

SEFROU, IL RILIEVO DEL VUOTO URBANO DELLA MELLAH PRODOTTOSI IN SEGUITO ALLE ALLUVIONI DEL OUED AGGAI

Giovanni Pancani

*Dipartimento di Architettura DiDA Università degli Studi di Firenze
Giovanni.pancani@unifi.it*

SEFROU, SURVEY OF THE URBAN VOID OF MELLAH PRODUCED AFTER THE FLOODS OF OUED AGGAI

Keywords: Sefrou, Fotomodellazione 3D, Vuoto Urbano, Marocco, Mellah

Abstract *Built on the slopes of the Middle Atlas, Sefrou is one of the most typical and interesting north-eastern Moroccan cities and is located along the way that goes from Fez to the Atlas mountains. The city has hosted the bigger Jewish community in Morocco since 800 a.d., inside the Mellah. The ancient Medina, in the city centre, is sheltered by the defensive walls - still well-preserved and visible, and represents a place where time seems to have stopped. On the inside, along Oued Aggai river, the traditional city souq develops.*

The work undertaken by our research team focused on the survey and the diagnostic analysis of the empty space left by the Mellah destruction following the 1955 devastating flood. The survey and diagnostic operations were carried out during a Workshop that took place in the Fes-Meknès region in May, 2017. The detailed study on Sefrou urban texture was conducted with direct survey methodologies along with 3D photogrammetry. The measurements taken during direct survey were used to scale the 3D photo-models.

1. INTRODUZIONE

Di antica fondazione berbera, Sefrou è una città ai piedi del medio Atlante, nella regione di Fes-Meknès a circa 30 km di distanza dalla splendida Fes, una delle cinque città imperiali del Marocco. La regione rappresenta la principale via di comunicazione tra il Marocco Atlantico e quello Mediterraneo oltre che la via d'accesso alle montagne dell'Atalante; inoltre, costituisce la principale zona agricola del paese.

La città, probabilmente, deve il suo nome alla tribù berbera *Abel Sefrou*; infatti è proprio dal VIII secolo - in coincidenza con l'arrivo degli arabi - che le popolazioni berbere, che fino a quel momento avevano abitato le grotte lungo le pendici dei monti della zona iniziarono, su probabili insediamenti preesistenti, ad urbanizzare il sito lungo le rive dell'*Oued Aggāi* [1]. Tuttavia ancora oggi possiamo trovare testimonianza degli insediamenti rupestri nella vicina cittadina di Bahlil, laddove vicino alle sorgenti del fiume *Oued Aggāi* le antiche popolazioni berbere avevano stabilito il loro primitivo insediamento nella regione. Nel IX secolo d.C., con l'arrivo della dinastia araba dei Driss, la popolazione, pur mantenendo le tradizioni e la lingua berbera, si convertì massicciamente all'Islam. Ciononostante, dal 800 d.C. la città ha ospitato la più grande comunità ebraica del Marocco. Nel XIX secolo gli ebrei, insediati nella Mellah (il corrispettivo arabo dei ghetti ebraici europei), giunsero a costituire quasi la metà della popolazione di Sefrou, ma nel corso del secolo successivo la loro presenza si ridusse drasticamente, soprattutto in seguito alla costituzione dello stato ebraico. Riduzione inizialmente dovuta a emigrazioni spontanee verso la terra promessa ma dal 1967, in seguito alla guerra israelo-palestinese e alle tensioni fra il mondo arabo e quello ebraico, ebbe inizio il massiccio esodo degli ebrei marocchini verso lo stato d'Israele [2].

Nel corso del XX secolo, nel 1950 e nel 1977, la città - ed in particolare la Medina - ha subito due pesanti esondazioni del fiume che l'attraversa il *Oued Aggāi* che da sempre, grazie alle sue acque bene molto prezioso a quelle latitudini, ne ha caratterizzato la ricchezza, ma ha anche causato grandi tragedie. La prima catastrofica alluvione, quella del 1950, provocò più di un centinaio di vittime, con ingentissimi danni tra cui la demolizione di gran parte degli edifici della Mellah. La data segnerà anche l'inizio del processo di abbandono del quartiere e della città da parte degli ebrei ed il conseguente degrado della zona. Sefrou costituisce un esempio ben conservato della tipica città rurale del Marocco settentrionale, l'antica Medina; nel cuore della città, protetta dalle mura difensive ancora oggi ben visibili e conservate, rappresenta un luogo dove il tempo sembra si sia fermato. Al suo interno, lungo il fiume *Oued Aggāi*, si sviluppa il tradizionale souq cittadino, la cui frequentazione permette al viaggiatore di apprezzare negozi e botteghe artigiane che sembrano emergere dai secoli passati. Luoghi che sono ormai quasi introvabili anche in altri paesi, seppur periferici, del mondo, che danno una vivida sensazione di realismo e che permettono all'occhio più attento una sintetica ma esaustiva conoscenza del mondo rurale marocchino.



Figura 1. Immagini di Sefrou nello scorso secolo



Figura 2. Posizione geografica della città di Sefrou

2. CENNI DI CARATTERE METODOLOGICO

Il gruppo di ricerca si è concentrato sul rilievo e sull'analisi diagnostica del vuoto lasciato nella Mellah dalle distruzioni seguite alla disastrosa alluvione del 1955. Le operazioni di rilievo e diagnostica si sono svolte durante un seminario tenuto nella regione di Fes-Meknès nel mese di maggio 2017. L'approfondimento sulla pozione di tessuto urbano di Sefrou è stato condotto utilizzando metodologie di rilievo diretto associate a fotogrammetria 3D mesh-model. A causa degli elevati costi assicurativi e per i limitati fondi a nostra disposizione, purtroppo, non è stato possibile effettuare rilievi laser scanner o con strumentazioni topografiche. Tuttavia, il significativo sviluppo avuto delle metodologie di rilievo 3D Mesh-models con tecnologie Structure from Motion (SFM) [3] ha permesso la realizzazione di un rilievo dalla qualità più che soddisfacente, realizzando la fotomodellazione 3D dell'intera area oggetto del nostro studio.

Il problema geometrico era dato dalla presenza di un grande vuoto derivante dai crolli succeduti alle alluvioni del secolo scorso, vuoto urbano che gli abitanti del quartiere avevano eletto a piazza. Un volo con un drone avrebbe sicuramente consentito di ottenere facilmente un modello geometricamente pertinente, ma è nota la difficoltà di utilizzare un piccolo velivolo attrezzato in un centro storico, per giunta in un paese straniero. Pertanto, il "vuoto" è stato rilevato grazie le misurazioni effettuate con il rilievo diretto. A questo scopo è stata realizzata una poligonale con una rete di trilaterazioni, con cui è stata ricostruita la geometria del sito. Sono state inoltre prese le misure della griglia realizzata con le mire di calibrazione per la fotogrammetria, opportunamente posizionate sia sui piani verticali, che sui piani orizzontali. Su questa base numerica sono stati realizzati i numerosi modelli di fotogrammetria 3D, che in un secondo momento sono stati riuniti in un unico grande modello generale.

Al lavoro è stato dato un approccio metodologico volto all'integrazione del rilievo diretto con il rilievo fotogrammetrico 3D. A tal fine è stata assegnata al rilievo diretto la funzione di base numerica del rilievo. Le misurazioni, infatti, sono state eseguite con il fine di assegnare le dimensioni dei punti di controllo sia delle geometrie principali della "piazza" sia della rete delle mire per la fotogrammetria. Al rilievo 3D Mesh-models, invece, è stato assegnato il compito di rappresentare la morfologia dei manufatti.

Per soddisfare gli aspetti qualitativi e quantitativi del rilievo fotogrammetrico 3D, relativi alla rappresentazione fotografica, sono state realizzate immagini che fossero in grado di raccogliere le informazioni ideone alle elaborazioni 3D (Mesh model) oltre che a descrivere adeguatamente la morfologia del sito. La campagna per le acquisizioni fotografiche è stata realizzata con tipologie di ripresa orientate a soddisfare questi aspetti che sono molto significativi per la qualità del rilievo stesso. È stato necessario realizzare una sequenza di inquadrature sufficienti ad elaborare un modello 3D (Mesh model) di elevata qualità, in grado di offrire ulteriori informazioni tridimensionali relative alla geometria e alla spazialità dei particolari architettonici. L'integrazione dei due diversi contributi, seppur sviluppati ed elaborati in ambiti distinti, ha reso possibile, nella fase di post-produzione, la costante verifica e la valutazione della qualità del lavoro svolto, grazie al controllo parallelo e incrociato dei risultati ottenuti.



Figura 3. Veduta della città di Sefou dalle colline circostanti

3. FOTOMODELLAZIONE 3D SFM

Nella campagna di rilievo fotografico è stata posta una particolare attenzione alla qualità nativa delle immagini, in modo da poter disporre di dati utili per un'elaborazione tridimensionale che non presentasse carenze qualitative che andassero ad inficiare la successiva fase di modellazione. La qualità desiderata è stata raggiunta grazie ad una particolare attenzione ai parametri delle tre qualità fondamentali richieste per le immagini destinate alla modellazione 3D: la messa a fuoco, la profondità di campo ed il contenimento della "noise" [4]. A tale scopo le immagini sono state realizzate utilizzando un obiettivo di elevata qualità, un Sony SAL 24-70mm f/2.8 SSM Zeiss Vario Sonnar T*, montato su di una fotocamera Sony Alpha 900 che dispone di un buon sensore a pieno formato 24x36mm con risoluzione di 24 megapixel. L'obiettivo è stato utilizzato prevalentemente alla focale di 35mm, laddove anche la consueta distorsione a barilotto delle lenti grandangolari risulta essere molto contenuta; l'apertura del diaframma, vista la luce sempre abbondante, è stata impostata con valori spesso vicini a F: 7,1 e F: 8, che hanno garantito un'elevata qualità e una buona profondità di campo, mettendo in atto tutti i comportamenti tecnici necessari per ottenere immagini "native" di elevata qualità, come ad esempio il valore della sensibilità ISO impostato a 200.

Per facilitare il calcolo del software, sono stati realizzati alcuni piccoli modelli ad alta risoluzione in cui sono state affrontate separatamente le varie zone del sito. I modelli parziali sono stati uniti poi in un unico grande modello 3D "generale" per l'inquadratura della "piazza" e la scalatura

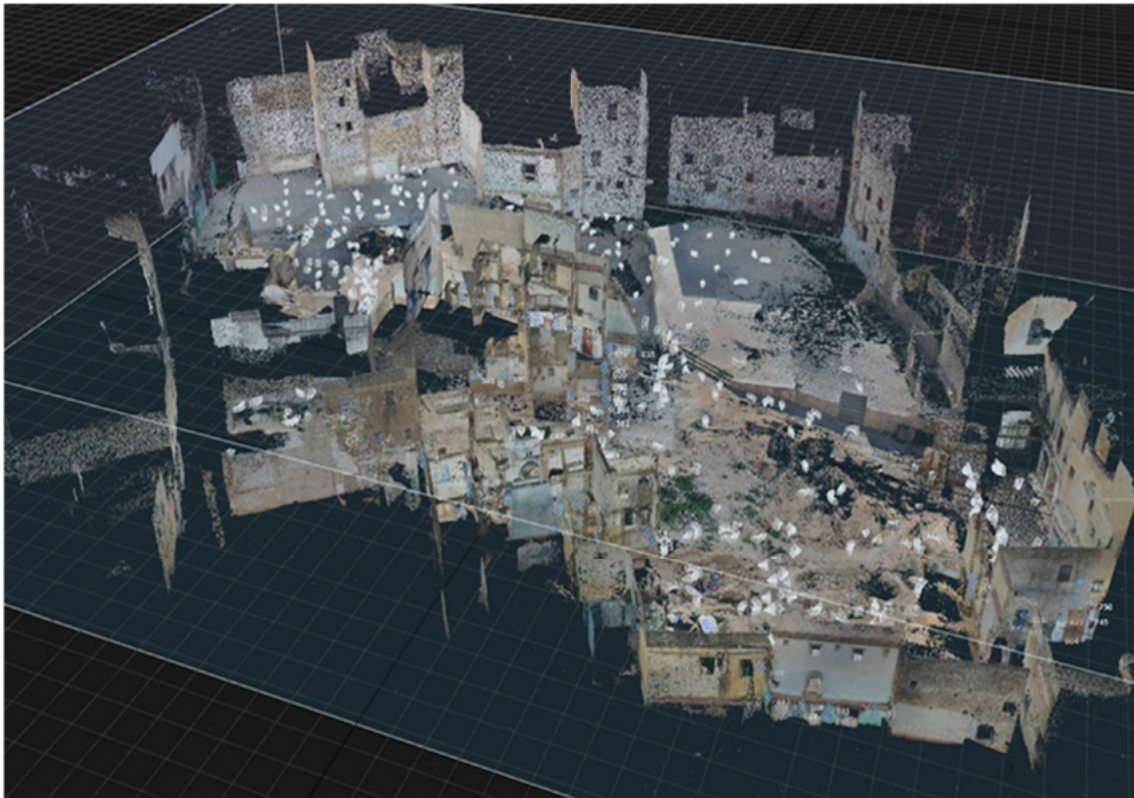


Figura 4. Il modello 3D mesh-model del vuoto urbano della Mellah

del modello con il rilievo metrico. I modelli delle porzioni più piccole dell'area sono stati utilizzati sia singolarmente, sia uniti ad altri di zone contigue per elaborare gli orto-fotopiani sia dei singoli edifici, sia delle porzioni di sezione. Le due grandi sezioni che tagliano l'area lungo l'asse della piazza che va dal fiume *Oued Aggai* al limitrofo quartiere a monte della "piazza" sono state impostate sul modello generale con gli edifici estrapolati dai modelli delle singole aree.

Per ottenere immagini di buona qualità, sono state preventivamente equalizzate tutte le fotografie, effettuando le correzioni necessarie per migliorarne l'esposizione, la temperatura colore e gli altri parametri necessari a renderle quanto più omogenee possibile. Questo trattamento preventivo ha consentito di limitare al massimo eventuali aggiustamenti sugli orto-fotopiani successivi alle elaborazioni.

Per ottenere un'adeguata risoluzione delle immagini sono stati rispettati precisi parametri legati alla risoluzione di stampa [5], per la quale è previsto uno standard di 300 pixel per pollice. Tuttavia è necessario precisare che per raggiungere questi livelli di definizione, senza perdere qualità, è necessario che le immagini dei fotopiani abbiano una risoluzione che rispetti le seguenti equivalenze: nella scala 1:50 un metro reale è rappresentato in 2 cm di stampa, quindi considerando che la conversione fra pollici e cm è uguale a 1 pollice = 2,54 centimetri, ne risulta che la risoluzione per la stampa alla scala corrispondente è uguale a 118,11 pixel per centimetro, che per comodità arrotonderemo a 120 pixel per cm. Ne consegue che, se nella scala 1:50, 2 cm



Figura 5. Veduta del fotopiano della planimetria della "piazza" della Mellah

servono per rappresentare un metro di superficie scalata, nel fotopiano le immagini corrispondenti devono avere una risoluzione di 240 pixel per rappresentare un metro della stessa superficie reale, ovvero 2,4 pixel per centimetro, di conseguenza le immagini in scala 1:50 = dovranno avere una risoluzione di almeno 2,4 pixel per centimetro che sempre per comodità di calcolo arrotonderemo a 3 pixel/cm di oggetto reale. Bisogna considerare che l'immagine nativa deve essere in grado di esprimere almeno questa risoluzione poiché corrisponde al dato effettivo che viene acquisito nel rilievo. Tuttavia, occorre considerare che durante le elaborazioni necessarie per ottenere i fotopiani bidimensionali e le elaborazioni 3D (Mesh model) le immagini tendono a perdere di risoluzione [6]. È anche evidente che durante la fase di acquisizione la misurazione della porzione di superficie da inquadrare è empirica, quindi per raggiungere le risoluzioni desiderate è buona norma aumentare le risoluzioni del suddetto schema di almeno il 30%.



Figura 6. Veduta della “piazza” della Mellah in cui sono evidenti gli spaccati sugli interni e sulle tecniche costruttive della città



Figura 7. Veduta di alcuni particolari con tecniche costruttive di diverse epoche da quelle tradizionali al calcestruzzo armato

4. RESTITUZIONE

Nella fotomodellazione 3D (SfM) è stato utilizzato uno dei software più diffusi 3DF Zephyr. Il processo di elaborazione fornisce modelli tridimensionali triangolati da sequenze di immagini bidimensionali, gli unici parametri richiesti dal software per le immagini sono relativi alla qualità delle fotografie, descritta nel capitolo precedente, oltre che alla sequenza con cui vengono scattate le immagini. Relativamente alla sequenza sono richieste due caratteristiche: la prima è che fra immagini contigue ci sia almeno il 70% di sovrapposizione, l'altra è relativa al punto di ripresa che deve cambiare per ogni foto, ovvero occorre che l'operatore si sposti ad ogni scatto e che non cambi semplicemente inquadratura rimanendo però nella stessa posizione. Utilizzando le immagini realizzate come richiesto il software le ha allineate ottenendo pertanto una nuvola di punti rada detta anche *sparse cloud*. Per effettuare questa attività il software ha utilizzato algoritmi che possono processare le analogie fra i colori ed i punti di contrasto presenti nell'immagine fotografica, in virtù di cui riconosce i punti omologhi fra le varie fotografie utilizzate. Molti dei software 3D Mesh-models, fra cui quello da noi utilizzato, sono in grado di correggere eventuali piccole distorsioni ottiche fra le quali anche l'effetto a barilotto. In una seconda fase è stata elaborata la nuvola di punti fitta, *dense cloud*; durante questo processo sono state aggiunte le informazioni necessarie a fornire una descrizione accurata del soggetto, informazioni che sono state tralasciate nella prima fase per evitare un appesantimento dei dati di calcolo [7]. L'ultimo passaggio è stato l'elaborazione della nuvola di punti fitta in modello 3D mesh su cui è stata successivamente applicata la texture delle immagini fotografiche.

I piani di sezione individuati sul modello generale di tutta la "piazza" sono stati utilizzati per referenziare anche i modelli particolari di specifiche porzioni del sito, che orientati con la stessa UCS del modello generale sono serviti per estrarre gli orto-fotopiani dotati di maggiore definizione necessari per la digitalizzazione del rilievo.



Figura 8. Sezione longitudinale B-B' sulla "piazza" della Mellah sia nella vista del fotopiano che al filo-ferro

Dai modelli digitalizzati sono state realizzate le tavole relative alla diagnostica sugli edifici del sito. Sono inoltre state prese in considerazione le tecniche costruttive, le tipologie di degrado presenti, oltre ad alcuni particolari sui materiali utilizzati.

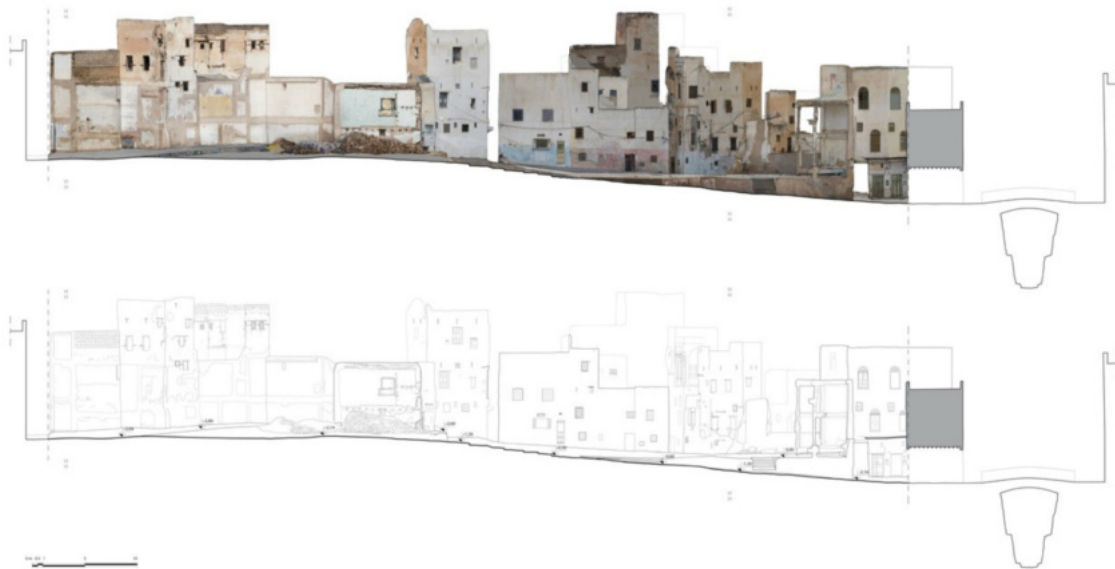


Figura 9. Sezione longitudinale A-A' sulla "piazza" della Mellah sia nella vista del fotopiano che al filo-ferro

5. CONCLUSIONI

La campagna di rilievo sulla Mellah di Sefrou è stata realizzata con lo scopo di iniziare un percorso primo conoscitivo sui centri urbani più interni e meglio conservati del Marocco settentrionale. La città di Sefrou ha rappresentato un centro nevralgico di notevole interesse negli snodi delle vie di comunicazione che portavano sia verso le montagne dell'atlante, sia verso oriente; risulta inoltre essere una delle meglio conservate, sia per quanto riguarda l'aspetto architettonico sia per quanto riguarda l'aspetto socioeconomico, essendo tuttora un significativo centro agricolo. Il caso studio della Mellah si presentava ideale poiché le devastazioni portate dalle alluvioni hanno lasciato uno spaccato cittadino in cui è possibile catalogare e studiare le tecniche costruttive presenti in situ. La metodologia scelta ha consentito al team di lavoro di realizzare, in tempi relativamente contenuti, un modello metrico morfologico sufficientemente affidabile. Infatti, in pochi giorni si è riusciti ad avviare un processo conoscitivo che ha prodotto materiale di buona qualità, in grado di dare una visione del sito ragionevolmente approfondita.

I materiali utilizzati e le tecniche costruttive, che vanno dalle murature in pietrame ad alcuni inserti in calcestruzzo armato, sono stati catalogati in un abaco di cui qui di seguito riportiamo alcuni dettagli. Sono altresì interessanti le tipologie di solaio in cui è presente una significativa caldana realizzata con un conglomerato formato da materiale inerte con aggiunta di modiche quantità di legante. Il lavoro ha mostrato la particolare condizione dei luoghi, sia per quanto riguarda lo stato dei degradi edilizi successivi alle disastrose alluvioni del secolo scorso, sia sotto l'aspetto della conoscenza delle tecniche costruttive in uso. Il tempo trascorso nel sito per le operazioni di rilevamento ha permesso inoltre di valutare come, nonostante lo stato di indigenza degli abitanti, essi si siano in parte riappropriati di quegli spazi destinandoli ad attività di carattere comunitario. La capacità distruttiva delle alluvioni ha ritagliato sezioni di interni a cielo aperto, che tuttavia hanno facilitato la comprensione delle strutture e dei luoghi, mettendo in evidenza le locali tecniche costruttive, i materiali utilizzati, e le tipologie abitative.

In questa prima fase dedicata alla conoscenza del sito, non sono stati intrapresi percorsi progettuali per affrontare eventuali opere di restauro dei manufatti. La questione delle opere di recupero, inoltre deve essere valutata con attenzione anche in riferimento al rapporto con la città e con gli attuali abitanti della Mellah, poiché il vuoto lasciato è stato occupato dalle persone residenti che se ne sono appropriate facendo divenire il vuoto una "piazza" sulla quale, seppure in condizioni di indigenza e degrado, vi svolgono significative attività relazionali.

Pertanto, ogni successivo passo deve essere fatto tenendo conto delle fragilità idrogeologiche, ambientali e socioeconomiche che questo sito presenta, anche in relazione alla città che lo ospita che può essere considerata una delle più tipiche e meglio conservate del Marocco nord-orientale.



Figura 10. Lettura del degrado e dei materiali in alcune sezioni



Figura 11. Ulteriori sezioni per la lettura del degrado e dei materiali



Figura 12. Particolari sulle tecniche costruttive e sui materiali.

RIFERIMENTI

- [1] Benhalima H., *Petites villes traditionnelles et mutations socio-économiques au Maroc: le cas de Sefrou*, Université Mohamed V, Faculté des Lettres et des Sciences humaines de Rabat, Publication n°14, 1987, 332 p.
- [2] Mokkaedem H., *Approches de réhabilitation des petites villes historiques: cas de la médina de Sefrou au Maroc*, Thèse Université Senghor, 2001.
- [3] Cipriani L., Fantini F. 2015, *Modelli digitali di Structure from Motion per la costruzione di un sistema conoscitivo dei portici di Bologna*, «Disegnare idee immagini», Anno XXVI, n. 50, Roma, pp. 70-91.
- [4] Forti G. 2006, *Fotografia, teoria e pratica della reflex*, Editrice reflex, Roma.
- [5] Docci M., Maestri D. 2010, *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Laterza, Bari.
- [6] Pancani G. (2017), *Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa*, "Restauro Archeologico", Anno XXV NUMERO 2/2017, pp.74-89.
- [7] Bigongiari M. (22 June 2019), *3 Structure from Motion survey*, in Pancani G., Bigongiari M., *The integrated survey of the Pergum by Nicola Pisano in the cathedral of Pisa*, in, *Digital Cultural Heritage*, a cura di Kremers H., Springer, Cham, Basel, pp. 380-387.