

IL GIS COME SISTEMA INFORMATIVO PER LA GESTIONE DEI DATI DI SCAVO DI COMPLESSI MONUMENTALI D'EPOCA STORICA

THE GIS AS INFORMATION SYSTEM FOR THE CONTROL. OF THE EXCAVATION DATA OF HISTORICAL MONUMENTAL COMPLEXES.

Sabatino Laurenza

laurenza.s@tiscalinet.it

Riassunto

A parte pochi casi eccezionali, il record archeologico in tutto il mondo è troppo frammentario per restituire una visione diretta di vite e paesaggi passati. Il contesto è di solito perso ed è compito di specialisti “incollare i frammenti del passato”. Per contrastare queste costrizioni naturali ogni generazione di archeologi ha sfruttato al meglio i consigli e i significati del recupero, della documentazione e delle analisi dei diversi assemblaggi di dati, dalle mappe geografiche alla definizione subatomica di oggetti e tessuti organici. Le ultime generazioni sono tutte interessate alla scienza informatica, con una capacità crescente di combinare grossi archivi di data in singole immagini. La ricostruzione è resa possibile dai cosiddetti “processi stocastici”, combinando insieme numerose operazioni, modellando i frammenti sparsi in immagini di realtà perse. Così la registrazione, l'organizzazione e la visualizzazione dei dati nei computer ci ha dato la possibilità di sviluppare livelli di analisi più alti e più complessi, paragonabili sempre più a quelli di altre branche della scienza che studiano le realtà viventi. I Sistemi Geografici Informativi (GIS) attualmente ci sembrano essere lo strumento principale disponibile capace di ricostruire la vita quotidiana di popolazioni umane durante le loro fluttuazioni storiche, combinando insieme dati ed informazioni da mappe, ricognizioni e scavi.

Il lavoro che qui presentiamo fa parte del Progetto MURST-COFIN 1998 diretto dal Prof. A. Carandini, dell'Università di Roma “La Sapienza”¹.

Scopo principale del progetto è lo sviluppo di un sistema informatizzato in grado di aiutare gli archeologi nell'organizzazione dei dati di scavo e di supportare le Unità Stratigrafiche (US) con il numero maggiore di informazioni. Il sistema è sostanzialmente modulare, basato su un modulo *database* contenente tutte le tabelle

riguardanti le US ed i materiali rinvenuti nel corso dello scavo e su un altro che comprende invece gli oggetti grafici delle US e degli strati scavati. Entrambi i moduli sono gestiti da un motore GIS che permette all'utente finale, con delle *queries*, di poter ottenere direttamente piante di fase diacroniche e analisi intra-sito. Il modulo finale è costituito da un sistema di visualizzazione, interrogazione ed analisi delle Unità Stratigrafiche (US) e delle Unità Stratigrafiche Murarie (USM) direttamente in 3D, riuscendo così a visualizzare realmente l'evoluzione di un'unità abitativa o di un intero contesto scavato.

PAROLE CHIAVE : unità stratigrafiche (US/USM), record archeologico, database, sistemi CAD, GIS, visualizzazione 3D, analisi *intrasito*.

Summary

Apart from few and very exceptional cases, the archaeological record all over the world is too much fragmentary to return a direct vision of ancient lives and landscapes. The context is usually lost and it is left to the skills of the specialists "to piece together the fragments of the past". To contrast this natural constraints every generation of archaeologists devised better and better means from the recovery, the documentation and the analyses of the different assemblages of data, from geographic maps to the subatomic definition of objects and organic tissues. The last generations are all engaged in the computer science, with an increasing capacity to combine vast archives of data in single pictures. Reconstruction has been made possible more recently by the so-called "stochastic procedures", by combining very large numbers operations, modelling the scattered fragments into true pictures of lost realities. Thus the recording, stocking and displaying of data in the computers give us the possibility to develop higher and more complex level of analyses, more comparable to those used by other branches of science investigating living realities. Geographical Information Systems (GIS) at present are the main instrument available from the computer science to reconstruct the daily life of human populations in their historical fluctuations, by combining data and information from maps, surveys and excavations.

This work is included in the MURST – COFIN 1998 project under the responsibility of Prof. A. Carandini, University of Rome "La Sapienza", Italy. The principal aim of the

project is to develop a computer assisted method that could help in excavation management and support Stratigraphic Unit (SU) forms with as much information as possible. The system is basically modular, based both on an alphanumeric database containing all the tables with the Stratigraphic Unit (SU) information and the materials found during the excavation both on another module containing the graphic representations of SU and of the excavated layers. Both the modules are managed by and inside a GIS engine that allows the final user to display and analyse the entire excavated context, by performing simple queries, outputting in this way diachronic phase maps and allowing intrasite analyses. The final module is made by a displaying, querying and analysing 3D system of the SU and of the walls, allowing in this way to display in real time the evolution of a living unit or an entire excavated context.

KEY WORDS: stratigraphic unit (SU), archaeological record, Database, CAD, GIS, 3D visualisation, *intrasite* analysis.

Introduzione

Chiunque abbia diretto e gestito un progetto di scavo di grandi dimensioni, quale ad esempio lo scavo di complessi monumentali di età storica, sa quanto sia difficile rimanere aggiornati sui progressi quotidiani confrontando diari e rapporti di scavo, pianificazioni, schede di Unità Stratigrafiche e materiali, piante, rilievi, fotografie e fogli elettronici.

Per decenni i responsabili di progetti e i direttori di scavo hanno fatto ordine in una marea di dati diffusi usando diversi sistemi computerizzati di archiviazione e gestione dei dati (database, sistemi multimediali, sistemi CAD, ecc.). Negli ultimi dieci anni in Italia abbiamo assistito alla diffusione dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) per la registrazione, l'organizzazione e la visualizzazione in maniera interattiva di grosse banche di dati archeologici, dando così priorità all'aspetto spaziale e geografico.

Tipicamente, gli utenti di GIS utilizzano una geografia riconoscibile, come la rappresentazione di un edificio o la mappa di un sito, per offrire un riferimento spaziale per le informazioni, consentendo di decifrare e comprendere dati complessi più rapidamente e facilmente. Con l'aumento della diffusione e della complessità della computer grafica e delle immagini in alta risoluzione, gli utenti finali GIS hanno

cominciato ad “avvolgere” visualizzazioni sulle mappe GIS per offrire un realismo e un'immediatezza maggiori. Le analisi generate da applicazioni GIS sono più facili da capire quando una visualizzazione generata al computer può mostrare i risultati mediante rappresentazioni pittoriche. Le immagini 3D offrono una dimensione aggiuntiva alle informazioni, la profondità e/o lo spessore, che è spesso importante per capire rapidamente i problemi o per individuare collegamenti non evidenti. Fino a poco tempo fa, il GIS ritraeva il mondo da una prospettiva 2D, come se la Terra fosse piatta. Ma negli ultimi anni, gli strumenti di visualizzazione e di analisi 3D si sono diffusi a livello desktop, aprendo nuovi interessanti scenari.

Questi nuovi strumenti GIS 3D consentono agli utenti di generare fly-through di scene in alta risoluzione per le presentazioni, offrendo visuali praticamente da qualsiasi posizione. Tale capacità si può dimostrare molto utile nella gestione di siti all'interno di un landscape archeologico, oltre che per la pianificazione di interventi di surveys future. Anche così, mappe, griglie e visualizzazioni 3D generate dal software GIS avrebbero un valore limitato se non fossero rafforzate da database con informazioni sottostanti complete e funzionalità analitiche. Interrogando le proprietà di un singolo oggetto o investigando le relazioni tra i dati, per esempio quali oggetti condividono un certo tratto o la vicinanza di due oggetti, gli utenti possono realizzare analisi potenti che altrimenti sarebbero difficili da ottenere usando solo testi o numeri, o le sole immagini 3D. In effetti, la fusione di questi database con la visualizzazione 3D ha portato a definire il GIS come il “foglio elettronico della visualizzazione”. Tra il 1985 e il 1996, sotto la direzione scientifica di A. Carandini, sono state avviate le ricerche in un quartiere sulla pendice settentrionale del Palatino, nelle *insulae* VIII,2 e VII,9-11 di Pompei e nell'area monumentale centrale di Veio. Grazie ad un finanziamento concesso dal Ministero per l'Università e per la Ricerca Scientifica (fondi ricerca scientifica quota ex 40 %), solo nel 1999 è stato possibile progettare e realizzare un sistema informatico che fosse in grado di gestire tutti i dati accumulati nei nostri archivi, al fine di automatizzare le procedure scientifiche di acquisizione ed elaborazione dell'informazione e di facilitare la ricostruzione fase per fase di una serie di immagini da sottoporre all'interpretazione storica¹.

Dalla documentazione all'interpretazione.

L'archeologia dispone oggi di metodologie stratigrafiche che ci consentono di dominare aree di scavo vaste e pluristratificate e di ricostruire scientificamente singole storie ricavate dall'analisi di complessi monumentali. Tutto ciò comporta la necessità di registrare, conservare ed elaborare una quantità impressionante di informazioni relative a monumenti diversi, conosciuti nella maggior parte dei casi inaspettatamente, che ci pongono continuamente interrogativi a cui non è sempre possibile dare una risposta immediata. Inoltre la sistematicità della ricerca accresce velocemente la quantità di informazioni da archiviare ed interpretare. La corretta e rapida elaborazione dei dati raccolti è quindi necessità prioritaria per la comprensione dei contesti in corso di indagine.

Primo obiettivo del progetto era quello di poter disporre, alla fine di ogni stagione dei lavori, di archivi aggiornati per tutti i tipi di records registrati sul campo (alfa-numeric e grafici) dai quali estrapolare automaticamente piante tematiche diacroniche (pianta composita o di fase) (Fig. 1).

Per quanto ci risultava (e ci risulta ancora oggi) i sistemi informatizzati per la gestione di scavi più o meno complessi consentono generalmente un'efficace archiviazione delle informazioni e limitate

elaborazioni, quali queries specifiche – semplici o complesse - o la redazione del diagramma stratigrafico. Non erano quindi utilizzabili per risolvere la nostra necessità principale: elaborare in tempi ragionevolmente brevi la sequenza stratigrafica indagata per fasi. Dovendo creare immagini tematiche, frutto della combinazione di informazioni scritte, grafiche e geografiche, abbiamo scelto di adattare alle nostre esigenze le potenzialità offerte dai sistemi G.I.S.

In archeologia, la necessità principale è da sempre costituita dal bisogno di agevolare la ricerca e l'analisi, organizzando l'insieme dei dati in forma tale da assicurarne un accesso rapido attraverso un supporto di diffusione che sia il più idoneo possibile. Dal canto suo l'archeologia è una disciplina che aggiorna aggiungendo, e non sostituendo, le informazioni raccolte. Così gli archeologi si trovano a dover gestire una massa di dati enorme ed in crescita continua, fatto che condiziona fortemente le scelte informatiche

adottate. Il sistema elaborato è nella sua struttura di base semplice e rispecchia fedelmente la procedura di elaborazione scientifica dei dati raccolti sul campo. In una tale ottica, opzione imprescindibile è che il sistema realizzato debba permettere uno scambio facile con l'esterno, garantendo l'apertura verso altre soluzioni future, ed assicurare una certa sicurezza per i dati nel loro complesso. Va anche sottolineato che come in tutti i momenti di transizione, i cambiamenti vanno intesi di pari passo con quello che sarà l'evolvere e l'aumento delle capacità di gestione dell'hardware e del software, e ha visto inevitabilmente l'alternarsi di momenti di stallo e di deciso progresso.

Difficoltà, obiettivi ed alcune considerazioni metodologiche preliminari

I temi trattati in questa sezione riguardano le esperienze decennali fatte dalle varie équipes che si sono alternate nella valutazione e nello studio dei depositi archeologici e nella documentazione di scavo e la necessità, per l'eterogeneità e la quantità dei dati, di informatizzare oltre ai dati stessi, le tecniche e le metodologie di acquisizione ed analisi dei dati di uno scavo.

Siamo perciò di fronte alla realizzazione di un percorso metodologico e di una strategia consoni alle singole caratteristiche della situazione in esame e rivolti all'individuazione di tipi di indagine e di analisi da effettuare su un complesso monumentale. Ci siamo così trovati di fronte a singoli momenti operativi che, completandosi a loro volta, danno luogo ad una specie di *feedback*, cioè ad un progressivo perfezionarsi delle informazioni, lavorando su dei livelli analitici distinti ed approfonditi.

Risultato finale pertanto sarà la produzione di informazioni con un valore cognitivo retroattivo, tale da portarci ad un monitoraggio e ad un livello analitico approfondito e dettagliato del complesso monumentale in questione. Proprio in virtù delle difficoltà rappresentate dalla mole e dalla diversità tipologica dei dati la strategia della ricerca si è basata su un primo fondamentale momento di analisi dei dati sia cartacei (schede) che topo/cartografici (piante, sezioni, rilievi, ecc.) esistenti.

Quindi si è cercato di uniformare le schede cartacee dei diversi campioni prescelti, creando un *thesaurus* appropriato per ogni singola categoria di dati, al fine di poter poi creare un sistema di archivio in cui l'utente che si trova ad immettere i dati, è supportato

dall'aiuto di vocabolari controllati, evitando anche eventuali problemi di lessico o di ridondanze di dati inutili.

Stesso tipo di analisi è stato sviluppato in modo parallelo o quasi per ciò che riguarda la documentazione grafica, valutando le piante di strato esistenti e avviando la fase di vettorializzazione delle stesse.

Inoltre, in casi specifici si è proceduto a rilievi topografici *ex novo*, in modo da acquisire informazioni più specifiche e dettagliate.

Condivise, gestite e sovrapposte le informazioni nella base GIS, siamo riusciti così ad osservare coincidenze e difformità dei dati informatizzati, e decidere dove e come scendere ad un livello di lettura e di interpretazione più dettagliato e approfondito.

La funzione principale del nostro sistema GIS consisterà nel ricostruire il rapporto esistente tra rinvenimenti archeologici e distribuzione spaziale dei dati intra-sito. Difatti un GIS in quanto rappresentazione di informazioni sganciate dalla realtà fisica, deve contraddistinguersi per le sue capacità di accogliere tutti gli oggetti che esistono nel mondo fisico, adattandoli alle combinazioni che effettivamente occorrono nella realtà.

Nelle analisi vettoriali il record archeologico è noto all'operatore fin dalle fasi di costruzione del progetto, in tal caso l'applicazione computazionale richiede, nel momento dell'avvio del progetto, la definizione puntuale di un itinerario operativo in grado di normalizzare su dei livelli distinti le diverse informazioni esistenti e gli obiettivi finali da ottenere: la ricostruzione di una base topografica, la sovrapposizione delle unità stratigrafiche in un unico file, la registrazione dei dati alfanumerici associati poi alle informazioni spaziali.

Ora, partendo da tali premesse metodologiche abbiamo impostato un percorso di ricerca scandito dalle seguenti fasi di lavoro:

- a) codifica delle informazioni e strutturazione dell'archivio alfanumerico attraverso la creazione di uno o più database;
- b) elaborazione di vocabolari ed algoritmi di controllo per guidare il data-entry;
- c) trasformazione delle planimetrie catastali e/o aereo fotogrammetriche e delle singole piante di strato in forma vettoriale, secondo layers distinti e per US;
- d) georeferenziazione della cartografia digitale realizzata ed attribuzione di un codice numerico agli oggetti grafici che definiscono le singole unità;

- e) integrazione delle informazioni alfanumeriche e dei dati grafici mediante un motore GIS di tipo vettoriale;
- f) realizzazione di un'interfaccia utente in grado di semplificare le operazioni di ricerca e di visualizzazione dei dati.

Dunque, il lavoro è stato necessariamente suddiviso in più fasi; la prima fase consiste nella progettazione degli archivi, ed essa ha richiesto un lungo periodo di analisi e di valutazione dei problemi connessi alla codifica dei dati (Fig. 2) .

Partendo dal presupposto che le informazioni dovevano essere organizzate in modo da soddisfare una pluralità di utenti, studenti e ricercatori archeologi, ci è sembrato più ovvio scegliere una architettura di tipo relazionale, che corrisponda all'elaborazione di più archivi collegati tra loro da una chiave primaria, nel nostro caso identificata con il numero di US.

Il primo archivio contiene i dati generali della US, rispecchiando le schede ministeriali; il secondo è destinato alla registrazione della documentazione grafica (foto e disegni), riportando sempre il link relazionale alla chiave primaria, cioè al numero di US; un terzo contiene ogni oggetto rinvenuto nel contesto e riguarda i materiali, sempre con il numero di US come chiave primaria.

Perciò, allo scopo di semplificare la fase dell'inserimento dei dati si è provveduto a realizzare per il data-entry un sistema che gestisce in forma gerarchica i diversi moduli, corrispondenti ai vari databases principali, e che, grazie all'elaborazione di schermate personalizzate user-friendly, consente di guidare l'operatore nella scelta di valori alternativi controllati tra di loro in fase di programmazione.

Gli obiettivi e le fasi successive del progetto consistono nella trasformazione della cartografia in formato vettoriale ed infine nella realizzazione del motore GIS finale.

La trasformazione in vettoriale delle varie piante dunque è necessaria per consentire una ubicazione

corretta dei rinvenimenti e per la visualizzazione integrale delle informazioni grafiche esistenti, secondo variazioni di scala e senza, pur tuttavia, compromettere la leggibilità complessiva dei dati.

A seconda del sito, quindi si è proceduto alla vettorializzazione dei vari *overlays* , o piante di strato, così si è dato inizio alla costruzione del sistema cartografico di base,

con un livello di base, rappresentato dalle piante di strato in scala 1: 20. Sin da questa fase, è stato possibile testare ed adattare le potenzialità del sistema GIS, verificando la possibilità di estrapolare piante di fase direttamente dai *collages*, o meglio dagli insiemi delle piante di strato digitalizzate, georeferenziate ed inserite nel sistema finale GIS. Una difficoltà con la quale ci siamo confrontati, sta nella necessità di creare molteplici layers per ogni pianta di strato e per ogni US e nello stabilire delle norme precise per la vettorializzazione delle piante. La seguente fase del lavoro, una volta creata, implementata e georeferenzata la base cartografica digitalizzata del nostro prototipo, consiste nella geocodifica dei vari archivi o database realizzati secondo relazioni uno a uno e uno a molti, in modo da poter eseguire interrogazioni in base a linguaggi SQL o altro.

Di seguito, si è proceduto con la creazione dei collegamenti (join e link) vari nel sistema GIS creato tra i database e le entità grafiche associate; una volta creati tali collegamenti, siamo passati alla fase finale GIS, cioè alla realizzazione di interfacce di tipo user-friendly, necessarie per semplificare le diverse visualizzazioni delle piante di fase varie e tematiche, grazie a queries eseguite direttamente nel sistema sui database collegati ai corrispettivi oggetti grafici, prevedendo campi e parametri di selezione, secondo procedure di tipo SQL. Infine, si è passati alla realizzazione dei modelli 3D di alcune US di ambienti significativi, che ci permettessero calcoli volumetrici ed analisi spaziali direttamente su di essi.

In breve, l'obiettivo finale prefissato è quello di realizzare un sistema capace di gestire le informazioni dello scavo di complessi monumentali, adattabile sia al caso di scavi passati, quindi ad una documentazione cartacea preesistente (Veio e Palatino) che ad uno scavo in piena attività e perciò con una documentazione *in progress* (Pompei).

Metodologia e strategie

Considerando dunque il nostro obiettivo finale e dopo aver esaminato in breve tutti gli aspetti preliminari del lavoro da svolgere, possiamo ora passare ad un'analisi più precisa e dettagliata della metodologia e delle strategie attuate.

Innanzitutto, vale la pena di ricordare che non ci si propone qui, con il sistema realizzato, di creare un supporto informatico onnipresente e che risolva i problemi

dell'archiviazione dei dati di scavo.

Il nostro è un obiettivo ben più mirato e dettagliato; infatti, l'idea è quella di trovare, dal punto di vista informatico, una metodologia in grado di automatizzare alcuni passaggi ed operazioni manuali, arrivando alla creazione di un sistema informatizzato che permetta la produzione di output tematici e cronologici e di analisi dettagliate e che indirizzi l'archeologo verso analisi ed interpretazioni altrimenti difficili da ottenere. Vista la particolarità del record archeologico, bisogna necessariamente individuare fasi diverse all'interno del progetto di ricerca, quindi strutturarlo in modo scomponibile e con operazioni e gruppi differenziati ma allo stesso tempo complementari.

La realizzazione del sistema finale, sviluppata tutta in ambiente Windows NT 4.0, ha visto come momenti di punta la creazione e la gestione del database e del data-entry e la pianificazione del GIS intra-site.

Archivi e sistema per il data-entry

Dato che il nostro progetto ha come motore un sistema GIS vettoriale, la scelta del software per la progettazione degli archivi si è indirizzata verso un database di tipo relazionale, che opera sotto ambiente operativo Windows, e che pertanto consente ed assicura l'esportazione della banca dati e delle informazioni cartografiche ad essa associate.

La scelta ovvia è stata quindi ACCESS della Microsoft, un database di uso semplice, integrato con altre applicazioni per la scrittura e per i calcoli, e perciò diventato uno standard sia in Italia che altrove. Al fine di semplificare le operazioni e la fase di immissione dei dati (data-entry), si è utilizzato VISUAL BASIC ver. 6.0 in modo da poter creare un sistema in grado di manipolare e gestire gerarchicamente i moduli dei diversi database. Tale soluzione, oltre a permettere la creazione di schermate user-friendly, guida l'operatore nella scelta di valori alternativi interdipendenti, selezionati, implementati e controllati tra loro in fase di programmazione.

Il modulo centrale del database è quello relativo alle schede US ed il numero dell' US rappresenta la chiave primaria per tutti i moduli. La creazione di vocabolari controllati, presenti in tutti i moduli, permette all'operatore di ridurre eventuali errori nella fase di immissione e di velocizzare il suo lavoro (Fig. 3-7).

Mappe e cartografia di base; dati vettoriali

La fase successiva del progetto riguarda l'analisi della base cartografica e delle mappe esistenti e la conseguente trasformazione di esse in formato vettoriale.

Va sottolineato che in alcuni casi siamo in presenza di scavi effettuati molti anni fa, quindi con una documentazione grafica e cartografica preesistente e tutta su supporto cartaceo, mentre in altri di fronte a scavi con informazioni grafiche già su supporti digitali (CAD, raster), il caso di Pompei.

Da qui traspare in maniera ancora più lampante la caratteristica scientifica di tale progetto; cioè la necessità di realizzare un approccio metodologico e tecnico in grado da un lato di poter recuperare le informazioni ed i dati registrati negli anni passati, e dall'altro di realizzare direttamente sul campo una documentazione che sia al passo coi tempi. La trasformazione vettoriale delle mappe è necessaria per consentire una corretta ubicazione dei rinvenimenti, dei siti e delle stesse aree di scavo e la visualizzazione integrale delle informazioni grafiche esistenti, secondo le variazioni di scala e senza compromettere la leggibilità complessiva dei dati. Dunque, si è proceduto alla digitalizzazione della cartografia di base, catastale e/o dell' aerofotogrammetria sulla quale sono state posizionate le aree di scavo e le piante dei singoli strati, area per area e fase per fase, con le estensioni reali. Quest'ultima procedura si è dimostrata abbastanza problematica, soprattutto nei casi in cui non si è potuto far ricorso a dei punti fiduciari per l'aggancio dei disegni di scavo sulla cartografia vettoriale. Costruita così la nostra cartografia di riferimento, si è proceduto all'attribuzione di una codifica numerica agli oggetti vettoriali per creare un collegamento diretto con i dati delle tabelle del data-entry, assegnando a poligoni/blocchi identificanti le US, in qualità di attributo, il relativo numero di US. Il ricorso a tecniche CAD nella registrazione della documentazione grafica di uno scavo archeologico consente di raggiungere 4 obiettivi principali :

- risparmio di tempo, evitando la fase di lucidatura dei disegni;
- consultazione veloce dello scavo;
- produzione di piante tematiche su plotter;
- realizzazione di basi vettoriali per applicazioni GIS;
- avere pronti i supporti necessari alla modellazione 3D.

Per la digitalizzazione delle mappe, delle planimetrie, sezioni ecc. abbiamo utilizzato

AUTOCAD R14, scelta dettata dal fatto che il suo formato di esportazione .DWG è l'unico leggibile ed editabile da qualsiasi pacchetto GIS.

Il Sistema GIS e ARCVIEW

Appare chiaro ormai a tutti gli archeologi che per la gestione di uno scavo l'uso dell'informatica, come scienza sussidiaria è fondamentale quanto meno nelle procedure di registrazione e di analisi preliminare dei dati di uno scavo.

Una corretta organizzazione dei dati registrati può infatti fornire notevoli vantaggi a colui che scava, aumentandone le possibilità analitiche e la capacità di controllo delle informazioni. Perciò la progettazione del sistema informatizzato da impiegare su un sito è estremamente importante. Premesso che non esiste un singolo sistema per tutte le diverse ricerche archeologiche o per i diversi tipi di dati archeologici, va comunque chiarito che ci sono dei problemi e degli approcci comuni che possono ben funzionare. In particolare, le complessità delle relazioni fisiche tra oggetti \contesti \circostanze in uno scavo sono cruciali; tali relazioni devono essere chiare agli utenti finali dei dati. Ad ogni modo, la tentazione è quella di semplificare il sistema in modo da tenere bassi i tempi di sviluppo ed i costi. C'è la tentazione di considerare i dati come gruppi più o meno distinti, non correlati tra loro, come tabelle sulle unità di scavo, sui cumuli di ceramica, sui cataloghi di oggetti, sui cataloghi di fotografie, di disegni, e di lavori di conservazione. Così possiamo immaginare alla fine di disporre di tanti contenitori, ognuno dei quali può essere considerato come il depositario di informazioni in forma tabulare: le etichette indicano il soggetto dell'informazione registrata nel contenitore. Ogni contenitore dovrebbe contenere fatti sugli oggetti appropriati. Ad esempio, il contenitore *foto* conterrà i numeri dei negativi, le descrizioni dei soggetti delle foto, il fotografo, le informazioni tecniche sulle foto, ecc. Tali contenitori o tabelle di dati, comunque, devono essere più numerosi ed i dati devono essere categorizzati più attentamente, in modo da poter manipolare l'intera complessità del record archeologico. Ad esempio, le unità di scavo che sono muri differiscono da quelle che sono pavimenti e da quelle che sono pozzi, in termini di informazione registrata. Ognuna deve avere il suo proprio unico insieme di dati, ma ci sono alcuni dati che sono in comune. ad esempio, tutte le unità di scavo hanno dei numeri identificativi, date di scavo, generalità di colui

che ha scavato, ecc. Le unità murarie invece hanno materiale costituente, taglie dei blocchi o dei mattoni, ecc. e così via. Inoltre le tabelle devono essere correlate l'una all'altra e le relazioni devono viaggiare in entrambi le direzioni, al fine di rendere pratica e facilmente accessibile le informazioni in esse contenute. Vista però la situazione reale sul campo, ancora più complessa, le tabelle devono essere correlate tra loro in una moltitudine di modi, che differiranno da sito a sito. Ma principio generale resta comunque che l'informazione deve essere registrata nel modo più dettagliato possibile, con le relazioni tra le informazioni, e contenendo la complessità più reale incontrata. Bisogna anche prevedere dei contenitori per le informazioni fotografiche e grafiche; tabelle necessarie per assicurare una registrazione adeguata ed efficiente di questi tipi di informazione (Fig. 8-13).

Ad esempio, una foto può contenere molti oggetti o diverse unità di scavo; per essere sicuri che tutti i soggetti di una data foto siano annotati, dovremmo elencare tutti gli oggetti o le unità o altro. Ma in un database standard è controproducente produrre dieci o dodici oggetti per foto e dieci o dodici foto per oggetto. Invece è preferibile produrre una semplice lista che faccia da indice per correlare le foto ai loro soggetti, anche se saranno necessari una grande quantità di tali file per tutti i collegamenti (links) richiesti. Dunque, nella costruzione e realizzazione di un GIS archeologico l'aspetto più importante è rappresentato dalla progettazione e dalla realizzazione del database.

E' esso infatti che costituisce l'ossatura e lo scheletro sia della struttura fisica che di quella logica del sistema GIS finale da creare. Nel primo caso vanno considerati i diversi applicativi usati e molta attenzione deve essere dedicata all'interscambio di dati e di informazioni tra essi, in modo da rendere quanto più agevole e rapido l'accesso e l'analisi dei dati stessi, siano essi spaziali o alfanumerici (Fig. 14).

Nel secondo caso invece l'attenzione è rivolta soprattutto agli aspetti analitici e di visualizzazione del sistema finale, facendo dialogare le basi di dati alfanumeriche con le corrispettive rappresentazioni grafiche, siano esse aree, poligoni, linee o sovrapposizioni di vettori, tramite la creazione e l'implementazione di un codice identificativo (ID). Si attua quindi una *geocodifica* degli oggetti in questione, attraverso la quale è possibile, in un secondo momento, una volta creati i vari link identificativi, implementare la strutturazione di ricerche (*queries*) analitiche spaziali e non (Fig. 15). Per la

realizzazione del motore GIS si è preferito ricorrere ad un software di mercato, rinunciando all'ipotesi di elaborare un applicativo sviluppato per questa specifica esigenza. Difatti, visto il rapporto prestazione/costo dei software GIS oggi presenti sul mercato e valutando i tempi che l'eventuale sviluppo di un applicativo in tal senso avrebbe richiesto, ci siamo indirizzati verso uno degli applicativi GIS più stabili ed affidabili : ARCVIEW ver. 3.1. della ESRI, con alcune sue estensioni opzionali. ARCVIEW è un GIS di tipo vettoriale largamente utilizzato in vari campi, dal geo-marketing alla gestione di reti infrastrutturali, dall'ambiente alla gestione del patrimonio culturale, ecc. e che, pur essendo classificato tra i desktop mapping piuttosto che tra i GIS, questo prodotto combina database relazionali con mappe fornendo a non specialisti del settore la possibilità di effettuare qualsiasi tipo di trattamento e gestione dei dati. Infine, la nostra scelta è ricaduta su questo prodotto per l'interfaccia utente accattivante e funzionale e di facile personalizzazione, e per la sua vocazione ad essere un ottimo *client* nella gestione di sistemi informativi di grosse dimensioni.

La restituzione 3D e le analisi volumetriche.

Obiettivo principale dell'ultima campagna di scavo a Pompei è stato quindi quello di testare tale nuovo standard di documentazione, non solo come rappresentazione grafica ma come mezzo di indagine. Grande attenzione è stata così dedicata al rilievo delle UUSS, la cui documentazione finale avrebbe dovuto tenere conto di un aspetto troppe volte trascurato: quello della elevazione.

Riteniamo infatti che mai fino ad ora la documentazione di scavo tradizionale sia stata attenta alle 3 dimensioni dello spazio (nel migliore dei casi è una documentazione a 2,5 D!). Insufficienti sono infatti le poche quote che vengono riportate sulle planimetrie di scavo e anche le sezioni, quando ci sono, non riescono a rendere la profondità della US in tutta la sua estensione. La questione non è secondaria poiché il dato volumetrico delle UUSS si sta rivelando negli ultimi anni sempre più importante. Uno standard di documentazione che voglia essere realmente innovativo deve quindi fornire anche le indicazioni volumetriche delle UUSS scavate.

Con questa idea abbiamo quindi elaborato la strategia a nostro avviso più idonea per acquisire sul campo i dati necessari a conseguire tale risultato. Scelta obbligata è stata

naturalmente quella di servirci di una stazione elettronica totale e di una fotocamera digitale. La procedura di documentazione comprendeva infatti la fotografia, il rilievo dei punti di controllo, dei limiti e dei punti interni di ogni US. La fase di elaborazione o meglio *post processing* si basa quindi su due formati di dati: i *.dxf* in uscita dalla stazione totale (dove punti di controllo, punti dei limiti e punti interni sono indicati da nomi alfanumerici caratteristici) e le immagini digitali, *.tiff* o *.jpeg*. Giunti quindi alla fase operativa ci si poneva il problema di ottimizzare le procedure e i tempi del rilievo. In un progetto la cui filosofia è di velocizzare e rendere più precise le tecniche di inserimento dati, a poco sarebbe servito infatti un metodo di rilievo che richiedesse tempi lunghi o complicate operazioni: se definiamo quindi la volumetria di un US come lo spazio compreso tra la sua superficie e la superficie di quelle che essa copre, risulta chiaro che il nostro modo di documentare le UUSS è quello di rilevarne unicamente le superfici (Fig.16).

Si è così deciso di documentare lo scavo di un ambiente della “Domus della Pescatrice” a Pompei utilizzando una stazione totale, in modo che di ogni US fossero rilevati i contorni e superficie. Per ottenere dati sufficienti ad una ricostruzione realistica (e quindi il più vicina possibile alla realtà anche per gli aspetti della superficie e del volume) le superfici sono state rilevate ad una media di 100 punti per mq. che, nel caso di un andamento molto irregolare dell’altimetria, ha raggiunto anche i 400 punti.

Altro aspetto importante è quello dei limiti: è sulla linea di contorno che si toccano infatti la superficie vera e propria della US (che chiameremo d’ora in avanti upper surface) e le superfici delle UUSS sottostanti (che, considerate nel loro insieme e limitate appunto allo spazio interno a tale linea, chiameremo bottom della US in esame).

Il rilievo quindi di UUSS mediante una stazione totale e la documentazione grafica con immagini digitali, ha reso necessaria l’ortorettificazione delle foto. Una volta ortorettificata (ogni scatto comprendeva infatti quattro punti di controllo rilevati dalla stazione totale) la foto è non solo corretta dalla distorsione ma, cosa anche più importante, è georeferenzabile e perfettamente interfacciabile con i dati topografici delle UUSS, in quanto inserita in uno stesso sistema di coordinate. Considerando inoltre la ricostruzione 3D delle UUSS nient’altro che un modulo del sistema finale di gestione e analisi dei dati di scavo, la scelta di ESRI ArcView anche per questo aspetto ci è

sembrata addirittura obbligata. In particolare, ci siamo serviti dell'estensione 3D Analyst con la quale per ogni US abbiamo costruito i TIN di upper surface e bottom. Come accennato in precedenza i due TIN hanno in comune i punti rilevati sul limite della US e questo fa sì che nella 3D scene ci sia un merging automatico dei due TIN. Al TIN dell'upper surface viene poi fatta aderire la foto ortorettificata e georeferenziata.

A questo punto di ogni US abbiamo una foto comprensiva delle variazioni altimetriche e due TIN che ne racchiudono la volumetria. Il calcolo dei volumi quindi è stato effettuato calcolando lo spazio tra una before surface e una after surface utilizzando la funzione *cut fill* di ArcView, dove per before surface si intende quella che abbiamo fin qui definito upper surface mentre per after surface si intende il bottom. Va sottolineato poi che importando in un CAD la foto ortorettificata e georeferenziata e i punti rilevati si può ugualmente produrre una planimetria "tradizionale", col vantaggio di non incorrere in imprecisioni inevitabili nel caso di rilievi manuali.

Un aspetto che purtroppo non siamo riusciti a valorizzare a causa dell'assenza di reperti nel deposito oggetto del nostro studio, è quello della loro distribuzione spaziale all'interno dell'US.

Rilevandone la posizione con la stazione totale si può infatti visualizzare in una fase analitica la

distribuzione spaziale di ogni singolo manufatto, cosa sicuramente molto importante per valutare meglio contesti primari che possono essere non solo interrogati ma anche osservati da infiniti punti di vista una volta visualizzati nella 3D scene (Fig. 17-23).

In conclusione ci preme mettere in risalto il fatto che questa metodologia di rilievo e di elaborazione dei dati mette a disposizione degli utenti un complesso di informazioni che va oltre alla mera rappresentazione grafica ma da considerare esso stesso strumento di analisi.

Troppo spesso infatti planimetrie e sezioni sono insufficienti a dare una esauriente rappresentazione dei depositi indagati e comunque aggiungono a quanto espresso dalle schede di US e dal diagramma di Harris unicamente il dato delle dimensioni fisiche delle UUSS stesse. Avendo noi aggiunto la profondità con un modello tridimensionale, riteniamo di aver dato maggiore completezza al concetto di rappresentazione grafica della US in quanto la tridimensionalità lo avvicina maggiormente all'immagine reale

(Fig.24). In aggiunta questo standard di documentazione permette di accedere a una serie di dati (quelli volumetrici) che fino ad ora erano stati di difficile computazione.

Conclusioni

Un'ultima precisazione meritevole di attenzione riguarda il linguaggio delle scienze informatiche, utilizzato da archeologi o informatici che si occupano di applicazioni per l'archeologia. Un eccessivo tecnicismo non giova alla ricerca in genere, si rendono infatti inaccessibili a gran parte della comunità scientifica strumenti che rivoluzionano i metodi di documentazione classici. Un linguaggio eccessivamente tecnico e per soli adepti, in un campo di sviluppo nuovo quale l'informatica applicata all'archeologia, confonde soltanto le idee a chi si avvicina per la prima volta alla materia. Le domande più ricorrenti dell'archeologo che per la prima volta si avvicina agli strumenti informatici sono: A cosa serve un GIS? E' possibile e produttivo realizzare un GIS di scavo? Come bisogna costruirlo? Quali vantaggi può portarmi? Può essere uno strumento per interrogare ed analizzare i dati e produrre modelli storici ed interpretativi validi?

Egli cerca risposte precise sul lavoro che dovrà realizzare, sicuramente non desiderando certo di imbattersi in un linguaggio troppo tecnico ed informatico. Una cosa da non sottovalutare è che vista la velocità con la quale il mercato informatico si sviluppa, ragion per cui un software o un Personal Computer dopo solo due mesi sono già vecchi ed obsoleti, anche la maggior parte dei progetti sono soggetti ad un rapido processo di invecchiamento, di solito perché troppo fondati sulle macchine e sui software del momento, non modificabili e soprattutto poco estensibili.

Va però anche detto che non sempre è possibile per i Dipartimenti o gli enti di ricerca potersi dotare di gruppi di lavoro specializzati (programmatori, tecnici, ingegneri informatici) interessati all'archeologia, vuoi perché sarebbe oneroso vuoi perché finirebbe con l'essere controproducente, in quanto non conoscitori della materia e quindi dei problemi reali esistenti. Infatti l'obiettivo del nostro lavoro è stato non solo quello di realizzare un applicativo in grado di soddisfare la ricerca sul campo ma soprattutto di formare un gruppo di studenti e di laureandi in grado di gestire il computer e di usarlo rispetto alle proprie esigenze.

L'idea filosofica di base del nostro gruppo è quella di “non lasciarsi stressare dalla macchina e dal software ma anzi stressare, costringere la macchina e lo stesso software alle nostre necessità”. Per fare ciò è necessario avere chiaro quali sono i rapporti e le relazioni necessarie all'archeologo, quindi studiare ed articolare la soluzione, applicando la tecnologia come mezzo di ricerca e produzione di informazioni. L'archeologo deve sapere gestire in prima persona i processi di registrazione e gestione dei dati, oggi possibile grazie ai computer dei nostri giorni. Per fare ciò è necessario però che nei Dipartimenti di archeologia si inizi per lo meno a pensare a formare la conoscenza di base, il *know how* per le generazioni future, per quei giovani e quegli studenti che nell'era digitale vivono e con la quale convivono abbastanza facilmente.

L'archeologia è perfetta per il digitale; sa trovare in questo campo grandi spunti di spettacolarità che non dobbiamo lasciarci sfuggire per sfruttare al meglio le dinamiche ed il linguaggio della comunicazione odierna, basati molto sull'immagine. Questo non significa svendere o ridurre le nostre ricerche; l'informazione odierna infatti richiede dei contenuti alti e effettuati con applicazioni tecnologiche elaborate, ma comunque attraverso un'interfaccia "friendly". Nonostante ciò non va però dimenticato un problema notevole, quello della distanza tra “falso vero” e “vero falso”. Nessuna ricostruzione ci donerà un'immagine esatta del passato. Tale *gap* tra la realtà virtuale e le congetture sul passato è una costante dell'archeologia, scienza inesatta, con cui i ricercatori hanno l'abitudine di giocare. Se è facile correggere le ipotesi in corso di modellazione (aiuto utile particolarmente per lo studio dell'architettura antica), l'immagine finale deve necessariamente mettere in valore la riflessione scientifica che l'ha vista nascere e non deve rappresentare altro che una fase del processo della ricerca archeologica. L'informatica perciò costituisce uno dei nuovi strumenti dell'archeologia. Proprio come la cazzuola, essa deve essere utilizzata con precauzione e con saggezza. Nel lavoro quotidiano dell'archeologo, il computer può essere di enorme aiuto. Inoltre l'informatica permette di avvicinarsi diversamente alla presentazione e alla diffusione delle ricerche archeologiche (pubblicazioni scientifiche, opere di divulgazione, supporti digitali on/off line, GIS, ecc.). L'ambizione di questo progetto non è quella di aprire nuove frontiere nelle registrazione e nella gestione del record archeologico, ma anzi al contrario, esso tenta semplicemente di tracciare delle linee guida di intervento, partendo

dal presupposto che solo attraverso un utilizzo consapevole e scientificamente controllato del mezzo informatico, con l'archeologo quale fruitore, utilizzatore e realizzatore del sistema finale, possa garantire una integrazione dei dati e un uso proprio delle informazioni ricavate dal record archeologico.

Ci si augura inoltre che lo sviluppo e l'estensione futura del sistema possa risultare, in un futuro prossimo, quale invito ad un coordinamento più attento delle politiche di intervento sul territorio, partendo magari dalla definizione e realizzazione di un GIS a macro-scala per lo studio del territorio e del paesaggio archeologico e non di Roma, in cui sia in seguito possibile integrare ad un livello di micro-scala gli scavi e gli interventi archeologici effettuati, in modo da poter realizzare un importante e prezioso strumento per la conservazione e la gestione del patrimonio culturale.

1 Questo studio si inserisce nell'ambito di un progetto di ricerca interuniversitario finanziato dal Ministero per l'Università e la Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST) COFIN 1998-2000, il cui responsabile scientifico è il prof. Andrea Carandini (Università di Roma "La Sapienza"). Il progetto è stato coordinato dal prof. Paolo Carafa e da chi scrive. Hanno collaborato al progetto Maria Teresa d'Alessio, Cristina Capanna e Cristiana Cupitò per ciò che riguarda la registrazione dei dati di scavo, oltre a Alessandro Pintucci, Silvia Koskinas e Marta Baumgartner per la digitalizzazione in CAD delle piante di strato. Il database è stato strutturato e realizzato con la collaborazione di Roberto De Nicola, che ha curato anche la realizzazione dei front-end in Visual Basic. Per la realizzazione del modulo GIS 3D il sottoscritto ha collaborato con Cristiano Putzolu, per i rilievi e per le foto digitali sul campo, oltre che nella fase di elaborazione dei dati.

Riferimenti bibliografici

Allen, K. M. S., Green, S. W., Zubrow, E. B., 1990. *Interpreting Space : GIS and Archaeology*. London: Taylor & Francis.

Alvey, B. A. P., 1993. Interpreting Archaeology with Hindsight: the use of three dimensions in graphic recording and site analysis. In E. C. Harris/m. R. Brown III/G. J. Brown (eds), *Practices of Archaeological Stratigraphy*, 218-228. London: Academic Press.

Andersen-Madsen 1996. IDEA – the integrated database for excavation analysis. In *Interfacing the Past*, CAA 95, *Annalecta Prehistorica Leidensia* 28, 1996, pp. 3-14.

Barcelò J. A., Forte M., Sanders D. A. (eds), 2000. *Virtual Reality in Archaeology*.
BAR International Series 843, Oxford.

Beex, W., 1995. From excavation drawing to archaeological playground: CAD applications for excavations. In : J. Wilcock/K. Lockyear (eds.) *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1993*, 101-108, BAR International Series 598, Oxford : Tempus Reparatum.

Biswell S., Cropper L., Evans J., Gaffney V., Leach P., 1995. GIS and excavation: a cautionary tale from Shepton Mallet, Somerset, England. In G. Lock, Z. Stancic (eds.) *Archaeology and Geographical Information Systems: a European perspective*. London 1995, pp. 211-229.

Carafa P., 1997. What was Pompeii before 200 bc ? Excavation in the House of “Joseph II” and of House of “nozze di Ercole”. In : S. Bon/R. Jones (eds.) *Sequence and Space in Pompeii*, Oxford 1997, pp. 13-31.

Carandini A., 1995. *Storie della terra*, Torino 1995, 3rd ed.

Hardy, R. L., 1988. Concepts and results of mapping in three dimensional space, *Technical Papers ACSM-ASPRS 1988 Annual Conference*, 2. Baltimore, MD, 106-115.

Harris, T., 1988. Digital Terrain Modelling and three-dimensional surface graphics for landscape and site analysis in archaeology. In: C. L. N. Ruggles/S. P. Q. Rahtz (eds) *Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology 1987*, 161-170, BAR International Series 393, Oxford : Tempus Reparatum.

Harris, T. M. and Lock, G. R., 1995. Multi-dimensional GIS : exploratory approaches to spatial and temporal relationships within archaeological stratigraphy. In : *Interfacing the Past, Annalecta Praeistorica Leidensia* 28. CAA 95,

Hinshelwood-Dalla Bona 1994. GIS and Intrasite Analysis: An Example from Northwestern Ontario. *Archaeological Computing Newsletter* 40, 1994, pp 12-20.

Jones, T. A., Leonard, J. F., 1990. Why 3-D modelling? *Geobyte* 5 (1), 25-26.

Maggiolo Schettini *et al.* 1995. Computation and representation of stratigraphic sequences in a system for archaeological data, *Archeologia e Calcolatori* 6, 1995, pp. 173-187.

Paradis, A. R., Becker, R. C., 1990. Interactive volume modelling- a new product for

3-D modelling. *Geobyte* 5 (1), 42-44.

Pigot, S., Hazelton, B., 1992. The fundamental of a topological model for a 4-D GIS. *Procs. 5th International Symposium on Spatial Data Handling* 2, 580-590.

Reilly, P., 1992. Three dimensional modelling and primary archaeological data. In : P. Reilly/ S. Rahtz (eds), *Archaeology and the Information Age. A Global Perspective*, One World Archaeology 21, 147-173. London : Routledge.

Rick, J. W. 1998. Total Stations in Archaeology. *SAA Bulletin*, 14(4) : Interface-total station.

Tucker, G. E., Lancaster, S. T., Gasparini N. M., Bras R. L., and Rybarczyk, S. M., 1999. An object-oriented framework for distributed hydrologic and geomorphic modeling using triangulated irregular networks. *Computers and Geosciences* in press.

Tucker, G. E., Lancaster, S. T., Gasparini N. M., Bras R. L., Zeidler, J. , Johnson, W., and Isaacson, J., 2000. Modelling the 3D stratigraphic context of Prehistoric sites : a new approach using process-based computer simulation. Paper presented at the 2000 SAA Conference. Philadelphia (USA).

Wunsch, G. , Arasa , E. and Perez, M. 1995 Dissecting the palimpsest : an easy computer graphic approach to the stratigraphic sequence of Tunel VII site (Tierra del fuego) Argentina. SAA

Youngman, C., 1989 Spatial data structures for modelling subsurface features. In : Raper J. F. (ed.) *Three dimensional applications in Geographic Information Systems*, 129-138. London: Taylor & Francis.

Università "La Sapienza", Roma

LAVORO SUL CAMPO / ANALISI POST-SCAVO	GESTIONE INFORMATIZZATA DEI DATI
Identificazione documentazione delle Unità Stratigrafiche	Compilazione della scheda informatizzata di Unità Stratigrafica
Documentazione grafica delle Unità Stratigrafiche individuate	Acquisizione in formato vettoriale delle piante di Unità Stratigrafica (digitalizzazione o rilievo strumentale, georeferenziazione)
Inventario dei materiali raccolti e determinazione della cronologia assoluta delle Unità Stratigrafiche	Compilazione della scheda informatizzata di inventario e datazione dei materiali
Redazione progressiva del Diagramma Stratigrafico	Elaborazione diretta del sistema
Identificazione delle attività, dei gruppi di attività e delle fasi	Inserimento dei dati nelle schede di Unità Stratigrafica
Redazione della pianta composita o di fase	Elaborazione da parte del G.I.S. della pianta composita o di fase
Analisi intra-site (distribuzione materiali ceramici, tecniche edilizie, reperti paleoambientali, ecc...)	Analisi intra-site (charts per distribuzione materiali ceramici, tecniche edilizie, reperti paleoambientali,)
Redazione di piante, sezioni e assonometrie ricostruttive	Redazione sulla base dell'immagine restituita dal G.I.S. tramite software di elaborazione 3D

Fig. 1 - Operazioni sul campo e procedure informatiche

Sistemi informatizzati per l'analisi di complessi monumentali di età storica.

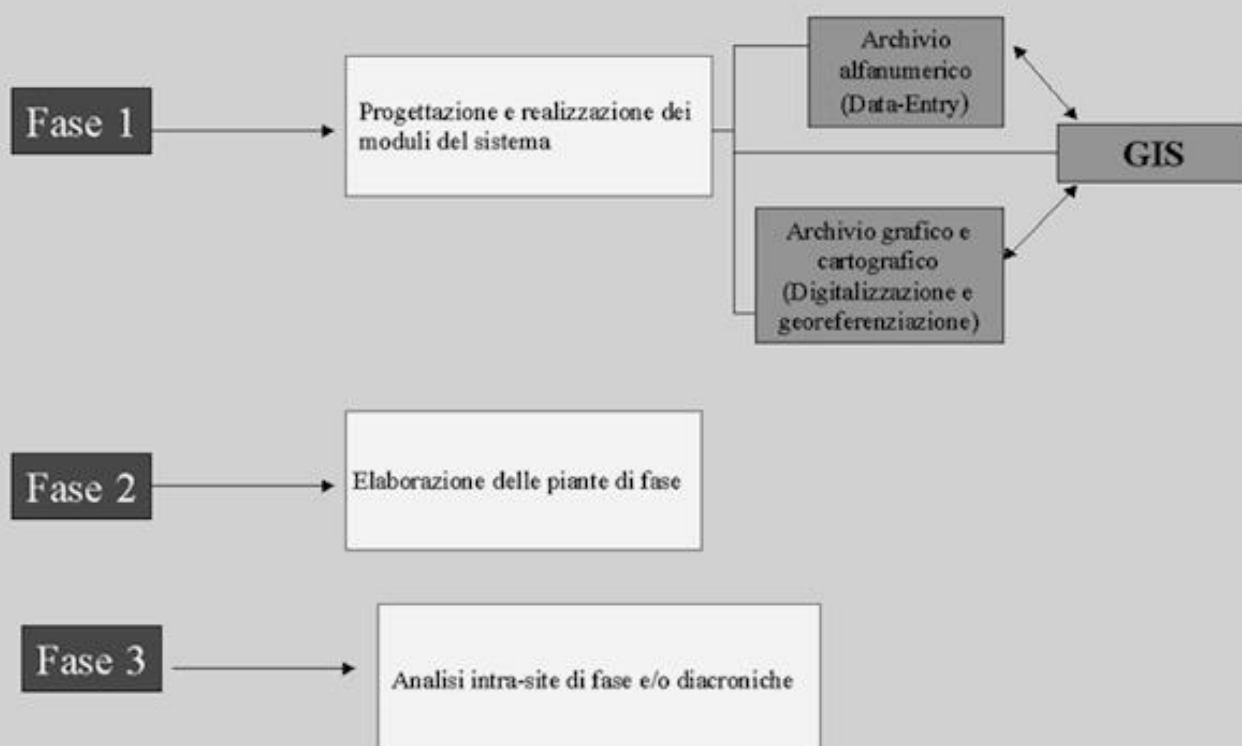


Fig. 2 - Fasi e moduli diversi

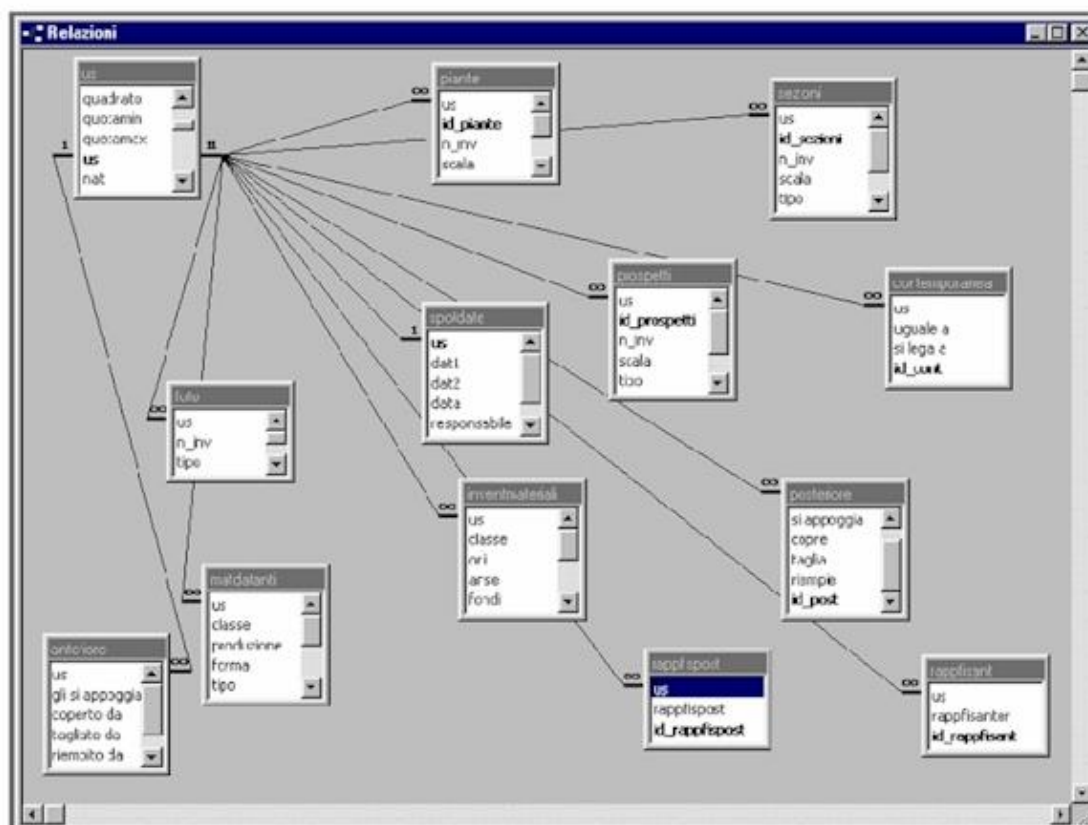


Fig. 3 - Tabelle del database e relazioni

[Scheda US] C:\usdataentry\Palatino.mdb
File Record Tabella 2

U.S.: 8745 Nat: N Art: X n.Catalogo Internazionale: n.Catalogo Generale: Soprintendenza Archeologica: Località: DI ROMA Anno: 1997 Area: VI Saggio: 1

Settore: Ambiente: Quadrato/i: Quota minima: 16.68 s.l.m.: Quota massima: 16.74 s.l.m.: Piante: Sezioni: Prospetti: Foto: Tabella Materiali RA:

Tabella Materiali N: Definizione e Posizione: Criteri di Distinzione: Modo di Formazione:

STRATO DI SABBIA ARGILLOSA E SCAGLIE DI T COLORE, COMPOSIZIONE, CONSISTENZA ACCUMULO

Componenti Artificiali: CERAMICA ARGILLA, CALCARE, CIOTTOLI, SABBIA, TUFO GRA
Componenti Inorganici: ARGILLA, CALCARE, CIOTTOLI
Componenti Organici: CARBONE, CENERE, OSSA

Consistenza: FRIABILE Colore: GRIGIO MISURE: Limite Nord: DI SCAVO
Limite Sud: DI SCAVO Limite Est: NON ORIGINARIO
Limite Ovest: DI SCAVO Spessore: ORIGINARIO

Descrizione: L'US si estende su tutta la parte meridionale del settore. La forma è irregolare. La superficie è regolare e leggermente degradante da e verso W. La matrice è sabbiosa con

SEQUENZA FISICA

US	Uguale a	Si lega a	US	Si appoggia	Coperto da	US	Si appoggia	Copre	Rientra
8745			8745		8742	8745		8751	

SEQUENZA STRATIGRAFICA

US	Posteriore a
8745	

SEQUENZA STRATIGRAFICA

US	Anteriore a
8745	

Observazioni: SCAVATO IL 9/06/1997 Interpretazioni: Reperti e Cronologia: Periodo: III

Campionatura: Flottazione: Setacciatura: Affidabilità Stratigrafica: OTTIMA Direttore: Responsabile: SEPIO

Record 6/20

[Scheda US] C:\usdataentry\Palatino.mdb
File Record Tabella 2

U.S.: 8757 Nat: N Art: X n.Catalogo Internazionale: n.Catalogo Generale: Soprintendenza Archeologica: Località: DI ROMA Anno: 1997 Area: VI Saggio: 1

Settore: Ambiente: Quadrato/i: Quota minima: 16.65 s.l.m.: Quota massima: 16.71 s.l.m.: Piante: Sezioni: Prospetti: Foto: Tabella Materiali RA:

Tabella Materiali N: Definizione e Posizione: Criteri di Distinzione: Modo di Formazione:

TAGLIO ASPORTO

Componenti Artificiali: ARENARIA ARGENTO BASALTO
Componenti Inorganici: ARGILLA, CALCARE, CIOTTOLI
Componenti Organici: CARBONE, CENERE, OSSA

Consistenza: Colore: MISURE: Limite Nord: ORIGINARIO
Limite Sud: ORIGINARIO Limite Est: ORIGINARIO
Limite Ovest: ORIGINARIO Spessore: ORIGINARIO

Descrizione: L'US si trova al centro del limite S del settore. la forma è circolare. Le pareti sono perpendicolari e il fondo è leggermente concavo.

SEQUENZA FISICA

US	Uguale a	Si lega a	US	Tagliato da	Riempito da	US	Taglia
8757			8757		8751	8757	8756
						8757	8759
						8757	8762

SEQUENZA STRATIGRAFICA

US	Posteriore a
8757	

SEQUENZA STRATIGRAFICA

US	Anteriore a
8757	

Observazioni: DOCUMENTATO IL 10/06/1997 Interpretazioni: Reperti e Cronologia: Periodo: III

Campionatura: Flottazione: Setacciatura: Affidabilità Stratigrafica: OTTIMA Direttore: Responsabile: SEPIO

Record 8/20

Fig. 4 - Interfaccia grafica della tabella US

[Scheda Pianta] C:\usdataentry\Palatino.mdb

File Record 2

U.S.

8745

Numero pianta:

8745

Scala:

1:20

Tipo:

PIANTA

Data:

09-giu-97

Rilevatore:

Record: 1

[Scheda Sezioni] C:\usdataentry\Palatino.mdb

File Record 2

U.S.

8745

Numero sezione:

12

Scala:

1:50

Tipo:

SEZIONE RICOSTRUTTIVA

Data:

09-giu-97

Rilevatore:

SEPIO

Record: 0

[Scheda Foto] C:\usdataentry\Palatino.mdb

File Record 2

U.S.

8745

Numero foto:

1/31-97

Tipo:

DIAPLO

B/N

COLORE

Descrizione

PARTICOLARE SEZIONE E-O

Record: 1

Scheda Foto

U.S.	Numero Foto	Tipo	Descrizione
8745	1/23-97	DIAPLO	VISTA GENERALE DA NORD OVEST
8745	1/24-97	DIAPLO	VISTA PARTICOLARE
8745	2/11-97	B/N	PARTICOLARE FORNACE
8745	3/15-97	COLORE	VISTA GENERALE
*			

Fig. 5 - Interfaccia grafico delle tabelle per la documentazione grafica

[Schede Inventari] C:\usdataentry\Palatino.mdb

Ede 2

Inventario Materiali

U.S. 8745 Classe: COMUNE SOVRAD.

Ord: 0 Anse: 0

Fondi: 0 Pareti: 1

Totale: 1 Osservazioni: DIP. A BANDE ROSSE

Responsabile: GUSBERTI

Record 1

US	Classe	Ord	Anse	Fondi	Pareti	Totale	Osserv
8745	COMUNE SOVRA	0	0	0	1	1	DIP. A
8745	CER. DA FUOCO	3	0	0	7	10	
8745	IMP. CHIARO SA.	0	0	0	2	2	
8745	DOLIA	0	0	0	2	2	
8745	LATERIZI	0	0	0	0	1	
8745	CSSA	0	0	0	0	9	

Materiali Datanti

U.S. 8745 Classe: COMUNE S. D.

Produzione: Forma: Tipo:

Bibliografia: Note:

Dat1: 500 Dat2: 400

Record 1

US	Classe	Produzione	Forma	T
8745	COMUNE S. D.		NON ID.	

Spot Date

U.S. 8745 Dat1: 500 Dat2: 400

Data: Responsabile: GUSBERTI

Record 1

US	Dat1	Dat2	Data	Responsabile
8745	500	400		GUSBERTI

Fig. 6 - Interfaccia grafico delle tabelle per gli inventari dei materiali

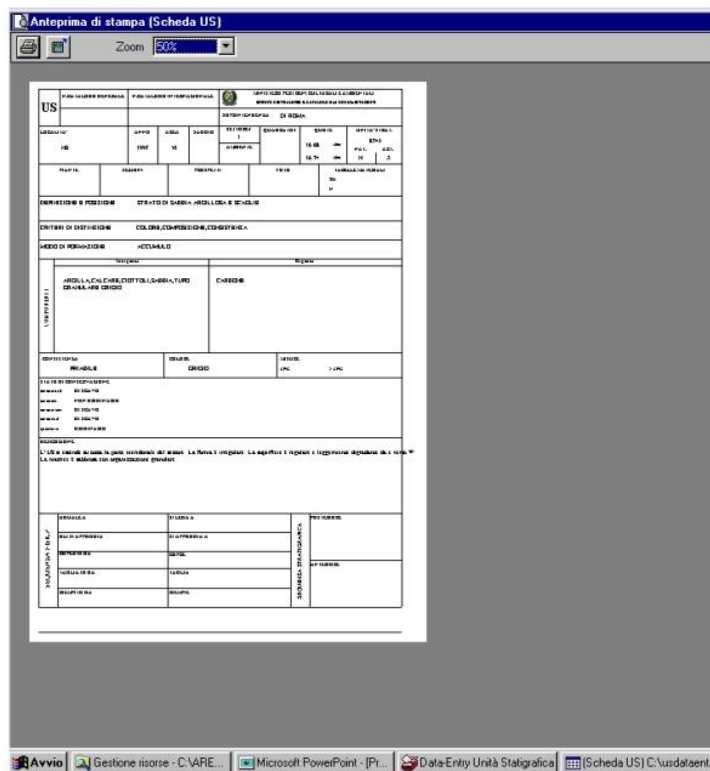
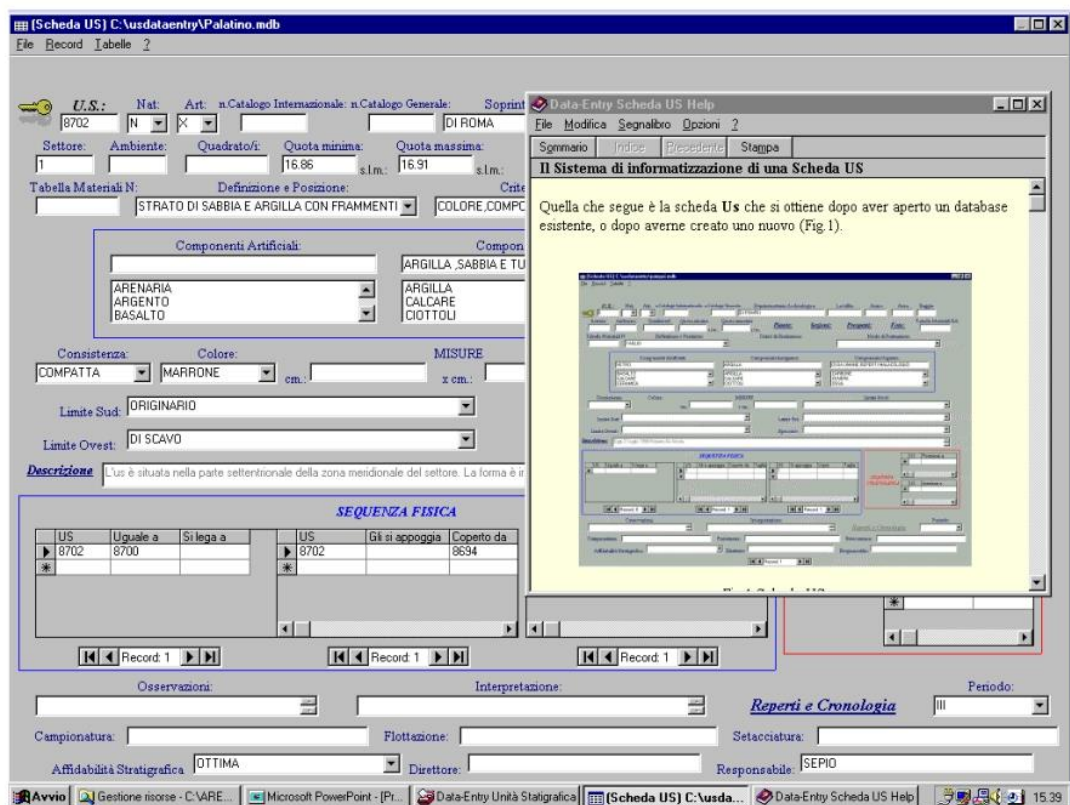


Fig. 7 - Help in linea del database e output di stampa

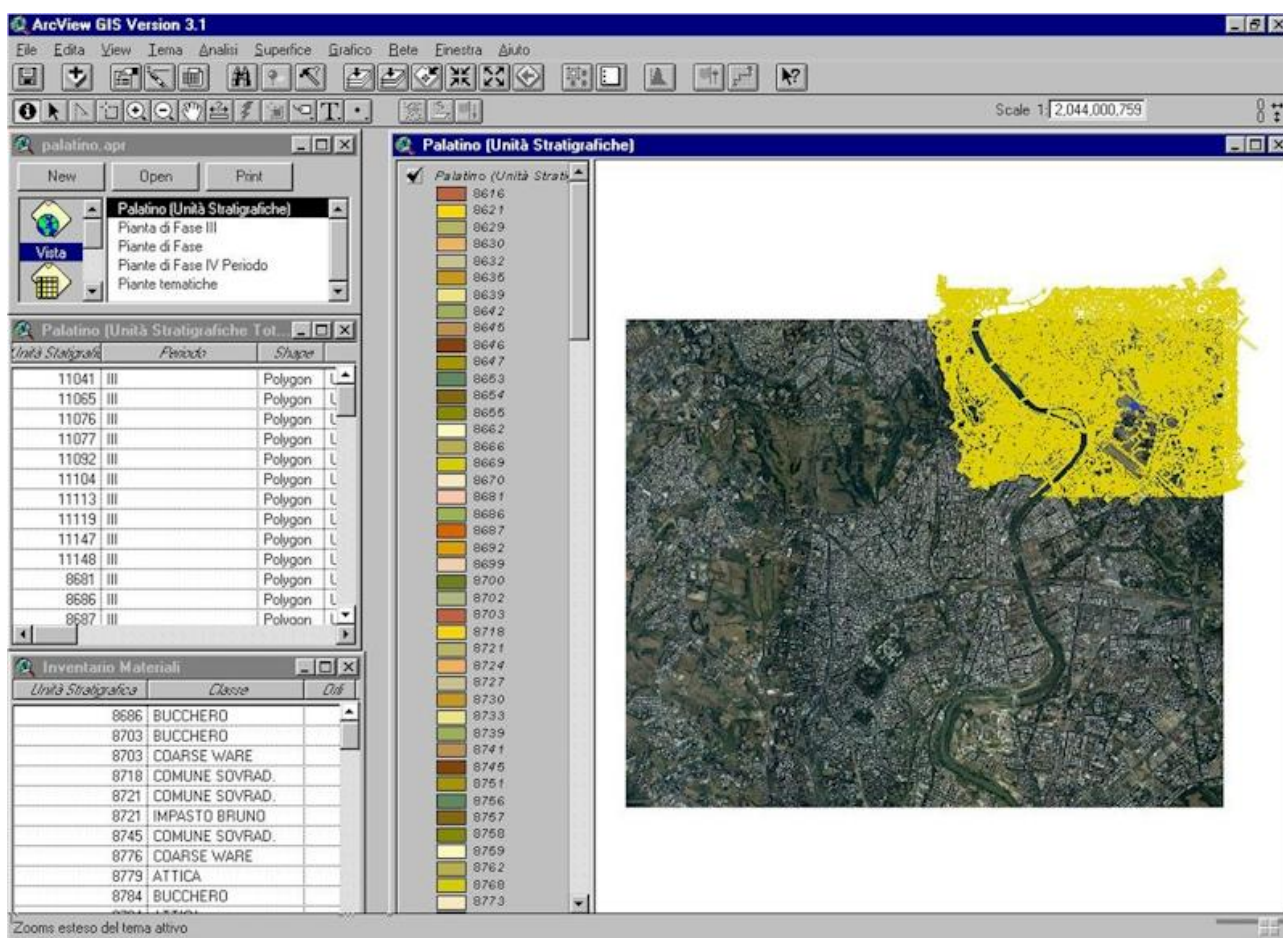


Fig. 8 - Il sistema GIS : vista d'insieme della foto aerea e posizionamento catastale geroreferenziato dell'area di scavo

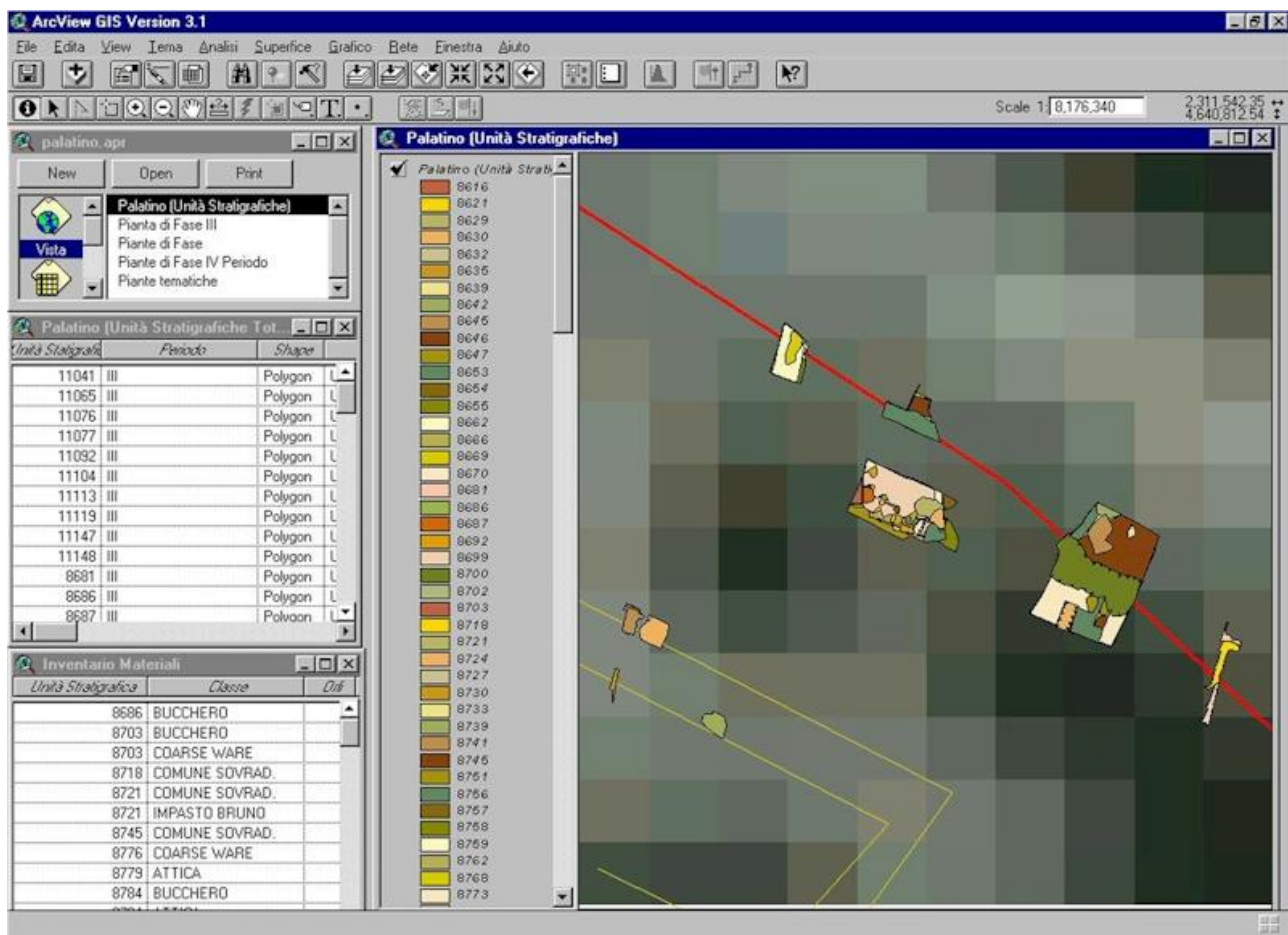


Fig. 9 - Vista delle US con le relative tabelle collegate

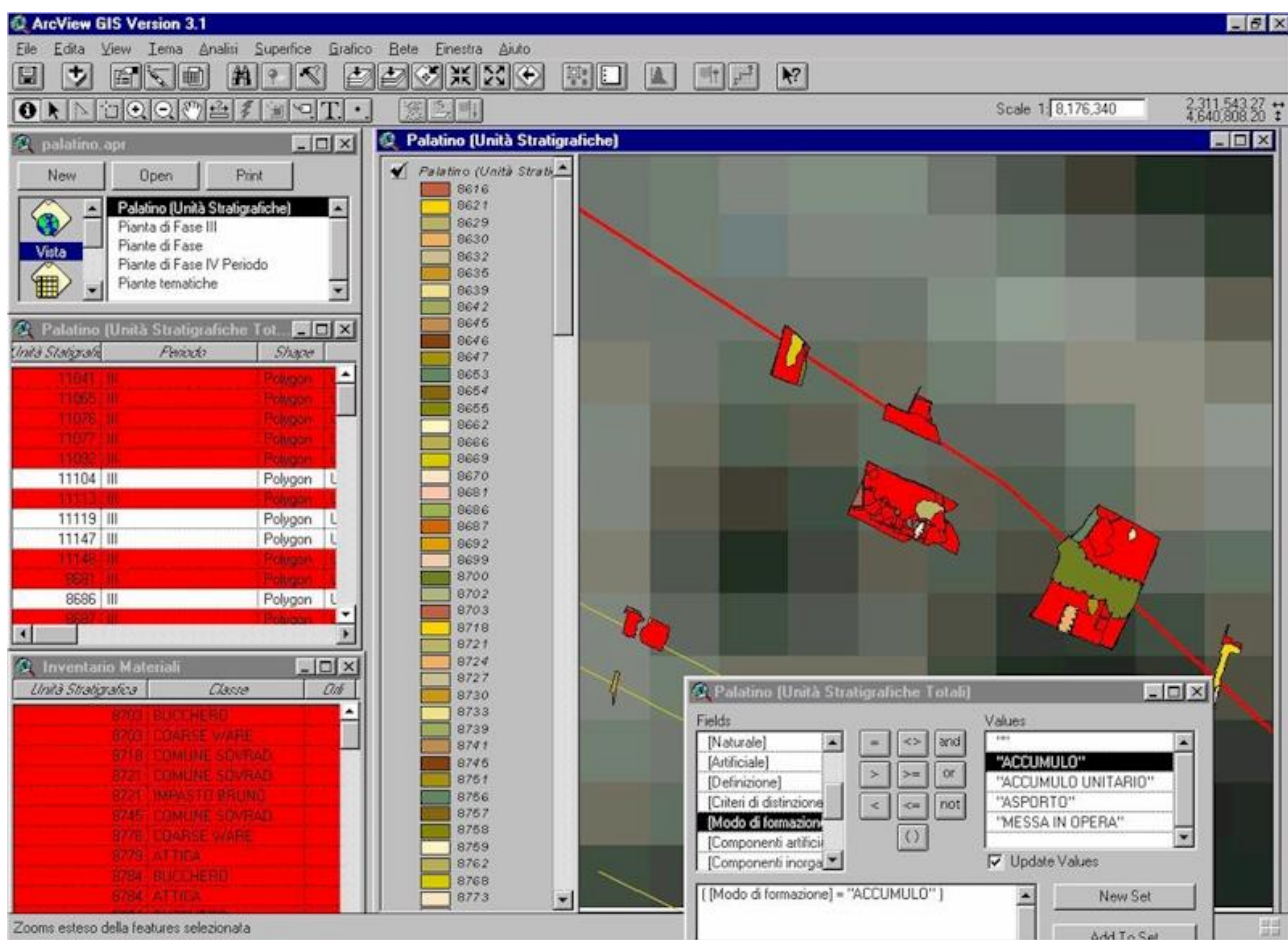


Fig. 10 - SQL query sul modo di formazione delle US

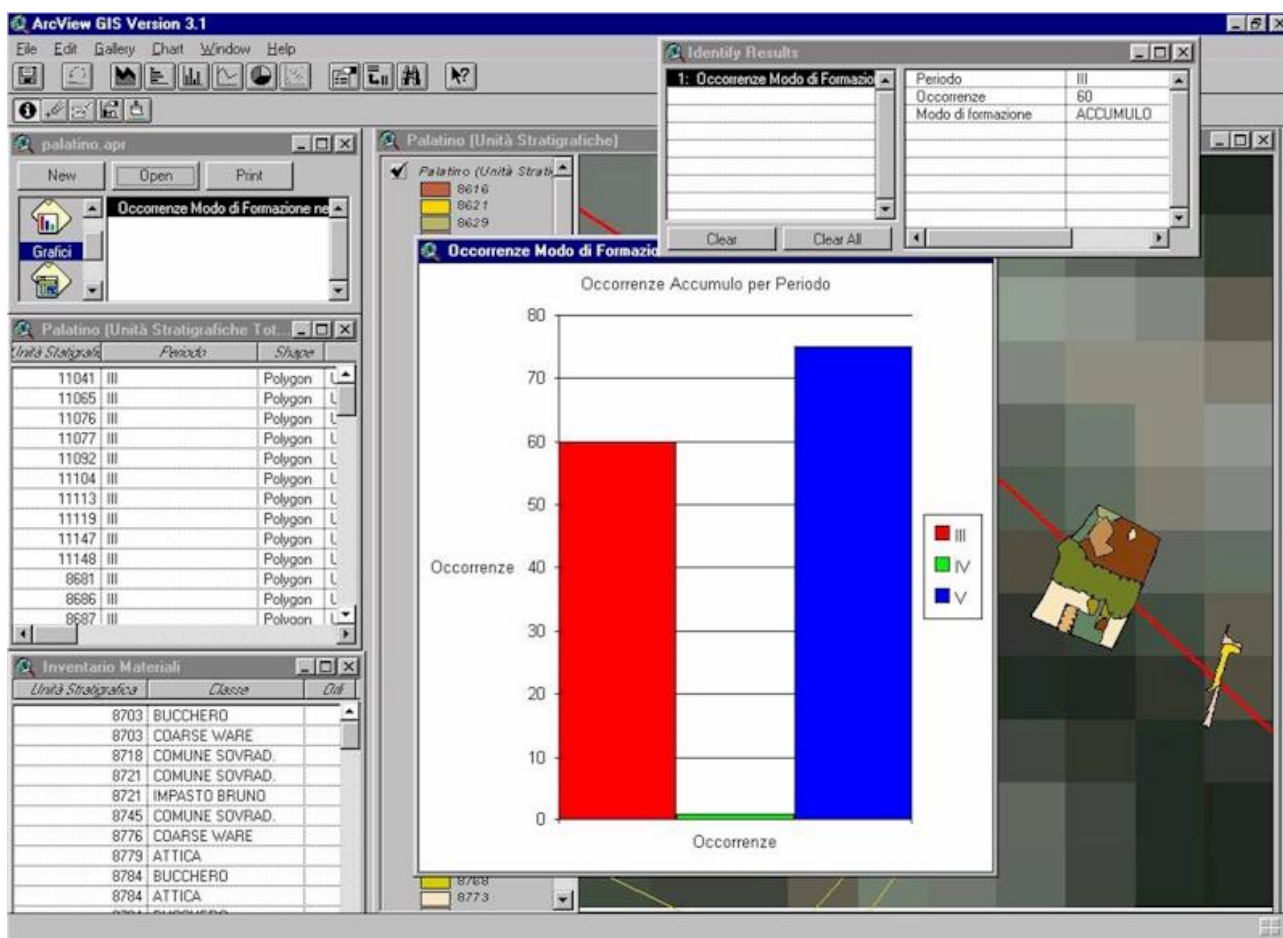


Fig. 11 - Diagramma grafico dalla query

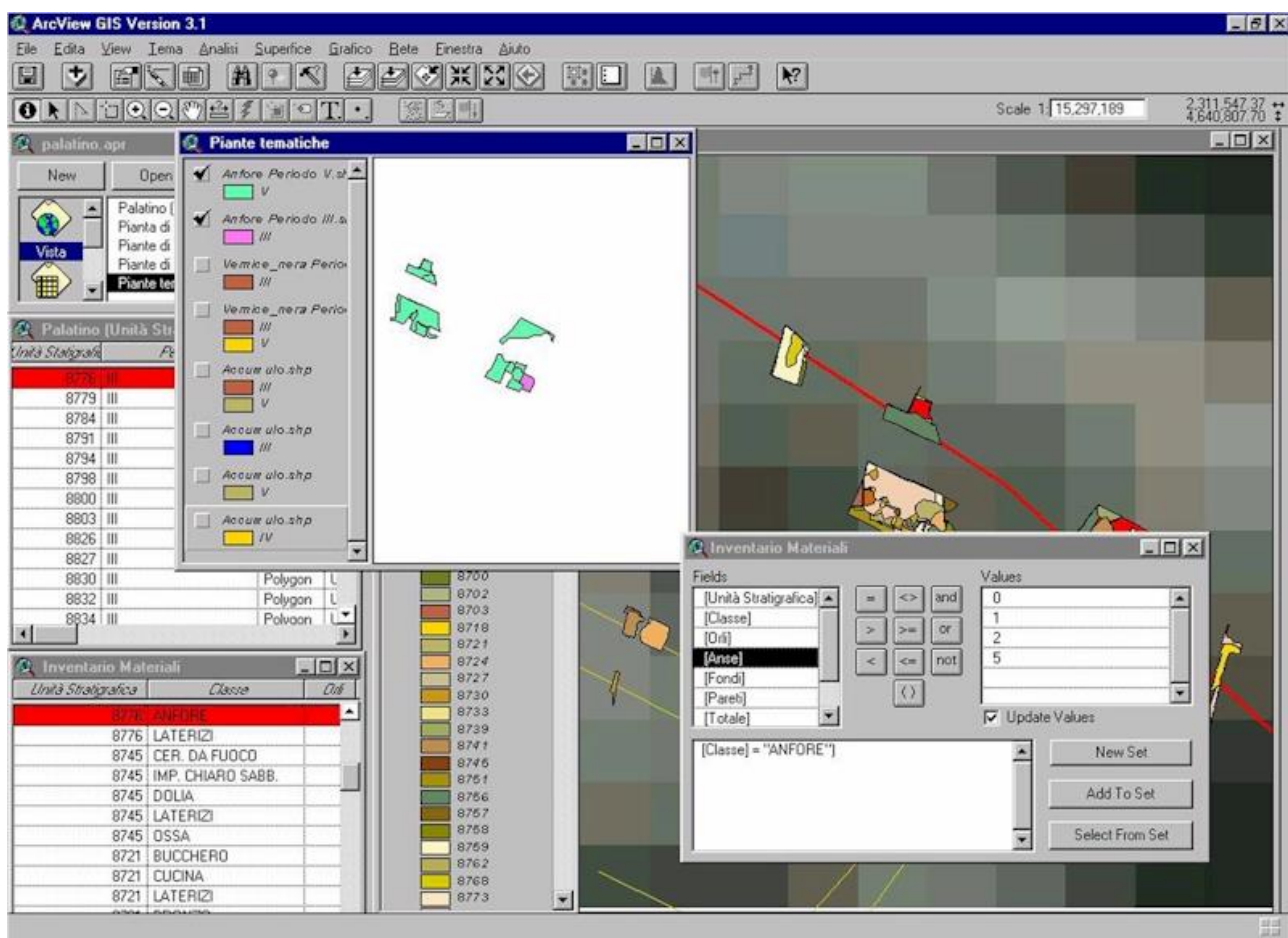


Fig. 12 - Pianta tematica ottenuta tramite query

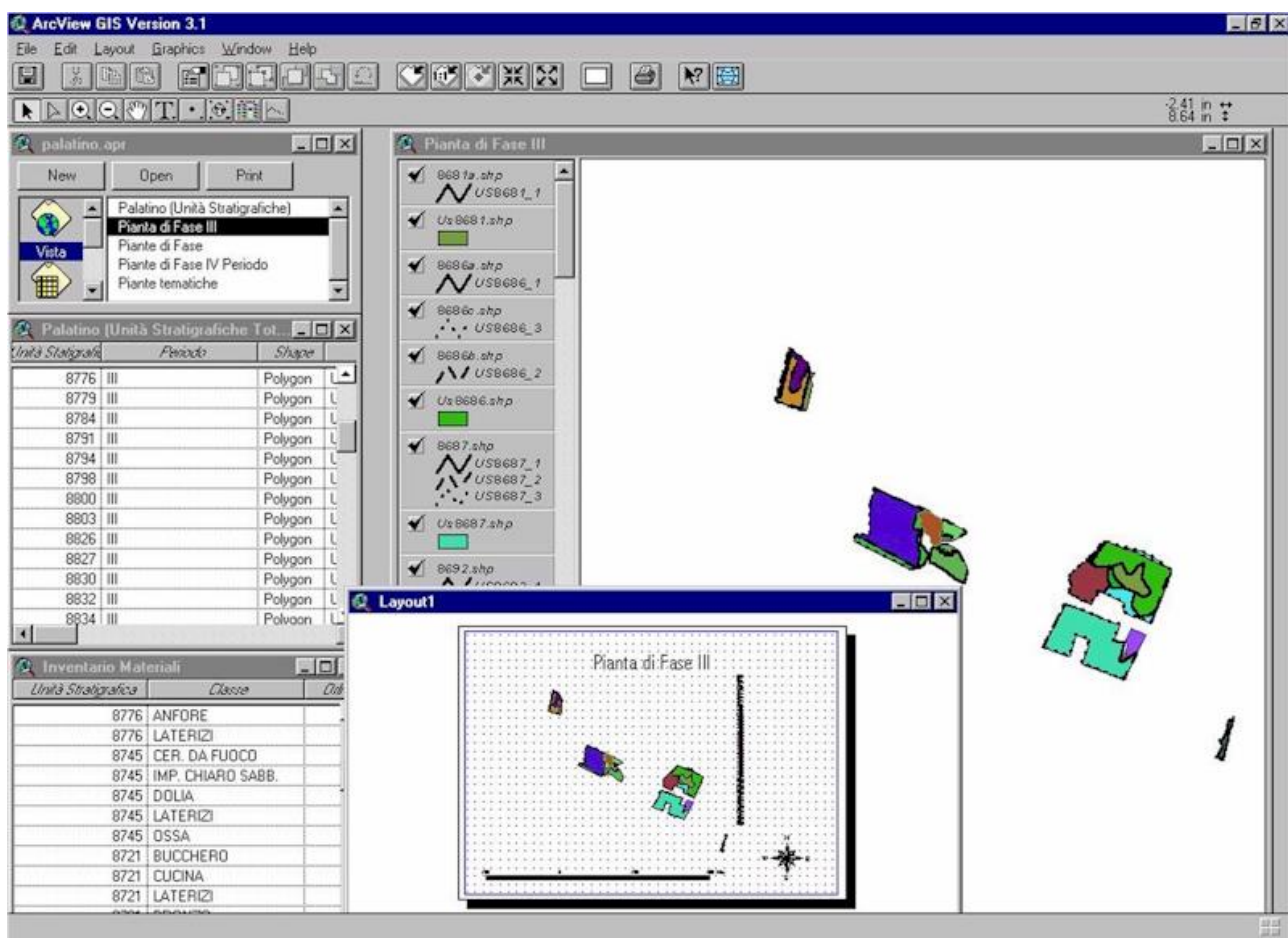


Fig. 13 - Layout di stampa di pianta di fase

Struttura fisica del GIS

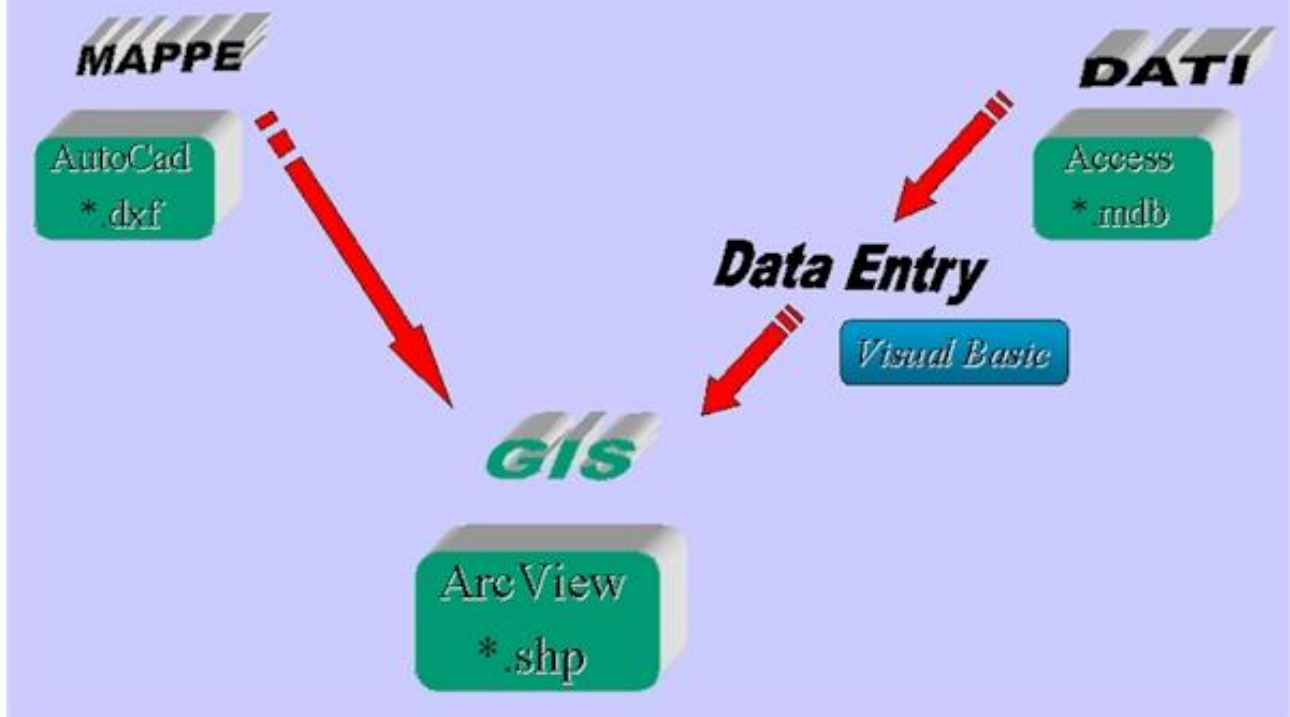


Fig. 14 - Struttura fisica del GIS

Struttura logica del GIS

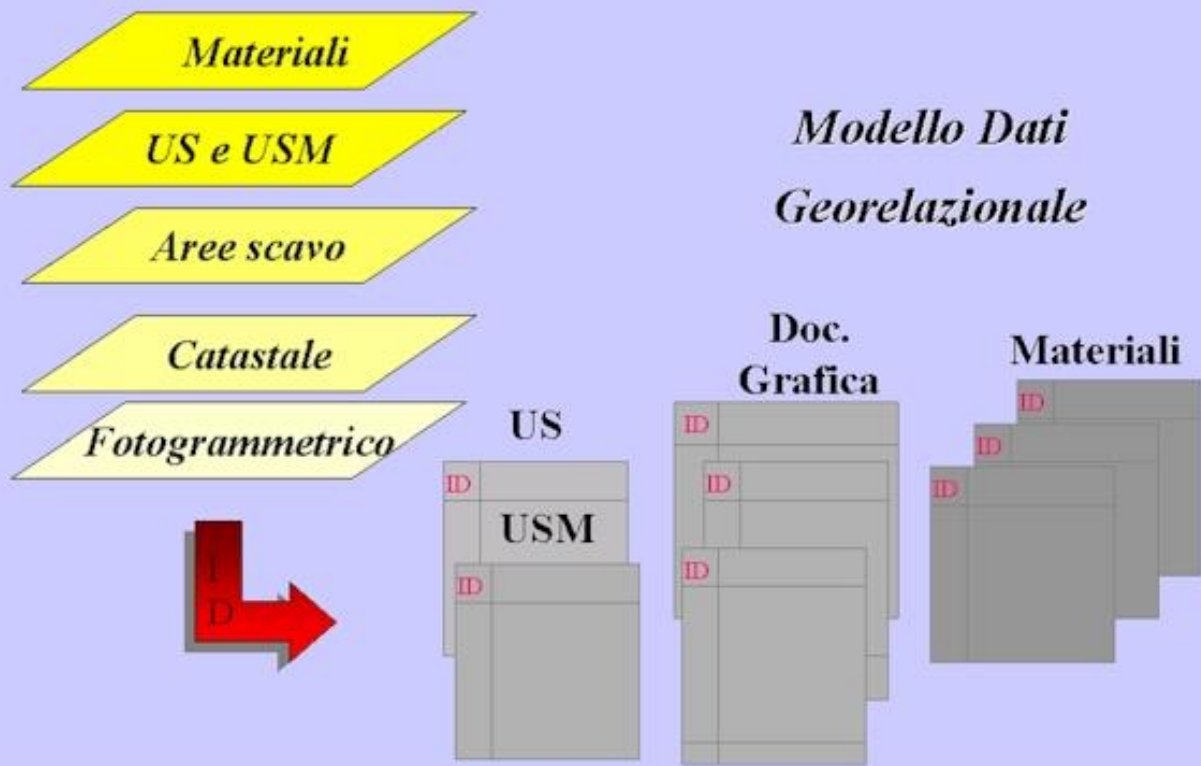


Fig. 15 - Struttura logica del GIS

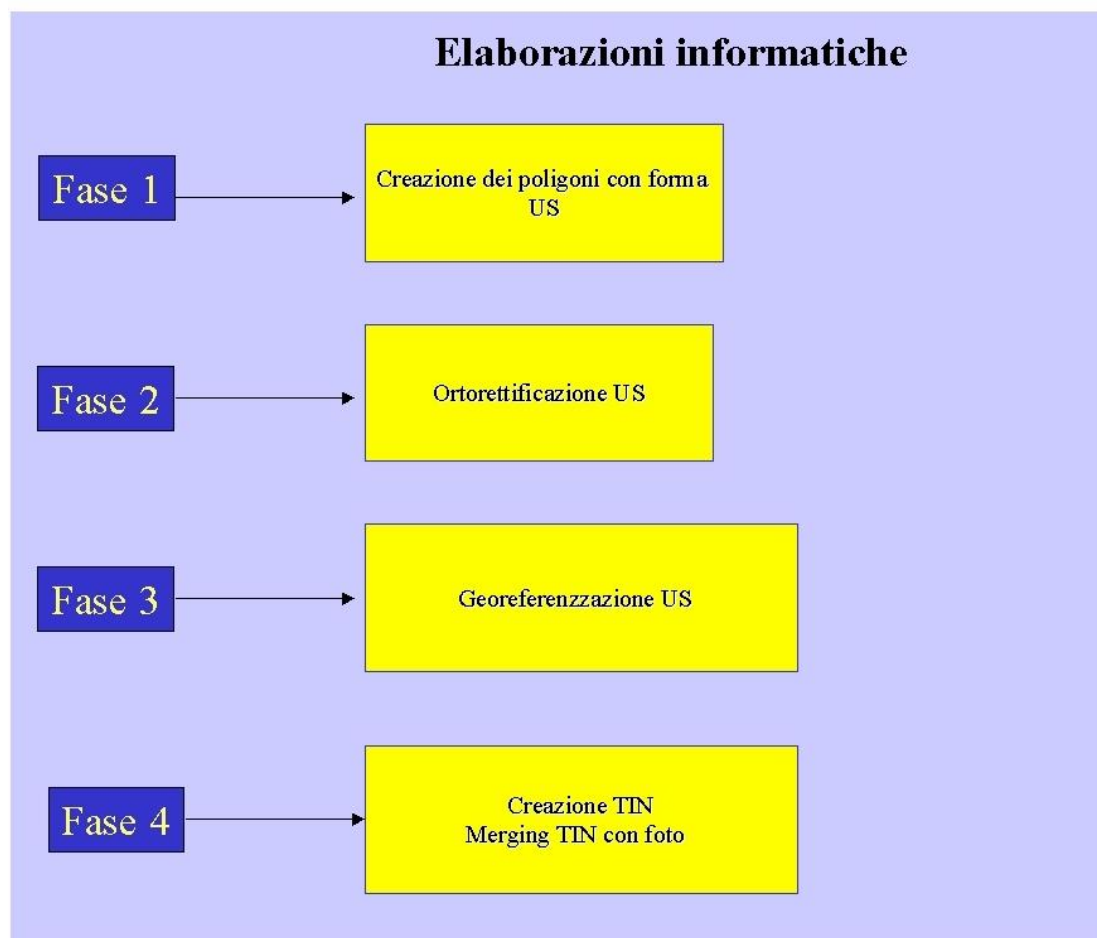
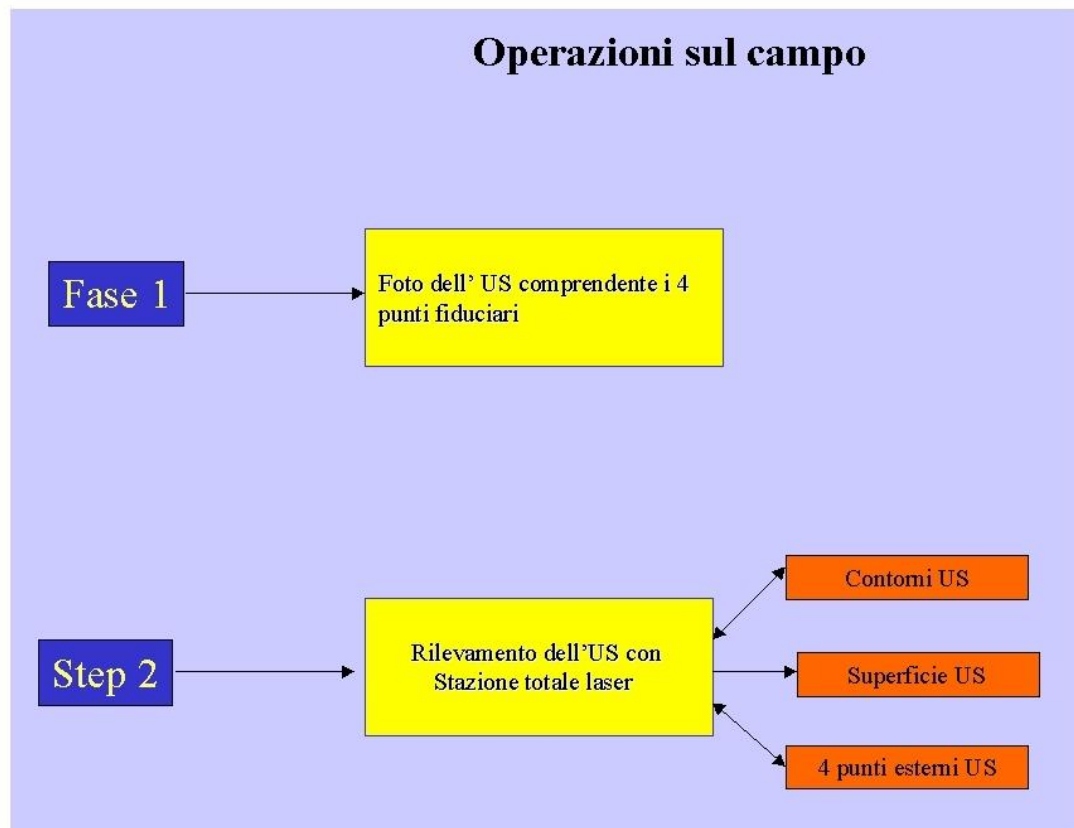


Fig. 16 - Operazioni sul campo e procedure informatiche per la restituzione 3D delle US

POMPEI Regio VII-Casa della Pescatrice Ambiente VII

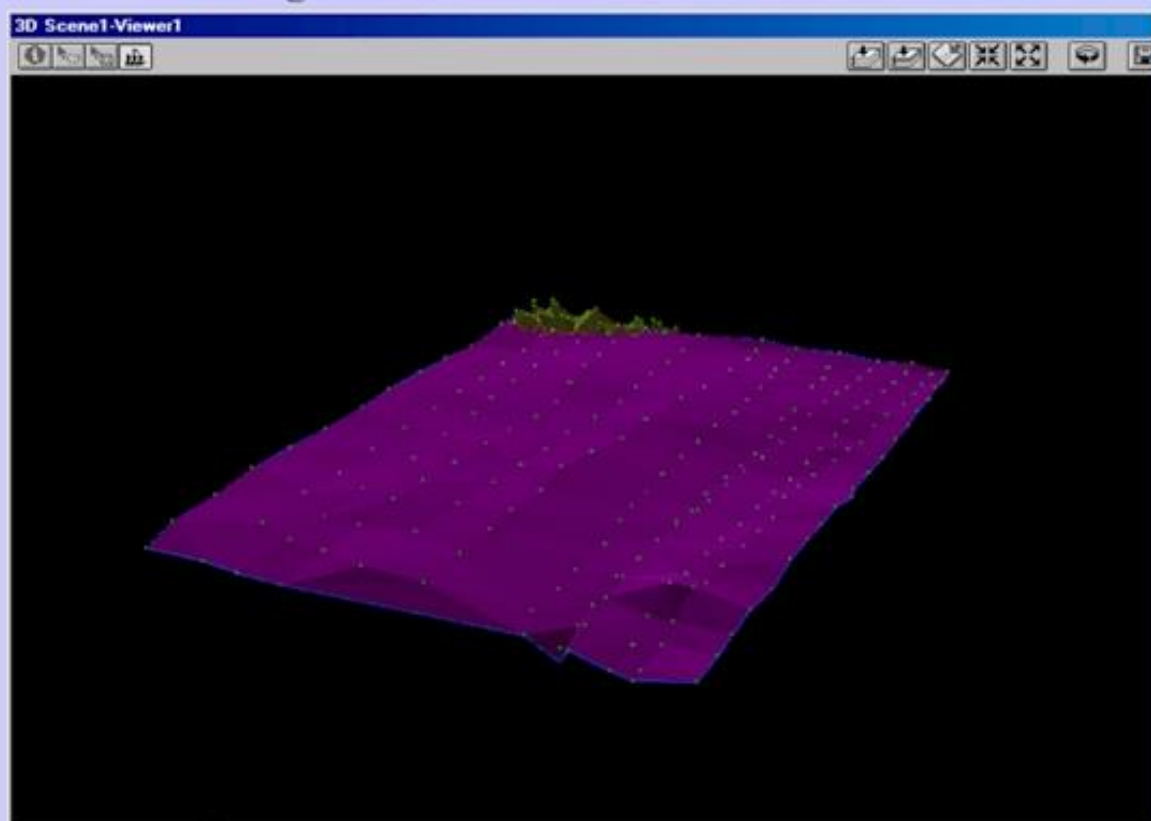


Fig. 17 - Punti rilevati e TIN ottenuti

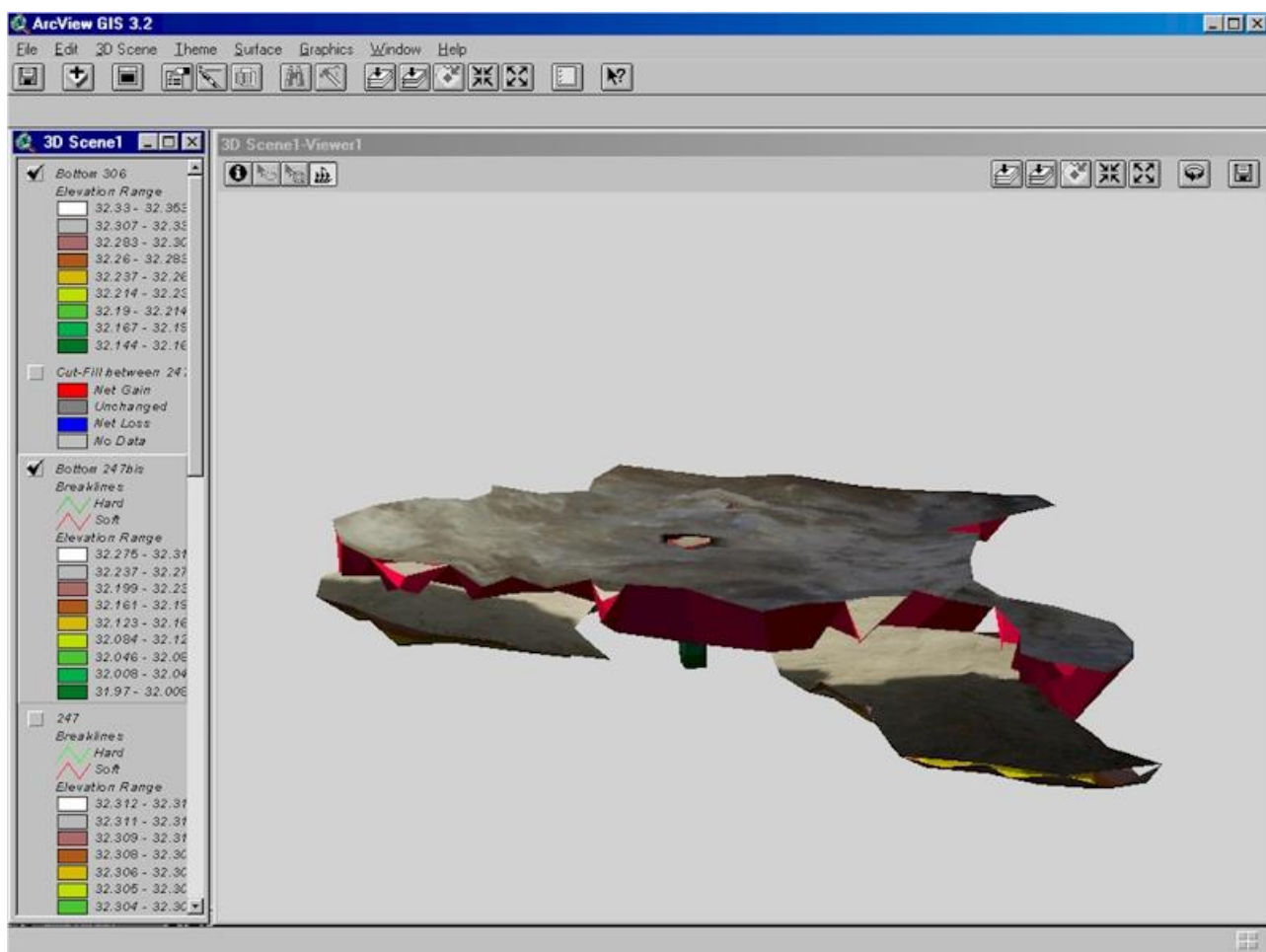


Fig. 18 - Modelli di TIN con textures fotorealistiche

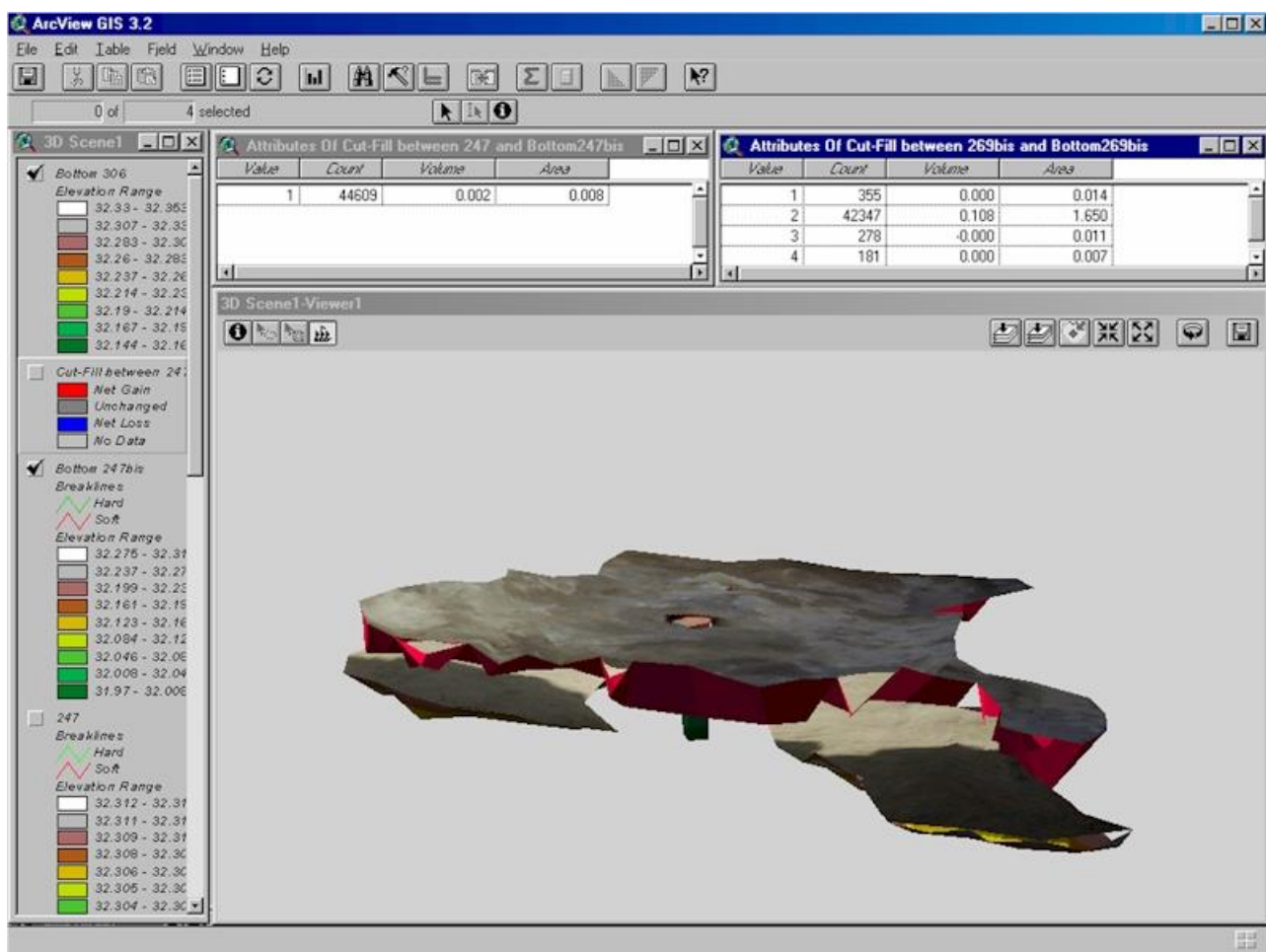


Fig. 19 - Calcolo del volume delle US

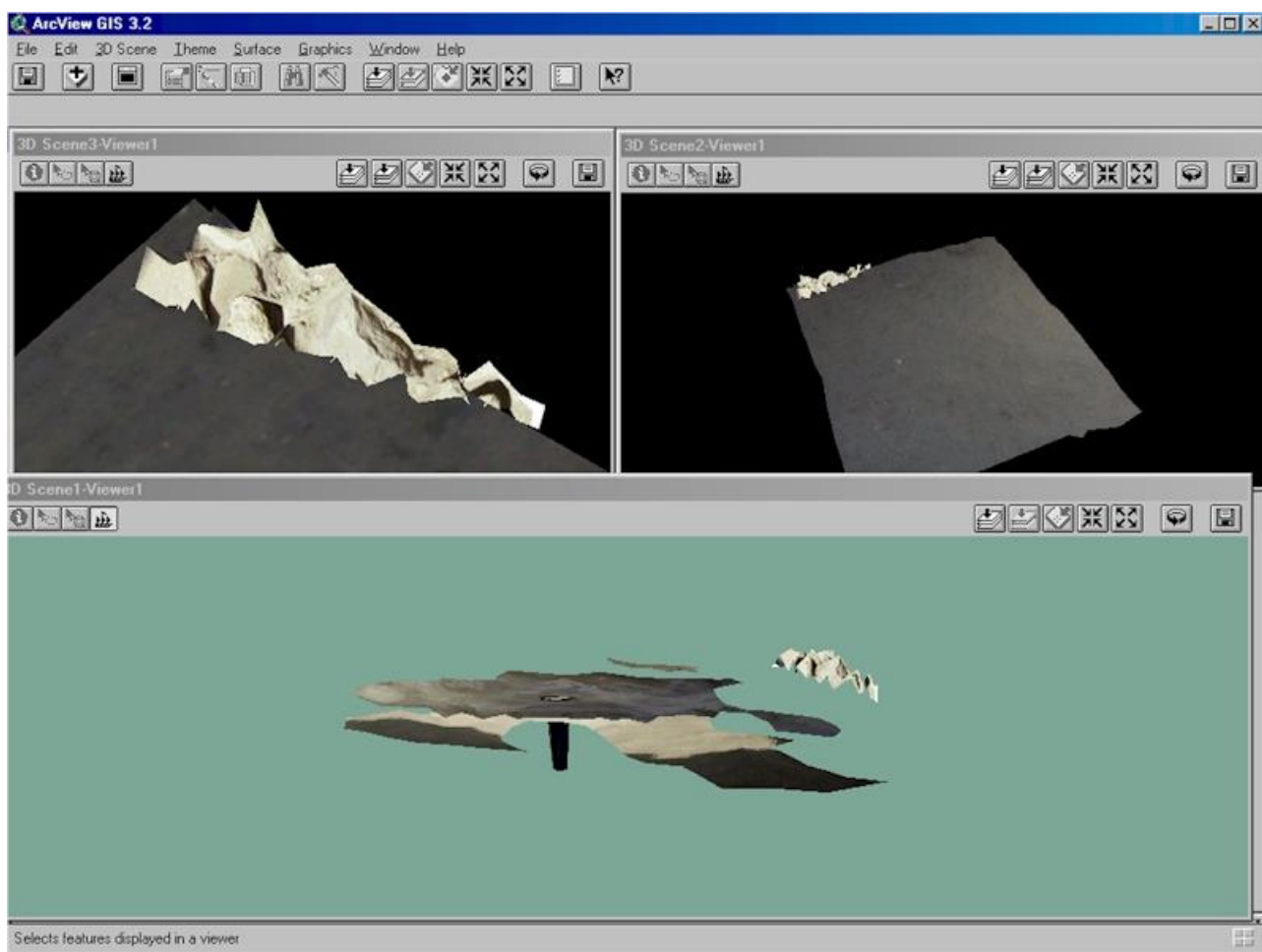


Fig. 20 - Viste diverse in 3D del deposito stratigrafico scavato dell'ambiente VII

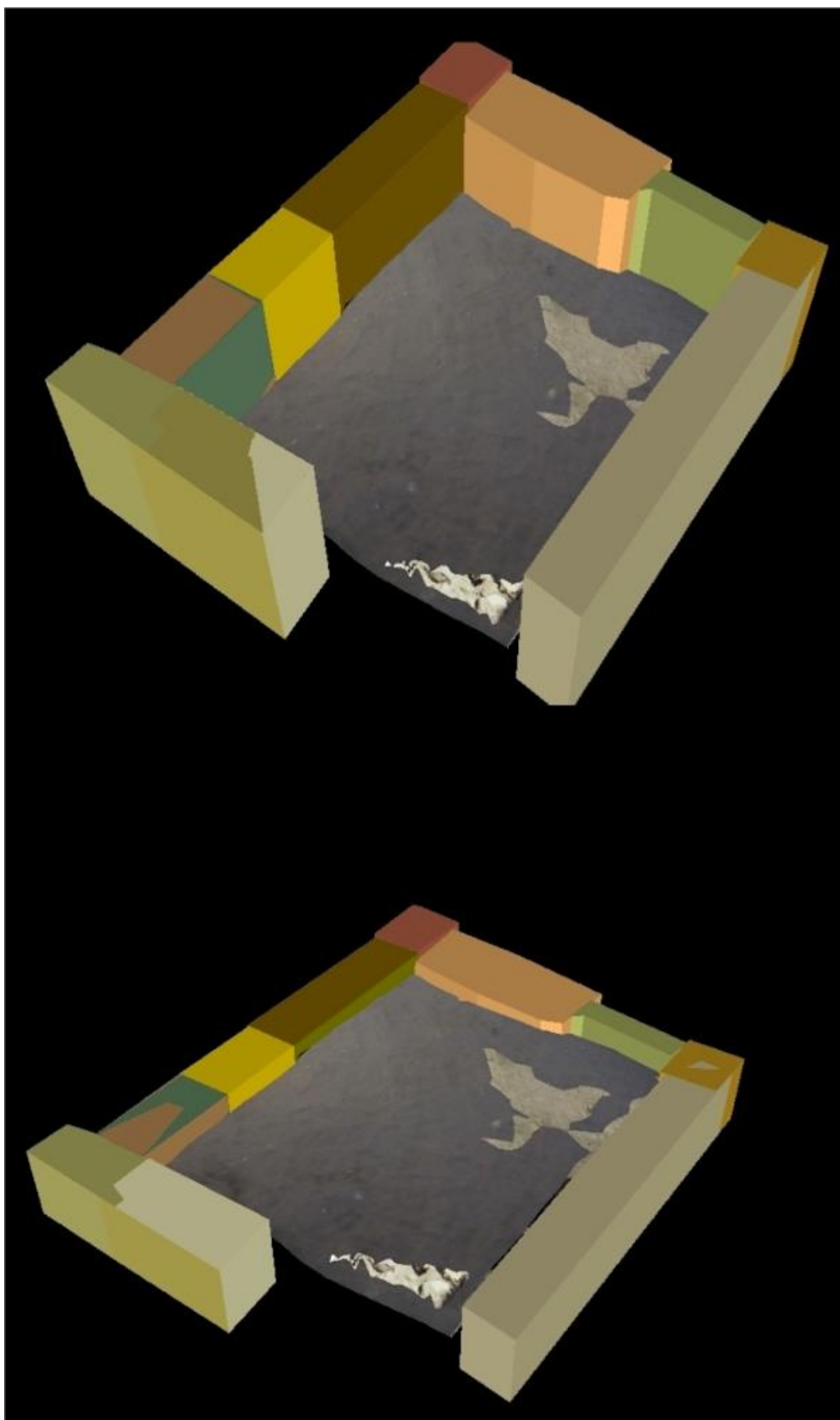


Fig. 21 - Vista 3D delle US e dei muri dell'ambiente VII originale e modificati

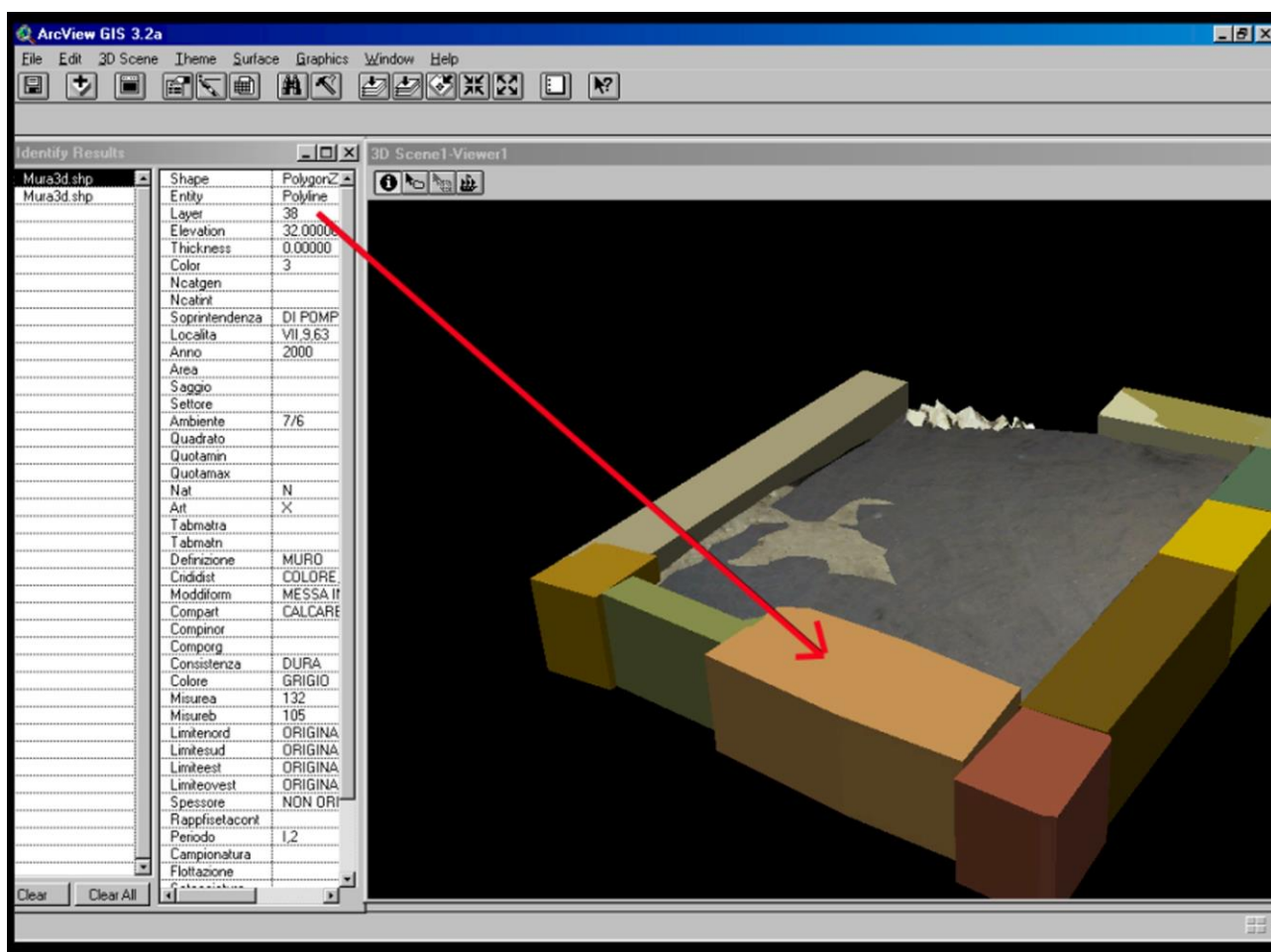


Fig. 22 - Scheda del database relativa al muro selezionato in vista 3D

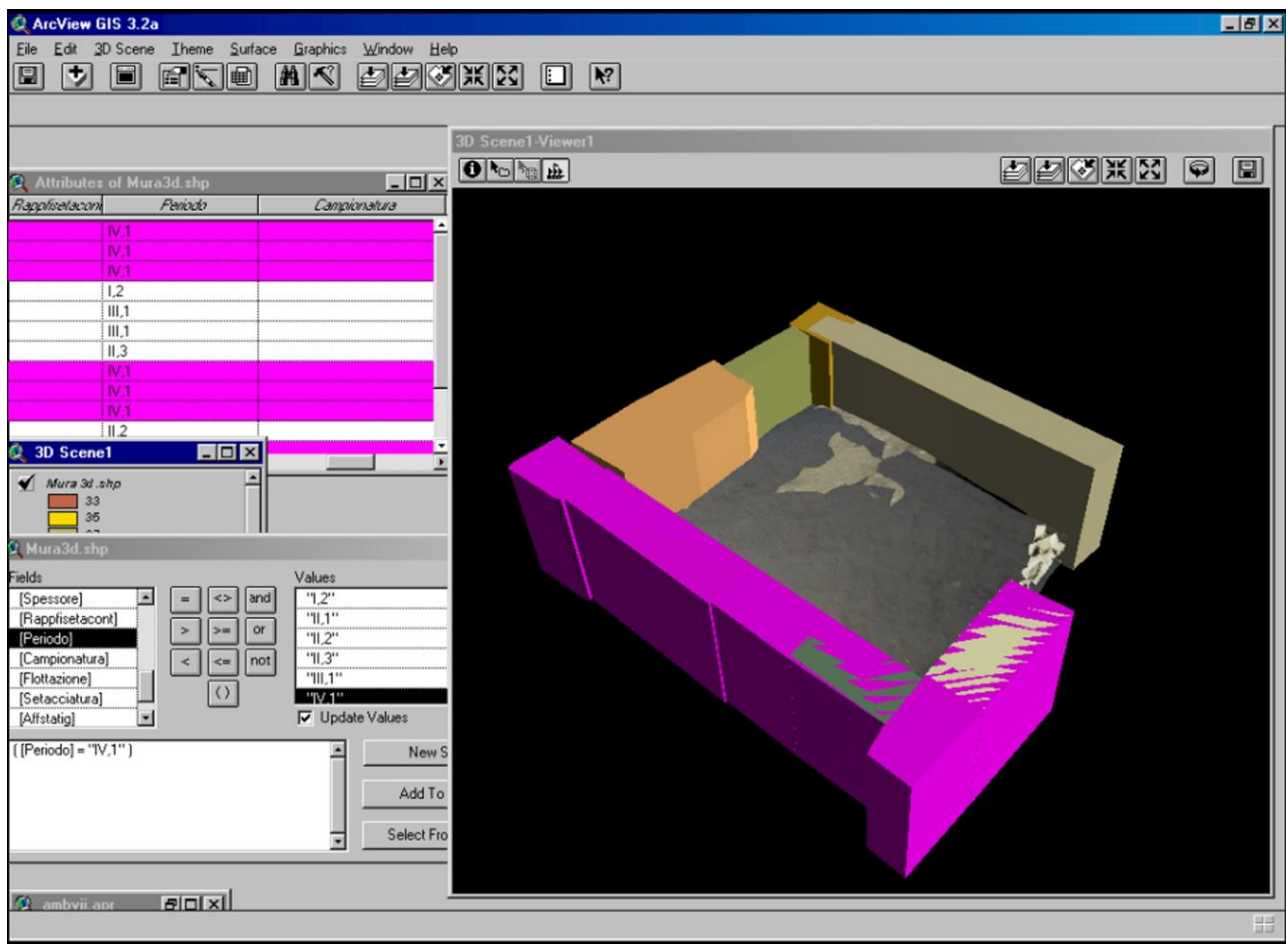


Fig. 23 - Queries effettuate sulla vista 3D

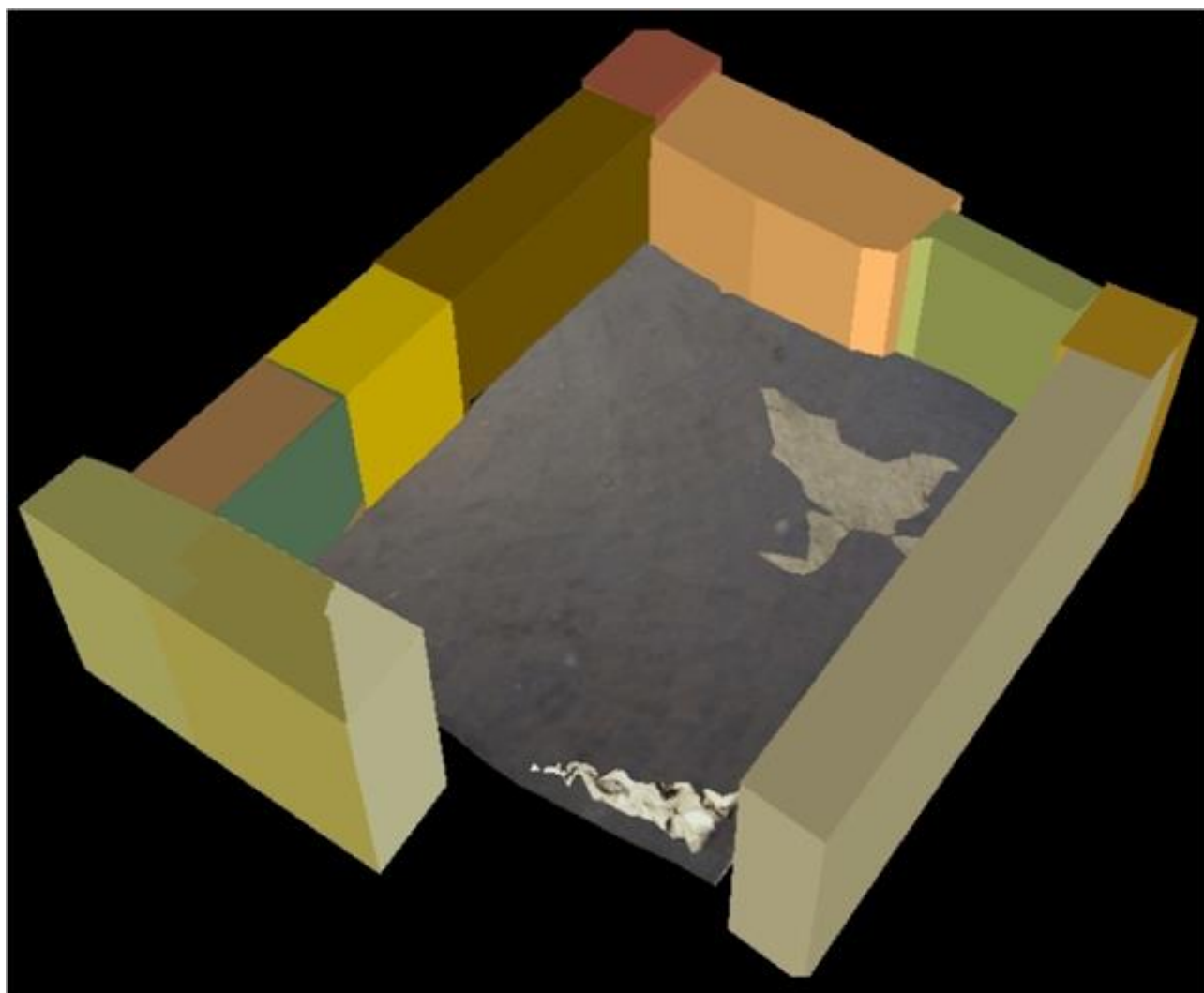


Fig. 24 - Vista generale dell'ambiente VII in 3D

