

GIS CLOUD PER L'ARCHEOLOGIA. STRUMENTI OPEN SOURCE PER LA GESTIONE E CONDIVISIONE DEI DATI

1. CARTE ARCHEOLOGICHE: SIT, WEBGIS E GIS CLOUD

Le carte archeologiche costituiscono strumenti imprescindibili per la ricostruzione delle dinamiche evolutive del popolamento di un territorio e dello sviluppo storico di un insediamento antico. Come è noto, fin dall'avvio nel 1881 del progetto della *Carta Archeologica d'Italia*, alla base di questa tipologia di ricerche si pone la loro utilità sia ai fini della ricostruzione storica che della tutela; fondamentali sono poi la centralità della ricognizione diretta del contesto di studio, quale momento di accrescimento della conoscenza dell'evidenza antica, e la necessità di un preciso posizionamento cartografico (ovvero sulla migliore base disponibile) dei resti antichi, che devono essere completamente e analiticamente documentati (GAMURRINI *et al.* 1972, V; CASTAGNOLI 1978, 78-80).

Con queste finalità e premesse metodologiche, le carte archeologiche, oggi supportate anche da nuove tecnologie come le prospezioni geofisiche e il telerilevamento satellitare che si è affiancato a quello aereo, si pongono come "catasti" il più possibile completi dei beni archeologici di un determinato contesto di indagine, sia territoriale che urbano; le carte costituiscono la sintesi di quanto individuato sul terreno o acquisito mediante altre tipologie di ricerche sistematiche (analisi delle fonti letterarie antiche, storiche, cartografiche e toponomastiche, della documentazione d'archivio e della bibliografia esistente, non solo quella specialistica), che viene posizionato geograficamente, schedato e documentato. Se dunque le carte archeologiche sono fondamentali per risolvere le problematiche della conoscenza e valutazione del patrimonio culturale, che si presentano sempre con maggiore urgenza in rapporto allo sviluppo costante del territorio e delle aree urbane, affinché tali strumenti di ricerca siano funzionali anche per la conservazione, la valorizzazione e la possibile fruizione dei beni archeologici ed architettonici, è necessario che siano rapidamente accessibili agli Enti che operano direttamente nei settori della tutela e della pianificazione.

L'"accatastamento" delle evidenze antiche, ovvero la loro georeferenziazione su cartografie adeguate, aggiornate, possibilmente numeriche, costituisce il presupposto obbligatorio per ogni tipo di intervento, poiché rende ufficiale la conoscenza, la valutazione e la posizione di un determinato bene. La necessità di acquisire e gestire una notevole mole di informazioni,

implica, inoltre, l'esigenza di integrare le carte archeologiche in Sistemi Informativi Territoriali dedicati (GUAITOLI 2003, 2009 e 2012). Negli ultimi due decenni ciò è avvenuto in numerosi progetti di ricerca, con un proliferare di piattaforme GIS, evolute nel corso degli anni di pari passo con lo sviluppo dei pacchetti software, che permettono di gestire e integrare velocemente dati eterogenei e di realizzare interrogazioni spaziali, geografiche e alfanumeriche delle banche dati collegate, in costante aggiornamento.

La carta archeologica integrata nel SIT si pone pertanto come strumento fondamentale per la tutela delle evidenze antiche e la programmazione della crescita e dello sviluppo del territorio che si integra con la conservazione dei beni archeologici e monumentali; da questa carta, intesa come "base di conoscenza", dovrebbe poi derivare l'elaborazione di cartografie tematiche, comprese quelle cosiddette di "rischio" e di "potenziale" archeologico, richieste dalla legislazione sull'Archeologia Preventiva (L. 163/2006) e fondamentali per la PAP (Procedura di Archeologia Preventiva) nell'ambito della VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) e per la VIARCH (Valutazione di Impatto Archeologico) nell'ambito della VAS (Valutazione Ambientale Strategica) (CALAON, PIZZINATO 2011; GUERMANDI 2011).

Le cartografie tematiche che possono essere estratte da questo tipo di SIT consentono non solo di valutare possibili danni, ma anche di stimare le priorità degli interventi necessari a evitarli e di impostare una corretta pianificazione e gestione sia dei beni archeologici che del loro territorio di pertinenza, ponendosi come contenuti essenziali dei Piani Paesaggistici Regionali (PPR) e dei Piani Urbanistici Comunali (PUC). È evidente dunque come l'ampia base conoscitiva contenuta nelle carte archeologiche costituisca un indispensabile strumento a disposizione delle politiche di gestione e valorizzazione del patrimonio culturale, così come delle iniziative di promozione e diffusione delle conoscenze a differenti livelli (didattico, divulgativo, scientifico). Proprio con queste finalità, essenzialmente di condivisione e diffusione dei contenuti di ricerche archeologiche su contesti più o meno ampi, sono stati sviluppati negli ultimi anni vari webGIS a differenti livelli di scala (scavo, insediamento, territorio/paesaggio), ovvero piattaforme che attraverso la rete Internet consentono a più categorie di utenti (dagli specialisti, agli amministratori, ai turisti) l'accesso a dati geospaziali e l'inserimento o la consultazione delle informazioni (DJINDJIAN 2008; SCIANNA, VILLA 2011, con bibliografia precedente; sui prodotti per la comunicazione archeologica e le problematiche connesse cfr. SEMERARO 2009 e ZANINI, RIPANTI 2012); molti di essi prevedono inoltre l'utilizzo di strumenti open source, che permettono di limitare i costi di avvio e di mantenimento del sistema e di ottenere soluzioni flessibili, con la possibilità di aggiornare continuamente i pacchetti software e garantire una costante efficienza degli applicativi.

Oltre agli esempi citati in una rassegna di pochi anni fa (MOSCATI 2008, in partic. 21-23), tra le piattaforme più recenti, a scala urbana e territoriale, possono essere menzionati il sistema RAPTOR (Ricerca Archivi e Pratiche per la Tutela Operativa Regionale), sviluppato dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia in collaborazione con la ditta archeologica Arc-Team s.a.s. (FRASSINE, NAPONIELLO 2012), il SITAR (Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma), realizzato dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma (SERLORENZI 2011; SERLORENZI *et al.* 2012), e MAPPA (Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico), sviluppato dai Dipartimenti di Scienze Archeologiche, Matematica e Scienze della Terra dell'Università di Pisa (ANICHINI *et al.* 2012, 2013), che possono essere tutti a pieno titolo inseriti tra le piattaforme webGIS finalizzate al cosiddetto *Cultural Resource Management*¹.

2. I CASI DI STUDIO DI LECCE E TAORMINA

Se i webGIS archeologici costituiscono una soluzione al problema della diffusione e della condivisione di dati spaziali e alfanumerici sul patrimonio culturale, con l'intento di favorire le politiche di tutela e una pianificazione urbana e territoriale che puntino anche alla conservazione e alla valorizzazione dei resti antichi, nei progetti che vedono la cooperazione tra più Enti di ricerca si pone a volte la necessità di condividere uno spazio di lavoro, non solo in fase di consultazione e interrogazione, ma anche in quella di implementazione delle banche dati cartografiche e alfanumeriche. Per venire incontro a queste esigenze, il Laboratorio di Topografia Antica, Archeologia e Telerilevamento dell'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM) del CNR, che vanta già una discreta esperienza nei webGIS open source (CASTRIANNI *et al.* 2008, 2010a, 2010b; DI GIACOMO, SCARDOZZI 2009, 2010; DI GIACOMO, MONTE, SCARDOZZI 2011), sta sviluppando una piattaforma del tipo GIS cloud applicata ai due casi di studio di Lecce e Taormina.

¹ Online esistono vari elenchi di webGIS archeologici (MARRAS 2013); tra gli altri, possono anche essere ricordati il *Po-Basyn (Po Valley and Bronze Age Settlement Dynamics)*, sviluppato da varie Università italiane (tra cui Milano Bicocca, Bologna e Scuola Superiore S. Anna di Pisa: MANTEGARI, MOSCA, DE SALVO 2011; CATTANI, DANCKERS 2013), e il Progetto *Castellum Vervassium*, sviluppato dalla Soprintendenza per i Beni Librari, Archivistici e Archeologici della Provincia di Trento e dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia, in collaborazione con la Arc-Team s.a.s. (ENDRIZZI *et al.* 2011), oltre a varie esperienze in Campania, per le quali cfr. MIELE 2011. Interessanti, inoltre, anche alcune applicazioni all'estero, come quelle ad Arslantepe ed Elaiussa Sebaste, in Turchia, da parte del Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Ambiente e Geotecnologie del Politecnico di Torino e del Dipartimento di Scienze Storiche, Archeologiche e Antropologiche dell'Antichità dell'Università di Roma "La Sapienza" (AGOSTO, ARDISSONE, RINAUDO 2007; ARDISSONE, RINAUDO 2009), oppure quelle nella cittadella di Erbil, nel Kurdistan iracheno, da parte dell'Istituto Italiano per l'Africa e l'Oriente (BOGDANI 2011).

Nel primo caso, la ricerca è svolta in collaborazione con i Laboratori di Informatica per l'Archeologia (anch'esso con una lunga esperienza nel campo dei GIS web-oriented: SEMERARO 2007, 2011) e di Archeologia del Dipartimento di Beni Culturali dell'Università del Salento e con la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia, mentre nel secondo la carta archeologica è implementata in collaborazione con il Dipartimento di Scienze dell'Antichità dell'Università di Messina e il Servizio per i Beni Archeologici della Soprintendenza per i Beni Culturali e Ambientali della Provincia di Messina². In entrambi i casi, il sistema di cloud computing sviluppato e dedicato a servizi webGIS permette di sfruttare le risorse hardware e software distribuite tra i vari partner dei progetti per realizzare servizi online; grazie al GIS *in the cloud*, infatti, i vari Enti possono condividere i risultati delle ricerche e implementare sia dati spaziali che alfanumerici.

Entrambi i casi di studio sono costituiti da città a continuità di vita, nelle quali le esigenze di crescita e sviluppo urbano vanno necessariamente integrate con quelle della conservazione dei monumenti antichi e della loro valorizzazione; sia a Lecce che a Taormina, nonostante esista una lunga tradizione di studi, in particolare su singoli contesti, molto deve ancora essere fatto nella ricostruzione della *forma* della città messapica, in un caso, e di quella greca nell'altro, nonché delle loro trasformazioni in epoca romana (in generale su Taormina cfr. LENTINI 2005; CAMPAGNA, LA TORRE 2008; CAMPAGNA 2009; BATTISTONI, GULLETTA 2011; su Lecce cfr. GIARDINO 1994, 1995; D'ANDRIA 1995, 1999; GIARDINO, ARTHUR, CIONGOLI 2000; ARTHUR, TINELLI, VETERE 2008; GIARDINO 2008; GIARDINO, LANOCE 2011; GÜLL 2011; CAPRINO, GHIO, SASSO 2013; CANESTRINI, CACUDI 2014). È necessario, in entrambi i casi, citando il titolo di GIARDINO, ARTHUR, CIONGOLI 2000, ricomporre e integrare tra loro i "frammenti di una storia" che è dispersa in molti punti dei due centri storici e nelle aree immediatamente circostanti; si tratta quindi di georeferenziare su una base cartografica aggiornata (e con una scala di dettaglio idonea allo studio di un insediamento antico) tutte le presenze archeologiche già note e soprattutto i rinvenimenti a seguito di scavi di emergenza condotti negli ultimi decenni da Soprintendenze e Università, per lo più inediti³. La carta archeologica costituisce quindi la base su cui

² La ricerca a Lecce è coordinata dal prof. Francesco D'Andria dell'Università del Salento e svolta in collaborazione anche con la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Puglia; nel caso di Taormina, invece, le attività di ricerca sono coordinate dal dott. Lorenzo Campagna dell'Università di Messina e vedono la collaborazione anche del Parco Archeologico di Naxos.

³ In estrema sintesi, il CNR-IBAM è responsabile della georeferenziazione delle evidenze archeologiche e della gestione della cartografia numerica, mentre gli altri Enti implementano le banche dati alfanumeriche del GIS cloud; il CNR-IBAM, inoltre, integra i dati acquisiti nel corso delle ricerche archeologiche con prospezioni georadar e in alcuni casi anche geoelettriche (grazie alle attrezzature e competenze del Laboratorio di Geofisica per l'Archeologia), nel caso di Lecce (dove le indagini vengono condotte in molte aree pubbliche del centro storico), e con lo studio delle fotografie aeree storiche, nel caso di Taormina, dove le riprese effettuate durante la Seconda Guerra

contestualizzare tutte le conoscenze sulle due città (Figg. 1-2), con particolare attenzione per le fasi messapico-romana ed ellenistico-romana, senza trascurare le successive trasformazioni di epoca medievale, che hanno visto, nel caso di Lecce, una sostanziale continuità di insediamento e, in quello di Taormina, uno spostamento verso SO dell'abitato di epoca bizantina; la carta, componendo così un quadro di sintesi della conoscenza archeologica, costituisce la base operativa su cui impostare le successive e più importanti fasi di elaborazione, interpretazione dei dati e ricostruzione dell'antico tessuto urbano.

L'attività di ricerca, in entrambi i casi ancora in corso, non si sta limitando alla precisa georeferenziazione di quanto noto dalle precedenti indagini. Nel caso di Lecce, il posizionamento cartografico sistematico dei resti archeologici viene integrato con estese attività di prospezione geofisica al fine di approfondire la conoscenza di specifici contesti, come la zona in cui si trova l'Ipogeo Palmieri, monumentale tomba a camera di fine IV sec. a.C. situata al di sotto dell'omonimo palazzo, nel settore occidentale del centro storico, oppure le aree dell'anfiteatro e del teatro (Figg. 3-4), in quello orientale, entrambi realizzati nella prima età imperiale, oppure ancora alcune aree a ridosso del Castello Carlo V e delle fortificazioni cinquecentesche, che ricalcano in parte le mura basso-medievali a loro volta impostate, in molti punti, su quelle messapiche.

Le attività di ricerca stanno contribuendo ad arricchire e dettagliare ulteriormente la ricostruzione dell'evoluzione storica della città, in particolare tra l'epoca messapica e quella romana. Nel corso del IV sec. a.C. si assiste alla trasformazione di Lecce in un abitato di tipo urbano, anche con la costruzione, alla fine del secolo, di una cinta muraria (largh. 7 m) realizzata con grandi blocchi di calcare locale, che con un percorso di ca. 3 km racchiudeva una superficie di ca. 60 ettari, in gran parte coincidente con l'attuale centro storico; le aree abitate appaiono intervallate da spazi liberi, aree pubbliche, luoghi di culto e necropoli, costituite per lo più da tombe a fossa scavate nel banco roccioso, ma anche da grandi camere ipogeiche, e realizzate sia all'esterno che all'interno dell'abitato, come nell'area del già ricordato Ipogeo Palmieri (Fig. 1, A), in uso fino al II sec. a.C., o in quella in cui sorgerà l'anfiteatro (scavi precedenti la costruzione della Banca d'Italia e del Palazzo INA: Fig. 1, B-C). La *Lupiae* romana, divenuta municipio ascritto alla tribù *Camilia* dopo la guerra sociale, è caratterizzata da un significativo sviluppo urbano tra la fine della Repubblica e la prima età imperiale, quando invece si assiste al declino della vicina città di *Rudiae*, posta appena 2 km più a SO. In questa fase tutte le necropoli sono all'esterno dell'area urbana,

Mondiale e negli anni precedenti permettono di recuperare interessanti dati sulle aree dell'impianto di epoca ellenistico-romana che non erano state ancora interessate dalla moderna urbanizzazione (CASTRIANNI *et al.* 2010b, 202-208).

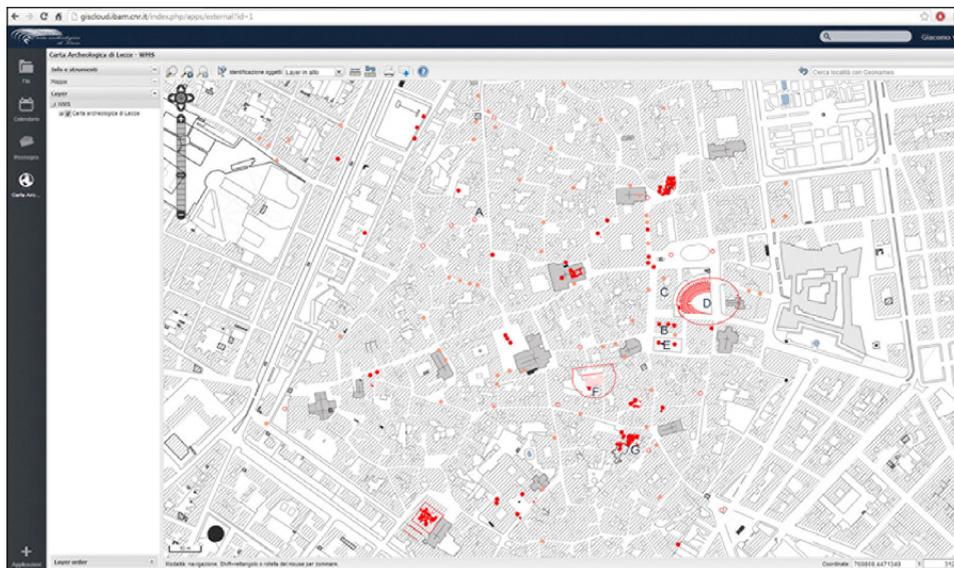


Fig. 1 – Interfaccia utente del GIS cloud della Carta Archeologica di Lecce: il servizio cartografico.

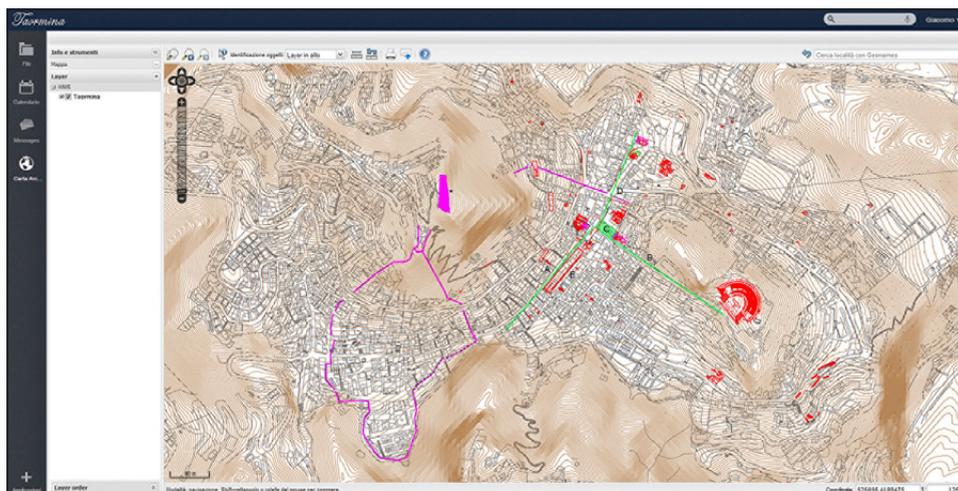


Fig. 2 – Carta Archeologica di Taormina: vista d'insieme dell'abitato e delle evidenze archeologiche all'interno del servizio cartografico del GIS cloud. In rosso sono indicati i resti di epoca ellenistica e romana, in fucsia quelli di età medievale; in verde sono evidenziati i principali assi viari antichi e l'area di piazza Vittorio Emanuele II.



Fig. 3 – Lecce: vedute dei resti dell'anfiteatro e del teatro, gli unici due monumenti attualmente visibili di *Lupiae*, messi in luce negli anni Trenta del XX sec. (foto G. Caldarola).

nella quale vengono realizzate grandi opere che vanno a monumentalizzare il settore orientale della città; qui, a breve distanza tra loro, sono costruiti l'anfiteatro e il teatro (Fig. 1, D e F), un edificio termale individuato in piazzetta S. Chiara, subito a S del secondo edificio (Fig. 1, E), un tempio forse dedicato ad Apollo posto nelle vicinanze e un altro tempio dedicato a Iside, recentemente individuato al di sotto di Palazzo Vernazza, subito a SE del teatro (Fig. 1, G), mentre secondo la tradizione il foro potrebbe essersi trovato nell'area di piazza Duomo.

Nel caso di Taormina, le ricerche stanno consentendo di acquisire interessanti dati per la ricostruzione dell'impianto urbano della città greca, *Tauromenion*, fondata intorno alla metà del IV sec. a.C. sulle terrazze del pendio orientale del Monte Tauro, affacciate sulla costa ionica della Sicilia, e delle sue trasformazioni in epoca romana; questo anche grazie alla possibilità di ubicare i resti antichi nella precisa posizione altimetrica, molto importante per la loro contestualizzazione e interpretazione in rapporto ai vari settori dell'impianto, considerata l'articolata orografia del sito. Già in epoca ellenistica la città presentava uno schema urbano regolare adattato, negli orientamenti dei vari settori, all'andamento e alle pendenze dei diversi terrazzi che li ospitavano. In generale, gli assi principali dell'impianto, mantenuto seppur con ristrutturazioni anche in epoca romana, possono essere riconosciuti in due strade, non perfettamente ortogonali tra loro, grossomodo corrispondenti agli attuali corso Umberto I e via del Teatro Greco (Fig. 2, A-B), rispettivamente lunghe almeno 300 e 360 m e orientate SO-NE e SE-NO; la prima percorreva la terrazza sottostante il Monte Tauro, oggi dominato dal castello medievale, mentre l'altra la terrazza alla cui estremità orientale sorge il teatro, realizzato in epoca ellenistica e radicalmente rinnovato in epoca romana.

A SE del punto in cui le due strade si incrociano si trova piazza Vittorio Emanuele II (Fig. 2, C), tradizionalmente identificata con l'*agorà* greca e il foro

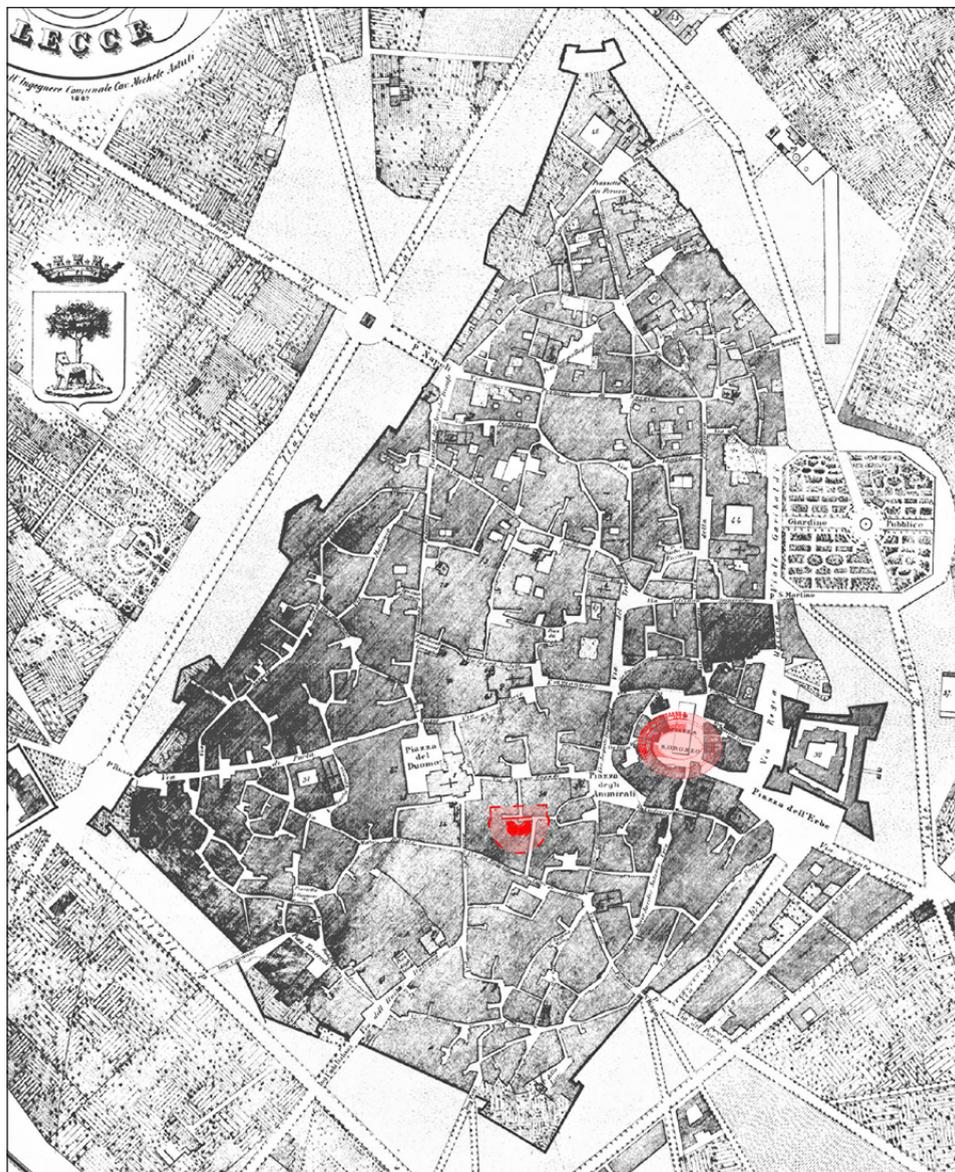


Fig. 4 – Lecce, i resti dell’anfiteatro e del teatro posizionati in un dettaglio della planimetria storica della città disegnata da Michele Astuti nel 1882, prima che i due monumenti fossero portati alla luce; se ne evidenzia l’ubicazione all’interno del tessuto urbano del centro storico precedente le trasformazioni di fine ’800 e del ’900.

romano⁴. Subito a NO della piazza vi era un edificio templare di epoca ellenistica, a O del quale in epoca imperiale fu costruito un *odeon* che lo sfruttava come scena (su parte di entrambi fu poi realizzata la seicentesca Chiesa di S. Caterina), mentre a E si trovavano le terme, costruite sempre in età imperiale su un edificio di epoca ellenistica, variamente interpretato come *bouleuterion* e, di recente, come ginnasio; sul lato meridionale sono state individuate altre strutture che chiudevano la piazza, inglobate successivamente nella Chiesa di S. Maria in Valverde, mentre resta invece incerta la sistemazione dell'area immediatamente a O dell'*agorà*, in direzione della cd. Naumachia (Fig. 2, E). Questa si trovava lungo il lato SE di corso Umberto I, a quota più bassa rispetto alla strada; si tratta di una struttura monumentale (lunghezza ca. 120 m, larghezza 18 m) di epoca imperiale, che fungeva da terrazzamento e che almeno in parte era utilizzata come cisterna, con facciata movimentata da nicchie⁵. L'edificio, costruito su una *stoà* di epoca ellenistica, prospettava a SE su una vasta piazza, posta a una quota inferiore di 5-6 m rispetto all'*agorà* e ben documentata dalle vedute e dalla cartografia storica a partire dal XVI sec.; quest'area, il cd. Giardinazzo, a pianta rettangolare allungata in senso SO-NE in direzione dell'*agorà* (con cui costituiva forse un unico vasto spazio pubblico, articolato su due livelli e con funzioni differenti), compare poi in varie fotografie della fine dell'800 e dei primi del '900 e in alcune carte catastali e riprese aeree degli anni Venti e Trenta del secolo scorso (Fig. 5), che la mostrano ancora in parte libera da edifici moderni, prima che la successiva urbanizzazione cancellasse definitivamente l'aspetto antico di quest'area.

La collaborazione nei progetti di ricerca su Lecce e Taormina non solo di Enti di Ricerca ma anche di Istituzioni preposte alla tutela comporta inoltre che le cartografie archeologiche costituiscano una base di conoscenza e valutazione dei resti antichi ai fini della loro conservazione; destinatari ultimi dei lavori sono poi le due amministrazioni comunali – nel caso di Lecce è già in atto la collaborazione con il Settore Sistemi Informativi del Comune – che integrandone i risultati nei propri strumenti di programmazione potranno realizzare interventi di pianificazione che assicurino non solo il rispetto delle evidenze antiche, ma anche la loro valorizzazione. E queste ultime non sono affatto finalità secondarie nei progetti su Lecce e Taormina; anzi, le potenzialità del GIS cloud sono tali da poter permettere un'efficace diffusione dei dati per differenti tipologie di utenti, dagli amministratori ai turisti. In quest'ottica, va infine ricordato che alcuni dei recenti progetti sulle *Smart Cities* nel settore

⁴ Da piazza Vittorio Emanuele, una terza strada (Fig. 2, D), sempre non ortogonale alle altre due e parzialmente ricalcata dalla prosecuzione di corso Umberto, si allungava verso NE per almeno 230 m fino all'area occupata dal tempio ellenistico di Serapide, inglobato nella seicentesca Chiesa di S. Pancrazio.

⁵ Una parte dell'attività di ricerca è stata dedicata allo studio delle varie cisterne per la raccolta e conservazione dell'acqua presenti nei terrazzamenti lungo il pendio orientale del Monte Tauro e alla ricostruzione dei tracciati degli acquedotti che raggiungevano la città.



Fig. 5 – Taormina: foto aerea obliqua del centro della città scattata dalla Regia Aeronautica il 29 agosto del 1927 (Aerofototeca Nazionale); il riquadro evidenzia l'area del cd. Giardinazzo, ancora in parte libera da edifici.



Fig. 6 – Taormina: i resti della *domus* presso Villa S. Pancrazio (A-B), delle terme (C) e del tempio di Serapide inglobato nella Chiesa di S. Pancrazio (D).

“Cultura e Turismo” prevedono l'utilizzo di piattaforme cloud per la realizzazione di percorsi di visita personalizzati da parte di utenti che possono accedere ai dati sul patrimonio culturale mediante le proprie *mobile devices*, ormai sempre più diffuse (cfr. *infra*)⁶.

Nei due specifici casi di studio, l'obiettivo è di ampliare l'offerta turistica a monumenti appartenenti alle fasi più antiche delle città e che si trovano in abbandono sebbene siano posti a pochi metri dai principali percorsi turistici (come, a Taormina, la grande *domus* presso Villa San Pancrazio e le terme, entrambe di epoca imperiale, o l'ellenistico tempio di Serapide inglobato nella Chiesa di S. Pancrazio: Fig. 6), oppure non accessibili o visibili (come, a Lecce, l'Ipogeo Palmieri, all'interno di una delle principali aree di necropoli di epoca messapica, o il tempio di Iside sotto Palazzo Vernazza e i resti archeologici delle terme di piazzetta S. Chiara, ricoperti dopo lo scavo), oppure ancora poco comprensibili nel loro sviluppo complessivo a causa del parziale stato di conservazione dei resti messi in luce (come, sempre a Lecce, il teatro, di cui si conserva solo l'*ima cavea*, e l'anfiteatro, visibile soltanto per metà).

G.S.

3. PIATTAFORME GIS CLOUD PER L'ARCHEOLOGIA: ARCHITETTURE HARDWARE E SOFTWARE

Secondo la definizione del National Institute of Standards and Technology (NIST) il cloud computing è uno strumento che facilita l'accesso in mobilità, on-demand e in maniera intelligente, a risorse hardware e software condivise (MELL, GRANCE 2011). Tecnicamente l'infrastruttura di un cloud si compone di due livelli principali: il livello fisico e il livello astratto; il primo è costituito dalle risorse hardware che supportano l'infrastruttura stessa, mentre il secondo si compone delle applicazioni (*middleware*) che, opportunamente configurate, definiscono, di fatto, le caratteristiche del cloud.

Normalmente il cloud, attraverso un'interfaccia web, può fornire tre tipologie fondamentali di servizi, che secondo la nomenclatura fornita dal NIST si distinguono in: *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS) e *Software as a Service* (SaaS). I cloud IaaS, più complessi e costosi,

⁶ Nel caso di Lecce, la base di conoscenza del GIS cloud fornirà parte dei contenuti per le soluzioni di visita mediante app per smartphone e tablet pc e mediante prodotti multimediali basati su Virtual Reality e Augmented Reality in corso di realizzazione da parte del Progetto DiCeT (LivingLab Di Cultura e Tecnologia), finanziato nell'ambito del bando PON Ricerca e Competitività 2007-2013 (Smart Cities and Communities and Social Innovation, Asse II - Azioni integrate per lo sviluppo sostenibile, Ambito - Smart Culture e Turismo); il progetto, che ha come capofila Engineering s.p.a., coinvolge tra gli altri l'Università del Salento (Dipartimenti di Ingegneria dell'Innovazione e di Beni Culturali) e il CNR-IBAM (sedi di Lecce e Catania) e ha come obiettivo anche quello di promuovere la conoscenza delle fasi più antiche e meno note della città, dove il turismo culturale è quasi esclusivamente catalizzato dai monumenti di età barocca.

attraverso un'interfaccia web molto intuitiva, consentono la creazione di computer virtuali: l'utente può definire il numero di processori, la grandezza degli hard disk, la quantità di banda Internet, il sistema operativo e così via, e può creare (ed evidentemente distruggere) una macchina virtuale in grado di soddisfare determinate esigenze operative, anche momentanee.

I cloud di tipo PaaS, sono in realtà vere e proprie piattaforme di sviluppo in cui l'utente può, ad esempio, installare e disinstallare applicazioni da lui stesso create per verificarne l'effettiva funzionalità. A differenza della tipologia precedente, non servono a creare macchine virtuali, ma le sfruttano per testare applicazioni e verificarne il corretto funzionamento.

Infine i cloud che forniscono servizi software (SaaS) sono spazi virtuali in cui una serie di applicazioni già pronte e spesso raccolte in un cruscotto vengono messe a disposizione di uno o più utenti che tuttavia non possono in alcun modo accedere alle risorse hardware o ai servizi dei cloud di tipo IaaS e PaaS. Tali applicazioni non possono essere modificate dal fruitore del servizio, che però può utilizzarle senza alcuna limitazione: si tratta, di solito, di applicazioni per l'invio e la ricezione di email, di software per archiviare e condividere rapidamente file, di applicazioni per il controllo dei flussi di lavoro all'interno di una comunità di ricercatori e/o sviluppatori, e così via.

Il GIS cloud è un sistema di tipo SaaS, ovvero un ambiente virtuale e condiviso in cui alcuni utenti, preventivamente autorizzati e con diversi livelli di accesso, possono interagire da postazioni remote dislocate anche in posti fisicamente molto lontani tra loro, scambiandosi dati e informazioni, spesso di natura eterogenea, relativi alla creazione e allo sviluppo di cartografie tematiche (MUZAFAR *et al.* 2011). Sul mercato esistono già da alcuni anni soluzioni proprietarie per servizi di questo tipo, realizzate da grandi software house che, se da un lato consentono di condividere i dati in maniera semplice e veloce, dall'altro non garantiscono il controllo totale sugli stessi, che vengono invece migrati sui server remoti di proprietà delle stesse società che producono il software.

4. LA PIATTAFORMA GIS CLOUD DEL LABORATORIO DI TOPOGRAFIA ANTICA, ARCHEOLOGIA E TELERILEVAMENTO DEL CNR-IBAM

Nell'ambito dello sviluppo dei progetti di ricerca condotti dal Laboratorio di Topografia Antica, Archeologia e Telerilevamento del CNR-IBAM, si è deciso di iniziare la sperimentazione di una piattaforma GIS cloud auto-costruita, il cui livello fisico è ancorato alla struttura hardware della sede di Lecce dell'Istituto, mentre il livello astratto si basa interamente su risorse software open source. La possibilità di utilizzare la "server farm" del laboratorio ha consentito infatti un notevole risparmio di tempo nelle fasi

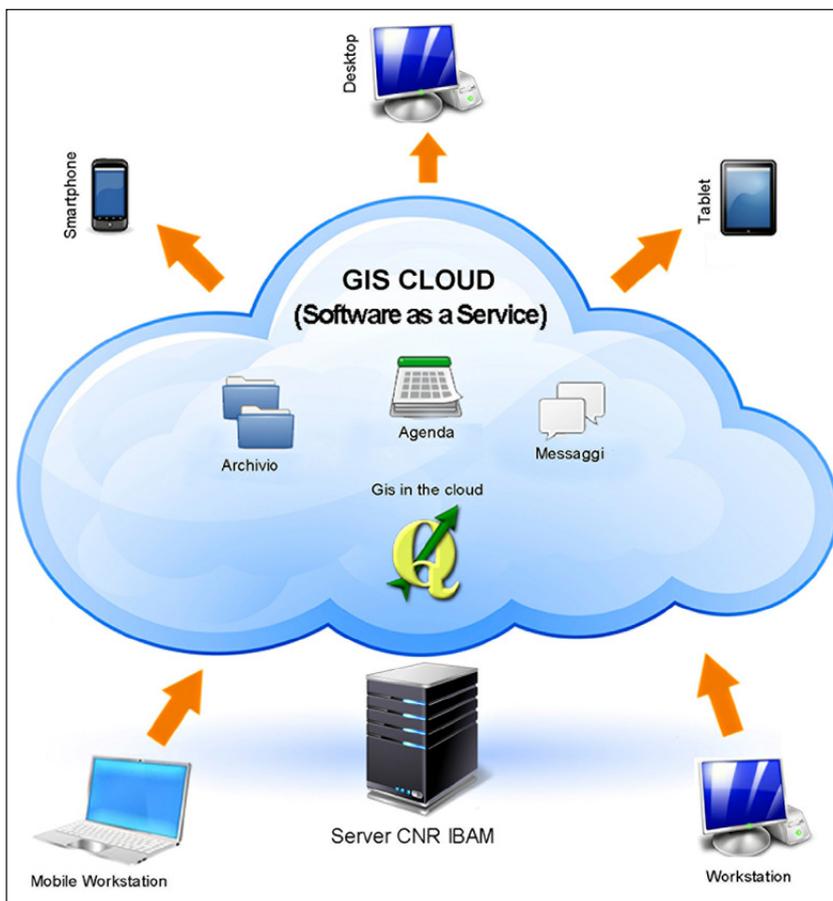


Fig. 7 – Schema di funzionamento del GIS cloud: il server contiene la nuvola dei dati che gli operatori possono modificare e rendere immediatamente disponibili agli utenti remoti.

di creazione del sistema, agevolando fortemente il lavoro e consentendo di limitare lo sviluppo della piattaforma al solo livello astratto.

Il livello fisico del GIS cloud, infatti, è composto da un server database che ospita sia un servizio MySQL per la regolamentazione degli accessi al cloud, sia un database PostgreSQL/postGIS per la gestione dei dati cartografici e dei relativi metadati; vi sono poi uno storage server per l'archiviazione dei documenti e, infine, un server esposto sulla rete Internet che implementa Apache e che risponde a tutte le chiamate ricevute dal web. Concettualmente, il funzionamento è abbastanza semplice: il servizio http fornito da Apache

webserver riconosce le richieste provenienti dalla rete e destinate al GIS cloud, reindirizzandole al database MySQL, il quale, attraverso un'interfaccia web che consente l'autenticazione con nome utente e password, gestisce le utenze del cloud.

Questo database accerta l'identità di chi tenta la connessione e concede l'accesso alla nuvola in base al livello di utenza (amministrazione, inserimento/modifica dei dati, sola consultazione); a seconda delle credenziali fornite viene quindi visualizzato un cruscotto di controllo personalizzato, che si articola, in questa fase dello sviluppo del sistema, in quattro applicazioni principali studiate soprattutto per gli utenti autorizzati alla modifica dei dati: tali applicazioni consistono in uno spazio remoto per l'archiviazione dei file, in un sistema di pianificazione di progetto (agenda), in un sistema di messaggistica interna e, infine, in un'area dedicata al sistema GIS (Fig. 7). Il form per l'accesso al cloud e il cruscotto sono stati sviluppati a partire dal pacchetto open source *owncloud*, che è stato installato sui server del CNR-IBAM e quindi modificato per adattarlo alle esigenze del progetto.

L'app di archiviazione e condivisione dei file può essere considerata come un vero e proprio disco rigido remoto in cui collocare qualunque tipo di archivio che, attraverso pochi click del mouse, può essere condiviso con un utente remoto o con un gruppo di utenti: tale soluzione consente, ad esempio, di acquisire un documento direttamente attraverso la fotocamera del proprio dispositivo mobile e di renderlo disponibile in brevissimo tempo al team di ricerca; infatti, non appena i file vengono inviati al cloud e condivisi, possono essere immediatamente visualizzati da tutti gli utenti autorizzati che, a loro volta, possono accedere alla risorsa attraverso l'uso di altri dispositivi mobili collegati alla rete, quali ad esempio i moderni smartphone e i tablet PC. Il sistema è in grado di archiviare file di qualsiasi estensione, mentre incorpora un sistema di visualizzazione online per i file di immagine, per i file *.pdf, e per i file dei pacchetti MS Office e OpenOffice.

La seconda applicazione presente sul cruscotto, con funzioni di agenda elettronica, è stata ritenuta uno strumento utile nel workframe perché non solo consente di programmare il lavoro e le scadenze, ma permette anche, ad esempio, di convocare una riunione in videoconferenza tra i membri del gruppo, notificando nella mail personale di ciascuno il giorno e l'ora dell'incontro. Questa soluzione semplifica di molto lo scambio di informazioni all'interno del team e, al tempo stesso, aiuta gli amministratori del sistema a tenere sotto controllo il flusso di lavoro del gruppo.

La terza applicazione, strettamente collegata alla precedente, è un sistema per l'invio di messaggi tra i membri del gruppo: è particolarmente utile, ad esempio, per facilitare rapidi confronti personali su tematiche di ricerca che non richiedono l'attenzione di tutto il team: in generale, l'idea che si persegue è quella di creare, all'interno di un ambiente collaborativo gestito

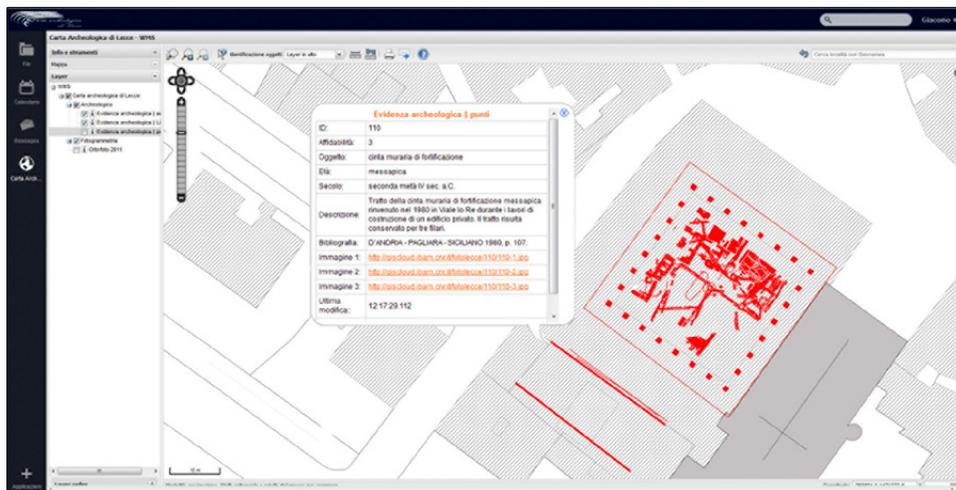


Fig. 8 – Vista di dettaglio del servizio cartografico del GIS cloud della Carta Archeologica di Lecce: esempio di interrogazione del sistema e visualizzazione dei dati.

con un'interfaccia particolarmente intuitiva e semplice, un sistema veloce e diretto per la condivisione dei dati e delle conoscenze.

Tale sistema si concretizza nell'area dei servizi cartografici, che è il cuore del progetto e, al tempo stesso, la sua parte più complessa. Basata anch'essa su architetture open source, sfrutta i motori di Quantum GIS Server per offrire un servizio di tipo Web Map Service (WMS), che mostra nel cloud i dati archiviati in un database PostgreSQL/postGIS. In altre parole, i vettori che descrivono la cartografia archeologica delle aree di studio sono stati trasformati in stringhe alfanumeriche che, a loro volta, sono state archiviate in un database PostgreSQL/postGIS e collegate alle tabelle che contengono i metadati relativi alle evidenze archeologiche. Quantum GIS Server accede a questa banca dati e, sulla base della richiesta ricevuta dall'utente remoto attraverso l'interfaccia web (Quantum GIS Web Client), genera una mappa interattiva e la visualizza nella finestra del browser dell'utente remoto (Fig. 8). Allo stato attuale tale mappa è solo interrogabile, anche se è già in corso di sperimentazione un sistema di editing della mappa stessa direttamente attraverso l'interfaccia web; questa funzione, tuttavia, non è ancora stata messa a disposizione della comunità che già opera nel cloud, in attesa di verificarne il corretto e puntuale funzionamento soprattutto in relazione alla gestione dei permessi di modifica della cartografia in base alle credenziali fornite al momento del login.

L'inserimento dei dati nel database avviene, nell'attuale release del sistema, attraverso il software per PC desktop Quantum GIS: è stato creato un

progetto QGIS capace di accedere allo stesso database geospaziale disponibile nel cloud, con funzione di editing. Il progetto QGIS è stato quindi distribuito a tutti i membri del gruppo di ricerca. Lanciando il software sul proprio computer ciascun utente può inserire, modificare e visualizzare i dati presenti nel database (e quindi sulla cartografia) nel cloud: qualunque modifica, quindi, viene immediatamente visualizzata anche dagli altri utenti. Inoltre, la possibilità di accedere ai dati, attraverso un software più evoluto come Quantum GIS, consente di eseguire query ad hoc o di effettuare particolari tipologie di analisi geospaziali sugli stessi dati, creandone di nuovi.

Bisogna infatti tenere presente che la finalità del GIS cloud non è quella di sostituire le funzionalità dei più complessi ed evoluti sistemi informativi territoriali che girano su computer desktop, ma, al contrario, è quella di estendere e arricchire questi sistemi, fornendo un supporto per la condivisione dei dati sempre disponibile attraverso la rete Internet.

Attualmente è in corso di sperimentazione la portabilità di almeno una parte di queste funzioni di editing in piattaforma cloud, in modo da rendere possibile l'implementazione e/o la modifica dei dati contenuti nel database anche direttamente in campagna, durante la ricognizione archeologica (NIROSHINIE *et al.* 2013): infatti, sfruttando i moderni dispositivi mobili che spesso dispongono di connessione ad Internet e di sistemi per il posizionamento di massima (GPS da navigazione), sarà possibile inserire nuovi dati nel database, rendendoli immediatamente disponibili al gruppo di ricerca.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La scelta dell'open source come piattaforma per lo sviluppo del sistema è risultata da subito vincente: a parte i costi bassissimi di implementazione e gestione (è sufficiente una certa esperienza nella programmazione per mettere on-line tutto il pacchetto), lo strumento che è stato creato per le carte archeologiche di Lecce e Taormina può essere agevolmente replicato per altri progetti di ricerca senza alcuna spesa per l'acquisto di costose licenze software⁷. Semplicemente, sarà sufficiente formare esperti nella gestione del sistema per poter replicare l'esperienza in qualsiasi contesto.

Il GIS cloud può costituire una risorsa molto importante per la ricerca archeologica, configurandosi come uno strumento potente e semplice da utilizzare. Soprattutto nel caso di progetti complessi, con più unità di ricerca diffuse sul territorio o con vari componenti della stessa unità che svolgono attività in luoghi differenti e distanti tra loro, esso offre la possibilità di disporre di uno spazio di lavoro condiviso in cui implementare ed elaborare dati, dove è

⁷ Le attività su Taormina sono confluite anche in un progetto di ricerca che chi scrive sta svolgendo nell'ambito del Dottorato in Scienze Archeologiche e Storiche Antiche, presso il Dipartimento di Scienze dell'Antichità dell'Università di Messina.

anche possibile dialogare, confrontarsi sulle metodologie o le problematiche e pianificare il lavoro. Un ulteriore vantaggio offerto da questi ambienti collaborativi consiste nella possibilità di confrontarsi in tempo reale con altri professionisti e specialisti: a questo proposito, la piattaforma sviluppata potrà diventare uno strumento facile e veloce per scambiare dati e informazioni con la Pubblica Amministrazione e con gli Enti preposti al controllo, alla gestione e alla valorizzazione del Patrimonio Culturale.

Il GIS cloud si configura inoltre come uno strumento particolarmente versatile anche per “comunicare” i contesti di studio e la loro storia per finalità divulgative e turistiche: infatti, attraverso il sistema di gestione delle utenze, sarà possibile far accedere alla stessa piattaforma cloud utilizzata dagli studiosi anche altri utenti di diverso livello, condividendo solo una parte dei dati, che risulteranno invece disponibili in maniera più ampia e approfondita solo per gli specialisti. Il turista, ad esempio, avrà a disposizione una versione ridotta e semplificata del GIS cloud, all'interno del quale potrà sia visualizzare e navigare la cartografia archeologica, sia accedere ad archivi con immagini, file multimediali e ricostruzioni 3D dei contesti da visitare o comunque maggiormente interessanti e significativi. Inoltre, nelle future implementazioni, il GIS cloud potrà anche contenere applicazioni di Augmented Virtual Reality, che consentiranno di visualizzare sui dispositivi portatili, attraverso le fotocamere integrate, i contesti archeologici nel loro aspetto originario o nelle successive trasformazioni, semplicemente inquadrandolo e visualizzando la ricostruzione sul display. Le applicazioni specifiche per il turismo integrabili nel GIS cloud, dunque, sono una nuova frontiera da esplorare: potenzialmente, il sistema può addirittura diventare uno strumento per finanziare lo studio dei complessi archeologici attraverso politiche di *crowdfunding*, che possono essere attivate all'interno dell'ambiente collaborativo, per esempio con la possibilità di richiedere un *ticket* al turista per accedere alle molteplici applicazioni messe a disposizione dal sistema.

G.D.G.

GIACOMO DI GIACOMO, GIUSEPPE SCARDOZZI
Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali
CNR - Lecce

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTO E., ARDISSONE P., RINAUDO F. 2007, *WebGIS. Open source solutions for the documentation of archaeological sites*, «International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», 6, Vol. XXXVI-5/C53, 29-34.
- ANICHINI F., DUBBINI N., FABIANI E., GATTIGLIA G., GUALANDI M.L. (eds.) 2013, *MAPP. Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico*, vol. 2, Roma, Edizioni Nuova Cultura.

- ANICHINI F., FABIANI F., GATTIGLIA G., GUALANDI M.L. 2012 (eds.), *MAPPA. Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico*, vol. 1, Roma, Edizioni Nuova Cultura.
- ARDISSONE P., RINAUDO F. 2009, *WebGIS per la documentazione dei siti archeologici*, «Bollettino della Società Italiana di Fotogrammetria, SIFET», 10, 31-40.
- ARTHUR P., TINELLI M., VETERE B. 2008, *Archeologia e storia del castello di Lecce: notizie preliminari*, «Archeologia Medievale», 35, 333-363.
- BATTISTONI F., GULLETTA M.I. 2011, s.v. *Taormina*, in *Bibliografia topografica della colonizzazione greca in Italia e nelle isole tirreniche*, X, Pisa-Roma-Napoli, 42-112.
- BOGDANI J. 2011, *The project of an information system of the Erbil citadel*, in C.G. CERETI, R. GIUNTA (eds.), *Preservation of Cultural Heritage of the Kurdish Region in Iraq*, Roma, ISIAO, 47-50.
- CALAON D., PIZZINATO C. 2011, *L'analisi archeologica nei processi di valutazione ambientale. Proposta metodologica in ambiente GIS*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 413-439.
- CAMPAGNA L. 2009, *Urbanistica dei centri siciliani d'altura in età ellenistica: il caso di Tauromenion*, in M. CONGIU, C. MICCICHÈ, S. MODEO (eds.), *Eis Akra. Insediamenti d'altura in Sicilia dalla Preistoria al III sec. a.C. Atti del V convegno di studi (Caltanissetta 2008)*, Caltanissetta, S. Sciascia Editore.
- CAMPAGNA L., LA TORRE G.F. 2008, *Ricerche sui monumenti e sulla topografia di Tauromenion: una stoà ellenistica nell'area della Naumachia*, «Sicilia Antiqua», V, 115-146.
- CANESTRINI F., CACUDI G. 2014 (eds.), *Il Castello Carlo V. Tracce, memorie, protagonisti*, Galatina, Congedo Editore.
- CAPRINO P., GHIO F., SASSO A. 2013, *Il complesso di Santa Maria del Tempio Lecce (Scavi 2011-2012)*, Galatina, Congedo Editore.
- CASTAGNOLI F. 1978, *La Carta archeologica d'Italia*, «La Parola del Passato», 33, 78-80.
- CASTRIANNI L., DI GIACOMO G., DITARANTO I., SCARDOZZI G. 2008, *An online archaeological Atlas: The webGIS for the monuments of Hierapolis in Phrygia*, «Archaeological Computing Newsletter», 69, 1-8.
- CASTRIANNI L., DI GIACOMO G., DITARANTO I., SCARDOZZI G. 2010a, *La cinta muraria di Hierapolis di Frigia: il geodatabase dei materiali di reimpiego come strumento di ricerca e conoscenza del monumento e della città*, «Archeologia e Calcolatori», 21, 93-126.
- CASTRIANNI L., DI GIACOMO G., DITARANTO I., SCARDOZZI G. 2010b, *Archaeological maps of ancient urban settlements characterised by continuity of occupation: A tool for historical research and protection of cultural heritage*, in *Proceedings of the 15th International Conference on "Cultural Heritage and New Technologies"* (Vienna 2010), Vienna, City Hall, 187-213.
- CATTANI M., DANCKERS J. 2013, *The Po-BaSyN project: A Web-GIS project on Bronze Age Northern Italy*, in *Spatial Analysis Applied to Archaeological Sites from Protohistory to the Roman Period (Ghent 2010)*, Ghent, Ghent University Press.
- D'ANDRIA F. 1995, s.v. *Lecce*, in *EAA*, Secondo Suppl. 1971-1994, III, Roma.
- D'ANDRIA F. (ed.) 1999, *Lecce romana e il suo teatro*, Galatina, Congedo Editore.
- DI GIACOMO G., SCARDOZZI G. 2009, *Motori cartografici open source per la ricerca archeologica: applicazioni a Hierapolis di Frigia (Turchia)*, in P. CIGNONI, A. PALOMBINI, S. PESCARIN (eds.), *ArcheoFOSS. Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica, Atti del IV Workshop (Roma 2009)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 2, 131-144.
- DI GIACOMO G., SCARDOZZI G. 2010, *Un webGIS per la conoscenza delle antiche città della Mesopotamia*, in *II Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación (Sevilla 2010)*, Siviglia, SEAV, 135-139.
- DI GIACOMO G., MONTE A., SCARDOZZI G. 2011, *Un sistema territoriale informativo on line per la conoscenza e la gestione del patrimonio industriale. Il progetto pilota per la Puglia*, «Patrimonio Industriale», 5, 7, 79-83.

- DJINDJIAN F. 2008, *Webmapping in the historical and archaeological sciences. An introduction*, in F. DJINDJIAN et al. (eds.), *Webmapping dans les sciences historiques et archéologiques, Actes du Colloque international (Paris 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 19, 9-16.
- ENDRIZZI L., PISU N., FRASSINE M., BEZZI A., BEZZI L., GIETL R., NAPONIELLO G. 2011, *Progetto Castellum Vervassium: dal dato archeologico al webGIS. Analisi integrate per la ricerca, la tutela e la valorizzazione di un territorio nella bassa e media Anaunia (Val di Non, Trentino)*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 67-98.
- FRASSINE M., NAPONIELLO G. 2012, *RAPTOR: archeologia e tutela. Verso la pubblica amministrazione digitale*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 81-99.
- GAMURRINI G.F., COZZA A., PASQUI A., MENGARELLI R. 1972, *Carta Archeologia d'Italia (1881-1897). Materiali per l'Etruria e la Sabina*, Firenze, Leo S. Olschki.
- GIARDINO L. 1994, *Per una definizione delle trasformazioni urbanistiche di un centro antico attraverso lo studio delle necropoli: il caso di Lupiae*, «Studi di Antichità», 7, 137-203.
- GIARDINO L. 1995, *Nuovi dati sulle mura messapiche di Lecce*, «Studi di Antichità», 8, 1, 285-296.
- GIARDINO L. 2008, *Lecce - Lupiae*, in A. PRANZO (ed.), *Salento. Architetture antiche e siti archeologici*, Lecce, Edizioni del Grifo, 53-56.
- GIARDINO L., ARTHUR P., CIONGOLI G.-P. (eds.) 2000, *Lecce, frammenti di storia urbana. Tesori archeologici sotto la Banca d'Italia. Catalogo della Mostra (Lecce 2000-2001)*, Bari, Edipuglia.
- GIARDINO L., LANOCE N. 2011, *Le necropoli ad incinerazione di età romana di Lecce e la forma urbana di Lupiae*, in M. LOMBARDO, C. MARANGIO (eds.), *Antiquitas. Scritti di storia antica in onore di Salvatore Alessandri*, Galatina, Congedo Editore, 119-148.
- GUAITOLI M. 2003, *Dalla cartografia numerica finalizzata ai sistemi informativi territoriali*, in M. GUAITOLI (ed.), *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Roma, Campisano Editore, 101-102.
- GUAITOLI M. 2009, *Metodologie per la conoscenza e la gestione dei beni culturali e del territorio. Le attività del Consiglio Nazionale delle Ricerche per il Progetto*, in *Sistema Informativo Geografico Territoriale della Regione Campania*, Soveria Mannelli, Rubettino Editore, 39-62.
- GUAITOLI M. 2012, *Attività di ricerca per la conoscenza del patrimonio culturale del territorio di Ugento*, in M. GUAITOLI (ed.), *Contributo alla conoscenza dei Beni Culturali del territorio di Ugento*, Ugento, Scirocco Editore, 9-16.
- GUERMANDI M.P. 2011, *La sfida della complessità*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 441-445.
- GÜLL P. 2011, *Lecce tra Tardomedioevo ed Età Moderna. Considerazioni alla luce delle recenti ricerche di archeologia urbana*, «Archeologia Postmedievale», 15, 171-193.
- LENTINI M.C. 2005, *Tauromenion*, in *Lo stretto di Messina nell'antichità*, Roma, Edizioni Quasar, 313-331.
- MANTEGARI G., MOSCA A., DE SALVO M. 2011, *Free and open source webGIS solutions for the PO-BASyN Project*, in E. JEREM, F. REDİ, V. SZEVERÉNYI (eds.), *On the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 36th International Conference (Budapest 2008)*, Budapest, Archaeolingua, 249-255.
- MARRAS A.M. 2013, *Una volta era il webGIS. La cartografia archeologica sul web: passato, presente e prospettive future*, in M. SERLORENZI (ed.), *Archeofoss. Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica*, Atti del VII Workshop 2012 (Roma 2012), «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 4, 120-127.
- MELL P., GRANCE T. 2011, *The NIST definition of cloud computing. Recommendations of National Institute of Standards and Technology*, Gaithersburg, Special Publication 800-145 (<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>).
- MIELE F. 2011, *La conservazione della memoria materiale e immateriale. Sistemi informativi di catalogo e territoriali in Campania*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 7-34.

- MOSCATI P. 2008, *Webmapping in Etruscan landscape*, in F. DJINDIAN et al. (eds.), *Webmapping dans les sciences historiques et archéologiques, Actes du Colloque international (Paris 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 19, 2008, 17-30.
- MUZAFAR A.B., RAZEF M.S., BASHIR A. 2011, *Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems (GIS)*, «International Journal on Computer Science and Engineering», 3, 2, 594-600.
- NIROSHINIE F., SENG W.L., WENNY R. 2013, *Mobile cloud computing: A survey*, «Future Generation Computer Systems», 29, 84-106.
- SCIANNA A., VILLA B. 2011, *GIS application in Archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 337-363.
- SEMERARO G. 2007, *LandLab Project and archaeology on-line. Web-based systems for the study of settlement patterns and excavation data in classical archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 18, 243-254.
- SEMERARO G. 2009, *Strumenti "tradizionali" e nuove tecnologie per la comunicazione in archeologia*, in P. MOSCATI (ed.), *La nascita dell'informatica archeologica. Atti del Convegno Internazionale (Roma 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 20, 85-94.
- SEMERARO G. 2011, *Banche dati, GIS e webGIS: breve storia delle tecnologie applicate ai beni archeologici nel laboratorio di informatica per l'archeologia dell'Università del Salento*, in *Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, 1, 1, CASPUR-CYBER Publishing, 125-144.
- SERLORENZI M. (ed.) 2011, *SITAR, Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma. Atti del I Convegno (Roma 2010)*, Roma, Iuno Edizioni.
- SERLORENZI M., LAMONACA F., PICCIOLA S., CORDONE C. 2012, *Il Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma, SITAR*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 31-50.
- ZANINI E., RIPANTI F. 2012, *Pubblicare uno scavo all'epoca di YouTube: comunicazione archeologica, narritività e video*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 7-30.

ABSTRACT

Digital maps linked to GIS platforms are extremely effective tools for the knowledge of the archaeological heritage and its management. Currently available GIS cloud is very useful for the remote sharing of archaeological data, because it is able to index and quickly retrieve heterogeneous information from large databases. A cartographic engine embedded in the system makes the cloud more powerful and allows users to share geospatial archaeological data quickly on the web. This is very important in collaborative research projects and for dissemination. The Laboratory of Ancient Topography, Archaeology and Remote Sensing of IBAM CNR is experimenting an open source suite to create a fully working GIS in the cloud system. This suite is composed of different databases (MySQL, PostgreSQL/postGIS), a cartographic engine and a web client (QGIS server, QGIS Web Client), and a http server (Apache Web Server), all embedded in the owncloud cloud system. The system is currently being tested for the realization of the digital archaeological maps of the cities of Lecce and Taormina, now in progress in cooperation with the University of Salento and Messina and the Archaeological Superintendence of Apulia Region and Messina Province.