



# Rilievi AeroFotogrammetrici tramite droni nella Valle del Drino

**Alberto Antinori  
GeolnformatiX  
Tirana 13/03/2015**

**Coordinamento tecnico scientifico:  
D. Condi, A. Kasi, M. Kocollari R. Perna**



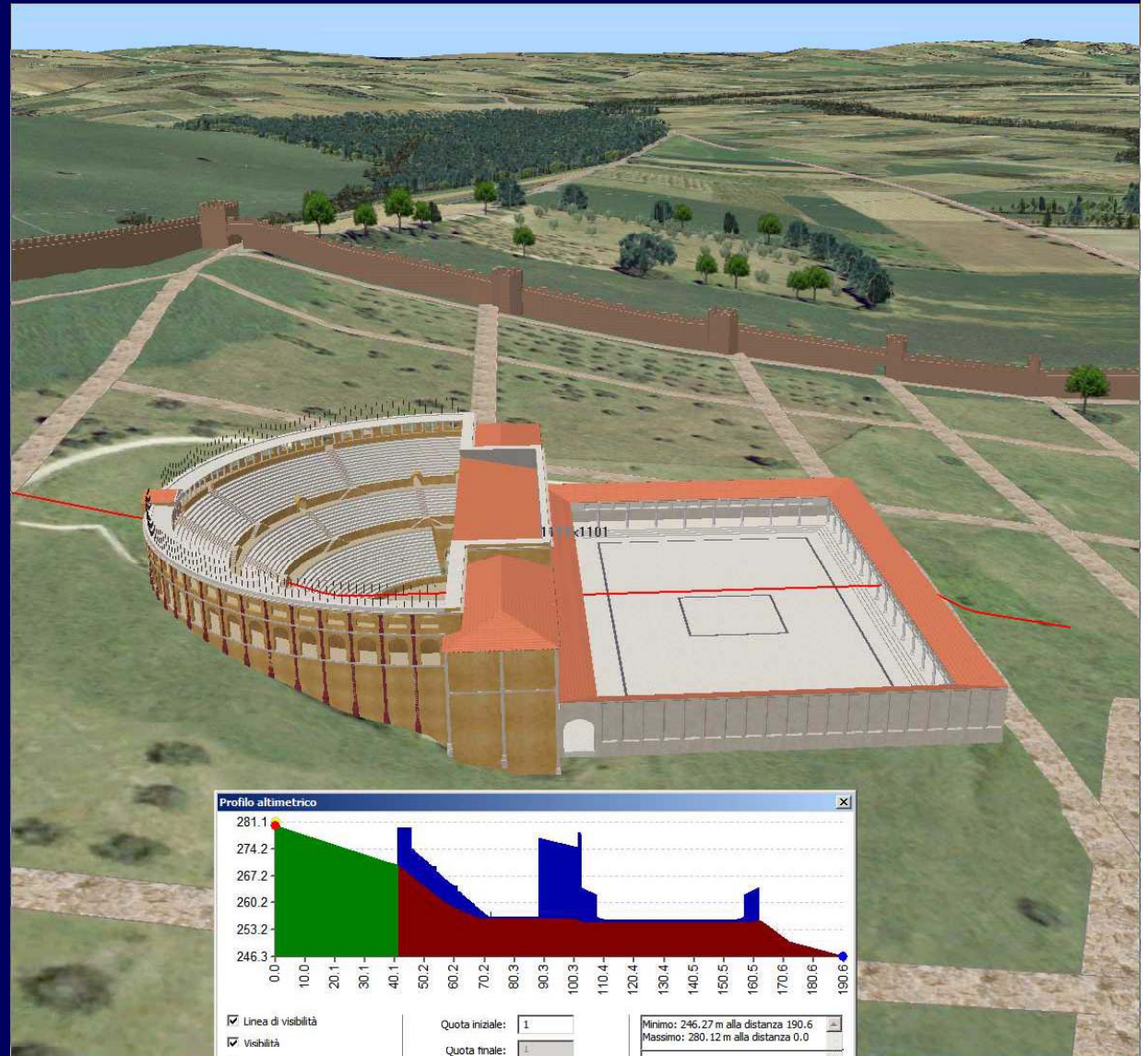
# GeoinformatiX di Antinori Alberto

- Ditta individuale nel campo della **informatizzazione e modellazione del territorio e dei beni culturali**
- Nasce nel **2003** dopo 11 anni di esperienza personale presso ditte leader nel settore **GIS** e **IT**. Dal 2014 è socio fondatore di **PlayMarche SpinOff dell'Università di Macerata**
- Consulenze, formazione e servizi per Enti Locali, Università, Studi Professionali, Società di Servizi e Ingegneria Ambientali
- Produzione di **DTM dettagliati, OrtoFoto, modelli 3D e plastici digitali interattivi** (v. <http://www.archilovers.com/alberto-antinori>)
- Collabora con **DroneSense** (PI) per la realizzazione di riprese e **rilievi topografici 3D** tramite droni (anche per strade, idrografia, cave)
- Collabora con **Globi** (GE) nella realizzazione di mappe con sensori non RGB (**TermoCamere** e **Scanner MultiSpettrali**) per agricoltura (NDVI), discariche, individuazione amianto (eternit), ...

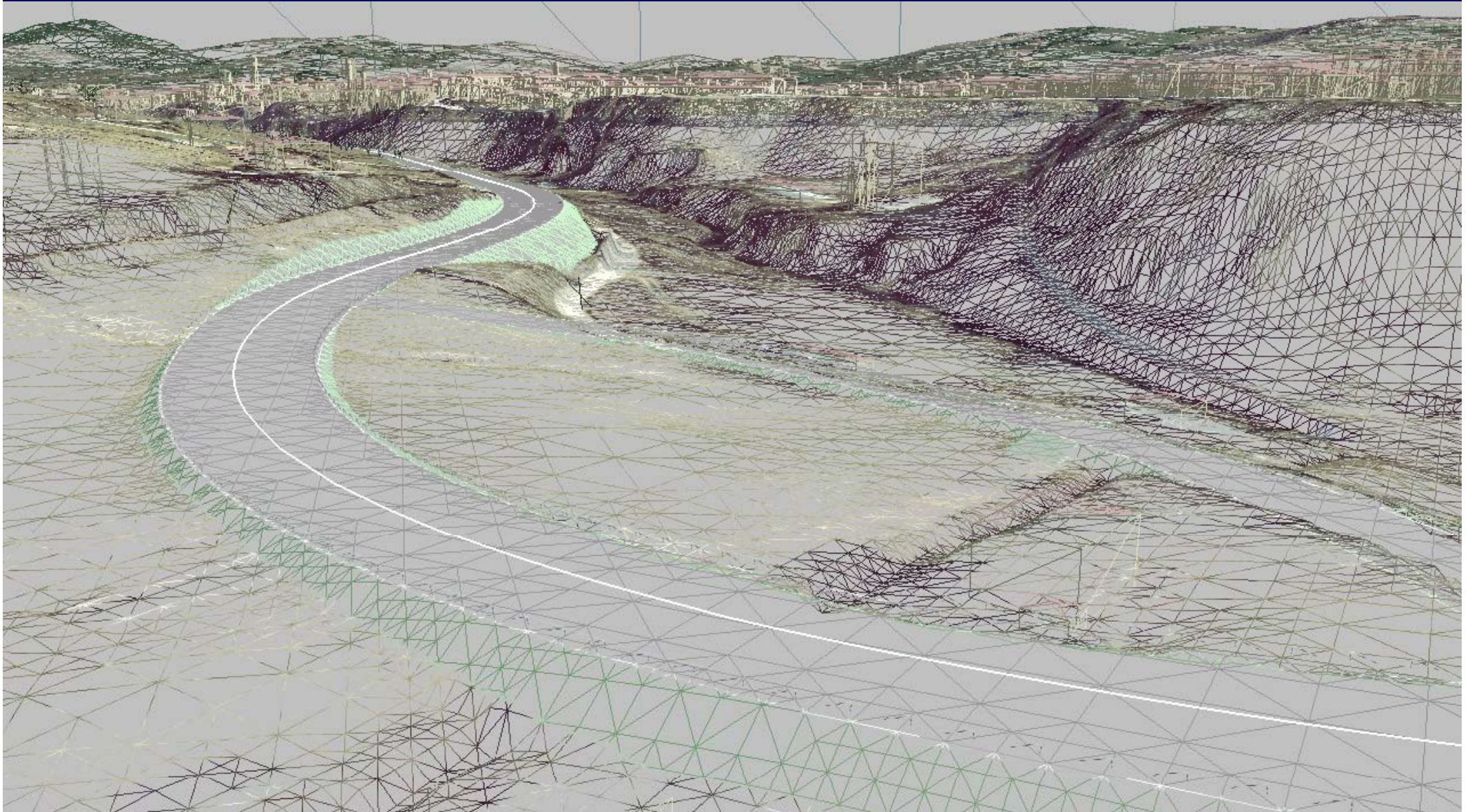
# Plastico digitale interattivo: Utilità e funzionalità

ricostruzione del territorio romano di **Urbs Salvia**

- E' anche uno strumento di lavoro per gli specialisti del territorio.
- Può essere arricchito con **etichette** ed elementi 3D: edifici estrusi da poligoni, divisori e strade da linee, **vegetazione**, e **modelli solidi renderizzati**
- Oltre a viste e **navigazione 3d** da qualsiasi punto di vista e lungo qualsiasi percorso, permette di fare **misure**, profili, **sezioni**, analisi di **visibilità** e delle ombre
- Nella valutazione di progetti, permette il confronto di **diversi scenari**.



# Plastico digitale per una nuova strada

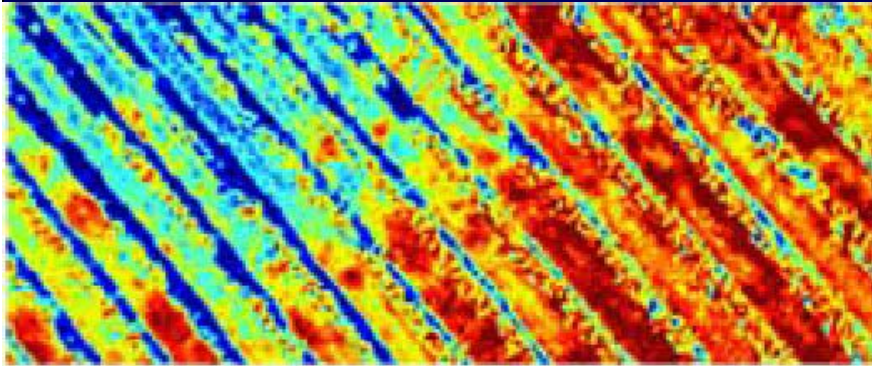


# Riprese con sensori non RGB:

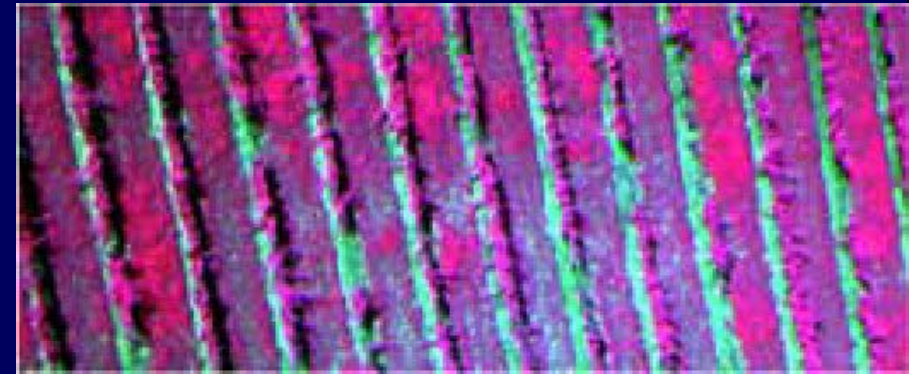
## Termocamere

## MultiSpettrale

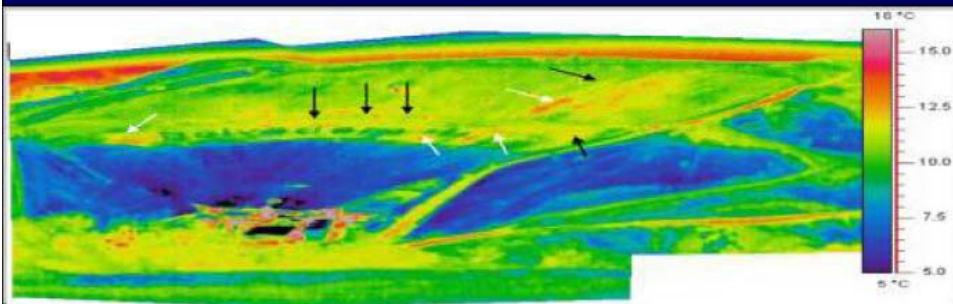
Stress idrico, vigneto



Vigore vegetativo, vigneto



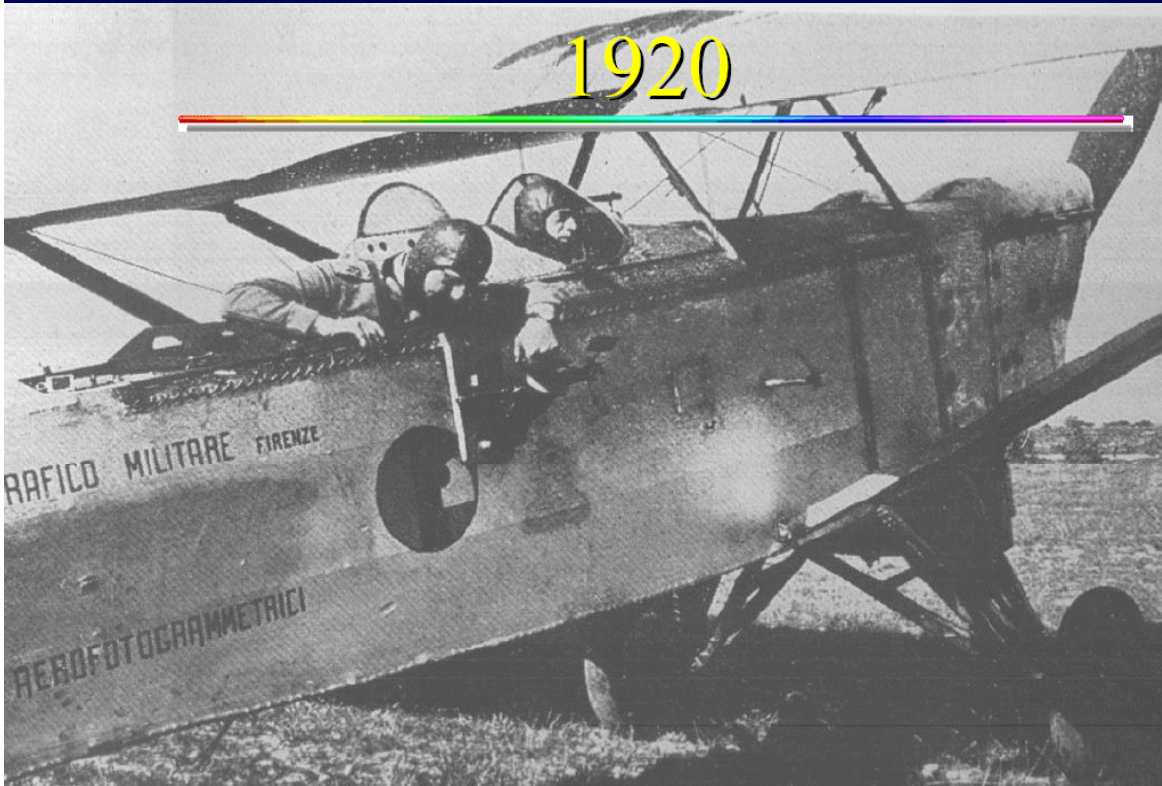
Individuazione perdite biogas e percolato, discarica



Amianto disperso (dai tetti in eternit) dopo una tromba d'aria



# Aerofotogrammetria: 1920 => 2014



Istituto Geografico Militare Italiano

Piloti DroneSense e DJI S1000,  
drone multirottore ottocottero  
usato nella valle del Drino 2014

# Il metodo aerofotogrammetrico: 3 fasi operative

La procedura aerofotogrammetrica si compone di 3 fasi operative, distinte e successive:

- 1) la **presa** dei fotogrammi con ampia sovrapposizione o **ripresa** e **registrazione** su apposito supporto delle immagini
- 2) l'**orientamento** dei fotogrammi ovvero la determinazione della posizione dei punti di presa e l'orientamento dei loro assi
- 3) la **restituzione**, ovvero l'utilizzazione metrica delle immagini sovrapposte e orientate in un **modello 3D stereoscopico virtuale** in scala del soggetto

# La ripresa: pianificazione del volo strisciate, *overlap* longitudinale e laterale

GridUI

Simple

Simple Options

Camera: Canon SX260-SX280

Altitude [m]: 150

Angle [deg]: 63

Camera top facing forward

Accept

Display

Boundary

Markers

Grid

Internals

Footprints

Advanced Options

Stats

Area:	541011 m <sup>2</sup>	Pictures:	91
Distance:	8.46 km	No of Strips:	10
Distance between images:	76 m	Footprint:	205.7 x 151.7 m
Ground Resolution:	5.06 cm	Dist between lines:	82.27 m



# Piano di volo Sofratike: H 20m

**dji DJI Ground Station 4.0**

Joystick ToolBox Sys\_set Language(语言) Help

Real Mode

Enter goto location FLY TRACE PATH EXTRUDE MAP DETAILS INSTRUMENT BOARD EDITOR CONTINUE PAUSE CONNECT

Aircraft NORTH LATI: 043,6138928 ALTI: 0000,0 M One Key Takeoff Home Point NORTH LATI: N/A EAST LONGI: 010,6476758 EAST LONGI: N/A ALTI: 0000.0 M Set Home Point

**dji EDITOR**

Editing Mission

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Current point flight time: 00:00:00  
Total flight time: 00:00:00  
Total estimated time of round trip: 00:13:02  
Total distance of round trip: 1,263km

To Target(M):0.0  
Altitude(M):0.0  
H.Speed(M/S):0.0  
V.Speed(M/S):0.0

15,00m 15,00m 15,00m  
130,79m 130,79m  
47,00m 15,00m 15,00m  
1[21,3m] 15,00m 15,00m 16[21,3m]

Image © 2015 CNES / Astrium

230 m

Data di acquisizione delle immagini: 7/3/2014 2006 39°59'48.03"N 20°13'21.60"E elev 211 m Alt 1.21 km

GPS: ATTI: MODE: 0 Cancel

earth dizioni d'uso

# Cosa è cambiato negli ultimi 10 anni?

- Circa 12 anni fa compaiono le prime **aerofotocamere digitali**
- Poco dopo sono arrivati i **LIDAR** (**L**aser **S**canner **A**viotrasportati) per il rilievo topografico dettagliato del terreno
- Nel frattempo arrivano i **droni** a pilotaggio remoto con motori elettrici (monorotori ad ala e multirotori): hanno una scheda elettronica con microprocessore a bordo per il controllo di motori e servocomandi, e un rice-trasmettitore radio
- Da pochi anni esistono **droni equipaggiati con** foto/video camere e altri **sensori** speciali: termocamere e multispettrali; producono a basso costo una gran mole di dati telerilevati e con maggior dettaglio rispetto alle tradizionali riprese aeree
- Tutti questi sistemi sono accoppiati a **GPS** e accelerometri o giroscopi (**IMU** o **INS**) per la navigazione e determinazione istantanea delle coordinate e orientamento degli assi dei sensori

# Sensori a bordo di droni: attivi e passivi, nel visibile (RGB) e non

**SISTEMI DI ACQUISIZIONE PASSIVI (camere digitali,scanners) non hanno sorgente di energia**

FotoCamera Digitale (RGB)



Scanner MultiSpettrale e IperSpettrale



TermoCamera



**SISTEMI DI ACQUISIZIONE ATTIVI (radar, laser) hanno sorgente di energia**

Laser Altimetrico



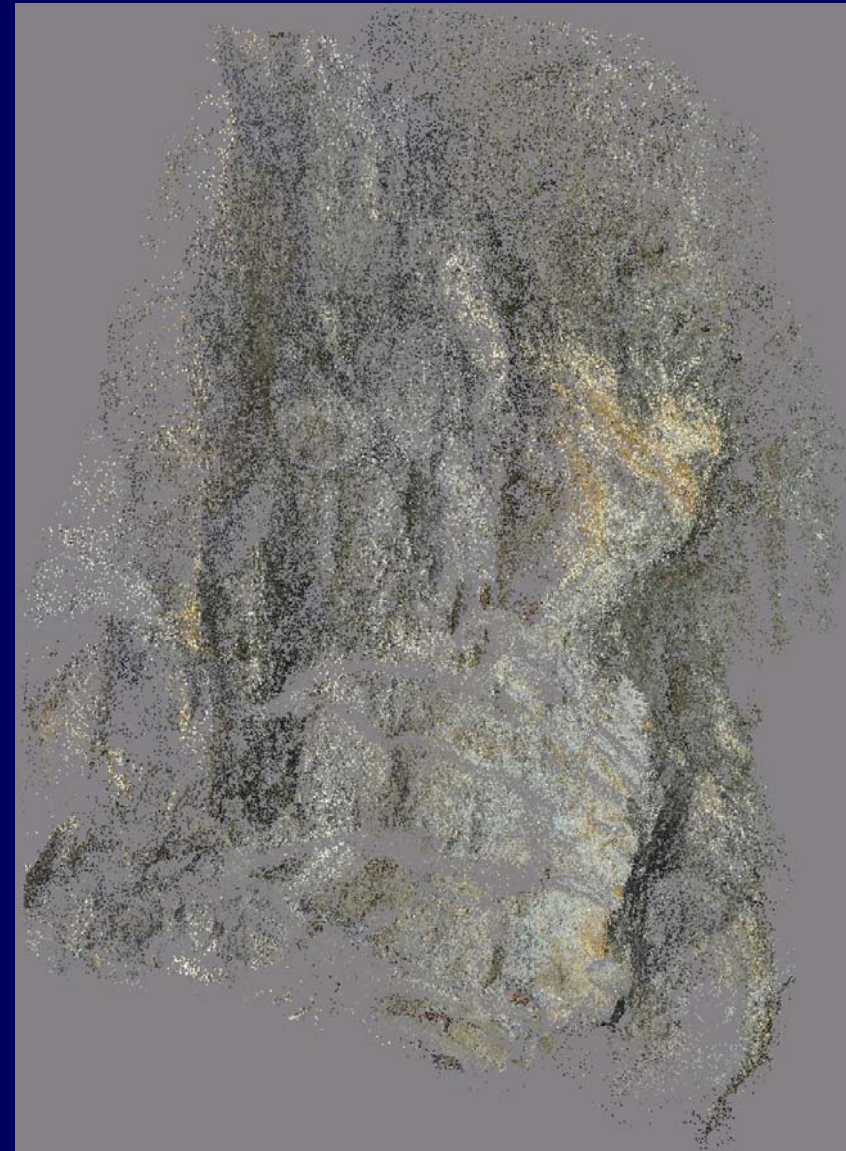
# Metodologia **SfM**: *Structure from Motion*

- I SW di **restituzione aerofotogrammetrica** di riprese tramite droni utilizzano la metodologia ***Structure from Motion***
- **SfM** consente di **orientare automaticamente** i fotogrammi con *overlap*, generare (come un laser scanner) una **nuvola di punti 3D** dai quali si crea una **mesh** (una rete 3D di triangoli incernierati ai lati)
- I triangoli della *mesh* vengono poi “vestiti” con porzioni delle foto ottenendo un **modello 3D solido fotografico**
- Dal modello 3D **georiferito** si esportano il **DSM** (Modello Digitale della Superficie), il **DTM** (Modello Digitale del Terreno che si ottiene filtrando via nella nuvola i punti di vegetazione ed edificato) e **ortofoto**: tutti in coordinate metriche nella proiezione scelta

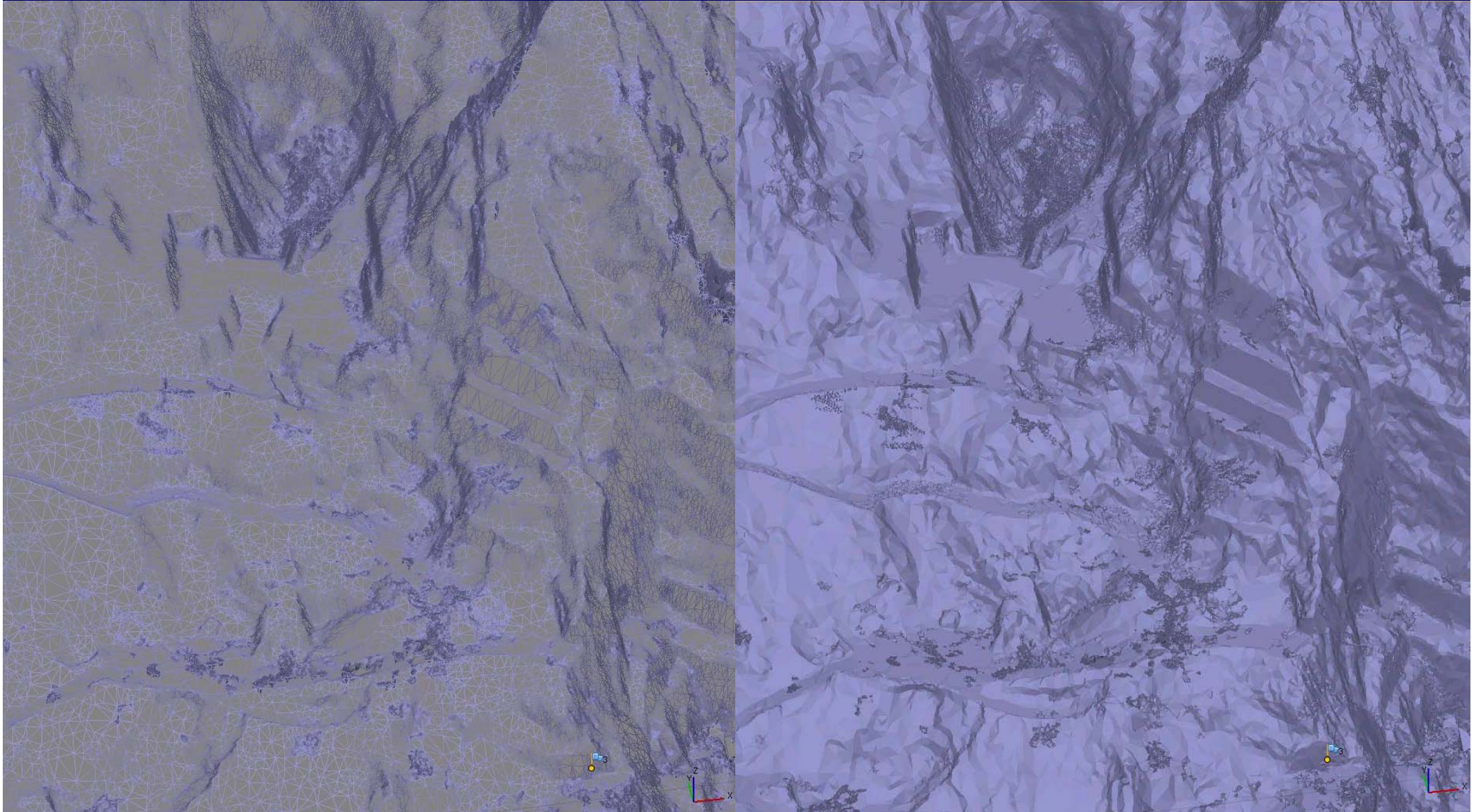
# SFM: WorkFlow tipico

1. **Ripresa**: ogni parte del soggetto da modellare deve essere presente in almeno 3 fotogrammi
2. **Feature detection & matching**: riconoscimento dei punti comuni, **orientamento automatico** dei fotogrammi e generazione di una **nuvola di punti a bassa densità**
3. **Dense Cloud**: raffittimento della nuvola di punti con ricerca di altri punti nell'intorno di quelli già creati a bassa densità
4. Generazione, editing e vestizione della **Mesh3D** che costituisce il **modello solido**
5. **GeoReferenziazione** del modello: tramite punti di controllo a terra (GCP) e/o Coordinate dei punti di presa
6. Export delle superfici **DSM**, **DTM** e **Ortofoto**: dal DTM si derivano e si editano le **isoipse** (curve di livello della quota)
7. **Restituzione vettoriale** (ricalco di **linee 3D**) degli elementi geografici dal modello stereoscopico (per strutture artificiali e naturali)

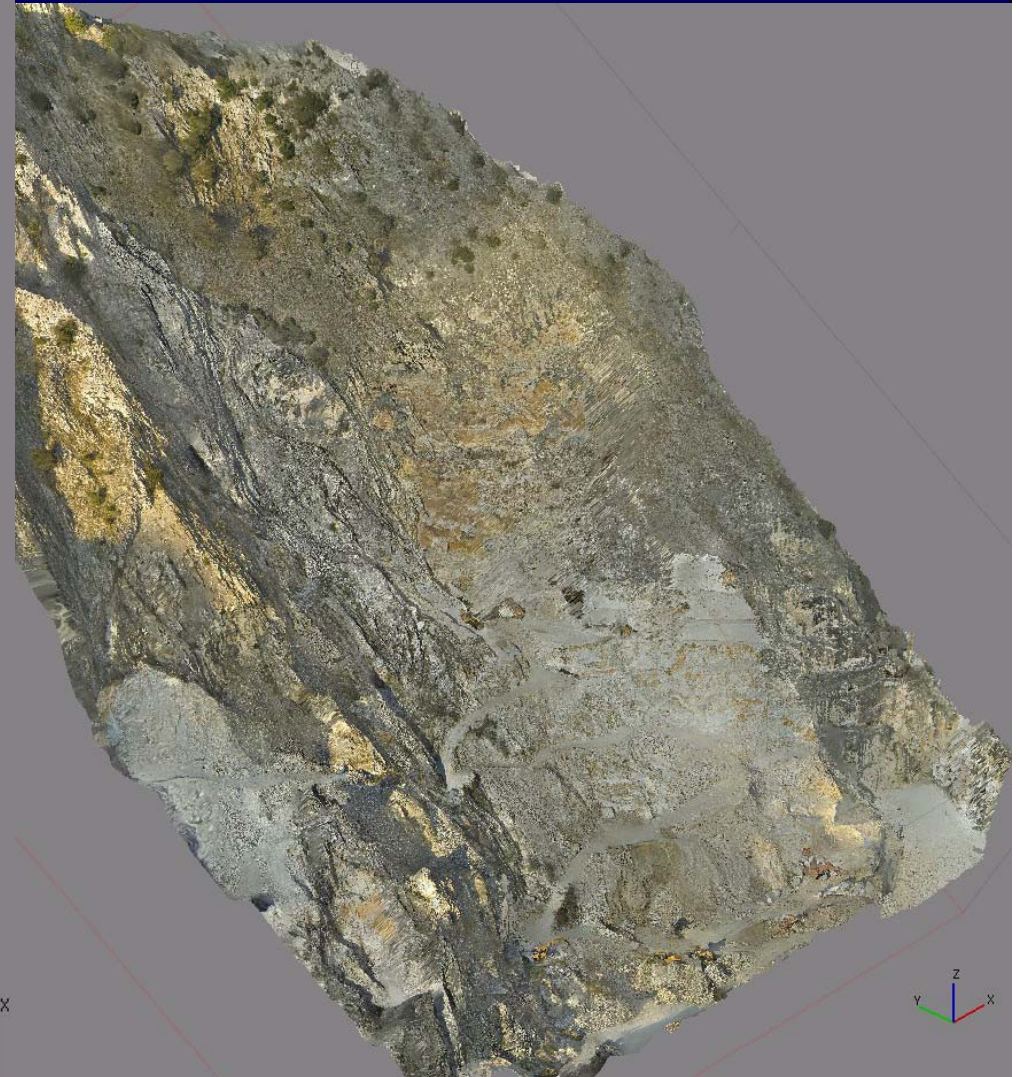
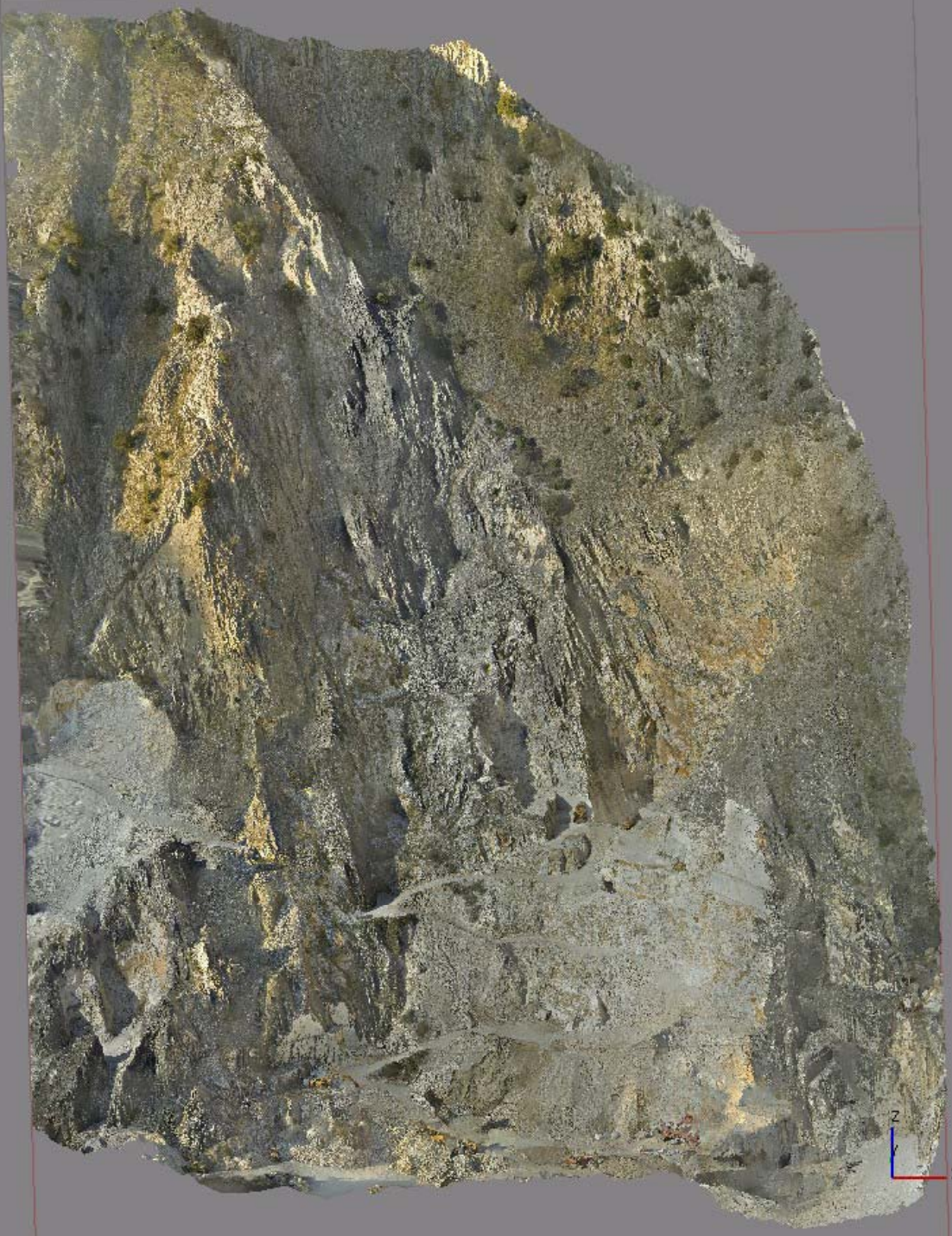
# 1° esempio: una **cava di marmo** a **Carrara** Orientamento delle foto e nuvola a bassa densità



# Mesh (*Wireframe*) e modello solido (ombreggiato)



# Solido vestito o fotografia *solida*

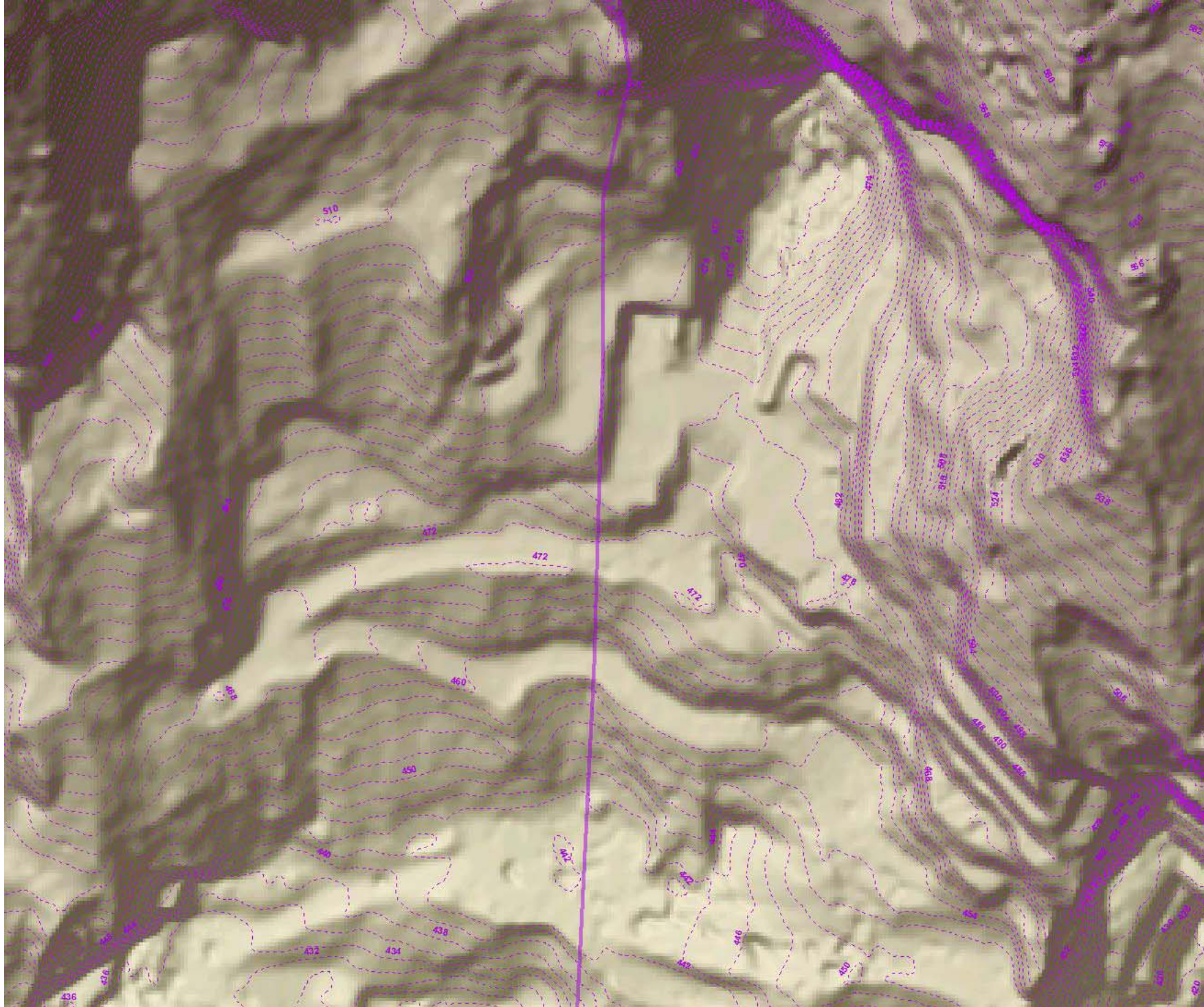






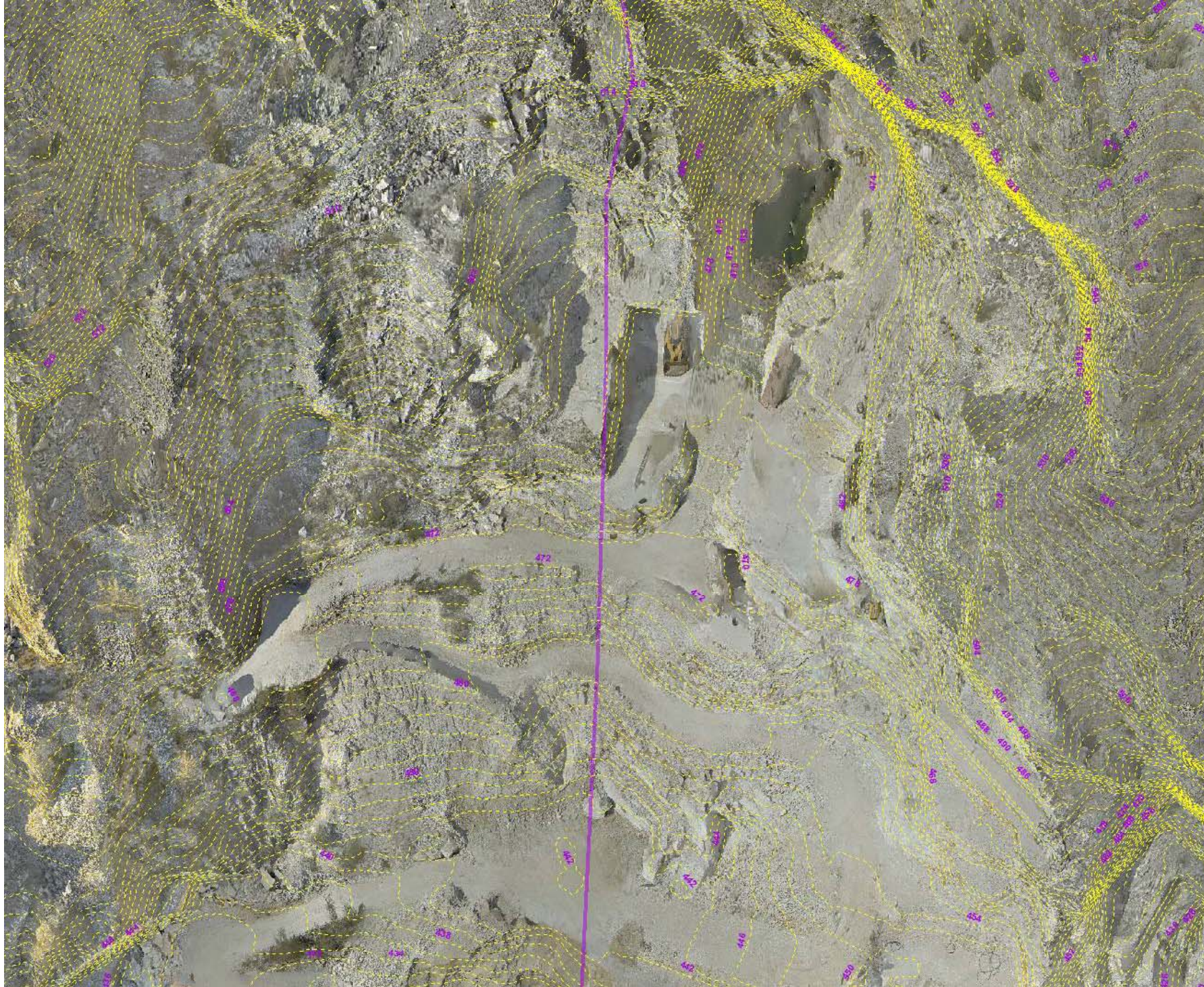
Export dal  
modello  
SFM:  
DSM con  
passo  
50cm

dietro:  
DTM da  
CTR2k  
con  
passo 1,6m



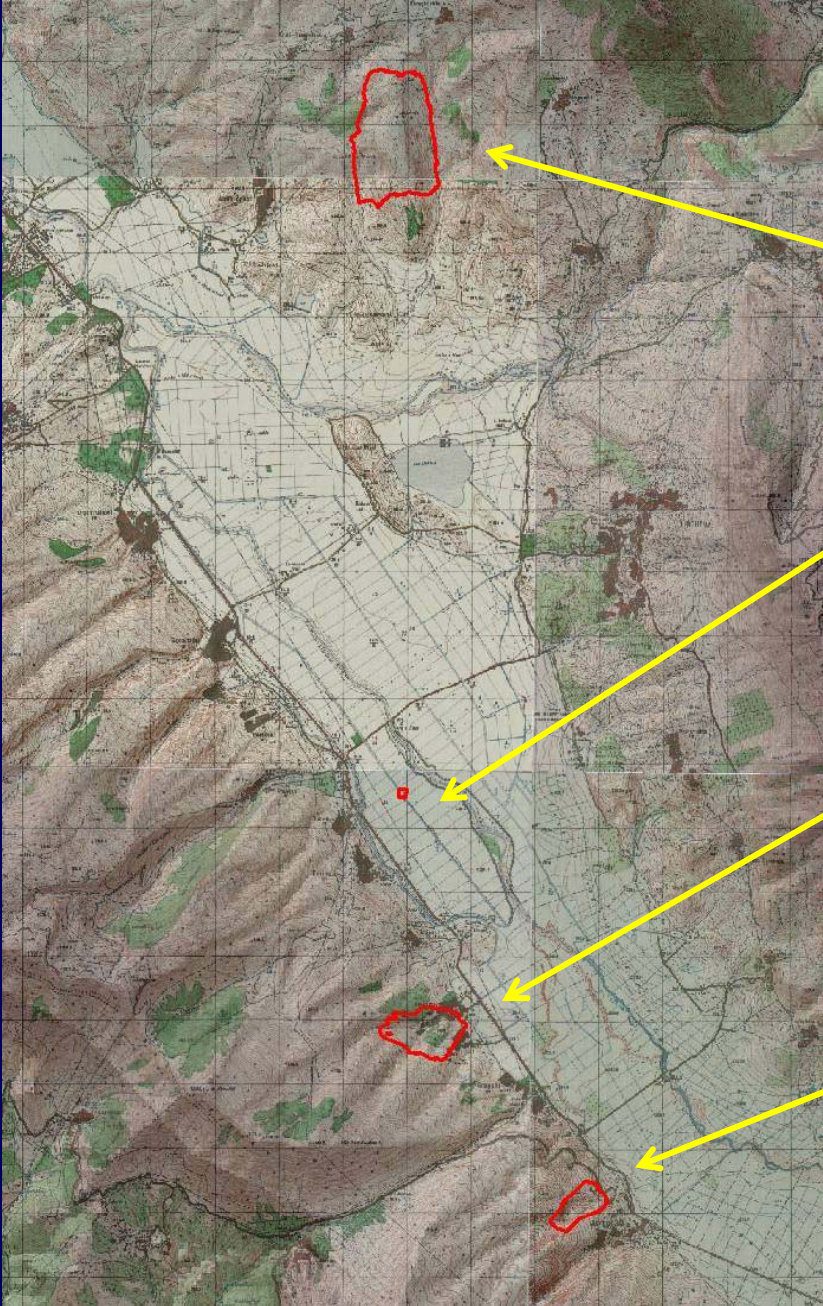
DSM  
con  
passo  
50cm  
e  
Curve  
a 2m.

Curve  
a 2m.  
e  
orto-  
foto  
5 cm.



# I rilievi del 2014 nella valle del Drino

## Dati dei 4 rilievi:



**Antigonea:** 222Ha, 4 riprese per un totale di 844 foto (622 utilizzate)

**Sofratike:** 1Ha, 1 ripresa per un totale di 475 foto (320 utilizzate)

**Frashtan:** 72Ha, 3 riprese per un totale di 1049 foto (712 utilizzate)

**Jergucat:** 36Ha, 2 riprese per un totale di 572 foto (393 utilizzate)

# Hadrianopolis: Sofratike (AL)

H volo 20m, 32M triangoli e 16M vertici





Export dal  
modello 3D

**Sofratike**

DSM 2cm

ortofoto 1cm

# Hadrianopolis – Sofratike (AL)

dettaglio del dsm (2cm) e ortofoto (1cm)



# Parco archeologico di **Antigonea** (AL)

2,1 x 1,3 km (222 ha); H 100m





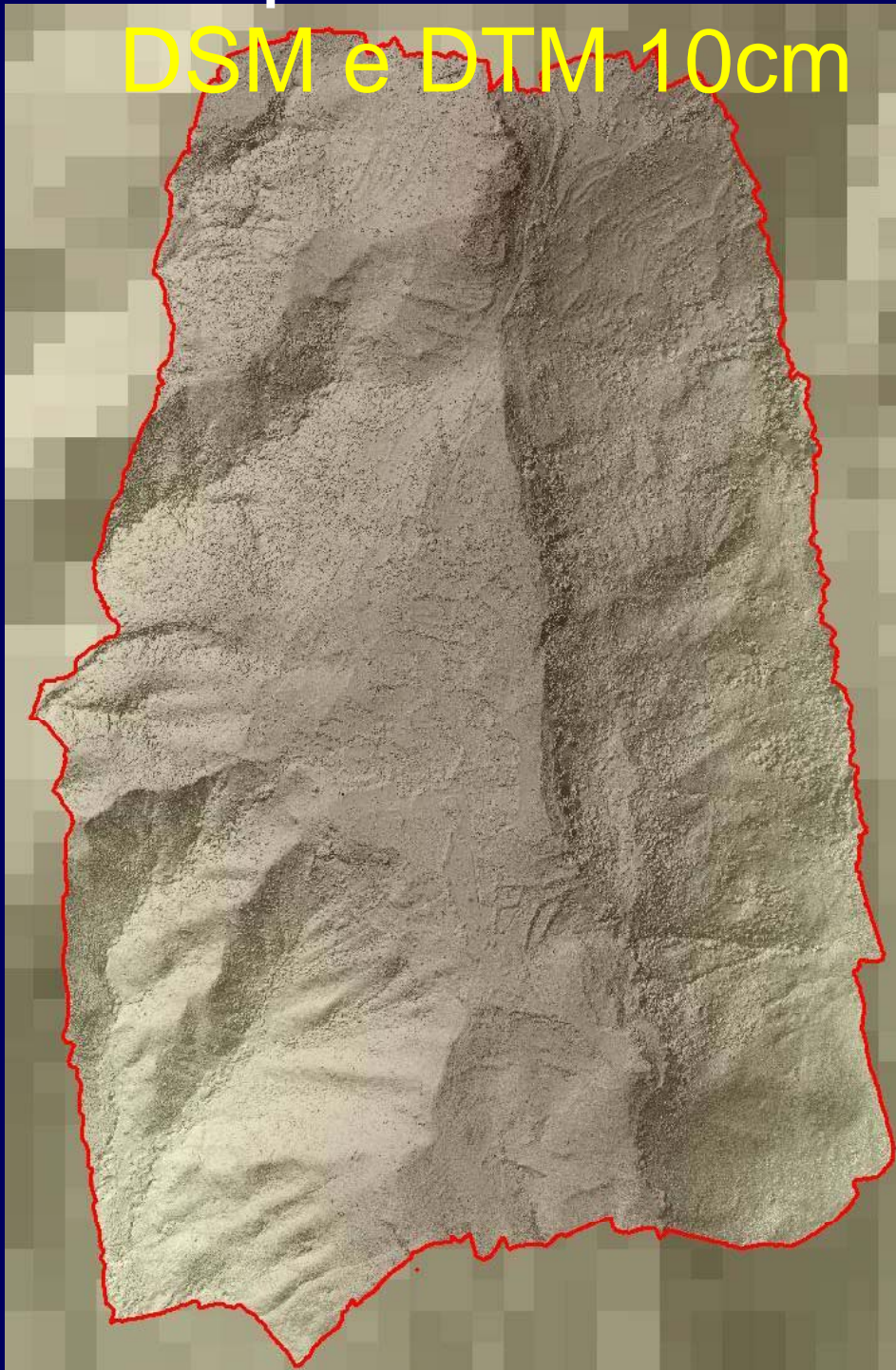
# Antigonea: vista 3D da sud

Modello 3D 68M triangoli e 34M vertici

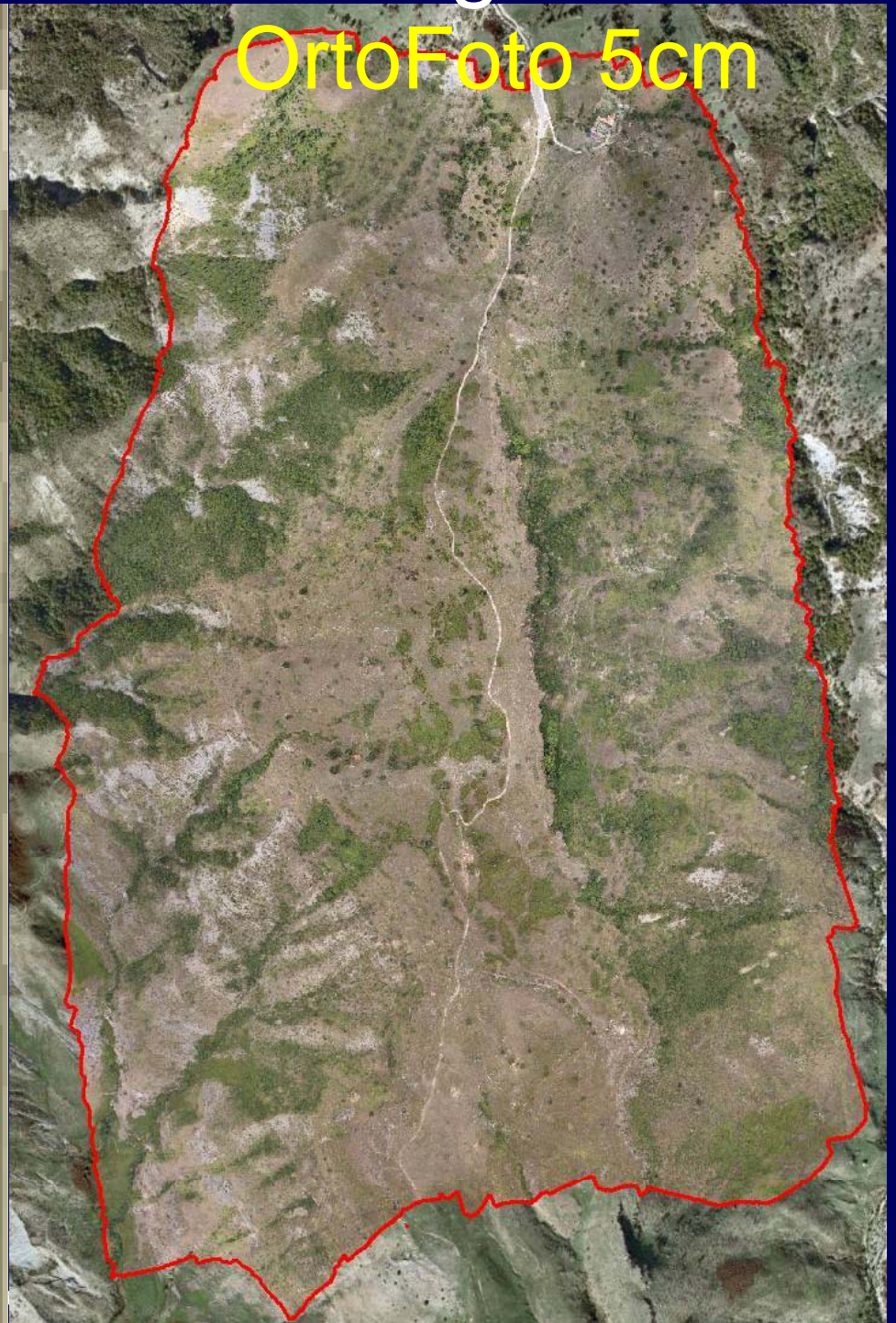


# Export dal modello 3D di Antigonea:

DSM e DTM 10cm



OrtoFoto 5cm



# Parco archeologico di Antigonea (AL)

**Dettaglio DSM e DTM (10cm) ortofoto (5cm)**



# Differenti Ombreggiature del DTM:

per individuare strutture sepolte o affioranti  
a volte non evidenti nelle OrtoFoto



# Grazie per l'attenzione

