



UNIVERSITÀ DI PISA

Corso di Laurea in Informatica Umanistica

RELAZIONE SUL PROGETTO DI LAUREA

Passeggiata digitale

sulla

Flaminia carsulana

Candidato: *Daniele Verducci*

Relatori: *Chiara Renso, Enrica Salvatori*

Correlatore:

Anno Accademico 2009/10

Indice generale	Pag
1. Introduzione	1
2. Il percorso storico	6
2.1 Criteri di metodo e di scelta nell'elaborazione del materiale storico	6
2.2 Breve excursus di storia carsulana	8
2.3 I principali monumenti del parco archeologico	11
2.3.1 Il foro	13
2.3.2 I templi gemini	14
2.3.3 L'arco di San Damiano	14
3. Lo sviluppo del progetto	16
3.1 Setup di Laya	17
3.1.1 Laya Developer	17
3.1.2 Struttura di un layer	18
3.1.3 Layer tridimensionali	20
3.2 I modelli tridimensionali	22
3.3 Messa a punto finale	24
3.4 Le pagine di approfondimento on line	25
4. Conclusione	26
5. Appendici	27
5.1 Piccolo glossario a uso del visitatore	27
5.2.1 disegni di Francesco Corni:	32
5.2.1 La pianta complessiva di Carsulae	32
5.2.2 Il foro	33
5.3 Le foto delle rovine e la relativa ricostruzione digitale	34
5.3.1 I templi gemini	34
5.3.2 L'arco di San Damiano	36
5.4 Pianta del sito archeologico di Carsulae	37
5.5 Avvertenze per il visitatore	38
6. Bibliografia e sitografia	39
6.1 Bibliografia	39
6.2 Sitografia	40

1. Introduzione

L'elaborato che intendo presentare è un layer contenente informazioni e modelli tridimensionali per l'uso con il software di realtà aumentata Layar.

La realtà aumentata è una tecnica di nuova concezione che permette di arricchire la nostra percezione del mondo con informazioni di vario tipo (testo, immagini, suoni e modelli tridimensionali) assicurandone una fruizione più completa e articolata. Il concetto di realtà aumentata proviene da quello di realtà



Fig.1 Relazione tra realtà aumentata e realtà virtuale

virtuale, secondo lo schema di Fig.1.

Nel particolare, il sistema Layar (Fig.2) è un'applicazione che gira su cellulari e smartphone con sistema operativo unix o compatibile (quindi iPhone OS della Apple e Android di Google, probabilmente in futuro anche Maemo di Nokia) e che sovrappone all'immagine ripresa dalla fotocamera del telefono le informazioni recuperate dal web relative ai punti d'interesse presenti in loco sotto forma di semplice punto nell'immagine o di modello tridimensionale, fruibile da varie prospettive semplicemente girandoci intorno. Per fare ciò, la posizione dell'utente viene rilevata tramite GPS, la direzione in cui è rivolto il telefono tramite la bussola e l'altezza a cui lo si sta puntando tramite gli accelerometri, tutto hardware già



Fig.2 Schermata di Layar

presente nel telefono.

Il contenuto del suddetto layer è un insieme di punti d'interesse volti a fornire informazioni di carattere storico-culturale e turistico durante la visita delle rovine della città romana di Carsulae, in provincia di Terni. Alcuni di questi punti d'interesse sono provvisti di un modello tridimensionale di quella che si pensa potesse essere la forma originale dell'edificio, che viene sovrapposto al relativo rudere. Toccando lo schermo del dispositivo sarà possibile ottenere ulteriori informazioni sull'edificio inquadrato e sulla storia della città e consultare un piccolo glossario relativo alle strutture architettonico-urbanistiche tipiche della civiltà romana del I-II secolo d. C., periodo di massimo splendore di Carsulae.

E' da precisare che il layer si propone come materiale di supporto per la fruizione del libro *"Carsulae. Alla scoperta dell'antica città"* di Matteo Lanfiuti Baldi (attualmente in corso di pubblicazione presso Web&Books), dal quale provengono dunque gran parte delle informazioni storiche utilizzate nel mio progetto.

Nella ricostruzione digitale dei ruderi sono state seguite le indicazioni della *"London Charter"*, contenente le linee guida per la corretta visualizzazione tridimensionale dei beni culturali, al fine di assicurarne *"l'integrità intellettuale, l'affidabilità, la trasparenza, la documentazione, gli standard, la sostenibilità e l'accesso"*. La Carta è stata consultata nella versione italiana del 2009, curata dalla Prof. Enrica Salvatori.

Prima di procedere a esporre i caratteri salienti della progettazione e realizzazione del layer in questione, ritengo opportuno dichiarare i motivi che hanno ispirato la mia scelta.

Il primo nasce dalla constatazione che le risorse turistiche della mia provincia vengono sfruttate poco e male: ne è un esempio il parco archeologico della città di Carsulae, piccolo gioiello sconosciuto ai più. Di qui l'intento di richiamare l'attenzione sull'antica città: l'attenzione del turista che volesse seguire il percorso umbro dell'antica via Flaminia, sulle tracce di una civiltà di cui si sente ancora intimamente partecipe; l'attenzione dell'insegnante che volesse indurre i propri studenti a confrontarsi con una testimonianza di storia romana particolarmente compiuta e organica; infine, ma non per ordine di importanza, l'attenzione delle istituzioni che, nell'ambito di una strategia turistico-culturale di più ampio respiro, volessero valorizzare fino in fondo un parco archeologico dalle grandi potenzialità. Sono consapevole che il mio contributo è solo una goccia nel mare ma ritengo che valga la pena tentare.

Il secondo motivo è legato a un criterio di carattere etico, che ispira la mia vita da circa sei anni, ovvero fare uso più largo possibile di software libero (open source). In effetti la quasi totalità del software che ho usato è rilasciato sotto licenza GPL o

equivalenti: ad esempio Ubuntu linux, Blender, Android, Phpmyadmin, Apache, Porpoise, Openoffice etc. Spero così di contribuire un po' alla diffusione degli standard open source. Lo stesso mio lavoro è rilasciato sotto licenza *Creative Commons "Attribuzione-Non commerciale" 2.5 Italia*, quindi è open source in modo che chiunque possa modificarlo, migliorarlo e ridistribuirlo rimanendo patrimonio comune, come del resto tutta la cultura dovrebbe essere. Sono infatti fortemente convinto che le potenzialità degli strumenti digitali in generale e del Web in particolare possano svilupparsi nel senso di un consolidamento delle libertà individuali, secondo il modello della democrazia liberale, solo a patto che la piattaforma di comunicazione e di condivisione che essi hanno contribuito a costituire sia sottratta al controllo dei potentati economici, che sembrano essere diventati gli attori essenziali (più o meno espliciti) dell'agire politico oggi, in un mondo in cui la globalizzazione corrode lentamente ma irresistibilmente la sovranità degli Stati e l'efficacia degli apparati normativi che essi producono.

Il terzo motivo sta nel fatto che, essendo di acquisizione relativamente recente, la tecnologia della realtà aumentata è un campo poco frequentato e quindi, per così dire, ancora in larga parte da dissodare, condizione perfetta per suscitare interesse e stimolare al lavoro.

Infine, questa tecnologia è alla portata di tutti (i telefoni più economici basati su Android si possono acquistare con un centinaio d'euro alla data attuale, e i prezzi sono destinati a calare fortemente in un prossimo futuro), proponendosi dunque come sistema di consultazione di informazioni più ergonomico e intuitivo di un computer, e questo ne fa uno strumento compatibile con i precetti che ho incontrato in questi anni di studio nel mio corso di Informatica Umanistica.

La relazione è articolata in due parti: l'una chiarisce i problemi di metodo e di scelta che sono stati posti dall'elaborazione del materiale storico e contiene le informazioni essenziali per una visita consapevole al parco archeologico di Carsulae, l'altra illustra e motiva le fasi di realizzazione dell'elaborato digitale.

2. Il percorso storico

2.1 Criteri di metodo e di scelta nell'elaborazione del materiale storico

La ricostruzione grafica dei monumenti ha posto problemi di carattere filologico piuttosto complessi. Non risulta che essa sia stata tentata fino ad ora, se non dal disegnatore e rilevatore archeologico Francesco Corni ¹, che ha elaborato la pianta complessiva della città e, con dettaglio maggiore, quella del foro. Tuttavia la ricostruzione del disegnatore modenese, indubbiamente efficace per l'abilità del tratto e lo sguardo sintetico, non risulta del tutto coerente dal punto di vista filologico poiché inserisce nel tessuto urbano elementi anacronistici, come la Chiesa di S. Damiano, la cui struttura, in stile romanico, pur riutilizzando parzialmente un piccolo edificio absidato romano e inglobando massicciamente materiale recuperato dalle rovine circostanti, risale al secolo XI, oppure elementi controversi, come le mura, delle quali non c'è evidenza archeologica, tanto che la maggior parte degli studiosi ritengono che Carsulae ne fosse priva (Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione).

Questo lavoro è stato comunque svolto secondo le indicazioni del London Charter, in particolare di quella relativa alle fonti visive, principio 3 articolo 3.

Non risulta che sia stata tentata a tutt'oggi la ricostruzione grafica degli edifici che sono oggetto di questo lavoro: i tempietti gemini, con il prospiciente tetrapilo meridionale di ingresso pedonale all'area forense, e l'arco di San Damiano, che demarcava il confine della città, oltre il quale, lungo la Flaminia, si sviluppava la necropoli, secondo una consuetudine largamente attestata nella civiltà romana.

La scelta degli edifici da ricostruire è stata suggerita da una duplice esigenza: da una parte di carattere figurativo, soprattutto per i tempietti gemini, prostili ² e tetrastili ³, i quali, collocati su podi e raccordati da un'ampia scalinata in prossimità del tetrapilo ⁴ meridionale, si prestavano a un'elaborazione grafica particolarmente interessante; dall'altra di carattere simbolico, soprattutto per l'arco di San Damiano, che non è mai scomparso alla vista, conservando nei secoli la memoria dell'antica

1. Nato a Modena il 14 settembre 1952, Francesco Corni si è formato alla scuola dell'archeologo svizzero Charles Bonnet, dedicandosi alla documentazione dei beni culturali e ambientali, prima come rilevatore nei cantieri archeologici, poi come autore di libri illustrati. Attivo presso varie Sovrintendenze Archeologiche italiane, collabora mensilmente con i periodici Mondadori *Bell'Italia*, *Bell'Europa* e *Antiquariato*. Le sue tavole compaiono su riviste straniere divulgative quali *Rutas del Mundo*, *Mediterranée Magazine*, *Meridien* ecc.

2. Con colonne sulla facciata

3. Con quattro colonne sulla parte frontale

4. Arco a quattro fronti, che a Carsulae aveva probabile funzione di filtro nei confronti del traffico, in modo che l'accesso al foro fosse consentito ai soli pedoni.

città, tanto da diventarne il monumento più significativo.

Per la datazione sono state seguite le indicazioni contenute nel testo di riferimento (Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione): per i tempietti l'età giulio-claudia, probabilmente durante i lavori di ristrutturazione della Flaminia promossi da Augusto; così pure per l'arco, anche se, a causa del rinvenimento tra gli interstizi delle pietre di alcune monete riferibili al regno di Traiano, si è supposto a lungo che fosse stato dedicato all'imperatore spagnolo, in occasione della vittoriosa campagna contro i Daci (101-102 d.C.; 105-106 d.C.).

La collocazione dei monumenti nel I secolo d.C. ha condizionato, ovviamente, l'elaborazione grafica, sia nella definizione della struttura architettonica che nella scelta delle textures, ispirate a un vivace cromatismo (che oggi può sembrare un po' kitsch perché si dimentica che la sobrietà del bianco e del grigio è solo il risultato dell'erosione operata dai secoli!).

In particolare, si è evitato di mettere sopra l'arco una statua o un gruppo scultoreo, di norma presenti quando era dedicato a un personaggio della gerarchia militare o civile oppure a una divinità, poiché non ci sono evidenze in tal senso né la funzione dell'arco, che era quella di contrassegnare monumentalmente l'ingresso della città, lo rendeva indispensabile. Allo stesso modo, si è evitato di utilizzare per le textures il colore blu e i suoi derivati, data la difficile reperibilità, all'epoca, dei relativi pigmenti: è improbabile che un colore così costoso fosse diffusamente impiegato negli edifici di una piccola città come Carsulae. Comunque la ricostruzione digitale, per quanto coerente con i caratteri dell'architettura romana del I secolo d.C., rimane largamente ipotetica. Tutte quelle superfici per le quali nessuna evidenza archeologica può suggerire la colorazione originale sono state ricoperte di giallo senape.

Queste precisazioni sono state inserite nelle pagine di approfondimento online, consultabili tramite il sistema di realtà aumentata. La scelta di informare l'utente di questi dettagli tecnici si deve ad una delle linee guida del già citato London Charter: al punto 4.1 il documento sostiene infatti che “dovrebbe essere chiaro all'utente [...] lo stato attuale di un sito o di un oggetto [...] la sua ricostruzione basata sulle evidenze o invece sulle ipotesi, oltre che la portata e la natura di ogni informazione incerta.”.

Fonte di ispirazione nella modellazione è stato anche l'arco di Gallieno a Roma, che secondo alcuni studiosi sarebbe simile a quello di Carsulae (Dolci 1999/2000, p. 79) Edificato da Augusto in travertino, sul luogo della Porta Esquilina delle Mura Serviane, presentava anch'esso tre fornici ed era affiancato da lesene angolari corinzie.

Per le misure sono state seguite di norma le indicazioni contenute nel testo di riferimento (Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione), confermate e integrate con

rilevazioni sul campo.

Per quanto riguarda la dedica dei templi gemini, considerato che le due strutture sono uguali, è stata accolta l'ipotesi che in essi si venerasse una coppia di divinità, molto probabilmente i Dioscuri Castore e Polluce. Il loro culto, infatti, era largamente diffuso in Umbria, traducendosi poi forse nella venerazione, a partire dal VI secolo d.C., dei Santi Cosma e Damiano, gemelli medici sottoposti a martirio per decapitazione, ai quali è dedicata l'omonima chiesa presente nel sito archeologico.

I contenuti storici fruibili attraverso il sistema di realtà aumentata ⁵ vengono riportati nei due paragrafi seguenti, l'uno contenente un breve excursus di storia carsulana e l'altro l'indicazione dei principali monumenti del parco archeologico, con la descrizione, in particolare, di quelli oggetto del presente lavoro. In appendice c'è poi un piccolo glossario, relativo alle strutture architettonico-urbanistiche tipiche della civiltà romana del I-II secolo d. C., periodo di massimo splendore di Carsulae. Nel sistema di realtà aumentata, la descrizione dei ruderi, la breve storia di Carsulae e il glossario possono essere consultati sfogliando le pagine di un libro virtuale, posto al centro del foro. Descrizioni e glossario sono tratti dall'opera più volte citata di Matteo Lanfiuti Baldi.

2.2 Breve excursus di storia carsulana

Il complesso archeologico di Carsulae, in provincia di Terni, a breve distanza dal capoluogo, è posto su un ampio pianoro, ai piedi del Poggio Chicchirichì, uno dei rilievi meridionali della catena dei Monti Martani.

Gli scavi, che si sono susseguiti in modo disordinato a partire dal XVI secolo e sono culminati nelle campagne intensive fra il 1951 e il 1972, hanno riportato alla luce una notevole quantità di materiale, sebbene moltissimo rimanga ancora da recuperare. Integrando le esigue fonti storico-letterarie con le numerose iscrizioni e l'esame delle consistenze archeologiche, è possibile tracciare un quadro piuttosto articolato della città, che dovette essere un municipio ricco e politicamente attivo, i cui abitanti erano retti da magistrature importanti e si riunivano in associazioni di categoria.

Per quanto la data di fondazione risulti ancora incerta e controversa, è diffusa tra gli studiosi la convinzione che la nascita di Carsulae, o la trasformazione in nucleo urbano di un preesistente modesto agglomerato, sia stata una delle conseguenze più evidenti dell'avanzata romana nell'Italia centrale (Lanfiuti Baldi, in

5. Per il layer contenente informazioni e modelli tridimensionali per l'uso con il software di realtà aumentata Layar, si rimanda al secondo capitolo, relativo alle fasi di realizzazione del progetto.

corso di pubblicazione). Iniziata con la battaglia del Sentino (295 a. C.), in cui furono sconfitte le popolazioni etrusche e italiche ostili a Roma, tale avanzata si sviluppò nel corso del III secolo a. C. e fu sancita definitivamente dall'apertura della Via Flaminia. La strada, che era stata tracciata dal censore Caio Flaminio tra il 220 e il 219 e successivamente restaurata da Augusto a partire dal 27 a. C., permetteva il collegamento rapido tra Roma e l'area adriatica centro-settentrionale. La presenza romana intensificò la crisi di disgregazione delle comunità indigene, organizzate secondo modelli socio-politici ormai superati.

Gli insediamenti di altura vennero gradualmente abbandonati e ricostituiti nell'area pianeggiante in prossimità della strada consolare, dove sarebbe stato possibile uno sviluppo più razionale dell'agricoltura e una circolazione più efficace delle merci.

Un'altra ipotesi sulla nascita dell'abitato, seppur meno plausibile (Lanfruti Baldi, in corso di pubblicazione), è quella di uno spostamento non spontaneo, bensì forzato, all'indomani dell'occupazione romana dell'area. Le popolazioni locali sarebbero state, secondo questa teoria, trasferite con la forza dalle alture alla zona pedemontana, presumibilmente per esigenze politico-militari (un esempio documentato di questo genere di azioni è quello di Otricoli).

Carsulae sarebbe stata dunque il risultato di una sorta di sinecismo, prodotto dallo spostamento a valle degli abitanti degli insediamenti italico-umbri preesistenti della zona montana ⁶.

Inoltre, per quanto non dimostrabile, è probabile che il punto della Flaminia in cui poi si sviluppò la città avesse già cominciato a funzionare come scalo in pianura dei centri montani circostanti, precludendo al ruolo di *mansio* che Carsulae avrebbe assunto più tardi ⁷.

La data della fondazione rimane comunque oscura e l'attuale configurazione è, per lo più, il frutto delle ristrutturazioni urbanistiche di età augustea.

6. Alcuni studiosi ritengono però che lo spostamento a valle di preesistenti insediamenti indigeni sarebbe stato un fenomeno successivo alla costruzione della Flaminia (Ponzi Bonomi 1991, p.195)

7. A questo proposito Morigi scrive: "Per la città non si può fare a meno di pensare a una stazione di sosta, suggerita dalla stessa disposizione dell'abitato ai due lati della Flaminia, e non a una semplice *mutatio* ma a una vera e propria *mansio*. Il silenzio delle fonti itinerarie potrebbe essere del resto spiegabile con la scarsa attendibilità di alcuni dati che esse forniscono, visto il precedente già verificatosi di stazioni riconosciute con presumibile certezza sul terreno e del tutto trascurate dagli itinerari (...). Allo stesso modo il mancato rinvenimento di elementi che possano essere appartenuti a strutture tipiche della *statio*, ovvero ampie aree cortilizie porticate, edifici destinati al foraggiamento del bestiame, ambienti che servissero ad alloggiare e rifocillare i viandanti, deve essere nel presente caso imputato all'assenza di scavi sistematici nelle aree della città più vocate all'alloggiamento di simili complessi e cioè l'ampio settore pianeggiante tra il foro, l'arco di San Damiano e le pendici collinari sud-occidentali, ricche di sorgenti idro-termali" (Morigi 1997, pp. 74 – 76). E' forse opportuno chiarire che *mutatio* e *mansio* designano due diverse tipologie di stazione di posta lungo le strade romane. Le *mutationes* erano poste a circa dieci miglia da altre strutture simili e avevano lo scopo di permettere il rifornimento dei viveri e il cambio dei cavalli o degli animali da tiro, le *mansiones*, più complesse, erano poste a un giorno di viaggio l'una dall'altra e offrivano il servizio di pernottamento dei viaggiatori e di ricovero degli animali.

Tracce della città, per il periodo repubblicano, sono state rinvenute nelle sostruzioni ⁸ dei templi gemini, lungo il tracciato della via Flaminia e, recentemente, nell'area termale. Ben poco è dunque rimasto del primo nucleo cittadino e del periodo pre-imperiale, cosa che rende difficoltosa una ricostruzione attendibile per quelle fasi della vita del centro abitato. Presumibilmente Carsulae non aveva l'aspetto monumentale e l'organizzazione urbanistica che assunse nel periodo imperiale, in concomitanza con l'opera di miglioramento e trasformazione che dal 27 a.C., come si è accennato, per volere di Augusto, interessò la Flaminia.

L'intervento augusteo diede nuovo impulso alla città, risollevandola dagli effetti della Guerra Sociale, durante la quale era stata probabilmente legata agli Italici, come molti altri centri umbri, quali Otricoli e Todi. Le devastazioni belliche avevano reso senza dubbio ancor più urgenti i lavori di ripristino delle strutture cittadine e le modifiche negli ordinamenti pubblici. A queste necessità si deve forse la diffusione dell'istituto municipale che, tra le altre conseguenze, permise una maggiore autonomia, pur nel rispetto delle direttive centrali.

Se la città ottenne lo *status* di municipio subito dopo la Guerra Sociale, quando fu assegnata alla tribù Clustumina con la vicina *Interamna*, o in età augustea, in connessione con la riorganizzazione della Flaminia, è difficile da stabilire e la documentazione delle magistrature cittadine non scioglie il dubbio (Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione).

Nell'età giulio-claudia si ebbe, in ogni caso, un'intensa espansione del tessuto urbano, tanto che tutti i maggiori edifici furono realizzati in questo periodo, comprese le grandi tombe monumentali all'esterno dell'arco di san Damiano.

La ricostruzione delle fasi finali della vita di Carsulae risulta, per la scarsa documentazione disponibile, alquanto lacunosa. Documenti cristiani del IV sec., di incerta provenienza carsulana, sembrano indicare la persistenza dell'insediamento ma, di fatto, dal III sec. in poi il silenzio è pressoché assoluto. Unica eccezione sarebbe rappresentata da un'attività artigianale di periodo longobardo (un *erburarius*) all'interno di uno dei fornicci del teatro, della quale però mancano prove certe.

Si entra così nel vivo della *quaestio carsulana*.

L'interrogativo sul crepuscolo della città nel periodo tardo-antico, infatti, è ancora sostanzialmente irrisolto. Carsulae declinò gradualmente e in modo spontaneo o fu abbandonata all'improvviso a causa della distruzione prodotta da invasioni barbariche o, più verosimilmente, da un sisma?

È possibile, infatti, che un violento movimento tellurico sia stato la causa della distruzione della maggior parte degli edifici e di un'alterazione sostanziale del

⁸ Struttura che serve da base o da sostegno a una costruzione sovrastante.

regime idrico, anche tenendo conto di alcuni dati archeologici, come le posizioni di crollo dei diversi monumenti, sempre sul fianco orientale dei muri ⁹. Tuttavia di tale fenomeno non rimangono tracce letterarie, anche se esiste la documentazione di alcuni episodi sismici a Todi durante la guerra greco-gotica (535-553 d.C.), e il giudizio degli studiosi non è concorde. È certo invece che sul declino carsulano pesò l'abbandono del tratto *Narnia – Vicus Martis – Mevania* della Flaminia in favore del tratto *orientale*, più comodo e passante per gli importanti centri di *Interamna, Spolegium e Trebiae*. In ogni caso, ammesso che la fine di Carsulae sia imputabile a un terremoto, la città doveva trovarsi ormai nella parte calante della propria parabola, con una forte contrazione demografica, causata dalla perdita d'importanza della Flaminia e dalle numerose incursioni barbariche, che avevano ripetutamente devastato il territorio. La probabile mancanza della cinta muraria la rendeva una preda inerme e, dunque, particolarmente desiderabile.

2.3 I principali monumenti del parco archeologico

La maggior parte delle strutture riportate alla luce nel parco archeologico sono databili al I sec. d. C., in particolare in età augustea e giulio-claudia. Sebbene la datazione precisa dei vari edifici non sia agevole, le tecniche e le tipologie edilizie e decorative confermano tale ipotesi, senza escludere tuttavia che qualche progetto elaborato in periodo augusteo sia stato poi realizzato, pezzo dopo pezzo, in un più lungo arco di tempo. La riorganizzazione urbana dovette avvenire comunque su vasta scala, traducendosi in un intenso processo di ridefinizione monumentale, abbellimento e specializzazione delle aree, con l'introduzione di modelli architettonici provenienti da Roma e un notevole impiego di marmo. L'edilizia si trasformava, per volontà di Augusto e con intento propagandistico, nell'espressione della *publica magnificentia*, affermando la prevalenza degli interessi della collettività sul lusso privato.

Con la ristrutturazione della città tutte le attività pubbliche furono accolte nel foro, che fu limitato al solo traffico pedonale, come conferma la costruzione dei

9. Ciotti sostiene con convinzione la tesi del declino conseguente a un forte terremoto. Scrive: "L'abbandono del tracciato Narnia – ad Martis – Mevania, le condizioni di scarsa sicurezza in un centro senza mura e – comunque – sempre attraversato da una via, pur non più importante come nei secoli precedenti, furono certamente causa di declino della città: tuttavia, se Carsulae finì per scomparire e non risorse in età medievale, la ragione va ricercata in una distruzione violenta (...), come chiaramente è evidenziato dagli scavi. Distruzione violenta, ma certo non intenzionale: i barbari invasori, a cui è stata attribuita la colpa (...), in questo caso – che non credo sia l'unico – sono innocenti. La distruzione fu invece causata da un sisma che fece tremare la terra in tutta la zona e che a Carsulae, avendo provocato il crollo delle doline qui esistenti nel pianoro – specie di quelle ai piedi della montagna – ebbe effetti ancora più dannosi, tali da impedire che la cittadina risorgesse". E aggiunge: "Una dimostrazione a tutti evidente della causa sismica della distruzione di Carsulae è offerta dalla strada trasversale alla via Flaminia, che da questa si distacca di fronte al foro, dirigendosi verso l'anfiteatro: in seguito al crollo della vicina dolina (...), una parte della strada si è distaccata dal resto, si è abbassata rispetto al livello originario 'slittando' verso l'avvallamento corrispondente alla dolina" (Ciotti 1976, p.22)

tetrapili d'ingresso. Problematica rimane la localizzazione dei quartieri abitativi, probabilmente collocati alla periferia, soprattutto meridionale, ricca di risorse idriche: non a caso vi è stato individuato l'unico impianto termale fino ad ora rinvenuto¹⁰.

Complessivamente l'impianto urbanistico dell'abitato di Carsulae presenta lo schema classico delle città romane. Cardo e Decumano si incrociano perpendicolarmente nei pressi del foro, formando le direttrici principali della città, mentre tutte le altre vie, almeno quelle rintracciate nel corso degli scavi, sono parallele alle due strade maestre. Il Cardo Massimo coincide con la via Flaminia, che attraversa Carsulae da sud a nord, dopo aver superato la vicina collina su cui sorge San Gemini. Il tratto cittadino della via presenta ancora l'originaria pavimentazione in basoli di pietra calcarea, risalente alla ristrutturazione augustea.

L'abitato fino a oggi scavato, procedendo da sud a nord lungo il tracciato della via Flaminia, si presenta diviso in quattro zone principali: la prima sulla destra, relativa all'area forense, la seconda sulla sinistra, di fronte al foro, comprendente il quartiere degli spettacoli, la terza all'estremità settentrionale dell'abitato con l'entrata e la necropoli monumentale, la quarta presso l'entrata sud di Carsulae, nella quale si trovano le terme, forse parte delle strutture di una *mansio*¹¹, e la chiesa di San Damiano. A queste aree si aggiunge una necropoli, individuata nella zona alle spalle del quartiere degli spettacoli, e diversi altri resti, ascrivibili a cisterne e abitazioni sparse.

Va comunque ricordato che gli scavi hanno messo in luce una frazione ancora modesta della città e che molto rimane dunque da scoprire, in particolar modo i quartieri residenziali.

A partire dall'ingresso al parco archeologico, secondo l'ordine della collocazione lungo la Flaminia, troviamo

nell'area termale

1. l'impianto termale
2. la cisterna
3. la Chiesa di San Damiano

10. L'identificazione dell'edificio con una struttura termale è concordemente accolta dagli studiosi (Bruschetti 1995, pp. 29-30; Ciotti 1976, p. 42; Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione). Le terme furono riportate alla luce nel 1783, per iniziativa pontificia. Alcuni anni più tardi Milj descrive l'edificio come uno dei più noti di Carsulae: "Vestigia dei pubblici bagni abbastanza magnifici, tassellati a mosaico di fine marmo a più colori e con figure a bassorilievo di animali quadrupedi, acquatici e volatili; e in cui erano guidate le acque con tubi e canali di piombo, in uno dei quali, dissotterrato anni or sono, si leggeva: *F. Elius Cresces. Fec.*" (Milj 1800, p. 5)

11 Si rimanda alla nota 7

nell'area forense

1. la basilica
2. il foro
3. i templi gemini
4. le tabernae
5. gli edifici absidati (la Curia?)

Il Decumano Massimo

nell'area degli spettacoli

1. l'anfiteatro
2. il teatro

nell'area della necropoli

1. l'arco di San Damiano
2. la necropoli monumentale

2.3.1 Il foro

“Il foro di Carsulae, una delle principali aree urbane riportate alla luce e cuore pulsante della città, come in ogni centro abitato romano, sorge all’incrocio tra la via Flaminia, più precisamente sulla sinistra di questa, e il Decumano Massimo, la strada che taglia perpendicolarmente il Cardo Massimo e conduce alla zona degli spettacoli. Ha una forma più o meno rettangolare e dimensioni di 40 m per 60 m circa. Il complesso è separato dalla strada da uno dei muri di sostruzione del terrapieno, costruito con blocchetti rivestiti di lastre in travertino, alcune delle quali sono state ricollocate nella posizione originale, e contrafforti posti a distanze regolari.

La piazza, dalla superficie non piana per un dislivello tra i lati settentrionale e meridionale, era pavimentata con lastre in travertino, riaffiorate parzialmente nella zona dei templi gemini. L’accesso all’area forense era regolato da due archi quadrifronti (tetrapili), posti sul lato nord e su quello sud del perimetro, quasi una sorta di piccoli propilei. L’arco meridionale, collocato circa all’altezza dell’asse centrale della basilica e parzialmente ricostruito, poggia su un basamento di 2,5 m, cui si accede tramite una scalinata nella quale i primi sei scalini, dei tredici presenti, sono originali. Ignoto è l’aspetto della parte terminale dell’alzato e l’eventuale presenza di un apparato figurativo o epigrafico. Anche il significato originario della struttura è ignoto ma è probabile che si tratti della monumentalizzazione dell’entrata all’area forense, oltre che di un pratico sistema per impedire l’accesso al traffico pesante.

Il lato sud risulta rialzato rispetto alla strada tramite sostruzioni di circa 3 m, che hanno restituito molto materiale architettonico di un edificio di età repubblicana, fino ad ora il più antico rinvenuto nel sito, su cui poggiano i templi gemini. Le sostruzioni, dalla parte della Flaminia, terminano con tre ambienti di 3-4 m per 3,5 m circa, con copertura voltata e porte d’ingresso, di cui restano soglie e stipiti, destinati a ospitare *tabernae* che, data la vicinanza dei templi gemini, erano adibite forse al commercio di oggetti legati alla sfera sacrale. Un quarto locale, simile ai precedenti, conserva la parete di fondo e l’attaccatura della volta ed è situato alle spalle dell’arco meridionale, che ne occupa parte della superficie.

Gli ambienti citati sono infine separati dalla strada da un ampio marciapiede.

Per quanto concerne il tetrapilo settentrionale, doveva essere in tutto e per tutto simile al suo gemello meridionale (del monumento si conservano, ormai, solo le basi dei piloni). Il differente dislivello, su questo lato, tra il piano del foro e quello della strada limitrofa non richiese, tuttavia, i complessi lavori di adeguamento che invece interessarono il lato sud della zona forense e, conseguentemente, la sua entrata monumentale”(Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione).

2.3.2 I templi gemini

“I due templi detti *gemini* sono posizionati sopra la sostruzione meridionale del foro e poggiano su muri in opera cementizia.

Il lato meridionale dell'area sacra poggia sulla parete di fondo delle *tabernae*. Il peribolo, al livello della piazza, era pavimentato in *opus spicatum* e il podio, rialzato di circa 1,8 m e necessario per regolarizzare la pendenza del terreno, era rivestito con lastre di calcarenite rosata e presentava una cornice modanata in travertino, solo parzialmente ripristinata.

I due templi, di circa 8,7 m per 10 m, sono prostili e tetrastili ma delle colonne restano solo le basi attiche, con un intercolumnio di 2,5 m. Il pronao, profondo circa 3 m, e il *naos* erano raggiungibili tramite una gradinata, parzialmente ricostruita. La gradinata era formata da una prima parte di cinque gradini, che conduceva dal piano del foro alla sommità del podio, e da una seconda di sette gradini, che portava dal podio al livello di ciascuno dei due templi, tra i quali correva uno stretto passaggio di 4 m, in *opus spicatum*, che divideva la rampa in due parti uguali. Ai piedi della prima scalinata, infine, scorre la fognatura, che era destinata a raccogliere le acque della parte meridionale del foro, convogliandole verso la via Flaminia. Per la datazione si può fissare l'età giulio-claudia, magari proprio durante i lavori di ristrutturazione della Flaminia promossi da Augusto. L'ipotesi è giustificata anche dalla presenza, al di sotto del basamento, di elementi tardo-repubblicani appartenenti a un edificio precedente, che, a giudicare dal rinvenimento di un muro (probabilmente il fondo della struttura) e di tre plinti di colonna, era un porticato.

Per quanto concerne la dedica dei templi, considerando che le due strutture sono uguali, vi si doveva venerare una coppia di divinità, forse Roma e Augusto o, più probabilmente, i Dioscuri. Quest'ultimo culto, largamente diffusosi in Umbria, potrebbe essersi tradotto nella venerazione, a partire dal VI sec. d.C., dei santi Cosma e Damiano, gemelli medici martirizzati tramite decapitazione nel 300 d. C.

(...) Secondo il mito, i Dioscuri Castore e Polluce sarebbero nati dall'unione di Zeus con Leda, moglie di Tindaro, re di Sparta. Castore era un abilissimo domatore di cavalli e aveva natura mortale (non a caso, secondo un'altra versione, sarebbe stato figlio di Tindaro e non di Zeus) mentre Polluce primeggiava nel pugilato ed era immortale. I due erano inseparabili e compirono insieme numerose imprese (...). Quando però decisero di rapire Febe e Ilaira, promesse spose rispettivamente di Ida e di Linceo, ne derivò uno scontro, durante il quale Castore fu ucciso da Ida. Allora Zeus per vendetta folgorò Ida e trasportò in cielo il gemello immortale. Polluce però, incapace di vivere da solo anche un solo giorno, pregò il padre di farlo morire come Castore. Zeus impietosito gli concesse di cedere al gemello la metà della propria immortalità. Sarebbero rimasti insieme, alternando un giorno in cielo (nel quale formano la costellazione dei Gemelli) e uno nell'Averno.

I Dioscuri ebbero un culto speciale nella Laconia e nella Messenia, dove assunsero il ruolo dei protettori dei viandanti durante i temporali, del commercio marittimo, dell'ospitalità e delle gare ginniche. Da queste regioni il loro culto si diffuse con forza in tutta la Grecia, in Sicilia e in Italia. I Romani ritenevano che i due gemelli li avessero guidati nella vittoria del lago Regillo (496 a. C.) e che poi si fossero recati nel foro per annunciare il glorioso evento, fermandosi ad abbeverare i cavalli presso la fonte Giuturna, ai piedi del Palatino.

La loro festa era celebrata il 15 luglio di ogni anno”(Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione).

2.3.3 L'arco di San Damiano

“All'estremità settentrionale della città si trova l'arco che ne chiudeva il perimetro e ne regolava l'ingresso. Il monumento non è mai scomparso alla vista e rimane una delle strutture più note dell'area archeologica.

A causa del rinvenimento tra gli interstizi delle pietre di alcune monete riferibili al regno di Traiano, si è supposto a lungo che l'arco fosse stato dedicato all'imperatore spagnolo, in occasione della vittoriosa campagna contro i Daci (101-102 d.C.; 105-106 d.C.) o, anche, che fosse stato dedicato ad Augusto, in occasione dei lavori di restauro della via Flaminia più volte

citati. È più probabile, tuttavia, che l'arco avesse solo il compito di contrassegnare monumentalmente l'ingresso della città. La mancanza dell'apparato figurativo sembra confermarlo.

Oggi la struttura si presenta costituita da due pilastri in opera cementizia, rivestiti in blocchi di travertino, posti su piani orizzontali e poggiati su un basamento formato da alcuni gradini. Completamente perduti sono invece, oltre all'iscrizione, il rivestimento esterno in marmo e il possibile ordine architettonico di semicolonne, che spiegherebbe non solo la presenza dei fori, utilizzati probabilmente per i perni di fissaggio, ma anche l'interruzione, a circa due terzi dell'altezza e fino all'imposta dell'archivolto, del ringrosso presente sui piloni e la mancata levigatura dei blocchi, tranne che nello zoccolo e nell'intradosso dell'arco.

L'arco, che poggia sui pilastri, è formato da conci disposti radialmente senza uso di malta. Il passaggio, profondo 4,5 m, è alto 9,2 m.

Ai lati della struttura ancora oggi conservata, in origine vi erano due ulteriori archi, di cui sono stati recuperati numerosi frammenti ma il cui aspetto è sostanzialmente ignoto. La funzione di questi passaggi minori, probabilmente più bassi di quello centrale e leggermente arretrati, era quella di consentire il flusso dei pedoni, lasciando il varco principale al traffico pesante.

L'intera costruzione poggiava su un basamento a gradoni, interrotto in corrispondenza dei passaggi, ancora visibile sul lato sinistro.

Le facciate dei pilastri presentavano delle lesene che inquadravano l'arco, interrotte da incavi rettangolari di destinazione incerta, forse, come già accennato, sede di decorazioni architettoniche. Sopra ai fornicci, un attico raccordava le decorazioni e completava la costruzione, monumentalizzandola.

La datazione più probabile dell'arco sembra essere, come per buona parte delle strutture monumentali della città, il I sec. d.C., in occasione dei lavori sulla via Flaminia" (Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione).

3. Lo sviluppo del progetto

L'uomo, nel suo eterno tentativo di fuga dalla realtà, da decine di anni immagina un sistema che gli permetta di vivere esperienze *sintetiche* come se fossero reali, sistema indicato comunemente con l'ossimoro neanche particolarmente significativo di Realtà Virtuale. Mentre le tecnologie per godere di una vivida esperienza virtuale erano studiate da decine d'anni, una piccola branca si separava dal filone di sviluppo principale per proporre un approccio misto: l'integrazione di oggetti virtuali nel contesto reale che possiamo normalmente fruire per mezzo dei nostri occhi. Abbiamo già visto nell'introduzione come in una immaginaria linea tra la realtà e la virtualità questa nuova disciplina si collochi a metà (Fig.1).

La commistione tra mondo reale ed elementi sintetici richiede che il sistema sia provvisto di una telecamera, che riprenda il mondo reale e fornisca il video in tempo reale al computer, il quale vi aggiunge il modello tridimensionale per poi riproporre il risultato all'utente. Sebbene i sistemi di realtà aumentata siano svariati, si basano tutti su questo requisito minimo. Esistono installazioni fisse, con un monitor e una cam sotto la quale è possibile muovere un segnalino (una immagine nota al computer, che analizzandone la deformazione riesce a comprenderne la

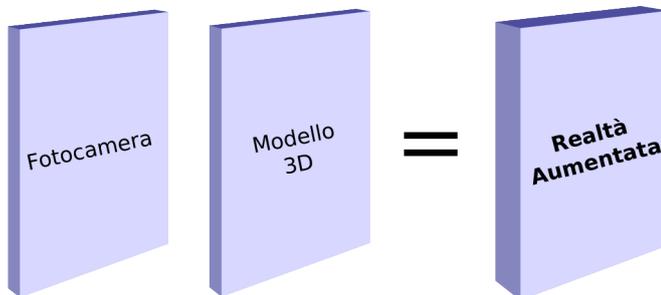


Fig.3 I livelli

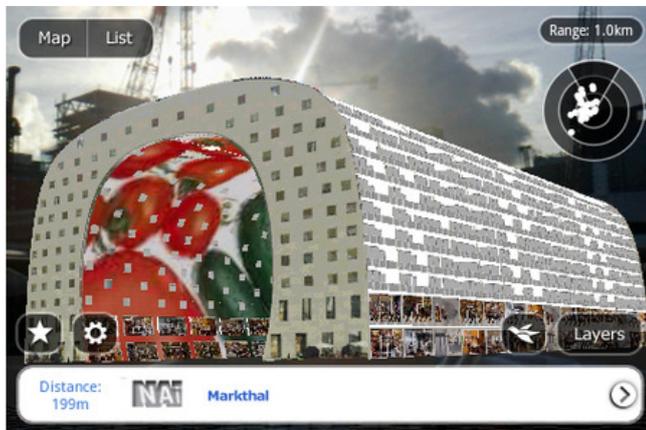


Fig.4 Layar in funzione con un modello 3D

rotazione e inclinazione per potervi depositare sopra il modello 3d in modo realistico), o pesanti occhiali dotati di cam, display oculari e unità di calcolo. Recentemente a queste soluzioni scomode e sperimentali si è aggiunto Layar Reality Browser (indicato d'ora in poi come Layar), un sistema di realtà aumentata che si basa sugli strumenti messi a disposizione dai moderni smartphone, nei quali, se ci pensiamo, c'è già tutto: videocamera, display, GPS per conoscere la posizione dell'utente, bussola per la direzione ed accelerometri

per l'inclinazione. Layar prende il nome dal suo sistema di funzionamento: quello che fa è prendere l'immagine della videocamera, sovrapporvi un livello (layer, in inglese) contenente il modello tridimensionale calcolato dalla giusta prospettiva (in base ai dati di posizione, inclinazione e rotazione del telefono) e visualizzare il tutto sullo schermo, come si può vedere in Fig.3.

Il risultato è quello che si può vedere in Fig.4.

Questo sistema è sviluppato da Layar ¹², una piccola compagnia in forte espansione con sede ad Amsterdam, ed è reperibile sul sito www.layar.com. Il programma permette di usufruire di una grande quantità di layers diversi, creati da sviluppatori in tutto il mondo e reperibili tramite lo strumento di ricerca incluso nel programma.

3.1 Setup di Layar

3.1.1 Layar Developer

Per sviluppare dei layer ¹³ è necessario essere registrati come sviluppatori presso il sito [layar-dev](http://www.layar.com/develop). Si tratta probabilmente di un tentativo di controllo della qualità dei layer visibili dagli utenti. Infatti la pubblicazione di un layer, come è precisato in seguito, richiede alcuni giorni dalla richiesta formale, tempo necessario alla *team* del sistema per controllare che non ci siano *bug* e che non contenga materiale vietato. Al momento della registrazione è necessario fornire la propria qualifica e l'eventuale organizzazione per la quale si lavora, oltre ai canonici dati personali e qualche cenno sui motivi per cui si intende sviluppare un layer. Fatto ciò, dopo qualche giorno (in questo caso meno di uno), si riceve un'ID e una chiave, che servono allo sviluppatore per accedere ai propri layers prima della loro pubblicazione. Fino a qualche tempo fa, lo sviluppatore Layar aveva a disposizione anche una versione modificata del software da far girare sul telefonino, che permetteva di specificare manualmente la posizione geografica del telefono (sulla base delle coordinate GPS) e mostrare i propri layer non pubblicati, inserendo la chiave sviluppatore. Da qualche settimana è disponibile la nuova versione 3.1 del programma, che integra le due precedenti distinte, riconoscendo automaticamente l'account dello sviluppatore (in quanto collegato alla mail con la quale si fa il login) e mostrando solo a lui i layer in fase di sviluppo.

12. Il termine Layar indica sia il prodotto (il sistema di realtà aumentata), sia l'azienda produttrice, sia il programma che gira sul cellulare.

13 In inglese, *livello o strato*. In questo caso ci si riferisce ad uno strato di informazioni telematiche sovrapposto all'immagine reale mostrata dal telefono.

3.1.2 Struttura di un layer

Una volta ottenuto quindi l'account sviluppatore, è possibile produrre un layer attraverso il frontend (una interfaccia per lo sviluppatore messa a disposizione nel sito Layar-dev). In questa fase non si costruisce tutto il layer, ma si crea un involucro vuoto: si inseriscono solo informazioni generiche nel database di Layar. Queste informazioni comprendono l'indirizzo del backend (il sistema di gestione che fornirà i file necessari al telefono durante l'utilizzo) ospitato sullo spazio web privato del progettista e l'area geografica nella quale si estende il layer, definito tramite dei bounding box (riquadri che definiscono dei confini su una mappa). Acquisite queste informazioni, si passa al setup di un layer di prova, senza elementi tridimensionali.

Occorre un piccolo chiarimento sulla struttura tecnica di un layer: il layer si compone di vari POI¹⁴. Ognuno di essi è un insieme di dati contenente le coordinate GPS che lo identificano geograficamente, un titolo, una descrizione, un'immagine ed eventualmente un modello tridimensionale. La prima parte dei dati è quindi testuale e numerica (adatta ad esser memorizzata in un database), mentre il resto, di carattere iconico, deve esser memorizzato in un file ¹⁵. A questo punto l'indirizzo dei file può essere tranquillamente incluso nel database come stringa di testo.

In realtà Layar non spiega come debbano essere memorizzati i dati ma si limita a dichiarare una lista di formati e protocolli supportati dall'applicazione client, che gira sul telefonino. In particolare chiede che i file dei modelli 3D siano memorizzati nel formato "l3d" (di cui fornisce un convertitore) e che i dati relativi alla posizione, le dimensioni e le caratteristiche dei POI siano forniti nel formato Json ¹⁶.

Json è un formato di codifica che permette di inserire in un'unica stringa di testo diverse variabili e i loro valori. Questa stringa di testo sarà inviata al telefonino insieme agli indirizzi dell'immagine e dell'eventuale modello 3D. Il telefonino interpreterà tutti questi dati e creerà l'immagine del nostro modello 3D (o solo un puntino se assente) sovrapponendola all'immagine della fotocamera.

La fase di creazione di un backend che si occupasse di recuperare i dati dal database e li restituisse nel formato giusto non è stata del tutto indolore, dal momento che anche la documentazione è in fase di sviluppo. Perciò è stato necessario procedere in modo piuttosto empirico, scrivendo in parte il codice

14 Point of Interest, punto geografico al quale sono associate informazioni telematiche.

15: In realtà è possibile memorizzare anche immagini ed altri tipi di dati in un database; tuttavia normalmente si evita questo procedimento in quanto scomodo e prestazionalmente dannoso.

16. JavaScript Object Notation, un formato di scambio di dati adatto a dispositivi con poca potenza di calcolo.

necessario a creare il backend, prima di individuare Porpoise. Esso è un Poi management system (sistema di gestione dei punti d'interesse) estremamente essenziale, tanto da dover essere configurato agendo sul suo codice PHP, un diffusissimo linguaggio per la generazione dinamica di pagine web. Utilizzare un POI management system è comunque più comodo che fare le modifiche al database manualmente, visto che l'alternativa è accedervi da Phpmyadmin (un'interfaccia per la modifica di database MySQL, Fig.6) e manipolare i record (campi della tabella) individualmente.

Per rendere più chiaro il ruolo dei vari componenti di questo sistema si propone lo schema di Fig.5:

Il telefono individua la propria posizione GPS e la comunica a Laya, che fa apparire sullo schermo i layers disponibili per quella zona. Quando l'utente seleziona un layer, la connessione non è più indirizzata al database centrale di Laya ma al backend di quello specifico layer, ospitato su un server privato. Il telefono, in particolare, richiede una pagina PHP, passando come parametro la propria posizione e la distanza impostata nel programma, e riceve in risposta una stringa json (generata dalla funzione PHP json_encode) contenente l'elenco dei primi 50 POI ordinati per distanza dall'utente e selezionati dal database in modo che non siano più lontani della distanza massima impostata dall'utente stesso. Questo si è ottenuto inserendo nella query (la richiesta di informazioni al database) la formula dell'emisenoverso (haversine, Fig.7), una formula comunemente usata in navigazione per il calcolo delle distanze, date delle posizioni angolari sulla sfera terrestre (in questo caso latitudine e longitudine).

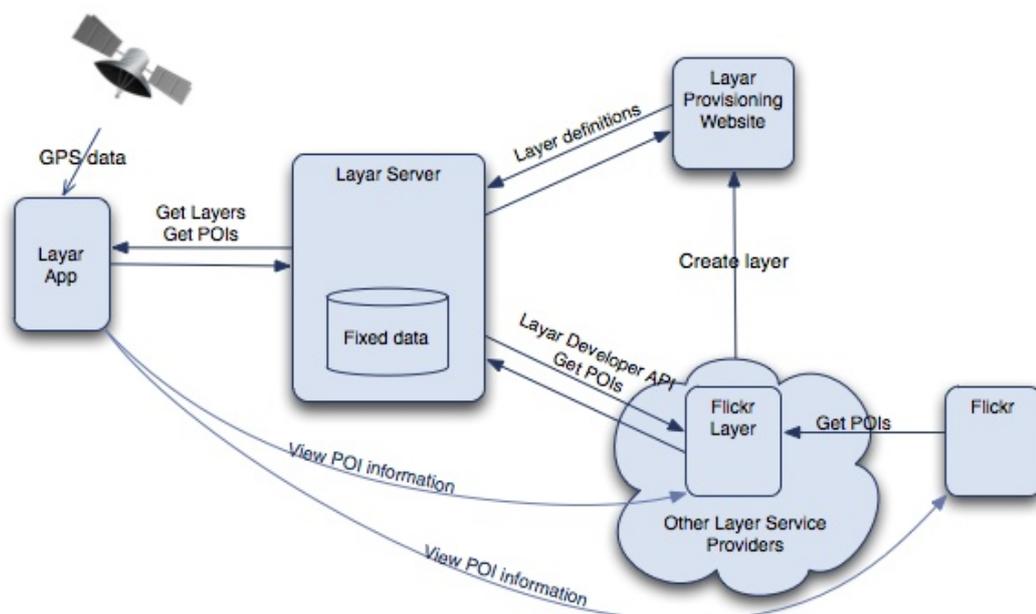


Fig.5 Schema di Laya

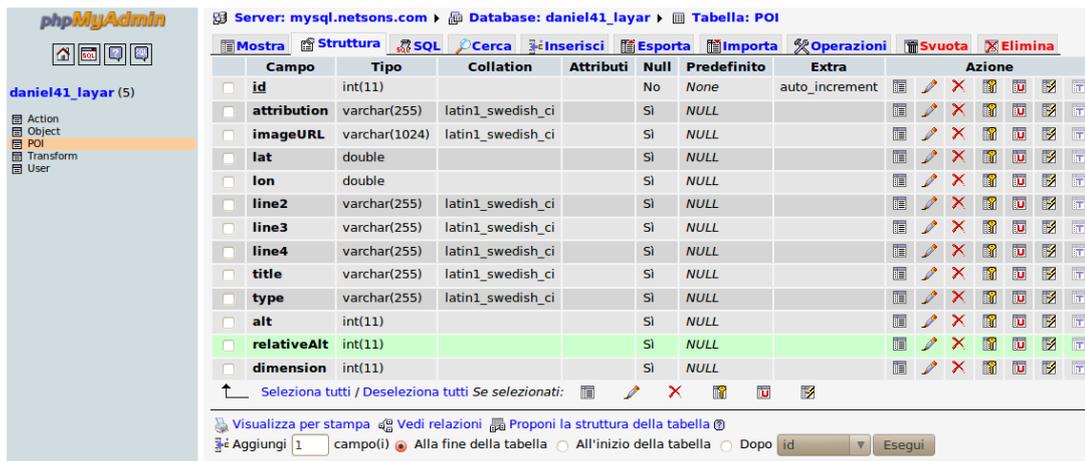


Fig. 6 Gestione del database dei POI con PhpMyAdmin

Fig.7 Formula di Haversine per il calcolo della distanza tra due punti sul globo terrestre

$$\text{haversion} \left(\frac{d}{R} \right) = \text{haversion}(\varphi_2 - \varphi_1) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \text{haversion}(\Delta\lambda).$$

Quando il telefono riceve il risultato della query, lo mostra subito sullo schermo, recuperando le eventuali immagini relative ai POI dall'indirizzo che gli è stato fornito, anch'esso memorizzato nel database, e mostrando i POI come puntini o, se specificato, icone. Nel caso in cui uno dei punti d'interesse nel database sia segnalato come tipo 2 (immagine) o tipo 3 (oggetto tridimensionale), il programma provvederà a recuperare dagli indirizzi specificati l'immagine o la mesh (il modello 3D) ¹⁷ da mostrare nello spazio tridimensionale, sovrapposta a quanto rilevato dalla fotocamera e posizionata alla giusta distanza e con la giusta rotazione.

Sebbene il sistema nel suo complesso risulti innovativo, le tecnologie su cui si basa sono già largamente affermate: questo è un bene in quanto, secondo l'indicazione contenuta nel punto 5.2 del London Charter, è consigliabile utilizzare tecnologie che permettano una facile conversione o emulazione del prodotto, altrimenti destinato a diventare rapidamente inutilizzabile.

3.1.3 Layer tridimensionali

L'inserimento di oggetti tridimensionali è un po' più complesso dei semplici POI con testo. Innanzi tutto è necessario modellare una mesh, quindi una superficie più o meno articolata che si estende nelle tre dimensioni. Per questo lavoro è stato scelto il software open source e multiplatforma Blender, in grado di salvare in

¹⁷ Modello tridimensionale di un oggetto reale o realistico, ricostruito al computer.

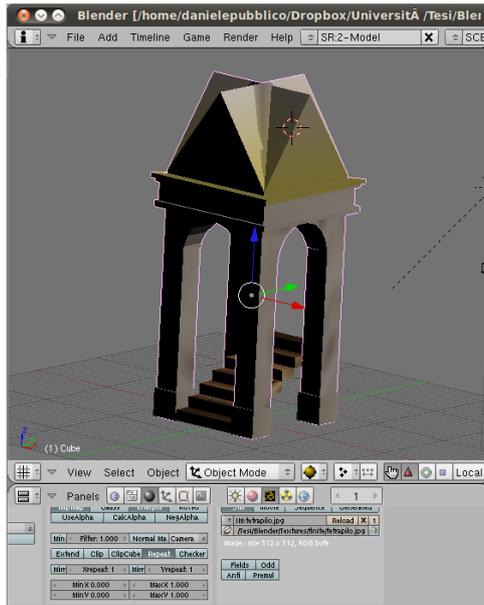


Fig.8 Modellazione del tetrapilo meridionale in Blender



Fig.9 Lo stesso modello in Layar

formato .obj, necessario per la conversione nel formato standard di Layar, .l3d, attraverso un convertitore fornito allo sviluppatore.

In seguito è necessario applicare alla mesh le textures, rivestimenti volti a simulare la superficie di un materiale, in modo da renderla più realistica e semplificarne la complessità; ricordiamo infatti che dovrà esser renderizzata¹⁸ in tempo reale dalla limitata potenza di calcolo di un dispositivo mobile. Una volta completata la mesh, è opportuno modellarne un'altra estremamente semplificata, utilizzata dal programma quando si è ancora troppo lontani dall'oggetto per poterne apprezzare i dettagli. Queste operazioni sono illustrate più avanti nel testo; basti sapere per ora che il risultato del modello Blender di Fig.8 produce la schermata nel telefono riportata nella Fig.9.

Il modello dettagliato sarà utilizzato anche per la renderizzazione di un'immagine di qualità maggiore rispetto a quella generata dal telefono. A questo fine il modello può essere ulteriormente migliorato con l'uso di tecniche come il bump mapping (l'applicazione di una texture monocromatica che permette di simulare le bugnature di una superficie senza complicarne il modello) e i vari calcoli di rifrazione ed illuminazione. Infatti quello che il nostro cervello interpreta come *lucido* è in realtà un insieme di riflessi provenienti dalle diverse superfici presenti nell'ambiente e viene ricostruito con algoritmi che simulano il tracciato dei raggi di luce, chiamati raytracing.

Il risultato sarà visualizzabile attraverso il browser del telefono stesso, chiedendo maggiori informazioni sul punto d'interesse collegato. Insieme

¹⁸ Renderizzare significa operare la trasformazione dei dati digitali relativi al modello realizzato in un'immagine bidimensionale, che rispetti le leggi dell'ottica e della prospettiva.

all'immagine sarà possibile leggere informazioni sul monumento e, a richiesta, sulla storia di Carsulae e sui caratteri essenziali del suo assetto urbano. Nel caso precedentemente analizzato il modello dettagliato del tetrapilo produrrà l'immagine in Fig.10.

3.2 I modelli tridimensionali

Per la modellazione 3D è stato utilizzato il software Blender versione 2.49b su workstation Linux. La scelta del programma è stata dettata dalla libertà della licenza con cui è rilasciato, dalla gratuità dello stesso e dalla possibilità di esportare il modello in formato .obj, l'unico accettato in ingresso dal convertitore di Layar sopra citato. L'utilizzo di Linux e di una piattaforma dual-core, in grado di eseguire due processi contemporaneamente, ha



Fig.10 Il tetrapilo meridionale ad alta definizione



Fig.11 Uno dei tempieetti gemini con e senza textures

permesso di accelerare il processo di rendering delle immagini finali, grazie alla possibilità di parallelizzare il calcolo, campo in cui i sistemi unix sono da sempre molto efficienti.

Una descrizione accurata delle fasi di modellazione non è possibile in un documento scritto, e sarebbe probabilmente fuori luogo, per cui la si lascia al video di presentazione del progetto. Per ora basti sapere che ogni modello è composto dall'intersezione, addizione o sottrazione tra solidi elementari (sfere, cubi, cilindri etc) o per estrusione (estrazione di una faccia del solido verso l'esterno). Per ogni monumento sono stati realizzati tre modelli diversi per complessità: il primo per la visualizzazione da lontano in realtà aumentata, che comprende solo il corpo dell'edificio, senza decorazione alcuna e privo di texture ¹⁹; il secondo per la visualizzazione da vicino, con semplici decorazioni e una texture che simula i dettagli; il terzo per il rendering, con dettagli accurati (cornicioni sporgenti, lesene etc.). Sono state applicate le tecnologie studiate nel corso di *Narrazione e Grafica nei Computer Games* del professor Cisternino: applicazione di textures, scelta dei tipi di proiezione delle stesse in base alla geometria del modello, Ray Tracing ²⁰ e, in particolare, Bump Mapping ²¹.

In particolare, per la proiezione delle textures sono state utilizzate varie tecniche: generiche proiezioni, sia planari che cubiche (*planare* quando un ipotetico proiettore è posizionato perpendicolarmente ad una sola faccia del modello, *cubica* quando sei proiettori sono disposti sui tre assi, ciascuno perpendicolare a ogni faccia), oppure una tecnica chiamata Unwrapping, che consiste nel *tagliare* virtualmente il modello ed aprirlo appiattendolo sulla texture, che viene debitamente deformata per adattarsi al modello stesso. Tale tecnica è stata usata, ad esempio, nel modello di Fig.11.

In un'ultima fase si è curata l'ottimizzazione dei modelli rimuovendo le superfici normalmente non in vista, ma che avrebbero comunque gravato sulla dimensione del file, che dovrà essere scaricato in tempo reale con una lenta connessione radio.

L'uso del programma, tutt'altro che intuitivo, è stato appreso attraverso

19 Si potrebbe definire come la *carta da parati* di un modello. E' un'immagine che viene applicata alla superficie del modello per renderlo più realistico, simulando ad esempio le venature del marmo o del legno. Spesso la fonte di una texture è una fotografia debitamente modificata per essere ripetibile in tutti i sensi senza stacchi (i lati opposti dell'immagine devono essere uguali per coincidere, quando affiancati).

20 Simulazione delle riflessioni, trasparenze e deflezioni della luce che colpisce un oggetto secondo le leggi dell'ottica: il riflesso viene realizzato attraverso una simulazione del percorso e dell'inclinazione dei raggi luminosi, da cui il nome (tracciatura di raggi).

21 Tecnica che permette di simulare asperità di piccola entità sulla superficie di un modello tridimensionale senza aumentarne la complessità. Si utilizza una texture in scala di grigi in cui i punti bianchi indicano una sporgenza, quelli neri una rientranza e quelli grigi nessuna modifica della superficie. Il motore di rendering utilizza questa texture per calcolare le ombre di tali asperità virtuali, dando un aspetto più realistico all'oggetto.

appositi manuali citati in bibliografia.

3.3 Messa a punto finale

Una volta creati i modelli e convertiti in formato .l3d, è necessario caricarli su un server, impostando il sistema di backend descritto nel punto 3.1.2.

Come prima cosa, si è cercato un servizio di hosting (spazio, solitamente a pagamento, in cui collocare dei file che devono essere sempre accessibili sul web) che mettesse a disposizione sia un database MySQL che il linguaggio PHP in versione uguale o superiore alla 5.2. Quest'ultimo è un requisito fondamentale, in quanto dalla versione 5.2 la funzione di conversione in formato Json è integrata e non obbliga ad un percorso complesso e macchinoso per implementarla in proprio. Dopo uno scambio di mail col servizio clienti, la scelta è caduta su Netsons (www.netsons.com). Appena

effettuata la registrazione del dominio presso l'autorità competente e ricevuti i dati d'accesso FTP e del database, è stato impostato il database e il sistema di gestione Porpoise sopra trattato e sono stati caricati i dati relativi ai punti d'interesse della città di Carsulae (tutti i nomi dei monumenti più importanti). In un secondo momento sono stati aggiunti anche i POI associati ai modelli 3d, dopo aver caricato i file dei relativi modelli nello spazio web acquistato. Nel fare ciò sono state utilizzate le coordinate GPS rilevate sul campo, durante la precedente visita del parco archeologico. Un ulteriore sopralluogo ha consentito di verificare l'orientamento delle opere, la loro altezza da terra e le loro dimensioni totali. Infine è stato girato un breve filmato per mostrare il sistema in funzione. Tale filmato è stato montato insieme alle schermate delle fasi di modellazione delle mesh e sarà presentato durante la discussione del progetto di laurea.

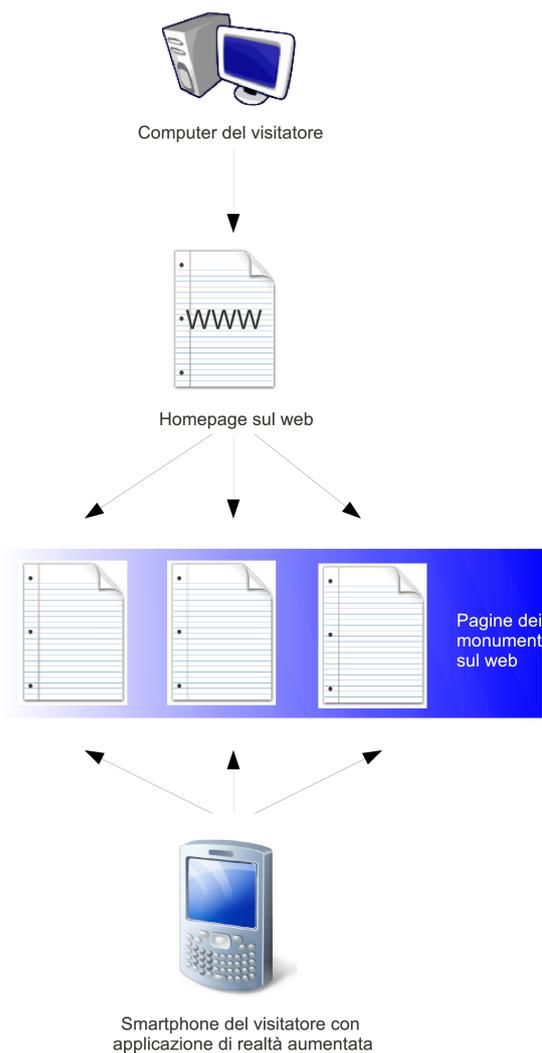


Fig.12 Schema sito web



Fig.13 Interfacce per computer e per cellulare

3.4 Le pagine di approfondimento on line

Come s'è visto precedentemente, è possibile collegare una pagina web ad un POI per permettere all'utente di approfondirne la conoscenza. Inoltre, in accordo con le linee guida della London Charter (5.3 e 6.1, oltre al quarto principio), più volte citata, è necessario riprodurre il lavoro di ricostruzione del bene culturale anche su supporti digitali più diffusi, compatibili e accessibili a chi non potesse recarsi sul posto.

Si è così deciso di creare un sito web in cui fossero disponibili i rendering (cioè le immagini dei modelli degli edifici) confrontabili con le fotografie scattate in occasione dei rilevamenti iniziali sul campo, insieme ad alcune informazioni aggiuntive.

Tale sito è accessibile sia in modo tradizionale, per mezzo di un computer grazie ad un'interfaccia completa, sia tramite cellulare, grazie ad un'interfaccia semplificata. Lo schema di funzionamento che permette ciò è rappresentato in Fig.12, mentre in Fig.13 possiamo apprezzare le differenze tra le due interfacce.

Ancora una volta, in accordo con la London Charter (punto 5.2), sono state utilizzate tecnologie volte a favorire la compatibilità e la durata nel tempo dell'informazione: PHP come linguaggio dinamico di generazione di pagine web, MySql come database (il che crea anche un'uniformità con le tecniche utilizzate per

4. Conclusione

Mi richiamo, concludendo questo lavoro, ai motivi che hanno ispirato la mia scelta, già dichiarati all'inizio: spero di aver davvero contribuito a favorire una maggiore conoscenza del parco archeologico di Carsulae, a mostrare l'efficacia del software libero, a esplorare il campo ancora poco conosciuto della realtà aumentata, a diffondere un sistema di consultazione delle informazioni più duttile e meno dispendioso di quello del computer.

I software che sono stati utilizzati, infatti, sono software libero, il quale consente dunque di portare a termine anche progetti complessi.

Coerentemente con il mio impegno di difesa della libertà di comunicazione, rilascio il codice sorgente, i modelli e le textures sotto licenza *Creative Commons Attribuzione - Non commerciale 2.5 Italia*, per permettere alla comunità di completare il lavoro, come già avviene per molti progetti open source.

Spero anche di aver contribuito a dimostrare (*vexata quaestio!*) come il supporto tecnologico possa essere prezioso per rendere più semplice ed ergonomica la fruizione del contenuto umanistico.

Attualmente abbiamo a disposizione una quantità enorme di informazioni, spesso poco accessibili a causa dei sistemi di diffusione antiquati tutt'ora in uso: un sistema di realtà aumentata, rispetto a un libro, offre un modo più istintivo di apprendere, richiede un minore sforzo di assimilazione della conoscenza (probabilmente molte delle persone che non sono abituate alla lettura di libri di contenuto storico potrebbero essere interessate alle stesse informazioni presentate in modo più naturale ed interattivo) ed infine, ma non meno importante, permette la fruizione non sequenziale del contenuto. Su quest'ultimo punto ho soffermato spesso la mia attenzione, da quando il corso di *Tecnologie d'Informazione e Letteratura* del professor Varanini mi ha mostrato l'illogicità dei classici mezzi di trasmissione dell'informazione e la loro modesta efficacia, per la scarsa aderenza al funzionamento della mente umana. Se per orientarsi in un libro bisogna sapere *cosa* cercare, con un sistema di realtà aumentata è sufficiente... *guardarsi intorno*.

Insomma, il modo in cui ci è stato insegnato a organizzare la nostra conoscenza non è certamente l'unico possibile, né il libro la forma migliore di comunicazione delle informazioni. Il progresso digitale non minaccia le discipline umanistiche (secondo un triste pregiudizio ancora molto diffuso) ma le fortifica e ne aiuta la comprensione e la diffusione.

5 Appendice

5.1 Piccolo glossario ad uso del visitatore

Acquedotto: si tratta di un'opera di ingegneria idraulica intesa ad assicurare e mantenere il corretto approvvigionamento idrico di una città. Per la cura delle acque, considerata di estrema importanza, era prevista un'apposita magistratura. Normalmente gli acquedotti servivano a collegare una sorgente alle cisterne cittadine e queste ai punti d'acqua pubblici e privati. Il deflusso dell'acqua, ottenuto mantenendo una pendenza lieve e costante per tutto il percorso, era regolato in modo che fosse possibile interromperlo o ridurlo. Dislivelli particolarmente proibitivi erano superati con l'utilizzo di sifoni, posti in apposite strutture, che aumentavano o diminuivano la pressione del liquido nelle "condotte forzate". Lo specus, ovvero la conduttura, poteva essere sopraelevato rispetto al terreno, con il classico aspetto ad archi sovrapposti, o, molto più frequentemente, sotterraneo: in questo caso, erano utilizzate tubature in piombo o terracotta o cunicoli scavati nella roccia. Nel caso dei condotti posti sotto il livello del suolo, erano presenti dei cippi in superficie, necessari alla localizzazione e al mantenimento di un'area di rispetto, e dei cunicoli di manutenzione a distanze regolari, necessari per i lavori di pulizia dalle incrostazioni che potevano compromettere il flusso dell'acqua. L'inizio dell'acquedotto, detto caput aquae, era spesso un bacino di raccolta artificiale o, nel caso di sorgenti sotterranee, un insieme di pozzi e tunnel che convogliavano il flusso in un unico canale. Sia all'inizio che alla fine della struttura, detta castellum, erano situate delle camere di decantazione, dette piscinae limariae, per la purificazione dell'acqua. Dal castello, che fungeva anche da bacino di raccolta e riserva idrica, l'acqua veniva infine convogliata nelle tubature cittadine, verso i vari punti d'acqua e le cisterne dell'abitato.

Anfiteatro: si tratta di una delle tipologie di edificio romano più famoso, il cui esempio più noto è il Colosseo. Si sviluppa, nella sua forma canonica, nel I sec. d.C. Originariamente, gli edifici di spettacolo romani, tra cui anche i teatri, erano in legno e smontabili, solitamente costruiti fuori dal centro abitato e rimossi una volta finite le rappresentazioni. L'anfiteatro era di forma ellittica, con alte gradinate divise in settori, dette cavea, cui si accedeva dai vomitoria. In alcuni casi, l'anfiteatro poteva presentare una copertura mobile delle tribune detta velarium, agganciata alla parte superiore della summa cavea, ovvero del muro esterno della struttura, con la funzione di riparare gli spettatori dal sole. La cavea delimitava l'arena, uno spazio pianeggiante adibito agli spettacoli. Questi erano solitamente molto cruenti e prevedevano, tra l'altro, combattimenti tra gladiatori (munera), combattimenti con animali (venationes), esecuzioni pubbliche, compresi i martiri, e, in determinati casi, vere e proprie battaglie navali (naumachiae), rese possibili dall'allagamento dell'arena. L'anfiteatro era ricco di ambienti e vani accessori, posti sia sotto le gradinate che sotto il piano dell'arena. Questi ambienti avevano gli usi più disparati, rispondenti alle necessità dei numerosi addetti alla gestione della struttura: magazzini per gli oggetti di scena, armerie, gabbie per le belve feroci, luoghi di culto, palestre ecc. Spesso, infine, l'anfiteatro era abbellito con iscrizioni, statue e decorazioni architettoniche. L'accesso ai giochi, come alle terme, era gratuito o quasi per tutte le fasce della popolazione, che in ogni caso non venivano mescolate nelle tribune, dato che ogni strato sociale aveva i propri settori, a cui si accedeva da entrate distinte; ovviamente, i più poveri dovevano accontentarsi dei posti più lontani rispetto all'arena e scomodi, mentre le classi agiate avevano la possibilità di usufruire di apposite tribune speciali. La possibilità di accedere alle strutture di spettacolo e di igiene a basso costo contribuiva, indubbiamente, al mantenimento dell'ordine pubblico, secondo il precetto romano panem et circenses.

Arco: si tratta di un elemento architettonico di forma curva poggiante su due piedritti o spalle. L'arco è composto da una serie di conci (pietre tagliate dette anche "cunei", per la loro forma) o laterizi disposti radialmente. L'elemento che, posto alla sommità dell'arco, chiude la struttura è detto "chiave d'arco" o "chiave di volta". L'utilizzo della malta si rende necessario solo nel caso si faccia uso del laterizio, avendo necessità di riempire gli spazi vuoti che si vengono a formare tra i vari mattoni, che non sono cuneiformi; nel caso si utilizzino i conci, invece, è possibile disporre gli elementi a secco, annullandosi le spinte di contrasto tra i cunei. L'arco trovò un larghissimo utilizzo

nell'architettura romana, sia come mezzo per realizzare ardite strutture delle quali è la componente di base, (basti pensare agli archi sovrapposti del Colosseo), sia preso da solo, come monumentale elemento decorativo (come nel caso della porta di Carsulae o degli archi di trionfo).

Basilica: nell'architettura romana era un edificio rettangolare con navata centrale fiancheggiata da due (o quattro) navate minori, più basse e divise da colonne o pilastri. Generalmente si apriva sul foro cittadino ed era sede dell'amministrazione della giustizia, oltre che centro di riunioni e di affari. Spesso un podio per i giudici (tribunal) sorgeva nel fondo della navata centrale, talvolta fornita di abside o esedra. Un vestibolo (chalcidicum) poteva precedere l'ingresso, di norma situato sul lato breve opposto al tribunal. La prima basilica costruita a Roma fu, nel 184 a.C., quella Porcia, fatta erigere da Catone il Censore.

Cardo e Decumano: il Cardo e il Decumano trovano la loro origine nella centuriazione, ovvero nella divisione del territorio in lotti tutti uguali, in seguito assegnati ai coloni. La definizione dei vari appezzamenti è generalmente progettata seguendo uno schema ortogonale, generato dall'intersezione di linee nord-sud e di linee est-ovest, sebbene l'orientamento possa variare per necessità geografiche o per collegamenti con una via di particolare rilievo, già presente sul territorio al momento della fondazione della nuova città. I due assi principali, da cui si tracciano tutti gli altri, sono chiamati Cardo Massimo e Decumano Massimo e il punto in cui si intersecano coincide generalmente con il foro cittadino.

Cisterne: servivano alla raccolta e alla decantazione dell'acqua, sorgiva o piovana, necessaria all'approvvigionamento idrico cittadino. Erano collegate con tubature agli impianti termali, ai punti d'acqua cittadini, come le fontane, ad alcuni edifici pubblici, come la caserma dei vigili, e alle residenze dei cittadini più facoltosi. Gli ambienti che componevano una cisterna, spesso anche molto grandi, erano tra loro collegati in modo da mantenere in costante movimento l'acqua contenuta al loro interno e avevano le pareti impermeabilizzate, solitamente in opus signinum.

Costruzioni a uso abitativo: possono generalmente ricondursi a tre categorie: la domus, l'insula e la villa. La domus è la casa signorile cittadina, nata dalla fusione tra la "casa italica" e la "casa greca", generalmente a un singolo piano e con poche aperture verso l'esterno. Era spaziosa e fornita di molti "confort" quali terme private, acqua corrente, sistemi di riscaldamento, giardini interni ecc. Già nel IV-III sec. a.C. questo genere di abitazione, detta "ad atrio", si presentava definita nei suoi elementi essenziali: una porta (ostium) preceduta da un ingresso (vestibulum) e seguita da uno stretto corridoio di accesso (fauces), affiancato da stanze di servizio; un'ampia sala centrale (atrium), contenente il compluvium e l'impluvium (sostanzialmente un'apertura nel tetto e una vasca, volte alla raccolta dell'acqua piovana in una cisterna sotterranea). Intorno all'atrio si disponevano alcune camere da letto, dette cubacula, e due ambienti di disimpegno aperti (alae) alle estremità, mentre in fondo all'atrio si trovava una sala di soggiorno (tablinum) affiancata da un corridoio di passaggio all'orto-giardino (hortus), posto alle spalle della casa. Intorno al II secolo a.C., l'originario hortus si andò trasformando in un giardino (peristilium) con fontane e statue, circondato da quattro ali di portico a colonne, sul quale si affacciavano le principali stanze di soggiorno. L'insula era l'abitazione urbana di maggior diffusione, una sorta di condominio a più piani, normalmente quattro o cinque, suddiviso in appartamenti utilizzati complessivamente da circa duecento persone. Augusto ne limitò l'altezza a 20 m, anche se questa prescrizione venne fin troppo spesso ignorata, tanto che Giovenale parla di insulae di ben dieci piani. Anche se esisteva un tipo di insula per la classe media di buona fattura e di relativa sicurezza, la maggior parte degli edifici di questa tipologia erano abitati dagli strati più poveri della popolazione e erano, nel migliore dei casi, scadenti e pericolanti, spesso attaccati l'uno all'altro a formare stretti vicoli, da cui finestre e balconi prendevano ben poca luce. In questo genere di costruzioni mancavano spesso, o erano ridotti al minimo, l'acqua corrente, i servizi igienici e, per paura degli incendi frequenti e disastrosi, anche le cucine. Per tali necessità si doveva ricorrere quindi ai servizi pubblici. La villa, connessa a un latifondo, era il nucleo di un complesso di strutture tra loro collegate e solitamente si trovava in posizione dominante nella campagna. Si presentava divisa in una parte padronale (estiva e invernale, dotata di ogni confort e lusso) e in una parte rustica (cucine, stanze per gli schiavi, magazzini, stanze di lavoro, cantine, granai, cisterne ecc.). Propria dei gruppi più importanti e benestanti della popolazione, la villa era al tempo stesso residenza di campagna e azienda agricola.

Curia: centro amministrativo dello Stato romano e, in generale, di tutte le città sotto la sua giurisdizione. L'edificio, adibito alle riunioni del Senato, pur potendo assumere molte forme, era sempre inserito nelle strutture del foro, generalmente in una posizione privilegiata. Ogni città ne possedeva uno, essendo amministrata da un proprio piccolo Senato, detto "ordine dei decurioni". Tuttavia, mentre a Roma le riunioni erano presiedute dai due consoli, nel caso delle altre città erano i duumviri, o i quattuorviri, a presiedere gli incontri dei decurioni. Spesso le curie avevano al loro interno ricche decorazioni marmoree e statuarie: rappresentazioni dell'imperatore ad esempio, o, nel caso di Roma, una "Vittoria alata" presa al momento della conquista di Taranto. Quasi universalmente, l'interno delle curie era caratterizzato dalla presenza, sui lati lunghi, di gradoni, sui quali sedevano, durante le riunioni, i senatori/decurioni.

Foro: si tratta del centro amministrativo, commerciale, sociale e religioso di una città romana. Normalmente il termine indica sia la piazza centrale, consistente in un ampio spazio rettangolare pavimentato con lastre marmoree e spesso circondato da un portico, sia l'insieme delle strutture pubbliche che le sorgono attorno. Tra queste ultime figurano la basilica, la curia e i templi, ma anche gli uffici amministrativi, come, ad esempio, la mensa ponderaria, ovvero il luogo in cui venivano conservati, da appositi magistrati, i pesi e le misure "campione" usati nel mondo romano, e inoltre le biblioteche, i mercati, i luoghi adibiti ai comizi ecc.

Necropoli: Inizialmente propria della civiltà etrusca, la "città dei morti", con le sue sepolture a forma di casa e i ricchi corredi, muta nel mondo romano in un nuovo tipo di pratica funeraria, in linea con il diverso concetto di aldilà. Nel mondo romanizzato, infatti, la sepoltura è legata al culto della famiglia e degli antenati e sottolinea il rapporto del defunto con la propria gens e con la comunità in generale. Frequenti sono infatti, nelle epigrafi, le frasi rivolte ai viandanti, la pubblicità dell'attività di famiglia o la segnalazione del quantitativo di soldi spesi dai committenti per la realizzazione della tomba. Pur non essendoci una tipologia sepolcrale propriamente romana, sovente, quando le condizioni economiche dei proprietari lo permettessero, le tombe presentavano dimensioni monumentali e complessità architettonica. La loro ubicazione era di norma lungo le vie di comunicazione più importanti, all'esterno degli abitati e tanto più vicine al tracciato stradale quanto più influenti erano il personaggio sepolto e la sua famiglia; anzi, la celebrazione dei fasti familiari sembra essere la funzione preminente di queste strutture. Ogni tomba, a prescindere dalla fila di appartenenza, presentava, oltre al sepolcro vero e proprio, quattro piccoli cippi. Questi erano posti ai quattro angoli del fazzoletto di terra su cui sorgeva e ne riportavano con chiarezza le dimensioni. Nel mondo romano, come in quello etrusco, incinerazione e inumazione coesistevano, legandosi alle mode, alle tradizioni locali e ai gusti personali. Analoga variabilità si riscontra nelle tipologie delle tombe e anche nel corredo funerario, che risulta tuttavia meno frequente e cospicuo di quello rintracciabile nei sepolcri etruschi.

Sistema fognario: l'attento utilizzo delle acque permetteva il mantenimento di ingegnosi sistemi fognari, in alcuni casi ancora funzionanti (ad esempio, un collettore per lo scolo delle acque è stato riattivato a Carsulae durante gli scavi). La creazione di efficienti fognature garantiva, insieme a strutture come le terme, un'igiene pubblica più che discreta. La rete fognaria seguiva generalmente il senso della naturale pendenza del terreno, garantendo così un costante deflusso delle acque sporche. Concepito con estrema razionalità, tendeva ad adeguarsi al reticolo stradale e alle varie costruzioni, finendo per essere parte integrante della loro progettazione. In alcuni casi poteva assumere, specialmente nei centri abitati maggiori, dimensioni imponenti, con grandi condotti voltati, solitamente in opera cementizia. Le condutture principali ricevevano le acque sporche da canalette, inserite sotto il piano di calpestio o a cielo aperto, e da tubature di immissione secondarie, collegate agli edifici e ai tombini di scolo. Tutte le condotte principali erano poi, a loro volta, collegate a uno o più emissari scaricatori, collettori generali delle cloache cittadine, che facevano defluire le acque di scarto al di fuori del centro urbano, solitamente in un corso d'acqua.

Statio, mansio e mutatio: in origine rappresentavano tre differenti tipologie di stazione di sosta disposte lungo le strade romane. Nell'età tardo antica la differenza si andò attenuando sino a rendere i termini sinonimi, con un generico significato di "luogo di sosta". In linea generale, comunque, le mansiones erano posizionate a un giorno di viaggio l'una dall'altra e erano attrezzate con strutture atte al pernottamento dei viaggiatori e al ricovero degli animali. Le mutationes erano più semplici, poste a circa dieci miglia da altre infrastrutture simili, e avevano lo scopo di permettere il

rifornimento viveri e il cambio dei cavalli o degli animali da tiro. Su queste ultime era basato il *cursus publicus* (il trasporto di messaggi, persone e merci per conto dello Stato, già esistente durante la Repubblica e potenziato da Augusto). Le *stationes*, infine, avevano talvolta, accanto alle strutture ricreative, anche un presidio militare o con funzioni fiscali.

Strade: le vie di comunicazione romane erano costruite secondo criteri ben precisi, definiti in origine dalle XII Tavole: una larghezza media di 4-6 m (raramente sino a 14 m) e una profondità di 90-120 cm, tre strati di pietre a mano a mano di dimensioni minori e legate tra loro con malta, un piano di calpestio lastricato in blocchi spianati e accostati, talvolta anche due marciapiedi laterali (*margines*) di 2-10 m di larghezza. La costruzione prevedeva lo scavo di due solchi, i margini della strada e, a seguire, del letto che avrebbe ospitato i vari strati di pietre. Il primo, detto *statumen*, era caratterizzato da massi di dimensioni relativamente grandi e profondo non meno di 30 cm (nel caso di terreni paludosi o fangosi, questo primo strato poteva essere sostituito da una palizzata orizzontale in legno poggiata su pali infissi in profondità nel terreno); il secondo, detto *rudus* e profondo come lo *statumen*, era formato da ciottoli di grandezza media legati con calce; il terzo, detto *nucleus*, era composto da ghiaia mista ad argilla. Il tutto era livellato infine con grossi cilindri. A questi tre strati si aggiungeva il *pavimentum*, ovvero il manto stradale, leggermente convesso, in modo da favorire il deflusso dell'acqua ai margini della via, e costituito da pietre piatte di discrete dimensioni, i basoli. Ad ogni *milium*, corrispondente a 1548,27 m, si incontrava, lungo il percorso della strada, una pietra cilindrica sulla quale erano incise le miglia percorse dalla città precedente, quelle mancanti alla città successiva e la distanza da Roma, ove era presente il *miliarium aureum*, una pietra miliare dorata con l'indicazione delle distanze di tutte le maggiori città dell'Impero. La pendenza delle vie romane, il cui raggio di curvatura, di 5-8 m, era definito in relazione alla capacità di virata degli assali anteriori dei carri, non superava di norma il 20%. Frequenti erano i ponti e i viadotti, necessari per superare fossi e fiumi e per rendere il percorso il più rettilineo possibile.

Tabernae: si aprivano spesso, ma non unicamente, lungo le strade al piano terreno delle abitazioni. Erano delle vere e proprie botteghe, dotate usualmente di un bancone per l'esposizione della merce. In alcuni casi potevano essere fornite di alcuni ambienti accessori nel retrobottega e di un mezzanino (*pergula*) con funzione abitativa. Col tempo le *tabernae* assunsero, da negozi artigiani, la connotazione di vere e proprie taverne (con vari sottotipi come le *cauponae* e le *popinae*).

Teatro: si tratta di uno degli edifici di spettacolo di maggiore rilievo nella Roma antica, insieme al circo e all'anfiteatro. Originariamente poco più che un palco in legno montato nelle piazze o davanti ai templi e smontato al termine delle rappresentazioni, fu nel tempo trasformato in una struttura stabile (il primo costruito a Roma risale al 55 a.C.). Pur avendo caratteristiche simili alla controparte greca, il teatro romano poteva fare a meno dei pendii naturali utilizzati in precedenza per "sostenere" la *cavea*, cosa che permise di integrarlo più facilmente nel tessuto urbano, consentendone la costruzione dovunque. La struttura era di forma semicircolare e si presentava suddivisa in tre parti principali: l'orchestra, in cui venivano generalmente inseriti i sedili destinati alle autorità, la *cavea*, con le gradinate divise in settori come nell'anfiteatro e la scena, spesso riccamente ornata. In quest'ultima, in particolare, si aprivano tre porte (la porta regia e le due *portae hospitales*), utilizzate per l'ingresso degli attori. Come l'anfiteatro, anche il teatro era fornito di numerosi ambienti addizionali, posti sotto la *cavea* o attorno alla scena e utilizzati come spogliatoi per gli attori, magazzini per gli oggetti di scena, vani per le macchine necessarie alla rappresentazione ecc. Numerose accortezze tecniche, come l'ubicazione di casse di risonanza sotto al palcoscenico, permettevano di amplificare i suoni e garantivano il godimento dello spettacolo anche agli spettatori posti sulle gradinate più alte. Il sipario, manovrato da appositi macchinari, poteva essere alzato e abbassato sino a scomparire in un apposito vano presente nel palcoscenico. L'equivalente antico degli attuali "effetti speciali" era assicurato da un complesso sistema di carrucole, botole e elementi di scena. A seconda della rappresentazione, gli attori, solitamente soltanto uomini, si mascheravano utilizzando costumi, trucchi, parrucche e maschere. Diversi anche i generi, dai fescennini di origine etrusca alle commedie e alle tragedie di derivazione greca e riadattamento romano, come la *palliata*, e poi mimi, pantomimi, concerti musicali, declamazioni di poesie ecc. Gli spettacoli, come anche nel caso dell'anfiteatro o del circo, infine, erano praticamente gratuiti.

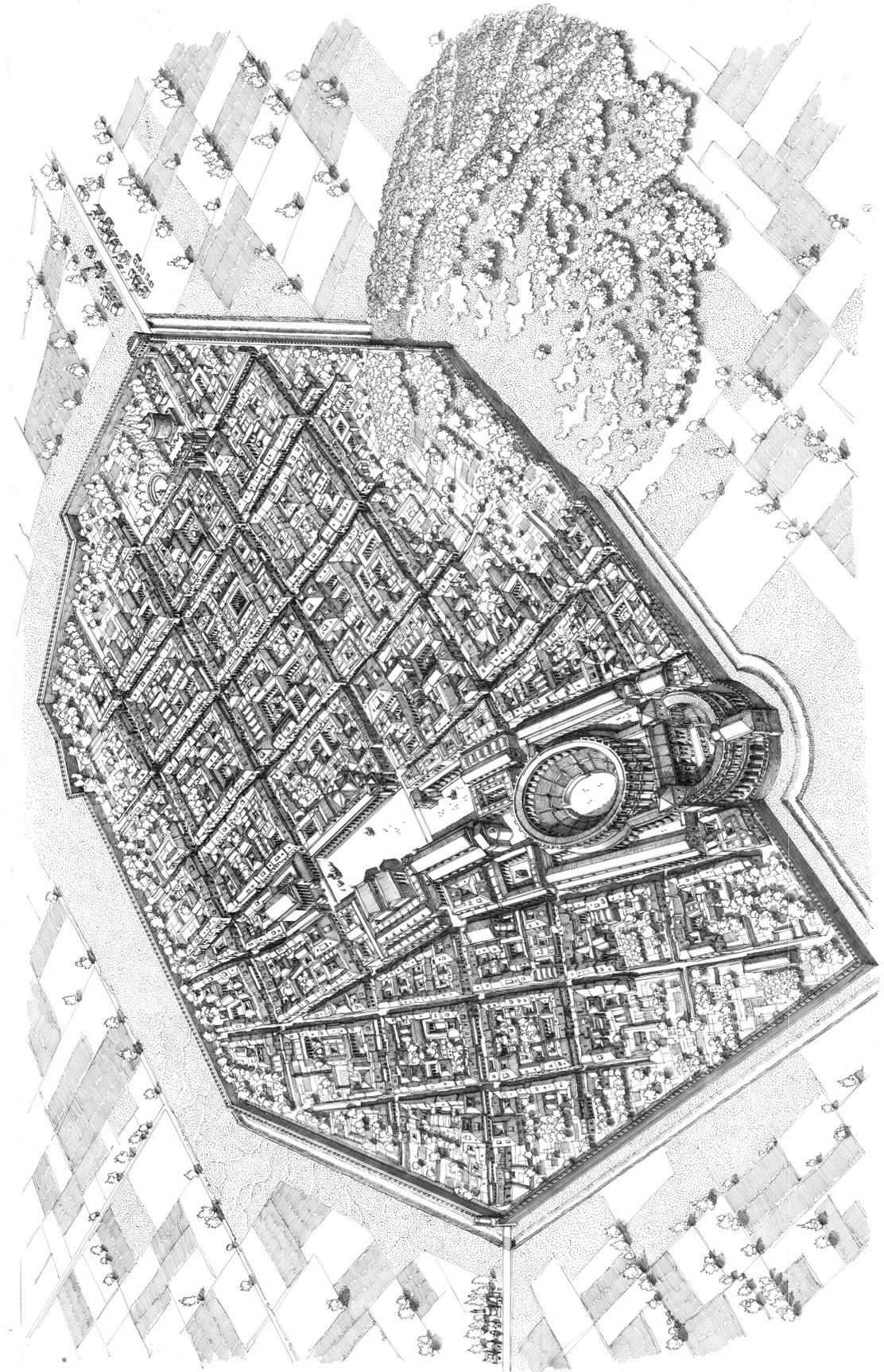
Tempio: uno degli edifici di maggior rilievo di una città romana. Risente fortemente di influenze etrusche e, soprattutto greche; rispetto ai templi greci, tuttavia, è generalmente costruito su un alto podio, cui si accede tramite una scalinata. Malgrado ne esistano numerose tipologie, il tempio ha sempre una cella interna detta naos, in cui è conservata la statua del dio e il cui accesso è interdetto ai fedeli, poiché la venerazione della divinità avveniva al di fuori. Vista la particolare connotazione pubblica, civile e politica, della religione romana, i templi rivestivano sovente anche altre funzioni, oltre quella sacrale. Il tempio di Saturno a Roma, ad esempio, fungeva anche da erario e come luogo designato all'affissione dei documenti pubblici.

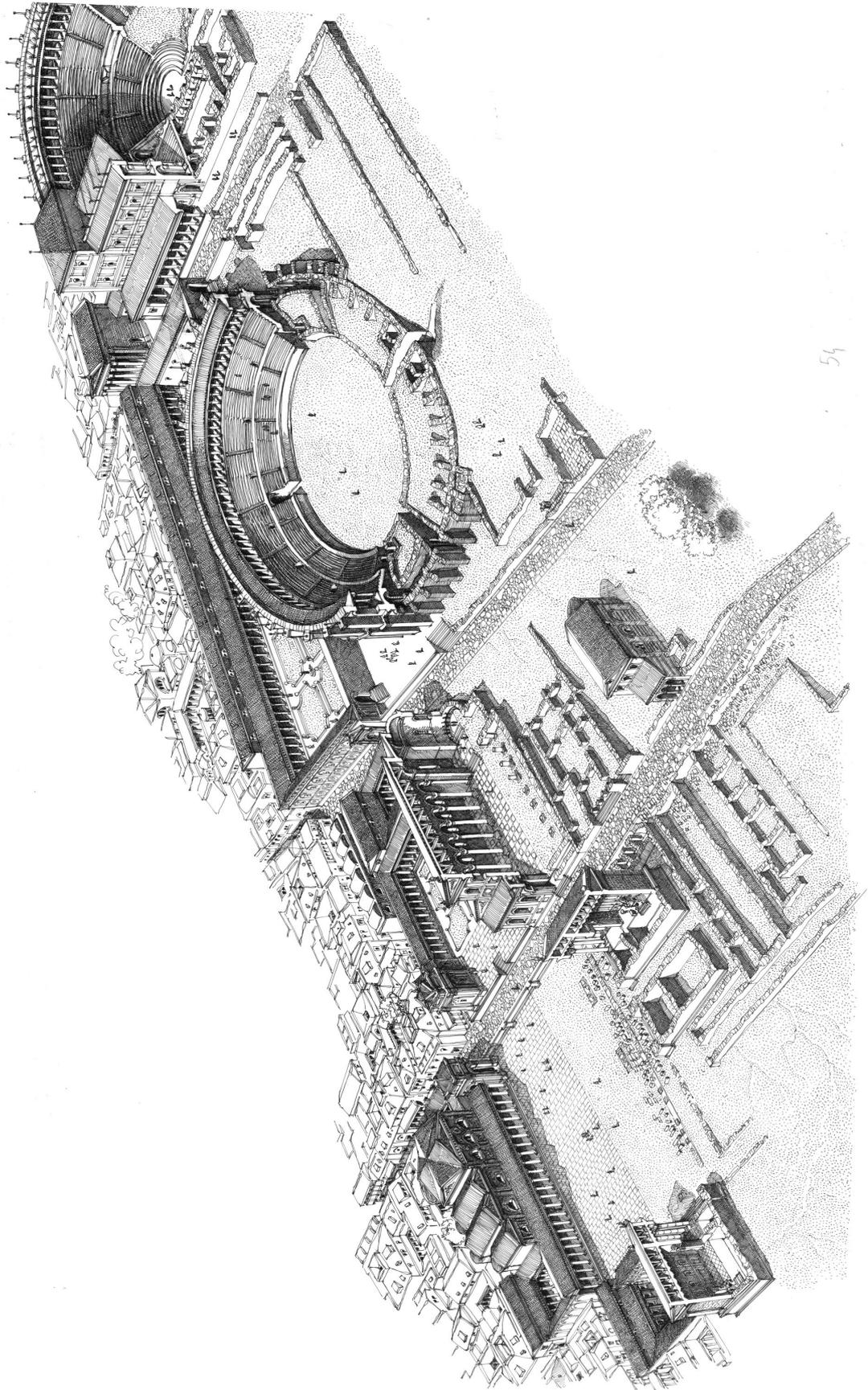
Terme: nell'antica Roma erano uno dei principali luoghi di ritrovo. Alla funzione igienica essenziale, che consentiva il mantenimento di un accettabile livello di sanità pubblica, si associava una funzione ricreativa e culturale. Per facilitarne la fruizione da parte di un pubblico numeroso, l'ingresso aveva un costo irrisorio, quando non era del tutto gratuito. Naturalmente esistevano anche impianti termali privati, a volte anche di dimensioni notevoli o persino monumentali, destinati alle fasce sociali più facoltose e interdetti alla popolazione comune. All'interno delle terme, gli ambienti principali erano generalmente tre: il frigidarium, consistente in una vasca di acqua fredda, il tepidarium, che ospitava una vasca d'acqua tiepida, e il caldarium, riscaldato come una sauna. Il caldarium e il frigidarium erano attigui e insieme erano utilizzati come equivalente dell'odierna sauna finlandese, caratterizzata dal veloce passaggio caldo-freddo e viceversa. Fondamentali per il corretto funzionamento delle terme erano i complessi sistemi di riscaldamento degli ambienti, basati sulla circolazione di aria calda, generata da una fornace posta in una camera situata sotto le sale termali e convogliata all'interno di appositi vani inseriti sotto il pavimento e all'interno dei muri. Attorno ai tre spazi principali, sorgevano altri ambienti che andavano a completare le strutture dell'impianto termale: gli spogliatoi o apoditeri, il sudatorio o laconico, destinato alla sauna e ai bagni di vapore, il destrictorio, adibito alla pulizia, il ginnasio, corrispondente alla palestra, ma anche, nelle terme più grandi e importanti, porticati, biblioteche, sale studio, sale d'incontro, teatri e negozi.

(Lanfuti Baldi, in corso di pubblicazione.)

5.2 I disegni di Francesco Corni

5.2.1 La pianta complessiva di Carsulae





54

5.3 Le foto delle rovine e la relativa ricostruzione digitale

5.3.1 I templi gemini



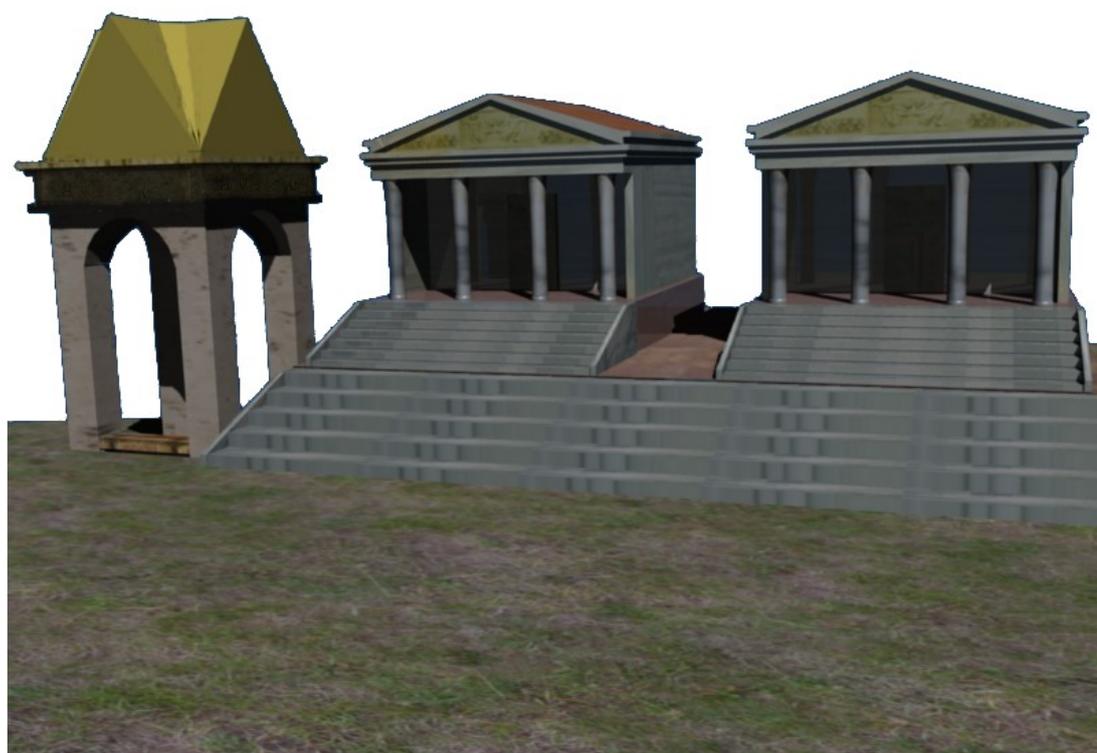
Le tabernae, base su cui si ergevano i templi gemini. Vista dalla Flaminia.



Ricostruzione digitale delle tabernae e dei templi gemini visti dalla flaminia.



I resti dei tempietti gemini visti dal foro. All'estrema sinistra i resti del tetrapilo.



La ricostruzione dei tempietti gemini visti dal foro. Il tetrapilo consentiva l'accesso pedonale.

5.3.2 L'arco di San Damiano

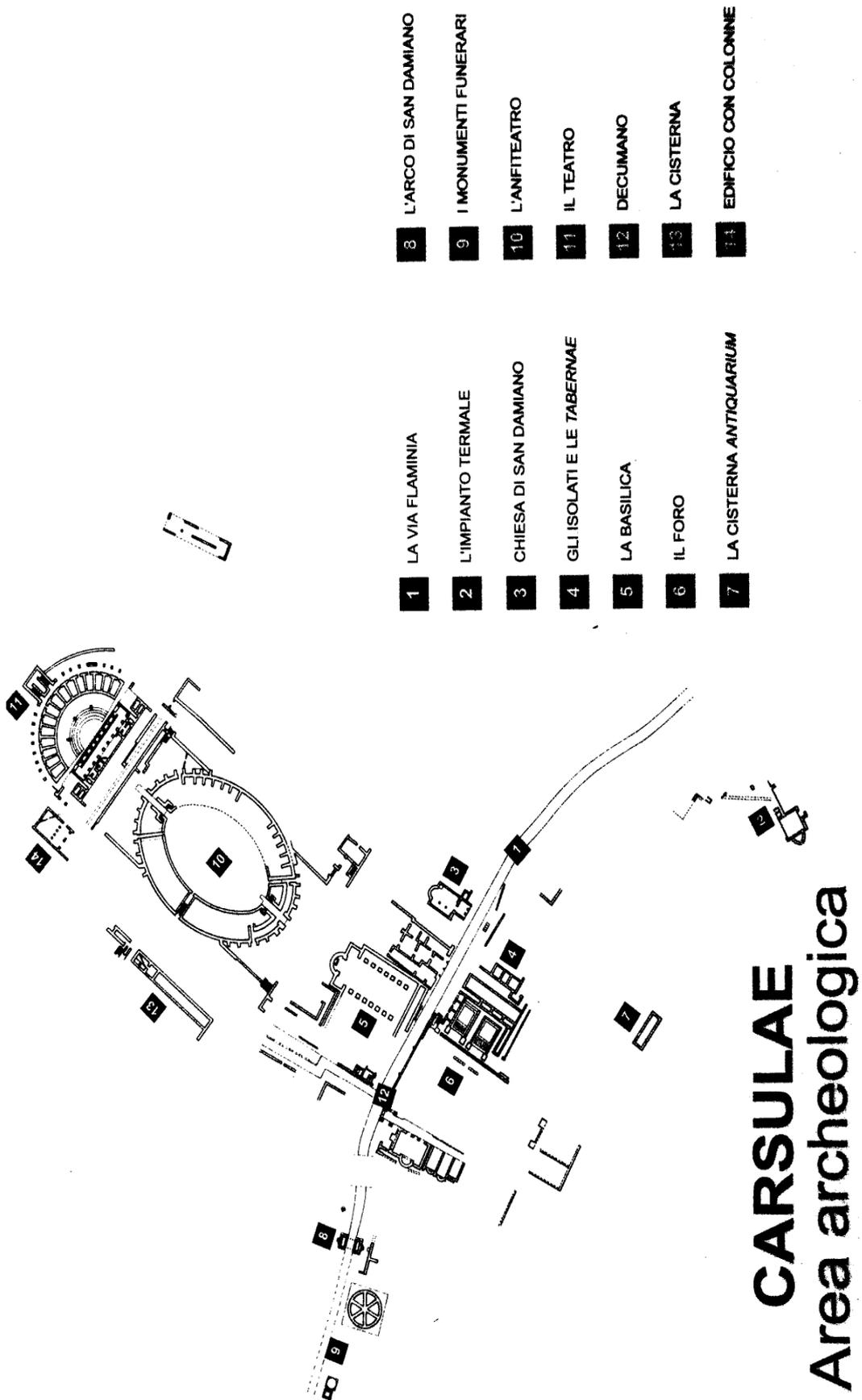


I resti dell'arco di San Damiano



La ricostruzione dell'arco di San Damiano

5.4 Pianta del sito archeologico di Carsulae



5.5 Avvertenze per il visitatore

Va premesso che questa ricostruzione digitale dei monumenti carsulani, per quanto coerente con i caratteri dell'architettura romana del I secolo d.C., rimane **largamente ipotetica**.

In conformità a quanto stabilito dalla London Charter (punto 4.1: “dovrebbe essere chiaro all’utente [...] lo stato attuale di un sito o di un oggetto [...] la sua ricostruzione basata sulle evidenze o invece sulle ipotesi, oltre che la portata e la natura di ogni informazione incerta”), è necessario precisare che:

1. tutte quelle superfici per le quali nessuna evidenza archeologica può suggerire la colorazione originale sono state ricoperte di giallo senape;
2. si è evitato di utilizzare per le textures il colore blu e i suoi derivati, data la difficile reperibilità, all'epoca, dei relativi pigmenti: è improbabile che un colore così costoso fosse diffusamente impiegato negli edifici di una piccola città come Carsulae;
3. si è evitato di mettere sopra l'arco di San Damiano una statua o un gruppo scultoreo, di norma presenti quando la struttura era dedicata a un personaggio della gerarchia militare o civile oppure a una divinità, poiché non ci sono evidenze in tal senso né la funzione dell'arco, che era quella di contrassegnare monumentalmente l'ingresso della città, lo rendeva indispensabile.

Infine, la descrizione verbale dei monumenti e le relative informazioni storiche sono tratte quasi interamente dall'opera “Carsulae. Alla scoperta dell'antica città” di Matteo Lanfiuti Baldi, in corso di pubblicazione presso Web&Books. Fa eccezione la breve storia di Carsulae, che è stata appositamente scritta per questo progetto dal suo autore.

6. Bibliografia e Sitografia

6.1 Bibliografia

Lanfiuti Baldi, Matteo. In corso di pubblicazione. *Carsulae. Alla scoperta dell'antica città.* Web&Books.

AA.VV. 1997. *Interamna Nahartium. Materiali per il Museo archeologico di Terni.* Arrone (Tr), Ed. Thyrus.

Brito, Allan . 2008. *Blender 3D: Architecture, Buildings, and Scenery.* Birmingham (UK), Packt Publishing.

Bruschetti, Paolo.1995. *Carsulae.* Roma, Ed. Istituto Poligrafico dello Stato.

Cascioli, Domenico.1970. *I tre archi: cenno storico sulla città umbra di Carsulae, municipio e colonia romana, e di Casventinus, ora Sangemini,* Roma.

Ciotti, Umberto.1976. *Carsulae,* in AA.VV., *San Gemini e Carsulae,* Milano-Roma.

Ciotti, Umberto. 1986. *Lo stato delle conoscenze su Carsulae,* intervento tenuto presso l'Istituto tecnico commerciale di Terni *Federico Cesi,* in occasione del *Progetto Carsulae.*

Dolci, Samuela. Anno Accademico 1999/2000. *Carsulae e i suoi scavi. Per una storia degli studi sulla città romana.* Tesi di laurea discussa presso l'Università di Perugia, Facoltà di Scienze della formazione, Corso di laurea di Scienze dell'educazione.

Luni, Mario.1995. *La via Flaminia dagli Appennini ad Ariminum in Dove si cambia cavallo. Luoghi di sosta lungo la Flaminia e le vie dei Romani.* Catalogo della mostra. Cattolica, 21 dicembre 1995 – 31 marzo 1996.

Milj, Antonio.1800. *Carsulae rediviva, ovvero storiche ricerche intorno all'antichissima città di Carsoli dell'Umbria.* Macerata.

Morigi, Alessia. 1997. *Carsulae. Topografia e monumenti.* Roma, Ed. L'Erma di Bretschneider.

Ponzi Bonomi, Laura. 1991. *La via Flaminia e l'Umbria,* in *Viae Publicae Romanae.* Catalogo della mostra. Roma, Castel Sant'Angelo, 11 – 21 aprile 1991.

Van Gumster, Jason. 2009. *Blender for dummies.* Indianapolis, Indiana (USA), Wiley Publishing, Inc.

6.2 Sitografia

Francesco Corni

www.francescocorni.com/disegni.php (22 agosto 2010)

Comune di Terni (Turismo - Carsulae)

<http://www.comune.terni.it/canale.php?idc=89> (22 agosto 2010)

Bella Umbria

www.bellaumbria.net/San_Gemini/Carsulae.htm (22 agosto 2010)

Umbria Online

www.umbriaonline.com/article_141.phtml (22 agosto 2010)

Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Umbria

<http://www.archeopg.arti.beniculturali.it/index.php?it/110/carsulae-parco-archeologico> (22 agosto 2010)

Ministero per i Beni e le Attività Culturali

www.archeologia.beniculturali.it/pages/atlante/s158.html (22 agosto 2010)

London Charter versione 2.1

<http://www.londoncharter.org/> (24 settembre 2010)