



Informe N°: 0008

Fecha: 15/02/2022

Autores: Domingo Garay – Juan Agüero

Colaboradores:

**Proyecto Estructural I064:** Prevención y evaluación de la emergencia y desastre agropecuario.

## DetECCIÓN SATELITAL DE LA SEVERIDAD DEL ÁREA QUEMADA POR EL INCENDIO DE SIERRAS DE ALCÁZAR Y CERRO EL MORADO

### Presentación:

Los incendios rurales y forestales son una amenaza directa para las personas y los ecosistemas. Sus consecuencias son severas desde el punto de vista socioeconómico, ya que provocan pérdida de hábitats, degradación de los suelos, emisiones de gases de efecto invernadero, destrucción de infraestructuras, pérdida de vidas humanas, etc.

La **severidad** describe el daño o perturbación causada por el fuego en el conjunto del ecosistema o en alguna de sus características (Key y Benson, 2006). Es la medida (grado) de como la intensidad del fuego afectó el área que ha sido quemada.

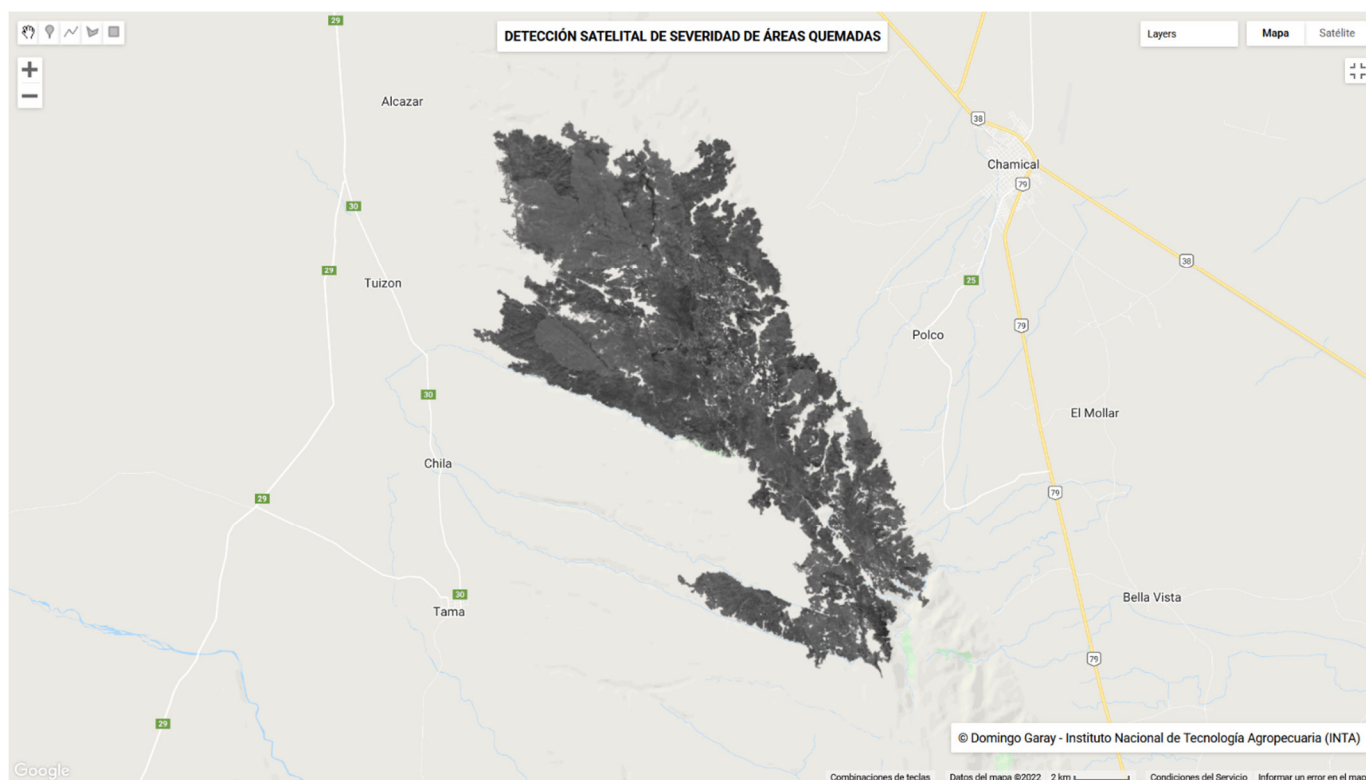


Imagen Nro. 1: Cartografía de área quemada en escala de grises, generada mediante dNBR de imágenes satelitales Sentinel-2.

Este informe tiene por objetivo determinar la “severidad del área quemada” por el incendio rural producido durante el mes de octubre de 2021 en las Sierras de Alcázar y el Cerro El Morado, el cual afectó aproximadamente 15.000 hectáreas (imagen 1); convirtiéndose, a nivel provincial, en el tercer incendio más grande del siglo.

La producción cartográfica y la cuantificación de las clases de severidad se llevó a cabo mediante una metodología medianamente rápida, precisa y de bajo costo en donde se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución que fueron procesadas mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

### Metodología:

La zona de estudio comprende el “área quemada” por el incendio en cuestión. Las Sierras de Alcázar se encuentran al Sureste del Departamento General Ángel Vicente Peñaloza y el Cerro El Morado al Suroeste del Departamento Chamental. Ambas zonas son territorios de la provincia de La Rioja y comprenden el cordón montañoso denominado “Sierra de los Llanos”.

La estimación de la severidad del área quemada se realizó a través de los índices NBR (Normalized Burn Ratio) y dNBR (Difference Normalized Burn Ratio), los cuales brindan la posibilidad de evaluar daños forestales tras un incendio.

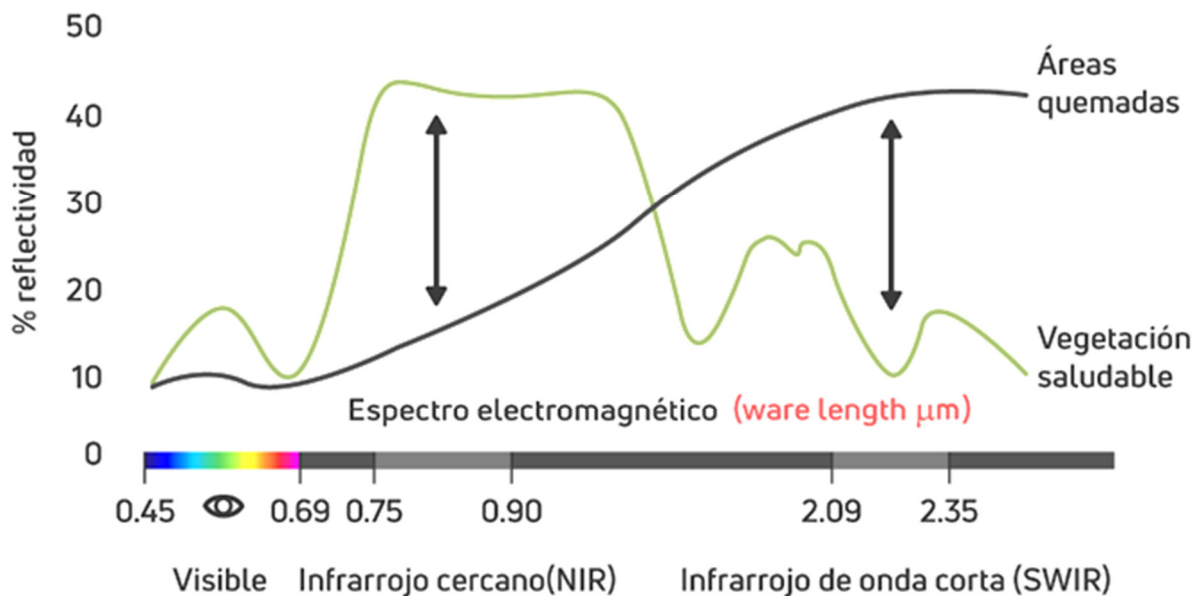


Imagen Nro. 2: Esquema de las firmas espectrales correspondientes a áreas quemadas (línea color negro) y vegetación sana (línea color verde). Fuente: NASA Applied Remote Sensing Training Program.

El NBR se utiliza para calcular o identificar cuantitativamente las áreas quemadas. Este índice se focaliza en mediciones en las longitudes de onda NIR (infrarrojo cercano) y SWIR (infrarrojo de onda corta). La firma espectral de la vegetación sana muestra elevados niveles de reflectividad en el NIR descendiendo

bruscamente hacia el SWIR. Por el contrario, la vegetación afectada por un incendio adquiere un comportamiento opuesto mostrando bajos niveles de reflectividad en el NIR y en ascenso hacia el SWIR (imagen 2). La ecuación es la siguiente:  $NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ .

Por su parte, el dNBR (Difference Normalized Burn Ratio) permite calcular la diferencia entre dos imágenes, de antes y después del incendio, lo que da idea de la severidad del área quemada mediante la siguiente ecuación:  $dNBR = NBR_{pre} - NBR_{pos}$ .

Severity Level	dNBR Range (scaled by 10 <sup>3</sup> )	dNBR Range (not scaled)
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.99
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

Imagen Nro. 3: Tabla de clases, umbrales y codificación de colores propuestos para el mapeo de severidad de áreas quemadas. Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

Una vez que se obtienen los índices NBR y dNBR se emplea la clasificación propuesta por Key y Benson (2006) repartidas en cinco intervalos que muestran las clases de severidad del área quemada. En este trabajo, a los fines prácticos, se ha hecho una adaptación/adequación de las clases originales (imagen 3); respetando el número, pero renombrando algunas de ellas.

Se utilizaron imágenes satelitales Sentinel-2 las cuales ofrecen una resolución espacial y temporal que resultan de gran utilidad para generar productos como la determinación del perímetro de un incendio y mapas de severidad de áreas quemadas. Las mismas fueron procesadas mediante el editor de código de Google Earth Engine.

### Resultados:

Como se observa en el gráfico de la imagen 4 la clase de “no quemado” representa un 5,08% (778,68 hectáreas), la de “severidad baja” un 39,47% (6.044,85 hectáreas), la de “severidad media” un 46,41% (7.1062,49 hectáreas), la de “severidad alta” un 7,73% (1.183,14 hectáreas) y la de “severidad extrema” representa el 0,11% (17,01 hectáreas). El restante 1,20% (183,30 hectáreas) corresponde a píxeles de regeneración y/o “sin datos”. Como se observa, el grado de afectación que predomina es la clase de “severidad media”.

Las zonas clasificadas con una severidad “media” y “baja” presentan el 85,88% (13.151 hectáreas) del total del área quemada. Mientras que las clasificadas como “extrema” y “alta” presentan un 7,84% (1.200 hectáreas). De esta manera, se puede decir que el incendio en general ha tenido una severidad media-baja.

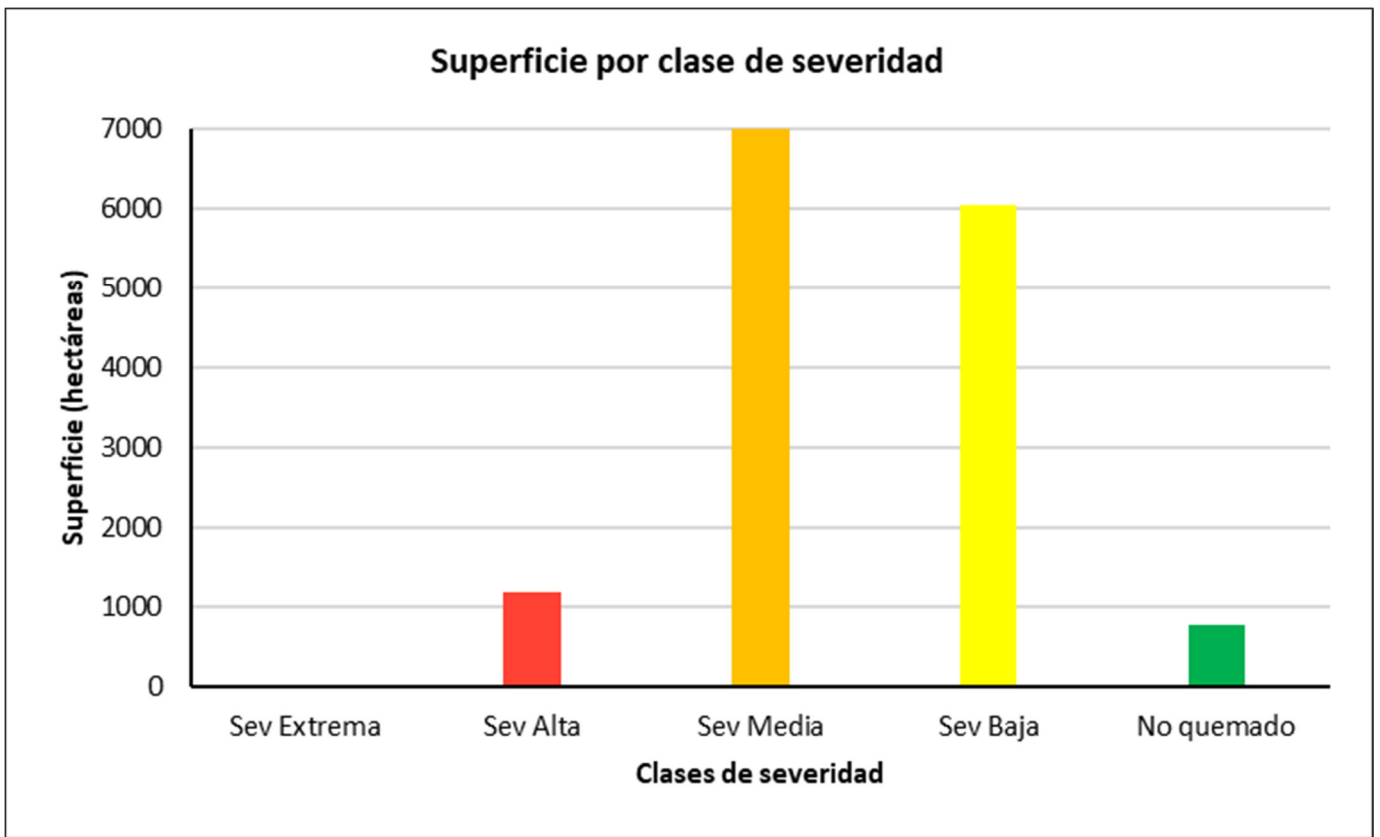


Imagen Nro. 4: Gráfico de superficie por clase de severidad elaborado con datos obtenidos del editor de código de Google Earth Engine.

Tal como se observa en el mapa de la imagen 5, hay 4 zonas claras en donde el fuego aparentemente ha sido más severo: Sierras de Alcázar, Sierras de El Durazno, Quebrada del Cóndor y Sierras de La Aguadita.

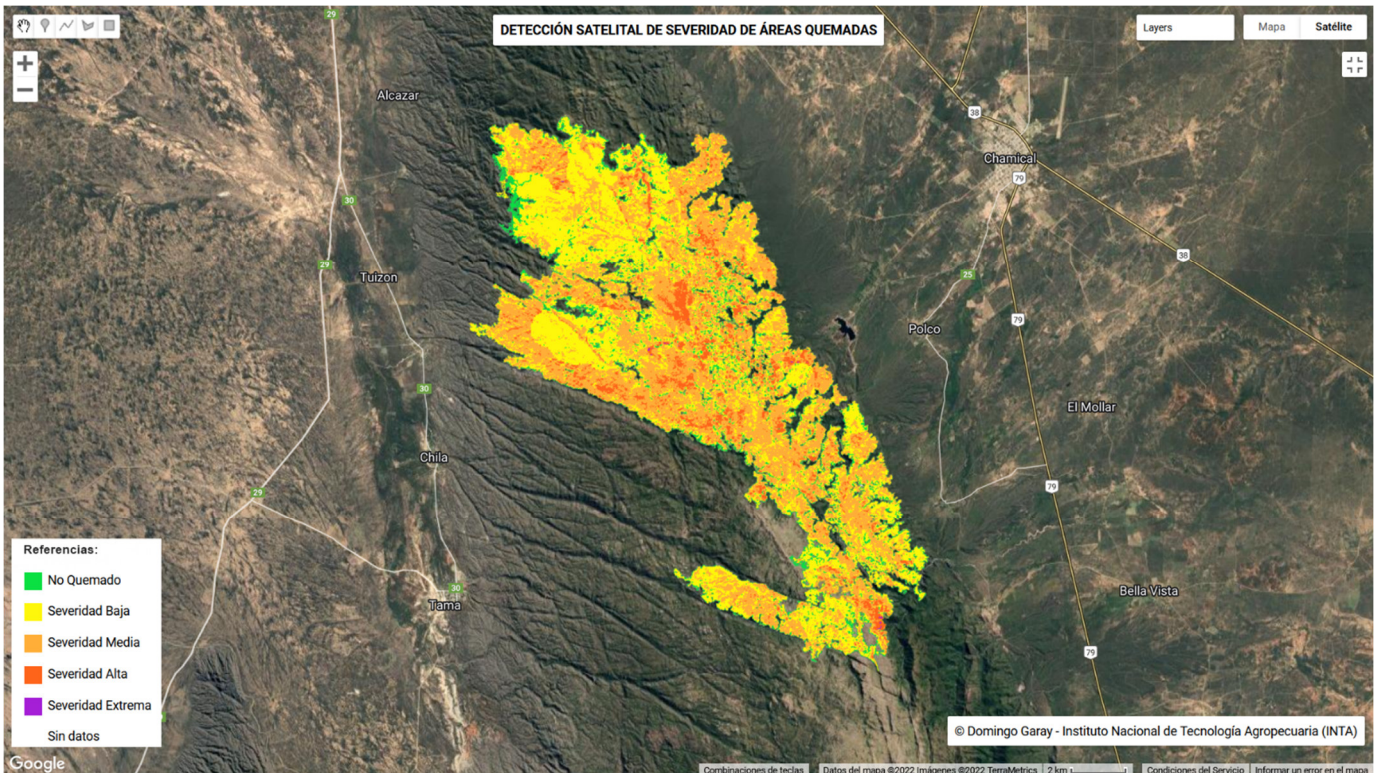


Imagen Nro. 5: Cartografía de severidad de área quemada (dNBR), generada mediante el editor de código de Google Earth Engine.



Como se expone en la tabla de la imagen 6, el umbral de máxima severidad se encuentra al Este de Las Sierras de Tuizón (813). Le sigue un punto al Este de las Sierras de Alcázar (750). Ambos corresponden a píxeles puntuales del Departamento General Ángel Vicente Peñaloza.

Punto de referencia	Departamento	Severidad Máxima	Clase de Severidad
Este de Sierras de Tuizón	General Ángel V. Peñaloza	813	Extrema
Este de Sierras de Alcázar	General Ángel V. Peñaloza	750	Extrema
Norte de Quebrada de La Toma	Chamical	748	Extrema
Norte de Quebrada del Cóndor	General Belgrano	734	Extrema
Sureste de Quebrada de Toledo	Chamical	701	Extrema
Sureste de El Durazno	Chamical	687	Extrema
Sur de Quebrada de Las Higueras	Chamical	675	Extrema
Sureste de Sierras de Santa Lucia	Chamical	650	Alta
Noroeste de Quebrada de La Ollada	Chamical	647	Alta
Noreste de Cerro El Morado	Chamical	623	Alta

*Imagen Nro. 6: Tabla con los primeros 10 umbrales de máxima severidad detectados en el área quemada.*

### **Conclusiones:**

El cálculo de severidad a través de NBR y dNBR brinda la posibilidad de evaluar daños de la cubierta vegetal tras un incendio.

Los datos de severidad de áreas quemadas pueden ser útiles para desarrollar planes de rehabilitación y restauración pos incendio, como también para estimar la probabilidad de futuros impactos.

La resolución espacial de las imágenes Sentinel-2 proporciona gran calidad y detalle para el análisis de datos. Además, este satélite cuenta con una resolución temporal de 5 días.

Los índices espectrales constituyen una herramienta imprescindible para obtener información sobre la severidad. Sin embargo, la precisión de la información sólo se puede determinar a través de una evaluación a campo.

La teledetección es una herramienta de gran utilidad para la caracterización de la severidad de las áreas quemadas. Esta técnica junto a otros métodos de trabajo de campo puede ayudar a la buena gestión del medioambiente.

### **Agradecimientos:**

A Diego Pons, coordinador del Proyecto: “Prevención y evaluación de la emergencia y desastre agropecuario” (PE i064).

A Oscar Valdez, Coordinador de Turismo de la Municipalidad de Chamical y miembro del grupo Consultores de Aventuras.

## Bibliografía:

Bastarrika, A.; Alvarado, M.; Artano, K.; Martínez, M.; Mesanza, A.; Torre, L.; Ramo, R.; & Chuvieco, E. (2014): BAMS: A Tool for Supervised Burned Area Mapping Using Landsat Data. Remote sensing. University of the Basque - Universidad de Alcalá, España.

Key, C., & Benson, N. (2006). Landscape Assessment (LA). FIREMON: Fire Effects monitoring and inventory system. General technical report RMRS-GTR-164-CD.

Roteta, E.; Bastarrika, A.; Franquesa, M.; & Chuvieco, E. (2021): Landsat and Sentinel-2 Based Burned Area Mapping Tools in Google Earth Engine. University of the Basque - Universidad de Alcalá, España.

Oficina de Asuntos del Espacio Exterior Portal de conocimientos de ONU-SPIDER: <https://www.un-spider.org/es>



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

