MULTI-TEMPORAL ANALYSIS ON THE AREAS OF THE EARTHQUAKE IN CENTRAL ITALY - AN IMAGE BASED APPROACH IN PESCARA DEL TRONTO

ISTITUTO SUPERIORE ANTINCENDI

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua,
G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino

A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

DIRECT DISASTER RECOVERY TEAM

OUTLINE

A. TEAM DIRECT-VVFF SAPR

B. MULTI-TEMPORAL ANALYSIS

C. TEAM DIRECT IN PESCARA DEL TRONTO

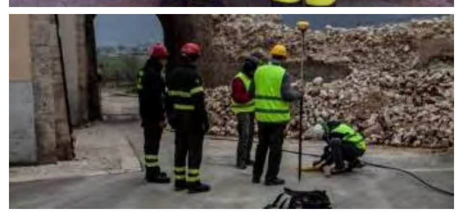
D. CONCLUSION AND FUTURE PROSPECTIVES

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

TEAM DIRECT – VVF SAPR group

DIRECT
DISASTER RECOVERY TEAM

DIRECT (DIsaster RECovery Team) of Politecnico di Torino is a team composed by researchers, professors and students of architecture and engineering, which the goal of achieving and maintaining an education in advanced technologies of 3D Metric Survey and Remote Sensing using UAVs and innovative techniques. DIRECT works on all phases of Disaster Management (DM), with the analysis of environmental vulnerability and the immediate response to emergencies in post-disaster relief, with the goal to actively contribute to the protection of the territory, the architectural patrimony, the archaeological heritage, and in case of environmental emergencies.



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS

The possibility of documenting the evolution of the urban space evolution is an important area of research and study.

12/2000

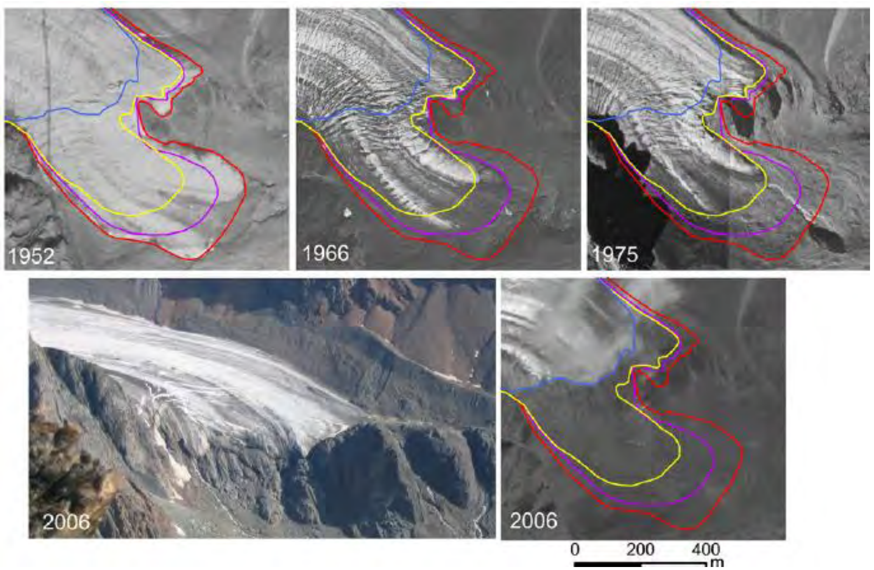
02/2005

05/2016

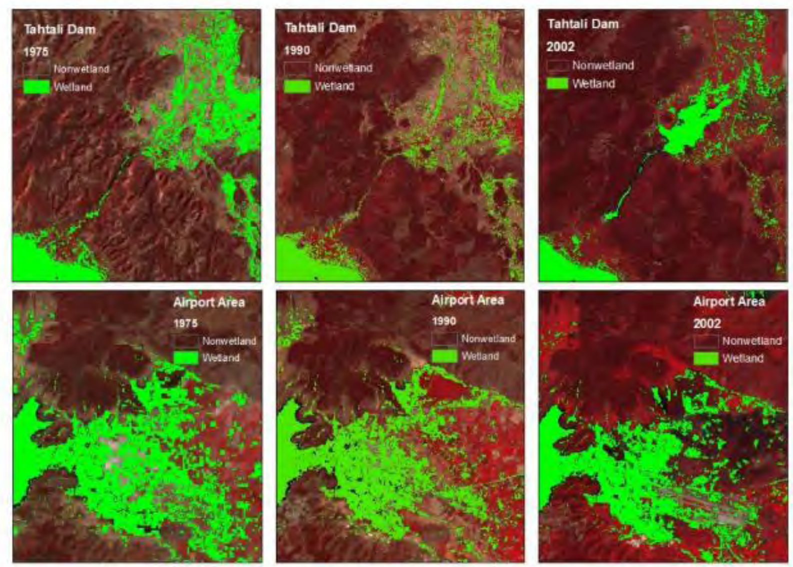
Palm Jebel Ali, Dubai. Fonte: Google Earth.

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS



Siberian Altai Mountains
Surazakov et al., 2007



Global Wetland-II Project
Hüttich et al., 2011

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS

In case of natural hazard different strategy need to be used for understand the events:real time analysis with ad hoc sensor, (landslide, CH under risk etc), in other case a day weekly or month analysis could be ok.

09/16 12/16 02/2017

S.Agostino Church in Amatrice (RI).

PESCARA DEL TRONTO ACTIVITIES

- DIRECT TEAM of Politecnico di Torino in cooperation with the SAPR team of Vigili del Fuoco and the GEER team works together in three different missions on the field in order to perform high resolution metric surveys.

- Multi-sensor documentation of urban areas thanks to 3D *image-based* e *range-based* multi-temporal analysis

- Terrestrial sensor integration (*close-range photogrammetry*, LiDAR SLAM based, topographic measurements using total station and GPS/GNSS), UAV aerial acqisitions (fixed wings and multi-rotor).

- Test sites: Pescia, Pescara del Tronto, Cittareale, Accumoli, Norcia, Castelluccio, Amatrice, etc. In the present paper the activities and results on Pescara del Tronto will be presented and analyzed.



Some on the field activities

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

PESCARA DEL TRONTO ACTIVITIES

Pescara del Tronto between August and December 2016

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

EVENTS AND ACQUISITION TIMELINE

24 August 2016

26 October 2016

30 October 2016

Vigili del Fuoco
Acquistion
August 2016

AUGUST 2016

T1

Polito Acquistion
+
Vigili del Fuoco
September 2016

SEPTEMBER 2016

T2

Polito Acquistion
+
Vigili del Fuoco
October 2016

OCTOBER 2016

T3

Polito Acquistion
+
Vigili del Fuoco
December 2016

DECEMBER 2016

T4

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

I. ACQUISTIONS ACTIVITIES

II. PROPOSED WORKFLOW

III. DATA ANALYSIS AND VALIDATION

ACQUISTIONS ACTIVITIES

TEMPO		UAV ACQUISTIONS					GSD	GCPs	
		Operatore	Piattaforma	N° im.	Flight Elev	Area	cm/px	N°	Quality
1	August	Vigili del fuoco	eBee Sensfly	138	150m	0.6 km^2	6.3	-	
2	September	Politecnico di Torino	eBee Sensfly	125	150m	0.38 km^2	5.7	23	(+)
3	October	Politecnico di Torino	eBee Sensfly	345	150m	0.67 km^2	7.3	38	(+)
4	December	Vigili del fuoco	DJI Inspire	409	100m	0.34 km^2	2.9	17	(--)

Overview of the 2016 acquistions activities

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

RPAS SYSTEMS

- **eBee™ Sensefly**
- DJI Inspire 1

ACQUISITION ACTIVITIES

RPAS SYSTEMS

- **eBee™ Sensefly**
- DJI Inspire 1

PLATFORM T1-T2-T3

- Produced by sense fly and commercialized by Menci Software in Italy
- Fixed wing, very light platformperfect for emergency context
- Elevation up to 200m 20 min. of range camera monted in the nadiral position
- Other sensor available such us Multispectral NIR RE and Thermal
- ENAC cerfied as harmless (EBM-1539).

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

RPAS SYSTEMS

CAMERA

- **eBee™ Sensefly**
  - RGB Camera Canon IXUS 127 HS16,1 MP (4608 x 3456) sensor CMOS 6,17 x 4,55 mm, weight of 135g. T1
- DJI Inspire 1
  - RGB Camera Canon Power Shot S110™ 12,1 MP (4000 x 3000) sensore CMOS 7.44 x 5.58 mm, weight of 172g. T2-T3

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

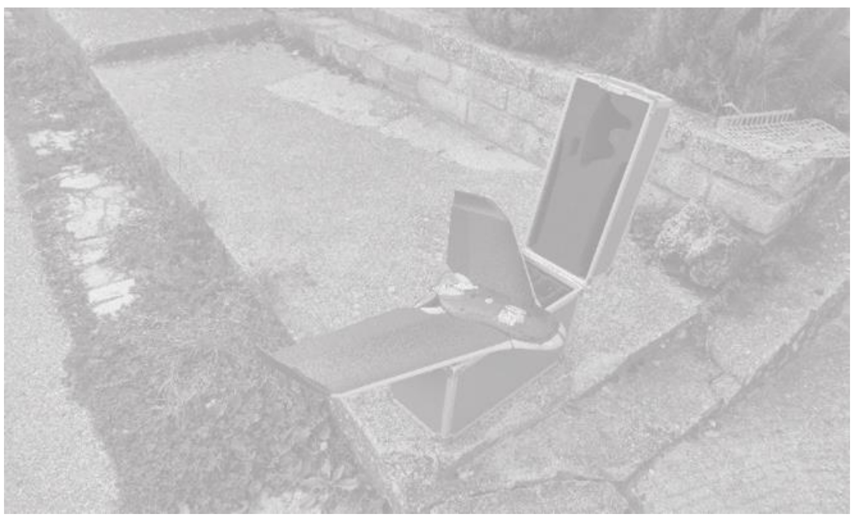
ACQUISITION ACTIVITIES

RPAS SYSTEMS

- eBee™ Sensefly
- DJI Inspire 1

PLATFORM T4

- DJI Product (Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co., Ltd Technologies)
- INSPIRE1, multirotor quadricopter
- Weight of about 3kg with the camera (maximum weight at take-off 3,5 kg) flight range of 20 minuts.
- Oblique and nadir images acquistion



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

RPAS SYSTEMS

- eBee™ Sensefly
- DJI Inspire 1

CAMERA

- ZENMUSE X5 camera. CMOS Sensor focal lenght 15mm F/1.7-F/16, field of view 72 degree
- 4K video and images 16 MP (4608x3456)

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

GEOREFERENTATION

- GPS/GNSS in RTK mode
- Portable GNSS
- Georeferencing using GeoTag informations

A)Target postiioning ; B) Survey operations ; C)Images GeoTagging

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

GEOREFERENTATION

- GPS/GNSS in RTK mode

- Dual frequency Geomax Zenith 35
- GPS/GLONASS/GALILEO/BEIDOU
- Accuracy 5-10mm statico; 10-20mm RTK

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ACQUISITION ACTIVITIES

GEOREFERENTATION

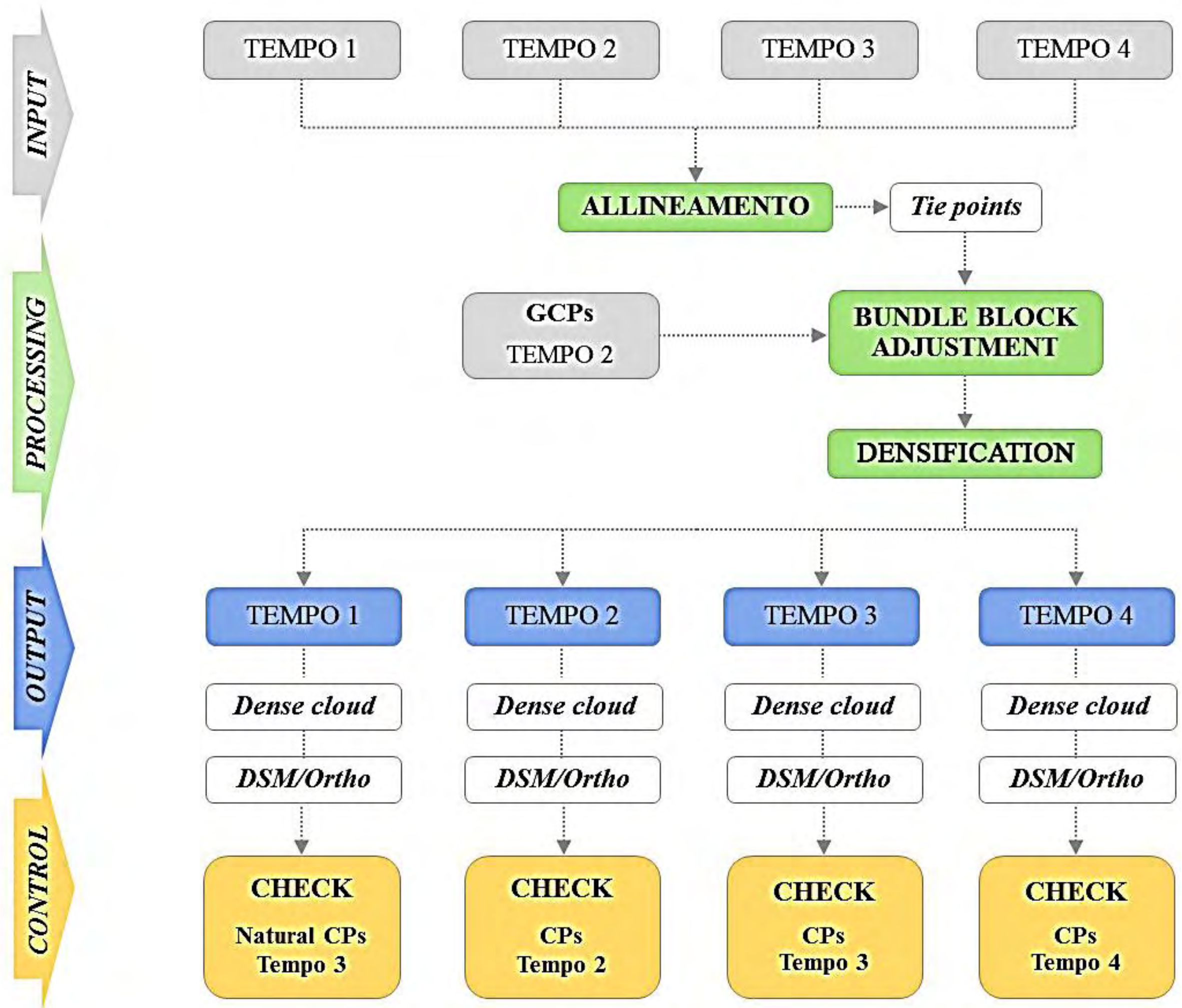
- Portable GNSS

- Garmin GPSMAP® 64s
- GPS/GLONASS
- Accuracy 3-5m

|| WORKFLOW

Multi-temporal co-registration

The block co-registration has been followed using an ad-hoc *workflow* in order to testing a quickly procedure for improve the use of images for minimizing the employement of GCPs that are very time spending and dangerous operation in emergency areas.



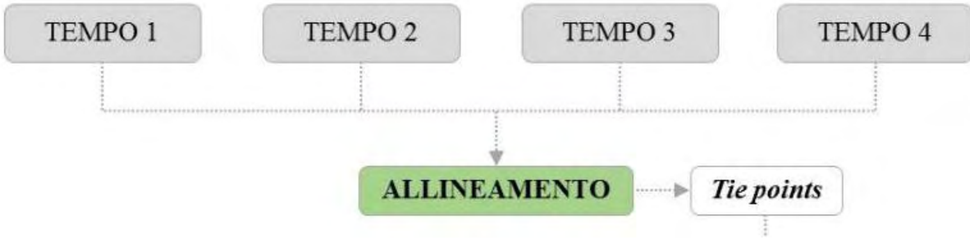
F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

WORKFLOW

Multi-temporal co-registration

For the first step of the workflow all the images were oriented together.

In this phase of the project the *image-matching* algorithms allow to extract a series of 2D *feature points* on the images the so called *Keypoints*, useful for the next bundle-block adjustment in order to define the internal and external orientation parameters.



- T1-2-3-4
- n° 952 images
- n° 1.074.753 *Tie Points*

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

II WORKFLOW

TEMPO 1 | TEMPO 2 | TEMPO 3 | TEMPO 4

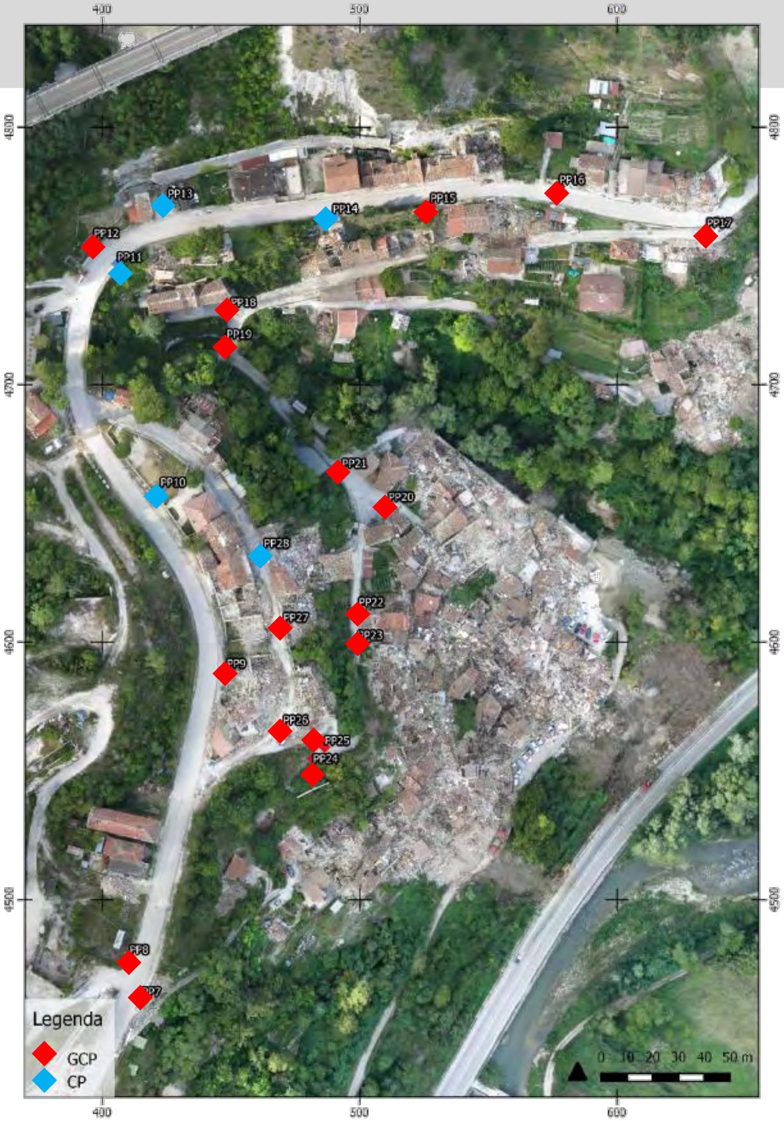
ALLINEAMENTO → ***Tie points***

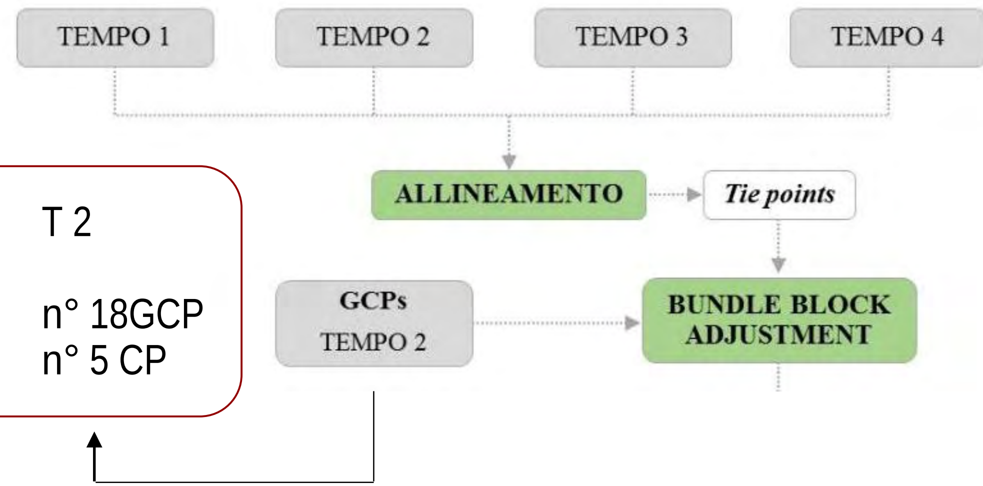
- T1-2-3-4
- n° 952 images
- n° 1.074.753 *Tie Points*

Starting from the extracted Tie Points only a part were employed for the *Bundle Block Adjustment* that allow to estimate the position and attitude of the cameras during the acquistion. Only the blue points were effectevely used for the BBA since were recognized as common features in the differents set of images.

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS ON THE AREAS OF THE EARTHQUAKE IN CENTRAL ITALY - AN IMAGE BASED APPROACH IN PESCARA DEL TRONTO

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco



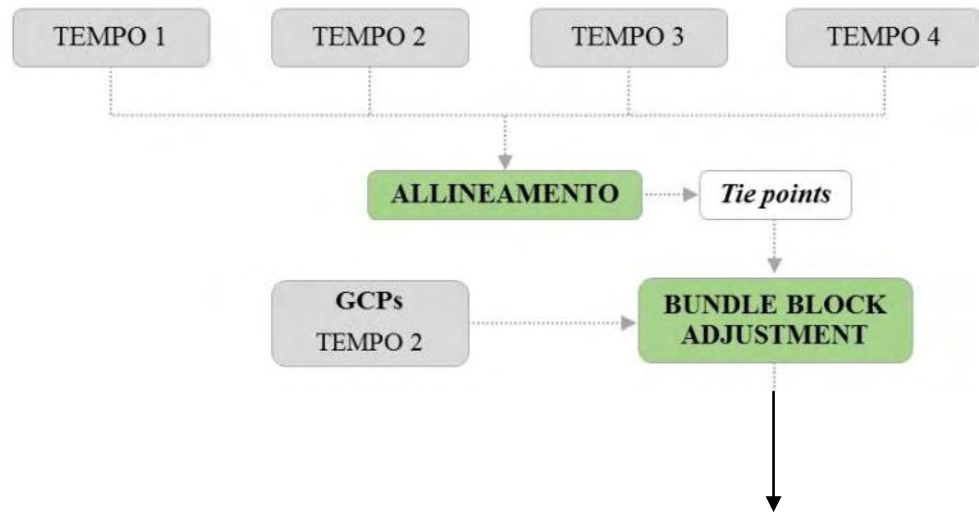


- T 2
- n° 18GCP
- n° 5 CP

During the *Bundle Block Adjusment only a* a single set of Ground control Points was used. The aim of the test was the evaluation of the *Point Cloud Densification* generated using the afore mentioned co-registration that allow to the image-matching algorithms to realize a complete cartographic product using different images (same area but different radiometric characteristic and objects according to the seismic events).

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

WORKFLOW



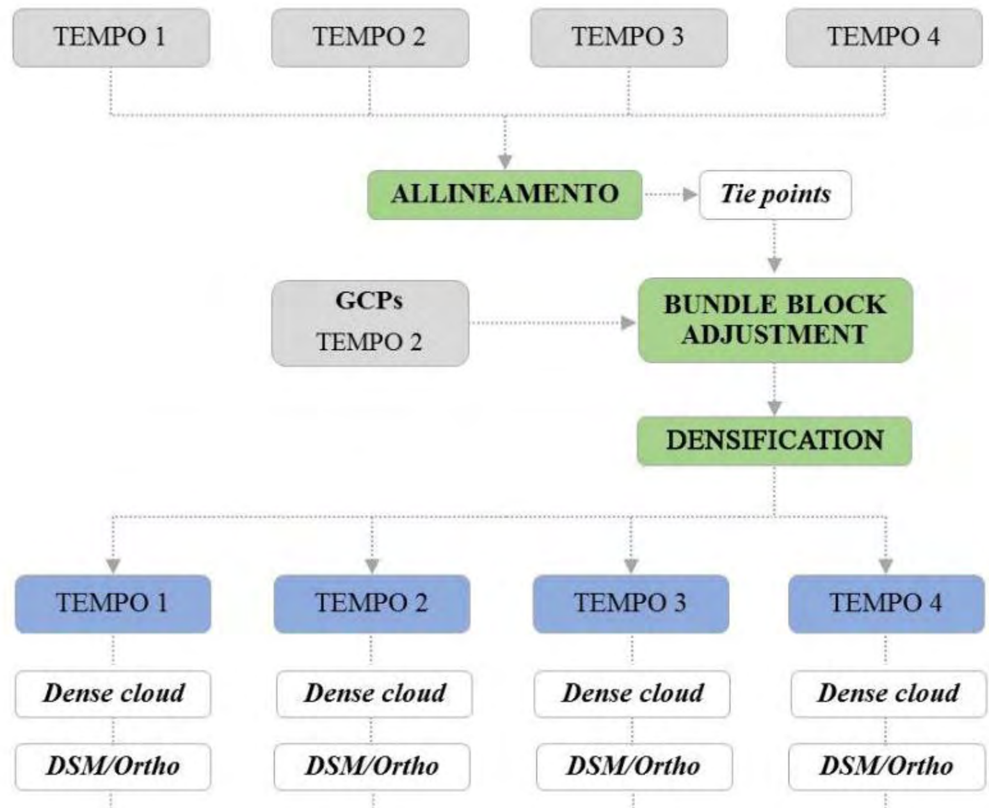
N° images (T1, T2, T3, T4)	N° Tie Points	n°18 GCPs, T2								n°5 CPs, T2							
		RMS (cm)				Mean (cm)				RMS (cm)				Mean (cm)			
		X	Y	Z	error	X	Y	Z	error	X	Y	Z	error	X	Y	Z	error
952	1.074.753	3.671	3.158	4.741	3.857	3.257	2.722	3.750	3.243	0.879	2.476	10.405	4.587	0.753	2.452	8.916	4.040

Accuracy of the Bundle Block Adjustment

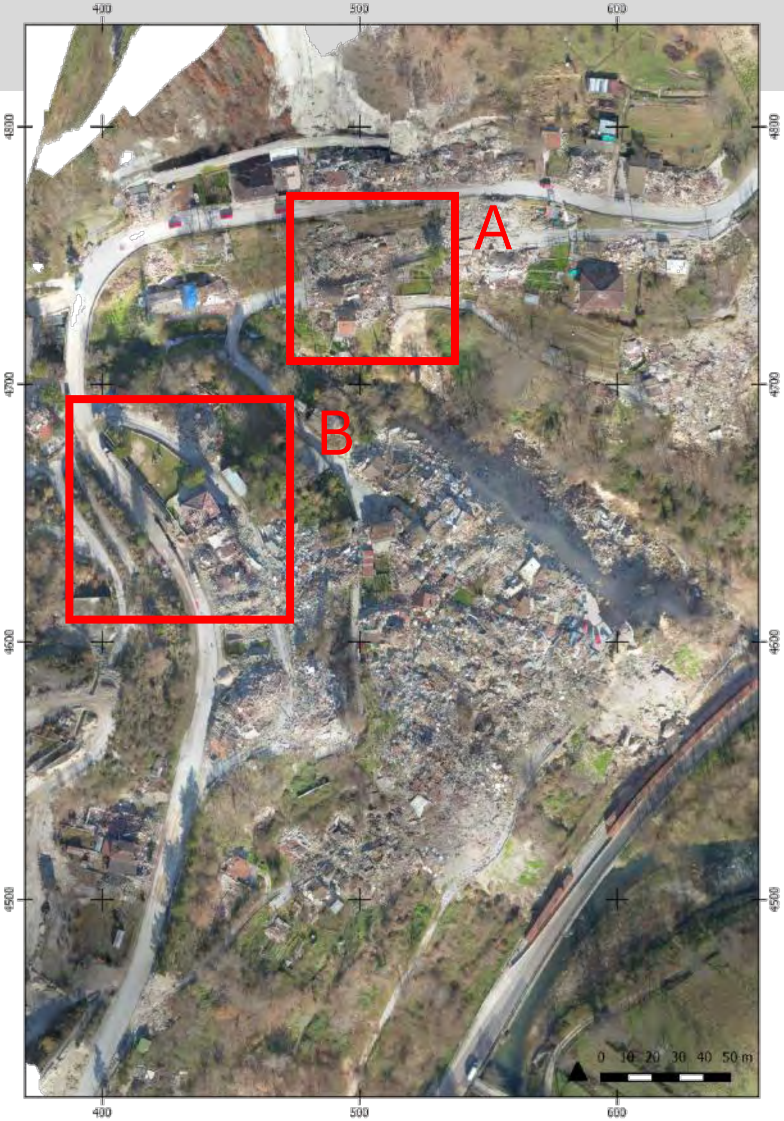
F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

WORKFLOW

For each time the DSM and orthophoto were achieved.



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco



TEMPO 1 | TEMPO 2 | TEMPO 3 | TEMPO 4

ALLINEAMENTO → *Tie points*

GCPs TEMPO 2 → BUNDLE BLOCK ADJUSTMENT

DENSIFICATION

TEMPO 1 | TEMPO 2 | TEMPO 3 | TEMPO 4

Dense cloud | *Dense cloud* | *Dense cloud* | *Dense cloud*

DSM/Ortho | *DSM/Ortho* | *DSM/Ortho* | *DSM/Ortho*

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS ON THE AREAS OF THE EARTHQUAKE IN CENTRAL ITALY - AN IMAGE BASED APPROACH IN PESCARA DEL TRONTO

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

A
B
C
D

A

AUGUST

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

A

SEPTEMBER

MULTI-TEMPORAL ANALYSIS ON THE AREAS OF THE EARTHQUAKE IN CENTRAL ITALY - AN IMAGE BASED APPROACH IN PESCARA DEL TRONTO

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

A
B
C
D

A

OCTOBER

A
DECEMBER

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

B
AUGUST

B

SEPTEMBER

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco


400
420
440
460
4680
4660
4640
4620
0
5
10
15
20 m

B

OCTOBER

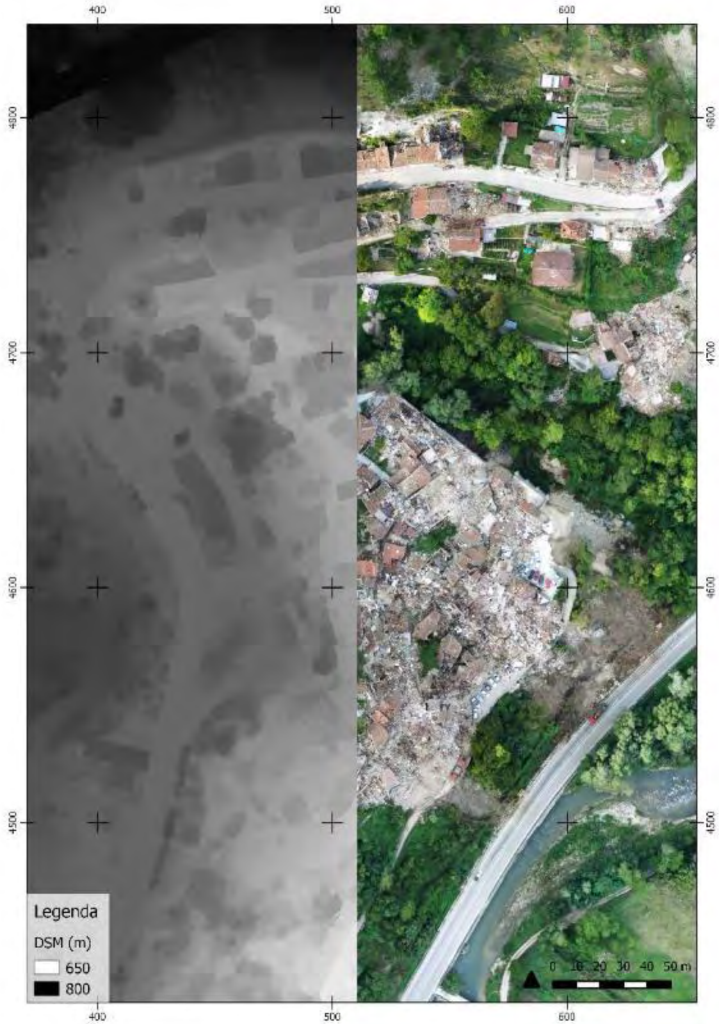

ISTITUTO
SUPERIORE
ANTINCENDI

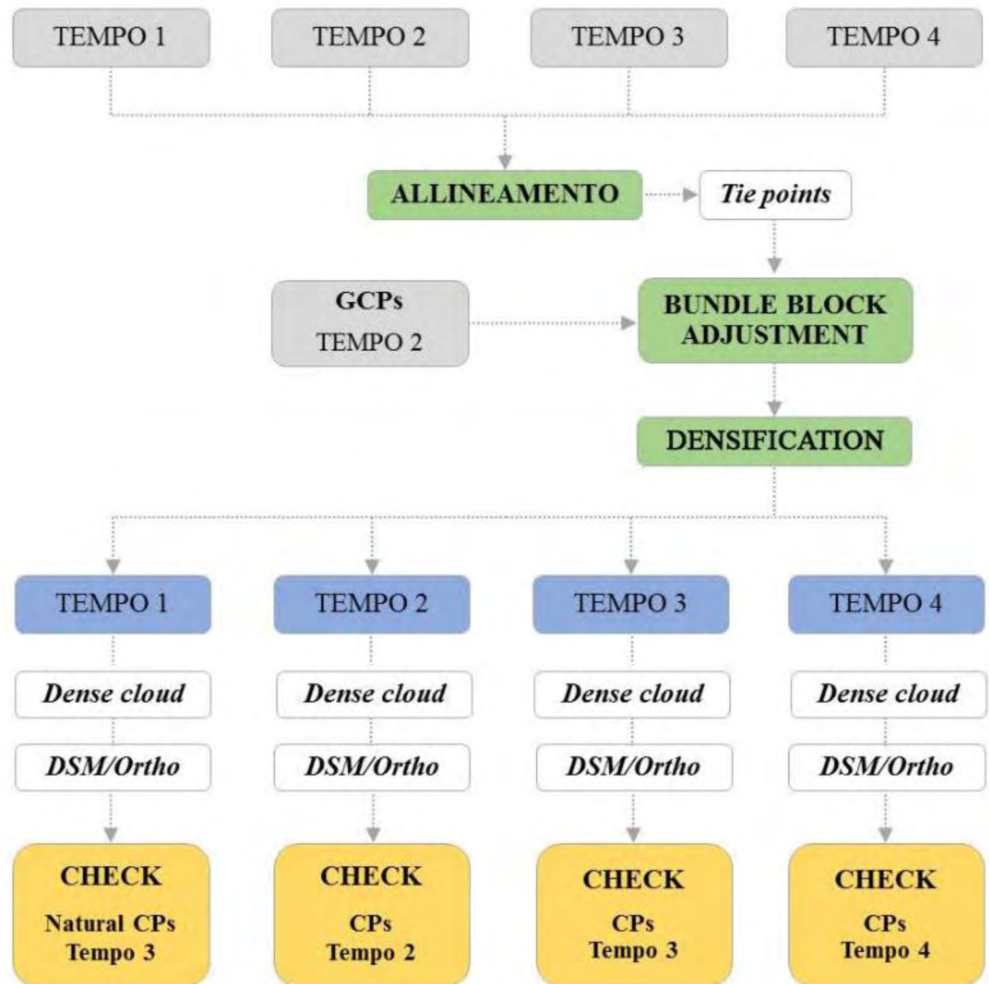
B

DECEMBER

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

WORKFLOW





F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

III WORKFLOW

According to the results is possible to state that the realization of the 3D metrical products checked using a large number of CPs is suitable for a correct representation of the terrain and the object that are built on it.

DATASET		CHECK		RMS (cm)				MEAN (cm)			
		n° CPs	Dataset	X	Y	Z	error	X	Y	Z	error
T1	August	12 (natural pt.)	T3	3.910	4.429	26.395	11.578	4.684	5.722	26.763	12.389
T3	October	31	T3	2.764	3.895	24.310	10.323	3.391	7.961	18.619	9.991
T4	December	11	T4	7.939	28.343	51.074	29.118	11.411	52.173	66.161	43.248

Accuracy on the different achieved products

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

III DATA ANALYSIS AND VALIDATION

OCTOBER DATASET

For a more deeper analysis of the achieved photogrammetric products, two different startegies are reported in the following slides in order to suggest some improvements for data acquistion and processing during emergency operations.

The optimization of the image acquistion operation and geometry with a reduction of GCPs will be reported in order to evaluate possible different strategy despite to the traditional workflow used in photogrammetric acquisitions and data processing.

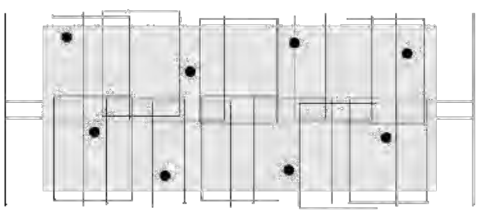
1. Acquistion
   - Image Acquistion strategy
   - Number and GCPs position

2. Gereferentation strategies

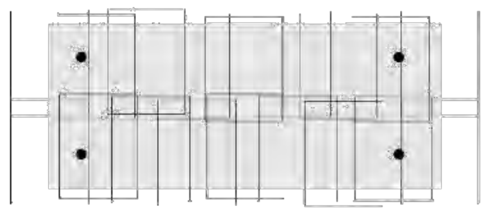
F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

1 – ACQUISTION STRATEGY

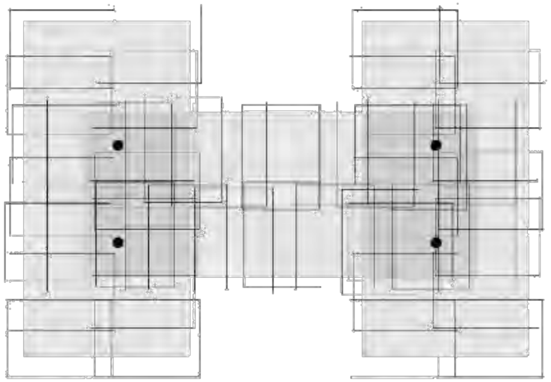
- (A) Single strip/large number of GCPs
- (B) Single strip/few GCPs
- (C) Multiple strips/few GCPs



(A)



(B)



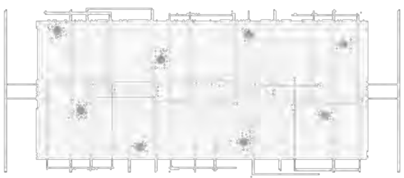
(C)

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

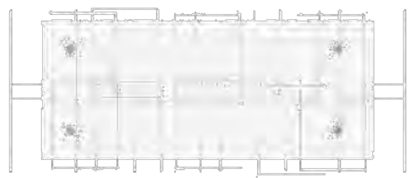
III

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

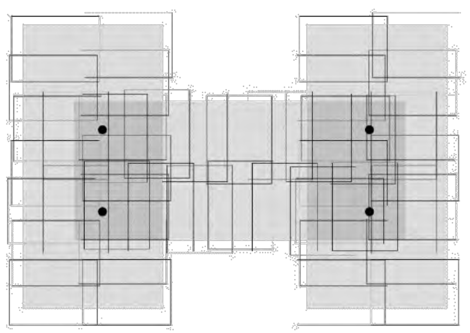
1-ACQUISITION
2-GEOREFERENTATION



(A)



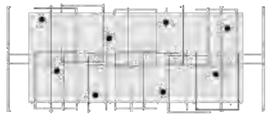
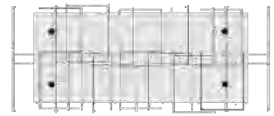
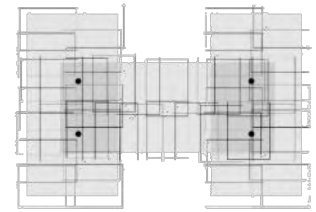
(B)



(C)

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

(A)  (B)  (C) 

	n° images	n° GCPs	GCPs RMS (cm)				GCPs MEAN (cm)			
			X	Y	Z	error	X	Y	Z	error
A	180	18	1.837	1.560	1.892	1.763	1.194	1.168	1.467	1.276
B	180	4	0.558	0.986	0.474	0.673	0.465	0.857	0.402	0.575
C	343	4	0.741	1.125	0.664	0.843	0.593	1.050	0.550	0.731

Results on GCPs for the three different followed strategy: A, B, C.

	n° images	n° CPs	CPs RMS (cm)				CPs MEAN (cm)			
			X	Y	Z	error	X	Y	Z	error
A	180	8	3.427	1.317	1.955	2.233	2.532	1.019	1.747	1.766
B	180	22	2.616	1.646	2.830	2.364	1.801	1.178	2.567	1.849
C	343	22	2.552	1.759	1.774	2.028	1.765	1.272	1.428	1.488

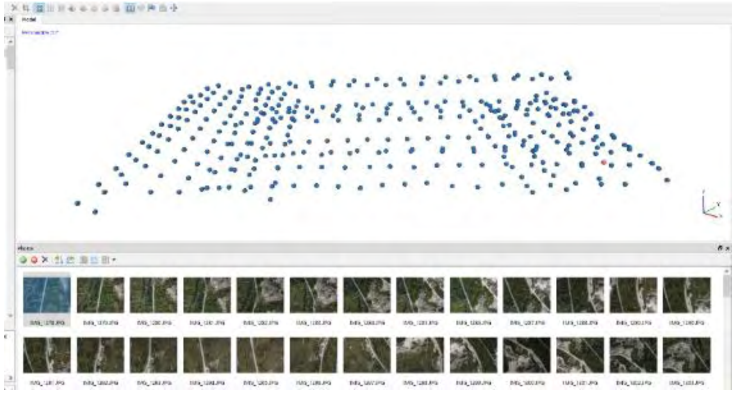
Results on CPs for the three different followed strategy: A, B, C.

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

2 – GEOREFERENTATION STRATEGY

GPS/GNSS in RTK mode → GROUND-TRUTH (DSM/Ortofoto)

- Portable GNSS
- Georeferenatation using the image GeoTag



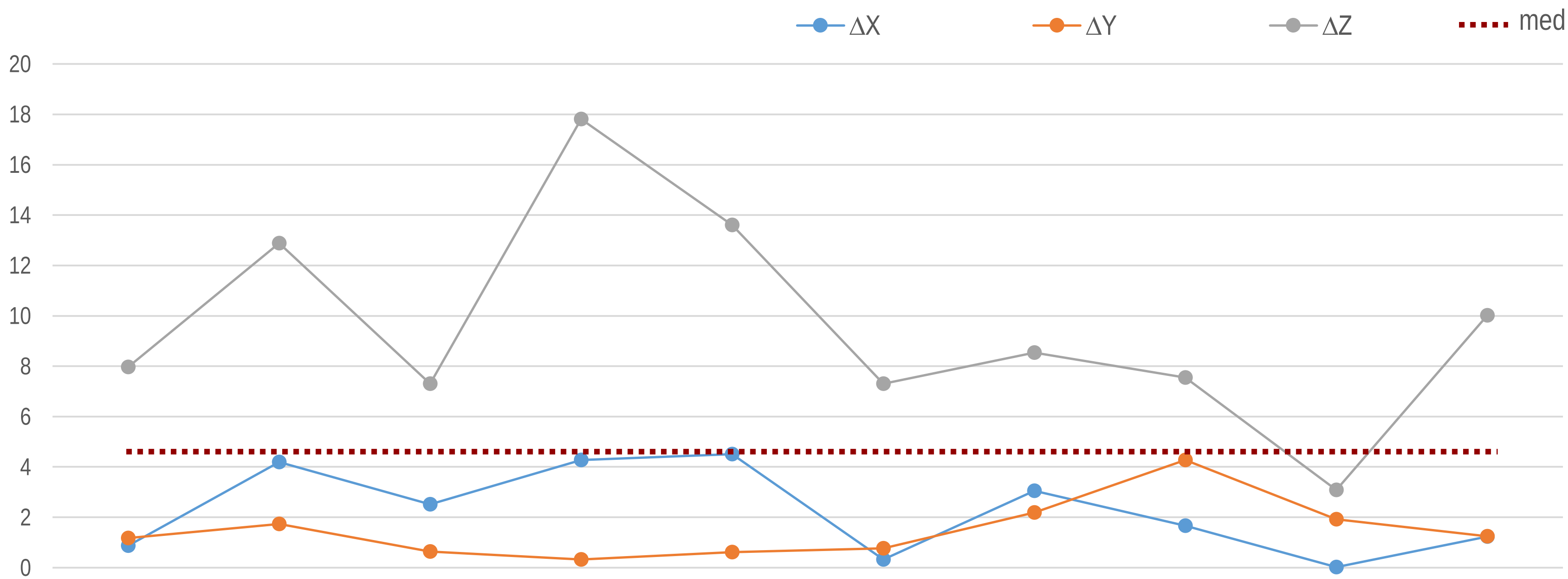
F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

III

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

Portable GNSS

COMPARISON GEODETIC RTK <u>VS</u> portable GPS	n°10 CPs			
	X	Y	Z	error
Mean (m)	2.264	1.488	9.608	4.453
RMS (m)	2.646	1.941	4.155	2.914



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

III DATA ANALYSIS AND VALIDATION

Portable GNSS

Legenda

- Palmare GPS
- rtk GNSS

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

III DATA ANALYSIS AND VALIDATION

Portable GNSS

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

ISTITUTO SUPERIORE ANTINCENDI

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

Portable GNSS

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

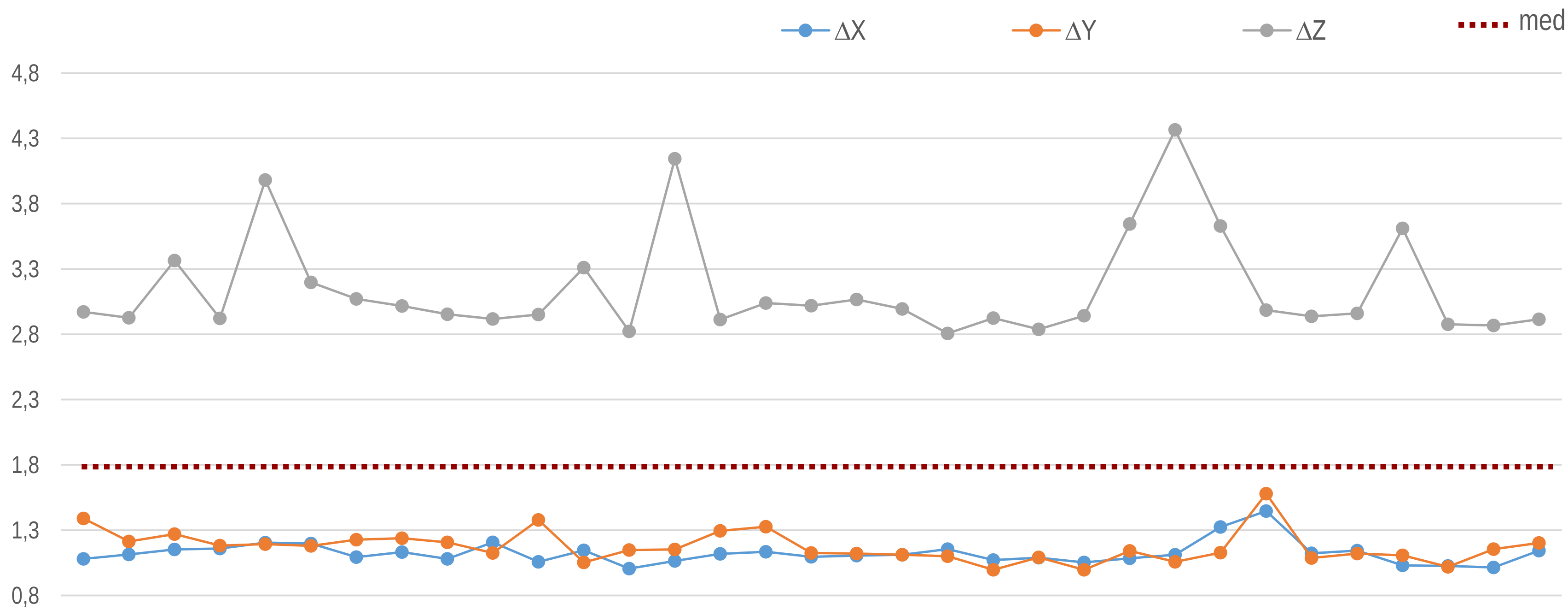
III

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

1-ACQUISITION
2-GEOREFERENTATION

GeoTag

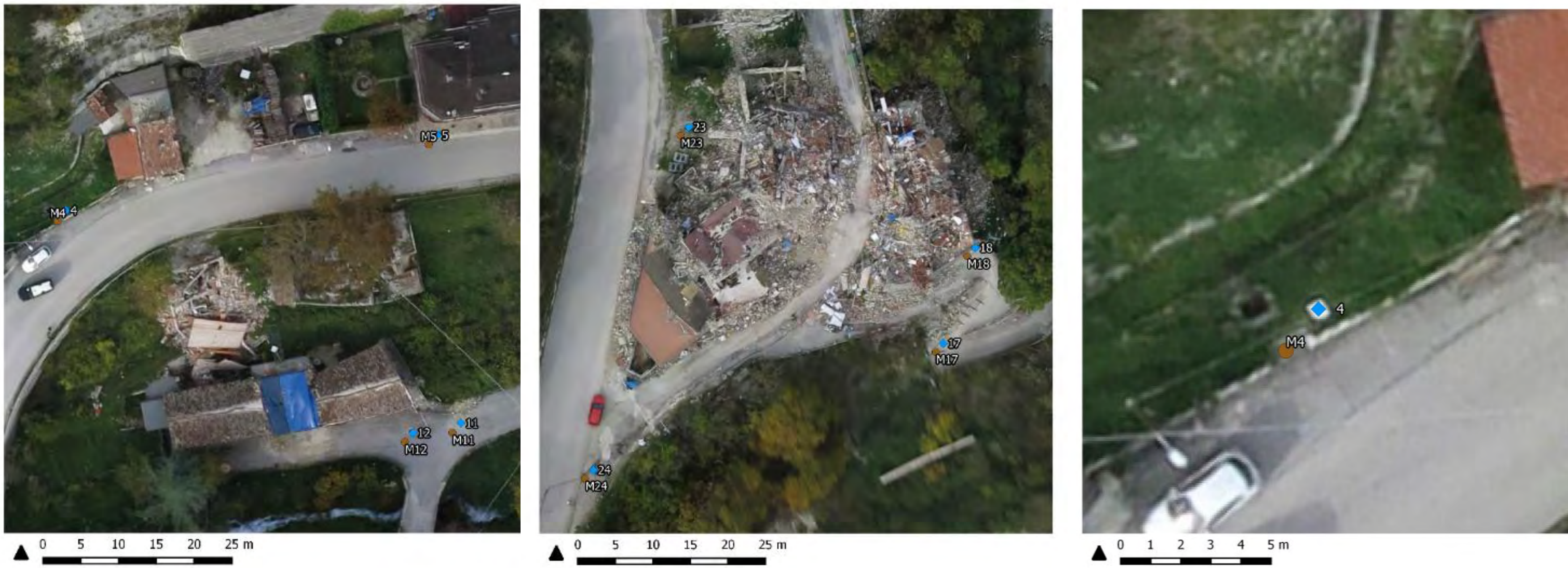
COMPARISON GEODETICRTK VS GeoTag	n°34 CPs			
	X	Y	Z	error
Mean (m)	1.124	1.173	3.148	1.815
RMS (m)	0.086	0.121	0.398	0.202



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

GeoTag



Legenda
- CP su modello GeoTag
- rtk GNSS

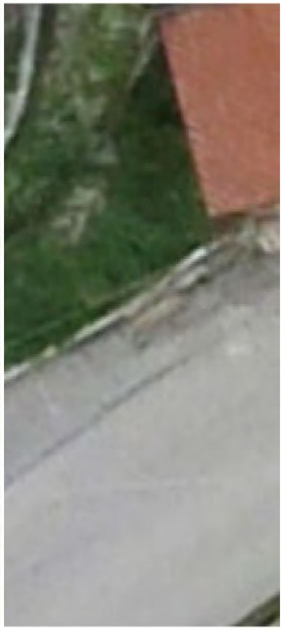
F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

GeoTag

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

GeoTag



F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

DATA ANALYSIS AND VALIDATION

DIFFERENT USED STRATEGIES	N° CPs	Mean on the CPs (m)			
		X	Y	Z	error
GEODETIC RTK <u>VS</u> portable GPS	10	2.264	1.488	9.608	4.453
GEODETIC RTK <u>VS</u> GeoTag	34	1.124	1.173	3.148	1.815

Mean accuracy on the residual measured with the portable GNSS and using the GeoTag

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

CONCLUSION AND FUTURE WORKS

- The proposed workflow underline the capacity of image-matching algorithms of obtaining suitable results in difficult scenarios as well
- The acquistion strategy need to be planned in order to combine different strips (perpendicular) or with oblique images as well
- The use of portable GNSS doesn’t improve the accuracy during a photogrammetric process. According to our test the the GeoTag options need to be preferred.

- Define standard procedure for image acquistion GCPs measurements and data processing in emergency situation with UAV
- Deeply evaluate the Tie Points extraction algorithms in different scenario
- Realize strategy for change detection analysis on 2D images
- Improve the actual potentiality of UAV on board GNSS
- Define and develop platform for data management visualization and analysis

F.Chiabrando , V. Di Pietra, N. Grasso, P.Maschio, A.Lingua, G. Sammartano, A.Spanò, L.Teppati Losè
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino
A.Di Lolli, F. Feliziani, M. Firrincielli, M. Fiorini, O. Lorusso
Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile- Corpo Nazionale Vigili del Fuoco

AKNOLEDGEMENTS

Politecnico di Torino (Task Force Terremoto Centro Italia – Prof. Sebastiano Foti) for supporting all the acquistion campaign in central Italy.

Team Direct (https://www.facebook.com/Team-Direct) and all the people involved in data acquistion in particular Paolo Dabove and Nives Grasso from Politecnico di Torino.

SAPR group and all the Vigili Del Fuoco groups that allow us to works in those emergency areas

GEER team (http://www.geerassociation.org), for the interesting collaboration during the on the field campaign.