

Webinar

**Drones
aplicados a la geología
y ciencias de la tierra**



**Ilustre Colegio Oficial
de Geólogos**

terradron



¿De qué hablaremos?

- **Introducción**
 - Normativa
 - Utilidades de los drones
 - Tipologías de drones
 - Tipologías de sensores (fotográficas, multispectrales, térmicas, Lidar, otros)
 - Principios de la fotogrametría
 - Planificación de operaciones con drones en función de los objetivos

¿De qué hablaremos?

- **Ejemplos**

- Estabilización de taludes
- Cartografía y medición de masas
- Estudio de ventisqueros
- Protección de infraestructuras
- Grandes movimientos en masa, Puigcercós
- Dinámica litoral, puerto deportivo
- Actividades extractivas a cielo abierto
- Paleontología
- Conservación de patrimonio
- Ecología
- Seguimiento de obras

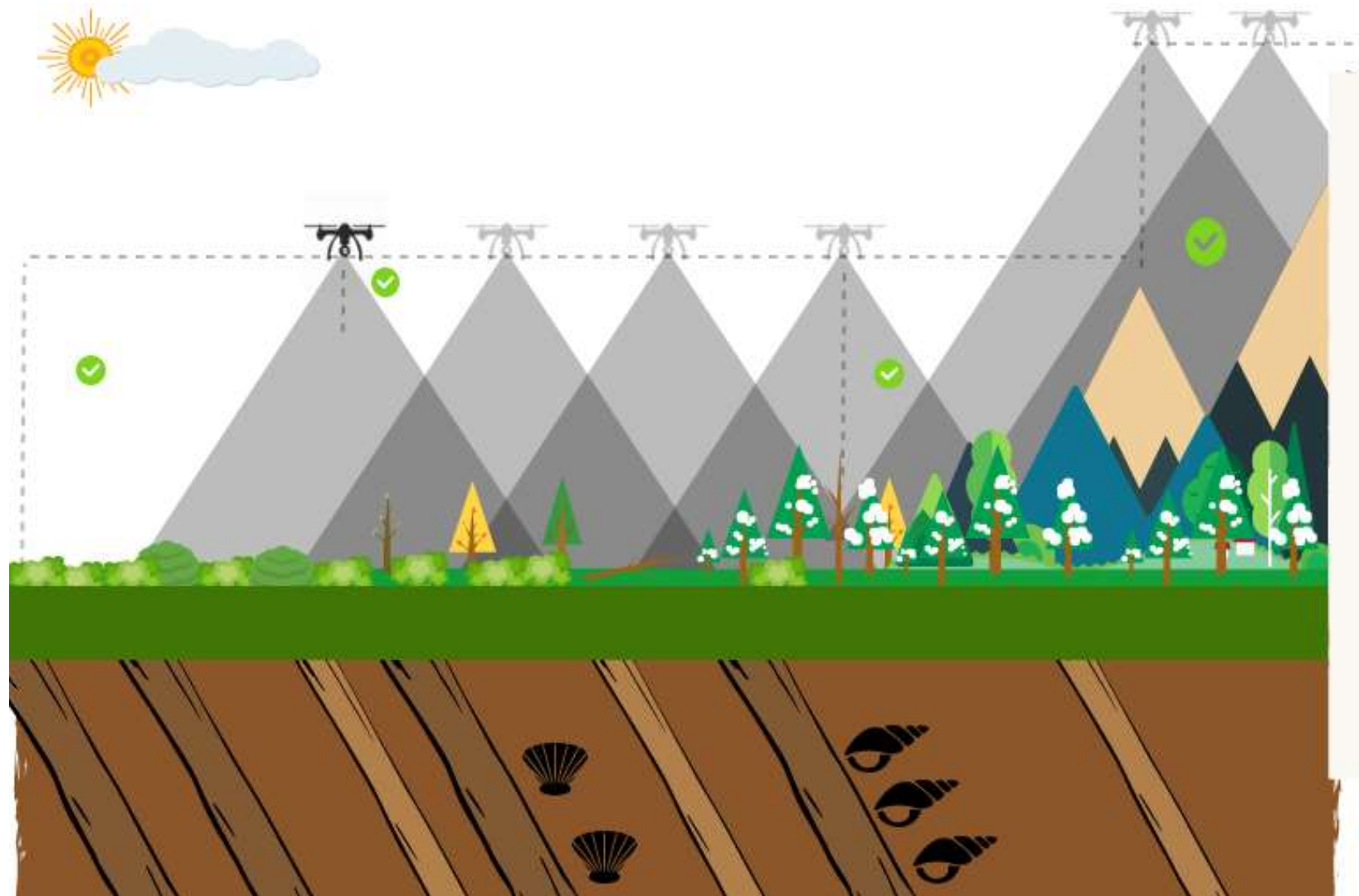
¿Quién?

- Geólogos/as
- Geógrafos/as
- Ingenieros/as
- Paleontólogos/as
- Edafólogos/as
- Geomorfólogos/as
-



¿Quién?

- Geólogos/as
- Geógrafos/as
- Ingenieros/as
- Paleontólogos/as
- Edafólogos/as
- Geomorfólogos/as
-



“La verdad de los drones”

“Creía que el drone como una solución mágica a todo”

“Drone *Amazon*”

“El amigo de un familiar dice que...”

“Mira que foto más bonita en Instagram de la Sagrada Família”





Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre

<https://www.seguridadaerea.gob.es>

Objetivos – “Destapar las cartas”

- Distinguir aquellas aplicaciones que nos van a aportar beneficios y en las que los drones son de utilidad
- Diferenciar aquellas aplicaciones que pueden suponer un riesgo o en que los drones no aportan ninguna utilidad real



Qué es un dron?

UAV – del inglés vehículo aéreo no tripulado (*Unmanned Aerial Vehicle*)

RPA – del inglés, Aeronave Pilotada Remotamente (*Remotely Piloted Aircraft*)

Definición RAE – m. Aeronave no tripulada.

Definición IEC - m. [El] Aeronau no tripulada que és dirigida per telecomandament o bé que obeeix les ordres d'un programa informàtic

Qué es un dron?



Hobby/vuelos recreativos

¿Cómo volar tu dron?



Siempre tenerlo a la vista, no volar a más de 120m del suelo.



Solo volar de día, en condiciones meteorológicas adecuadas (sin niebla, sin lluvia y sin viento) y en zonas adecuadas para ello.



No hay que ser piloto, pero sí hay que volar con seguridad y bajo supervisión de un adulto.



Eres responsable de los daños que pueda causar tu dron. Es recomendable un seguro a terceros.



La difusión de imágenes de personas o de espacios privados necesitan de autorización de las mismas.



No olvides cumplir la Ley de Protección de datos*, la del Derecho al Honor, Intimidad y propia imagen y las restricciones de toma de imágenes aéreas.

*Consultela en la web de la Agencia española de Protección de Datos

Hobby/vuelos recreativos

¿Qué debes evitar con tu dron?



No volar sobre aglomeraciones de edificios.



No volar sobre personas.



No volar de noche si tu dron pesa más de 2 kg.



No volar a un mínimo de 8 kilómetros de aeropuertos, aeródromos, etc.



No volar en espacio aéreo controlado ni donde se realicen otros vuelos a baja altura (zonas de parapente, paracaidismo, globos, ultraligeros, planeadores, etc.)



No poner en peligro o molestar a terceros (otras aeronaves, personas y bienes de tierra).

¡EL DRON ES UNA AERONAVE, VUELA DE FORMA SEGURA!

El uso irresponsable puede costar vidas y multas que pueden alcanzar los 225.000€

Uso profesional

Si trabajas con un RPAS tienes que:



Estar habilitado en AESA.



Tener un seguro de responsabilidad civil específico para aeronaves.



Ser piloto de RPAS y tener el certificado médico en vigor.

Recuerda:



El operador es responsable del dron, de la operación y de cumplir la normativa.



No olvides cumplir la Ley de Protección de datos*, la del Derecho al Honor, Intimidad y propia imagen y las restricciones de toma de imágenes aéreas.

Uso profesional

Si trabajas con un RPAS necesitas autorización para:



Volar sobre aglomeraciones de edificios y grupos de personas.



Volar de noche.



Volar a menos distancia de la que marca la Ley en las proximidades de aeropuertos, aeródromos, etc.



Volar en Espacio Aéreo Controlado y Zonas de Información de Vuelo.



Volar en BVLOS con un RPA de más de 2Kg.



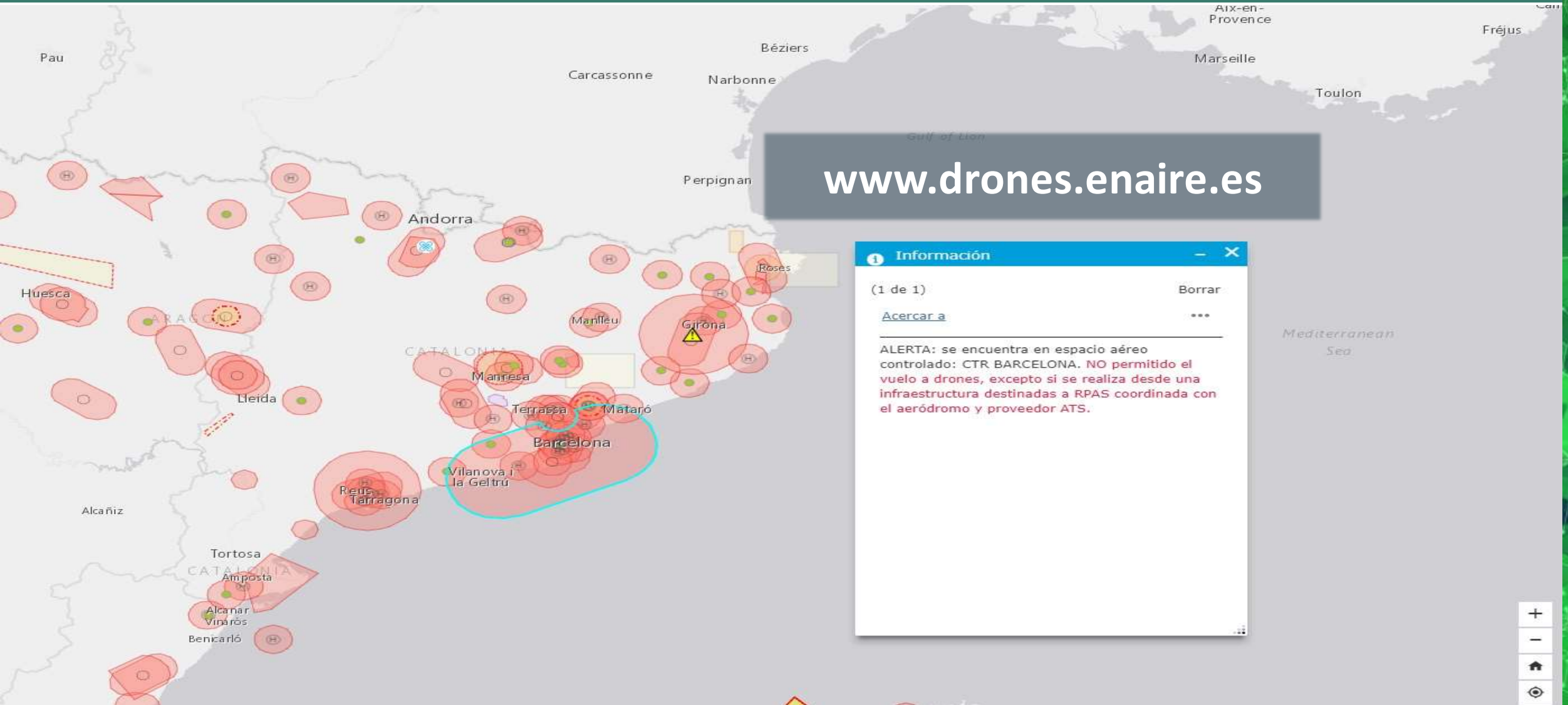
No puedes poner en peligro o molestar a terceros (otras aeronaves, personas y bienes de tierra).

¡EL DRON ES UNA AERONAVE, VUELA DE FORMA SEGURA!

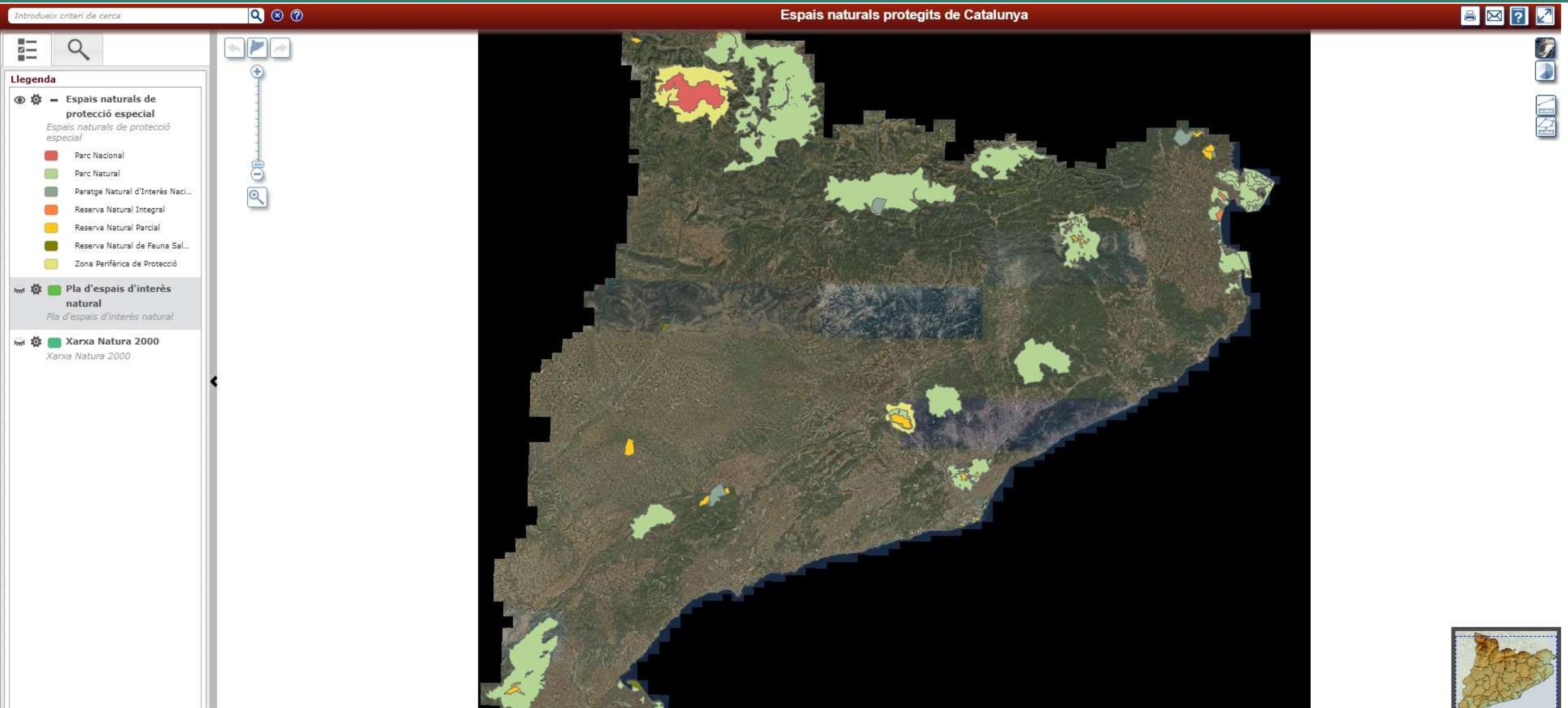
Las sanciones pueden alcanzar los 4.5M€ en función de la gravedad.

2. ¿A quién NO aplica este Real Decreto?

- Este Real Decreto NO es aplicable a:
 - Los RPAS militares
 - Los RPA cuya masa máxima al despegue sea superior a 150 kg, salvo que:
 - Efectúen operaciones de aduanas, policía, búsqueda y salvamento, extinción de incendios, guardacostas o similares, o
 - Estén excluidos de la aplicación del Reglamento (CE) 2016/2008 por concurrir alguna de las circunstancias especificadas en su Anexo II
 - Los globos libres no tripulados y los globos cautivos
 - Los vuelos que se desarrollen en su integridad en espacios interiores completamente cerrados



Parques Naturales y espacios protegidos



Evolución del número de operadores profesionales de drones en España según AESA



Fuente: AESA

Utilidades generales de los drones



Punto de vista diferente y general



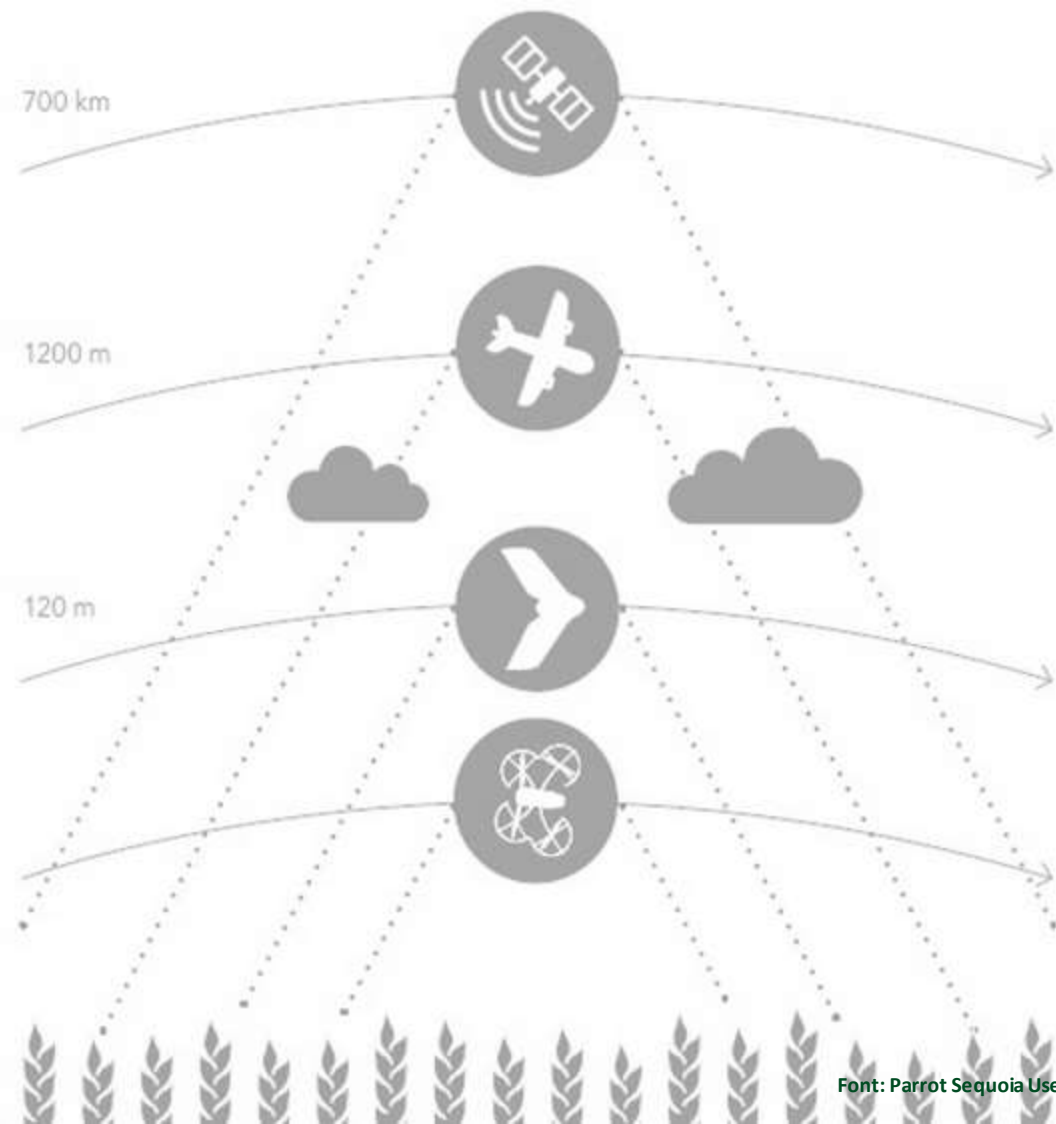
Elevada resolución temporal, diaria u hasta horas



Elevada resolución espacial, hasta a cm por píxel



Bajo coste y fácil disponibilidad



Drones civiles de < 25 kg más comunes

ALA FIJA

- Estructura simple
- Aerodinámica muy alta
- Con motores que se impulsan hacia adelante
- Pueden llegar a planear
- Autonomía muy alta
- Grandes velocidades



MULTIROTOR

- Con motores que impulsan arriba
- Pueden estar estables, sin movimiento
- Pueden llevar más peso
- Pueden llevar estabilizadores de cámara



COMBINACIONES

Los drones civiles de < 25 kg mas comunes



Superficie

BAJO

ALTO

Tiempo de vuelo

BAJO

ALTO

Versatilidad

ALTA

BAJO

RGB



Multiespectrales



Térmicos



LIDAR



Otros



RGB

Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Otros

- Colores primarios

- Red - Rojo
- Green - Verde
- Blue – Azul



- Fotografía
- Video
- **Luz visible**

- ZOOM
- Angulo de visión (objetivo)
- Tamaño del sensor en MP



RGB

Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Otros

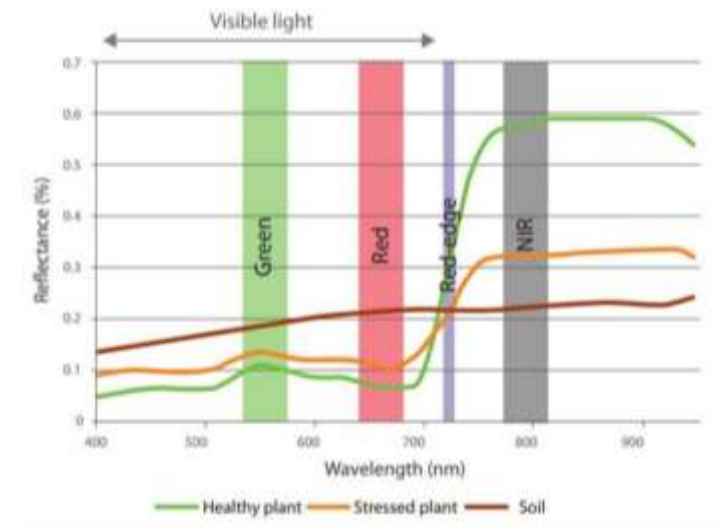
- Capturan diferentes Bandas del espectro electromagnético

- No visibles a ojo humano

- Infrarojo
- UV

- Son utilizados para:

- Diferenciar la vegetación
- Vitalidad de la vegetación
- Clasificar la vegetación
- Clasificar elementos
- Crear Mapas



RGB

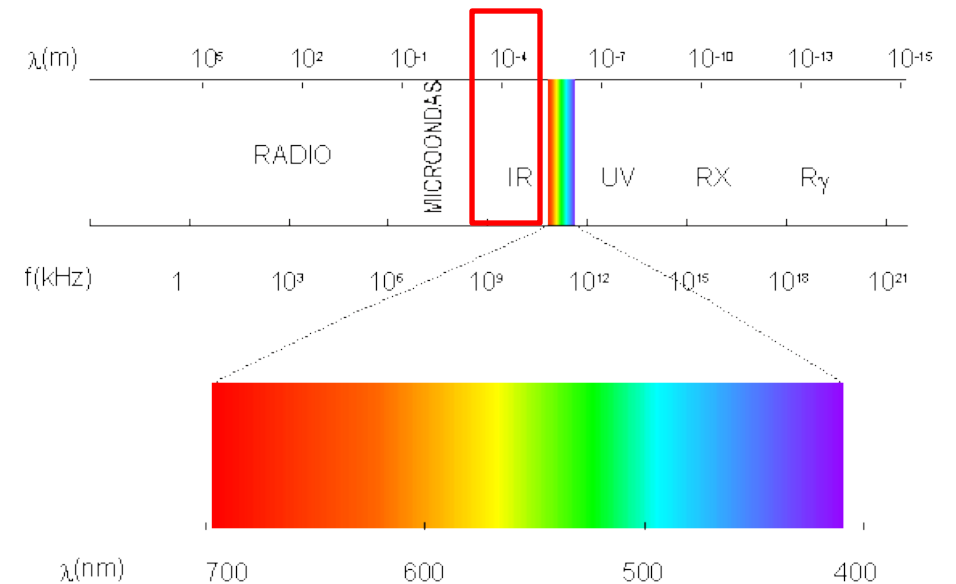
Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Otros

- Miden la radiación infraroja, el calor
- Todos los cuerpos emiten esta radiación a partir de -273°C
- Generalmente de
 - -20 a 50°C



RGB

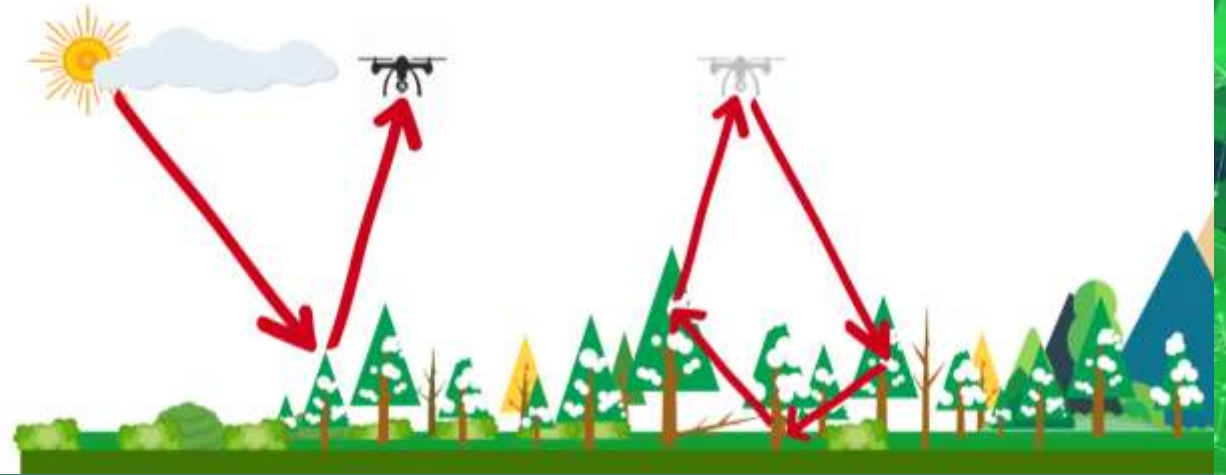
Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Otros

- 'Laser Imaging Detection and Ranging'
- Emite haces de luz infraroja que rebotan con los objetos
- Se obtienen puntos situados en tres dimensiones



RGB

Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Otros

- Magnetómetros
- Gravímetros
- Acústicos
- Calidad del aire
- Toma muestras
- Altavoces



RGB

Multiespectrales

Térmicos

LIDAR

Altres



Fotogrametría

- Planos
- Ortomosaicos
- Modelos Digitales de Elevaciones
- Modelos 3D
- GIS



- **Fotogrametría** es la primera herramienta tecnológica de teledetección. Las propiedades geométricas de los objetos se determinan a partir de imágenes fotográficas.
- La **fotogrametría digital** es un conjunto de técnicas digitales que permiten pasar de una fotografía a un modelo en **3D** del objeto fotografiado, con su forma y sus dimensiones reales y no distorsionadas por la perspectiva. La aplicación más clásica es la obtención de **mapas**.

Utilidades de los drones



Punto de vista diferente y general



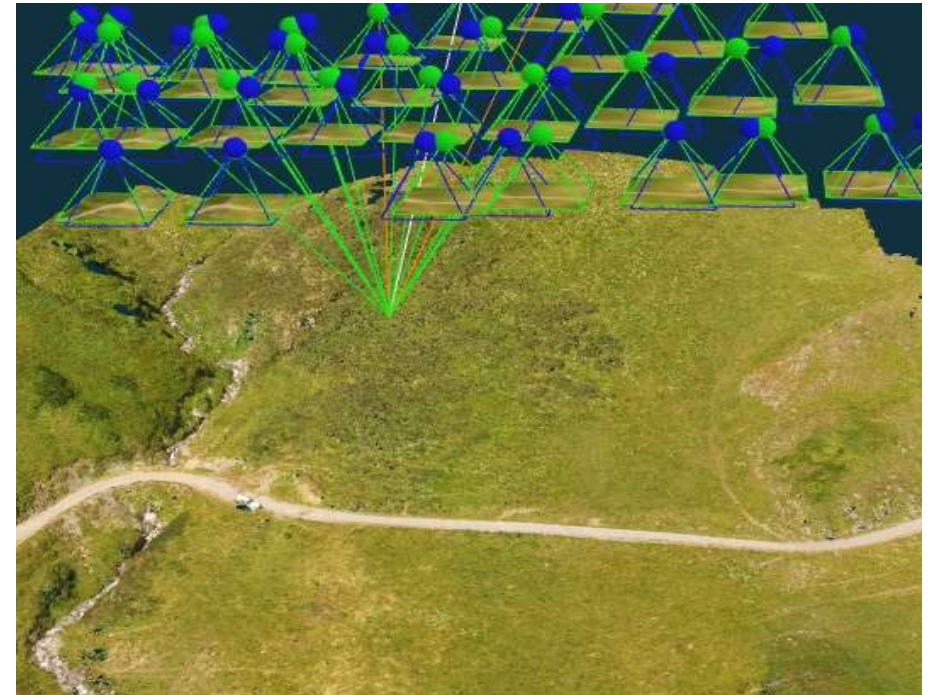
Elevada resolución temporal, diaria u hasta horas



Elevada resolución espacial, hasta a cm por píxel



Bajo coste y fácil disponibilidad



Resolución

Precisión

Solape entre fotos

Efecto de las sombras

- Tamaño de cada pixel
- Se menciona en cm/px
- Dependerá de:
 - Sensor/cámara
 - Altura de vuelo



Resolución

Precisión

Solape entre fotos

Efecto de las sombras

- Posición en coordenadas (x, y, z) de cada píxel
- Cada fotografía tiene unas coordenadas
- Depende del GPS o sistema de posicionamiento
- Si debe ser elevada, se requieren de Puntos de Control Topográficos (GCP)



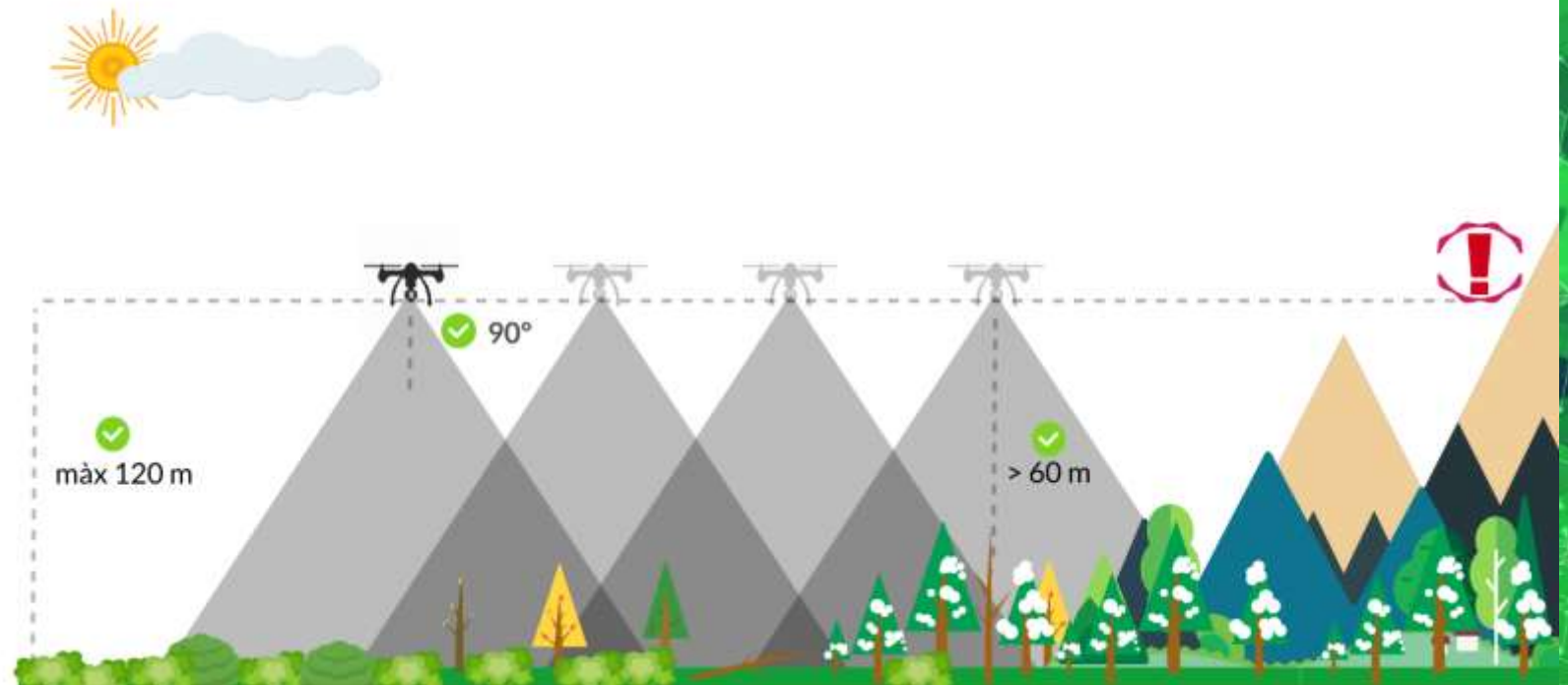
Resolución

Precisión

Solape entre fotos

Efecto de las sombras

- Es la superposición que tienen las fotos entre ellas
 - Tanto transversal como longitudinal
- Generalmente no funciona a $< 60\%$ de solape

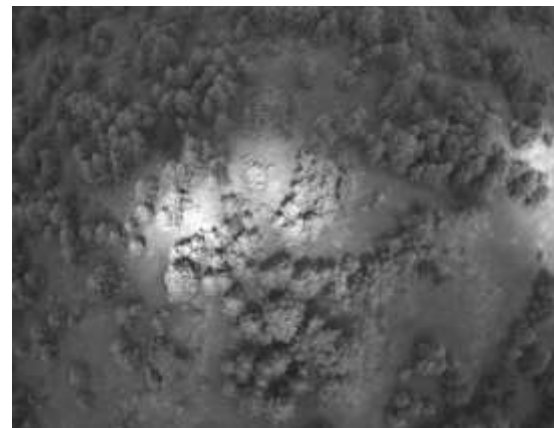
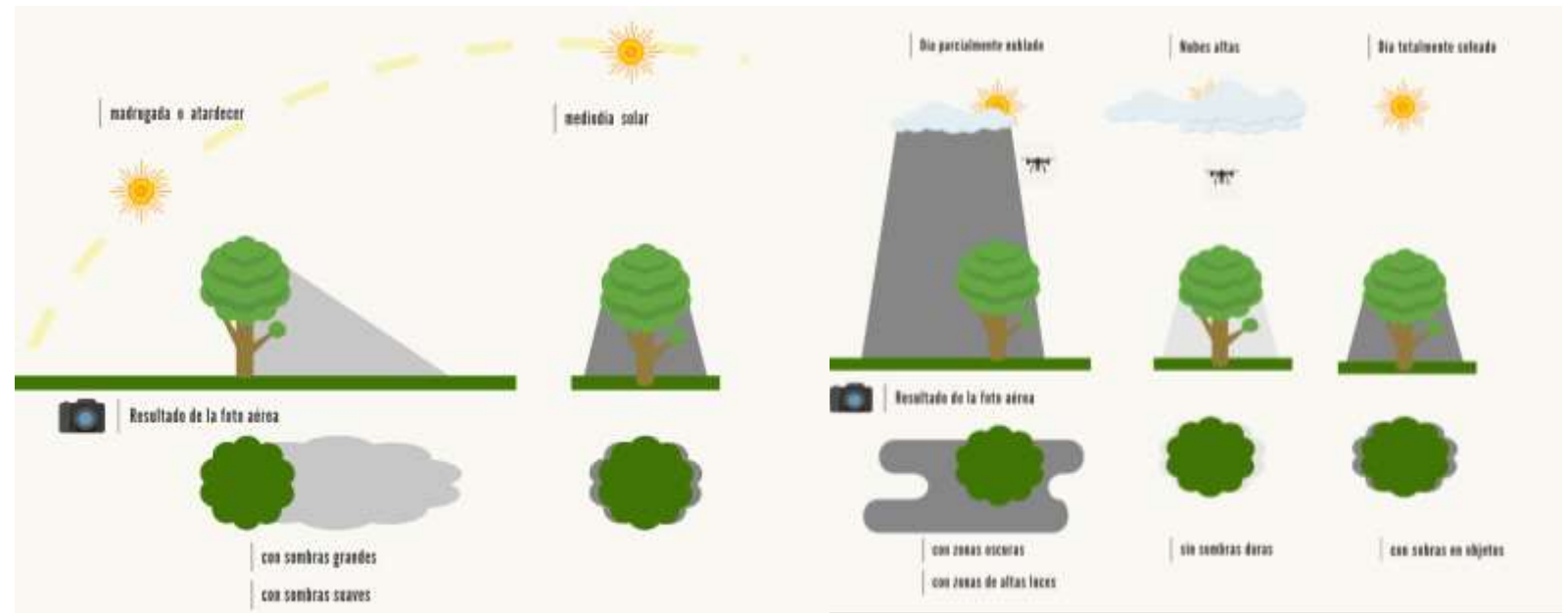


Resolución

Precisión

Solape entre fotos

Efecto de las sombras



OBJETIVOS

Dron	 [... más]					
Sensor	 [... más]					
Planificación de vuelo	 [... más]					
Reconstrucción digital	 [... más]					
GIS	 [... más]					
Resolución	cm	dm	Grietas	Rocas	Ríos	Otros
Precisión	Alta	Baja	Escala local	UTM	Divulgativa	Otros
OBJETIVOS	MAPA	3D	DEM	Identificar X	Divulgar	Otros

OBJETIVOS

Dron							[... más]
Sensor							[... más]
Planificación de vuelo							[... más]
Reconstrucción digital							[... más]
GIS							[... más]
Resolución	cm	dm	C	Rocas	Ríos	Otros	
Precisión	Alta	Baja	Es	UTM	Divulgativa	Otros	
OBJETIVOS	MAPA	3D	D	Identificar X	Divulgar	Otros	

OBJECTIVOS

Dron

Sensor

Programario de vuelo

Reconstrucción digital

GIS

Resolución

Precisión

OBJECTIVOS



Sant Feliu de Guíxols

Escarpe de granitoides del carbonífero superior afectados por un intenso diaclasado, origen de frecuente inestabilidad

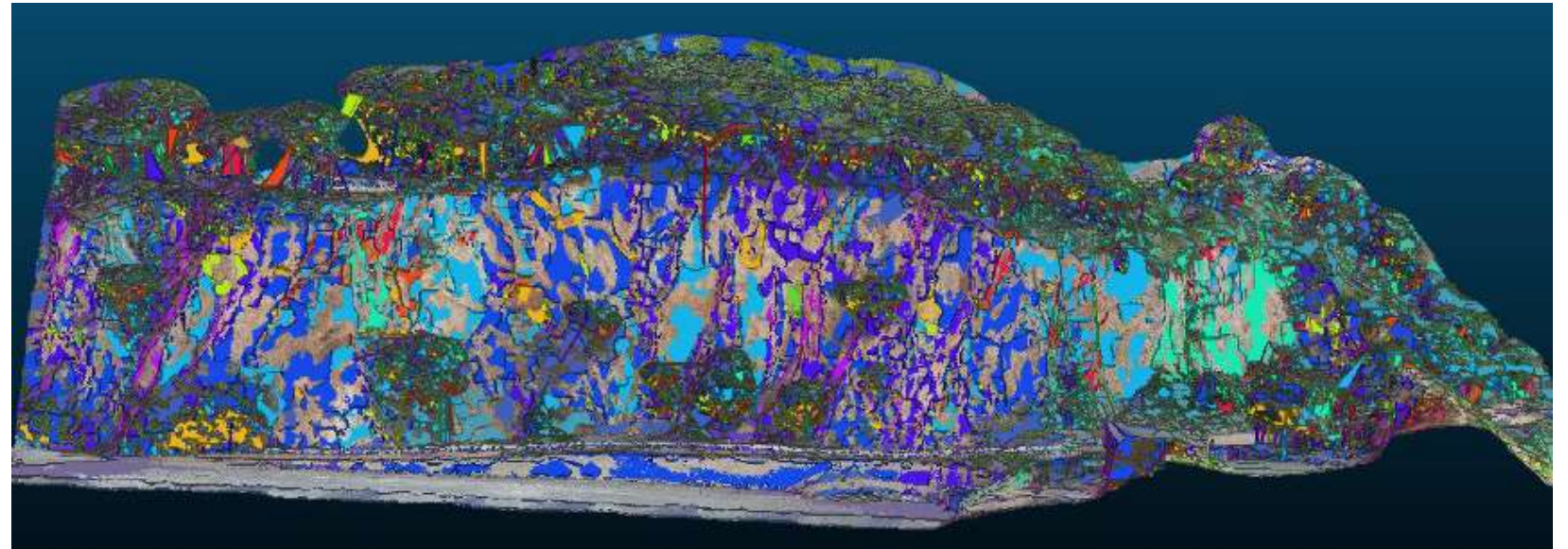


Modelo 3D del escarpe



Proyecto estabilización escarpe rocoso

Escarpe de granitoides del carbonífero superior afectados por un intenso diaclasado, origen de frecuente inestabilidad



Generación y medición de planos a partir de la nube de puntos del modelo 3D.



Proyecto estabilización escarpe rocoso



Mediciones de juntas o masas rocosas de zonas no accesibles
y/o no visibles desde el pie o coronación del escarpe.

Balç del Tacó

Medición del volumen de masa
desprendida 19.09.2018



Escarpe en alternancias de areniscas y lutitas Eoceno-Oligocenas

Balç del Tacó

Medición del volumen de masa
desprendida 19.09.2018



Balç del Tacó

Medición del volumen de masa
desprendida 19.09.2018



Depósito de derrubios del desprendimiento minutos después de la caída. Alta fragmentación

Balç del Tacó

Medición del volumen de masa
desprendida 19.09.2018



Imagen aérea del depósito. Se observa la obstrucción del río Anoia

Balç del Tacó

Medición del volumen de masa
desprendida 19.09.2018

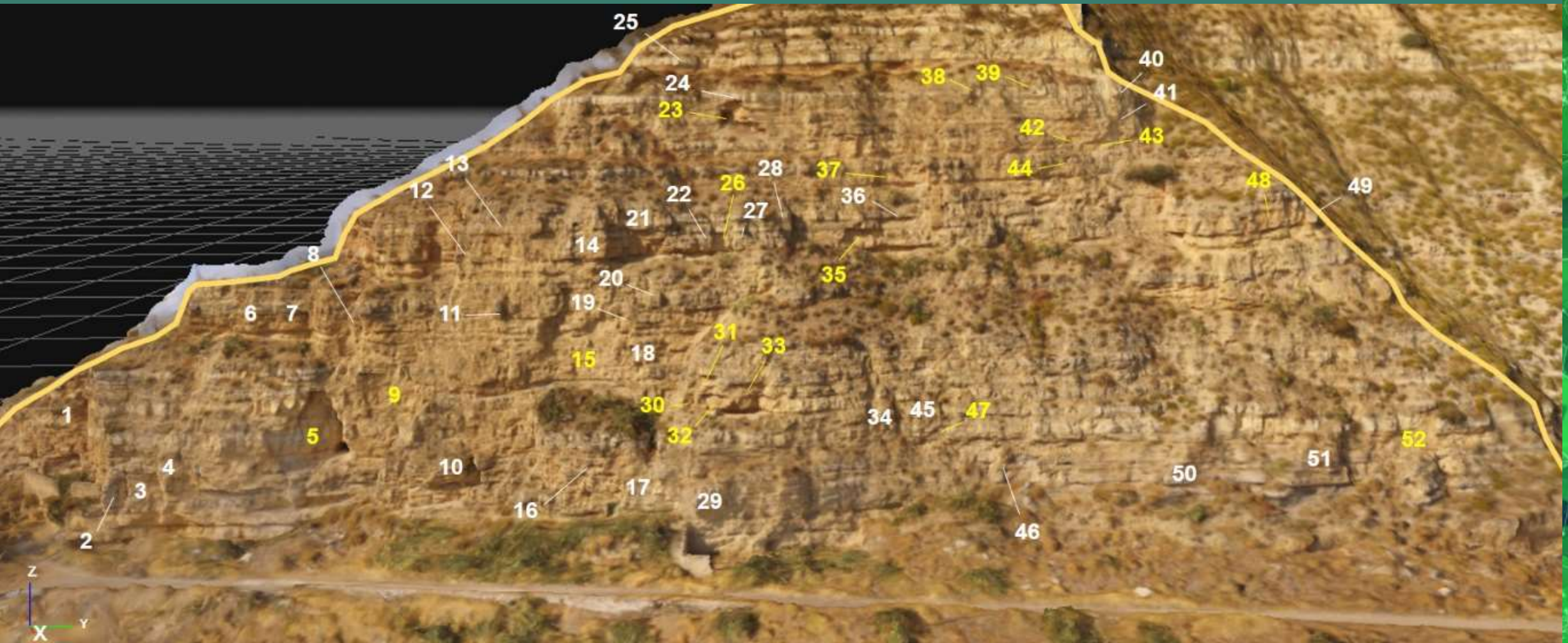


Modelo 3D.

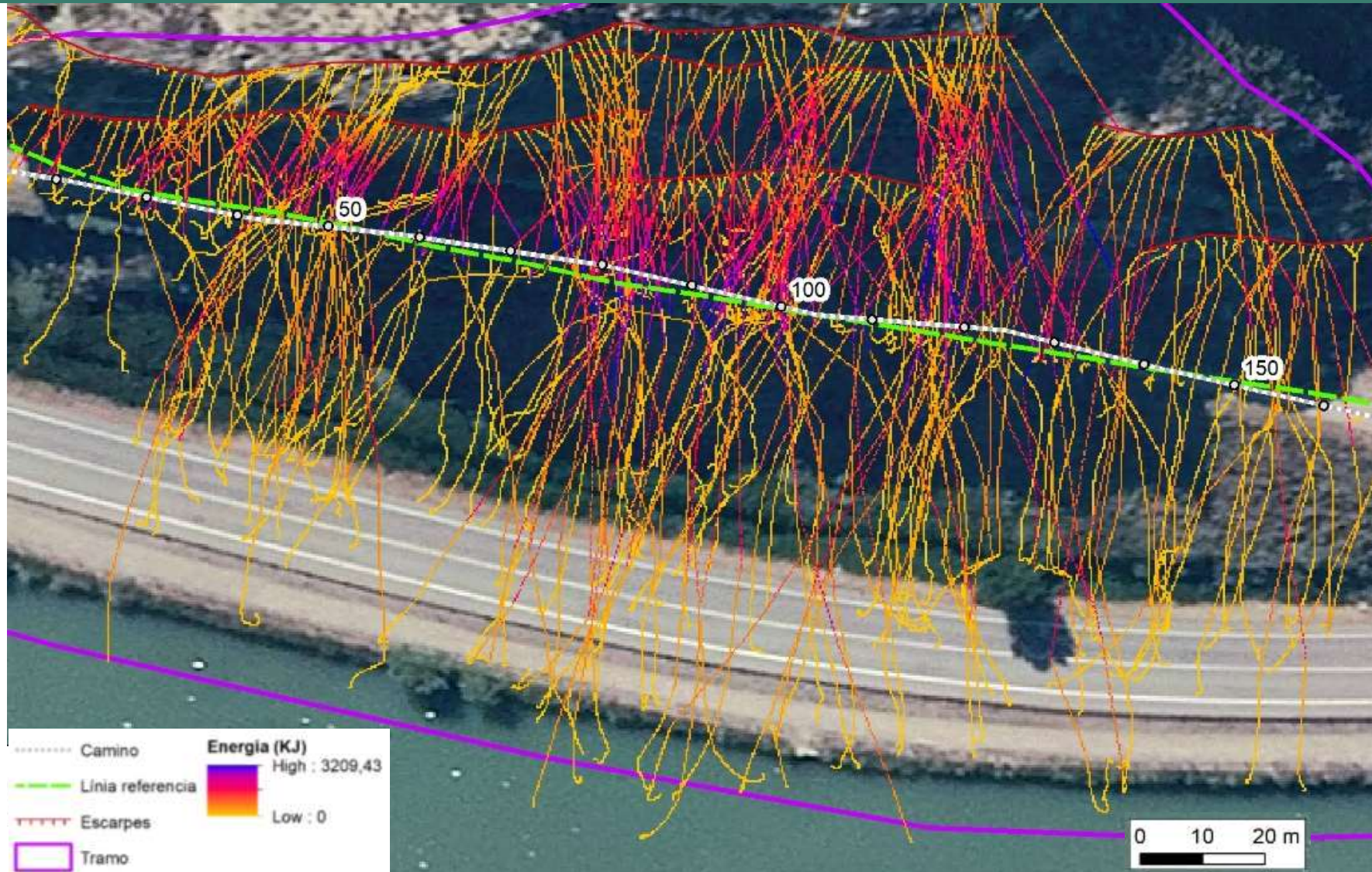
Volumen medido calculado del desprendimiento: 5.600 m³



Identificación de cicatrices



Identificación y medición de cicatrices y de masas inestables



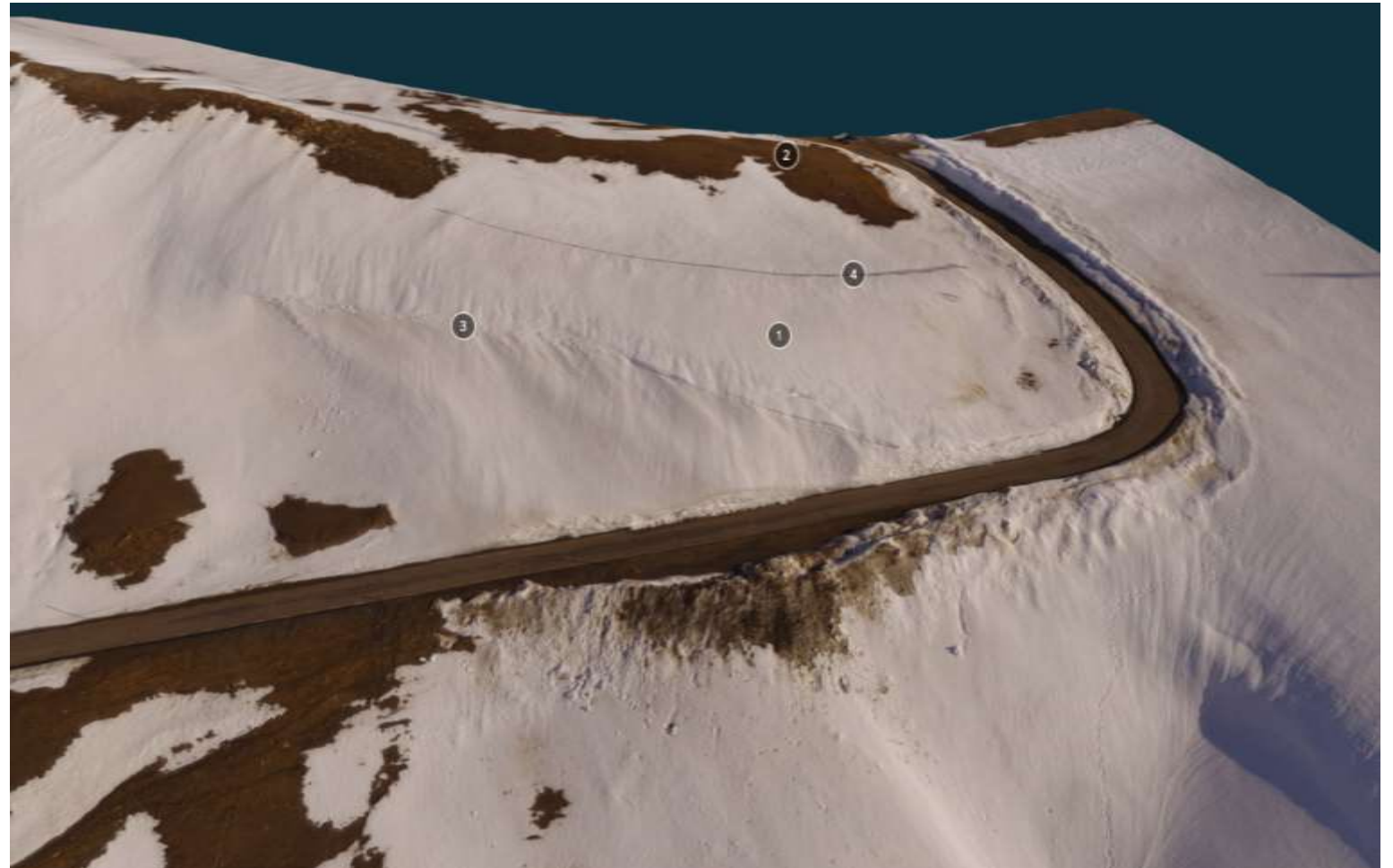
Simulación del fenómeno (Energía, velocidad, rebotes) para dimensionamiento de estructuras de protección

Estudio de la distribución de la nieve transportada por el viento para reducir las acumulaciones de nieve sobre una carretera de montaña



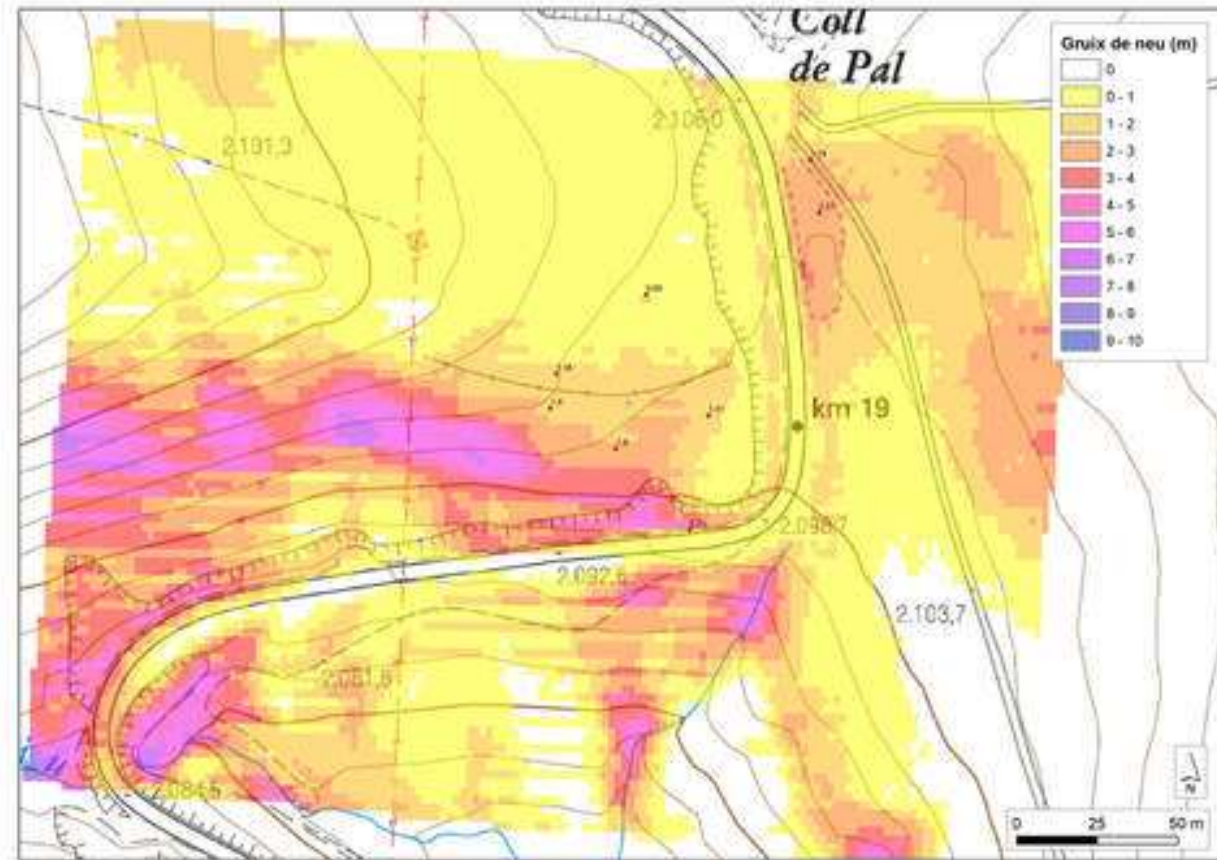
Espesor de nieve acumulado en un episodio de viento

Estudio de la distribución de la nieve transportada por el viento para reducir las acumulaciones de nieve sobre una carretera de montaña



Modelo 3D de un tramo de la zona de estudio

Estudio de la distribución de la nieve transportada por el viento para reducir las acumulaciones de nieve sobre una carretera de montaña



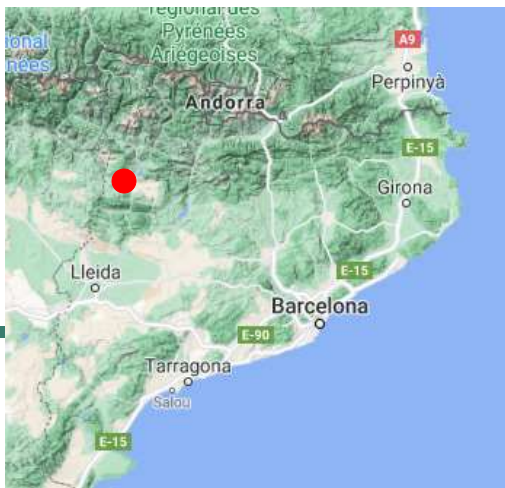
Espesor de nieve medido restando el DEM del manto nivoso obtenido con dron por fotogrametría, y el DEM del terreno sin nieve

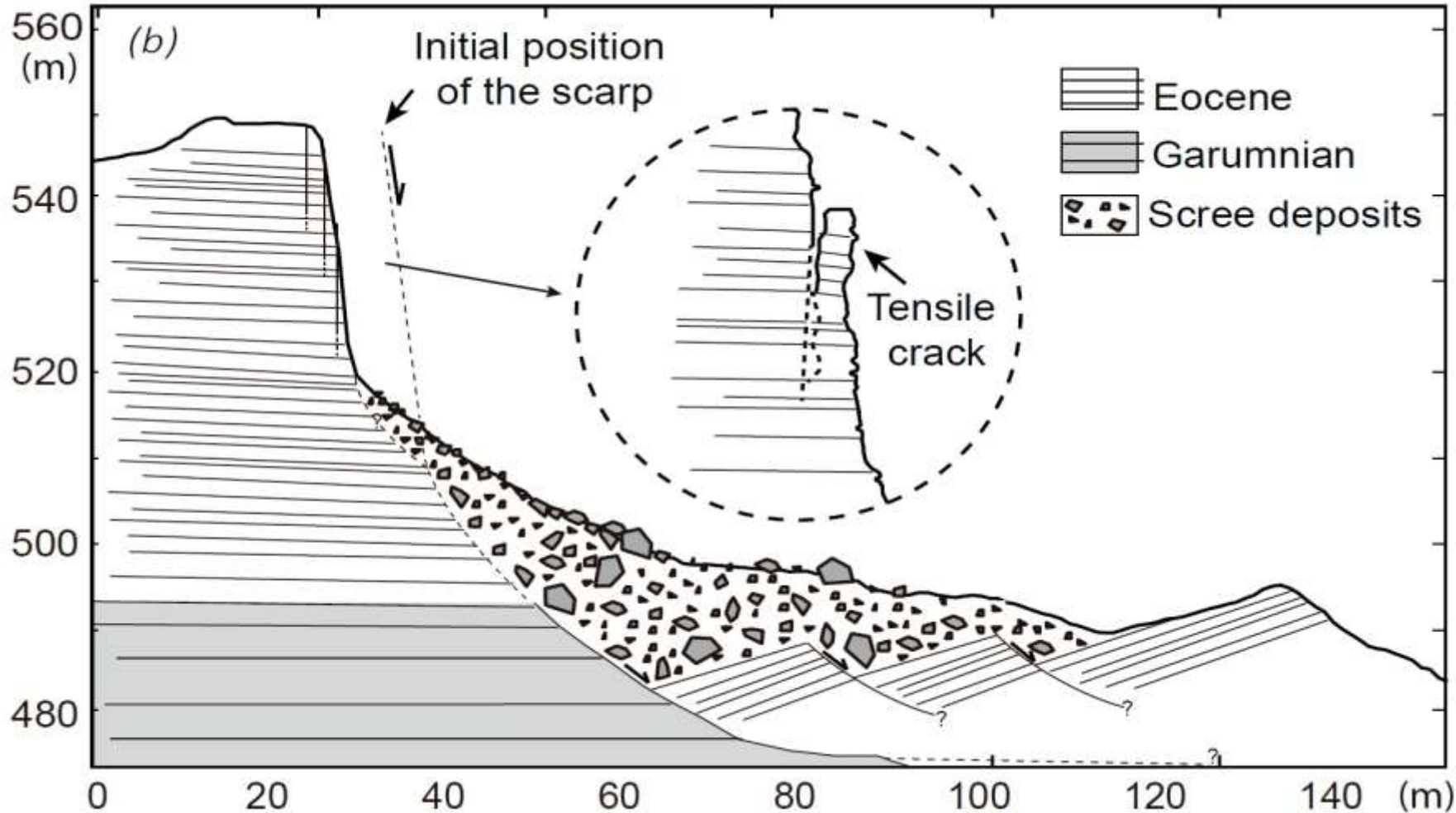


- ✓ Acceso a zonas peligrosas o de difícil acceso
- ✓ Obtención de imagen continua y de detalle de una ladera
- ✓ Generación de modelo 3d de una ladera
- ✓ Mediciones en toda la zona de estudio en gabinete
- ✓ Ahorro en trabajo de campo
- ✓ Imagen 3d virtual muy adecuada para formación y divulgación

En 1863, un primer movimiento en masa puso en peligro el antiguo pueblo. Uno segundo mucho mayor, el **13 de enero de 1881**, hizo caer montaña abajo la mayor parte del pueblo que ya estaba deshabitado.

Actualmente se pueden ver los restos encima de una cicatriz de unos 50 metros de altura. Aún **sigue activo**, y se va comiendo poco a poco las últimas edificaciones que quedan.





Fuente: Remote Sensing Journal

<https://www.mdpi.com/2072-4292/12/8/1240>

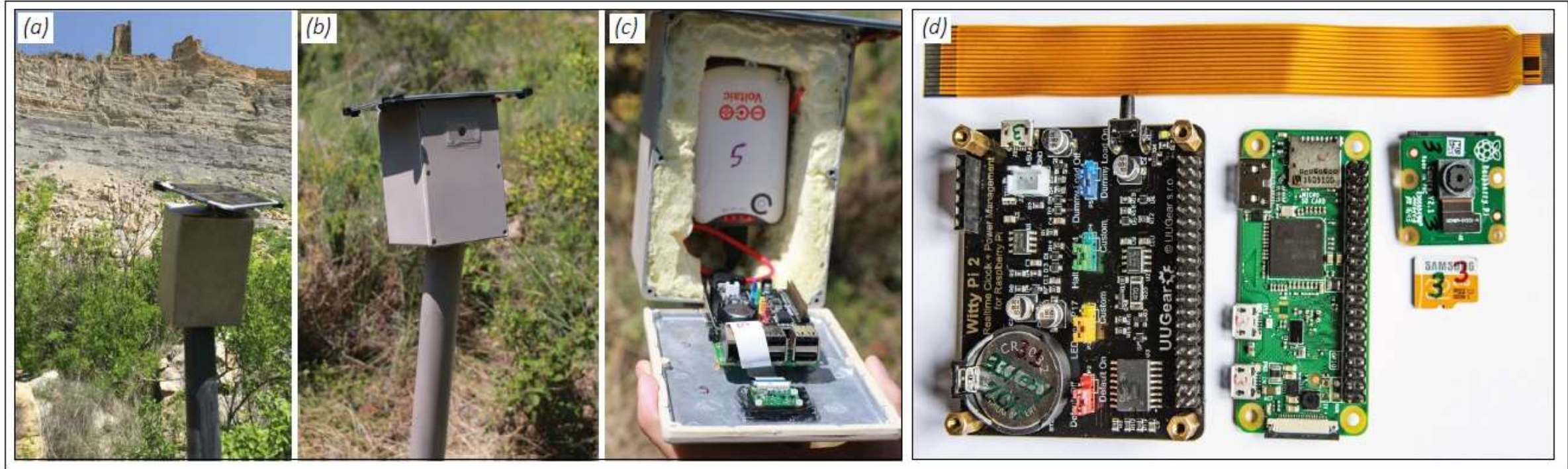
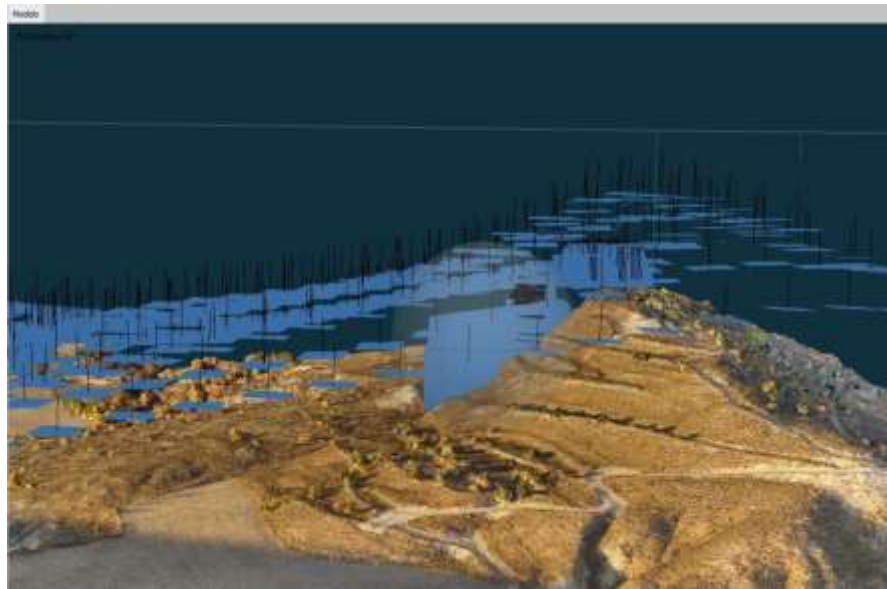
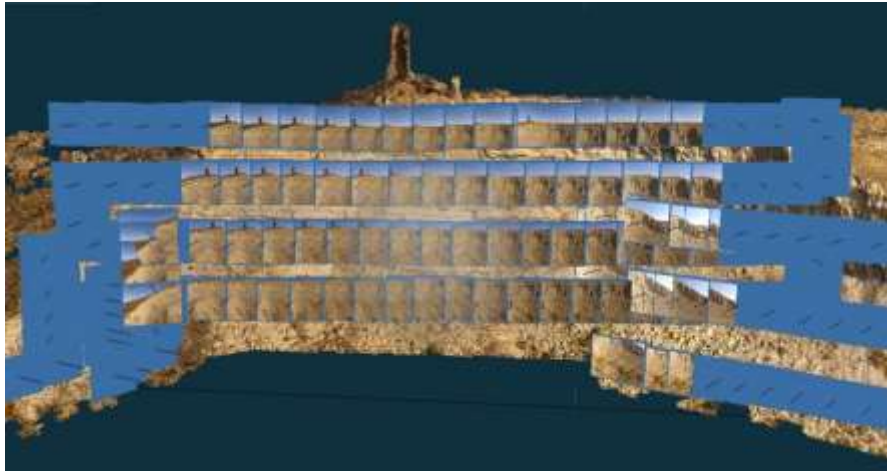


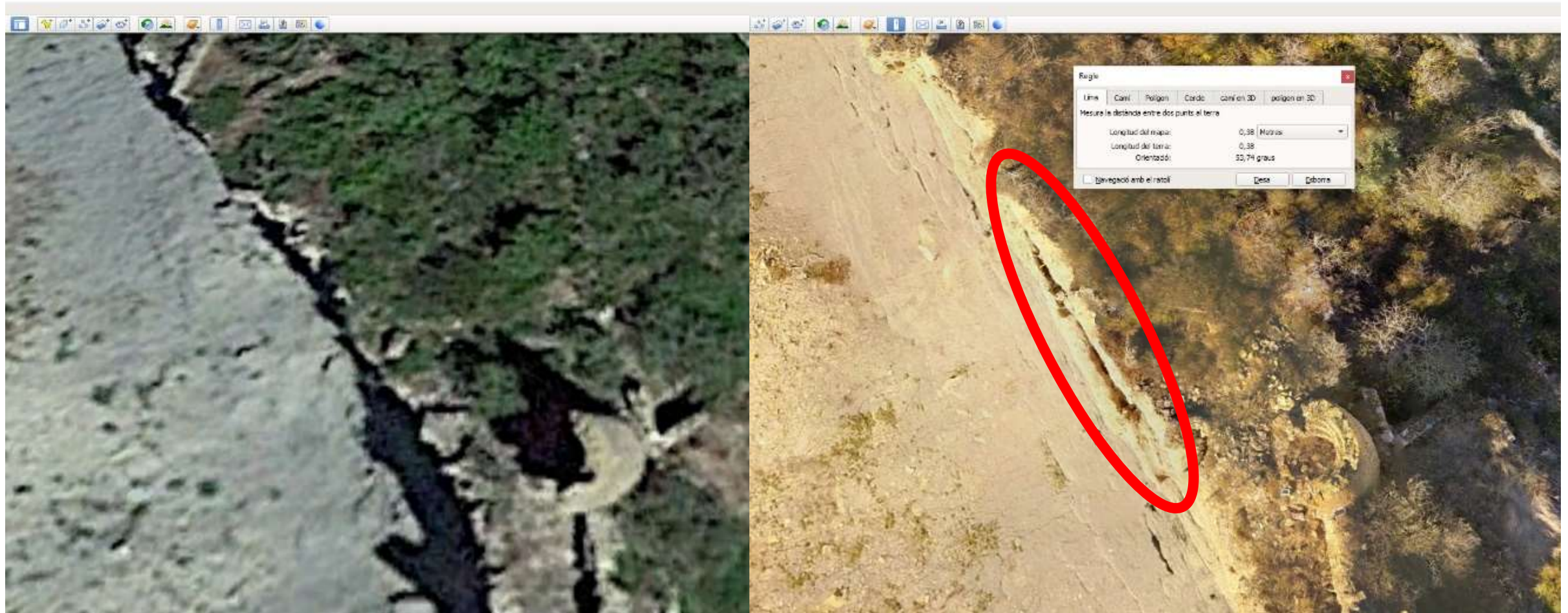
Figure 5. Low-cost photogrammetric systems developed ad-hoc for rockfall monitoring on the Puigcercós cliff. (a,b,c) Images of the installation on the Puigcercós cliff. (d) Main electronic components (left to right): WittyPi2, Raspberry Pi Zero W, Raspberry Camera Module v2 and MicroSD card.

Fuente: Remote Sensing Journal

<https://www.mdpi.com/2072-4292/12/8/1240>

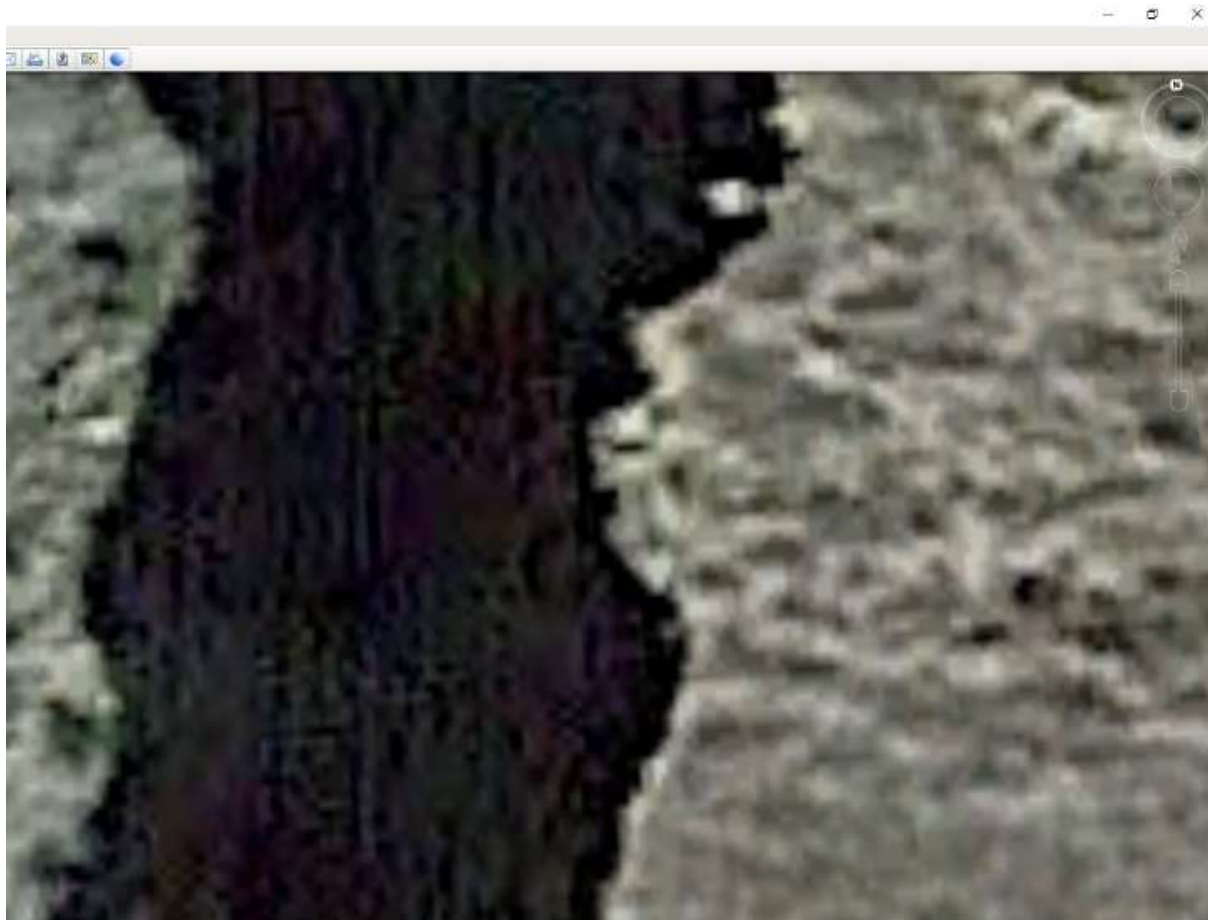


Toma de fotografías en posición horizontal y vertical



Vista en Google Earth

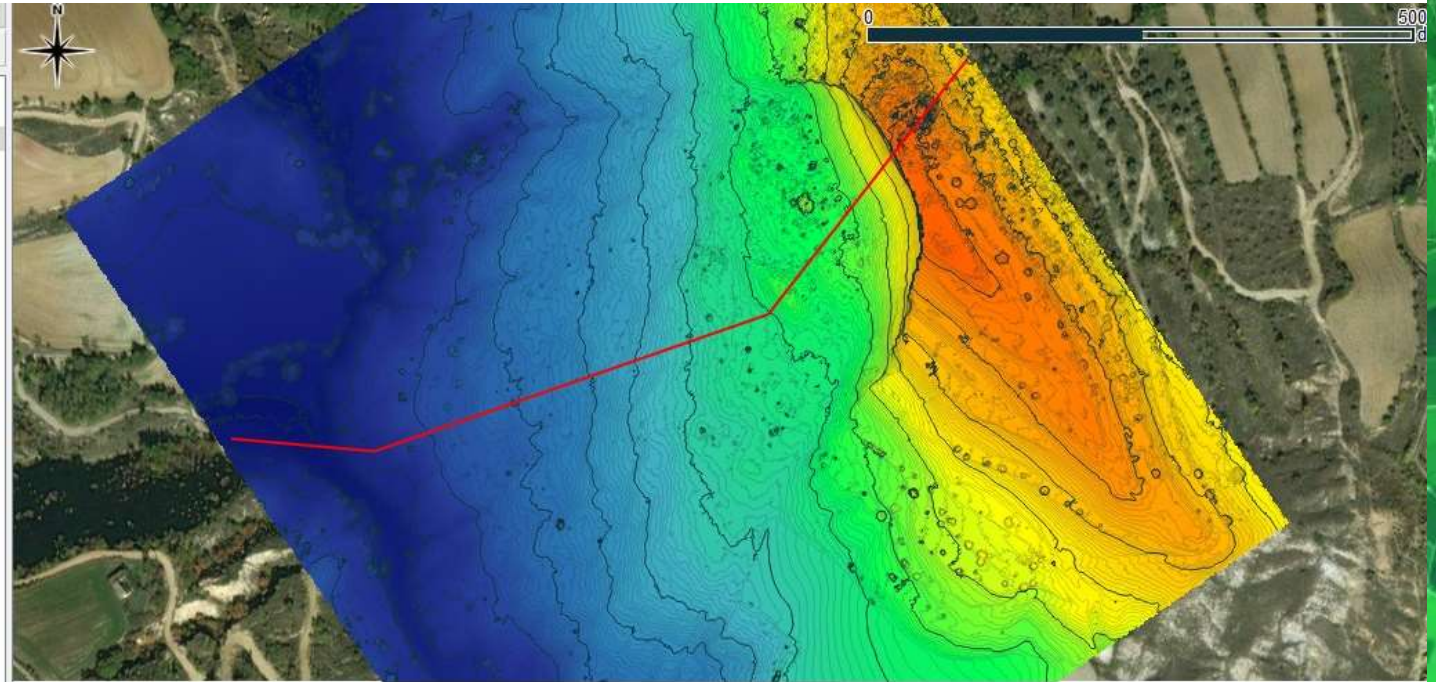
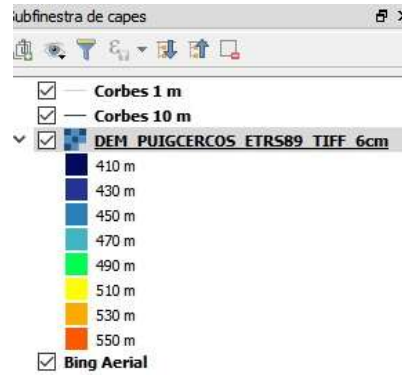
Vista en el ortomosaico creado a partir de dron



Vista en Google Earth

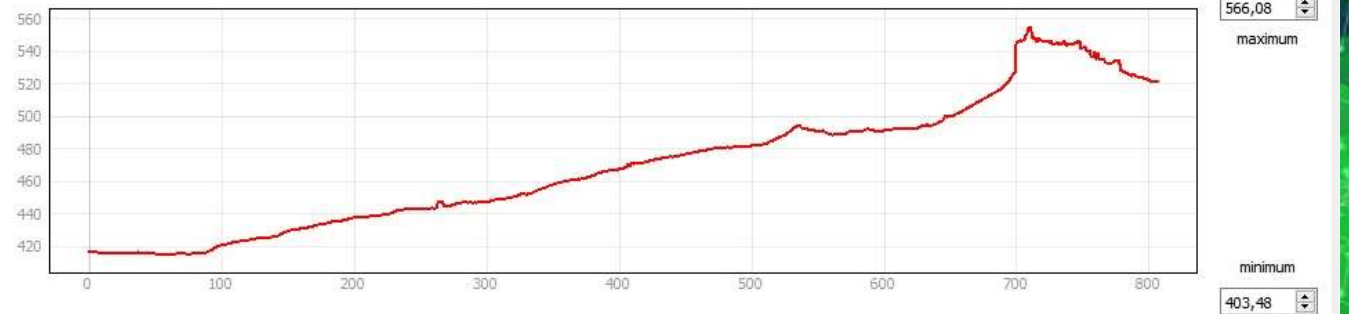


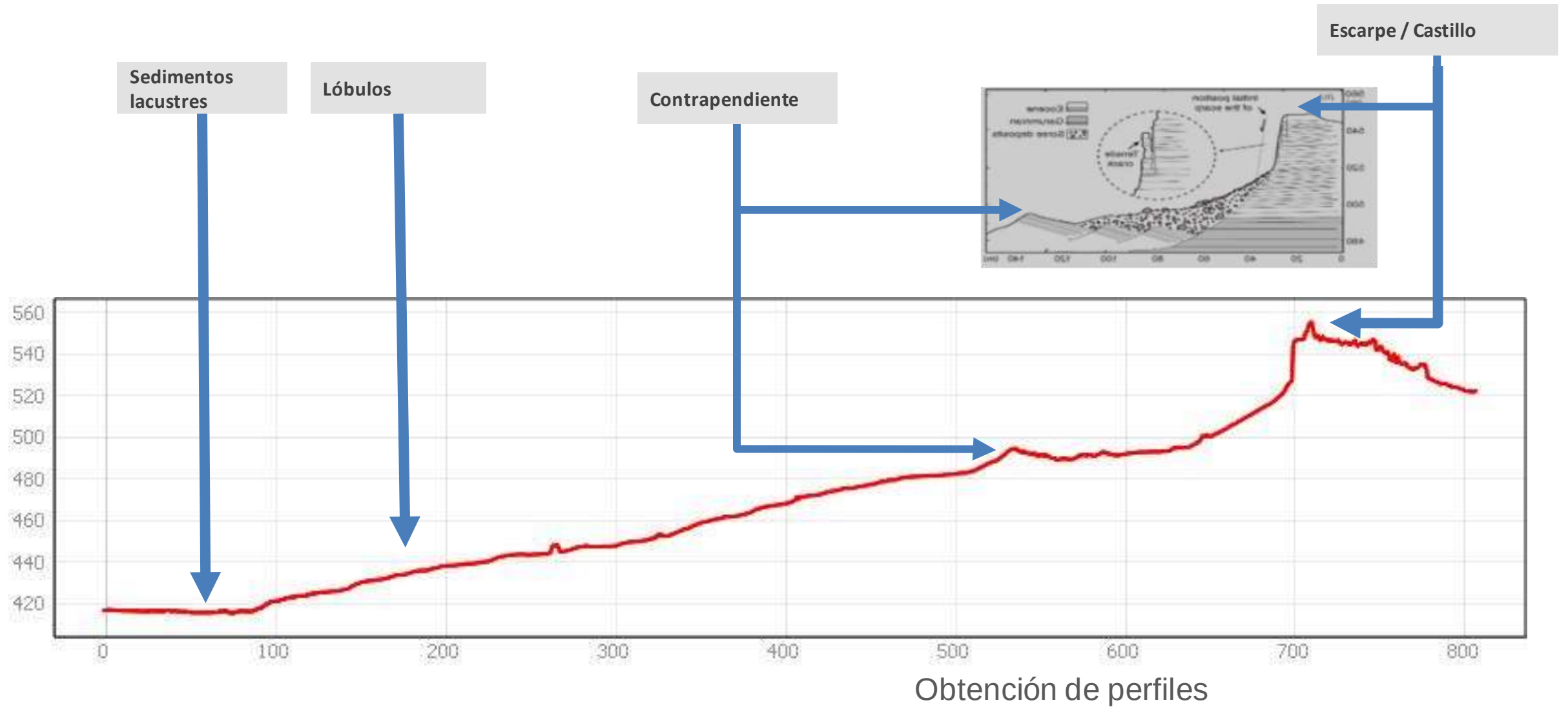
Vista en el ortomosaico creado a partir de dron



Profile Tool

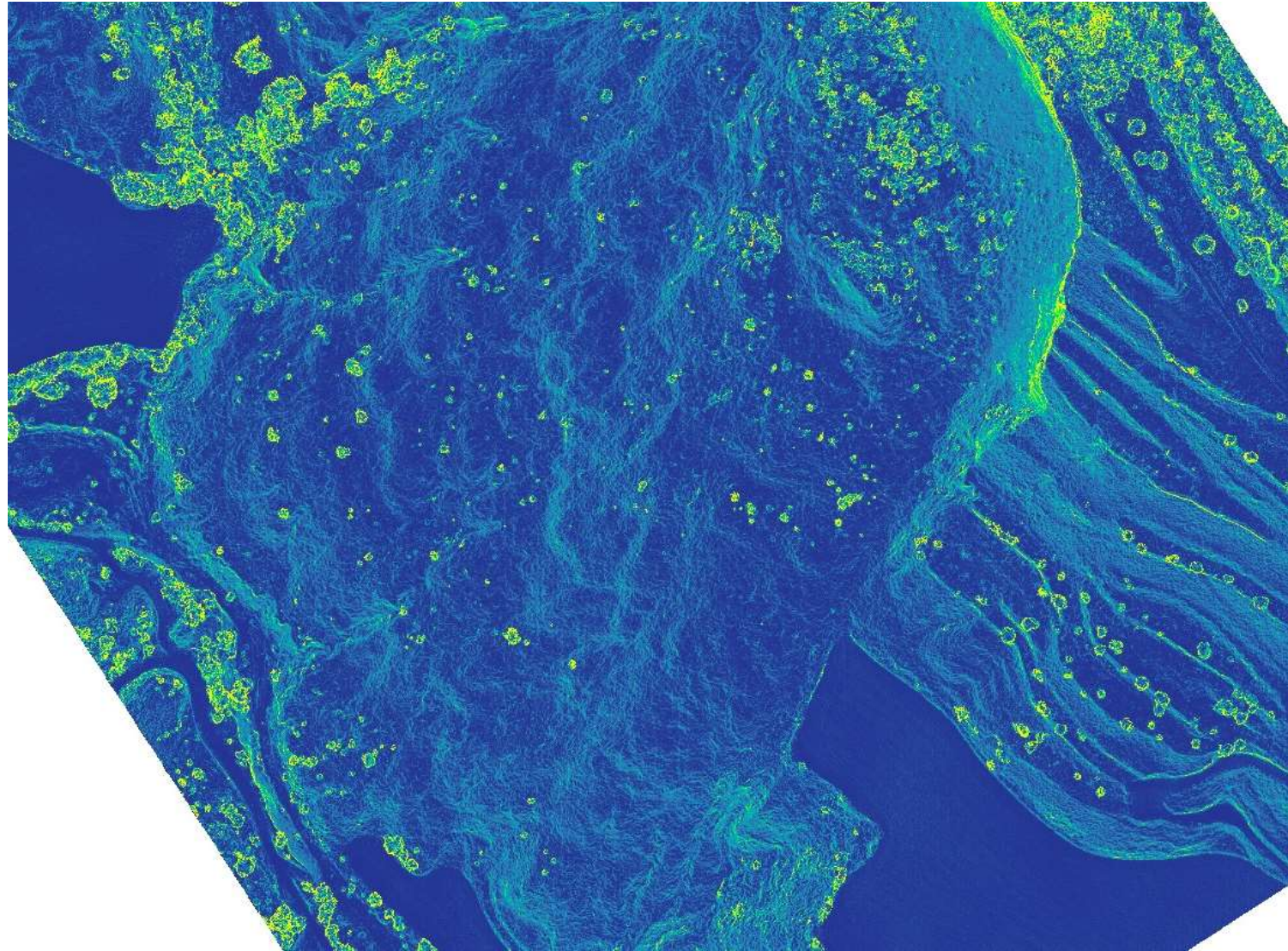
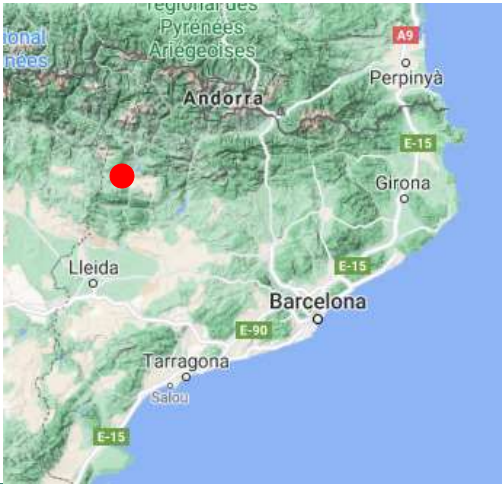
Profile Table Settings





Obtención de perfiles

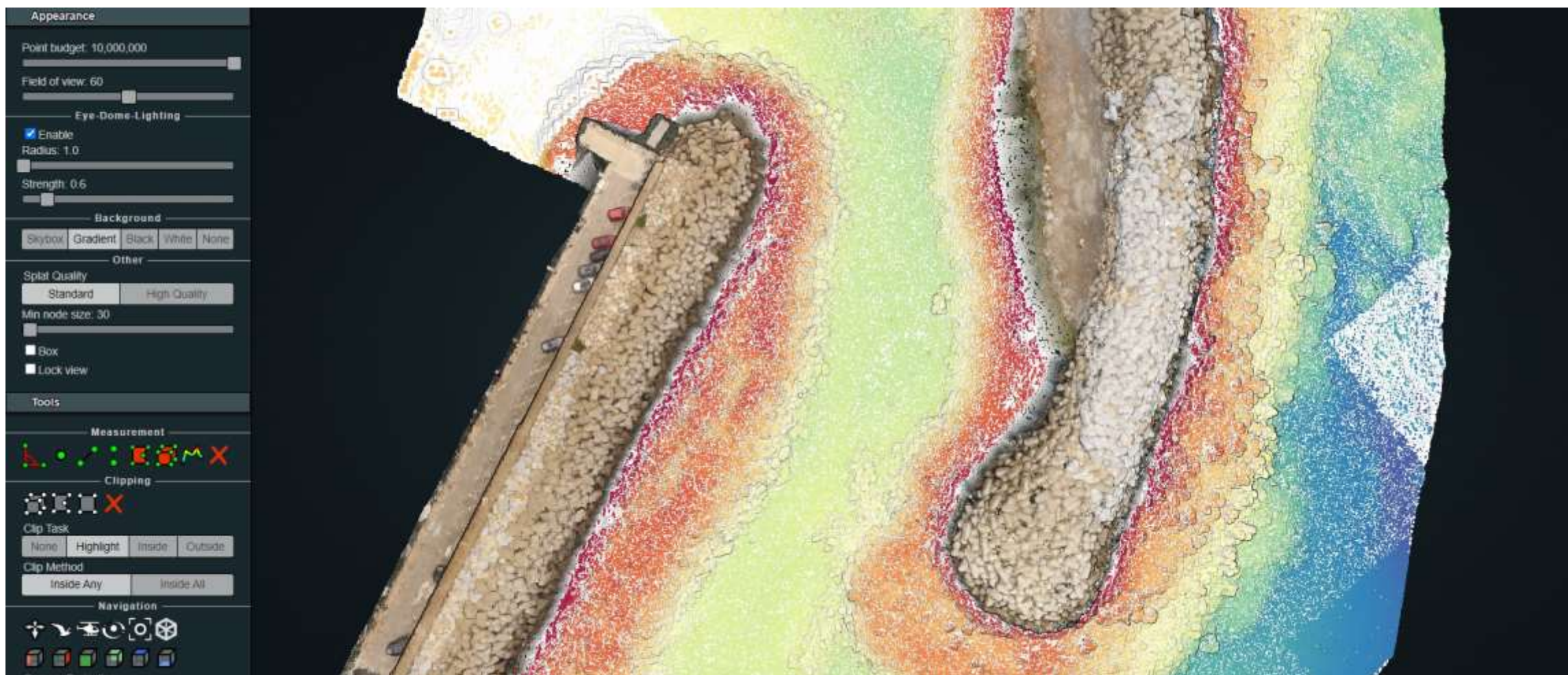
Mapas de pendientes



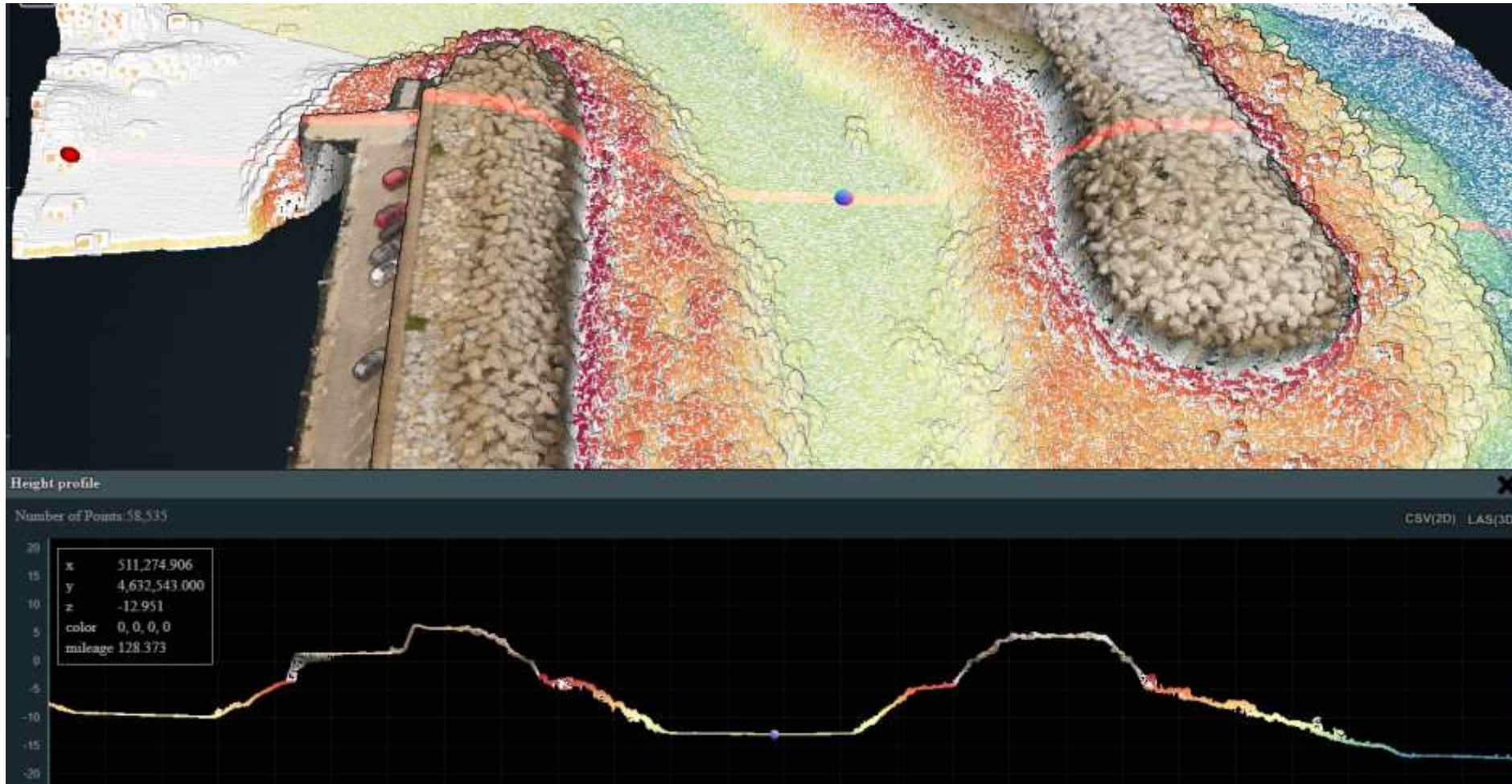


Situación actual

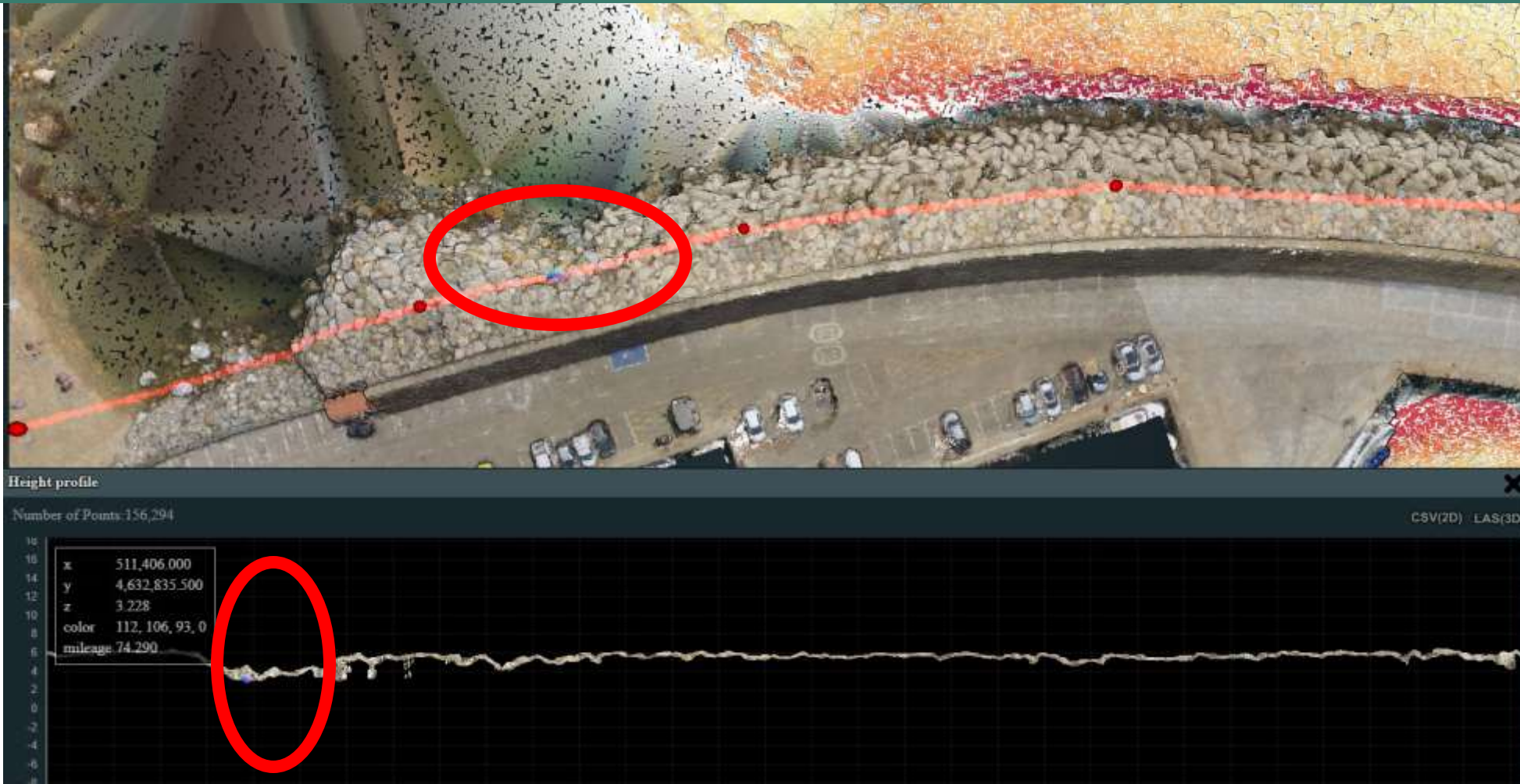




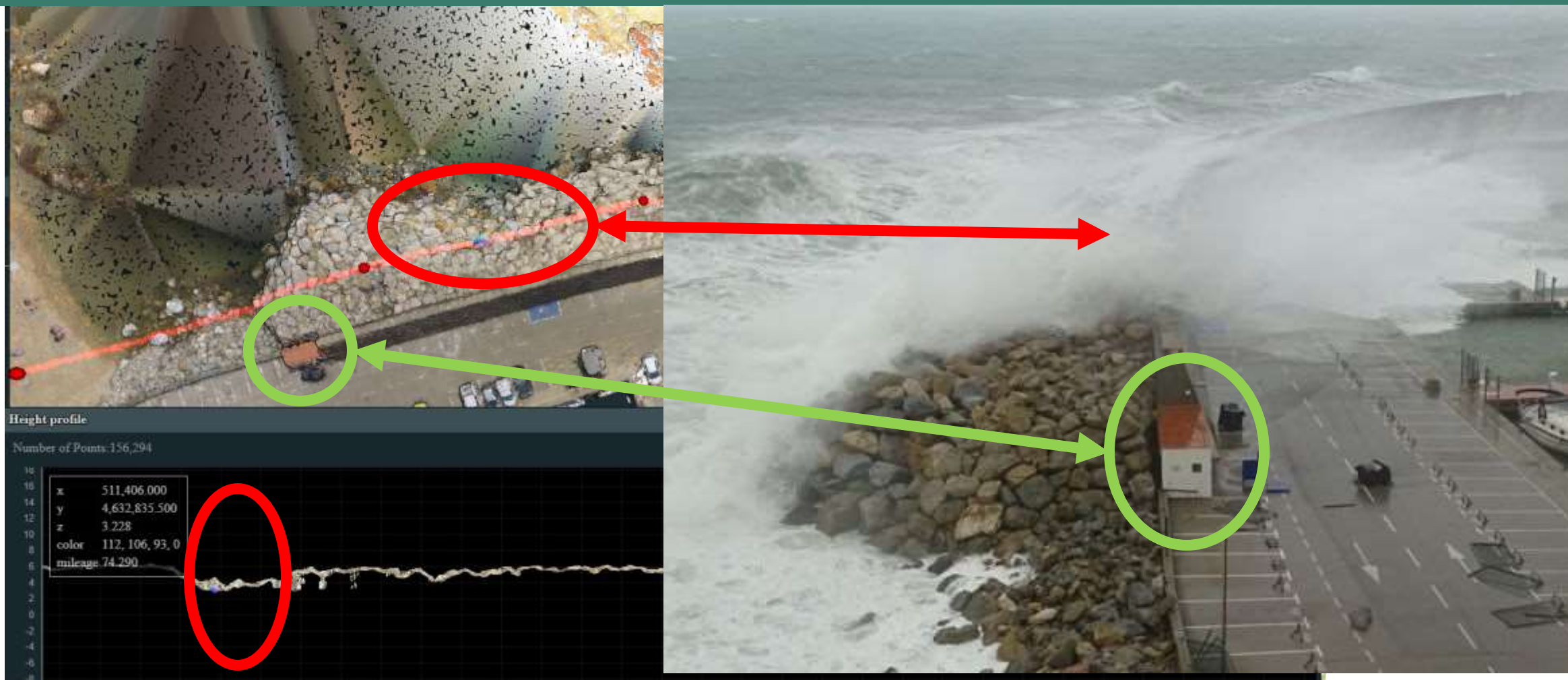
Fotogrametría y batimetría



Obtención de perfiles



Puntos débiles

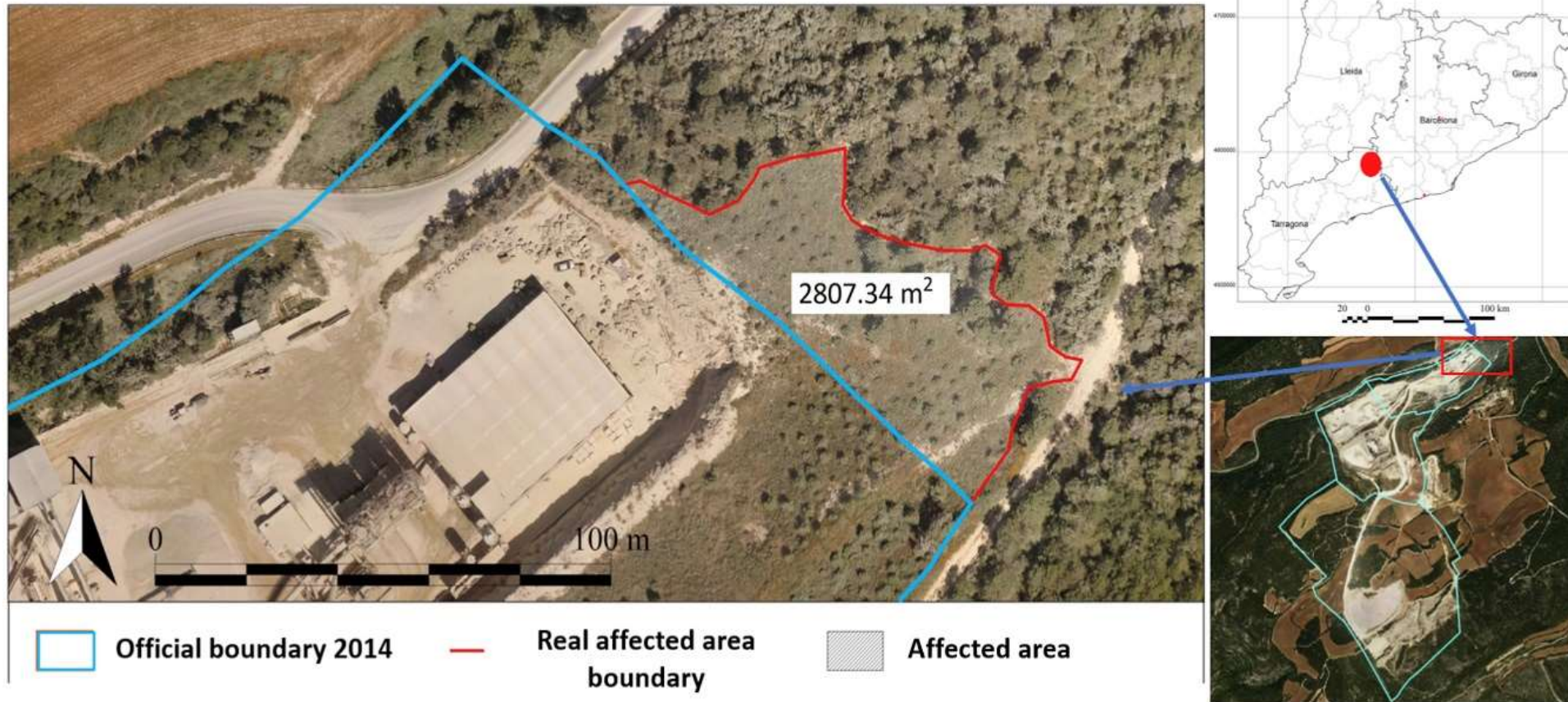


Puntos débiles

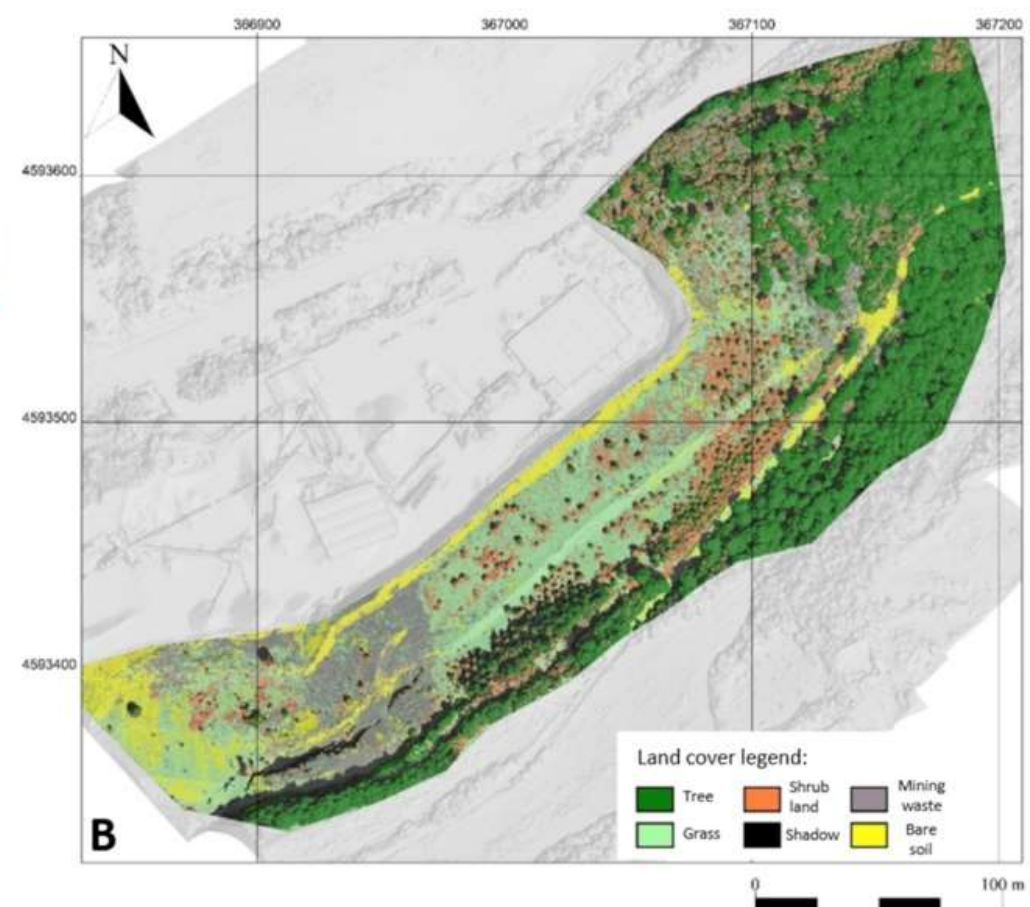
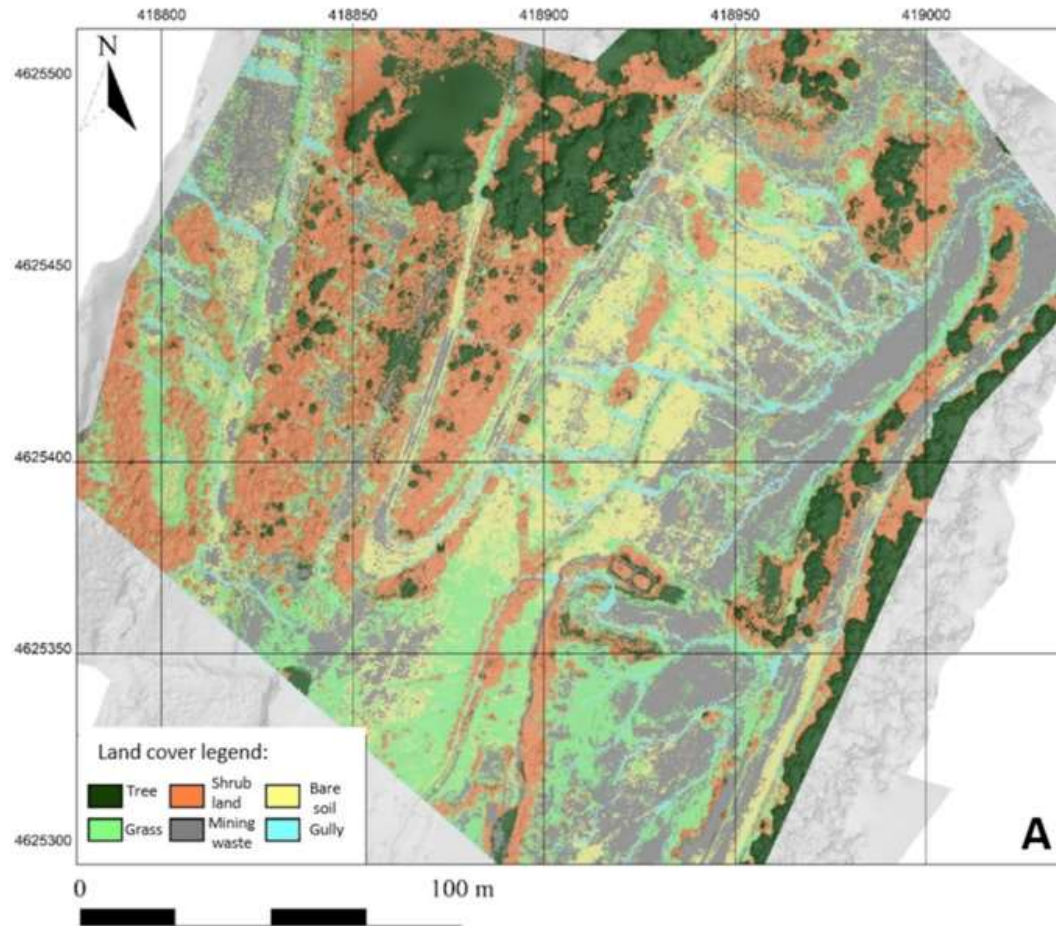
Un nuevo protocolo elaborado por el CREAM por encargo de la Generalitat de Catalunya permitirá utilizar los drones en el seguimiento de las actividades extractivas.



Actividades extractivas

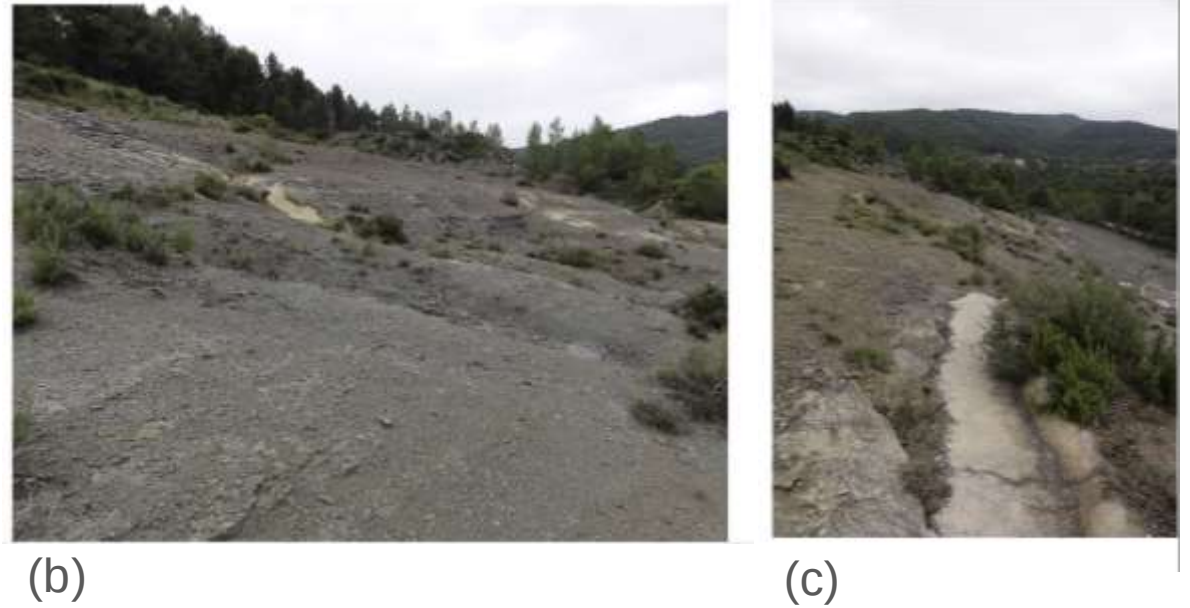
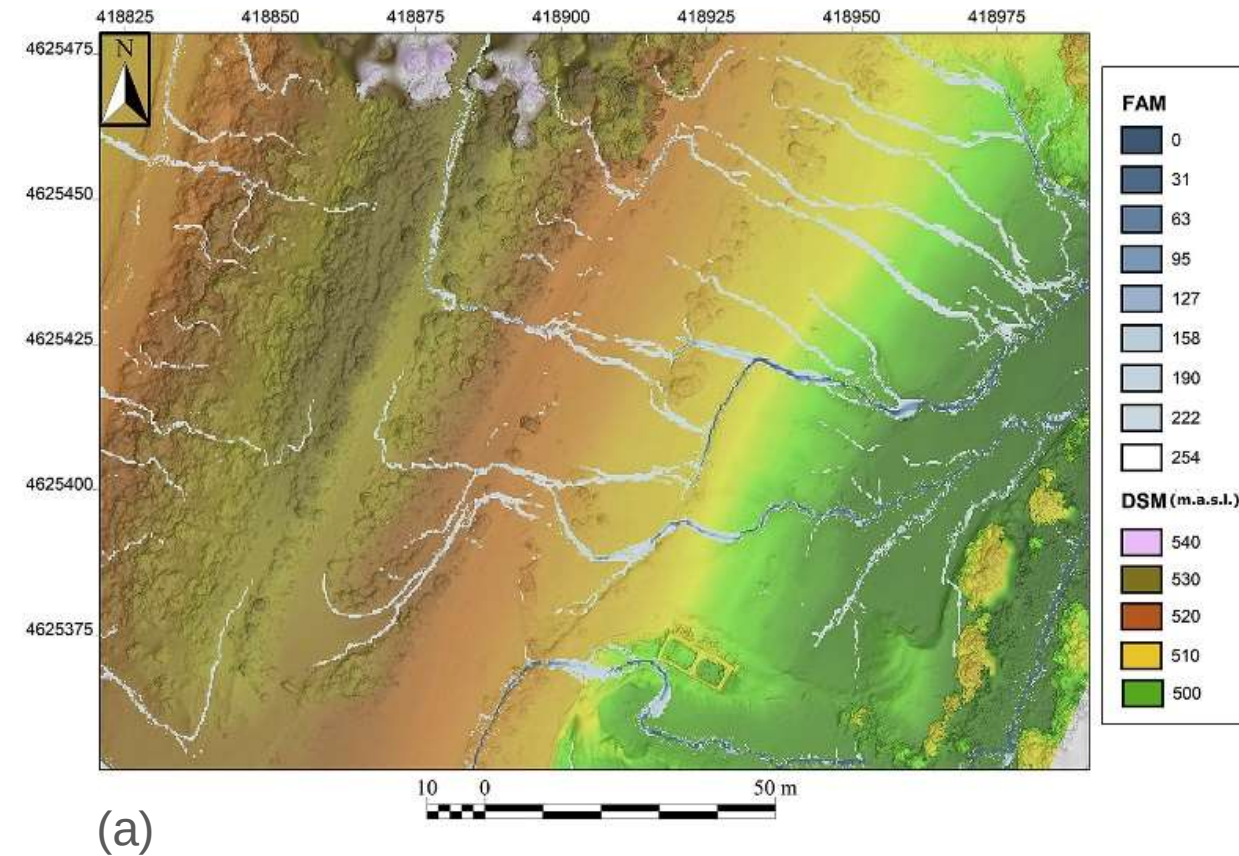


Àrea y límites de la concesión, determinada mediante fotointerpretación de la ortofoto imagen RGB tomada con UAV

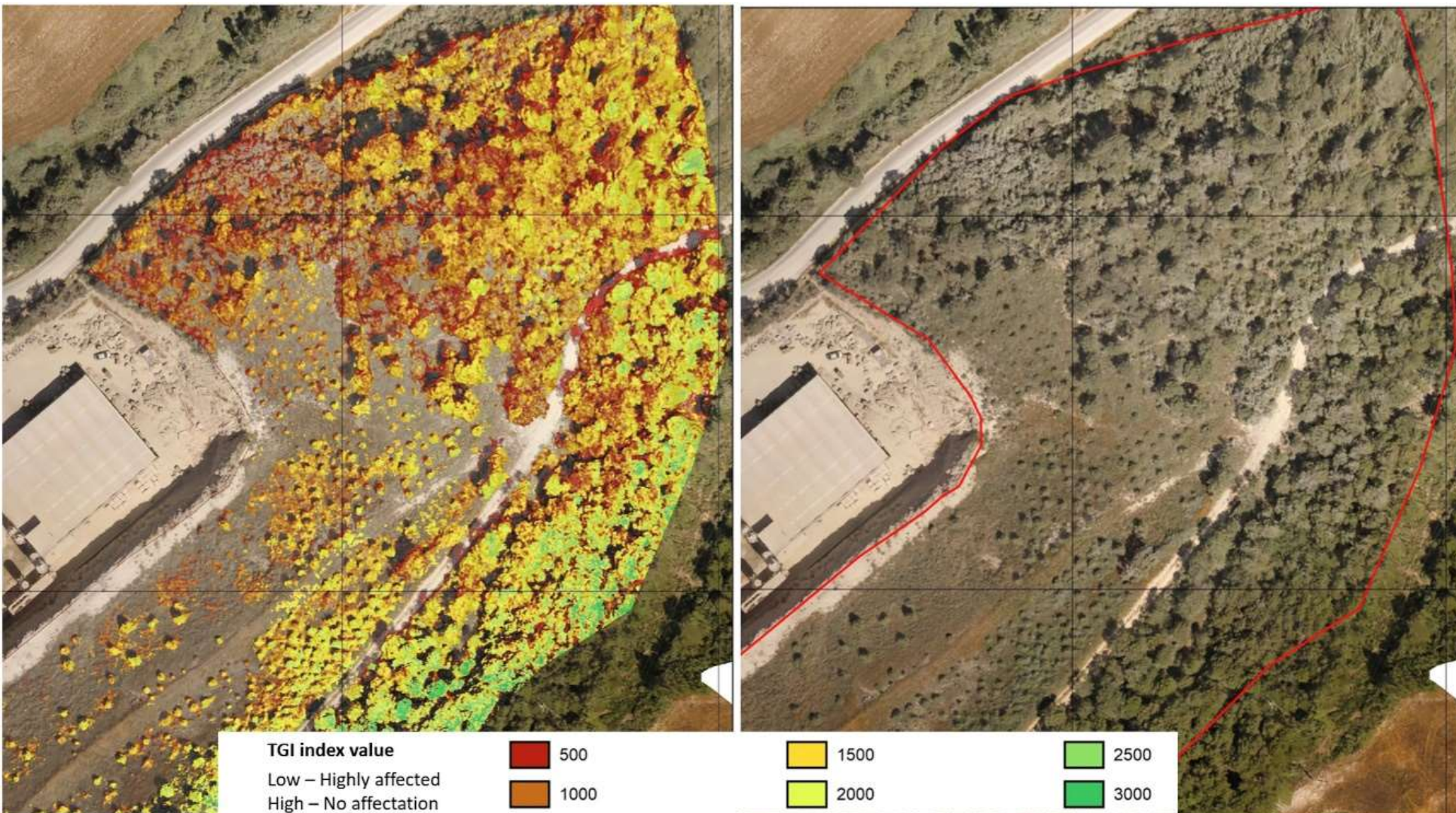


Clasificación de cobertura del suelo para las áreas restauradas de canteras Jornet (A) y Pontils (B).

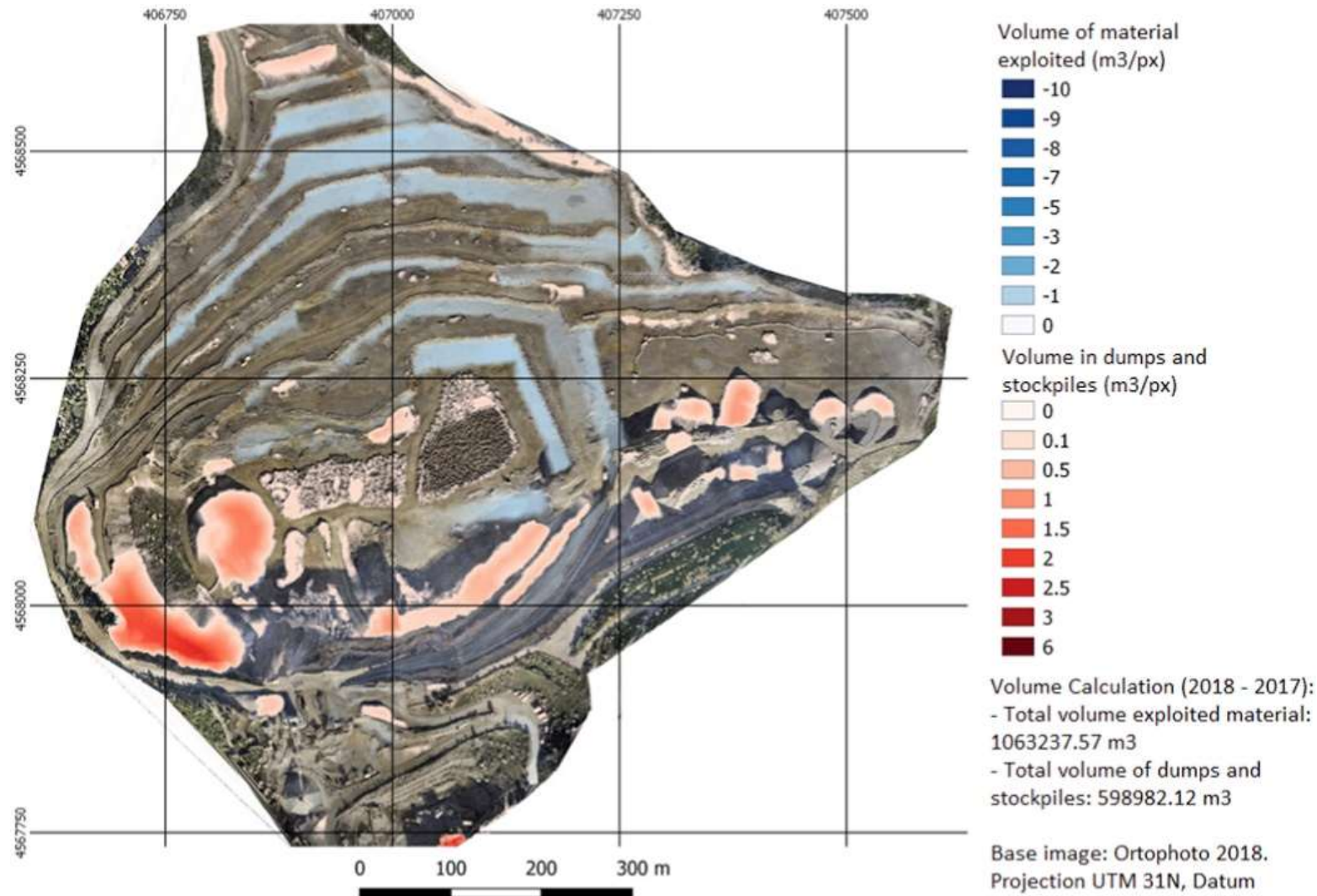
Actividades extractivas



Mapa de cárcavas obtenido a través del índice de erosión MAF en la cantera de Jornet, representado en DSM (a), detalles de las afecciones de la red de drenaje (b) y problemas de erosión intensa (c).

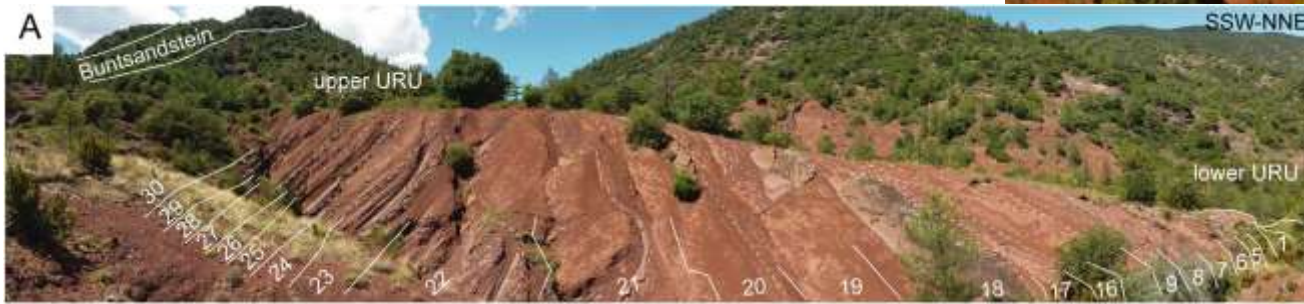


Índice TGI aplicado a vegetación leñosa en la zona rehabilitada de la cantera de Pontils.



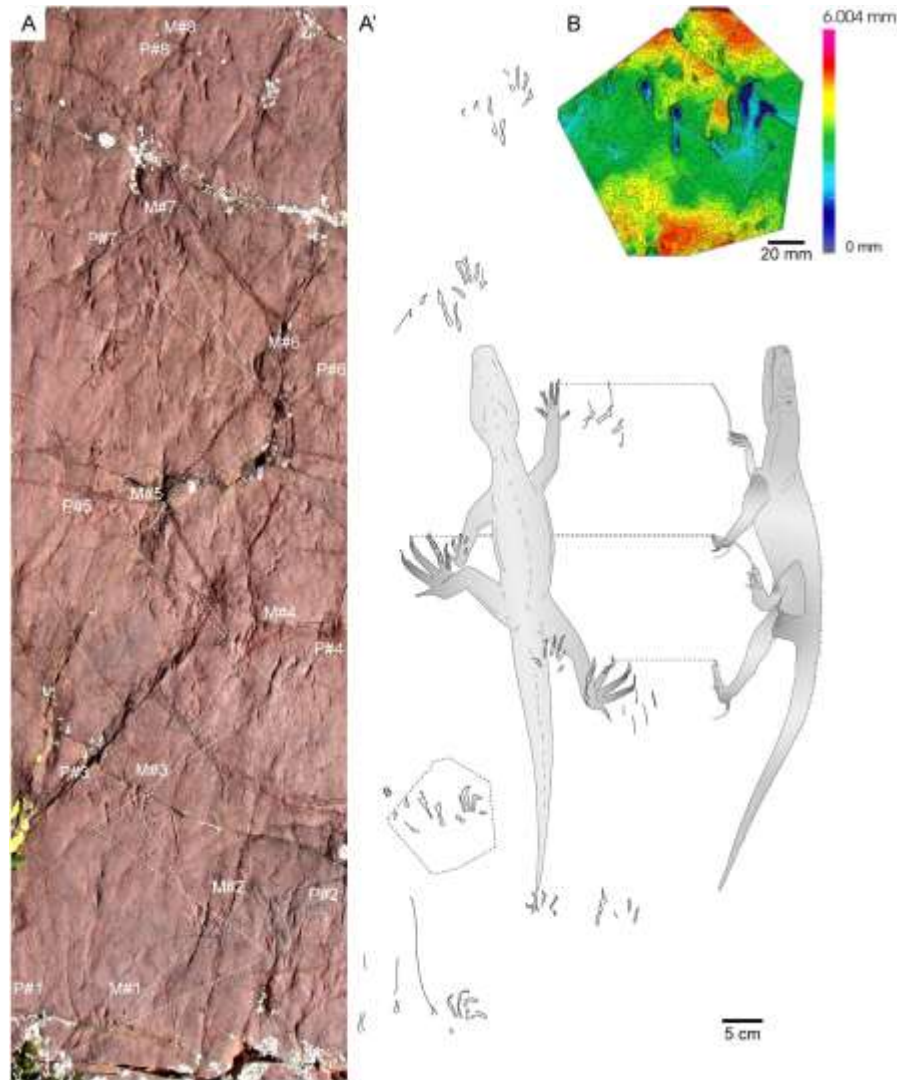
- Volúmenes extraídos y acumulados en Falconera entre 2017 y 2018.
- Volumen total de material extraído: 1.063.237 m3.
- Volumen total de escombros y acopios: 598.982 m3.
- Imagen de fondo: Ortofoto 2018.

Estudio y conservación de icnitas del Pérmico y Triásico en el Pirineo



Mujal et al. 2017 - Global and Planetary Change
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.004>

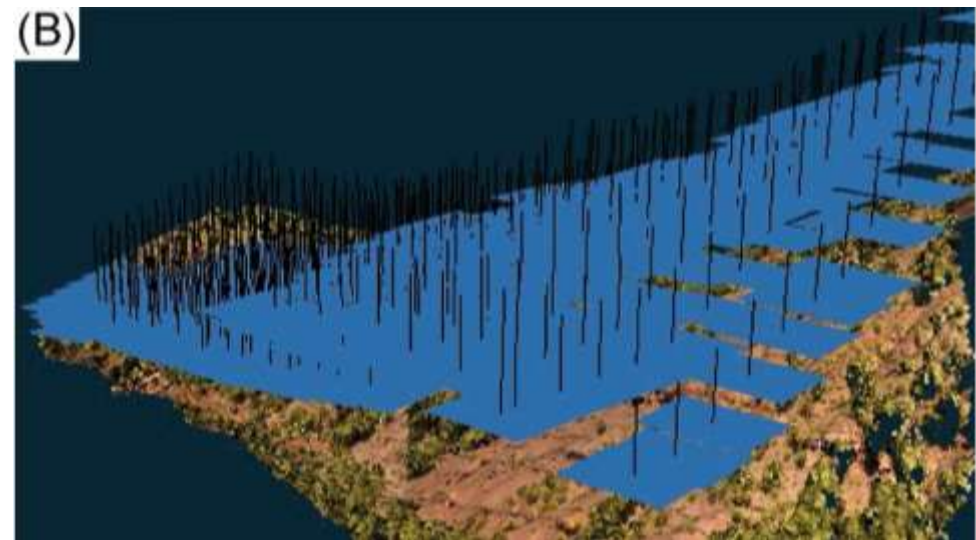
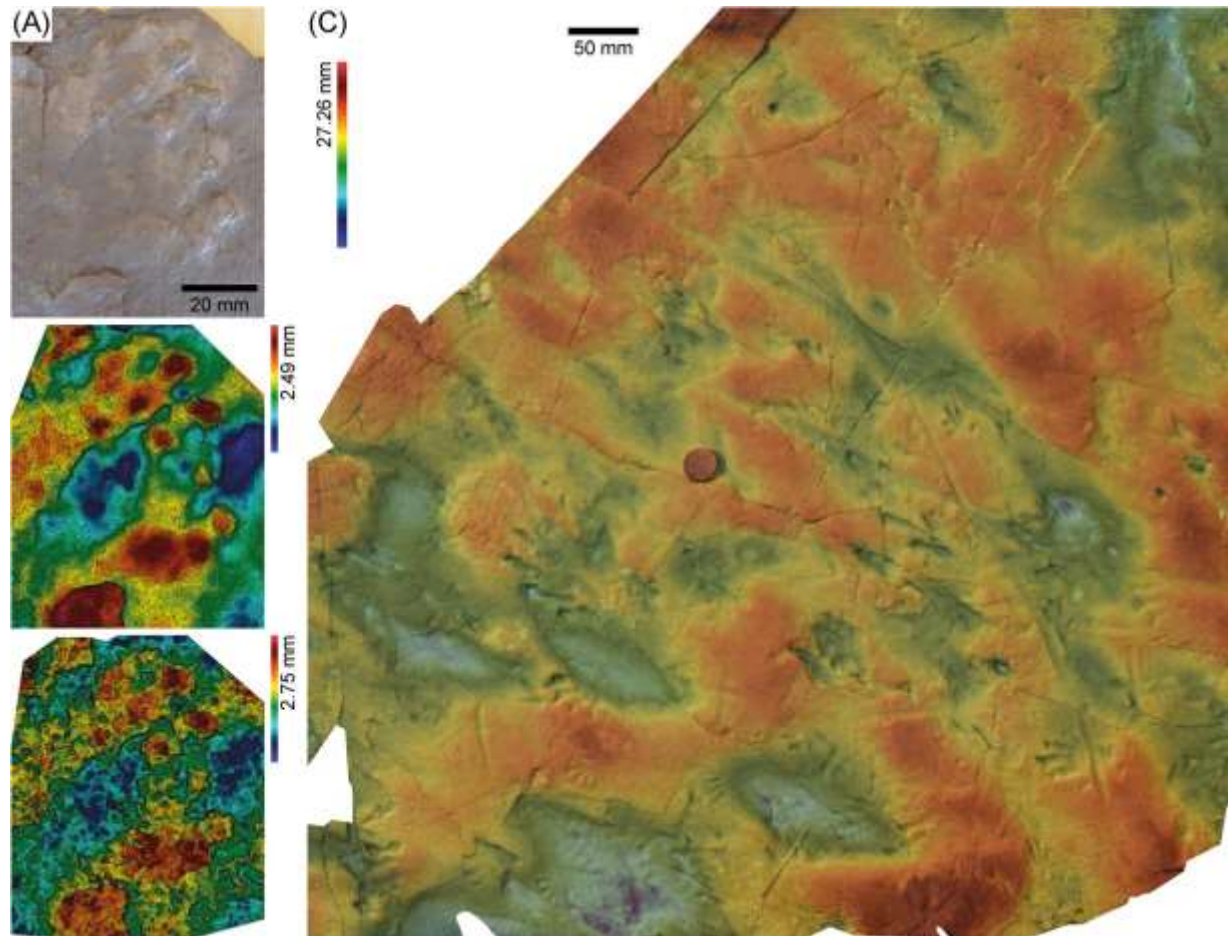




Prorotodactylus mesaxonichnus

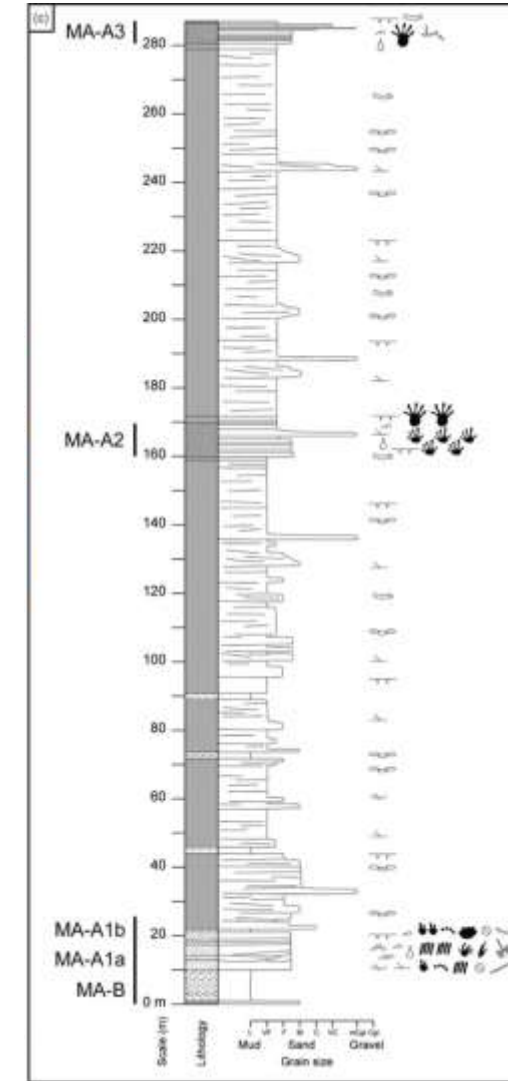
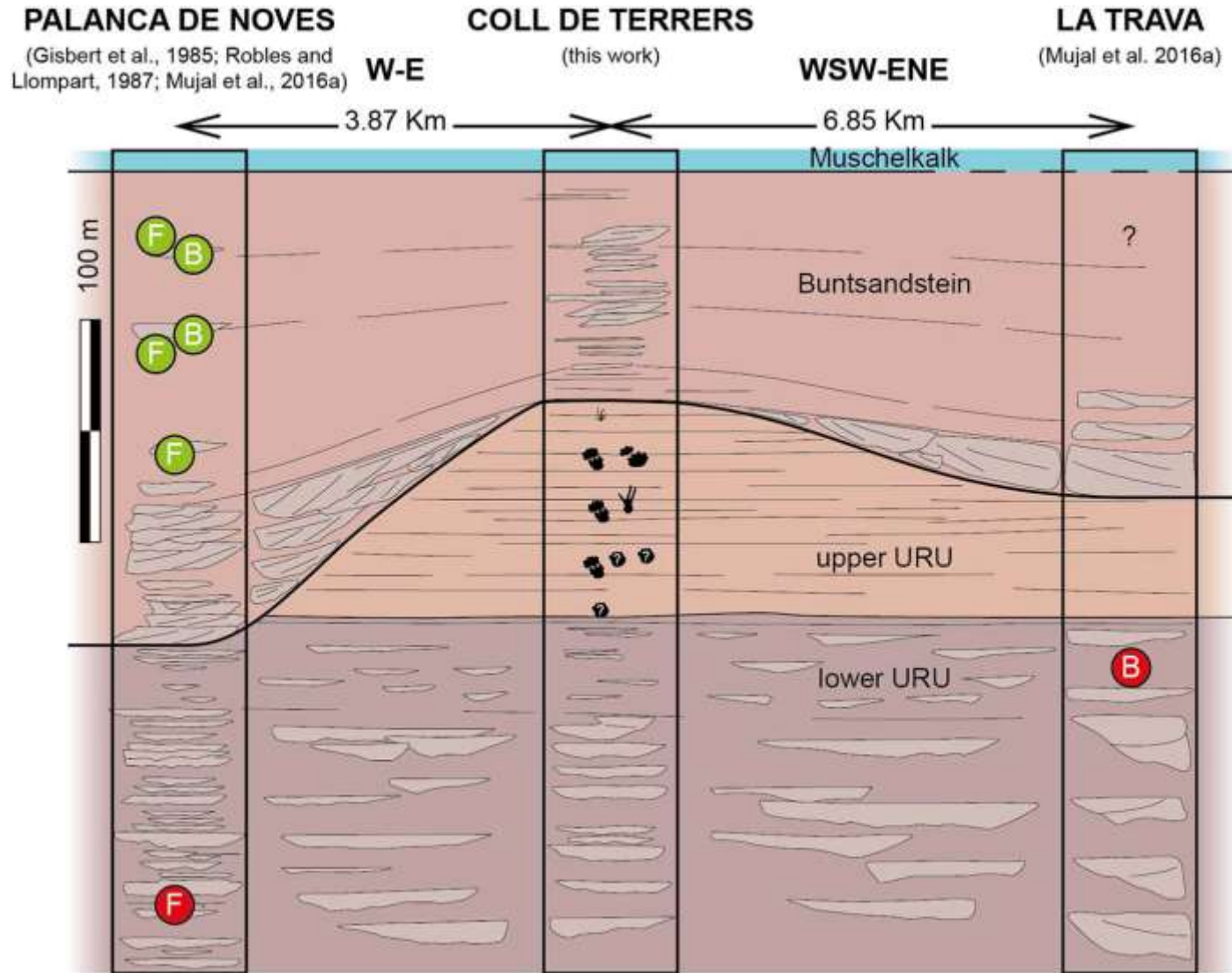
(A) Traza y contorno de las icnitas

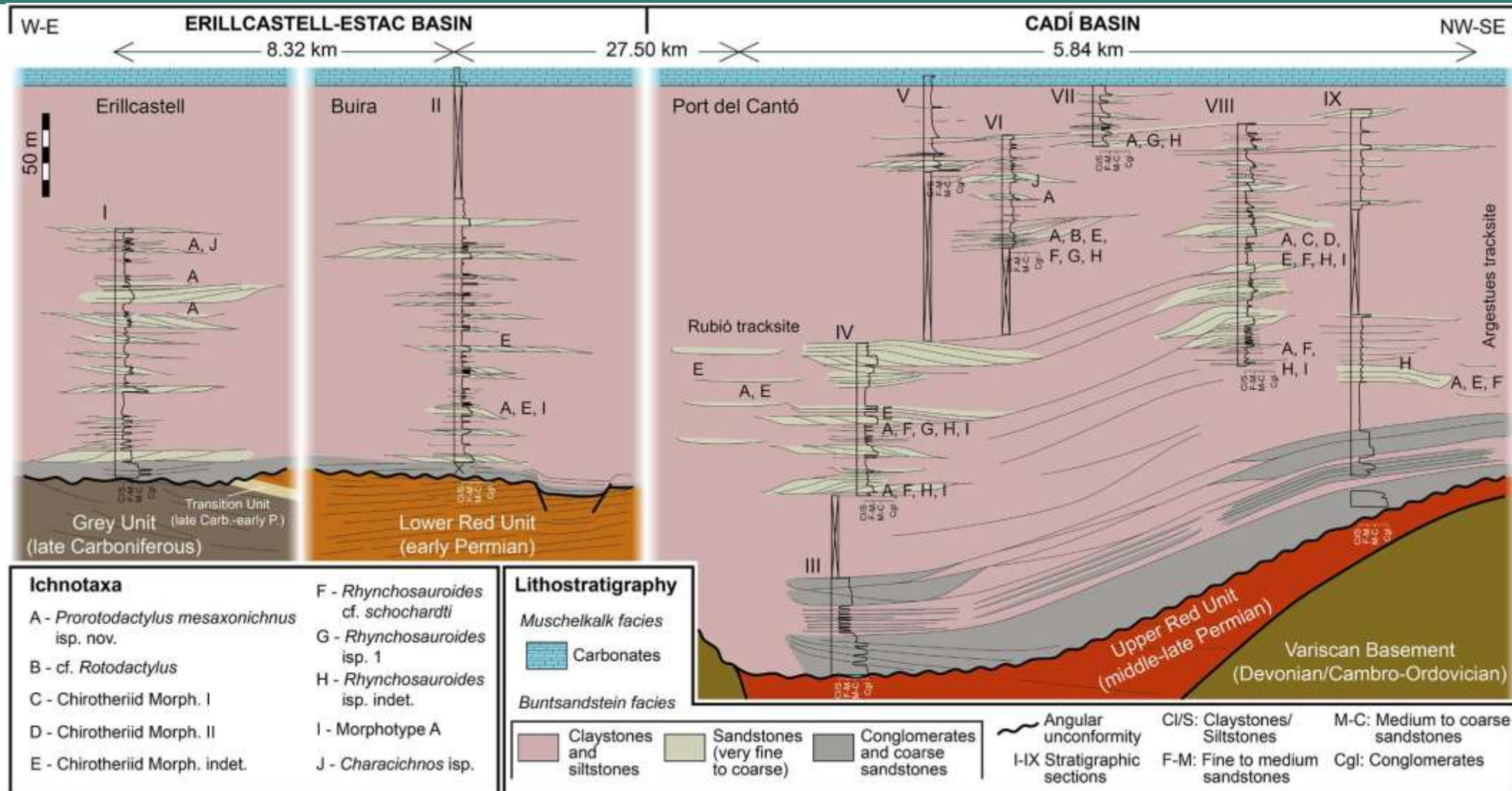
(B) Modelo fotogramétrico 3D

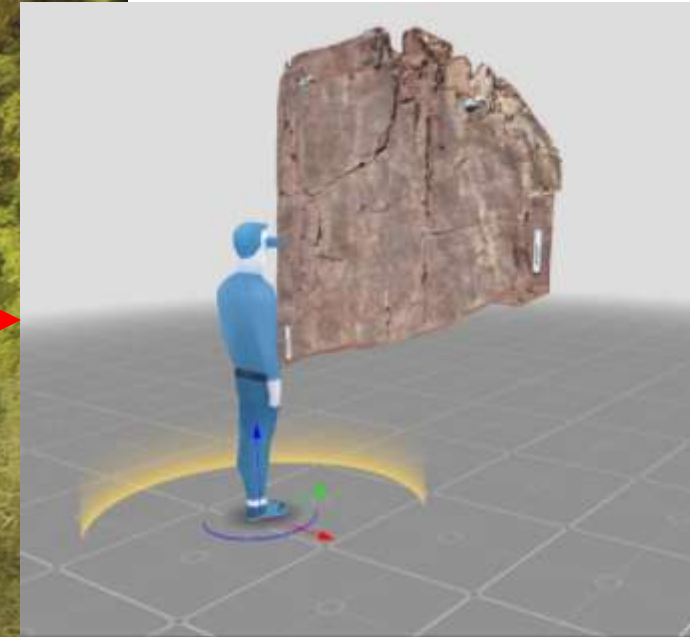




Correlación estratigráfica a partir de
Ortomosaicos RGB.

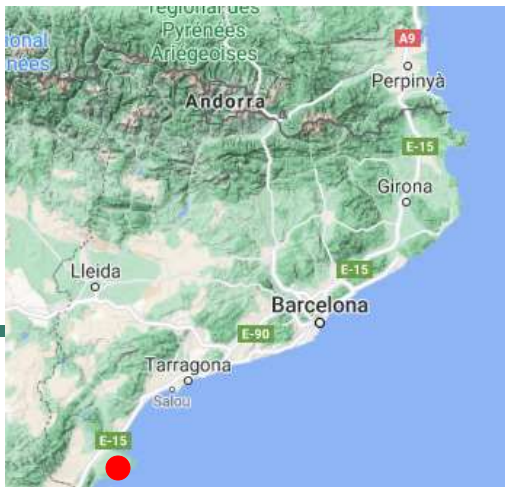


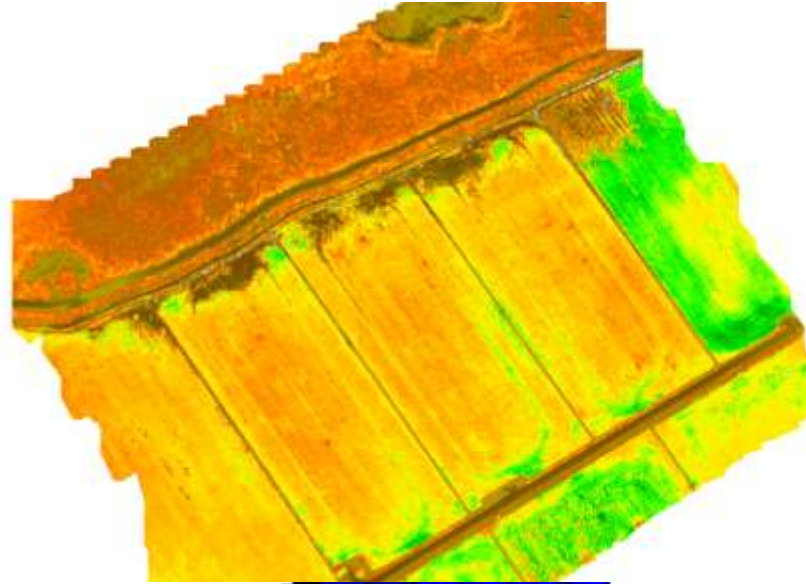




Modelos 3D para
conservación y divulgación de
patrimonio

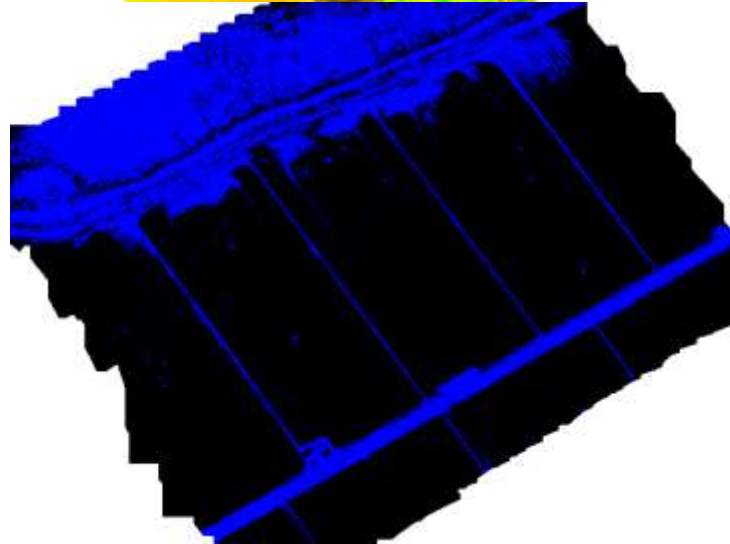
Calibración de imágenes de Sentinel-2 con información derivada de drones y sensores multispectrales para cuantificar los daños en los cultivos de arroz mediterráneos causados por el calamón común (*Porphyrio porphyrio*)

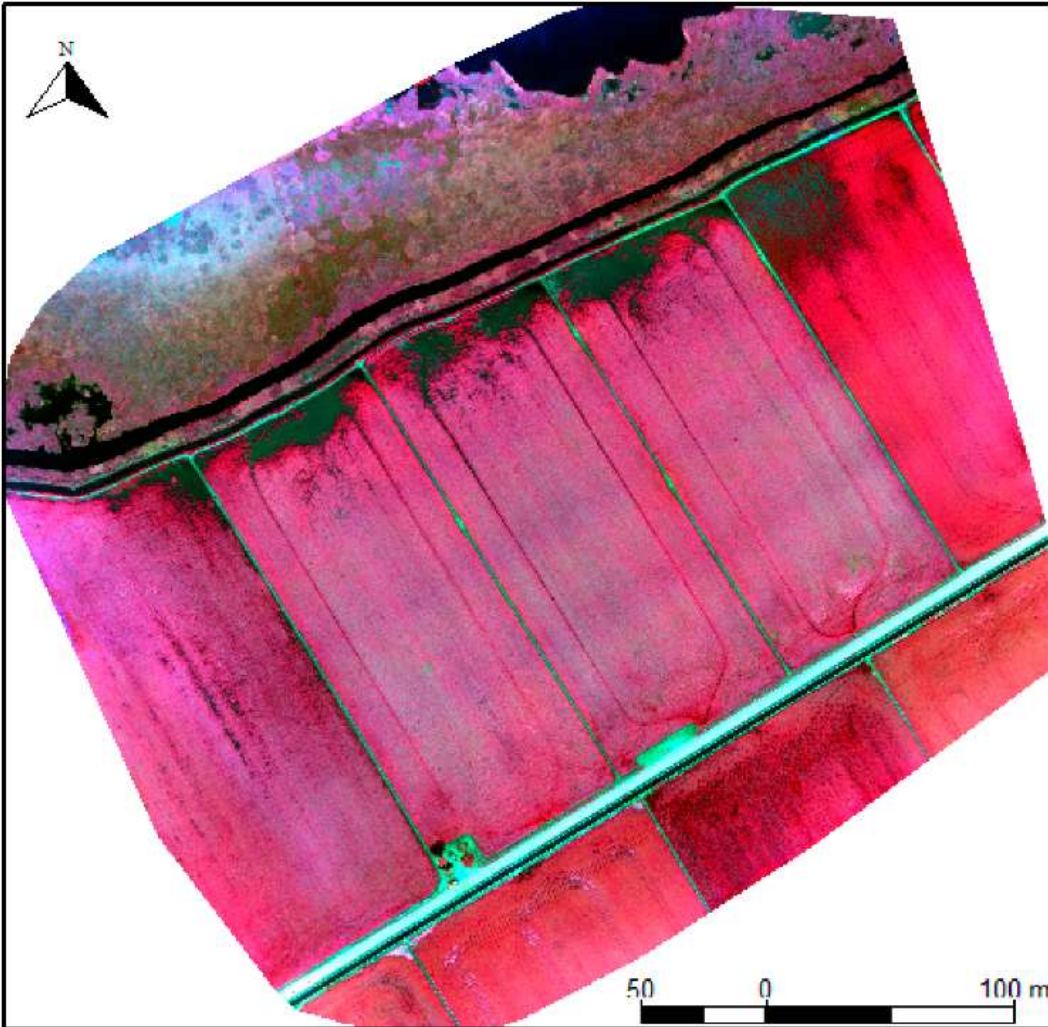




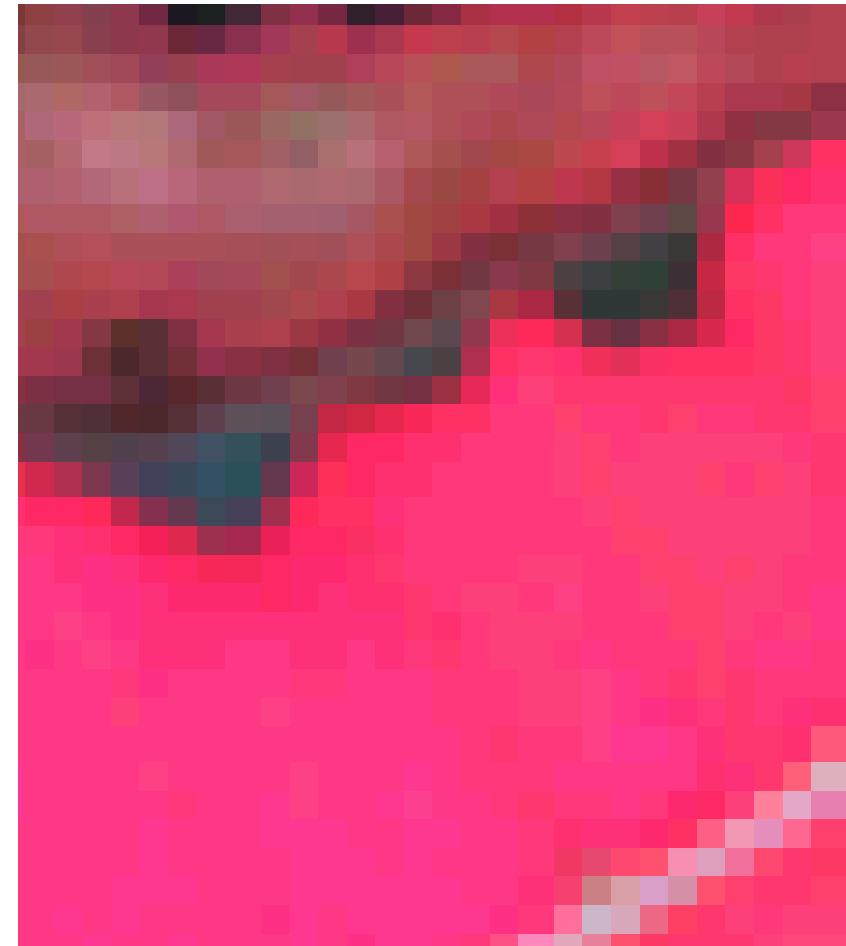
Ortomosaicos e
índices de vegetación
creados a partir de
drones y cámara
multiespectral

Arriba: NDVI
Abajo: NDWI

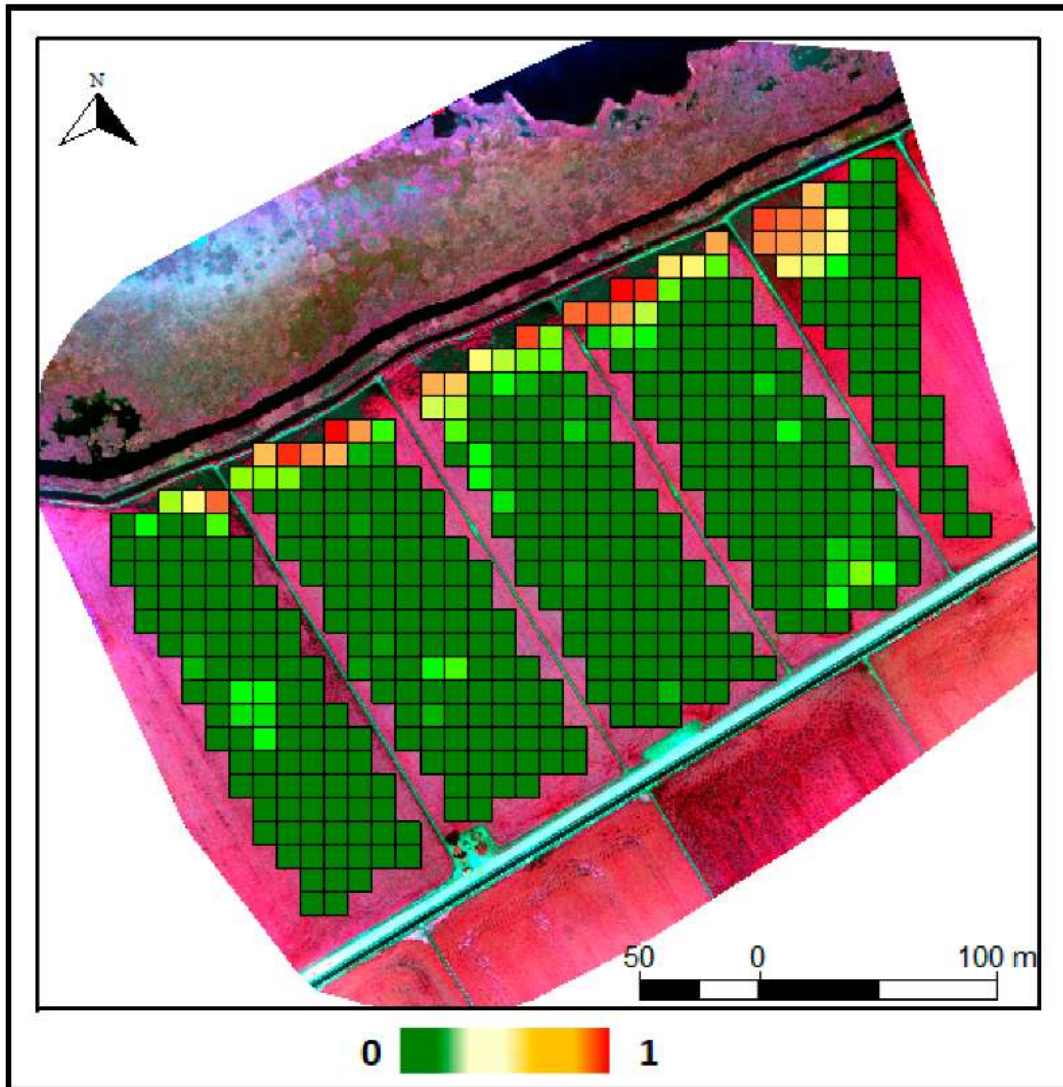




Ortomosaico RGNIR en falso color a partir de drones



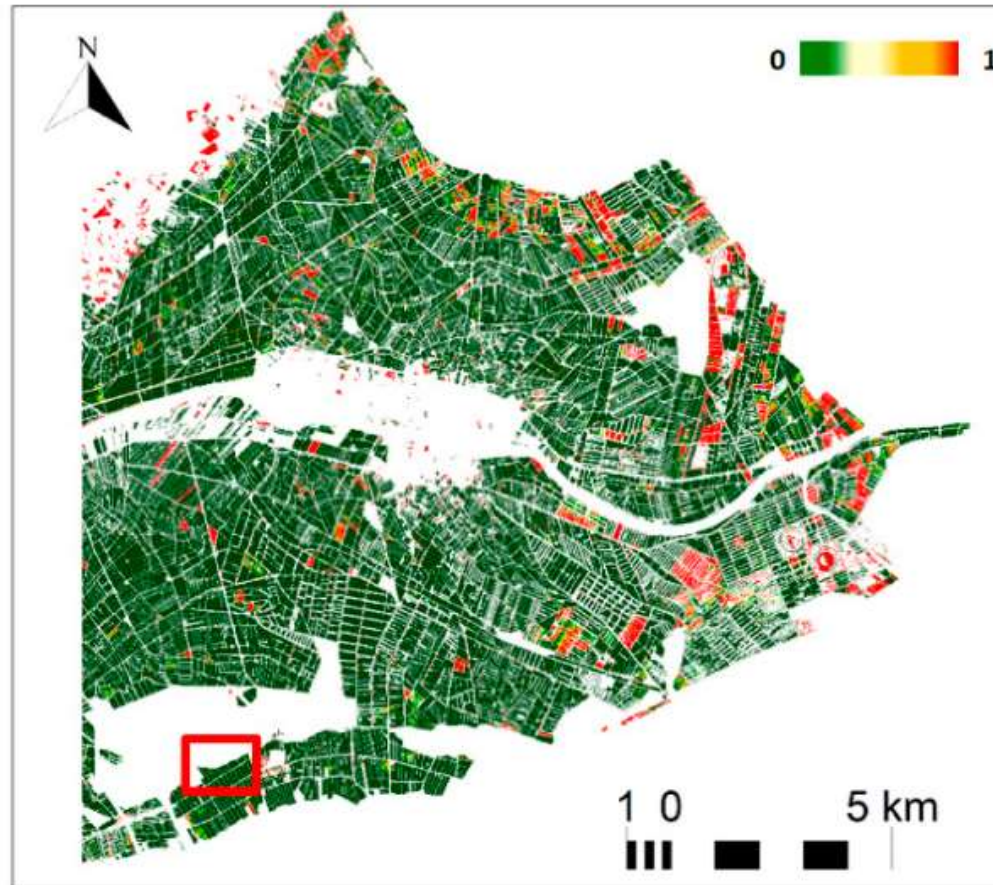
Ortomosaico en falso color a partir de Sentinel-2



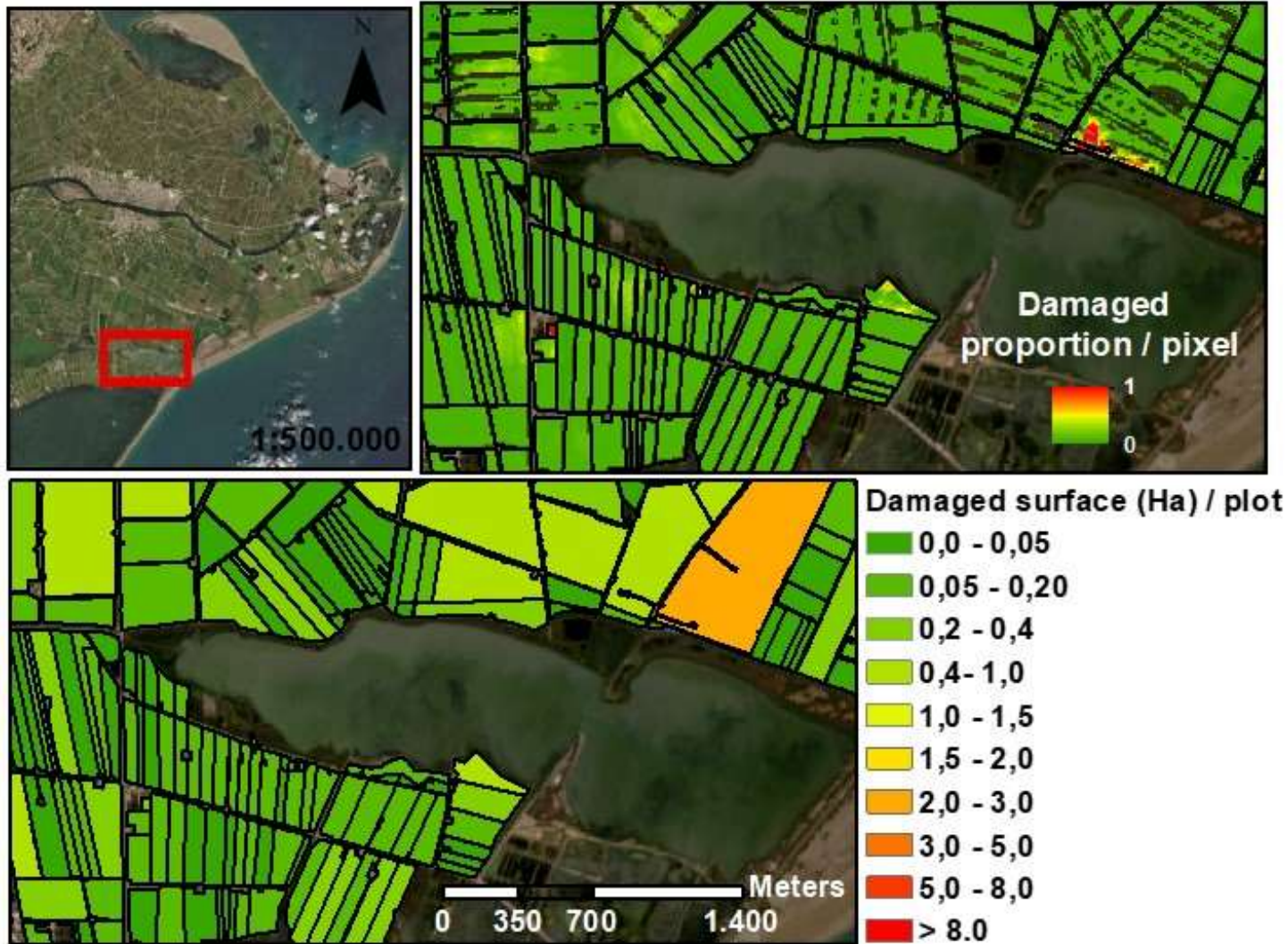
Celdas 10 × 10 m (registradas conjuntamente con Sentinel-2) .Proporción de no vegetación calculada con imágenes de UAV para cada píxel Sentinel-2 utilizado en la calibración

0 = vegetación verde o sin daños

1 = sin vegetación o vegetación dañada.



Daños pronosticados a los cultivos según el modelo NDVI para todo el Delta (izquierda) y un zoom a la parcela encuestada 1, en el suroeste del Delta (derecha).



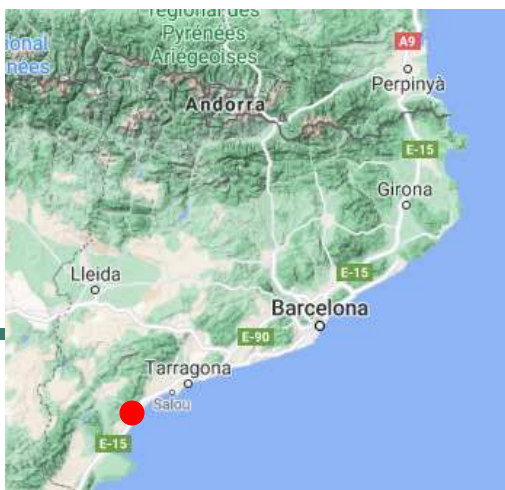
Superficie afectada en cada cultivo en hectáreas, calibrada

Seguimiento y evolución de obra a partir de fotos, vídeo y ortomosaicos

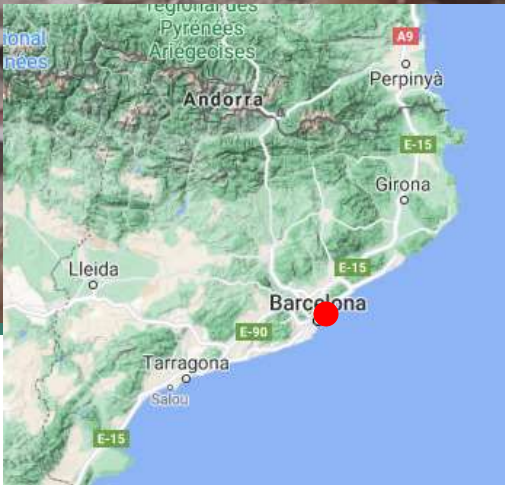


Ortomosaicos de 3 fases de obra:

- 1.- Excavación
- 2.- Cimentación
- 3.- Edificación



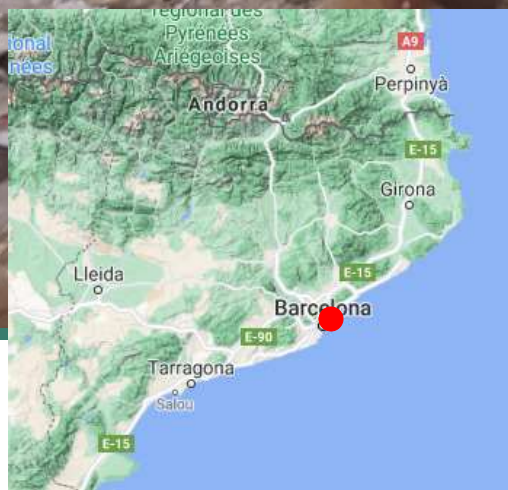
Seguimiento y divulgación de una
descontaminación de suelos industriales

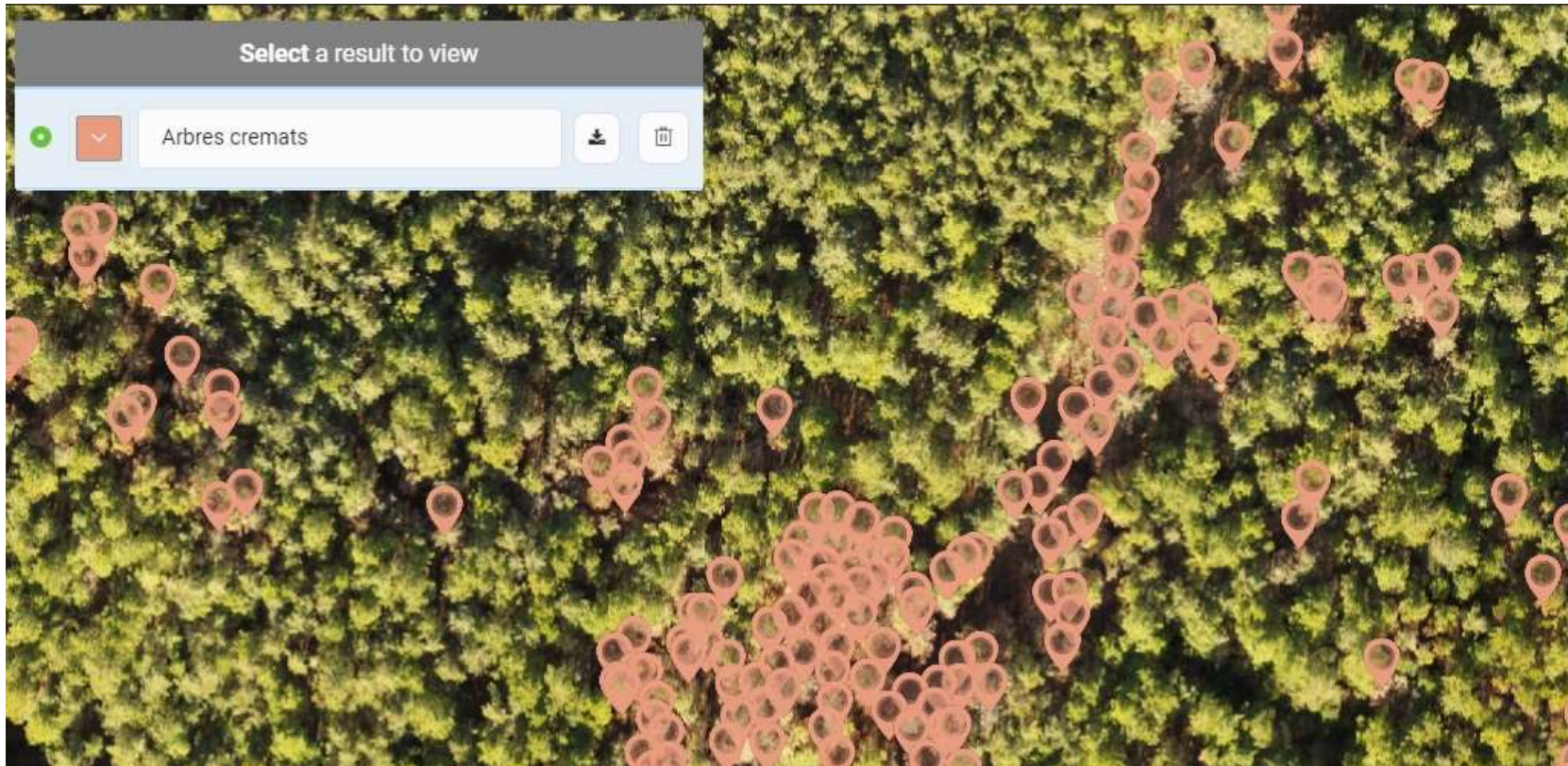


GEOAMBIENT
SERFIM GROUPE



- **Remediación del subsuelo:**
- Contaminación en cloroformo
- 3 semanas de excavación selectiva
- 635 m3 de tierras excavadas
- 420T de residuos de clase III gestionados
- Oxidación superficial del suelo sobre 1.050 m2
- **Resultado:** Disminución de 80% de la concentración en cloroformo, de 32 mg/kg a 8.8 mg/kg

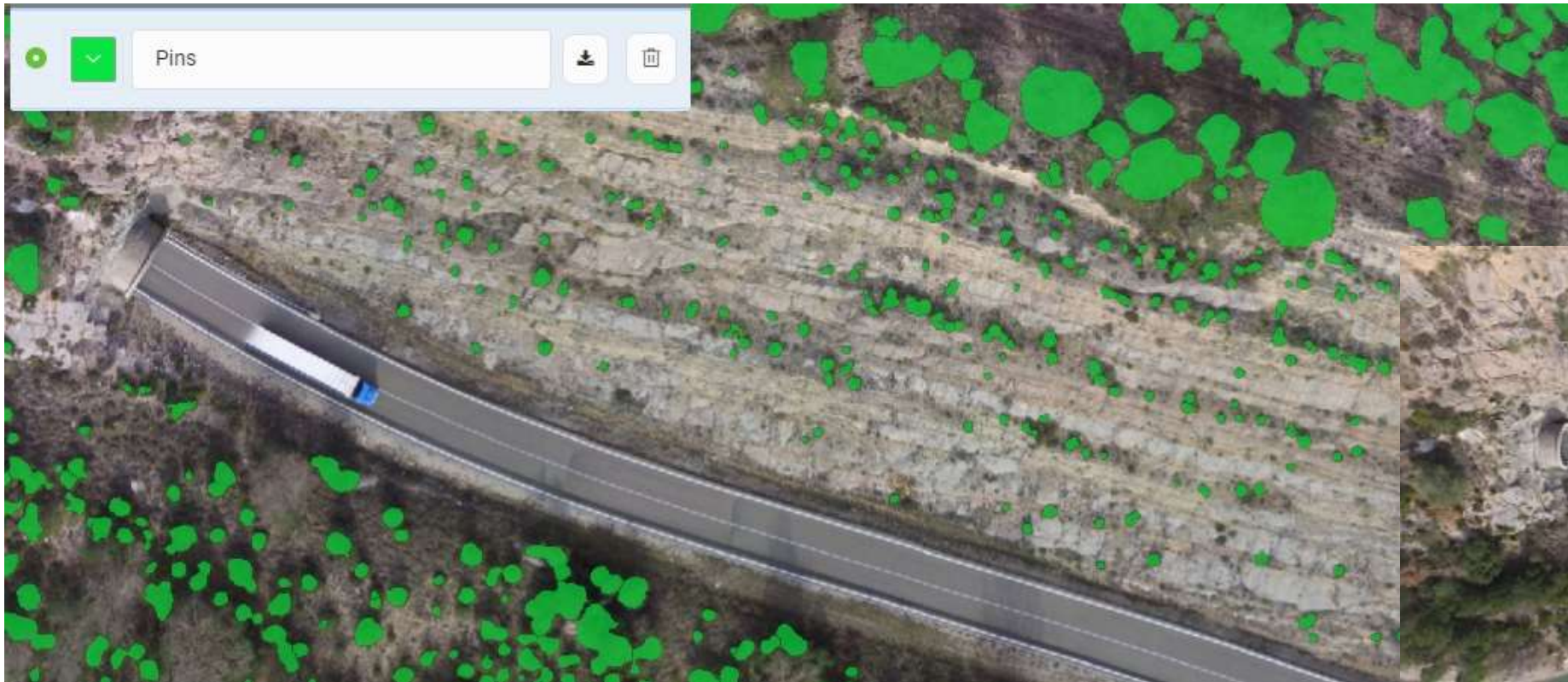




Recuento de “objetos” en ortomosaicos



Foto de referencia



Dibujo en SHP de “objetos” en ortomosaicos



Foto de referencia



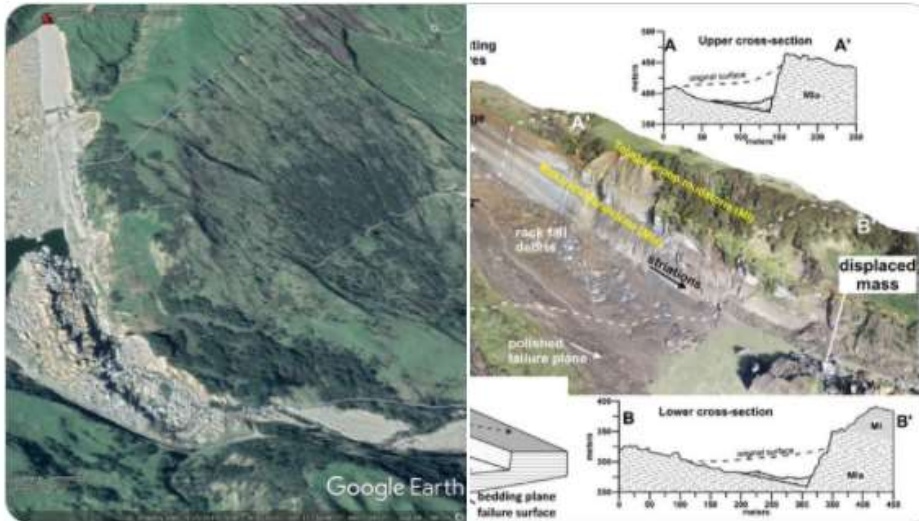
Dave Petley
@davepetley

...

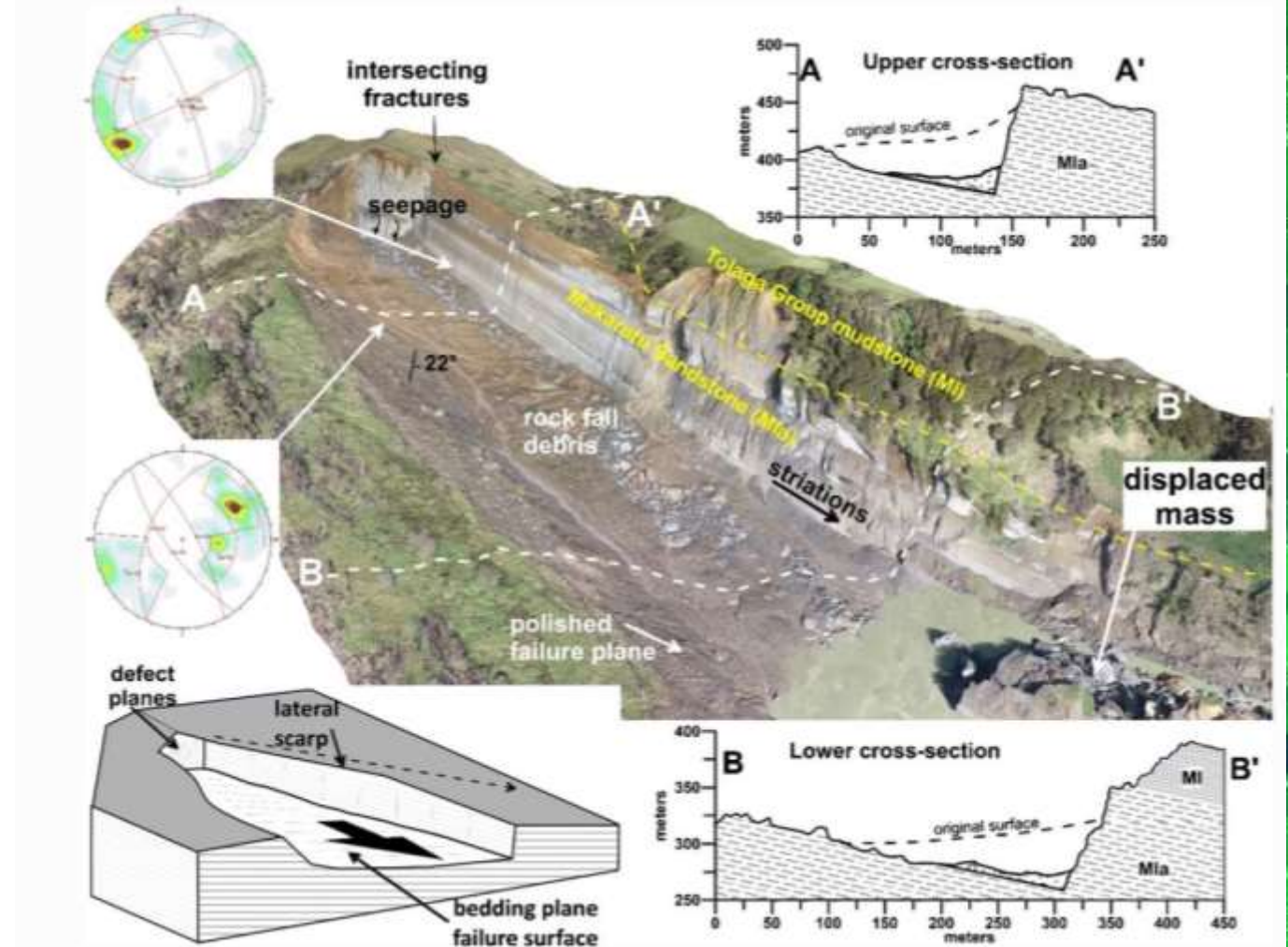
A new paper in the journal Landslides (McGovern et al. 2020) on the 8 million cubic metre 24 February 2018 Mangapoike landslide in New Zealand speculates on an intriguing failure mechanism:-

[blogs.agu.org/landslideblog/...](https://blogs.agu.org/landslideblog/)

Traducir Tweet



11:14 a. m. · 4 nov. 2020 · Twitter Web App





SwissPolarInstitute
@SwissPolar

...

Drilling an ice core from a drone? Impossible? Take a look at the video 🙋 This system developed by @ASL_ETHZ, @UZH_en, @HZG_de and @AarhusUni with support from @Swisspolar, will allow autonomous retrieval of ice cores from glaciers

[Traducir Tweet](#)

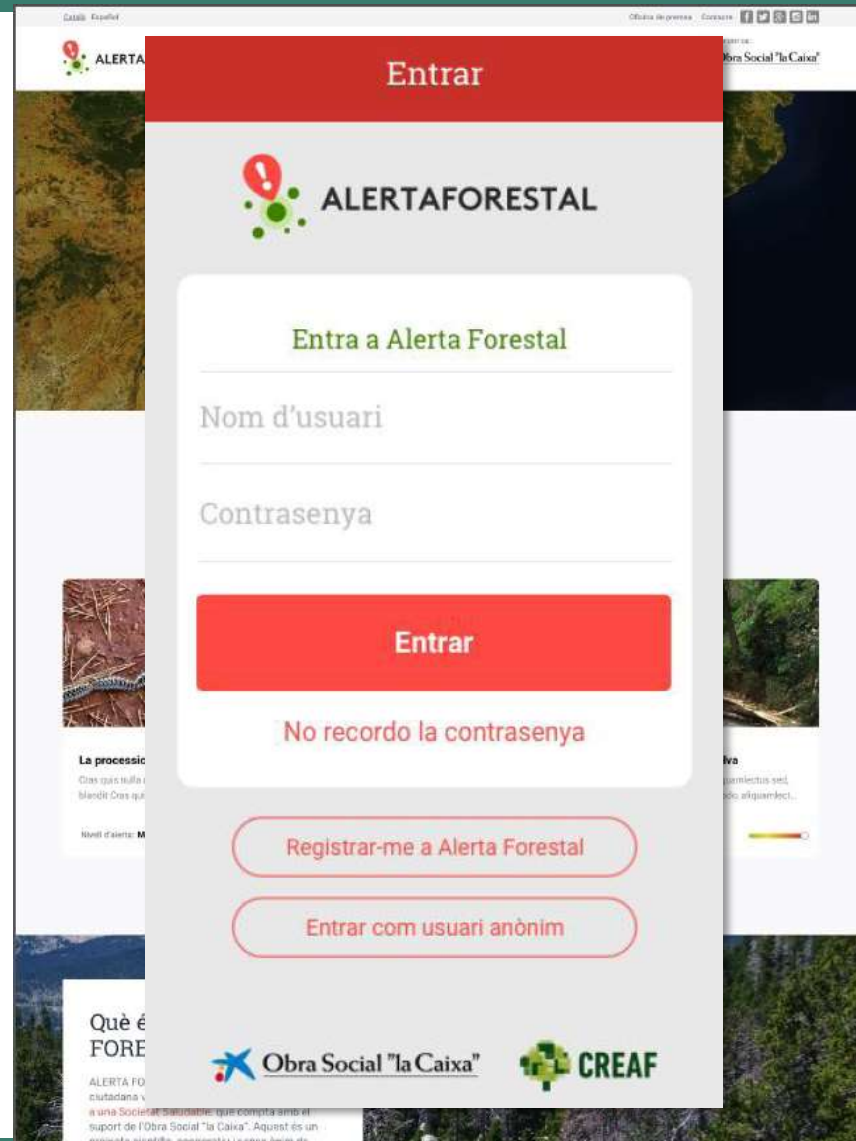


1:57 p. m. · 11 sept. 2020 · Twitter Web App

WEB-APP PARA PARTICIPAR

Una herramienta para recoger datos de participación de los ciudadanos incluyendo fotos de drones:

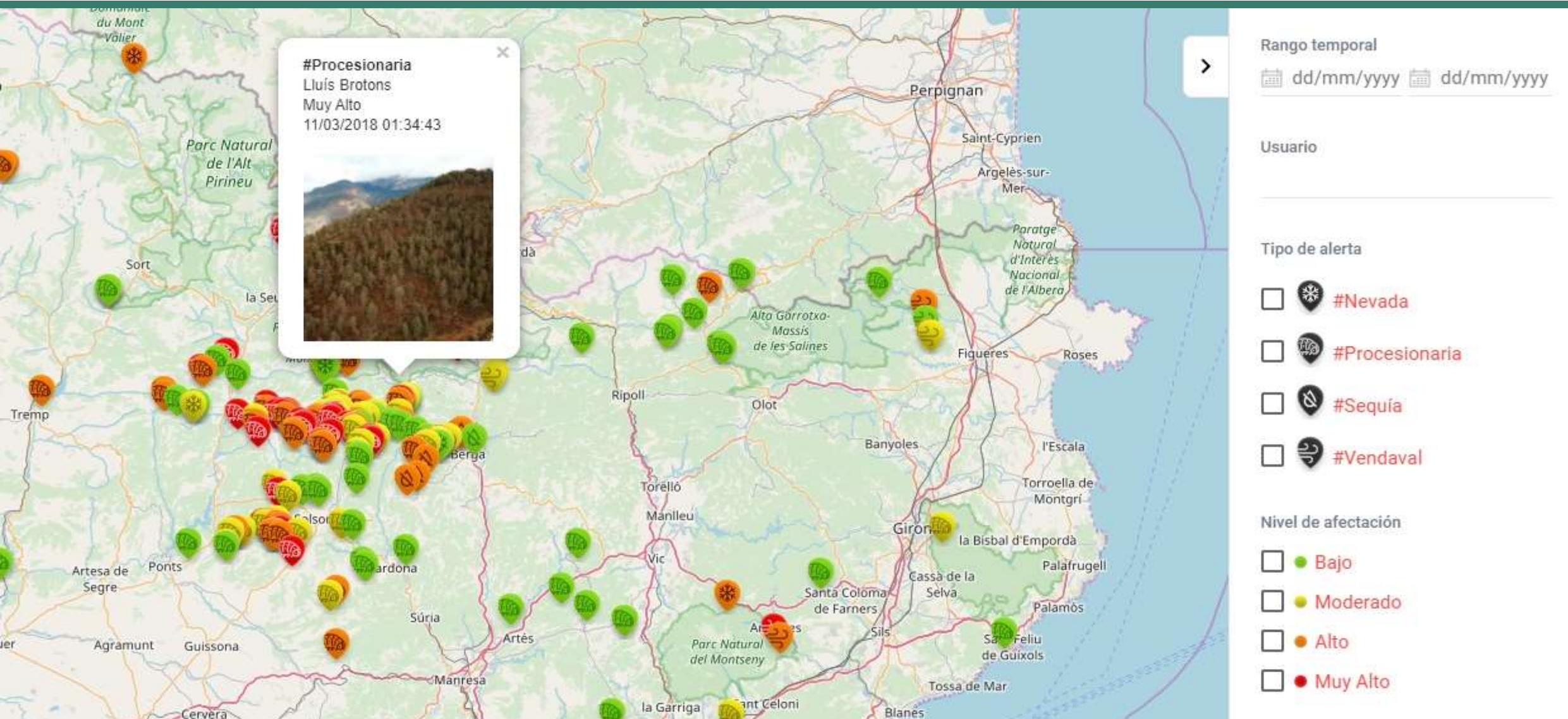
<https://app.alertaforestal.com>



The screenshot shows the login interface of the ALERTAFORESTAL web app. At the top, there is a red header with the word "Entrar". Below this, the ALERTAFORESTAL logo is displayed. The main form area has a light gray background and contains the following elements:

- A green link: "Entra a Alerta Forestal"
- A text input field for "Nom d'usuari"
- A text input field for "Contrasenya"
- A large red button labeled "Entrar"
- A red link: "No recordo la contrasenya"
- A red button: "Registrar-me a Alerta Forestal"
- A red button: "Entrar com usuari anònim"

At the bottom of the form, there are logos for "Obra Social 'la Caixa'" and "CREAF". The background of the app shows a collage of forest images and some text snippets from articles.



¡Muchas gracias!

Jaume Balagué

jaume.balague@terradron.cat



**Ilustre Colegio Oficial
de Geólogos**

terradron

