

GENERACIÓN, ANÁLISIS DE CALIDAD E INTERPOLACIÓN DE NDVI MOD13Q1 EN CERRO MOHINORA DE 2000 A 2009 CON TATSSI

INDER TECUAPETLA-GÓMEZ

1. INTRODUCCIÓN

En esta nota mostramos como descargar, generar, analizar la calidad de datos e interpolar una serie de tiempo NDVI MOD13Q1. Las imágenes [MOD13Q1](#) consideradas cubren el Área de Protección de Flora y Fauna [Cerro Mohinora](#) (APFF-CM), Chihuahua, México. El periodo de estudio fue del 18 de febrero de 2000 al 31 de diciembre de 2009, es decir este acervo contiene 227 imágenes (20 en el año 2000 y 207 de 2001 a 2009).

La superficie del APFF-CM (9126.35 ha) la vuelve atractiva para esta nota ya que nos permite mostrar fácilmente como procesar una serie de tiempo de imágenes satelitales con la plataforma Tools for Analyzing Time Series of Satellite Imagery (TATSSI) de [Tecuapetla-Gómez et al. \(2021\)](#). En este procesamiento hemos usado TATSSI en una laptop con 16 GB de RAM y 250 GB de disco duro.

OPCIONAL. Para replicar esta nota debes descargar TATSSI. En esta [liga](#) encontrarás las instrucciones de instalación.

2. DESCARGA

TATSSI permite descargar todos los productos disponibles en el repositorio [LPDAAC](#) de la NASA. En particular, este repositorio tiene disponible el producto MOD13Q1 del sensor Terra MODIS. Este producto provee los índices de vegetación EVI y NDVI a 250m de resolución espacial y 16 días de resolución temporal.

Para referenciar alguna región del planeta, NASA ideó un sistema de *tiles*. De manera simplificada este sistema es un *grid* en 2 dimensiones (horizontal **h** y vertical **v**). Por ejemplo, el tile **h08v06** cubre partes del altiplano central, norte y la Sierra Madre Occidental de México; en particular el tile h08v06 cubre el APFF-CM.

Para descargar el producto MOD13Q1 del tile h08v06 durante el periodo 2000-2004 con TATSSI requerimos ingresar al menú **Data**, abrir el módulo **Downloaders** y usar los siguiente parámetros:

- **Tile** = h08v06
- **Product** = MOD13Q1
- **Platform** = Terra MODIS
- **Start date** = 16-02-2000
- **End date** = 01-01-2005

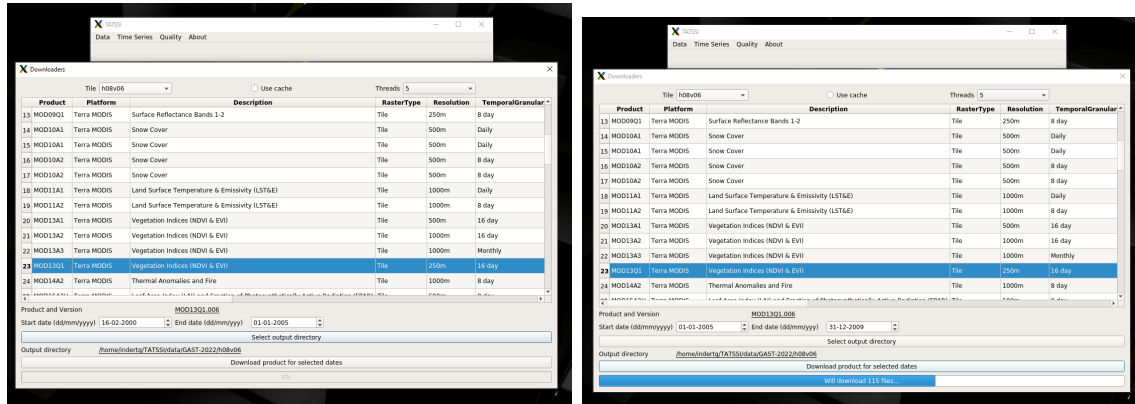


FIGURA 1. Descarga de MOD13Q1 del tile h08v06 en los periodos: (Izquierda) 18-02-2000 a 01-01-2005; (Derecha) 01-01-2005 a 31-12-2009.

La Figura 1 (izquierda) muestra los parámetros de esta descarga. Una vez definidos los parámetros se debe oprimir el botón **Download product for selected dates** y esperar hasta que la descarga se complete; la barra de progreso provee un estimado del estado de la descarga. El tiempo de espera depende del tráfico en internet y de los servicios que tengas contratados. Cuando el producto deseado cubre varios años, como en este caso, es recomendable dividir la descarga en varios bloques. Por ejemplo, la Figura 1 (derecha) muestra los parámetros de la descarga del MOD13Q1, h08v06, de enero de 2005 a diciembre de 2009. Las descargas se guardaron en el directorio designado para tal propósito a través de la opción **Select output directory**.

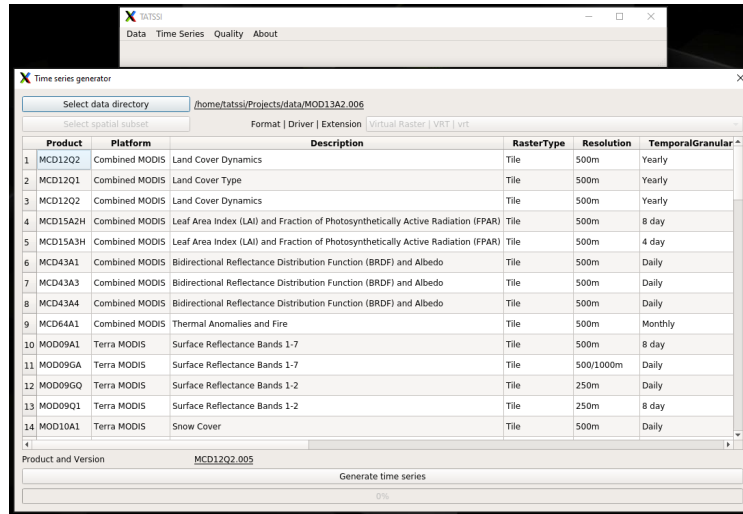
3. GENERACIÓN DE SERIE DE TIEMPO NDVI MOD13Q1

Un vistazo a las propiedades del directorio designado para la descarga revela que las 227 imágenes obtenidas ocupan 41.8 GB de espacio en disco, ver la Figura 7 (izquierda) en el Apéndice. La dimensión del acervo en bytes refleja el número de bandas que componen cada una de las escenas tomadas sobre el extenso tile h06v08. De hecho cada escena es distribuida mediante un archivo en formato **hdf**.

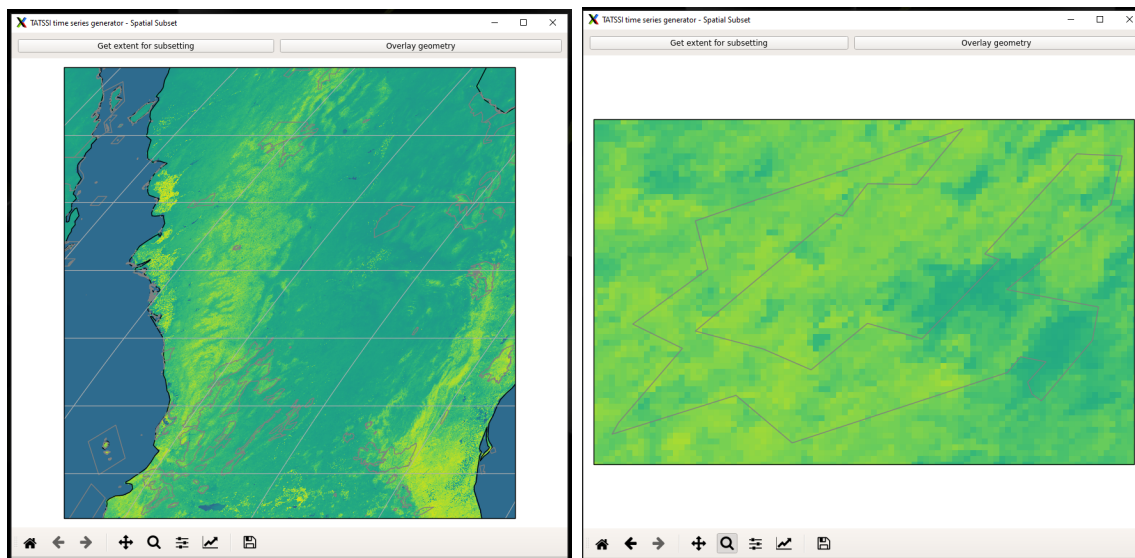
Aunque los archivos **hdf** son suficientemente portátiles y permiten la aplicación eficiente de distintas rutinas geo-computacionales, TATSSI genera sus series de tiempo como *Cloud Optimized GeoTiff* (COG) o en cualquier formato permitido por la biblioteca GDAL. Para generar una serie de tiempo de imágenes satelitales con TATSSI, debemos abrir el menú **Time Series** y seleccionar el módulo **Generator** lo cual desplegará la pantalla mostrada en la Figura 2.

El botón **Select data directory** abre una aplicación que nos permite seleccionar el directorio que contiene el acervo que deseamos convertir en serie de tiempo. Posteriormente se habilitarán el botón **Select spatial subset** y la pestaña **Format | Driver | Extension**. Por defecto TATSSI usa el formato **Hierarchical Data Format Release 4** con driver **HDF** y extensión **hdf** al ser éste el formato usado por LPDAAC para distribuir sus productos.

Observa que el tile h08v06 es mucho más grande que la región de interés -Cerro Mohinora. La opción **Select spatial subset** nos permite definir sub conjuntos espaciales del acervo

FIGURA 2. Pantalla principal de **Time series generator**.

original. Por ejemplo, **Overlay geometry** nos permite cargar *geometrías* auxiliares y sobrepone las al tile original con la intención de ayudarnos a definir el sub conjunto de interés fácilmente. En este caso, cargamos el *shapefile* de las Áreas Naturales Protegidas de México en proyección sinusoidal, véase la Figura 3 (izquierda).¹ Presionando el ícono que parece una lupa, ahora podemos manualmente definir el área de interés, véase la Figura 3 (derecha). Una vez concluida la determinación del área de interés, oprimimos el botón **Get extent for subsetting** para que TATSSI registre las coordenadas del recorte y genere una serie de tiempo a partir de éste.

FIGURA 3. (Izquierda) Aplicaciones provistas por **Select spatial subset**. (Derecha) Recorte cubriendo el APFF-CM.

¹Este shapefile está distribuido con la instalación de TATSSI.

De regreso en la pantalla de **Time series generator** sólo nos resta seleccionar el producto y plataforma, en este caso **MOD13Q1** y **Terra MODIS**, y oprimir el botón **Generate time series**. La barra de progreso provee un estimado del estado de la generación de la serie de tiempo.

4. ANÁLISIS DE CALIDAD

Un vistazo a las propiedades del directorio **250m_16_days_NDVI**² revela que los 227 archivos **tif** que contienen los valores de NDVI sobre el APFF-CM ocupan únicamente 5.21MB de espacio en disco, ver la Figura 7 (derecha) en el Apéndice. Esencialmente este directorio contiene la serie de tiempo de NDVI MOD13Q1 para Cerro Mohinora de 2000 a 2009. De forma equivalente llamaremos a este conjunto de archivos el **cubo de datos** para el NDVI del APFF-CM.³

Para poder usar este -y cualquier- cubo de datos en un análisis científico formal debemos someterlo a un análisis de calidad. Este análisis evalúa la calidad de cada píxel en el acervo buscando filtrar aquellos que por la influencia de artefactos, nubes o sombras de nubes no pueden proveer información confiable.

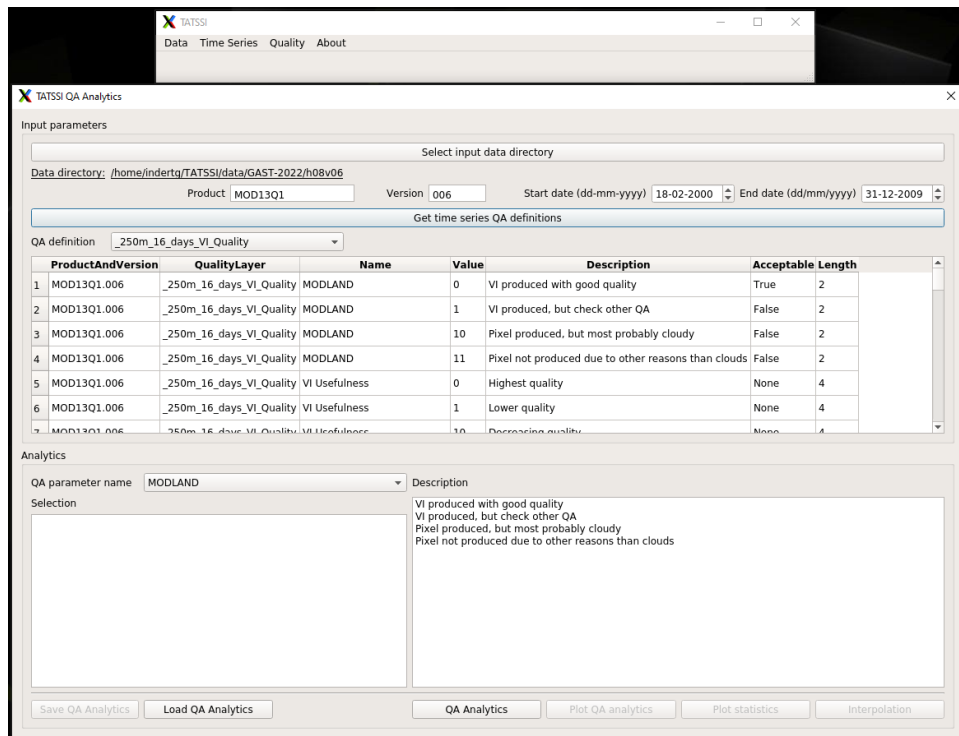


FIGURA 4. Pantalla principal de **QA Analytics**.

Para efectuar un análisis de calidad con TATSSI, debemos abrir el módulo **Analytics** del menú **Quality** el cual se muestra en la Figura 4. A través de la opción **Select input directory** podemos seleccionar el directorio **raíz** que contiene el cubo de datos que deseamos analizar. Posteriormente, los parámetros **Product**, **Version**, **Start date** y **End date** deben ingresarse manualmente. Asegúrate que el periodo definido por las fechas de inicio y final corresponda

²Este directorio se genera automáticamente junto con la serie de tiempo.

³Nota que también se ha generado el directorio **250m_16_days_EVI**.

con el periodo del acervo que quieres evaluar, de otro modo la aplicación se cerrará. Una vez ingresados estos parámetros puedes oprimir el botón **Get time series QA definitions**.

Ahora notarás que la cintilla **QA definition**, la tabla inferior a ésta y el rectángulo con encabezado **Description** se han llenado de información. Esencialmente, esta información muestra las bandas de calidad que es posible aplicar al cubo de datos. Para este ejercicio hemos usado **QA definition = _250m_16_days_pixel_reliability** y en el rectángulo **Description** hemos seleccionado **Good data, use with confidence** y **Marginal data, Useful, but look at other QA information**. Después de oprimir el botón **QA Analytics** notarás que los botones **Plot QA Analytics**, **Plot statistics** e **Interpolation** se han habilitado. Al oprimir la opción **Plot QA Analytics** obtenemos las estadísticas mostradas en la Figura 5. El panel izquierdo reporta la distribución espacial del porcentaje de datos por píxel en función de las bandas de calidad seleccionadas. El panel derecho muestra la distribución espacial del tamaño de gap de datos faltantes por píxel; un gap es el número de observaciones faltantes consecutivas. Combinadas estas 2 estadísticas presentan un panorama general del estado que guarda el cubo de datos respecto de las bandas de calidad seleccionadas. En este caso, el APFF-CM muestra una buena disponibilidad de datos (arriba del 93 %) y un tamaño pequeño de gap (4 observaciones faltantes de forma consecutiva) en muy pocos píxeles.

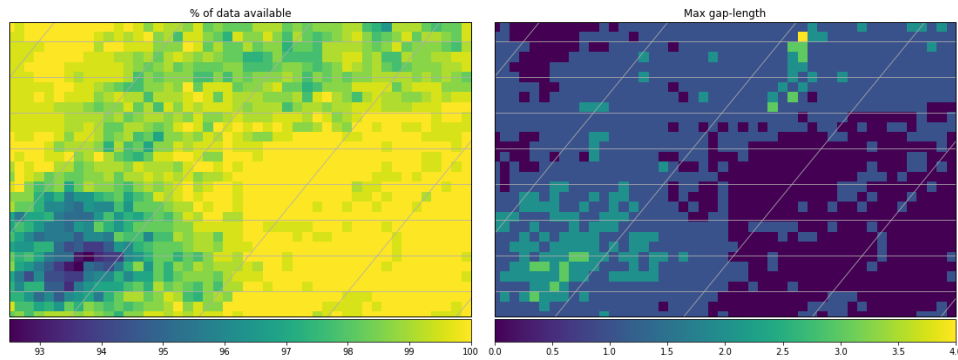


FIGURA 5. Distribución espacial del porcentaje de observaciones disponibles (izquierda) y tamaño del gap más grande (derecha) obtenidas con el módulo **Plot QA Analytics**.

5. INTERPOLACIÓN

Como resultado del análisis de calidad hemos invalidado o removido aquellas observaciones que no cumplieron con el estándar de calidad solicitado. En términos coloquiales, hemos creado huecos en el cubo de datos y éstos pueden afectar el resultados de análisis posteriores por lo que es necesario utilizar métodos sensibles para rellenar los datos faltantes.

Concluimos este procesamiento aplicando una interpolación lineal a cada píxel del cubo de datos. La interpolación sólo tomará efecto en aquellos píxeles con observaciones faltantes. Optamos por aplicar interpolación lineal debido al tamaño pequeño de los gaps.

La Figura 6 muestra el efecto del análisis de calidades y la correspondiente interpolación en un par de píxeles en el área de estudio. En el panel izquierdo tenemos un píxel con al menos 5 valores relativamente bajos de NDVI y que el análisis de calidad dejó fuera del cubo de datos; además la dinámica de este píxel parece no tener bien definidos valles y lomas. El píxel

mostrado en el panel derecho despliega *la clásica* dinámica de NDVI a lo largo de los 10 años de estudio; este píxel no tuvo observaciones removidas durante el análisis de calidad.

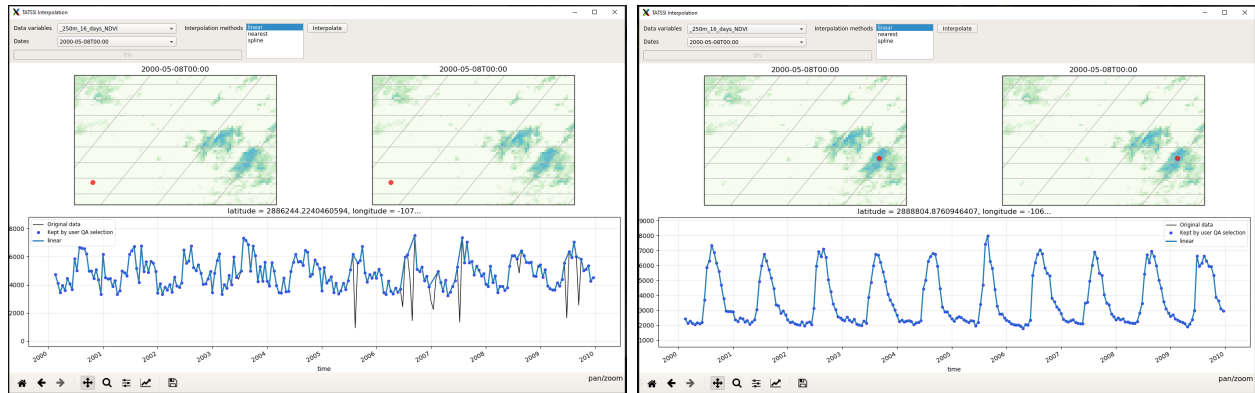


FIGURA 6. Efectos de la interpolación lineal en algunos píxeles del APFF-CM.

6. APÉNDICE

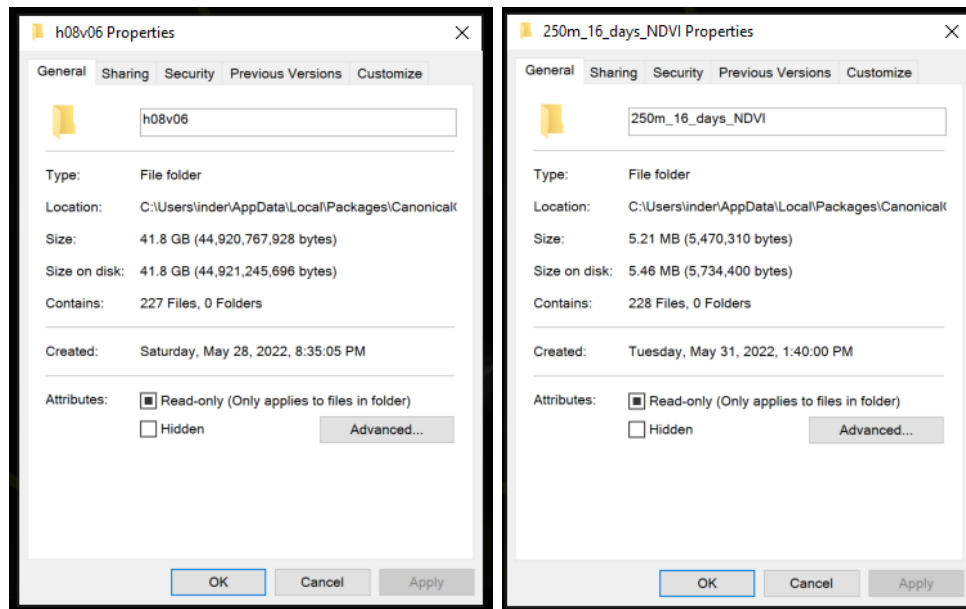


FIGURA 7. (Izquierda) Tamaño de la descarga original de NDVI MOD13Q1 h08v06 de 2000 a 2009. (Derecha) Tamaño de la serie de tiempo NDVI MOD13Q1 para Cerro Mohinora de 2000 a 2009.

BIBLIOGRAFÍA

Tecuapetla-Gómez, Inder, Gerardo López-Saldaña, María Isabel Cruz-López, and Rainer Ressler. 2021. "TATSSI: A Free and Open-Source Platform for Analyzing Earth Observation Products with Quality Data Assessment." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 10 (4): 267.