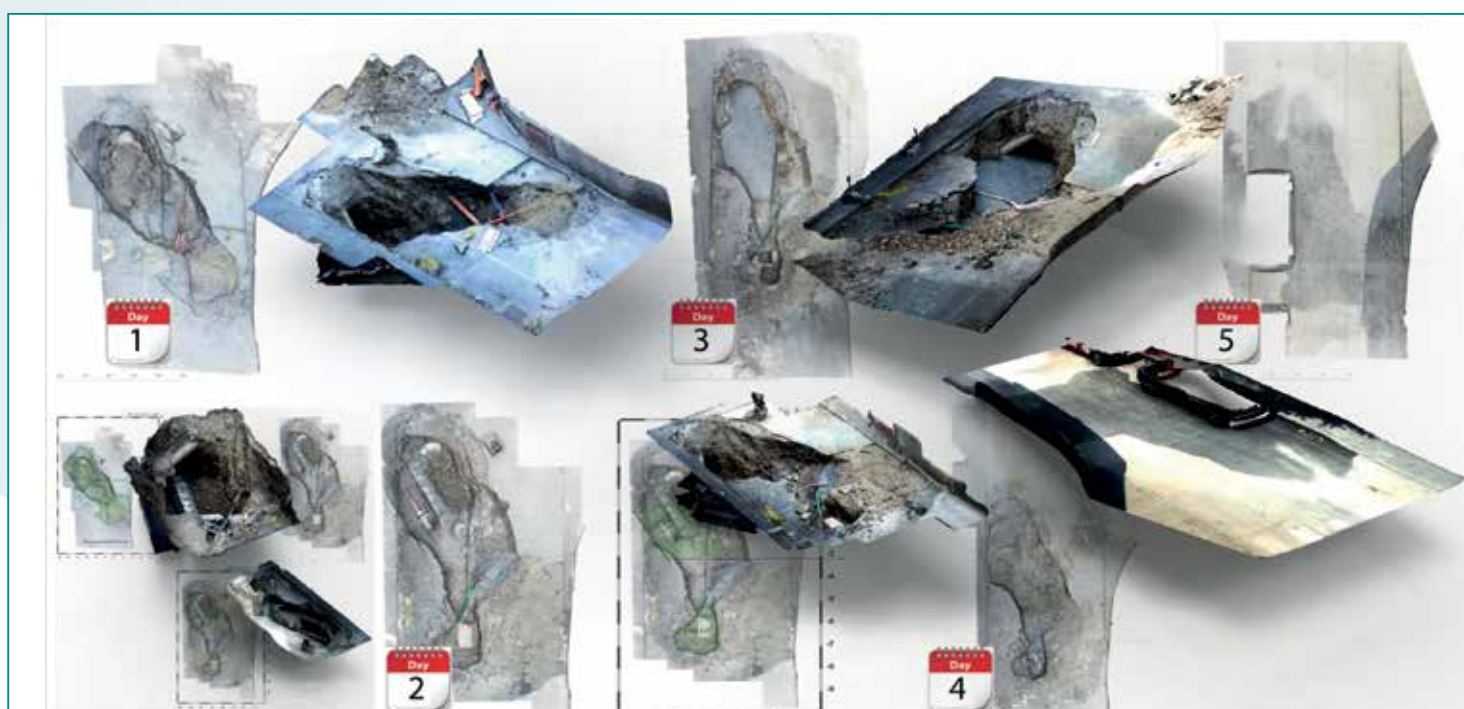


## Descrizione di un flusso di lavoro per il rilievo tridimensionale di manufatti di ingegneria civile a supporto dello studio delle patologie edilizie e strutturali



di Nicola Santoro

**Descrizione di una tecnica ibrida per la registrazione automatica delle immagini RGB catturate con drone e fotogrammetria di prossimità, immagini termiche e laser scanner 3D. Restituzione automatica dei rilievi degli ammaloramenti del manufatto in abachi e tabelle a partire dalla nuvola di punti, rappresentazione e misura automatica degli stati di avanzamento dei lavori.**

Recentemente mi è stato chiesto da colleghi funzionari pubblici di altre amministrazioni di studiare un flusso di lavoro a supporto del rilievo di ponti e gallerie stradali nell'ambito di attività di indagine delle patologie dei manufatti, con approccio innovativo.

Da circa 8 anni svolgo l'attività di ricercatore indipendente nel settore della computer vision, della tomografia tridimensionale sia industriale che medica, della programmazione orientata al rilievo tridimensionale e alla fotogrammetria oltre all'attività

di tecnico in un ente locale. I risultati raggiunti vengono di volta in volta inseriti nell'attività di progettazione e direzione lavori a servizio dell'ente pubblico per il quale lavoro da 17 anni, adottando metodi innovativi e testando l'efficacia dei risultati sul campo.

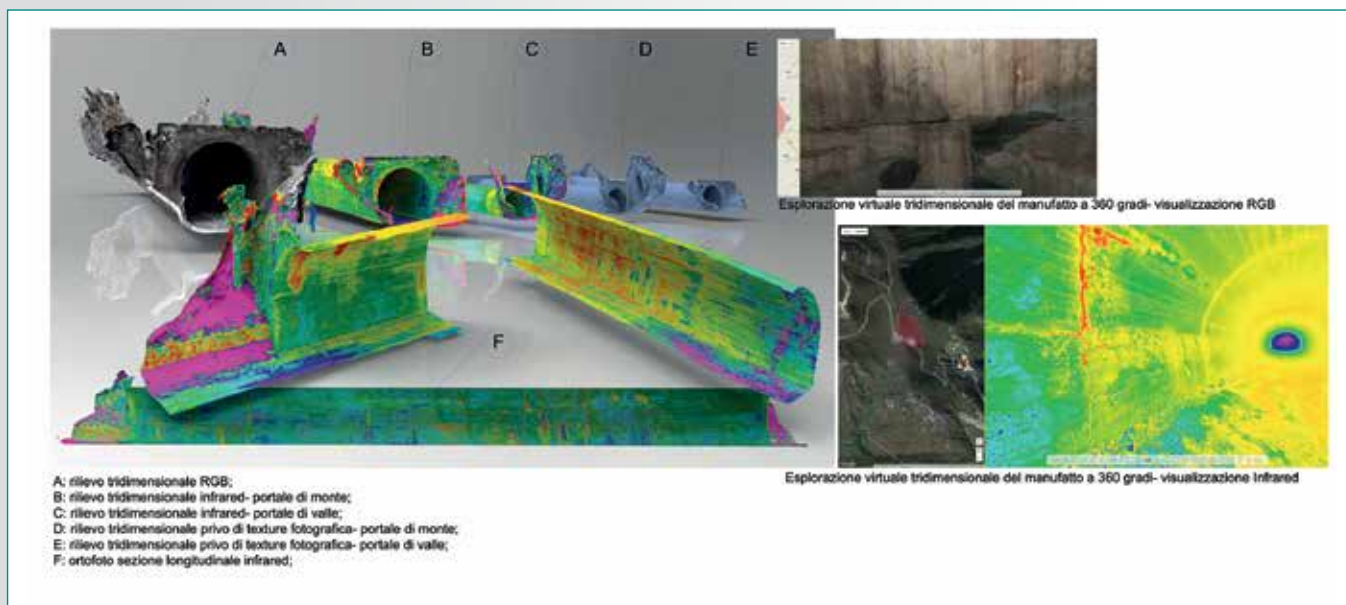
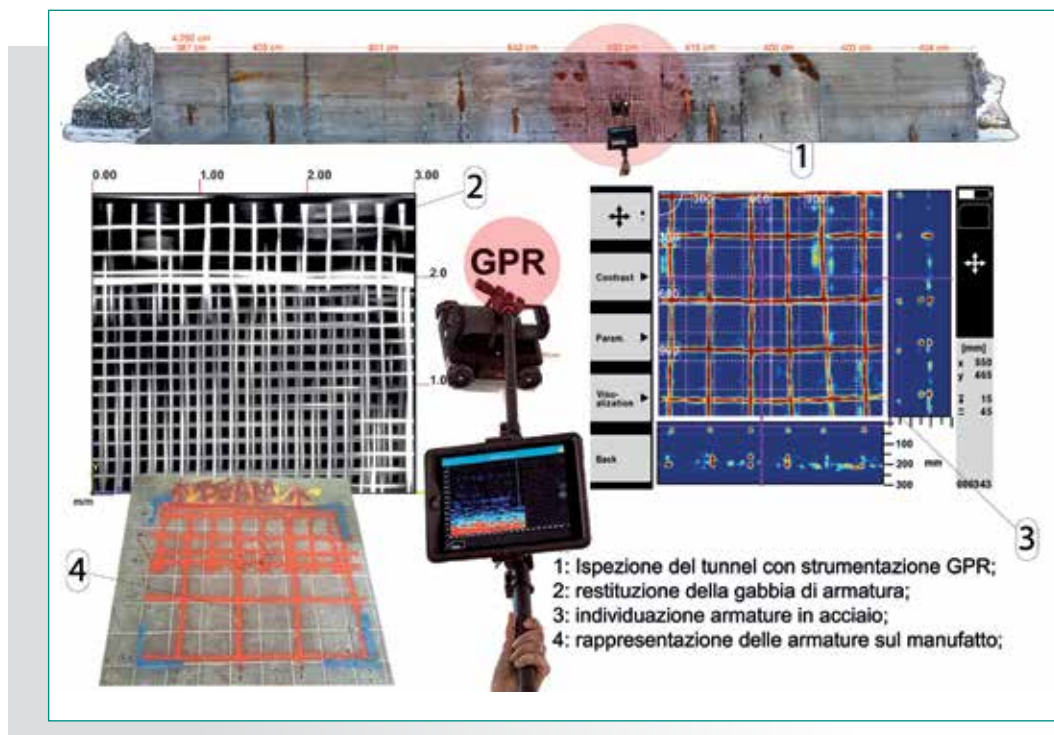
Tuttavia, elaborare un nuovo metodo di indagine che si integrasse con i metodi tradizionali, che fosse efficace e relativamente economico è stata una sfida non facile. Si è trattato di "reingegnerizzare" e proporre qualcosa di nuovo e

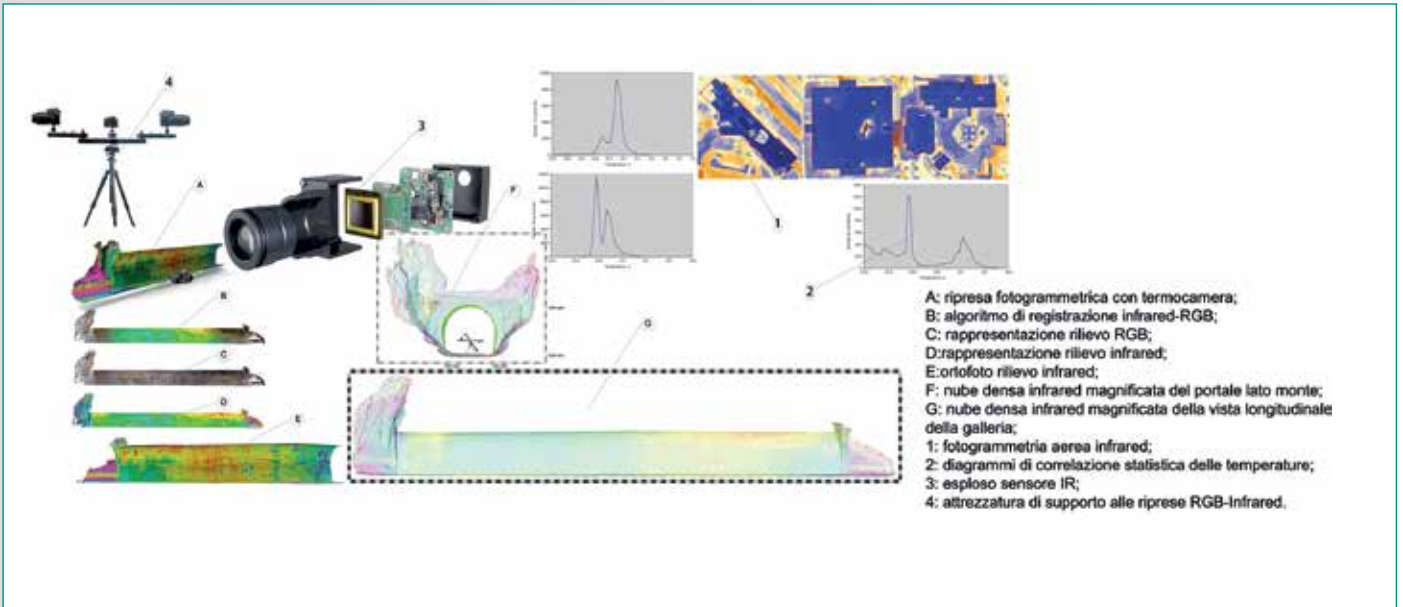
mai sperimentato prima su larga scala in Italia nel settore pubblico e mettere gli operatori di altre amministrazioni nella condizione di avere un censimento esaustivo dello stato di degrado delle infrastrutture in gestione.

Immaginando le aspettative dei colleghi da definire nella formulazione di un capitolato estremamente complesso e primo in Italia nel suo genere, che prevedeva il rilievo come parte integrante di un flusso di lavoro BIM, è nata l'idea di utilizzare la fotogrammetria RGB-Infrared, la tecnologia laser scanner tridimensionale, l'intelligenza artificiale e numerose macchine per il rilievo costruite e testate negli ultimi anni di attività professionale seguendo un approccio completamente integrato e coerente. Avendo avuto una consolidata

esperienza legata alla fotogrammetria, recentemente approdata alla macro e micro fotogrammetria, all'uso del laser scanner 3D e allo sviluppo delle tomografie, ho pensato di proporre un flusso di lavoro che unisse questi mondi, ma con approccio totalmente integrato, senza alcuna soluzione di continuità. Del metodo proposto ho già avuto modo di parlare in un recente

contributo su questa rivista (GEOmedia 1-2019). L'idea di un approccio "ibrido" è nata dalla considerazione che utilizzando tecnologie in uso in altri settori avrei ottenuto delle ricostruzioni che si sarebbero spinte a particolari a volte impossibili da catturare da uno scanner (si pensi ad esempio alla ispezione dei giunti dei ponti o alle ricostruzioni di spazi ristret-

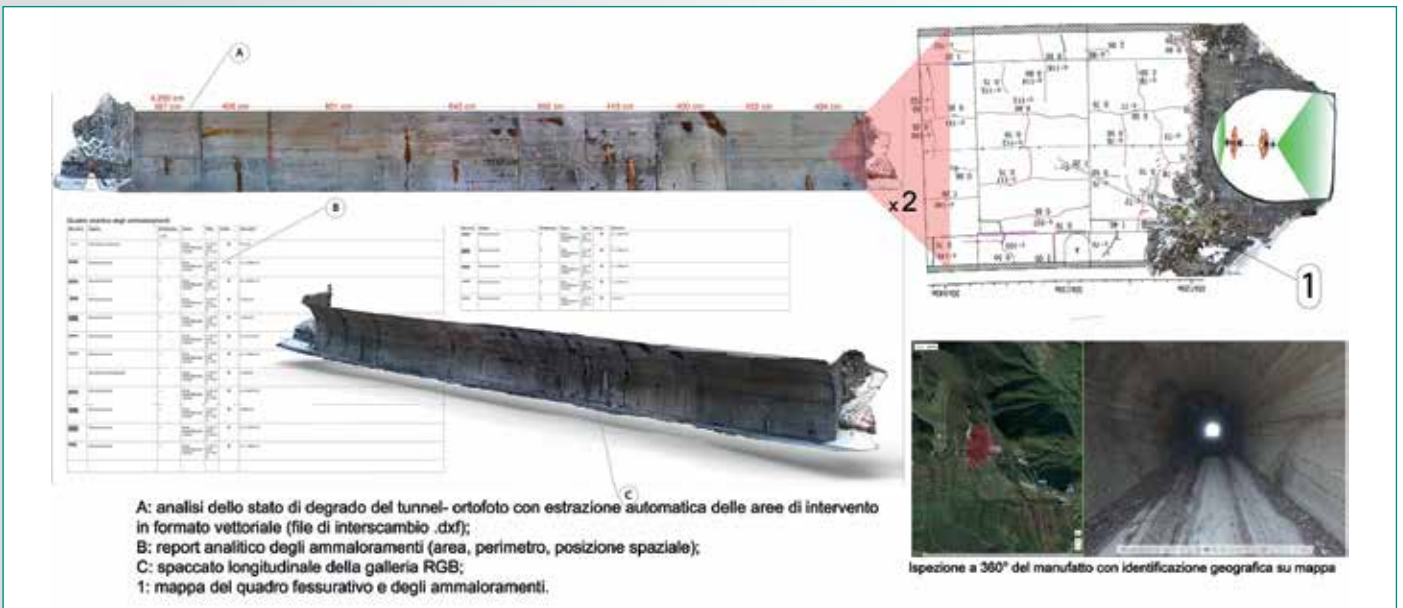




ti come sistemi di tubazioni, ecc), infittendo la nuvola e/o estendendola grazie alla versatilità dei sensori fotografici. Avrei inoltre avuto il vantaggio di ottenere modelli mesh texturizzati di qualità fotografica utili nel flusso di lavoro che intendevo proporre e per i quali vi era interesse professionale nel settore delle indagini delle patologie dei manufatti.

La sapiente miscelazione della foto RGB e di quella all'infrarosso, inserita in un flusso fotogrammetrico, ha dato negli scorsi anni risultati incoraggianti che hanno poi permesso di giungere agli studi illustrati nelle tavole proposte. L'intelligenza artificiale introdotta di recente in numerosi settori tecnici ha aiutato moltissimo anche il fotogramme-

trista, riuscendo ad eseguire sui dataset fotografici alcune elaborazioni con una velocità ed affidabilità e con risultati davvero sorprendenti. Le tavole proposte sintetizzano l'uso di alcune tecniche di acquisizione utilizzate con lo scopo di documentare lo stato di degrado di ponti e gallerie. Il flusso di lavoro è completamente automatizzato e permette di

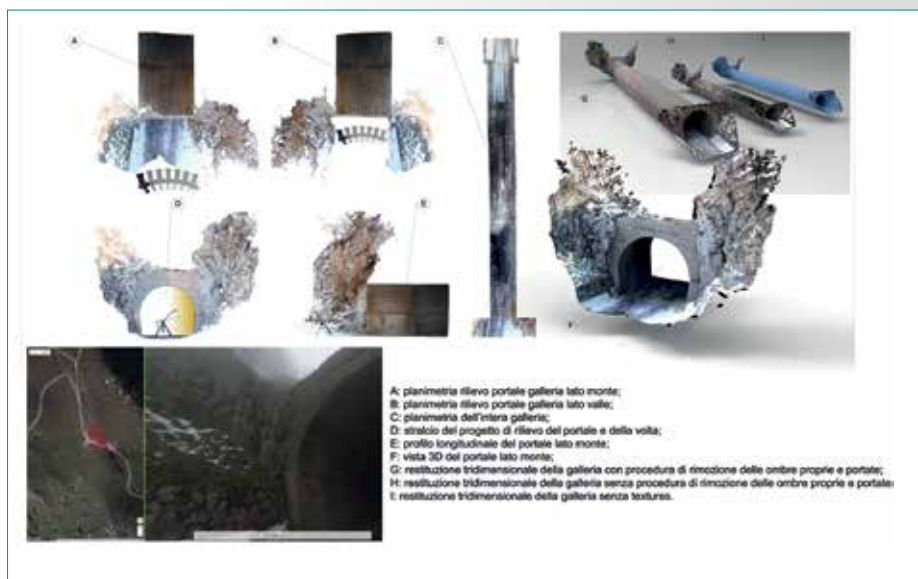


restituire in report i distacchi, le venute d'acqua, i quadri fessurativi.

Le esperienze sono state fatte finora con diversi laser scanner, tra cui il Leica Blk 360, Leica Scanstation P40, Faro X 130, a cui di recente si è aggiunto il Topcon Gls 2000. Le attrezzature fotografiche utilizzate: Canon serie Eos 750D, Nikon d330, aste telescopiche in carbonio fatte costruire su specifiche di progetto, macchine fotogrammetriche costruite ad hoc per l'esecuzione dei rilievi fino ad una altezza massima 13,80 metri.

Programmi utilizzati: cloudcompare, il restante flusso fotogrammetrico e l'algoritmo di Deep Learning e' stato sviluppato in proprio.

La piattaforma realizzata è stata da me chiamata Point Mesh Studio.



#### ABSTRACT

Description and graphic illustration of an hybrid technique for the automatic registration of RGB images captured with drone and proximity photogrammetry, thermal images and 3D laser scanner. Automatic restitution of reliefs of the deterioration of the building in schedules and tables starting from the point cloud, representation and automatic measurement of the progress of the works. Using AI during acquisition and post processing of datasets.

#### PAROLE CHIAVE

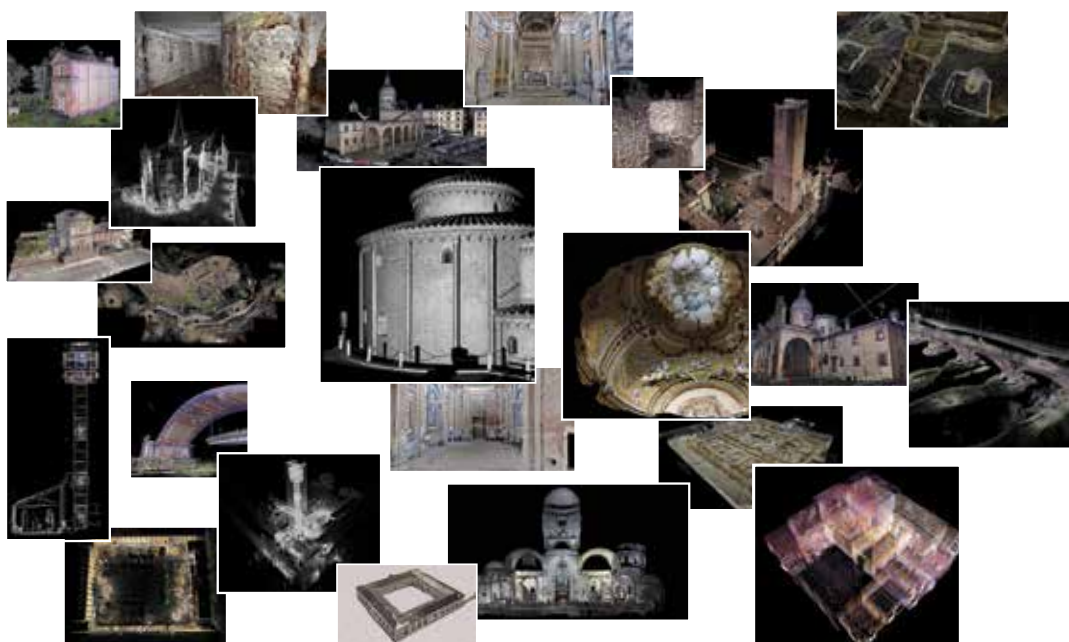
RILIEVO TRIDIMENSIONALE; FOTOGRAMMETRIA; INTELLIGENZA ARTIFICIALE; INFRASTRUTTURE; PATOLOGIE

#### AUTORE

NICOLA SANTORO

NIKKOSANTORO@GMAIL.COM

TECNICO PRESSO IL COMUNE DI ERBA (CO)- EXPERT GENERALIST. GEOMATICA, SIM. MULTIFISICA, IMAGE ANALYSIS CONSULTING. BIM SURVEYING.



**GEOGRA**

Via Indipendenza, 106  
 46028 Serride - Mantova - Italy  
 Phone +39.0386.62628  
 info@geogra.it  
 www.geogra.it