

Creare Sistemi informativi per studiare, conservare, gestire e comunicare sistemi architettonici e archeologici complessi

Methods and techniques for building information systems to study, store, manage and communicate architectural heritage and archaeological complex systems

Marco Gaiani, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna

Abstract

Questo scritto illustra un framework sviluppato per rilevare, costruire, elaborare, gestire e visualizzare modelli tridimensionali di grandi siti archeologici e monumenti architettonici per sistemi 3D GIS Web-based. Il framework è il risultato di 15 anni di sperimentazioni e ricerche realizzati in differenti contesti e situazioni. Le applicazioni sviluppate sono state progettate per differenti tipi di utenti, con un sistema largamente scalabile, capace di supportare differenti dispositivi di output e di lavorare a differenti livelli d'iconicità. L'ultima parte dell'articolo presenta un importante caso di studio applicazione del framework sviluppato: un prototipo di sistema informativo per l'area archeologica di Pompei.

In this paper we present a framework developed in order to record, construct, pre-process, manage, visualize and visually navigate 3D models reality based of large archaeological sites and architectural monuments for eHeritage 3D GIS systems. The framework is the results of fifteen years of researches and experiments done on different subject and situations. The developed applications were designed for different types of users, with a largely scalable interface, able to support different output devices and to work at different levels of iconicity. The last part of paper presents a major case study of framework application: the Pompeii archaeological site information system.

Keywords: 3D modeling, Design, 3D WebGIS, Cultural Heritage, Information system.

Introduzione

La conservazione di un complesso monumentale o archeologico di vaste dimensioni è oggi un processo articolato che ne comprende l'intero lifecycle: la conoscenza, la fruizione, la comunicazione e la gestione.

Un sito archeologico o monumentale complesso implica di solito differenti attività di ricerca, conservazione e manutenzione, ma anche di risistemazione finalizzata alla fruizione da parte dei visitatori. Tali attività hanno generalmente prodotto, oltre che a determinare l'assetto attuale, anche una grande quantità di dati e d'informazioni innanzitutto di carattere scientifico e tecnico, ma anche concernenti la manutenzione ordinaria e straordinaria. Viceversa, vi è stato uno sviluppo assai più limitato nel campo della gestione generale dei dati e delle informazioni disponibili, ossia degli archivi storici 'pertinenti' (scientifici, tecnici e inerenti la gestione) nei quali organizzare in progress le informazioni e i dati, i già esistenti e i nuovi.

Inoltre, il lavoro su un complesso archeologico o monumentale si basa su una collaborazione continua tra archeologi, architetti, studiosi, restauratori, gestori e specialisti che lavorano congiuntamente per la soluzione di uno stesso problema. Ciò implica la necessità di una piattaforma in grado di permettere un reale lavoro collaborativo tra tutti i soggetti coinvolti.

Infine, mentre il processo di conservazione e ripristino richiede un crescente grado di automazione, si assiste a una totale mancanza di accessibilità all'intero corpus informativo che gli specialisti dovrebbero condividere per pianificare correttamente l'attività di restauro. Il risultato è che a fronte di una crescente necessità di 'industrializzazione' del processo di conservazione, nel processo di progettazione e realizzazione del restauro si assiste ad una mancata utilizzazione dell'insieme delle informazioni o ad operazioni molto costose in termini di tempo e denaro (1).

La motivazione fondamentale di tali deficit risiede, oltre che in un'intrinseca 'pigrizia' degli addetti, nella grande quantità di dati eterogenei (modelli 3D, immagini, foto, disegni, documenti scritti, ecc.)

che il processo accumula e richiede e che non consente l'usabilità immediata e un facile trasferimento dell'informazione. Inoltre, la specifica natura 3D di siti archeologici e complessi monumentali impedisce una completa restituzione della complessità e della granularità dei manufatti così come delle informazioni a essi connesse che ne tracciano storia e caratteri attraverso mere descrizioni testuali. Ciò riguarda un aspetto della più ampia problematica secondo la quale le conoscenze depositate nei sistemi informativi (analogici o digitali) hanno valore soltanto se accompagnate da sistemi di recupero adeguati, ossia capaci di fornire l'accesso a quei documenti, fra i tanti disponibili, che sono rilevanti per l'utente restituendoli nella forma a lui più consona. Nel campo del digitale, che ha cercato di limitare ogni forma rappresentativa a semplici stringhe testuali al fine di avere semplicità descrittiva rispetto alla logica di base binaria, questa problematica ha fatto sì che divenissero centrali il modo di trasmettere le informazioni attraverso specifici media e il modo di richiamare le informazioni partendo da indicizzazioni visuali anziché testuali. Per fornire una risposta a queste questioni e a quelle inerenti un approccio critico agli sviluppi scientifici nella direzione di una densa ed efficiente procedura operativa, negli ultimi quindici anni chi scrive si è impegnato in una serie di ricerche condotte sperimentalmente, costruendo vari sistemi informativi digitali a base tridimensionale.

Tra i sistemi informativi progettati e realizzati, a titolo di esempio e come passaggi intermedi che hanno portato alle soluzioni odierne si ricordano: Andrea Palladio - Le Ville del 1998 (2), un visual-multimedia database CD-ROM (che riguarda i progetti che Palladio redige per almeno quaranta ville fra il 1537 e il 1573), prima risposta al tema della ricontestualizzazione congiunta delle espressioni culturali con le informazioni spaziali e architettoniche, e della costituzione di sistemi informativi capaci di raccogliere e rendere disponibili le più svariate informazioni combinando grandi quantità di dati e analisi relazionate; L'atrio di Pomposa del 1999, che introduce il concetto di 3D web-based e che raccoglie in un sistema unitario fruibile everywhere tramite client dato da un semplice web-browser, dati storici, di rilievo e analisi rivolte alla conservazione e restituite in forma tridimensionale (3); La via Appia antica archeologia e restauro del 2001 (4), sistema 3D GIS anch'esso web-based capace di restituire lato client informazioni 3D, 2D e testuali tramite interrogazione strutturata, navigazione e visualizzazione sia dello stato attuale sia dell'analisi per il restauro relative a otto piccoli sepolcri posizionati lungo la via Appia antica a Roma; La Sala delle Cariatidi a Palazzo Reale a Milano del 2003 (5), applicazione finalizzata a supportare un cantiere di restauro virtuale in un sistema di fruizione a grande schermo semi-immersivo capace di guidare il restauratore attraverso innumerevoli soluzioni visualizzate ad alta fedeltà formale e cromatica in stereoscopia e con l'assistenza di dati eterogenei; Andrea Palladio - 3D geodatabase del 2008 (6) che, partendo dalla metodologia e dalla tipologia del CD Rom Andrea Palladio - Le Ville, la fa evolvere tramite la sostituzione del sistema di visualizzazione e interazione con una nuova soluzione fondata su nuovi concetti legati al 3D, generando un completo geo-database tridimensionale su piattaforma web in cui i modelli 3D integrano un esteso Sistema Informativo palladiano.

Infine è del periodo 2008-2010 lo studio, presentato più dettagliatamente poco oltre, per il Sistema Informativo Unificato della Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei (SSBANP), realizzato assieme alla Scuola Normale Superiore di Pisa, in collaborazione con la Soprintendenza stessa e con il finanziamento di ARCUS s.p.a.. Il progetto mira a definire caratteri metodologici atti a rendere il Sistema Informativo Unificato (SIU) della SSBANP una vera e propria applicazione a carattere 3D capace di facilitare interpretazione, esplorazione e analisi di grandi volumi di dati fortemente caratterizzati in senso geo-spaziale, temporale e semantico (7). Il progetto si propone di documentare e ricostruire l'evoluzione storica del sistema documentale attraverso una serie di archivi digitali di documenti testuali e visivi, ma soprattutto di sistemi geo-referenziati e modelli 3D in grado di offrire un supporto alla massa delle informazioni disponibili (8).

È stato quindi, nel tempo, messo a punto un insieme di tecniche e metodi che si propone, in differenti contesti e per differenti aspetti, di fornire soluzioni per alcune problematiche specifiche fondamentali:

- la formazione di basi dati qualitativamente affidabili e capaci non solo di trasporre identicamente a se stesso l'originale, ma anche di fornire i caratteri delle modalità di questa trasposizione;
- la strutturazione delle forme di aggregazione dei dati in modo da poter restituire in modo analitico e coordinato la base dati originaria e la navigazione di questi nello spazio e nel tempo;

- lo sviluppo di strumenti di restituzione in grado di favorire analisi interconnesse e comparative e sfruttare la dimensione digitale in forma sia qualitativa sia quantitativa;
- la messa a punto di forme d'interpretazione di livello almeno comparabile alle analisi realizzate qualitativamente da parte dello studioso o del gruppo di studiosi.

Complessivamente, dunque, si tratta di un framework uniforme per la visualizzazione scientifica, l'integrazione effettiva, la presentazione web-based d'insiemi di dati spazio-temporali eterogenei, capace di facilitare l'interpretazione, l'esplorazione e l'analisi di grandi volumi di dati con significative caratteristiche geo-spaziali, temporali e semantiche. Di seguito si descrive la componente metodologica del framework e la sua sperimentazione su uno dei casi di studio più rappresentativi, completi e rilevanti che offre l'archeologia: il sito di Pompei.

Un framework per l'utilizzo di modelli 3D reality-based come sistema informativo e comunicativo

Le questioni centrali da definire e risolvere nella formazione di un sistema informativo inerente il patrimonio architettonico sono essenzialmente cinque: acquisizione, archiviazione, visualizzazione, organizzazione e recupero dei dati e dell'informazione. Come ricordato poco sopra, si tratta di un'operazione complessa, per la natura tridimensionale degli oggetti su cui agisce, che limita la qualità dell'informazione restituibile, giacché la messa in digitale ne richiede la riduzione a una rappresentazione di livello iconico più basso.

Per limitare gli effetti dovuti a questa riduzione di finezza informativa, uno specifico indirizzo di ricerca ha focalizzato l'attenzione, già oltre vent'anni fa, sull'impiego di modelli 3D digitali come matrice e nucleo aggregativo del sistema informativo, attraverso esperienze in cui essi non costituiscono più un corpo unico osservabile da più punti di vista, ma un organismo composto di varie parti, ciascuna delle quali rappresentabile in vari modi e dotata di vari attributi (geometrici, materici, compositivi, costruttivi) a seconda di ciò che si deve 'vedere' e di che cosa dobbiamo leggere e interpretare (9). Tali modelli consentono la rappresentazione visiva di dati numerici, così come di nozioni astratte; fungono da piattaforma per testare ipotesi (non solo ricostruzioni, ma anche decostruzioni e interpretazioni alternative); permettono di integrare i vari tipi di dati in una forma visiva. Un modello 3D è poi, per propria natura, un'interfaccia altamente intuitiva di un sistema informativo che descriva l'oggetto rappresentato con altri mezzi (testi, immagini, disegni 2D, suoni, filmati). In tal modo esso può costituire un facile accesso a strutture di dati complesse e una costante guida per l'utente a orientarsi in una mole di informazioni tipologicamente eterogenee. Per queste loro proprietà, i modelli 3D digitali permettono di andare oltre i sistemi informativi esistenti. Questi ultimi, infatti, strutturano la conoscenza attraverso le ontologie e tentano semplicemente di presentare una visione unificata di insiemi di dati eterogenei e di supportare la ricerca a livello semantico, ma non permettono di conoscere la semantica associata al contenuto 3D medesimo. Viceversa, un sistema informativo a base semantica tridimensionale mira a presentare informazioni contestualizzate dotando gli artefatti di un appropriato 'contesto' che integra semanticamente gli oggetti 3D con immagini 2D, suoni, testo, riferimenti per permettere agli utenti di eseguire ricerche basate sul contesto e sul contenuto (semantico) (10).

In tempi recenti, lo sviluppo di tecnologie digitali come il rendering real-time di modelli 3D e il Web 3.0 (un termine cui corrispondono significati diversi volti a descrivere l'evoluzione dell'utilizzo del Web: il web semantico; il Geospatial Web; il Web 3D) ha aperto nuovi scenari di lettura e interpretazione dell'architettura storica, di metodi di disseminazione e divulgazione dell'informazione a partire non più semplicemente da ricerche testuali, ma da metodi di navigazione geo-spaziale e spazio-temporale e da criteri di similarità visiva basati sulla percezione. La visione di sistemi geospaziali come GoogleEarth – che inverte i ruoli di applicazione e contenuto tra Web browser e mappa generando un'esperienza in cui il pianeta in sé è il browser – permette un accesso più semplice e intuitivo all'informazione spaziale da parte degli utenti i quali non solo hanno mostrato di tollerare questa inversione della tradizionale esperienza di Web browsing, ma ne sono colpiti favorevolmente (11), come dimostrano il numero di attivazioni superiori al miliardo all'ottobre 2011.

Per questo si sono progressivamente scelte queste tecniche come 'core' della piattaforma tecnologica

su cui andare a costruire un articolato framework che, pertanto, risulta basato su una serie di ipotesi di lavoro così riassumibili:

- modelli digitali 3D che rappresentano la realtà e, in quanto metafore visive degli oggetti osservati, permettono una conoscenza diretta e semantica dei dati (12);
- materiale testuale e iconografico approvato e analizzato criticamente;
- impiego di sistemi sia stand-alone sia web-based;
- utilizzo di una medesima base dati per ogni tipo di utenza (gestione del patrimonio, studio scientifico, turismo, ecc.) semplicemente restituita al livello di conoscenza e approfondimento richiesti;
- architettura di sistema basata su piattaforma web che permetta un accesso multiutente da differenti piattaforme e utilizzando specifici standard ad articolare un vero e proprio 3D WebGIS (13).

In questo assetto un nodo centrale è quello della realizzazione del 3D GIS le cui difficoltà possono essere riassunte in cinque punti (14):

- formazione del modello concettuale: i dati spaziali possono essere modellati in modi differenti. Il modello concettuale 3D integra informazioni sulla semantica, la geometria 3D e le relazioni spaziali 3D (topologia) e fornisce i metodi per descrivere oggetti reali e le relazioni spaziali tra essi;
- acquisizione dei dati: le tecniche più appropriate consistono nella ricostruzione di geometria e texture da immagini fotografiche e/o scansione laser;
- visualizzazione, navigazione, interfaccia utente: la visualizzazione 3D richiede di affrontare specifiche tematiche, come l'appropriatezza dei mezzi per visualizzare i risultati di analisi spaziali 3D, l'individuazione degli strumenti che permettono di navigare ed esplorare grandi modelli in real-time;
- accesso Internet: il Web presenta una notevole capacità di migliorare l'accessibilità a informazioni spaziali;
- analisi spaziale: le relazioni spaziali sono il fondamento di un vasto gruppo di operazioni proprie dei sistemi GIS, come inclusione, adiacenza, direzione, intersezione, connettività.

In particolare, i modelli geometrici costituiscono una parte rilevante di un GIS 3D. Un geo-oggetto (vale a dire un modello 3D GIS-friendly) consiste in un insieme di dati tematici, geometria, topologia e texture. Il problema fondamentale nella costruzione di geo-oggetti 3D per la costituzione di un 3D GIS di dati del patrimonio architettonico e/o archeologico, risiede nella necessità di una struttura topologica sufficientemente robusta da rendere possibili analisi spaziali, a fronte di una forte complessità geometrica. L'informazione topologica è importante poiché descrive le relazioni spaziali come inclusione, adiacenza e connettività tra i geo-oggetti. Obiettivo primario è quindi sviluppare una struttura-dati topologica adeguata. In questo intento, l'operazione di base al fine di conservare congruenza tra dati visualizzati e dati contenuti nel database, è quella di ottenere i geo-oggetti impiegando i modelli CAD realizzati come rilievo dell'oggetto. Si tratta di una problematica che non presenta ancora a oggi soluzioni univoche e consolidate, in cui tuttavia una scelta fondamentale - e secondo noi inalienabile - è quella del concetto di 'master model' come elemento fondante. Con il termine 'modello master' s'intende la replica digitale fedele dell'artefatto originario, con i propri attributi. Un'ipotesi di lavoro che consente - contrariamente a quanto avviene per metodologie e sistemi basati sulla tecnologia anziché sull'oggetto da acquisire - di risolvere il problema dell'integrità dei dati originali e di fornire innumerevoli vantaggi nella loro conservazione a lungo termine. Con quest'approccio indipendente dall'uso, ogni oggetto è digitalizzato solo una volta con il livello di qualità più alto possibile. In questo modo è possibile il suo reimpiego in svariate applicazioni, eventualmente utilizzando una versione a un livello di dettaglio più basso sempre ottenuta dal 'modello master' stesso.

La definizione di standard e procedure per generare un 'modello master' comporta due passaggi chiave:

- la definizione delle proprietà intrinseche di ogni artefatto classificate per tipo di artefatto;
- la definizione di un sistema di metadati atti a qualificare un modello 3D.

Una seconda condizione cruciale fondativa del nostro framework consiste nel tener conto che non è possibile per un solo gruppo di lavoro rilevare un sito archeologico vasto come Pompei e che rilievi diacronici hanno generalmente caratteri differenti. Invece, è molto più realistico pensare che ogni sistema documentale sia frutto di apporti plurimi generati da tecnologie differenti nello spazio-

tempo. Questo comporta la necessità di definire a-priori non solo tecniche specifiche ma anche standard qualitativi dei modelli, strumenti, metodologie e tecniche operative di base per ogni tipologia di artefatto digitalizzato. Questi elementi sono riferiti non alla tecnologia ma ai manufatti stessi e alla loro conformazione fisica seguendo quanto indicato da ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, che al punto 2.4 indica come “la ricostruzione visiva effettuata sia dagli artisti o architetti, sia dai modellatori al computer, dovrebbe essere basata su un’analisi dettagliata e sistematica dei dati ambientali, archeologici, architettonici e storici, inclusa l’analisi di fonti scritte, orali e iconografiche e fotografiche. Le fonti informative su cui tali restituzioni visive sono basate dovrebbero essere chiaramente documentate e ricostruzioni alternative basate sulle stesse evidenze, quando disponibili, dovrebbero essere realizzate per confronto” (15). Esiste, sostanzialmente, un problema di convenzioni. Mentre nel caso dei disegni 2D le scale di rappresentazione e le tecniche di restituzione convenute forniscono ancora possibilità di confronto e di omogeneità degli standard grafici (e nei casi in cui non vi riescono è per limiti intrinseci manifesti), nel caso dei modelli 3D, non esistendo più le scale di rappresentazione, il problema è amplificato esponenzialmente. In sintesi, attualmente vi sono tre principali problematiche alle quali siamo chiamati a dare risposta:

- come costruire modelli 3D ottenuti da operazioni di rilievo: la filiera è chiara e ben consolidata dal punto di vista degli sviluppatori, ma presenta numerose lacune dal punto di vista degli operatori;
- come strutturare il database 3D per illustrare pienamente il sistema informativo: allo stato attuale non vi è alcuna unificazione e ciò limita enormemente l’integrazione dei dati tra differenti database;
- come passare da una singola esperienza ad un sistema in cui tutti gli operatori lavorano nella stessa direzione ed usano tecnologie confrontabili/comparabili (definizione degli standard appropriati).

In questo contesto un nodo fondamentale è la determinazione di standard chiari e facili da mantenere. Il riferimento di base sono naturalmente gli standard ICCD (Istituto Centrale del Catalogo e della Documentazione), ma questi devono poi essere fatti evolvere per tenere conto dell’introduzione della terza dimensione e delle procedure basate su tecnologie digitali. Per quanto riguarda l’infrastrutturazione tecnica è immediato notare che le tecnologie commerciali risultano ormai ampiamente sufficienti per soddisfare i requisiti proposti dai manufatti. Per questo, l’ipotesi di partenza formulata è quella dell’uso di tecnologie non sperimentali ma disponibili a tutti, o commercialmente a basso costo, o come sistemi OpenSource, soprattutto in fase di consultazione.

Riepilogando, si può affermare che la costruzione di modelli per un sistema informativo del patrimonio architettonico e archeologico pone cinque questioni fondamentali:

- definizione della qualità della trasposizione dell’artefatto dalla condizione reale a quella digitale (generalmente rappresentata da parametri come risoluzione, colore, fedeltà, precisione del dettaglio, consistenza della procedura attraverso tutte le fasi dall’acquisizione alla visualizzazione sul display);
- definizione degli standard dei modelli 3D;
- disposizione degli standard tecnici per la conservazione e la interoperabilità a lungo termine;
- accesso e sicurezza dei dati nei sistemi di network;
- conservazione dell’informazione contro l’obsolescenza tecnologica.

Caso di studio: un contributo alla formazione del SIU della SSBANP

Sebbene innumerevoli esperienze siano state compiute negli ultimi anni anche su Pompei, queste presentano, tuttavia, un carattere di estrema frammentarietà, completa disomogeneità nelle metodologie e nelle caratteristiche dei dati acquisiti e totale assenza di standardizzazione nei modelli restituiti, cosicché entro breve non solo sarà impossibile il loro riutilizzo in qualsiasi contesto, ma anche la loro stessa fruibilità. Per questo si è ritenuto che un obiettivo prioritario da raggiungere in tempi rapidi consistesse nel condurre uno studio approfondito che porti alla definizione di uno standard di documentazione sull’acquisizione e sulla formazione dei modelli per le realizzazioni 3D.

L’applicazione del nostro framework al caso del SIU della SSBANP ha comportato essenzialmente la messa a punto degli standard di riferimento e della pipeline di lavoro per i futuri modelli di Pompei ottenuti da dati di rilievo. Questa è stata realizzata sperimentalmente andando a costruire una serie

di prototipi esemplificativi sufficientemente estesi sia geograficamente, sia riguardo le problematiche affrontate a livello tecnico e scientifico. Partendo dall'esperienza specifica dell'acquisizione e restituzione di 49 modelli appartenenti a 13 artefatti - rappresentativi delle situazioni operative esistenti per chi si accinge a rilevare una parte degli scavi, sia essa un semplice apparato decorativo o un intero corpo di fabbrica – sono state definite specifiche tecniche, strumenti, metodologie e tecniche operative di base per ogni singola tipologia di materiale digitalizzato e standard riferiti alla natura intrinseca degli oggetti e alle necessità di uso degli elaborati grafici.

La definizione degli standard ha comportato due passaggi chiave:

- la definizione delle proprietà intrinseche per ogni artefatto classificato;
- la definizione di un sistema di metadati che potrebbero qualificare un modello 3D. I nostri metadati ricadono all'interno di tre categorie: (a) catalogo dei metadati, che include campi come: nome del modello; nome del/i modellatore/i; software usato per creare il modello, versione del software; detentore del copyright; ecc.); (b) note di commento dei metadati, che aiutano a fornire informazioni di background all'utente circa la natura dell'evidenza usata per creare il modello, così come su ogni differenza tra il modello e le ricostruzioni precedenti; (c) bibliografia.

Il lavoro è stato organizzato, quindi, a partire da un'analisi e da una mappatura tipologica dei reperti presenti nell'area archeologica oggetto di indagine, classificandoli sia da un punto di vista tipologico, sia da un punto di vista geometrico, sia da un punto di vista della qualità delle proprietà superficiali e materiche, sia, infine, da un punto di vista semantico, al fine di ritrovare una chiara casistica rispetto alla quale valutare metodologia e strumenti più appropriati per specifico caso di studio, avendo chiaro che ognuno di essi era rappresentativo di una vasta e chiaramente identificabile casistica di tipologie di rilievo.

Considerazioni sulla ricorrenza delle tipologie di reperti e sulle loro peculiarità formali e materiche hanno portato alla definizione del seguente elenco tipologico, come fondativo del sistema-città: paramenti murari di corpi di fabbrica monoconvessi e loro intersezioni/tessiture murarie; basamenti in pietra e muratura; basamenti in materiale lapideo grezzo; colonna e trabeazione ordine dorico; colonna e trabeazione ordine ionico; colonna e trabeazione ordine corinzio; elementi decorativi (bassorilievi e incisioni); architravi a terra; parti esterne di botteghe con spazi per la vendita; porzioni di corpi di fabbrica.

A seguito di questa prima classificazione è stata indicata una scelta delle tecniche e della strumentazione di rilievo più appropriate per ogni reperto. Tale scelta dipende da diversi fattori:

1. caratteristiche dell'oggetto da rilevare:

- dimensioni massime dell'oggetto (ingombro);
- eventuale prevalenza di una dimensione rispetto alle altre;
- dettaglio minimo superficiale;
- tipo di materiale (in particolare, se si tratta di materiale con comportamento non lambertiano);

2. caratteristiche dello strumento: accuratezza e risoluzione; dimensioni area di ripresa; raggio di azione; comportamento in funzione delle condizioni di illuminazione; comportamento in funzione della presenza di materiale non lambertiano; maneggevolezza dello strumento;

3. finalità documentative:

- dimensione minima del dettaglio da restituire;
- eventuale distinzione dei diversi livelli di dettaglio;

4. condizioni al contorno: ad esempio disponibilità di aree di lavoro libere da ostacoli.

L'analisi della finitura superficiale dei reperti campione ha portato poi alla definizione delle tecniche da adottare in funzione della complessità formale e del livello di dettaglio della restituzione. In merito a quest'ultimo aspetto, i modelli digitali sono stati concepiti come interfacce grafiche con elevato livello d'iconicità in grado di fornire informazioni qualitative e quantitative dettagliate e accurate sul reperto rappresentato, nonché di costituire l'ossatura sulla quale organizzare informazioni di tipo diverso al fine di costruire un complesso sistema conoscitivo di supporto agli studi degli archeologi e alle scelte delle Amministrazioni incaricate della loro conservazione e valorizzazione. Per quanto

riguarda gli strumenti, pur operando una minima personalizzazione, si è scelto di utilizzare la qualità di base di ogni strumento adottato, scegliendo, generalmente, la qualità più alta all'interno di una predefinita selezione ottenuta attraverso un benchmarking dei prodotti in quel momento disponibili sul mercato (e a costi non eccessivi). Il digital benchmarking è stato inoltre utilizzato per definire requisiti, standard e metodologie di lavoro.

I risultati di questo studio, tutti concorrenti alla definizione di un sistema di standard in grado di assicurare la consistenza di processo sono stati di tre tipi:

Il primo consiste in uno studio approfondito per definire standard di documentazione sull'acquisizione e sulla formazione dei modelli 3D come sistemi informativi e nella definizione di buone pratiche per l'acquisizione dei dati e la realizzazione di modelli 3D su cui basare la prossima versione del SIU. Si tratta di una sorta di manuale d'uso relativo agli aspetti metrologici, colorimetrici, informatici e di documentazione, che si propone di definire standard e procedure per la trasposizione digitale di un bene artistico tramite modelli 3D in grado di sostituire un rilievo tradizionale in tutti i suoi aspetti e di essere inseriti in un sistema tipo GIS 3D. L'idea è che questa sorta di 'manuale' possa essere utilizzato come riferimento per tutti i successivi studi che saranno condotti a Pompei. Il gruppo di lavoro ha definito non solo specifiche tecniche, ma anche strumenti, metodologie e tecniche operative di base per ogni singola tipologia di materiale digitalizzato e standard riferiti alla natura intrinseca degli oggetti e alle necessità di uso degli elaborati grafici.

A questi si aggiunge una relazione riassuntiva che spiega "di che cosa" sia fatta Pompei da un punto di vista morfologico e riflettometrico, la pipeline di acquisizione, costruzione, georeferenziazione e visualizzazione dei modelli 3D, una serie di problematiche e soluzioni possibili a problemi di modellazione, infine gli standard metrici e colorimetrici da adottare. Tutti questi dati sono stati trascritti in una serie di rapporti relativi a specifiche tematiche, raccolti più tardi nel volume *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei* (16).

Il secondo risultato consiste, appunto, in una serie di prototipi esemplificativi sia delle tipologie di artefatto ritrovabili in quel sito archeologico, sia delle problematiche affrontate a livello tecnico e scientifico. Si tratta di un insieme di modelli ad alta risoluzione (modelli 'master' e derivati a differenti livelli di dettaglio), costruiti come sistema conoscitivo, navigabili e capaci di supportare metadati e modalità di lettura/restituzione di specifiche analisi. La risoluzione è riferita alla complessità geometrica dei manufatti coinvolti, con l'integrazione delle tecniche più adatte a produrre i diversi livelli di risoluzione di volta in volta richiesti (fotogrammetria aerea, fotogrammetria close range, scansione laser). I modelli sono dotati di texture realistica e collegamenti a schede informative testuali relative ad elementi di interesse in esso contenuti. Infine, il terzo è un database geo-referenziato per il data-entry dei modelli, capace di guidare l'utente attraverso tutti i passaggi necessari e fare il controllo della rispondenza agli standard richiesti. La banca dati realizzata si prefigge lo scopo di identificare univocamente i reperti e le strutture murarie presenti nel foro di Pompei e i relativi documenti (scansioni, fotografie, modelli 3D, ...) a essi associati, al fine di garantire la riconoscibilità del livello qualitativo e quindi i limiti e la riusabilità non solo del modello Master finale ma anche dei derivati e dei materiali di base che contribuiscono alla formazione del Master stesso.

Note

1 - Gaiani M., Micoli L. L., (2005). *A framework to build and visualize 3D models from real world data for historical architecture and archaeology as a base for a 3D information system*, in Forte M. (a cura di), *The reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies*, Berkeley, pp. 103-125.

2 - Gaiani M., Beltramini G., Burns H., (1998), *Andrea Palladio - Le ville*, CD-ROM, Vicenza.

3 - Gaiani M., Alessandri C., (1999). *The atrium of St. Mary Abbey in Pomposa: a hypermedial 3-D network database*, in *Eurographics'99 – Short papers and demo proceedings*, Milano, pp. 96-99.

4 - Gaiani M., Gamberini E., Tonelli G., (2001). *VR as work tool for architectural & archaeological restoration: the "Ancient Appian Way 3D Web virtual GIS"*. In *7th VSMM proceedings*, Los Alamitos, IEEE, pp. 86-95.

5 - Brevi F., Ceccarelli N., Gaiani M., (2004). *Un cantiere di restauro virtualizzato*. *Disegnare. Idee, immagini*, n. 29, pp. 64-79.

- 6 - Gaiani M., (2008). *Modelli di Palladio - modelli palladiani*, In AAVV (a cura di), *Palladio 1508-2008 – Il simposio del cinquecentenario*, Venezia, Marsilio, pp. 396-400.
- 7 - *Direttore del progetto e responsabile scientifico per la SSBANP: Pietro Giovanni Guzzo; responsabile operativo per la SSBANP: Anna Maria Sodo; responsabile scientifico per la SNS: Salvatore Settis; coordinatore scientifico per la SNS: Benedetto Benedetti; gruppo di lavoro dell'Università di Bologna: Giuseppe Amoruso, Fabrizio Ivan Apollonio, Giovanni Bacci, Marco Gaiani, Anna Maria Manferdini, Massimiliano Roberto. Il progetto è illustrato in Gaiani M., Benedetti B., Remondino F. (a cura di) (2010). *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei, Pisa, Edizioni della Normale.**
- 8 - *Il progetto è descritto in Benedetti B., Gaiani M., Guzzo P.G., (2008). *Scientific knowledge and information representations in historical-technical archives of archaeological sites: Pompeii as a case study. In Elwazani S., Malhis S., Al-Qawasmi J. (a cura di), Responsibilities and opportunities in architectural conservation conference proceedings, Amman, CSAAR Press, vol. 1, pp. 275-290.**
- 9 - Gaiani M., Gamberini E., Tonelli G., (2002). *A framework to use virtual worlds generated from real world 3D models as Work Tool for Architectural & Archaeological Restoration on the Web. International Journal of Design Computing, n. 4.*
- 10 - De Luca L., Véron P., Florenzano M., (2007). *A generic formalism for the semantic modeling and representation of architectural elements. Visual Computer, n. 23, pp. 181 - 205.*
- 11 - Jones M.T., (2007). *Google's Geospatial Organizing Principle. Computer Graphics and Applications, vol. 27, n. 4, , pp. 8-13.*
- 12 - Gaiani M., (2000). *Strategie di rappresentazione digitale: modelli per la conservazione e il restauro. Quaderni del Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali, n. X, pp. 47-69.*
- 13 - Gaiani M., (2003), *Metodi per l'utilizzo di mondi virtuali per il supporto su Web al restauro architettonico e archeologico. In Comunicazione multimediale per i Beni Culturali, Milano, Addison-Wesley, pp. 283-324.*
- 14 - Rahman A.A., Pilouk M., (2008). *Spatial Data Modeling for 3D GIS, Berlin, Springer-Verlag.*
- 15 - *The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, (2008) <http://icp.icomos.org/ENG/groups_charter.html>.*
- 16 - Gaiani M., Benedetti B., Remondino F., (a cura di) (2010). *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei, cit.*

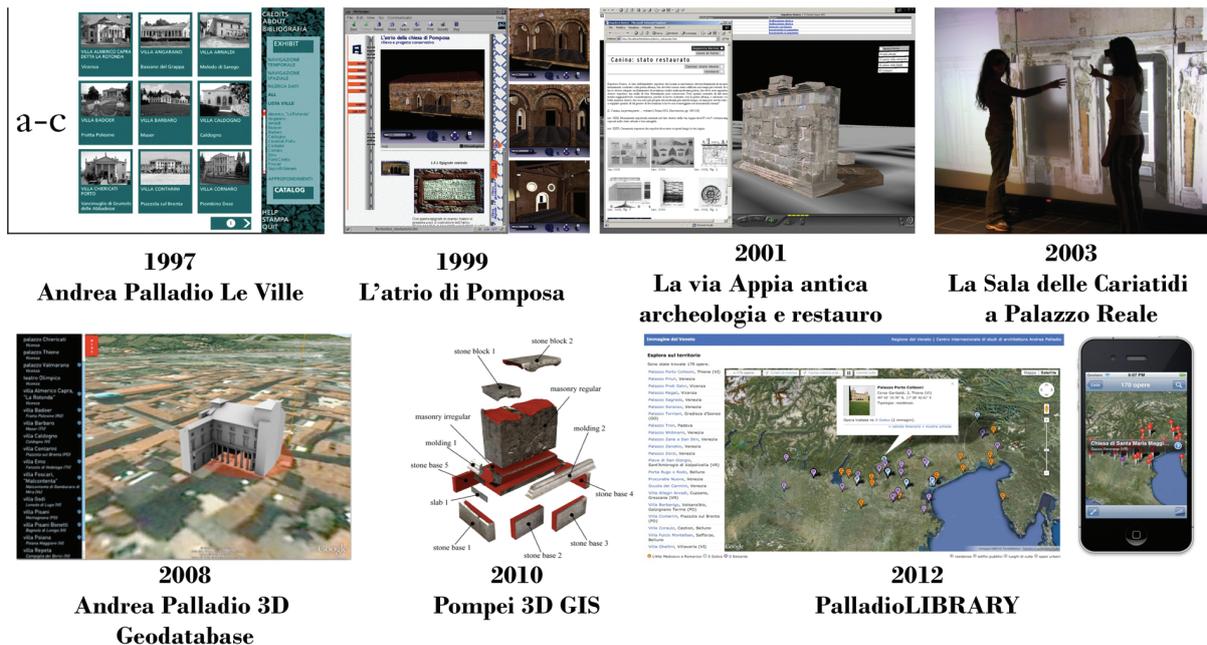


Figura 1. Sistemi informativi per studiare, conservare, gestire e comunicare sistemi architettonici e archeologici complessi progettati e realizzati tra il 1997 e il 2012.

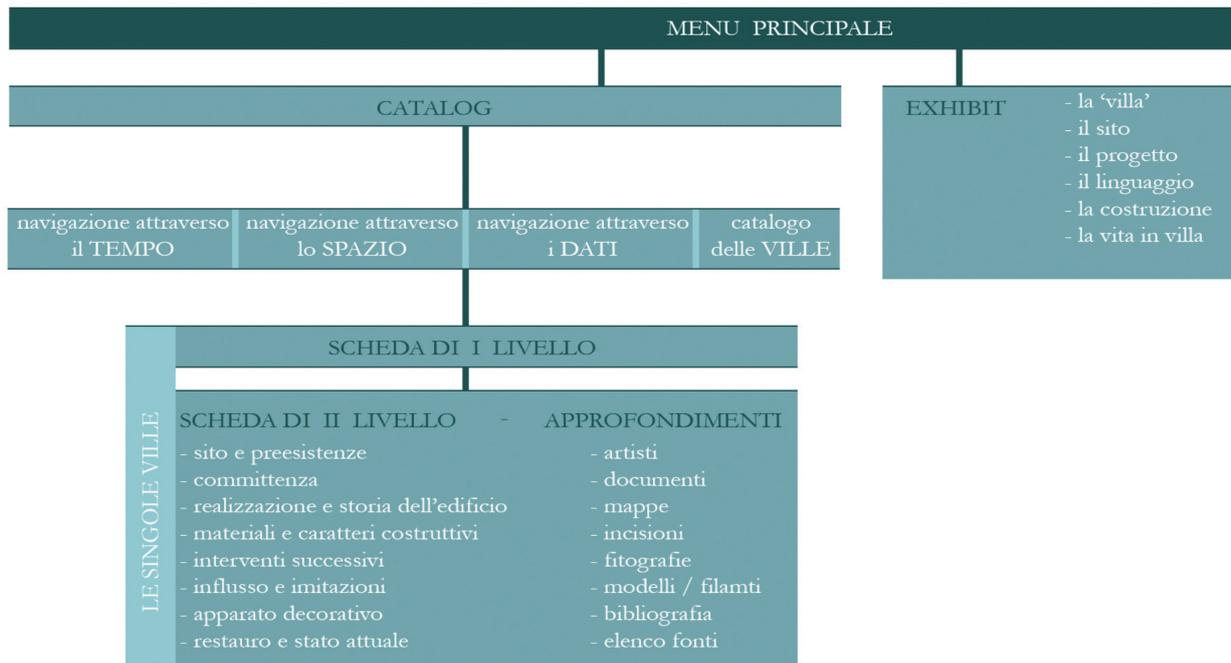


Figura 2. Formazione di sistemi informativi basati su modelli 3D: flow-chart della struttura informativa che mostra la compresenza sia di una dimensione documentale che di una narrativa.

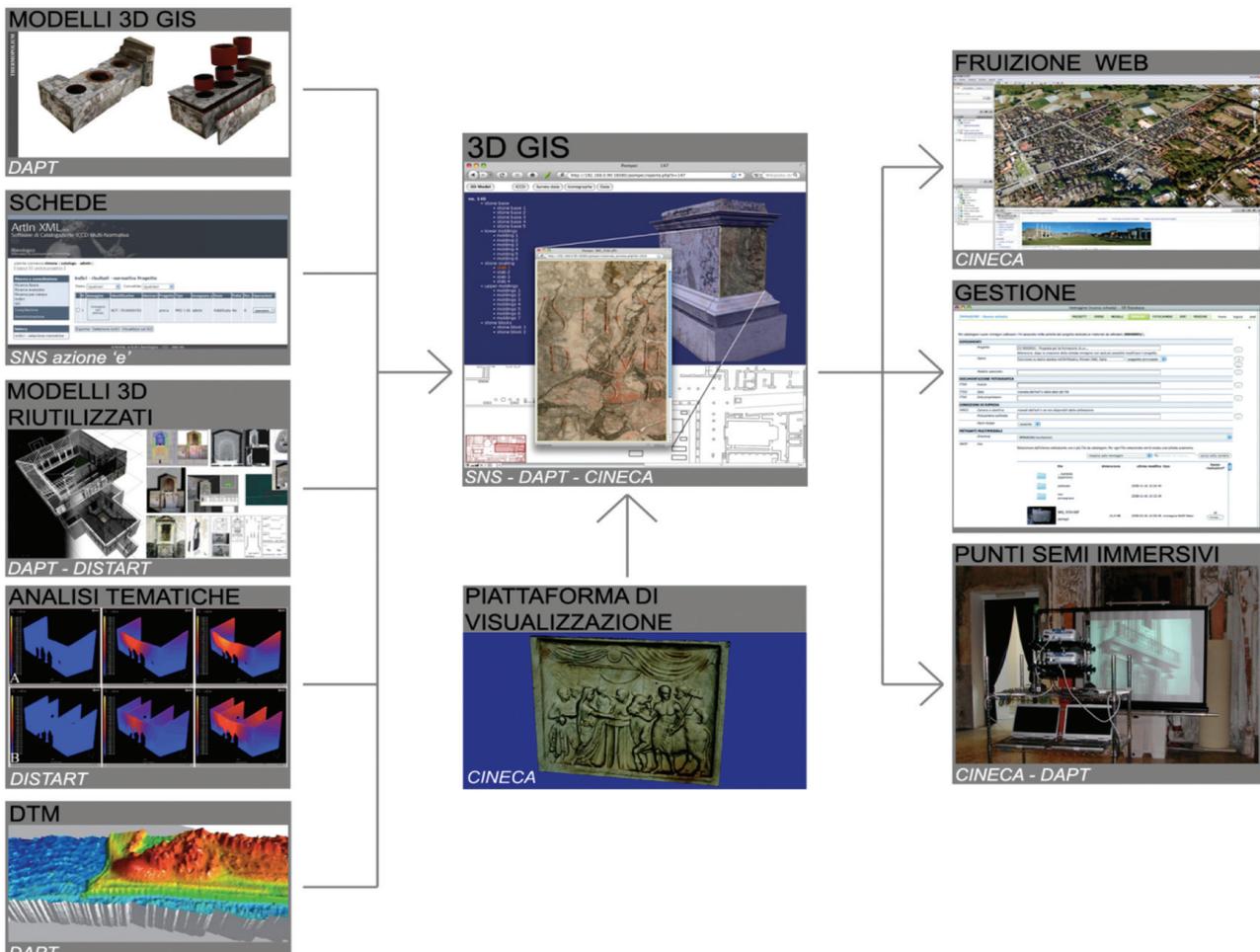


Figura 3. Flow-chart di un sistema informativo con finalità gestionali e comunicative.

DIMENSIONI MINIME DETTAGLIO (mm)

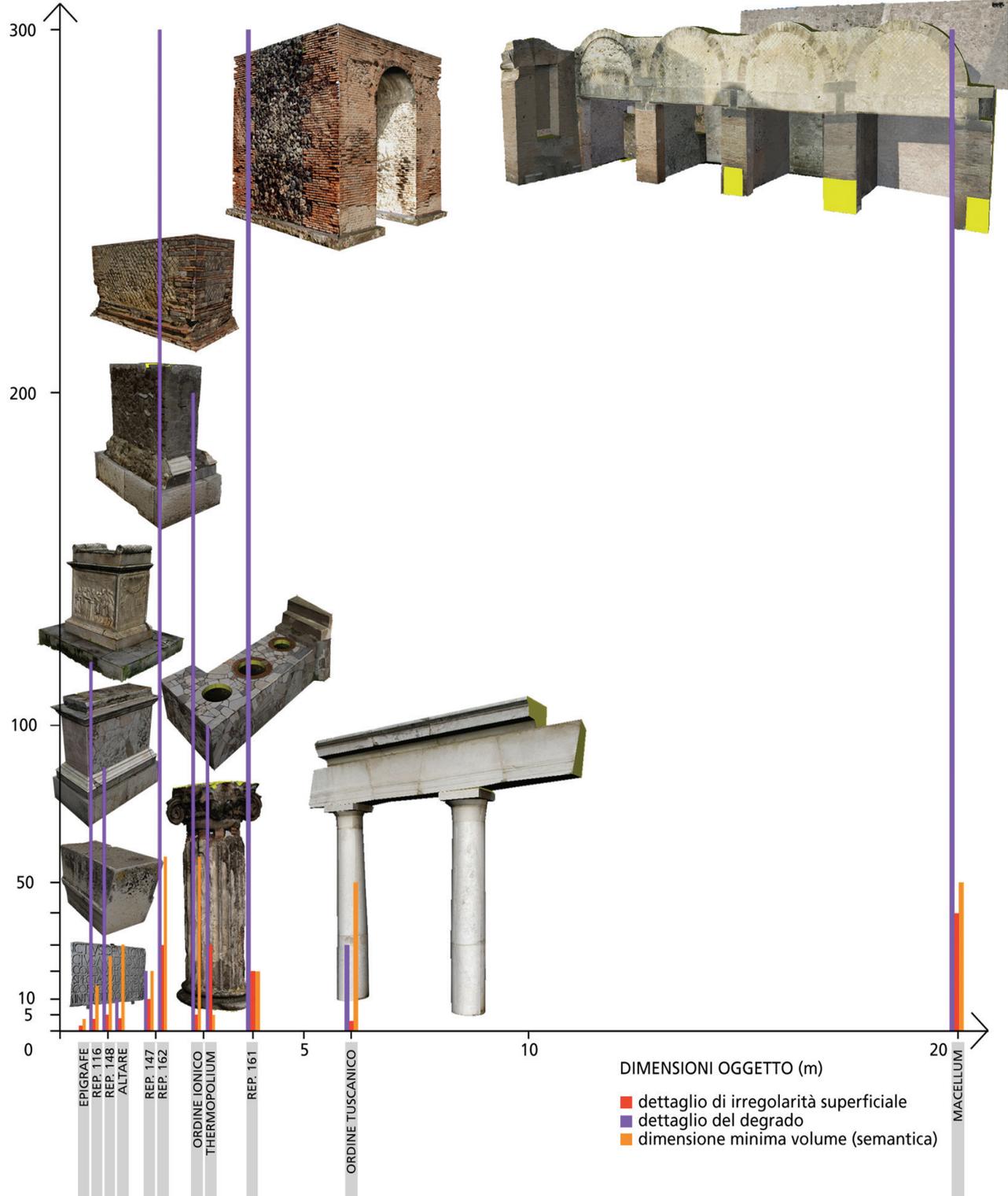


Figura 4. Linee guida per un Sistema Informativo 3D GIS della SSBANP. Reperti campione analizzati: dimensioni complessive vs. dettaglio più fine.



Figura 5. Linee guida per un Sistema Informativo 3D GIS della SSBANP. Formazione di modelli 3D reality-based: mappatura di texture su primitive geometriche.

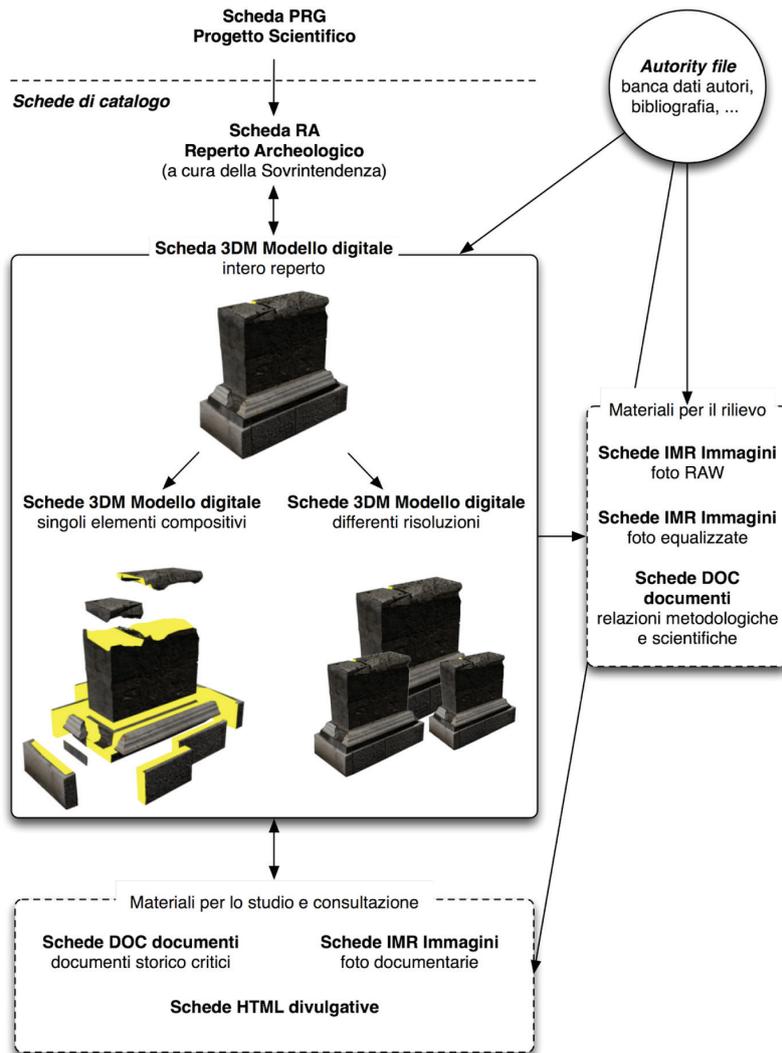


Figura 6. Linee guida per un Sistema Informativo 3D GIS della SSBANP. Le schede catalogo del database 3D.

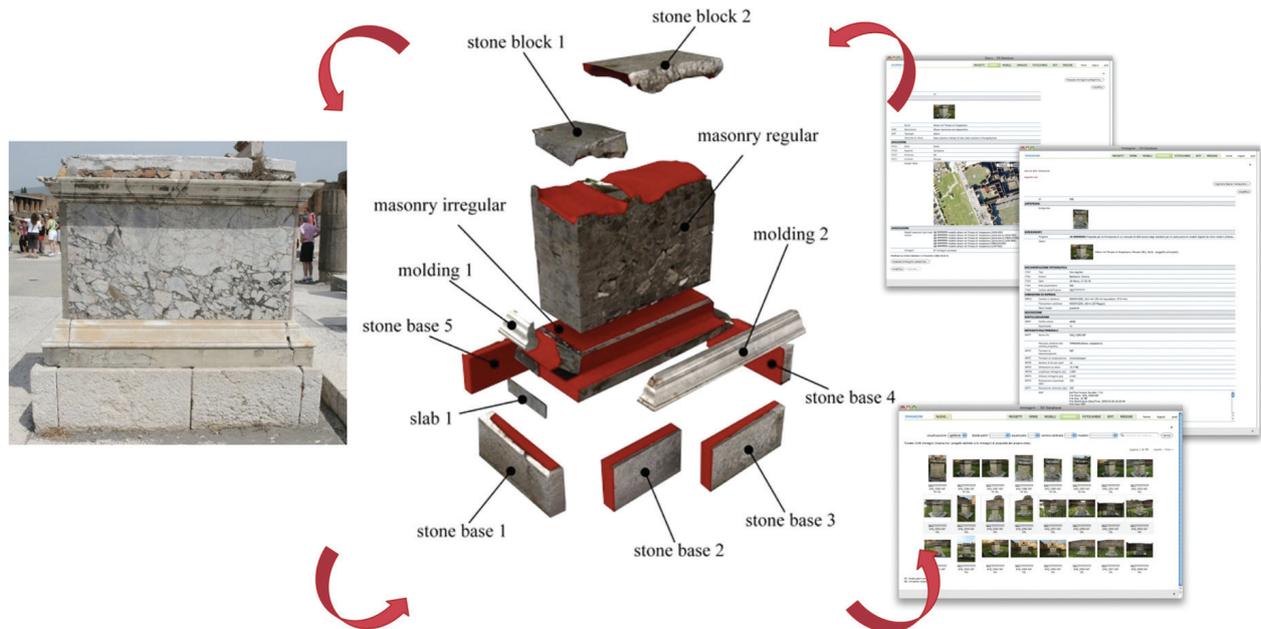


Figura 7. Linee guida per un Sistema Informativo 3D GIS della SSBANP. Il sistema degli output finali.