

MIRIAM NOTO¹

STRATEGIE GEO-NARRATIVE NELLA LOCALIZZAZIONE DEL RISCHIO INESPLOSO NEL PAESAGGIO CULTURALE

1. La georeferenziazione di foto aeree storiche per la mappatura del rischio derivante da UXO in ambiente GIS

In molti paesi europei, la presenza di ordigni bellici inesplosi (*Unexploded Ordnance* - UXO) costituisce un grave problema di sicurezza. Il rischio è dimostrato anche dai recenti fatti di cronaca sulle alluvioni che hanno colpito l'Italia settentrionale e, in particolare, la regione Emilia-Romagna. Negli ultimi tempi, sono emersi dai suoli alluvionati, infatti, diversi ordigni bellici inesplosi risalenti al secondo conflitto mondiale. Di fronte a questa situazione, l'Associazione Nazionale Vittime Civili di Guerra ONLUS-APS e la Prefettura di Ravenna² hanno preso provvedimenti immediati e diffuso allarmi per garantire la sicurezza delle persone e delle comunità coinvolte. La necessità di affrontare questa emergenza ha spinto le istituzioni a collaborare attivamente per individuare e neutralizzare gli ordigni inesplosi e prevenire eventuali rischi per la popolazione.

Tuttavia, nonostante gli obblighi di legge che richiedono una valutazione del rischio in tutte le attività e i contesti di scavo in Italia (L. 177/2012), una mappa ufficiale del pericolo derivante da UXO è ancora assente.

La presenza potenziale di ordigni inesplosi comporta non solo una minaccia per la sicurezza pubblica durante lavori urbani, cantieri edili, scavi archeologici o eventi naturali catastrofici, ma rappresenta anche una significativa sfida per la fruizione e la conservazione degli edifici di rilevanza storica, artistica e culturale. In questo contesto, la valutazione accurata del rischio associato alla presenza di UXO è essenziale per sviluppare strategie di tutela, salvaguardia e fruizione sicura del patrimonio culturale italiano.

Al fine di valutare il rischio di presenza di ordigni bellici inesplosi, è essenziale adottare un approccio multifasico. Prima di tutto, si devono consultare

¹ Dipartimento di Studi Linguistico-Letterari, Storico-Filosofici e Giuridici (DISTU), Università degli Studi della Tuscia, miriam.noto@unitus.it.

²Associazione Nazionale Vittime Civili di Guerra ONLUS-APS (ANVCG) 2023, <https://www.anvcg.it/attualita/archivio/item/733-rischio-ordigni-bellici-nelle-zone-alluvionate-prestare-la-massima-attenzione?jjj=1690363614971> (ultimo accesso: novembre 2023).

fonti storico-documentali, comprese testimonianze storiche e militari relative al conflitto. Inoltre, è fondamentale raccogliere e analizzare tutte le informazioni e i dati riguardanti le trasformazioni geografiche avvenute dopo la fine del conflitto.

In secondo luogo, la valutazione deve includere l'indagine e la ricerca strumentale e fare uso di tecniche e metodi innovativi per un'analisi dettagliata del fenomeno, al fine di giungere a una valutazione del pericolo con una probabilità elevata.

Nel corso dell'analisi storica e documentale, rivestono particolare rilevanza le immagini aeree che raffigurano i bersagli strategici. Queste fotografie preservano nel tempo i segni dei crateri causati dalle esplosioni al suolo, che hanno lasciato una traccia indelebile sul territorio, demolendo o danneggiando edifici e strutture con la loro potenza distruttiva.

La trasformazione in formato digitale ad alta precisione di queste immagini, seguita dalla loro georeferenziazione all'interno di un ambiente GIS e dal conseguente processo di mappatura delle aree colpite dalle esplosioni, consente la creazione di "mappe di calore". Queste mappe visualizzano in modo chiaro e immediato la concentrazione dei bombardamenti e la percentuale di pericolo dovuta alla presenza di ordigni bellici inesplosi nelle zone di interesse. Per la realizzazione di tali mappe si considera la percentuale dell'8-10% di ordigni inesplosi rispetto al numero totale degli esplosivi rilasciati dai bombardieri durante il periodo bellico. Questa percentuale è tratta da stime ufficiali del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti e da dati riportati nel *Report of the Defense Science Board Task Force on Unexploded Ordnance, Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics* (pubblicato a Washington D.C. nel 2003).

A questi fini, la selezione del patrimonio fotografico è fondamentale perché non tutte le foto aeree storiche possono essere utilizzate, a causa della risoluzione e di diversi fattori (le condizioni meteorologiche al momento dello scatto, lo stato di conservazione della pellicola su cui sono state riprodotte, la manipolazione delle informazioni contenute o dei parametri di scatto, indicati in forma scritta sui margini). Tuttavia, l'utilizzo di strumenti digitali, come il GIS, consente di valorizzare ed elaborare tali immagini.

Infatti, l'elaborazione di un mosaico ortofotografico, tramite metodologie fotogrammetriche, unisce diverse immagini storiche sovrapponibili, ottenute da scatti aerei che coprono vaste aree, fornendo una visione completa dei paesaggi di guerra. Ciò permette un'analisi dettagliata degli edifici colpiti dai bombardamenti e l'estrazione di informazioni precise e affidabili dalle fotografie d'epoca.

I mosaici di ortofoto rappresentano un vantaggio significativo per una più precisa georeferenziazione in ambiente GIS, riducendo o eliminando le distorsioni derivanti dalla ripresa fotografica (fig. 1).

In aggiunta, la georeferenziazione di tali immagini conferisce coordinate geografiche a scatti che, altrimenti, non potrebbero essere ricondotti alla spazialità attuale tramite altri mezzi. Questa peculiarità risulta fondamentale poiché il paesaggio contemporaneo è drasticamente mutato rispetto a quello osservabile nelle fotografie storiche. Con questa azione, pertanto, è possibile

restituire, anche se in formato digitale, le foto aeree storiche al contesto territoriale di riferimento.

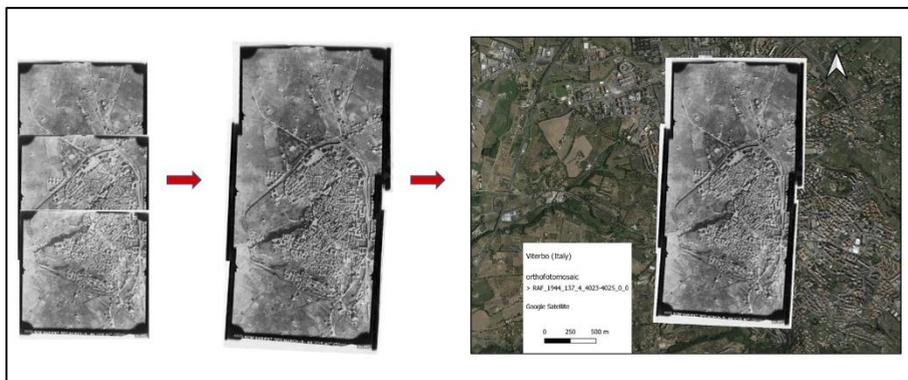


Figura 1. Tre foto RAF del 1944, che compongono una strisciata fotografica e immortalano il Comune di Viterbo (a sinistra). Il relativo mosaico di ortofoto, prodotto con software fotogrammetrici (al centro). La georeferenziazione in ambiente QGIS del mosaico di ortofoto su base cartografica Google satellite (a destra). (Fonte: elaborazione a cura dell'Autrice).

Si possono ottenere risultati aggiuntivi mediante la ricostruzione tridimensionale dei paesaggi di guerra presenti nelle fotografie aeree d'epoca, particolarmente utili per le immagini in cui risulta complicato individuare le cavità causate dai bombardamenti. Tali modelli permettono, inoltre, di sviluppare i modelli digitali di elevazione (DEM) delle superfici.

Confrontare con precisione e georeferenziare tali informazioni rispetto alla configurazione attuale del territorio, mediante l'impiego di un sistema informativo geografico, rende visibili in modo chiaro le alterazioni prodotte dall'urbanizzazione e le devastazioni celate dal trascorrere del tempo, patite dagli ambienti urbani storici a causa degli attacchi aerei.

Per il conseguimento degli scopi proposti in questo studio, è importante considerare il Sistema Informativo del Ministero della Difesa, denominato S.I.B.O.E (*Sistema Informativo Bonifica Ordigni Esplosivi*). Questa piattaforma raccoglie un'ampia varietà di dati relativi alla geolocalizzazione dei pericoli derivanti dagli ordigni bellici inesplosi (UXO), cartografati mediante l'utilizzo della base dati fornita da *OpenStreet Map* (OSM). La presenza di questo sistema si dimostra estremamente significativa, poiché consente un confronto accurato tra la mappatura, ottenuta tramite l'analisi di fotografie aeree storiche, e i rinvenimenti effettivi, permettendo un conteggio preciso sia degli UXO già individuati, sia di quelli potenzialmente ancora sepolti nel sottosuolo. Inoltre, la creazione di una tale mappatura potrebbe rivelarsi di notevole utilità nella progettazione di strategie operative finalizzate alla bonifica degli ordigni bellici inesplosi ancora da individuare.

L'oggetto del contributo è, quindi, esporre un lavoro di ricerca di Dottorato riguardante il rischio di rinvenimento UXO nel caso studio del

Comune di Viterbo e la realizzazione di percorsi gamificati sul tema attraverso un'app di gioco.

2. Indagine GIS del vissuto urbano del Comune di Viterbo durante la Seconda guerra mondiale

Il lavoro di ricerca ha focalizzato la sua attenzione sul centro storico urbano di Viterbo, un significativo caso di studio e capoluogo di provincia, situato in un'area interna del Lazio settentrionale. Il comune è caratterizzato da un vasto patrimonio architettonico di epoca medievale, che ha subito notevoli alterazioni a causa dei bombardamenti della Seconda guerra mondiale. Le ricerche di Paccosi (1994) e Scardozzi (2003) hanno rivelato che circa il 20% degli edifici viterbesi è stato completamente distrutto e il 25% ha subito gravi danni durante gli attacchi aerei del periodo bellico del 1943-1944. Particolarmente colpiti sono stati i luoghi di valore culturale e architettonico, come strade, chiese e palazzi storici all'interno e all'esterno delle mura medievali, molti dei quali sono risultati gravemente danneggiati o demoliti a seguito dei danni riportati a causa dei bombardamenti.

La digitalizzazione delle foto aeree storiche, provenienti dalla collezione della *Royal Air Force* (RAF), conservata presso l'Aerofototeca Nazionale di Roma e risalente all'anno 1944, ha consentito di effettuare il conteggio degli attacchi aerei e dei crateri di bomba.

L'elaborazione delle immagini e la pianificazione nel software QGIS sono state configurate utilizzando il sistema di coordinate WGS 84 / Pseudo-Mercator – EPSG:3857, fondato sul World Geodetic System 1984 ensemble – EPSG:6326. Questa scelta si è rivelata adeguata, pur avendo un'accuratezza limitata di massimo 2 metri, poiché corrisponde al sistema di riferimento della base cartografica prescelta, ovvero Google Satellite, su cui sono state georeferenziate le immagini storiche. A sua volta, la scelta della base cartografica Google Satellite è stata guidata dalla conformità di visualizzazione e riconoscimento dei GCP (*Ground Control Point*).

Inoltre, attraverso la mappatura dei crateri visibili sulle immagini RAF del Comune di Viterbo e l'analisi della dispersione dei bombardamenti rispetto agli obiettivi di guerra, è stato possibile delineare una distinzione areale tra *targets* e aree urbane bombardate. Gli aeromobili bombardieri miravano principalmente a obiettivi di rilevanza strategica, come l'aeroporto Tommaso Fabbri e le stazioni ferroviarie di Porta Fiorentina e Porta Romana di Viterbo, luoghi funzionali che, secondo gli standard attuali, potremmo definire «non luoghi» (Augé, 2009), ma che all'epoca erano di vitale importanza per l'approvvigionamento di truppe e città. Nonostante ciò, le operazioni di bombardamento a saturazione non assicuravano una precisione elevata, anche a causa delle missioni notturne eseguite a quote estremamente elevate per evitare il fuoco antiaereo terrestre. Di conseguenza, molti degli ordigni sganciati finivano anche a notevoli distanze dagli obiettivi bellici, colpendo zone vitali dell'ambiente urbano e dei territori abitati circostanti.

Basandosi su questi risultati, è stata realizzata una mappa di calore utilizzando l'algoritmo di *Processing heat map* (Kernel Density Estimation) in QGIS. Tale mappa rappresenta la concentrazione dei bombardamenti e, di conseguenza, il rischio derivante da ordigni bellici inesplosivi. Per la creazione della mappa, è stata scelta la funzione *quadratic (bivariate)* come *Kernel Shape*, poiché ogni punto sulla mappa ha lo stesso peso indipendentemente dalla distanza. Inoltre, il raggio (*radius*) è stato impostato su 900 metri, ottenuto come media tra la distanza di sicurezza proposta dalle ordinanze della Prefettura dell'ufficio territoriale del governo di Viterbo³, pari a circa 1.500 metri di raggio orizzontale durante il rinvenimento di un ordigno bellico inesplosivo, e i 300 metri in fase di detonazione ad opera delle autorità competenti.

La mappa di calore così ottenuta evidenzia in rosso le aree con alta concentrazione di crateri da bombardamento, indicando un maggior rischio di ritrovamento di ordigni inesplosivi. Le aree con concentrazione media, bassa e molto bassa di crateri e UXO sono, invece, rese evidenti con gradazioni di colore che vanno dal giallo/verde al blu.

Per completare le informazioni riguardanti il panorama militare urbano dell'epoca, sono state rilevate e analizzate le strutture di rifugio e le difese aeree passive, come allarmi e sirene, presenti nel territorio cittadino (fig. 2).

All'interno del nucleo urbano di Viterbo, si trovava un solo rifugio pubblico con tre accessi principali posizionati in diverse aree della città. Questo rifugio, descritto da Sguario (1997), si estendeva su uno spazio sotterraneo di 10 metri di profondità tra Via Marconi, Via del Repunzolo, Piazza della Repubblica e Piazza del Sacratio, ed era in grado di accogliere circa 4000 persone. Dalle medesime fonti, è stato possibile individuare anche quattro posizioni di sirene antiaeree, di cui una ancora conservata sulla torre dell'orologio o torre civica di Piazza del Plebiscito.

È noto e corroborato da diverse fonti che i cittadini di Viterbo spesso utilizzavano anche le cantine e le cavità presenti nel sottosuolo tufaceo dell'area del centro storico e nelle zone circostanti come rifugi. Queste cavità possono essere di origine naturale o risalire all'epoca etrusca e medievale. Pertanto, al fine di mapparle, è stato adottato un approccio basato su QGIS, partendo da uno degli ultimi studi disponibili sull'argomento (Madonna, Nisio, Vessella, 2021).

Per comprendere meglio l'estensione dei danni e valutare la possibile presenza di ordigni bellici inesplosivi vicino ai beni culturali della città, si è proceduto importando nel progetto GIS il *dataset* vettoriale "Aree archeologiche" proveniente dall'*OpenData Lazio*. Questo *dataset* contiene poligoni colorati che identificano le principali aree archeologiche di varie epoche presenti nell'intera Regione Lazio.

³ Prefettura di Viterbo (2018). Ordinanza del Prefetto dei Viterbo n. prot. 60860 del 30/08/2018, <http://www.prefettura.it/viterbo> (ultimo accesso: novembre 2023).

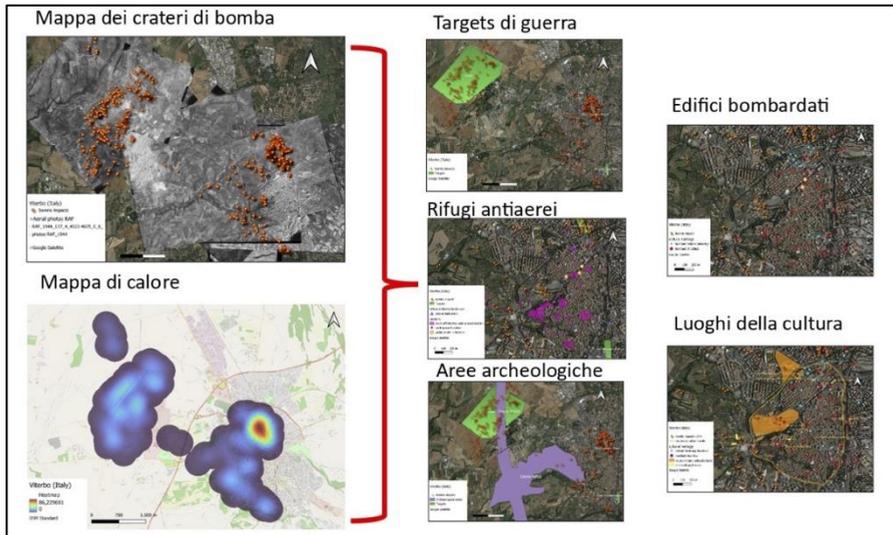


Figura 2. Mappatura in ambiente GIS dei crateri di bomba visibili sulle foto aeree storiche RAF del 1944, georeferenziate su base cartografica Google Satellite (in alto a sinistra). Mappa di calore della concentrazione di crateri di bomba su base cartografica *OpenStreetMap* (in basso a sinistra). Mappe vettoriali su base cartografica GoogleSatellite dei seguenti *layers*: “targets di guerra”, “rifugi aerei”, “aree archeologiche”, “edifici bombardati”, “luoghi della cultura” (a destra). (Fonte: elaborazione a cura dell’Autrice).

La mappa risultante mette in evidenza come l’area militare dell’aeroporto di Viterbo si sovrapponga all’antico percorso della Via Cassia, e sia interessata da un considerevole numero di crateri di bombe, indicando quindi la possibilità di una significativa presenza di ordigni inesplosi. Questa situazione è supportata da disposizioni periodiche emanate dalla Prefettura di Viterbo riguardo al rinvenimento di UXO nell’area.

Tuttavia, il *layer* vettoriale delle aree archeologiche non comprende il patrimonio archeologico medievale del centro storico di Viterbo. Allo stesso modo, non sono stati individuati i principali reperti archeologici, etruschi e romani, situati nelle immediate prossimità del centro cittadino. Per affrontare questa lacuna, è stato creato un nuovo *layer* vettoriale che individua le entità archeologiche minori presenti nel nucleo storico e nelle immediate vicinanze delle mura medievali, associando a ciascuna entità un colore specifico.

Data la complessità di comprendere l’entità dei danni causati dai bombardamenti nelle intricate vie del centro storico di Viterbo, si è presa la decisione di costruire una mappatura combinando anche fonti testuali e immagini storiche dei monumenti distrutti, scattate da fotografi presenti sul territorio poco dopo gli attacchi aerei e pubblicate, in un secondo momento, in articoli specialistici o in archivi digitali.

L’indagine ha confermato la perdita di due edifici storici in particolare: la Chiesa di S. Luca, situata alla fine di Via Matteotti, ora sostituita da un moderno

edificio commerciale, e Palazzo Pocci, nel cuore di Via Matteotti, ora sostituito da una struttura moderna che versa in condizioni architettoniche precarie.

Al fine di delineare una mappa del pericolo derivante dagli ordigni bellici inesplosi, che comprendesse sia l'area perimetrale del centro storico, gravemente colpita dai bombardamenti del 1944, sia la porzione urbana interna alle mura medievali, si è deciso di effettuare una dettagliata mappatura dei musei, dei parchi e dei luoghi culturali attuali. In particolare, tra le zone maggiormente colpite dai bombardamenti, evidenziate nelle immagini storiche, e le aree più a rischio di ritrovamento di ordigni bellici inesplosi all'interno del centro storico di Viterbo, emerge Valle Faul. Questa zona, ubicata nel quadrante sud-ovest del nucleo storico, è attualmente adibita a parco pubblico con zona di parcheggio circondata da importanti vestigia di archeologia industriale come il vecchio mattatoio, il gasometro storico, l'antico Ospedale di S. Spirito in Faul e la Chiesa di S. Croce. Inoltre, qui si ubica l'area dove il Fiume Urcionio è stato interrato e che, negli anni seguenti al 1945, ha funzionato come sito per lo smaltimento dei detriti di guerra. Allo stesso modo, il Parco di Prato Giardino, posizionato nel quadrante nord-ovest al di fuori delle mura medievali, costituisce un'altra area di particolare interesse, potenzialmente esposta alla presenza di ordigni inesplosi.

Il passato bellico di questa città è una pagina dolorosa nel corso della sua storia, segnata da devastazione e resilienza, che richiede un racconto coinvolgente e accessibile a tutti. Per fare questo, esistono diverse tecnologie in grado di creare nuovi percorsi narrativi e consentire al pubblico di esplorare l'esperienza urbana in modo interattivo. Tra le diverse soluzioni, due di esse, il sistema webGis e le modalità ludiche, si presentano come potenti alleati per conseguire tale scopo.

3. Geonarrazione di eventi bellici attraverso la gamification: un approccio interattivo alla valorizzazione storica

Il lavoro ha tra gli obiettivi l'intento di coinvolgere il pubblico in esperienze interattive, fornendo un'educazione e una sensibilizzazione riguardo alla tematica dei bombardamenti e al rischio derivante dagli ordigni bellici inesplosi, attraverso l'applicazione di strategie ludiche per la divulgazione dei contenuti culturali connessi alla città di Viterbo durante il periodo bellico.

L'utilizzo della *gamification*, ossia l'integrazione di elementi tipici dei giochi e del *game design* in contesti seri e reali (Deterding, Dixon et al., 2011), si ritiene essere una metodologia efficace per la creazione di percorsi urbani coinvolgenti, che permettono un'interazione attiva degli utenti.

L'obiettivo primario consiste nel rendere ludica la fruizione dei contenuti mediante percorsi tematici, senza trasformarli in un gioco autonomo, scisso dalla realtà urbana storica e attuale. Usualmente, la narrazione dei percorsi "gamificati" può essere di fantasia o basata sugli eventi storici avvenuti all'interno dei confini geografici del gioco (*gameplay*).

Per il Comune di Viterbo, si propone, pertanto, di sviluppare percorsi tematici che offrano esperienze legate alla città durante il periodo bellico e alla storia del suo patrimonio architettonico e culturale danneggiato dai bombardamenti.

L'approccio progettuale prevede una combinazione di diverse tecnologie, tra cui GIS, *app* di *gaming*, tecnologie GNSS (*Global Navigation Satellite System*), al fine di posizionare l'utente all'interno dell'ambiente di gioco in modo geograficamente preciso. Queste tecnologie, sempre più utilizzate nei percorsi turistici, possono garantire un'esperienza culturale coinvolgente e appagante.

L'idea centrale è la creazione di un'avvincente "caccia al tesoro" incentrata sui monumenti di Viterbo, definita "Escape Urbs", come descritto in un lavoro precedente (Noto, 2022). Tale proposta consentirà ai cittadini e ai turisti di esplorare liberamente la città senza vincoli di tempo o registrazione, sfruttando una mappa webGIS per un facile orientamento, consultabile tramite un'applicazione di gioco per smartphone. I punti di interesse verrebbero identificati mediante *QR-code* fisici, fornendo contenuti multimediali per approfondire la conoscenza di ciascun monumento e immergendo l'utente nel contesto bellico del passato. Inoltre, si prevede il coinvolgimento dei principali attori locali (musei, negozi, ristoranti), al fine di arricchire l'esperienza degli utenti nel raggiungimento dei diversi obiettivi intermedi all'interno del percorso di gioco.

La mappa webGIS si baserebbe su *OpenStreet Map* (OSM) con una schematizzazione semplificata dei luoghi urbani, facilitando la consultazione dei percorsi delineati agli utenti. Le icone vettoriali interattive evidenzerebbero i punti di interesse e permetterebbero l'accesso a foto storiche e contenuti audio descrittivi per una migliore comprensione dell'esperienza proposta.

Immagini storiche costituirebbero parte integrante della simulazione, mostrando i danni subiti dagli edifici storici, monumenti e beni culturali. I contenuti audio si baserebbero sulle informazioni provenienti dalle fonti di studio relative a ciascun monumento, arricchendo ulteriormente l'esperienza dell'utente.

L'impiego delle tecnologie GIS e webGIS, alla base di queste azioni, risulta la proposta migliore, potendo essere aggiornato costantemente e migliorato in termini di offerta di contenuti nel tempo, garantendo un'esperienza sempre più coinvolgente e istruttiva.

4. Conclusioni

Il prototipo viterbese si propone di rendere l'eredità della guerra un'opportunità per il futuro, trasformandola da elemento negativo in una risorsa positiva (Bassanelli, Postiglione, 2012). Nel contesto della *gamification* urbana, si rileva il potenziale di influenzare la percezione e l'interpretazione dell'ambiente urbano da parte dei cittadini, generando un autentico sentimento di affiliazione con la città e agevolando la formazione di una comunità (Thibault, 2016 e 2019) attorno alla memoria storica degli esiti di un conflitto bellico.

La mappatura del rischio derivante dagli ordigni bellici inesplosivi (UXO) riveste un ruolo di fondamentale importanza, poiché si focalizza sul recupero della memoria storica e sulla salvaguardia della sicurezza delle persone che frequentano le aree a rischio. Inoltre, essa adempie ai precetti giuridici legati alle mappe preventive del territorio e degli spazi urbani, soggetti alla possibilità di rinvenimento di inesplosivi.

Nonostante ciò, emerge la necessità di un'ideale risoluzione al fine di regolarizzare e rendere fruibile e agevolmente comprensibile il contenuto informativo connesso al patrimonio culturale, abbattuto o danneggiato dagli eventi bellici. A tal fine, la narrazione si appropria delle tecniche proprie della *gamification*, attraverso la ricostruzione del vissuto urbano, mediante un *geocaching* tematico che si sviluppa fra i monumenti della città.

I percorsi, così costruiti in ambiente GIS, non solo si risolveranno in una non convenzionale esplorazione della città, ma consentiranno di vivere un'esperienza collettiva, partecipata e condivisa fra gli utenti, con «narrazioni parallele» in uno spazio reale e in un tempo immaginario o «performance» (Carbone, 2019, p. 74). Il Comune di Viterbo costituirà il «luogo reale» e la Seconda guerra mondiale fungerà da «tempo immaginario o performance» (*Ibidem*, p. 74), consentendo agli *users* di acquisire in modo riflessivo il contenuto informativo «ludicizzato» dei monumenti urbani.

Il webGIS si profilerà di ruolo significativo, rivelandosi un approccio visualmente interattivo che presenta un legame proficuo con le tecniche di *gaming*, abile nel captare e orientare le preferenze dei potenziali utenti e divulgare in modo considerevole il contenuto da comunicare, conferendo una presenza fisica a un evento le cui radici territoriali sono essenziali per il suo successo con l'intento di creare un prodotto turistico distintivo in termini di originalità (Podda, Camerada, Lampreu, 2016). Altresì, la congiunzione delle varie tecnologie e strumenti consentirà in futuro di incrementare la visibilità del progetto realizzato, di ampliare le opportunità di diffusione dello strumento prodotto e di favorire l'integrazione di informazioni a carattere visivo e alfanumerico, compenetrando un basso impatto economico della metodologia avviata, oltre a donare vasti spazi d'impiego alla *gamification*, volta a valorizzare e divulgare la tematica prescelta. In definitiva, si tratta di costruire inusuali strategie geonarrative ed esperienziali della città, che abbraccino la presenza del rischio e rievochino e ricostruiscano la storia del vissuto urbano e territoriale, partendo dalle rovine e dai detriti di un paesaggio segnato dalla guerra.

BIBLIOGRAFIA

Ines Alberico, Giuseppe Cavuoto, Vincenzo Di Fiore, Michele Punzo, Daniela Tarallo, Nicola Pelosi, Luciana Ferraro, Ennio Marsella, *Historical Maps and Satellite Images*

- as Tools for Shoreline Variations and Territorial Changes Assessment. The Case Study of Volturno Coastal Plain (Southern Italy)*, in «Journal of Coastal Conservation», XXII (2018), n. 5, pp. 919-937.
- Marc Augé, *Non luoghi. Introduzione a un'antropologia della surmodernità*, traduz. di D. Rolland, Milano, Elèuthera, 2009.
- Michela Bassanelli, Gennaro Postiglione, *Museografia per il paesaggio archeologico dei conflitti nel XX secolo in Europa*, in Marco Vaudetti et al. (a cura di), *The Archaeological Musealization. Multidisciplinary Intervention in Archaeological Sites for the Conservation, Communication and Culture*, Torino, Umberto Allemandi & C., 2012, pp. 188-197.
- Luisa Carbone, *Versioni e visioni della e-narrazione dell'urban sensing*, in «Geotema», XXIII (2019), n. 59, pp. 70-77.
- Giovanni Curtis, Antonio Opromolla, *Spazi urbani ibridi. Dall'introduzione del digitale ai processi sociali nella città*, in «Ocula», XX (2019), n. 21, pp. 40-55.
- Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, Lennart Nacke, *From Game Design Elements to Gamefulness. Defining Gamification*, in «Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference Envisioning Future Media Environments, MindTrek (New York, 28-30 sett. 2011)», New York, ACM, 2011, pp. 9-15.
- Paolo Gasparoli, *Prevenzione e manutenzione nelle aree archeologiche*, in «LANX. Scuola di Specializzazione in Archeologia dell'Università degli Studi di Milano», VII (2014), n. 19, pp. 68-188.
- Sergio Madonna, Stefania Nisio, Federico Vessella, *Primo contributo al censimento delle cavità sotterranee di Viterbo*, in «Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia», CVIII (2021), pp. 367-380.
- Luiz Pinto Machado, *Gamification and Geocaching for Tourism Destinations. Marketing Madeira, Portugal*, in Feifei Xu, Dimitrios Buhalis (a cura di), *Gamification in Tourism*, Bristol, Channel view Publications, 2021, pp. 133-152.
- Miriam Noto, "Escape Urbs", *una nuova modalità di gioco per raccontare il fenomeno urbano*, in Fabio Amato, Vittorio Amato, Stefano de Falco, Daniela La Foresta, Lucia Simonetti (a cura di), *Oltre la Globalizzazione. Catene/Chains*, in «Memorie Geografiche», XXI (2022), pp. 571-574.
- Omero Paccosi, *Viterbo anno quarto (1944)*, Roma, Moderna Stampa Offset, 1994 (in particolare pp. 99-289).
- Cinzia Podda, Veronica Camerada, Salvatore Lampreu, *Cartografia e promozione del turismo in aree a economia debole. Dal marketing territoriale ai percorsi a base culturale*, in «Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia», (2016), n. 157, pp. 92-104
- Giuseppe Scardozzi, *Viterbo*, in Marcello Guitoli (a cura di), *Lo sguardo di Icaro*, Roma, Collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio, Roma, Campisano editore, 2003, pp. 528-529.
- Giovanni Battista Sguario, *Viterbo durante il periodo della Repubblica di Salò*, in «Biblioteca e Società», XVI (1997), n. 3, pp. 3-14.
- Elizabeth Jane Shepherd, *Le foto aeree della II Guerra Mondiale conservate in Aerofototeca Nazionale e il loro potenziale informativo per la sicurezza nazionale*, in «Bollettino di Archeologia Online», VI (2015), n. 1, pp. 11-130.
- Elizabeth Jane Shepherd, Gianluca Cantoro, Fabio Remondino, *Il potenziale informativo degli archivi di fotografia militare della Seconda Guerra Mondiale ai fini della protezione civile*

- e dell'analisi del territorio Fotogrammetria, intelligenza artificiale e webGis al servizio degli archivi fotografici, in «GEOmedia», XXI (2017), n. 5, pp. 6-9.
- Mattia Thibault, *Città ludiche, città in gioco, città giocate*, in Mattia Thibault (a cura di), *I saggi di Lexia/Gamification urbana 20*, Ariccia (RM), Aracne editore, 2016, pp. 21-58.
- Id., *Towards a Typology of Urban Gamification*, in «Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS, (Maui, Hawaii, 8-11 gen. 2019)», Maui (Hawaii), Hawaii International Conference on System Sciences, 2019, pp. 1476-1485.

STRATEGIE GEO-NARRATIVE NELLA LOCALIZZAZIONE DEL RISCHIO INESPLOSO NEL PAESAGGIO CULTURALE – Il contributo presenta i risultati preliminari di un progetto di Dottorato industriale che impiega strategie geonarrative, in particolare strumenti e tecniche di *gamification* per mappare gli ordigni inesplosi (UXO) nel patrimonio culturale italiano, utilizzando immagini aeree storiche della Seconda guerra mondiale, georeferenziate in ambiente GIS. L'obiettivo primario è quello di creare un valido strumento per valorizzare il ruolo della cartografia storica nelle regioni interne. Per questo, la città di Viterbo è stata scelta come prototipo territoriale rappresentativo per il suo eccezionale *status* di area interna. La ricerca si concentra sull'utilizzo di immagini aeree storiche come cartografia di base in ambiente GIS per identificare i siti del patrimonio culturale danneggiati o distrutti durante i bombardamenti della Seconda guerra mondiale e le aree a rischio di rinvenimento di UXO. Le immagini aeree storiche georeferenziate all'interno dell'ambiente GIS consentono di mappare le tracce dei bombardamenti passati, visibili come crateri sulla superficie terrestre, permettendo una stima quantificabile delle aree a rischio di rinvenimento di bombe inesplose con un margine di errore limitato. Un risultato secondario, essenziale per gli obiettivi della ricerca, è l'identificazione di monumenti e beni culturali colpiti inavvertitamente o intenzionalmente dai bombardamenti, che indicano la presenza di ordigni inesplosi nell'area. Questi siti del patrimonio culturale danneggiati o distrutti si prestano alla creazione di percorsi tematici nella regione di destinazione che, attraverso l'applicazione di tecniche di *gamification*, affini al *geocaching*, possono essere trasformati in una ricerca coinvolgente di indizi accessibili attraverso mappe GIS e QR. Tale ricerca tematica favorisce l'apprendimento riflessivo sulla guerra in un contesto urbano, intrattenendo gli utenti e coinvolgendoli attivamente nell'esplorazione della città e delle sue istituzioni locali (musei, negozi, ristoranti) alla ricerca di punti e ricompense che contribuiscano ai loro progressi lungo il percorso ludicizzato. Inoltre, è in fase di sviluppo una piattaforma webGIS per fornire percorsi interattivi, consentendo l'accesso a immagini e audioguide relative a monumenti scomparsi e danneggiati dai bombardamenti bellici. Tra gli obiettivi finali del progetto, un aspetto cruciale è la creazione di un flusso di lavoro replicabile e di un prototipo di indagine applicabile a diversi contesti geografici e a temi alternativi.

GEO-NARRATIVE STRATEGIES IN LOCATING UNEXPLODED RISK IN THE CULTURAL LANDSCAPE – The contribution presents the preliminary results of an industrial PhD project that employs geo-narrative strategies, in particular gamification tools and techniques, to map unexploded ordnance (UXO) in the Italian cultural heritage using historical aerial images of the Second World War, geo-referenced in a GIS environment. The primary objective is to create a valid tool to enhance the role of historical cartography in inland regions. For this, the city of Viterbo was chosen as a representative territorial

prototype due to its exceptional status as an inland area. The research focuses on the use of historical aerial images as base cartography in a GIS environment to identify cultural heritage sites damaged or destroyed during the bombing of the Second World War and areas at risk of UXO discovery. Georeferenced historical aerial imagery within the GIS environment enables the mapping of past bombing traces, visible as craters on the earth's surface, allowing a quantifiable estimate of areas at risk of unexploded bombs being found with a limited margin of error. A secondary outcome essential to the research objectives is the identification of monuments and cultural heritage sites inadvertently or intentionally hit by bombing, which indicate the presence of unexploded ordnance in the area. These damaged or destroyed cultural heritage sites lend themselves to the creation of thematic routes in the target region which, through the application of gamification techniques, akin to geocaching, can be transformed into an engaging search for clues accessible through GIS maps and QR-codes. Such thematic research fosters reflective learning about war in an urban context, entertaining users and actively involving them in exploring the city and its local institutions (museums, shops, restaurants) in search of points and rewards that contribute to their progress along the gamified path. In addition, a webGIS platform is being developed to provide interactive routes, allowing access to images and audio-guides related to monuments that disappeared and were damaged by war bombing. Among the final objectives of the project, a crucial aspect is the creation of a replicable workflow and survey prototype applicable to different geographical contexts and alternative themes.

Parole chiave: GIS; georeferenziazione; UXO; *Gamification*; geonarrazioni.

Keywords: GIS; Georeferencing; UXO; Gamification; Geonarratives.