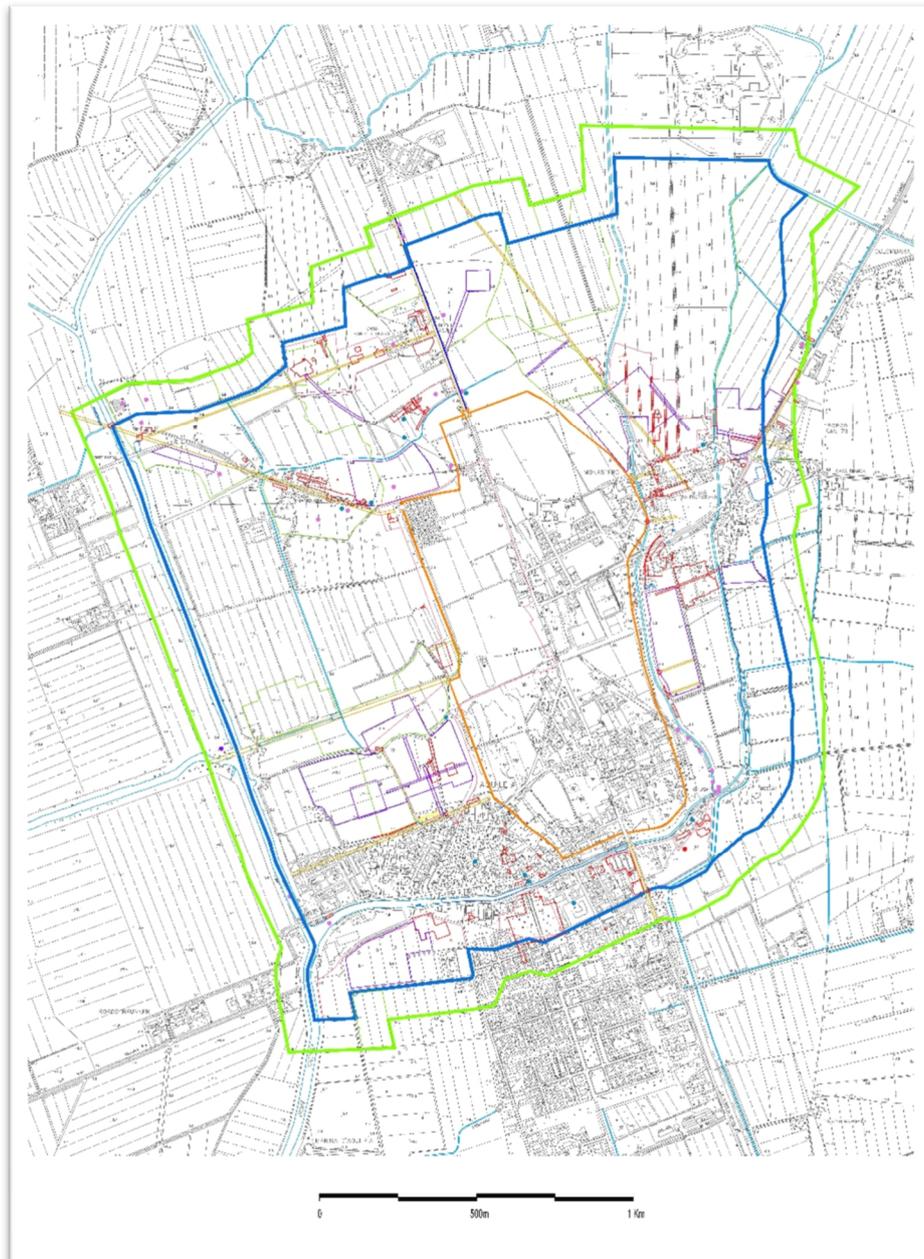


“Verso un parco archeologico” L. 77/2006
sviluppo di elaborati grafici e stesura della mappa del
potenziale archeologico della “buffer” zone del sito UNESCO di
Aquileia

CIG: ZA030026B8

Relazione generale



Massimo Braini

PREMESSA

Per la realizzazione della Mappa del Potenziale Archeologico di Aquileia, nei quadranti identificati dalla “buffer zone” del sito UNESCO della città, è stata utilizzata una doppia piattaforma digitale con diversi inserti e allegati: da un lato è stata creata una base CAD con i profili della Carta Tecnica Regionale 1:5000 del Friuli Venezia Giulia, dall’altro è stato implementato un sistema GIS con la possibilità di inserimenti di metadati e ulteriori informazioni geografiche. Tale doppio sistema, integrato in parallelo in corso d’opera, ha portato alla creazione di un archivio (non esclusivamente cartografico) dinamico e implementabile, da cui poter estrarre, a seconda delle necessità, riferimenti cartografici e metadati di carattere generale e di dettaglio.

LA BASE CARTOGRAFICA

È stata creata una piattaforma CAD (file *.dwg e *.dxf) a partire dai seguenti elementi della Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 (formato numerico) del Friuli Venezia Giulia: 109011 FIUMICELLO; 109012 SAN LORENZO; 109013 AQUILEIA; 109014 TERZO D’AQUILEIA. Il sistema di georeferenziazione scelto è stato il RDN2008/TM33¹ (EPSG 7792) in quanto il più indicato per le successive rototraslazioni. L’insieme delle informazioni grafiche contenuto nella planimetria generale è stato quindi rielaborato con appositi accorgimenti verso la scala di rappresentazione e verso i contenuti (sono stati “spenti” alcuni dettagli grafici, è stata calibrata un’apposita scala di spessore delle linee, è stata inserita un’uniforme scala cromatica). Su questa base cartografica sono stati inseriti il profilo complessivo delle mura urbane di Aquileia Romana (ricavato dalla c.d. “Planimetria Bertacchi”²) e il perimetro della c.d. “Buffer Zone” costituenti rispettivamente il limite interno e quello esterno dell’area presa in considerazione per il presente lavoro. Al limite esterno (profilo della “Buffer Zone”) è stato quindi applicato un ulteriore ampliamento di 100 metri a ricavare una ulteriore cintura esterna (fig.1) che è andata a costituire l’effettivo limite dell’area di lavoro.

Parallelamente a questa piattaforma CAD è stato acquisito il Template del GIS fornito da ICCD contenente le schede informative strutturate secondo il modello definito dal MODI³ e sviluppato su base cartografica espressa nel sistema WGS84 Pseudo Mercatore (EPSG3857); tale Template è stato quindi integrato con gli *.shp file della Carta Tecnica Regionale, del Catasto dei comuni di Aquileia e di Terzo di Aquileia, e con il collegamento a mappe / viste aeree generiche (Google Earth) (fig.2).

Infine, come base di verifica generale per la georeferenziazione dei contenuti planimetrici, e come fonte di consultazione e analisi territoriale, è stata utilizzata la banca dati cartografica Eagle.FVG⁴ fornita dalla Regione Friuli Venezia Giulia, risultata indispensabile soprattutto per il riscontro dell’interazione delle varie

¹ <http://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/conoscere-ambiente-territorio/FOGLIA4/FOGLIA5/>

² Nuova Pianta Archeologica di Aquileia - Luisa Bertacchi; di Bertacchi L., 2005.

³ http://www.iccd.beniculturali.it/it/ricercanormative/105/modi-modulo-informativo-4_00

⁴ <https://eaglefvg.regione.fvg.it/eagle/main.aspx?configuration=guest>

planimetrie territoriali (in particolare Catasto su CTR 1:5000 e catasto su Ortofoto) (fig.3).

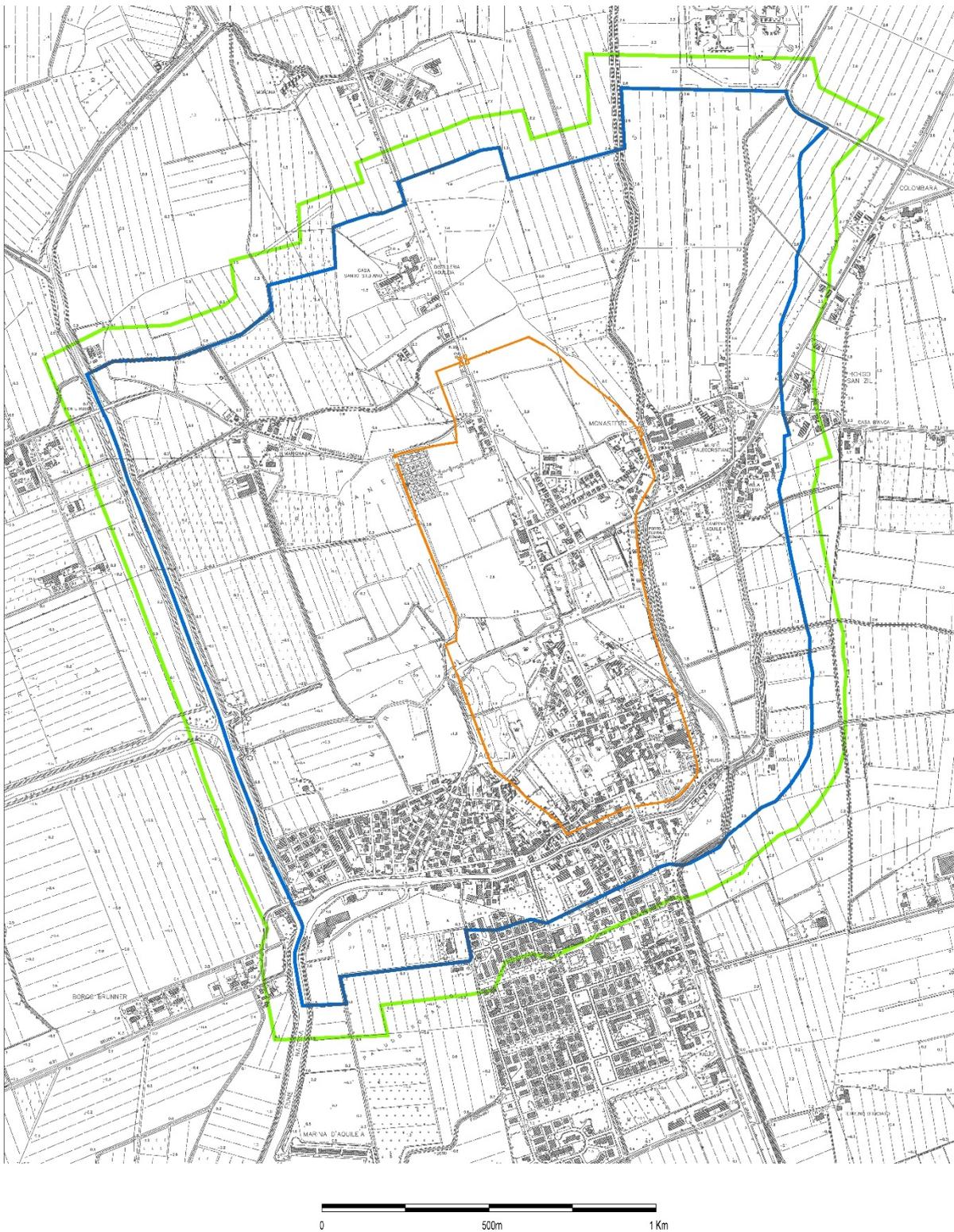


Fig. 1 Base cartografica CTR FVG formato vettoriale, scala 1:5000; unione elementi 109011-109014; in arancione profilo schematico delle mura di Aquileia; in blu la "buffer zone" UNESCO; in verde fascia aggiuntiva alla "buffer zone" + 100 metri.

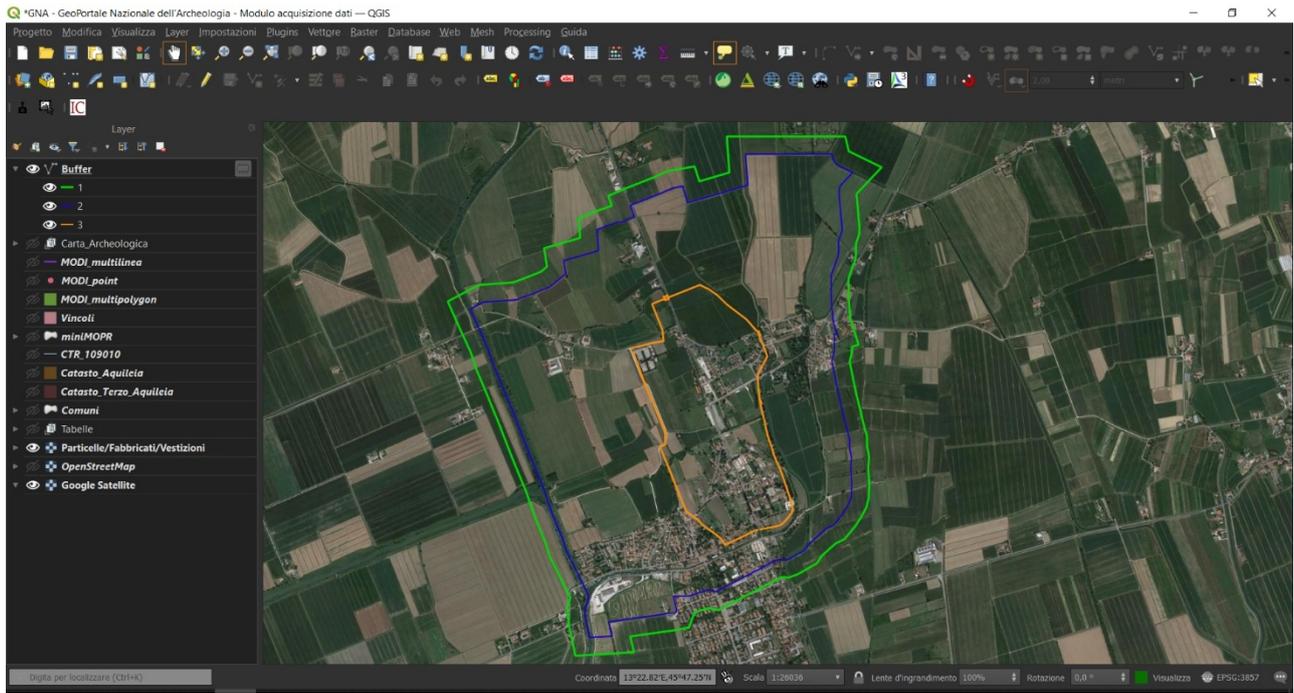


Fig. 2 Schermata Template GIS con l'area di riferimento; base cartografico foto aerea Google Earth (funzione implementata nel Template GIS).

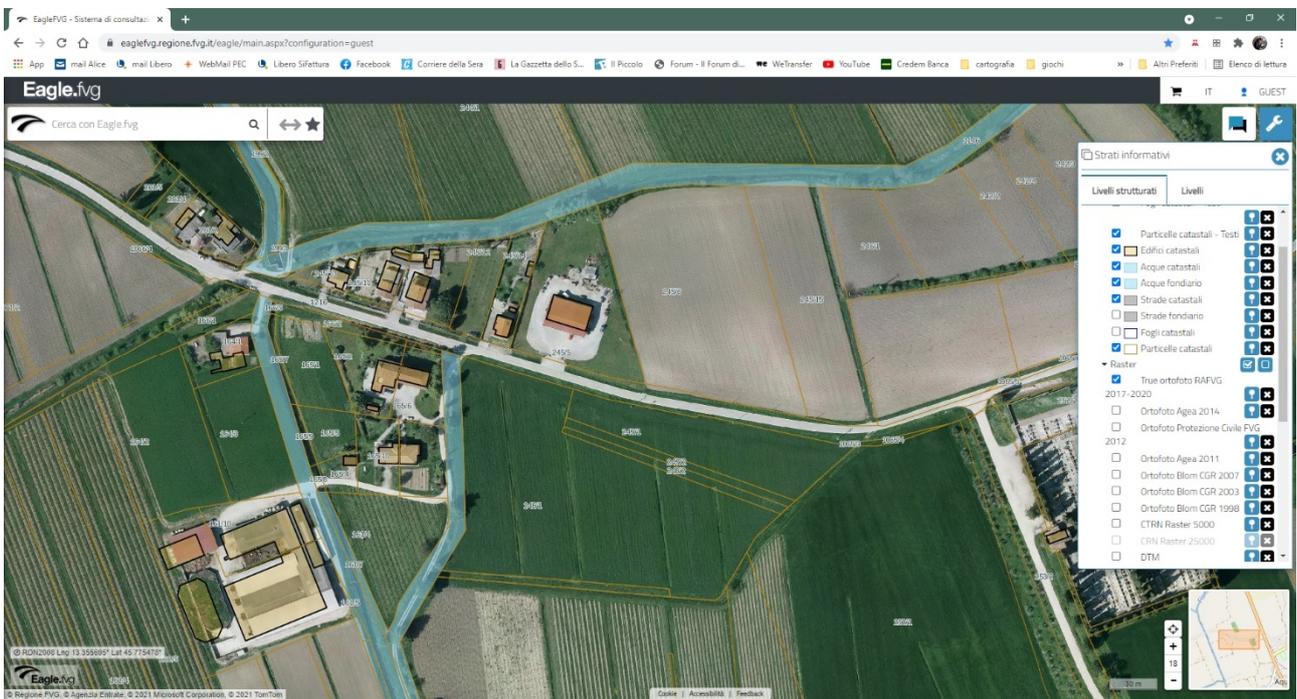


Fig. 3 Schermata da Eagle.FVG con sovrapposizione mappa catastale a ortofoto FVG (quadrante a nord ovest del cimitero di Aquileia, lungo la via Annia).

ACQUISIZIONE DEI DATI DI ARCHIVIO

Sulle piattaforme cartografiche sopra descritte sono confluiti numerosi⁵ documenti planimetrici derivanti principalmente dalla consultazione dell'archivio cartaceo conservato presso il Museo Archeologico di Aquileia⁶. Il materiale cartografico, molto eterogeneo nel formato, supporto, scala di rappresentazione⁷ e grafica (e in alcuni casi in stato di conservazione non idoneo al trasporto o eccessiva manipolazione) è stato acquisito e digitalizzato (file *raster* formato *.jpg) identificando di volta in volta il miglior metodo per garantirne l'integrità e la corretta resa digitale.

Per i formati cartacei di più limitate dimensioni o di facile trasporto e trattamento, si è optato per l'acquisizione classica mediante scanner (300dpi colore o 300dpi scala di grigi), nei formati A0, A3, A4; oppure con acquisizioni multiple in formato A3 di parziali successivamente uniti (su griglia geometrica squadrata) a formare un unico elaborato. Per le planimetrie più grandi e delicate, non adatte quindi all'acquisizione mediante lo scanner A0 "a rullo" (che comporta un importante rischio di "strappo" se il supporto cartaceo non offre un'adeguata resistenza) si è optato per una digitalizzazione mediante tecnica fotogrammetrica: su un piano orizzontale uniforme è stata creata una griglia di punti (fig.4) dei quali è stata misurata la reciproca posizione spaziale, determinando quindi una sorta di "griglia topograficamente rilevata" all'interno della quale è stato adagiato il documento da rilevare che è stato quindi fotografato con apposite prese ravvicinate e opportunamente angolate. I valori spaziali dei punti e quindi della "griglia" sono stati riportati in scala 1:1 su supporto CAD in modo da creare un piano cartesiano: tale piano è stato la base geometrica per il programma di rielaborazione tridimensionale delle prese fotografiche che è stato utilizzato per gli sviluppi⁸. Dopo alcuni passaggi di rielaborazione, la risultante grafica finale di ciascun documento acquisito ha restituito un'immagine *.jpg a buona risoluzione, proiettata su un piano di riferimento e geometricamente corretta e scalata (fig.5).

L'insieme di questi documenti diversamente acquisiti è stato quindi georiferito sulla base cartografica CAD mediante la sovrapposizione grafica tra i dettagli planimetrici riconoscibili sul documento (tessuto urbano, viabilità, particelle catastali, idrografia) e gli analoghi profili riportati sulla cartografia moderna informatizzata; in alcune occasioni sono state utilizzate anche annotazioni varie riportate sui documenti oppure riferimenti metrici lineari rispetto a dei punti cardine (spigoli di edifici, incroci stradali).

⁵ In tutto sono stati analizzati 215 documenti cartografici di dettaglio e circa 50 ulteriori basi cartografiche.

⁶ Preziosa e indispensabile è stata la cortesia e professionalità della sig.ra Adriana Comar e la disponibilità della direttrice del MAN dott.ssa Marta Novello, che hanno agevolato in ogni modo il lavoro delle colleghe dott.ssa Flavia Oriolo e Paola Maggi, le quali mi hanno fornito tutti gli elementi utili alla definizione della cartografia informatizzata; importante è stata la collaborazione del dott. Massimo Calosi per la parte di gestione, organizzazione e implementazione della cartografia nel Template GIS.

⁷ Per le planimetrie di dettaglio, le più frequenti 1:100; 1:50; sporadiche 1:20.

⁸ Structure from Motion; https://it.wikipedia.org/wiki/Structure_from_motion



Fig. 4 Griglia di riferimento per prese fotogrammetriche (i punti in foto sono numerati in senso antiorario 1, 9, 7, 5)



Fig. 5 Resa finale dell'elaborazione grafica da prese fotografiche.

GEOREFERENZIAZIONE DI DOCUMENTI AREALI

Accanto alla documentazione di planimetrie archeologiche di dettaglio sono stati utilizzati altri documenti utili alla definizione della Mappa del Potenziale: mappe tematiche su cartografia moderna, foto aeree e cartografie archeologiche generali e territoriali⁹. Per le prime due categorie la precisione nella georeferenziazione dei singoli documenti non ha rappresentato un problema (fig.6), l'unico accorgimento adottato è stato quello di dedicare una grafica semplificata (poligoni chiusi) ai profili e alle aree notevoli ai fini della documentazione. Diverso è stato invece l'approccio alla documentazione cartacea di archivio a base territoriale e quindi a scala di basso dettaglio: di volta in volta è stata scelta la miglior via per ottenere una sovrapposizione con la cartografia informatica di base con il maggior grado di precisione possibile, forzando in alcuni casi i profili topografici di riferimento oppure, nella maggior parte dei casi, inserendo le singole aree di interesse calibrando la sovrapposizione settore per settore (creando quindi delle aberrazioni notevoli nei settori periferici a quello preso di volta in volta in considerazione).



Fig. 6 Base cartografica CTR FVG con montaggio ortofoto FVG 2003 (zona via Annia a nord ovest del cimitero di Aquileia); da Eagle.FVG.

⁹ Si fa riferimento ad esempio alla documentazione SARA; per le ortofoto si fa riferimento ancora al sito Eagle.fvg, in particolari sono risultate molto utili le ortofoto FVG anno 2003; per la cartografia generale vale come esempio più rappresentativo la Fund Karte 1893 conservata negli archivi del MAN di Aquileia.

DATI GEOGRAFICI NON DETERMINABILI

In alcuni e fortunatamente isolati casi, i documenti cartacei acquisiti non hanno fornito informazioni sufficienti per una corretta e puntuale georeferenziazione: in questi casi si è preferito classificare i contenuti come “agi” acronimo che sta per “georeferenziazione incerta” (vedi più sotto), riportando nella Mappa semplicemente un elemento puntuale per evitare di fissare come apparentemente definitivo un riferimento planimetrico che invece portava dei gradi di incertezza non recuperabili. Allo stesso modo, e con la stessa grafica, sono stati proposti anche quei riferimenti geografici che già partivano come troppo generici, spesso desunti da riferimenti bibliografici o annotazioni di scavo (ad esempio: nella particella catastale numero... nella proprietà del signor... a sud della strada...).

In questo modo è stata assicurata una “presenza” nella Mappa, ed una posizione genericamente approssimativa ma corretta almeno nel settore di riferimento.

DATI DALL'ARCHIVIO TOPOGRAFICO

L'area urbana della città di Aquileia è stata interessata nei decenni da numerosissimi interventi di scavo, di varia natura ed estensione; dagli anni '90 del 1900 la Soprintendenza A.B.A.P. del FVG ha demandato al geom. Giovanni Meng l'incarico (diretto o tramite altri professionisti o ditte operanti sul territorio) di inquadrare topograficamente molti dei singoli interventi¹⁰; tale inquadramento è avvenuto mediante la creazione di una rete poligonale (fig.7) che negli anni si è allargata a coprire praticamente l'intera area urbana della città odierna; tale rete poligonale è stata quindi ulteriormente implementata e rielaborata negli anni da diversi studiosi o professionisti che hanno lavorato sulla preziosa e fondamentale impronta del geom. Meng anche dopo la sua scomparsa, ed è tutt'ora punto di riferimento per chi opera nelle aree archeologiche in concessione o in attività di sorveglianza o scavo archeologico. Grazie a questa metodologia di registrazione del dato topografico e geografico, praticamente la totalità dei documenti planimetrici più recenti risultano essere già sviluppati su un supporto digitale vettoriale e già espressi in un sistema cartografico di sicuro riferimento geografico. Per la documentazione di questo tipo che rientrava nell'area della Mappa del Potenziale Archeologico, l'acquisizione è stata pressoché automatica ed è stato fatto solamente un controllo generico all'atto della eventuale rototraslazione sul sistema geografico di riferimento della Mappa stessa.

In alcuni contesti, documenti di questo tipo sono andati a sovrapporsi parzialmente alle informazioni planimetriche desunte dai documenti cartacei più datati: queste situazioni si sono create in quei contesti dove le aree degli scavi recenti coincidono in parte a quelle degli più datati, creando quindi una doppia rappresentazione grafica (ad esempio lungo la via Annia oppure ad ovest nella zona del Campeggio ad est del Natissa). In questi casi ovviamente la topografia recente ha fornito una base certa per “agganciare” le planimetrie di archivio, anche se in diverse situazioni,

¹⁰ Antichità Altoadriatiche 45 (1999) pag. 181-188: Giovanni Meng, *Dalla groma al satellitare. Tecniche moderne di rilievo applicate all'urbanistica di una città sepolta: Aquileia.*

non essendo possibile effettuare una sovrapposizione definitiva tra i profili grafici di dettaglio, si è preferito mantenere entrambe le grafiche (moderna e di archivio).

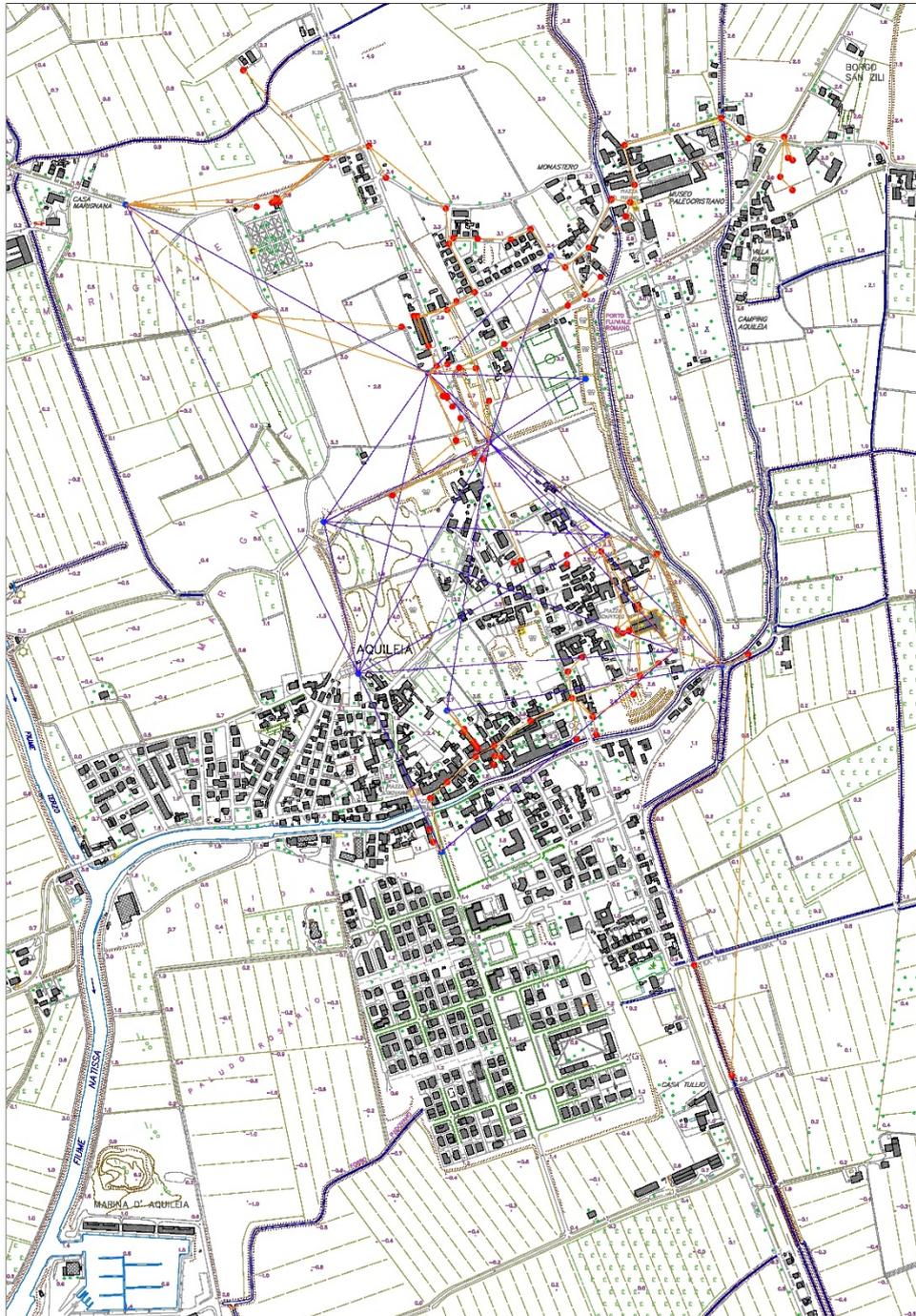


Fig. 7 Pianta generale di Aquileia (CTR FVG) con schema della c.d. Poligonale Meng; in rosso la distribuzione dei capisaldi (vertici della poligonale); in blu i capisaldi rilevati anche con strumentazione GPS; le linee corrispondono alla ramificazione progressiva della poligonale.

DISTRIBUZIONE DEI CONTENUTI NELLA MAPPA VETTORIALE

La priorità che ha guidato l'intero lavoro di digitalizzazione e vettorializzazione dei documenti cartografici e planimetrici all'interno dei file CAD *.dwg e *.dxf, è stata quella di identificare delle precise classi grafiche per la distribuzione dei contenuti, in modo da creare una chiave di lettura omogenea e nel contempo non disperdere le informazioni in un numero troppo elevato di riferimenti grafici. A questo scopo, dopo aver georiferito le planimetrie, le aree di scavo sono state perimetrare con geometrie schematiche (rettangoli o poligoni chiusi), solitamente seguendo il c.d. "bordo scavo" riportato nei documenti, oppure disegnandolo direttamente nel caso non fosse presente. Quindi, al fine di creare dei sottogruppi omogenei, questi profili sono stati distribuiti in una serie di livelli (*layers*) con una grafica dedicata e con un identificativo proprio, che potesse rimandare alla classificazione e al contenuto del livello stesso.

Tale identificativo risulta composto da diverse stringhe alfanumeriche articolate come descritto qui di seguito:

- un prefisso di tre lettere (aaa_ agi_ afi_ ...) come identificativo delle classi generali (vedi oltre);
- un codice alfanumerico (ad es. C09B1748 o C27T1379) dove "C" sta per "cassetto" e fa riferimento al cassetto fisico all'interno del quale, nell'archivio del MAN, si trova la busta con la planimetria cartacea; dove "B" sta per "busta" e fa riferimento all'identificativo numerico della busta appunto all'interno della quale è conservato il documento; dove "T" fa riferimento invece al "tubo" per gli elaborati di più grandi dimensioni; il codice C09B1748 ad esempio farà quindi riferimento alla busta 1748 nel cassetto 9 e così via;
- un ulteriore codice alfanumerico (ad es. AQ0195) che identifica in modo univoco la relativa scheda nel Template GIS;
- in diversi casi la sigla "C09B1748" è stata sostituita da un riferimento più puntuale in quanto il documento non era riferibile direttamente ad un preciso "cassetto" e "busta"; si possono pertanto trovare dei contenuti con la classificazione "Arxe san Girolamo 2006" (scavo ditta Arxe presso san Girolamo, anno 2006); oppure uniVE p. fluv. E 2018 (scavo Università di Venezia porto fluviale est, anno 2018); oppure ancora "Bertacchi" (generico riferimento alla c.d. "Planimetria Bertacchi").

Qui di seguito viene proposto l'elenco delle "classi" identificate dal primo prefisso

- aaa: *generico* riferimento ai documenti cartacei acquisiti a livello digitale con le metodologie più sopra descritte (aaa_C26B0554_AQ0172); in questo livello sono stati inseriti i perimetri al cui interno si trova la grafica descrittiva delle evidenze strutturali documentate (in sostanza si tratta del c.d. "bordo scavo" delle singole aree);
- afi: *foto interpretazione*; aree, contesti o dettagli perimetrati a partire dall'analisi di foto aeree (afi_AQ0218_strada NW a S del canale Anfora);
- agi: *georeferenziazione incerta*; riferimenti geografici puntuali derivanti da documenti senza una planimetria di dettaglio, oppure planimetrie non

georeferenziabili in assoluto, oppure ancora con riferimenti di georeferenziazione non sufficienti ad una rototraslazione grafica attendibile (agi_AQ0074_Baubela pt 40);

- arp: *ricostruzioni e proiezioni*; perimetrazione di aree a partire da dati eterogenei o da cartografia tematica; in questo gruppo rientrano ad esempio molte delle ricostruzioni degli assi viari (arp_AQ0112_strada Petrada);
- ars: *rinvenimento sporadico*; riferimenti geografici puntuali derivanti da citazioni bibliografiche o documenti testuali; in diverse occasioni al prefisso segue un generico riferimento bibliografico (ars_Brusin IA 577_AQ0072)
- aSA: *elaborati grafici da progetto SARA*; cartografia tematica con schede relative (aSA_AQ0063_monastero NW)
- asc: elaborati grafici derivanti da *basi topografiche* già sviluppate (asc_0223 Geotest via Gemina 7 2008_AQ0134); anche in questo caso il riferimento è il c.d. “bordo scavo” delle aree indagate;
- aVI: *perimetrazione delle aree vincolate* (aVI_C33B1566_vincolo AQ0029).

Ulteriori *layers* descrittivi sono

- mura Aquileia: cerchia muraria da planimetria Bertacchi;
- buffer zone da testo: area sito UNESCO;
- buffer zone + 100 m: cintura esterna + 100 metri rispetto alla “buffer zone”.

Completano i contenuti vettoriali della planimetria CAD, i *layers* propri della CTR formato vettoriale scala 1:5000 del FVG e alcuni *layers* con il prefisso “*raster*” che portano alcuni documenti cartografici generali che sono risultati utili per l’inquadramento di determinate aree e che sono così georiferiti al sistema generale (fig.8).

Qui alcuni esempi estrapolati dall’elenco dei *layers*:

- aaa_C03B0677_AQ0073
- aaa_C25T1481_AQ0182
- aaa_FK02_AQ0093 - (da Fund Karte)
- afi_AQ0018_necropoli S Annia
- agi_AQ0047_Baubela pt 67
- arp_AQ0033_strada Lanari rif. C03B0113
- ars_Brusin IA 577_AQ0072 - (Inscriptiones Aqueleiae)
- ars_Cora ENEL 1989_AQ0113
- aSA_AQ0063_Monastero NW
- asc_2572 Arxe presso v. Raspa 2007 sg01_AQ0127
- aVI_C33B1566_vincolo AQ0029

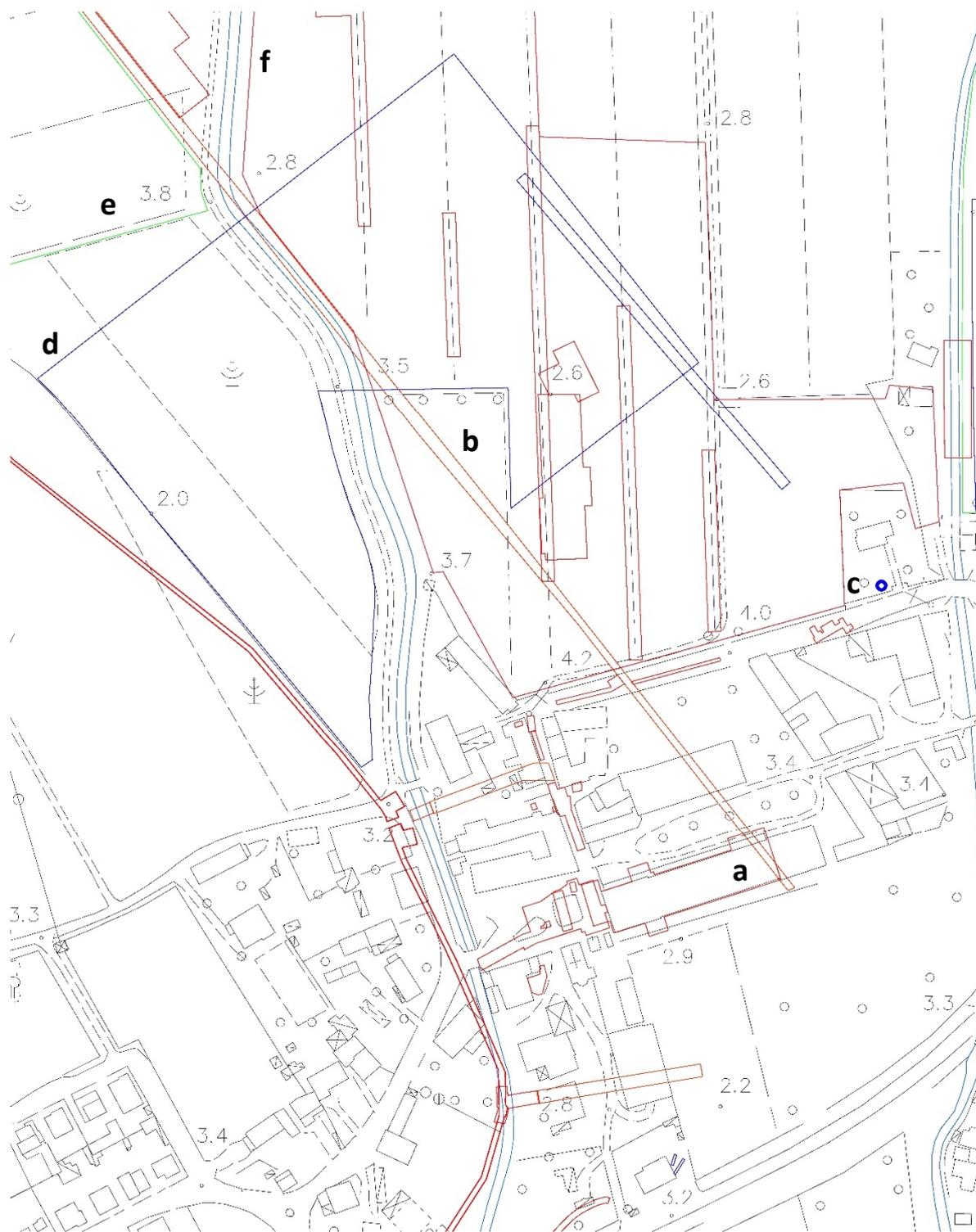


Fig. 8 Schermata da CAD, zona Monastero di Aquileia, base cartografica CTR FVG; si riconoscono alcune delle classi grafiche create: **a.** (rosso) aaa... da documentazione di archivio; **b.** (arancio) arp... ricostruzioni proiezioni; **c.** (blu) agi... georeferenziazione incerta; **d.** (blu scuro) afi... foto interpretazione; **e.** (verde) aSA... da archivio SARA; **f.** (magenta) aVI... area di vincolo.

DIGITALIZZAZIONE DELLE PLANIMETRIE DI DETTAGLIO

I perimetri e i riferimenti puntuali sopra descritti costituiscono lo scheletro del sistema di definizione geografica cui fanno riferimento le schede nel Template GIS (fig.9): questi profili opportunamente rototraslati dal sistema TM33 (CAD) al sistema WGS84 (GIS) costituiscono ciascuno l'area cui è associata una scheda con identificativo proprio (AQ0xxx) e relativi metadati. Nella planimetria CAD però, i contesti di scavo pertinenti alla classe "aaa" e quelli pertinenti alla classe "asc", oltre al c.d. "bordo scavo", hanno ricevuto anche una definizione grafica vettoriale di dettaglio (fig.10), sono stati cioè digitalizzati mediante lo sviluppo di singoli disegni a loro volta opportunamente organizzati in *layers* con un prefisso identificativo comune "archeo".

Qui di seguito viene proposto l'elenco con la distribuzione dei contenuti:

- rosso e arancio: definizione delle strutture murarie (profili, limiti, dettagli, soglie) - ARCHEO_struttura muraia;
- gradazioni del viola: sarcofagi, sepolture, urne - ARCHEO_sarcofago;
- verde chiaro: piano pavimentale - ARCHEO_piano pavimentale;
- bianco e grigio scuro: mosaico e relative geometrie o fasce - ARCHEO_mosaico geometrie;
- grigio chiaro e nero: piano stradale, basolato e assi viari - ARCHEO_strada;
- blu: canaletta e strutture idriche - ARCHEO_canaletta;
- verde: altri dettagli - ARCHEO_dettagli.

All'interno di questi livelli sono stati inseriti tutti i contenuti digitalizzati, cercando di mantenere una chiarezza nel tratto e una schematicità generale che potesse garantire una buona resa di stampa a diverse scale di rappresentazione e nel contempo non appesantisse eccessivamente il file complessivo, somma dei parziali.

Ciascuna file vettoriale, espresso nelle coordinate di riferimento TM33, è risultato quindi rototraslato nel sistema cartografico di riferimento; l'unione dei singoli file ha quindi formato l'insieme della Mappa del Potenziale Archeologico della "buffer zone" che è stata riversata anche nel Template GIS.

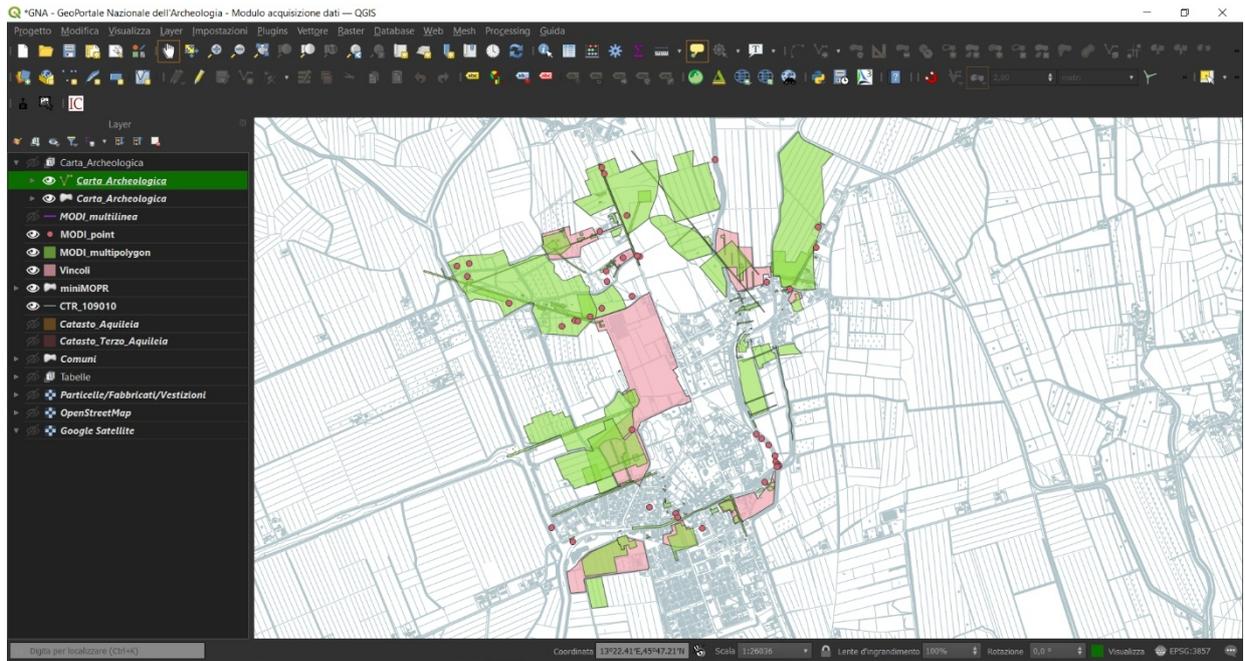


Fig. 9 Schermata da Template GIS: perimetri poligoni chiusi; si riconoscono tra gli altri con retinatura verde le aree "aaa" e "asc" (archivio e scavi); con retinatura magenta le aree "avi" (vincolo); con i punti rossi le "agi" (georeferenziazioni incerte).

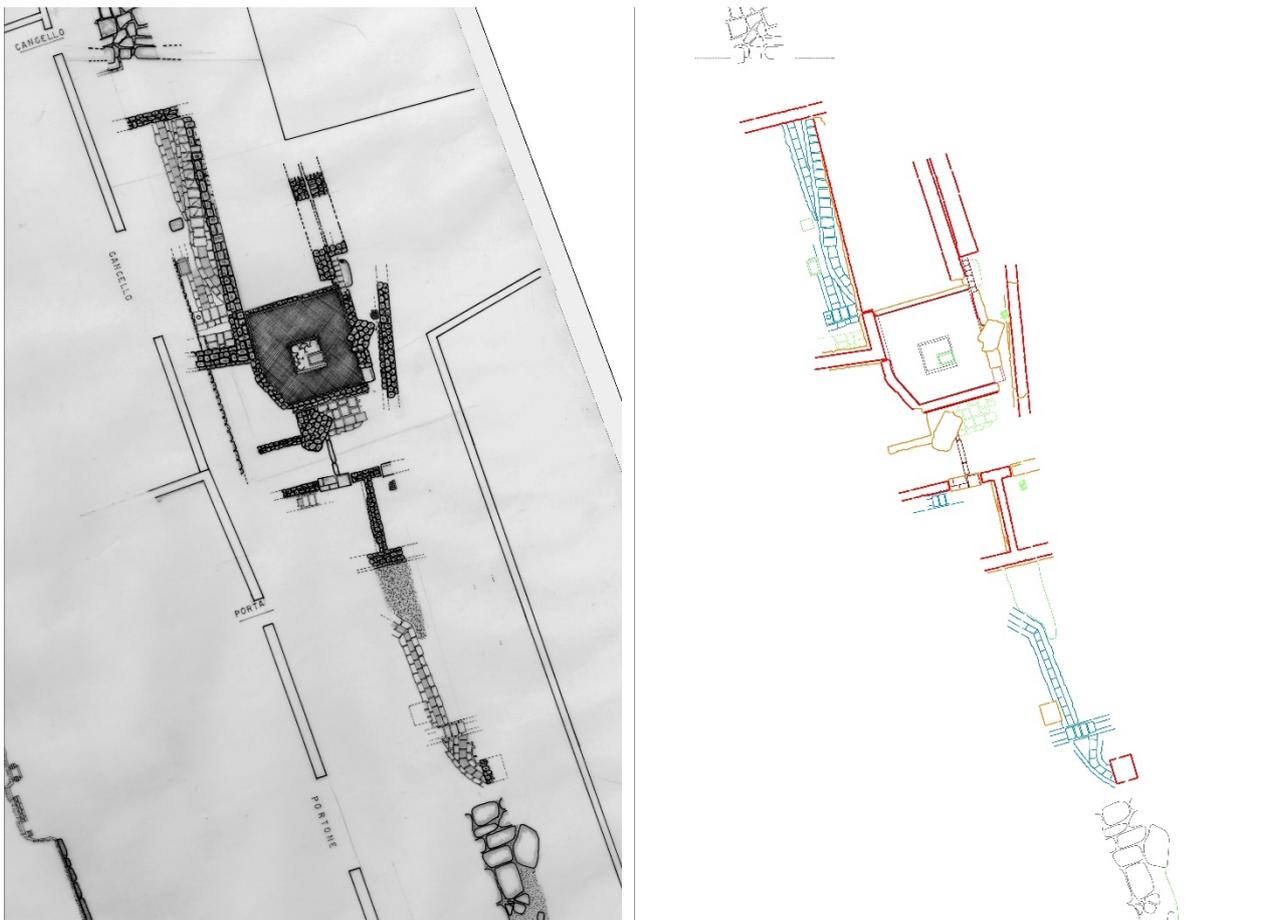


Fig. 10 A sinistra, planimetria cartacea in formato raster; a destra digitalizzazione della stessa con disegno vettoriale.

ARCHIVIO GENERALE DELLE DIGITALIZZAZIONI

Al termine del lavoro, l'intero archivio cartografico (fig.11) è risultato pertanto composto da un insieme di elementi parziali e da una serie di elaborati informatizzati, normalmente così articolati:

- un file “*raster*” in formato *.jpg per ogni documento cartaceo catalogato;
- un file di testo *.txt con le eventuali annotazioni presenti sul documento, la data di realizzazione e la scala di riferimento;
- un file CAD *.dwg espresso in coordinate TM33 con i seguenti contenuti
 - *raster* georiferito su *layer* il cui identificativo rimanda alla collocazione fisica del documento nell'archivio MAN
 - perimetrazione delle aree di scavo su *layer* con lo stesso rimando identificativo;
 - digitalizzazione grafica dei profili strutturali e delle evidenze archeologiche, secondo lo schema sopra descritto.

In diversi casi, singole aree di scavo risultano rappresentate da più documenti cartacei complementari: in questi contesti il file CAD vettoriale finale è stato sviluppato come somma complessiva dei vari parziali cartacei e quindi è andato a costituire un unico contesto topografico nella Mappa.

La totalità della Mappa del Potenziale archeologico è stata infine riversata nel Template GIS (figg.12-15) in modo da poter interagire con le altre basi cartografiche e poter fornire una base cartografica di dettaglio in associazione alla CTR, al Catasto e alle Ortofoto e in relazione ai metadati.

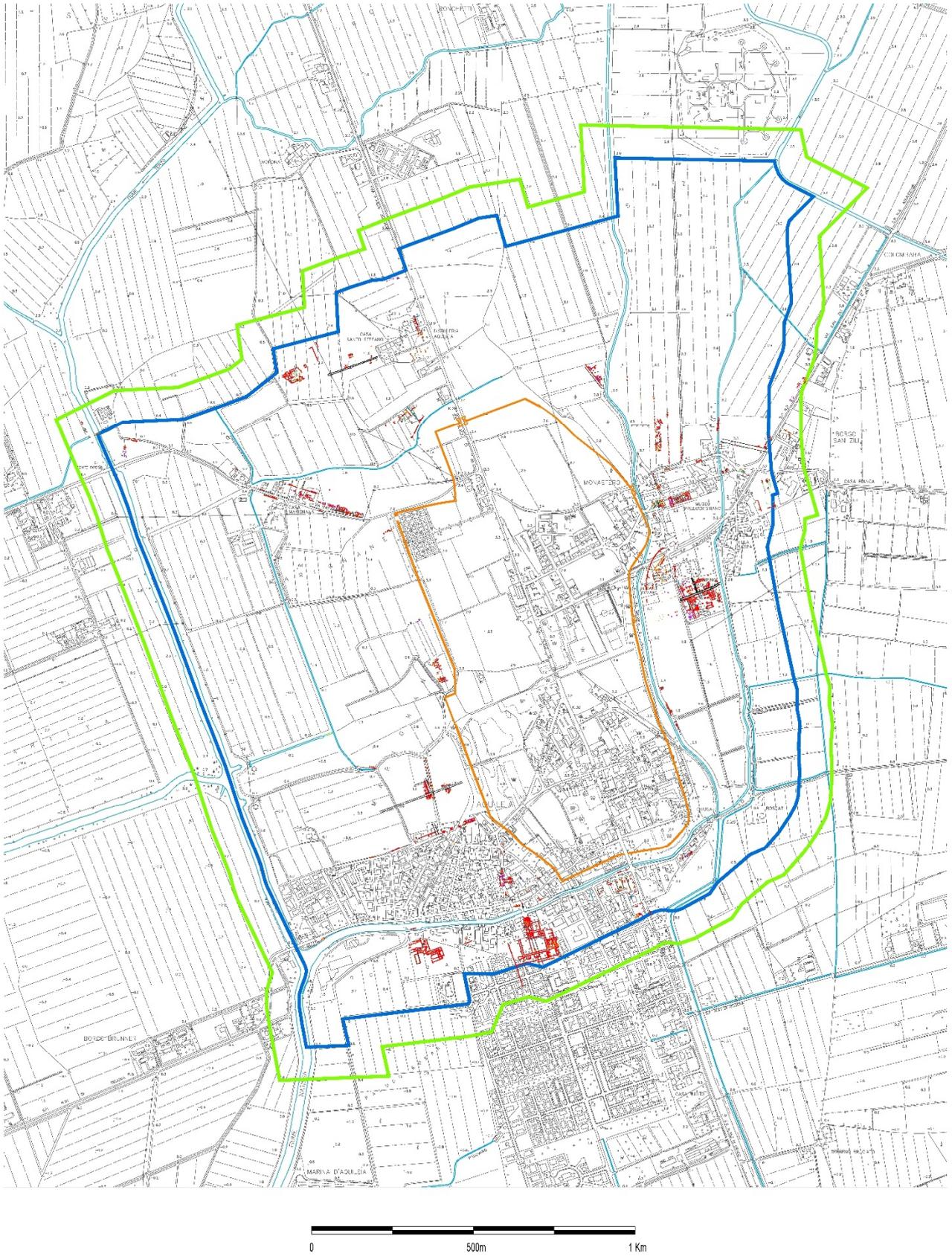


Fig. 11 Base cartografica CTR FVG; Mappa generale complessiva del Potenziale Archeologico risultante dall'unione dei singoli parziali di dettaglio vettorializzati.

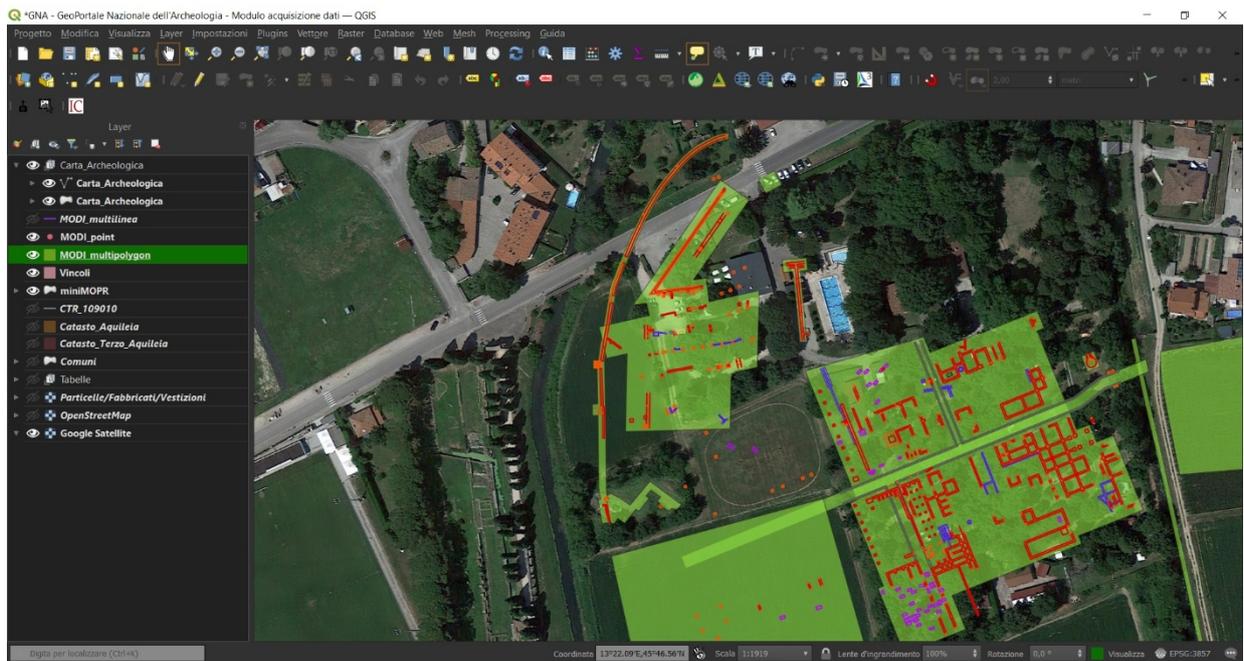


Fig. 12 Schermata Template GIS: Mappa vettoriale (profili strutturali da disegno CAD) con perimetri di riferimento (poligoni con retinatura verde); base cartografica foto aerea Google Earth.

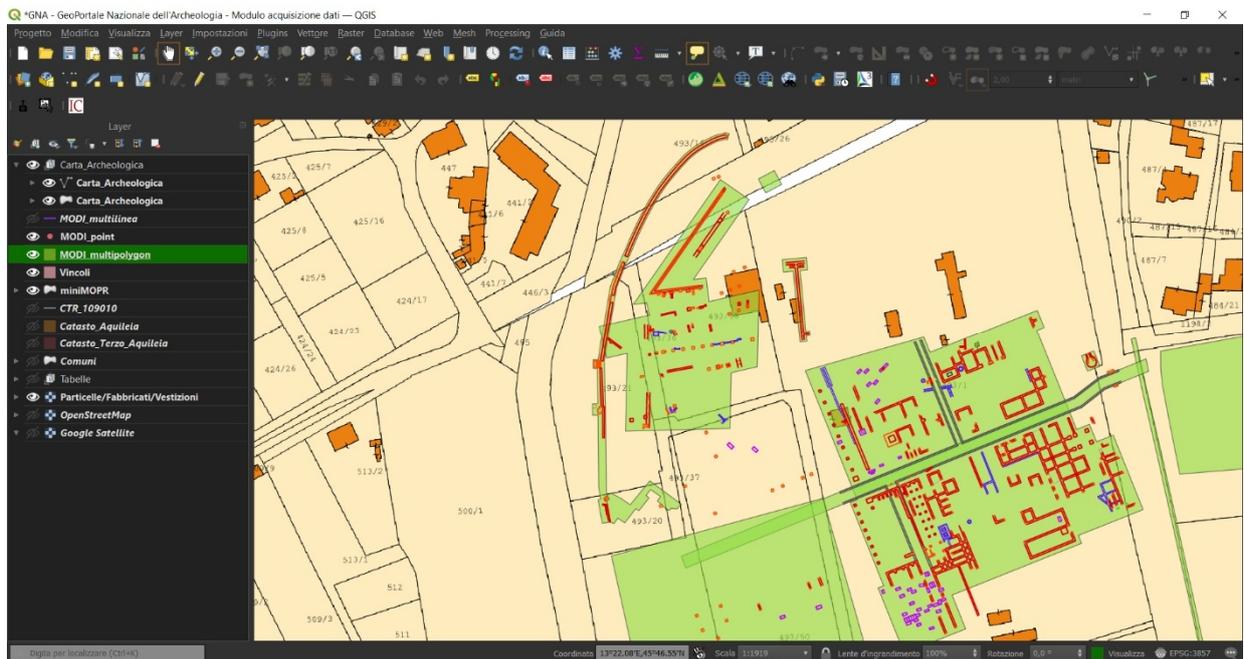


Fig. 13 Schermata Template GIS: Mappa vettoriale (profili strutturali da disegno CAD) con perimetri di riferimento (poligoni con retinatura verde); base cartografica mappa catastale.

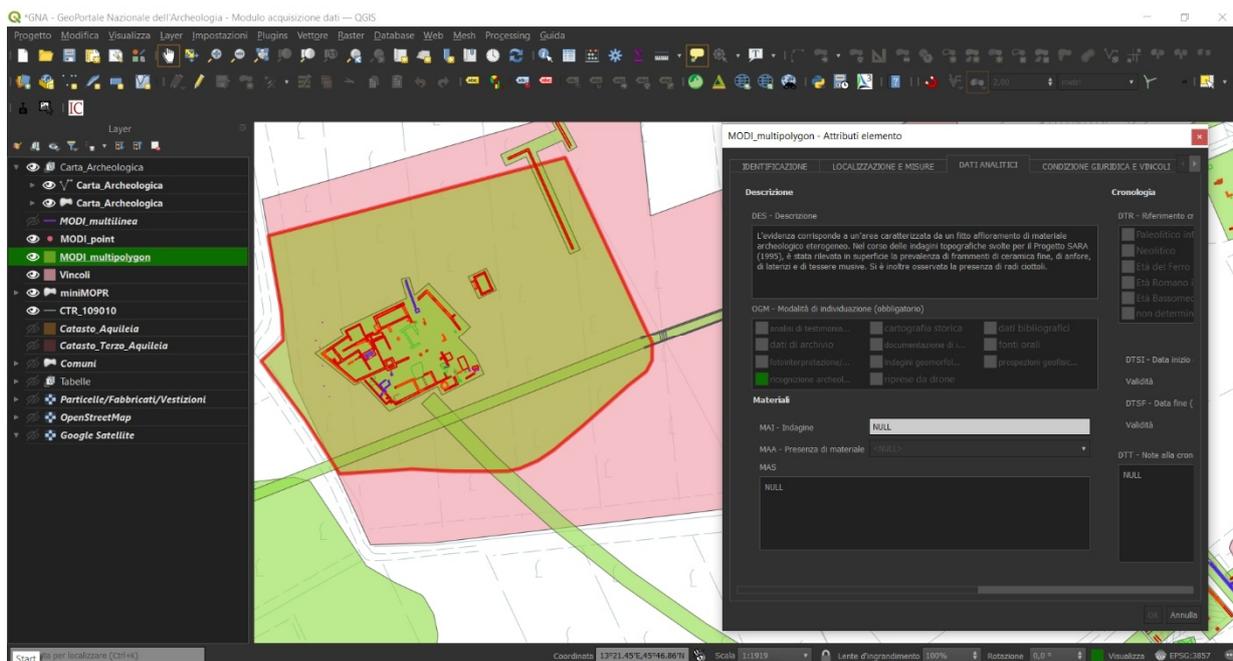


Fig. 14 Schermata Template GIS: Mappa vettoriale (profili strutturali da disegno CAD) con perimetro di riferimento (poligono con retinatura verde) in questo caso attivato (bordatura rossa); nella parte destra è stata richiamata la scheda di riferimento con i metadati inseriti.

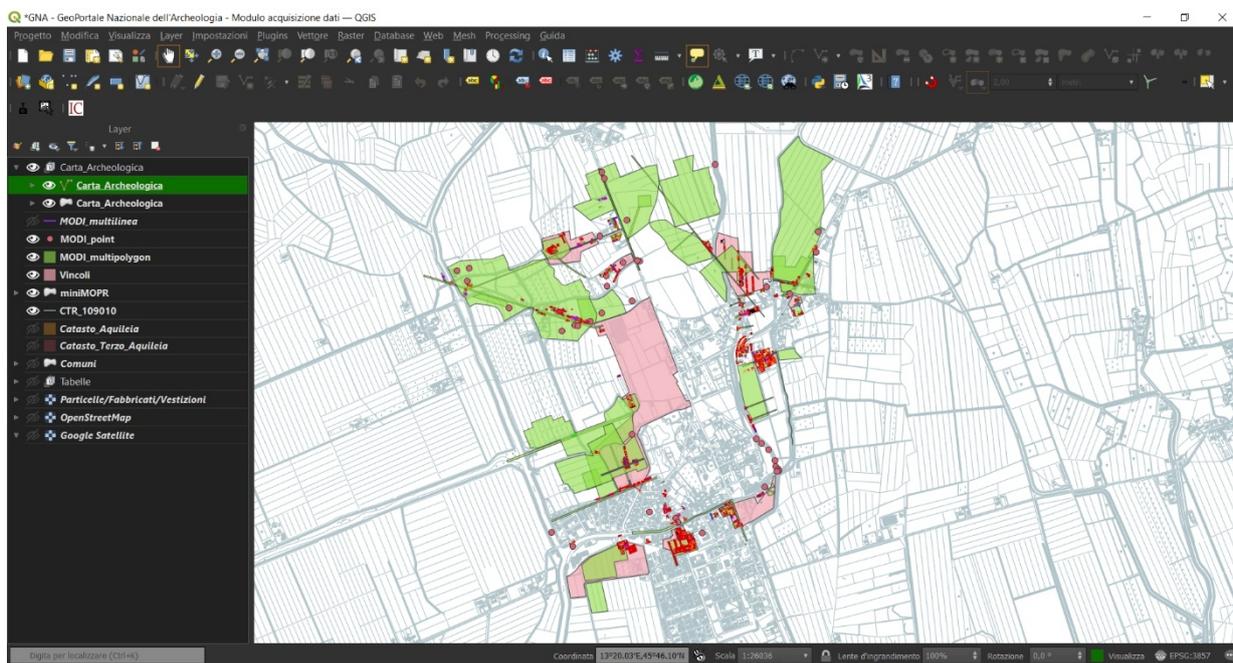


Fig. 15 Vista generale del Template GIS con la totalità degli inserimenti vettoriali.