



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

Análisis de Mapas Compuesto Infrarrojo Cercano (CIC)

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de cartografías que integran datos derivados del espectro infrarrojo cercano en la zona de estudio delimitada en las proximidades del Volcán Nevado de Colima, se optó por emplear las bandas espectrales del satélite Sentinel. Dichas bandas fueron obtenidas y sometidas a un proceso de tratamiento para llevar a cabo una composición de las mismas. En esta instancia, la composición de las bandas abarcó el espectro infrarrojo cercano, el rojo y el verde visible, dando lugar a lo que se conoce como "compuesto de infrarrojo cercano". Esta configuración permite una representación visual nítida de la cobertura vegetal, cuerpos de agua y zonas urbanas, en función de los criterios evaluativos aplicados.

En lo relativo a la vegetación, se subraya que el estado de salud de una planta se manifiesta de manera significativa en su capacidad para reflejar la luz infrarroja cercana. De acuerdo con investigaciones anteriores (NASA, 2000), se establece que una planta saludable exhibe una reflectancia sólida de la luz infrarroja cercana, y la cantidad de hojas en una planta guarda una relación directa con la magnitud de esta reflectancia, tal como se ilustra en la Figura 1 adjunta. Asimismo, se hace hincapié en que, a medida que la salud de la planta se incrementa, la reflexión de la luz infrarroja cercana se intensifica proporcionalmente.

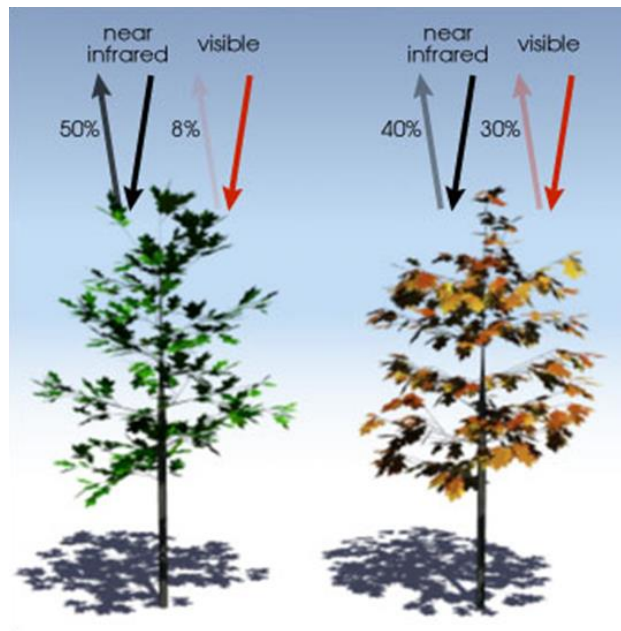


Figura 1. Luz visible absorbida y luz infrarroja cercana reflejada en una planta saludable a una débil. Fuente: NASA Earth Explorer.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

En los mapas sucesivos, se presenta un conjunto de imágenes que introducen los índices (NDVI, SAVI, GCI) desarrollados para el Proyecto de Aplicación Profesional "Patronato del Nevado de Colima". Dichos índices se detallan en el informe general, y proporcionan una correlación integral para facilitar la comprensión de la dinámica del bosque a lo largo del tiempo.

METODOLOGÍA

Las imágenes satelitales se descargaron de la base de datos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) de la zona del complejo volcánico de Colima el cual abarca al Nevado de Colima y Volcán de Colima. La descarga de imágenes comenzó en el año 1989 hasta 2022, con un espacio temporal de 3 años. Cabe recalcar que todas las imágenes fueron de la Colección de Escenas 2 del USGS.

A continuación, se muestra un recopilado de la información del satélite con el cuál se descargaron las imágenes satelitales para cada año correspondiente.

Año	Satélite
1989	Landsat 4-5 TM C2 L2 23/05/1989
1993	Landsat 4-5 TM C2 L2 10/01/1993
1995	Landsat 4-5 TM C2 L2 08/05/1995
1998	Landsat 4-5 TM C2 L2 09/02/1998
2001	Landsat 7 TM C2 L2 29/03/2001
2004	Landsat 7 ETM+ C2 L2 18/02/2004
2007	Landsat 7 ETM+ C2 L2 10/02/2007
2010	Landsat 4-5 TM C2 L2 25/01/2010
2013	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 03/12/2013
2016	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 14/03/2016
2019	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 08/04/2019
2022	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 31/03/2022



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

Tabla 1. Recopilado de información de descarga de imágenes satelitales

Dependiendo del tipo de satélite, es la banda que se utiliza para los términos de luz roja y luz infrarroja. Para el satélite de Landsat 4 a 7, la Banda 4 se clasifica como NIR y la Banda 3 como R (Figura 2). En Landsat 8 a 9 (Figura 3), la Banda 5 se clasifica como NIR y la Banda 4 como R (USGS, 2022).

Para el geoprosesamiento de las imágenes se utilizó el software de ArcGIS Pro-3.1.3 donde se comenzó por delimitar la zona de estudio con curvas de elevación, siendo éstas de 2,400 m.s.n.m. y 3,000 m.s.n.m. Una vez identificada la zona de estudio, se fueron agregando las imágenes de cada año descargado, seleccionando únicamente las bandas necesarias para el desarrollo del índice respecto a su satélite de origen.

Description	Bands	Image Properties	Terms of Use
Bands			
Name	Pixel Size	Wavelength	Description
B1	30 meters	0.45 - 0.52 μm	Blue
B2	30 meters	0.52 - 0.60 μm	Green
B3	30 meters	0.63 - 0.69 μm	Red
B4	30 meters	0.76 - 0.90 μm	Near infrared
B5	30 meters	1.55 - 1.75 μm	Shortwave infrared 1
B6	30 meters	10.40 - 12.50 μm	Thermal Infrared 1. Resampled from 60m to 30m.
B7	30 meters	2.08 - 2.35 μm	Shortwave infrared 2
QA_PIXEL	30 meters		Landsat Collection 2 QA Bitmask

Figura 2. Bandas de Landsat 5. Fuente: Google Earth Engine Data Catalog.



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

Name	Pixel Size	Wavelength	Description
B1	30 meters	0.43 - 0.45 μm	Coastal aerosol
B2	30 meters	0.45 - 0.51 μm	Blue
B3	30 meters	0.53 - 0.59 μm	Green
B4	30 meters	0.64 - 0.67 μm	Red
B5	30 meters	0.85 - 0.88 μm	Near infrared
B6	30 meters	1.57 - 1.65 μm	Shortwave infrared 1
B7	30 meters	2.11 - 2.29 μm	Shortwave infrared 2
B8	15 meters	0.52 - 0.90 μm	Band 8 Panchromatic
B9	30 meters	1.36 - 1.38 μm	Cirrus
B10	30 meters	10.60 - 11.19 μm	Thermal infrared 1, resampled from 100m to 30m
B11	30 meters	11.50 - 12.51 μm	Thermal infrared 2, resampled from 100m to 30m

Figura 3. Bandas de Landsat 9. Fuente: Google Earth Engine Data Catalog.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de la composición de bandas, se generaron mapas que ilustran el área de estudio y el complejo volcánico del Nevado de Colima. Se observa que al avanzar hacia el núcleo del área natural protegida (ANP), la densidad de la vegetación aumenta y, de acuerdo con la disposición de las bandas, se aprecia una mayor reflectancia de la luz infrarroja cercana. Esta observación respalda la tonalidad más oscura de la vegetación en comparación con las laderas de la ANP.

La falta de una imagen para el año 2016 se atribuye a que presentaba una tonalidad completamente gris, indicativa de posibles errores en algunos píxeles que componen la imagen satelital. Al asignar una escala de colores, el resultado difería notablemente de la mayoría de los mapas, lo que dificultaba la adecuación al formato estándar para realizar una comparación cualitativa. No obstante, la gran mayoría de los mapas se ajustaron al formato establecido. Aunque el mapa del año 2013 presenta una tonalidad ligeramente más oscura, se considera apropiado para una comparación cualitativa y permite discernir las variaciones en la vegetación.

Estos mapas constituyen la fase inicial de visualización para una comprensión más profunda de los índices SAVI, NDVI y GCI, que se expondrán posteriormente. Esto facilitará la apreciación de la correlación entre los mapas y proporcionará información sobre la dinámica del bosque a lo largo de los años.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

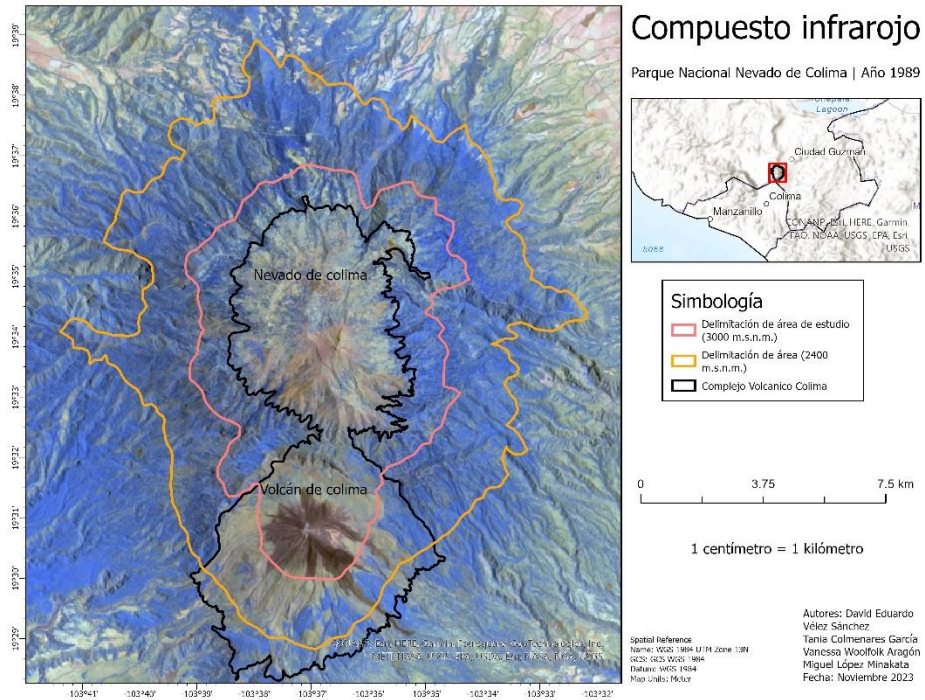


Figura 1. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 1989.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

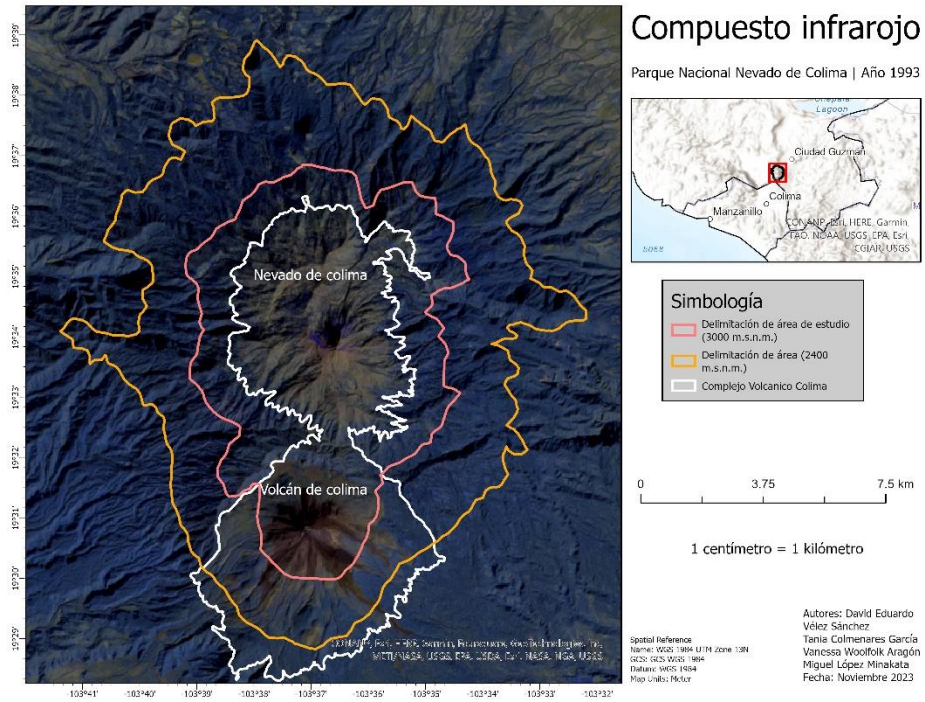


Figura 2. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 1993.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

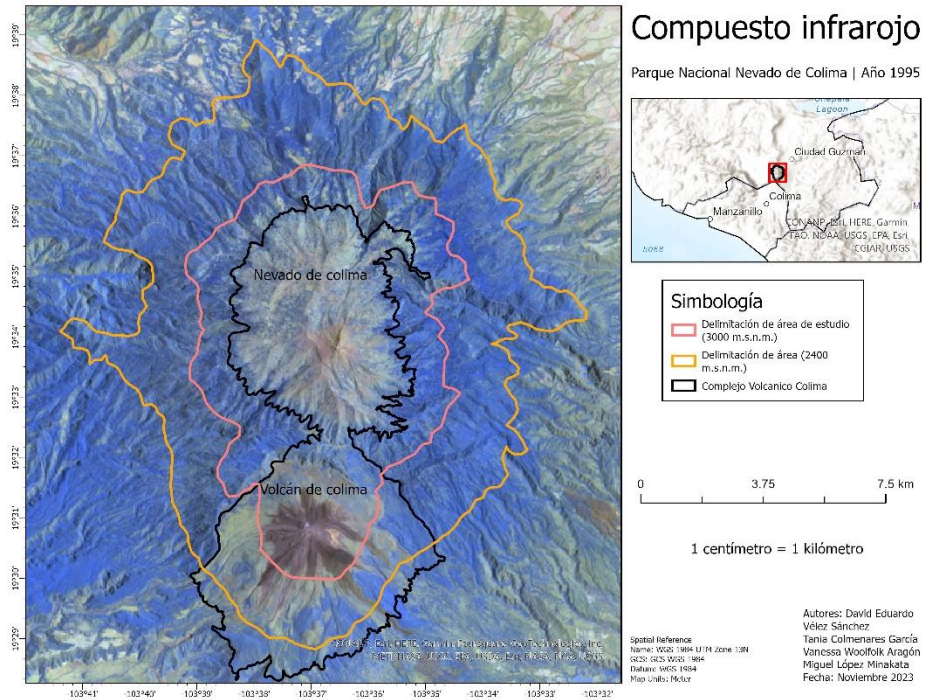


Figura 3. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 1995.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

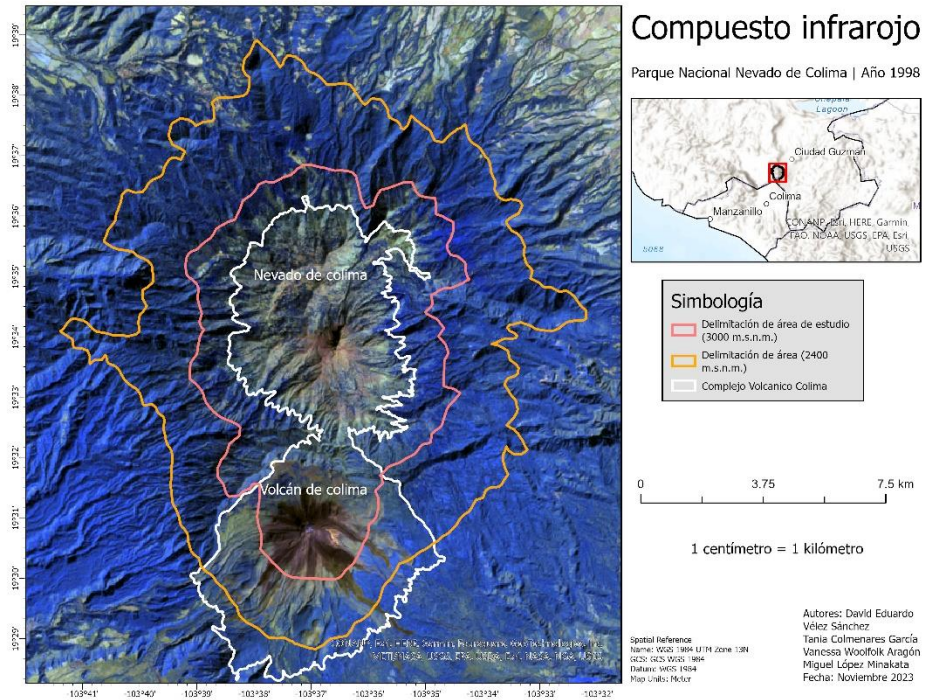


Figura 4. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 1998.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

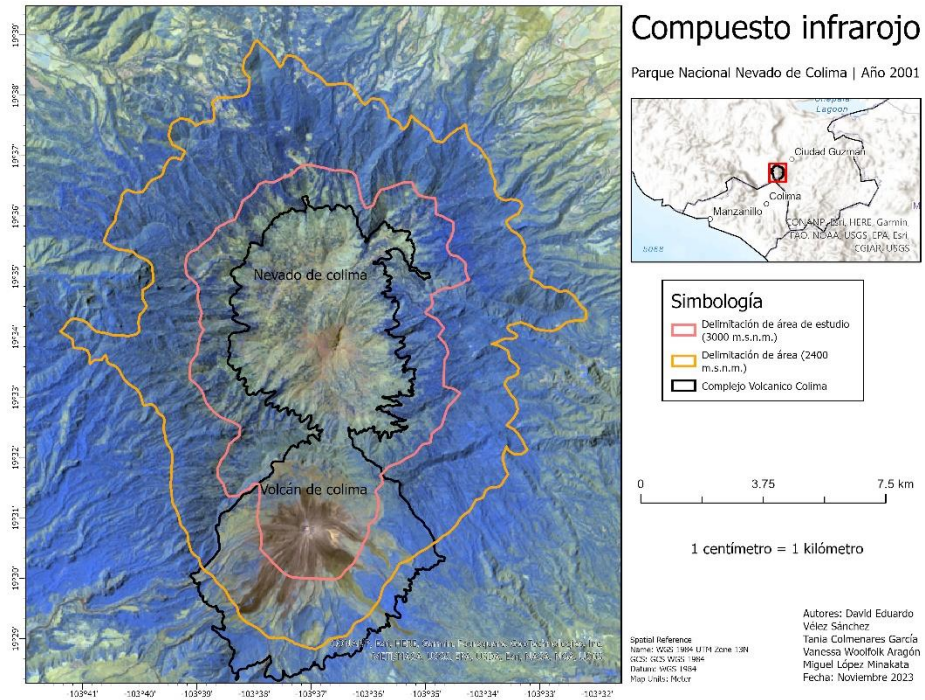


Figura 5. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2001.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

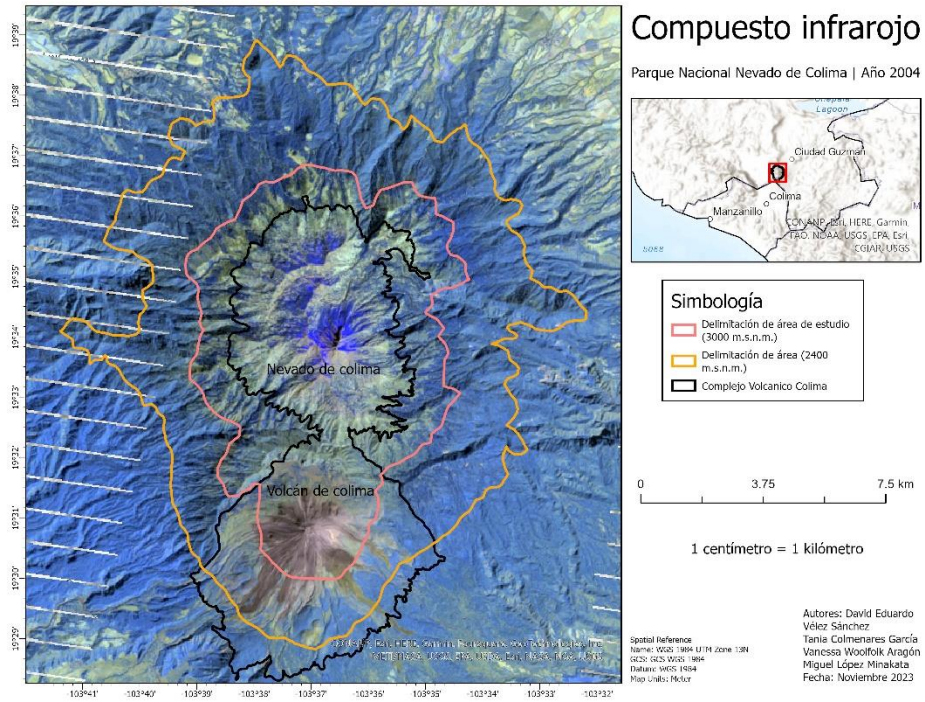


Figura 6. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2004.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima
de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

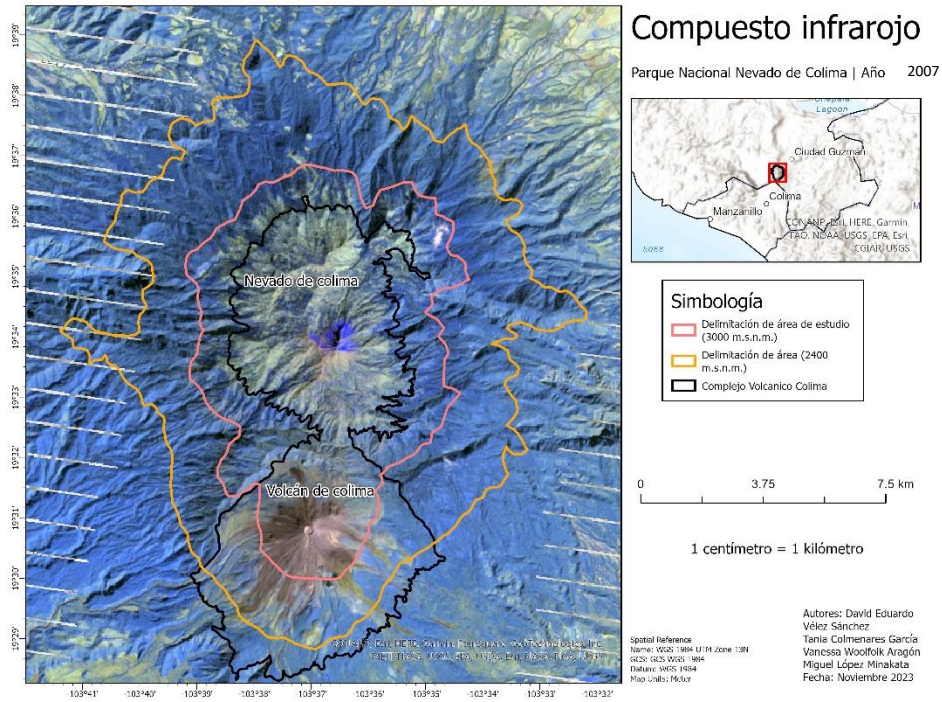


Figura 7. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2007.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

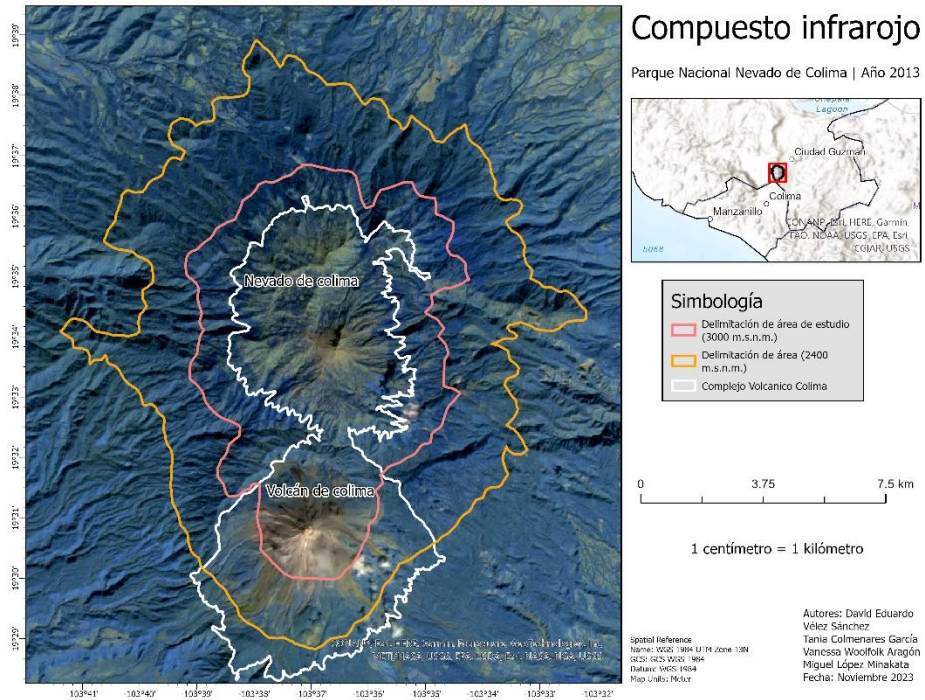


Figura 8. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2013.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

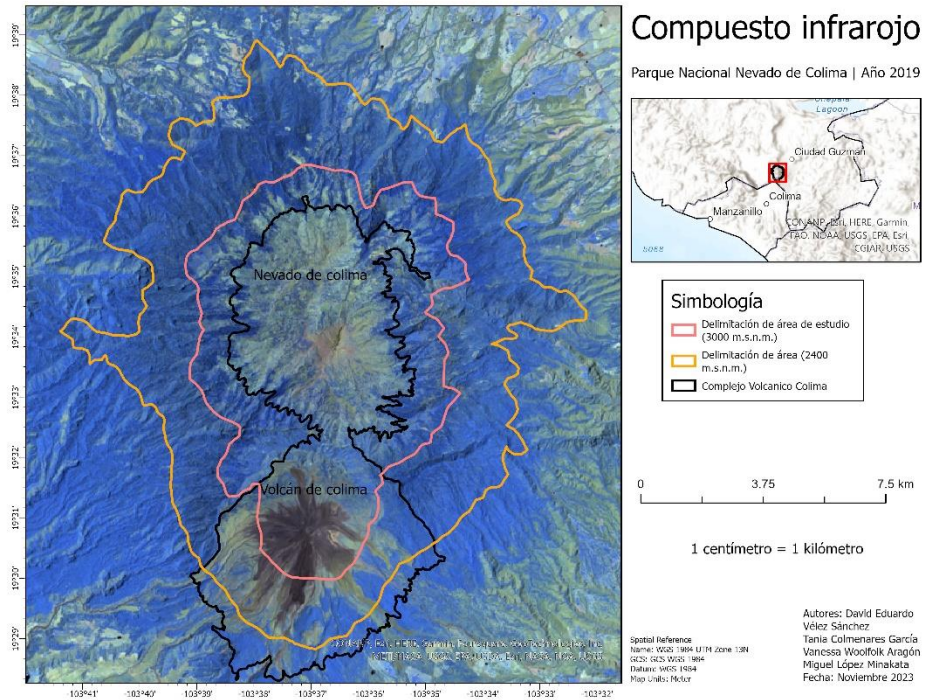


Figura 9. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2019.



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

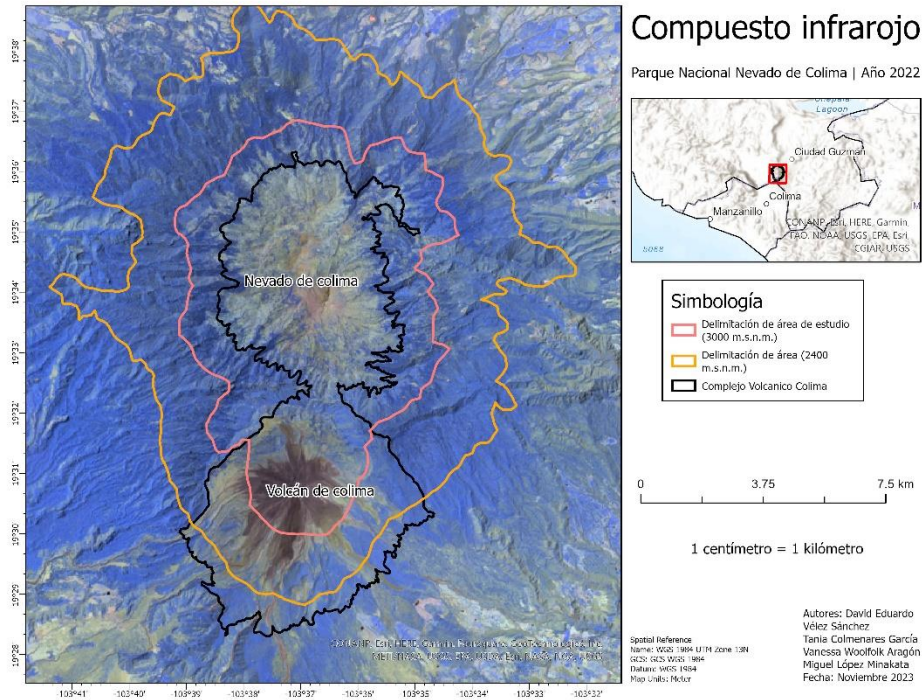


Figura 10. Mapa de compuesto infrarrojo cercano en el año 2022.

REFERENCIAS

ESRI ArcGIS Pro. (s.f.). Raster Bands. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/data/imagery/raster-bands-pro-.htm>

GISGeography. (2023). Landsat 8 Bands and Band Combinations. GISGeography. Recuperado de <https://gisgeography.com/landsat-8-bands-combinations/>

Measuring Vegetation (NDVI & EVI). (2000). NASA Earth Observatory. Recuperado de https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php