

Fotogrammetria Digitale e Analisi di Immagine

- Dott.ssa Giovanna Sona

Fotogrammetria

DEFINIZIONE

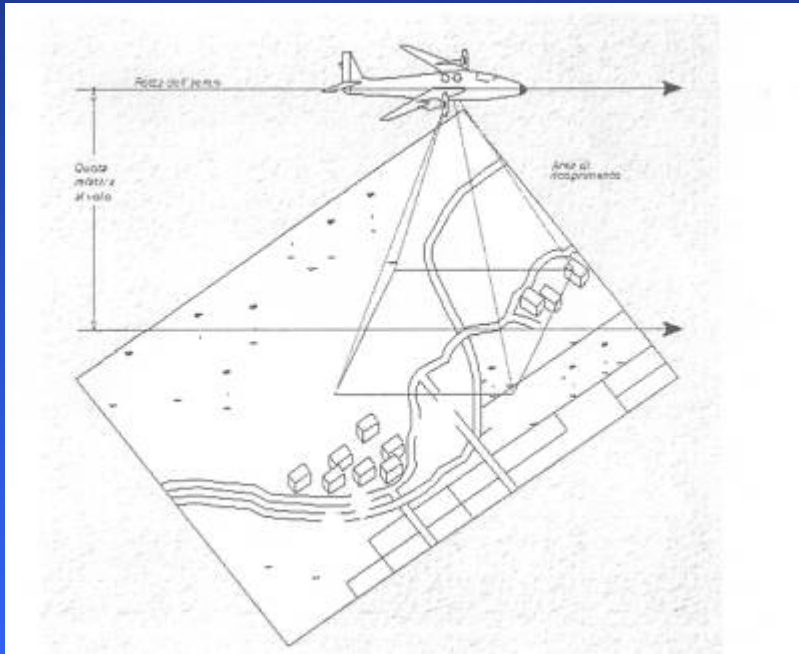
TECNICA DI RILIEVO CHE CONSENTE DI OTTENERE INFORMAZIONI METRICHE (FORMA E POSIZIONE) DI OGGETTI TRIDIMENSIONALI MEDIANTE INTERPRETAZIONE E MISURA DI IMMAGINI FOTOGRAFICHE (TRADIZIONALI O DIGITALI)

=

RILEVAMENTO DI OGGETTI DI QUALSIASI FORMA E DIMENSIONE CHE NECESSITANO DI UN ELEVATO NUMERO DI PUNTI PER UNA DESCRIZIONE COMPLETA DI FORMA E POSIZIONE

Fotogrammetria

AEREA



- rilevamento SUPERFICIE TERRESTRE
 - PRODUZIONE E AGGIORNAMENTO DI **CARTE** TOPOGRAFICHE, tematiche, numeriche (GIS)
 - PRODUZIONE CARTE A GRANDE SCALA PER PIANIFICAZIONE URBANA E TERRITORIALE e per opere di ingegneria civile (da 1:10000 a 1:500)
 - RILIEVI CATASTALI E AMBIENTALI
 - PRODUZIONE **DTM** e **ORTOFOTO**

Fotogrammetria

TERRESTRE

Close range



- RILIEVI PER APPLICAZIONI INGEGNERISTICHE E ARCHITETTONICHE

Misure di precisione per strutture industriali

Controllo deformazioni, lesioni di edifici

Documentazione e rilievo di scavi archeologici

- RILIEVI DI OGGETTI POCO ACCESSIBILI O ACCESSIBILI PER UN TEMPO LIMITATO

ES. ricostruzione incidenti stradali

- RILIEVI DI ORGANISMI VIVENTI

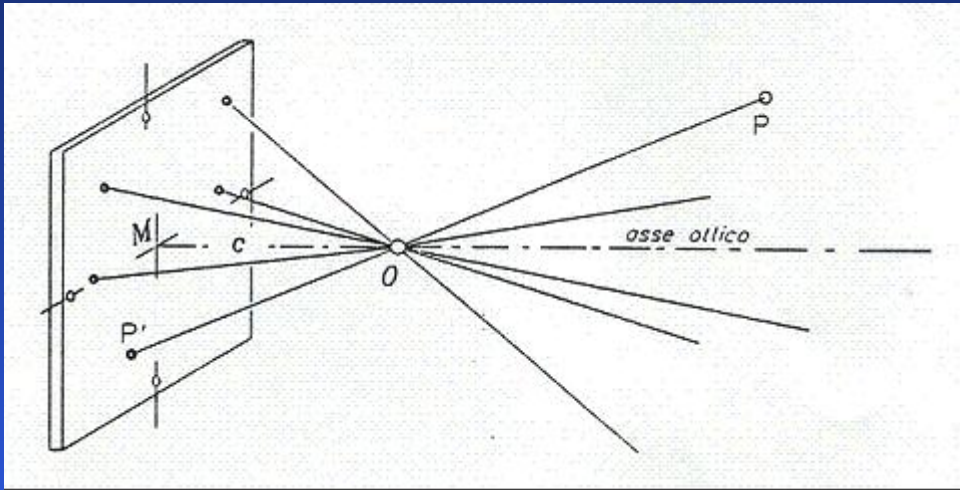
ULTIMI SVILUPPI :

- NAVIGAZIONE
- VISIONE ROBOT

VANTAGGI RISPETTO A RILIEVI DIRETTI:

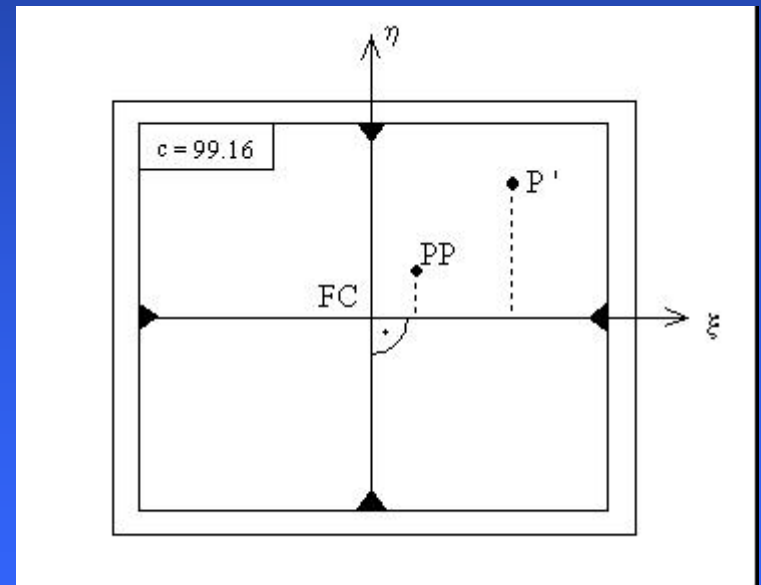
- consente di determinare caratteristiche di oggetti **senza avere contatto fisico** con l'oggetto (in tal senso e' un tipo di telerilevamento)
- e' rilievo **simultaneo di molti punti** (gran quantita' di informazioni)
- le **misure vengono fatte off-line** (a posteriori, successivamente al rilievo) e quindi possono essere ripetute, modificate, controllate...
- **rapidità** (risp.a topografia, e per l'aggiornamento di carte)
- **economicità** (< costo unitario di una carta prodotta con metodo fotogrammetrico, rispetto a soli rilievi topografici)
- **uniformità** di precisione

Principi geometrici



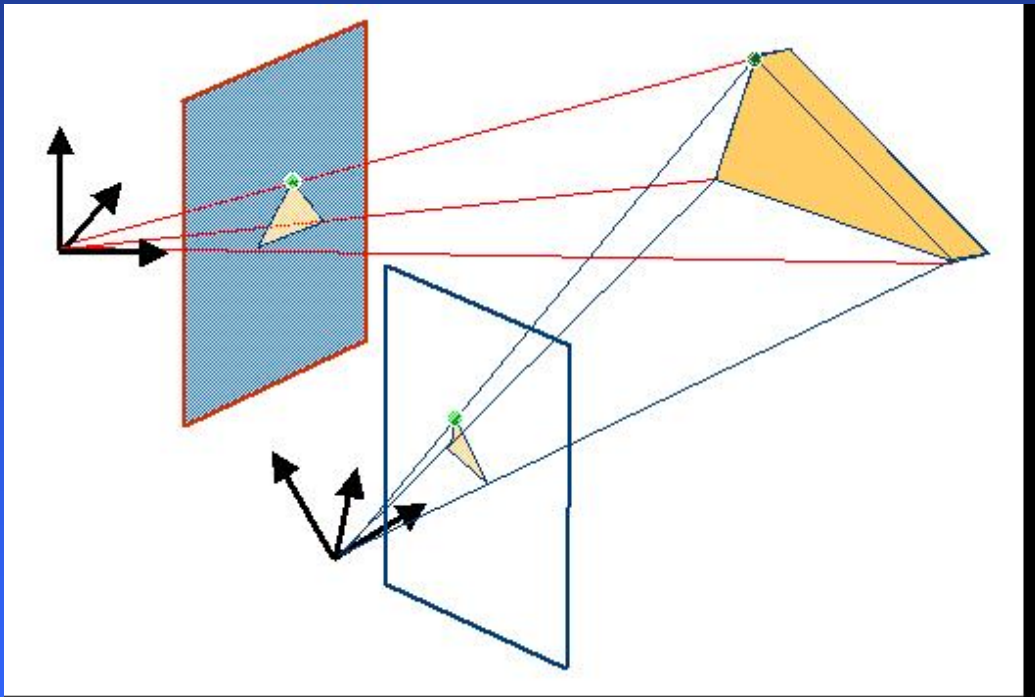
L'immagine è una proiezione centrale

La prospettiva centrale è un procedimento geometrico che trasforma una realtà 3D in una realtà 2D



Principi geometrici

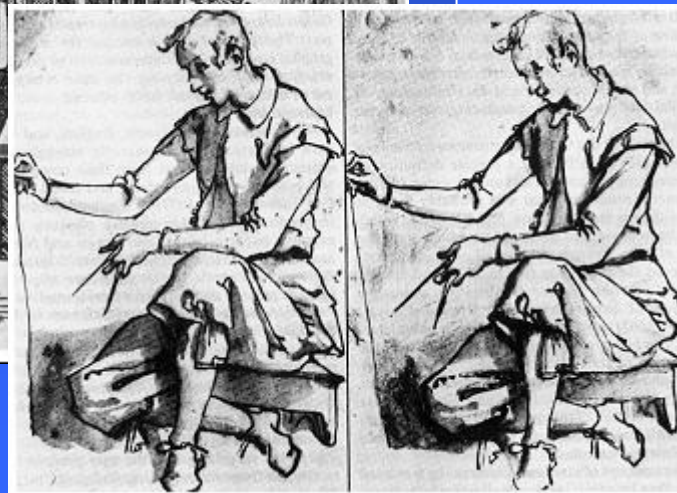
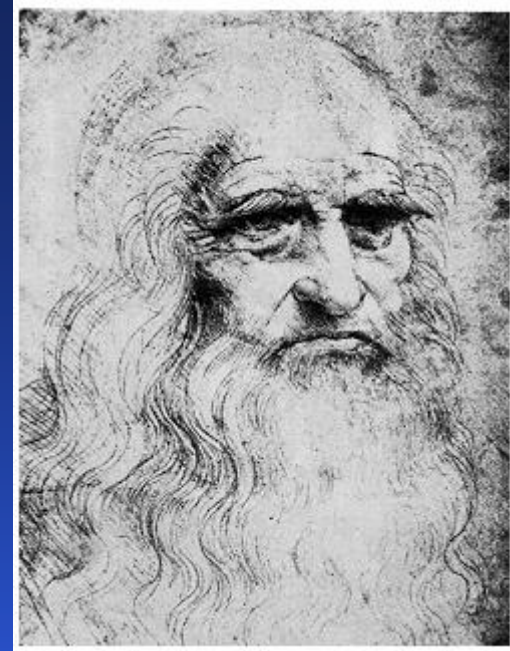
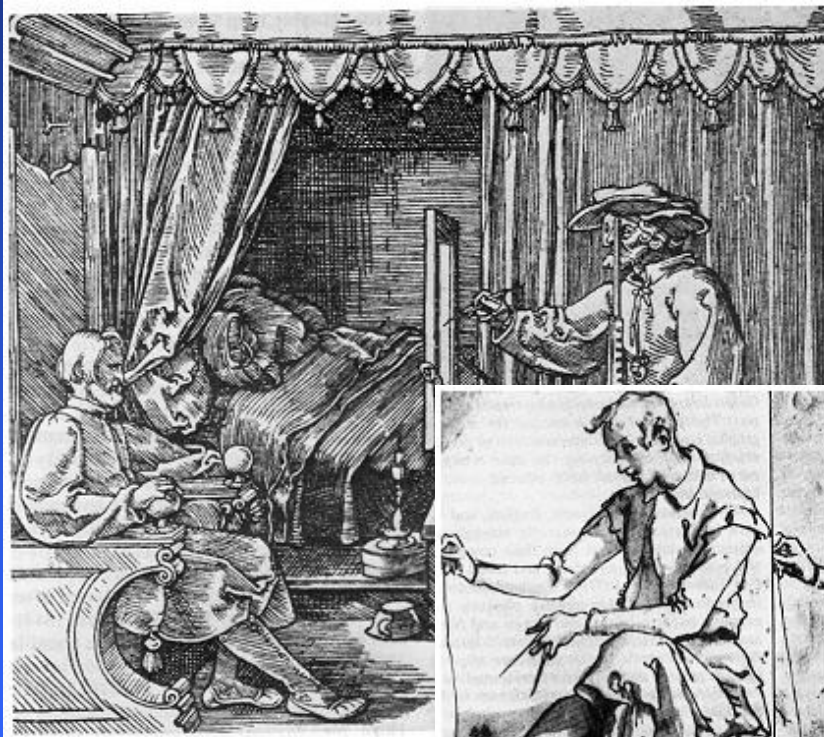
Intersezione spaziale = stereoscopia



Utilizzando **due prospettive centrali** di uno stesso punto oggetto, è possibile ricostruire la **posizione spaziale** del punto stesso.

Leonardo da Vinci (1452-1519)

i suoi studi di geometria, ottica, meccanica consentirono di dimostrare graficamente nel 1492 i principi della proiezione ottica.



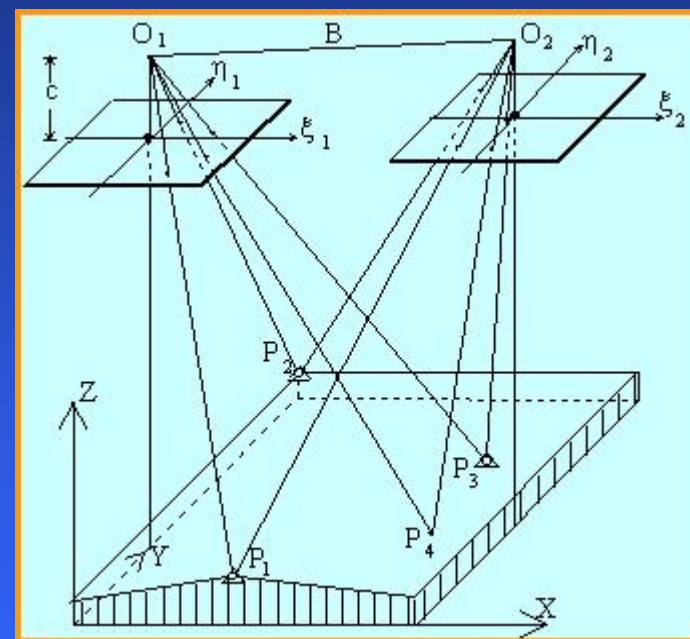
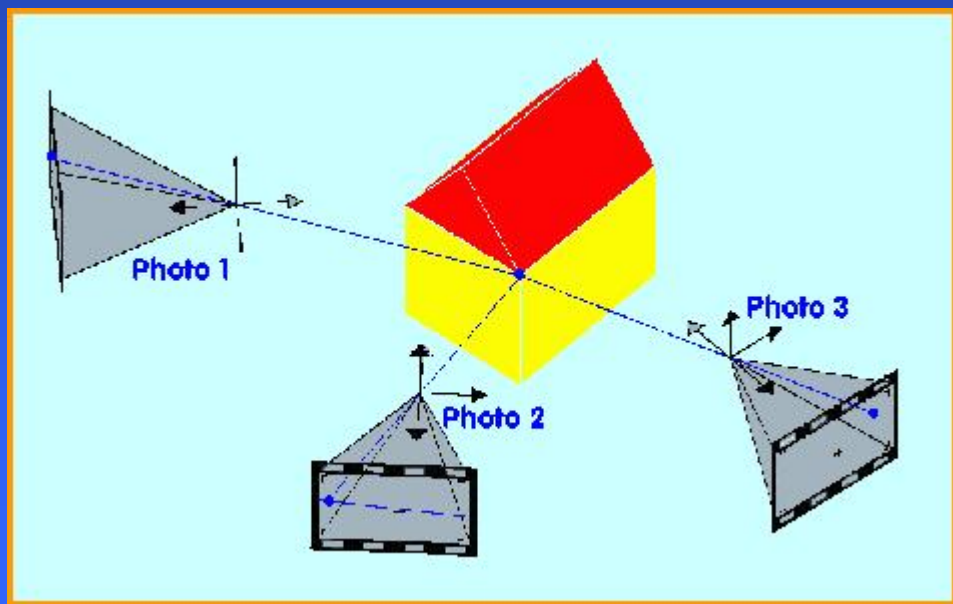
Albrecht Dürer (1471-1528) produsse nel 1525 una macchina in grado di rappresentare in prospettiva centrale di dimensioni con centri di proiezione e piani distinti (stereoscopici)

Si pensò immediatamente all'utilizzo di disegni e rilievi stereoscopici per

osservazione, documentazione

oggetti, persone , edifici, terreni.... e soprattutto per

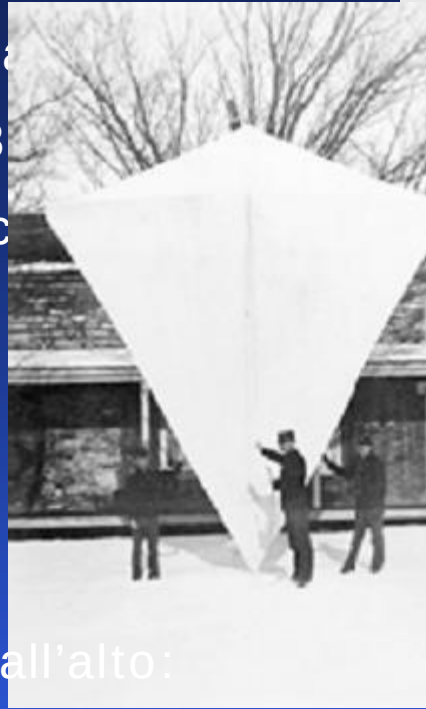
RICOSTRUZIONE METRICA !



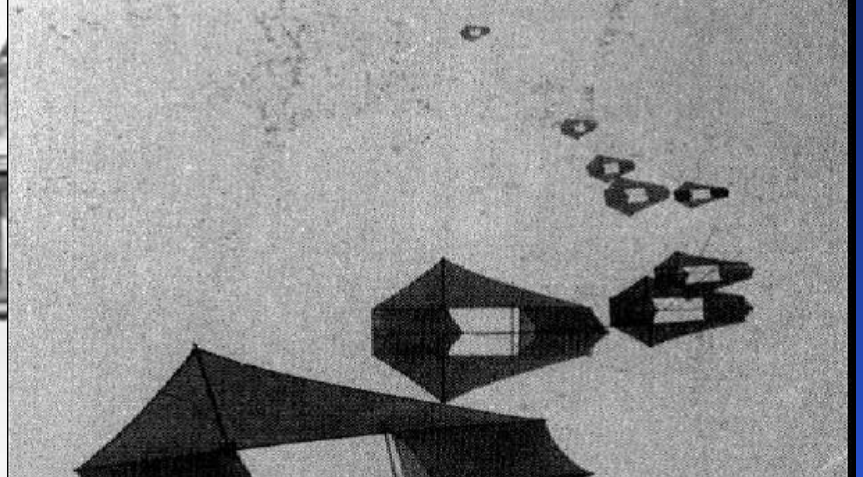
Applicazioni fotografiche



18
00

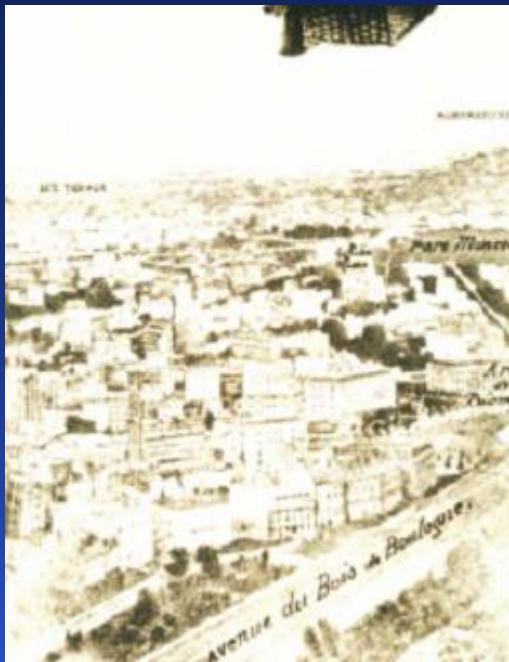


Applicazioni foto dall'alto:
per scopi militari



da mongolfiera, napoleone, 18
guerra civile americana, 1860
ma anche da aquilone e piccione v
ricostruzione territorio/campi nemico
Infine.....scopi civili





La prima fotografia 'aerea'
Parigi, 1858
Da mongolfiera (Nadar)



Applicazioni foto dall'alto:
S.Francisco, 1906
Riprese dall'aquilone a 600 m

Prima generazione : fase **pionieristica** , (invenzione della fotografia nel 1839). Nasce e si sviluppa la fotogrammetria terrestre e aerea (da mongolfiera).

Seconda generazione: fotogrammetria analogica, invenzione della **stereofotogrammetria**. La fotogrammetria si afferma come metodo efficiente di rilievo e 'mapping'. (anni '50)

Terza generazione: fotogrammetria analitica, con **l'invenzione del computer**. Diverse generazioni di computer, impatti diversi nel rilievo fotogrammetrico. (velocità di elaborazione e trasmissione dati, estensioni di memoria sempre più grandi, elementi hw di contorno: video, scanner etc.etc.) (anni '70 – '80 – '90)

Quarta generazione: fotogrammetria **digitale**, immagini digitali invece di analogiche. Computer di quinta generazione: disponibile hw e sw in grado di trattare problemi di memorizzazione, utilizzo e manipolazione di immagini di **grandi dimensioni**. (anni 2000)

TRE MOMENTI PRINCIPALI DEL PROCESSO FOTOGRAMMETRICO

'PRESA' : ACQUISIZIONE DELLE IMMAGINI (FOTOGRAFICHE O DIGITALI) CON OPPORTUNE CAMERE

'ORIENTAMENTO' : DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DELLA TRASFORMAZIONE DA (ξ, η) A (X, Y, Z)

'RESTITUZIONE' : DETERMINAZIONE DELLE COORDINATE DI MOLTI PUNTI PER LA RICOSTRUZIONE DELL'OGGETTO O PER IL TRACCIAMENTO DELLA CARTA

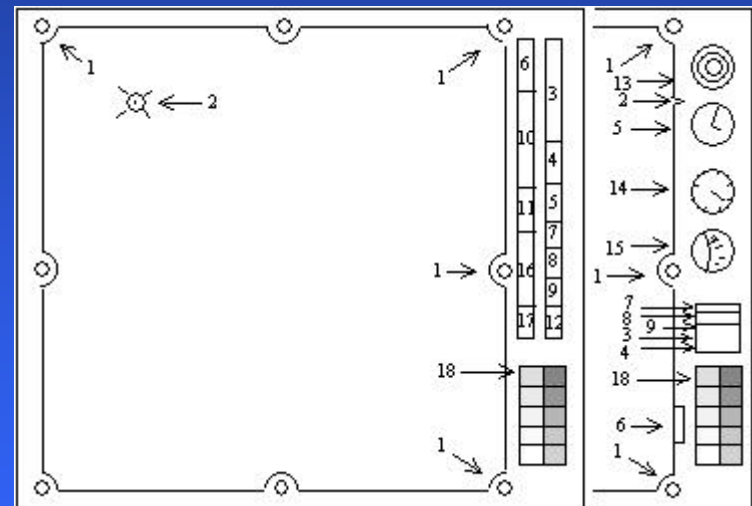
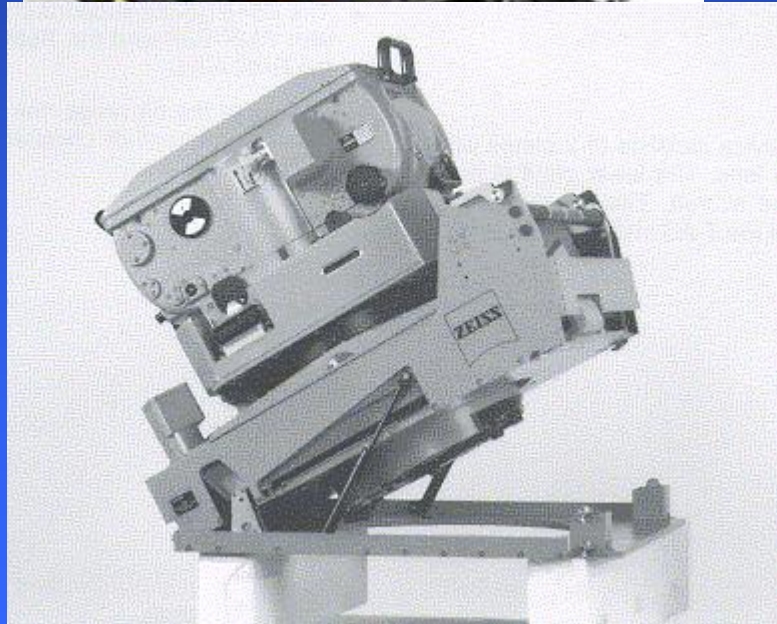
Rilievo - CAMERE METRICHE AEREE

Camera aerea RC30 (LH System)

tre obiettivi (8.8, 15, 30 cm).

Tempi di scatto da 1/100 s a 1/1000 s.

Compensatore del trascinamento.



Camera aerea RMK TOP (Zeiss)

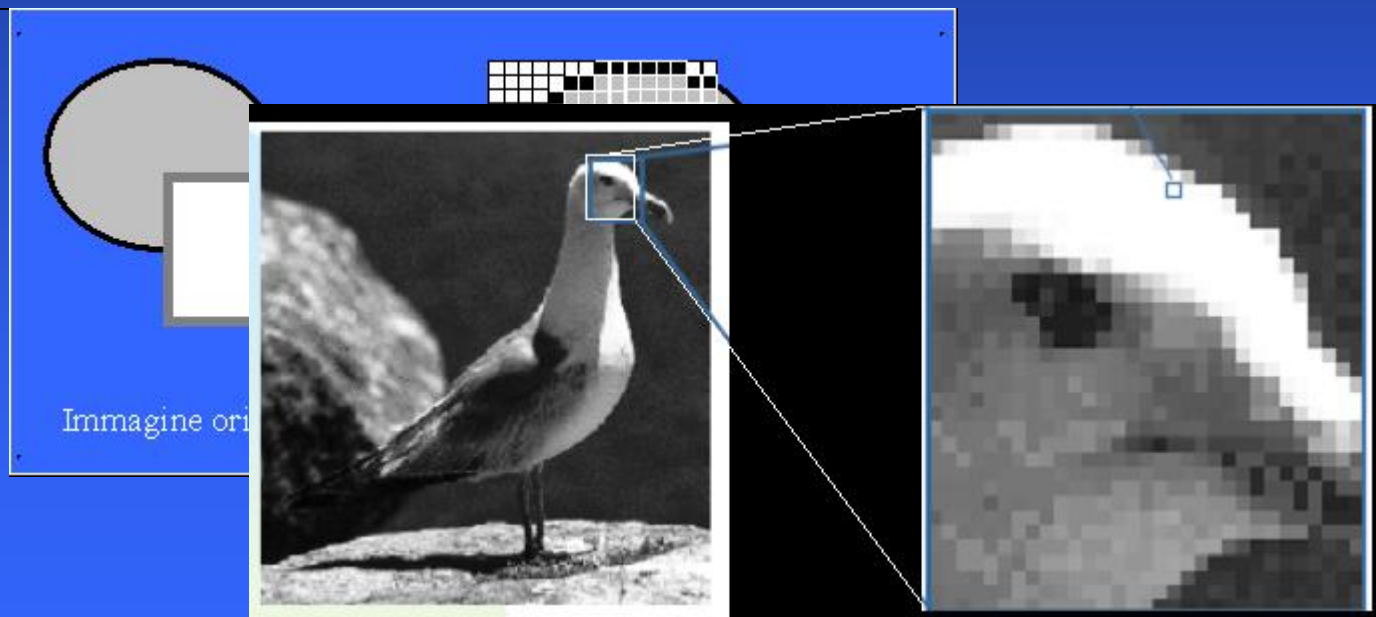
Camere terrestri, metriche e semimetriche, amatoriali



L'immagine digitale

Immagini digitali: il contenuto fotografico (radiometria) viene registrato sotto forma di numeri.

Rappresentazione RASTER: si divide l'immagine fotografica in elementi di dimensioni finite (pixel) e si associa a ognuno di essi il numero che rappresenta la radiometria della porzione di immagine contenuta.

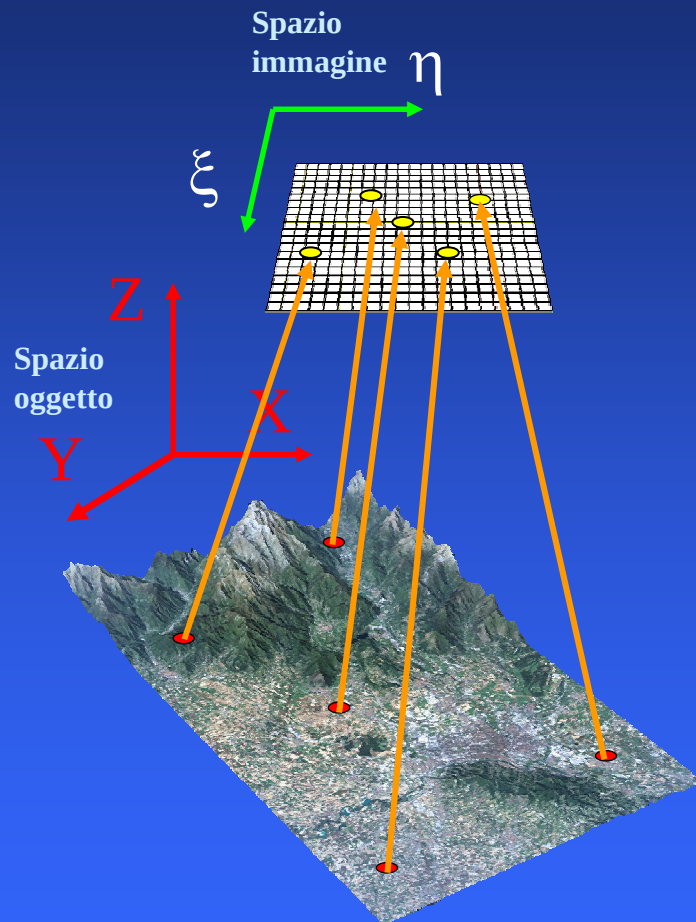


Rilievo

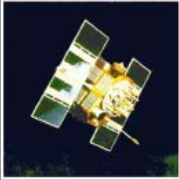
Per la ricostruzione completa occorrono molti fotogrammi parzialmente sovrapposti



Orientamento



Schema Punti di appoggio nel blocco

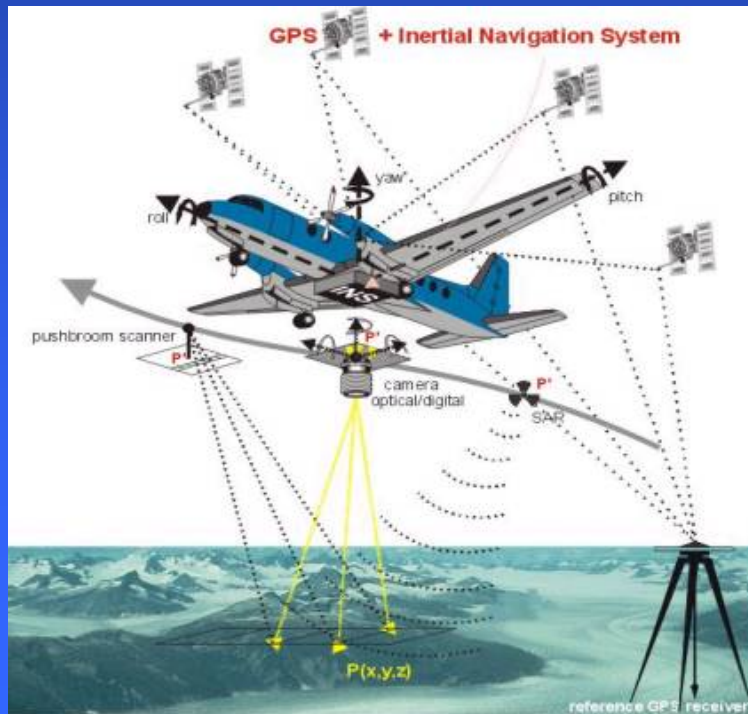
	VARENNA	CODICE	8
	Proprietà: SUOLO PUBBLICO		
	Comune: Varenna fraz. Fiumelatte		
Rilevo effettuato da: Studio Baragiola Topografia Avanzata e GIS - Cantù (Co) - 2001			
			
Percorrendo la strada statale 36 da Lecco direzione Colico, arrivati in località Fiumelatte fino a raggiungere l'Incubatoio de Marchi. Note:		Vertice GPS di riferimento Accesso: LIBERO Il vertice si trova in prossimità dell'Incubatoio de Marchi. Materializzazione: Centrino in ottone posto sul muretto che delimita un'aiuola costeggiante l'entrata del parcheggio prospiciente. Quota a testata muretto.	
COORDINATE DEL VERTICE GPS			
Geografiche (WGS84) φ: 45°59'47,19912" Hell: 249,719 m λ: 09°17'29,09033"		Piane (Gauss-Boaga) N: 5.093.714,258 m Ortom: 201,546 m E: 1.522.592,437 m	
Geografiche (Roma 40)		NOTE:	

Orientamento

GPS (Global Positioning System)

INS (Inertial Navigation System)

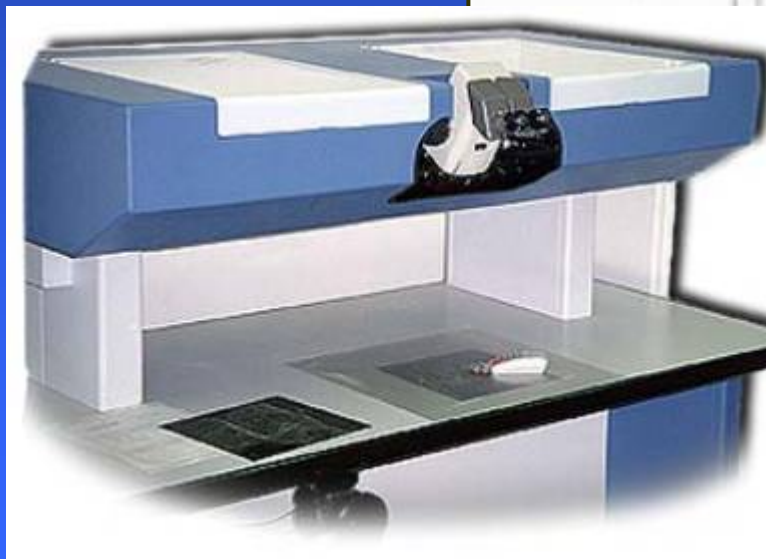
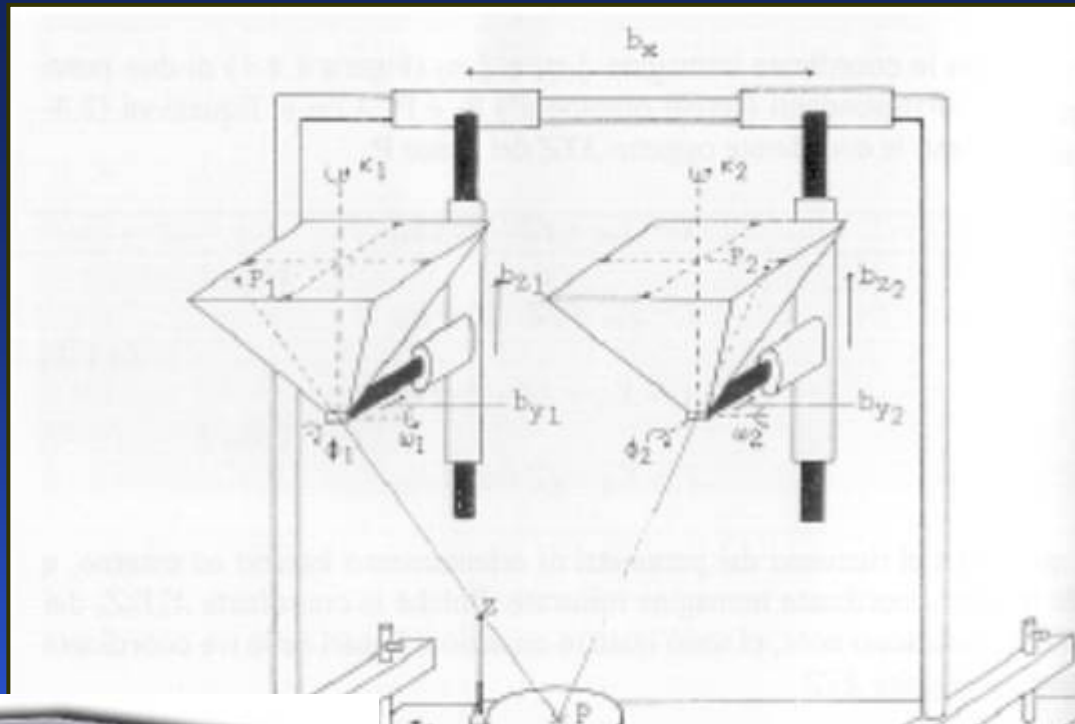
Contiene tre coppie di accelerometri e giroscopi che misurano rispettivamente l'accelerazione e la velocità angolare rispetto ad un sistema inerziale.



- GPS:**
- Posizione
 - Velocità

- INS:**
- Posizione
 - Velocità
 - Velocità di rotazione

Restituzione



Differenze

La principale differenza tra la fotogrammetria analitica e la fotogrammetria digitale risiede nella diversa natura del **dato primario, le immagini**

- Fotogrammetria analitica → immagini fotografiche
- Fotogrammetria digitale → **immagini digitali** (indeformabili)

Differenze operative

In fotogrammetria analitica l'**operatore** osserva, interpreta l'immagine e ne estrae informazioni, scegliendo i punti necessari alle operazioni di orientamento e di restituzione, e collimandoli ne misura le coordinate.

In fotogrammetria digitale i punti, dati in termini di coordinate pixel i,j , possono essere scelti da un operatore, ma l'individuazione dei punti e la collimazione precisa **puo' essere automatica**

Differenze

La differenza nel dato primario comporta una *semplificazione degli strumenti*:

il restitutore analitico è una integrazione di stereocomparatore, stereoscopio e h/w s/w necessari per orientamento e restituzione

il restitutore digitale è principalmente costituito da SOFTWARE :

Digital Photogrammetric Workstation (DPW)

La sostanziale novità in termini di software per la fotogrammetria digitale riguarda la possibilità di individuare automaticamente punti caratteristici: marche fiduciali, punti pre-segnalizzati, punti omologhi e di estrarre automaticamente forme di interesse dall'immagine.

Ora si tende anche allo sviluppo di tecniche di riconoscimento e interpretazione, non solo all'estrazione di forme geometriche

Warning

queste 'semplificazioni' comportano vantaggi e svantaggi

vantaggi :

- l'utente non deve più essere un operatore esperto
- si amplia la base di utenza e si diffonde l'uso della tecnica
- si può produrre a costi minori

svantaggi :

- la progettazione del software è più impegnativa
- bisogna utilizzare tecniche statistiche sofisticate
- l'utente non esperto può utilizzare male la tecnica

ATTENZIONE: molte fasi sono comunque da riservare ad **operatori esperti**. Gli automatismi non difendono da una **cattiva progettazione ed esecuzione** delle tre fasi del processo fotogrammetrico: presa, orientamento, restituzione

Applicazioni (digitali)

BIOMETRICA

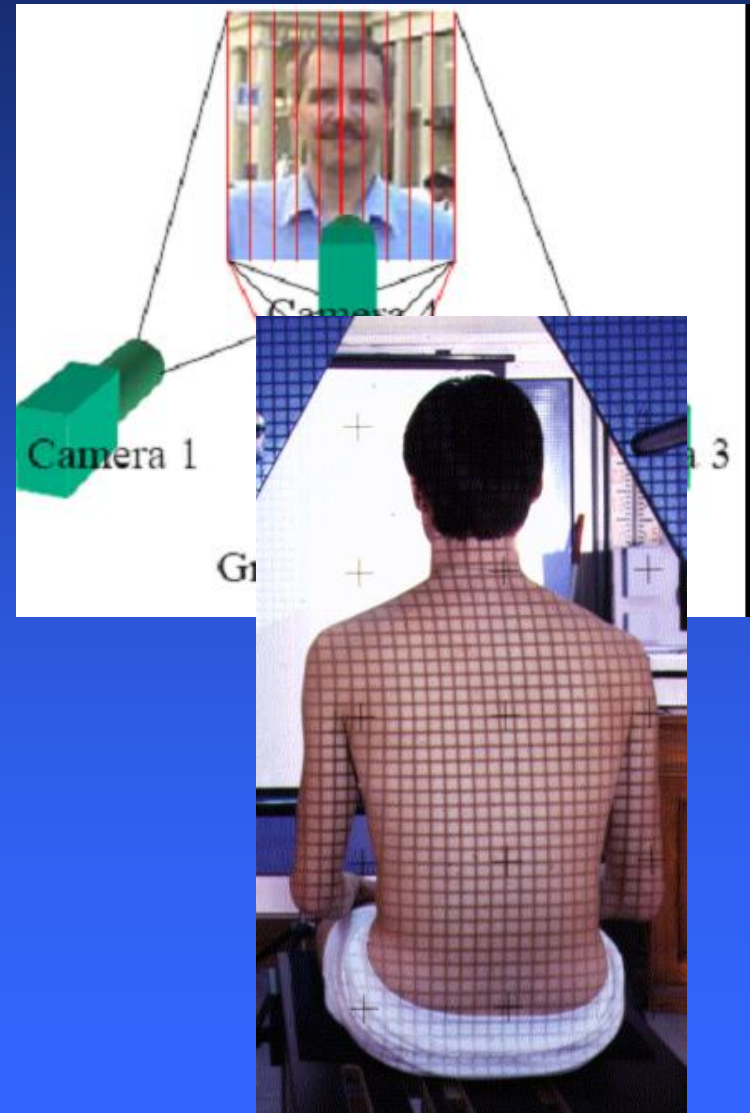
(p.e. per riconoscimento automatico)

Impronte digitali

Ricostruzione di visi

ERGONOMIA

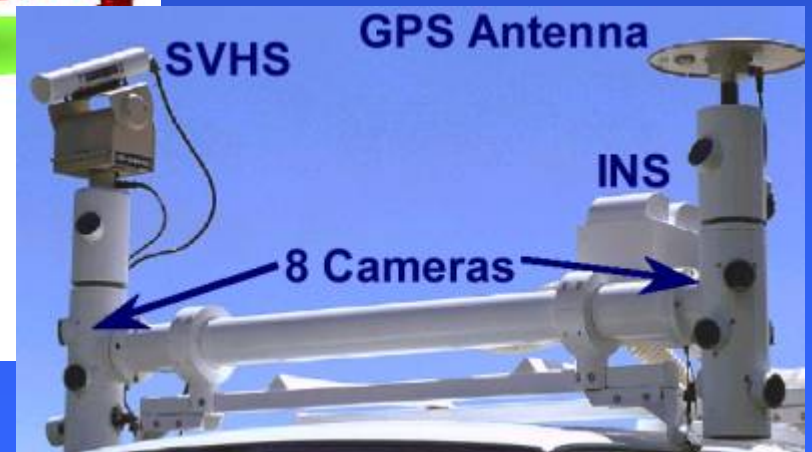
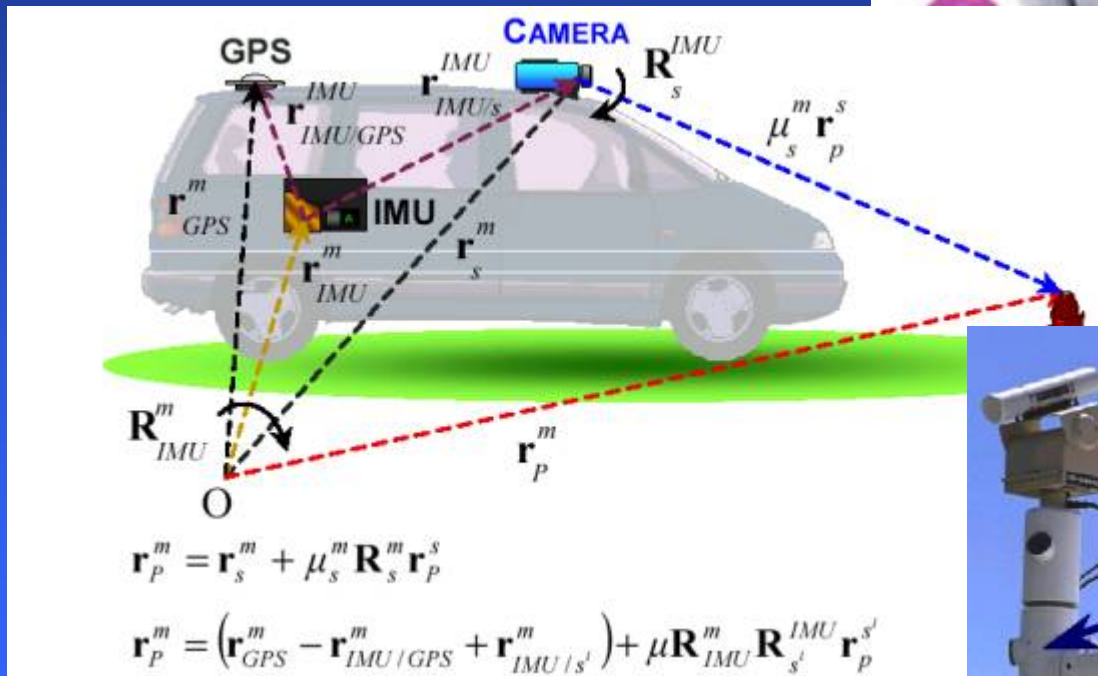
Modellizzazione esseri viventi



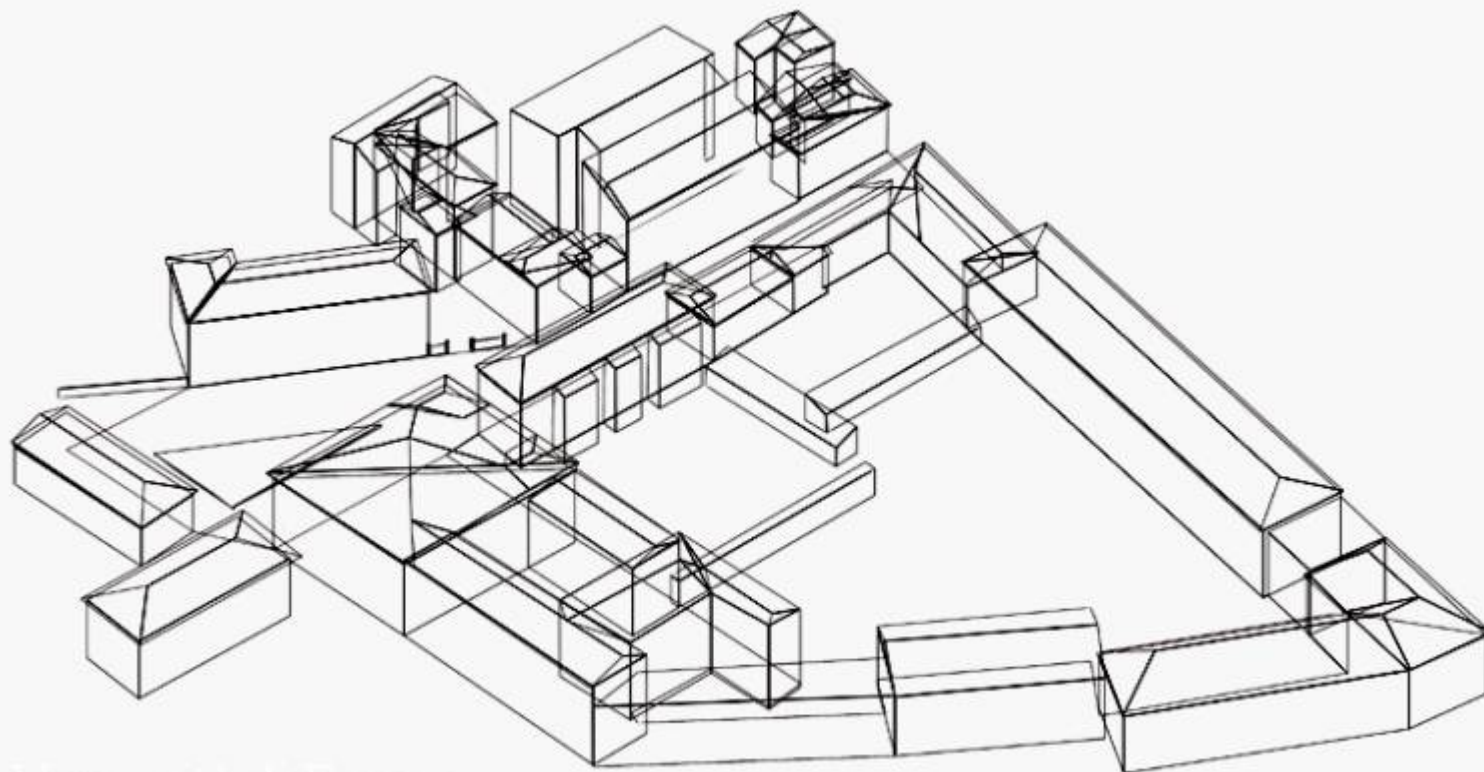
COMPUTER VISION

Robot

Mobile Mapping Vehicle

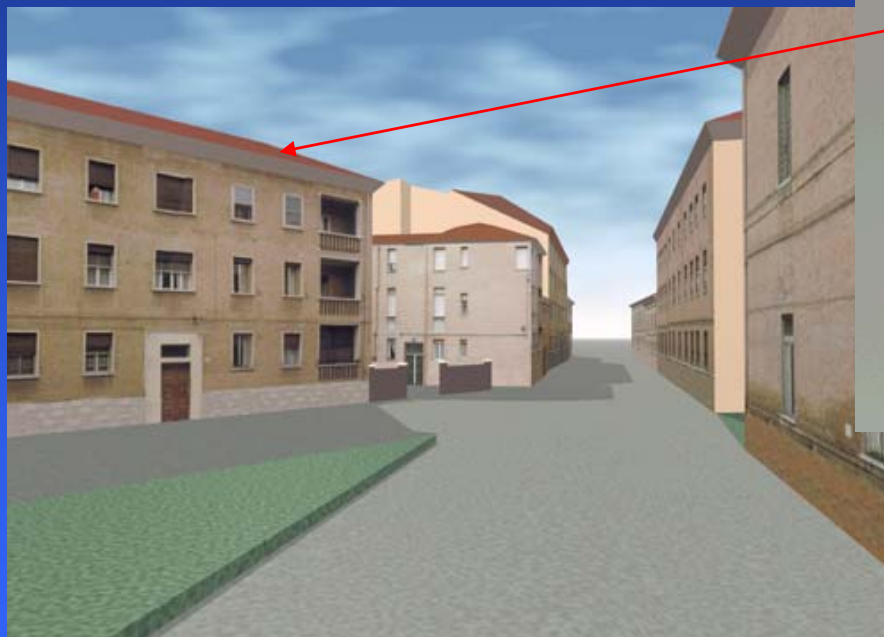


Restituzione di modelli 3D di edifici

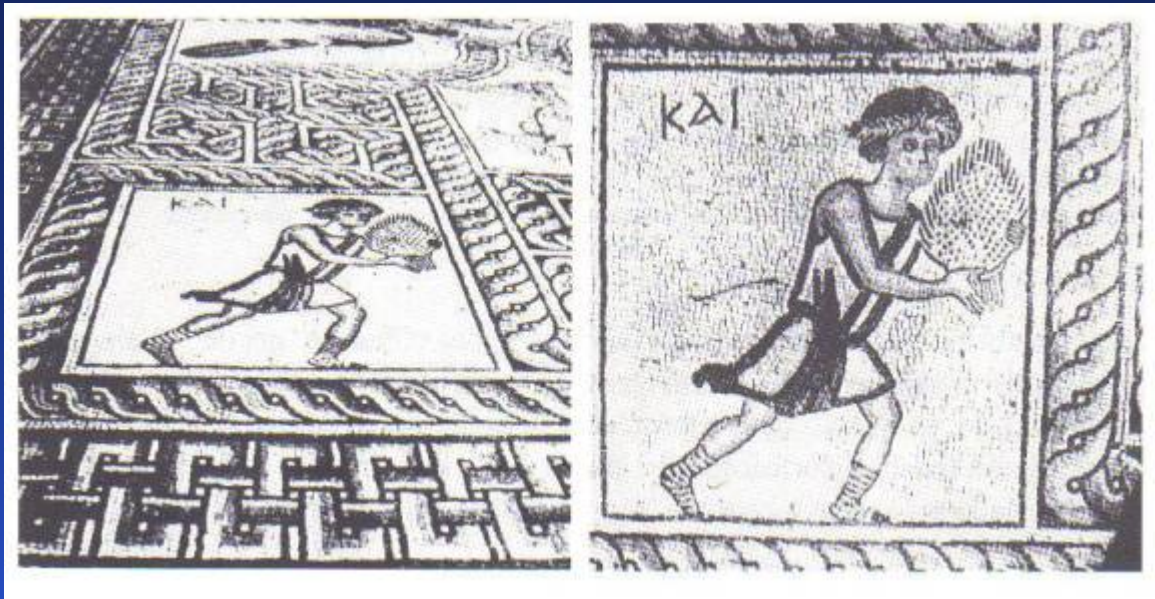


Università di Ferrara

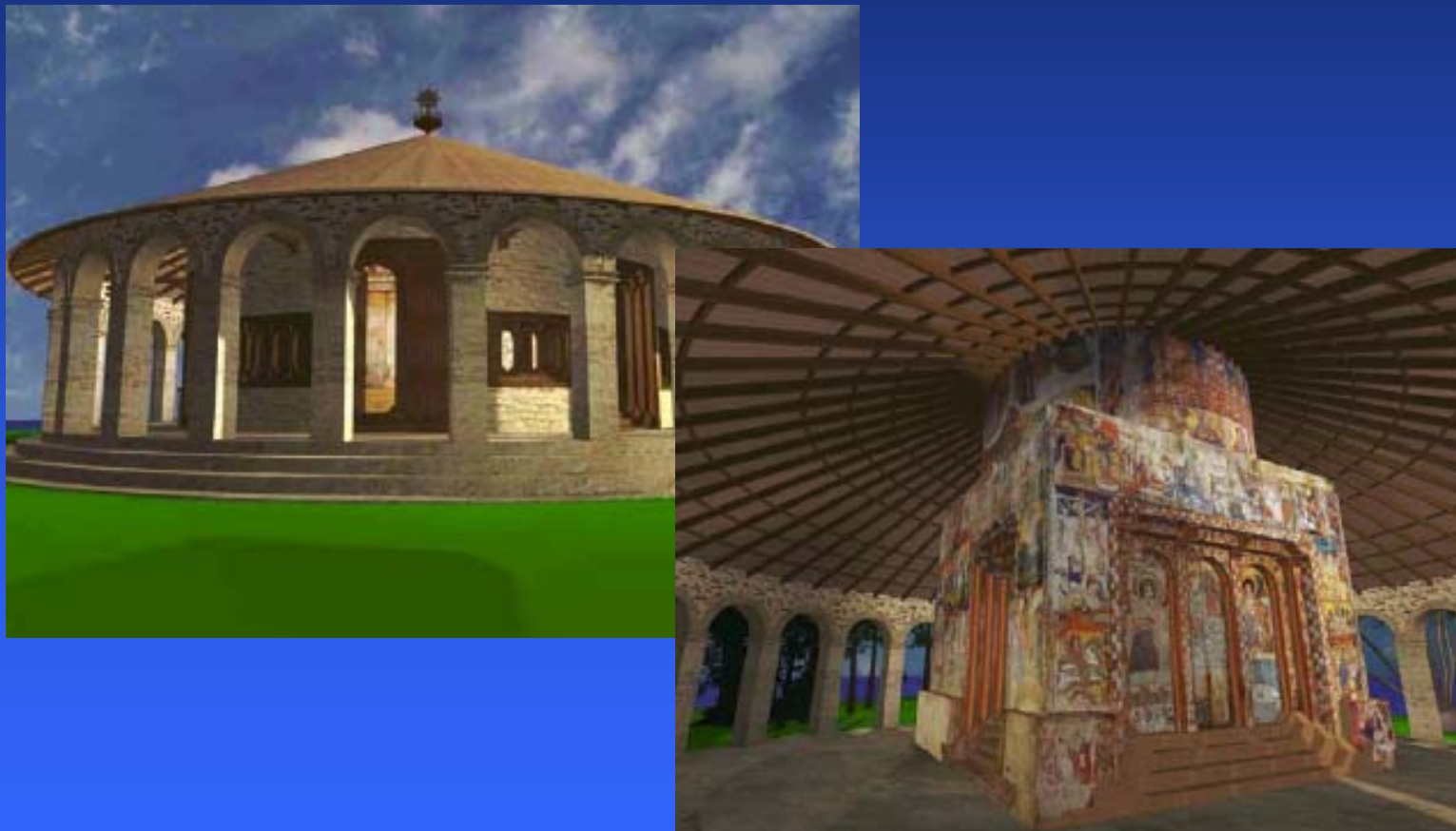
Modello solido con proiezione della tessitura originale o con tessitura sintetica



Università di Ferrara



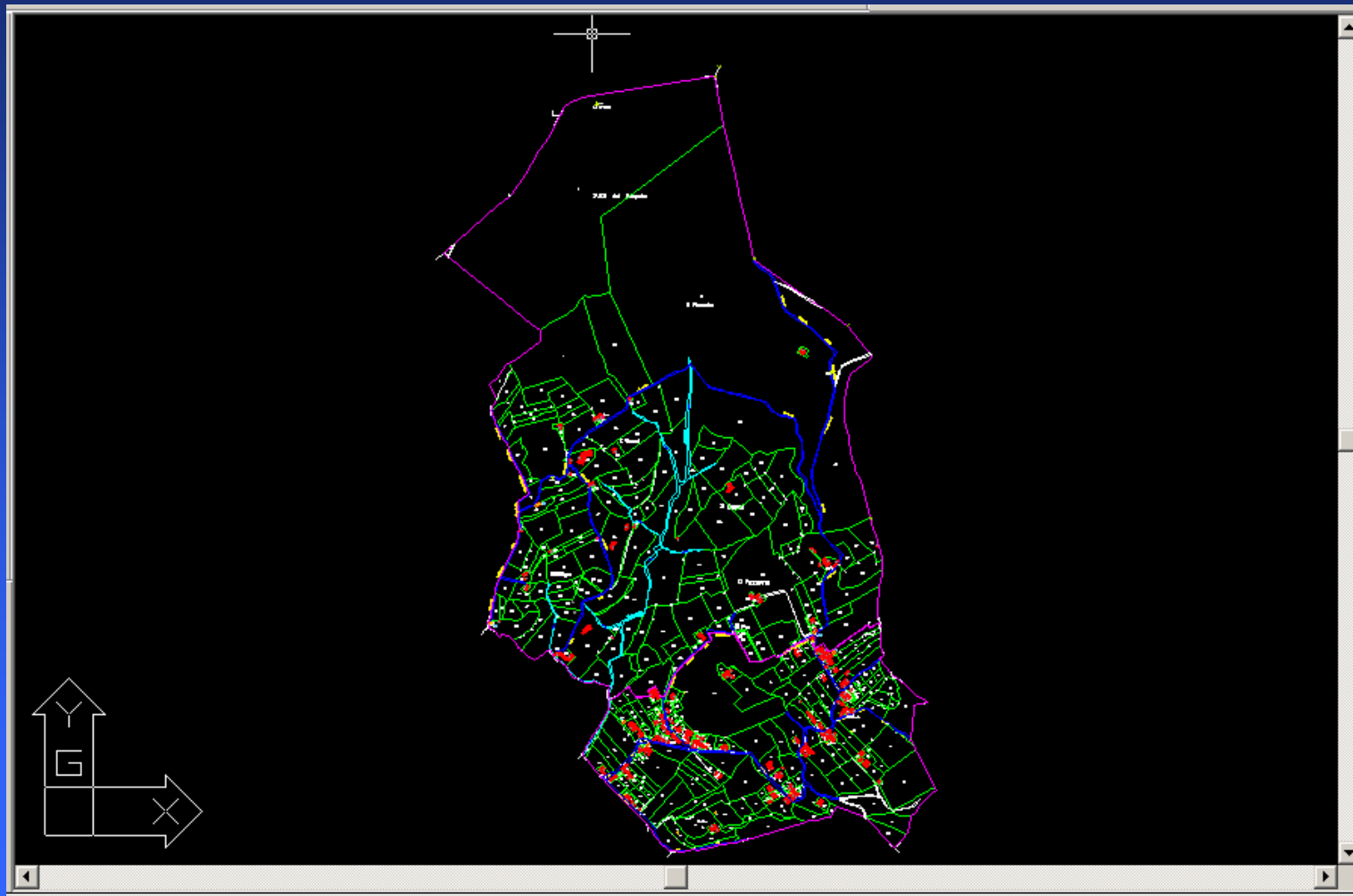
Visualizzazioni 3 D Realtà virtuale



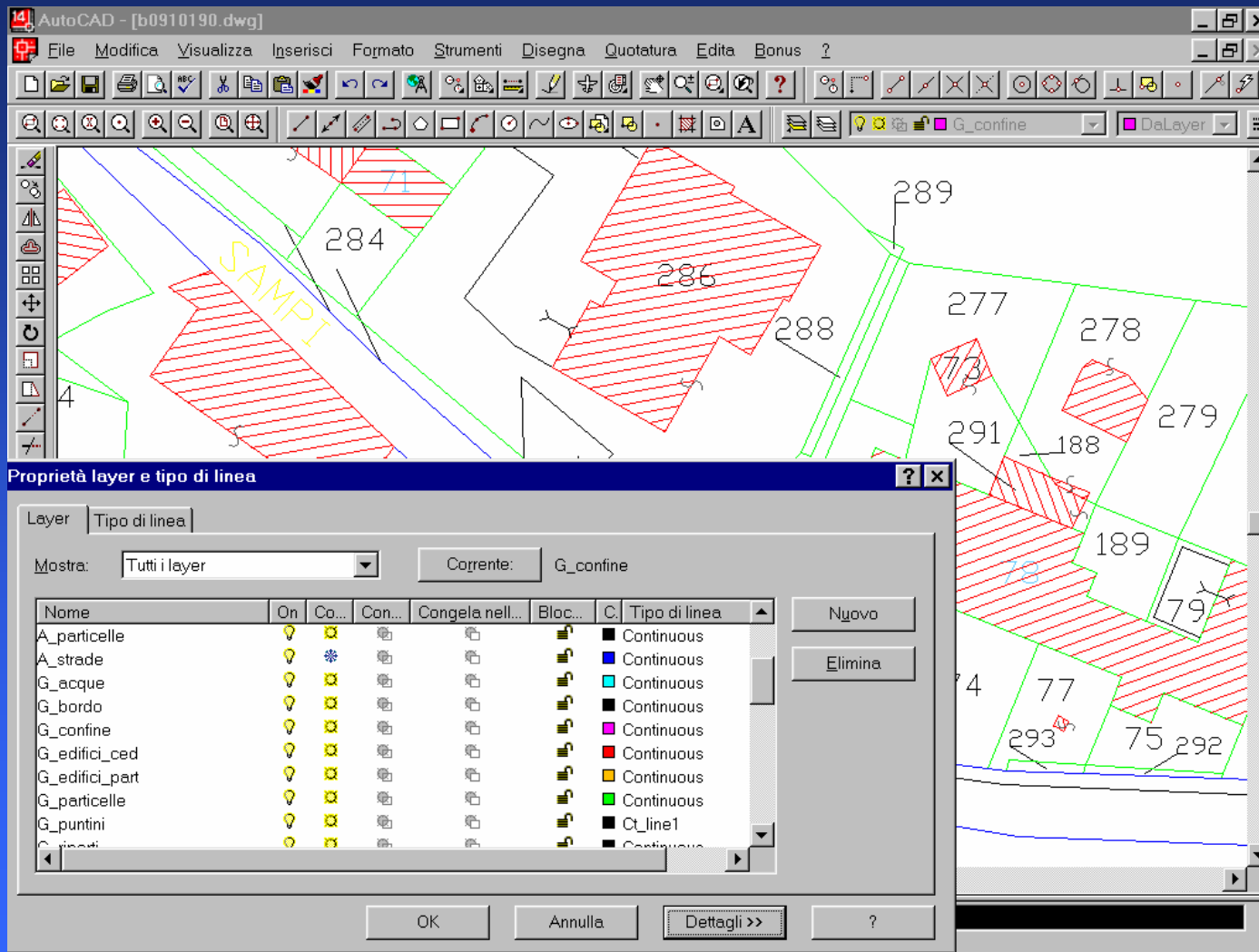
Cartografia raster



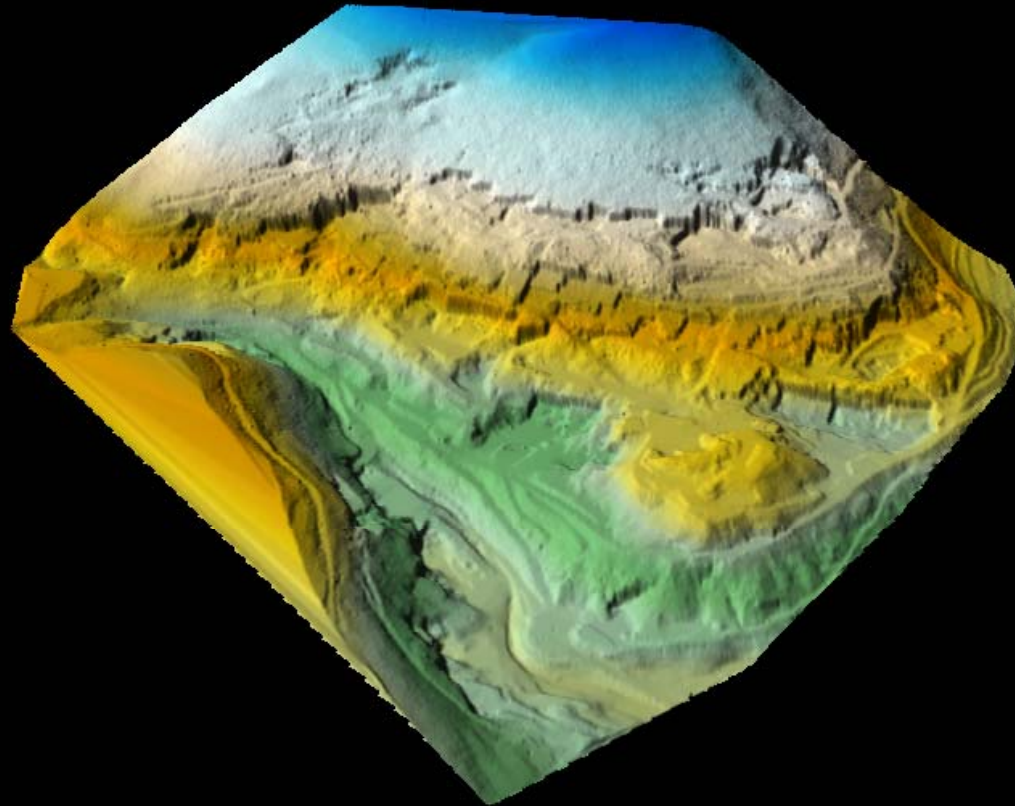
Cartografia vettoriale



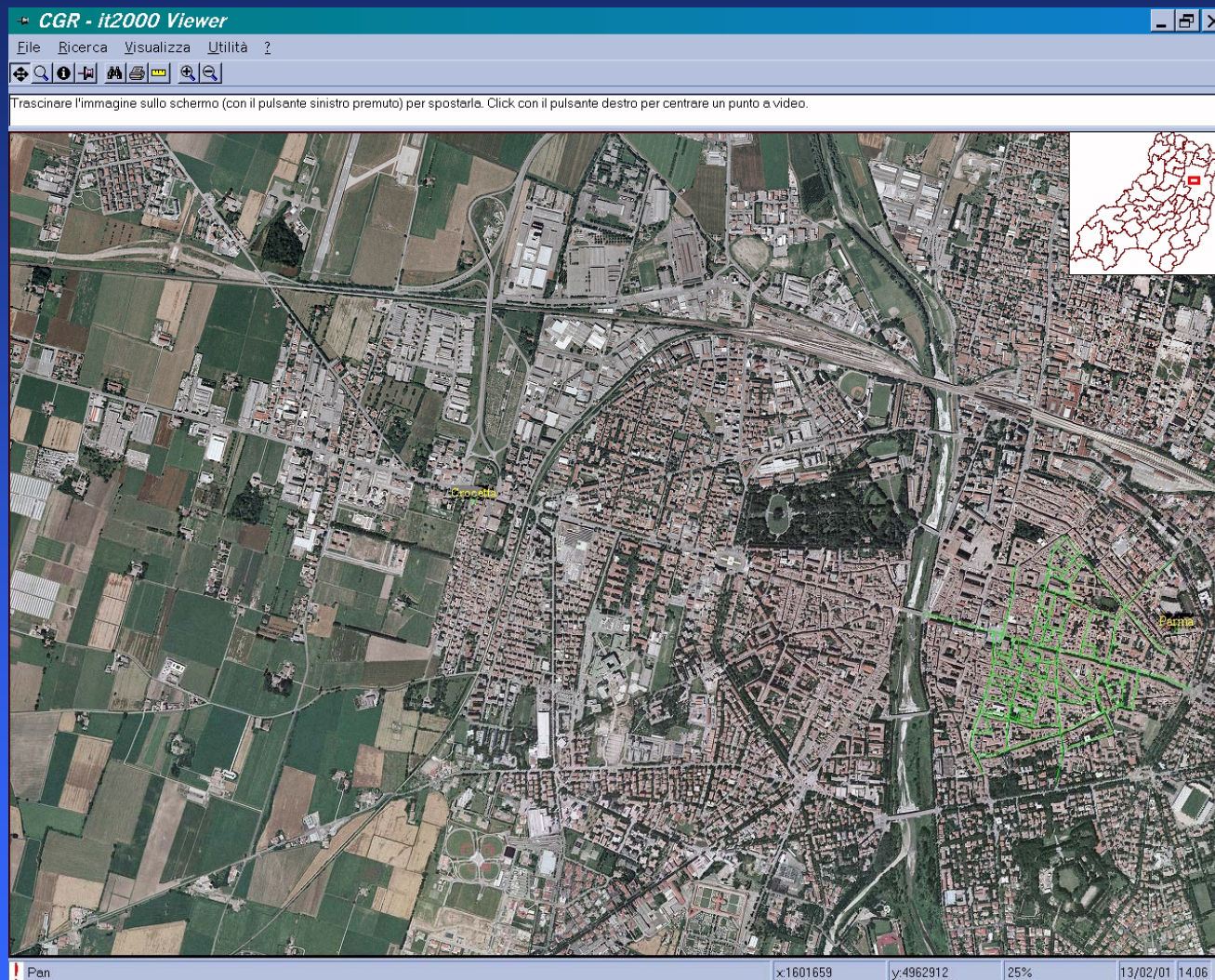
Cartografia numerica e DB topografici



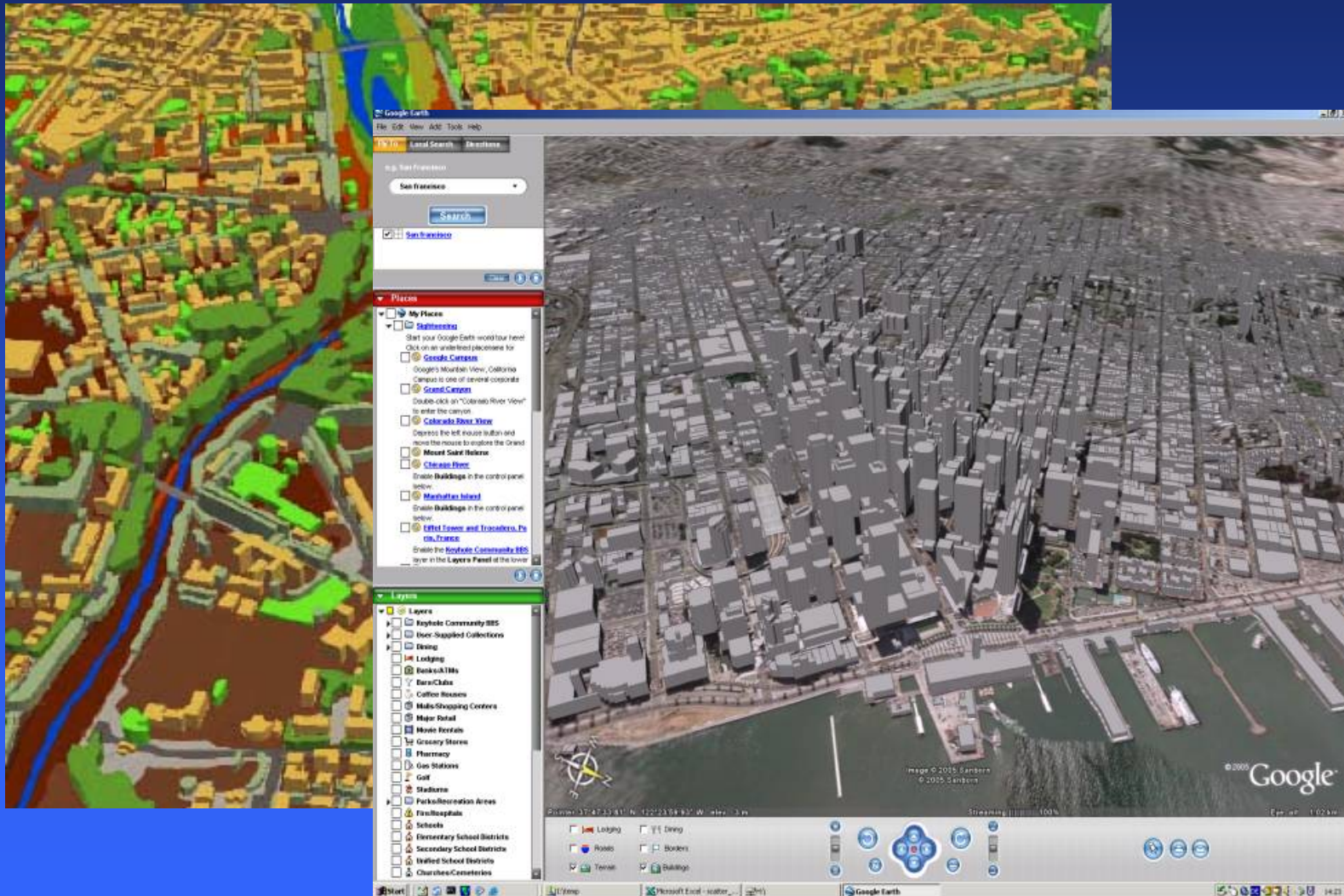
DTM: modelli digitali del terreno



Ortofoto digitali



3 D city models



Integrazione della fotogrammetria con altre tecniche

Laser scanning
aviotrasportato (LIDAR)
o terrestre

Radar Interferometrico
da satellite (Synthetic
Aperture Radar –
SRTM)

