

## IL RILIEVO DELLE COSIDDETE “CONCAMERAZIONI SOSTRUTTIVE”

Patrizia Framarin, Ascanio D'Andrea\*, Daniele Sepio\*

### Premessa

Patrizia Framarin

I consistenti resti strutturali di età romana conservati sotto l'ex Caserma Challant sono stati rinvenuti nel corso della ristrutturazione avviata negli anni '80 del secolo scorso allo scopo di allestire un nuovo Museo Archeologico ed ospitare alcuni Uffici della Soprintendenza (fig. 1).<sup>1</sup> La sistemazione realizzata allora consentiva il mantenimento nel sottosuolo delle principali strutture murarie a vista, in un contesto significativo della città che comprende resti monumentali di *Augusta Prætoria*, su cui si insedia la casa forte dei Vaudan trasformata nel XVII secolo in convento della Visitazione e infine in caserma durante il periodo napoleonico.<sup>2</sup> Un vero palinsesto racchiuso a nord da un buon tratto della cinta muraria attestata alla torre orientale della *Porta Principalis Sinistra*. Nel corso del I secolo d.C. l'area vede sorgere il settore occidentale delle cosiddette “concamerazioni”, ambienti ciechi e voltati, attestati ad un muro curvo che si sviluppa sullo stesso asse del Foro tra le mura e il Criptoportico. Come in quest'ultimo, i vani voltati sono concepiti a fini statici ed asserviti al sostegno di un piano superiore relativo ad un edificio di natura ancora incerta, ma in rapporto planimetrico, e quindi ideologico, con il complesso forense. Gli scavi intrapresi nel 1980 hanno prodotto una documentazione grafica che ha consentito la ricostruzione della pianta generale e la rappresentazione delle stratigrafie rinvenute. Le murature più antiche d'altronde interagiscono con vani, strutture in fondazione o corpi scalari inerenti le diverse fasi edilizie

succedutesi nel tempo, i cui resti si dispongono in tutta la gamma dei rapporti fisici possibili, dando vita ad un insieme di complicata lettura negli elevati, nelle aperture e nei piani di calpestio, questi ultimi tra i più danneggiati a causa della realizzazione di cantine a servizio per lo più del convento soprastante. La ripresa degli scavi sul sedime di piazza Roncas ha messo in evidenza la conservazione dei resti murari romani sulla prosecuzione spaziale dei precedenti, come avviene per il corpo della Torre orientale e per l'edificio meridionale, nonché per le concamerazioni. Si rende necessaria la creazione di un supporto documentale che possa riunire tutte le strutture in fase, consentendo un più agevole apprezzamento delle stesse e facilitando la comprensione delle relazioni intercorrenti tra le varie parti dell'area. Nella prima campagna del progetto, è stato affrontato il rilievo del sistema di vani voltati, la loro articolazione nello spazio, isolandoli dalle “intrusioni” posteriori, a cui potranno essere dedicati ulteriori livelli di approfondimento e sintesi. L'aggiunta del fotorilievo delle superfici murarie ha inoltre consentito la documentazione dei prospetti conservati per una notevole altezza ai fini dell'analisi stratigrafica muraria. L'immediatezza della trasposizione in tre dimensioni, funzionale in prima battuta alla lettura ed allo studio in contesti di così complessa interazione storica, potrà supportare in seguito anche la musealizzazione del sito, fornendo strumenti concreti per introdurre il visitatore alla comprensione, dotandolo di una sorta di filo di Arianna davvero indispensabile all'interno di un contesto-labirinto, nello spazio e nel tempo.

### Il progetto

Ascanio D'Andrea\*, Daniele Sepio\*

Le indagini archeologiche di piazza Roncas e la ripresa dei lavori dello scavo archeologico nell'ex Caserma Challant, attuale sede del Museo Archeologico Regionale, hanno fornito lo spunto per un attento riesame delle strutture di epoca romana pertinenti alle cosiddette “concamerazioni sostruttive”.<sup>3</sup> Nel periodo marzo-dicembre 2008 è stata realizzata una campagna di rilievo delle strutture romane visibili nei sotterranei del Museo Archeologico, nel tentativo di estrapolarle dall'attuale contesto edilizio di epoca medievale e moderna che ne compromette la lettura d'insieme e ne impedisce una corretta interpretazione.

Nel corso del lavoro è stata realizzata la documentazione grafica di tutte le superfici verticali conservate, mediante foto raddrizzamento e vettorializzazione del materico, e il controllo, l'integrazione e la referenziazione della planimetria realizzata in occasione degli scavi dell'ex Caserma Challant.

Parallelamente all'attività di rilievo sul campo si è proceduto allo studio della sequenza stratigrafica muraria del monumento di epoca romana, attraverso l'analisi delle diverse attività e al riconoscimento delle fasi costruttive che caratterizzano il complesso architettonico.



1. Spalla orientale di una apertura tra gli ambienti delle concamerazioni. (M. Catalano)

Nel corso di una prima fase del lavoro è stata realizzata una poligonale, i cui vertici, materializzati a terra con appositi chiodi da topografia, sono stati referenziati all'interno del sistema di coordinate Bryer 2006.<sup>4</sup> Allo scopo di raccordare la ramificazione della rete topografica realizzata all'interno dei sotterranei con quella esistente, posta a livello della quota stradale, è stato realizzato un infittimento della stessa fino a raggiungere i punti fiduciali esterni all'edificio (fig. 2).

In seguito si è proceduto al rilievo strumentale di tutte le strutture presenti nell'area per la verifica delle planimetrie pregresse e l'integrazione delle porzioni mancanti mediante il rilievo manuale. Sono stati quindi materializzati ed acquisiti gli appoggi necessari al fotoraddrizzamento. Successivamente sono state effettuate le riprese fotografiche documentando tutte le superfici verticali esposte del monumento.

La successiva fase di elaborazione e fotoraddrizzamento ha permesso di produrre un archivio digitale di immagini (orto) rettificata ad alta risoluzione,<sup>5</sup> utilizzate come supporto geometrico per la vettorializzazione delle unità stratigrafiche murarie.

Sulla base del nuovo rilievo vettoriale è stato costruito un modello virtuale tridimensionale dell'edificio in grado di restituire il volume delle strutture conservate. Grazie all'impiego delle immagini digitali utilizzate per la "vestizione" del modello 3D, è stato possibile ottenere una resa estremamente fedele al reale, consentendo all'utente di poter visionare l'effettivo stato di conservazione delle strutture di età romana estrapolandole dal contesto attuale.

## Il fotoraddrizzamento

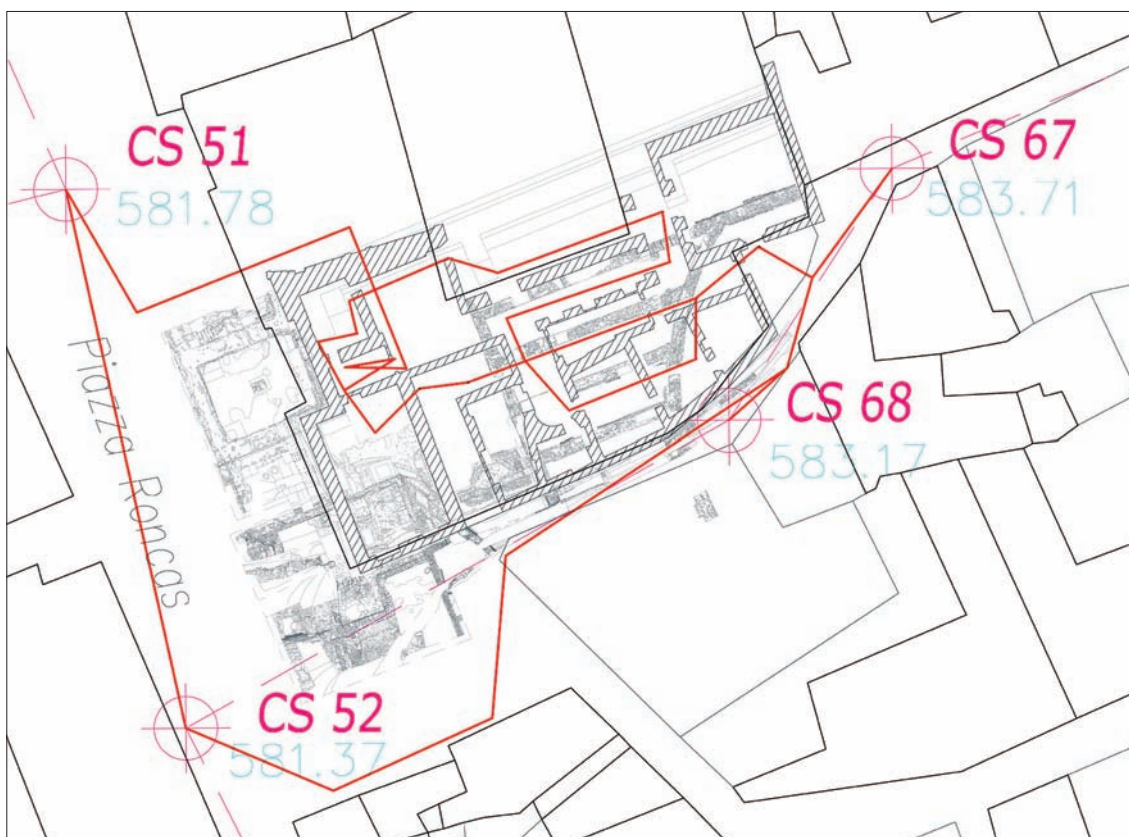
Si ritiene utile in questo contesto una spiegazione sintetica della metodologia adottata per il fotoraddrizzamento delle immagini, a partire dalla fase di acquisizione dei dati sul campo fino all'elaborazione numerico-digitale.

### - La materializzazione degli appoggi

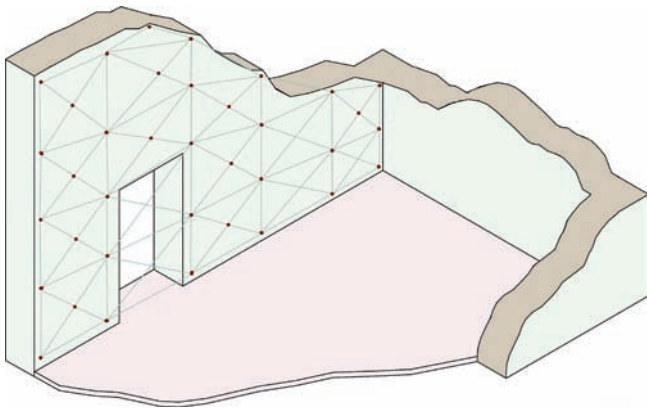
Per ogni superficie da rilevare sono stati posizionati un numero sufficiente di appoggi, materializzati in puntine da disegno colorate, a copertura totale della parete. Lo schema seguito per la distribuzione degli appoggi prevede la creazione di una maglia regolare di rettangoli, di dimensioni direttamente proporzionali alla distanza tra la parete e la macchina fotografica, che delimitano l'area oggetto di una singola ripresa fotografica. All'incrocio delle diagonali di ogni rettangolo è stato posizionato un quinto punto di riferimento in modo da raggiungere un numero di cinque appoggi sufficienti al fotoraddrizzamento di ogni singolo fotogramma (fig. 3).

### - Le riprese fotografiche

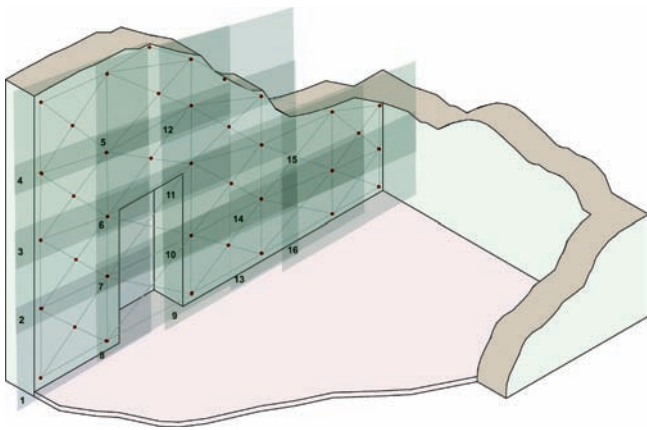
Per le riprese fotografiche sono state utilizzate una fotocamera reflex digitale Fuji FinePix S2 PRO e una fotocamera reflex digitale Nikon D40 con obiettivo asferico Tamron 28mm e obiettivo Nikon 20mm. Particolare cura è stata adottata nel mantenere costante, ove le condizioni del sito lo consentissero, la distanza di scatto dall'oggetto per garantire un'uniformità di risoluzione delle singole immagini digitali nel rapporto tra la distanza e il dettaglio di acquisizione.<sup>6</sup>



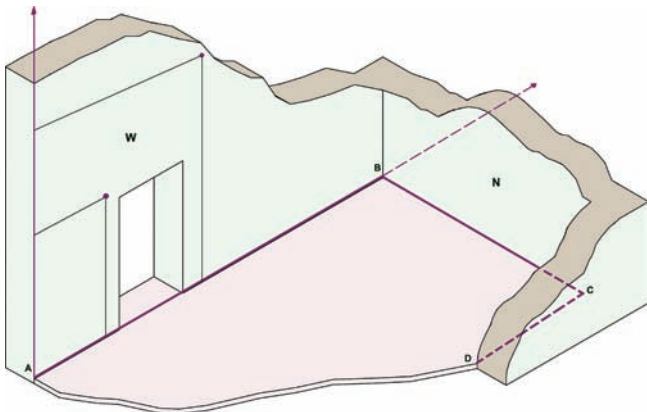
2. Schema della poligonale realizzata all'interno dei sotterranei, referenziata all'interno del sistema di coordinate Bryer 2006. (Elaborazione grafica D. Sepio)



3. Schema di posizionamento degli appoggi per il foto raddrizzamento sulle pareti.



4. Schema adottato per la ripresa fotografica.



5. Schema di posizionamento degli appoggi all'interno dei singoli piani di prospetto. (Elaborazione grafica A. D'Andrea)

Lo schema utilizzato per la ripresa fotografica segue quello adottato per il posizionamento degli appoggi: ogni scatto deve comprendere nella parte centrale dell'inquadratura (la porzione di immagine meno deformata utilizzabile per il fotoraddrizzamento) un minimo di cinque appoggi ed avere una porzione di sovrapposizione con gli scatti adiacenti almeno del 30% (fig. 4).

Compatibilmente con le condizioni di luce si è cercato di mantenere un'apertura del diaframma costante, per garantire una profondità di campo uniforme in tutti gli scatti.

In questo modo sono stati evitati problemi di difformità nella nitidezza dei piani di messa a fuoco che avrebbero causato un abbassamento della qualità dell'immagine complessiva della parete, ottenuta dalla mosaicatura dei singoli fotogrammi. Nel caso delle strutture in questione, per ovviare alla scarsità di luce nei locali, sono stati usati fari con lampade *photoflood* da 500 e 250 W che hanno permesso un'illuminazione uniforme delle pareti da fotografare.

#### -Il fotoraddrizzamento

Il lavoro di fotoraddrizzamento è stato realizzato con il software *RealView* della Vectar S.r.l. Si tratta di un programma di calcolo ed elaborazione digitale delle immagini che si integra all'interno dell'ambiente CAD (*Computer Aided Design*), agevolando i processi di ortorettifica delle immagini e il controllo qualitativo dei dati ottenuti. Il metodo prevede la possibilità di effettuare un raddrizzamento di tipo differenziale vincolando alcuni punti dell'immagine con quelli corrispondenti nel disegno. Le aree non vincolate vengono traslate per interpolazione e trasferimento dei pixel dell'immagine.

Per la creazione dei singoli piani di prospetto sono stati utilizzati due punti fissi per ogni parete del vano in considerazione, posizionati ai margini delle stesse, referenziati planimetricamente all'interno del sistema di coordinate x e y con z riferita alla quota assoluta sul livello del mare<sup>7</sup> (fig. 5).

La possibilità di monitorare gli errori di raddrizzamento per ogni singolo fotogramma utilizzato ha permesso di mantenere pressoché costante l'errore medio di raddrizzamento cercando di non scendere mai sotto la soglia del centimetro.

Alcune porzioni dei muri erano coperte da apprestamenti inamovibili, quali scale del percorso di visita interno al museo; in alcune parti dell'edificio, inoltre, lo spazio davanti alle pareti da fotografare era talmente ristretto da rendere impossibile la ripresa fotografica. In entrambi i casi il rilievo della struttura è stato realizzato manualmente ed integrato, in fase di vettorializzazione, col disegno ottenuto da fotoraddrizzamento.

#### -Il modello tridimensionale

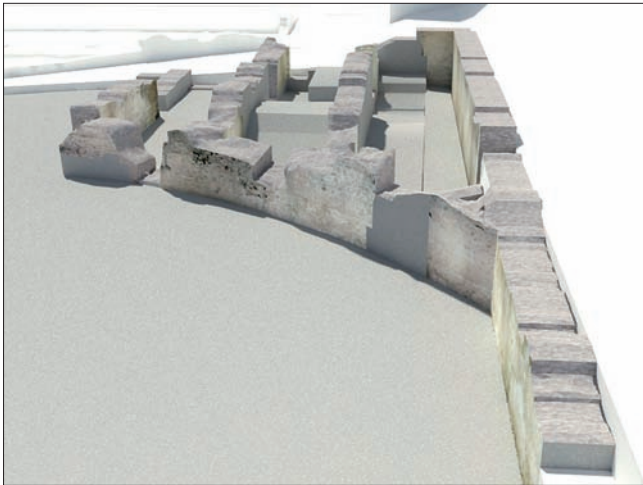
La planimetria generale vettorializzata e la digitalizzazione dei prospetti derivati dal fotoraddrizzamento hanno costituito la base di partenza per la costruzione del modello tridimensionale che rappresenta lo stato di conservazione attuale dell'edificio. Alcune porzioni delle strutture antiche non sono direttamente visibili perché coperte o completamente inglobate nei muri di epoca successiva; in questo caso il modello è stato integrato ricostruendo il volume della porzione di muro mancante (figg. 6-11).

Come accennato in precedenza, per la "texturizzazione" fotorealistica del modello sono state utilizzate le immagini ortorettificate, di cui, per motivi di gestione del modello stesso, è stata ridotta la definizione del 50%. Ove non si disponeva delle immagini digitali (alcune porzioni delle strutture murarie ed i pavimenti, nella maggior parte dei casi non originari) è stata usata una caratterizzazione, in grigio, allo scopo di mantenerle distinguibili da quelle documentate fotograficamente (figg. 6-11).

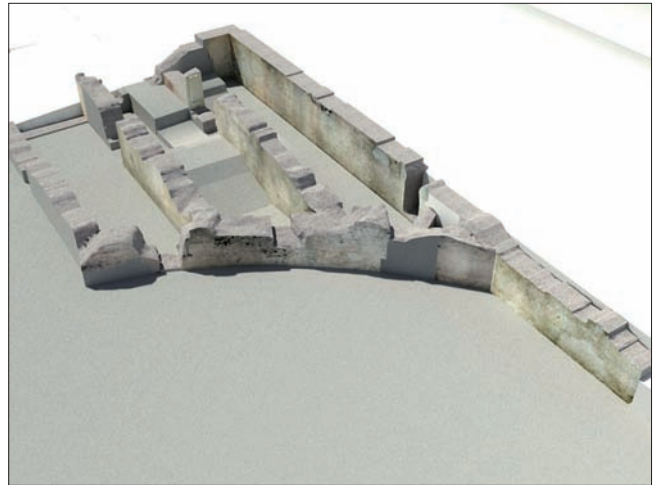
MODELLO 3D

Le porzioni di muro conservate sono state "texturizzate" con le immagini fotografiche, quelle non visibili sono state integrate in grigio.

Elaborazione grafica D. Sepio



6. *Vista da est.*



7. *Vista da sud-est.*



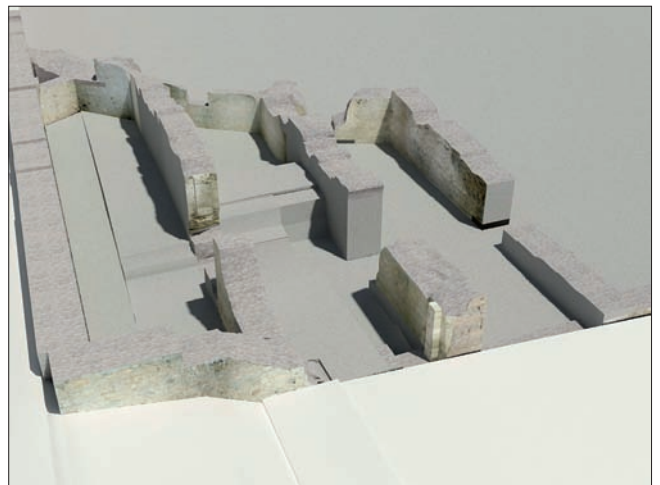
8. *Vista da sud.*



9. *Vista da sud-ovest.*



10. *Vista da sud-ovest.*



11. *Vista da ovest.*

## Conclusioni

La campagna di rilievo condotta sulle concamerazioni sostruttive ha permesso di integrare la documentazione effettuata durante gli scavi nei sotterranei dell'ex Caserma Challant con una nuova indagine di dettaglio delle strutture di epoca romana presenti nell'area. L'affiancamento del fotoraddrizzamento alle tecniche tradizionali di rilievo manuale ha permesso di ottenere una rappresentazione fotografica misurabile che consente diverse modalità di analisi dell'oggetto rappresentato.

In una situazione come quella delle strutture in esame, le potenzialità del fotoraddrizzamento si rivelano elevate. La ripresa fotografica delle strutture permette, infatti, di apprezzare la complessità della tecnica edilizia e delle condizioni di conservazione, che in un rilievo tradizionale possono essere oggetto di semplificazione dovuta all'interpretazione dell'operatore. Le caratteristiche del monumento, in particolare la presenza di aree di difficile accesso, hanno comunque reso necessario l'intervento manuale per il perfezionamento del rilievo o per la correzione di foto la cui deformazione era al di là dei limiti tollerati.

Attraverso l'integrazione delle due metodologie, fotoraddrizzamento e rilievo manuale, è stata dunque ottenuta una conoscenza esaustiva del monumento aggiungendo ai dati riguardanti la consistenza geometrica informazioni sullo stato di conservazione, la morfologia e il colore che solo l'immagine fotografica può restituire. È da sottolineare però come il risultato ottenuto consenta unicamente una rappresentazione bidimensionale a cui solo l'utilizzo di altre tecniche (quali lettura stereoscopica delle immagini o rilievo con metodologia *scan laser*) potrebbe aggiungere l'elemento tridimensionale.

La successiva restituzione grafica di dettaglio del contenuto delle immagini (vettorializzazione), fornisce una lettura delle strutture che soddisfa i canoni di rappresentazione della ricerca archeologica. Da un lato la fotografia risponde alla richiesta di un dato il più possibile oggettivo, dall'altro la vettorializzazione si fa strumento dell'analisi interpretativa delle componenti della struttura.

Il fotoraddrizzamento costituisce quindi uno strumento utilizzabile con successo se attentamente pianificato e calibrato al risultato cui si ambisce. Risulta valido, com'è ovvio, in situazioni in cui l'oggetto da rilevare non è direttamente raggiungibile, garantendo una precisione maggiore se confrontato ai tradizionali metodi di rilievo indiretto. Fornisce inoltre una maggiore velocità di ripresa dei dati sul campo e una completezza di informazioni di tipo morfologico, impensabile con tecniche di rilievo tradizionali. Riguardo ai tempi di elaborazione e di *editing* grafico, essi non differiscono sostanzialmente da quelli di un rilievo tradizionale manuale che preveda la lucidatura o vettorializzazione di dettaglio. Pur essendo comunque necessari controlli e verifiche che migliorino la qualità e la precisione di qualsiasi elaborato, l'immagine fotografica geometricamente rettificata possiede un contenuto informativo più completo e rispondente alla realtà di qualsiasi elaborazione grafica ottenuta manualmente. Inoltre la rappresentazione digitale è riproducibile un numero infinito di volte, su un qualsiasi supporto compatibile, e a qualunque scala, mentre la versione cartacea può essere soggetta a deterioramento, oltre ad essere riproducibile solo con mezzi che determinano perdita di informazioni e precisione.

Riguardo al modello tridimensionale, la sua realizzazione soddisfa diverse necessità sia di carattere generale che legate alla situazione particolare del monumento preso in esame.

Dal punto di vista della restituzione volumetrica si ottiene, prima di tutto, la possibilità di estrapolare le parti riferibili al monumento analizzato dalle strutture successive, che rendono difficoltosa la lettura d'insieme.

Infine, attraverso la realizzazione del modello tridimensionale, viene fornita una base per analisi di tipo ricostruttivo più esaustiva di qualsiasi altra restituzione grafica tradizionale. Il monumento sarà così apprezzabile in tutte le sue parti e da ogni punto di vista superando i limiti naturalmente insiti nelle rappresentazioni bidimensionali. Partendo da questo modello sarà inoltre possibile effettuare un più accurato studio del monumento garantendone una maggiore fruibilità sia da parte di tecnici ed addetti ai lavori che da parte di un pubblico più ampio.

## Abstract

From March to December 2008 a campaign of survey was carried out in the Roman structures belonging to the so-called "Substructured Concamerations" visible in the cellars of the Museo Archeologico, in order to extrapolate them from the present building context of medieval and modern age that prejudices a whole reading and prevents from a correct interpretation.

During the works it was possible to realize the graphic documentation of all the vertical surfaces preserved, through photo-straightening and material vectoring, as well as control, integration and reference of the planimetry made on the occasion of the excavations in the former Caserma Challant.

On the basis of the new vectorial survey, a virtual three-dimensional model of the building was created in order to bring the preserved structures back to their volume.

1) R. MOLLO MEZZENA, *Ricerche archeologiche in Valle d'Aosta (1986-1987)*, in *La Venetia nell'area padano-danubiana. Le vie di comunicazione*, estratto, Atti del convegno (Venezia, 6-10 aprile 1988), Padova 1990, pp. 521-558 (in particolare pp. 535-546).

2) L. COLLIARD, *La vieille Aoste*, Tome II, Aosta 1979, pp. 30-34.

3) Per lo scavo dell'ex Caserma Challant si veda R. MOLLO MEZZENA, *La stratificazione archeologica di Augusta Praetoria*, in *Archeologia stratigrafica dell'Italia settentrionale*, I, Como 1988, pp. 74-100. Le nuove indagini archeologiche compiute nei mesi di gennaio-marzo 2007 sono attualmente in corso di studio.

4) L'aggancio alla poligonale del comune di Aosta, Bryer 2006, è avvenuto inserendo all'interno della nuova poligonale i due capisaldi di piazza Roncas (CS51 e CS52) e i due presenti in vicolo San Giocondo (CS67 e CS68, quest'ultimo rimosso in occasione dello scavo del vicolo nel 2007).

5) La dimensione delle immagini è di 3000x2000 pixel con una risoluzione a 300 dpi, e 4256x2848 pixel con una risoluzione a 72 dpi.

6) Dove possibile è stata mantenuta una distanza da 2 a 3 m, ma in determinate situazioni si è arrivati a meno di 0,70 m.

7) Come detto in precedenza il sistema di coordinate assunto come riferimento è la poligonale del comune di Aosta, Bryer 2006.

\*Collaboratori esterni: Ascanio D'Andrea - Daniele Sepio, archeologi Akhet S.r.l.