



ATLAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS

Explorador de Amenazas Climáticas

Documentación del Explorador

Octubre 2020



Documentación Explorador de Amenazas Climáticas
Octubre 2020

meteodata

Tabla de contenidos

1.	Introducción	3
2.	Aspectos generales de Datos Climáticos del ARCLIM.....	3
2.1.	Base de Datos Climática	4
2.2.	Índices Climáticos	4
2.3.	Amenazas Climáticas	5
3.	Descripción de índices climáticos.....	6
	Índices climáticos de Calor	6
	Índices climáticos de Frío	7
	Índices climáticos de Precipitación	8
	Índices climáticos de Lluvia	9
	Índices climáticos de Humedad.....	9
	Índices climáticos de Insolación	10
	Índices climáticos de Presión	10
4.	Descripción de la herramienta en-línea Explorador de Amenazas Climáticas	11
4.1.	Herramientas de Control de datos.	13
	Capa geográfica	13
	Estación del Año	15
	Gráfico Serie	Error! Bookmark not defined.
	Gráfico Anual.....	Error! Bookmark not defined.
	Gráfico Anual.....	Error! Bookmark not defined.
5.	Consideraciones para el análisis de resultados de Explorador de Amenazas	16

Figuras

Tabla 1 Índices climáticos de Calor.	7
Tabla 2 Índices climáticos de Frío.....	8
Tabla 3 Índices climáticos de Precipitación.....	8
Tabla 4 Índices climáticos de Lluvia.....	9
Tabla 5 Índices climáticos de Humedad	9
Tabla 6 Índices climáticos de Insolación.	10
Tabla 7 Índices climáticos de Presión.....	10
Tabla 8 muestra una descripción de cada sección.	11
Tabla 9 Capas geográficas de Índices Climáticos.....	13
Tabla 10 Capas geográficas de División Político-Administrativa	13
Tabla 11 Capas geográficas de Sociedad.....	13
Tabla 12 Capas geográficas de Agua	14
Tabla 13 Capas geográficas de Naturaleza y Turismo	14
Tabla 14 Capas geográficas otras categorías.....	15
Tabla 15.....	15

Tablas

Figura 1 Simulación de la temperatura media anual (°C) para un periodo de 100 años. Destaca con colores los horizontes temporales Presente (1980-2010) y Futuro (2035-2065).	4
Figura 2 Simulación de la temperatura media anual (°C) para un periodo de 100 años. El cambio del indicador entre el periodo histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065) se considera como la “amenaza” asociada al cambio climático (resaltada con la flecha ↑).	5
Figura 3 muestra de manera esquemática las cuatro secciones que dan forma al Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas.	12

1. Introducción

La plataforma de información Atlas de Riesgo Climático¹ es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente² apoyado por el Programa Mundial de Evaluación y Gestión de Riesgos para la Adaptación al Cambio Climático (Pérdidas y Daños) por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania³. ARClim fue desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR²)⁴ y el Centro UC de Cambio Global⁵ junto a la colaboración diversas instituciones nacionales e internacionales.

Algunos de los logros más relevantes de la iniciativa se relacionan con:

- el desarrollo de una base de extensa base de datos (1970-2070) de 8 variables climáticas y una resolución de 5x5km,
- el desarrollo de una herramienta en en-línea denominada Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas,
- el desarrollo de un conjunto de evaluaciones de riesgo climático para diversos sectores relevantes de la sociedad (Atlas de Riesgo),

El Explorador de potenciales Amenazas Climáticas es una herramienta cuyo objetivo es facilitar el acceso, visualización, análisis y descarga de índices climáticos sobre el territorio nacional para un periodo histórico reciente (1980-2010) y un periodo futuro cercano (2035-2065, bajo el escenario RCP8.5), como su diferencia. Los índices climáticos son resúmenes estadísticos que facilitan la comprensión del comportamiento de variables climáticas (como la temperatura o la precipitación). Cuando un índice climático puede afectar negativamente a la sociedad y/o al medioambiente puede ser considerado una potencial Amenaza Climática.

El presente documento tiene por objetivo describir las principales características del Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas. Para ello, en la siguiente se presentan aspectos generales de los Datos Climáticos de ARClim. En la sección 3 se presenta una descripción de los indicadores climáticos disponibles en la plataforma. Seguidamente, en la sección 4 se presenta una descripción de la herramienta en-línea Explorador de Amenazas Climáticas. Finalmente, en la sección 5 se ofrece algunas consideraciones para la correcta interpretación de resultados de Explorador de Amenazas.

2. Aspectos generales de Datos Climáticos del ARCLIM

¹<https://arclim.mma.gob.cl/>

² <https://mma.gob.cl/>

³ <http://www.bmz.de/en/index.html>

⁴ <http://www.cr2.cl/>

⁵ <https://cambioglobal.uc.cl/>

2.1. Base de Datos Climática

La base de datos climática de ARCLIM se construye mediante del uso de técnicas de regionalización estadística destinadas a corregir modelos de circulación global de la atmósfera (GCMs, por sus siglas en inglés). La técnica de regionalización estadística aplicada a datos provenientes de más de 60 modelos de circulación global de la atmósfera ha sido calibrada con datos de referencia de mayor calidad disponibles en Chile: CR2MET⁶, Explorador Eólico⁷ Solar⁸ y Reanálisis Europeo ERA-5⁹

El resultado de este esfuerzo ha permitido generar es una extensa base de datos de 8 variables básicas (temperatura máxima y mínima, precipitación, viento, radiación solar, humedad relativa y presión atmosférica) de 5 km de resolución espacial para todo Chile continental que abarca un periodo de 100 años (1970 a 2070) en intervalo diario.

La Figura 1 Simulación de la temperatura media anual (°C) para un periodo de 100 años. Destaca con colores los horizontes temporales Presente (1980-2010) y Futuro (2035-2065).

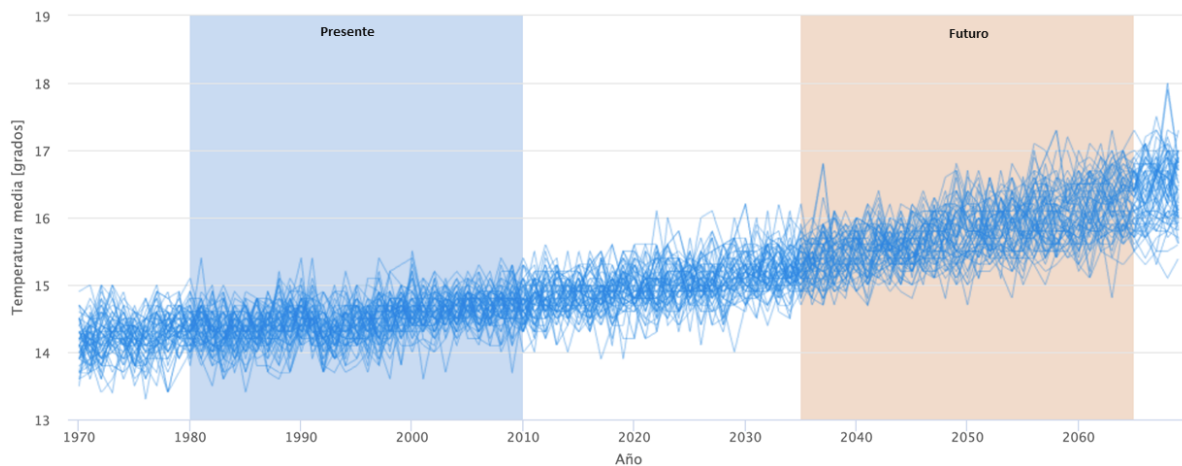


Figura 1 Simulación de la temperatura media anual (°C) para un periodo de 100 años. Destaca con colores los horizontes temporales Presente (1980-2010) y Futuro (2035-2065).

El clima en ambos periodos es obtenido de múltiples simulaciones climáticas. En el pasado reciente se ha verificado que estas simulaciones reproduzcan el clima observado. El clima futuro no es una predicción sino una proyección basada en un escenario de intensas emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5).

2.2. Índices Climáticos

⁶ <http://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/>

⁷ <http://eolico.minenergia.cl/>

⁸ <http://solar.minenergia.cl/>

⁹ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

Los índices climáticos son resúmenes estadísticos que facilitan la comprensión del comportamiento de variables climáticas (como la temperatura o la precipitación).

El procesamiento de la nueva base de datos climática ha permitido calcular más de 50 índices climáticos claves (tales como olas de calor, precipitaciones extremas, frecuencia de sequías, entre otros) para el territorio nacional para el pasado reciente (1980-2010) y periodo futuro (2035-2065, bajo el escenario RCP8.5), como su diferencia. El cálculo de estos índices se realiza en base a la distribución diaria de variables atmosféricas.

El Explorador de Amenazas ofrece para cada índice y horizonte temporal (Presente, Futuro y Cambio) estadísticas mensuales, estacionales o anuales que se pueden desplegar sobre una grilla regular de 5x5 km².

2.3. Amenazas Climáticas

Cuando un índice climático puede afectar negativamente a la sociedad y/o al medioambiente puede ser considerado una amenaza climática. Las amenazas son obtenidas del cambio que experimentara las variables climáticas entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro mediano (2035-2065).

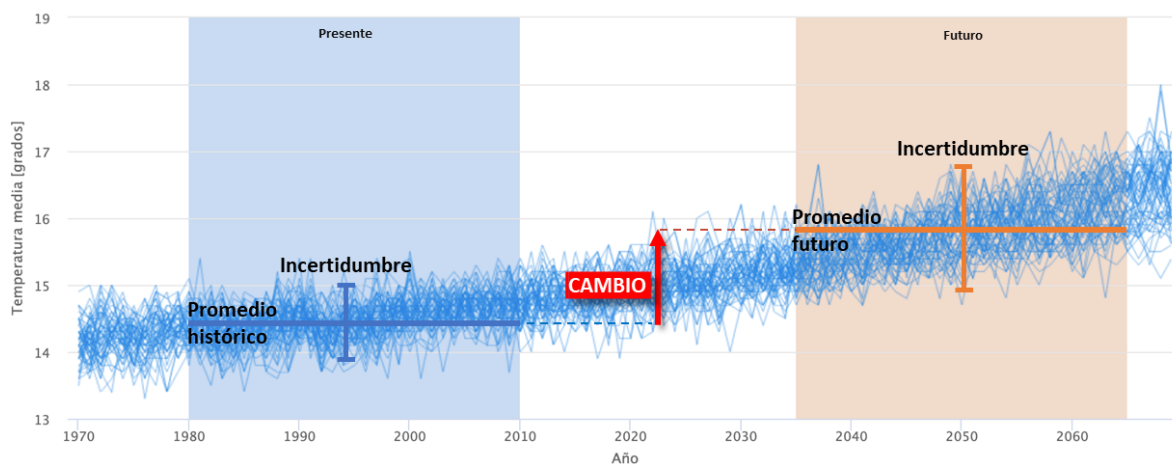


Figura 2 Simulación de la temperatura media anual (°C) para un periodo de 100 años. El cambio del indicador entre el periodo histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065) se considera como la "amenaza" asociada al cambio climático (resaltada con la flecha ↑).

3. Descripción de índices climáticos

A continuación, se presentan los índices climáticos (o potenciales amenazas climáticas) contenidas en el Explorador de Amenazas del ARCLim.

Índices climáticos de Calor

Calor	Descripción
Olas de calor > 25°C	Número de días que la temperatura máxima diaria supera 25 C durante 3 o más días seguidos
Olas de calor > 28°C	Número de días que la temperatura máxima diaria supera 28 °C durante 3 o más días seguidos
Olas de calor > 30°C	Número de días que la temperatura máxima diaria supera 30 °C durante 3 o más días seguidos
Amplitud térmica	Valor medio de la amplitud térmica diaria (Tmax - Tmin).
Grados-día sobre 15°C	Grados-día sobre 15°C
Grados-día sobre 20°C	Grados-día sobre 20°C
Grados-día sobre 25°C	Grados-día sobre 25°C
Grados-día sobre 30°C	Grados-día sobre 30°C
Días calurosos (>30°C)	Número de días en que la temperatura máxima supera 30°C.
Día más cálido	Temperatura (en °C) del día más cálido del periodo considerado (año, estación, mes)
Temperatura media	Valor medio de la temperatura media diaria, calculado como $0.5 \cdot (T_{max} + T_{min})$
Días relativamente cálidos (> 28°C)	Número de días en que la temperatura máxima supera 28°C.
Días de verano (> 25°C)	Número de días en que la temperatura supera 25°C
Promedio de la temperatura máxima diaria	Promedio de la temperatura máxima diaria
Noches tropicales	Número de días en que la temperatura mínima supera 20°C
Días muy cálidos	Número de días en que la temperatura supera 34°C
Días cálidos	Número de días en que la temperatura supera el umbral definido como el percentil 90 de la temperatura diaria en el periodo de referencia (1980 a 2010).

Noche más cálida	Temperatura mínima en el día de mayor temperatura mínima durante el periodo considerado (año, estación, mes)
Noches cálidas	Número de días en que la temperatura mínima supera el umbral definido como el percentil 90 de la temperatura mínima diaria en el periodo de referencia (1980 a 2010).
Duración de periodos de noches cálidas (> 6 días)	Número de días consecutivos (en cadenas de al menos 6) que la temperatura mínima supera el percentil 90.
Duración de periodos de noches cálidas (> 3 días)	Número de días consecutivos (en cadenas de al menos 3) en que la temperatura mínima supera el percentil 90.
Duración de episodios cálidos (> 6 días)	Número de días con al menos 6 días consecutivos en que la temperatura máxima supera el percentil 90.
Duración de episodios cálidos (> 3 días)	Número de días con al menos 3 días consecutivos en que la temperatura máxima supera el percentil 90.

Tabla 1 Índices climáticos de Calor.

Índices climáticos de Frío

Frío	Descripción
Día más frío	Temperatura máxima del día más frío del periodo considerado (año, estación, mes)
Noche más fría	Temperatura de la noche más fría (temperatura mínima) del periodo considerado (año, estación, mes)
Duración de episodios fríos (> 6 días)	Número de días con al menos 6 días consecutivos en que la temperatura mínima no supera el percentil 10 de la temperatura mínima diaria en el periodo de referencia (1980 a 2010).
Duración de episodios fríos (> 3 días)	Número de días con al menos 3 días consecutivos en que la temperatura mínima no supera el percentil 10 de la temperatura mínima diaria en el periodo de referencia (1980 a 2010).
Días fríos	Número de días en que la temperatura máxima es menor que el percentil 10.
Noches frías	Número de días en que la temperatura mínima es menor que el percentil 10.

Grados-día bajo 0°C	Grados-día bajo 0°C
Grados-día bajo 10°C	Grados-día bajo 10°C
Grados-día bajo 15°C	Grados-día bajo 15°C
Grados-día bajo 5°C	Grados-día bajo 5°C
Días de escarcha	Número de días en que la temperatura mínima es menor que 0°C
Días de hielo	Número de días en que la temperatura máxima es menor que 0°C
Promedio de la temperatura mínima diaria	Promedio de la temperatura mínima diaria

Tabla 2 Índices climáticos de Frío.

Índices climáticos de Precipitación

Precipitación	Descripción
Días secos consecutivos	Número máximo de días consecutivos en que la precipitación diaria no supera 1 mm
Días húmedos consecutivos	Número máximo de días consecutivos en que la precipitación diaria supera 1 mm
Frecuencia de sequía	Frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio la precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980 a 2010)
Evapotranspiración Potencial	Evapotranspiración Potencial medio, calculado usando el método de Penman-Montieth (FAO56)
Precipitación máxima diaria	Precipitación máxima diaria
Días de precipitación intensa	Número de días en que la precipitación diaria supera 10 mm
Días de precipitación muy intensa	Número de días en que la precipitación diaria supera 20 mm
Precipitación máxima diaria	Valor máximo de la precipitación (lluvia y nieve) diaria
Precipitación acumulada	Cantidad de precipitación (lluvia y nieve) acumulada
Índice simple de intensidad de precipitación	Promedio de la precipitación diaria considerando sólo los días en que la precipitación supera 1mm/día
Standardized Precipitation Index	Standardized Precipitation Index

Tabla 3 Índices climáticos de Precipitación.

Índices climáticos de Lluvia

Lluvia	Descripción
Lluvia máxima diaria	Valor máximo de la lluvia (agua líquida) acumulada en un día
Lluvia acumulada	Cantidad de lluvia (agua líquida) acumulada en milímetros durante el período (año, estación, o mes)
Nieve	
Nieve máxima diaria	Valor máximo de la nieve acumulada en un día, expresada en mm de agua equivalente
Nieve acumulada	Cantidad de nieve acumulada, expresada en mm de agua equivalente
Viento	
Descripción	
Viento zonal medio	Valor medio del componente zonal (este-oeste) del viento
Viento meridional medio	Valor medio del componente meridional (norte-sur) del viento
Viento máximo diario	Valor medio del máximo diario de la magnitud del viento
Viento medio	Valor medio de la magnitud del viento

Tabla 4 Índices climáticos de Lluvia.

Índices climáticos de Humedad

Humedad	Descripción
Humedad relativa máxima diaria	Valor medio de la humedad relativa (%)
Humedad relativa media diaria	Valor medio del máximo diario de la humedad relativa (%)
Humedad relativa mínima diaria	Valor medio del mínimo diario de la humedad relativa (%)
Humedad específica	Valor medio de la humedad específica (g/Kg)

Tabla 5 Índices climáticos de Humedad

Índices climáticos de Insolación

Insolación	Descripción
Insolación solar máxima diaria	Valor máximo de la irradiación global horizontal diaria (W/m ²)
Insolación solar diaria	Valor medio de la irradiación global horizontal
Insolación solar mínima diaria	Valor mínimo de la irradiación global horizontal diaria

Tabla 6 Índices climáticos de Insolación.

Índices climáticos de Presión

Presión	Descripción
Presión atmosférica media	Valor medio de la presión atmosférica en superficie

Tabla 7 Índices climáticos de Presión.

4. Descripción de la herramienta en-línea Explorador de Amenazas Climáticas

El Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas es una herramienta interactiva para el acceso, visualización, análisis y descarga de índices climáticos representativos del clima pasado, futuro y cambio que sustentan las evaluaciones de riesgo de ARClím.

Sus principales características son:

- Construida a partir 100 años de datos climáticos (1970-2070 a nivel diario) de 5km de resolución,
- Ofrece un conjunto de herramientas destinadas a facilitar la visualización de mapas de más de 50 índices climáticos,
- Ofrece resúmenes estadísticos para unidades territoriales útiles (comunas, cuencas, ciudades, entre muchas otras)
- Ofrece un conjunto de herramientas estadísticas para facilitar el análisis de datos climáticos.
- Permite exportar series de datos y mapas climáticos.

La Figura 3 muestra de manera esquemática las cuatro secciones que dan forma al Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas. La Tabla 8 muestra una descripción de cada sección.

○	Sección	Descripción
1	Herramientas de Control de datos	permite seleccionar: la capa geográfica de interés, el índice climático (o potencial amenaza climática) y el periodo de tiempo de interés
2	Mapas	permite visualizar y analizar la variabilidad espacial de la potencial amenaza
3	Gráficos de variabilidad temporal	permite visualizar y analizar estadísticamente la variabilidad temporal de la potencial amenaza
4	Barra Lateral	permite a) gestionar descargas de datos y b) seleccionar el tipo de gráfico de variabilidad temporal que desea desplegar

Tabla 8 muestra una descripción de cada sección.

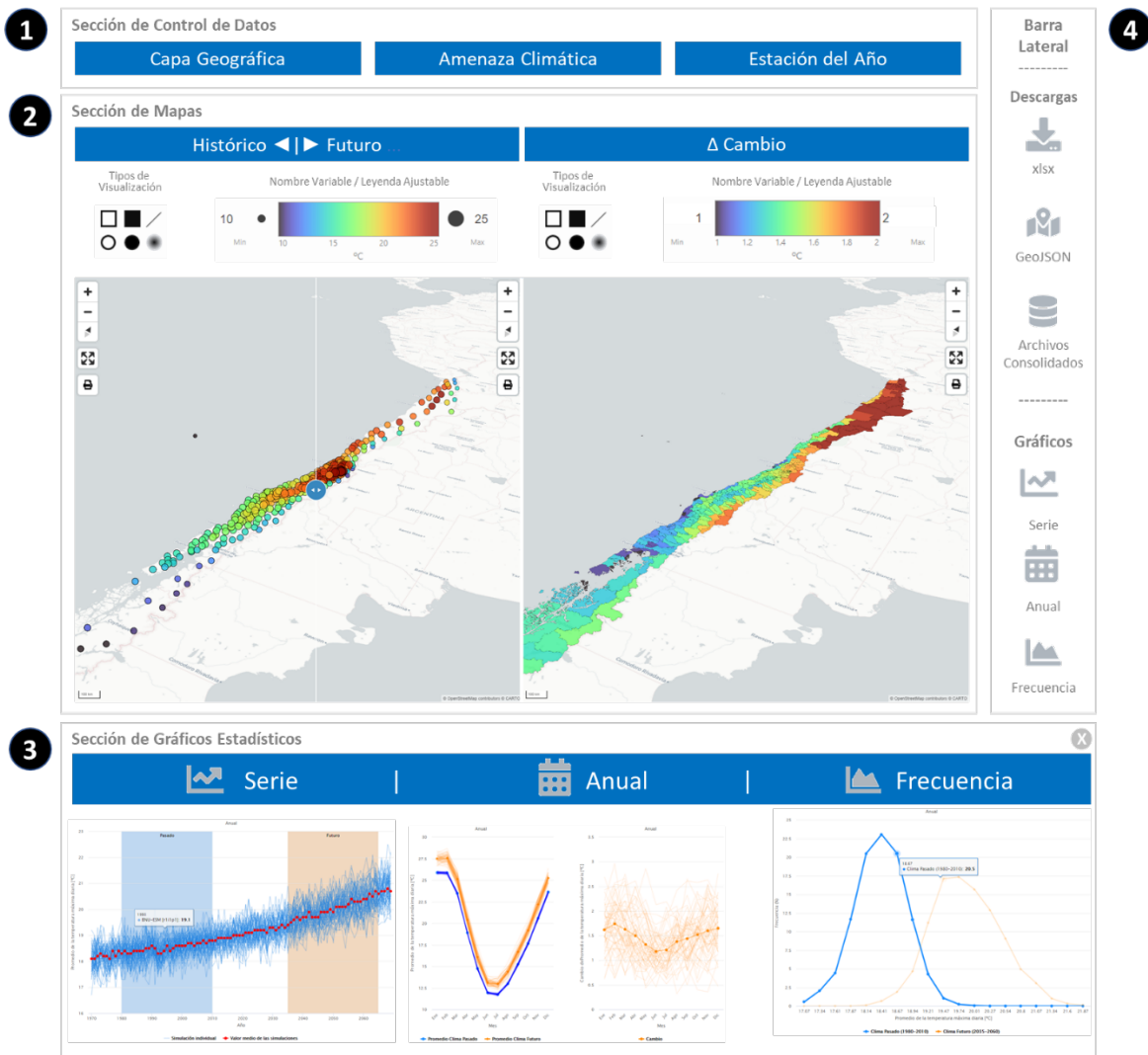


Figura 3 muestra de manera esquemática las cuatro secciones que dan forma al Explorador de Potenciales Amenazas Climáticas.

4.1. Herramientas de Control de datos.

La herramienta control de datos permite seleccionar la capa geográfica de interés, el índice climático (o potencial amenaza climática) y el periodo de tiempo de interés. A continuación, sus capacidades y características son descritas en mayor detalle.

Capa geográfica

Las capas geográficas cargadas en el Explorador de Amenazas Climáticas se utilizan para generar estadísticas zonales del índice climático y periodo seleccionado por el usuario, mediante la cual se busca resumir el comportamiento de los índices climáticos en el sitio o área cubierta por la capa geográfica. Las capas geográficas disponibles a la fecha son listadas a continuación:

Capas geográficas de Índices Climáticos

ARClim	Descripción
ARClim Raster 5 Km	Capa geográfica del índice climático en formato raster (5x5 km de resolución espacial)

Tabla 9 Capas geográficas de Índices Climáticos

Capas geográficas de División Político-Administrativa

División Administrativa	Descripción
Comunas	Delimitación Comunas de Chile
Provincias	Delimitación Provincias de Chile
Regiones	Delimitación Regiones de Chile

Tabla 10 Capas geográficas de División Político-Administrativa

Capas geográficas de Sociedad

Sociedad	Descripción
Asentamientos Humanos	Asentamientos Humanos. Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales (ide.cl)
Censo 2017: Entidades Rurales	Entidades rurales utilizadas en para el Censo del año 2017
Compañías de Bomberos	Compañías de Bomberos
Comunas (Centros Urbanos)	Centros urbanos principales de cada comuna
Asentamientos costeros	Asentamientos costeros
Cuarteles de Carabineros	Cuarteles de carabineros. Datos de Infraestructura de datos geoespaciales (IDE)

Tabla 11 Capas geográficas de Sociedad

Capas geográficas de Agua

Agua	Descripción
Catastro de Lagos	Catastro de lagos
Cuencas	Cuencas (Banco Nacional de Aguas)
Glaciares 2015	Capa de información en formato Shape de los glaciares nacionales para el año 2015. Contiene información de su clasificación, nombre cuenca, área entre otro tipo de información
Subcuencas	Subcuencas BNA
Sub-subcuencas	Sub-subcuencas BNA

Tabla 12 Capas geográficas de Agua

Capas geográficas de Naturaleza y Turismo

Naturaleza y Turismo	Descripción
Centros de esquí y turismo montaña	Centros de esquí y turismo montaña
Playas	Playas
Parques Nacionales	Parques Nacionales
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)
Atractivos Turísticos	Atractivos turísticos
Destinos turísticos	Destinos turísticos
Sectores Productivos	Descripción
Barrios para Acuicultura	acuicultura
Caletas de Pescadores	Caletas de Pescadores
Puertos	Puertos
Generadores Energía Eólica	Generadores Energía Eólica
Generadores Energía Hidroeléctrica	Generadores Energía Hidroeléctrica
Generadores Energía Solar	Generadores Energía Solar
Subestaciones eléctricas	Subestaciones eléctricas

Tabla 13 Capas geográficas de Naturaleza y Turismo

Capas geográficas otras categorías

Otros	Descripción
--------------	--------------------

Embalses DGA

Capa de información vectorial en formato Shape de los embalses a nivel nacional al año 2016. Contiene información de año, altura de muro, propietario, uso, tipo, entre otras características. Fuente: IDE

Tabla 14 Capas geográficas otras categorías

Estación del Año

Estaciones

Anual	Año completo
Verano	Semestre de verano (Octubre a Marzo)
Invierno	Semestre de Invierno (Abil a Septiembre)
Dic-Ene-Feb	Verano: Diciembre a Febrero
Mar-Abr-May	Otoño: Marzo a Mayo
Jun-Jul-Ago	Invierno: Junio a Agosto
Sep-Oct-Nov	Primavera: Septiembre a Noviembre
Mes	Enero
Mes	Febrero
Mes	Marzo
Mes	Abril
Mes	Mayo
Mes	Junio
Mes	Junio
Mes	Agosto
Mes	Septiembre
Mes	Octubre
Mes	Noviembre
Mes	Diciembre

Tabla 15

5. Consideraciones para el análisis de resultados de Explorador de Amenazas

Al explorar estos resultados tenga presente que:

- Los modelos del clima nos informan apropiadamente de las condiciones medias en periodos largos de tiempo (décadas o más) y como estas se alteran conforme cambia la concentración de gases con efecto invernadero en la Atmosfera. Se han empleado sobre 20 modelos climáticos cuyos resultados son promediados para obtener una señal climática más robusta.
- El clima del pasado reciente y futuro es obtenido de simulaciones climáticas. En el pasado reciente se ha verificado que estas simulaciones reproduzcan el clima observado. El clima futuro no es una predicción sino una proyección basada en un escenario de intensas emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5).
- Cada modelo genera una evolución climática a nivel diario para cada punto sobre el planeta. Sin embargo, los valores simulados para un instante particular no tienen relación con los valores observados o que ocurrirán en el futuro.