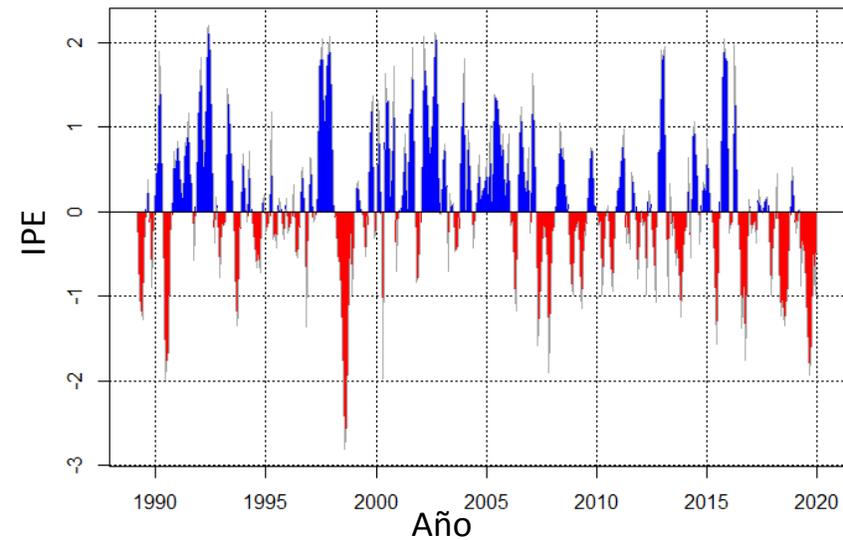
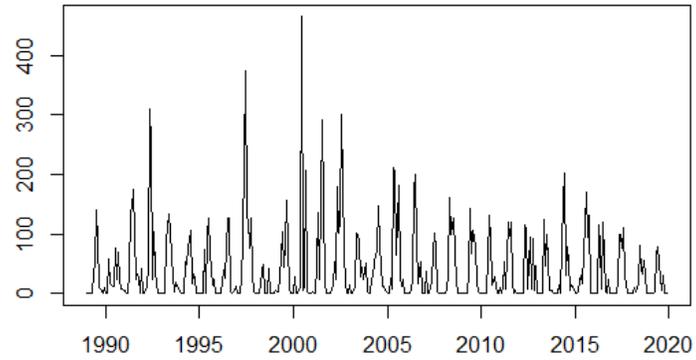


Transformación del valor de la variable de interés (P) en un valor del índice estandarizado (IPE)

Indicadores e Índices de sequía

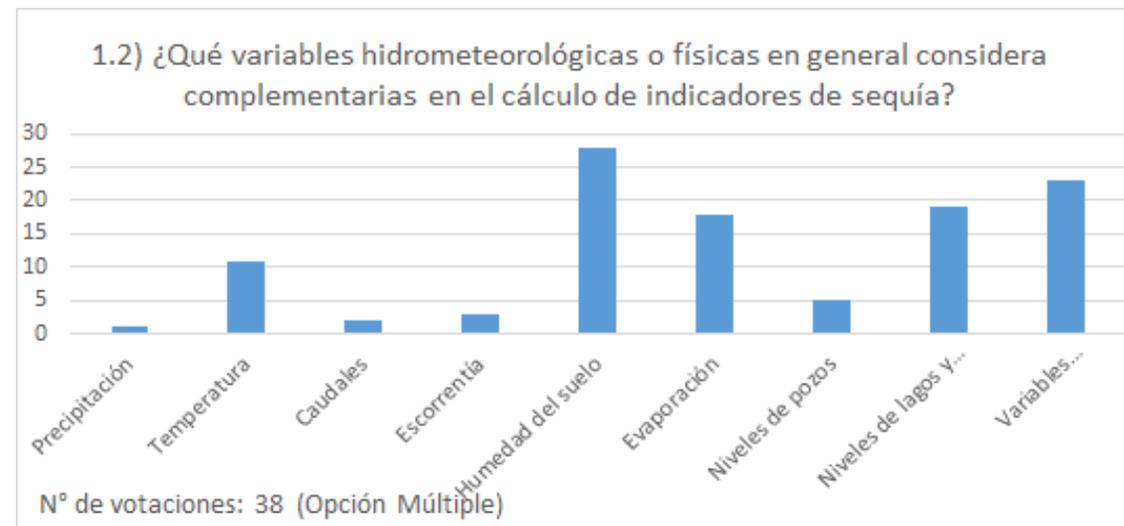
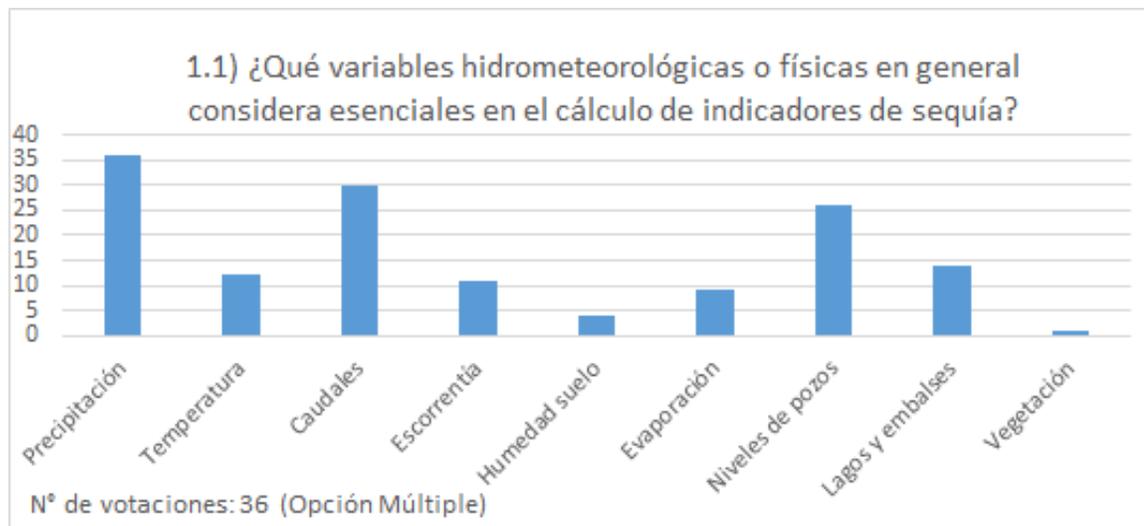
Índices estandarizados

Registro Precipitación Potrero Grande

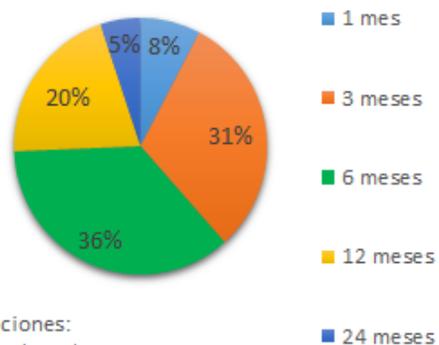


Indicadores e Índices de sequía

Focus group proyecto “Estudio de perfeccionamiento de las capacidades de la DGA en gestión de ciclos de sequía y escasez” (2020-2021)

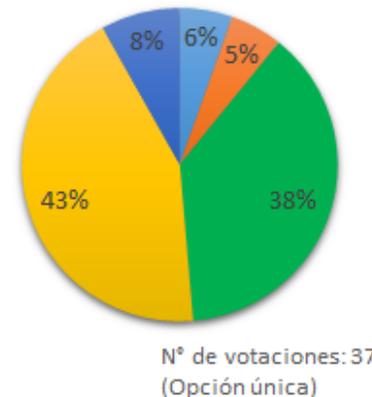


2) ¿Qué ventana de tiempo o acumulación considera esencial en la cuantificación de



4) ¿Qué periodo de tiempo consideraría como referencia para el cálculo de indicadores de sequía?

- Periodo histórico 1960-1990 (DMC)
- Periodo histórico 1980-2015 (CR2MET)
- Periodo móvil de últimos 30 años
- Periodo móvil de 30 años con actualización cada 10 años (OMM)
- Período con año inicial fijo que se expande hasta último año durante actualización



1) ¿Es procedente/adeecuado que una declaración de zona de escasez tenga duración temporal fija?



Plataforma de seguimiento de sequía

Objetivos: Visualizar, informar, reportar y educar sobre las características e impactos de la sequía en Chile, bajo condición de escasez hídrica y cambio climático.

Características

1. Visualizador web con múltiples indicadores de sequía a escala nacional y con casos de estudio (Ligua-Petorca, Maipo, Maule)
2. Plataforma sensible a las necesidades de los usuarios e interesados
3. Protocolo FAIR (Encontrabilidad, Accesibilidad, Interoperabilidad y Reutilización de datos.)

Plataforma de seguimiento de sequía

Análisis comparativo de plataformas de monitoreo de sequías

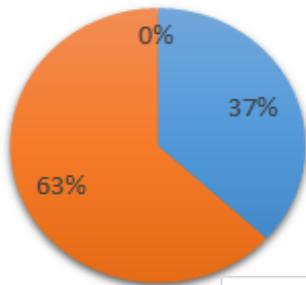
1. Diversas experiencias internacionales con variados:
 - **Objetivos:** generación y/o difusión de información, aplicación de política pública, investigación.
 - **Servicios:** monitoreo, pronóstico, informes específicos y generales, respuestas programadas, registro histórico.
 - **Extensión:** regional, nacional, multinacional
 - **Fuentes de información:** estaciones públicas y privadas, información satelital.
 - **Indicadores:** precipitación, caudales, humedad del suelo, evapotranspiración, índices vegetacionales.

Plataforma de seguimiento de sequía

Focus group proyecto “Estudio de perfeccionamiento de las capacidades de la DGA en gestión de ciclos de sequía y escasez” (2020-2021)

1) ¿Cuál debiese ser el público objetivo de plataforma? (Sin perjuicio de los estándares de transparencia del Estado)

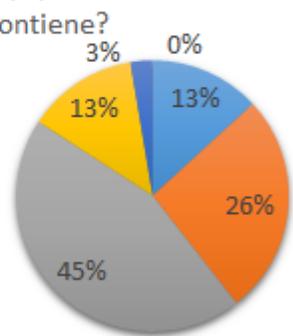
- Abierto a todo público
- Abierto a todo público con información diferenciada
- Abierto solo a un grupo de usuarios



N° de votaciones: 38 (Opción única)

3) ¿Cuál es la más adecuada periodicidad de actualización de la plataforma de monitoreo y seguimiento (PMS) y de la información que contiene?

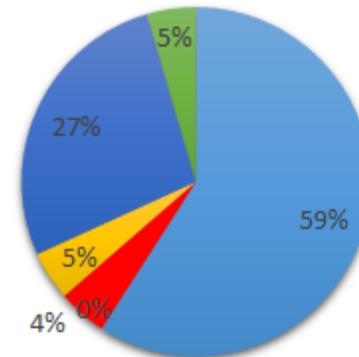
- Semanal
- Quincenal
- Mensual
- Trimestral
- Semestral
- Anual



N° de votaciones: 38 (Opción única)

4.1) ¿Cuál debe ser la unidad espacial para la visualización de información?

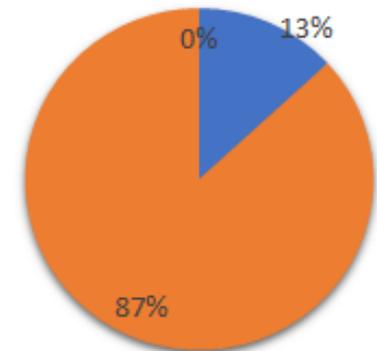
- Pixel de grilla
- Estación
- Comuna
- Subcuenca
- Cuenca
- Región



N° de votaciones: 22 (Opción única, día martes)

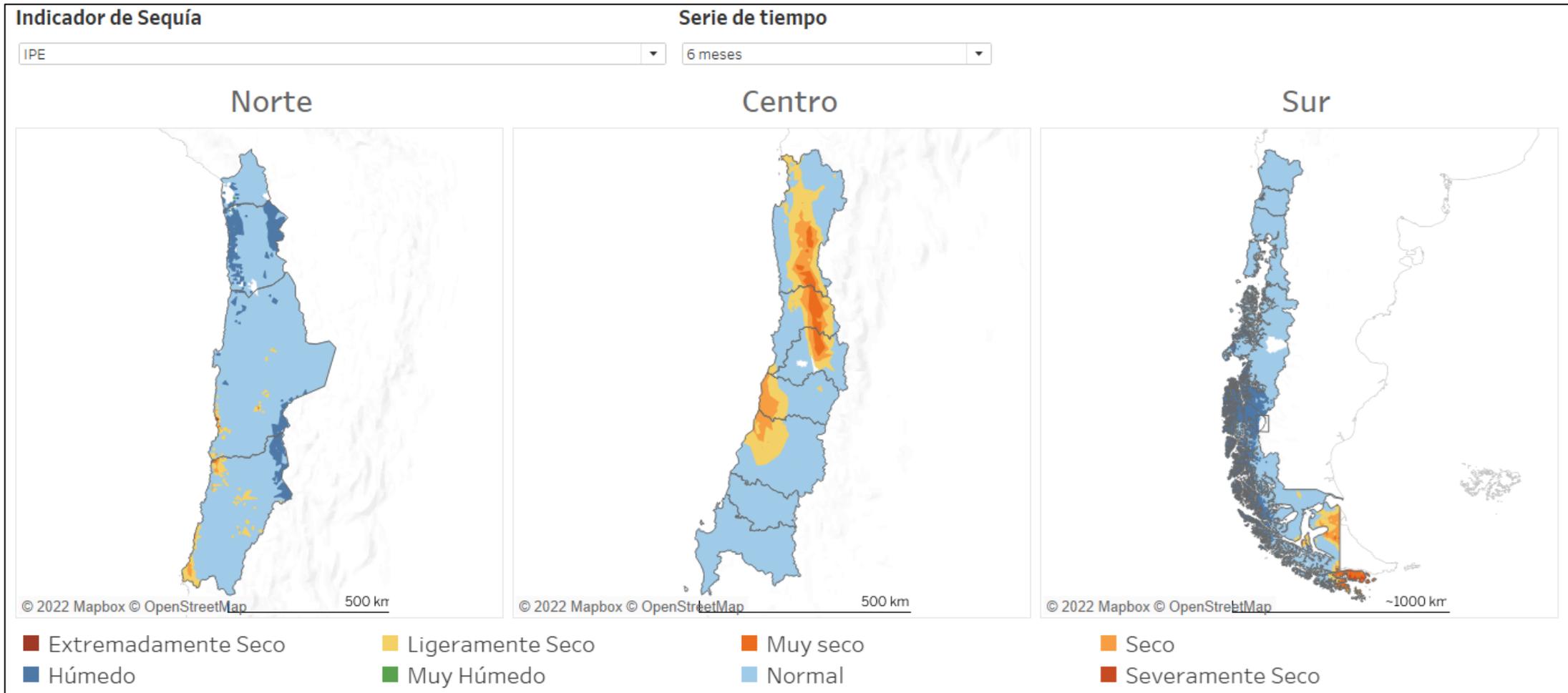
5) ¿Cuántos niveles de severidad o similar considera pertinente para definir una situación de escasez?

- 2 (Normal, sequía extraordinaria)
- 3 (Normal, sequía incipiente, sequía extraordinaria)
- Más de 3 (Normal, incipiente, moderada... extraordinaria)



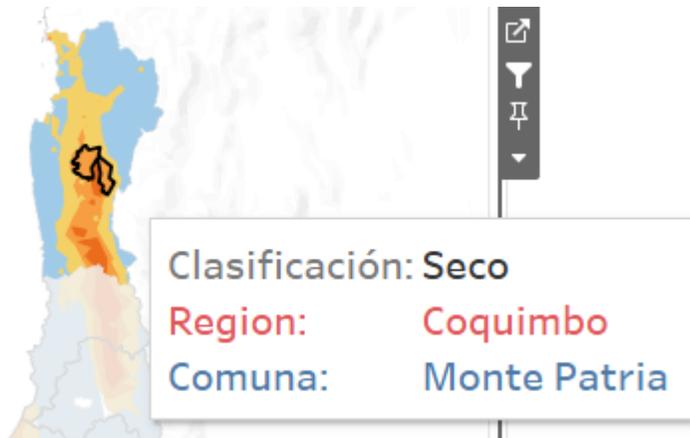
N° de votaciones: 38 (Opción única)

Visualizador WEB

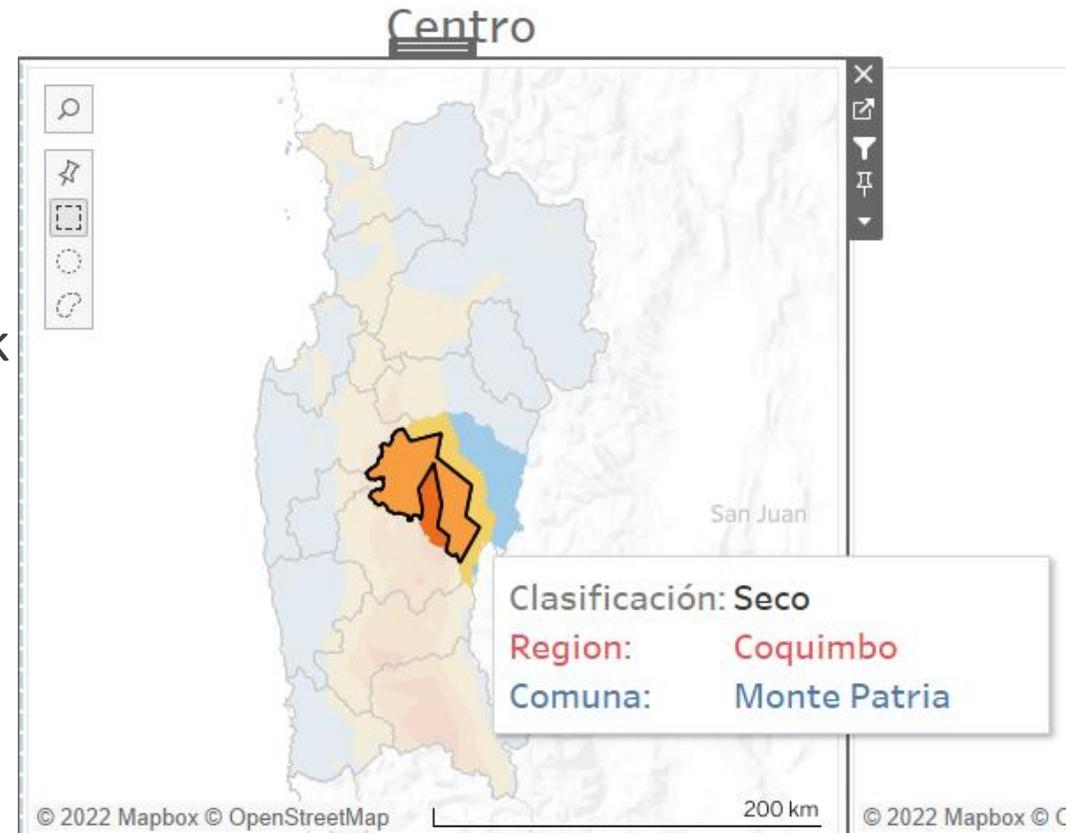


Visualizador WEB

Funcionalidad Interactiva



Filtros son accionados con click



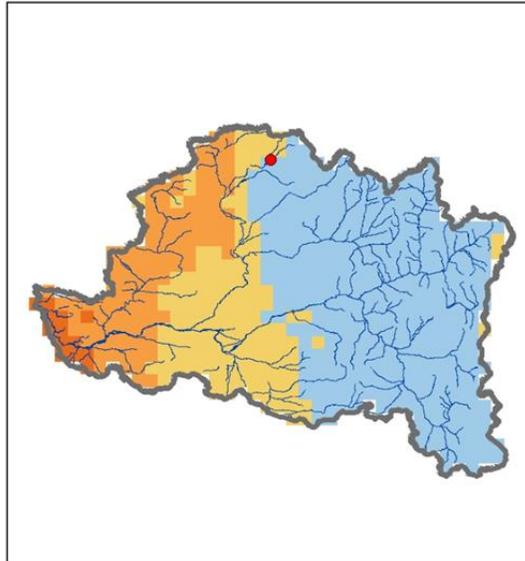
Seguimiento de sequía a escala de cuenca

- Objetivo: (1) Visualizar a escala de cuenca el comportamiento de indicadores; (2) Transitar hacia indicadores de impactos
- Ejemplo de indicadores
 - ◆ IPE (Índice de precipitación estandarizado) (en base a observaciones)
 - ◆ IPEE (Índice de evapo-transpiración estandarizado) (en base a observaciones)
 - ◆ SGI (Standardised Groundwater level Index) (en base a modelo)
 - ◆ NDVI estandarizado (en base a imagen satelital) (en desarrollo)
- Acumulación temporal
 - ◆ 6 Meses
 - ◆ 12 Meses

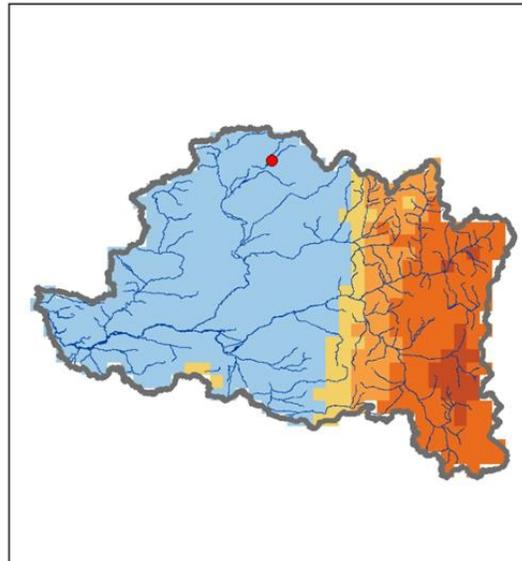
Seguimiento de sequía a escala de cuenca

Cuenca del Maipo - IPE 12 MESES

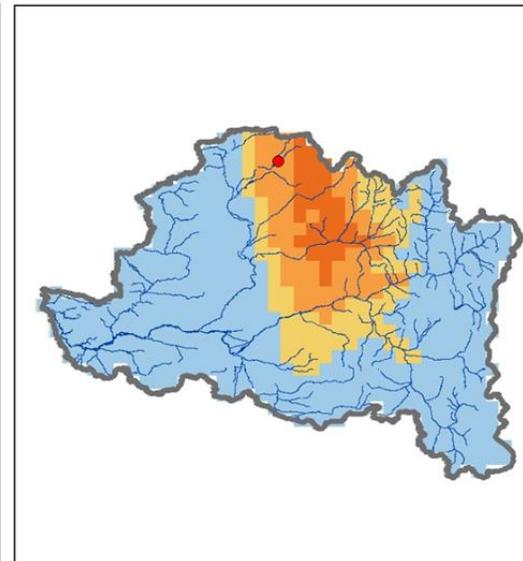
1990



2010



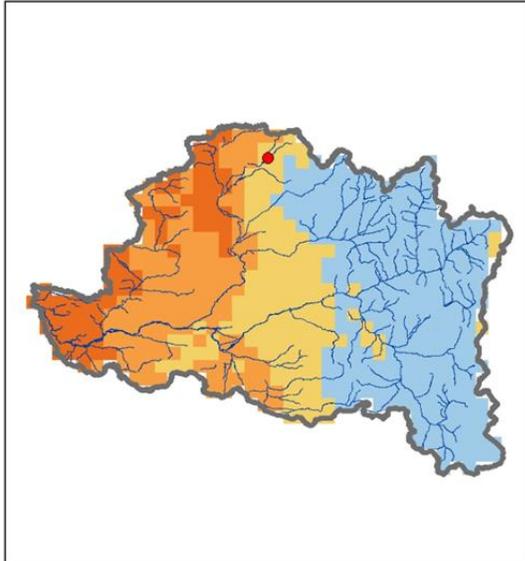
2018



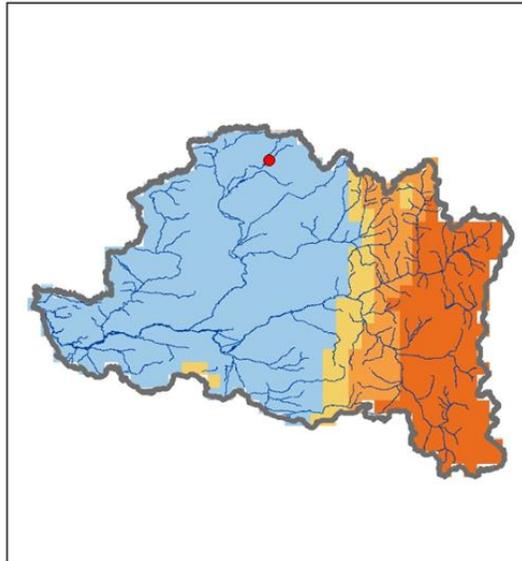
Seguimiento de sequía a escala de cuenca

Cuenca del Maipo - IPEE 12 MESES

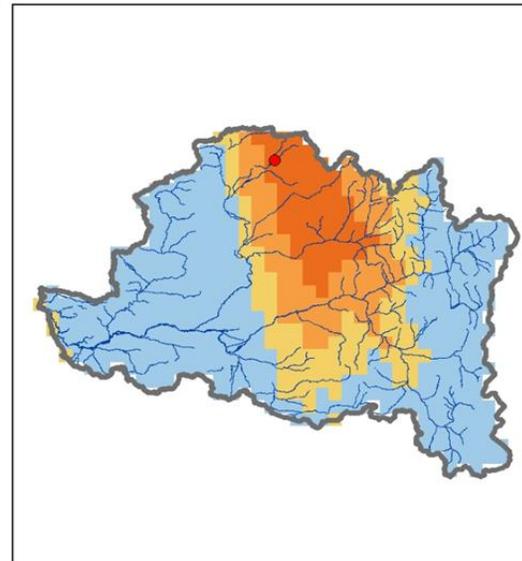
1990



2010



2018



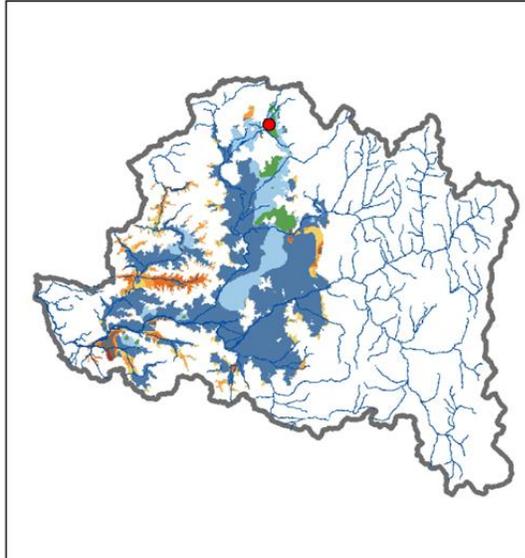
Leyenda



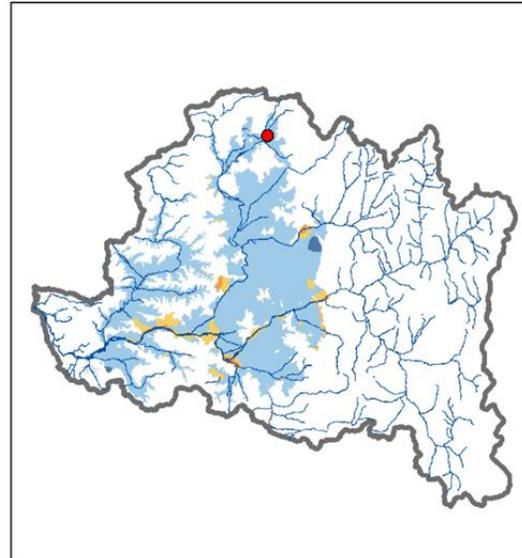
Seguimiento de sequía a escala de cuenca

Cuenca del Maipo - SGI 12 MESES

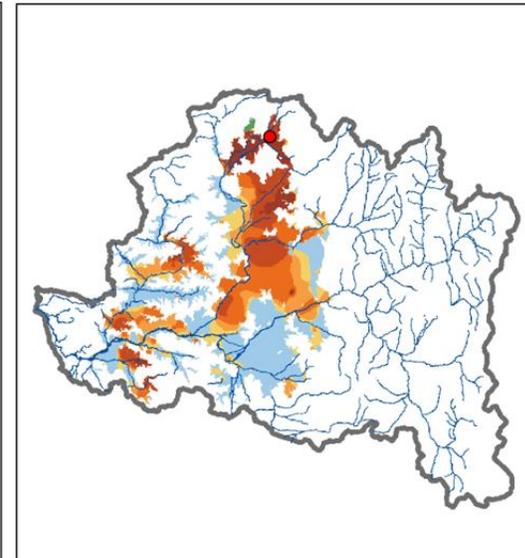
1990



2010



2018



Leyenda

— Hidrografica

□ Cuenca_Maipo

■ Extremadamente seco

■ Severamente seco

■ Muy seco

■ Seco

■ Ligeramente seco

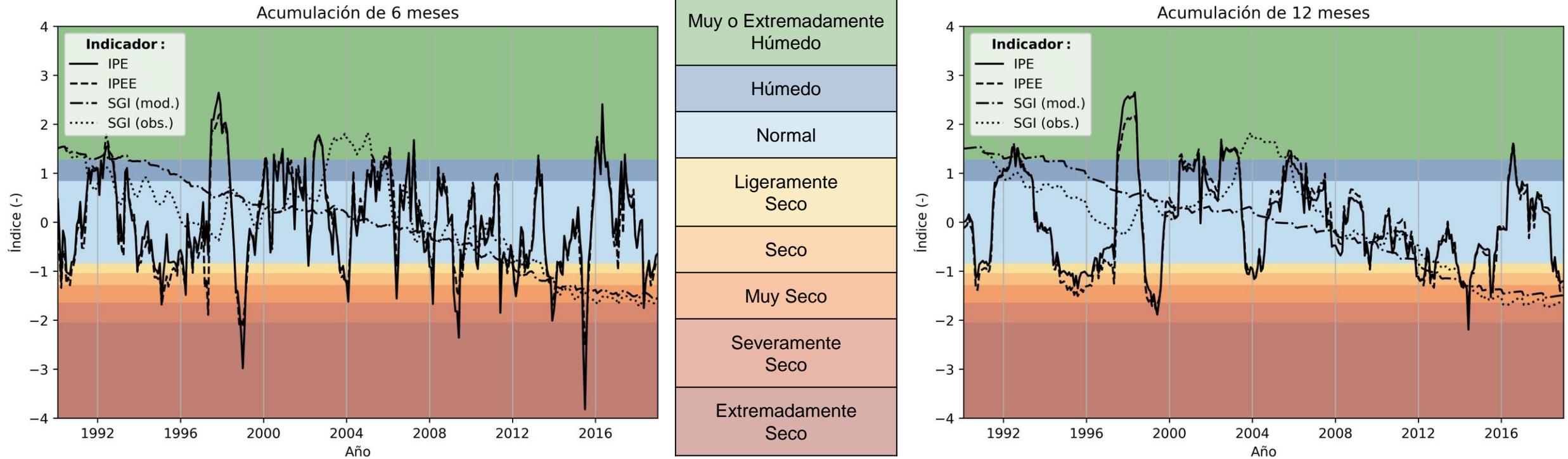
■ Normal

■ Húmedo

■ Muy o extremadamente húmedo

Seguimiento de sequía a escala de cuenca

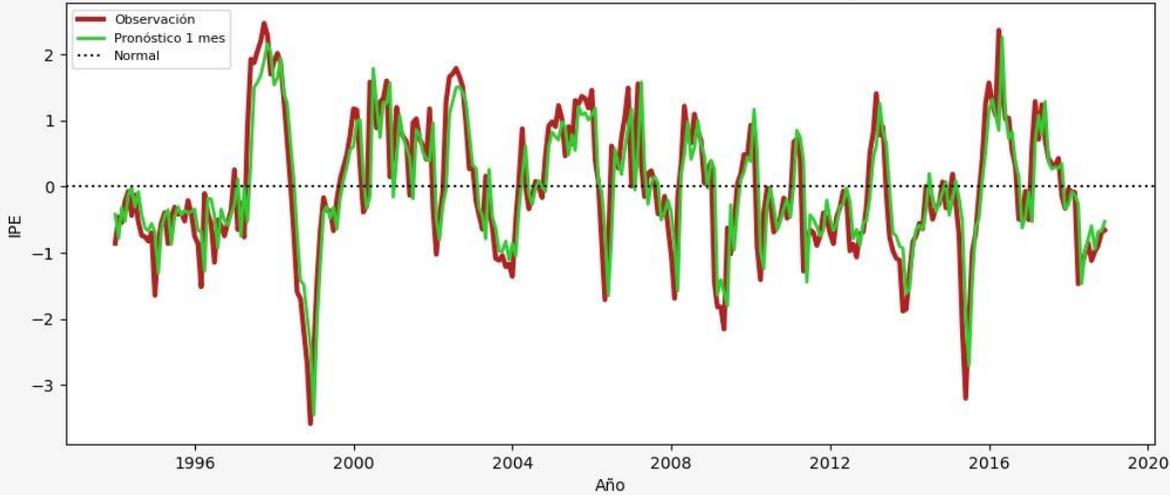
Evolución temporal de los índices de sequía (til til)



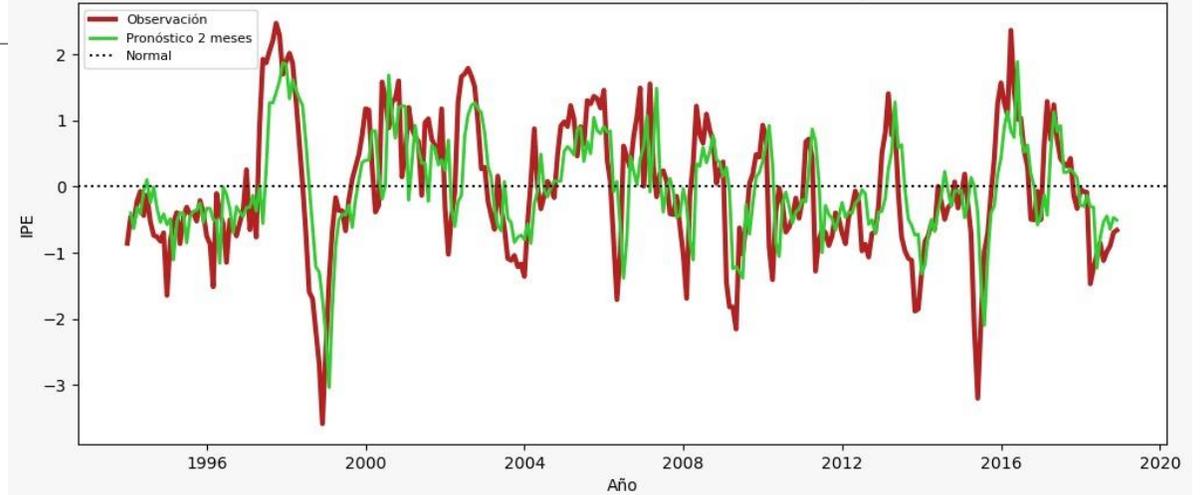
Seguimiento de sequía a escala de cuenca

Hacia un pronóstico de sequías

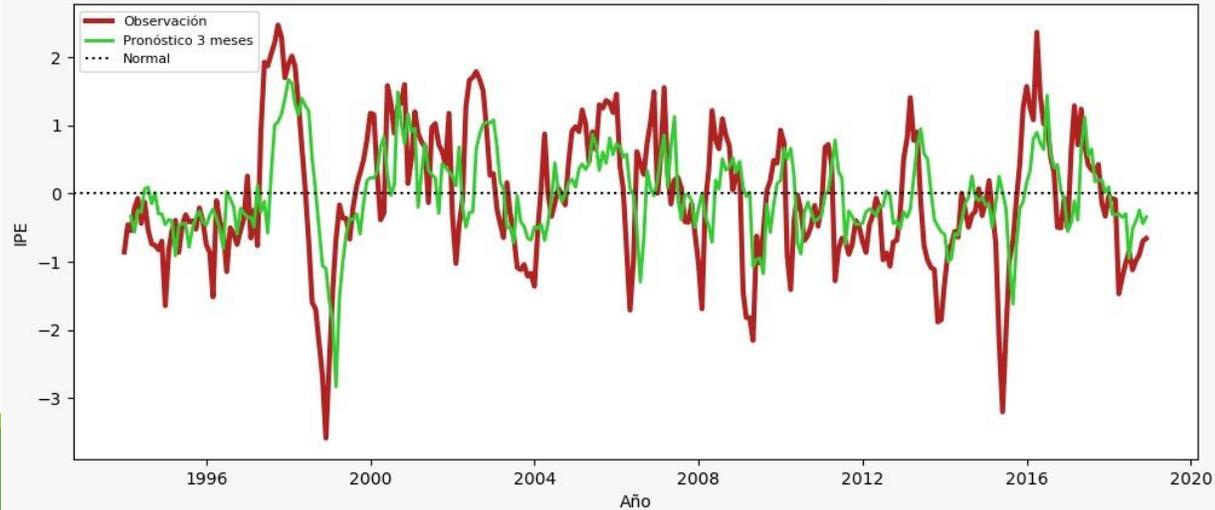
Pronóstico vs Observaciones en Terraza ofcs centrales dga DMC



Pronóstico vs Observaciones en Terraza ofcs centrales dga DMC



Pronóstico vs Observaciones en Terraza ofcs centrales dga DMC



Conclusiones

1. Múltiples indicadores para caracterizar la amenaza y los impactos de las sequías.
2. Existe una variedad de índices estandarizados para el monitoreo de sequías. La estandarización facilita análisis, evaluación y comparación.
3. La experiencia internacional, y la visión de la comunidad nacional, motivan la existencia de plataforma pública de monitoreo con un visualizador WEB potente y sensible a las distintas necesidades de los usuarios.
4. Esta plataforma es esencial para una gestión preventiva y proactiva de la sequía, con participación de los usuarios y partes interesadas.

Indicadores y plataformas para el seguimiento y gestión de sequías

Jorge Gironás, Sebastián Vicuña, Sebastián Aedo, David Morales, Javier Vargas, Juan de Dios Guzmán, Francisco Suárez



Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental



Centro UC
Desierto de Atacama