

USO DE LENGUAJE PYTHON EN ARCGIS PARA LA SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

José-Avidán BRAVO-JÁCOME^a, Ma. de los Ángeles SUÁREZ-MEDINA^a, Citlalli ASTUDILLO-ENRÍQUEZ^b, Delker Emmanuel MARTÍNEZ-OCAMPO^b

^a Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, email: jose_bravo@tlaloc.imta.mx

^b ADPER S.A. de C.V., Naucalpan de Juárez, Edo. de México, email: xitlae@gmail.com

RESUMEN

El avance de las tecnologías en cuanto a software y hardware ha ido creciendo exponencialmente, permitiendo que el procesamiento de información se pueda realizar de manera más rápida y con mayor cantidad de datos. Bajo este esquema, muchos procesos relacionados con datos climatológicos requieren el uso de series históricas largas sobre un dominio espacial, por lo que se necesitan grandes tiempos de procesamiento de cómputo en equipos especializados. Actualmente, se están realizando estudios hidrológicos que requieren del análisis de información relacionada con escenarios de cambio climático a un nivel de cuenca hidrológica, dicha información es generada por los modelos de circulación global (MCG), cuyos archivos se encuentran en formato netCDF. En este trabajo se analizaron los resultados mensuales de precipitación media correspondiente a los escenarios del modelo REA RCP 4.5 W/m² y RCP 8.5 W/m² al futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099) (INECC, 2013). Para analizar la información de los escenarios de cambio climático, se desarrolló una herramienta que permite sistematizar la conversión de archivos netCDF a mapas vectoriales y mapas raster, y posteriormente, obtener el valor medio de cada escenario de manera mensual por cuenca hidrológica. Dicha herramienta se desarrolló a través de un script programado en lenguaje Python, que utiliza el paquete ArcPy y se aplicó a los resultados de los escenarios de cambio climáticos generados sobre la región de la cuenca del Río Verde, ubicada en parte de los estados de Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco, México.

Palabras clave: Python, ArcGIS, archivos netCDF, ArcPy

ABSTRACT

The advancement of technology in terms of software and hardware has grown exponentially, with this, the information processing is performed faster and with more data. Under this scheme, many processes related to climate data require the use of long historical series over a spatial domain, so is necessary more compute processing time in specialized equipment. Currently, hydrological studies are making and require the analysis of information related to climate change scenarios at a watershed level, this information is generated by global circulation models (GCMs), whose files are located in netCDF format. Results of monthly rainfall corresponding to scenarios of REA model RCP 4.5 W / m² and RCP 8.5 W / m² to near future (2015-2039) and to distant future (2075-2099) (INECC, 2013) were analyzed in this work. To analyze the information of climate change scenarios, was developed a tool that allow to systematize the conversion of netCDF files to vector maps and raster maps, and then, to obtain the mean value of each scenario monthly by watershed. The tool was developed through a script programmed in Python language, which uses the ArcPy package and was applied to the results of climate change scenarios, they were generated on region of Río Verde Basin, and is located in the states of Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato and Jalisco, Mexico.

Keywords: Python, ArcGIS, netCDF, ArcPy

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, mucha información relacionada a las variables climatológicas se almacena en archivos netCDF, los cuales están destinados a almacenar datos científicos multidimensionales.

Un ejemplo de este tipo de archivos son los datos que manejan los escenarios de cambio climático que se pueden descargar de la página del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Por otro lado, la visualización de datos de los archivos netCDF en un sistema de información geográfica (SIG) no es suficiente para realizar análisis, por lo que es recomendable utilizar hojas de cálculo que ayuden a realizar gráficas y comparación de datos.

Como es de suponerse, la combinación de diferentes aplicaciones como los SIG y hojas de cálculo puede ayudar a la extracción y análisis de información de manera más rápida y eficaz.

Los SIG integran diversas herramientas que permiten realizar conversiones y extracción de datos de información espacial, por lo que si se generan scripts programados en lenguaje Python y se extiende con el uso del paquete ArcPy que da accesibilidad a dichas herramientas, se puede disminuir de manera importante el tiempo para el procesamiento de datos y de esta forma, aumentar el tiempo disponible para realizar el análisis de información.

Python es un lenguaje de programación, multiplataforma y de código abierto, potente y fácil de aprender. Es ampliamente utilizado y compatible con aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica, ya sea comercial o libre (Mapping GIS, 2014).

El lenguaje Python es escalable, adecuado para grandes proyectos o para pequeños programas de uso único conocidos como secuencias de comandos, es portátil, multiplataforma, y estable, se extiende a través de ArcGIS y se convierte en el lenguaje para análisis y conversión de datos, administración de datos y automatización de mapas, lo que ayuda a aumentar la productividad (ESRI, 2012).

La zona de estudio es la cuenca Río Verde, se localiza en la cuenca Lerma-Santiago dentro de la región hidrológica No. 12 Lerma-Chapala-Santiago-Pacífico y tiene un área de 20,705.48 km², está conformado por parte de los estados de Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco.



Figura 1. Zona de estudio Río Verde

En este trabajo se descendieron de la página <http://escenarios.inecc.gob.mx/> (INECC, 2013) los escenarios de precipitación mensual RCP 4.5 W/m² y RCP 8.5 W/m² al futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099) correspondiente a la zona que abarca la cuenca del Río Verde, los cuales fueron procesados mediante la herramienta de conversión de archivos netCDF contenida en ArcGIS y configurada a través de un script programado en lenguaje Python.

Se tomó como base la información de la zona sur, la cual es una de las cuatro zonas geográficas en México identificadas por el INECC para los escenarios de Cambio Climático y que están relacionadas con la ubicación geográfica y orografía.



Figura 2. División de zonas para los escenarios

2. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología empleada para la generación de los archivos vectoriales (puntos) y mapas rasters mensuales de los escenarios de precipitación y la extracción de su información por cuenca.

2.1. Procesamiento de la información de los escenarios de cambio climático

Se descargaron de la página del INECC las métricas de la variable de precipitación mensual de los escenarios RCP 4.5 W/m² y RCP 8.5 W/m² para el futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099), Los valores de estos escenarios corresponden a los generados por el método REA, el cual evalúa los Modelos de Circulación Global (MCG) con respecto a la base de datos de la Unidad de Investigación Climática (CRU por sus siglas en inglés: Climatic Research) para el período de 1961 a 2000 (INECC, 2013). Su cálculo es basado en la obtención del menor valor de la Raíz del error cuadrático medio (RMSE), el Error absoluto medio (MAE), la Desviación estándar (STD) y la Correlación (r).



Figura 3. Página INECC para descarga de los escenarios de cambio climático.

El proceso que se describe a continuación corresponde al mes de enero del escenario RCP 4.5 W/m² en el futuro cercano (2015-2039).

Con el uso de la aplicación ArcGIS 10.1, se extrajo la información contenida en los archivos netCDF convirtiéndola a un mapa vectorial de puntos, se utilizó la herramienta Make NetCDF Feature Layer ubicada en la caja de herramientas Multidimension Tools de ArcTools, generando

de esta forma la malla que contiene la información de precipitación mensual.

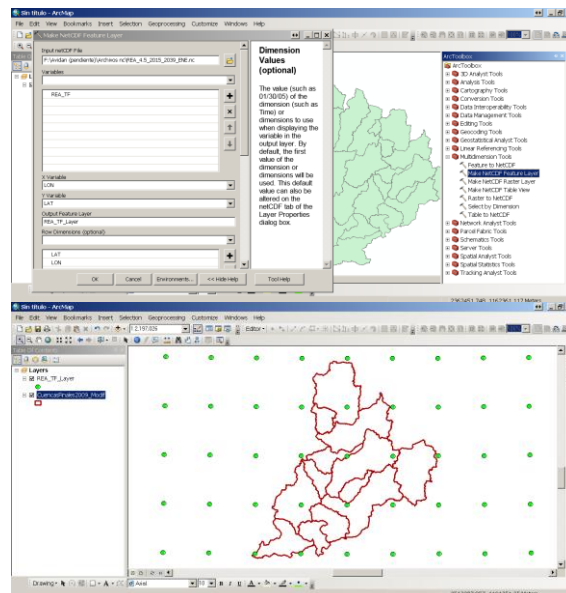


Figura 4. Obtención de la malla correspondiente al escenario de precipitación, ENERO

Posteriormente se seleccionaron aquellos puntos de malla que tuvieran influencia en la zona, para con ello generar el raster que representa el escenario de precipitación RCP 4.5 W/m². Para generar dicho raster, se utilizó la herramienta de interpolación IDW que se encuentra en la caja de herramientas Spatial Analyst Tools. Dicha información fue cortada de acuerdo a la zona de estudio y se extrajo para cada una de las subcuencas de la región el valor medio del escenario, utilizando la herramienta Zonal (Zonal Statistics as Table) ubicada en la misma caja de herramientas.

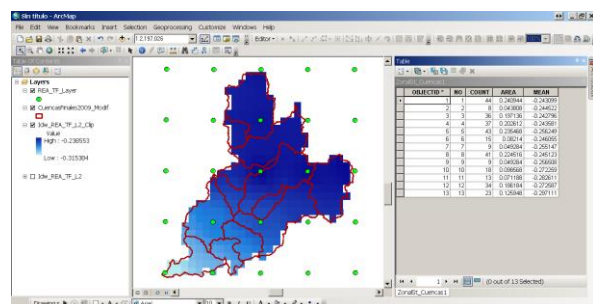


Figura 5. Obtención del raster y la tabla correspondiente al escenario de precipitación, ENERO

Como puede observarse, el proceso que se realizó requiere de varios pasos que deben repetirse para cada uno de los escenarios mensuales en el futuro cercano y futuro lejano, por lo que se puede identificar que se incrementará el tiempo de proceso si el objetivo es obtener toda la información referente a los 48 archivos (12 meses, cuatro escenarios).

Realizar este proceso de manera manual para la extracción de información de un mes de uno de los escenarios requirió de aproximadamente 7 minutos, valor que puede variar de acuerdo al tamaño de la zona de análisis y la capacidad del equipo de cómputo.

2.2. Elaboración del script para el procesamiento de la información de los escenarios de cambio climático

Derivado de lo anterior, se generó un módulo que integra en un solo proceso cada una de las herramientas utilizadas para la obtención de los datos, con el cual se reduce el tiempo para la obtención de resultados, sin embargo, cabe mencionar que el uso del módulo sólo permite realizar un proceso a la vez, es decir, sólo se obtiene un raster correspondiente a un escenario de CC de un solo mes, por lo que si se requiere extraer información de más escenarios, se debe ejecutar dicho módulo para cada uno de ellos, pensando que el ciclo se aplica a los doce meses. Por lo que se logra reducir al 50 % el tiempo requerido para extraer la información de todos los escenarios mensuales, sin embargo, se debe configurar el módulo para cada mes y cada escenario antes de volverlo a ejecutar.

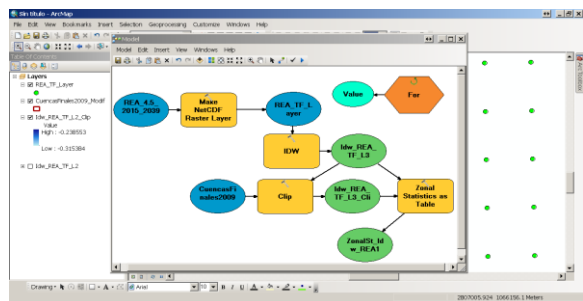


Figura 6. Módulo para la generación del raster y tabla, escenarios de precipitación

Por lo anterior, se optó por escribir un script en lenguaje Python que permite realizar el procedimiento la cantidad de veces necesarias de acuerdo a los escenarios indicados por el usuario. Para ello se utilizó el IDE PyScripter que ayuda a combinar las sentencias propias del lenguaje y los comandos correspondientes al paquete ArcPy.

El script realiza la lectura de archivos colocados en una carpeta y ejecuta el proceso la cantidad de veces necesaria para obtener, en una sola acción los resultados. Con esto, sólo se tienen que colocar los 12 archivos NetCDF (meses) correspondientes a cada escenario (48 archivos) y ejecutar el script, de esta forma, se eliminó el tiempo que se requiere para indicar el archivo a leer, reduciendo aproximadamente un 25% más del tiempo requerido para el proceso.

Una ventaja del uso de un script es que puede estar en ejecución mientras se realizan otros procesos.

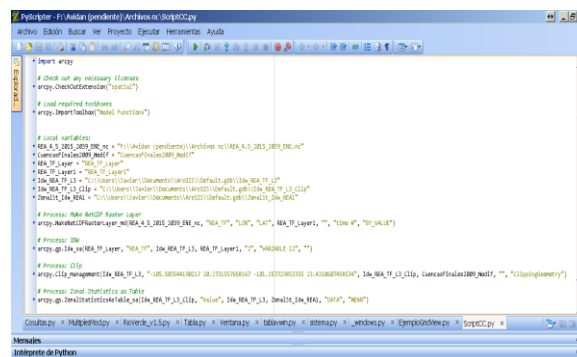


Figura 7. IDE PyScripter con script en Python

3. RESULTADOS

Derivado del proceso anterior, se pudo obtener el valor de precipitación media mensual de cada uno de los escenarios RCP 4.5 W/m² y RCP 8.5 W/m² al futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099) correspondientes a cada una de las subcuencas del Río Verde.

Por otro lado, los rasters que se generaron de precipitación mensual fueron almacenados en una base de datos geográfica.

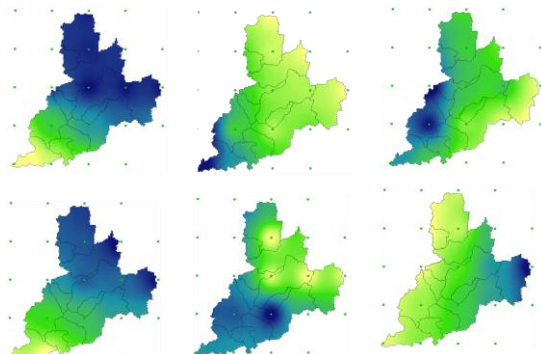


Figura 8. Ejemplo de raster de cambios de precipitación mensual

Para el análisis de resultados, los datos se organizaron e integraron en un libro de Excel donde se colocó la información por subcuenca y se graficó.

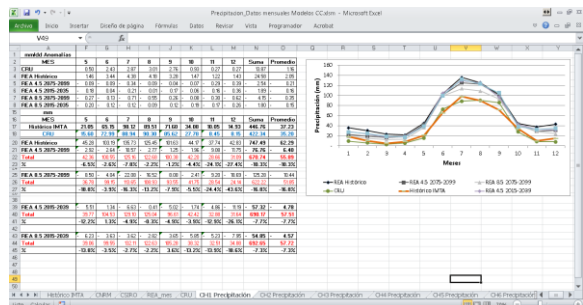


Figura 9. Archivo de Excel que integra la información de los modelos, cuenca 1

4. CONCLUSIONES

Los sistemas de información geográfica permiten agilizar los procesos para la extracción de información de diferentes fuentes, desde mapas digitales, archivos de texto o netCDF, sin embargo, el uso del lenguajes de programación complementa su funcionalidad permitiendo realizar los procesos de manera más automatizada, reduciendo los tiempo necesarios para el procesamiento de datos y aumentando el tiempo de análisis.

El uso del lenguaje de programación Python permite sistematizar los diferentes procesos que se requieren para manipulación de datos espaciales, ya que al ser un lenguaje de programación del propósito general, se pueden

utilizar los ciclos (for, while) para realizar procesos repetitivos. Adicionalmente, el uso del paquete Arcpy permite la interacción con las herramientas de desarrollo integradas en la aplicación ArcGIS como son el clip, conversiones, interpolaciones, etc.

El desarrollo de software que permita sistematizar procesos en los que se maneja mucha información es importante, ya que cada vez se cuentan con una mayor cantidad de datos que permiten acercarse a la realidad, y en la medida en que toda la información pueda integrarse y procesarse de manera conjunta en menor tiempo, permitirá mejorar los resultados de análisis de las variables y con ello, ayudar en la toma de decisiones relacionadas con los procesos en los que interviene la naturaleza.

El script desarrollado en este trabajo puede aplicarse a diferentes variables climatológicas manejadas en los escenarios de cambio climático como la temperatura máxima y mínima. Además, se puede adaptar para complementar información de series históricas a nivel diario, mensual o anual.

5. REFERENCIA

ESRI. (2012). *ArcGIS Resource Center*. Recuperado el julio de 2015, de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002z0000001000000>

Cavazos, T., J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo, 2013: *ACTUALIZACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA MÉXICO COMO PARTE DE LOS PRODUCTOS DE LA QUINTA COMUNICACIÓN NACIONAL*. Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp. Con resultados disponibles en:

<http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html>

Mapping GIS, 2014. *Curso de Python para ArcGIS* 10. <http://mappinggis.com>