



Seminario de Ingeniería Hídrica 2024

Impacto de la Amazonía en la recarga hídrica de
Chingaza y su significado para Bogotá.

Plataforma geográfica de datos

Expositor
Carlos Alfredo Tami Riveros
carlos.tami@mail.escuelaing.edu.co



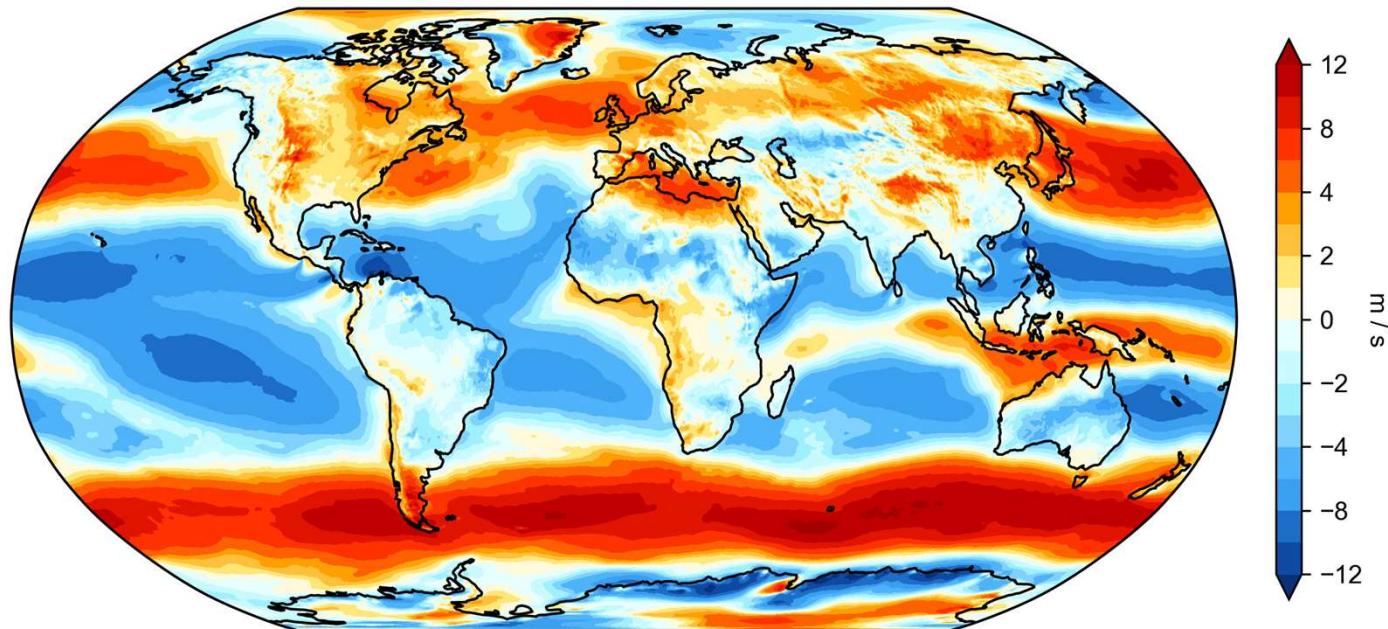
ArcGIS Online de ESRI, es un sistema robusto para la creación, gestión y publicación de mapas interactivos en la nube y en entornos colaborativos, algunas de sus funcionalidades incluyen la visualización y procesamiento de formatos científicos multidimensionales tales como NetCDF y GRIB, permitiendo la generación de mapas dinámicos de flujo, análisis de sobre imposición y agregación, estadísticas zonales y la utilización de múltiples herramientas de análisis espacial; razón por la cual, ha sido utilizada en la presente investigación para el procesamiento, análisis y despliegue de las diferentes colecciones evaluadas.

Contenido

- 
1. **Recopilación** de colecciones de datos
 2. **Procesamiento** y análisis
 3. **Despliegue** y publicación

1. Recopilación de colecciones de datos

ERA5 Monthly Mean U Wind Component at 100m Above Surface - January 2019

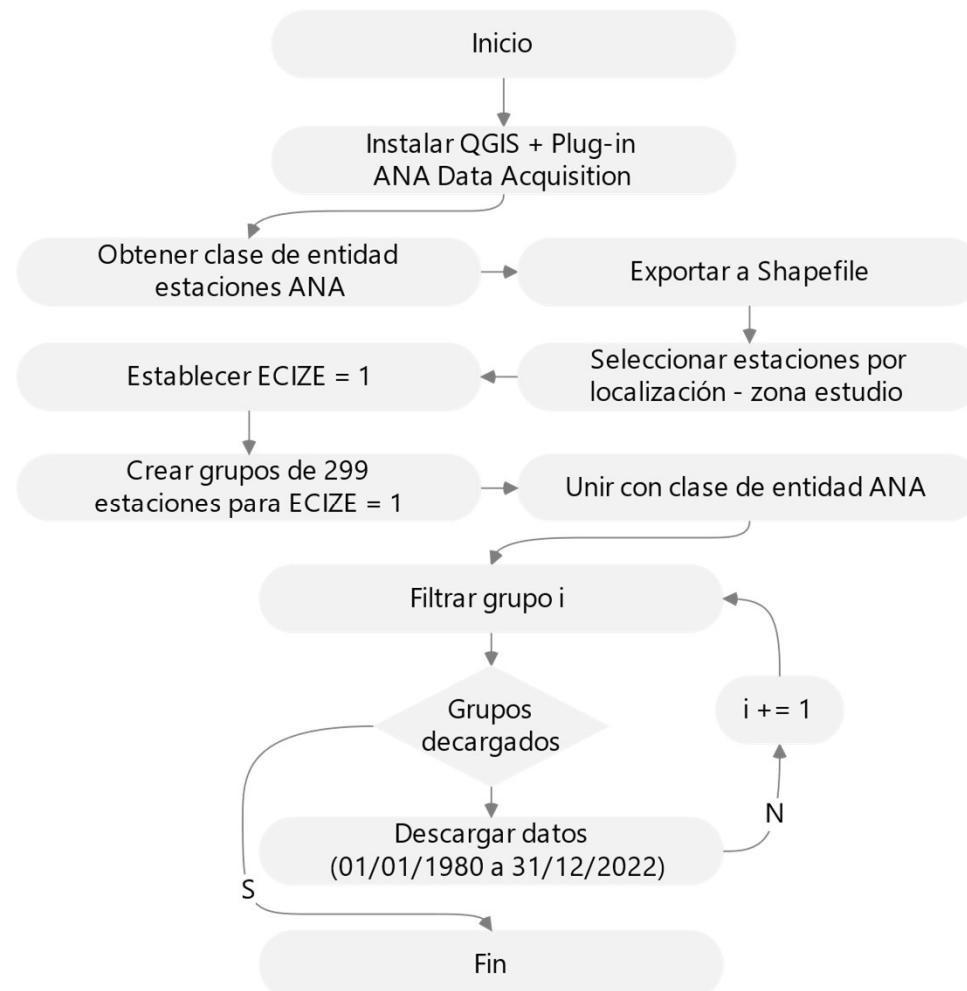


Fuentes de datos

- ✓ ECMWF Reanalysis v5 - **ERA5**: viento, evaporación, vapor de agua, escorrentía, presión atmosférica, temperatura, precipitación y radiación solar
Colección: [ERA5 monthly averaged data on single levels from 1940 to present.](#) (Formato: NetCDF y GRIB).
- ✓ National Aeronautics and Space Administration - **NASA**: modelo digital de elevación Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. (Formato: Tiff).
- ✓ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - **IDEAM**: zonificación hidrológica, catálogo nacional de estaciones en formato. (Formato: shapefile).
- ✓ Agencia Nacional de Aguas de Brasil – **ANA**: estaciones Cuenca Amazonas , precipitación, caudal, nivel. (Formato: shapefile, text file).

- ✓ Catchment Attributes and Meteorology for Large-sample Studies - **CAMELS-BR**: series hidro-meteorológicas y coberturas del suelo en 897 cuencas de Brazil, estaciones, cuencas, precipitación, evapotranspiración, caudal, temperatura, índices climáticos, aridez, geología, intervención humana, coberturas, suelos, topografía. (Formato: shapefile y text file).
- ✓ World Wildlife Fund US – **HydroSHEDS**: drenaje, cuencas. (Formato: shapefile y text file).
- ✓ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – **EAAB**: estaciones, datos hidro-climatológicos, cuencas, subzonas hidrográficas, cuerpos de agua, drenajes, aducciones. (Formato: shapefile, SQL Server database).
- ✓ Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - **CAR**: estaciones, series hidro-climatológicas. (Formato: shapefile y Microsoft Excel).

Procedimiento para descarga de registro de datos ANA-BR





The screenshot shows a browser window with the title 'Amazonas - Chingaza - GIS'. The URL in the address bar is 'storymaps.arcgis.com/stories/48f0cf72b059495abe4f43db1407364c'. The main content area features a large black and white photograph of a wetland landscape with hills in the background. The title 'Amazonas - Chingaza - GIS' is displayed prominently in large, bold, dark letters. Below the title, a subtitle reads 'Sistema de Información Geográfica: colecciones de datos, mapas, layers, funciones geográficas, scripts e StoryMaps.' A footer contains links to various datasets: ERA5, DEM, IDEAM-CO, ANA-BR, CAMELS-BR, HydroSHEDS, EAAB-CO, CAR-CO, UECIJG-CO, StoryMap, and Acerca de & Diccionario de dat...'. On the right side, there is a decorative graphic consisting of a globe and abstract geometric shapes.

Amazonas - Chingaza - GIS

Sistema de Información Geográfica: colecciones de datos, mapas, layers, funciones geográficas, scripts e StoryMaps.

Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
3 de mayo de 2024

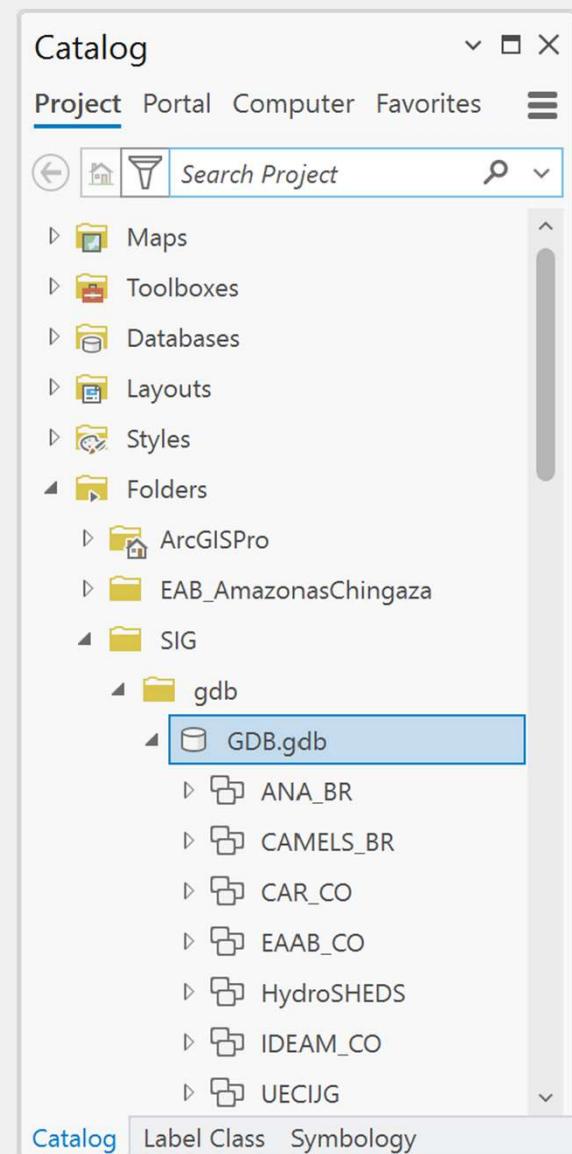
<https://arcg.is/01Gy4i>

ERA5 DEM IDEAM-CO ANA-BR CAMELS-BR HydroSHEDS EAAB-CO CAR-CO UECIJG-CO StoryMap Acerca de & Diccionario de dat...

2. Procesamiento y análisis

Base de datos, datasets y sistema de proyección

- ✓ **GDB:** para la integración de colecciones se creo una única base de datos espacial en formato File Geodatabase de ESRI.
- ✓ **Datasets:** las colecciones han sido agrupadas en diferentes datasets: ANA_BR, CAMELS_BR, CAR_CO, EAAB_CO, HydroSHEDS, IDEAM_CO, UECIJJG.
- ✓ **CRS:** todos los elementos fueron reproyectados al sistema 4326 - WGS 1984. Para el cálculo de propiedades geométricas se utilizó el sistema 3857 – WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere).



Tablas de registros - Incorporadas dentro de la GDB

The image displays two identical ArcGIS Catalog windows side-by-side, illustrating the structure of registered tables within a Geodatabase (GDB).

Catalog Header: Both windows have a header with "Catalog" and three project tabs: "Project" (underlined), "Portal", "Computer", and "Favorites". There are also standard window controls (minimize, maximize, close) and a search bar labeled "Search Project".

Table List: The main content area shows a list of registered tables, each preceded by a small icon representing its type (e.g., shapefile, feature class, table).

Left Catalog Content:

- ana_br_discharge
- ana_br_level
- ana_br_precipitation
- camels_br_climate
- camels_br_evapotransp_gleam
- camels_br_evapotransp_mgb
- camels_br_geology
- camels_br_human_intervention
- camels_br_hydrology
- camels_br_land_cover
- camels_br_location
- camels_br_potential_evapotransp_gleam
- camels_br_precipitation_chirps
- camels_br_precipitation_cpc
- camels_br_precipitation_mswe
- camels_br_quality_check

Right Catalog Content:

- camels_br_simulated_streamflow
- camels_br_soil
- camels_br_streamflow_m3s
- camels_br_streamflow_mm
- camels_br_temperature_max
- camels_br_temperature_mean
- camels_br_temperature_min
- camels_br_topography
- car_co_records
- eaab_sihs_monthly_records
- uecijg_amazonas_indice_sequia_valor
- uecijg_awb_amazonas_all_zonal
- uecijg_awb_amazonas_subbasin_l4_zonal
- uecijg_awb_amazonas_subbasin_l6_zonal
- uecijg_awb_chingaza
- uecijg_deforestacion_sentinel_l4_zonal

Ingeniería de datos

Para los procesos de **integración** de series, conversión de unidades, obtención de **estadísticos** característicos, **agregación** e identificación de datos **atípicos**, se utilizaron las herramientas embebidas en ArcGIS Pro y se crearon scripts en Python.



ArcGIS Pro Tools



2. Procesamiento y análisis / Ingeniería de datos / Python

The image shows two GitHub browser windows side-by-side. The left window displays the file structure of the 'MultipleTableJoin' repository, while the right window shows the content of the 'EAAB_CO.py' file.

Left Window (File Tree):

- rcfdtools General update. 04635cd · 5 months ago
- Name Last commit message Last commit date
- ..
- ANA_BR General update. last year
- CAMELS_BR General update. 5 months ago
- CAR_CO General update. last year
- EAAB_CO General update. 10 months ago
- IDEAM_CO General update. last year
- Old General update. last year
- EAAB_CO.py General update. 10 months ago
- EDA.py General update. last year
- EDA_reload.py General update. last year
- IDEAM_CO_Socrata.py General update. last year
- MultipleTableJoin_ANA_B... General update. last year

Right Window (Code Editor):

```
10
11     # Libraries
12     import pandas as pd
13     from sqlalchemy import create_engine # Use a version below 2.0
14
15     # Functions
16     # Table export function
17     def table_export(sql, table_name):
18         df = pd.read_sql(sql, engine)
19         print('\nDataframe describe \n',df.describe())
20         print('\nData types \n',df.dtypes)
21         df.to_csv(output_path+table_name, index=False, encoding='utf-8')
22         print('\nDataframe sample \n',df)
23
24     # Variables
25     driver = '{ODBC Driver 17 for SQL Server}'
26     server = 'ADMIN' # For instances use ADMIN\MSSQLSERVER where MSSQLSERVE
27     database = 'SIH_20210502'
28     username = 'sa'
29     password = '123456'
30     output_path = 'EAAB_CO/'
31     locations_table = 'eaab_sihi_estaciones_update_locations.csv' # Attribut
32     parameters_table = 'eaab_sihi_parametro_homologa_IDEAM.csv' # Homologate
33     update_locations = True # Update locations with locations_table
34     update_parameters = True # Update parameters with IDEAM values
35     extract_monthly_values = True # Extract or update
36
37     # Connector
```

2. Procesamiento y análisis / Ingeniería de datos / ArcGIS Pro Tools

ArcGISPro Command Search (Alt+Q) (R) - Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Project ModelBuilder Insert Analysis View Share Arc Hydro Help Standalone Table Diagram

Cut Paste New Save Properties Report Find and Replace Environments Open Tool Auto Layout Fit to Window Pan Mode Select All Validate Run Intermediate Tools Iterators Utilities Logical Group UnGroup Open Clipboard Model View Run Insert Group Messages

TestMap X

car_co_records X

Attribute Table Fields Display Numeric Text Date Calculate

Field Name	Alias	Field Type	Nulls	Chart Preview	Min	Max	Mean	Std. Dev.	Median	Count	Unique	Mode	Least Common
OBJECTID													
123 Id	Label	Text (8000)	0 (0%)							536,148 (100%)	17	PTPM_TT_M	VVAG_MEDIA_M
ABC Label	Value	Double	44,262 (8.3%)		-32.6	60,969.48	53.671183	177.665374	23	491,886 (91.7%)	17,356	10	[Multiple Values]
123 Month													

Field Count: 9 0 of 536,148 selected | 536,148 of 536,148 used to calculate statistics

SPI_SPEI_CreateRaster X

indice
spi_spei_date.csv
uecijg_amazonas_indice_sequia

Iterate Field Values DateFilter Select %indice%_fc_% DateFilter% Point to Raster raster

Geoprocessing

Favorites Toolboxes Portal

Project ArcGISPro

AmazonasChingaza SPI_SPEI_CreateRaster

System 3D Analyst Tools AllSource Tools Analysis Tools Arc Hydro Tools Pro Aviation Tools Bathymetry Tools Business Analyst Tools Cartography Tools Conversion Tools Crime Analysis and Safety Tools Data Interoperability Tools Data Management Tools Data Reviewer Tools Defense Tools Editing Tools GeoAI Tools GeoAnalytics Desktop Tools Geocoding Tools Geostatistical Analyst Tools GRAIP Lite Pro

Catalog Geoprocessi... Label Class Symbolo...

Mode: View: + 140%

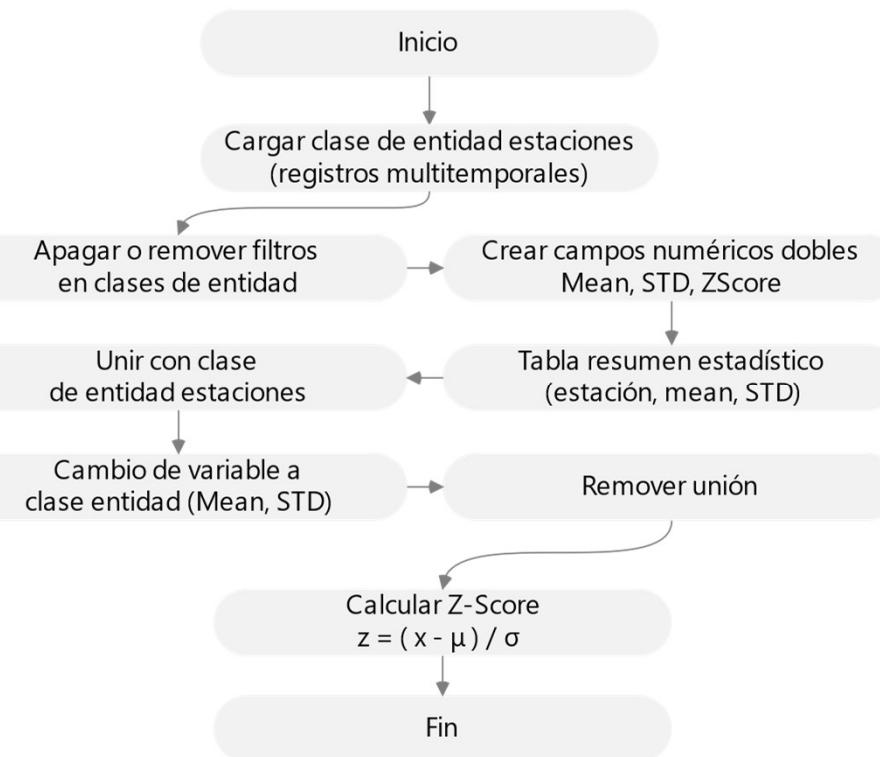
ArcGIS Pro Tools

```
graph LR; indice((indice)) --> spi_spei_date[spi_spei_date.csv]; uecijg_amazonas[uecijg_amazonas_indice_sequia] --> Select[Select]; spi_spei_date --> Iterate[Iterate Field Values]; uecijg_amazonas --> Select; Iterate --> DateFilter[DateFilter]; DateFilter --> %indice%fc%["%indice%fc% DateFilter%"]; %indice%fc% --> Point[Point to Raster]; Point --> raster((raster));
```

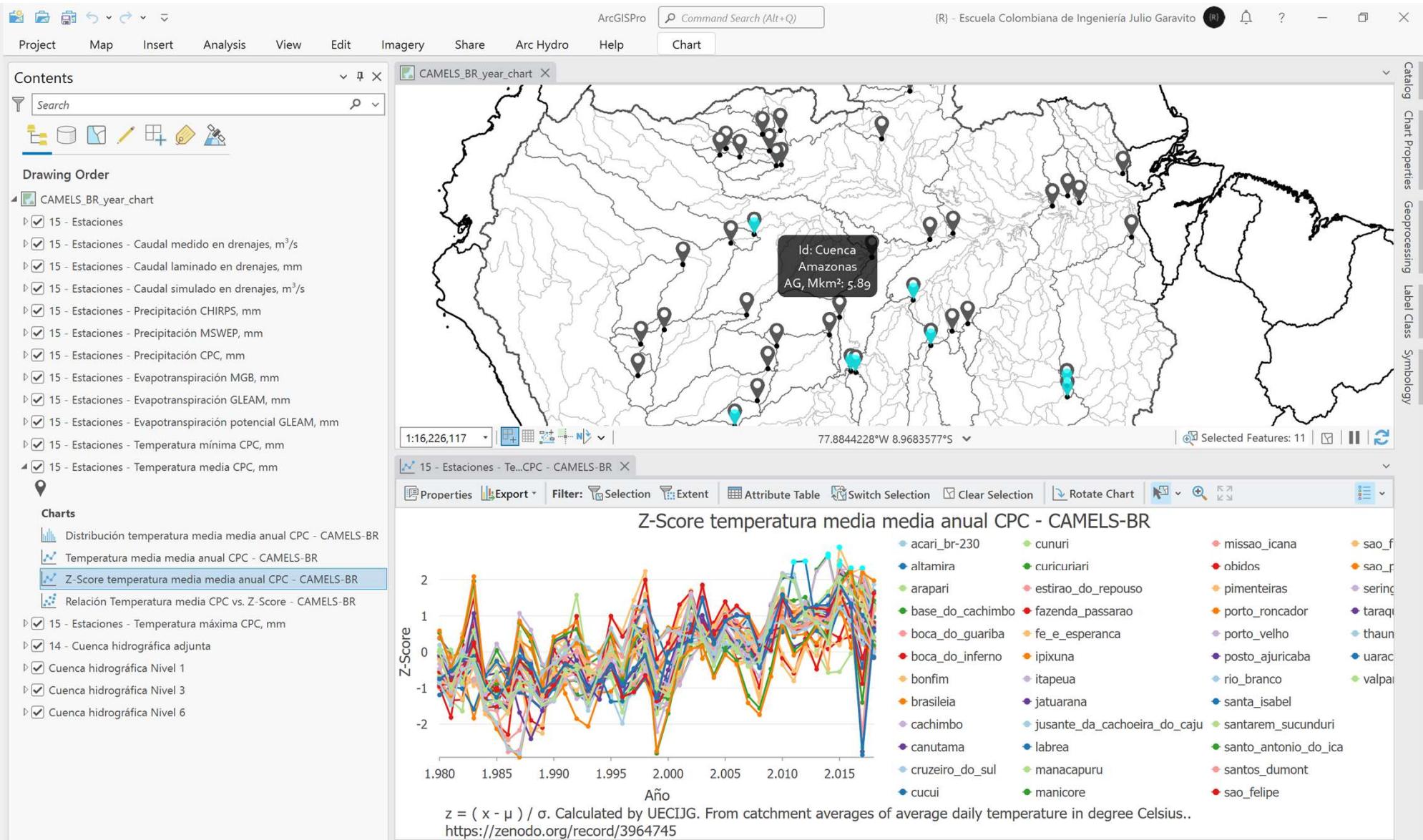
Procedimiento para agregación de registros a datos anuales y mensuales



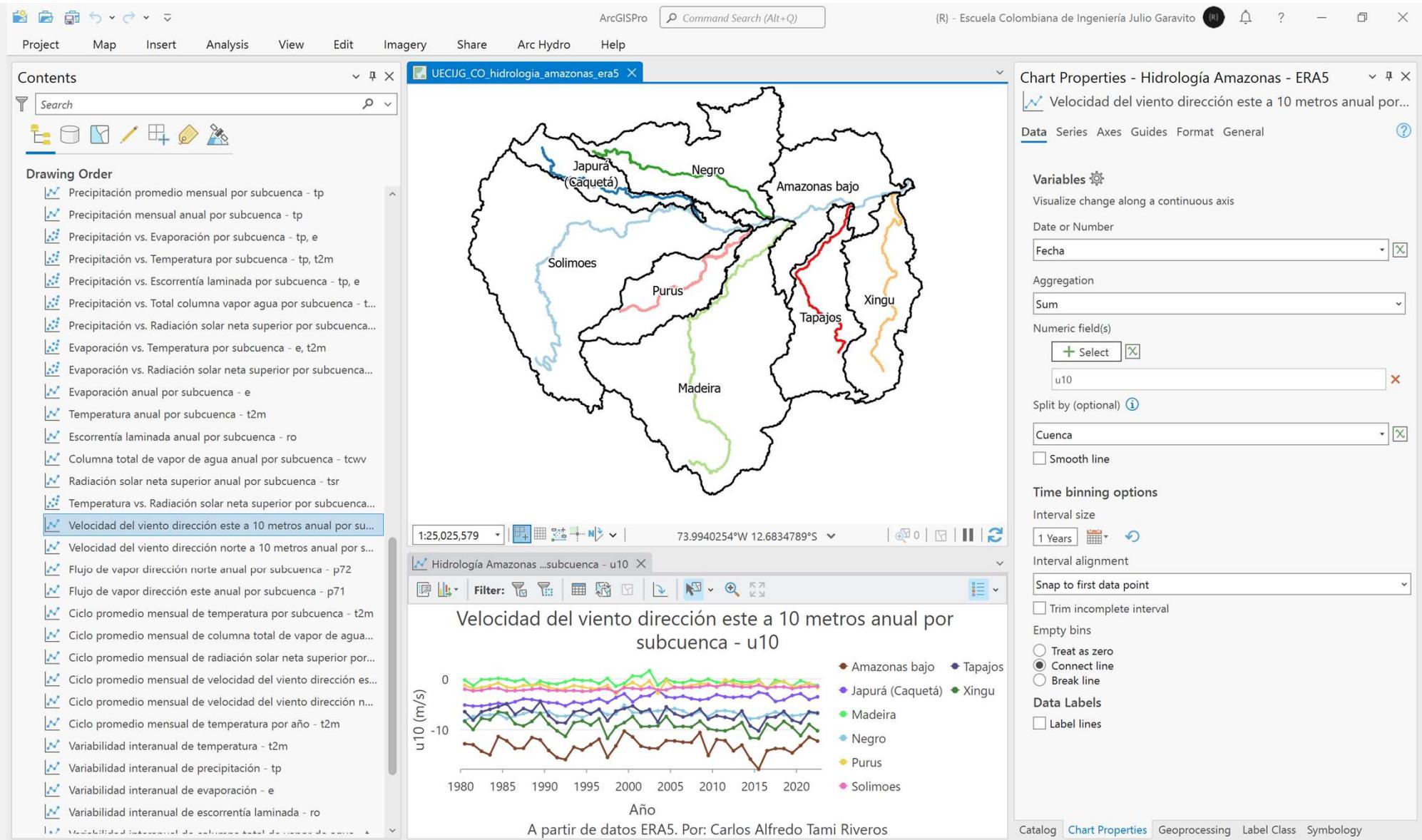
Procedimiento para cálculo de Z-Score



2. Procesamiento y análisis / Ingeniería de datos / ArcGIS Pro Tools



2. Procesamiento y análisis / Ingeniería de datos / ArcGIS Pro Tools



Diccionario de datos

El detalle específico de todos los datos recopilados y producidos en la investigación, han sido documentados en el diccionario global de datos.

Documento de 168 páginas que incluye los metadatos detallados de las clases de entidad, tablas, grillas y procedimientos generales utilizados.

DiccionarioDatos.pdf

All tools Edit Convert E-Sign

Find text or tools

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO

DICCIONARIO DE DATOS

Evaluación de la disminución de la superficie Amazónica y sus afectaciones sobre las precipitaciones en el páramo y el sistema Chingaza de abastecimiento del agua para la ciudad de Bogotá

ANEXO TÉCNICO
DICCIONARIO DE DATOS
v.20231101

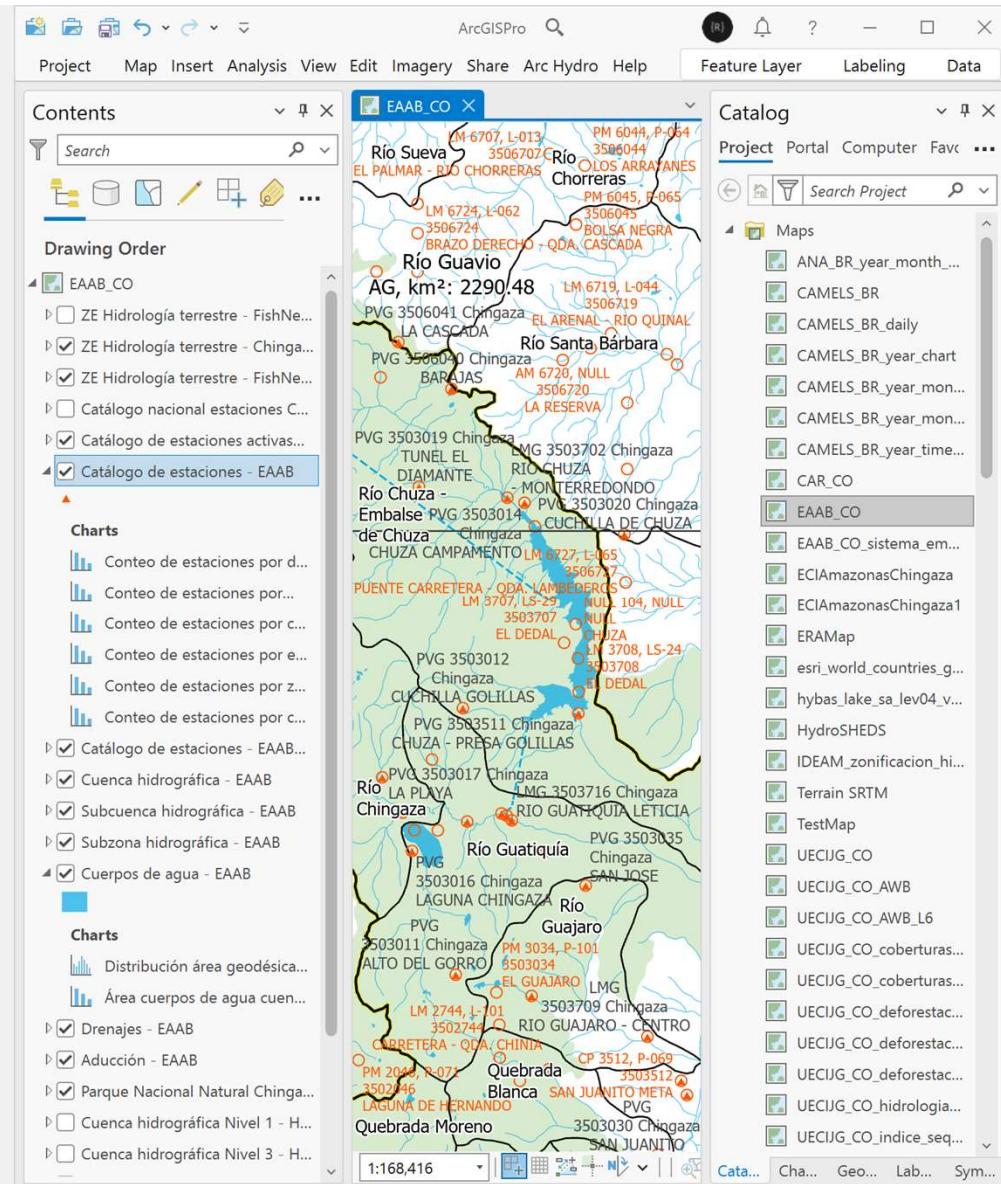
Libro: R:\EAB_AmazonasChingaza\DiccionarioDatos.xlsx
Hoja: Anexo

11/12/2023 4:11 p. m.
Pág. 1 de 168

3. Despliegue y publicación

Mapas locales estáticos

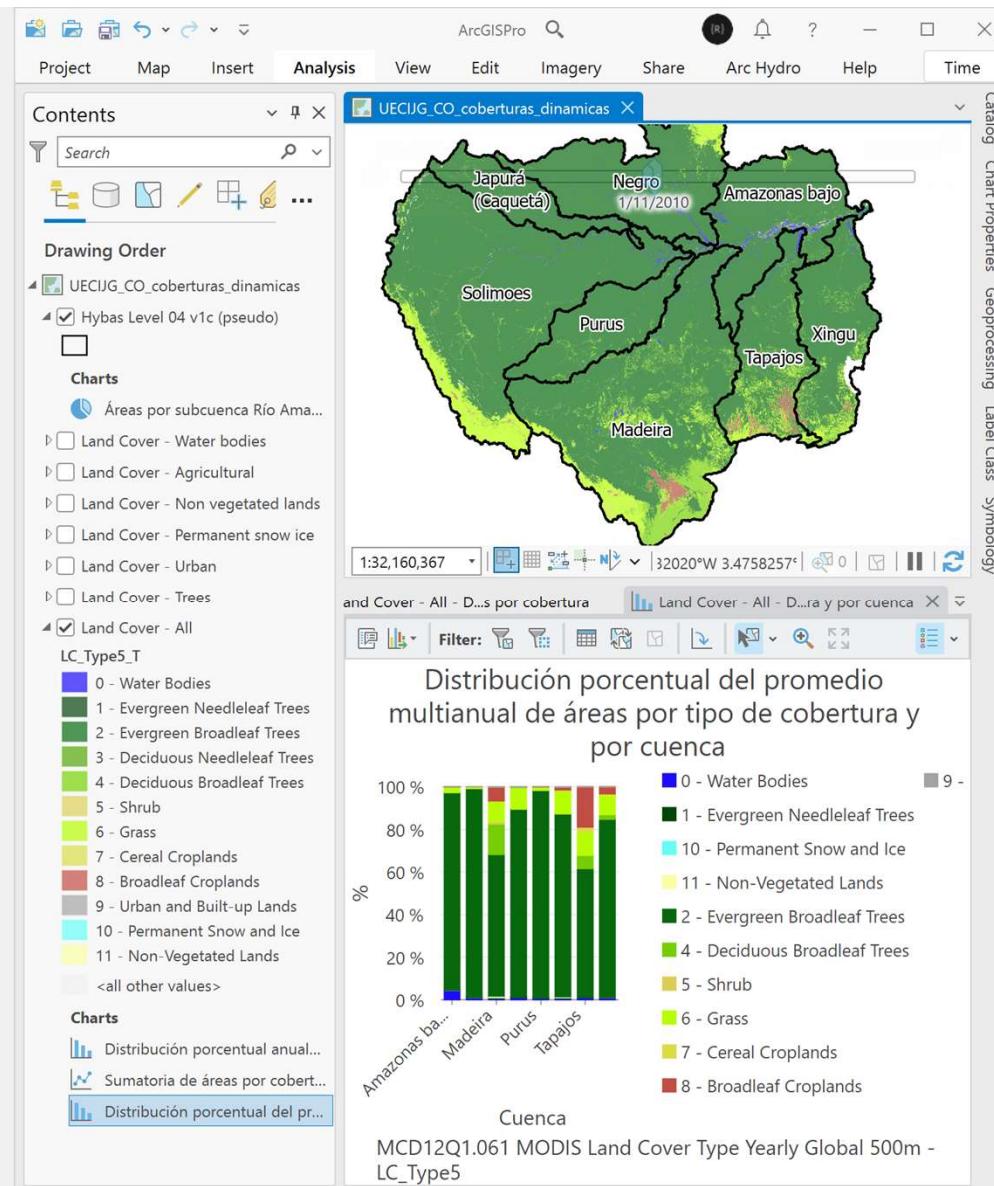
Previo a la publicación en ArcGIS Online, se crearon localmente en ArcGIS Pro, diferentes mapas temáticos por cada colección de datos recopilada, con el propósito de crear vistas, gráficos de análisis y segmentar los datos contenidos dentro de la base de datos.



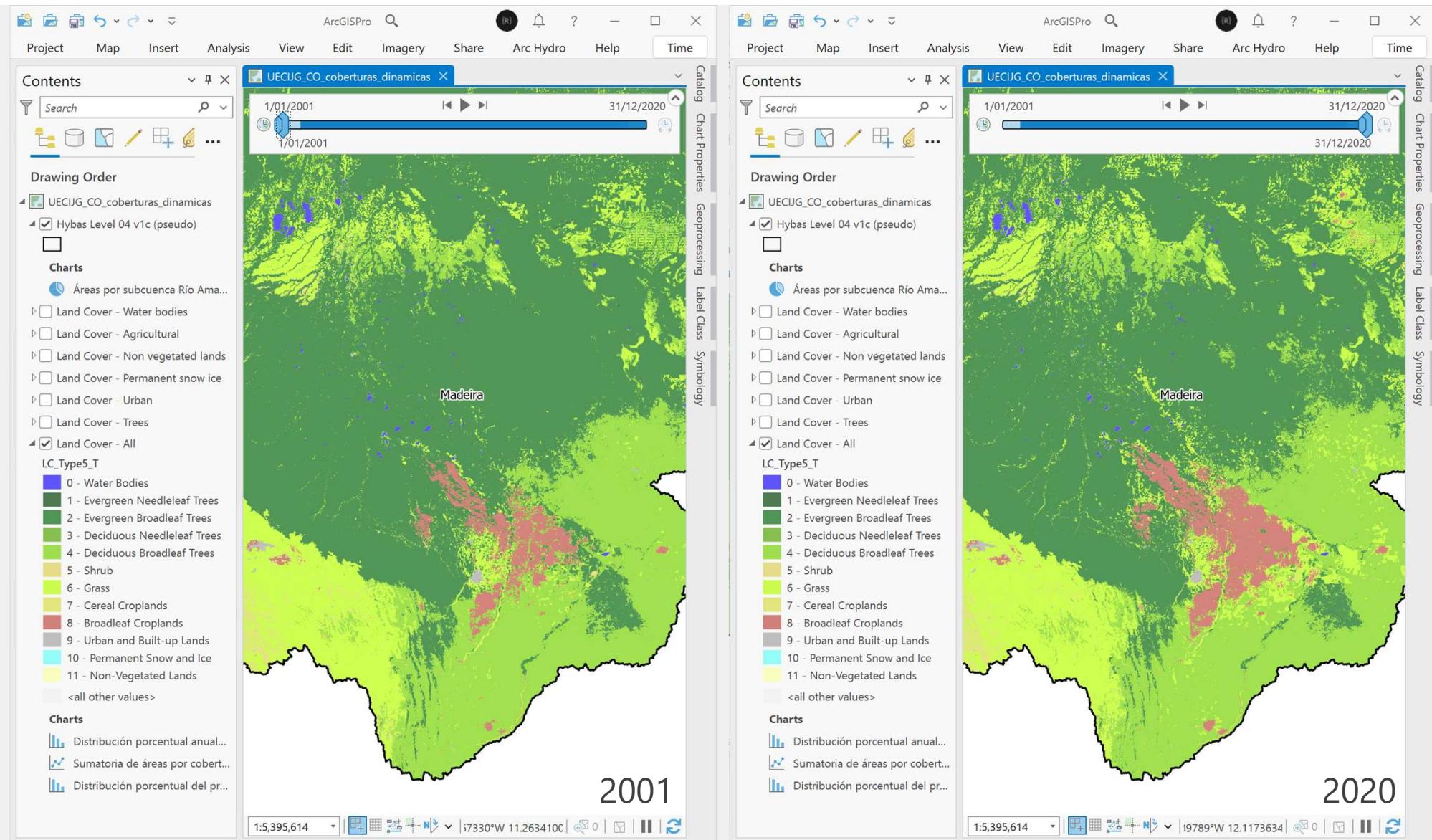
Mapas locales dinámicos

Para la visualización y análisis de series temporales, se crearon vistas dinámicas de datos y gráficos de análisis.

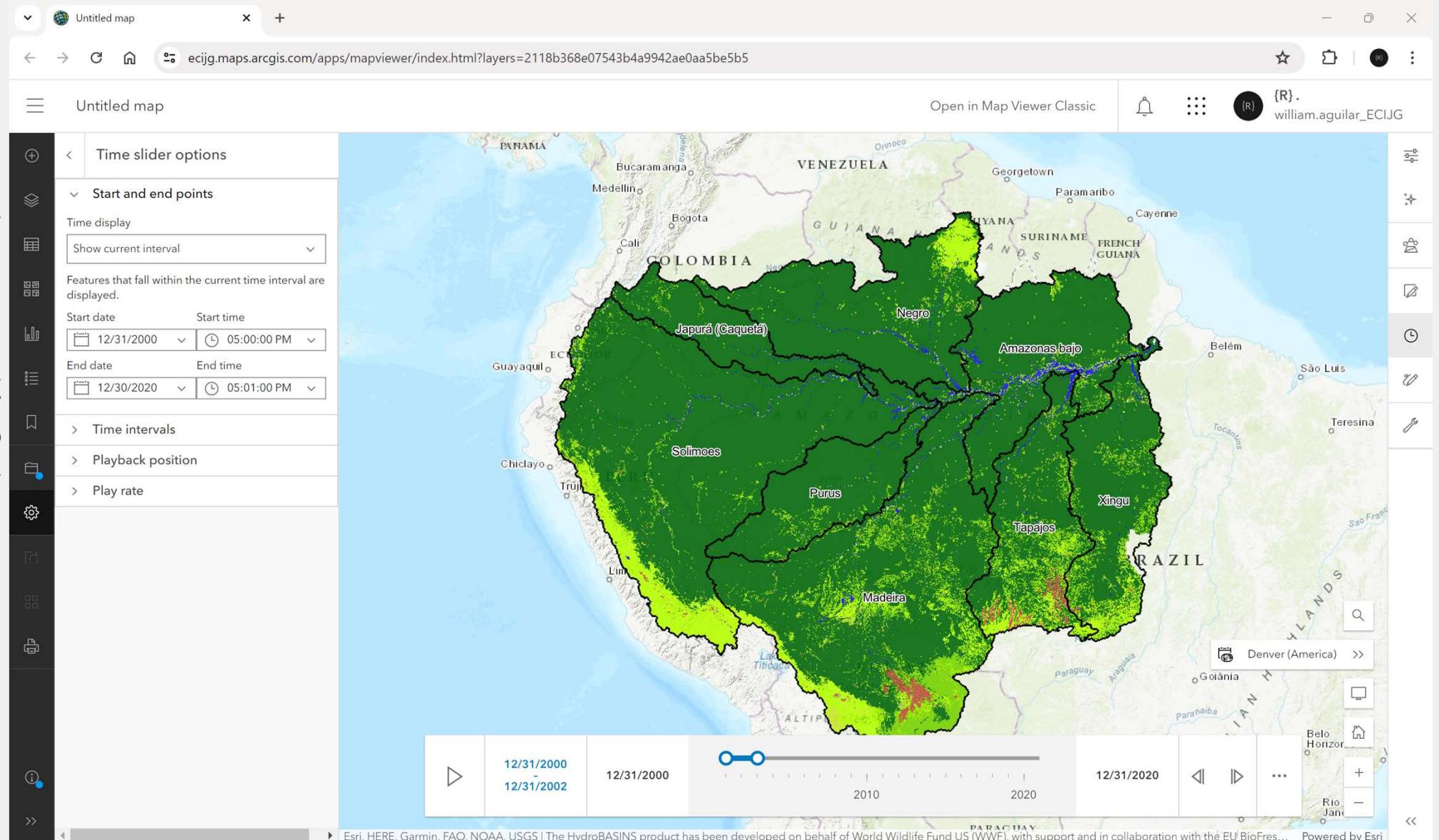
Una vez creados los mapas, se realizó su publicación en los servicios de ArcGIS Online.



3. Despliegue y publicación / Mapas locales dinámicos



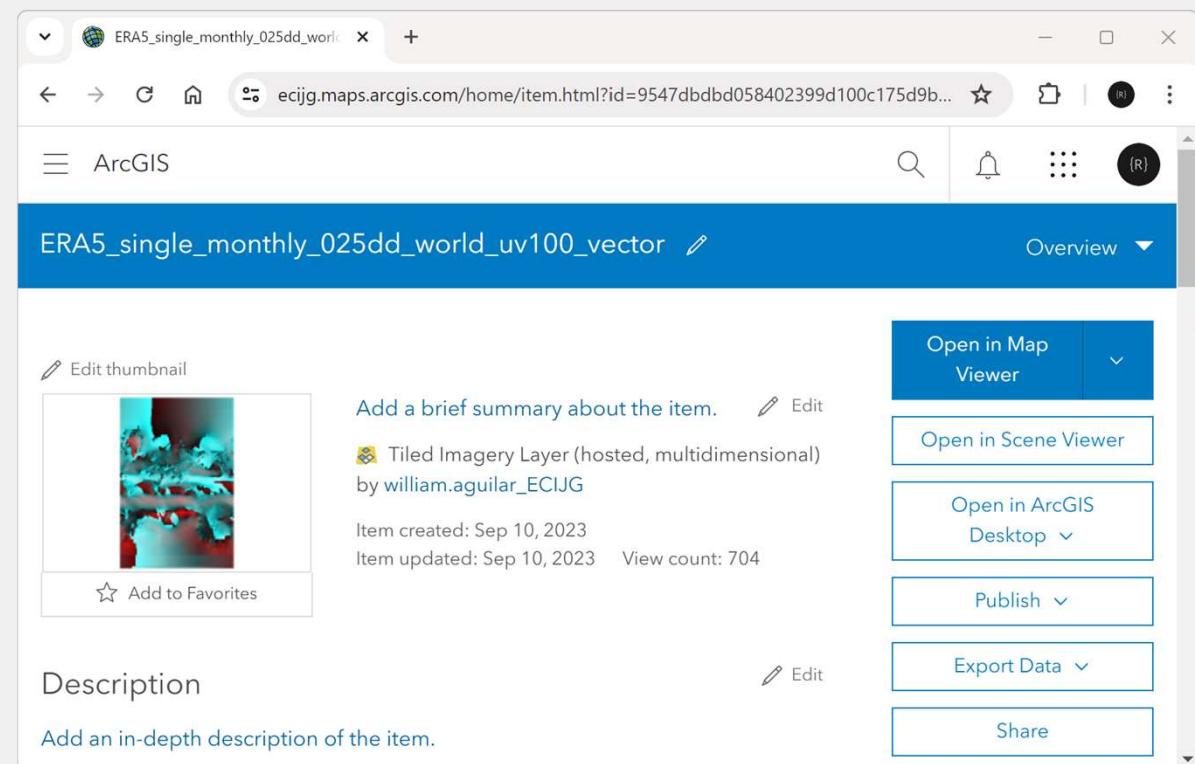
3. Despliegue y publicación / Mapas locales dinámicos



Mapas de datos científicos

La publicación de mapas asociados a grillas multitemporales en formato científico NetCDF, se realizó directamente en ArcGIS Online.

Primero se cargaron conjuntamente las variables de viento ($u-v$) y luego cada una de las demás variables de análisis.



3. Despliegue y publicación / Mapas de datos científicos

Screenshot of the ArcGIS Content - My content page showing a list of items.

The page title is "Content - My content". The URL is "ecijg.maps.arcgis.com/home/content.html?sortField=modified&sortOrder=desc&view=table#my".

The navigation bar includes Home, Gallery, Map, Scene, Groups, Content (selected), Organization, a search icon, a bell icon, a user profile icon for "william.aguilar_ECIJG", and a more options icon.

The main content area has tabs: Content, My content (selected), My favorites, My groups, My organization, and Living Atlas. Below these are "New item" and "Create app" buttons, and a search bar.

The left sidebar shows "Folders" with a search bar and a list of folders: All my content, william.aguilar_ECIJG, AmazonasChingaza, AmazonasChingazaFunction, AmazonasChinque, and a "Filters" section with "Item type" dropdown showing Maps, Layers, Scenes, Apps, Developer credentials, and Tools.

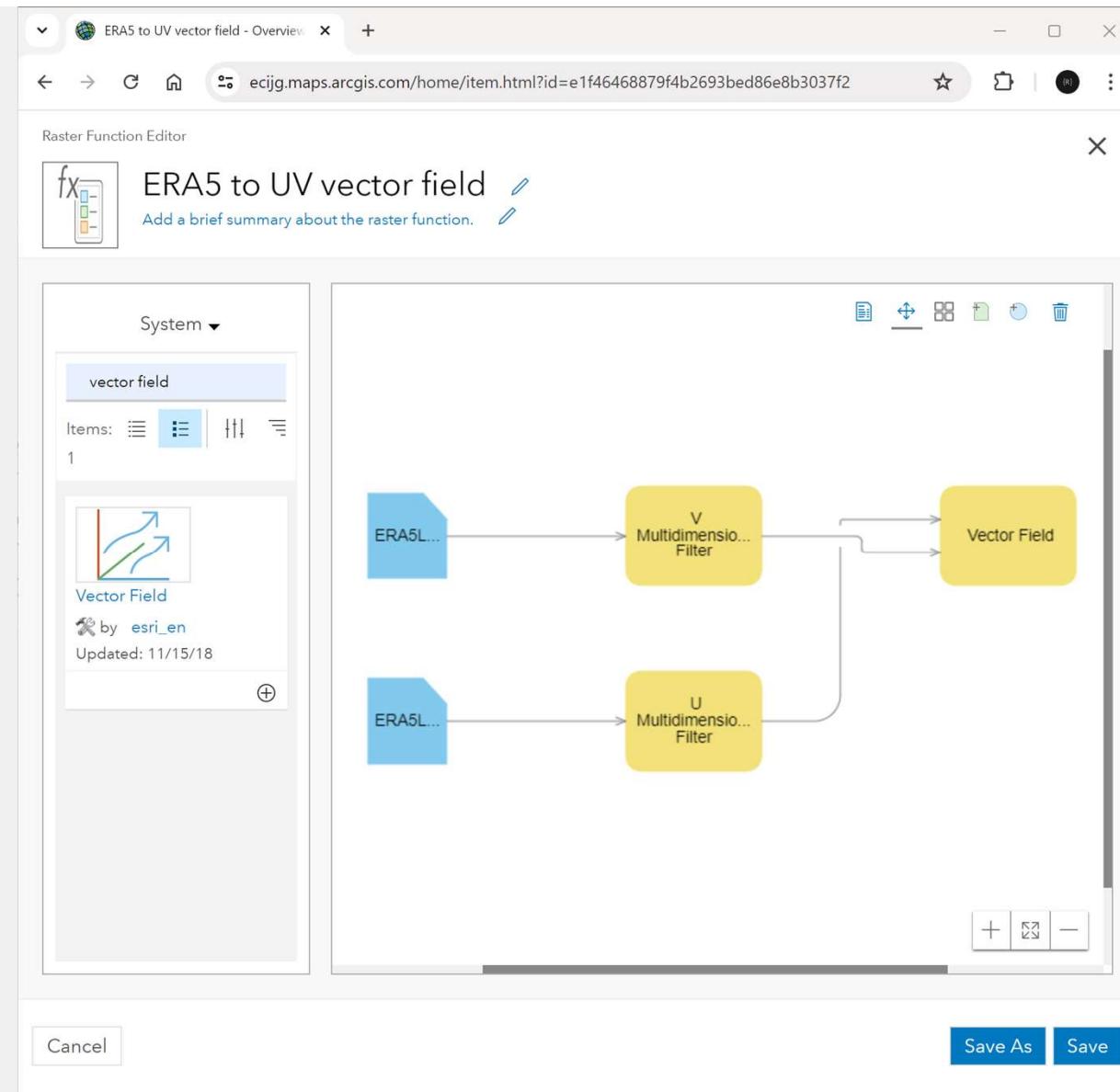
The main content table displays 1-60 of 163 items. The columns are Title, Modified (sorted by date), and actions (Table, Date modified, Preview, and three dots). The items listed are:

Title	Modified	Action
Amazonas - Chingaza - GIS	May 3, 2024	Table, Preview, ...
Amazonas - Chingaza	May 3, 2024	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_indice_sequia	Nov 1, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_indice_sequia	Nov 1, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_hidrologia_amazonas_era5	Nov 1, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_hidrologia_amazonas_era5	Nov 1, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_SPI3_SPEI3	Oct 30, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_SPEI3	Oct 30, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_SPI3	Oct 30, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_deforestacion_estatico_I4	Oct 25, 2023	Table, Preview, ...
UECIJG_CO_deforestacion_estatico_I4	Oct 25, 2023	Table, Preview, ...

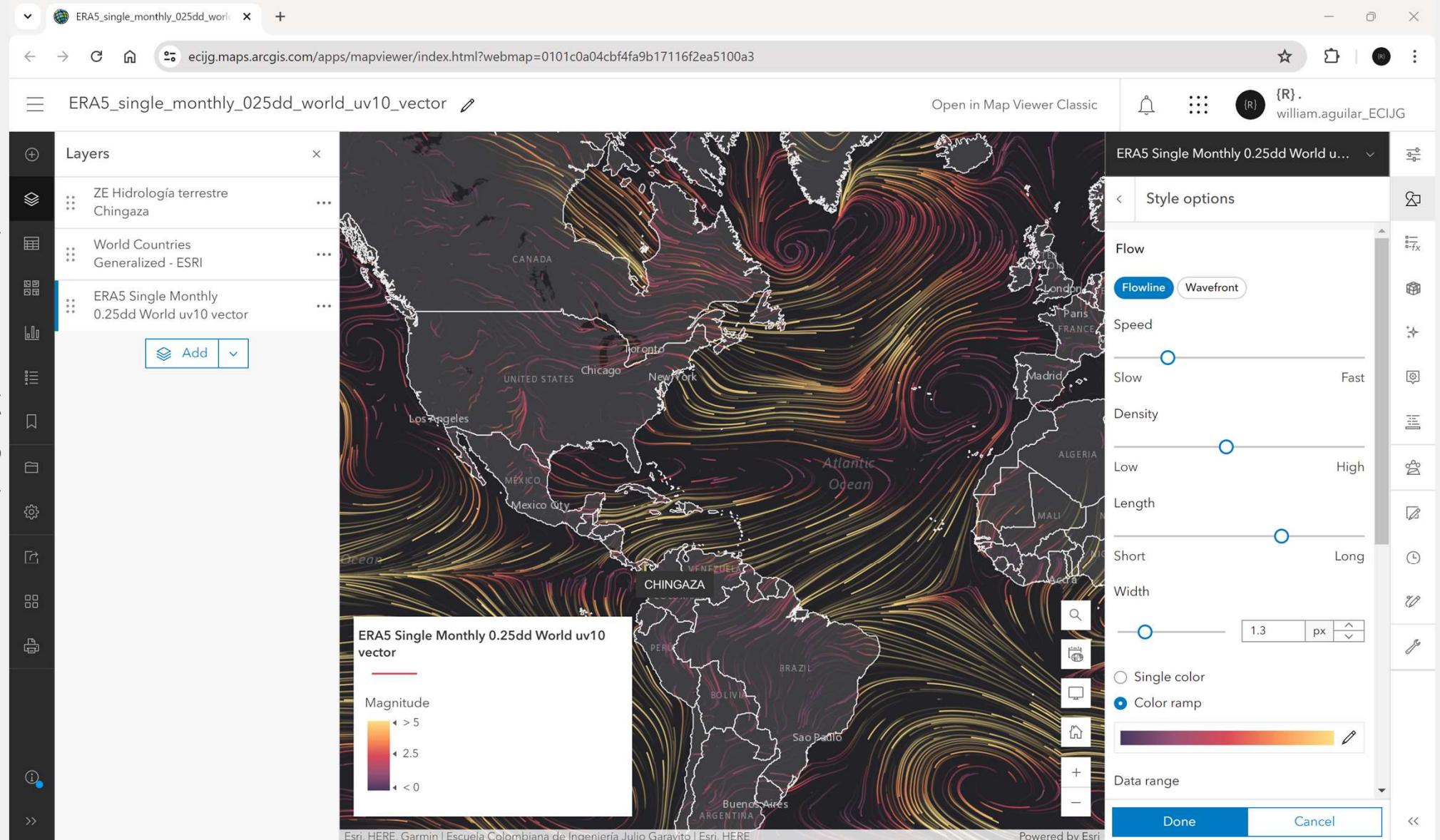
Generación de campos vectoriales de viento

Para la interpretación y análisis de la dinámica planetaria de vientos, se creó una función para convertir los maps de componentes direccionales ($u-v$), a mapas de dirección y velocidad.

Luego, con las herramientas de visualización de capas se crearon las vistas de flujo de viento.

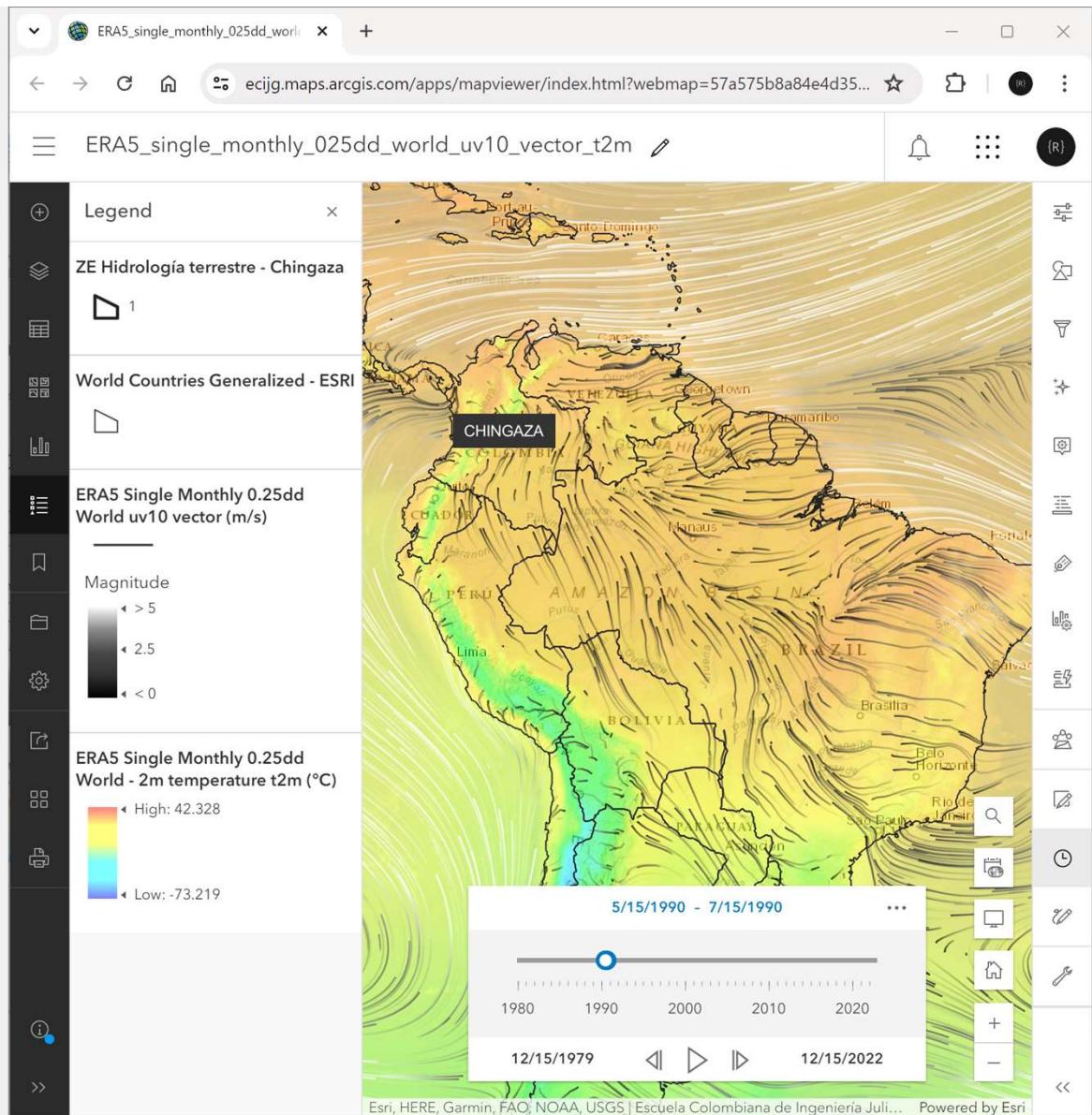


3. Despliegue y publicación / Mapas de datos científicos



Mapas combinados

Luego de realizada la generación de los mapas de vientos, se crearon las vistas dinámicas combinadas con las demás variables climatológicas analizadas.



ArcGIS Online Story Maps

Finalmente y para facilitar la consulta de los diferentes mapas y colecciones del proyecto, y para explicar el procedimiento científico utilizado durante la investigación, se crearon historias de usuario en mapas, utilizando los servicios de ArcGIS Online.

StoryMap	Contiene
Estrategias hidrológicas para el suministro de agua a Bogotá - Colombia. Por: Gustavo Herrán Sandoval - EAAB-ESP.	1. Dinámica Planetaria de Vientos, 2. Regímenes de Lluvia de las Regiones Andina y Orinoquía, 3. Sistema de Embalses para el Suministro de Agua a Bogotá D.C.
Amazonas - Chingaza	1. Introducción y Objetivos, 2. Información general, 3. Metodología de Investigación, 4. Hallazgos de la Investigación 5. Conclusiones y Recomendaciones
Amazonas - Chingaza - GIS	Colecciones: ERA5, DEM, IDEAM-CO, ANA-BR, CAMELS-BR, HydroSHEDS, EAAB-CO, CAR-CO, UECIJJG-CO

Estrategias hidrológicas para el suministro de agua a Bogotá

storymaps.arcgis.com/stories/ff68e75022f24ab99e6ccc13d95e1727

acueducto | BOGOTÁ Estrategias hidrológicas para el suministro de agua a Bogotá

acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ | BOGOTÁ

Estrategias hidrológicas para el suministro de agua a Bogotá

Conferencia: Septiembre 26 de 2023

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP
August 29, 2023



The screenshot shows a web browser window with the title bar "Amazonas - Chingaza". The address bar contains the URL "storymaps.arcgis.com/stories/53f3a14e26714817a2038b7ee56e3c8c". The main content area displays a black and white photograph of a mountainous landscape with a large, cloudy sky. In the top left corner of the photo, there is a small circular icon with an "i" symbol. The top right corner of the photo has the text "Amazonas - Chingaza". To the right of the photo, there is a logo for "ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO" and the title "Amazonas - Chingaza" in a large, bold font. Below the title, there is a descriptive text: "Evaluación de la disminución de la superficie Amazónica y sus afectaciones sobre las precipitaciones en el páramo y el sistema Chingaza". At the bottom, it says "Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito" and the date "28 de agosto de 2023". The browser interface includes standard navigation buttons (back, forward, search) and a toolbar with icons for star, share, and more.

Amazones - Chingaza - GIS

storymaps.arcgis.com/stories/48f0cf72b059495abe4f43db1407364c

ESCOLA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

Amazonas - Chingaza - GIS

Sistema de Información Geográfica: colecciones de datos, mapas, layers, funciones geográficas, scripts e StoryMaps.

Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
3 de mayo de 2024

[ERA5](#) [DEM](#) [IDEAM-CO](#) [ANA-BR](#) [CAMELS-BR](#) [HydroSHEDS](#) [EAAB-CO](#) [CAR-CO](#) [UECIJG-CO](#) [StoryMap](#) [Acerca de & Diccionario de dat...](#)

ArcGIS Online de **ESRI**, es un sistema robusto para la creación, gestión y publicación de mapas interactivos en la nube y en entornos colaborativos, algunas de sus funcionalidades incluyen la visualización y procesamiento de formatos científicos multidimensionales tales como NetCDF y GRIB, permitiendo la generación de mapas dinámicos de flujo, análisis de sobre imposición y agregación, estadísticas zonales y la utilización de múltiples herramientas de análisis espacial; razón por la cual, ha sido utilizada en la presente investigación para el procesamiento, análisis y despliegue de las diferentes colecciones evaluadas.



Gracias por su atención