

Un progetto per il rilievo digitale del sito archeologico di Masada, patrimonio UNESCO, in Israele

A project for the digital documentation of the archaeological UNESCO site of Masada in Israel

Stefano Bertocci*

IL PROGETTO PER LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE DELLA FORTEZZA DI MASADA IN ISRAELE PREVEDE UNA SERIE DI CAMPAGNE DI INDAGINE, ORGANIZZATE SU TRE ANNI A PARTIRE DAL 2012 ED ANCORA IN CORSO, CON LO SCOPO DI RAGGIUNGERE UNA MIGLIORE COMPRESIONE DEL SITO CARATTERIZZATO DA UNA GRANDE COMPLESSITÀ MORFOLOGICA E DALLE ROVINE DI UNA COSPICUA SERIE DI FABBRICATI CHE RICOPRIVANO ORIGINARIAMENTE LE DIVERSE FUNZIONI DEL SITO. L'UNIVERSITÀ DI FIRENZE CON L'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA, E LO SHENKAR COLLEGE OF DESIGN AND ENGINEERING DI ISRAELE, STA REALIZZANDO UN RILIEVO LASER SCANNER, INTEGRATO CON APPLICAZIONI SFM.

PAROLE CHIAVE: RILIEVO LASER SCANNER, RILIEVO ARCHEOLOGICO, MODELLI 3D PER L'ARCHEOLOGIA.

THE PROJECT FOR THE DIGITAL DOCUMENTATION OF THE FORTRESS OF MASADA –ISRAEL- IS COMPOSED BY A CERTAIN NUMBER OF SURVEY CAMPAIGNS WHICH HAVE BEEN DISTRIBUTED IN OVER THREE YEARS (THE FIRST WAS IN 2012, AND THEY ARE STILL IN PROGRESS). THOSE CAMPAIGNS AIMED TO ACHIEVE A BETTER UNDERSTANDING OF THE SITE, CHARACTERIZED BY A GREAT MORPHOLOGICAL COMPLEXITY AND BY THE RUINS OF A LARGE NUMBER OF BUILDINGS, WHICH ORIGINALLY COVERED THE DIFFERENT FUNCTIONS OF THE SITE. THE UNIVERSITY OF FLORENCE TOGETHER WITH THE UNIVERSITY OF PAVIA, AND THE SHENKAR COLLEGE OF DESIGN AND ENGINEERING OF ISRAEL IS DEVELOPING A SURVEY USING LASER SCANNER TECHNOLOGY, SUPPLEMENTED WITH SFM APPLICATIONS.

KEY WORDS: LASER SCANNER SURVEY, ARCHAEOLOGICAL SURVEY, 3D MODELS FOR ARCHEOLOGY.

Il progetto Masada

Il progetto per il rilievo digitale del sito archeologico di Masada in Israele nasce da un accordo di cooperazione culturale interuniversitaria fra l'Italia, con le Università di Firenze, Dipartimento di Architettura, di Pavia, Dipartimento di Architettura e Ingegneria Civile, ed Israele, con lo Shenkar College of Engineering and Design di Ramat Gan (Tel Aviv)¹, e rappresenta il proseguimento delle attività di collaborazione, in atto dal 2011 per sperimentare metodologie di rilievo laser scanner integrate con le applicazioni SFM (shape from motion) del Palazzo di Erode nel quadro di una collaborazione di ricerca in corso².

Il programma per la documentazione del sito archeologico di Masada, conosciuto come il maggiore fra i palazzi di Erode, comprende una serie di campagne di indagine organizzate in tre anni a partire dal 2012. Ogni missione pianificata ha lo scopo di raggiungere una migliore comprensione del sito, caratterizzato da una grande complessità morfologica, che raccoglie una serie di grandi edifici che avevano diverse funzioni.

La caratteristica essenziale delle indagini che si occupano di grandi aree e complessi archeologici, anche a livello urbano come il sito di Masada, è quella di occuparsi di tutti i periodi testimoniati dalla stratificazione archeologica: nessun tipo di monumento, nessuna attività e nessun periodo risulta prioritario, poiché l'indagine conoscitiva che si prevede di mettere in atto parte, in primo luogo, dalla conoscenza del territorio in tutte le sue forme ed i suoi aspetti. La documentazione del territorio, sia come ricerca preliminare per individuare la presenza di resti archeologici, sia per acquisire dati metrici generali e dati sulla caratterizzazione dei reperti storici del territorio e del sito stesso, prevede di avvalersi in questo caso di un rilievo realizzato con scanner laser 3D alla scala urbana e territoriale integrato con le applicazioni SFM (shape from motion) oltre che dalle tradizionali metodologie di indagine topografica e GPS³.

Il sito di Masada, individuato da un viaggiatore nel 1828 sugli aspri rilievi che si innalzano ad Est del Mar Morto, nella Giudea sud-orientale, si trova attualmente in territorio israeliano a circa cento chilometri a sud-

Masada Project

The project *for the digital documentation of Masada fortress in Israel* is part of the international research in the field of 3D digital documentation and mapping of sites of great cultural and historical relevance. A team of international researchers from the Department of Architecture of the University of Florence, the Department of Architecture and Civil Engineering of the University of Pavia and the Department of Interior Building and Environment design of Shenkar College of Design and Engineering from Israel¹, are taking a laser scanner survey, integrated with SFM applications, of the Herod's Palace in the frame of an ongoing research collaboration².

The main purpose of the researches dealing with wide archaeological sites and complexes, even in urban areas, like Masada (considered in its territorial context), is, therefore, to provide documentary evidences to every historic period shown by the archaeological stratification. No monument, no activity and no period should be considered more important than others, since the survey concerns the knowledge of the whole area in every aspect.

The analysis of the territory, both preceded by a study aiming to find archaeological remains and to gather general statistical data about the history of the region, uses a survey made by using a laser scanner on an urban and territorial scale, completed by traditional methods of research³. The site of Masada, discovered in 1828 by a traveler on the rugged mountains that rise East of the Dead Sea in the southeastern Judea, is in current-day part of the Israeli territory at about one hundred kilometers south-east from Jerusalem.

The famous expert Schulte studied the site in 1933⁴, but the great fortress was identified only during the excavation activities carried out from 1963 to 1965 by the expedition led by the archaeologist Yigael Yadin⁵.

Since 1966, Masada and its territory has become a protected area by the Ministry of Antiquities and it was protected as National Parks, Nature Reserves, National Sites and Memorial Sites starting from 1998.

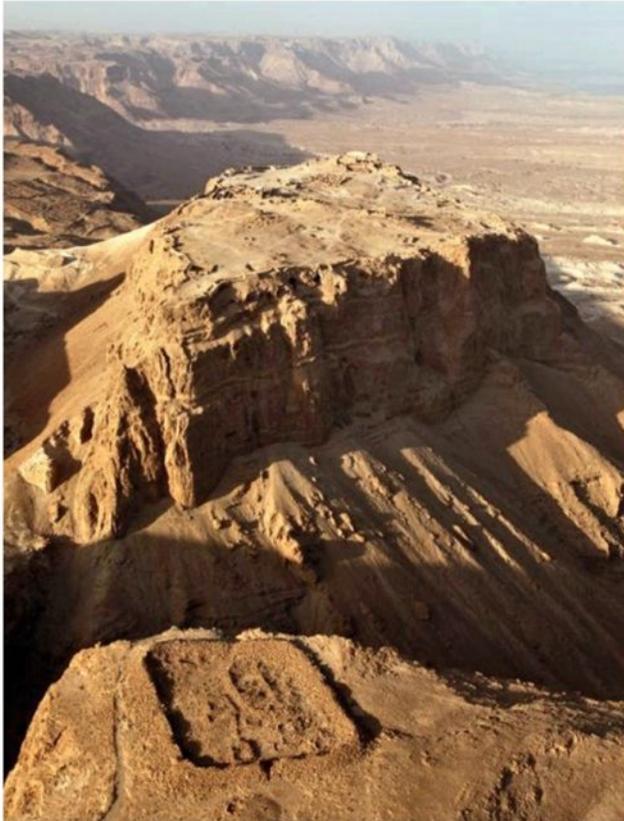
It became an UNESCO protected site in 2000 and today it is a wide archaeological park open to tourists, one of the most important in Israel, and provided with a Visitors Centre and a funicular railway for faster

1/ Veduta aerea del sito di Masada.

Aerial view of the Masada archaeological site.

2/ Masada dal Visitors Centre (disegno dell'autore).

Masada view from the Visitors Centre (author's sketch).



est di Gerusalemme e fu oggetto di studi da parte del grande specialista Schülte nel 1933⁴; la grande fortezza venne meglio identificata e studiata dopo i primi scavi, realizzati dal 1963 al 1965, dalla missione guidata dall'archeologo israeliano Yigael Yadin⁵. Dal 1966 Masada ed il suo

connection to the main site area, the fortress, which is located on the wide tableland on the top of the mountain.

A big artificial underground cistern, together with numerous others basins for water conservation, both on the top of the site and located on the steep slopes of the mountain, demonstrate the long-time human presence in the area. As many historian stated, Titus Flavius Josephus among them, the location has been used as a fortification from the second century BC, due to its positioning on a rocky isolated mountain with only two access roads.

On top of the hill, at a height of about four hundred meters above the Dead Sea depression, there is a flatland of an area of about ten hectares. This summit plateau is fenced in by a walled curtain that extends for about 1,300 meters, and it is made of a double wall, with an outer curtain and reinforcement towers and with an interior wall, connected by transverse walls that form a series of communicating compartments (called casemate system), once used as warehouses, arsenals and residences. A synagogue figures among all these spaces (which is considered one of the most ancient of Palestine) and some buildings used as columbaria.

Inside the fortified wall, in the northern area, is located a well-structured building complex: the storehouses, made up of two series of buildings with long rooms (from 20 to 27 meters) and inner road network, and the wide residences with inner courtyards, including the so-called Herod's Palace dating back to the first century BC⁶. The latter is an amazing monumental complex located on three terraces of the rocky summit over the desert and with the beautiful panorama of the Dead Sea.

Within the complex, there is also a big thermal bath (which has been restored) opened on a courtyard with swimming pool and cisterns.

Another palace complex with various residences is located in the southwestern area of the fortified site and it consists of various rooms distributed around courtyards with unusual long entrance walls⁷.

In the central part of the area, there are the remains of a building from the Byzantine period, with a central plan, and this allows us to suppose that the settlement inside the fortress existed at least up to that period⁸.

Well-preserved are also the ruins of the great structures for the siege of Masada, built by the Romans between 72 and 73 AC, consisting of a wall surrounding the hill, reinforced by the presence of eight military camps, fortified with the traditional quadrilateral plan structure.

Among the siege structures, the most impressive remain is the artificial ramp, built using earth and protected with wooden structures (some traces still exist nowadays), used as sloping plane to reach the walls on the hilltop with a huge siege tower celebrated in the writings by Josephus.

The great interest of this area is given to us by the good state of preservation of the entire complex, including the fortress and the surrounding area, with the remains of the siege, and allowed the site to be proclaimed a World Heritage Site by UNESCO⁹.

The archaeological survey as a basic document for the analysis and conservation of Masada

The State of Israel owns the property and buffer zone of Masada, and the 1978 Antiquities Law protects the archaeological site. Since 1966 the entire Masada site, and its surroundings, have been designated a

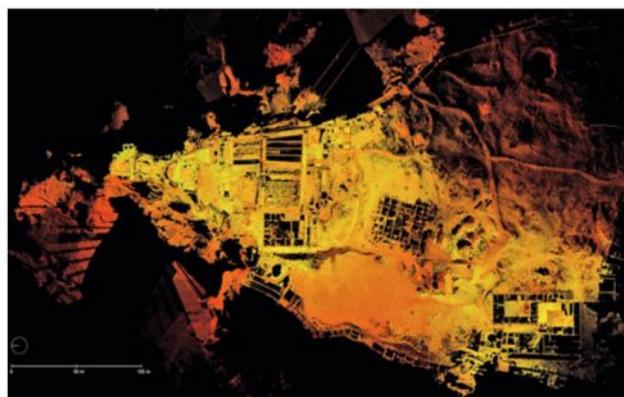
territorio divenne un' area protetta dal Ministero delle Antichità e dal 1998 fu protetta come National Parks, Nature Reserves, National Sites and Memorial Sites. Divenuta sito protetto dall'UNESCO nel 2000 oggi è un grande parco archeologico aperto ai visitatori, uno dei più visitati di Israele dotato di un ampio Visitors Center e di una funivia per il rapido collegamento con il sito principale dell'area, la fortezza, che occupa l'ampio pianoro sulla sommità della montagna; questa si trova ad una altezza di circa quattrocento metri al di sopra della depressione del Mar Morto e si estende in un pianoro della superficie di circa una decina di ettari. Questo pianoro sommitale appare recinto da una cortina muraria che sviluppa circa 1.300 metri di perimetro ed è costituita da un doppio muro, composto dalla cortina esterna con torri di rinforzo e da un muro interno; fra le due mura, collegate da murature trasversali disposte in maniera tale da formare una serie di vani comunicanti (sistema definito casamatta), vi erano depositi, arsenali ed anche ad abitazioni. Fra questi vani si distingue anche una sinagoga (ritenuta una delle più antiche della Palestina), ed alcune costruzioni destinate a colombari. All'interno del recinto fortificato appare ben evidente, nella zona Nord, un articolato complesso di costruzioni: i complessi dei magazzini, costituiti da due serie di fabbricati composti da lunghi vani (lunghi dai 20 ai 27 metri) articolati secondo una semplice viabilità interna, e grandi residenze articolate attorno a cortili, fra i quali emerge il principale Palazzo di Erode, risalente al I secolo a. C.⁶, un singolare complesso monumentale articolato su tre terrazze del banco roccioso, sospese sul deserto con una incomparabile veduta del Mar Morto. All'interno del grande complesso vi è anche un edificio termale articolato in vari ambienti (oggi in buona parte restaurati) aperti su di una corte, con piscina e cisterne. Un ulteriore complesso palaziale con varie residenze occupa la parte sud occidentale del recinto fortificato ed appare composto da vari ambienti articolati attorno a cortili con singolari lunghi atrii di ingresso⁷. Nella parte centrale dell'area vi sono i resti di un edificio di epoca bizantina con una chiesa che testimonia l'occupazione del sito perlomeno fino a tale periodo⁸. Molto interessanti e sufficientemente ben conservati appaiono anche i resti del grandioso apparato di assedio realizzato dai romani fra il 72 ed il 73 d. C. costituito da un muro (circonvallazione) che circonda alla base tutto il rilievo di Masada, rafforzato dalla presenza di otto campi militari fortificati con il tradizionale impianto quadrilatero. Fra le opere di assedio il resto più impressionante è costituito dalla rampa artificiale, realizzata in terra ed armata con strutture lignee (delle quali ancora rimangono tracce), che funzionava da piano inclinato per raggiungere le mura sulla cima del rilievo roccioso con una gigantesca torre d'assedio, resa famosa dagli scritti di Giuseppe Flavio. Lo straordinario stato di conservazione dell'intero complesso costituito dalla fortezza e dal territorio circostante con i resti delle opere di assedio ha fatto sì che tutta l'area venisse ritenuta di grande interesse e venisse dichiarata Patrimonio dell'umanità dall'UNESCO⁹.

Il rilievo come documento di base per l'analisi archeologica e la conservazione di Masada

La fortezza erodiana e tutta l'area di rispetto che include i resti degli otto campi d'assedio romani sono di proprietà dello Stato di Israele

3/ Veduta del Mar Morto dall'acropoli di Masada.
View of the Dead Sea from the Acropolis of Masada.

4/ Vista in planimetria della nuvola dei punti complessiva (la parte realizzata al 2014).
Planimetric view of the whole point cloud (the part realized in 2014).

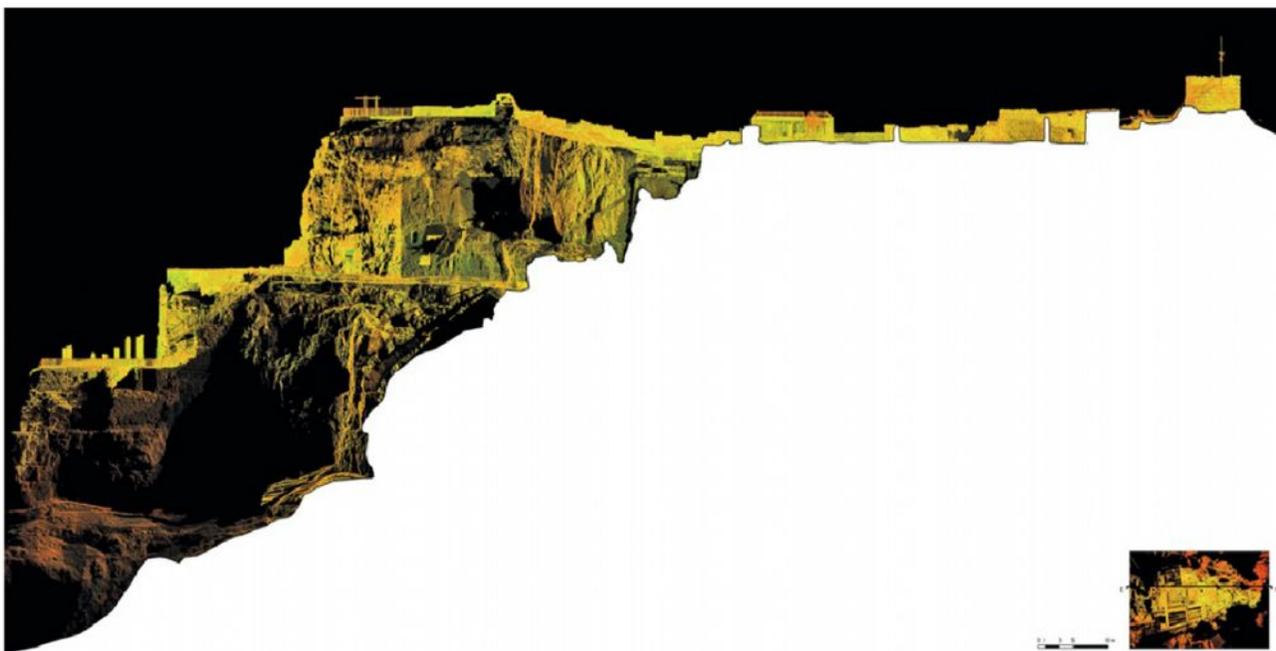
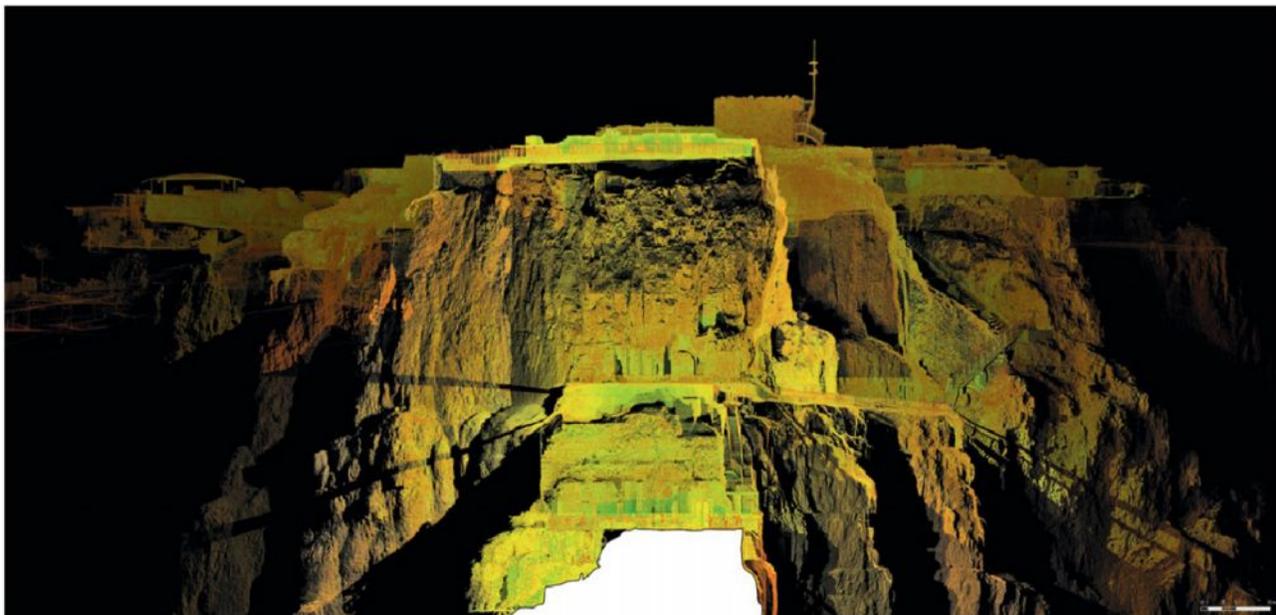


National Park, updated by the 1998 National Parks, Nature Reserves, National Sites and Memorial Sites Law. The National Park of Masada is further protected because it's entirely located inside the Judean Desert Nature Reserve, established under the 1998 Act. An important aspect of the actual management plan is the decision to proceed without further research excavations on the main site "in the period of the current generation," limiting this type of activity only to the finalization of projects for the conservation, maintenance or restoration. A new visitor centre was opened in the year 2000 in the valley, next to the Dead Sea, in the eastern side of Masada. The cable car, an important link with the park entrance and visitor centre, which was originally installed in 1970, has now been replaced by a newer and less invasive facility. However, it is still possible to undertake the arduous climb to the summit through the two historical paths of access to the fortress.

The site is now subject to the risk of various types: seismic risk (the site sits close the African-Eurasian fault line); hydraulic risk (the soil is very dry through all the year and occasional storms can create strong currents of rainwater); tourist pressure (the site, since 2000 has the prevision of 1.25 million visitors per year and is enjoyed by thousands of tourists every day during summer); sun exposure (most of the site is exposed to direct sunlight and high temperatures); war / terrorism (the

5-6/ Sezioni della nuvola di punti nella zona delle terrazze del palazzo di Erode (zona settentrionale).

Sections of the point cloud in the part of the terraces of the Herod's Palace (northern zone).





e, come siti archeologici, sono protetti dalla Legge del 1978 relativa alle Antichità. Dal 1966 l'intero sito di Masada è divenuto un Parco Nazionale, ed è protetto dalle norme della Legge sui Parchi Nazionali, Riserve naturali, Siti nazionali e siti della Memoria, del 1998. Il Parco Nazionale è inoltre ricompreso nella Riserva Naturale del Deserto di Giudea, istituita sempre con la legge del 1998. Il Parco di Masada è gestito dall'Israel Nature and Parks Authority, in cooperazione con la Israel Antiquities Authority. Un aspetto importante del piano di gestione vigente è la decisione di procedere senza ulteriori scavi di ricerca sul sito principale "nel periodo della attuale generazione", limitando soltanto questo tipo di attività alla finalizzazione di progetti di conservazione, manutenzione o restauro. Un nuovo centro visitatori è stato aperto nel 2000 nella pianura, prossima al Mar Morto, sotto il lato orientale di Masada. La funivia, originariamente installata nel 1970, è stata sostituita da un nuovo impianto, meno invasivo, importante collegamento con l'ingresso del parco ed il centro visitatori è inoltre ancora possibile intraprendere la ardua salita alla vetta attraverso i due percorsi storici di accesso alla fortezza. Il sito appare oggi soggetto a rischi di vario tipo: rischio sismico (il sito si trova sulla linea di faglia dei continenti afro-eurasiatico); rischio idraulico (il terreno è molto asciutto tutto l'anno e le tempeste occasionali sono in grado di creare forti correnti di acque piovane); pressione turistica (il sito, dal 2000 ha la previsione di 1,25 milioni di visitatori all'anno ed è fruito da migliaia di turisti ogni giorno nella bella stagione); esposizione solare (la maggior parte del sito è esposta al sole diretto e alle alte temperature); guerra / terrorismo (l'in-

unstable political situation in the Middle East exposes the site to terrorist or war incident).

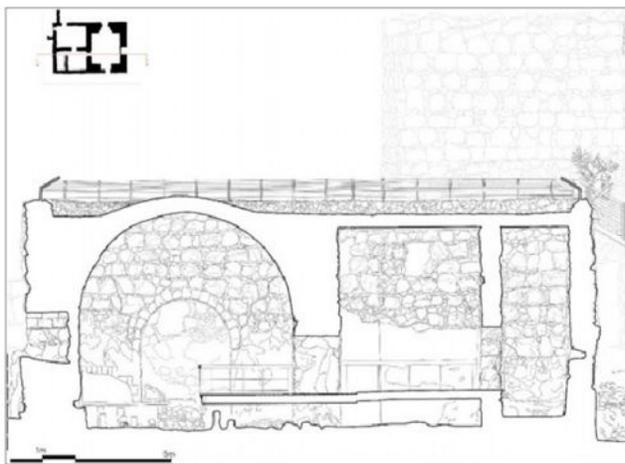
The general aim of the project is to create a comprehensive digital documentation of the archaeological site of Masada. The data acquisition has been done through laser scanning and photogrammetry. The point cloud, obtained by scanning the site, was acquired as raw data and was part of the documentation database. Further, the team has processed the point cloud in order to extract data needed to make 2D as-built drawings (plans, sections and elevations), 3D renderings and 2D and 3D details of the elements of interest located in the building.

The overall objective of the project is to create a complete digital documentation of the archaeological site of Masada through the acquisition of metrically reliable data through laser scanning and photogrammetry, which will allow the production of a documentary apparatus. This will be accessible through a dedicated website with various levels of interface sections, which various types of users will be able to rely on, from the scientist to the tourist. Three-dimensional models can reproduce the site "as it is" but can also serve as the basis for a digital reconstruction able to illustrate the state of knowledge of the site and the various transformations during the course of history.

The program includes a series of measurement campaigns organized in a period of three years (extendable if the opportunity to develop projects for satellite tracking of the whole territory becomes true). In 2012, during the first campaign, the program achieved the following objectives: - Acquisition of digital 3D survey of two-thirds of the archaeological site with a registered point cloud, consisting of more than 200 laser



stabilità della situazione politica in Medio Oriente, espone il sito a episodi di terrorismo o di guerra). Il progetto è finalizzato alla creazione della documentazione digitale completa del sito archeologico di Masada in funzione della normale gestione del parco archeologico (geolocalizzazione e interpretazione dei dati di scavo, attività di restauro conservativo ed aspetti gestionali) ed alla conservazione della memoria e dell'immagine del sito, visto l'elevato grado di rischio, quale base per ulteriori attività di studio ed interpretazione. L'acquisizione dei dati avviene mediante scansione laser 3D e rilievo topografico G.P.S. integrati da procedure di fotogrammetria e applicazioni SFM (shape from motion). La nuvola di punti che viene prodotta dal montaggio delle singole scansioni del rilievo costituisce la parte fondamentale del database della documentazione digitale del sito. Inoltre le nuvole di punti vengono elaborate sia ai fini dell'estrazione di elaborati 2D (disegni di piante, sezioni e prospetti), sia modelli 3D, con vari tipi di visualizzazioni di dettagli e di elementi costruttivi e con letture di interesse archeologico. La metodologia generale del progetto sulla quale si fonda la documentazione digitale completa del sito si basa sull'acquisizione di dati metricamente affidabili, attraverso la scansione laser 3D e la fotogrammetria digitale terrestre ed aerea a bassa quota, per la realizzazione di un apparato documentario, fruibile anche attraverso web dedicato, con vari livelli di interfaccia profilati sui vari tipi di utenze, dalla turistica alla scientifica. I modelli tridimensionali realizzati possono rappresenta-



scanner sessions, covering the northern edge of the site until the Byzantine church and the elevation of the building to the north west.

- Creation of a database of digital raw data and of elaborates for 2D and 3D documentation of the current state of the main buildings in the north of the site.

10/ Stampa 3D di una porzione della decorazione architettonica della terrazza inferiore del palazzo di Erode.

3D printing of a portion of the architectural decoration of the inferior terrace of Herod's palace.

re il sito “così come è” ma possono anche servire come base per una ricostruzione digitale in grado di illustrare lo stato delle conoscenze del sito e le diverse trasformazioni cui è stato sottoposto nel corso della storia.

Il programma di lavoro comprende una serie di campagne di rilevamento organizzate in un periodo di tre anni di attività, che si può prolungare nel tempo nel caso di ulteriori opportunità di sviluppo con progetti di rilevamento satellitare dell'intero territorio, ed a partire dal 2012 ha raggiunto i seguenti obiettivi:

- acquisizione del rilievo digitale tridimensionale di due terzi del sito archeologico con una nuvola di punti registrata costituita da oltre 200 stazioni di scansione laser che coprono dal margine settentrionale del sito fino alla chiesa bizantina ed a settentrione il palazzo occidentale;
- creazione di un database digitale dei dati grezzi e degli elaborati bidimensionali e tridimensionali per la documentazione completa dello stato attuale dei principali edifici dell'area Nord del sito;
- documentazione fotografica digitale ad alta risoluzione del sito, costituita sia da prese di dettaglio che da foto aeree a bassa quota realizzate da drone;
- disegni architettonici estratti dalla nuvola di punti relativi al palazzo nord ed al complesso dei cosiddetti magazzini.

Fra gli obiettivi di questo progetto, oltre alla creazione di una documentazione digitale completa dello stato attuale dei siti, è lo sviluppo di opportunità di collaborazioni culturali tra le istituzioni accademiche israeliane e italiane. Si vuole infatti cercare di sviluppare opportunità di studio ed apprendimento per gli studenti israeliani ed italiani relativamente alle più innovative tecniche di documentazione digitale del patrimonio architettonico ed archeologico, per lo sviluppo di migliori opportunità per la conservazione del patrimonio storico per le istituzioni, le società o le università che gestiscono e si occupano della tutela di tale patrimonio.

* Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, stefano.bertocci@unifi.it.

¹ L'Accordo di cooperazione culturale è in vigore dal 26/06/2011, il referente per UNIFI è il prof. S. Bertocci.

² L'Università di Firenze e l'Università di Pavia, con Shenkar College ed il sostegno del Masada National Park per la parte israeliana, stanno rilevando dal 2012 il sito archeologico UNESCO di Masada.

La partnership del progetto è la seguente:

– Istituzioni accademiche: Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze; Dipartimento di Architettura e Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Pavia; Dipartimento degli Interni Costruzione e Environment Design della Shenkar College of Design e Ingegneria di Ramat Gan, Israele.

– Istituzioni pubbliche: Israel Nature and Parks Authority;

– Partenariato per il supporto tecnologico: Autodesk; Leica Geosystems; Mabat 3D Technologies Ltd.

³ Il progetto di rilevamento digitale non esclude tuttavia la tradizionale ricognizione archeologica di superficie (basata sull'osservazione diretta), l'interpretazione delle fotografie aeree ed eventuali proiezioni geofisiche.

⁴ A. Schulte, «Zeitschrift des deutschen Palästina - Vereins», LVI, 1933; M. Avi - Yonah, N. Avigad, Y. Aharoni, L. Dunayevsky, S. Gutman, *The Archaeological Survey*



- High resolution digital photographic documentation of the site, consisting of both detailed pictures and low-altitude aerial pictures taken with a drone.

- Architectural drawings, extracted from the point cloud, relating to the northern palace and to the complex of the warehouses.

Among the aims of this project, besides the necessity to create a complete digital documentation of the current status of the sites, is the development of opportunities for cultural partnerships between Italian and Israeli academic institutions. In fact, we want to try to develop opportunities of studying (for both Israeli and Italian students) the most innovative techniques of digital documentation of the architectural and archaeological heritage. We believe that this will create better opportunities to preserve historical heritage for institutions, companies or academies that take care of the protection of these monuments.

* Department of Architecture, University of Florence, stefano.bertocci@unifi.it.

¹ The cultural cooperation agreement is in force since 26/06/2011; the contact person for UNIFI is prof. S. Bertocci.

² The University of Florence and the University of Pavia, Shenkar College and with the support of the Masada National Park to the Israeli side, are revealing in 2012 the UNESCO archaeological site of Masada.

The project partnership is as follows:

– Academic institutions: Department of Architecture, University of Florence; Department of Architecture and Civil Engineering, University of Pavia; Department of the Interior Building and Environment Design of the Shenkar College of Engineering and Design in Ramat Gan, Israel.

– Public institutions: Israel Nature and Parks Authority;

– The Partnership for Technological Support: Autodesk; Leica Geosystems; Mabat 3D Technologies Ltd.

³ The project of digital detection does not exclude the traditional archaeological survey of the area (based on direct observation), the interpretation of aerial photographs and any geophysical analysis.

⁴ A. Schulte, «Zeitschrift des deutschen Palästina - Vereins», LVI, 1933; M. Avi - Yonah, N. Avigad, Y. Aharoni, L. Dunayevsky, S. Gutman, *The Archaeological Survey of Msada*,

of Masada, 1955–56, «Israel Exploration Journal», VII, 1957; Y. Yadin, *The excavation of Masada 1963–1964. Preliminary Report*, «Israel Exploration Journal», XV, 1965; Y. Yadin, *Masada. Herod's Fortress and the Zealot's last Stand*, London, 1966.

⁵ Yigael Yadin con William F. Albright, fu uno dei principali rappresentanti di quella che viene chiamata "Archeologia biblica". Nahal Hever condusse gli scavi di Masada tra il 1963 e il 1965.

⁶ La storia di Masada è conosciuta principalmente dal lavoro di Flavio Giuseppe, noto storico ebreo del primo secolo d. C. Per la descrizione della fortezza e degli appostamenti di assedio dei romani cfr. Giuseppe Flavio, *Guerra giudaica*, a cura di G. Vitucci, Arnoldo Mondadori Editore, ristampa 2012, cap. VII, 8, pp. 484-488.

⁷ Dalla prima fase (c 35 AC) appartengono al nucleo del palazzo Occidentale tre palazzine, un edificio amministrativo, una caserma, tre colombari (utilizzati anche come torri di guardia), diverse grandi cisterne e una piscina.

⁸ All'inizio della rivolta ebraica nel 66 d.C. un gruppo di zeloti guidato da Menahem, occuparono la fortezza di Masada, e molti ebrei si rifugiarono lì dopo la caduta di Gerusalemme e la distruzione del Tempio da parte di Tito nel 70. Due anni dopo Flavio Silva, il Governatore Romano, decise di conquistare questo ultimo centro della resistenza ebraica. Cfr. Giuseppe Flavio, *Guerra giudaica*, cit., cap. VII, 8, p. 488.

⁹ Dichiarazione UNESCO di autenticità (2010): "Questo è un sito che è rimasto intatto per più di tredici secoli. Gli edifici e altre prove di insediamenti umani gradualmente crollati e sono state ricoperte fino a quando non sono stati rivelati nel 1960. Non ci sono state aggiunte o ricostruzioni, al di là di un livello accettabile di anastilosi e materiali inadatti utilizzati nei progetti di conservazione primi sono stati sostituiti. Lavori di restauro limitati sono stati effettuati per aiutare l'interpretazione visitatore con livelli archeologici originali, essendo chiaramente definite da una linea nera di primo piano impostato nei nuovi giunti di malta. Alcuni elementi significativi archeologici, come i campi romani e opere d'assedio, rimangono praticamente invariati. L'autenticità è quindi di un livello molto alto".

1955-56, «Israel Exploration Journal», VII, 1957; Y. Yadin, *The excavation of Masada 1963-1964. Preliminary Report*, «Israel Exploration Journal», XV, 1965; Y. Yadin, *Masada. Herod's Fortress and the Zealot's last Stand*, London, 1966

⁵ Yigael Yadin with William F. Albright, was one of the main representatives of the so-called "Biblical Archaeology". Nahal Hever led the excavations of Masada between 1963 and 1965.

⁶ The story of Masada is known primarily from the work of Flavius Josephus, the noted historian of the first century Jew. C. For a description of the fortress and the Roman siege of appostamenti cf. Giuseppe Flavio, *The Jewish War*, edited by G. Vitucci, Arnoldo Mondadori Editore, reprint 2012, ch. VII, 8, pp. 484-488.

⁷ To the early phase (c 35 BCE) belong the nucleus of the Western Palace, three small palaces, an administrative building, a barracks, three columbaria (also used as watch-towers), several large cisterns, and a swimming pool.

⁸ At the beginning of the Jewish revolt in 66 A.D. a group of zealots led by Menahem, occupied the fortress of Masada, and many Jews took refuge there after the fall of Jerusalem and the destruction of the Temple by Titus in 70. Two years later, Flavius Silva, the Roman Governor, he decided to conquer this last center of Jewish resistance. See Josephus, *Jewish War*, cit., Chap. VII, 8, p. 488.

⁹ UNESCO Declaration of Authenticity (2010): "This is a site that remained untouched for more than thirteen centuries. The buildings and other evidence of human settlement gradually collapsed and were covered over until they were revealed in the 1960s. There have been no additions or reconstruction, beyond an acceptable level of anastylosis, and inappropriate materials used in early conservation projects are being replaced. Limited restoration works have been carried out to aid visitor interpretation with original archaeological levels being clearly defined by a prominent black line set in the new mortar joints. Certain significant archaeological elements, such as the Roman camps and siegeworks, remain virtually untouched. The authenticity is therefore of a very high level".

References

- Bertocci Stefano, Parrinello Sandro, Vital Rebeka, 2013, *Digital survey in archeology. Masada Notebooks: report of the research project*, vol 1, Edifir, Firenze.
- Bertocci Stefano, 2013, *Esperienze di documentazione e rilievo digitale di alcuni siti Patrimonio UNESCO: un importante contributo per i Piani di Gestione*, in atti del Decimo Congresso UID – Matera, 24, 25 e 26 ottobre 2013, Patrimoni e Siti UNESCO. Memoria, Misura e Armonia, Gangemi Editore, Matera.
- Bertocci Stefano, Pancani Giovanni, Parrinello Sandro, (eds.), 2012, *Between East and West: Transposition Of Cultural Systems and Military Technology Of Fortified Landscapes*. Edifir Edizioni, Firenze.
- Bertocci Stefano, Bini Marco, 2004, *Castelli Di Pietre: Aspetti Formali E Materiali Dei Castelli Crociati nell'area Di Petra in Transgiordani*, Edizioni Polistampa, Firenze.
- Bertocci Stefano, Bini Marco, 2012, *Manuale di rilievo architettonico e urbano*, CittàStudi, Torino.
- Bertocci Stefano, Bini Marco, 2009, *Castelli medievali a Petra e nel vicino oriente, tra rilievo e archeologia*, Società Editrice Fiorentina, Firenze.
- Barcelo, Juan A., Forte Maurizio, Sanders Donald H., eds., 2000, *Virtual Reality in Archaeology*. Oxford, BAR International Series 843, England.
- Christopoulos Dimitrios, Gaitatzes Athanasios, Roussou Maria, 2001, "Reviving the Past: Cultural Heritage Meets Virtual Reality" in proceedings of the conference on Virtual reality, archeology and cultural heritage, ACM Press, New York, NY.
- Cowley Dave, Opitz Rachel S., 2013, *Interpreting Archaeological Topography: Lasers, 3D Data, Observation, Visualisation and Applications*. Oxbow Books.
- Flavio Giuseppe, (rist.) 2012, *Guerra giudaica*, a cura di Vitucci G., Arnoldo Mondadori Editore, Milano.
- Forte Maurizio, Siliotti Alberto, (eds.), 1997, *Virtual Archeology: Re-creating Ancient Worlds*, Harry N. Abrams, Inc., New York.
- Forte Maurizio, Williams P. Ryan, (eds.), 2003, *The Reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies*. BAR International Series 1151, Oxford.
- Lock Gary, Brown Kayt, 2000, *On the Theory and Practice of Archeological Computing*. Oxford University Committee for Archeology, Oxford.
- Lock Gary, 2003, *Using Computers in Archaeology: Towards Virtual Pasts*. Routledge, London.
- Netzer Ehud, 1991, *MASADA III: The Yigael Yadin Excavations 1963-1965, Final Reports "THE BUILDINGS STRATIGRAPHY AND ARCHITECTURE"*, The Israel Exploration Society/The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem.
- Sanders Donald H., 2000, "Persuade or Persih: Moving Virtual Heritage beyond Pretty Pictures of the Past." Paper in proceedings of the Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia (October 2001): 236-245.
- Vital Rebeka, 2008, *Virtual Reality: A tool for incorporating cultural elements to architectural historical reconstructions*. VDM Verlag, Germany.
- Whyte Jennifer, 2002, *Virtual Reality and the Built Environment*. Oxford: Architectural Press, Oxford.
- Yadin Yegael, 1966, *Masada. Herod's Fortress and the Zealot's last Stand*, London.