

La Geomatica per il Monitoraggio degli Edifici, delle Infrastrutture e dell'Ambiente
Aula Magna, Collegio Alessandro Volta - 21 ottobre 2019

Il rilievo geomatico svolto presso il ponte della strada Savonesa a Tortona

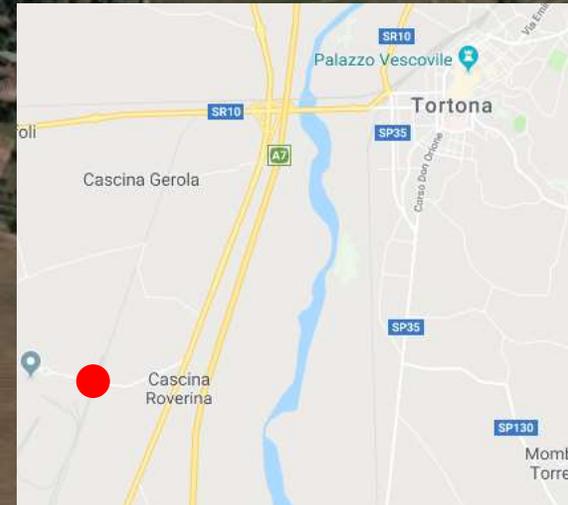
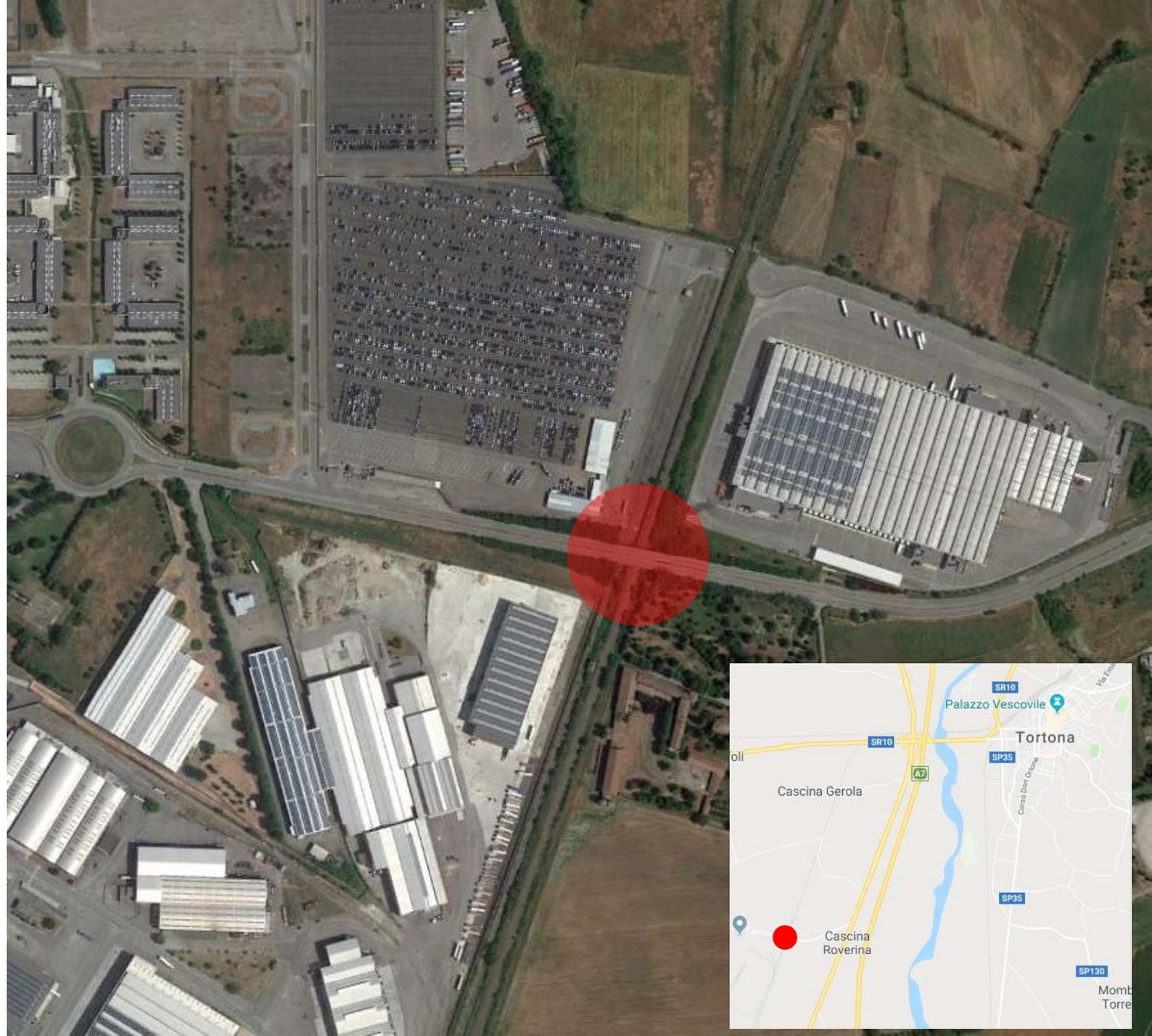
Marica Franzini, Vittorio Casella
Laboratorio di Geomatica, Università di Pavia





Strada Savonesa

- › Il sovrappasso ferroviario oggetto di rilievo è situato nei pressi dell'Interporto di Rivalta Scrivia vicino a Tortona (AL)



Sovrappasso ferroviario

- › L'area è contraddistinta da una serie di vincoli:
 - › Presenza di una doppia linea ferroviaria
 - › Complessità geometrica del manufatto soprattutto per la presenza di pilastri
 - › Isolamento





Ruolo della Geomatica

- › Documentare lo stato attuale del manufatto
- › Predisporre un sistema per il suo monitoraggio nel tempo

Materializzazione del sistema di riferimento

- › I capisaldi :
 - › Devono essere stabili nel tempo
 - › Devono essere visibili dalle stazioni di misura
- › L'isolamento e la complessità geometrica della struttura non hanno permesso di realizzare un sistema di capisaldi su elementi esterni



Materializzazione del sistema di riferimento

- › 10 target riflettenti sono stati monumentati sulle due spalle del sottopasso ferroviario
- › Le spalle, seppur parte della struttura, sono state ritenute sufficientemente stabili per la realizzazione del sistema di riferimento





Trimble SX10

- › Scanning Total Station:
 - › Stazione totale (1 secondo)
 - › Laser scanner (fino a 26600 punti al secondo)
- › Dispone inoltre di fotocamere calibrate:
 - › Panoramica
 - › Primaria
 - › Telescopica

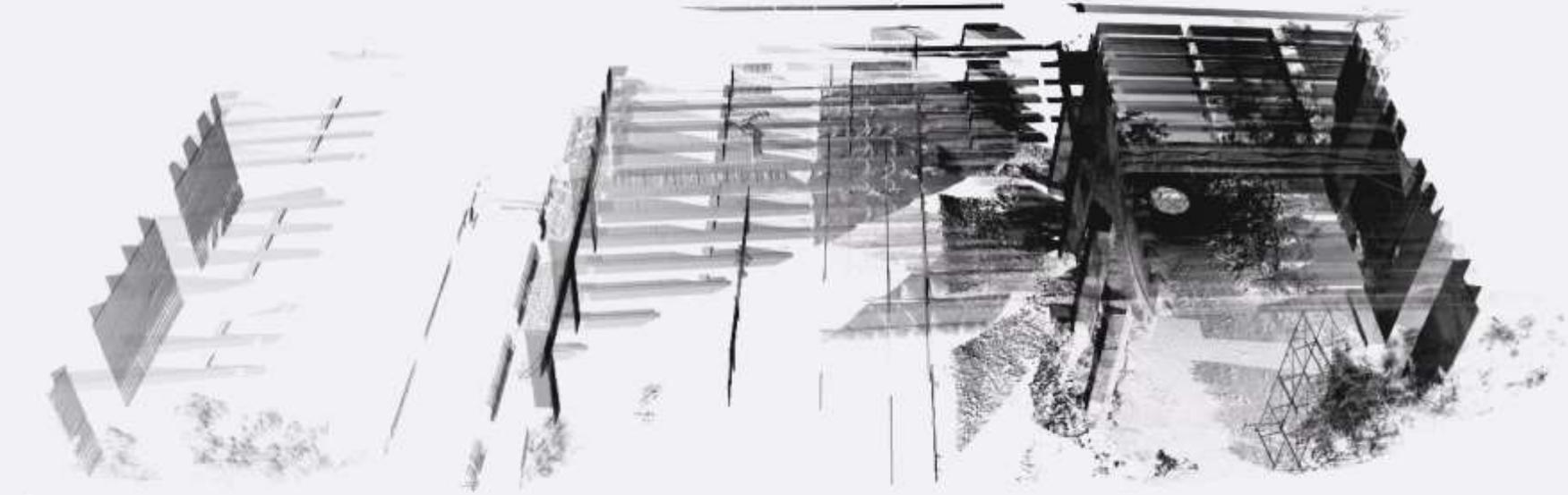




Rilievo laser e fotogrammetrico

- › Per documentare lo stato attuale del sottopasso sono state effettuate alcune scansioni laser dell'area
- › Contestualmente sono state le immagini ad alta risoluzione





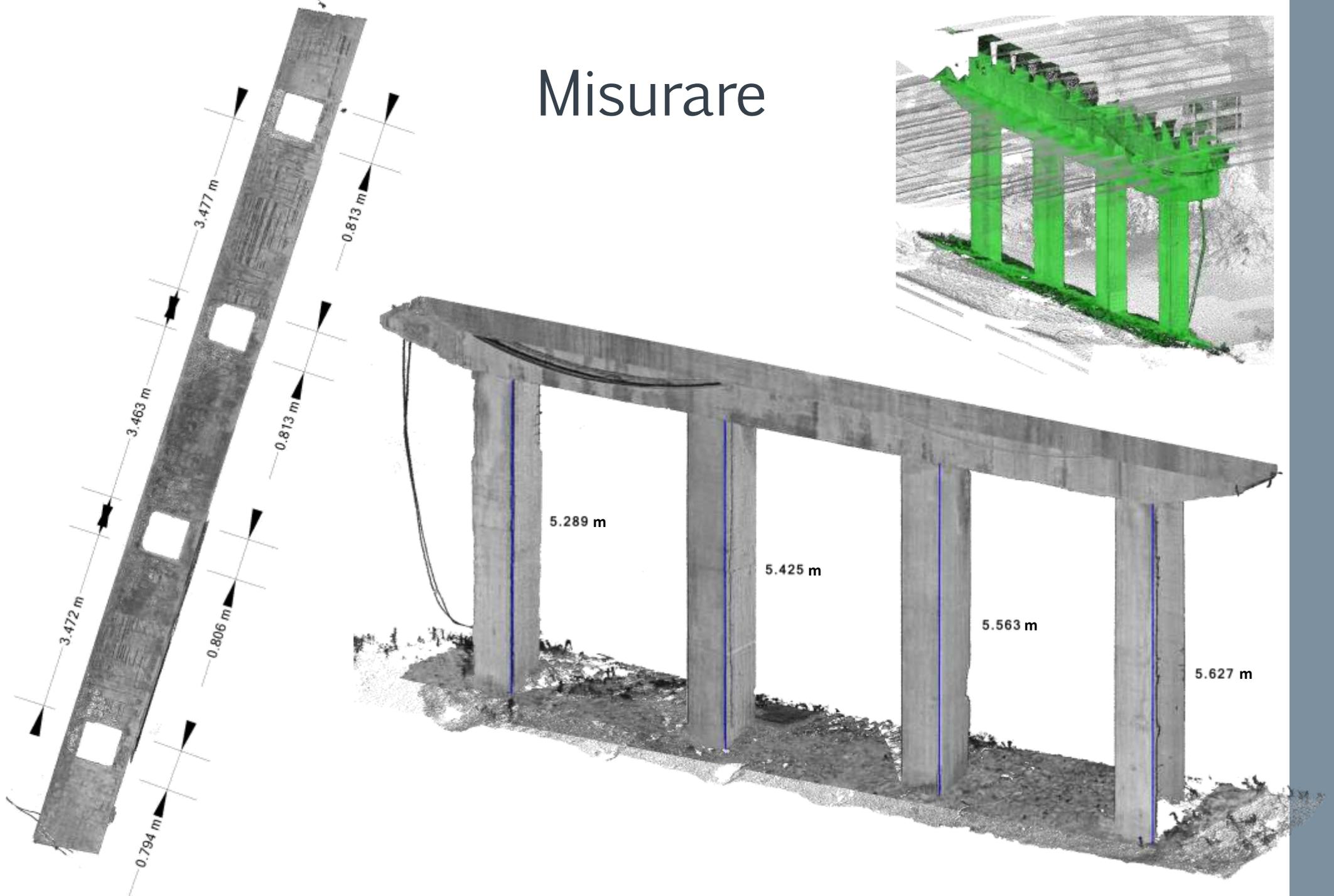


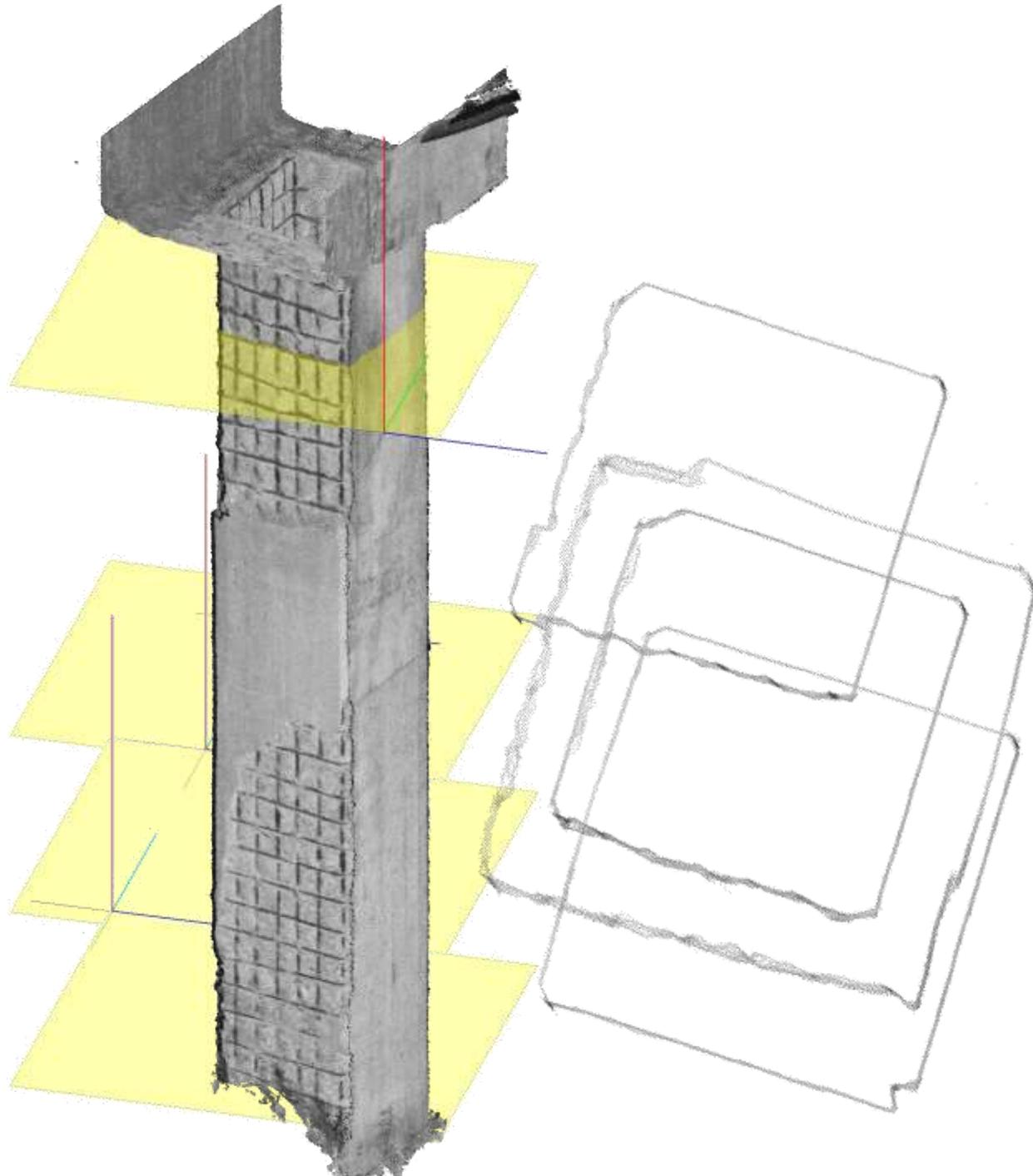
Livello di dettaglio

- › La densità dei punti permette di descrivere il manufatto con un impressionante livello di dettaglio (1.5 cm)



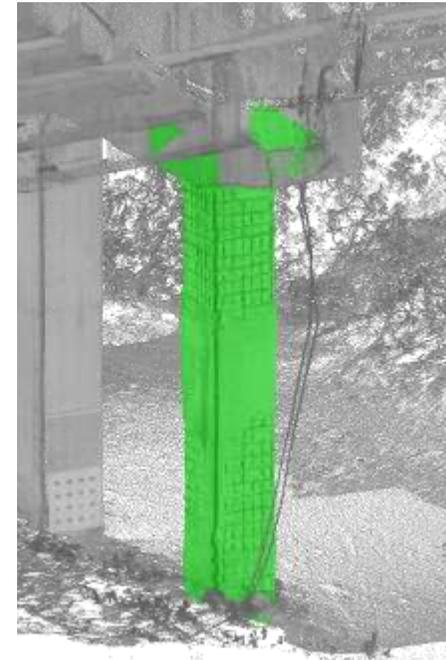
Misurare





Documentare

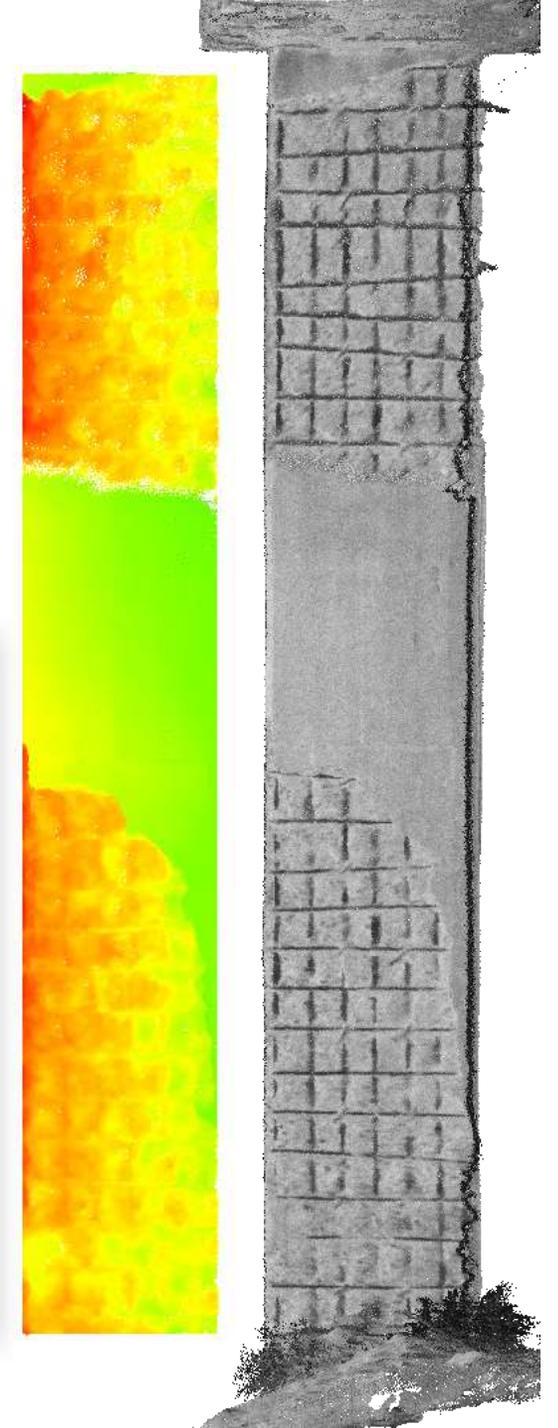
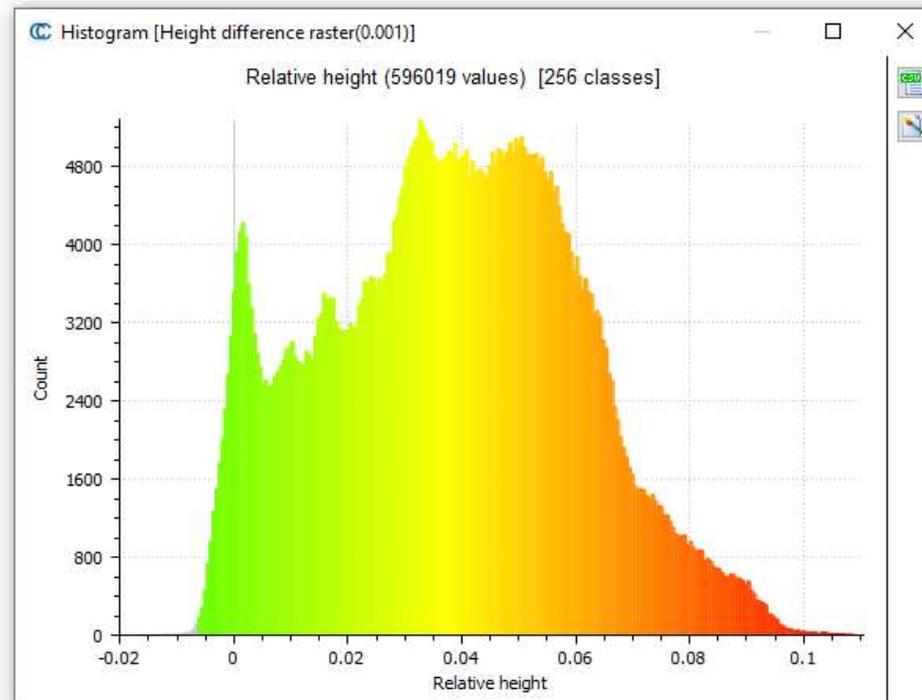
- › Creare sezioni per analizzare lo stato di deterioramento del manufatto in specifici punti





Analizzare

- › E' possibile valutare lo stato di degrado di un pilastro, quantificando ad esempio la distanza tra la superficie attuale e quella teorica





Fotocamere

- › La presenza di fotocamere all'interno della strumentazione permette di utilizzare tale informazioni a vari scopi
- › Le risoluzioni raggiunte sono superiori a quelle ottenibili con la sola scansione

Livello di densità scansione SX10	Risoluzione della nuvola di punti di scansione	Immagini SX10 tipo di fotocamera	Risoluzione immagine (dimensione di 1 pixel)
1 strato	50mm @ 50m	Panoramica	20mm @ 50m
4 strati	25mm @ 50m	Panoramica	20mm @ 50m
16 strati	12.5mm @ 50m	Primaria	4.4mm @ 50m
64 strati	6.25 mm @ 50m	Primaria	4.4mm @ 50m
		Telecamera	0.88mm @ 50m





Interpretazione della nuvola

- › L'uso integrato di punti rilevati con il laser e immagini ad alta risoluzione permette una miglior interpretazione dei dati





Misura sulla nuvola

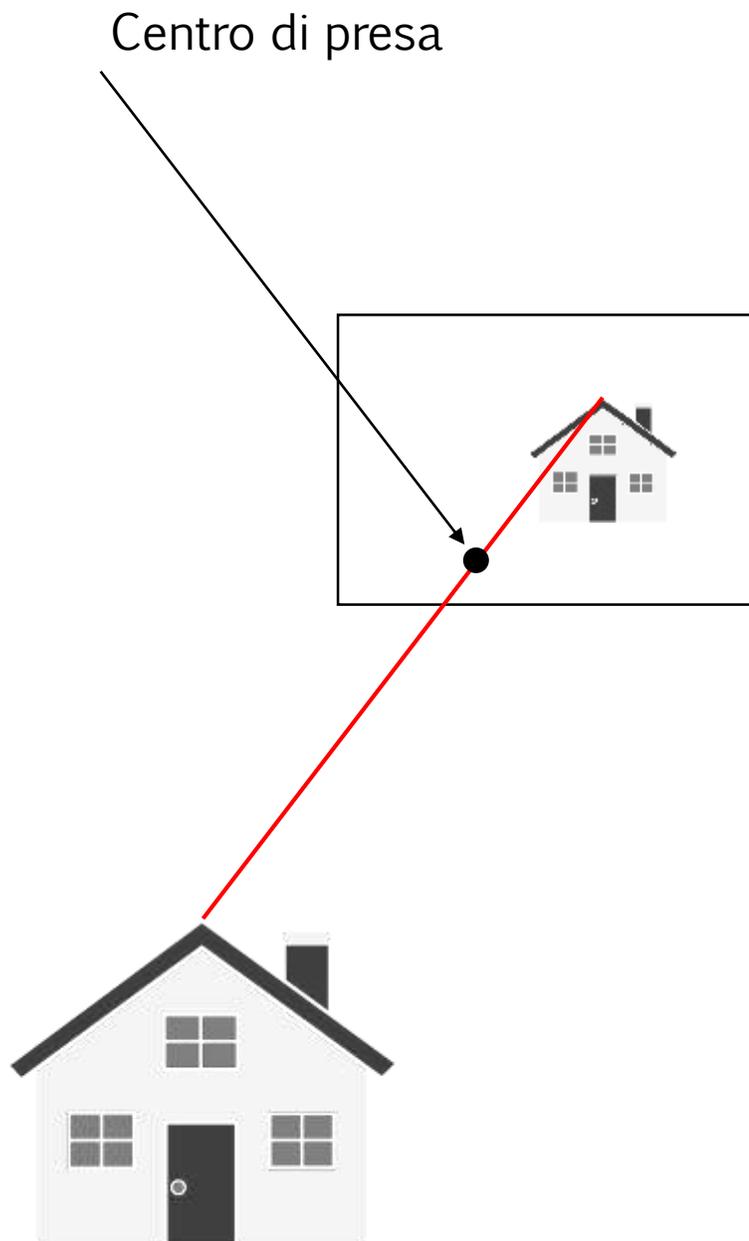
- › Interpretare meglio la nuvola permette anche di effettuare misure di precise
- › La misura è effettuata sulla nuvola e l'immagine è utilizzata a soli fini interpretativi





Presa fotogrammetrica

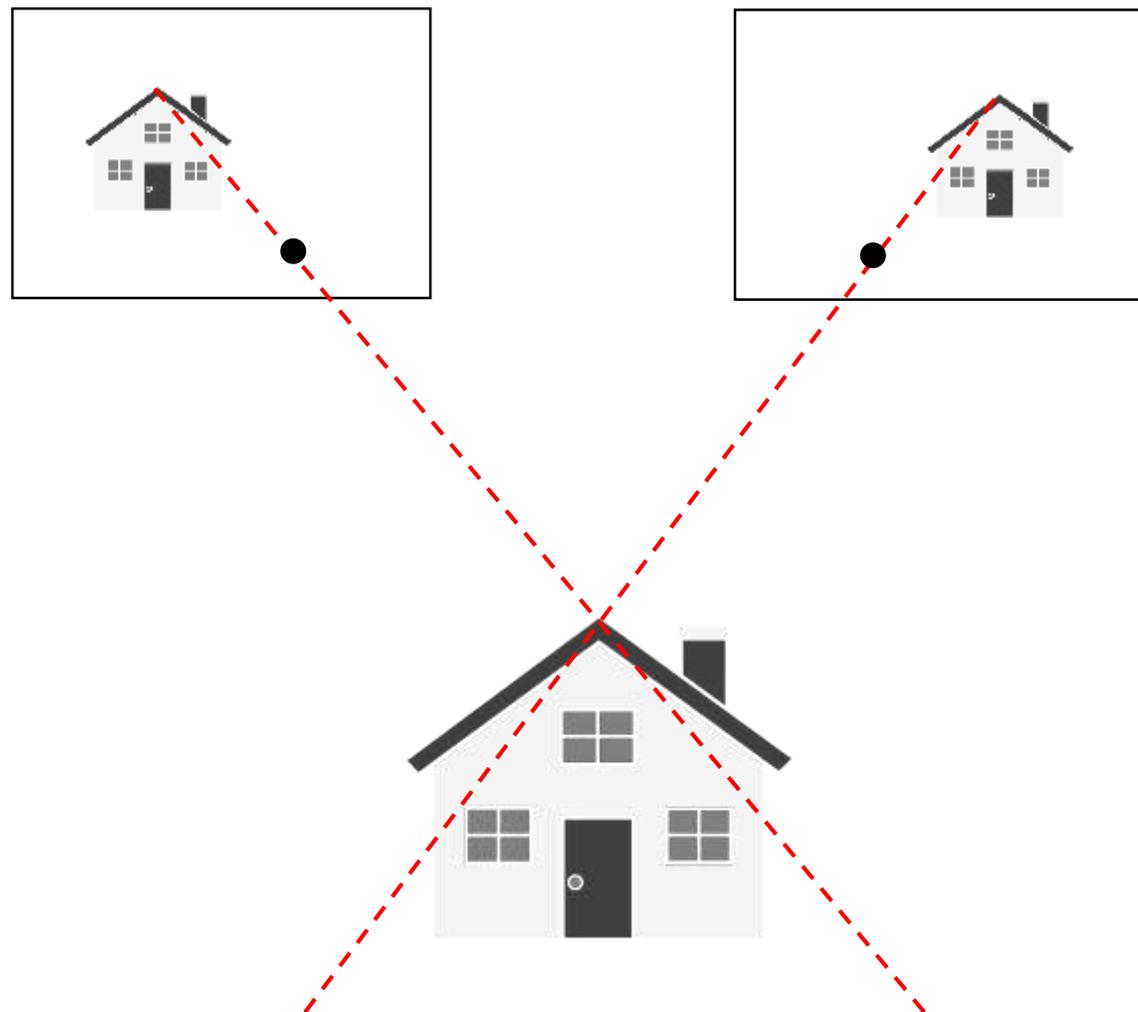
- › Le camera interne allo strumento permettono di effettuare anche misure fotogrammetriche
- › Durante la fase di acquisizione dei dati, il raggio ottico, partendo dall'oggetto, attraversa il centro di presa fino a raggiungere il piano focale dove l'immagine viene impressa





Misura fotogrammetrica

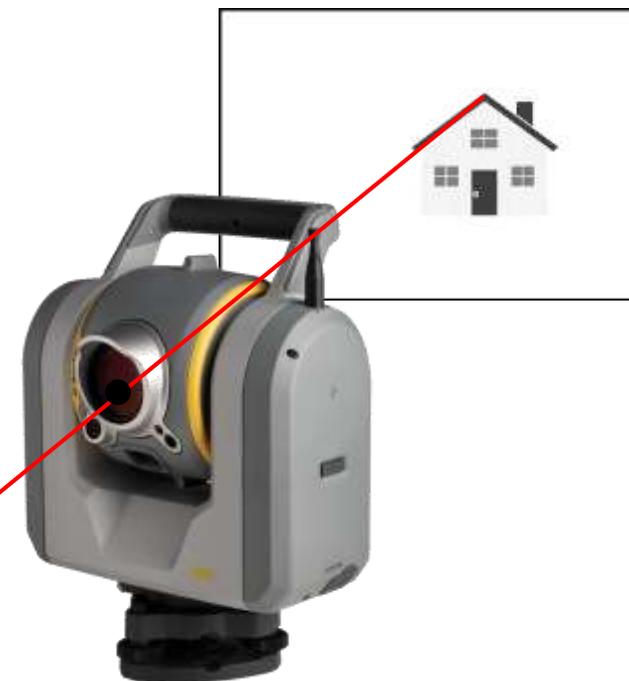
- › Dalle misure sulle immagini è possibile ricavare la posizione originaria dell'oggetto
- › La singola immagine fornisce unicamente una direzione
- › Servono almeno due immagini per fare la misure





Misura fotogrammetrica

- › Per effettuare la misure fotogrammetrica è necessario conoscere:
 - › la geometria interna della camera
 - › la posizione del centro di presa o, in altri termini, la posizione e l'orientamento delle camera al momento dello scatto dell'immagine

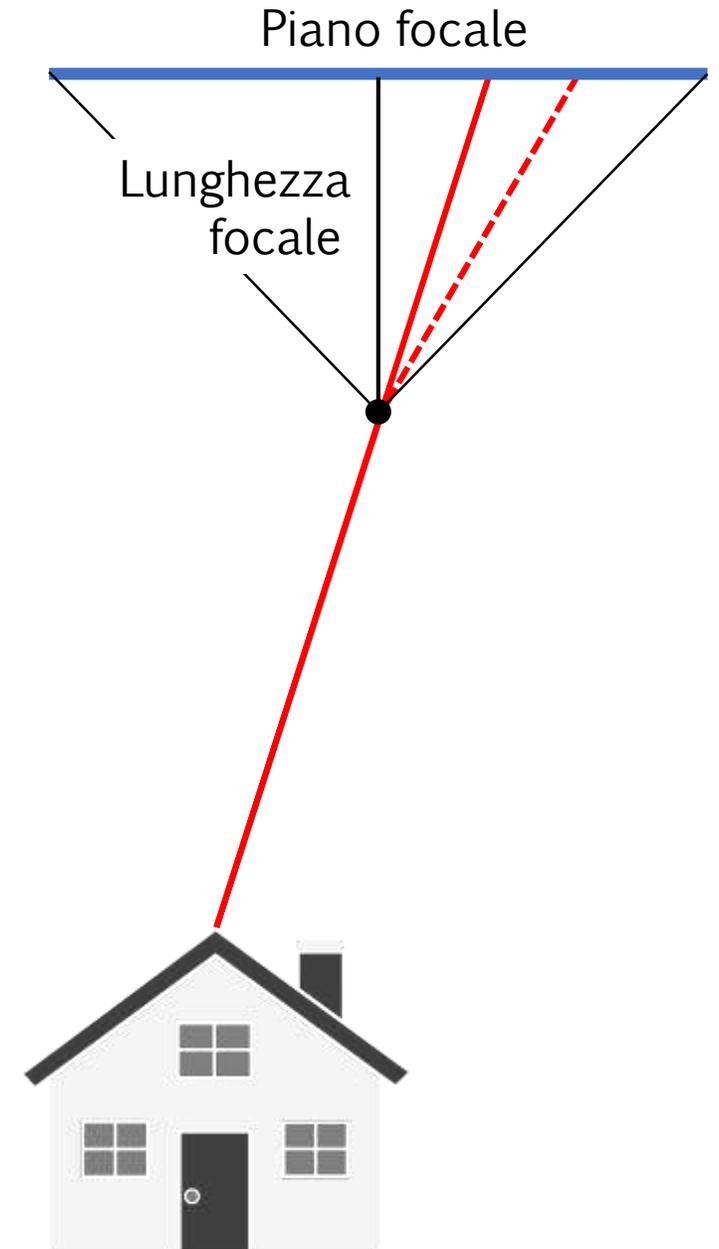


- › Nel caso di uno strumento topografico tale informazione è nota dalla conoscenza dell'orientamento



Geometria della camera

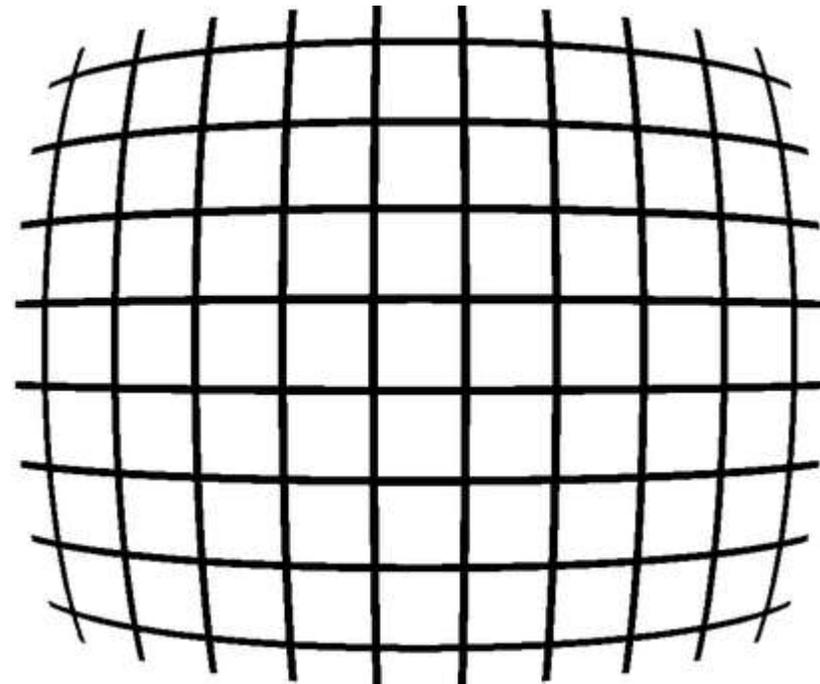
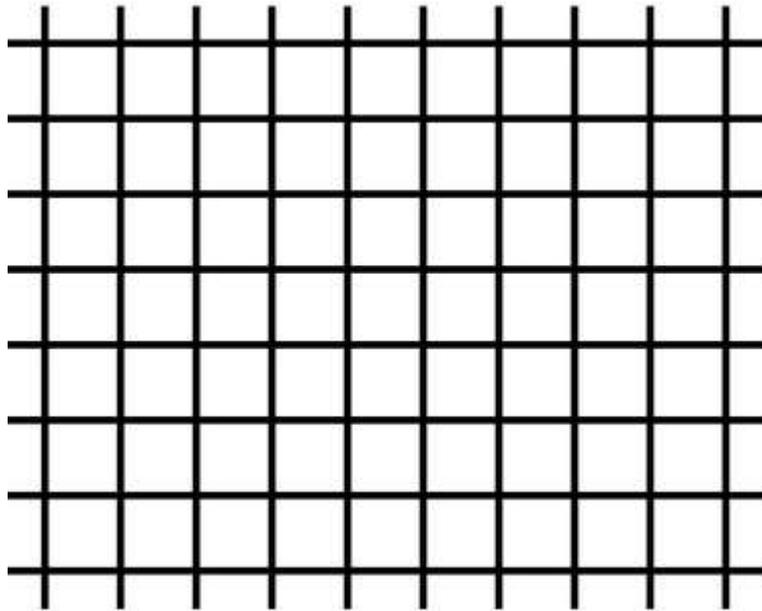
- › E' fondamentale conoscere la geometria interna della camera come lunghezza focale e caratteristiche del piano focale
- › La fotogrammetria si basa sul percorso seguito dal raggio ottico nella formazione dell'immagine. Il percorso è tutt'altro che lineare

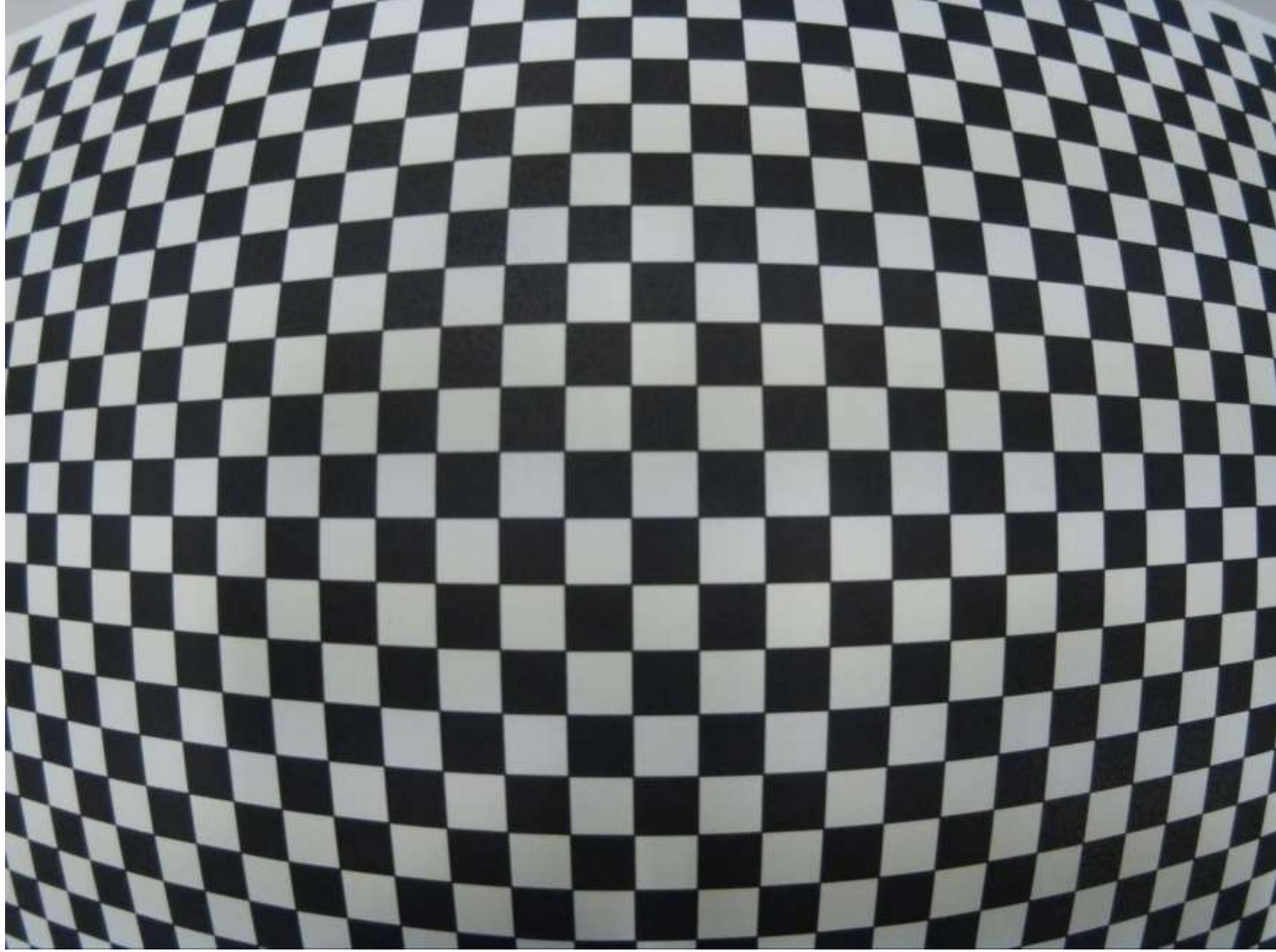




Calibrazione della camera

- › La distorsione provoca una deformazione nell'immagine prodotta e calibrare la camera permette di conoscere la legge che governa il fenomeno







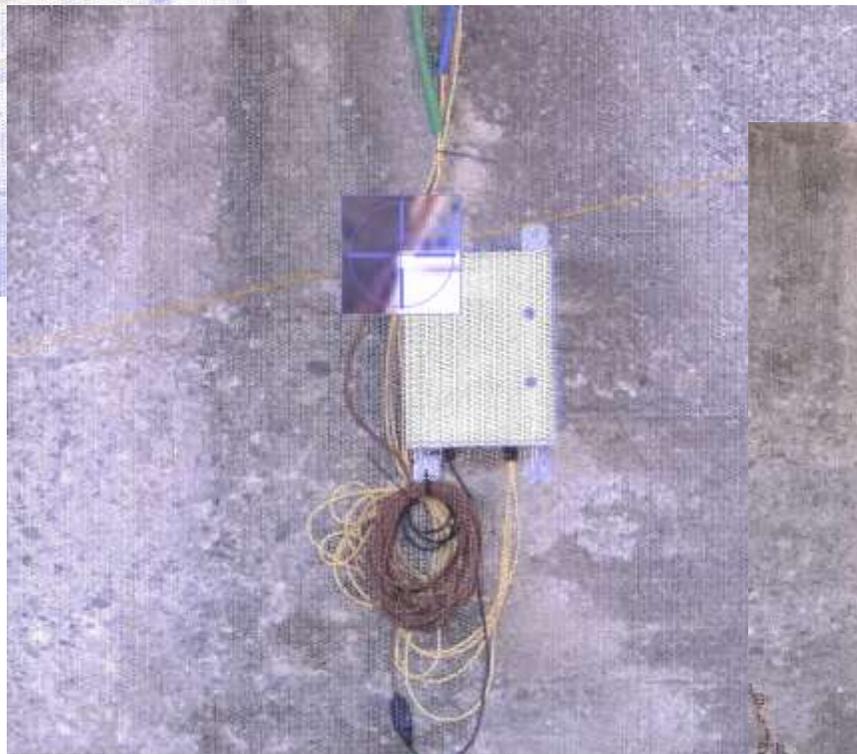


Misura fotogrammetrica

- › Disponendo di camere calibrate è possibile fare un uso fotogrammetrico delle immagini acquisite
- › Fotogrammetria tradizionale: osservando un particolare su almeno due immagini è possibile effettuare una misura fotogrammetrica. Non è necessario disporre di una nuvola di punti poiché si usano solo le immagini
- › Misura monoscopica: conoscendo l'orientamento di un immagine e disponendo di una nuvola di punti è possibile integrare le due informazioni per effettuare misure



La misura fotogrammetrica



Photogrammetry Points			
Point ID $\Delta \nabla$	Status ∇	Number of Obser ∇	Strength of F ∇
► F1	Resolved	3	0.339

Observations					
Observation ID Δ	Azimuth	H. Distance	V. Distance	H. Residual	V. Residual
100-F1 (P3)	55°39'26"	12.355	2.195	0°00'02"	0°00'12"
► 200-F1 (P1)	151°40'40"	9.764	2.213	0°00'06"	0°00'22"
400-F1 (P2)	104°19'05"	22.840	1.703	0°00'08"	0°00'10"

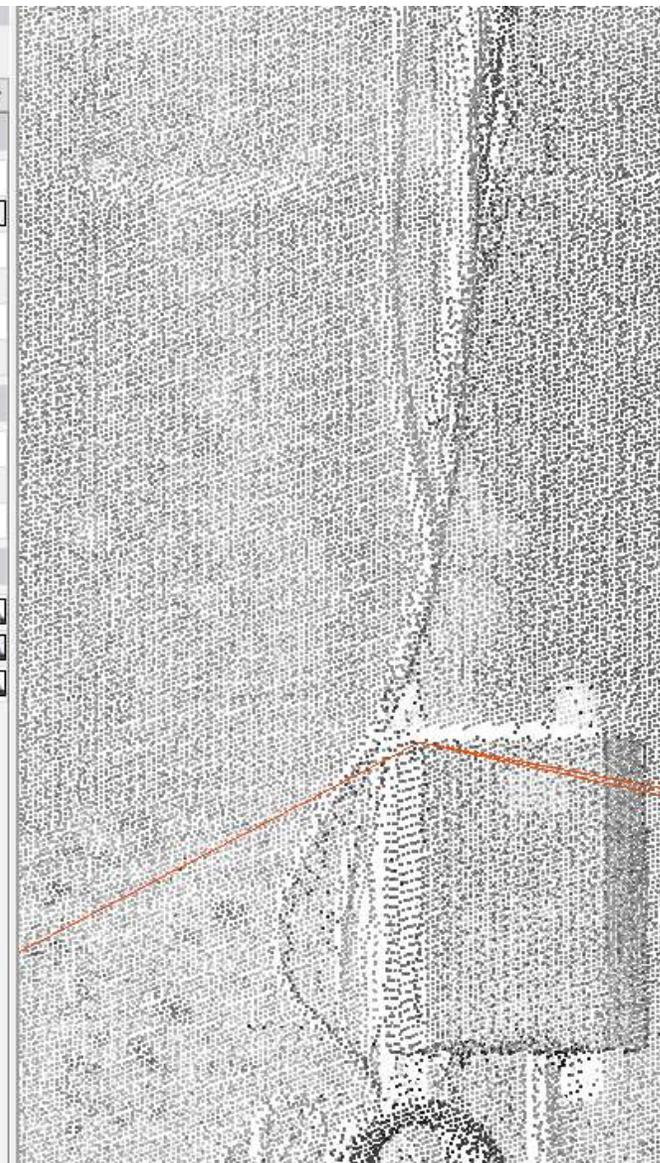


La misura fotogrammetrica

- › Il punto, rilevato fotogrammetricamente, risulta adesso nell'elenco dei vertici rilevati con le rispettive coordinate



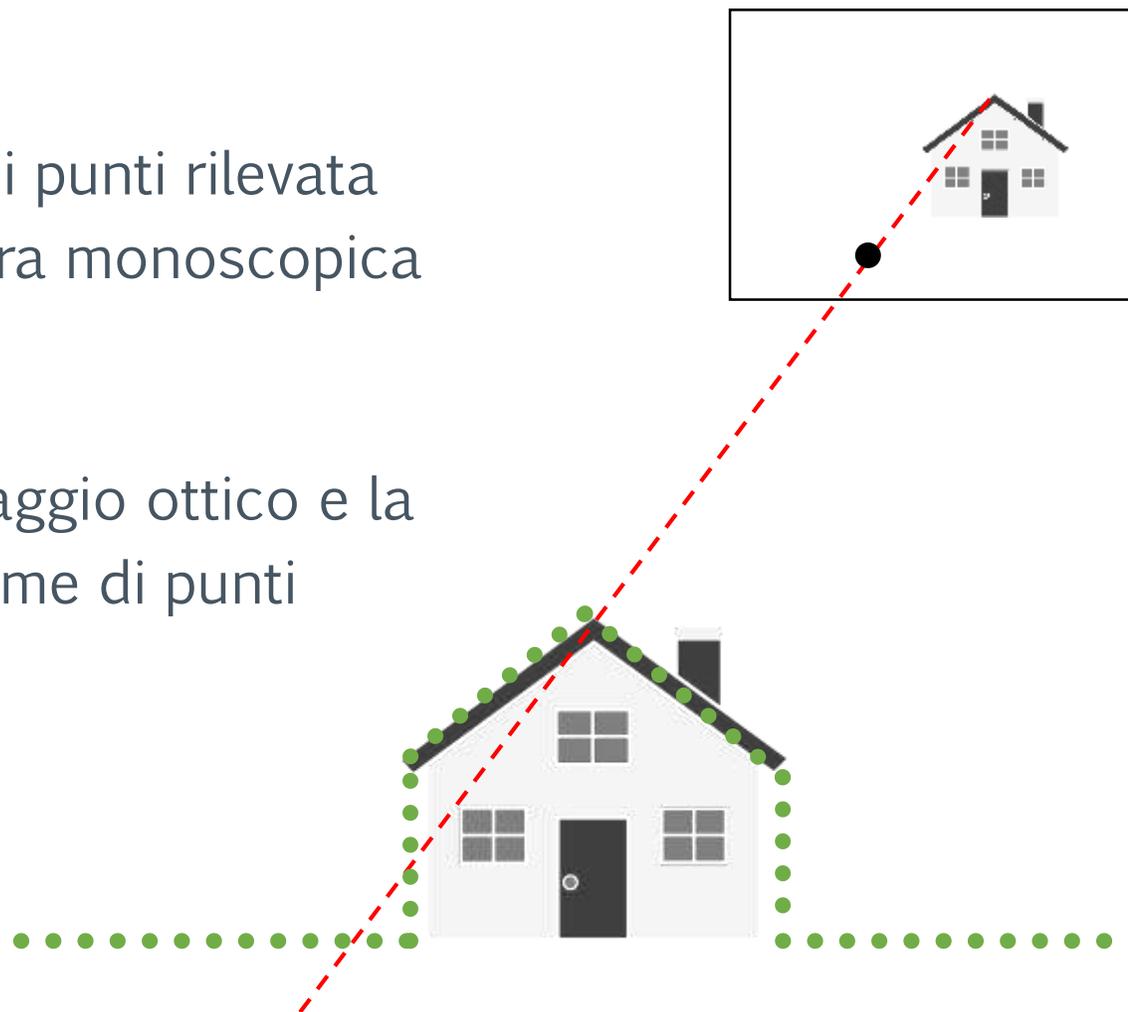
Point (1)		
Point Information		
Point ID:	F1	
Feature code:	...	
Description 1:		
Description 2:		
Layer:	Punti	
Include in surface:	Yes	
Label Visibility		
Show label:	By view filter	
Show feature code:	By view filter	
Show elevation:	By view filter	
Grid Coordinates		
Easting:	10.176	▲
Northing:	7.006	▲
Elevation:	102.196	▲





Misura monoscopica

- › La singola immagine non permette di individuare la posizione dell'oggetto
- › L'integrazione con la nuvola di punti rilevata permette di effettuare la misura monoscopica
- › L'intersezione avviene tra la raggio ottico e la superficie ricavata da un insieme di punti





Misura monoscopica

- › Poiché le immagini hanno una risoluzione superiore alle nuvole è possibile utilizzare questa funzionalità per effettuare misure di precisione (ad esempio sulla dimensione dei ferri)



Grazie per l'attenzione!

Marica Franzini – marica.franzini@unipv.it

Vittorio Casella – vittorio.casella@unipv.it

