

# Algoritmo de Eficiencia en las descargas de agua

Ana Belén Buide Carballosa  
Manuel Antonio Novo Pérez  
M<sup>a</sup> José Ginzo Villamayor

25/10/2018

# ESQUEMA DE LA PRESENTACIÓN

- Objetivos del algoritmo.
- Imágenes ráster y librería *raster* de R.
- Eficiencia de las descargas de agua.
  - Cálculo de la diferencia de temperatura.
  - Cálculo de la huella de agua.

# Proyecto ENJAMBRE

- El objetivo del proyecto ENJAMBRE es el desarrollo de un servicio de misiones críticas de emergencias que permita la actuación de forma cooperativa de aeronaves tripuladas y no tripuladas en un mismo espacio aéreo.
- Dentro de este proyecto se han desarrollado diversos algoritmos que permiten estimar el perímetro, calcular las rutas de escape de las brigadas...

# Algoritmo de eficiencia en las descargas de agua

- Es de interés general y en particular del proyecto conocer los costes y eficacia de la utilización de aeronaves en las operaciones de extinción de incendios.
- Por ello, este algoritmo se encarga de calcular la eficiencia de las descargas de agua y la huella de agua producida por las aeronaves.

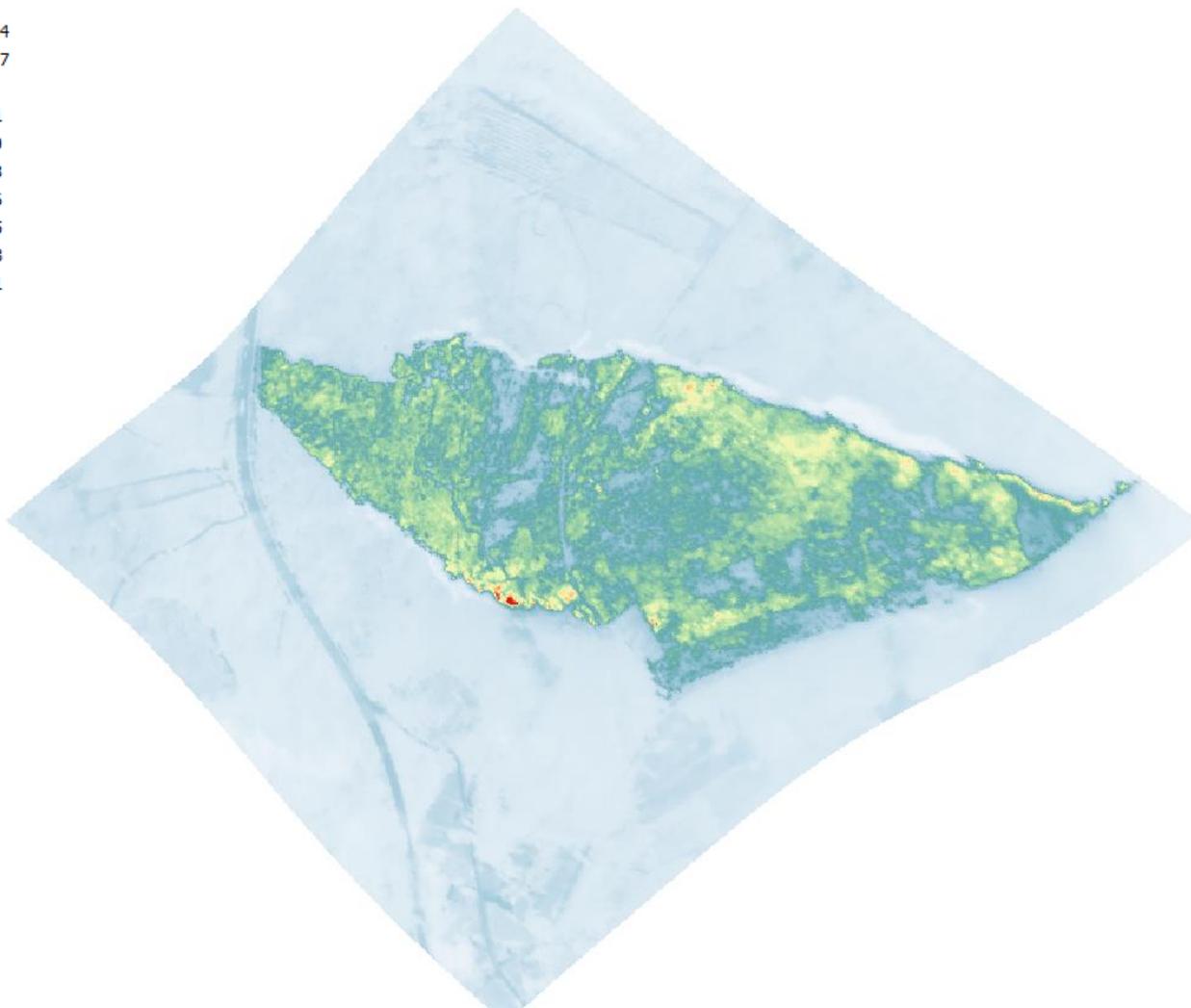
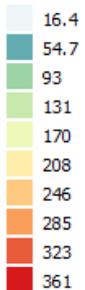
# Datos de entrada y salida

- Datos de entrada:
  - Monitorizaciones de las aeronaves.
  - Imágenes térmicas, una anterior a las descargas de agua y otra posterior.
- Datos de salida:
  - Imagen ráster con la huella de agua.
  - Imagen ráster en la que se indica la eficiencia de las descargas, en base a la diferencia de temperatura y la cantidad de agua.

# ¿Qué es una imagen ráster?

- Son imágenes cuyas unidades de información son píxeles y que se pueden definir por su resolución.
- Cada píxel tiene un valor que puede indicar color, temperatura del punto...
- Pueden estar georreferenciados.

# Imagen térmica de un incendio



# Librería *raster* de R

- La librería *raster* (*Hijmans(2017)*) permite trabajar desde R con imágenes ráster.
- Tiene una amplia variedad de funciones que permiten modificar imágenes, crearlas o realizar operaciones entre ellas.

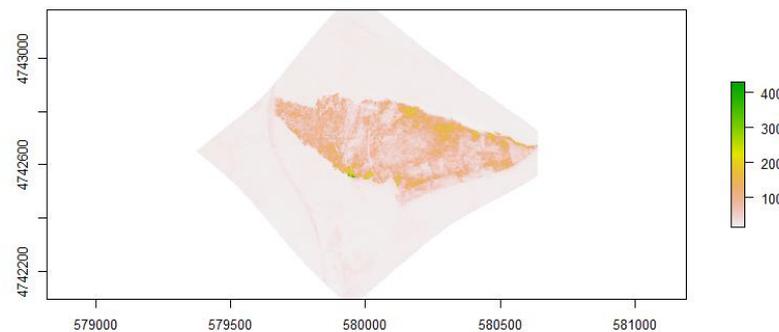
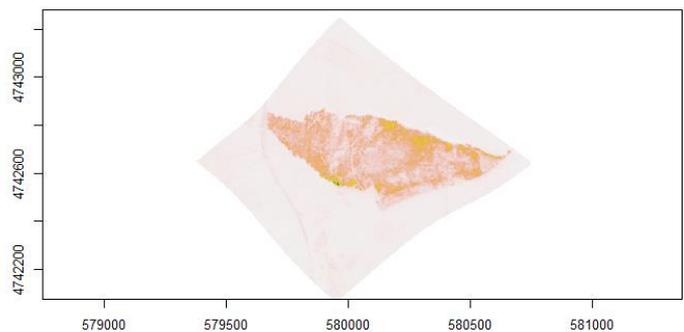
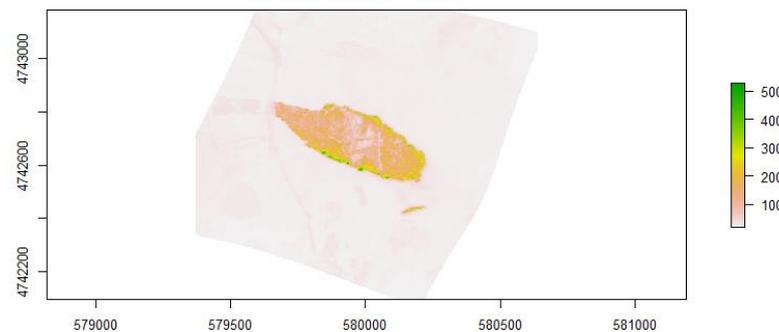
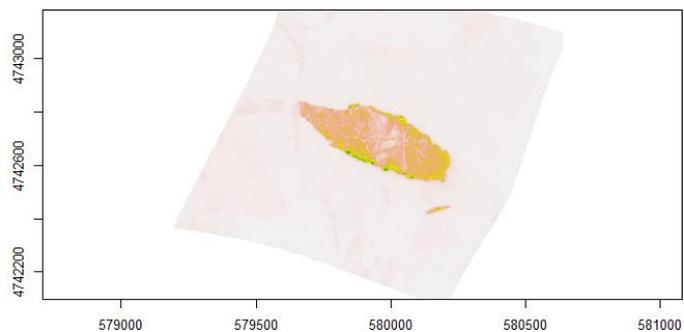
# Calculo ráster diferencia

- Para calcular la eficiencia de las descargas, debemos calcular la diferencia de temperatura entre la imagen anterior y la posterior a las descargas.
- Esto no se puede hacer directamente, puesto que los centros de los píxeles, la resolución y la propia extensión de la imagen no concuerdan.

# Calculo ráster diferencia

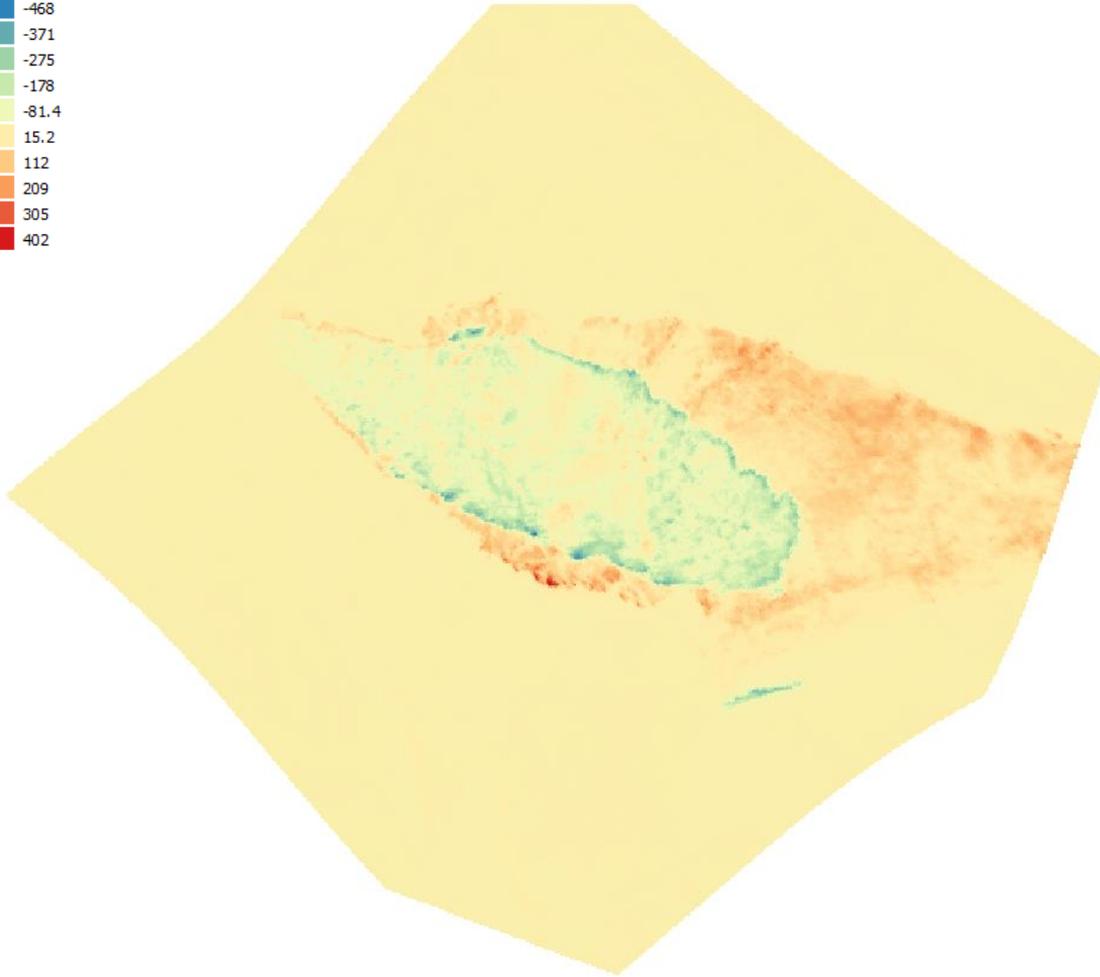
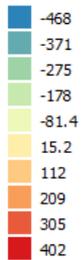
1. Calculamos el ráster de intersección de las imágenes (función *intersect()*).
2. Establecemos una resolución y la georreferenciamos (funciones *res()* y *crs()*).
3. A partir de ella calculamos las respectivas imágenes, que esta vez si tendrán los centros de los píxeles comunes (función *resample()*).

# Cambio de extensión y resolución de los ráster



Imágenes térmicas originales (izquierda) y las procesadas (derecha).

# Ráster de diferencia de temperaturas.



Ráster donde el valor del píxel se corresponde con la diferencia de temperatura del incendio.

# 'SINAMI': a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems.

- Autores: Francisco Rodríguez y Silva, y Armando González-Cabán.
- [https://www.fs.fed.us/psw/publications/gonzalez-caban/psw\\_2010\\_gonzalez-caban003.pdf](https://www.fs.fed.us/psw/publications/gonzalez-caban/psw_2010_gonzalez-caban003.pdf)

Ecuación general	$S = \left(\frac{L}{2}\right) \left(\frac{W}{2}\right) \pi$	S: área cubierta por la descarga de agua. L: largo de la superficie mojada W: ancho de la superficie mojada.	12
Helicópteros	$L = -39.8116 + 0.0327586Q + 0.3333H + 0.556213V;$ $R^2 = 0.87$	L: largo de la superficie mojada Q: volumen (l) de la descarga H: altura de la descarga (m) V: velocidad de la aeronave (kmh <sup>-1</sup> )	13
	$W = 6.19933 - 0.0792313L + 0.00466447Q + 0.137522H - 0.0152993V;$ $R^2 = 0.91$	W: ancho de la superficie mojada Q: volumen (l) de la descarga H: altura de la descarga (m) V: velocidad de la aeronave (kmh <sup>-1</sup> )	14

# Cálculo de la huella de agua

Teniendo en cuenta las hipótesis anteriores, los puntos de coordenadas  $(x, y)$  de la huella, con centro  $(p_x, p_y)$  y orientada segundo el curso  $\theta$  que sigue la aeronave, cumplen:

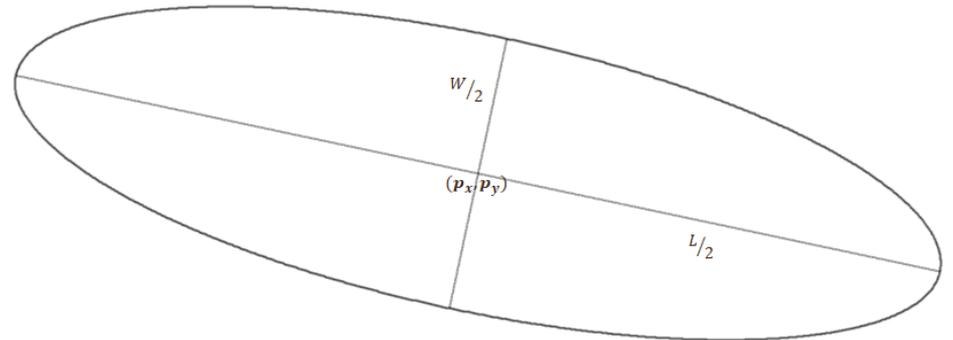
$$A(x - p_x)^2 + B(x - p_x)(y - p_y) + C(y - p_y)^2 \leq 1,$$

siendo

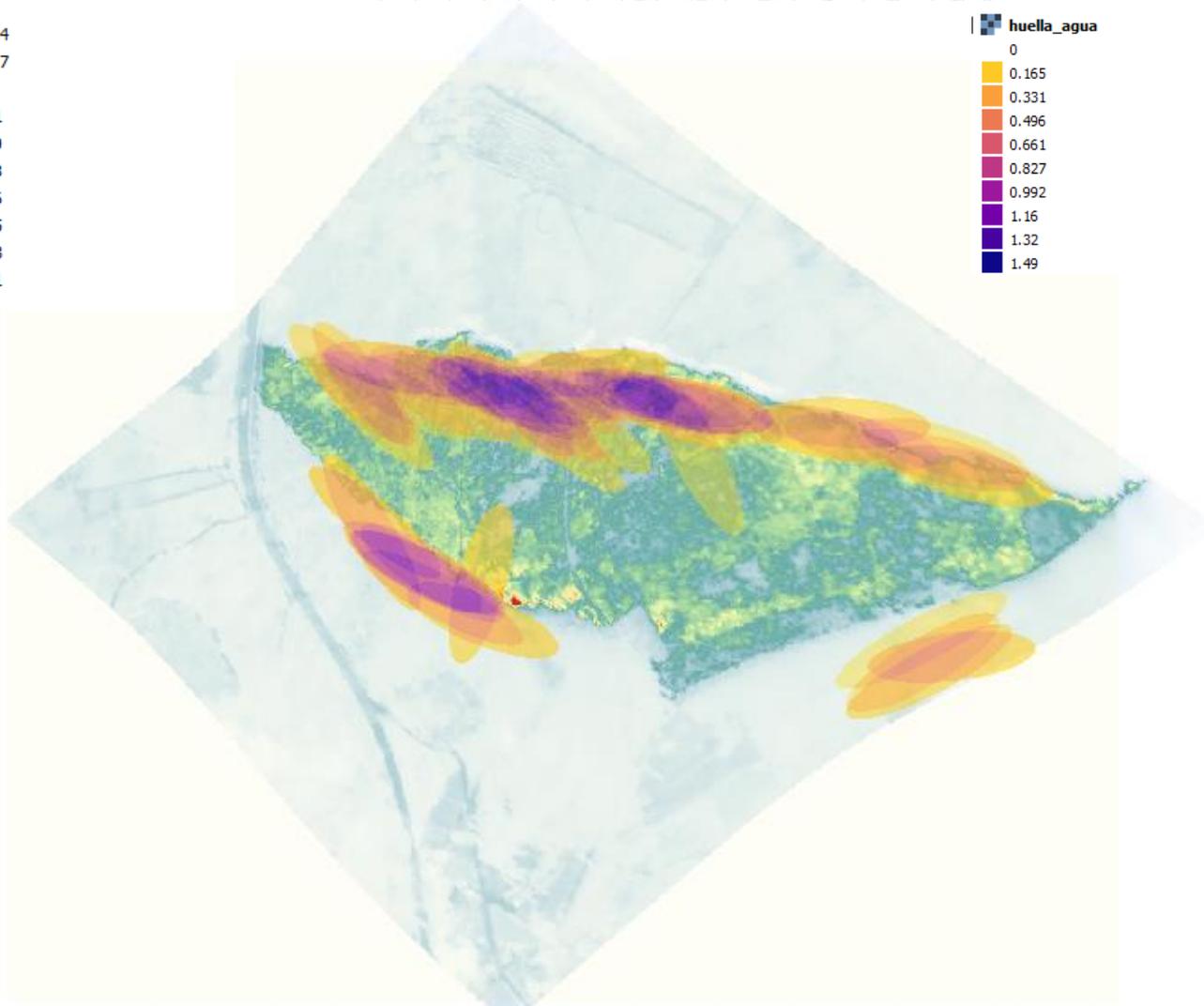
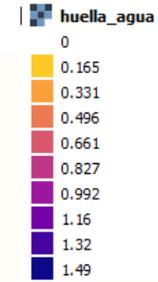
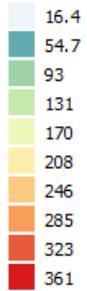
$$A = \frac{\cos^2(\theta)}{(L/2)^2} + \frac{\sin^2(\theta)}{(W/2)^2},$$

$$B = \left( \frac{1}{(L/2)^2} - \frac{1}{(W/2)^2} \right) \sin(2\theta) \text{ y}$$

$$C = \frac{\sin^2(\theta)}{(L/2)^2} + \frac{\cos^2(\theta)}{(W/2)^2}.$$

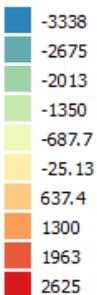


# Huella de agua sobre la imagen térmica



# Eficiencia de las descargas de agua

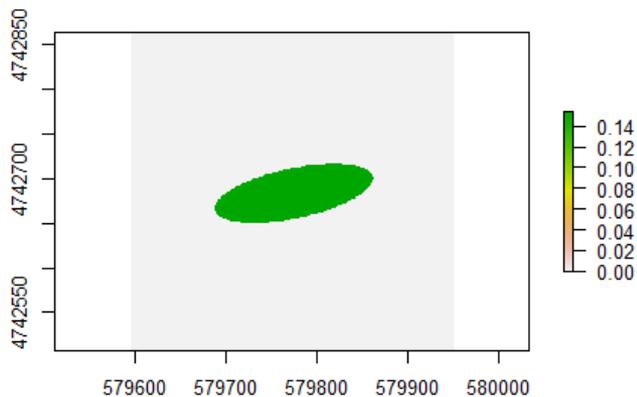
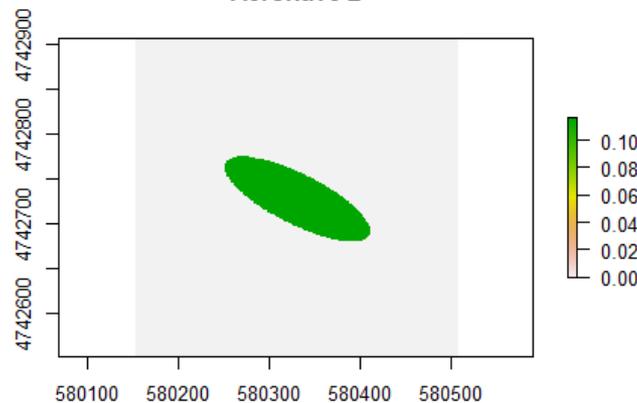
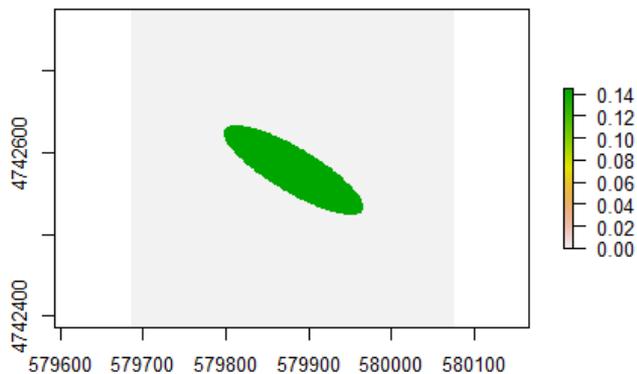
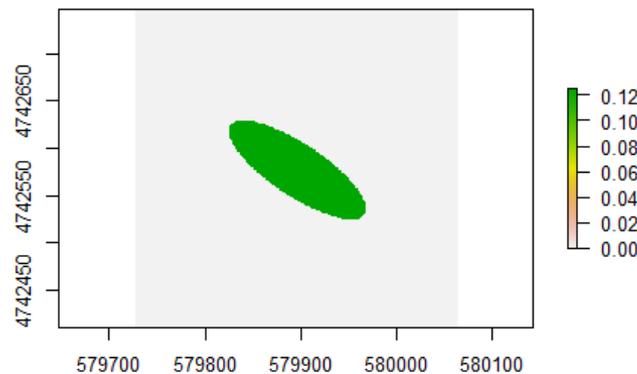
- Se relaciona la diferencia de temperatura y la cantidad de agua descargada en cada píxel.



# Huella de agua sin imágenes térmicas

- Durante un incendio no se suelen tener imágenes térmicas del incendio.
- En caso de no tener imágenes térmicas, el algoritmo calcula para cada aeronave una imagen ráster georreferenciada con la última descarga realizada por la misma.

# Huella de agua sin imágenes térmicas

**Aeronave 1**

**Aeronave 2**

**Aeronave 3**

**Aeronave 4**


# Referencias

- [1] Sánchez Menéndez F. (2009), Georreferenciación de Cartografía: Datos Raster y Vectoriales. *EOSGIS SL*, **8**, pp. 259-264.
- [2] Robert J. Hijmans (2017). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.6-7. URL <https://CRAN.R-project.org/package=raster>.
- [3] Rodríguez y Silva F., González-Cabán A. (2010), “SINAMI”: a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems. *Int. J. Wildl. Fire*, **19**, pp. 927-936.
- [4] R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.