

Misurare l'irregolare: applicazioni della geomatica alla tutela e al recupero di un habitat rupestre a Gravina in Puglia

Grazia Tucci (*), Valentina Bonora (*), Nicola Crocetto (**), Alessia Nobile (*)

(*) Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici, Università degli Studi di Firenze,
via P. A. Micheli 8, 50121 Firenze, tel. 055 2756580, fax 055 2756584, grazia.tucci@unifi.it,
valentina.bonora@archimetro.it, alessianobile@gmail.com

(**) Dipartimento di Ingegneria Civile, Seconda Università degli Studi di Napoli, Real Casa dell'Annunziata,
via Roma 29, 81031 Aversa (CE), tel. 081 5010206, fax 081 5037370, nicola.crocetto@unina2.it

Riassunto

Gli insediamenti rupestri studiati a Gravina di Puglia (BA) in occasione del workshop *Habitat rupestri in area mediterranea: applicazioni di tecniche geomatiche alla tutela e al recupero*, rappresentano un eccezionale patrimonio architettonico e ambientale. Al fine di conoscerne la consistenza, valutarne la vulnerabilità e promuoverne la tutela è necessario un sistematico lavoro di documentazione.

Gli obiettivi del workshop, rivolto agli allievi del corso di laurea triennale in Architettura dell'Università di Firenze, erano quelli di fornire un approccio multidisciplinare alla problematica a partire da un rilievo tridimensionale per giungere ad un quadro conoscitivo indispensabile alla programmazione e alla gestione di interventi conservativi e di recupero.

La tipologia e la morfologia delle grotte della *gravina*, unità insediative isolate o aggregate disposte su più livelli, avrebbero costituito un elemento di difficoltà per i sistemi di rilievo tradizionali. I sistemi a scansione si prestano molto bene alla documentazione di questo tipo di manufatti perché permettono l'acquisizione di un elevato numero di punti in modo automatico senza doverne necessariamente definire a priori le discontinuità come in altre tecniche di rilievo.

Dai dati tridimensionali sono stati estratti gli elaborati necessari a garantire una descrizione completa e dettagliata dell'oggetto: planimetria generale e sezioni ambientali della *gravina*; curve di livello orizzontali e verticali per descrivere l'andamento irregolare delle grotte; viste assonometriche e prospettiche utili alla comprensione di particolari tecnologici.

Abstract

The rock settlements studied at Gravina di Puglia (BA) during the workshop on *Rock habitats in the Mediterranean area: the use of geomatic techniques for their recovery and protection*, represent an exceptional architectural and environmental heritage. Systematic documentation is required in order to ascertain their consistency, to evaluate their vulnerability and to facilitate their protection.

The workshop, designed for students enrolled in the three-year degree course in Architecture at the University of Florence, was set up to provide a multi-disciplinary approach to these problems; the first task was a three-dimensional survey in order to obtain the information required to programme and manage recovery and conservation projects.

The typology and the morphology of the grottoes in the *gravina*, isolated or aggregate settlement units set on different levels, would have created difficulties for traditional surveying systems. Scanning systems are an ideal choice for documenting such structures because scanning is the only survey technique that allows a large number of points to be acquired automatically without having to necessarily define a priori the discontinuities.

The information required to ensure a complete and detailed description of the object was extracted from the three-dimensional data: a general plan and environmental sections of the *gravina*;

horizontal and vertical contour lines to describe the irregular conformation of the grottoes; axonometric and perspective views to master technological details.

La gravina di Gravina in Puglia

Il territorio di Gravina in Puglia è caratterizzato dalla presenza di numerose cavità carsiche aperte su una profonda incisione scavata nella roccia calcarea dal torrente Gravina, da cui prendono il nome le famose *gravine della Murgia*.

Lungo le varie *gravine* si sono insediati molti paesi sia per sfruttare questi [canyon](#) come efficientissima difesa naturale, sia per la presenza di grotte naturali presenti sulle loro pareti. Non si tratta di semplici grotte scavate nel tufo: esse rappresentano uno straordinario e unico archivio geologico e un'importante testimonianza di un sistema abitativo primordiale. Le singolari caratteristiche naturali di questi luoghi evidenziano un armonioso *modus vivendi* tra l'uomo e l'ambiente circostante.

L'attività umana è attestata fin dal periodo Paleolitico dai numerosi reperti litici rinvenuti, ma è con il Neolitico che appaiono le tecniche di scavo dell'altopiano calcareo e di raccolta delle acque. Nel corso dei secoli, le trasformazioni hanno modificato l'organizzazione e la capacità di gestione delle risorse ambientali della *gravina* provocando un abbandono della stessa a favore delle nascenti strutture edificate in superficie. Le grotte, perdendo quindi la funzione originaria di dimora, subiscono un rapido degrado e vengono usate come ricoveri per gli animali, per lo stoccaggio dei grani e per la conservazione dell'acqua. La *gravina*, di conseguenza, diventa una città morta.

Gravina tutt'oggi conserva il suo passato preistorico nei numerosi labirinti sotterranei che si estendono al di sotto del costruito moderno.

Area di studio e obiettivi del lavoro



Fig. 1 – Foto panoramica della porzione di gravina interessata dallo studio.

L'area d'intervento scelta, seppure di dimensioni relativamente contenute, presenta tutti i segni propri dell'antropizzazione dell'habitat rupestre (Fig. 1). La sua posizione privilegiata data dalla vicinanza al centro abitato e dalla forte integrazione al tessuto edilizio urbano, la rende un caso studio particolarmente adatto a spunti di riflessione e approfondimento (Fig. 2).

Il workshop ha focalizzato l'attenzione sulla complessa situazione in atto, secondo un approccio multidisciplinare capace di fornire gli strumenti necessari alla conoscenza attraverso l'integrazione di banche dati offerte dal rilievo tridimensionale, dall'individuazione degli elementi caratterizzanti, dall'indagine petrografica di alcuni campioni prelevati in sito, dalla catalogazione e dall'archiviazione della documentazione raccolta sul campo. La singolarità del sito e l'interesse destato da questa esperienza formativa, ha portato alla volontà di promuovere il riuso di un bene abbandonato, all'interno di un progetto di sviluppo turistico controllato e capace di riportare la *gravina* ad essere parte integrante della città. Gli strumenti individuati per perseguire tali obiettivi sono l'apposizione di un vincolo territoriale e la valorizzazione attraverso la programmazione di iniziative di salvaguardia, risanamento e riqualificazione funzionale.



Fig. 2 – Estratto del fotogramma aereo di Gravina in Puglia, volo regionale del 2006, originale in scala 1:20.000. Evidenziata l'area di studio.

L'esperienza didattica avviata sul campo è diventata un laboratorio di eccellenza per la realizzazione di una tesi di laurea di I livello. In quest'occasione è stato affrontato il tema della tutela e valorizzazione della gravina attraverso una proposta di intervento che prevedeva la realizzazione di percorsi naturalistici e il recupero delle grotte e degli ipogei come spazi adibiti alla tradizione artigianale, all'esposizione e ad eventi culturali.

Il rilievo tridimensionale

E' stata definita una rete d'inquadramento topografico. Due vertici di coordinate cartografiche note sono stati misurati per georiferire il rilievo (Fig. 3).

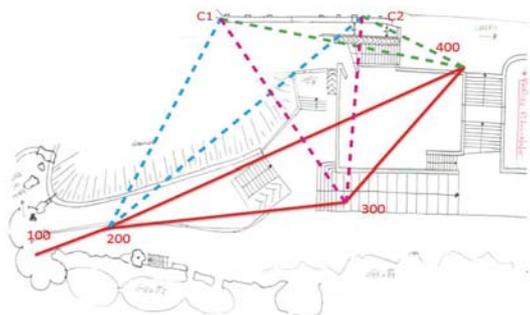


Fig. 3 – Schema dell'inquadramento topografico. C1 e C2 sono vertici di coordinate cartografiche note. Le linee continue indicano la misura di angoli e distanze. Le linee tratteggiate indicano la misura dei soli angoli.

Il rilievo di dettaglio è stato realizzato con il laser scanner distanziometrico HDS3000 (Leica Geosystems), dotato di camera fotografica digitale integrata. Sono state eseguite 24 scansioni (11 esterne d'inquadramento e 13 interne alle grotte), al fine di ridurre al minimo le "zone d'ombra" e avere una documentazione adeguata della complessa morfologia del manufatto, con una risoluzione di 1,5 cm riferita ad una distanza media all'interno del raggio di acquisizione.

Per l'allineamento e la referenziazione delle range map sono stati misurati, dai vertici topografici, 68 target disposti sulla scena del rilievo.

I dati 3D forniscono informazioni utili non solo alla lettura di ogni grotta come ambiente caratteristico e singolare (individuazione delle tracce di lavorazione, riconoscimento delle fasi di scavo, dettagli tecnologici, stato di conservazione), ma anche come parte di un più ampio e complesso habitat (modalità di aggregazione dei diversi ambienti, sistema dei percorsi di servizio alle grotte, articolazione degli spazi interni, integrazione con l'edificato).

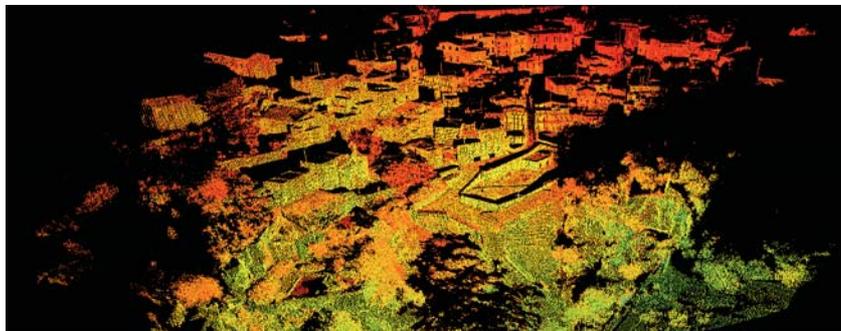


Fig. 4 – Screenshot della range map, visualizzata in falsi colori, acquisita da una sola postazione di scansione.

L'inquadratura dell'oggetto di studio nel contesto è sempre una componente integrante del rilievo e, in questo caso specifico, assume ancora più importanza per il forte legame esistente tra la natura e il costruito. A tale proposito, grazie alla portata dello strumento adottato, la "cornice" della *gravina* è stata acquisita contestualmente alla stessa. Quindi, se da una parte, la portata strumentale risulta esuberante per le dimensioni contenute delle singole grotte (al massimo di una decina di metri); dall'altra risulta appropriata per documentare l'ambiente circostante (Fig. 4).

Elaborazioni grafiche

La ricchezza di informazioni del modello di punti acquisito è valorizzata dalla possibilità di visualizzarlo ed esplorarlo in modo interattivo, all'interno di appositi software. Per descrivere in modo esaustivo la porzione di *gravina* rilevata, sono stati realizzati sia elaborati a scala urbana/territoriale per l'inquadratura, che elaborati a grandissima scala per la catalogazione e il progetto di restauro di ogni singola grotta.

L'estrazione degli elaborati a piccola scala (in particolare la planimetria di aggiornamento e integrazione della base cartografica e le sezioni ambientali), indispensabili a fornire una visione d'insieme dell'habitat rupestre, ha comportato un difficile lavoro di sintesi a causa della grande densità di informazioni propria dei sistemi a scansione. La restituzione grafica, complessa anche per la mancanza di linee guida codificate per la rappresentazione di forme naturali di questo tipo (arrotondate, irregolari, naturali e antropizzate), è stata raggiunta dopo aver vagliato più ipotesi di selezione di dati.

A piccola scala, la porzione complessiva è stata trattata discretizzando l'andamento della *gravina* attraverso l'estrazione di profili sezione a distanza variabile in base alla complessità morfologica: nel caso della planimetria (Fig. 5) questa soluzione è risultata ottimale per consentire la leggibilità delle caratteristiche spaziali; nel caso delle sezioni ambientali (Fig. 6), invece, tale rappresentazione è stata integrata con viste ortogonali della nuvola di punti al fine di enfatizzare le numerose discontinuità presenti.

L'utilizzo di un unico sistema di riferimento e la densità dei dati rilevati hanno reso possibile, ad esempio, lo studio del sistema di relazioni spaziali e funzionali tra le cavità, i sistemi di raccordo e distribuzione orizzontali e verticali (in particolare la realizzazione di una scala in una porzione di crollo) e i sistemi di smaltimento di raccolta delle acque.



Fig. 5 – Planimetria realizzata integrando la carta tecnica regionale con i dati elaborati dal rilievo laser scanner. In evidenza l'area di studio.

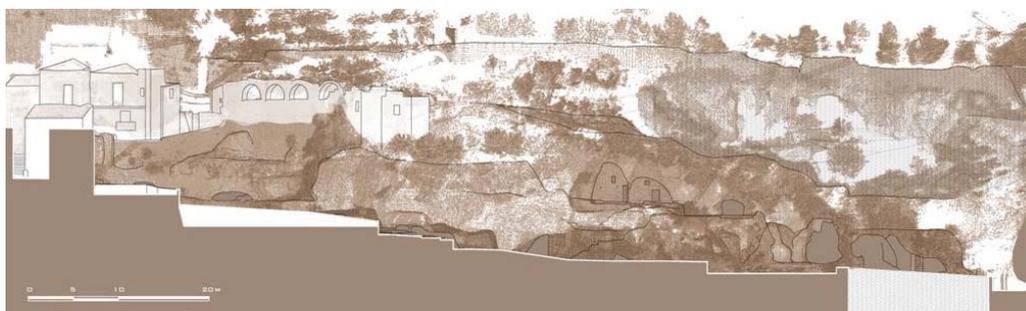


Fig. 6 – Esempificazione degli elaborati grafici prodotti a piccola scala.

A grande scala, la gestione dei dati 3D e la loro rappresentazione planimetrica mette in evidenza un problema cartografico ricorrente: elementi distinti, caratterizzati da una diversa posizione altimetrica, risultano coincidenti in planimetria. In molti casi, inoltre, un profilo sezione unico non sarebbe stato sufficiente a descrivere in maniera esaustiva l'oggetto di studio. Le piante delle grotte, realizzate convenzionalmente ad una distanza di circa 1 m dal livello medio della pavimentazione interna, e le sezioni verticali, individuate secondo direzioni ortogonali significative, sono state integrate con la sovrapposizione di altri profili sezione e con le viste ortogonali della nuvola di punti. La presenza di zone più "scure" (o dense) sull'immagine mette in risalto le discontinuità dovute alla maggiore densità dei dati disposti secondo una direzione ortogonale a quella di osservazione (Fig. 7).

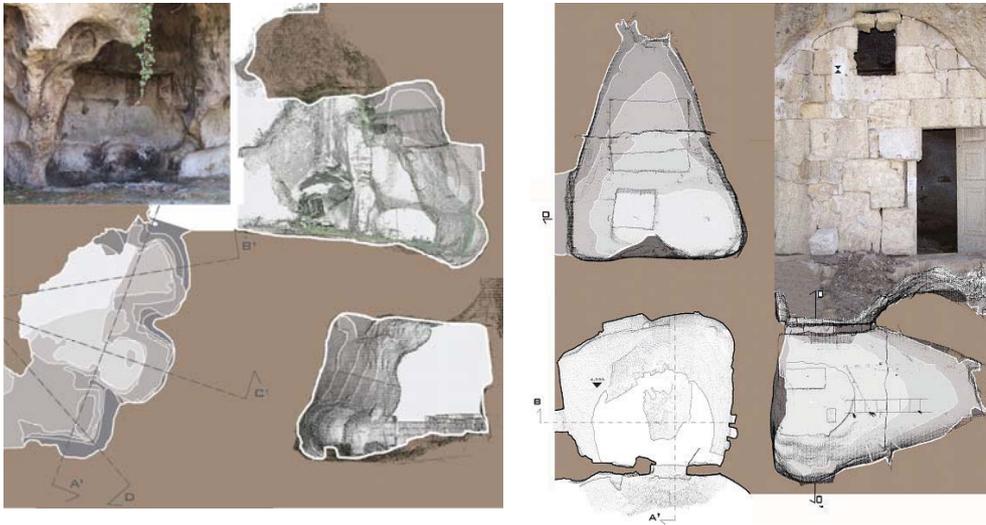


Fig. 7 – Esempificazione degli elaborati grafici prodotti a grande scala: piante e sezioni verticali integrate dalle curve di livello e dalle immagini ortogonali del modello di punti.

La conoscenza morfometrica delle singole cavità, preliminarmente numerate per la compilazione delle schede di catalogo utili alla richiesta di vincolo, si è arricchita quindi della lettura possibile anche in differita, esplorando il modello di punti, con l'individuazione di nicchie artificiali e naturali, integrazioni di murature e porzioni di scavo, con una documentazione fotografica completa e con la redazione di una scheda per le informazioni di carattere materico e sullo stato di conservazione.

Riferimenti bibliografici

- Bertholon P., Huet O. (2005), *Habitat creusé - Le patrimoine troglodytique et sa restauration*, Eyrolles, Paris.
- Paolino A. (2008), *Rilievo 3D di un insediamento rupestre, a Gravina in Puglia, finalizzato al progetto di riqualificazione*, Tesi di Laurea di I Livello in Scienze dell'Architettura, Università degli Studi di Firenze, relatore G. Tucci, correlatori S. Mecca, R. Sabelli.
- Castoro P., Creanza A., Perrone N. (2000), *Breve storia dell'Alta Murgia*, Centro studi Torre Nebbia, Bari.
- Fonseca C.D. (1988), *Civiltà delle grotte. Mezzogiorno rupestre*, Napoli.
- Caprara R. (2006), *La chiesa rupestre di santa croce a Massafra*, Kikau, Massafra.
- Tucci G., Bonora V. (2007), "Il laser scanner terrestre e il rilievo dei Beni Culturali", *Sistemi a scansione per l'architettura e il territorio*, Alinea Editrice, Firenze, 89-123.
- Tucci G., Bonora V., Cruciani Fabozzi G. (2008), "The use of 3D Scanning and Rapid Prototyping for the Documentation, Conservation and Communication of Archaeological Remains: a Recent Experience in the Sanctuary of S. M. del Lavello (Lecco, Italy)", *Transaction on the Built Environment*, 2008, ISSN 1192 – 7320.