



XXXVI (2012)

FORUM IULII

ANNUARIO DEL MUSEO NAZIONALE DI CIVIDALE DEL FRIULI

SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI
SOPRINTENDENZA PER I BENI STORICI, ARTISTICI ED ETNOANTROPOLOGICI
SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHITETTONICI E PAESAGGISTICI
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

FORUM IULII

XXXVI (2012)

ANNUARIO DEL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE
DI CIVIDALE DEL FRIULI, ARCHIVI E BIBLIOTECA

In collaborazione con
l'“Associazione Amici dei Musei, Archivi e Biblioteche di Cividale”

Cividale del Friuli

COMITATO SCIENTIFICO:

- Isabel Ahumada Silva
- Angela Borzacconi
- Paolo Casadio
- Sandro Colussa
- Claudio Mattaloni
- Simonetta Minguzzi
- Fabio Pagano
- Cesare Scalon
- Andrea Tilatti
- Vinicio Tomadin
- Serena Vitri

COMITATO DI REDAZIONE:

- Serena Vitri
- Claudio Mattaloni - Cura redazionale
- Alessandra Negri - Segreteria e cura redazionale
- Nicoletta Poli - Traduzioni

Le riproduzioni dei beni di proprietà dello Stato italiano sono state realizzate nell'ambito di un accordo tra il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, Soprintendenze di settore del Friuli Venezia Giulia e la Banca di Cividale. È vietata l'ulteriore riproduzione e duplicazione con ogni mezzo.

SEDE DELLA RIVISTA:

Museo Archeologico Nazionale
piazza Duomo n. 13
33043 Cividale del Friuli (Udine) - Italy
tel. 0432 700700 - fax 0432 700751
museoarcheocividale@beniculturali.it

La presente pubblicazione è edita
con il contributo finanziario di

 **Banca Popolare di Cividale**
Gruppo Banca Popolare di Cividale



MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ
CULTURALI E DEL TURISMO

SOMMARIO

ANTONIO PICOTTI 1921-2012, <i>di Lorenzo Favia</i>	7
CIVIDALE. CASA ARTESANI. IL FRAMMENTO MUSIVO RITROVATO GRAZIE A UN RESTAURO RECENTE, <i>di Giulia Mian e Domenico Ruma</i>	9
MONUMENTI LONGOBARDI NEI DISEGNI DI LEOPOLDO ZUCCOLO, <i>di Alessandra Gargiulo e Laura Chinellato</i>	23
LA LOCALIZZAZIONE DEL CASTRUM DI <i>IBLIGO</i> ALLA LUCE DELLE FONTI. II PARTE, <i>di Eliano Concina</i>	37
SANTA MARIA MADDALENA E SANTA SOFIA CON LE FIGLIE CARITÀ, FEDE E SPERANZA: ICONOGRAFIA DI UN AFFRESCO CIVIDALESE, <i>di Gioia Dalla Pozza</i>	63
ANTICHI MAESTRI A CIVIDALE: TRE AFFRESCHI MEDIOEVALI DALLE COLLEZIONI DEL MUSEO DE NORDIS, <i>di Nicoletta Buttazzoni, Rosalba Piccini, Cristina Vescul</i>	73
IL MUSEO ARCHEOLOGICO DI CIVIDALE DEL FRIULI. DALLA FONDAZIONE AGLI SVILUPPI ATTUALI. I PARTE, <i>di Chiara de Santi</i>	93
I RESTAURI DELLA CHIESA DEI SANTI PIETRO APOSTOLO E BIAGIO A CIVIDALE: UNA RICOMPOSIZIONE STORICA, <i>di Leonarda Lasaponara</i>	123
CICLO DI CONFERENZE	
SAN MAURO E DINTORNI. RITUALI FUNERARI, MODALITÀ INSEDIATIVE E MODELLI D'INTEGRAZIONE NELL'ETÀ DELLE INVASIONI NELLA <i>LANGOBARDIA MAIOR</i>	
ITINERARI STORICO ARCHEOLOGICI ALLA SCOPERTA DEL FRIULI LONGOBARDO, <i>di Davide Gherdevich, Sara Gonizzi Barsanti, Donata Degrassi</i>	145
I BARBARI OLTRE CIVIDALE. GOTI E LONGOBARDI IN ITALIA SETTENTRIONALE ALLA LUCE DI RECENTI RINVENIMENTI E RICERCHE, <i>di Caterina Giostra</i>	159

RECENSIONI

RECENSIONE A *PELLEGRINI VERSO LA GERUSALEMME CELESTE*, DI GIAN CAMILLO CUSTOZA
PADOVA 2012, ED. CLEUP 2012, di *Claudio Barberi* 175

NOTIZIARI

ITALIA LANGOBARDORUM

ATTIVITÀ DI ADEGUAMENTO AGLI STANDARD DELL'UNESCO PER IL 2012
DELLA SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA,
di *Serena Vitri e Angela Borzacconi* 183

RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ DEL MUSEO CRISTIANO E TESORO DEL DUOMO
DI CIVIDALE DEL FRIULI. ANNO 2011/2012, di *Elisa Morandini* 191

ATTIVITÀ DELLE SOPRINTENDENZE PER I BENI ARCHEOLOGICI E PER I BENI STORICI,
ARTISTICI ED ETNOANTROPOLOGICI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA 2012

ATTIVITÀ DEL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI CIVIDALE DEL FRIULI. ANNO 2012,
a cura di *Serena Vitri e Alessandra Negri* 197

LA VOCE DEI TESORI DEL MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI CIVIDALE
SU RADIO 1 RAI FVG, di *Antonella Lanfrit* 207

ATTIVITÀ DEL MUSEO DI PALAZZO DE NORDIS E DI ARCHIVI E BIBLIOTECA
DELLA SOPRINTENDENZA PER I BENI STORICI, ARTISTICI ED ETNOANTROPOLOGICI
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA. ANNO 2012, a cura di *Denise Flaim,
Claudia Franceschino e Morena Maresia* 209

DIDATTICA MUSEALE A PALAZZO DE NORDIS. ATTIVITÀ DIDATTICHE E PERCORSI TEMATICI
DEDICATI ALLA PITTURA DEL NOVECENTO IN FRIULI VENEZIA GIULIA,
di *Denise Flaim e Morena Maresia* 219

MARCO DAVANZO. LUCI E COLORI NEI PAESAGGI FRIULANI DEL NOVECENTO.
MUSEO DI PALAZZO DE NORDIS, 15 APRILE - 1 MAGGIO 2012,
di *Maria Concetta di Micco* 221

RELAZIONE DI RESTAURO DI SEI DIPINTI DELLA COLLEZIONE MARCO DAVANZO,
di *Morena D'Aronco e Rosalba Piccini* 225

CICLO DI CONFERENZE

SAN MAURO E DINTORNI

RITUALI FUNERARI, MODALITÀ INSEDIATIVE
E MODELLI D'INTEGRAZIONE NELL'ETÀ DELLE INVASIONI
NELLA *LANGO BARDIA MAIOR*

DAVIDE GHERDEVICH, SARA GONIZZI BARSANTI, DONATA DEGRASSI¹

ITINERARI STORICO ARCHEOLOGICI ALLA SCOPERTA DEL FRIULI LONGOBARDO

1. introduzione

Il progetto, finanziato dalla Regione Friuli Venezia Giulia e della durata di un anno, si è posto come finalità la ricostruzione del territorio, dell'antica viabilità e dello sviluppo antropico della parte settentrionale dell'antico Ducato longobardo del Friuli; per la sua realizzazione sono state utilizzate sia le 'classiche' metodologie per la ricerca archeologica che le metodologie più innovative e tecnologiche. Il territorio preso in esame è piuttosto ampio e riprende in parte il territorio compreso tra i castra citati da Paolo Diacono nel suo *Historia Langobardorum*. L'area di studio ha Gemona del Friuli come limite a nord, Ragogna e Udine a ovest e Cividale del Friuli ad est, con una propaggine a sud fino a Romans d'Isonzo per inserire l'area compresa tra i fiumi Isonzo e Torre.

Il progetto è stato diviso in diverse fasi: la prima si è incentrata sulla ricerca bibliografica e sull'analisi della cartografia storica; sullo studio della fotografia aerea e sull'utilizzo delle immagini telerilevate con sensore iperspettrale MIVIS.² Sono state effettuate inoltre 5 campagne di aerofotografia obliqua, grazie alla collaborazione dell'Aeroklub Nova Gorica, situato presso il paese di Ajdovščina in Slovenia. Nella seconda parte del progetto abbiamo inserito gran parte dei dati raccolti all'interno di un GIS,³ dove sono stati utilizzati per effettuare diverse analisi spaziali, che ci hanno permesso di ricostruire ipoteticamente la viabilità antica; è stato inoltre creato un modello predittivo per ipotizzare lo sviluppo insediativo di epoca Longobarda e per cercare soprattutto di collegare gli insediamenti con le necropoli posizionate sul territorio. In questa fase abbiamo inoltre testato l'utilizzo di un sistema UAV. La parte finale del progetto si è invece focalizzata sulla ricostruzione virtuale del paesaggio di epoca tardo antica e alto medievale, utilizzando la cartografia storica, i documenti d'archivio e i dati palinologici; i risultati ottenuti sono stati inseriti all'interno di un CD multimediale realizzato dalla ditta Interfase.

2. La cartografia storica e la ricerca bibliografica

La prima parte del progetto è stata dedicata alla ricerca bibliografica e delle fonti d'archivio, relative ai diversi studi storici e archeologici aventi come riferimento i Longobardi e il territorio del Friuli Venezia Giulia; per un fattore temporale ci siamo concentrati solo sulle fonti edite. I dati ottenuti dalle pubblicazioni sono stati utilizzati per posizionare sul territorio le diverse evidenze storico-archeologiche di epoca longobarda. Purtroppo nel caso di pubblicazioni piuttosto datate (prima degli anni '80)

spesso viene a mancare l'ubicazione precisa del rinvenimento o vengono utilizzati dei punti di riferimento ormai scomparsi o troppo generici.⁴ Un altro utile strumento per la ricostruzione del paesaggio antico è rappresentato dalle diverse cartografie storiche conservate in gran parte presso l'archivio di stato di Venezia (tav. I); per la zona di Cividale e per la parte di Romans d'Isonzo e della Mainizza sono state inoltre utilizzate le carte del *Josephinische Landesaufnahme* (1763-1787).⁵

Zona geografica	Anno	fondo dell'Archivio di Stato di Venezia
Mappa territorio di Cividale: tra Bolzan e Indro	1740	Provv. AAL Sanità
Cividale: Craoretto –Gramogliano	1685	Beni Treviso – Friuli
Cividale: Ruvignas, Ronchis	1606	Provv. Boschi
Carta con indicazione Stradalta da Codroipo		Provv. Boschi
Friuli		Provv. Confini
Friuli: dal Tagliamento al Carso	XVI	Provv. Confini
Friuli: itinerario di alcune strade	XVI	Provv. Confini
Friuli: itinerari Udine San Daniele Carnia	XVIII	Provv. Confini
Topografia del Territorio tra Udine e Cividale	1572	Misc. Mappe
Friuli: località fiumi passi strade	XVII	Raccolta Terkuz
Friuli: Carnia e strada che porta a Villacco		Raccolta Terkuz
Friuli: Isonzo e Carnia*	1583	Provv. Confini

Tavola I. La cartografia storica conservata presso l'Archivio di Stato di Venezia, utilizzata per il progetto

3. La foto interpretazione aerea e il *remote sensing*

La foto interpretazione aerea è uno strumento utilizzato ormai abitualmente in ambito archeologico,⁶ soprattutto per l'archeologia preventiva; dall'inizio degli anni duemila è inoltre possibile effettuare le campagne fotografiche con aerei da turismo o con ultraleggeri. Le prime foto aeree che sono state consultate per il progetto sono quelle conservate presso l'archivio dell'ufficio cartografico della Regione Friuli Venezia Giulia, che conserva le strisciate aeree di tutti i voli effettuati sulla Regione dal dopoguerra ad oggi ed alcuni voli degli anni '30 dell'aeronautica militare italiana; in particolare abbiamo consultato e scansionato numerosi fotogrammi dei voli del GAI⁷ degli anni cinquanta, della RAF del 1976⁸ e i voli dell'IGM dal 1938 al 2006.⁹ Di sicuro interesse per la ricerca di anomalie archeologiche e per la storia dei cambiamenti del paesaggio urbano e rurale, sono i fotogrammi dei voli di ricognizione effettuati tra il 1943 e il 1945 su numerose zone dell'Italia dalla RAF¹⁰ e dall'USAAF.¹¹ Questi fotogrammi, sono conservati presso l'aerofototeca nazionale nel laboratorio per la fotointerpretazione e l'aerofotogrammetria, una struttura di raccolta e di studio del materiale aerofotografico relativo al territorio italiano. La copertura del territorio oggetto della nostra indagine è quindi solo parziale, ma comunque molto importante poiché copre i principali centri abitati e le reti viarie, non molto dissimili dalla viabilità antica. Grazie alla totale disponibilità da parte della direttrice dell'Aerofototeca e dei suoi collaboratori, siamo riusciti a visionare circa un migliaio di fotogrammi. Di questi ne sono stati selezionati 205 sui quali abbiamo riscontrato diverse anomalie, che ad oggi sono ancora in fase di studio e di ricognizione. Il passo successivo è stato

quello di georiferire tutti i fotogrammi usando come base le ortofoto del 2007; tale procedimento ha incontrato alcune difficoltà nella georeferenziazione delle immagini dei voli più datati: per la scarsità di punti di riferimento individuabili in entrambe le immagini, dovuto in parte, al grande cambiamento che ha subito la regione durante gli ultimi quarant'anni; per gli obiettivi fotografici, che in molti casi risentono di deformazioni e di diminuzione della luminosità soprattutto ai bordi dell'immagine. La georeferenziazione dei fotogrammi ha permesso non solo la creazione di un archivio digitale, ma anche una visualizzazione multilivello dalla quale è possibile leggere in chiave diacronica il susseguirsi dei segni lasciati sul paesaggio pluristratificato. Durante l'analisi e l'interpretazione delle foto aeree si è incorsi in alcuni problemi legati alla tipologia insediativa del Friuli Venezia Giulia. La regione ha subito una forte urbanizzazione, i centri abitati si sono espansi, sono sorte molte aree commerciali alla periferia delle città o lungo le grandi direttrici viarie e la ricostruzione *post* terremoto ha dato un'accelerazione considerevole alla modifica del territorio. Questo ha fatto sì che lo studio diacronico delle anomalie non potesse essere eseguito su tutti i fotogrammi, relativi alla stessa area, scattati in anni diversi. Spesso anomalie visibili in fotogrammi più datati, non sono più percepibili in quelli più recenti.

4. L'individuazione di anomalie sul territorio

Preso atto del problema legato alla lettura del terreno, abbiamo iniziato ad analizzare e a suddividere per tipologie le varie anomalie visibili ed individuabili. Soprattutto nei fotogrammi più vecchi, si sono potute notare numerose tracce da vegetazione (*crop-marks* e *grass-marks*), relative soprattutto a possibili strutture o assi viari: per quest'ultima tipologia di anomalie è stata utilizzata, contemporaneamente allo studio dei fotogrammi, la Carta Tecnica Regionale numerica (CTRn) fornita anch'essa dall'Ufficio Cartografico della Regione, per escludere tutte le infrastrutture interraste (acquedotti, tubature del gas etc.) che, ad una prima analisi, possono essere scambiate per anomalie relative a strade. In alcuni casi è stato possibile individuare anche alcune tracce da alterazione nella composizione e nel diverso assorbimento dell'umidità del terreno (*soil-marks*), soprattutto in terreni coltivati o arati. Per riportare alcuni esempi: nei dintorni di Osoppo sono state riscontrate numerose tracce di forma rettangolare che potrebbero far pensare ad alcune strutture (fig. 1); vicino al paese di Tricesimo è stato possibile individuare un'altra traccia di forma rettangolare riconducibile forse ad una struttura muraria; nei pressi del colle di Buia è stata osservata una traccia di forma lineare, relativa ad una possibile rete viaria. Interessanti anche alcune anomalie emerse dallo studio dei voli RAF degli anni Quaranta, in cui è possibile individuare delle tracce rettilinee di colore chiaro (*soil marks*) tra le zone di Cormons e Mariano del Friuli. Da un primo raffronto con la Carta



FIG. 1. Tracce rettangolari nei pressi di Osoppo (UD) (Volo IGM 1970).

Tecnica Regionale in scala 1:5000, non risultano esserci tubature interrato in quella zona, quindi potrebbero riferirsi a possibili tracce di viabilità antica, forse vie di raccordo tra Cividale e la strada che da Aquileia portava a Emona, l'attuale Lubljana in Slovenia. Alcune tracce rettilinee sono visibili anche presso Dolegnano, non lontano dalla località Mainizza, dove si trovano i resti di un ponte romano sul fiume Isonzo. Sono state inoltre utilizzate le immagini del sensore iperspettrale MIVIS, di proprietà del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), fornite dall'Ufficio Cartografico della Regione Friuli Venezia Giulia e la cui risoluzione è di circa 5 x 5 m, montato su aereo CASA C212.¹² Il MIVIS è uno strumento modulare costituito da quattro spettrometri, per complessivi 102 canali che riprendono simultaneamente la radiazione proveniente dalla superficie terrestre nel visibile, nell'infrarosso vicino e termico. Le immagini MIVIS a disposizione, sono state georiferite, e sono state analizzate attraverso un software specifico per il trattamento di immagini multibanda. Dopo aver verificato quali di queste contenessero le anomalie individuate dalle foto aeree verticali, ne sono state studiate e analizzate cinque in particolare. I criteri di scelta sono stati sia l'*overlaying* tra le immagini selezionate e i fotogrammi contenenti le anomalie più significative, sia il tentativo di avere un'area di indagine che fosse la più ampia possibile (scartando quindi immagini che si intersecavano con altre vicine).¹³

5. Le foto aeree oblique

Seguendo l'esperienza del Laboratorio di Archeologia dei Paesaggi¹⁴ dell'Università di Siena e del Laboratorio di Topografia antica e Fotogrammetria¹⁵ dell'Università del Salento, si è scelto di effettuare cinque campagne di aerofotografia obliqua, grazie alla collaborazione dell'Aeroklub Gorica, situato presso il paese di Ajdovščina in Slovenia, a soli cinque minuti di volo da Cividale. L'aereo utilizzato per queste campagne fotografiche è un ultraleggero biposto modello Virus della ditta slovena Pipistrel. In fase di elaborazione, per poter collocare con una certa precisione le foto sul territorio, è necessario avere sempre la posizione GPS dell'aereo, e quindi la sua rotta, in modo da abbinare ad ogni singolo scatto un preciso punto GPS.¹⁶ Durante il volo è stata compilata una scheda di ricognizione archeologica aerea in cui sono state annotate le condizioni meteo, il tipo di attrezzatura utilizzata, il numero di foto effettuate e soprattutto il numero di fotogramma abbinato al relativo numero di file GPS. Una volta rientrati in laboratorio i dati del GPS sono stati scaricati ed inseriti all'interno del Sistema



FIG. 2. Tracce rettilinee nei pressi di Cividale (Foto aerea obliqua).

Informativo Territoriale. Durante questi cinque voli abbiamo fotografato diverse anomalie, alcune anche piuttosto interessanti; tuttavia va fatto notare che il territorio interessato dal progetto, e quindi dalle campagne fotografiche, non si presta a questo tipo di analisi, essendo altamente urbanizzato e prevalentemente collinare, se si esclude il territorio che va da Romani d'Isonzo e Ronchi dei Legionari. Interessanti risultano essere soprattutto

delle tracce rettilinee, non distanti da Cividale (fig. 2), e delle tracce circolari nei pressi della località la Mainizza, in provincia di Gorizia, presso la quale avevamo già individuato delle anomalie attraverso l'analisi delle foto dei voli RAF.

6. giS e analisi spaziali

L'analisi spaziale va intesa come un metodo trasversale caratterizzato da diversi approcci metodologici di tipo statistico che cercano di aiutare la comprensione e lo studio della distribuzione dei fenomeni nello spazio. Essa si occupa di qualsiasi forma di distribuzione e quindi è applicata non solo al campo della geografia, ma anche a quello di altre discipline. L'analisi spaziale è uno strumento che permette di analizzare i dati per produrre informazioni; il passaggio successivo, dalle informazioni alle valutazioni, è affidato alla capacità interpretativa del ricercatore. Per realizzare queste particolari analisi sono state georiferite tutte le foto aeree utilizzate e le tracce di anomalie riscontrate, numerose carte storiche sia catastali che topografiche a diversa scala,¹⁷ sono state posizionate gran parte delle necropoli oggetto di indagini archeologiche o di cui vi fosse una attestazione documentata e numerosi luoghi d'interesse. Sono stati inoltre utilizzati svariati *layer* tematici: la rete fluviale,¹⁸ la carta di uso del suolo, la cartografia geologica e la rete stradale moderna. Relativamente alla zona intorno a Cividale, grazie all'importante lavoro realizzato da Sandro Colussa¹⁹ per la sua tesi di dottorato, sono stati anche inseriti i dati sull'uso del suolo delle singole particelle catastali; in alcuni casi Colussa è riuscito a risalire, con i documenti d'archivio, fino al 1300.

6.1. La *cost surface analysis*

Nell'ambito del progetto sono state utilizzate le analisi spaziali²⁰ per cercare di dare una risposta a due quesiti specifici: il primo relativo alla ricostruzione della viabilità di epoca tardo antica e medievale, il secondo volto ad individuare le possibili zone d'insediamento dei Longobardi, di cui si sa poco o nulla. Per rispondere alla prima domanda abbiamo effettuato una analisi dei costi di superficie (*cost surface analysis*).²¹ Per effettuare questo particolare tipo di analisi abbiamo creato una superficie di costo unendo una serie di variabili che servono a ricreare il paesaggio e a simulare le condizioni ambientali. Tra le variabili più importanti, a cui abbiamo dato un peso piuttosto rilevante, ricordiamo: la quota sul livello del mare, la pendenza, i fiumi e l'analisi di visibilità (*viewshed analysis*), effettuata sui castra citati da Paolo Diacono. Abbiamo così ottenuto un modello con i costi di percorrenza da Cividale verso Gemona, da Aquileia e Cividale e da Codroipo a Gemona. Il calcolatore ha quindi elaborato le strade con i minori costi di percorrenza; la ricostruzione è molto interessante perché corre non molto lontano da diverse necropoli e coincide in parte con le ricostruzioni effettuate da Luciano Bosio²² e da Mario Brozzi²³ (fig. 3). Inoltre alcuni tratti della strada ricostruita da Cividale a Gemona coincidono con alcune anomalie riscontrate dalle foto. Vi è anche una sovrapposizione delle strade ricostruite con le strade riportate dalla cartografia ottocentesca.

6.2. il modello predittivo

Per cercare di individuare le zone più adatte agli insediamenti Longobardi, abbiamo realizzato un modello predittivo,²⁴ basato sull'analisi multicriterio.²⁵ Il modello è stato creato unendo diverse tipologie di analisi, in particolare: l'irraggiamento solare, calcolato durante tutto l'arco dell'anno (nel nostro caso abbiamo preso come riferimento 800 d.C.) per evidenziare le zone più in ombra e quindi

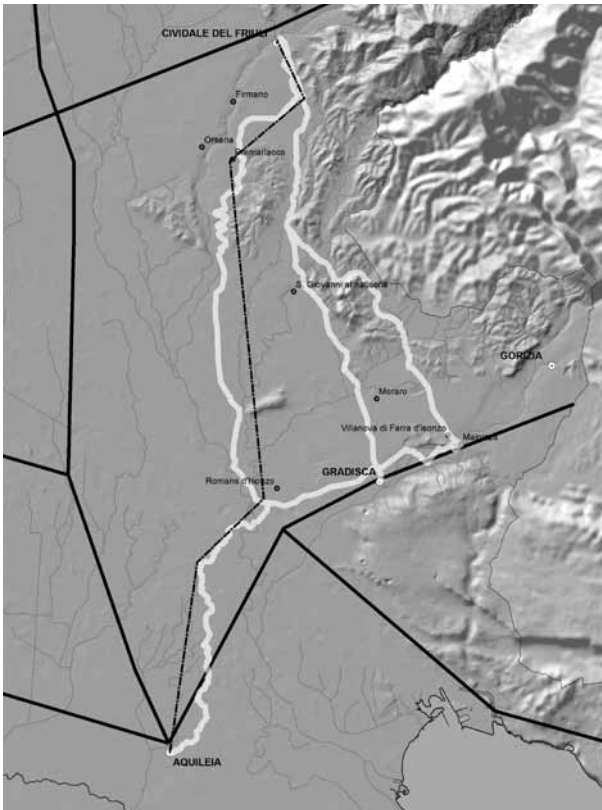


FIG. 3. Strade ricostruite dal calcolatore confrontate con le strade ricostruite da Luciano Bosio e Mario Brozzi.

di visibilità dai *castra*, essendo molto probabile che vi fosse un'intervisibilità tra i *castra* e gli insediamenti. Il modello è stato creato dalla 'sovrapposizione' delle singole variabili, integrate tra di loro attraverso un sistema di pesi. Per dare un peso a queste variabili, cioè per assegnare loro un'importanza diversa in base alla loro influenza sulla scelta di un luogo rispetto ad un altro per posizionare il possibile insediamento, è stato utilizzato il metodo della *pairwise comparison* creato da Saaty nel 1980 nell'ambito dell'*analytic hierarchy process*.²⁷ Questa metodologia consiste nel realizzare una tabella, nelle cui colonne e righe sono inserite le varie variabili. Le variabili sono confrontate a coppie, dando loro un valore da 1 a 9 (tav. II) che esprime l'importanza tra la prima variabile e la seconda; nell'incrocio tra la riga e la colonna rappresentante la stessa variabile il valore assegnato sarà sempre 1 (tav. III). Per verificare la consistenza della tabella e quindi del confronto tra le variabili, è stato calcolato l'indice di consistenza (IC) e il rapporto di consistenza (RC). Un valore del rapporto di consistenza inferiore a 0.10 è considerato accettabile. I pesi delle singole variabili sono stati inseriti in un modello matematico creato con il software GIS; il risultato finale è una mappa con una scala di colori graduata, che indica le aree con le condizioni più adatte all'insediamento.

meno adatte alla coltivazione o all'insediamento umano; la distanza dai corsi d'acqua, prendendo come riferimento gli studi effettuati in Veneto da Paolo Saggioro²⁶ che per il periodo longobardo evidenzia una distanza media degli insediamenti dai fiumi di 259 metri; la distanza dalle necropoli; la pendenza del terreno; la quota sul livello del mare, interessante non per le zone con quote elevate o montane, ma per quelle con una quota prossima allo zero (o ad esso molto vicina) che potrebbe indicare dei suoli in cui si potrebbero verificare fenomeni di impaludamento o di allagamento; la distanza delle vie di comunicazione, sia quelle conosciute che quelle ricostruite dal calcolatore; la distanza dai *castra* citati da Paolo Diacono ed effettivamente utilizzati dalle genti longobarde come rifugio; le zone

intensità	Definizione
1	Uguale importanza
2	Da uguale a moderatamente più importante
3	Moderatamente più importante
4	Da moderatamente a molto più importante
5	Molto più importante
6	Da molto a fortemente più importante
7	Fortemente più importante
8	Da forte a estremamente più importante
9	Estremamente più importante

Tavola II. Scala dei punteggi da 1 a 9, esprimo l'importanza di una variabile rispetto ad un'altra.

	Slope	Fiumi	Necropoli	Strade	View	Sole	<i>Castra</i>
Slope	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00	8.00	4.00
Fiumi	0.50	1.00	4.00	3.00	4.00	8.00	2.00
Necropoli	0.25	0.25	1.00	6.00	8.00	8.00	2.00
Strade	0.14	0.17	0.17	1.00	4.00	5.00	0.50
View	0.13	0.25	0.13	0.25	1.00	3.00	0.17
Sole	0.13	0.13	0.13	0.20	0.33	1.00	0.13
<i>Castra</i>	0.25	0.50	0.50	2.00	6.00	8.00	1.00

Tavola III. Comparazione tra le coppie di variabili.

7. La fotogrammetria

Le principali tecniche di rilievo applicate ai Beni Culturali sono quella diretta e quella indiretta la cui differenza principale è che le trilaterazioni del rilievo diretto operano su un piano orizzontale bidimensionale su cui vengono proiettati tutti i punti misurati, mentre nella tecnica indiretta si agisce in uno spazio tridimensionale, le distanze sono inclinate, gli angoli sono letti rispetto sia a un asse orizzontale sia a un asse verticale e i punti del rilievo vengono quindi restituiti all'interno di un sistema di coordinate spaziali x, y, z . Una delle tecniche indirette di rilievo 3D è la fotogrammetria che può essere spiegata come «la scienza che permette di ottenere una misura accurata delle caratteristiche geometriche di un oggetto, come dimensioni forma e posizione, attraverso l'impiego congiunto di fotografie che lo ritraggono da posizioni differenti»²⁸ utilizzando diversi tipi di immagini. Per poter ricavare da immagini le informazioni per una nuvola di punti 3D è strettamente necessario che l'oggetto fotografato si veda in almeno due immagini che abbiano una buona sovrapposizione, tale da permettere l'identificazione di punti omologhi (almeno 5) sulle diverse immagini. In pratica è lo stesso procedimento che avviene automaticamente nel cervello: gli occhi possono essere assimilati alle due camere con le due retine che svolgono il ruolo dell'area sensibile su cui sono focalizzate le due immagini. Il passaggio successivo consiste nell'identificare i punti sulla superficie dell'oggetto: si



Fig. 4. Il quadricottero GAUI utilizzato per la battuta fotografica dei due siti archeologici campione.

tratta di un passaggio molto importante che, mediante procedure manuali, semi-automatiche o interamente automatiche, permette di identificare e di misurare punti omologhi contenuti in due o più immagini. Successiva a questo passaggio è l'estrapolazione della nuvola di punti 3D e del successivo modello tridimensionale.²⁹

8. L'uso degli UAV

Come ricerca sulle nuove tecnologie per la modellazione 3D di siti archeologici tramite tecnica fotogrammetrica è stato testato un UAV (fig. 4) che, secondo la definizione internazionale, è un aeromobile creato per operare senza pilota umano a bordo. In passato, lo sviluppo di sistemi e piattaforme UAV è stata principalmente motivato da obiettivi e applicazioni militari. Gli UAV possono volare in maniera autonoma, semiautonoma o manuale e permettono di acquisire le immagini anche con camere digitali amatoriali, possono operare più vicini agli oggetti da acquisire e permettono una maggiore maneggevolezza e flessibilità nel volo da parte del pilota. In anni recenti, l'uso degli UAV ha visto un notevole incremento nelle applicazioni per la ricerca archeologica, specialmente l'uso di sistemi multirotori che permettono una migliore stabilità e quindi una maggiore facilità nell'acquisizione delle immagini.³⁰ Per questo progetto è stato utilizzato un quadricottero a basso prezzo, acquistato grazie al contributo della Banca di Cividale, il GAUI 330X-S che permette di sollevare fino a 700 gr di peso. Il quadricottero ha un'autonomia di volo di circa 20 minuti e al di sotto, all'interno di uno speciale supporto, fornito di specifici servi che permettono la rotazione della camera fino a posizionarla perpendicolarmente al terreno, per permettere scatti a 90°, è stata posizionata una camera compatta Canon IXUS 85 IS che permette di usare un software *open source*, il CHDK (*Canon Hack Development Kit*), che installa numerose applicazioni all'interno della memoria della camera. Per questo progetto il software è stato utilizzato per permettere lo scatto in remoto ed in sequenza con un intervallo di 5 secondi. L'UAV ha mostrato alcune carenze e limiti soprattutto a causa dell'assenza del GNSS e dell'altimetro che non permettono un volo autonomo e quindi maggiore stabilità, nonché una certa difficoltà di guida con presenza di vento. Il risultato è stato la raccolta di centinaia di immagini che hanno coperto, in modo ridondante, l'intera area di scavo: in questo modo è stato possibile selezionare le migliori foto senza il rischio di avere vuoti nella documentazione. Il sistema è stato testato in due siti campione, le cd mura a zig zag di Aquileia e una fornace a Dolegnano, dato che non erano disponibili siti propriamente longobardi (figg. 5a/b). Per la modellazione 3D è stata utilizzata la GUI dell'ArchTeam per il software *open source* Python Photogrammetry Toolbox.³¹ Le *mesh* ottenute dalla nuvola di punti sono state processate con il software *open source* Meshlab, creato dal CNR di Pisa. La GUI si è dimostrata essere un buono strumento (fig. 6). Si può comunque affermare che il metodo sembra essere di un certo interesse nello studio e nella documentazione di uno scavo archeologico.

9. ricostruzione in 3D del paesaggio e la valorizzazione dei siti archeologici

La terza parte del progetto è puramente di computer grafica e divulgativa. È stato infatti ricostruito in tre dimensioni, partendo dai dati geografici contenuti nel GIS, il territorio di una parte della Regione riferito alle necropoli di San Martino di Remanzacco, investigata fino al 2009 e di Romans d'Isonzo, scavata dagli anni '80 fino al 2007 e riaperta nel 2011, così come poteva apparire durante il periodo longobardo.³² Per fare questo sono stati utilizzati i dati GIS (DEM, dati puntuali riferiti alla necropoli di Remanzacco e Romans d'Isonzo), dati areali riferiti all'uso del territorio, gentilmente concessi dal dott. Colussa, cartografia storica e dati paleontologici. Per questi ultimi dati sono stati prelevati dal laboratorio di Palinologia del C.A.A. Giorgio Nicoli srl (sede di San Giovanni in Persiceto - Bologna), numerosi campioni direttamente dalle tombe e nella sezione verticale del bordo scavo a Romans e con carotaggi manuali fino alla profondità a cui sono state rinvenute le sepolture a Remanzacco. I campioni hanno fornito le seguenti informazioni:

- Romans d'Isonzo: camp. P1, Tomba 317 (tomba bisoma), campione 11, sedimento prelevato in corrispondenza del bacino/addome di uno dei due defunti, età longo-



FIG. 5a. Il sito delle cosiddette mura a zig zag di Aquileia.



FIG. 5b. Il sito della fornace presso Dolegnano.

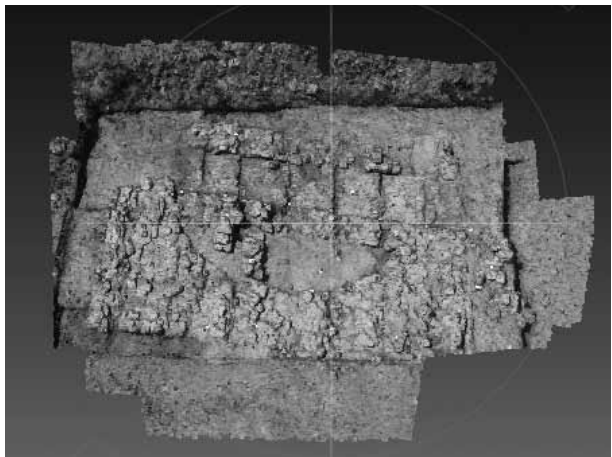


FIG. 6. Nuvola di punti 3D processata con il software *Python Photogrammetry toolbox* della fornace di Dolegnano.

barda (VI-VII sec. d.C.); camp. P2, sedimento da parete Sud, prof. dal p.d.c. 46 cm, strato limo-sabbioso bruno, probabilmente in fase con le tombe, residuo suolo di età longobarda (VI-VII sec. d.C.). Il contesto vegetazionale e ambientale risulta notevolmente aperto, con un basso tasso di afforestamento. Elevato è l'indice di antropizzazione, a testimonianza di una costante e duratura presenza dell'uomo: sono attestati reperti collegati all'attività agricola, con campi di cereali (orzo e diversi tipi di grano), più o meno prossimi alla necropoli. Significative infine sono le aree a prato/pascolo, probabilmente collegate all'allevamento del bestiame o a zone volutamente lasciate incolte.

- Remanzacco: camp. P3, carotaggio 1 effettuato nell'area di scavo presso la Chiesa di San Martino, prof. 40 cm dal p.d.c., sedimento limoso friabile bruno sopra le ghiaie, probabilmente in fase con le tombe, età longobarda (VI-VII sec. d.C.). Il quadro vegetazionale non cambia sostanzialmente rispetto a quello emerso dalla necropoli di Romans d'Isonzo: il paesaggio appare molto aperto, con querceti caducifogli e boschi igrofili sullo sfondo del paesaggio. L'indice di antropizzazione è in linea con quello della necropoli di Romans d'Isonzo, a testimonianza di una presenza costante dell'uomo nell'area. Decisamente più ridotte sono le aree a prato/pascolo, mentre rilevanti sono gli apporti delle igrofite erbacee, probabilmente diffuse sulle rive di un corso d'acqua che scorreva nelle vicinanze del sito.

Per elaborare la ricostruzione 3D è stato utilizzato il software geografico Visual



FIG. 7. Un'immagine della ricostruzione del territorio effettuata con il software *Visual Nature*.

Nature 3D che permette di lavorare con i dati geografici derivati dal GIS, il software consente inoltre di connettere a ciascuna area un ecosistema specifico che è stato creato utilizzando le informazioni desunte dalla cartografia storica e dalle analisi polliniche. Grazie a tutti questi dati è possibile dire che entrambi i siti erano coperti da erba, con la presenza di denti di leone, margherite e altri fiori simili, e da aree coltivate, con alberi (quercia, ontano, pino, castagno) piuttosto lontani dai siti archeologici (fig. 7).

10. il CD multimediale

Come ultima parte del progetto è stato creato, in collaborazione della società Interfase s.r.l. di Trieste, un CD multimediale che raccoglie tutte le informazioni relative ai risultati della ricerca. Il CD si apre con un testo generale sulla storia dei Longobardi per poi andare nel particolare del progetto, permettendo all'utente di selezionare la tipologia di informazioni che preferisce tra: castra, insediamenti, strade, necropoli e ritrovamenti. Ogni punto ha due diversi livelli di informazioni: un testo breve con le informazioni principali relative al sito e un testo lungo con la descrizione del sito stesso. Per ogni categoria, inoltre, è stato creato un testo descrittivo con un'appendice



Fig. 8. La pagina di navigazione del CD multimediale. Passando sopra ad un punto con il mouse si attiva un pop up che contiene le informazioni basilari del sito indicato.

sulla spiegazione della metodologia utilizzata per lo studio, l'analisi e il posizionamento dei siti nel GIS. L'idea di base del CD è di mettere a disposizione tutte le informazioni in modo semplice, chiaro ed esplicativo per una semplice divulgazione del lavoro di ricerca (fig. 8).

11. Conclusioni

La raccolta di tutti i dati (bibliografia, fotografie aeree, cartografia storica) è stato importante per la seconda parte del progetto, l'analisi spaziale nel GIS. È stato possibile raccogliere una quantità enorme di materiale che ha permesso di ricostruire con buona approssimazione la rete stradale romana, sapendo che le strade romane erano ancora utilizzate per tutto il periodo longobardo. La ricostruzione della rete viaria antica in Friuli ha dato risultati interessanti, soprattutto rispetto alle fotografie aeree e allo studio della cartografia antica. L'uso e l'integrazione di diverse metodologie ha inoltre permesso di avere un quadro completo ed esaustivo dei tempi antichi, sulla base di dati corretti e precisi. Si è inoltre cercato di applicare la fotografia aerea obliqua alla nostra Regione, ma purtroppo le tracce erano davvero difficili, e in alcuni casi impossibile, da vedere. L'uso e la prova del UAV ha consentito di scoprire la funzionalità, l'utilità e limiti di questi dispositivi, tanto più se a basso costo. Le ricostruzioni 3D hanno dato la possibilità di approfondire la conoscenza del paesaggio e l'integrazione della cartografia antica e l'analisi dei polini ha fornito un ottimo strumento per la ricostruzione del territorio. Per concludere il progetto è stato infine creato un CD multimediale che permettesse la divulgazione dei risultati ottenuti per non tenere la ricerca ferma ad un livello di studio ma per far comprendere meglio a chiunque il lavoro svolto, la sua importanza e il territorio in cui viviamo.

NOTE

- 1 Dipartimento di Studi Umanistici, Università di Trieste
- 2 *Multispectral infrared and Visible imaging Spectrometer*.
- 3 *Geographic information System* (Sistema Informativo Geografico).
- 4 Il riferimento in alcuni casi è dato dal nome del proprietario del terreno dove è stato effettuato lo scavo archeologico, oppure molto spesso vengono usate delle indicazioni molto vaghe e legate ad un toponimo, per esempio il rinvenimento è avvenuto nei pressi della strada che conduce al podere xy.
- 5 RAJŠP 1995.
- 6 PICCARRETA, CERAUDO 2000; WILSON 2000;
- 7 Gruppo Aereo Italiano.
- 8 Nel 1976, pochi giorni dopo il sisma che colpì il Friuli, la Royal Air Force effettuò un volo a bassa quota per rilevare i danni provocati dal terremoto.
- 9 Alla fine di questo lavoro preliminare sono stati scansionati sessantasei fotogrammi.
- 10 *Royal Air Force*.
- 11 *United States Army Air Forces*.
- 12 CAVALLI *et alii* 2009; TRAVIGLIA 2006.
- 13 Questo studio è stato oggetto di una tesi di laurea specialistica: Giulio Montagner, *Studio integrato di foto aeree e immagini MiViS per l'individuazione di anomalie a scopi archeologici*, relatore prof. Raffaella Cefalo, Ingegneria Ambientale, Università degli studi di Trieste, a.a. 2009-2010.
- 14 LAP&T <http://www.lapetlab.it/> (19 marzo 2013).
- 15 LABTAF <http://www.labtaf.unisalento.it/> (19 marzo 2013).
- 16 Per fare questo abbiamo utilizzato un GPS TRIMBLE GeoXH modello 2005, mentre per effettuare il tracklog e per prendere il punto GPS è stato usato il software ArcPad 7.0 della ESRI,
- 17 Dalla cartografia della fine del 1700 fino all'ultima CTRn in scala al 1:5.000 del 2007.
- 18 Abbiamo comparato l'andamento dei fiumi confrontando la rete idrologica nel periodo compreso tra il 1800, ricavato dalla cartografia storica, e il 2007.
- 19 Tesi di dottorato del XXIII ciclo di Sandro Colussa, *Un modello di studio del paesaggio antico. il caso dell'agro del municipio romano di Forum iulii*, relatore prof. Chiara Morselli, Topografia Antica, Università degli studi di Trieste, a.a. 2010-2011.
- 20 MACCHI JÁNICA 2009; ROBERTSON *et alii* 2006; CONOLLY, LAKE 2006.
- 21 LEUSEN 2002; PECERE 2006; LLOBERA 2000.
- 22 BOSIO 1997.
- 23 AHUMADA 2001.
- 24 KVAMME 1992; TONDI 2007; POSLUSCHNY, HERZOG 2011; KAMERMANS, LEUSEN, VERHAGEN 2009.
- 25 ZIO, BERNABEI, 2009.
- 26 SAGGIORO 2005 p 98.
- 27 SAATY 2008.
- 28 GUIDI *et alii* 2010, pp. 17/18.
- 29 LAMBERS, REMONDINO 2007; REMONDINO 2011.
- 30 BENDEA *et alii* 2007; CAMPANA *et alii* 2008; CHIABRANDO, MARENCHINO *et alii* 2009; EISENBEISS, SAUERBIER, 2010, REMONDINO *et alii* 2011.
- 31 BEZZI *et alii* 2011; MOULON, BEZZI, 2011.
- 32 PESCARIN 2009.

BiBLiogrAfIA

- | | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AHUMADA SILVA 2001 | I. AHUMADA, <i>Necropoli longobarde a Cividale ed in Friuli</i> , in <i>Paolo Diacono e il Friuli altomedievale (secc.Vi-X)</i> , Atti del XIV Congresso Internazionale di Studi sull'Alto Medioevo (Cividale del Friuli - Bottenicco di Moimacco, 24-29 settembre 1999), Tomo I, Spoleto, pp. 321-356. |
| AXEL POSLUSCHNY 2011 | I. H. AXEL POSLUSCHNY, <i>t ilt - Slope-Dependent Least Cost Path Calculations Revisited</i> , in <i>on the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and</i> |

- Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 36th international Conference*, Budapest, April 2-6 2008, Budapest, pp. 236-242.
- BENDEA *et alii* 2007 H. BENDEA, F. CHIABRANDO, F. G. TONOLO, D. MARENCHINO, *Mapping of archaeological areas using a low-cost UAV. the Augusta Bagiennorum test site, in international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial information Sciences*, 2007, pp. 117-122.
- BEZZI *et alii* 2011 A. BEZZI, L. BEZZI, B. DUCKE, *Computer Vision e Structure from Motion, nuove metodologie per la documentazione archeologica tridimensionale: un approccio aperto, in Archeofoss 2010. open Source, Free Software e open Format nei processi di ricerca archeologica*, V Workshop, Foggia, May 6-7 2010, http://www.archeologiadigitale.it/archeofoss/abstractspaper/assets/bezzi_a.pdf.
- BOSIO 1997 L. BOSIO, *Le strade romane della Venetia et Histria*, Padova.
- CAMPANA *et alii* 2008 S. CAMPANA, F. REMONDINO, D. SARAZZI, M. SORDINI, *integrated technologies for the 3D digital documentation of archaeological excavation and historical building*, 37th International Symposium on Archaeometry, 12-16 May 2008, Siena, Italy.
- CAVALLI *et alii* 2009 R. M. CAVALLI, S. PASCUCCI, S. PIGNATTI, *optimal spectral domain selection for maximizing archaeological signatures: italy case studies*, in "Sensors (Basel, Switzerland)", 9, 3, pp. 1754-1767.
- CHIABRANDO *et alii* 2009 F. CHIABRANDO, D. MARENCHINO, F. NEX, D. PIATTI, F. RINAUDO, *UAV systems for photogrammetric recording in archaeological areas: problems, suggestions, and products*, SPIE 7478, pp. 747-807.
- COLUSSA 2011 S. COLUSSA, *Un modello di studio del paesaggio antico. il caso dell'agro del municipio romano di Forum Iulii*, Tesi di dottorato XXIII ciclo, relatore prof. Chiara Morselli, Topografia Antica, Università degli studi di Trieste, a.a. 2010-2011.
- CONOLLY, LAKE 2006 J. CONOLLY, M. LAKE, *Geographical information Systems in Archaeology* Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.
- DI ZIO, BERNABELI 2009 S. DI ZIO, D. BERNABELI, *Un modello GiS multicriterio per la costruzione di mappe di plausibilità per la localizzazione di siti archeologici: il caso della costa teramana*, in "Archeologia e calcolatori", 20, Firenze, pp. 309-329.
- EISENBEISS, SAUERBIER 2010 H. EISENBEISS, M. SAUERBIER, *UAVS for the documentation of archaeological excavations, in international Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial information Sciences, Vol. XXXViii, Part 5 Commission V Symposium*, Newcastle upon Tyne, pp. 526-531.
- GUIDI *et alii* 2010 G. GUIDI, M. RUSSO, J.A. BERARDIN, *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*, Mcgraw Hill, 2010
- KAMERMANS *et alii* 2009 H. KAMERMANS, M. VAN LEUSEN, P. VERHAGEN, *Archaeological Prediction and Risk Management: Alternatives to Current Practice*, Archaeological Studies Leiden University, 2010.
- KVAMME 1992 K. KVAMME, *terrain form analysis of archaeological location through geographic information systems*, in G. LOCK, J. MOFFETT (a cura di), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, British Archaeological Reports International Series 577, Oxford, pp. 127-136.
- LAMBERS, REMONDINO 2007 K. LAMBERS, F. REMONDINO, *optical 3D measurement techniques in archaeology: recent developments and applications, in Proceedings of 35th CAA (Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology) Conference*, Berlin, Germany, 2-5 aprile 2007, Berlin, pp 27-35.
- LEUSEN 2002 P. LEUSEN, *Pattern to process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*, Gröningen.
- LLOBERA 2000 M. LLOBERA, *Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement*, NATO Asi Series a Life Sciences.
- MACCHI JÁNICA 2009 G. MACCHI JÁNICA, *Spazio e Misura*, Siena.
- MONTAGNER 2009 G. MONTAGNER, *Studio integrato di foto aeree e immagini MiViS per l'individuazione di anomalie a scopi archeologici*, Tesi di laurea Specialistica, relatore prof. Raffaella Cefalo, ingegneria ambientale, a.a. 2009-2010.
- MOULON, BEZZI 2011 P. MOULON, A. BEZZI, *Python Photogrammetry toolbox: una soluzione libera per la documentazione tridimensionale*, in *Archeofoss 2011. open Source, Free Software e open Format nei processi di ricerca archeologica*, VI Workshop

- Napoli, 9-10 giugno 2011, http://hal.inria.fr/docs/00/83/49/40/PDF/moulon_bezzi-PythonPhotogrammetryToolbox.pdf.
- PECERE 2006 B. PECERE, *Viewshed e Cost Surface Analyses per uno studio dei sistemi insediativi antichi: il caso della Daunia tra X e VI sec. a.C.*, in "Archeologia e calcolatori", 27, Firenze, pp. 177-213.
- PESCARIN 2009 S. PESCARIN, *Reconstructing Ancient Landscape*, Budapest.
- PICCARRETA, CERAUDO 2000 F. PICCARRETA, G. CERAUDO, *Manuale di aerofotografia archeologica*, Bari.
- RAJŠP 1995 V. RAJŠP, *Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763-1787: opisy = Josephinische Landesaufnahme 1763-1787 für das Gebiet der Republik Slowenien : Landesbeschreibung*, Ljubljana.
- REMONDINO, 2011 F. REMONDINO, *3D recording for cultural heritage*, in "Remote Sensing for Archaeological Heritage Management", D. Cowley (ed.), EAC Symposium, 2011, pp. 107-116
- REMONDINO et alii 2011 F. REMONDINO, L. BARAZZETTI, F. NEX, M. SCAIONI, D. SARAZZI, *UAV photogrammetry for mapping and 3d modeling - current status and future perspectives*, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII-1/C22 UAV-g, Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich, Switzerland, 2011, http://www.geometh.ethz.ch/uav_g/proceedings/remondino.
- ROBERTSON et alii 2006 E. ROBERTSON, J. D. SEINBERT, D. C. FERNANDEZ, M. U. ZENDER, *Space and spatial analysis in archaeology*, Calgary University Press.
- SAATY 2008 T. L. SAATY, *Decision making with the analytic hierarchy process*, in "International Journal of Services Sciences", 1, 1, 2008, p. 83.
- SAGGIORO 2005 F. SAGGIORO, *insediamenti, proprietà ed economie nei territori di pianura tra Adda e Adige (VII-IX secolo)*, in G. P. BROGIOLO, A. CHAVARRIA ARNAU, M. VALENTI (a cura di), *Dopo la fine delle ville: le campagne dal VI al IX secolo*, Documenti di Archeologia 40, Mantova, pp. 81-104.
- TONDI 2007 E. TONDI, *Archeologia predittiva e geographic information systems*, Roma.
- TRAVIGLIA 2011 A. TRAVIGLIA, *integrated Archaeological investigations for the Study of the Greater Aquileia Area*, Atti del primo Workshop Aquileia, Italy, May 2, 2011, pp. 1-14.
- VERHAGEN 2007 P. VERHAGEN, *Case Studies in Archaeological Predictive Modeling*, Amsterdam.
- WILSON 2000 D. R. WILSON, *Air Photo interpretation for Archaeologists*, Stroud (UK).

Riassunto

I metodi classici della ricerca archeologica sono stati affiancati da metodi più tecnologici. Il progetto è stato diviso in diverse fasi: la prima si è focalizzata sulla ricerca bibliografica, l'analisi di documenti antichi, di cartografia storica e di fotografie aeree, sulla produzione di fotografie aeree oblique e UAV. La fase successiva è consistita nell'inserire tutti questi dati in un GIS per effettuare alcune analisi spaziali per ricostruire l'antico sistema viario e suggerire lo sviluppo degli insediamenti in relazione alle necropoli finora scoperte. La parte finale si è focalizzata sulla ricostruzione 3D con un software specifico dell'antico territorio in due siti presi come esempio.

Abstract

The classical methods of archaeological research have been joined to more technological methods. The project was divided into several phases: the first focused on the bibliographic research, examination, analysis of the ancient sources, historic cartography and aerial photography connected with oblique aerial photography and UAV. The next phase of the project consisted in putting all this data in a GIS with which it was possible to perform various spatial analysis to reconstruct the ancients roads system and suggest the development of settlements in relation to cemeteries. The final part has focused on the 3D reconstruction with a specific software of ancient landscape in two test sites.

