

**BIRGIT** Tecnologie di acquisizione dei dati 3D  
Ottobre 2023



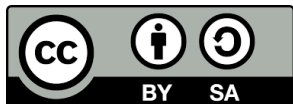
Cofinanziato  
dall'Unione europea

# Acquisizione dei dati 3D

[vlado.cetl@unin.hr](mailto:vlado.cetl@unin.hr)

[sanja.samanovic@unin.hr](mailto:sanja.samanovic@unin.hr)

[danko.markovinovic@unin.hr](mailto:danko.markovinovic@unin.hr)



## Risultati di apprendimento

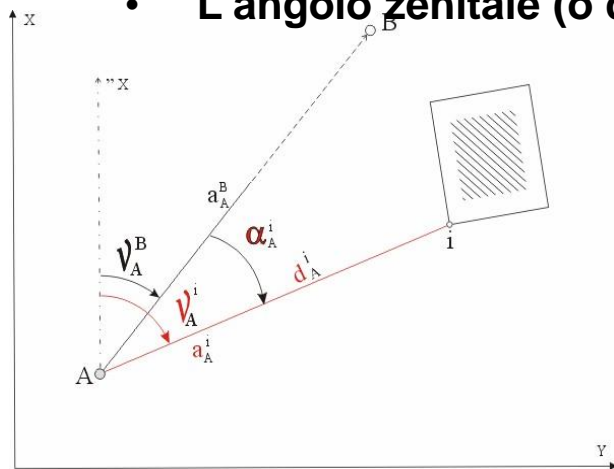
- Al termine di questo modulo, il partecipante deve essere in grado di
  - Descrivere e spiegare le tecnologie di acquisizione dei dati geospaziali 3D.
  - Descrivere le modalità di utilizzo dei dati acquisiti con diversi sensori (UAV, ALS, TLS, Tacheometria).

## Acquisizione dei dati 3D

- **Tacheometria**
- **Fotogrammetria**
- **Laser scanner 3D**

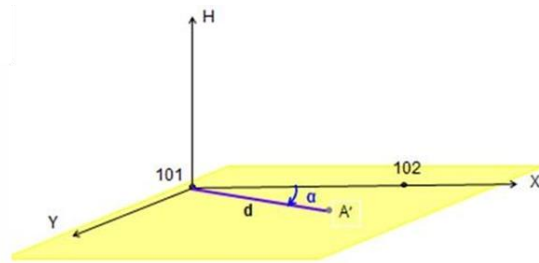
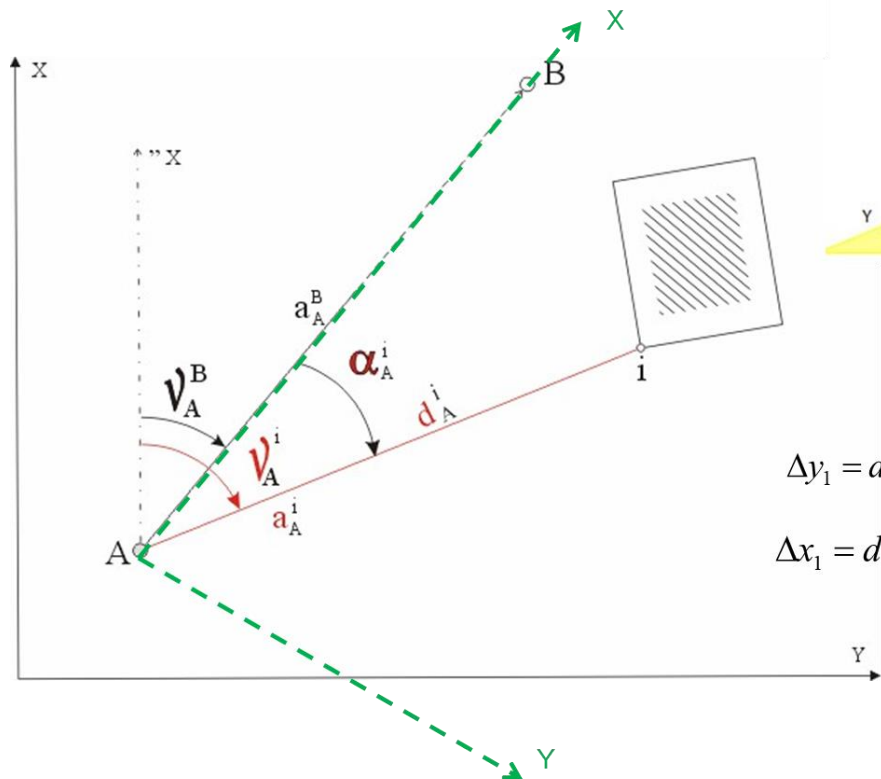
- La tacheometria determina la posizione e l'altezza del punto allo stesso tempo
- **La posizione del punto è determinata nello spazio di coordinate (x,y,H)**
- Nel **piano di proiezione**, la posizione del punto è determinata con **coordinate polari relative**:
  - **Angolo orizzontale  $\alpha$**
  - **e lunghezza orizzontale d**
- La tacheometria è nota anche come **metodo di rilevamento polare**

- Nel rilievo polare si determinano le coordinate polari spaziali **relative** di punti di dettaglio (**x,y,H**) - **nel sistema (2D + 1D)**
- **Cosa si misura :**
  - **Angolo orizzontale** - angolo tra la direzione di orientamento (ad esempio, il lato del poligono) e il punto di dettaglio
  - **Distanza di pendenza** tra il punto noto (ad esempio, il poligono) e il punto di dettaglio
  - **L'angolo zenitale (o di pendenza)** dal punto noto al punto di dettaglio



Un modo rapido ed efficiente di raccogliere dati territoriali utilizzando una strumentazione moderna

## Computation: Coordinates of detailed points

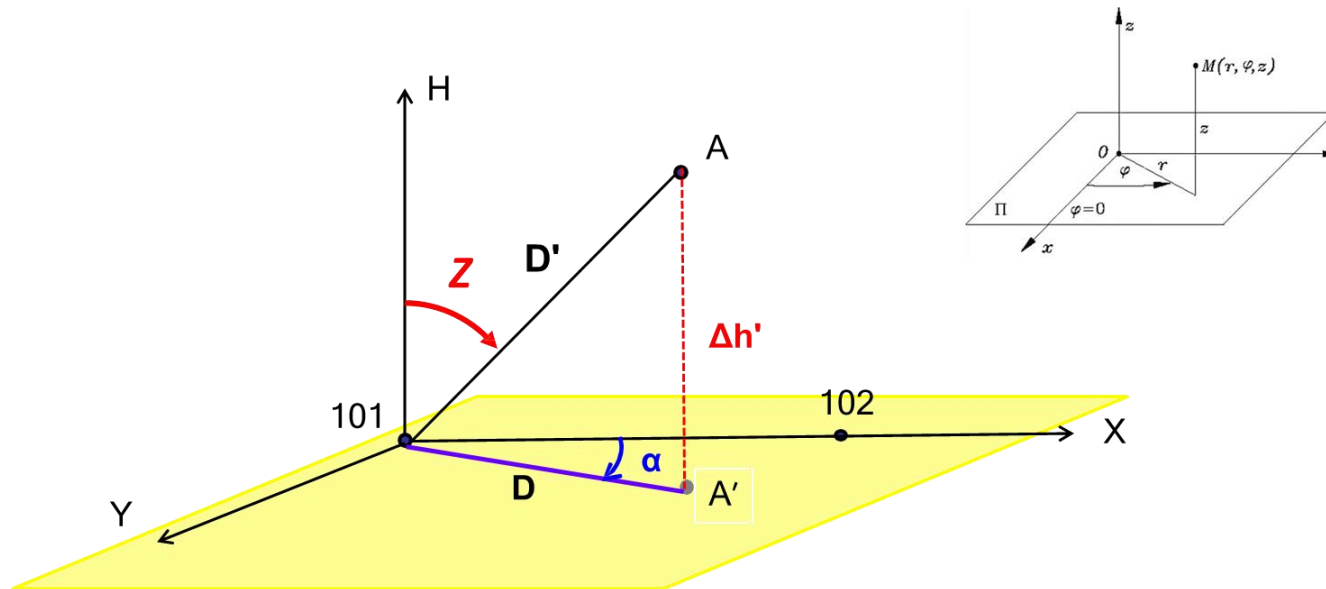


$$v_A^1 = v_A^B + \alpha_A^1$$

$$\Delta y_1 = d_A^1 \cdot \sin v_A^1 \quad y_1 = y_A + \Delta y_1$$

$$\Delta x_1 = d_A^1 \cdot \cos v_A^1 \quad x_1 = x_A + \Delta x_1$$

## Sistema di coordinate polari spaziali relative

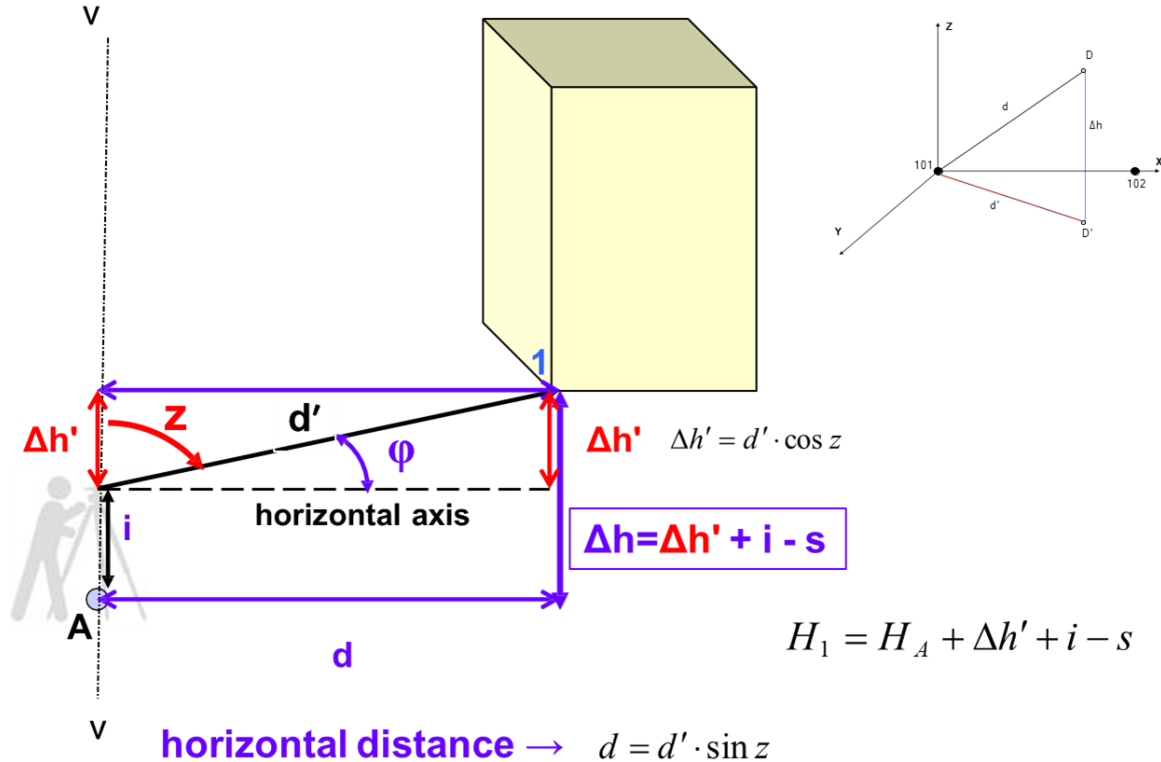


measured:

- **Slope distance** - Distance **D'** from known point to point of detail
  - horizontal projection - horizontal length **D**
  - vertical projection - height difference  **$\Delta h'$**
- **horizontal angle** -  $\alpha$
- **zenith Angle** - **Z**



## Calculating the altitude of detailed points

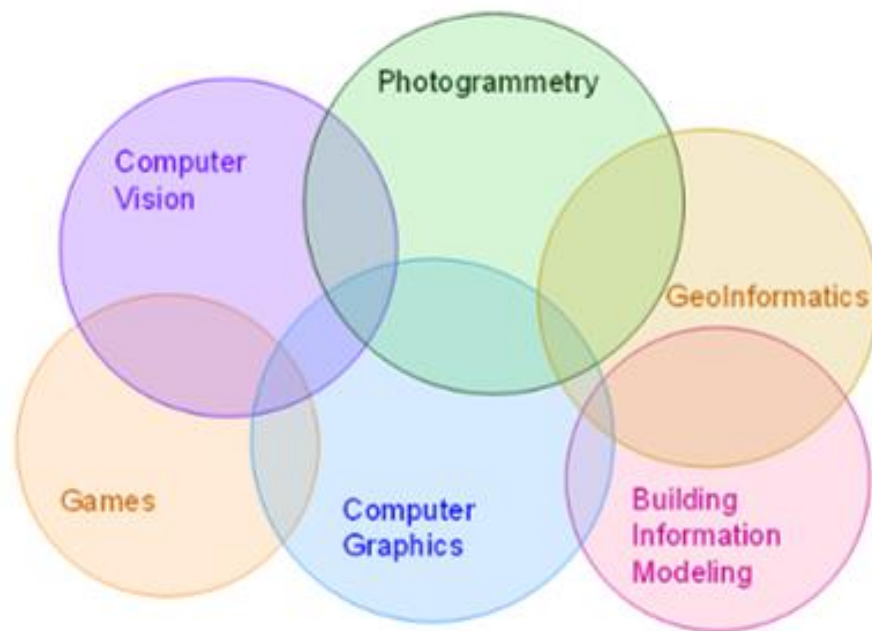


- Indagine dettagliata
- Metodo di misurazione tacheometrico - **ottenuta percezione orizzontale e verticale del terreno**
- Gli strumenti per la tachimetria sono :
  - **TS** - Stazione totale
    - tachimetro elettro-ottico e computer
- In base alla precisione della tacheometria dividiamo in:
  - tacheometria semplice - accuratezza di dm
  - tacheometria di precisione - accuratezza di cm



## LA NATURA MULTIDISCIPLINARE DELLA FOTOGRAMMETRIA

La fotogrammetria è una disciplina di Informatica Applicata altamente riconosciuta, che collabora con le discipline vicine.



## DEFINIZIONI

**La fotogrammetria e il telerilevamento** sono l'arte, la scienza e la tecnologia per ottenere informazioni affidabili da immagini senza contatto e da altri sistemi di sensori riguardo alla Terra e al suo ambiente e ad altri oggetti e processi fisici attraverso la registrazione, la misurazione, l'analisi e la rappresentazione. (<https://www.isprs.org/society/history.aspx>)

- una tecnica utilizzata per creare modelli 3D da una serie di fotografie 2D
- comporta l'analisi delle immagini e l'estrazione di informazioni geometriche per ricostruire la forma e l'aspetto dell'oggetto o della scena fotografati

## DUE DIVERSI TIPI DI FOTOGRAMMETRIA

### FOTOGRAMMETRIA AEREA

- consiste nel catturare fotografie da una posizione elevata utilizzando aerei o droni
- utilizzata per applicazioni di mappatura, rilievo e monitoraggio su larga scala
- rilievo del territorio, pianificazione urbana, monitoraggio ambientale e agricoltura
- modo economico ed efficiente per acquisire dati 3D su larga scala e su aree estese

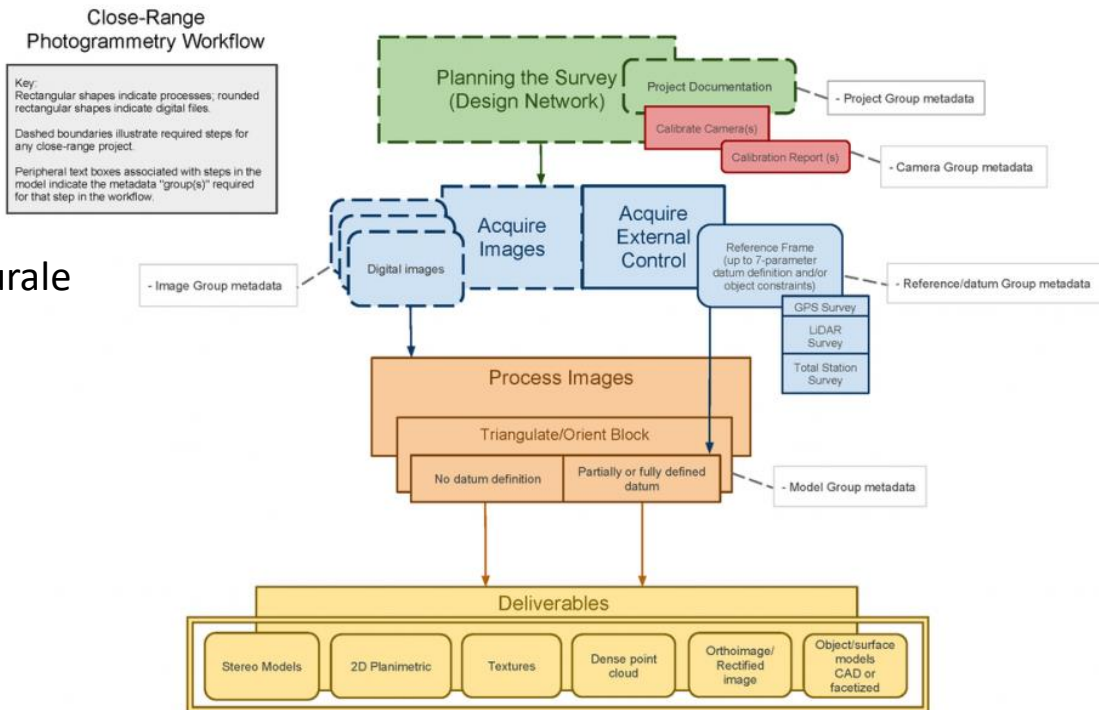
### FOTOGRAMMETRIA A DISTANZA RAVVICINATA/FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE

- si riferisce a situazioni in cui la fotocamera si trova relativamente vicina al soggetto da riprendere
- comunemente utilizzata per oggetti o scene di piccole e medie dimensioni
- utilizzata in ambienti controllati
- adatta per applicazioni che richiedono misurazioni dettagliate e modelli 3D accurati
- archeologia, documentazione del patrimonio culturale, progettazione di prodotti, medicina legale, reverse engineering, realtà virtuale

## FLUSSO DI LAVORO DELLA FOTOGRAMMETRIA A DISTANZA RAVVICINATA

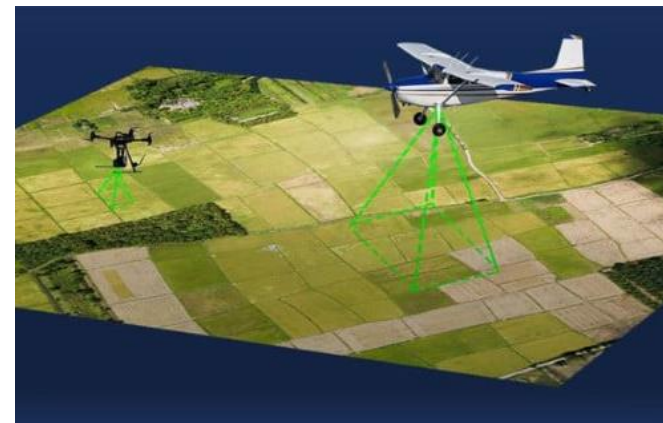
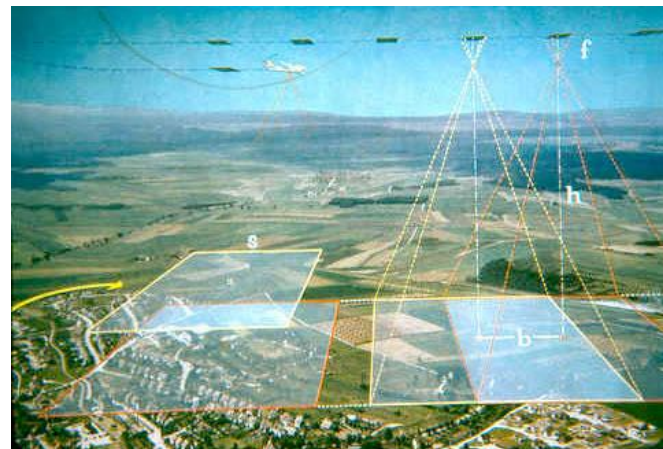
### Aree di applicazione :

- Architettura e costruzione
- Conservazione del patrimonio culturale
- Archeologia
- Indagini forensi
- Design industriale e produzione
- Realtà virtuale e giochi
- Medicina e assistenza sanitaria
- Film e animazione

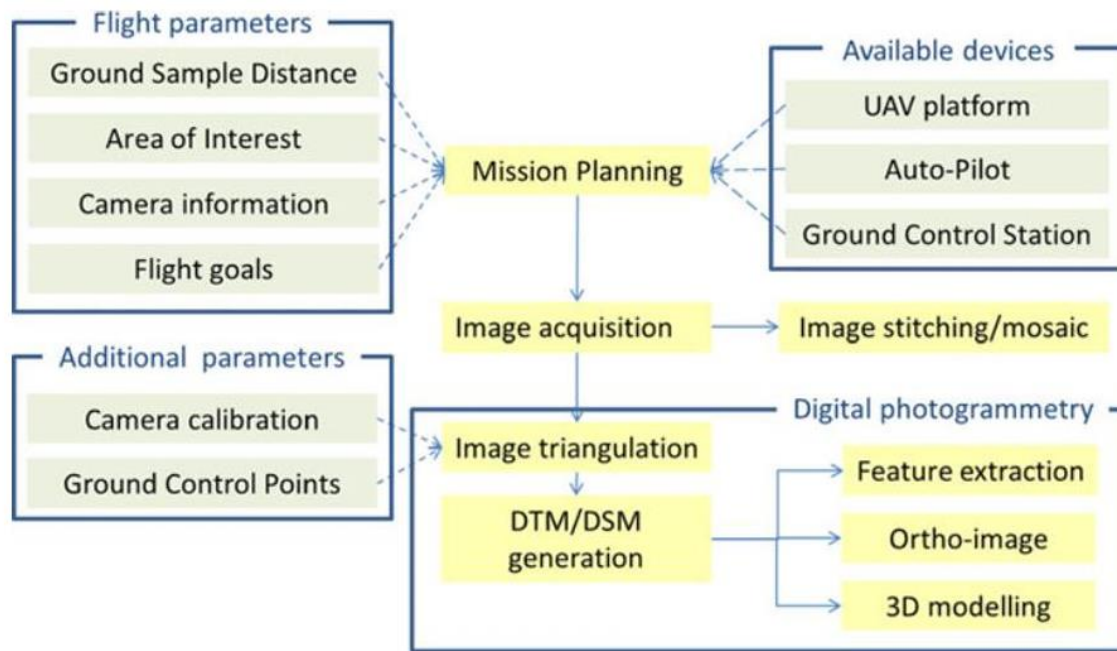


## FOTOGRAMMETRIA AEREA

- consiste nel catturare fotografie da una posizione elevata utilizzando aerei o droni
- utilizzata per applicazioni di mappatura, rilievo e monitoraggio su larga scala
- rilievo del territorio, pianificazione urbana, monitoraggio ambientale e agricoltura
- modo economico ed efficiente per acquisire dati 3D su larga scala e su aree estese



## FLUSSO DI LAVORO DELLA FOTOGRAMMETRIA AEREA



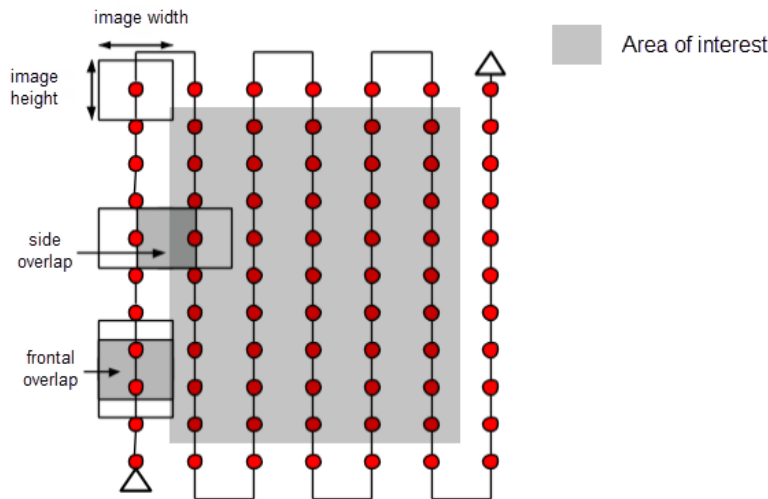
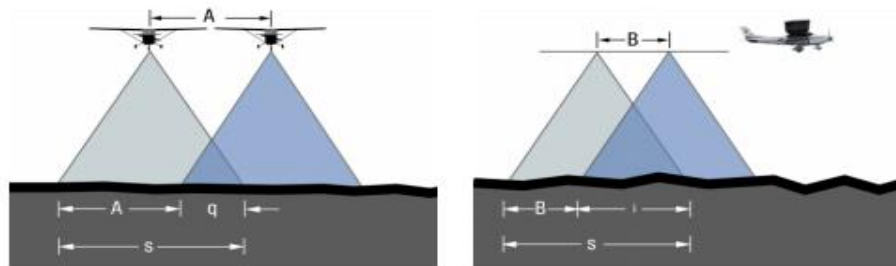


## PIANIFICAZIONE DEL VOLO

La fotogrammetria aerea richiede una pianificazione del volo per ottimizzare la copertura e la sovrapposizione delle immagini.

Il software di pianificazione del volo aiuta a determinare:

- la traiettoria di volo
- sovrapposizione e copertura (q e i)
- distanza di campionamento dal suolo (GSD)
- altitudine del volo
- punti di controllo a terra (GCP)
- parametri dell'immagine per un'acquisizione efficiente



FRONTALI E LATERALI

## CALIBRAZIONE DELLA TELECAMERA

La geometria dell'immagine che passa attraverso il sistema di telecamere è definita dalla **procedura di calibrazione**.

Il risultato della calibrazione è costituito dagli **elementi di orientamento interno**.

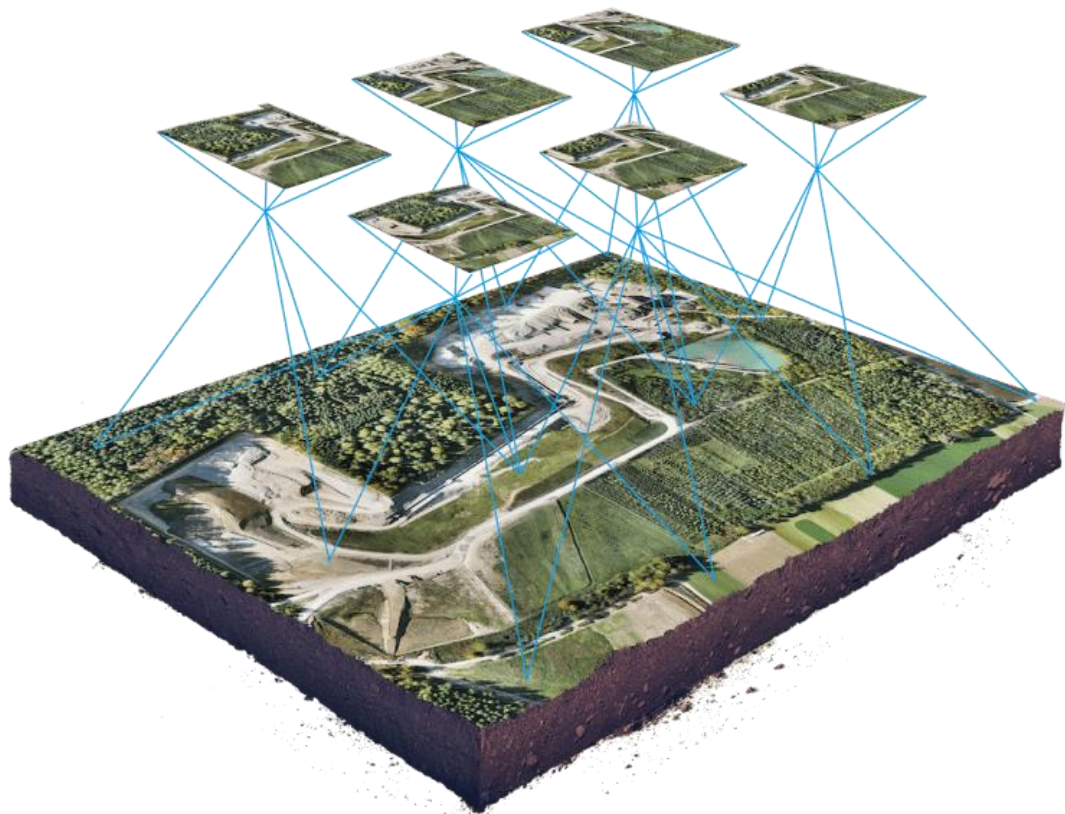
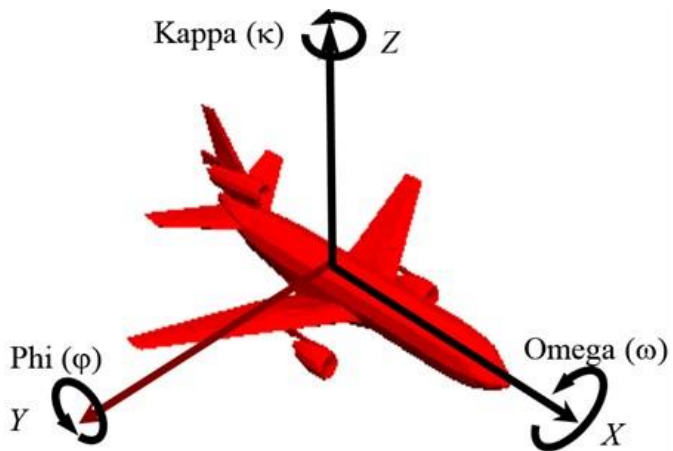
Si considera che **la telecamera di misura** abbia elementi di orientamento interno noti.

Il processo di orientamento interno prevede

- gli elementi di orientamento interno della telecamera
- gli elementi di orientamento interno dell'immagine

## AEROTRIANGOLAZIONE

Determinazione della relazione geometrica tra le immagini aeree catturate durante la fotogrammetria aerea e le loro corrispondenti posizioni nello spazio 3D.



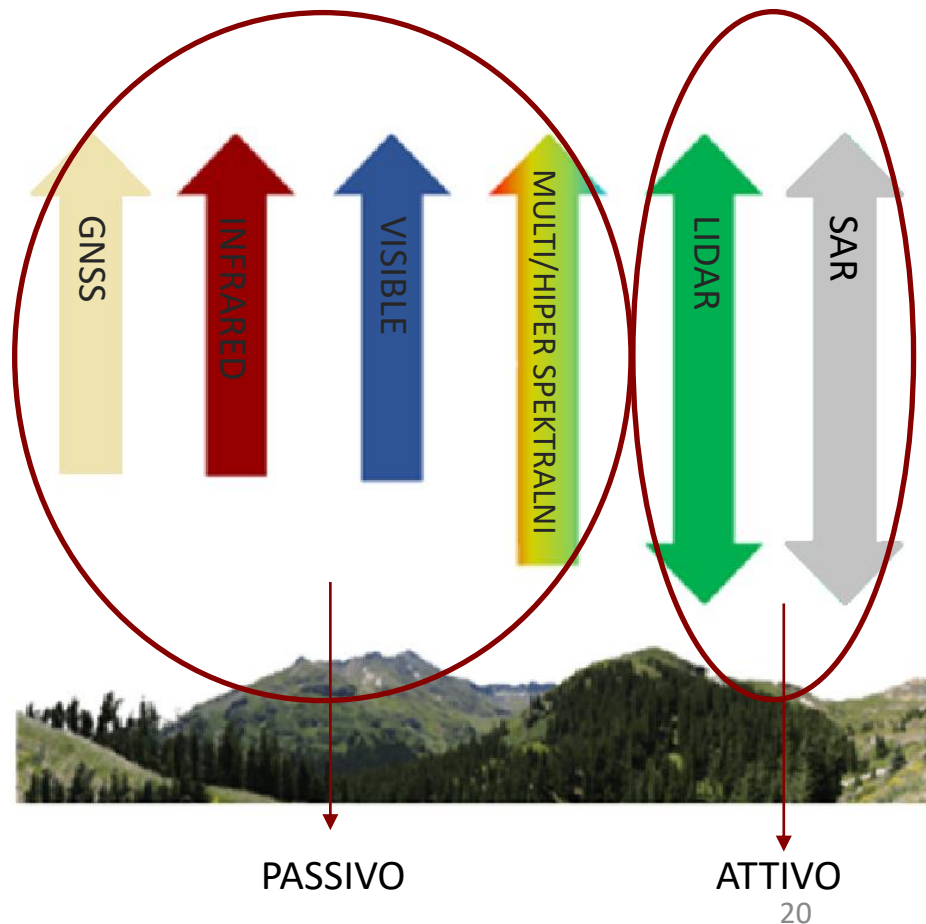
## SENSORI

Dispositivi utilizzati per catturare immagini o dati dalla scena osservata

- sensori multipli su un'unica piattaforma
- **pictometria** - sistemi progettati per l'acquisizione di immagini oblique da varie angolazioni

La scelta del sensore dipende dai requisiti specifici del progetto fotogrammetrico, tra cui la qualità dei dati desiderati, la risoluzione, la precisione, le informazioni spettrali e le condizioni ambientali.

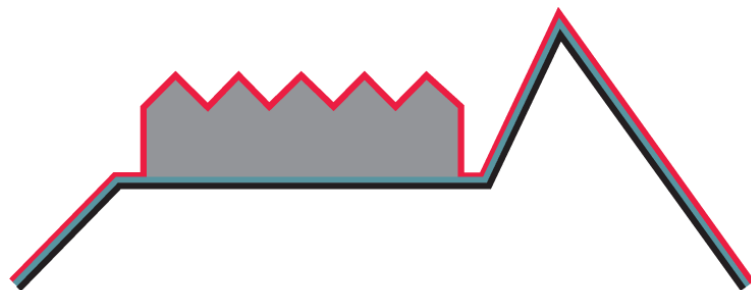
**INTEGRAZIONE DI SENSORI DIVERSI -  
RAFFORZAMENTO DELLE ANALISI**



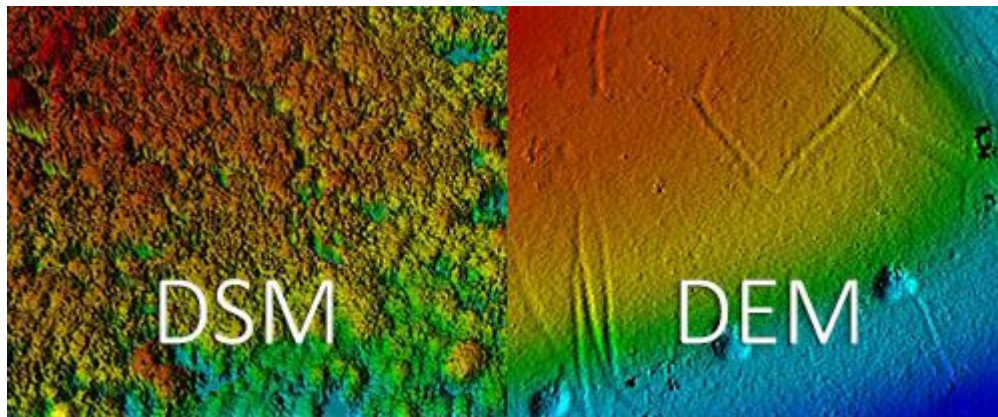
## MODELLI DIGITALI

**Modello digitale del terreno (DTM)** - la superficie terrestre nuda, ottenuta rimuovendo gli elementi fuori terra come edifici, alberi e vegetazione.

**Modello digitale di superficie (DSM)** - rappresenta la superficie terrestre così come appare, includendo sia il terreno naturale che le caratteristiche fuori terra come edifici, vegetazione e infrastrutture.



— Digital Surface Model  
— Digital Terrain Model



## ORTOFOTO

**Ortofoto** - immagini aeree georeferenziate che sono state corrette geometricamente per rimuovere le distorsioni causate dal rilievo del terreno, dalla prospettiva della fotocamera e dalla distorsione dell'obiettivo.

**Ortofoto vera** - oltre a correggere le distorsioni geometriche, un'ortofoto vera compensa le variazioni del rilievo del terreno regolando i valori dei pixel in modo da rappresentare la superficie del suolo come se fosse ripresa direttamente dall'alto.

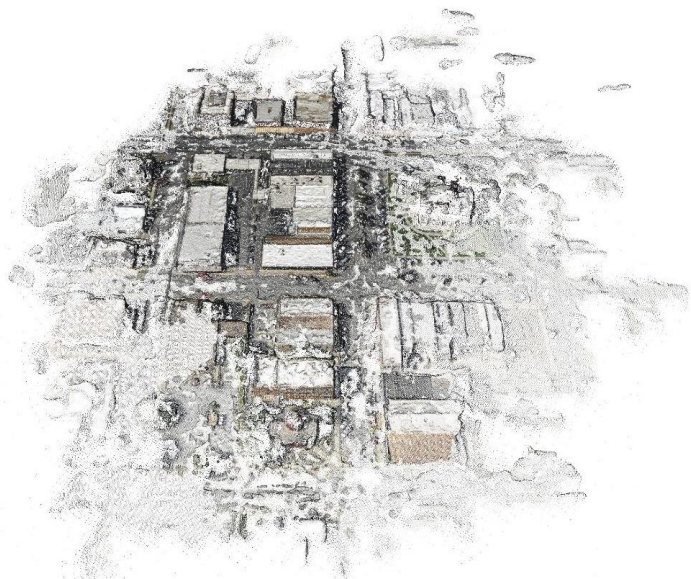


Confronto tra un'ortofoto tradizionale (sinistra) e un'ortofoto vera (destra)



## NUVOLE DI PUNTI 3D

Raccolta di punti di dati nello spazio tridimensionale che rappresentano le coordinate degli oggetti..



I dati della nuvola di punti (con informazioni sul colore) risultanti da un lotto di foto aeree



Una rete irregolare triangolata sovrapposta

**Grazie per la vostra attenzione.**



<https://birgitproject.eu/>

*Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni espresse appartengono, tuttavia, al solo o ai soli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'Unione europea o dell'Agenzia esecutiva europea per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione europea né l'EACEA possono esserne ritenute responsabili.*