

RILIEVO FOTOGRAMMETRICO DELLE COLONNE ROMANE DELLO SCAVO URBAN, TRIESTE

Raffaela CEFALO, Massimo IANSIG

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Trieste, P.le Europa 1-34127 Trieste, tel. 040-5583578, fax 040-5583580, E-mail: cefalo@dic.univ.trieste.it, massimo.iansig@libero.it

Riassunto

Oggetto del presente lavoro è la restituzione fotogrammetrica digitale dei reperti archeologici rinvenuti durante gli scavi realizzati nel 2000 dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici del FVG nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Urban -Progetto Tergeste.

In particolare sono state elaborate le immagini relative alle colonne romane (I a.C.) di via dei Capitelli, Trieste¹ (v. Figura 1).

La fase di restituzione è stata sviluppata con l'ausilio dello Stereorestitutore Fotogrammetrico Digitale "StereoView", Menci Software srl di Arezzo, nell'ambito del lavoro di Tesi in Ingegneria Edile "La Fotogrammetria per l'Archeologia – Il caso Urban-Tergeste", dott. Ing. Massimo Iansig.

Mediante il sistema StereoView è stata eseguita la restituzione fotogrammetrica tridimensionale del Monumento romano partendo dalle immagini stereoscopiche acquisite mediante camera semimetrica Rollei 6008 e la produzione del modello CAD numerico tridimensionale completo dell'oggetto rilevato.

Abstract

The aim of this paper is to highlight the digital photogrammetric plotting of two Roman colums (I b.C.) wich were discovered during the excavations realized in the year 2000 by Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici of FVG, in the framework of the European Community Project called "Urban-Progetto Tergeste". The photogrammetric and topographic surveys were carried out by Prof. Gabriele Fangi, Politechnic University of Marche, Ancona, in cooperation with Prof. Raffaela Cefalo from the University of Trieste. The restitution phase was developed using the Digital Photogrammetric Software "*StereoView*", Menci Software srl, Arezzo, wich was used during the Degree Thesis in Building Engineering: "La Fotogrammetria per l'Archeologia – Il caso Urban-Tergeste", by dott. Ing. Massimo Iansig. The Roman Monument CAD tridimensional model was obtained by using the stereoscopic images acquired by the semi-metric camera Rollei 6008.

¹ I rilievi eseguiti a fine giugno 2000 hanno riguardato anche i terrazzamenti compresi tra Via delle Mura, piazzetta Trauner e l'antistante muro medioevale. Tali scavi sono stati eseguiti dal Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università degli Studi di Trieste (Prof.ssa Chiara Morselli).

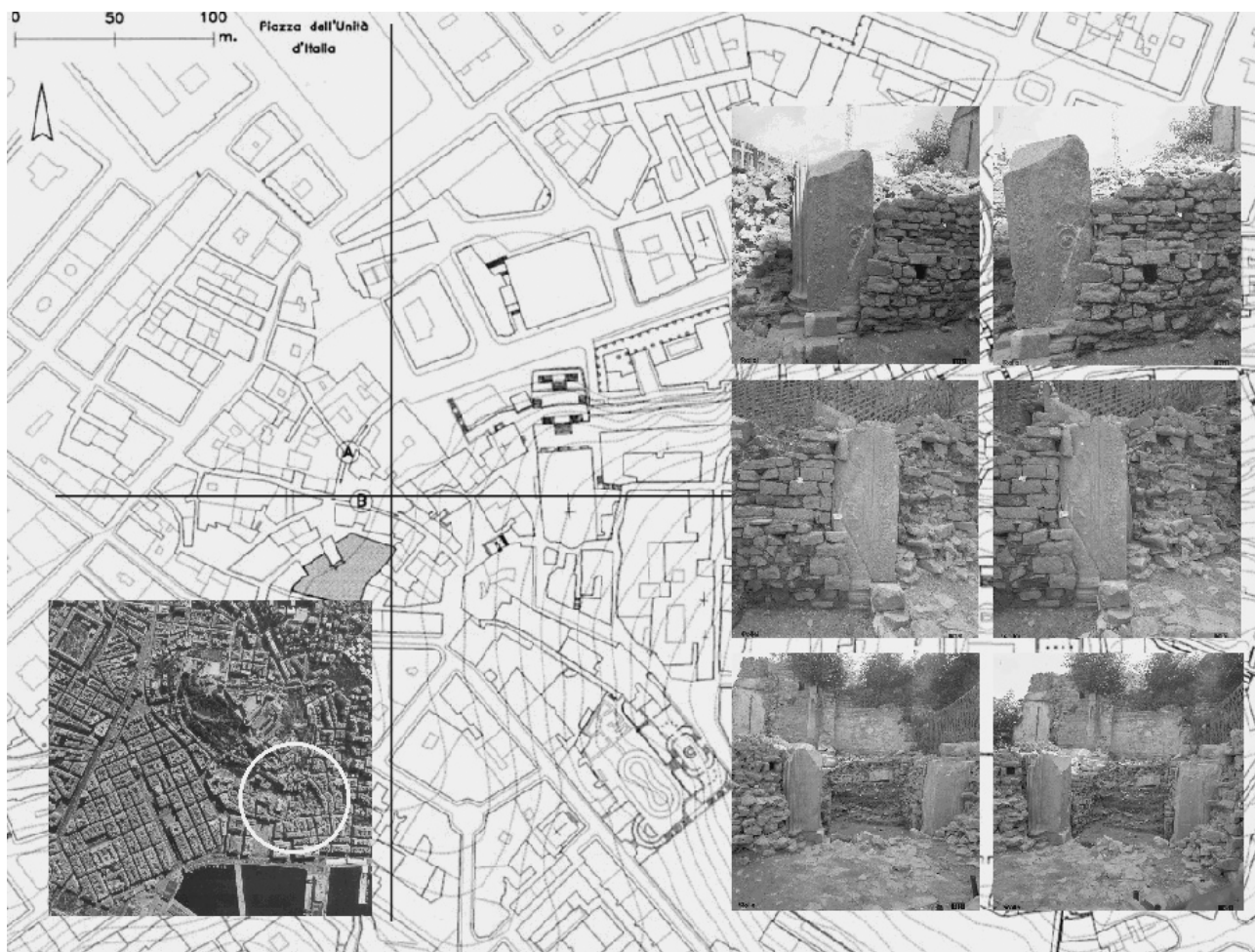


Figura 1-Trieste, centro storico. Area coinvolta nel programma di iniziativa comunitaria Urban e coppie dei fotogrammi elaborati.

Introduzione

Il monumento oggetto di questa sperimentazione fotogrammetrica è rappresentato da due colonne romane (I a.C.) situate in via dei Capitelli a Trieste, formanti una struttura a pilastri con semicolonne, probabili porzioni di un arco.

I lavori di scavo sono stati realizzati dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Archeologici, Artistici e Storici del FVG nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Urban - Progetto Tergeste (Maselli Scotti, 2001). Tale Programma, realizzato dal Comune di Trieste, si propone la riqualificazione urbanistica e la rivitalizzazione economica, sociale e culturale di un comparto degradato della Città Vecchia di Trieste. Il programma, partito nel 1994 ha coinvolto 118 città europee di cui 16 italiane tra cui appunto Trieste.

Obiettivo generale del progetto di scavi è stato quello di acquisire, elaborare ed archiviare i dati relativi al patrimonio storico-archeologico della Città Vecchia di Trieste, al fine di predisporre gli strumenti dinamici per la tutela e la valorizzazione di tale patrimonio nell'ambito della pianificazione urbanistica.

Questa vasta area, posta alle pendici settentrionali del colle di S. Giusto in prossimità della Crosada di Cavana rivesti, nella città romana, l'importante ruolo di raccordo tra gli impianti portuali e commerciali dell'arco costiero, lungo il quale si allineava anche il teatro, caposaldo nord-orientale del tessuto urbano, ed i quartieri pubblici e residenziali posti sulla sommità del colle (Morselli, 2004).

L' appoggio topografico

L'appoggio topografico è stato eseguito da Gabriele Fangi, Università Politecnica delle Marche in collaborazione con Raffaella Cefalo, Università di Trieste ed è stato realizzato mediante l'utilizzo di una Stazione Totale Leica ohne reflector TOPCON GTP 1200 (Laboratorio di Topografia, Università Politecnica delle Marche, Ancona).

A tal fine sono stati segnalizzati 15 *Ground Control Points* (GCP), numerati da 101 a 115 e distribuiti sulle due colonne del monumento, mediante mire cartacee di dimensioni 5x5 cm: i punti da 101 a 107 sul lato ovest, da 108 a 111 sul lato sud (colonna sinistra) e da 112 a 115 sul lato nord (colonna destra) (v.Figura 2).

Il calcolo delle coordinate dei punti di controllo e la compensazione sono stati eseguiti da G. Fangi con il software di calcolo e compensazione *Rete* (Fangi, 1997).

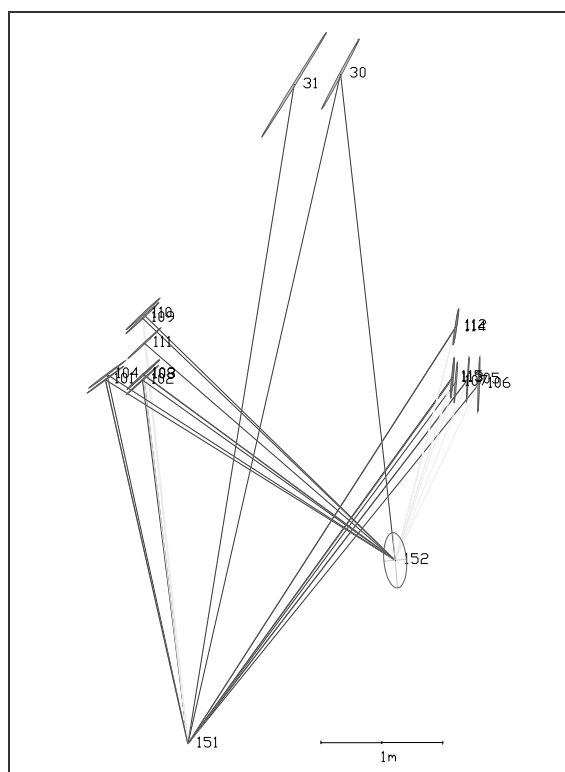


Figura 2 – Punti di appoggio ed ellissi d'errore associate (G. Fangi).

Fase di elaborazione delle immagini

La fase di elaborazione è stata sviluppata con l'ausilio dello Stereorestitutore Fotogrammetrico Digitale *StereoView* della Menci Software srl di Arezzo. Per poter impiegare tale software, le immagini ottenute mediante Rollei 6008 in formato 60x60 mm (in parte su pellicola ed in parte su diapositiva) sono state in seguito scandite ad elevata risoluzione mediante scanner fotogrammetrico Kodak (presso Rollei, Trieste).

Il software prevede di creare un progetto all'interno del quale vengono svolte tutte le fasi che consentono, come prodotto finale, di ottenere il modello tridimensionale numerico dell'oggetto rilevato.

Dopo la preliminare acquisizione dei dati desunti dal certificato di calibrazione della camera, delle coppie d'immagini in formato *.jpg dei singoli fronti del monumento e delle coordinate topografiche dei GCP, il progetto è stato sviluppato in modalità *Rel/Abs* e articolato nelle consuete tre fasi, distinte e sequenziali:

- Orientamento interno (*SVBuilder*)

- Orientamento esterno (*SVOrientation*). In Tabella 1 vengono riportati i parametri di orientamento esterno ed i residui associati espressi in millimetri.
- Restituzione (*SVPlotter*).

Per il trattamento delle stereocoppie sono stati impiegati:

- Un sistema di occhiali attivi a cristalli liquidi (Cristal EYES model CE2, Stereo Graphics Corporation, San Rafael, California);
- Un emettitore ad infrarossi (Stereo Graphics ENT) connesso a Workstation Windows NT dotata di scheda grafica e monitor a 100 Hz.

<i>foto 1 2 Absolute orientation results</i>						
image	Nx[mm]	Ny[mm]	Nz[mm]	om[rad]	phi[rad]	ka[rad]
img0002b.jpg	12220,52	11433,09	-5983,32	0,004	0,154	0,066
img0001b.jpg	10825,31	11333,22	-5881,88	0,006	-0,048	0,055
Base:	1402,445					
Model Scale:	69479,59					
<i>foto 1 2 Absolute orientation residuals</i>						
ID	Xres(mm)	Yres(mm)	Zres(mm)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
102	-1,6303	-0,9125	-1,7467	10304	11543	-9997
103	1,3199	0,0311	-1,1322	10313	10204	-10045
104	1,3683	1,6071	1,1988	10013	10235	-10044
105	0,9672	0,2633	0,732	12973	11784	-10000
106	1,0071	-1,4019	-1,8174	13065	11134	-9964
107	-1,4346	0,3108	1,4424	12875	10490	-9980
101	-1,5975	0,1022	1,3231	10000	11945	-10000

Tabella 1 – Parametri di orientamento assoluto e residui associati.

Fase di restituzione del modello

Questa fase, svolta interamente in stereoscopia con l'ausilio degli occhiali LCD, rappresenta il momento più delicato dell'intera procedura.

La capacità di apprezzare o meno la stereoscopia e di interpretare la morfologia dell'oggetto architettonico in esame, rappresentano le variabili soggettive introdotte dall'operatore e in ogni caso il valore aggiunto della tecnica fotogrammetrica rispetto alla recente tecnica della scansione laser. La restituzione di questo modello è impostata su cinque layers in modo da descrivere separatamente gli elementi essenziali della morfologia del monumento analizzato. Il primo layer (*struttura*) è riservato alla struttura, ai plinti ed alle scanalature delle colonne. Il layer *decorazioni* (v.Figura 4) è dedicato alle girali scolpite sul lato interno delle colonne. Il terzo layer (*fessurazioni*) descrive lo stato fessurativo degli elementi lapidei, mentre il quarto (*pietre*) è riservato alle pietre addossate alle colonne. L'ultimo layer (*punti di controllo*) distingue con differente colorazione i GCP dagli altri dati. Nella restituzione sono evidenti alcune lacune. Quando un particolare non è chiaramente apprezzabile in entrambi i fotogrammi, si sceglie di non restituirlo per evitare di commettere un falso. Una restituzione errata farebbe decadere il valore di scientificità ed oggettività all'intera procedura. Tali vuoti sono distinguibili nella descrizione delle scanalature della colonna di sinistra e nel profilo esterno di quella destra. In entrambi i casi, la presenza delle pietre riduce la visione completa dei manufatti lapidei. Analoghe considerazioni vanno fatte per i plinti non chiaramente distinguibili in entrambe le colonne (v.Figura 5).

Lo Z range entro il quale il dato selezionato sul modello può essere accettato dal software e quindi tracciato nella finestra CAD è stato fissato a 2 mm, inferiore alla risoluzione intrinseca di 2,7 mm (dimensione calcolata del pixel a terra). Ciò garantisce che l'errore di restituzione sia compreso all'interno della dimensione del pixel.

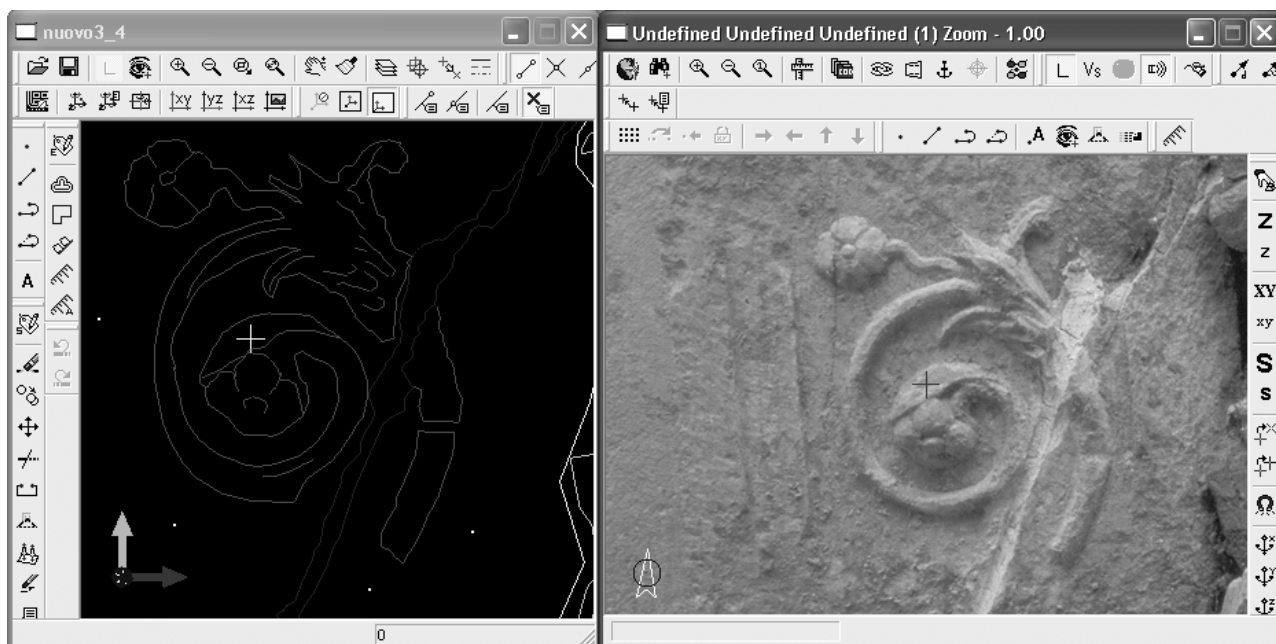


Figura 4- Fasi di restituzione della colonna sinistra.Motivi decorativi a girale.

La Figura 4 evidenzia la geometria della girale (elemento decorativo romano formato da motivi vegetali disposti a spirale) ed il preoccupante stato fessurativo che interessa entrambe le colonne del Monumento. In Figura 5 sono evidenti le lacune di restituzione dovute alla presenza, in questa prima fase di scavo, di un muro di tamponamento in seguito rimosso. In Figura 6 sono rappresentati i Fotogrammi sinistro e destro relativi alla colonna destra e il modello restituito.

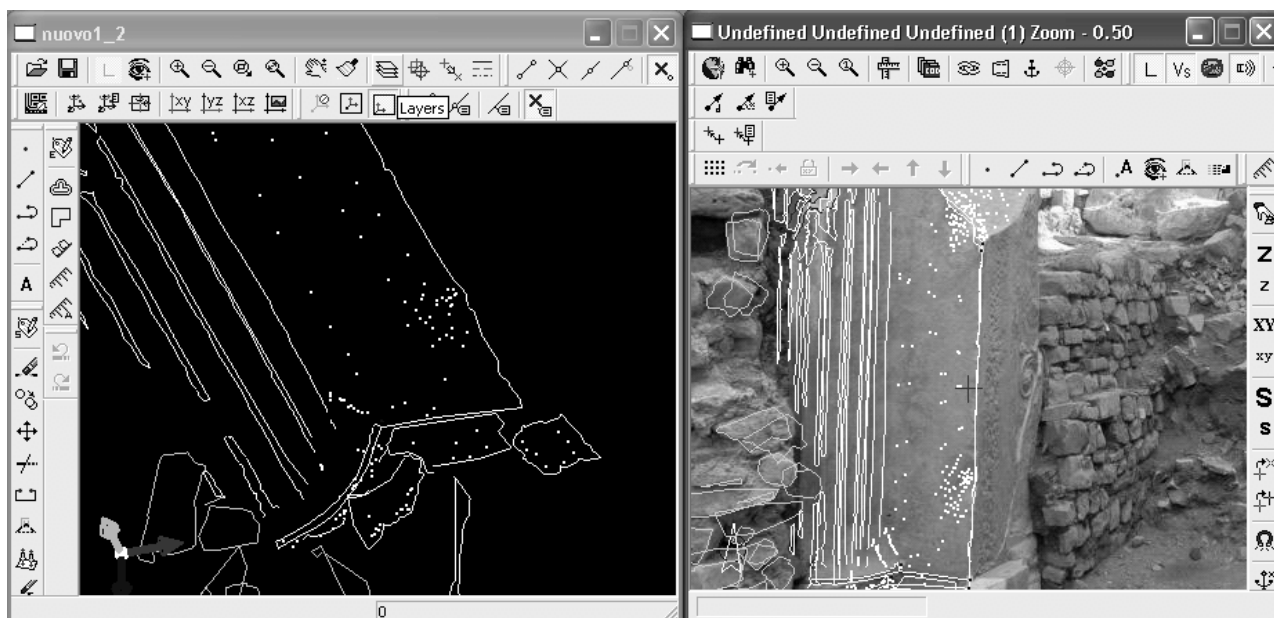


Figura 5 - Fasi di restituzione della colonna sinistra. Finestra stereoscopica e relativa restituzione.

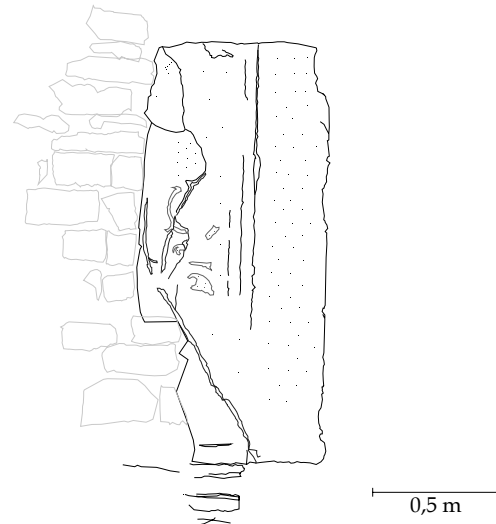
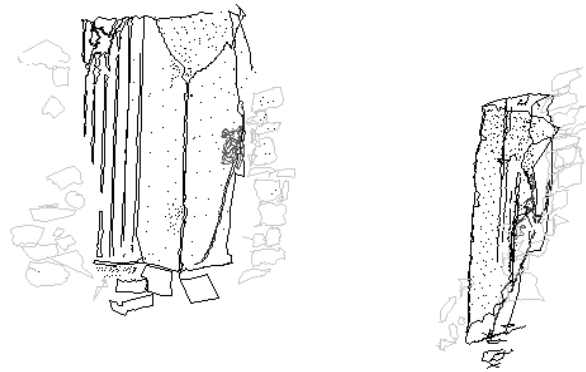


Figura 6 - Fotogrammi 5_6 e relativa restituzione del modello



Conclusioni e ringraziamenti

Oggetto del presente lavoro è la restituzione fotogrammetrica digitale di due colonne romane del I sec. a.C. rinvenute durante gli scavi realizzati nel 2000 dalla SBAAAAS del FVG nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Urban -Progetto Tergeste. Il software Stereoview, Menci S.r.l., Arezzo, utilizzato per la restituzione digitale delle immagini acquisite mediante camera semimetrica Rollei 6008 e successivamente scandite ad elevata risoluzione, ha permesso la costruzione del modello numerico del monumento rilevato con una precisione inferiore alla risoluzione intrinseca di 2,7 mm (dimensione del pixel).

Si ringraziano il Prof. Gabriele Fangi, la dott.ssa Franca Maselli Scotti della SBAAAAS del Friuli Venezia Giulia, la Prof.ssa Chiara Morselli e la Menci srl di Arezzo per i preziosi consigli ricevuti per le elaborazioni dei dati.

Bibliografia

- Fangi, G. (1997), *Note di fotogrammetria*, Ancona.
- Iansig M. (2005), *La Fotogrammetria per l'Archeologia – Il caso Urban-Tergeste*, Tesi di Laurea in Ingegneria Edile, Relatore Prof. R. Cefalo, Correlatori: Prof. G. Fangi, Prof. C. Morselli, D.ssa F. Maselli Scotti, Trieste.
- Maselli Scotti F. (2001), *Abitare in Cisalpina. L'edilizia privata nella città e nel territorio in età romana*, "Atti della XXXI settimana di studi aquileiesi", Trieste, pp. 669-692.
- Morselli C., Provenzale V. (2004), "Intonaci dipinti da Trieste", *Archeologia Classica*, LV, pp. 145-158.