

LUCA BEZZI¹, ALESSANDRO BEZZI¹, ELISABETTA MOTTES², MICHELE BASSETTI³

¹Arc-Team Srl,

²Provincia autonoma di Trento, Soprintendenza per i beni culturali, Ufficio beni archeologici

³CORA Società Archeologica Srl

Nuove tecnologie digitali per la documentazione di contesti paleolitici. L'esperienza del sito epigravettiano di Arco via Serafini (Trentino, Italia settentrionale)

New digital technologies for the documentation of Palaeolithic contexts. The experience of the epigravettian site of Arco via Serafini (Trentino, northern Italy)

L'utilizzo di tecnologie di *digital archaeology* applicate ad un contesto culturale paleolitico esteso su di un'ampia superficie, come quello del sito dell'Epigravettiano recente di Arco via Serafini (Mottes *et alii* in questo volume), ha permesso di velocizzare le tempistiche legate al rilievo delle evidenze archeologiche messe in luce, garantendo una migliore redistribuzione delle risorse nell'ambito della gestione complessiva dell'indagine stratigrafica. Allo stesso tempo si è registrato un sensibile aumento della quantità e della qualità delle informazioni raccolte ed un'ottimizzazione del flusso di lavoro relativo al loro processamento.

Più nel dettaglio le operazioni di *digital archaeology*, che hanno comportato un importante miglioramento rispetto alle tecniche tradizionali, sono state un'accurata geolocalizzazione del sito, una documentazione 3D delle superfici stratigrafiche messe in luce ed il rilievo puntuale della dispersione dei reperti.

Per quanto riguarda la geolocalizzazione, ci si è uniformati alle norme internazionali (direttive comunitarie INSPIRE), impostando lo scavo su un sistema di coordinate sovranazionale (EPSG: 25832), con quota ortometrica. In questo modo la documentazione prodotta può essere correlata a qualsiasi altro intervento coevo, registrato secondo le normative vigenti.

Una volta impostato il corretto sistema di riferimento geodetico, ogni singolo elemento del deposito archeologico è stato rilevato in 3D, utilizzando i metodi ritenuti più appropriati (figura 1b e 1c). In particolare le stratificazioni sono state documentate con tecniche fotografiche (Bezzi *et alii* 2011) di SfM (*Structure from Motion*) e MVS (*Multi-View Stereovision*), tramite applicativi

The use of digital archaeology technologies applied to a Paleolithic contexts, such as the excavation in Arco - via Serafini (Mottes *et alii* in this publication), allowed to speed up the documentation of the archaeological evidences, ensuring a better redistribution of resources for an optimized management of the stratigraphic investigation. At the same time the new technolgis increased the quantity and quality of the collected information and simplified the workflow related to the processing stage.

In particular the precise geolocalization of the site, the 3D documentation of the stratigraphy and the continuous recording of the spatial dispersion of archaeological finds represented three important improvements over traditional techniques. More in detail, the geolocalization has been based on international standards (INSPIRE Directives), setting the ground control points on a supranational coordinate system (EPSG: 25832) with orthometric height. In this way the documentation of Arco - Via Serafini excavation can be related to any other contemporary archaeological site, registered according to the current standards. Once the correct geodetic reference system has been set up, each single element of the archaeological deposit has been documented in 3D, using various methodologies (figures 1b and 1c). In general, single layers have been recorded with Structure from Motion (SfM) and MVS (Multi-View Stereovision) techniques (Bezzi *et alii* 2011), using different FLOSS (Free / Libre and Open Source, Bezzi *et alii* 2013): openMVG, for 360 degree ground documentation, and MicMac, for aerial archaeological documentation with an open hardware UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

FLOSS (*Free/Libre and Open Source*, Bezzi *et alii* 2013): openMVG, per i rilievi a 360 gradi da terra, e MicMac, per i rilievi di archeologia aerea con drone UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) open hardware autocostruito (Bezzi *et alii* 2009).

La dispersione dei reperti è stata invece registrata in tre dimensioni direttamente tramite la stazione totale (figura 1a), associando il codice univoco dei singoli ritrovamenti (chiave primaria) alle informazioni loro associate.

La gestione complessiva dei dati raccolti è stata effettuata tramite programmi GIS, scelti sulla base di due caratteristiche principali: la semplicità di utilizzo nelle operazioni legate alla documentazione 2D dell'ambito di scavo (disegno archeologico vettoriale su base ortofotografica raster, compilazione del database, etc...) e la potenza di calcolo nei processamenti più complessi dovuti ai rilievi 3D (grafica volumetrica, Bezzi *et alii* 2006) e all'interconnessione della realtà indagata con il territorio circostante (analisi di *landscape archaeology*). Nel primo caso si è optato per il software QuantumGIS, affiancato, nel secondo caso, da GRASS GIS (Barton *et alii* 2007), tramite connessione diretta. In questo modo l'applicativo più versatile e leggero è stato usato come una snella interfaccia grafica del software più complesso e performante.

La mole di dati così prodotta (figura 2), una volta

drone (Bezzi *et alii* 2009). The dispersion of the finds has been recorded in three dimensions directly with the total station (figure 1a), to be associated, at a later time, with further information.

The overall management process of collected data has been performed through GIS programs. The applications have been chosen considering two main features: simplicity of use in 2D documentation (vector archeological design on raster orthophotographs, database compilation etc...) and computing power in complex processes, such as volumetric 3D reconstructions (voxel graphics, Bezzi *et alii* 2006) or landscape archaeology analysis. QuantumGIS has been used in the first case, supported by a direct connection with the powerful GRASS GIS (Barton *et alii* 2007), in the second case. In this way, the most versatile and lightweight application has been used as a fast GUI (Graphical User Interface) of the more complex software.

Once simplified, this amount of data (figure 2) has been optimized for integration into virtualglobe based webGIS systems (Cesium), with the double purpose of testing its functionality in for future web-based disclosure (following the trend in modern technologies) and of taking advantage of new powerful viewing tools for

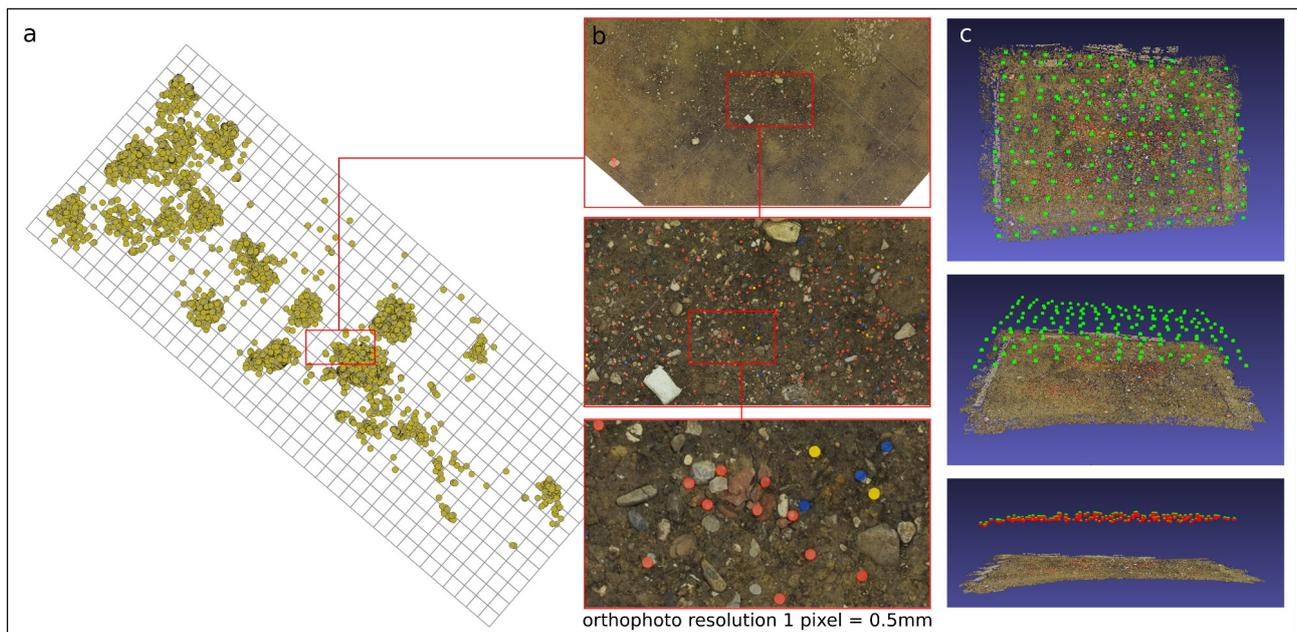


Figura 1. La dispersione dei singoli reperti nell'area di scavo (a); la risoluzione a terra delle ortofoto (b); la posizione di scatto dei singoli fotogrammi sulla nuvola di punti 3D (c).

Figure 1. Spatial dispersion of archaeological finds (a); Ground resolution of the orthophoto (b); camera position of single photos related to the 3D pointcloud (c).

semplificata, è stata ottimizzata per l'integrazione con sistemi webGIS basati su virtualglobe (Cesium), con il duplice scopo di testarne la funzionalità nell'ottica di una futura divulgazione (in linea con le moderne tecnologie) e di avvalersi dei potenti strumenti di visualizzazione per analisi più raffinate e per la gestione 4D dei dati di scavo.

Parole chiave: Paleolitico, digital archaeology, 3D, geolocalizzazione, GIS.

more sophisticated analysis and 4D management of excavation data.

Key-words: Paleolithic, digital archaeology, 3D, geolocation, GIS.

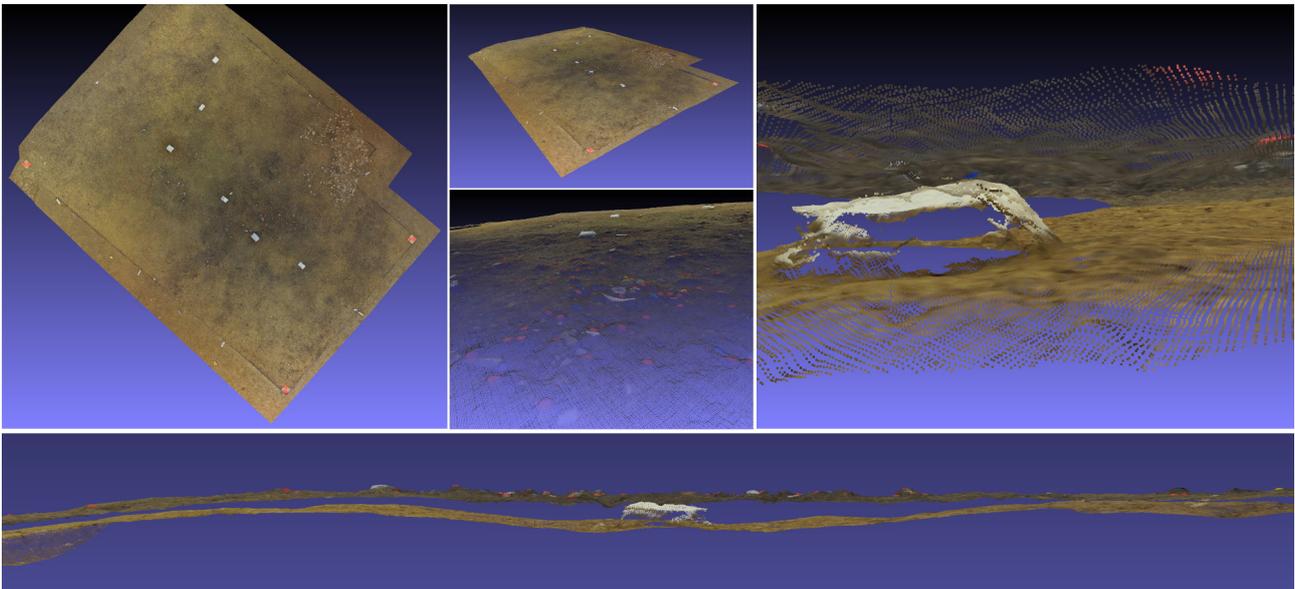


Figura 2. La sovrapposizione di due livelli 3D georeferenziati, corrispondenti alle interfacce superiori di due diverse US.

Figure 2. 3D layers overlapping.

Riferimenti bibliografici / References

- BEZZI A., BEZZI L., FRANCISCI D., GIETL R. (2006). *L'utilizzo di voxel in campo archeologico*, Geomatic Workbooks, 6, 2006.
- BARTON M., BEZZI A., BEZZI L., NETELER M. (2007). *GRASS, un potente GIS per archeologi*, in R. BAGNARA, G. MACCHI JÀNICA (eds.) 2007, *ArcheoFOSS: Open Source, Free Software, Open Format nei processi di ricerca archeologica*. Atti del I Workshop (Grosseto 2006), Firenze, Centro Editoriale Toscano; pp. 95-102.
- BEZZI A., BEZZI L., GIETL R. (2009). *Archeologia aerea e Open Source, una soluzione possibile: i progetti ArcheOS e UAVP*, in CERAUDO G. (ed.), *100 anni di Archeologia aerea in Italia*, Atti del Convegno (Roma, 15-17 aprile 2009); p. 405-406.
- BEZZI A., BEZZI L., DUCKE B. (2011). *Computer Vision e Structure from Motion, nuove metodologie per la documentazione archeologica tridimensionale: un approccio aperto*, in G. DE FELICE, G. SIBILANO (eds.) 2011, *ArcheoFOSS: Open Source, Free Software, Open Format nei processi di ricerca archeologica*. Atti del V Workshop (Foggia 2010), Bari, Edipuglia; p. 103-11.
- BEZZI A., BEZZI L., FURNARI F., FRANCISCI D. (2013). *ArcheOS 4.0 Caesar: novità e aspetti della distribuzione GNU-Linux dedicata all'archeologia*, in M. SERLORENZI (ed.), *ARCHEOFOSS Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica*. Atti del VII Workshop (Roma, 11-13 giugno 2012), Archeologia e Calcolatori supplemento 4 – 2013, Edizioni All'Insegna del Giglio; p. 165-173.