



Ejercicio 2: LandTrendr vía Google Earth Engine

Objetivos

- Explorar la Interfaz de Usuario de LandTrendr (LT) Google Earth Engine (GEE)
- Mapear el año, magnitud y duración de un incendio forestal
- Mapear el año, magnitud y duración de una infestación por escarabajos de pino de montaña
- Explorar gráficos de series temporales de índices de vegetación en regiones de disturbios forestales

Resumen de Temas

- Analizar el Incendio Rim con el LT-GEE Change Mapper (mapeador de cambios)
- Analizar el Incendio Rim con el LT-GEE Time Series Plotter
 - Crear y evaluar los índices NBR, NDVI, NDMI y TCB
- Analizar la infestación por escarabajos de pino de montaña en el Bosque Nacional Arapaho-Roosevelt con el LT-GEE Time Series Plotter
- Analizar la infestación por escarabajos de pino de montaña en el Bosque Nacional Arapaho-Roosevelt con el LT-GEE Change Mapper
 - Modificar los parámetros de mapeo de cambios para una fecha específica para identificar los diferentes años de los disturbios

Herramientas Necesarias

- Navegador Google Chrome
- Cuenta de Google Earth Engine: Inscríbase aquí:
<https://earthengine.google.com/signup>

Introducción

Para este ejercicio, vamos a explorar LandTrendr (LT) en Google Earth Engine (GEE) para evaluar series temporales de imágenes Landsat. LT-GEE es un conjunto de algoritmos que se puede utilizar para la detección de cambios en una serie temporal de imágenes. El beneficio del algoritmo LT-GEE es que puede procesar varias imágenes Landsat “sobre la marcha” con la potencia informática de Google, así evitando la necesidad de descargar y procesar las imágenes uno mismo.

Para este ejercicio, solo veremos las funciones básicas de la LT User Interface (UI), donde hay herramientas que uno puede utilizar sin necesidad de aprender JavaScript (el lenguaje de programación informática que se utiliza dentro de Earth Engine). Vamos



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

a analizar un gran incendio forestal para investigar cambios rápidos en la cobertura terrestre y después analizaremos una región forestal afectada por escarabajos de pino de montaña para resaltar los cambios en la cobertura terrestre más paulatinos.

Antes de empezar, dese unos minutos para revisar la información sobre LandTrendr aquí: <https://emapr.github.io/LT-GEE/landtrendr.html>.

También, para más detalles sobre cada funcionalidad y producto de la LT-GEE UI, refiérase a esta página a medida que vayamos avanzando con el ejercicio: <https://emapr.github.io/LT-GEE/ui-applications.html>

Hay tres aplicaciones de la UI: (1) Pixel Time Series Plotter (Plotter de Píxeles de Series Temporales), (2) Change Mapper (Mapeador de Cambios) y (3) RGB Mapper (Mapeador rojo-verde-azul). Para este ejercicio nos enfocaremos en el Change Mapper y el Plotter.

Si desea más información sobre cómo ejecutar scripts LT-GEE usted mismo/-a, puede referirse a esta página: <https://emapr.github.io/LT-GEE/index.html>. Hay una descripción de cada ítem en la LT-GEE User Interface y ejemplares de scripts.

Parte 1: Analizando un Incendio Forestal

Para esta porción del ejercicio nos vamos a enfocar en el Incendio Rim que ocurrió cerca del Parque Nacional Yosemite en 2013. Este incendio quemó 257.314 acres (104.131 hectáreas) y en el momento fue el tercer incendio forestal más grande en la historia de California.



Source: California Dept. of Forestry and Fire Protection Todd Trumbull / The Chronicle

Change Mapper (Mapeador de Cambios)

1. Abra **Google Chrome** y vaya a la página web de la **User Interface LT-GEE**:
<https://emapr.github.io/LT-GEE/ui-applications.html> y lea la información sobre el **Pixel Time Series Plotter** y el **Change Mapper**.
 - a. Desplácese hacia abajo al **8.2 UI LandTrendr Change Mapper**, haga clic en **GEE App link**
 - i. Esto llevará directamente a la página de la **User Interface**.



Earth Engine Apps Experimental Search places

Define Year Range
Start Year: 1984
End Year: 2017

Define Date Range (month-day)
Start Date: 06-10 End Date: 09-20

Select Index
NBR

Define Mask Elements
 Clouds Shadows
 Snow Water

Define Pixel Coordinates (optional)
Longitude: -122.884 Latitude: 43.7929

Define a Buffer Around Point (km)
Buffer: 50

Define Change Mapping Parameters
Select Vegetation Change Type: Loss
Select Vegetation Change Sort: Greatest

Instructions
1) Define mapping options in control panel
2) Click a point or enter & submit coordinates
3) Check the "Inspector" box and click a point for info
* Wait patiently for map and point info to load
* [Click here for more information](#)

Inspector

2. Repase las funcionalidades en el panel a la derecha. Si tiene alguna duda, siempre puede recurrir a la página principal de la UI.
3. Bajo la sección **Define Pixel Coordinates (optional)**, ingrese -119.8529 al lado de **Longitude** y 37.8514 al lado de **Latitude**
4. Deje los demás campos con su valor preprogramado. Desplácese hacia abajo a la parte inferior del panel a mano derecha y haga clic en **Submit**.
 - a. El visualizador inmediatamente llevará a esa ubicación



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

← → ↻ 🔒 <https://emaprlab.users.earthengine.app/view/lt-gee-change-mapper> ☆ 🔍 ⋮

🌐 Apps 🌐 Navajo Nation DSET

Earth Engine Apps Experimental

🔍 Search places ⋮

Start Year: 1984
End Year: 2017

Define Date Range (month-day)
Start Date: End Date:

Select Index

Define Mask Elements
 Clouds Shadows
 Snow Water

Define Pixel Coordinates (optional)
Longitude: Latitude:

Define a Buffer Around Point (km)
Buffer:

Define Change Mapping Parameters
Select Vegetation Change Type:
Select Vegetation Change Sort:
 Filter by Year:

Layers Map Satellite

Instructions

- 1) Define mapping options in control panel
- 2) Click a point or enter & submit coordinates
- 3) Check the "Inspector" box and click a point for info

* Wait patiently for map and point info to load
* [Click here for more information](#)

Inspector

Map data ©2019 Google Imagery ©2019 TerraMetrics | 2 km Terms of Use | Report a map error



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

5. Espere que la página cargue. Esto podría tardar unos minutos o más dependiendo de la velocidad de su conexión. Hay varias capas procesándose a la vez.
 - a. Note la casilla **Layers** en la parte superior del mapa. Las barras grises se volverán blancas cuando termine el procesamiento.

Earth Engine Apps Experimental

Filter by Duration:
Value: Operator:

Filter by Pre-Dist Value:
Value: Operator:

Filter by MMU:

Define Segmentation Parameters

Max Segments:

Spike Threshold:

Vertex Count Overshoot:

Prevent One Year Recovery:

Recovery Threshold:

p-value Threshold:

Best Model Proportion:

Min Observations Needed:

Layers | Map | Satellite

Instructions

- 1) Define mapping options in control panel
- 2) Click a point or enter & submit coordinates
- 3) Check the "Inspector" box and click a point for info

* Wait patiently for map and point info to load

* [Click here for more information](#)

Inspector

6. Detenga el cursor sobre la de la casilla Layers en la parte superior. Verá que se produjeron 3 capas: **Year of Detection**, **Magnitude** y **Duration**.
7. Detenga el cursor sobre **Year of Detection** hasta que aparezca el símbolo de engranaje y haga clic en este para mostrar la leyenda para esa capa.

Year of Detection visualization parameters

1 band (Grayscale)

3 bands (RGB)

Range

-

Opacity

Gamma Palette

Layers

Year of Detection

Magnitude

Duration

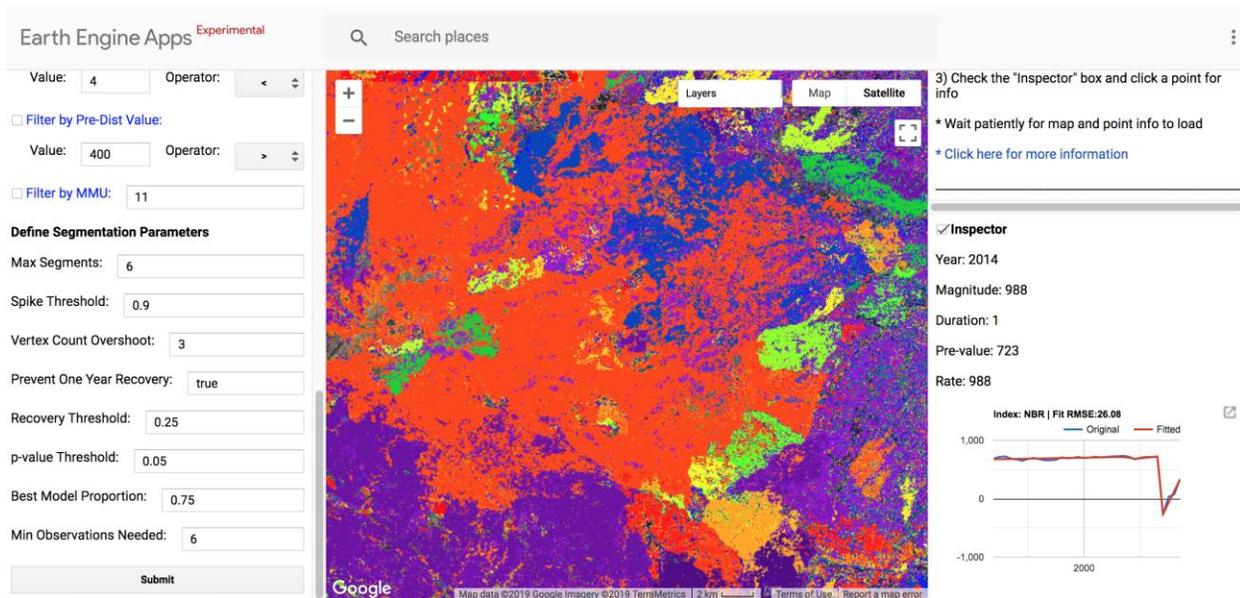
En la barra de colores al fondo, los tonos morados y azules indican disturbios anteriores y los tonos anaranjados y rojos indican disturbios posteriores. Esta es una región altamente susceptible a incendios, así que las grandes extensiones de



diferentes colores representan principalmente incendios forestales ocurridos entre 1985 y 2017.

8. Cierre la leyenda de **Year of Detection**.
9. Para ver cuándo ocurrieron los disturbios, haga clic en la casilla **Inspector** a la derecha.
10. Ahora, haga clic en alguna parte del mapa dentro de la gran región anaranjada. Este disturbio significativo es el incendio Rim.

A la derecha aparecerá un gráfico (puede que tarde en cargar) junto con información sobre el disturbio, incluyendo **Year** (año), **Magnitude** y **Duration**.

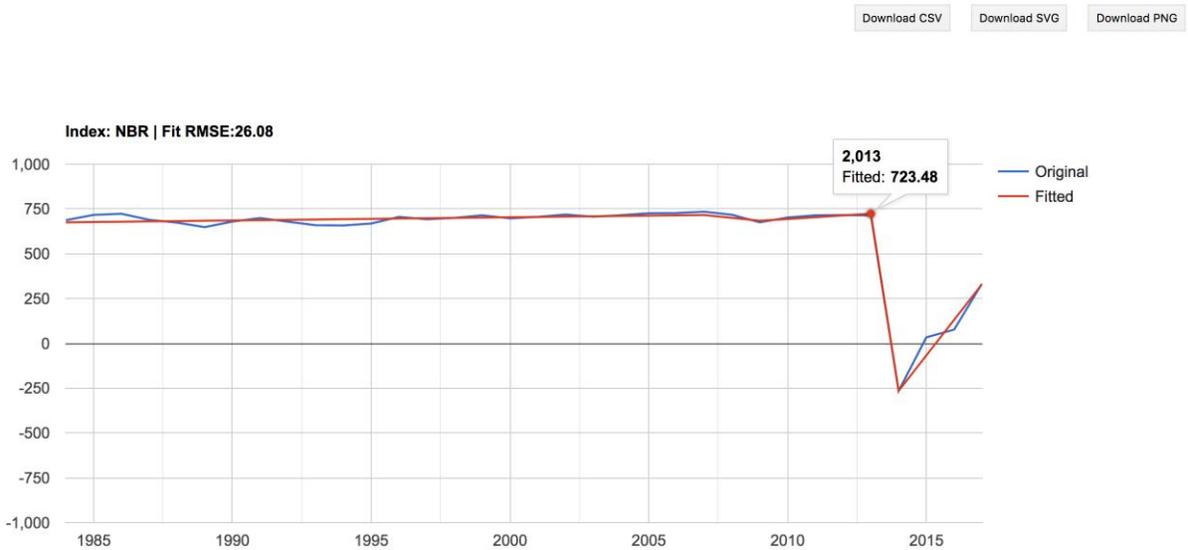


11. Haga clic en la pequeña casilla con la flecha  en la parte superior derecha para mostrar el gráfico en una ventanilla separada. Aquí puede ver la tasa de quema normalizada (Normalized Burn Ratio o NBR), donde una tasa más elevada indica vegetación sana y un valor menor indica suelo desnudo o áreas recientemente quemadas. Desplace su cursor lentamente sobre el gráfico para ver el año y el valor NBR del pixel.

a. *Nota: Hay que multiplicar los valores por 1000 para relaciones e índices espectrales de diferencia normalizada (multiplicamos todos los datos en base a decimales por 1000 para convertirlos en datos de 16 bits con signo y retener algo de precisión).*

12. Note que este gráfico muestra la NBR de 1984 a 2017

a. Puede ver en el pixel visualizado en este ejercicio que el valor NBR en 2013 fue 0.723 y el valor en 2014 fue -0.264, así indicando una quema en esta región (NBR alta = vegetación sana, NBR baja = quema).



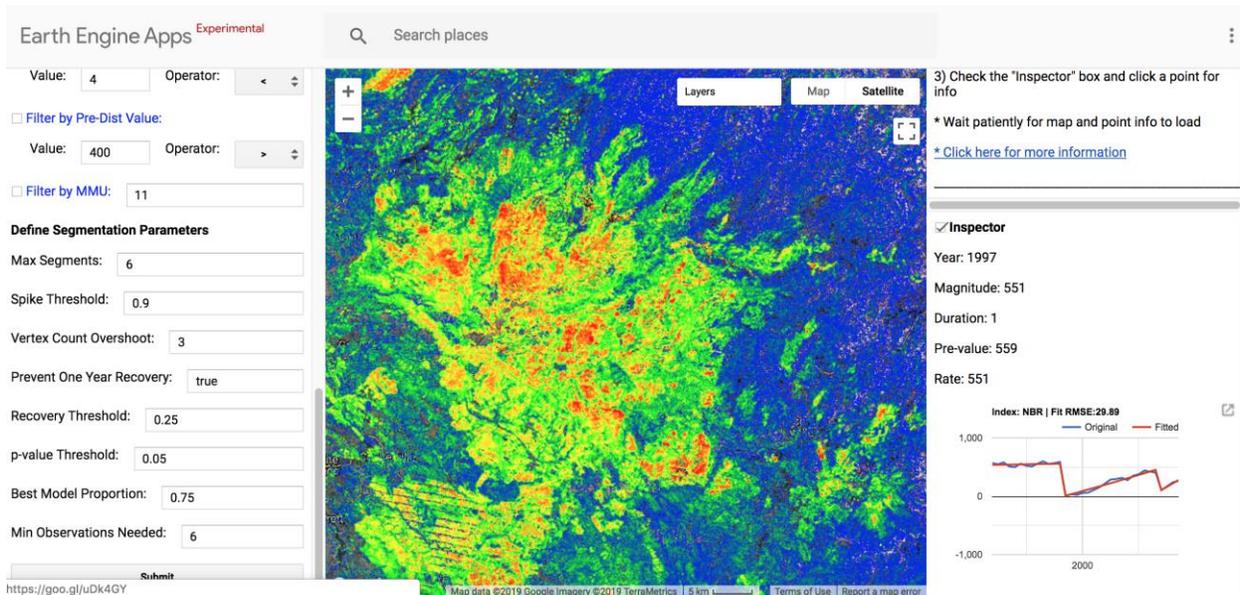
Este gran disturbio es el Incendio Rim. También puede ver cómo los valores NBR vuelven a subir después del incendio con el recrecimiento.

Note que también puede descargar los valores para este pixel específico como CSV, SVG, o PNG.

13. Cierre el gráfico y vuelva al **Change Mapper**. Haga clic en uno de los otros colores para ver cuándo ocurrieron los diferentes disturbios. Por ejemplo, si hace clic en la región azul, podría ver algo así:

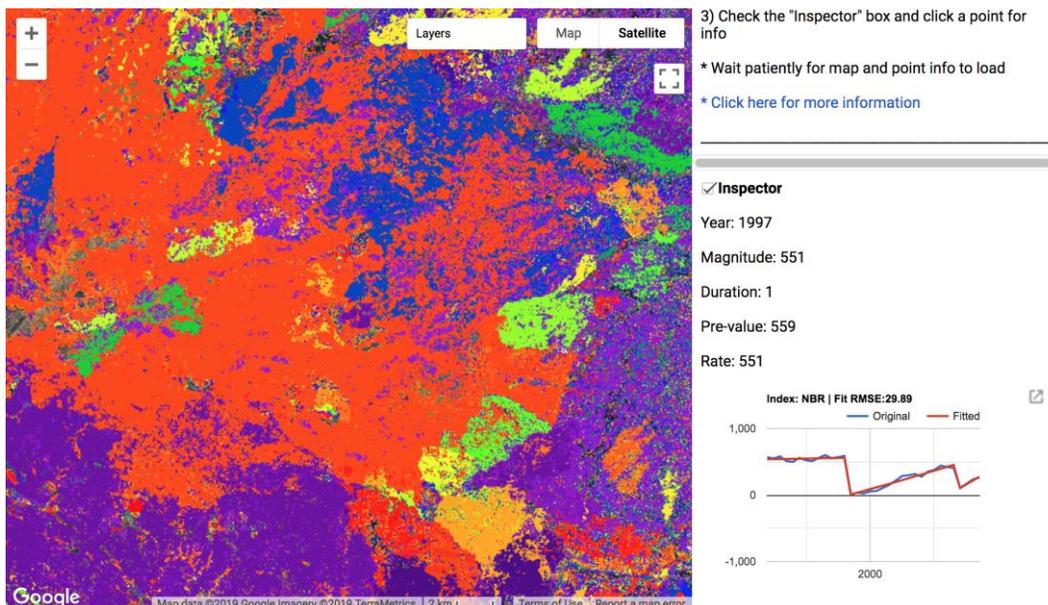


14. Apague la capa **Year of Detection** deteniendo el cursor sobre las capas y des señalando las casillas. Ahora puede ver la capa **Magnitude**.
15. Ahora haga clic en el signo de “-” en la parte superior izquierda del mapa una vez para alejar el mapa y espere que vuelvan a cargar las capas en el mapa.



Puede ver las regiones de alta intensidad de quema en rojo y las de intensidad disminuida en verde y azul.

16. Active la leyenda para la capa **Magnitude**. Note que la magnitud varía del 0 al 1000. La magnitud de un disturbio se define como la distancia en valores

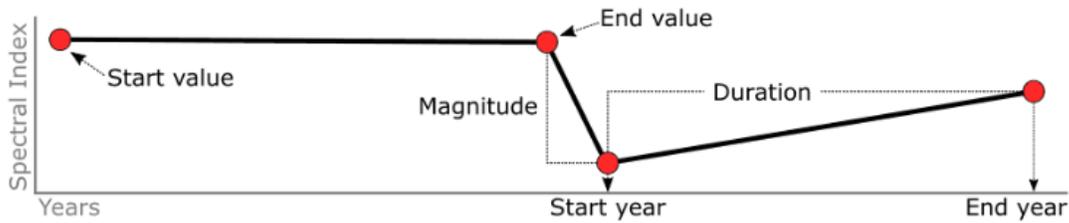




Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

espectrales (en este caso, valores NBR) entre el principio del disturbio y el menor valor NBR registrado.



17. Apague la capa **Magnitude** para poder ver la capa **Duration**. Fíjese la leyenda.



18. Active la capa **Duration** deteniendo el cursor sobre el nombre de esta y haciendo clic en el icono de engranaje. Los valores de duración varían del 1 al 10, representando la cantidad de años en que ocurrió el disturbio. Los tonos de rojo y anaranjado representan disturbios de menor duración, como incendios forestales, mientras que los tonos de verde y azul representan disturbios de mayor duración como el escarabajo de pino de montaña.

Duration visualization parameters

1 band (Grayscale)

3 bands (RGB)

dur

Range

1 - 10

Custom

Opacity

1.00

Gamma Palette

Import Apply Close

Hay varias otras configuraciones que puede cambiar en el **Feature Panel** en la parte izquierda de la pantalla. Un ítem del **Feature Panel** que vale la pena mencionar es el intervalo de fechas (Date Range).

19. Veamos las opciones **Define Year Range** y **Define Date Range (month-day)**.

Define Year Range

Start Year: 1984

End Year: 2017

Define Date Range (month-day)

Start Date: 06-10 End Date: 09-20

Note que en **Define Year Range**, los datos a ser visualizados son de 1984 a 2017.

En **Define Date Range (month-day)**, este es el intervalo de fechas dentro de cada año que GEE está utilizando para generar una imagen libre de nubes para representar las condiciones de la vegetación para ese año. Por lo tanto, no se sabe la fecha específica de la imagen Landsat que se está utilizando a menos que reduzca el intervalo de



fechas aquí. En cambio, esta es una imagen compuesta que puede visualizar diferentes pixeles de diferentes fechas cada año dentro de ese intervalo de fechas (**June 10 a September 20**). Esta es una funcionalidad marcadamente diferente de GEE comparado con otros softwares de procesamiento de imágenes donde uno elige la imagen Landsat para el análisis. Así, dependiendo de su área de estudio y sus intereses específicos, posiblemente quiera modificar este parámetro.

Pixel Time Series Plotter

Ahora que hemos visualizado algo de la dinámica de la quema del Incendio Rim, podemos utilizar la **Pixel Time Series Plotter UI** para comparar varios índices uno al lado de otro.

20. Abra una nueva pestaña o ventanilla (mantenga abierta la última por si quiere volver como referencia) y vaya a esta página web:
<https://emaprlab.users.earthengine.app/view/lt-gee-pixel-time-series>
21. Bajo **Define Year Range**, cambie el año de inicio **Start Year** a 2000 y el año final **End Year** a 2017.
 - a. Mantenga los valores preprogramados de **Define Date Range (month-day)**.
22. Bajo **Select Indices**, active los índices NBR, NDVI, NDMI y TCB (tasseled-cap brightness).
23. Bajo la sección **Define Pixel Coordinates (optional)** ingrese -119.8529 al lado de **Longitude** y 37.8514 al lado de **Latitude**. Estas son las mismas coordenadas que utilizamos en la Parte 1.
24. Conserve todas las demás configuraciones con los valores preprogramados. Desplácese hacia abajo y haga clic en **Submit**.

Define Year Range

Start Year

End Year

Define Date Range (month-day)

Start Date: End Date:

Select Indices

NBR NDVI NDMI TCB

TCG TCW TCA B1

B2 B3 B4 B5

B7

Define Pixel Coordinates (optional)

Longitude: Latitude:



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

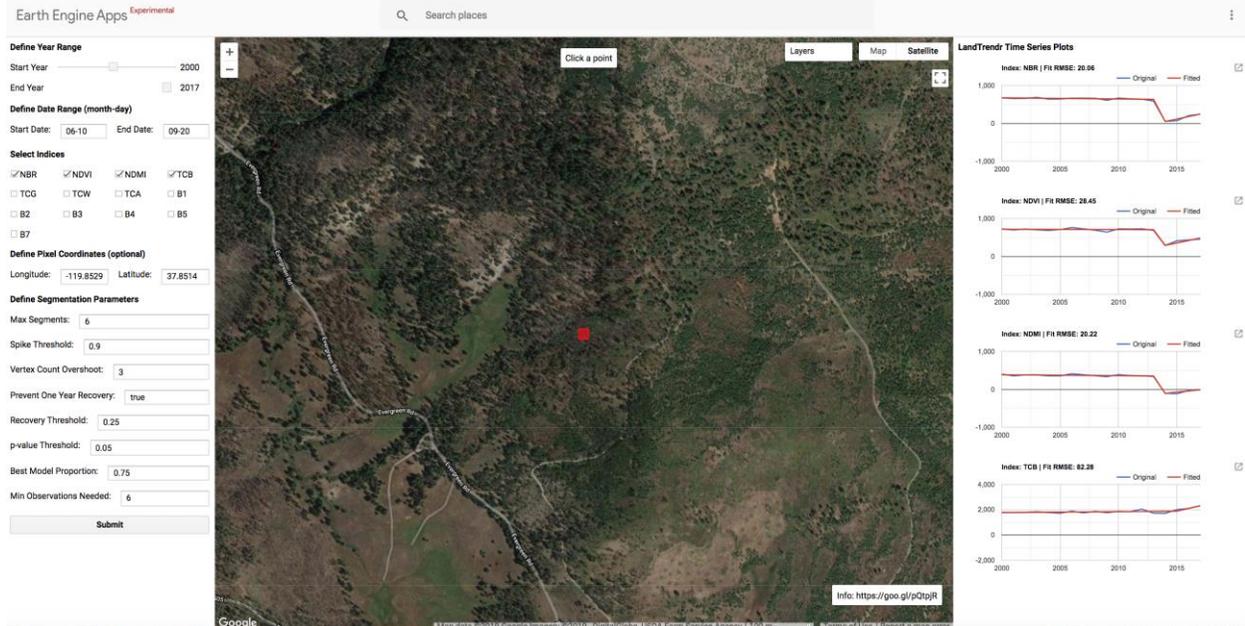
15 y 17 de abril de 2019

25. Espere que cargue el mapa y analice todos los índices diagramados a la derecha.

Deberá notar patrones similares en los tres diagramas del área de la quema, con disminuciones notorias en los índices en 2014.

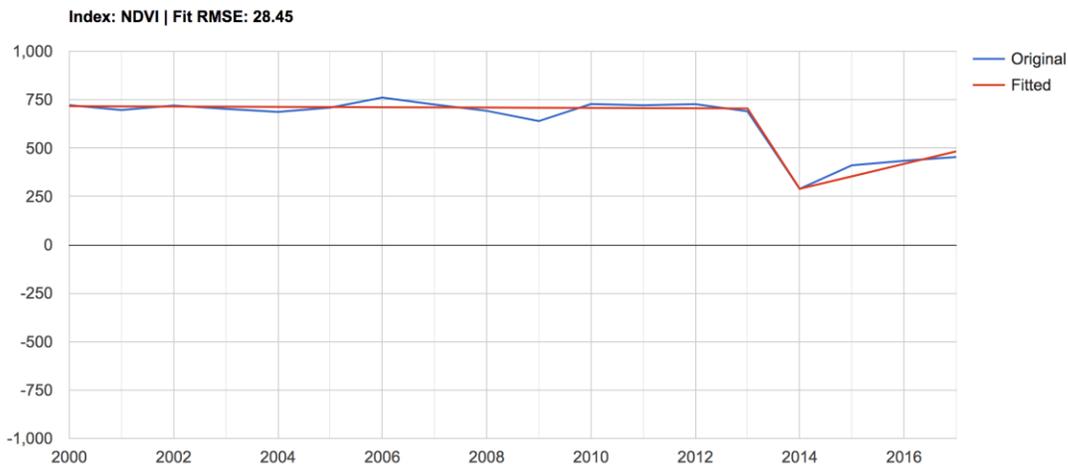
26. Haga clic en la pequeña casilla con la flecha  en la parte superior derecha de la diagramación del NDVI (el segundo contando desde arriba).

27. Analice los valores de los pixeles. Note que estos datos están visualizados de 2000 a 2017. Recuerde que los valores NDVI están escalados y hay que dividirlos por 1.000.





[Download CSV](#) [Download SVG](#) [Download PNG](#)



Siéntase libre de explorar esta área un poco más con el Pixel Time Series Plotter.

Parte 2: Analizando una Infestación por Escarabajos de Pino de Montaña

El escarabajo de pino de montaña es uno de los disturbios más extensos en Estados Unidos occidental. En el norte-centro de Colorado, entre 2002 y 2009, los datos del inventario forestal muestran que hasta el 87 de una especie de pino fue consumido por el escarabajo de pino de montaña (Negrón y Cain, 2018). El siguiente mapa identifica



toda infestación por escarabajos entre 1996 y 2016 en rojo y específicamente el escarabajo de abeto en azul en el Bosque Nacional Arapaho-Roosevelt (Negrón y Cain, 2018).

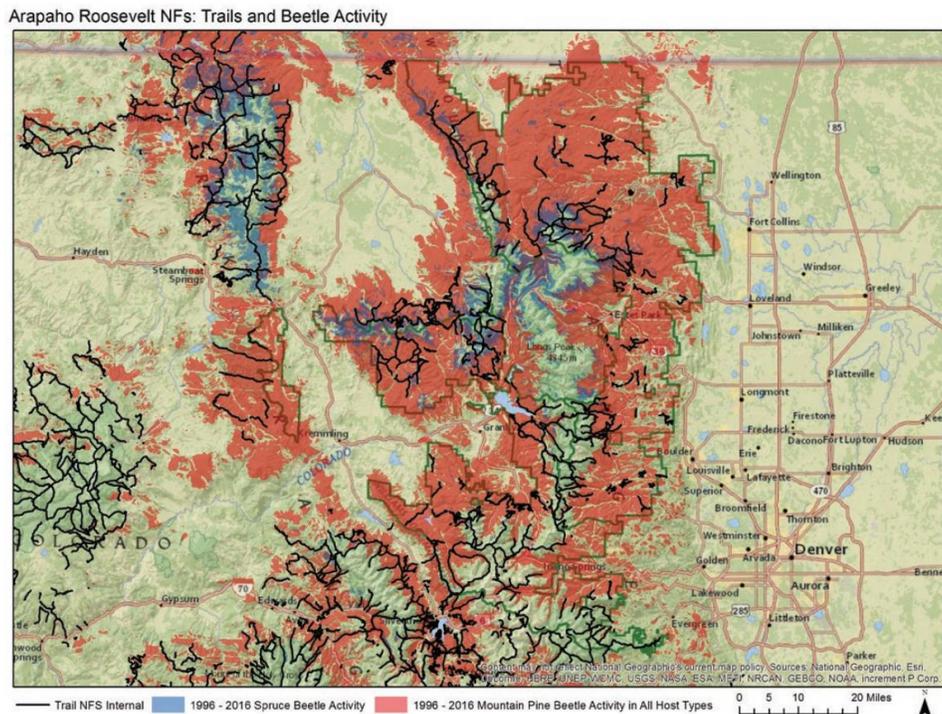
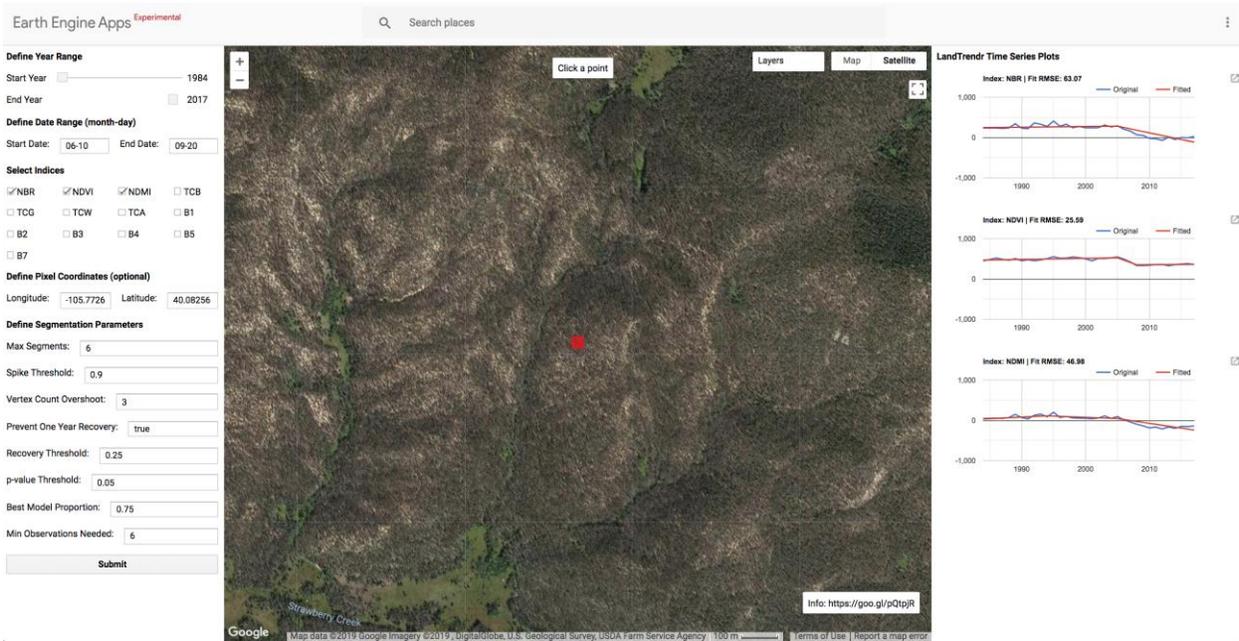


Figure 1. Hiking trails in the Arapaho-Roosevelt NF in northern Colorado and surrounded by bark beetle-caused tree mortality, Arapaho-Roosevelt NF. 1996–2016, USDA FS, Rocky Mountain Region. Forest Health Protection. 2017.

Ahora utilizemos el **Pixel Time Series Plotter** para analizar las series temporales de valores para esta región.

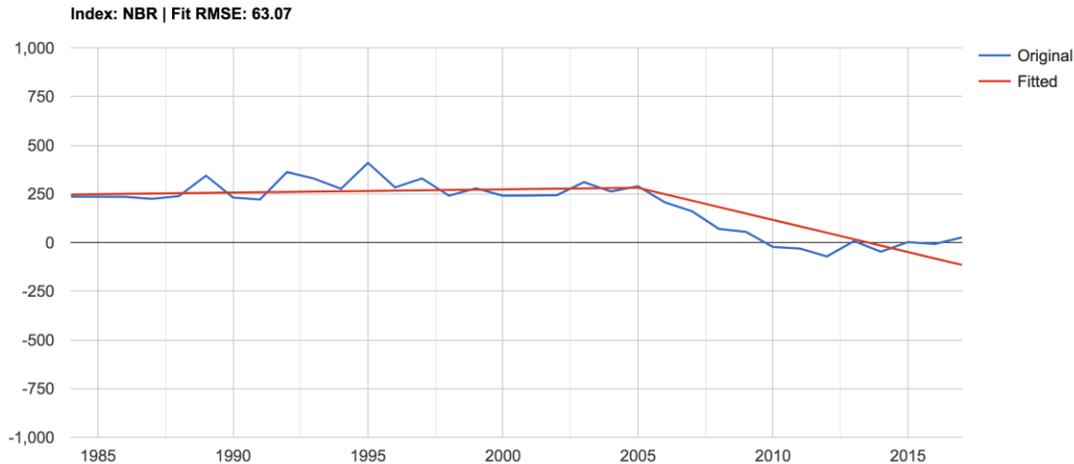
1. Asegúrese de estar utilizando **Google Chrome** y visite la **Pixel Time Series Plotter User Interface** nuevamente:
<https://emaprplab.users.earthengine.app/view/lt-gee-pixel-time-series>
2. Asegúrese que el **Define Year Range** esté así: **Start Date** (1984), **End Date** (2017)
3. Conserve el **Define Date Range (month-day)** con sus valores preprogramados
4. Bajo **Select Indices**, elija NBR, NDVI, and NDMI
5. Bajo la sección **Define Pixel Coordinates (optional)** ingrese -105.77267 al lado de **Longitude** y 40.08256 al lado de **Latitude**.
6. Conserve todas las demás configuraciones con su valor preprogramado y haga clic en **Submit**.



7. Haga clic en la casilla pequeña con la flecha  en la parte superior derecha de la diagramación de la NBR.
8. Note que aquí los datos indican una reducción más gradual en los valores NBR de 2005 a 2012. Esto es a diferencia del pixel que analizamos en el Incendio Rim, donde hubo un año con una caída notoria seguida por algo de recrecimiento.



[Download CSV](#) [Download SVG](#) [Download PNG](#)



Ahora, veamos esta región utilizando el **Change Mapper** nuevamente:

9. Asegúrese de estar utilizando **Google Chrome** y visite la **Change Mapper User Interface** nuevamente: <https://emaprlab.users.earthengine.app/view/lt-gee-change-mapper>
10. Conserve el **Define Year Range** con sus valores preprogramados.
11. Bajo **Define Date Range (month-day)** cambie el **Start Date** a 07-01 y el **End Date** a 08-01 para estar analizando solo los cambios en la salud de la vegetación que ocurrieron en julio de cada año.
12. Bajo la sección **Define Pixel Coordinates (optional)** ingrese -105.77267 al lado de **Longitude** y 40.08256 al lado de **Latitude**.
13. Conserve las demás configuraciones con su valor preprogramado. Desplácese hacia abajo, haga clic en **Submit** y espere que las capas carguen.



The screenshot shows the Earth Engine Apps interface. On the left, the 'Define Change Mapping Parameters' panel is visible, with the following settings:

- Select Vegetation Change Type: Loss
- Select Vegetation Change Sort: Greatest
- Filter by Year: Start Year: 1984, End Year: 2017
- Filter by Magnitude: Value: 100, Operator: >
- Filter by Duration: Value: 4, Operator: <
- Filter by Pre-Dist Value: Value: 400, Operator: >
- Filter by MMU: 11
- Define Segmentation Parameters: Max Segments: 6, Spike Threshold: 0.9, Vertex Count Overshoot: 3, Prevent One Year Recovery: true, Recovery Threshold: 0.25, p-value Threshold: 0.05, Best Model Proportion: 0.75, Min Observations Needed: 6

The central map displays a colorful change detection result. The 'Inspector' panel on the right shows instructions for using the tool.

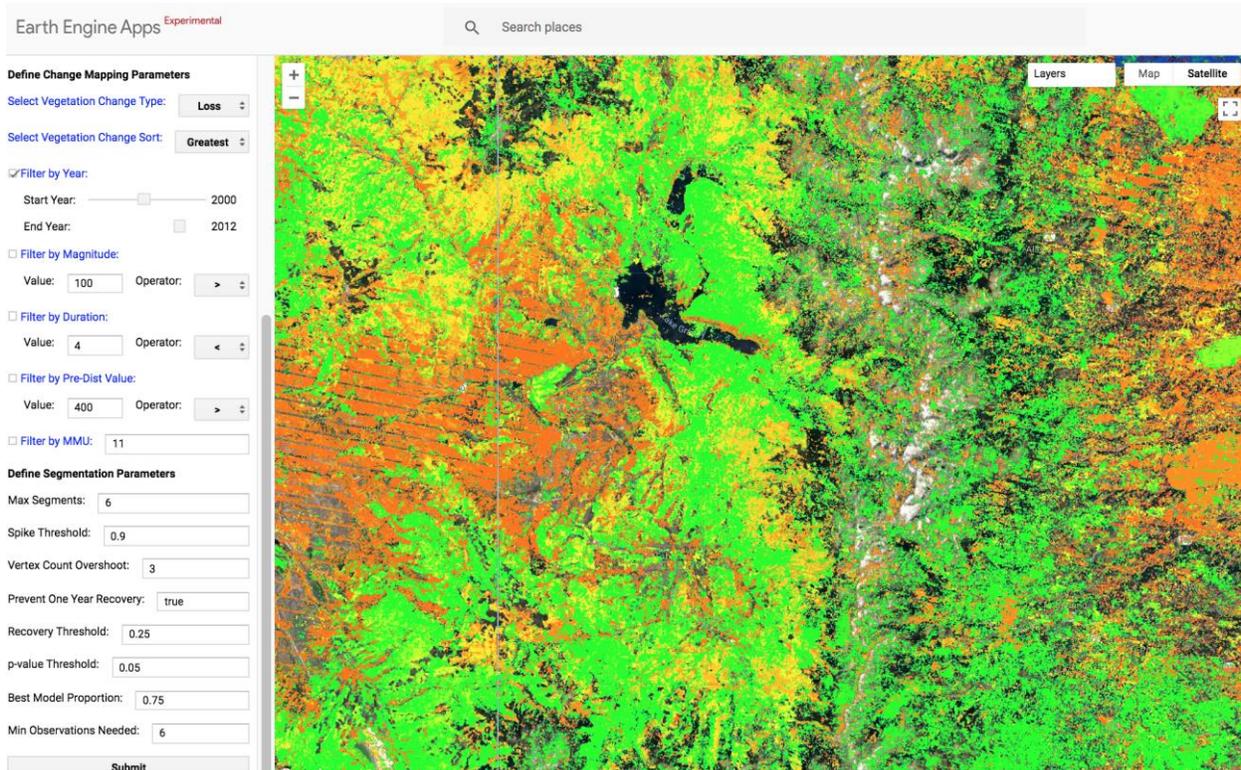
Lo primero que podría notar es que el **Year of Detection** varía bastante aquí. Esto significa que el disturbio en esta región está ocurriendo durante muchos años.

14. Detenga el cursor sobre el **Year of Detection** hasta que aparezca el símbolo de engranaje y haga clic en él para visualizar la leyenda para esa capa.
15. Cambie el **Range** a: 2000-2017, haga clic en **Apply** y después en **Close**. Espere que las capas del mapa vuelvan a cargar.

También puede filtrar el rango de fechas dentro del **Feature Panel** a la izquierda.



16. Bajo **Define Year Range**, cambie **Start Year** a 2000 y **End Year** a 2012.
17. Asegúrese que **Define Date Range (month-day)** siga configurado con el **Start Date** de 07-01 y el **End Date** de 08-01.
18. Desplácese hacia abajo hasta ver **Define Change Mapping Parameters**. Haga clic en **Filter by Year** y use la barra deslizadora para poner el **Start Year** como 2000 y el **End Year** como 2012.
19. Conserve las demás configuraciones con su valor preprogramado. Haga clic en **Submit** y espere que la capa del mapa vuelva a cargar.



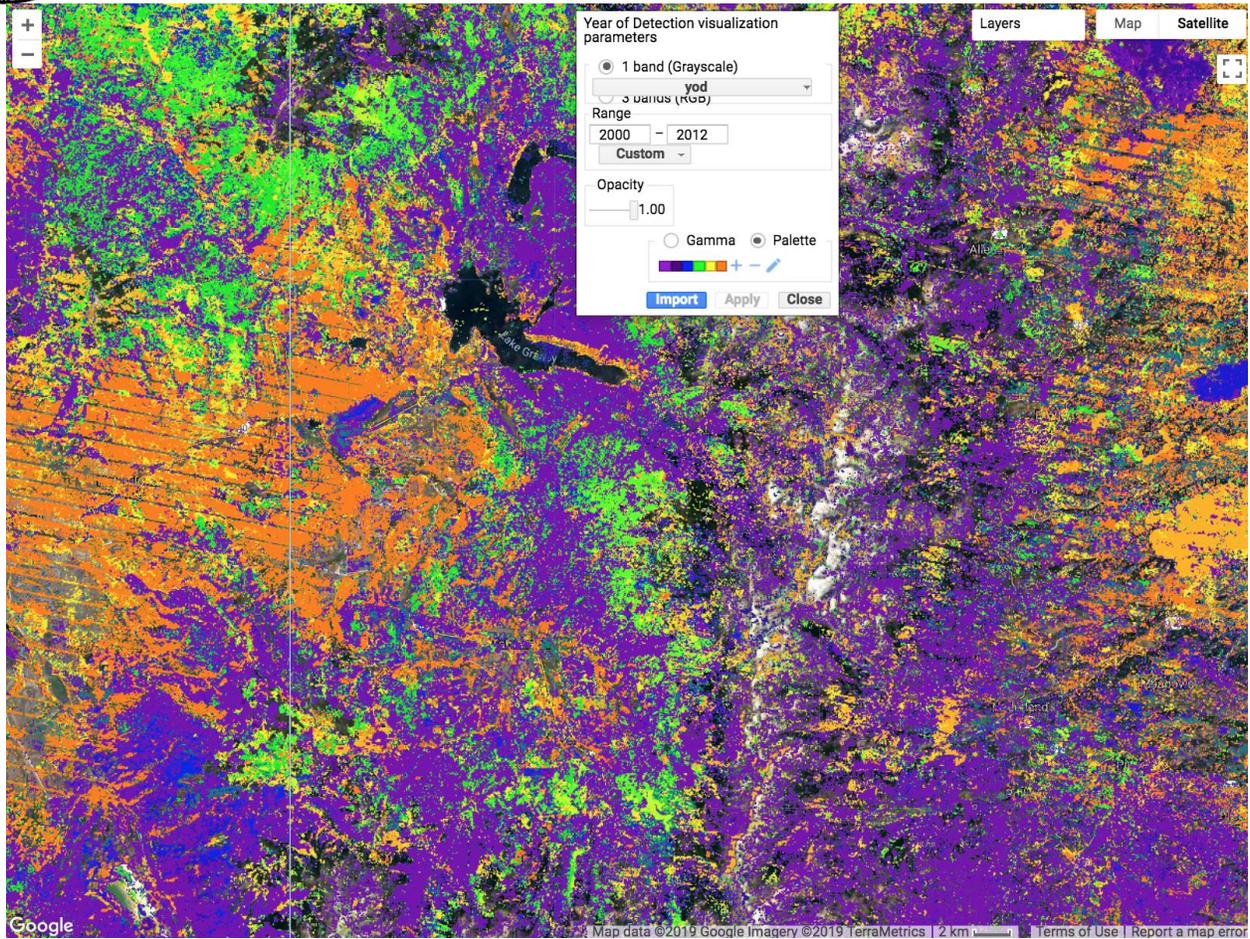
Gran parte del mapa se ve verde porque, aunque filtramos los años, la leyenda sigue visualizando los colores en una escala temporal 1984 – 2017.

20. Abra la leyenda del **Year of Detection**. Cambie el **Range** a 2000 – 2012. Bajo **Palette**, haga clic en el signo de “-” para remover el color rojo. Esto asegurará que haya seis colores en el mapa, cada uno representando dos años de datos. Haga clic en **Apply** y espere que el mapa vuelva a cargar.



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019



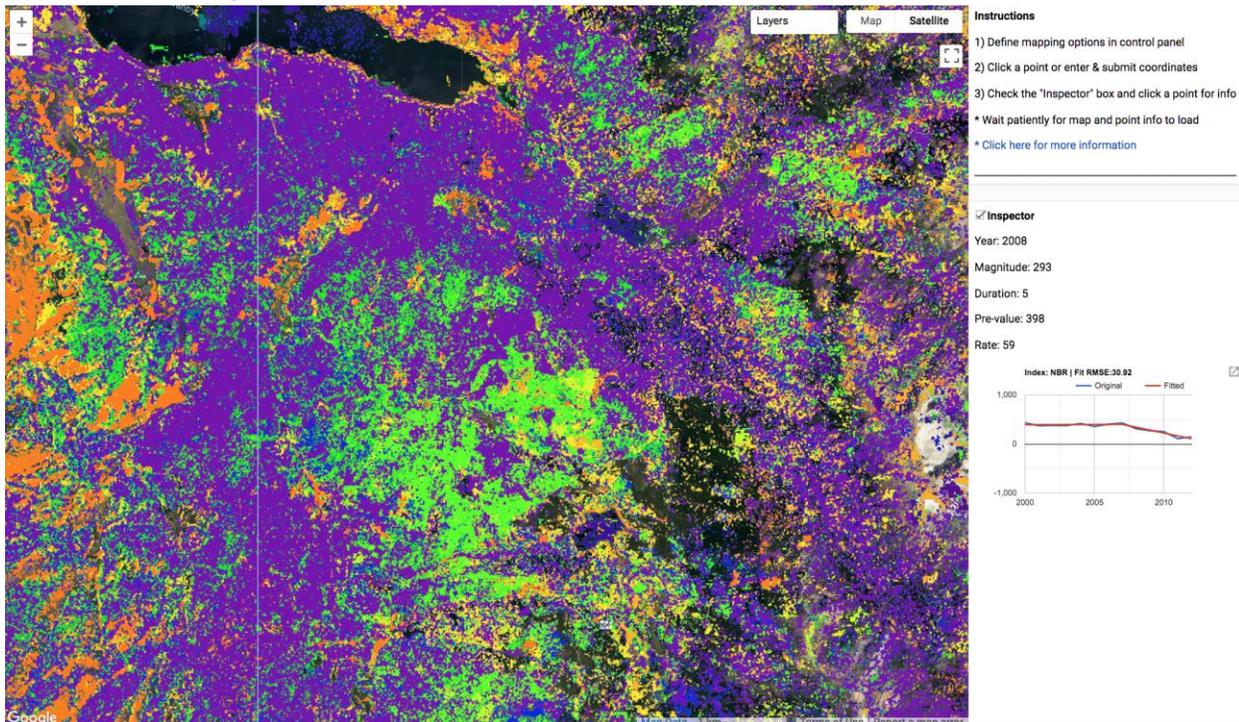


Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

Notará que parte del cambio ocurrió en 2002 o antes (indicado por morado), pero una cantidad significativa ocurrió en el intervalo 2007 – 2008 también (indicado por verde).

21. Haga clic en el signo de “+” dos veces para ampliar la región justo al sur del lago Granby y espere que el mapa vuelva a cargar.
22. En el lado derecho, active la opción **Inspector**.
23. Haga clic en algún pixel verde en el mapa y dele una mirada al gráfico de la serie temporal NBR a la derecha.



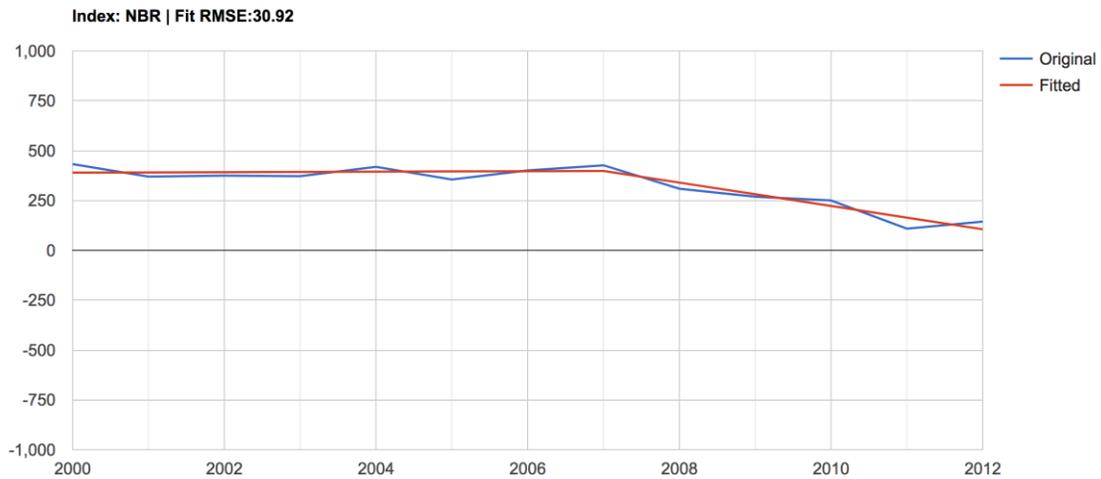
24. Haga clic en la pequeña casilla con la flecha ↗ en la parte superior derecha de la diagramación de la NBR para abrirla en otra pestaña del navegador.



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

[Download CSV](#) [Download SVG](#) [Download PNG](#)



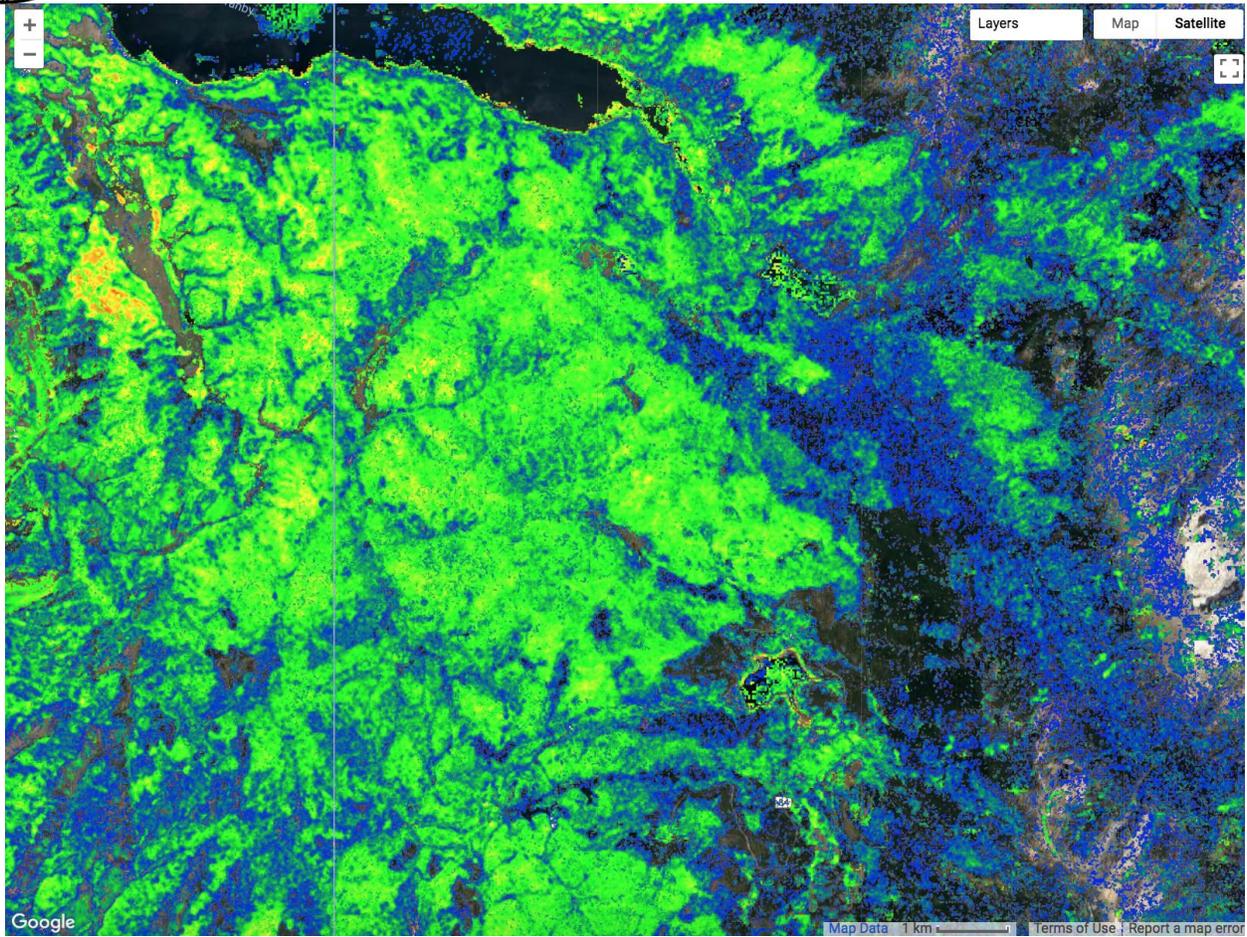
Ahora puede ver que el diagrama ha sido filtrado de 2002 a 2012 y que hay una merma continua empezando aproximadamente en 2008.

25. Vuelva al visualizador del mapa y desactive la capa **Year of Detection**.



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019





Ahora también puede ver que la magnitud del disturbio fue poca (indicado por verde) comparada con la magnitud de disturbio del Incendio Rim, la cual fue de moderada a alta (indicado por tonos de anaranjado y rojo). Esta es una indicación del cambio paulatino que se acostumbra observar con la infestación por escarabajos de pino de montaña.

Hay muchos parámetros más que uno puede explorar con en la LT-GEE UI y con los scripts de LT-GEE. Por favor refiérase a la información adicional sobre preguntas relacionadas con esas modificaciones.

Conclusión

El análisis de series temporales es una técnica importante para el análisis de cambios en el paisaje a través del tiempo. Para los disturbios forestales, un análisis retrospectivo de datos Landsat puede establecer patrones de extensión, duración y magnitud en grandes regiones. También hay muchos tipos de algoritmos para series temporales que se aplican a datos Landsat para analizar disturbios. En este ejercicio, utilizamos el algoritmo LandTrendr para analizar los disturbios causados por un evento de incendio forestal y por una infestación por escarabajos de pino de montaña. La LandTrendr UI con GEE permite a los usuarios generar mapas denominados **Year of Detection, Magnitude** y **Duration** con la interfaz del Change Mapper. El Pixel Time Series Plotter permite a los usuarios crear series sobre la marcha de índices de vegetación simultáneamente para un análisis rápido de algún pixel específico de su interés. Los usuarios también pueden modificar muchos otros parámetros de segmentación del algoritmo que no analizamos en este ejercicio. Para terminar, los usuarios también pueden utilizar JavaScript dentro de GEE para personalizar el análisis según sus necesidades particulares.

Recursos Adicionales

Introducción a LT-GEE: <https://emapr.github.io/LT-GEE/introduction.html>

Explicación de cada funcionalidad LT-GEE: <https://emapr.github.io/LT-GEE/ui-applications.html>



Webinar Avanzado: Investigando Series Temporales de Imágenes Satelitales

15 y 17 de abril de 2019

Ejemplares de scripts LT-GEE: <https://emapr.github.io/LT-GEE/example-scripts.html>

Negrón y Caín, 2018, Mountain Pine Beetle in Colorado: A Story of Changing Forests, Journal of Forestry, doi: 10.1093/jofore/fvy032.

https://www.fs.fed.us/rm/pubs_journals/2018/rmrs_2018_negron_j001.pdf

Cohen, et. al., 2017, How Similar Are Forest Disturbance Maps Derived from Different Landsat Time Series Algorithms?, Forests,

doi:10.3390/f8040098. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/54976>