

Forme della rappresentazione del territorio
Il borgo di Chiapporato nell'Appennino tosco-emiliano

Tesi di Dottorato

*Tecniche della ricostruzione dell'assetto territoriale
tra passato e presente mediante geo-imagery*

Ylenia Ronc

Le ragioni della ricerca

La ricerca si svolge in un ambito nel quale due discipline, che condividono di frequente il medesimo oggetto di studio, si incontrano ed si intrecciano. Da un lato vi è la geografia, ed in particolare quella umana, che si caratterizza come un approccio capace di fornire una visione sintetica della realtà spaziale avendo per matrice interpretativa le complesse relazioni che intercorrono fra gli elementi naturali e quelli di origine antropica. Dall'altra parte vi è la geomatica, disciplina che racchiude in sé una pluralità di tecnologie di rilevamento che fanno ricorso al trattamento informatico dei dati relativi alla superficie terrestre.

L'imponente potenzialità di elaborazione dei dati offerti dai sistemi informatici ha aperto, alla geografia ambiti applicativi prima inesplorati o comunque che rimanevano limitati. Lo sviluppo che negli ultimi tempi le tematiche e metodologie facenti capo alla geomatica hanno vissuto nei vari campi del sapere ne dimostra la versatilità.

Gli avanzamenti delle tecniche di rilievo e rappresentazione della terra che si registrano sono innumerevoli e vanno dalla fotogrammetria al telerilevamento, dalla cartografia numerica al trattamento delle osservazioni, dalla geodesia spaziale alla topografia di precisione, fino ai sistemi informativi territoriali divenuti oramai un supporto imprescindibile in tutti quei campi che hanno a che fare con il territorio.

Oltre a regioni, province ed altri enti amministrativi locali o statali, settori economici sempre più vasti, quale quello ad esempio della conservazione dei beni culturali, si appellano a tecniche di rilievo quali il posizionamento satellitare, la fotogrammetria digitale e la tecnologia *laser scanner*, il telerilevamento, multi e iperspettrale, da aereo e da satellite, a diverse risoluzioni geometriche,

spettrali, radiometriche, temporali in varie bande dello spettro elettromagnetico, per i più disparati ambiti d'interesse.

A conferma dell'importanza crescente di queste modalità di elaborazione del dato geografico, e della prospettiva che rappresentano per il futuro, si possono citare i progetti ideati dalla Comunità Europea: *INSPIRE (Infrastructure of spatial information in the European Community)* e *GMES (Global monitoring for environment and security)*, che si rivolgono alle discipline della geomatica, l'uno per regolamentare l'uso dell'informazione geo-spaziale, l'altro per utilizzare i dati di osservazione della Terra finalizzata alla conoscenza e la gestione dei rischi ambientali.

Tuttavia, se da un lato le grosse quantità di dati e di informazioni che da tali tecniche possono essere ricavate costituiscono certamente una preziosa risorsa per sviluppare un'adeguata conoscenza della situazione territoriale, dall'altro necessitano di una organizzazione ed elaborazione specifica che non possono essere improvvisate. Ed è proprio da questa considerazione che si è resa evidente l'esigenza di una figura professionale che abbia le competenze tecniche necessarie, ma, allo stesso tempo, confidenza con l'ambito e con le tematiche che queste metodologie, in quanto strumenti, indagano.

Questo progetto di ricerca di dottorato consiste in uno studio paesaggistico di un piccolo borgo dell'Appennino tosco-emiliano, per il quale si farà riferimento a procedure di rilievo che si fondano sul posizionamento satellitare, sulla fotogrammetria digitale, sul rilievo laser scanner, e sulla modellazione tridimensionale, offrendo al contempo la possibilità di rapportarsi a strumenti informatici di comune uso in tutti i settori che hanno a che fare con il territorio, quali *GIS (geographic information system)*, *CAD (Computer-Aided Design)*, software che si fondano su algoritmi della computer vision (structure from motion) ed altri più propriamente fotogrammetrici.

La mia ricerca si pone dunque come banco di prova con cui verificare se, e in che modo e misura, la figura del geografo possa, con il suo sguardo specifico e la sua esperienza del territorio, offrire un valore aggiunto nell'individuazione, nell'utilizzo e nel coordinamento dei diversi strumenti. Si delinea così un approccio che esula dalla sola raccolta dati, pur ritenendola parte essenziale. Dovrà così emergere la capacità della geografia ad intessere, attorno all'oggetto d'indagine, un discorso articolato, che lo consideri nelle sue varie dimensioni.

La scelta del luogo

La scelta del luogo è maturata nel corso della tesi magistrale. Il lavoro aveva al centro la messa a punto di un innovativo dispositivo per l'acquisizione di immagini aeree a basso costo, per la produzione di cartografia numerica tridimensionale.

Il suddetto apparecchio si compone di una macchina fotografica, un GPS, una piattaforma inerziale,

pensato per velivoli ultra-leggeri *ULA (Ultra-light aircraft)* o velivoli non abitati (*UAV Unmanned aerial vehicle*). Esso è stato ideato al fine di costituire un sistema che permettesse una elaborazione dei dati ottenuti, quindi una loro georeferenziazione, ortorettifica, mosaicizzazione in tempi relativamente brevi, a basso costo e facilmente gestibili, anche in ambiente GIS, capace di fornire quale *out-put* un'ortofoto. In altre parole si voleva creare un prototipo di strumentazione *low-cost* di acquisizione aerea fotografica e fotogrammetrica. La realizzazione di tale apparecchio venne promosso dall'università di Bologna, quale collaborazione tra il laboratorio di meccanica del volo e di micro-satelliti della Facoltà di Ingegneria, che si occupò della parte tecnologica di progettazione e costruzione del dispositivo, e l'allora dipartimento di discipline Storiche, Antropologiche e Geografiche della Facoltà di Lettere, il quale fu chiamato a prendere parte al progetto per offrire supporto relativamente all'acquisizione delle immagini, quindi dall'ideazione fino alla gestione dei dati tramite GIS o software fotogrammetrici, e preliminarmente alla calibrazione dello strumento per fornirne lo stato dell'arte e procedere agli ulteriori affinamenti.

I test dello strumento prevedevano, tra le altre a carattere più tecnico-specialistico, il soddisfacimento di due condizioni. Da un lato, in relazione alle norme vigenti era necessario individuare un luogo sul quale fosse possibile volare. Infatti le disposizioni di legge non consentivano - al tempo - con il velivolo di cui si disponeva il sorvolo dei centri abitati. L'altro requisito riguardava più strettamente la tecnica con la quale si sarebbe testato lo strumento, ossia la fotogrammetria. Questa metodologia, il cui funzionamento avremo modo di approfondire più avanti, fornisce risultati migliori quando si lavora su un oggetto che contiene dei dislivelli. La necessità di rispondere ad entrambe le necessità ha fatto sì che la scelta si orientasse verso il borgo di Chiapporato. Un classico esempio di borgo di altura situato sulle pendici del Monte Calvi che dal tardo '400 agli inizi '500 non ha conosciuto grandi espansioni e trasformazioni.

E' abbandonato: oggi infatti c'è solo una abitante. Una condizione che consente di poter ottenere il permesso ad eseguire i voli sopra al raggruppamento di case con facilità.

La possibilità di effettuare il volo sopra ad un abitato è risultato determinante anche nella misura in cui permette di testare il dispositivo di acquisizione di immagini aeree su un oggetto che rientra nella sfera del *Cultural Heritage*, uno degli ambiti di applicazione privilegiati per il quale lo strumento è stato ideato.

Infine è stata fatta un'altra considerazione. Il procedimento fotogrammetrico serve a testare il dispositivo. Allo stesso tempo però in quanto propriamente tecnica di rilievo, essa dà vita ad un modello tridimensionale dell'oggetto ripreso. Da questo possono essere in seguito derivati numerosi prodotti che si prestano ad usi diversi. La possibilità di eseguire le prove di affinamento dello strumento su questo borgo offre dunque l'opportunità di sfruttare la situazione di test tecnico per dare una dimostrazione concreta delle potenzialità di tale tecnologia nel campo del rilievo e della salvaguardia dei beni culturali.

Il borgo ha visto anche nel suo passato recente, la realizzazione di un piano di recupero che

nonostante sia stato recepito non ha mai trovato una sua concretizzazione. Inoltre Chiapporato è situato all'interno del Parco dei Laghi di Suviana e Brasimone, il quale tra i suoi obiettivi prevede anche la tutela degli elementi e manufatti storici ancora leggibili e presenti sul territorio, quali "finalità della conservazione e valorizzazione delle specificità culturali, storiche e antropologiche che determinano l'identità storica e culturale dei luoghi e dei suoi abitanti". Entrambi gli elementi lasciano presupporre che, nonostante non siano ancora state messe in atto, a livello pratico, misure per una sua valorizzazione, vi siano le premesse culturali per la promozione del territorio.

Tuttavia dal Piano di Recupero sono passati ormai quasi 20 anni e per Chiapporato oggi non si parla più di progetti di recupero e la vegetazione si sta impossessando del sito. Il mio lavoro è un modo per attirare l'attenzione su questa esigenza, mostrando le potenzialità di un'azione di questo genere per il più ampio territorio.

Facendo una semplice ricerca in rete con il nome del piccolo borgo, tra i pochi risultati che si ottengono, compare una pagina web di una agenzia immobiliare nella quale si può leggere che pressoché l'intero villaggio è in vendita con proprietà acquistabili in blocco o singolarmente.

Questo studio propone la realizzazione di un "fermo immagine" allo stato attuale. D'altra parte ambisce a togliere dall'anonimato questo borgo che sembra essere un fantasma, non solo ora che è abbandonato, ma anche nella storia di quella zona geografica.

Data l'assenza di materiale che ne ripercorra il passato, intendo effettuare una analisi approfondita del sito e della storia del luogo, e attingendo a tutte le fonti storiche tentare una ricostruzione della sua evoluzione e del suo paesaggio storico. Una strada che si intraprenderà a tal fine, sarà quella di lavorare con fotogrammi aerei storici. A seguito della loro elaborazione saranno in grado di dare origine ad un modello tridimensionale del borgo del passato, da confrontare con quello attuale. Sarà così possibile avanzare ipotesi sui cambiamenti intervenuti su gli edifici e nel territorio circostante.

Analisi del sito, storia della posizione

Per quanto riguarda la caratterizzazione del sito, Chiapporato è una piccola frazione del comune di Camugnano, nella parte montuosa della provincia di Bologna. Esso si trova nell'alta valle del Reno, alle pendici del monte Calvi (1283 m. s.l.m), il quale, insieme alle altre cime della catena, monte di Stagno, l'alpe e monte di Baigno, delinea lo spartiacque del bacino imbrifero del lago di Suviana. Il piccolo borgo è infatti situato all'interno del parco regionale dei laghi di Suviana e Brasimone.

Lo studio geologico condotto sull'area dal dott. Giovanni Elmi¹ ha rilevato che l'abitato di Chiapporato si trova in un versante in cui affiora un flysh marnoso-arenaceo della Formazione del Macigno, che in gran parte presenta una giacitura rovesciata rispetto alla sua originaria. Questa unità litostigrafica è suddivisa in due facies principali: macigno di tipo A, di origine più antica (oligocene) a prevalenza quasi esclusiva arenacea e un Macigno di tipo B, più recente (miocene), a

¹ Giovanni Elmi, *Relazione geologica*- Piani di Recupero dei Borghi di Stagno e Chiapporato, Camugnano 1997

facies più marnosa. Il piccolo borgo sorge sulla seconda tipologia di Macigno. Oltre a strati arenacei quarzoso-feldspatici e possibile dunque individuare le marne le quali risultano comunque più rare. Oltre che per il colore che va dal grigio a giallastro esse sono individuabili in quanto laminate e siltose, a frattura scheggiata, con strati che variano dal centimetro a qualche decimetro con giacitura complessivamente a reggipoggio e immersione verso sud (pendenza circa 45°) e direzione est-ovest. Il paesaggio morfologico risulta ovviamente influenzato dalle caratteristiche di questa formazione rocciosa. Esso è contraddistinto da cime che arrivano fino a 1300 m, pendii scoscesi e profonde valli in cui scorrono torrenti e rii ben incisi. Nello specifico il borgo è situato all'interno di una vasta conca di origine erosiva e si trova su di uno sperone roccioso ad un'altezza di circa 850 m s.l.m., in una porzione meno acclive della media del versante, attorniato ai lati da due fossi. L'area interessata presenta un maggiore spessore di copertura, costituita da materiale arenaceo depositato sul substrato di roccia compatta preesistente. Per quanto riguarda la valutazione della stabilità del rilievo su cui è situato il borgo, date le caratteristiche di coesione della roccia su cui poggia, induce ad escludere futuri dissesti e l'insorgere di movimenti di pendio. Le condizioni litologiche favorevoli e la presenza, seppur disomogenea, di uno strato di terreno superficiale ben stabilizzato permette un'ampia copertura arborea. A questo proposito, in base alla relativa cartografia carta dei suoli 2008, quest'area viene classificata come area boschiva con boschi di latifoglie, in particolare a prevalenza di querce, carpini e castagni. Sotto questo aspetto è interessante, facendo riferimento alla cartografia storica, porre in atto un confronto diacronico con le precedenti carte dell'uso dei suoli, le quali, partendo da quella del 1954 ed arrivando al 2008, mostrano, in linea con le tendenze generali, un progressivo aumento di queste aree, ossia dei boschi, a discapito dei territori agricoli, conseguenza ben nota dell'abbandono delle zone rurali ed in particolare di quelle montane.

L'idrologia superficiale dell'area si caratterizza per la presenza dei fossi che drenano la conca con il tipico *pattern* erosivo di forma palmata: quello di Chiapporato e quello di Pradicciolo, che convogliando le acque di precipitazione meteorica si congiungono e vanno ad immettersi nel fosso Casoncini, il quale a sua volta raggiunge il torrente Limentra di Treppio. L'elevata permeabilità delle arenarie ha permesso un'ampio sviluppo dell'idrologia sotterranea. La falda perenne che si forma per infiltrazione delle acque meteoriche dà quindi origine a qualche sorgente. Una di quelle più facilmente accessibili si trova a qualche centinaio di metri dal borgo sul sentiero che vi ci porta e viene tutt'ora usata dalla residente per approvvigionarsi.

Passerò ora all'analisi del borgo rispetto alle dinamiche storiche in cui questo, nei secoli, si è trovato inserito. A tal proposito, uno dei pochi studiosi che si è interessato alla storia di Chiapporato, Paolo Guidotti, sulla base della lettura dei confini del comune di Bargi allegati agli estimi del 1475 e del 1540, lo fa risalire come borgo alla fine del quattrocento inizi cinquecento. Fino ad allora di questo borgo al confine con la provincia di Prato non si trova traccia nei vari documenti fra i quali, i più importanti, i diplomi imperiali di Federico I° del 10 agosto 1164 e di Ottone IV del 4 novembre 1209 o ancora la bolla di Onofrio III del 18 febbraio, i quali riportano invece toponimi di località limitrofe, quali Fossato, Treppio, Monticelli, Torri e Stagno. Molto probabilmente la storia di questa

frazione deve essere ricondotta ai vari avvenimenti in ambito di governo che si susseguirono, a partire dal 1100, e che interessarono la più ampia fascia di territorio al confine con il Gran Ducato di Toscana e che videro l'avvicinarsi di pretese e rivendicazioni di questi territori da parte di “Pistoia, Bologna, delle signorie feudali dei conti Alberti di Prato e Mangona, dei conti di Panico, di papi ed imperatori”². La supposizione dello studioso è che in precedenza Chiapporato esistesse come località, forse con qualche casa sparsa, ma appartenente al territorio di Stagno, località più prossima all'abitato in questione.

Alcune cartografie, anche se di molto successive all'affrancamento di Chiapporato da Stagno, mantengono questo antico legame per cui i due toponimi sono spesso affiancati nella forma di “*Stagno è/lo Giaporato (o Ciaporato)*”. Il ruolo egemone di Stagno è indiscutibile. Possediamo infatti a partire dal 1000 documentazione che ne attesta la presenza e la rilevanza in quanto sede della casata feudale dei Lambardi di Stagno, soprannominati anche “*gli Stagnesi*”. Stagno, grazie alla sua strategica posizione, assunse una certa importanza, e la casata degli Stagnesi fu in grado di assicurarsene il governo districandosi abilmente tra le rivendicazioni territoriali delle due contendenti: Bologna e Pistoia. Appoggiò ora l'una, ora l'altra, a seconda delle convenienze, assecondando o patteggiando con i vincitori del momento. Tuttavia la forza contrattuale dei signori di Stagno, dalla quale derivava una seppur precaria autonomia, venne meno con il consolidamento dei confini sullo spartiacque appenninico.

Intorno alla metà del '200 Stagno passò sotto il governo di Bologna, per la quale questo borgo manteneva pur sempre un valore dal punto di vista strategico- militare difensivo. Per questo motivo a partire dal 1444 il comune di Bologna attuò nei confronti di Stagno una politica che era solita mettere in atto nei momenti critici: concedette privilegi ed esenzioni agli abitanti e a tutti quelli che vi sarebbero stabiliti.

A questo punto il destino di Stagno inizia ad avvicinarsi a quello di un'altro centro limitrofo: Bargi. La medesima politica venne infatti adottata anche per quest'ultimo. Nei periodi antecedenti all'istituzione di questo provvedimento entrambi i nuclei abitati furono oggetto di violenti lotte e devastazioni, perpetrati dai medesimi nemici di Bologna, cosicché il Consiglio Generale dei Seicento per favorire la ricostruzione di quelle fortezze di confine e conciliarsi con la popolazione concesse tutta una serie di benefici. Nelle terre in cui vigeva tale decreto gli abitanti erano esenti da qualunque dazio, gabella, colletta, prestazione, esonerati per tre anni da qualunque debito, in cambio dell'impegno a risiedere e ricostruire le case di abitazione.

Agli inizi del 1500 venne istituita la contea di Bargi, all'interno della quale veniva fatta rientrare, insieme a Badi e Suviana, anche la località di Stagno. Nonostante tale istituzione non abbia avuto vita lunga e sia stata abolita nel 1532, i privilegi concessi alla Contea di Bargi, e alle altre, vennero comunque riaffermati nel 1547 e nel 1600.

Questo sintetico preambolo è necessario per contestualizzare il quadro storico nel quale il borgo di Chiapporato ebbe fondazione e conobbe il suo iniziale ampliamento.

2 Paolo Guidotti, *Chiapporato, un paradiso terragno oltre il confine del chiasso del mondo* in *Strenna storica Bolognese*, 1973

Ad esclusione del breve contributo dedicato da Paolo Guidotti, non esiste una storiografia che ne indaghi l'evoluzione. Sarà dunque necessario procedere per supposizioni in base agli elementi che nel corso della ricerca si sono e si recupereranno. Com'è stato anticipato la fondazione del Borgo di Chiapporato, come insediamento a sé, distinto da Stagno, viene fatta risalire tra fine '400, prima metà del '500, quale territorio appartenente a Bargi. Questo periodo coincide con il periodo della politica di rilancio voluta da Bologna, consolidata con l'instaurazione delle contee. Si può dunque avanzare l'ipotesi che sia in questo momento che il borgo di Chiapporato tragga l'energia propulsiva utile alla sua nascita, ad un suo ampliamento e consolidamento.

La sua storia seguente, come del resto quella precedente, è da ricercare e ricostruire tramite le vicende delle terre vicine. Ancora nel catasto Boncompagni del 1835 il suddetto borgo compare, al pari di Stagno, quale *Villa* di Bargi.

L'età contemporanea: lo spopolamento e l'abbandono del territorio.

Per i molteplici scopi che si prefigge questo studio è d'obbligo operare una ricognizione della sua realtà odierna.

Chiapporato, frazione del comune di Camugnano, si trova in provincia di Bologna, nell'alta valle del Reno, a poche decine di metri dal confine in linea d'aria e a qualche chilometro dai primi centri abitati della provincia di Prato. In antichità doveva possedere una posizione strategica per la sua vicinanza al Gran Ducato di Toscana. Una delle ragioni della sua fondazione, probabilmente, è proprio da ricercarsi in questo aspetto, il quale andrà sicuramente approfondito. Un'ipotesi è che l'abitato sia sorto su di una via di comunicazione alternativa tra le due regioni per evitare il pagamento dei dazi. Nell'ambito della ricerca sarà necessario trovare riscontro di questo aspetto.

Ad ogni modo, contraddicendo ciò che lo ha caratterizzato nel passato, il piccolo borgo si trova oggi in una posizione marginale, lontano dalle reti viarie e dai centri abitati più importanti. Si potrebbe dire anche solo isolato *tout-court*, in quanto non è neppure raggiungibile in automobile. La strada sterrata che vi conduce è accidentata e consente solo di avvicinarsi al villaggio per poi proseguire a piedi il restante percorso seguendo il sentiero che si inerpica sulla montagna in cui si trova Chiapporato. Agli inizi del 2000 è stata restaurata la chiesa e la canonica. Per il trasporto dei materiali si è stati costretti ad usare l'elicottero. L'elettricità è arrivata solo nel 2005, nelle case del borgo l'acqua corrente non è ancora presente e per approvvigionarsi le due ultime abitanti, una signora pressoché centenaria e sua figlia, ricorrono ad una sorgente che si trova a qualche centinaia di metri ai piedi del borgo. Questo elemento sarà sicuramente uno da tenere in considerazione nell'ottica di un futuro recupero del borgo.

La scarsa accessibilità ha sicuramente concorso a determinare le sorti del piccolo borgo dell'Appennino. Al pari delle dinamiche che hanno investito l'intera penisola nel dopoguerra, anche il piccolo borgo è stato investito dal fenomeno di spopolamento e relativo abbandono, generato dal fascino verso un modello economico e di sviluppo promosso dalla città, che vedeva in questa il suo luogo d'elezione e nel quale la gente di montagna intravede la possibilità di una vita migliore,

contraddistinta perlomeno da minori stenti. Così l'ondata migratoria si è abbattuta anche qui come altrove. L'economia di sussistenza, che attraverso lo sfruttamento delle risorse boschive e la pastorizia assicurava la sopravvivenza alla gente del luogo, ha conosciuto il tramonto, insieme a tutte quelle misure che sapientemente vennero tramandate per secoli, assicurando un equilibrio con la natura che attualmente è venuto a mancare.

L'abitato si compone di 14 edifici. Nelle operazioni propedeutiche alla realizzazione del progetto di recupero che risalgono al 1995 è stata eseguita una ricognizione degli affioramenti della zona di Chiaporato e delle condizioni degli edifici. Per quanto riguarda il primo aspetto, la chiesa, l'oratorio e il cimitero, che si trovano in una posizione sopraelevata, sono costruiti su un terreno in cui in ampia parte la roccia affiora direttamente, mentre l'abitato sottostante è costruito su uno strato di detrito di spessore molto variabile e di testiera eterogenea.

All'epoca della perizia, oramai quasi vent'anni fa, lo stato degli edifici risultava nel complesso buono o ottimo. Venne esclusa, tra le cause dei pochi danni alle opere murarie, l'insufficiente portanza del piano di fondazione o l'esistenza di movimenti del pendio. Le lesioni furono ricondotte alla qualità scadente del materiale utilizzato per legare i sassi che costituiscono i muri esterni ed alla carenza di elementi di rinforzo strutturale.

L'analisi condotta dal consulente non individuò particolari problematiche di carattere geotecnico in relazione agli interventi preventivabili nell'ambito del piano di recupero del raggruppamento di case. Nello specifico vengono elencate una serie di verifiche e operazioni di adeguamento da porre in atto nel caso in cui si voglia intervenire sull'edificato con sopraelevazioni o si costruiscano nuovi edifici all'interno del perimetro del borgo.

Si può ragionevolmente sostenere che le conclusioni fatte all'epoca restino valide ancora oggi, sebbene il processo di decadenza di alcune strutture sia progredito.

Chiaporato si compone anche di un'altro abitato, raggiungibile a piedi attraverso un sentiero che attraversato il rio Casoncini sale verso il crinale oltre il quale si entra in territorio toscano. Tuttavia descriverlo come un 'abitato non è corretto in quanto oramai rimangono solo le rovine di questo. Nelle cartografie i due raggruppamenti vengono distinti in Chiaporato di qua, il primo che si trova arrivando da stagno, e in Chiaporato di là, più vicino al confine regionale. Se già del primo abbiamo poche notizie, la situazione è la medesima per il secondo, con l'ulteriore aggravante di non avere testimonianze evidenti dell'edificato. Dell'abitato, infatti, non resta molto e la vegetazione che ha ricoperto il luogo nasconde le tracce delle preesistenze.

Proposta di lettura con tecnologie sperimentali

Per lo studio dello specifico paesaggio in cui il borgo è inserito, intendo affiancare ad una tradizionale lettura del territorio, nuovi e versatili strumenti interpretativi e comunicativi .

Tali strumenti permettono di creare e lavorare su di un'innovativa forma di rappresentazione visuale.

Si tratta di una ricostruzione tridimensionale del borgo, ottenuta mediante l'integrazione di varie

tecnologie tra le quali la fotogrammetria e il laser scanner.

Negli ultimi tempi i modelli 3D sono diventati un imprescindibile supporto per tutta una serie di applicazioni inerenti alla cartografia, alla pianificazione territoriale, al monitoraggio ambientale, al rilievo architettonico, con ripercussioni anche nei campi della documentazione e del restauro. La tendenza in atto in questi e molti altri settori è quella per cui si assiste “ sempre più a restituzioni virtuali dell'ambiente che ci circonda, con ambientazioni e visualizzazioni 3D prodotte per varie applicazioni quali la documentazione, conservazione, restauro virtuale, simulazione, didattica, animazione, cartografia, gestione territoriale (GIS), monitoraggio”³.

Questo stato di fatto spinge a rapportarsi alle moderne tecniche di rilievo, le quali sono ormai entrate nell'uso comune negli studi legati al *cultural heritage* diventando imprescindibili know-how anche per una figura come quella del geografo. Per essere spendibile a livello professionale deve essere anch'esso in grado di relazionarsi con gli strumenti di ricerca ed analisi attuali. Ciò significa confrontarsi con le ricadute che le nuove tecnologie di rilievo e rappresentazione hanno nel proprio ambito, in termini di quantità di dati che è possibile acquisire, elaborare e trattare, nonché con le opportunità di gestione dell'informazione geografica in un ottica di maggiore spendibilità e fruibilità.

Le operazioni di rilievo del borgo saranno articolate fondamentalmente in 3 metodologie distinte, successivamente integrate tra di loro, al fine di costituire un quadro organico. Si potrà in questo modo partire dal prodotto ottenuto per addurre osservazioni, valutazioni e sviluppare ipotesi in merito alla sua evoluzione storica.

Si procederà innanzitutto al rilievo diretto del borgo mediante la fotogrammetria aerea. Verrà infatti testato un dispositivo sperimentale di acquisizione di immagine aeree a basso costo.

Il sistema si compone di una camera fotografica digitale, di fascia medio alta, un sistema di rilevamento satellitare (GPS), una piattaforma inerziale e un sistema di controllo e sincronizzazione degli apparati elettronici, ed è pensato per velivoli ULA (*Ultra-light aircraft*) o UAV (*Unmanned aerial vehicles*). Esso si propone principalmente quale prototipo di strumentazione low-cost per l'acquisizione aerea fotografica e fotogrammetrica.

La sperimentazione del dispositivo verrà effettuata utilizzando un velivolo UAV, più comunemente definito drone. I droni sono dei velivoli di varie dimensioni che si caratterizzano per l'assenza del pilota umano a bordo e sono perciò guidati da remoto. Nello specifico i velivoli usati per i rilievi saranno un drone multirotores ed un drone ad ala fissa, messi a disposizione da un'azienda modenese, la quale produce e assembla tali mezzi e parteciperà attivamente nell'ambito di questa

3 Remondino F., Rizzi A., Aguiaro G., Jimenez B., Menna F., Nex F., Baratti G., *Rilievi e modellazione 3D*, in atti 15° Conferenza Nazionale ASITA, Reggio di Colorno 15-28 novembre 2011.

ricerca.

Si è scelto di testare le possibilità date dal dispositivo di acquisizione di immagini montato su drone in quanto nell'ultimo periodo si è assistito ad uno sviluppo combinato delle relative tecnologie e degli algoritmi di calcolo per il processamento di calcolo. Questo ha permesso nel campo del rilievo di ottenere degli importanti avanzamenti. Vi è molto fermento in proposito. Non a caso l'importante impulso che ha subito il settore ha portato l'ente competente, Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) a produrre un regolamento specifico, attualmente al vaglio, per la regolamentazione dell'uso degli UAV. Questi velivoli, indipendentemente dalla posizione del pilota e/o dell'equipaggio di volo, vengono considerati come aeromobili e in quanto tali le operazioni devono rispettare le stesse regole e le procedure degli aerei con pilota ed equipaggio di volo a bordo.

Il ricorso a questa modalità di acquisizione del dato sta diventando sempre più diffuso in tutti quegli ambienti che necessitano o traggono beneficio dall'osservazione aerea dei fenomeni terrestri.

Il sistema descritto, rivolto quindi ad applicazioni di remote sensing, si pone vari obiettivi, in particolare quello di offrire una valida alternativa, per determinate esigenze, al ricorso ai canali tradizionali di acquisizione di immagini aeree o satellitari.

La possibilità di rilievo tramite velivolo a pilotaggio remoto offre infatti molte opportunità. Sicuramente a livello economico. L'uso di questo strumento abbatte tutti quei costi che una tradizionale campagna di ricognizione aerea genera. Allo stato attuale, infatti, le apparecchiature commerciali finalizzate all'acquisizione di immagini ad alta risoluzione, sia da aerei che da piattaforme satellitari, sono ancora molto costose e hanno l'ulteriore svantaggio di fornire al committente il prodotto richiesto in tempi troppo dilatati, soprattutto per quanto riguarda le immagini da satellite, dando luogo ad una eccessiva dilazione tra il momento della creazione dei dati e la loro ricezione e fruizione da parte dell'utente. L'uso di velivoli ultraleggeri (*Ultra Light Aircraft*, ULA) o e ancor di più quello di velivoli non abitati (*Unmanned Aerial Vehicles*, UAV) equipaggiati con sistemi basati su componenti commerciali completamente autonomi per l'acquisizione multi-spettrale di immagini è certamente un modo per abbattere i tempi e costi. Solitamente gli apparecchi impiegati per eseguire una campagna fotogrammetrica devono rispondere a determinate caratteristiche, quali la stabilità, a garanzia del funzionamento ottimale della strumentazione, per cui di norma vengono scelti i bimotori. Inoltre il velivolo dev'essere pluriposto per consentire la salita del pilota, navigatore e fotografo ed avere posto per l'installazione della camera, nonché possedere una buona autonomia di carburante che garantisca un numero superiore alle 5 ore di volo. Infine devono essere dotati di altri dispositivi specifici. Si capisce senza ulteriori spiegazioni quanto tutta questa meticolosità incida, oltre che sulla precisione del prodotto,

sui costi. Inoltre, i velivoli che possono essere equipaggiati con la strumentazione fotogrammetrica si trovano in un esiguo numero di aeroporti, il che comporta che si rendano necessari voli lunghi per raggiungere l'area di studio, basti pensare che usualmente il tempo di trasferta del velivolo è almeno equivalente a quello della campagna di rilievo.

Un'apparecchiatura a basso costo che permetta una elaborazione fotogrammetrica rigorosa delle immagini acquisite è sicuramente un'innovazione che amplia il numero di fruitori che possono avvantaggiarsi di tale tecnica, altrimenti proibitiva per un'ampia fascia di utenti.

Vi è poi un altro aspetto molto rilevante nell'ambito specifico di applicazione delle tecniche di rilievo alla conservazione dei beni culturali, il quale influisce pesantemente sulla scelta dei velivoli da adottare per effettuare la campagna. Gli aerei predisposti per i voli fotogrammetrici con apparecchiature di acquisizione immagini a scansione sono del tutto inadeguati alla copertura di piccole aree. Al contrario molti settori di indagine territoriale richiedono una dimensione più ristretta e particolareggiata. La generazione di immagini aeree da quote basse offre la possibilità di ottenere invece immagini ad alta risoluzione a costi contenuti.

L'uso del dispositivo di acquisizione di immagini da drone ha certamente una serie di limitazioni rispetto all'acquisizione da aereo o satellite. Nondimeno questo sistema è in grado di dare risposta ad un'ampia gamma di esigenze, e le *performance* rese dallo strumento possono essere giudicate soddisfacenti sia sotto il profilo costi-benefici sia per la coerenza con i loro obiettivi.

L'utilità del suddetto sistema è quindi chiara e ben specifici sono allo stesso modo gli ambiti che da questa tecnologia potrebbero trarre grande profitto. Analizzando le prospettive di questa strumentazione a più ampio raggio, esulando quindi dall'uso che se ne farà in questo studio, emerge il ruolo che potrebbe assumere anche per le altre attività legate all'osservazione e al monitoraggio del territorio, permettendo infatti di acquisire immagini georeferenziate, a basso costo e in tempi rapidi da utilizzare oltre che nell'ambito della conservazione dei beni culturali, in ambito agricolo, per l'indagine dell'utilizzo del suolo e dell'inquinamento di suolo e aria, l'individuazione di agenti inquinanti nei mari e nelle acque interne o di discariche abusive ed una quantificazione di fenomeni, nel monitoraggio di frane ed incendi o infine nell'analisi dei fenomeni urbani. Attualmente la normativa non consente il volo, in condizioni ordinarie, di velivoli civili sui centri abitati. Tuttavia se la normativa in merito alla navigazione degli UAV, ancora in discussione, permettesse l'uso di tali strumenti anche su zone urbanizzate, le possibilità di utilizzo dei droni godrebbero di un ampliamento delle applicazioni, anche rispetto all'utilizzo delle altre piattaforme.

In tutti questi campi investigativi il fattore economico e quello temporale entrano in gioco in un discorso di opportunità di adozione di questo sistema. In altri casi uno dei fattori risulta

determinante il ricorso a questo tipo di tecnologia. Ciò risulta evidente nel caso dei disastri ambientali, in cui il tempo d'intervento è determinante l'esito delle attività messe in campo per arginare o contrastare la situazione di emergenza. I tempi lunghi di acquisizione delle immagini satellitari o anche di messa in opera di un volo fotogrammetrico sono lunghi al punto tale da ridurre, nelle scale più ridotte, il ricorso a queste tecnologie.

L'apparecchio può essere usato per la produzione di cartografia a grande scala, in quanto sistema per acquisizione di immagini nel visibile ad alta risoluzione, data la bassa quota di volo, e corredate dalle informazioni di posizione e di assetto del velivolo. Tramite l'elaborazione dei dati in possesso è così possibile attuare l'ortorettifica georeferenziata ad alta accuratezza dalle immagini acquisite, ottenendo delle ortofoto, e conseguentemente se richiesto procedere anche con una vettorializzazione e produzione di cartografia numerica.

A questo punto è necessario entrare nel merito della tecnica fotogrammetrica per capire a quali prodotti dà vita e in che modo. Tale disciplina consiste in una metodologia di rilievo che fornisce prodotti, quali modelli tridimensionali, dai quali è possibile desumere informazioni metriche rigorose riguardanti l'oggetto preso in esame, partendo da almeno due immagini fotografiche di un medesimo oggetto conformi a determinati requisiti. Per l'odierna produzione cartografica si fa ricorso a tale tecnologia. Essa parte dall'assunto secondo il quale le immagini fotografiche possono essere considerate delle proiezioni centrali dell'oggetto sul proprio piano, supponendole non deformate, esse risultano detentrici di una caratterizzazione metrica riguardo agli oggetti rilevati.

Se gli elementi che costituiscono la proiezione centrale risultano noti rispetto ad un sistema di riferimento, la fotografia di una figura piana ha un contenuto metrico sufficiente per la sua rappresentazione. Se invece l'oggetto è tridimensionale, la ricostruzione metrica dell'oggetto può avvenire soltanto mediante due proiezioni centrali dell'oggetto stesso, eseguite da due centri di proiezione distinti. La fotogrammetria permette dunque la riproduzione dell'oggetto tridimensionale nella sua forma e dimensione a questa condizione. Per ricostruire forma e posizione degli oggetti fotografati è necessario conoscere la geometria in base alla quale si sono formate le immagini, andando così a ricostruire in modo fedele la corrispondenza geometrica tra l'oggetto e l'immagine al momento della presa fotografica. Ciò viene realizzato riconoscendo i centri di presa dei singoli fotogrammi, che proprio in quanto proiezione centrale devono comparire sui rispettivi piani di proiezione, i punti immagine e i corrispondenti punti oggetto comuni ai vari fotogrammi. L'intersezione tra ciascuna retta proiettante del fascio di raggi ottici che si dipartono dall'oggetto, passanti per il centro di proiezione e il medesimo piano, materializza uno dei tanti punti immagine. Attraverso la determinazione di numerosi parametri, che richiamano sia la geometria interna del

fotogramma sia la posizione del centro di presa e il suo assetto, quindi il sistema esterno di riferimento, è così possibile ricostruire la geometria di presa, il che significa conoscere il modo in cui i fotogrammi sono orientati, non solo vicendevolmente (orientamento relativo) ma anche nello spazio rispetto alla superficie che ritraggono (orientamento assoluto). Secondo una procedura che fa riferimento ad un sistema di equazioni è così possibile ricavare informazioni metriche dell'oggetto ritratto e ottenere una restituzione tridimensionale dello stesso. La procedura fotogrammetrica ha quindi come suo cardine la determinazione sia della coordinata del centro di presa, e quindi della macchina fotografica, sia di come essa è orientata nello spazio rispetto alla superficie del terreno, per poter poi effettuare tutta una serie di operazioni che danno luogo ad una gamma di prodotti ad uso cartografico, quali modelli tridimensionali del terreno, ortofoto, nonché la creazione di vera e propria cartografia tradizionale tramite vettorializzazione delle immagini rettificate.

Tramite la procedura fotogrammetrica si procederà dunque alla creazione di un modello tridimensionale del Borgo e del suo territorio circostante.

Questo prodotto sarà poi confrontato con un rilievo laser scanner dell'abitato. Questa è un'altra fase in cui si articola il rilievo del borgo.

Questa tecnologia, benché dia come esito finale un prodotto assimilabile a prima vista ad un modello tridimensionale generato dall'elaborazione di immagini fotografiche, si differenzia sostanzialmente dalla tecnica fotogrammetrica. Quest'ultima metodologia utilizza un sensore (la camera) che acquisisce passivamente l'energia elettromagnetica riflessa dalla superficie terrestre e dagli oggetti, l'immagine che ne deriva si forma seguendo le regole della prospettiva centrale. Ricorrendo ad almeno due o più fotogrammi è possibile ricostruire tridimensionalmente la superficie rilevata. Il laser scanner, invece, utilizza un sensore attivo, capace di propagare a grande distanza e con estrema direzionalità una radiazione elettromagnetica composta da una sola frequenza di luce. Il raggio laser tocca punto per punto l'oggetto che sta rilevando (secondo un passo che è determinato dall'utilizzatore ed insieme dalle possibilità dello strumento) dando luogo a quella che viene definita nuvola di punti, la quale ricostruisce la superficie tridimensionalmente. Dal medesimo punto di stazionamento dello strumento, in un'unica scansione l'oggetto viene rilevato. Nel caso di oggetti di grande dimensione saranno necessarie più scansioni, ciascuna delle quali in grado di fornire, autonomamente, le coordinate tridimensionali della porzione ripresa. L'acquisizione del dato tridimensionale avviene in maniera diversa rispetto alla fotogrammetria. Le componenti dello strumento permettono di materializzare la direzione di acquisizione della radiazione e di misurare una distanza lungo la medesima direzione. La misura della distanza viene ricavata dal calcolo del tempo impiegato dal raggio per colpire la superficie e ritornare al sensore,

secondo due diverse modalità, ossia quella dei distanziometri ad impulsi e quelli a misura di fase. La nuvola di punti, o l'insieme delle nuvole di punti ottenute dalle singole scansioni, devono subire in seguito un trattamento. Vi è innanzitutto la ricerca di punti presegnalizzati che all'interno della scansione fungono da punti legame tra le diverse scansioni e, se inquadrati in un sistema di riferimento, da punti di coordinate note. Poi si procede alla depurazione degli errori di acquisizione, dei punti non pertinenti all'oggetto, del rumore. Viene effettuato un allineamento automatico tra i modelli tridimensionali adiacenti e la georeferenziazione delle nuvole di punti in un sistema di riferimento esterno noto (per esempio tramite dei punti battuti con la stazione totale o col Gps). Infine si effettua una triangolazione laser a modelli indipendenti, affinché le diverse scansioni siano allineate correttamente. Se si è in possesso di immagini acquisite in maniera circostanziale al rilievo laser scanner si procede alla colorazione della nuvola di punti. L'integrazione tra laser-scanner e fotogrammetria è infatti il metodo di rilievo attualmente più efficiente ed avanzato che garantisce velocità e accuratezza di risultati, abbinando alla velocità di acquisizione del laser scanner la capacità descrittiva delle immagini fotografiche che al primo manca.

Anche il rilievo laser scanner del borgo che verrà effettuato subirà un'integrazione con la tecnica fotogrammetrica, questa volta terrestre per permettere la creazione di un modello tridimensionale meglio rispondente alla realtà visiva, coerentemente alla volontà sottostante il progetto di carattere anche divulgativo e turistico, oltre che di documentazione metrica e architettonica dell'abitato.

Per testare il prodotto fornito dalla piattaforma UAV verrà confrontato il modello tridimensionale così generato con quello invece ottenuto con il laser scanner, facendo affidamento a quest'ultimo quale dato verità.

Si sta inoltre sondando la possibilità di lavorare anche con un modello tridimensionale ottenibile sulla base dei rilievi fatti nell'ambito del piano di recupero del borgo. Tuttavia il reperimento di questo materiale è ancora in corso, e la valutazione in merito deve essere ancora fatta. In questo caso si avrebbe un'ulteriore riscontro dal punto di vista metrico che ci permetterebbe altresì di mettere a confronto le molteplici modalità di rilievo, e valutarne pregi e difetti in base agli obiettivi che il presente studio si pone.

L'ultima metodologia alla quale si farà ricorso per l'indagine del paesaggio storico del borgo sarà l'elaborazione di fotogrammi aerei storici. L'importanza di questa fonte risiede nella sua testimonianza di un periodo antecedente al boom economico, e quindi a tutte quelle modificazioni intervenute successivamente, la quale immortala una situazione frutto della sedimentazione secolare. Le fotografie aeree storiche ci permettono infatti, in maniera intuitiva, di avere un riscontro immediato sui cambiamenti intervenuti nel paesaggio, per il quale è sufficiente fare un

confronto con i fotogrammi aerei delle epoche successive. I fotogrammi per ora individuati che interessano una zona più ampia, in cui la frazione è contenuta, permettono di fare tutta una serie di considerazioni sui cambiamenti avvenuti a livello territoriale. Un primo aspetto che balza agli occhi è senz'altro una variazione dell'uso del suolo. Macroscopicamente non sono intervenuti cambiamenti infrastrutturali di rilievo. Le grandi opere relative alla creazione dei bacini artificiali di Suviana e Brasimone e all'imponente centrale idroelettrica risalgono agli inizi del 1900. Questi lavori si protrarranno per decine di anni e sono dunque già documentati nelle prime testimonianze fotogrammetriche d'epoca. Tuttavia si può leggere nelle immagini il progressivo abbandono dell'agricoltura e della relativa gestione del territorio tramite tutte quelle pratiche che hanno preservato per secoli l'equilibrio uomo-ambiente.

D'altro canto oltre a queste valutazioni qualitative è possibile operare un altro uso dei fotogrammi storici. Per fare ciò è necessario ricorrere ad una scala relativamente grande di dettaglio, dato che il nostro oggetto di studio ricopre un'area piuttosto ristretta. I primi voli d'inquadramento o quelli della *RAF*, salvo eccezioni inerenti a centri di particolare interesse, per le aree rurali abbracciavano ampie porzioni di territorio, quindi a scala troppo piccola per quel che serve in questo studio. Fortunatamente negli archivi dell'IGM è presente un volo, la cui storia non è documentata, che risale al 1950. Tra gli esigui fotogrammi di cui si compone ve ne sono due in particolare che riprendono oltre al paesaggio circostante, il borgo di Chiapporato. Queste immagini hanno una scala di circa 1:13000, per le circostanze, una scala più che buona. Un elemento prezioso da indagare sarà la viabilità, in quanto elemento centrale nella comprensione dell'evoluzione del borgo. Verrà quindi indagata la presenza di percorsi oggi non più presenti, ma le cui tracce a quel tempo erano ancora visibili in quanto correntemente impiegati per gli spostamenti a breve e medio raggio. A questo proposito si procederà col supporto di un *Geographic System Information* in cui verranno inseriti i fotogrammi georeferenziati sovrapposti a materiale cartografico precedente e successivo alla data del rilievo aereo. L'utilizzo della metodologia di gestione informatizzata del dato geografico tramite stratificazione georeferenziata dei documenti, ossia la cartografia storica, immagine aerea d'epoca e cartografia attuale, permetterà di identificare elementi rappresentati nella cartografia storica oggi non più presenti.

L'altra operazione che si vuole intraprendere è un trattamento fotogrammetrico delle immagini, con il fine di dare vita ad un modello tridimensionale che ricostruisca il paesaggio storico, da confrontare con quello da noi realizzato sulla base dei rilievi eseguiti.

Il trattamento di fotogrammi storici è reso delicato da tutta una serie di fattori. Uno dei quali il fatto che spesso queste immagini non siano corredate da un certificato di calibrazione della camera

fotogrammetrica con cui sono state realizzate. Questo attestato è un elemento fondamentale per porre in atto una serie di operazioni tra cui quelle di orientamento interno dei fotogrammi e quelle volte alla depurazione delle deformazioni presenti nelle immagini, dovuti alle lenti dell'obbiettivo, le quali invalidano il valore metrico attribuita all'immagine. Tuttavia i tentativi, avviati in questi ultimi anni riguardo la manipolazione di questo tipo di materiale iconografico, suggeriscono varie strategie per ovviare alle problematiche emergenti. Nel nostro caso specifico, i fotogrammi mancano del certificato, ma la camera è indicata come una Santoni, dalla bibliografia o dalle informazioni presenti ai bordi delle immagini è possibile ricavare alcune caratteristiche dell'apparecchio necessarie per procedere ad un prima elaborazione dei fotogrammi.

Come si è precedentemente anticipato, a poche centinaia di metri da Chiapporato di quà vi è un altro raggruppamento di case ormai ridotto a ruderi.

Per poter avere un'idea della configurazione di quest'altro aggregato, senza intraprendere una campagna di perlustrazione dei resti che rimangono, sarebbe sufficiente ricorrere a materiale iconografico. Non sono state finora rinvenute fotografie o vedute che raffigurano Chiapporato di là. A questo proposito risulta interessante la possibilità di fare ricorso ai fotogrammi aerei storici, i quali ritraggono questo raggruppamento prima del suo decadimento e ci danno la possibilità, a differenza delle mappe catastali, di ricavare informazioni dettagliate oltre che sulla sua struttura e dimensione, anche sul paesaggio circostante.

Obiettivi generali

Gli obiettivi generali sono volti a fornire una rappresentazione che fissi il borgo allo stato attuale, di supporto per piani di recupero e ad utilità turistica e divulgativa.

La minuta frazione di Camugnano risulta poco conosciuta e indagata, anche nelle varie campagne di ricognizione dei beni culturali ed ambientali che nella regione Emilia-Romagna vantano ormai una tradizione lunga quasi mezzo secolo. Proprio per questo merita d'esser raccontata e testimoniata, prima che vengano perdute le tracce del suo passato come del resto è già avvenuto per Chiapporato di là, ormai diroccato, i cui resti giacciono perlopiù sotto terra o celati dalla folta vegetazione, unica custode del sito.

Da un lato il modello tridimensionale potrà servire ad eventuali piani di recupero. L'accurata descrizione del borgo utile ad una sua interpretazione alle diverse scale, ossia quella territoriale, quella edilizia, quella tipologica, architettonica e quella costruttiva, si spera possa rilanciare l'idea già presente nel passato Piano di Recupero. In questo veniva sottolineata l'esigenza, nell'ambito degli strumenti urbanistici, di un Piano ad indirizzo morfologico capace di analizzare la dinamica del processo formativo dell'organismo "privilegiando l'approfondita conoscenza della forma del

naturale e del costruito, delle relazioni fra questi termini, e del processo che ha indotto la formazione-trasformazione fino allo stato attuale delle cose⁴.

Per un altro verso il modello 3D di Chiaporato può essere implementato in una guida che illustri il paesaggio del borgo nelle sue dimensioni storiche socio-culturali ed ambientali. La cultura che ha fatto vivere questi luoghi va conosciuta e tramandata. Per questo motivo è ragionevole proporre quale sbocco del progetto di ricerca qui illustrato, anche quello divulgativo, a scopo turistico o didattico. In quest'ottica si potrà ideare una guida visuale attraverso il borgo, che sia capace di immaginare e ricreare, sulla base della documentazione raccolta, per quanto possibile, l'impianto originario.

La potenzialità comunicativa di questo strumento diventa ancora più chiara se applicata alle rovine di Chiaporato di là, del quale non rimane nulla o quasi.

La rappresentazione 3D trova una sua naturale applicazione nel campo dei beni culturali, quale supporto alla conoscenza e alla fruizione delle informazioni adatta ad una più ampia platea che valica la ristretta cerchia degli studiosi del settore. Un tipico impiego di questi modelli è nei sistemi di realtà virtuale, dove l'utente può muoversi liberamente attorno all'oggetto o all'interno di esso. Oltre a rappresentare la forma attuale del manufatto, è possibile quindi sviluppare anche ipotesi riguardo alla sua forma originale, all'ambiente in cui era collocato, ed alle attività che vi si svolgevano. Al contrario delle classiche rappresentazioni mediante piante e prospetti, i modelli tridimensionali sono ricostruzioni della forma dell'oggetto da cui si possono generare viste arbitrarie, aspetto che amplia l'immedesimazione e quindi la partecipazione del fruitore.

Questo lavoro ha infatti come scopo anche quello di mostrare il potenziale delle nuove tecnologie nella trasmissione delle conoscenze, testando il potere comunicativo insito nella rappresentazione. Una narrazione visuale porta con sé un linguaggio sicuramente più vicino a quello delle nuove generazioni e più accessibile in generale.

Fonti

Le fonti primarie per questa ricerca sono le fonti iconografiche, con particolare attenzione per quelle etichettabili come fonti cartografiche storiche. Si sono raccolte e si raccoglieranno così cabrei, catasti, fotografie da terra, vedute paesaggistiche, immagini aeree e satellitari, carte e atlanti storici del territorio in questione fino alle contemporanee carte IGM, nonché le ricognizioni e i rilievi fatti nelle recenti campagne.

Per quanto riguarda altre tipologie di fonti verranno interrogate le fonti fiscali, in particolare

4 Vittorio Degli Esposti, Ermano Lazzari, *Relazione Illustrativa*, Piani di Recupero dei borghi di Stagno e Chiaporato, Camugnano, 1997

partendo dagli estimi di Bargi a partire dal 1475. Questi ci permetteranno innanzitutto di confermare la presenza di Chiapporato e la sua appartenenza alla suddetta contea. Inoltre si sonderà la possibilità di ricavare sulla base di queste altre informazioni e indirizzi di ricerca al fine di definire la realtà del borgo.

Altra direzione di analisi sarà la ricerca d'archivio, indagando i vari fondi pubblici e privati, che gli archivi del territorio mettono a disposizione, i cui documenti custodiscono informazioni essenziali per una ricostruzione sui molteplici fronti. I fondi che sono già stati consultati presso l'archivio di stato di Bologna sono il fondo del *catasto Boncompagni* e il *catasto Gregoriano*, quello della *Cancelleria censuaria di Vergato*, il fondo dei *Periti agrimensori*, il fondo dell'*Assunteria dei confini e delle acque*. Presso l'Istituto dei Beni Artistici, Culturali e Naturali dell'Emilia Romagna si è avviata una ricerca del materiale iconografico attraverso il fondo della fototeca, il quale conserva le varie campagne di documentazione dei beni culturali della regione, e il fondo relativo alle fotografie aeree d'epoca, nonché altro materiale cartografico di vario genere relativo alla zona di interesse in possesso dell'istituto, quali ad esempio carte IGM relative ai primi rilevamenti post-unitari. Infine si sono analizzate le mappe appartenenti al fondo *Carte Giuseppe Melani* di “*Stagno e Giaporato*” conservate al Centro di documentazione e archivio storico dell'Alto Reno di Porretta Terme.

I fondi la cui interrogazione verrà avviata a breve sono: il fondo delle *Visite pastorali* presso l'archivio generale arcivescovile di Bologna, e sempre in questo anche il fondo *Miscellanee vecchie*; il fondo *Luigi Fantini* custodito presso la biblioteca di San Giorgio in Poggiale di Bologna: la collezione fotografica dell'Atlante Linguistico Italiano.

I documenti e le cronache locali sono elementi fondamentali per definire il contesto d'indagine così particolareggiata. Si farà perciò riferimento ai gruppi di studi locali che da una parte e dall'altro lato del confine hanno approfondito i temi della storia, della tradizione e dell'ambiente dell'alta valle del Reno bolognese e Pistoiese, quali Nuèter con un ampio numero di contributi in merito.

Il catalogo delle frane del bacino del Reno e la carta dei terremoti storici dell'INGV sono altri fonti a cui attingere per ricostruire l'evoluzione del paesaggio non solo nei suoi aspetti fisici ma anche storici. Nell'area della frazione di Stagno è infatti segnalato un esteso movimento franoso, risalente al 1873, con un nuovo evento del 1940. Anche nel territorio di Chiapporato è presente un deposito di frana quiescente nel versante in cui si trova il sentiero che porta ai resti di Chiapporato di là. Altrettanti elementi utili alla costruzione di un quadro conoscitivo potrà darci l'interrogazione del materiale che documenta i terremoti storici nei territori circostanti. Il ricorso alla documentazione cartografica e non, resa disponibile on-line tramite *web-gis* nella sezione “ambiente” del portale dell'Emilia Romagna, è di grande utilità.

Tutti i documenti raccolti nel corso della ricerca verranno integrati, qualora la loro forma lo consenta, in ambiente GIS. L'inserimento dei vari *layer*, ossia delle diverse fonti cartografiche, e la creazione di un *database*, che metta in relazione gli elementi contenuti nei livelli con le informazioni di vario genere presenti negli altri documenti analizzati, permetterà una

consultazione più funzionale del territorio preso in esame.

Bibliografia

Come è stato già accennato, la ricerca finora svolta non ha evidenziato la presenza di una bibliografia dedicata al piccolo borgo di Chiapporato, ad eccezione del già citato breve contributo di Paolo Guidotti. Lo storico in questione nato a Camugnano, si è ampiamente dedicato allo studio della Valle dell'Alto Reno e ha dedicato alla sua terra d'origine un volume⁵ che ho consultato per orientarmi nella contesto in cui Chiapporato è collocato.

Per un più ampio inquadramento storico ho fatto poi riferimento ad un classico della storiografia bolognese qual'è il testo di Arturo Palmieri⁶, che indaga il territorio montano della provincia di Bologna nel medioevo.

Parallelamente ho avviato la ricognizione dei registri parrocchiali (fonti battesimali e libri delle Anime). Nelle piccole realtà che non hanno nella loro storia eventi o storia particolari, le fonti ecclesiastiche sono tra le poche, quasi sempre presenti, a cui possiamo attingere quando le fonti statali per un motivo o per un altro sono mancanti. Esse ci forniscono preziose informazioni a carattere socio-demografico. Nonostante le limitate dimensioni del borgo infatti, nel 1793, in una posizione sopraelevata rispetto alle case, sorse un oratorio dedicato a San Giovanni Battista. Tuttavia non tutti gli abitanti del borgo vennero battezzati qui per motivi ancora sconosciuti. Sarà necessario fare ricorso alle fonti battesimali di San Lorenzo di Fossato, a San Giacomo di Bargi e a San Michele di Stagno. Si dovrà aspettare fino al 1847 invece per la costruzione di un cimitero limitrofo alla chiesa, prima i defunti venivano sepolti nella chiesa. Il libro delle Anime che va dal 1838 al 1948 è conservato nell'archivio parrocchiale di Stagno. Avendo accesso ai nominativi degli abitanti del Borgo è possibile avviare un'interrogazione di altre tipologie di fonti, ad esempio in archivi privati.

Sempre dalla medesima esigenza di documentazione che vada a colmare le lacune bibliografiche è necessario recuperare tutte quelle espressioni della cultura materiale, che le pluriennali campagne di ricognizione del patrimonio artistico e culturale, che hanno interessato la regione Emilia Romagna, hanno raccolto. Queste fonti sono al contempo capaci di informarci tanto sulla cultura propria del luogo, e con questa sulla natura del paesaggio preso in esame, quanto, nei casi più fortunati, come testimonianza visuale d'epoca utile alla ricostruzione del borgo del passato.

Per quanto riguarda la prima imponente campagna di rilievo dell'IBC non è stato rinvenuta documentazione fotografica del borgo. Io suppongo che questa lacuna non abbia a che fare con una minore rilevanza in termini tipologici e architettonici del costruito. Mi è infatti stata confermata

⁵ Paolo Guidotti, *Il Camugnanese, dal XII al XX (capitoli per una storia)*, Bologna, CLUEB, 1985.

⁶ Arturo Palmieri, *La montagna bolognese*, Bologna, Arnaldo Forni Editore, 1972.

dall'architetto che si è occupato del piano di recupero, Vittorio Degli Esposti, la ricchezza del costruito sotto i profili elencati, rispetto anche per esempio agli edifici di Stagno. Credo tale assenza derivi più banalmente dalla scarsa accessibilità del luogo.

Infine un altro fondo indagato, costituito proprio a testimonianza della cultura materiale, è l'archivio fotografico dell'Atlante Linguistico Italiano di Torino. A partire dal 1925 fino al 1965 Ugo Pellis perlustrò l'Italia per raccogliere materiale utile alla compilazione di un atlante linguistico. Il suo meticoloso lavoro di documentazione produsse anche una ricca collezione fotografica che consiste in un totale di 8850 immagini riguardanti scene e oggetti della vita quotidiana. Lo studioso indagò anche la montagna bolognese e tra i luoghi visitati è citato il comune di Camugnano. L'individuazione di eventuale documentazione fotografica o di diverso tipo in merito al Chiapporato necessita di un ulteriore approfondimento.

IMMAGINI



Fig.1- Scorcio del paesaggio dell'Appennino tosco- emiliano in cui è immerso il piccolo borgo di Chiapporato, al centro dell'immagine, e la catena del monte Calvi che lo sovrasta (1283 metri s.l m.) (foto O. Magelli 1989)



Fig.2- Il borgo di Chiapporato in dettaglio visto dall'alto. (foto O. Magelli 1989)



Fig.3-Chiapporato dicembre 2011. Dettaglio dello stato di decadenza di alcune strutture abitative.



Fig.4 -Drone equipaggiato con camera orientata per una ripresa orizzontale, Gps e piattaforma inerziale.



Fig.5- I due velivoli UAV nell'ambito delle operazione di collaudo: i due droni, uno per una ripresa nadirale all'oggetto, l'altro per l'acquisizione orizzontale, stazione master del Gps e sistema di controllo degli apparati elettronici.



Fig.6- Dettaglio del sistema di controllo degli apparati elettronici.

BIBLIOGRAFIA

Agugiario G., Baratti G., Jimenez B., Menna F., Nex F., Remondino F., Rizzi A., *Rilievi e Modellazione 3D*, in Atti 15° Conferenza Nazionale ASITA Reggio di Colorno 15 -18 Novembre 2011, Parma, pp.1825-1831.

Balletti C., Guerra F., Vernier P., Studnicka N., Riegel J., Orlandini S., *Practical comparative evaluation of an integrated hybrid sensor based on Photogrammetry and Laser Scanning for Architectural Representation*, in Atti del 20° Congresso dell'ISPRS Luglio 12-23 2004, Istanbul, Turchia, Orhan Altan, pp.536-541.

Benati A., *Il mondo di Granaglione. Storia, arte, tradizioni e ambiente di una comunità della montagna bolognese*, Bologna, Tamari, 1977.

Bernardi R., Orienti A., *L' Appennino emiliano occidentale. Peculiarità delle sue dinamiche*. Istituto di Geografia dell'Università di Bologna, Bologna, 1989.

Bocchini Varani M.A., *Insedimento sommitale appenninico e insediamento vallivo alpino. L'evoluzione medievale*, Istituto di Geografia dell'Università di Bologna, Bologna, 1979.

Calindri S., *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico della Italia*, Stamperia di S. Tommaso d'Aquino, Bologna 1781-1785.

Cantile A. (a cura di), *La cartografia in Italia : nuovi metodi e nuovi strumenti dal Settecento ad oggi : con testi e immagini tratti dalla mostra e dal convegno omonimi tenuti al Palazzo Ducale di Genova dal 18 al 24 giugno 2007*, Firenze, Istituto Geografico Militare, 2007.

Cappelletti C., Zagnoni R. (a cura di), *Arturo Palmieri e la montagna bolognese. Atti della Giornata di studio, Riola 19 giugno 1994 : stampati in occasione del cinquantenario della morte di Arturo Palmieri*, Porretta Terme, Gruppo di studi alta Valle del Reno ; Pistoia, Società pistoiese di storia patria ; Grizzana Morandi, Centro di documentazione Giorgio Morandi, 1995.

Conti G., Tamburini P., *Il recupero dell'edilizia rurale : un'esperienza nell'Appennino forlivese*, Casalecchio di Reno, Grafis, 1990.

Dallari F., Gaddoni S., *L' Appennino emiliano-romagnolo. Residenze, insediamento, politiche territoriali*, Bologna, Lo scarabeo, 1996.

Dell'Acqua A. C. (a cura di), *Paesaggio costruito: qualità ambientale e criteri d'intervento*, Firenze, Alinea, 2008.

Di Cocco I., Pezzoli S. (a cura di), *Il mazzo delle carte. L'informatizzazione dell'archivio cartografico e aerofotografico dell'IBC*, Bologna, Compositori, 2012.

Fantini L., *Antichi edifici della montagna bolognese*, Bologna, Cassa di risparmio di Bologna, 1974.

Federzoni L., *Viabilità e fonti cartografiche*, In Greci R. (a cura di), *Un'area di strada : l'Emilia occidentale nel Medioevo : ricerche storiche e riflessioni metodologiche : atti dei convegni di Parma e Castell'Arquato, novembre 1997*, Bologna, CLUEB, 2000.

Fioni A., *Bargi, Baigno, Stagno : la vita della Chiesa nella storia di tre comunita della montagna*, Editoriale Nueter, Porretta Terme, 1993.

Foschi P., *L'espansione oltre l'Appennino: la conquista e il consolidamento (secoli 7.-13.)*, in Salvestrini F. (a cura di) *Il territorio pistoiese dall'alto Medioevo allo stato territoriale fiorentino. Atti del Convegno di studi, Pistoia, 11-12 maggio 2002*, Pistoia, Società pistoiese di storia patria, 2004.

Foschi P., Zagnoni R. (a cura di), *Signori feudali e comunità appenniniche nel Medioevo. Atti delle Giornate di studio, Capugnano, 3 e 4 settembre 1994 stampati in occasione del cinquantenario della morte di Arturo Palmieri*, Porretta Terme, Gruppo di studi alta Valle del Reno ; Pistoia, Società pistoiese di storia patria ; Grizzana Morandi, Centro di documentazione Giorgio Morandi, 1995.

Foschi P., Penoncini E., Zagnoni R. (a cura di), *Ecclesiae baptismales: le pievi della montagna fra Bologna, Pistoia e Modena nel Medioevo. Atti delle Giornate di studio, 18 luglio, 1, 21 agosto, 12, 13 settembre 1998*, Porretta Terme, Gruppo di studi Alta Valle del Reno ; Pistoia, Società pistoiese di storia patria, 1999.

Foschi P., Penoncini E., Zagnoni R. (a cura di), *I castelli dell'Appennino nel Medioevo. Atti della Giornata di studio 11 settembre 1999*, Porretta Terme, Gruppo di studi Alta Valle del Reno ; Pistoia, Società pistoiese di storia patria, 2000

Foschi P., Penoncini E., Zagnoni R. (a cura di), *Il confine appenninico: percezione e realtà dall'età antica ad oggi. Atti della Giornata di studio 9 settembre 2000*, Porretta Terme, Gruppo di studi Alta Valle del Reno ; Pistoia, Società pistoiese di storia patria, 2001.

Gaddoni S., Miani F. (a cura di), *Sostenibilita e governo urbano. L'Emilia-Romagna tra teoria e buone pratiche*, Bologna, Patron, 2008.

Gambi L., *Lo spazio disegnato*, in Zanni Rosiello I. (a cura di) *L'Archivio di Stato di Bologna*, Fiesole, Nardini, 1995.

Gomasasca M. A., *Basics of geomatics*, New York, Springer, 2009.

Graziani N. (a cura di), *Romagna toscana. storia e civiltà di una terra di confine*, Firenze, Le lettere, 2001.

Greci R., *Vie di comunicazione, economia, fonti economiche*, In *Un'area di strada : l'Emilia occidentale nel Medioevo: ricerche storiche e riflessioni metodologiche. Atti dei convegni di Parma e Castell'Arquato, novembre 1997*, Bologna, CLUEB, 2000.

Guermandi M. P., Tonet G. (a cura di), *La cognizione del paesaggio. Scritti di Lucio Gambi sull'Emilia Romagna e dintorni*, Bologna, Bononia University Press, 2008.

Guidotti P., *Il camugnanese : dal 12. al 20. secolo : capitoli per una storia*, Bologna, CLUEB, 1985.

Guidotti P., *Chiapporato, un paradiso terragno oltre il confine del chiasso del mondo*, in *Strenna storica bolognese*, Bologna, Azzoguidi, 1973.

Julitta F., Mancon L., Quartieri A., Sarazzi D., *Piattaforma UAV per l'acquisizione ed elaborazione fotogrammetrica di immagini di scavi archeologici e strutture architettoniche*, in Atti 15° Conferenza Nazionale ASITA Reggio di Colorno 15 -18 Novembre 2011, Parma, pp. 1933-1942.

Mancassola N., Saggiaro F., *Il contributo della fotografia aerea alla comprensione dei paesaggi antichi medievali*, in *Archeologia Medievale*, XXVI, Firenze, 1999, pp. 279-297.

Manenti C. (a cura di), *Il territorio montano della diocesi di Bologna. Identità e presenza della chiesa: urbanistica, sociodemografia, edifici di culto e pastorale nel paesaggio di un'area collinare e montana*, Firenze, Alinea, 2009.

Monti C., *La cartografia moderna con particolare riferimento all'Italia. Aspetti scientifici, statistici, approfondimenti*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2011.

Orlandi P., Vecchi L., Zanelli A. (a cura di) *Conservazione, riuso e programmi complessi. dieci anni di studi, piani, restauri*, Bologna, Regione Emilia-Romagna, 1997.

Palmieri A., *La montagna bolognese nel medioevo*, Bologna, Forni, 1929.

Paolini L. (a cura di), *Le pievi medievali bolognesi (secoli 8.-15.) : storia e arte*, Bologna, Bononia university press, 2009.

Raimondi E., *Il territorio come museo*, Bologna, Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della Regione Emilia-Romagna, 1997.

Roncuzzi Roversi Monaco V.(a cura di), *La raccolta di piante della città e di carte del territorio bolognese conservate nella Biblioteca comunale dell'Archiginnasio*, in *L'archiginnasio*, Bologna, 1983.

Rossi M., Salonia P.(a cura di), *Comunicazione multimediale per i beni culturali*, Milano, Pearson, 2003.

Savarese N., Valentino P.A.(a cura di), *Progettare il passato , centri storici minori e valori ambientali diffusi*, Roma, Progetti museali Editore, 1994.

Schmiedt G., *Contributo della foto-interpretazione alla ricostruzione della situazione geografico-topografica degli insediamenti antichi scomparsi in Italia*, Firenze, Istituto geografico militare, 1964.

Torresani S., *La rivalorizzazione della montagna italiana : il caso dell'Appennino bolognese*, Bologna, Istituto di Geografia dell'Università di Bologna, 1989.

Venturi S.(a cura di), *La fabbrica dell'Appennino : architettura, struttura e ornato*, Casalecchio di Reno, Grafis, 1988.

Zagnoni R., *I signori di Stagno : una signoria per i due versanti dell'Appennino nei secoli 10.-12*, Porretta Terme ,Nueter, 1997.

Zagnoni R., *Il Medioevo nella montagna tosco-bolognese. Uomini e strutture in una terra di*

confine, Porretta Terme, Gruppo di studi alta valle del Reno, 2004.