

SUSSIDI ALLO STUDIO DELLE ANTICHITÀ CRISTIANE

PUBBLICATI A CURA DEL
PONTIFICIO ISTITUTO DI ARCHEOLOGIA CRISTIANA

XXIX

INSTRUMENTUM DOMESTICUM

Archeologia cristiana, temi,
metodologie e cultura materiale
della tarda antichità e dell'alto medioevo

a cura di

GABRIELE CASTIGLIA E PHILIPPE PERGOLA

Volume I



2020

CITTÀ DEL VATICANO

PONTIFICIO ISTITUTO DI ARCHEOLOGIA CRISTIANA

Redazione editoriale:
Elena Turchi

ISBN 978-88-85991-67-5

© Pontificio Istituto di Archeologia Cristiana 2020
I-00185 Roma, Via Napoleone III, 1
Tel. 064465574 - Fax 064469197
E-mail: piac@piac.it

Web: www.piac.it

INDICE

DANILO MAZZOLENI	
Premessa	9
GABRIELE CASTIGLIA, PHILIPPE PERGOLA	
Le ragioni di un 'manuale'.	11
I GRANDI TEMI E LE METODOLOGIE	
LUCREZIA SPERA	
Topografia (cristiana) della produzione / Archeologia della produzione (cristiana). Tarda antichità e alto medioevo.	15
ENRICO GIANNICCHEDDA	
L'archeologia della produzione in campagna in età tardo antica e altomedievale	91
ALESSANDRO VELLA	
Per una archeologia delle sepolture cristiane.	109
DANILO MAZZOLENI	
La produzione epigrafica: materiali e tecniche	207
ELENA DELLÙ	
Antropologia e archeologia. Un approccio bioculturale per la ricostruzione delle popolazioni storiche.	233
FABRIZIO BISCONTI	
I sarcofagi cristiani antichi. La produzione, la diffusione, la decorazione. . .	259
FABRIZIO BISCONTI	
Pittura cristiana della tarda antichità. La tecnica, i programmi decorativi, la diffusione.	309
OLOF BRANDT	
Archeologia del costruito	345

ELIE ESSA KAS HANNA Aspetti e cronologia delle opere murarie nella regione centro-settentrionale del massiccio calcareo siriano (II-VI secolo)	365
ANDREA PARIBENI Architettura, scultura e arredo liturgico nel mondo bizantino	387
GIOVANNA ASSUNTA LANZETTA, PRISCILLA RALLI Il reimpiego nell'edilizia tardo antica	423
FEDERICO GUIDOBALDI I pavimenti in <i>opus sectile</i> (<i>sectilia pavimenta</i>) dalle origini al medioevo	447
FABRIZIO BISCONTI Mosaici cristiani della tarda antichità. Orizzonti figurativi e programmi iconografici	483
VITTORIO FRONZA, RICCARDO SANTANGELI VALENZANI Tecniche costruttive dell'edilizia residenziale tardo antica e altomedievale	529
FRANCO CAMBI Geomorfologia e archeologia dei paesaggi. Il caso della <i>Regio Maritima</i>	565
CRISTINA CORSI L'archeologia senza scavo. Ricognizione topografica, <i>remote sensing</i> , prospe- zioni geofisiche	591
GIULIANO VOLPE Archeologia subacquea e tarda antichità	611
JACOPO DE GROSSI MAZZORIN L'archeozoologia dei contesti religiosi della tarda antichità e dell'alto medioevo	635
MICHELA FLAVIA COLELLA, ELIE ESSA KAS HANNA Lo scavo archeologico. Storia degli studi e metodologia	655
GIORGIO NESTORI La fotografia archeologica	683
FEDERICO ZONI Il rilievo nel cantiere archeologico, dai metodi tradizionali ai più recenti sviluppi	699

STEFANO BERTOLDI, ANGELO CASTRORAO BARBA	
Applicazioni di analisi spaziali GIS per lo studio della topografia cristiana.	729
DANIELA ESPOSITO	
Conservazione e restauro. Materiali e siti	747
MARCO VALENTI	
Archeologia pubblica e comunicazione.	769

STEFANO BERTOLDI; ANGELO CASTRORAO BARBA
APPLICAZIONI DI ANALISI SPAZIALI GIS PER LO STUDIO
DELLA TOPOGRAFIA CRISTIANA

GIS, ARCHEOLOGIA E ANALISI SPAZIALI

L'acronimo GIS (*Geographical Information System*), equivalente all'italiano SIT (Sistema Informativo Territoriale) indica un sistema integrato di *hardware*, *software* e competenze umane finalizzato alla gestione di dati spaziali georeferenziati. Le applicazioni GIS consentono di utilizzare informazioni di tipo geografico connesse a banche dati in grado di fornire attributi ad entità spaziali rappresentabili in formato *raster* o vettoriale.

Il modello *raster* descrive elementi continui secondo una maglia regolare di celle (*pixel*). Nel modello vettoriale le entità geometriche sono punti (coppie di coordinate spaziali), linee (poligonali passanti da vertici di coordinate note) e poligoni (aree delimitate da linee chiuse)

L'utilizzo di basi GIS consente quindi di integrare livelli informativi come foto aeree/satellitari, carte storiche o modelli digitali del terreno e di elevazione (DTM; DEM) insieme ad oggetti vettoriali (es. punti di siti/monumenti, linee di fiumi o strade, poligoni di confini amministrativi o unità ambientali/ecologiche) relazionati a database specifici e interrogabili (*query*) secondo vari livelli informativi.

A partire dagli anni '80 e '90 l'introduzione del GIS e di dati georeferenziati ha favorito lo sviluppo in ambito archeologico. Una parte rilevante dell'utilizzo del GIS in archeologia è stata riservata nella produzione di cartografia digitale a supporto di carte archeologiche territoriali, nella gestione della documentazione di scavo (planimetrie vettoriali relazione a database di US, USM, reperti) o di banche dati spaziali connesse allo studio e alla gestione del patrimonio monumentale e archeologico in ambito urbano.

Questo tipo di applicazioni GIS possono essere definite come degli strumenti di ordine descrittivo, gestionale e rappresentativo delle informazioni storico-ar-

cheologiche con carattere spaziale/geografico. Negli ultimi anni, inoltre, le potenzialità di banche dati spaziali è stata implementata in piattaforme *online* attraverso la pubblicazione di internet di web-GIS interrogabili liberamente dagli utenti.

Il GIS, però, è stato principalmente utilizzato in archeologia per analizzare e modellizzare fenomeni storici in relazione alla loro dimensione spaziale, geografica e ambientale. Questo tipo di analisi, dette appunto analisi spaziali, consente di mettere in relazione quantitativa diversi aspetti ricavabili dalle indagini archeologiche, in particolare quelle condotte a scala territoriale. A partire dalla mappatura diacronica di diverse tipologie di siti (insediamenti, necropoli, santuari, chiese, monasteri) in un determinato paesaggio è possibile effettuare una serie di calcoli spaziali in ambiente GIS per comprendere meglio le relazioni tra le scelte dinamiche umane e il paesaggio circostante, passando così da una visione sito-centrica ad una prospettiva geografica delle reti insediative e del popolamento storico.

È possibile riassumere le principali analisi spaziali applicate all'archeologia dei paesaggi storici nelle seguenti categorie: analisi di localizzazione, analisi di mobilità, analisi di percezione.

ANALISI SPAZIALI IN ARCHEOLOGIA

Tracciando una breve storia dei modelli e delle teorie applicate, si osserva che il dato spaziale inizia la propria emancipazione, con prepotenza, nel corso degli anni '60 del XX secolo, quando lo studio quantitativo proprio delle scienze esatte viene applicato alla disciplina archeologica, in seno al movimento originato dalle indagini di L. Binford e noto come *New Archaeology* o *Processual Archaeology*. L. Binford, in una serie di articoli pubblicati in quella decade e soprattutto nel volume del 1968 dal titolo *New perspective in archaeology*, propone un nuovo approccio destinato a rivoluzionare la natura stessa della disciplina. Una delle innovazioni concettuali introdotte da questo modo di concepire l'archeologia è stata quella di considerare l'ambiente come parte integrante del panorama storico e come elemento primario dei processi di formazione e sviluppo delle società, degli insediamenti, dell'economia e della cultura.

Con lo sviluppo dei computer e la massiccia applicazione di questi strumenti alla ricerca archeologica, parallelamente alla diffusione dei *software* GIS, dagli anni '90 si implementano analisi spaziali sempre più raffinate che, andando oltre

la semplice applicazione del chi quadro, dei poligoni di Thyessen o del rapporto tra siti e tipo di terreno, cominciano ad approssiarsi ad algoritmi che necessitano di grande potenza di calcolo.

In Italia l'archeologia processuale ha avuto vicende altalenanti, a scoppio ritardato e subito tarpate dal pensiero postprocessualista, come in una sorta di reazione difensiva.

In realtà, la *New Archaeology* nella ricerca nazionale ha contribuito a normalizzare le strategie, a sistematizzare i metodi ed affinare le teorie. Per alcuni aspetti l'incubazione italiana è stata lunghissima e solo dagli ultimi quindici anni si affrontano alcune tematiche proposte dall'archeologia processuale, come ad esempio il macrotema dell'interazione dell'uomo col paesaggio, attraverso i rapporti antropici con l'ambiente naturale, indagando agricoltura, attività ittiche, transumanza, caccia e tutti i sottosistemi ad essi collegati. Lo studio di questi fenomeni permette di comprendere come l'ambiente, il paesaggio, i fiumi, i suoli, la morfologia abbiano considerevolmente favorito sviluppi in una o in un'altra direzione.

Almeno nei primi vent'anni comunque, la presenza della *New Archaeology* in Italia si risolve quasi in un nulla di fatto, in un paese tradizionalmente ostile a qualsiasi tipo di cambiamento. È quindi la matematica, intesa nell'ampio concetto di 'numeri', la strada che si sta cercando di ripercorrere in Italia negli ultimi anni, molto in ritardo rispetto al mondo anglosassone, ma con strumenti superiori (si pensi soprattutto, ma non solo, all'informatica).

Nonostante sia un fenomeno rischioso e che può condurre verso una deriva della disciplina, è innegabile affermare che gli strumenti abbiano in questi anni influenzato i concetti; l'avvento dell'informatica ha infatti stravolto i metodi di Ricerca. Scoprendo le possibilità di immagazzinamento e soprattutto di analisi contemporanee, si sono infatti aperti nuovi incredibili orizzonti, impossibili da immaginare anche per la generazione della *New Archaeology*.

Uno degli elementi chiave della rivoluzione processuale è l'introduzione in archeologia (o, comunque, la sua valorizzazione) del concetto di spazio. Lo spazio è l'ambiente all'interno del quale si muove l'universo, in cui gli uomini si trasformano e trasformano ciò che è intorno a loro, il motore delle loro relazioni. Prendendo spunto dal titolo del libro di A. Koyrè edito in Italia nel 1982, con la *New Archaeology* si passa "dal mondo del pressapoco all'universo della precisione". All'interno dello spazio cercheremo di muoverci quindi: uno spazio semplificato, schematizzato, irrealista in definitiva, ma che può offrire spunti di lettura modellizzabili.

Analisi locazionali e dei bacini di approvvigionamento

La *point pattern analysis* è una tipologia di analisi spaziale finalizzata all'identificazione di una struttura (più o meno logica) di una distribuzione di punti. Un tipo di analisi di questo tipo è quello definito come "Analisi del Vicino Prossimo", il cui fine è quello di definire la natura della dispersione di punti: una maglia di siti potrà quindi essere aggregata (con un indice di dispersione tendente allo 0), casuale (vicino a 1) oppure una distribuzione regolare (il cui limite matematico è di 2,149). Questo indice rappresenta una rete di triangoli regolari, che rappresentano il modo più efficace di occupazione di uno spazio piano, senza ostacoli naturali (e quindi ovviamente, solo teorico). L'applicazione in archeologia di tale tipo di analisi è appunto quello di definire la distribuzione degli insediamenti: l'interesse è soprattutto rivolto a quei siti di 'potere' in cui le scelte politiche possono aver influenzato lo stanziamento umano per un più efficace controllo del territorio.

Bacini di approvvigionamento e scelte insediative (*Site Catchment & Site location analysis*, Fig. 1). Le analisi legate ai bacini di approvvigionamento sono dedicate alla tendenza, tipica di uno sviluppo dell'archeologia dei paesaggi, la cui volontà è quella di comprendere l'areale potenziale in cui gli abitanti di un determinato sito possono muoversi, approvvigionarsi, lavorare. Una delle applicazioni principali è quella legata alla capacità agricola di un determinato sito, ma anche l'analisi delle risorse e delle materie prime vicine. Conolly e Lake la definiscono come le indagini sulle risorse accessibili in una regione da un determinato sito. In linea generale, al fine di utilizzare questo tipo di analisi, la partenza risulta sempre essere la funzione di Tobler: l'autore in questione postulò un movimento di 5 km all'ora in uno spazio teorico, piano e senza nessun tipo di ostacolo. La funzione prevede poi una decelerazione in base all'aumentare e al diminuire della pendenza, affermando quindi un rallentamento tanto in salita quanto in discesa. L'analisi può essere arricchita aggiungendo alla morfologia altre variabili di ostacolo/facilitazione del movimento, come ad esempio fiumi, geologia, uso del suolo, quota sul livello del mare, strade: lo scopo è quello di individuare le giuste variabili, il loro peso e la loro correlazione, per modellare un algoritmo capace di predire il passato. Sono stati fatti tentativi di correzione dell'algoritmo di Tobler, come nel caso di De Silva e Pizziolo. Alla base di questi approcci sussiste una problematica teorica che consiste in un determinismo sfacciato che genera un irrealistico bacino di approvvigionamento. L'applicazione di questi metodi deve essere finalizzata non tanto alla ricostruzione di un'area

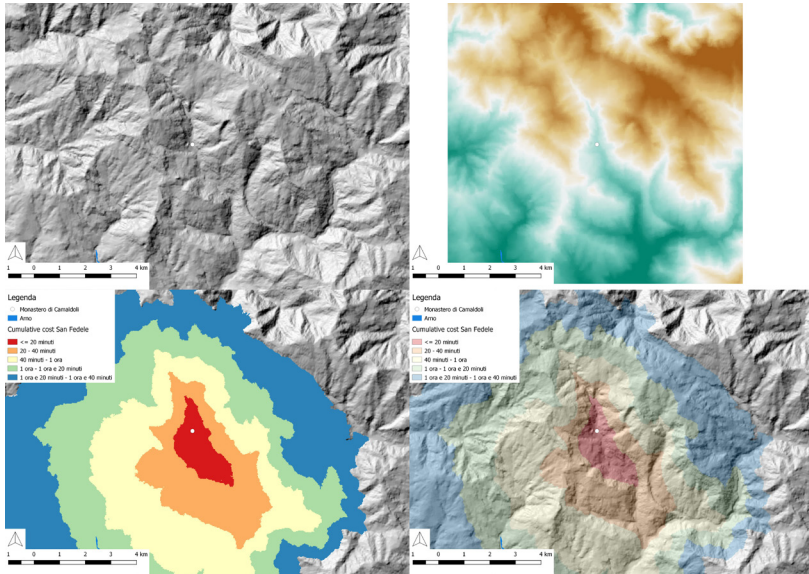


Fig. 1 Modellizzazione GIS della *site-catchment area* basata sulle aree percorribili in differenti unità di tempo.

assoggettata, quanto all'individuazione di un'area le cui risorse sono potenzialmente sfruttabili da un dato insediamento.

Analisi di mobilità e movimento

Il calcolo dei percorsi a minor spesa energetica è un tipo di analisi GIS che si basa sul concetto che, dati due punti A e B, nello spazio esiste un percorso economicamente vantaggioso (*least-cost path*, Fig. 2) che può essere calcolato per raggiungere il punto A dal punto B. L'algoritmo GIS con cui viene disegnato il percorso è determinato principalmente dalla direzione del punto sorgente al punto destinazione ed oltre a questa vengono tenuti in considerazione dal *software* tutti i criteri scelti, secondo una scala di valori definita dall'utente. Possono ad esempio essere scelte le variabili "dislivello" con un valore da 1 a 100, 'altezza' con un valore da 1 a 50 e 'idrografia' con un valore da 1 a 10: questo significa che i nostri criteri di analisi possono essere pesati tra loro ed in questo il calcolo assegnerà all'altezza metà valore rispetto alla pendenza e all'idrografia un quinto di valore rispetto all'altezza. La problematica maggiore di questo tipo di analisi è proprio quella di riuscire a tarare queste variabili e le loro classi di valori in

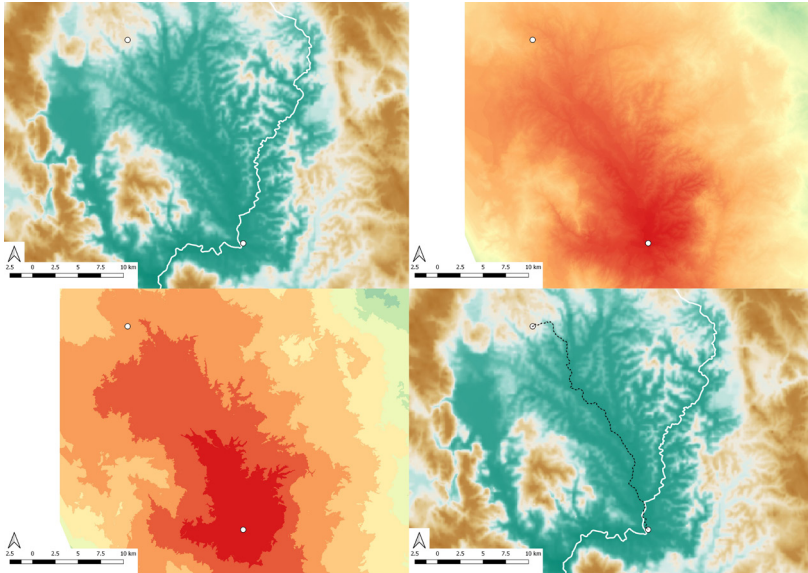


Fig. 2 Calcolo e visualizzazione GIS del tratto percorso di “costo” inferiore tra due punti nello spazio.

modo da avere un sistema il più possibile logico e soprattutto ‘antropico’, capace di corrispondere non tanto ad un fenomeno naturale o fisico, ma che in certe circostanze può (non si può escludere aprioristicamente) andare oltre scelte prettamente razionali. L’algoritmo viene sfruttato per creare reti di percorsi generici tra sito e sito, tra sito e bacino di approvvigionamento e tra sito e mercato. In questo caso non interessa tanto la resa grafica del percorso sul terreno ma il calcolo dei costi di spostamento per capire i vantaggi/svantaggi di certi insediamenti. La resa grafica si manifesta in tutta la sua importanza invece quando si tratta di tracciare delle vere e proprie strade, come ad esempio in contesti di viabilità romana o medievale.

Analisi di percezione visiva e sonora

L’analisi della visibilità (*viewshed analysis*, Fig. 3) consente di definire, da un determinato punto dello spazio, basandoci essenzialmente sulla morfologia (ma anche sulla curvatura terrestre) quali siano le aree che è possibile vedere; oppure, in maniera transitiva, da quali aree un determinato punto dello spazio è visibile. Tale tipo di analisi, che ha avuto un discreto successo nell’archeologia dei paesaggi di potere, può definire schemi insediativi di controllo del territorio,

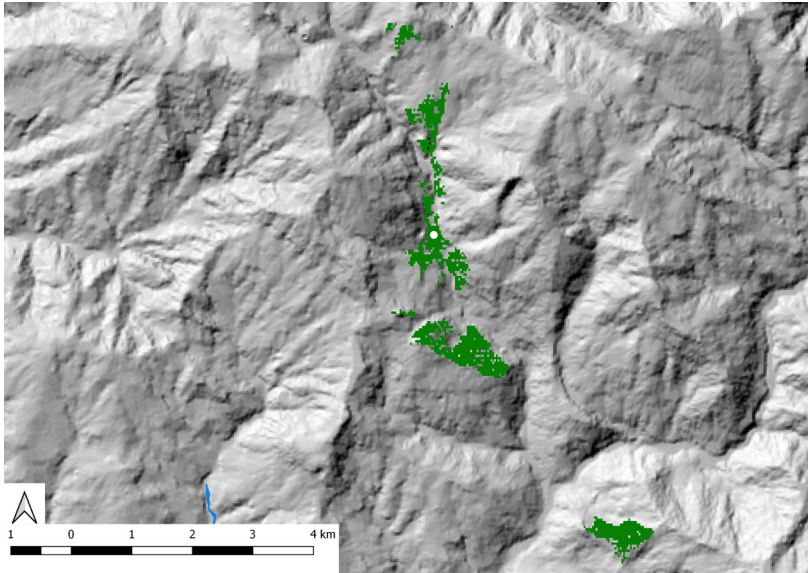


Fig. 3 Esempio di analisi di visibilità. In verde le porzioni di territorio visibili a partire da un determinato punto (in bianco)

soprattutto in circostanze in cui il concetto di guerra o di spazi militari sono influenti. Si tratta ad esempio del fenomeno dell'incastellamento, di fortezze, delle torri di avvistamento lungo costa o lungo confini, fino ai nuraghi sardi.

Un altro parametro di percezione, oltre a quello visivo, è rappresentato dal suono. La propagazione di suoni provenienti da diverse sorgenti (geo-ambientali, biologiche o antropiche) genera un areale e un volume di udibilità che può essere definito come paesaggio sonoro (*'soundscape'*) o spazio acustico (*'acoustic space'*). Il suono quindi ha una propria dimensione spaziale definita in relazione alla sua percezione da parte di un ricettore come ad esempio l'orecchio umano. L'ascolto di un determinato suono è un'esperienza fenomenologica che è stata approcciata, anche in archeologia, da un punto di vista cognitivo e percettivo come ad esempio l'impatto esperienziale/acustico di grotte preistoriche, santuari megalitici o aule di rito cristiano o mussulmano. Allo scopo di modellizzare e spazializzare la diffusione dei suoni – o anche dei rumori, come ad esempio nel caso della pianificazione urbanistica connessa alle emissioni sonore del traffico – sono state sviluppate delle applicazioni GIS in grado di definire l'areale di propagazione delle onde sonore in un determinato spazio/ambiente (Fig. 4).

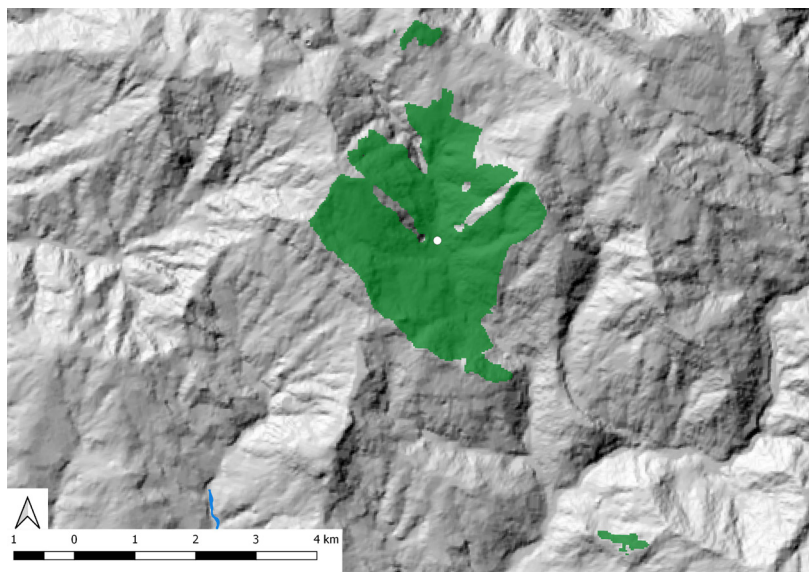


Fig. 4 Lo spazio acustico definito dal suono di una campana ovvero le zone in cui il suono è udibile dall'orecchio umano a partire da una determinata sorgente sonora.

La melodia di un organo o del canto liturgico all'interno di una chiesa o il suono delle campane di una pieve di campagna possono essere rappresentati come spazi concreti e quantificabili in relazione al grado di udibilità da parte dell'uomo. L'analisi del paesaggio sonoro consente quindi di poter visualizzare e interpretare interazioni e relazioni, immateriali, tra dinamiche umane/sociali e fenomeni acustici intesi come un prodotto intenzionale di determinati contesti culturali, ideologici, religiosi e politici.

TOPOGRAFIA CRISTIANA E ANALISI SPAZIALI: CASI DI STUDIO

In questo paragrafo si è scelto di prendere in esame una serie di casi di studio applicati precipuamente all'Archeologia Cristiana e suddivisi per argomento, in cui i vari tipi di analisi spaziali sono stati applicati.

Analisi del vicino prossimo

In un contributo di Citter, Patacchini e Valdambri, l'analisi del vicino prossimo è stata applicata per comprendere la rete pievana bassomedievale in area

lucchese, mostrando un indice di dispersione di 1,12. Il risultato ha permesso di ipotizzare una maglia dispersa e quindi abbastanza ben organizzata sul territorio. Nel medesimo studio venivano presi in considerazione i siti tra età romana e altomedioevo nell'*Ile de France*, osservandone un comportamento aggregato sia nella prima fase (indice 0,56) che nella seconda (0,84).

D. Hull affronta il tema del paesaggio in relazione ai monasteri nel nord della Siria tra V e VI secolo. L'autore, attraverso le analisi del vicino prossimo, osserva che l'80% dei monasteri sono fondati ad una distanza inferiore di 2 km da un insediamento, il 50% a meno di 1 km. La scelta di isolarsi è quindi recessiva alla necessità (tutta materiale) di accesso a risorse e mercati.

Bacini di approvvigionamento

La consapevolezza del paesaggio e le scelte locazionali delle fondazioni monastiche sono state indagate per la Toscana centro meridionale, con particolare riferimento ai casi dell'abbazia di San Salvatore al Monte Amiata e di Sant'Antimo a Montalcino (studio di C. Menghini presentato ad IRCLAMA XXV - maggio 2018, Parenzo). Soprattutto il primo caso è illuminante anche per la possibilità di confrontarci con le fonti scritte, che descrivono dettagliatamente il patrimonio dell'abbazia: l'area direttamente controllata e contigua alla struttura ecclesiastica sarebbe quella verso valle, connotata da aree migliori per l'agricoltura. In un tempo storico di tipo preindustriale, la gestione economica della ricchezza era basata su un corretto bilanciamento tra costi, forza lavoro, trasporti e ricavi. Il paesaggio controllato dall'abbazia somiglia a quello teorizzato da Von Thunen, in cui l'oggetto di analisi è la distanza dei bacini di approvvigionamento, rispetto al nucleo centrale e ne analizza i costi (che riguardano la forza lavoro e i trasporti). L'analisi dell'approvvigionamento idrico ha mostrato attraverso analisi idrogeologiche la possibilità che l'abbazia si rifornisse d'acqua attraverso un canale che scendeva direttamente dalla cima del monte.

Nella stessa area geografica si osserva una precisa tendenza da parte delle fondazioni monastiche ad occupare spazi svantaggiati, legati ad aree paludose; tali zone, apparentemente periferiche, permettevano di sviluppare delle microeconomie grazie alla loro possibilità di fornire acqua, pesce nei tratti chiari, selvaggina alata e, inoltre, stabilizzando le temperature per evitare che si verificassero situazioni di siccità e ghiaccio.

Uno stretto rapporto tra edifici religiosi cristiani e certi caratteri del paesaggio (come i fiumi) della Anglia orientale (Inghilterra) è stato evidenziato da Mason

e Williamson attraverso analisi GIS. Con la realizzazione di aree di *buffer* ogni 200 metri intorno alle chiese cattedrali è stato possibile verificare che 23 dei 25 edifici erano localizzati entro 1000 metri dai moderni corsi fluviali e 20 su 23 a 400 metri o meno. Inoltre, un numero significativo di chiese cattedrali (*minsters*) si trova localizzato vicino alla confluenza di uno o più corsi d'acqua.

A partire dall'XI secolo fino al XIII secolo nel territorio dei Monti Rodopi sud-orientali (Grecia) si impiantarono numerosi monasteri bizantini. Le analisi GIS del rapporto tra la localizzazione dei monasteri e il paesaggio circostante hanno evidenziato che otto monasteri su nove si trovavano estremamente vicini ai fiumi e i monasteri ne sfruttavano le acque per il funzionamento di mulini e di altre strutture idrauliche come bagni, torri d'acqua, cisterne. Inoltre, i fiumi fornivano alle comunità monastiche cibo 'quaresimale' come pesce e ostriche. Un altro elemento legato alla razionale localizzazione dei monasteri in rapporto a favorevoli condizioni ambientali è la loro vicinanza a villaggi o insediamenti di epoca moderna. Infatti, i nuovi villaggi creati dal XVI secolo dalle popolazioni islamizzate si trovavano proprio in prossimità degli antichi complessi monastici, probabilmente proprio per sfruttarne la vantaggiosa posizione dal punto di vista ecologico.

Un approccio multidisciplinare di archeologia del paesaggio è stato applicato per valutare l'intensità e le modalità di sfruttamento del territorio da parte del monastero di Jure Vetere (Calabria) fondato da Gioacchino da Fiore alla fine del XII secolo. L'estensione degli spazi territoriali potenzialmente pertinenti ad un diretto sfruttamento da parte della comunità monastica è stata definita attraverso due aree percorribili nell'arco di tempo di 20 minuti e di 1 ora. Al *raster* delle pendenze è stato applicato un algoritmo in cui ad ogni cella (classe di pendenza) è assegnato un valore di velocità (spazio/tempo) tenendo anche in considerazione la direzione di percorrenza (salita/discesa/piano). All'interno di questi areali sono state identificate delle unità ambientali ottenute trasformando il valore relativo alle percentuali delle altitudini dei suoli in una scala dei gradi di pendenza e quindi assegnato a delle rispettive classi di uso del suolo: pendenze $13^\circ < =$ terreni arabili; $13^\circ - 30^\circ =$ pascolo/coltivazioni su terrazzi; $30^\circ - 42^\circ$ boschi/pascolo limitato; $> 42^\circ$ terreni improduttivi. Questi dati spaziali sono stati correlati con analisi a campione sulla qualità dei suoli. Lo studio ha quindi dimostrato che il territorio pertinente al monastero di Jure Vetere era prevalentemente adatto al pascolo e meno all'agricoltura, indicando così un'economia monastica basata principalmente sull'allevamento del bestiame. Il sito di Jure Vetere, durante la

sua brevissima vita medievale, sfruttò un'estensione limitata, ma fu comunque in grado di fornire sussistenza per una piccola comunità monastica.

Dalla premessa teorico/metodologica che esistano delle profonde ragioni e connessioni economiche, produttive e politiche tra le strutture monastiche e le potenzialità delle risorse naturali di un territorio è stato analizzato il caso dell'Abbazia di Glastonbury (Somerset, Inghilterra). La preparazione della base dati per le analisi GIS ha previsto come primo passo la vettorializzazione del parcellario che comprendeva anche le 12 proprietà (*hides*) attestate nel censimento delle proprietà fondiari di epoca normanna (Domesday Book). Per ognuna delle 12 proprietà sono state identificate 349 unità suddivise secondo le seguenti categorie: bonifica, bonifica su paleoalveo, parcellario non riconducibile ad una matrice precisa, ma disposto su alto morfologico. Utilizzando il modello digitale del terreno prodotto dalla scansione laser da aereo (LIDAR ovvero *Light Detection and Ranging*) è stato possibile evidenziare, attraverso l'indice topografico di umidità, le unità morfologiche che insistono su aree umide legate ad azioni di bonifica che avvenne completamente nel XVIII secolo. L'analisi delle forme delle varie parcelle inoltre non segue uno schema predefinito e rivela quindi una lunga stratificazione nel tempo. Questa abbazia comunque sorge in una posizione particolare in una piccola isola all'interno di una zona umida, sfruttabile anche come risorsa produttiva, che era attraversata da un fiume che consentiva anche un accesso al mare.

Percezione visiva

L'analisi della visibilità ha avuto scarso successo in archeologia cristiana, considerando che la percezione visiva non è effettivamente un criterio valido per l'archeologia dei paesaggi cristiani. Nonostante ciò, bisogna ricordare che la capacità di vedere è stato uno dei punti nodali delle scelte insediative in tutte le fasi storiche (e preistoriche), soprattutto per quanto riguarda i siti fortificati, ma anche per luoghi di culto e monumenti di rilievo per la società di appartenenza.

Le applicazioni di analisi spaziali GIS non si riferiscono unicamente ai territori e ai paesaggi ma possono avere applicazioni anche sugli spazi interni degli edifici religiosi. Le planimetrie e le caratteristiche architettoniche degli edifici di culto sono connesse e influenzano le percezioni degli spazi da parte sia dei fedeli che dei celebranti. La misura e rappresentazione, attraverso *software* come *Depthmap*, dell'isovista intesa come spazio (area o volume) visibile da un determinato punto, è alla base delle *Visibility Graph Analyses* effettuate per comprendere

le relazioni visive e di percezione di spazi interni di un edificio a partire da punti di vista differenti .

In particolare, uno studio effettuato su alcune chiese bizantine della Giordania ha consentito di analizzare gli spazi interni attraverso diverse isoviste areali (2D) calcolate tra diversi punti significativi come altare, l'ambone, il sedile per il clero nell'emiciclo dell'abside (*synthronon*) o l'area riservata all'assemblea dei fedeli. Un ulteriore studio applicato a San Vitale (Ravenna) ha preso in considerazione la visibilità 3D del volume della chiesa sulla base della premessa metodologica che quando un ambiente viene illuminato con un'unica sorgente luminosa che proietta raggi in tutte le direzioni, le aree illuminate e non illuminate corrisponderanno rispettivamente a superfici visibili e non visibili. Inoltre, questa mappatura della visibilità/isovista volumetrica (3D) è stata messa in relazione anche con le caratteristiche della mappatura della distribuzione spaziale dei valori acustici funzionali alla descrizione, per esempio, del linguaggio liturgico percettibile e del canto/musica udibile con chiarezza. Con questo tipo di parametri è possibile descrivere in maniera quantitativa lo spazio fisico dell'interno di un edificio di culto sulla base delle possibili percezioni visivo/uditivo a partire da diversi punti di vista con significativi risvolti nell'interpretazione funzionale, rituale e sociale degli spazi.

Percezione del suono

Lo spazio sonoro, in un mondo sostanzialmente silenzioso, come doveva essere quello rurale antico, è un elemento del paesaggio su cui vale la pena soffermarsi: il suono scandiva i ritmi liturgici, i ritmi del giorno e della notte, i ritmi del lavoro. I tenutari del tempo, almeno fino al tardo medioevo erano gli edifici religiosi, che con le campane avevano il potere di scandire il passare delle ore e la fine della giornata.

Per comprendere il paesaggio sonoro, chi scrive con G. Castiglia e C. Menghini, ha sviluppato uno studio su tre contesti monastici in Provincia di Arezzo, ovvero Camaldoli, San Fedele e Farneta. Il tema del lavoro si intreccia sicuramente con quello della gestione del patrimonio dei complessi monastici, elemento garante per la rendita interna e per il surplus dedicato al mercato esterno. Ogni monastero, infatti, godeva di proprietà legate sia al territorio circostante oppure dislocate in aree lontane; questo dipendeva dall'importanza dell'istituzione e da quante donazioni riceveva, soprattutto da famiglie nobili. La ricchezza che derivava da queste azioni regalava al monastero ampio spazio di manovra non solo

su questioni interne, ma soprattutto esterne, poiché in queste donazioni non erano contemplati solo suoli agricoli o boschi, ma anche ospitali per pellegrini, mercati, mulini e strade.

In assenza di dati relativi alla frequenza delle campane di queste località abbiamo scelto di utilizzare un dato “medio” di 400 Hz, ricavato da analisi effettuate su alcune campane europee tra tardo medioevo ed età moderna. Per analizzare il propagarsi del suono in ambiente spaziale sono necessari un *raster* Modello digitale del terreno, *raster* sull’uso del suolo, classificato in: incolto, foresta con alberi ad alto fusto, foresta con alberi a basso fusto, terreni coltivati e/o erbosi, arbusti e cespugli, aree occupate da insediamenti umani, acqua, frequenza del suono, umidità atmosferica e temperatura, direzione e velocità del vento.

Non essendo a conoscenza di alcuni di questi dati, sono stati utilizzati dei valori di *default*, con l’intenzione di creare un modello teorico di massima, da confrontare poi con le analisi di visibilità e del bacino di approvvigionamento. La definizione dell’areale di udibilità di una campana, ossia lo spazio acustico e sonoro generato dalla presenza di un monastero, ha consentito di proporre alcune riflessioni nella ricostruzione della geografia politico-religiosa di un territorio. Questo metodo di valutazione spaziale della potenziale “area di influenza” di un monastero rappresenta un utile strumento, non deterministico, da incrociare con ulteriori analisi spaziale e con una costante interazione con altri tipi di fonti disponibili sia di tipo documentario e archivistico che di tipo archeologico e paleoambientale.

Un simile approccio di modellizzazione GIS del ruolo dello “spazio sonoro” create dalle campane delle chiese è stato applicato al paesaggio boscoso e montano di *Polhograjsko hribovje* nella Slovenia centrale caratterizzato da una rete di chiese costruite nel XIV e XV secolo. La costruzione di mappe della propagazione del suono delle campane e del relativo areale di percezione e diffusione acustica ha permesso di meglio definire l’influenza e l’impatto della presenza delle chiese di questo territorio fitto di boschi. Il suono delle campane infatti era un segno concreto del ruolo della chiesa nel paesaggio come indicatore di tempo, mezzo di informazione (eventi quotidiani o pericoli) e di comunicazione tra le comunità. Il suono e lo spazio sono da esso derivato, quindi, era anche un mezzo di potere attraverso il quale la Chiesa dominava ideologicamente il paesaggio, una forza concreta di influenza religiosa e politica tale da rimanere impressa anche in alcuni racconti popolari sloveni i cui poteri di pericolose creature pagane ha effetto solo e unicamente al di fuori dell’orizzonte acustico delle campane

della chiesa. La possibilità di definire spazialmente lo spazio acustico/sonoro prodotto dalle campane delle chiese è uno strumento utile per ragionare in termini spaziali e geografici sul ruolo della rete ecclesiastica a scala territoriale.

Analisi della viabilità

La relazione tra viabilità e reti ecclesiastiche, soprattutto altomedievali, è diventato, con l'avanzare della ricerca, un vero e proprio paradigma, basandosi sul concetto (peraltro ben documentato archeologicamente e topograficamente) che lo sviluppo delle prime chiese si sviluppò sulle antiche strade romane. In questa sede non ci occuperemo di questo argomento, ampiamente trattato in altre sedi e discusso. Prenderemo in considerazione invece le circostanze in cui la ricostruzione della rete stradale (principale e secondaria) in relazione alle chiese in un determinato territorio ha contribuito alla conoscenza del paesaggio antropizzato. Il caso studiato in Toscana da G. Macchi va esattamente in questa direzione. L'autore parte dal preconconcetto (analizzandolo) del danese Plesner secondo cui la rete stradale medievale era il risultato delle direttrici di collegamento tra pievi e città.

Macchi ha quindi collegato, attraverso il calcolo dei percorsi le pievi con la città a loro più vicina in termini di costi di trasporto, evidenziando una certa corrispondenza tra la rete generata e la Francigena in val d'Elsa e tra val d'Orcia e val d'Arbia, tra Arezzo e Firenze con la via dei Setteponti.

BIBLIOGRAFIA RAGIONATA (1990-2018)

TUTORIAL

Canale YouTube MediArG (Medieval Archaeology Grosseto) <https://www.youtube.com/channel/UCxJ9gZWridD2HhPJO6zJJhQ>

GIS E ARCHEOLOGIA (GENERALE)

ALLEN, GREEN, ZUBROW 1990 = K.M.S. ALLEN, S.W. GREEN, E.B.W. ZUBROW (ed.), *Interpreting Space: GIS and Archaeology*, New York 1990.

CONOLLY, LAKE 2006 = J. CONOLLY, M. LAKE, *Geographical information systems in archaeology*, Cambridge 2006.

FORTE 2002 = M. FORTE, *I sistemi Informativi Geografici in archeologia*, Roma 2002.

FRONZA, NARDINI, VALENTI 2009 = V. FRONZA, A. NARDINI, M. VALENTI, *Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese*, Firenze 2009, sul GIS capitoli 3, 4, 5.

GILLINGS, MATTINGLY, VAN DALEN 1999 = M. GILLINGS, D. MATTINGLY, J. VAN DALEN (ed.), *Geographical Information Systems and Landscape Archaeology*, Oxford 1999.

GOTTARELLI 1997 = A. GOTTARELLI (ed.), *Sistemi informativi e reti geografiche in archeologia: GIS-Internet. VII Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia, Certosa di Pontignano 1995*, Firenze 1997.

GRAU MIRA 2006 = I. GRAU MIRA (ed.), *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje*, Alicante 2006.

LOCK, STANCIC 1995 = G. LOCK, Z. STANCIC, *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*, London 1995.

MASCHNER 1996 = MASCHNER (ed.), *New methods, old problems: geographic information systems in modern archaeological research*, Carbondale 1996.

WAGTENDONK *et al.* 2009 = A. WAGTENDONK, P. VERHAGEN, K. JENESON, S. SOETENS, M. DE KLEIJN, *Past in place: the role of geo-ICT in present-day archaeology*, in H. J. SCHOLTEN, R. VAN DE VELDE, N. VAN MANEN (ed.), *Geospatial technology and the role of location within science*, Dordrecht 2009, pp. 59-86.

ANALISI SPAZIALI IN ARCHEOLOGIA (APPLICAZIONI GENERALI)

CASAROTTO 2018 = A. CASAROTTO, *Spatial patterns in landscape archaeology: a GIS procedure to study settlement organization in early Roman colonial territories*, Leiden 2018.

DE SILVA, PIZZIOLO 2001 = M. DE SILVA, G. PIZZIOLO, *Setting up a "Human Calibrated" Anisotropic Cost Surface for Archaeological Landscape Investigation*, in Z. STANČIČ, T. VELJANOVSKI (ed.), *Computing Archaeology for Understanding the Past. CAA 2000. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Proceedings of the 28th Conference, Oxford, pp. 279-288.

GILLINGS 2015 = M. GILLINGS, *Mapping invisibility: GIS approaches to the analysis of hiding and seclusion*, in *Journal Archaeological Science*, 62 (2015), pp. 1-14.

GILLINGS, HACIGÜZELLER, LOCK 2020 = M. GILLINGS, P. HACIGÜZELLER, G. LOCK (ED.), *Archaeological Spatial Analysis: A Methodological Guide*, London 2020.

HERZOG 2014 = I. HERZOG, *Least-Cost paths – some methodological issues*, in *Internet Archaeology*, 36 (2014).

LOCK 2000 = G. LOCK, *Beyond the map. Archaeology and spatial technologies*, Amsterdam 2000.

MCCOY, LADEFOGED 2009 = M. D. MCCOY, T. N. LADEFOGED, *New developments in the use of spatial technology in archaeology*, in *Journal of Archaeological Research*, 17(3), pp. 263-295.

PALIOU, LIEBERWIRTH, POLLA 2014 = E. PALIOU, U. LIEBERWIRTH, S. POLLA (ed.), *Spatial analysis and social spaces: interdisciplinary approaches to the interpretation of prehistoric and historic built environments*, Berlin/Boston 2014.

- POLLA, VERHAGEN 2014 = S. POLLA, P. VERHAGEN (ed.), *Computational Approaches to the Study of Movement in Archaeology*, Berlin 2014.
- ROBERTSON, SEIBERT, FERNANDEZ 2006 = E. C. ROBERTSON, J. D. SEIBERT, D. FERNANDEZ (ed.), *Space and spatial analysis in archaeology*, Calgary 2006.
- RODIER *et al.* 2011 = X. RODIER, O. BARGE, L. SALIGNY, L. NUNINGER, F. BERTONCELLO (ed.), *Information spatiale et archéologie*, Paris 2011.
- VAN LEUSEN 2002 = P. M. VAN LEUSEN, *Pattern to process. Methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*, Groningen 2002.
- VERHAGEN 2007 = P. VERHAGEN, *Case studies in archaeological predictive modelling*, Leiden 2007.
- VERHAGEN 2017 = P. VERHAGEN, *Spatial Analysis in Archaeology: Moving into New Territories*, in C. Siart, M. Forbriger, O. Bubbenzer (ed.) *Digital Geoarchaeology. New Techniques for Interdisciplinary Human-Environmental Research*. Cham 2017, pp. 11-25.
- WESCOTT, BRANDON 2000 = K. WESCOTT, R. J. BRANDON, *Practical Applications of GIS for Archaeologists: A Predictive Modelling Toolkit*, London 2000.
- WHEATLEY, GILLINGS 2002 = D.W. WHEATLEY, M. GILLINGS, *Spatial Technology and Archaeology: the archaeological applications of GIS*, London 2002.

APPLICAZIONI GIS E ARCHEOLOGIA CRISTIANA

- BOUVARD 2016 = E BOUVARD, *Empreintes monastiques en moyenne montagne du XIIe siècle à l'Actuel. Archéologie des espaces et des paysages cisterciens dans les anciens diocèses de Clermont et du Puy*, Lyon 2016.
- CHAREILLE, RODIER ZADORA-RIO 2004 = P. CHAREILLE, X. RODIER, E.TH ZADORA-RIO, *Analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine à l'aide d'un SIG*, in *Histoire et Mesure*, EHESS, 19(3/4) pp. 317-343.
- CHATFORD CLARK 2007 = D. L. CHATFORD CLARK, *Viewing the liturgy: a space syntax study of changing visibility and accessibility in the development of the Byzantine church in Jordan*, in *World Archaeology*, 39(1), pp. 84-104.

- CITTER 2017 = C. CITTER, *La ricerca topografica per lo studio delle scelte insediative dei monasteri altomedievali*, in *Monachesimi d'oriente e d'occidente nell'alto medioevo, LXIV Settimane di studio della Fondazione Centro italiano di studi sull'alto medioevo, 31 marzo-6 aprile 2016 Spoleto*, Spoleto 2017, pp. 567-586.
- HULL 2008 = D. HULL, *A Spatial and Morphological Analysis of Monastic Sites in the Northern Limestone Massif, Syria*, in *Levant*, 40(1), pp. 89-113.
- KAMPA, ISPIKOUDIS 2012 = M. KAMPA, I. ISPIKOUDIS, *Cultural forces in the creation of landscapes of south-eastern Rhodope: Evolution of the Byzantine monastic landscape*, in S.J. Kluiwing, E.B. Guttmann-Bond (ed.), *Landscape Archaeology between Art and Science: From a Multi- to an Interdisciplinary Approach*, Amsterdam, pp. 71-80.
- KONDYLI 2010 = F. KONDYLI, *Tracing monastic economic interests and their impact on the rural landscape of Late Byzantine Lemnos*, in *Dumbarton Oaks Papers*, 64 (2010), pp. 129-150.
- MACCHI JANICA 2001 = G. MACCHI JANICA, *Modelli matematici per la ricostruzione dei paesaggi storici*, in *Archeologia e Calcolatori*, 12, pp. 143-165.
- MASON, WILLIAMSON 2017 = A. MASON, T. WILLIAMSON, *Ritual Landscapes in Pagan and Early Christian England*, in *Fragments: Interdisciplinary Approaches to the Study of Ancient and Medieval Pasts*, 6, pp. 80-109.
- MLEKUZ 2004 = D. MLEKUZ, *Listening to landscapes: modelling past soundscapes in GIS*, in *Internet Archaeology* 16.
- PALIOU, KNIGHT 2013 = E. PALIOU, D. J. KNIGHT, *Mapping the senses: perceptual and social aspects of late antique liturgy in San Vitale, Ravenna*, in F. Contreras, J. Melero (ed.), *Proceedings of CAA. 2010, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Oxford 2013, pp. 229-236.
- ROUBIS *et al.* 2009 = D. ROUBIS, F. SOGLIANI, A. M. MERCURI, C. A. ACCORSI, M. BANDINI MAZZANTI, G. BOSI, A. FLORENZANO, I. MASSAMBA N'SIALA, *Exploiting a monastic territory: a multi-disciplinary approach using GIS and pollen analysis to study the medieval landscape of the Jure Vetere monastery (Calabria-Italy)*, in J. P. MOREL, A. M. MERCURI (ed.), *Plants and culture: seeds of the cultural heritage of Europe*, Bari 2009, pp. 107-120.