

ALADINO: VERSO UN SISTEMA COMPUTERIZZATO PER LO STUDIO E L'ANALISI DEI DATI ARCHEOLOGICI *

INFORMATICA E ARCHEOLOGIA: RICERCHE E SPERIMENTAZIONI
DELL'ISTITUTO BENI CULTURALI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

L'Istituto per i Beni Culturali è un organo tecnico-scientifico della regione Emilia Romagna fondato nel 1974; al suo interno opera un settore dedicato alla ricerca e sperimentazione di nuove tecnologie mirate alla catalogazione, documentazione e ricerca nel campo dei beni culturali, artistici e ambientali: il Centro di Documentazione.

In realtà l'espressione "nuove tecnologie" sottintende nella grande maggioranza dei casi l'applicazione delle risorse informatiche alla gestione del patrimonio culturale: questa accezione rispecchia del resto la caratteristica di non neutralità, dal punto di vista anche metodologico, che l'impatto di tali strumenti va assumendo nei confronti delle stesse prassi operative ed epistemologiche di tante discipline di ambito storico.

Anche il Centro di Documentazione dell'I.B.C., ormai da alcuni anni, ha indirizzato la propria attività alla creazione di banche dati su diverse tipologie di materiali e documenti inerenti il patrimonio culturale che utilizzano sia DBMS che IR, verificando altresì l'adeguatezza ed efficacia di numerosi strumenti software. L'altro campo di ricerca in cui è impegnato questo settore dell'I.B.C. è quello della sperimentazione su sistemi ipertestuali, nonché su programmi di elaborazioni statistiche e dell'immagine.

In queste attività il gruppo di lavoro consolidatosi, di cui fanno parte sia tecnici informatici sia esperti nei vari settori disciplinari, ha messo a punto numerosi strumenti atti ad agevolare la ricerca e le attività collegate ad una migliore conoscenza e tutela del patrimonio culturale, contribuendo ad orientare il software attualmente a disposizione sul mercato verso i problemi di discipline a carattere prevalentemente umanistico.

La filosofia generale cui si è ispirata la nostra attività di lavoro si attiene ad alcuni principi di base:

I sistemi progettati devono essere orientati alla soluzione di problemi specifici, circoscritti negli obiettivi, per evitare il pericolo di imprese "monstre" come creazioni di banche dati totalizzanti con pretese di esaustività che per stan-

* Mi è compito gradito ringraziare, per l'aiuto ricevuto durante la stesura della presente nota, Massimo Bianchi, Mauro Gelli, Tiziano Ramosi.

chezza, mancanza di risorse e mezzi adeguati, tempi di realizzazione e quindi di sfruttamento, enormemente dilatati, conducano inevitabilmente ad *impasses* paralizzanti dovute anche al rapido invecchiamento cui certe analisi, soprattutto in campo informatico, sono destinate.

Stretta collaborazione, fin dalle prime fasi della progettazione e, in seguito, dell'analisi concettuale e analisi logica del sistema informativo progettato, fra informatici, statistici, e esperti delle varie discipline. Questo modo di procedere che pare quasi più un accorgimento di ordine psicologico che un raffinato criterio metodologico, si è rivelato però indispensabile, come dimostrano altre esperienze, al successo di queste imprese e al perdurare della loro validità nel tempo, in quanto solo se uno strumento si rivela pienamente consono alle esigenze dell'utente, costui avrà interesse ad aggiornarlo, ampliarlo ed eventualmente rinnovarlo.

Utilizzo nella grande maggioranza dei casi di prodotti software esistenti in commercio; i programmi costruiti *ad hoc* richiedono in effetti tempi di scrittura e di collaudo assai lunghi, mentre i programmi attualmente a disposizione sono in grado di affrontare esigenze di elaborazione dei dati anche a livelli molto complessi: l'uso massiccio di interfacce amichevoli a livello di definizione dei dati, di immissione e di ricerca, l'uso del linguaggio naturale e la capacità di formulare linguaggi di ricerca anche molto complessi rendono ormai preferibile ricorrere a tali soluzioni.

I problemi di applicazione dipendono, in molti casi, molto più da carenze interne alla disciplina dovute a problemi di definizione di linguaggi documentari che da carenze dei prodotti software. Al contrario si ha la sensazione che, in realtà, le potenzialità a livello di elaborazione presenti in alcuni programmi in commercio siano ampiamente sottoutilizzate proprio per il livello di *naiveté* metodologica in cui si dibattono ancora certi settori delle discipline così dette umanistiche.

I prodotti software utilizzati dai gruppi di lavoro del Centro di Documentazione, quali che siano i progetti elaborati, devono comunque possedere delle caratteristiche comuni di base quali *flessibilità, possibilità di impiego del linguaggio naturale, semplicità d'uso da parte di utenti non specialisti* per permettere la presoché assoluta indipendenza, da un certo momento in avanti, degli utenti non esperti (studiosi, ricercatori) nei confronti dei tecnici informatici.

In campo specificamente archeologico sono stati creati due prototipi: IASON e ALADINO. Si tratta di due progetti in certo senso complementari in quanto mentre IASON è una banca dati pensata come strumento di servizio,

ALADINO è un sistema mirato a soddisfare esigenze di ricerca particolari¹.

Per quanto riguarda IASON (GUERMANDI *et al.* 1989), il prototipo, di cui è stato completato lo studio di fattibilità e un primo collaudo per la verifica dello schema concettuale, è destinato ad accogliere ed elaborare dati di derivazione prevalentemente bibliografico - documentaria, scomponendoli all'interno dei singoli archivi predisposti (Documentazione bibliografica, Siti, Nuclei omogenei, Oggetti archeologici, Istituzioni museali, Documentazione grafica e fotografica) (Fig. 1). L'analisi dell'insieme di dati prefigurato consentirebbe di trarre indicazioni a più livelli sulla consistenza quantitativa del materiale archeologico presente in un determinato ambito territoriale, nel nostro caso l'Emilia Romagna.

L'idea di questa banca-dati archeologica che si prefigge la raccolta e la gestione dei dati sulle emergenze archeologiche di un determinato territorio nasce, quindi, per rispondere all'esigenza di coloro che operano nel settore della pianificazione territoriale e della progettazione urbanistica, quale strumento di aiuto per una più corretta valutazione dei "rischi archeologici" connessi con le opere edilizie, la costruzione di grandi infrastrutture, l'ampliamento dei centri urbani e industriali.

IASON, pur non essendo strettamente finalizzato, come detto, alla ricerca scientifica, potrà comunque fornire innumerevoli indicazioni sull'organizzazione territoriale, sulle dinamiche del popolamento antico, sullo sfruttamento economico delle aree, fornendo anche materiali ed elementi per una effettiva organizzazione programmata della ricerca archeologica e per la risoluzione di precise problematiche storiche.

Per quanto riguarda i progetti *in fieri* ci stiamo occupando, unitamente al Centro per lo Studio della Città Antica dell'Istituto di Archeologia dell'Università di Bologna di un progetto di archeologia urbana la cui finalità sia quella di fornire degli strumenti di conoscenza sempre aggiornabili e facilmente consultabili sulla situazione archeologica di un centro urbano².

Tale progetto, in corso di elaborazione teorica, dovrebbe prevedere il collegamento della consueta banca dati, destinata a contenere informazioni tratte

¹ IASON E ALADINO sono due esempi rispettivamente di un "catalogo generale" e di un "catalogo speciale" (cfr. gli interventi di Settis e Heusinger in CORTI, SCHMITT 1984, HEUSINGER 1984 e SETTIS 1984), il primo mirato ad obiettivi di tutela e pianificazione, il secondo ad obiettivi di ricerca predefiniti molto specifici.

² Tale progetto si collega alle attività dell'Osservatorio permanente dell'andamento della redditività economica e sociale dell'opera di conservazione del patrimonio architettonico e archeologico nei Paesi della Comunità Europea e dell'area mediterranea che la Commissione Cultura del Parlamento Europeo ha deciso di costituire presso l'Istituto per i Beni Culturali e il Centro della Conservazione del Patrimonio delle Università di Lovanio.

dalla bibliografia più aggiornata, ad un archivio di mappe e carte topografiche tematiche di vario genere.

È inoltre in fase di verifica un progetto per l'automazione delle attività che riguardano la vita di un museo (dall'inventariazione - catalogazione dei materiali, alla gestione amministrativa, alla gestione delle mostre - materiale didattico, ecc.).

Tale sistema verrà sperimentato con materiale archeologico di un piccolo museo civico e il materiale didattico esplicativo relativo ad alcune mostre archeologiche a carattere didattico.

ALADINO: DUE ANNI DI UTILIZZO E SPERIMENTAZIONE

ALADINO è il sistema per la gestione dei dati di scavo messo a punto dal Centro di documentazione dell'Istituto Beni Culturali (Maria Pia Guermandi) unitamente all'Istituto di Archeologia dell'Università degli Studi di Bologna (Sara Santoro Bianchi) ed adottato quale strumento di gestione ed elaborazione dati nelle campagne di scavo svoltesi a Castelraimondo (Forgaria del Friuli — UD) nel 1988 e 1989 e nelle successive operazioni di catalogazione e studio dei materiali e dei rapporti stratigrafici³.

Castelraimondo è un insediamento pluristratificato databile dall'età romana al XIV secolo, caratterizzato da un continuo riutilizzo delle strutture edilizie. I materiali edilizi e ceramici risultano di difficile interpretazione e collocazione cronologica, molto frantumati dal continuo riuso delle strutture e appartenenti a classi poco o affatto studiate, di persistenza lunghissima, in linea, del resto, con il carattere periferico dell'insediamento. Le campagne di scavo hanno portato all'individuazione di due settori principali: una torre il cui impianto è da far risalire all'età cesariana o protoaugustea e a cui sono collegate delle imponenti fortificazioni e un quartiere abitativo la cui vicenda cronologica, caratterizzata da una serie di distruzioni e ricostruzioni, si colloca fra la prima età augustea e l'VIII secolo, con una fase di particolare attività fra il III e il VI sec. d.C. (SANTORO BIANCHI 1989; SANTORO BIANCHI c.s. a; SANTORO BIANCHI c.s. b).

ALADINO è costituito da una serie di archivi fra loro collegati, ciascuno dei quali gestisce i dati relativi al contesto stratigrafico da una parte e alle categorie di reperti suddivisi a seconda delle tipologie principali dall'altra (Fig. 2).

Ciascuno degli archivi è costituito da entità articolate a loro volta in una se-

³ Per una dettagliata esposizione del sistema ALADINO e dello schema concettuale dei dati v. GUERMANDI 1989a; GUERMANDI 1989b e GUERMANDI 1990. Sempre nel campo della gestione automatizzata dei dati di scavo, si vedano, in ambito italiano, le esperienze di ANGLE *et al.* 1988; ALOIA, GUALANDI, RICCI 1986; GUALANDI, RICCI, ALOIA 1987; SEMERARO, MANGIA, 1987.

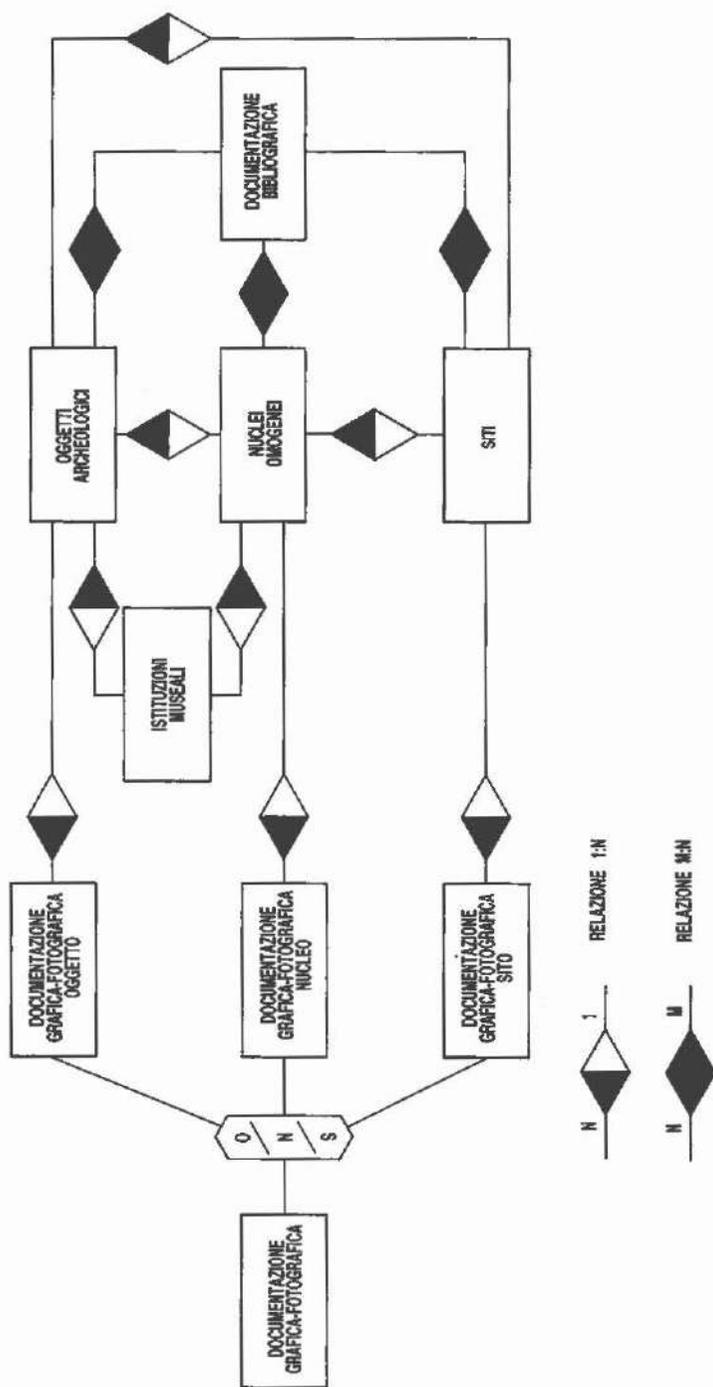


Fig. 1 — Schema concettuale di IASON.

rie di attributi che, nel loro insieme, configurano la scheda di catalogazione pre-scelta.

Tali attributi sono stati scelti cercando di mediare fra le esigenze di una catalogazione di tipo ministeriale (v. ad es. la scheda di Unità Stratigrafica, che ripropone, con poche varianti, la scheda proposta dell'ICCD: PARISE BADONI, RUGGERI GIOVE 1984) e una scheda mirata ad esigenze di ricerca specifiche che quindi raccogliesse tutti i dati ritenuti necessari e sufficienti per perseguire le finalità di indagine predefinite (v. oltre la scheda CERAMICA).

Facendo riferimento ai tre livelli in cui si può suddividere la ricerca archeologica, ovvero sia:

1) gestione dei materiali — inventariazione

2) livello *archeografico* — descrizione

3) livello *archeologico* — interpretazione (GINOUVÈS 1971), in questi primi due anni che comprendono l'elaborazione del sistema, l'implementazione del programma, l'utilizzo "sul campo" durante due campagne di scavo e l'impiego in laboratorio durante il primo anno di studio ed interpretazione dei materiali, ALADINO, oltre ad avere brillantemente risolto ogni problema logistico-funzionale, anche perché utilizzato fin dall'inizio della ricerca, anzi quale elemento qualificante della ricerca stessa, fattore che è risultato di grande importanza per la correttezza e l'efficacia del suo utilizzo, a livello *archeografico* ha contribuito in maniera determinante alla formalizzazione di un lessico normalizzato, cioè privo, per quanto possibile, di ridondanze ed ambiguità semantiche. In fase di elaborazione e di collaudo del sistema sono stati messi a punto, ad esempio, una serie di dizionari "enumerativi", ovvero sia comprendenti una lista di valori predefiniti fra cui scegliere, in fase di immissione, il termine adatto (v. ad es. le tipologie di *orli*, *anse*, ecc. nella descrizione tipologica delle ceramiche o il diametro dei granuli nella registrazione dei dati derivati dall'analisi microscopica del corpo ceramico) e sono stati altresì inizializzati una serie di dizionari "consultativi", ovvero sia ad accrescimento automatico ogni volta che venga inserito un documento con un valore non ancora presente. Tale tipo di dizionario non garantisce alcun controllo, al contrario di quello "enumerativo", in fase di immissione, ma si configura come un aiuto "in linea" per il ricercatore.

In generale dizionari a carattere consultativo sono stati implementati ogni qualvolta è risultata troppo complessa e vincolante la definizione "a priori" dell'insieme dei valori possibili di un attributo.

Dopo due anni di sperimentazione, in compenso, la presenza di tali dizionari ha permesso una verifica puntuale e costantemente aggiornata di tale terminologia così che anche per attributi a carattere descrittivo quali sono, ad esempio, quelli identificativi, si è giunti alla elaborazione di un linguaggio che si può defi-

SCHEMA CONCETTUALE DI ALADINO

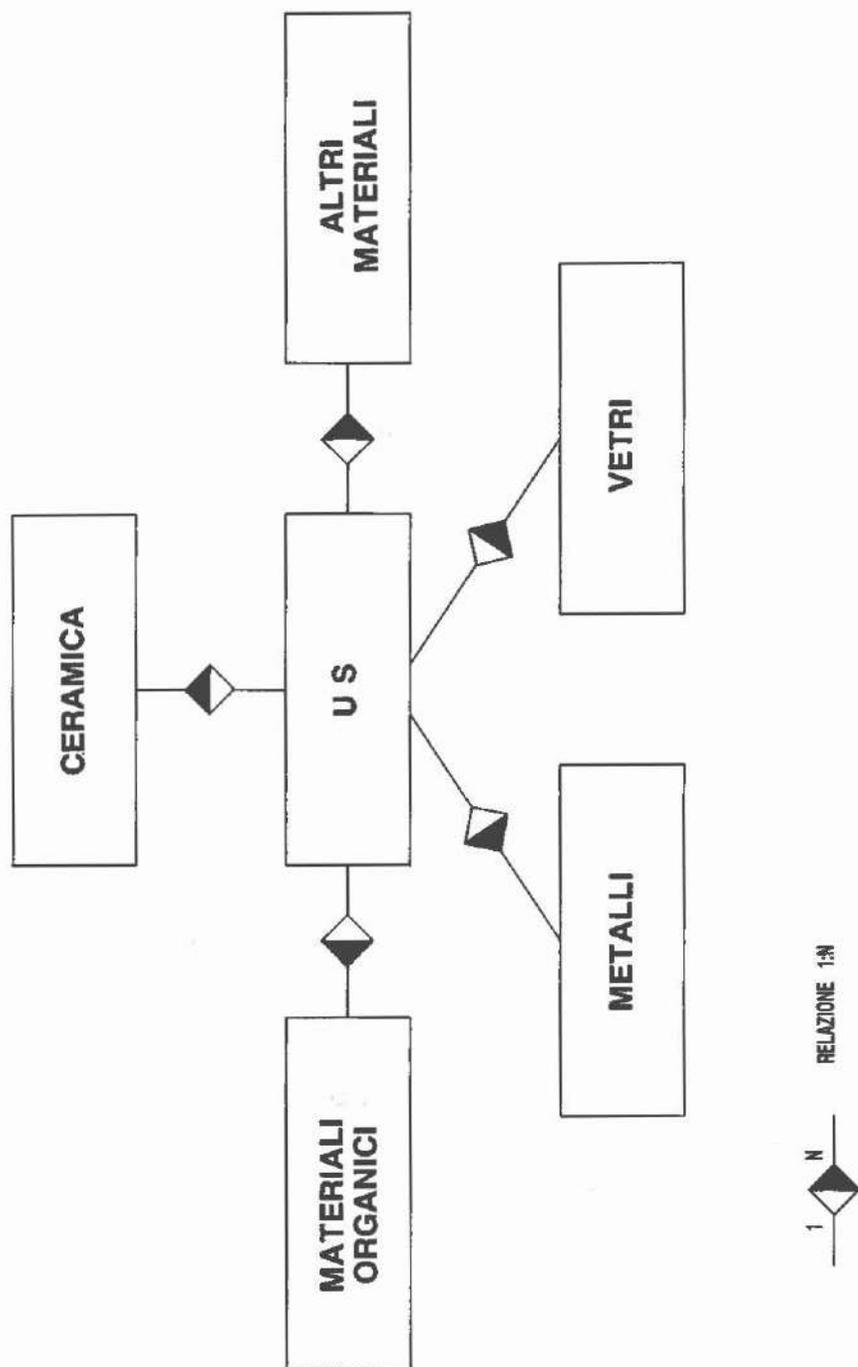


Fig. 2 — Schema concettuale di ALADINO.

nire "documentario" (GARDIN 1979)⁴.

Il programma, d'altro lato, consente di salvaguardare, almeno in taluni casi, alcune delle specificità del linguaggio descrittivo, ad esempio tramite la gestione delle sinonimie. Risulta così possibile creare delle famiglie di termini semanticamente affini in modo da poterle recuperare, a richiesta, o nella loro globalità o nella loro specificità: per portare un esempio concreto, nel caso dell'attributo "forma", comune a quattro archivi — CERAMICA, METALLI, VETRI, ALTRI MATERIALI — si è potuto stabilire un legame fra termini quali *bacile*, *catino coperchio*, *piatto*, definiti come appartenenti alla "famiglia" delle *forme aperte*.

Tale procedimento, effettuabile anche "a posteriori", ha consentito di attenuare ulteriormente la rigidità da sempre connessa all'uso di lessici "chiusi" e di poter recuperare opportunità di ricerca la cui esigenza si era venuta evidenziando "in corso d'opera".

L'utilizzo di ALADINO anche in fase di studio dei materiali ha inoltre contribuito all'omogeneità delle procedure operative, tanto più importante in quanto la ricerca veniva effettuata da un'équipe abbastanza numerosa, alla quale occorrevano dei parametri di confronto e di interpretazione unitari fin dalle prime fasi della ricerca (BIANCHI 1989).

ALADINO è stato acquisito dall'Istituto di Archeologia dell'Università di Milano che, unitamente all'Istituto di Archeologia dell'Università di Pavia, lo ha utilizzato per la gestione dati dello scavo di Calvatone (BS) a partire dalla campagna di scavo 1989. L'adozione del sistema su una realtà diversa sia dal punto di vista della tipologia insediativa che, parzialmente, per quanto riguarda l'ambito cronologico, ma soprattutto per la tipologia dei materiali recuperati ha permesso una ulteriore e decisiva verifica della validità del sistema.

Dal punto di vista informatico ALADINO è stato implementato su un prodotto di *information retrieval* (SF — *SuperFind*)⁵ dalle capacità di ricerca molto sofisticate, con interfaccia amichevoli per la creazione degli archivi e la definizione dei dati, un semplice linguaggio di programmazione per la creazione di stampe con la più ampia libertà di definizione e la possibilità di ottenere, sempre in sede di stampa, un vero e proprio catalogo, a livello per lo meno preeditoriale, in cui le schede dei materiali selezionati siano accompagnate dall'immagine e/o

⁴ Riportiamo, a titolo di esempio, le voci relative al dizionario dell'attributo CATEGORIA del materiale ceramico: vasellame da cucina, vasellame da mensa, materiale edilizio, strumento. E da sottolineare che tale individuazione di "categorie" impostata sull'universo di Castelraimondo, non ha carattere normativo, ma funzionale rispetto al problema dibattuto.

⁵ SuperFind (SF) è un marchio registrato della 3D Informatica, come pure i moduli SFTIF e SPACE (v. oltre). SAS e SAS/STAT sono marchi registrati del SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

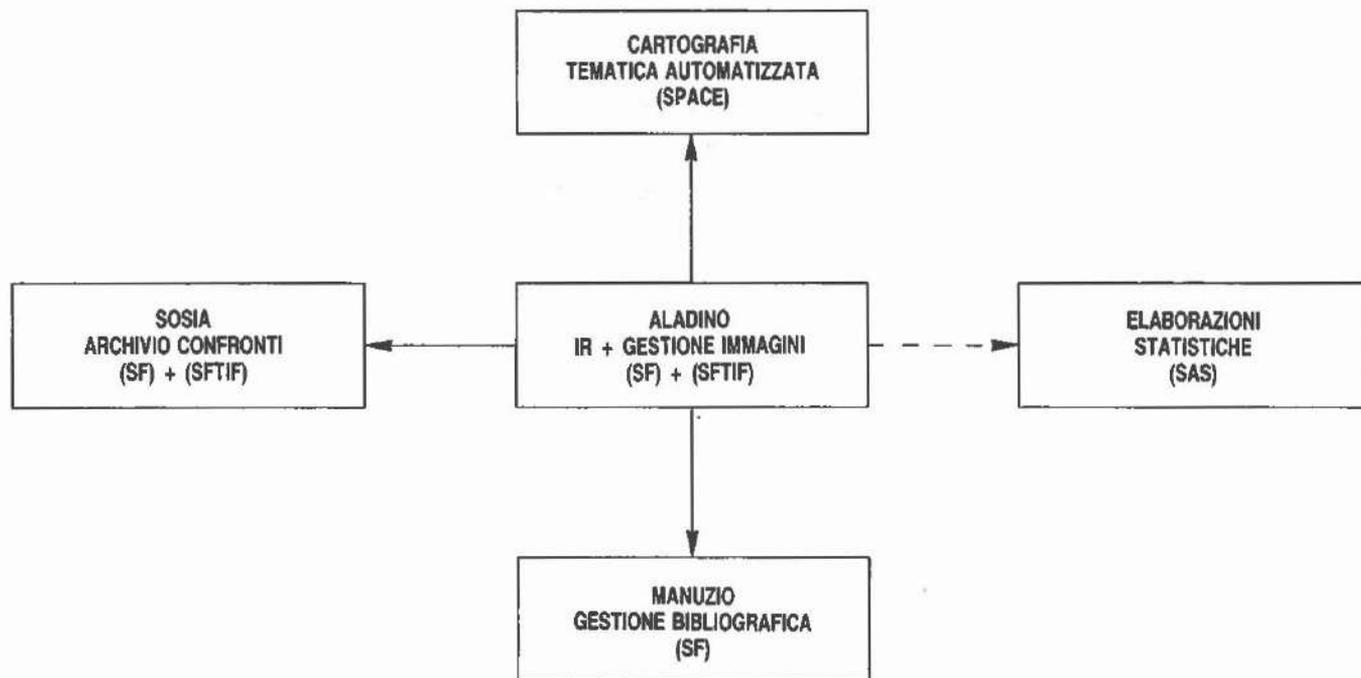


Fig. 3 — Schema "ampliato" di ALADINO come "sistema computerizzato per lo studio e l'analisi dei dati archeologici".

N. PROGRESSIVO
N. INVENTARIO
RA
US
QUADRATO
QUOTA
COLLOCAZIONE

CATEGORIA (*)
CLASSE (*)
FORMA (*)
TIPO (*)
DESCRIZIONE MORFOLOGICA:
orlo (*) becco (*) gola (*) ansa (*)
parete (*) piede (*) fondo (*)

PERIODO/FASE (*)
DATAZIONE:
da a

MISURE:
h. l. d. p.

CORPO CERAMICO:
degrassante : (*)
altri minerali: (*)
colore Munsell: (*)
modellazione : (*)

TRATTAMENTO SUPERFICIE:
esterno (*) interno (*)
RIVESTIMENTO:
Esterno
1) tipo (*) 2) colore Munsell (*)
Interno
1) tipo (*) 2) colore Munsell (*)
DECORAZIONE:
tecnica (*)
colore Munsell (*)
soggetto (*)

DATI EPIGRAFICI:
tecnica (*)
forma (*)
marchi di fabbrica (*)
trascrizione

1

STATO DI CONSERVAZIONE
TRACCE D'USO
RESTAURI IN ANTICO
INCROSTAZIONI:
silicee calcaree
metalliche organiche
RESTAURI (*)
ANALISI CHIMICO/FISICHE (*)

DOCUMENTAZIONE:
foto
disegni
img campo riservato all'acquisizione diretta di immagini
BILIOGRAFIA SPECIFICA

BIBLIOGRAFIA DI CONFRONTO E NOTE
campo a testo libero

(*) L'asterisco segnala la presenza di un dizionario di termini controllati consultabile e modificabile in ogni situazione operativa (immissione, modifica, interrogazione). Tale dizionario riporta anche, accanto ad ogni valore, il numero delle ricorrenze attestate all'interno dell'archivio.

Fig. 4 — La scheda che raccoglie gli attributi selezionati per definire i reperti ceramici.

disegno relativo. SF consente inoltre l'impostazione di semplici operazioni statistiche quali liste di frequenza del materiale secondo molteplici parametri di differenziazione (Figg. 5, 6).

Quali elementi caratterizzanti di novità da un punto di vista tecnico, ALADINO consente l'operativa connessione dati alfanumerici-immagini; la possibilità di creazione di immagini tramite acquisizione da scanner o telecamera e parziale elaborazione dell'immagine stessa⁶ (Figg. 7,8); la navigazione automatica fra i vari archivi. In effetti in fase di ricerca esiste la possibilità di proiettarsi su un altro archivio per investigare quali documenti siano collegati all'attributo che si sta indagando (ad es. dall'archivio di US ci si può proiettare con un solo comando nell'archivio ceramica per vedere quali reperti di una determinata ceramica siano stati recuperati nell'Unità Stratigrafica in esame).

Questo concetto di navigazione sarà inserito anche a livello spaziale con l'acquisizione del modulo SPACE. Questo programma, integrato con SF, consente di navigare in uno spazio, rappresentato nel nostro caso dall'area di scavo di Castelraimondo, su diversi piani di dettaglio, indagando sulla disposizione spaziale degli oggetti presentati sotto forma di simbolo o di icona, ognuno dei quali corrisponde ad un record di ALADINO. In pratica con questo strumento sarà possibile ottenere, in maniera automatica, carte tematiche di distribuzione dei reperti a qualsiasi livello di dettaglio. Una volta acquisiti, tramite scanner, tutti i disegni degli ambienti scavati e delle varie Unità Stratigrafiche sarà possibile ottenere, ad esempio, la visualizzazione della dislocazione, fra le varie US, di tutte le anfore, o di tutti i reperti numismatici, o di tutti quelli datati ad una epoca determinata, oppure, al contrario, da ALADINO si potrà accedere direttamente alle funzioni di SPACE localizzando immediatamente sull'area di scavo o all'interno della Unità Stratigrafica o del quadrato di appartenenza il reperto o l'insieme di reperti selezionati. Tramite la funzione di "display window", inoltre, è possibile aprire delle finestre contenenti dei dati selezionati dagli archivi di ALADINO, e ancora, mediante il *mouse*, puntando su una determinata zona dell'area di scavo, visualizzare la mappa delle Unità Stratigrafiche o dei quadrati che stiano topologicamente al di sotto o al di sopra del settore in esame⁷.

A questi vantaggi si unisce la possibilità di collegare i programmi elencati ad altri di diversa concezione per ottenere elaborazioni di tipo diverso, possibili-

⁶ Queste funzioni sono rese possibili dal modulo SFTIF che consente la definizione dei livelli di grigio e la presentazione con zoom a scala automatica, calcolo delle distanze e riproduzione su stampante laser con funzione di scala.

⁷ Un esempio di carte di distribuzione automatizzate era già in DI BARI *et al.* 1984, ma in quella sperimentazione non esisteva il collegamento automatico fra la base di dati e l'archivio geografico come avviene invece fra SPACE e SF.

Statistica Classe = GREZZA

US	Definizione	%	% Prog.
101	strato di humus	0.314	0.314
102	accumulo artificiale	0.314	0.629
103	accumulo artificiale	0.314	0.943
104	muro	0.314	1.258
105	materiale di risulta	0.314	1.572
106	muro	0.314	1.887
107	accumulo naturale	0.314	2.201
108	muro	0.314	2.516
109	accumulo artificiale	0.314	2.830
110	accumulo naturale	0.314	3.145
111	crollò	0.629	3.774
112	muro	0.629	4.403
113	piano di pietra	0.629	5.031
114	strato di humus	0.314	5.346
116	piano naturale	0.314	5.660
117	piano naturale	0.314	5.975
118	accumulo artificiale	0.314	6.289
119	taglio	0.314	6.604
120	riempimento	0.314	6.918
121	preparazione pavimentale	0.314	7.233
122	crollò	0.314	7.547
123	muro	0.314	7.862
124	taglio	0.314	8.176
125	preparazione pavimentale	0.314	8.491
126	piano di calpestio	0.314	8.805
127	piano di calpestio	0.314	9.119
128	piano naturale	0.314	9.434
177	crollò	0.314	9.748
178	crollò	0.314	10.063
179	buca	0.314	10.377
180	piano naturale	0.314	10.692
181	piano naturale	0.314	11.006
182	piano naturale	0.314	11.321
183	crollò	0.314	11.635
184	piano naturale	0.314	11.950
185	piano naturale	0.314	12.264
186	piano naturale	0.314	12.579
187	riempimento	0.314	12.893
188	piano naturale	0.314	13.208
189	taglio	0.314	13.522
190	riempimento	0.314	13.836
191	piano naturale	0.314	14.151
192	muro	0.314	14.465
193	riempimento	0.314	14.780
194	riempimento	0.314	15.094
195	piano naturale	0.314	15.409
196	riempimento	0.314	15.723
197	piano naturale	0.314	16.038
198	accumulo artificiale	0.314	16.352
199	taglio	0.314	16.667
301	accumulo naturale	1.887	18.554

Statistica Classe = GREZZA

US	Definizione	%	% Prog.
302	muro	0.314	18.868
303	muro	0.314	19.182
304	fortilizio medievale	0.314	19.497
304b	riempimento	0.314	19.811
401	materiale di risulta	0.314	20.126
402	strato di humus	0.314	20.440
403	crollo	0.314	20.775
404	muro	0.314	21.069
405	strato di argilla di dilavamento	0.314	21.384
406	crollo	0.314	21.698
407	accumulo naturale	0.314	22.013
408	accumulo naturale	0.314	22.327
418	accumulo naturale	0.314	22.642
419	accumulo naturale	0.314	22.956
420	accumulo artificiale	0.314	23.270
321	crollo	0.314	23.585
322	accumulo artificiale	0.314	23.899
323	muro	0.314	24.214
324	accumulo naturale	0.314	24.528
325	sottofondazione	0.314	24.843
501a	strato di humus	0.314	25.157
501b	strato di humus	0.314	25.472
501E	strato di humus	0.314	25.786
502a	crollo	0.314	26.101
502B	crollo	0.314	26.415
502e	accumulo naturale	0.314	26.730
503a	muro	0.314	27.044
503B	accumulo artificiale	0.314	27.358
503e	accumulo artificiale	0.314	27.673
504a	buca di palo	0.314	27.987
504B	crollo	0.314	28.302
504E	accumulo naturale	0.314	28.616
505a	sottofondazione	0.314	28.931
505B	muro	0.314	29.245
505E	accumulo naturale	0.314	29.560
506B	incendio	0.314	29.874
506E	piano naturale	0.314	30.189
515	strato di humus	0.314	30.503
516	accumulo artificiale	0.629	31.132
517	accumulo artificiale	6.289	37.421
518	crollo	5.660	43.082
518c	incendio	0.314	43.396
519	accumulo naturale	7.233	50.629
520	piano di pietra	0.314	50.943
521	accumulo artificiale	18.239	69.182
522	piano naturale	5.346	74.528
523	muro	0.314	74.843
524	riempimento	0.314	75.157
525	riempimento	0.314	75.472
525c	piano d'uso	0.314	75.786
526	accumulo artificiale	8.805	84.591

Statistica Classe = GREZZA

US	Definizione	%	% Prog.
527	muro	0.314	84.906
528	crolo	0.314	85.220
529	crolo	0.314	85.535
530	piano di calpestio	0.314	85.849
531	riempimento	0.314	86.164
532	taglio	0.314	86.478
533	riempimento	0.314	86.792
534	taglio	0.314	87.107
535	riempimento	0.314	87.421
536	taglio	0.314	87.736
537	riempimento	0.314	88.050
537c	piano d'uso	0.314	88.365
538	accumulo artificiale	0.314	88.679
539	accumulo artificiale	0.314	88.994
540	accumulo artificiale	0.314	89.308
541	accumulo artificiale	0.314	89.623
541c	riempimento	0.314	89.937
542	buca	0.314	90.252
543	muro	0.314	90.566
544	muro	0.314	90.881
545	pavimentazione	0.314	91.195
546	accumulo artificiale	0.314	91.509
547	taglio	0.314	91.824
548	fossa di fondazione	0.314	92.138
601	accumulo naturale	1.887	94.025
602	accumulo artificiale	0.314	94.340
603	crolo	0.314	94.654
604	accumulo naturale	0.314	94.968
605	riempimento	0.314	95.283
606	taglio	0.314	95.597
607	muro	0.314	95.912
608	accumulo artificiale	0.314	96.226
609	muro	0.314	96.541
610	muro	0.314	96.855
611	preparazione pavimentale	0.314	97.170
612	riempimento	0.314	97.484
613	fossa di fondazione	0.314	97.799
614	fossa di fondazione	0.314	98.113
615	muro	0.314	98.428
701	muro	0.314	98.742
702	accumulo naturale	0.314	99.057
703	accumulo naturale	0.314	99.371
704	accumulo naturale	0.314	99.686
890	riempimento	0.314	100.000

Fig. 5

Statistica Classe = COMUNE

US	Definizione	%	% Prog.
101	strato di humus	0.495	0.495
102	accumulo artificiale	0.495	0.990
103	accumulo artificiale	0.495	1.485
104	muro	0.495	1.980
105	materiale di risulta	0.495	2.475
106	muro	0.495	2.970
107	accumulo naturale	0.495	3.465
108	muro	0.495	3.960
109	accumulo artificiale	0.495	4.455
110	accumulo naturale	0.495	4.950
111	crollo	0.990	5.941
112	accumulo naturale	0.990	6.931
113	accumulo artificiale	0.990	7.921
114	strato di humus	0.495	8.416
116	piano naturale	0.495	8.911
117	piano naturale	0.495	9.406
118	accumulo artificiale	0.495	9.901
119	taglio	0.495	10.396
120	riempimento	0.495	10.891
121	preparazione pavimentale	0.495	11.386
122	crollo	0.495	11.881
123	muro	0.495	12.376
124	taglio	0.495	12.871
125	preparazione pavimentale	0.495	13.366
126	piano di calpestio	0.495	13.861
127	piano di calpestio	0.495	14.356
128	piano naturale	0.495	14.851
177	crollo	0.495	15.347
178	crollo	0.495	15.842
179	buca	0.495	16.337
180	piano naturale	0.495	16.832
181	piano naturale	0.495	17.327
182	piano naturale	0.495	17.822
183	crollo	0.495	18.317
184	piano naturale	0.495	18.812
185	piano naturale	0.495	19.307
186	piano naturale	0.495	19.802
187	riempimento	0.495	20.297
188	piano naturale	0.495	20.792
189	taglio	0.495	21.287
190	riempimento	0.495	21.782
191	piano naturale	0.495	22.277
192	muro	0.495	22.772
193	riempimento	0.495	23.267
194	riempimento	0.495	23.762
195	piano naturale	0.495	24.257
196	riempimento	0.495	24.752
197	piano naturale	0.495	25.248
198	accumulo artificiale	0.495	25.743
199	taglio	0.495	26.238
301	accumulo naturale	0.495	26.733

Statistica Classe = COMUNE

US	Definizione	%	% Prog.
302	muro	0.495	27.228
303	muro	0.495	27.723
304	fortilizio medievale	0.495	28.218
304b	riempimento	0.495	28.713
401	materiale di risulta	0.495	29.208
402	strato di humus	0.495	29.703
403	crollò	0.495	30.198
404	muro	2.970	33.168
405	strato di argilla di dilavamento	0.495	33.663
406	crollò	0.495	34.158
407	accumulo naturale	0.495	34.653
408	accumulo naturale	0.495	35.149
418	accumulo naturale	0.495	35.644
419	accumulo naturale	0.495	36.139
420	accumulo artificiale	0.495	36.634
321	crollò	0.495	37.129
322	accumulo artificiale	0.495	37.624
323	muro	0.495	38.119
324	accumulo naturale	0.495	38.614
325	sottofondazione	0.495	39.109
501a	strato di humus	0.495	39.604
501b	strato di humus	0.495	40.099
501E	strato di humus	0.495	40.594
502a	crollò	0.495	41.089
502B	crollò	0.495	41.584
502e	accumulo naturale	0.495	42.079
503a	muro	0.495	42.574
503B	accumulo artificiale	0.495	43.069
503e	accumulo artificiale	0.495	43.564
504a	buca di palo	0.495	44.059
504B	crollò	0.495	44.554
504E	accumulo naturale	0.495	45.050
505a	sottofondazione	0.495	45.545
505B	muro	0.495	46.040
505E	accumulo naturale	0.495	46.535
506B	incendio	0.495	47.030
506E	piano naturale	0.495	47.525
515	strato di humus	0.495	48.020
516	accumulo artificiale	0.990	49.010
517	accumulo artificiale	5.941	54.950
518	crollò	2.475	57.426
518c	incendio	0.495	57.921
519	accumulo naturale	3.960	61.881
520	piano di pietra	0.495	62.376
521	accumulo artificiale	8.416	70.792
522	piano naturale	1.980	72.772
523	muro	0.495	73.267
524	riempimento	0.495	73.762
525	riempimento	0.495	74.257
525c	piano d'uso	0.495	74.752
526	accumulo artificiale	1.485	76.238

Statistica Classe = COMUNE

US	Definizione	%	% Prog.
527	muro	0.495	76.733
528	crollo	0.495	77.228
529	crollo	0.495	77.723
530	piano di calpestio	0.495	78.218
531	riempimento	0.495	78.713
532	taglio	0.495	79.208
533	riempimento	0.495	79.703
534	taglio	0.495	80.198
535	riempimento	0.495	80.693
536	taglio	0.495	81.188
537	riempimento	0.495	81.683
537c	piano d'uso	0.495	82.178
538	accumulo artificiale	0.495	82.673
539	accumulo artificiale	0.495	83.168
540	accumulo artificiale	0.495	83.663
541	accumulo artificiale	0.495	84.158
541c	riempimento	0.495	84.653
542	buca	0.495	85.149
543	muro	0.495	85.644
544	muro	0.495	86.139
545	pavimentazione	0.495	86.634
546	accumulo artificiale	0.495	87.129
547	taglio	0.495	87.624
548	fossa di fondazione	0.495	88.119
601	accumulo naturale	1.887	89.109
602	accumulo artificiale	0.495	90.099
603	crollo	0.495	90.594
604	accumulo naturale	0.495	91.089
605	riempimento	1.485	92.574
606	taglio	0.495	93.069
607	muro	0.495	93.564
608	accumulo artificiale	0.495	94.059
609	muro	0.495	94.554
610	muro	0.495	95.050
611	preparazione pavimentale	0.495	95.545
612	riempimento	0.495	96.040
613	fossa di fondazione	0.495	96.535
614	fossa di fondazione	0.495	97.030
615	muro	0.495	97.525
701	muro	0.495	98.020
702	accumulo naturale	0.495	98.515
703	accumulo naturale	0.495	99.010
704	accumulo naturale	0.495	99.505
890	riempimento	0.495	100.000

Fig. 6

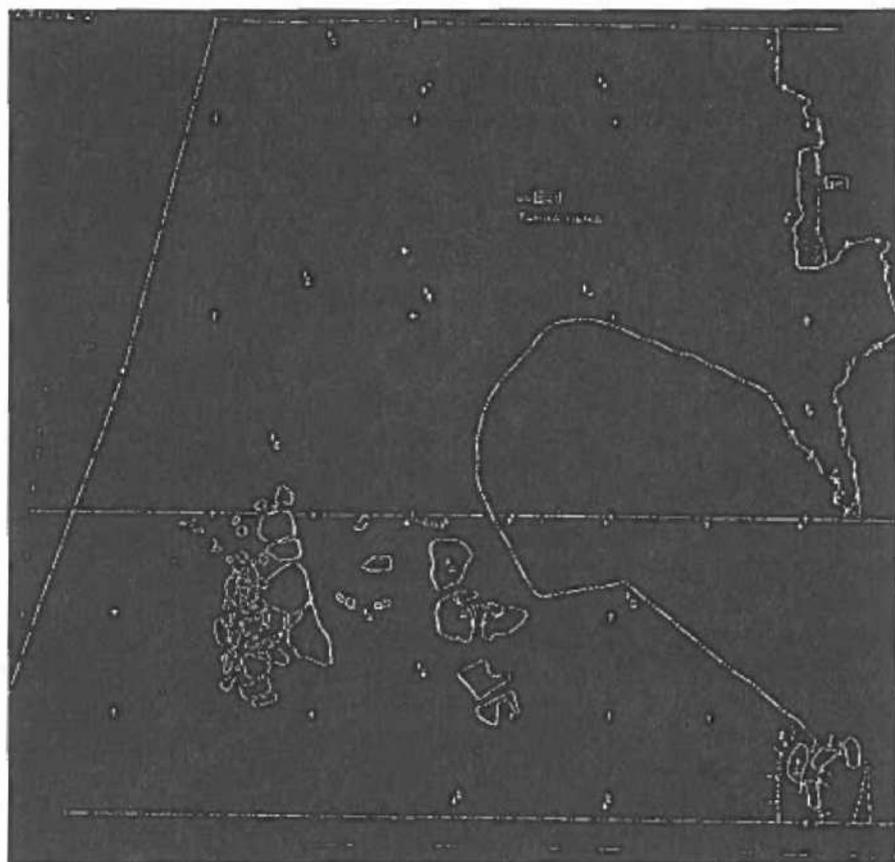


Fig. 7 — Disegno di una unità stratigrafica (CR521) memorizzato da ALADINO e restituito da stampante laser.

tà che consente l'adozione di più programmi per obiettivi specifici all'interno di uno stesso piano di ricerca. Nel nostro caso, ad esempio, per analisi statistiche di tipo complesso saranno adottate le procedure messe a disposizione dal sistema SAS e SAS/STAT, che consente la scelta fra una vastissima libreria di procedure matematico-statistiche (BIANCHI BANDINELLI *et al.* 1989); per ottenere non più solo statistiche a carattere descrittivo quali percentuali e medie sarà così necessario creare dei *files* di trasmissione dei dati dall'"ambiente" SF all'"ambiente" SAS.

Per quanto riguarda l'hardware sinora utilizzato aggiungeremo che "sul campo", ovvero sia nel laboratorio vicino all'area degli scavi, è stato utilizzato un personal computer portatile con 20 Mb di memoria collegato ad una stampante ad aghi, mentre in una fase successiva, pur continuando ad utilizzare il

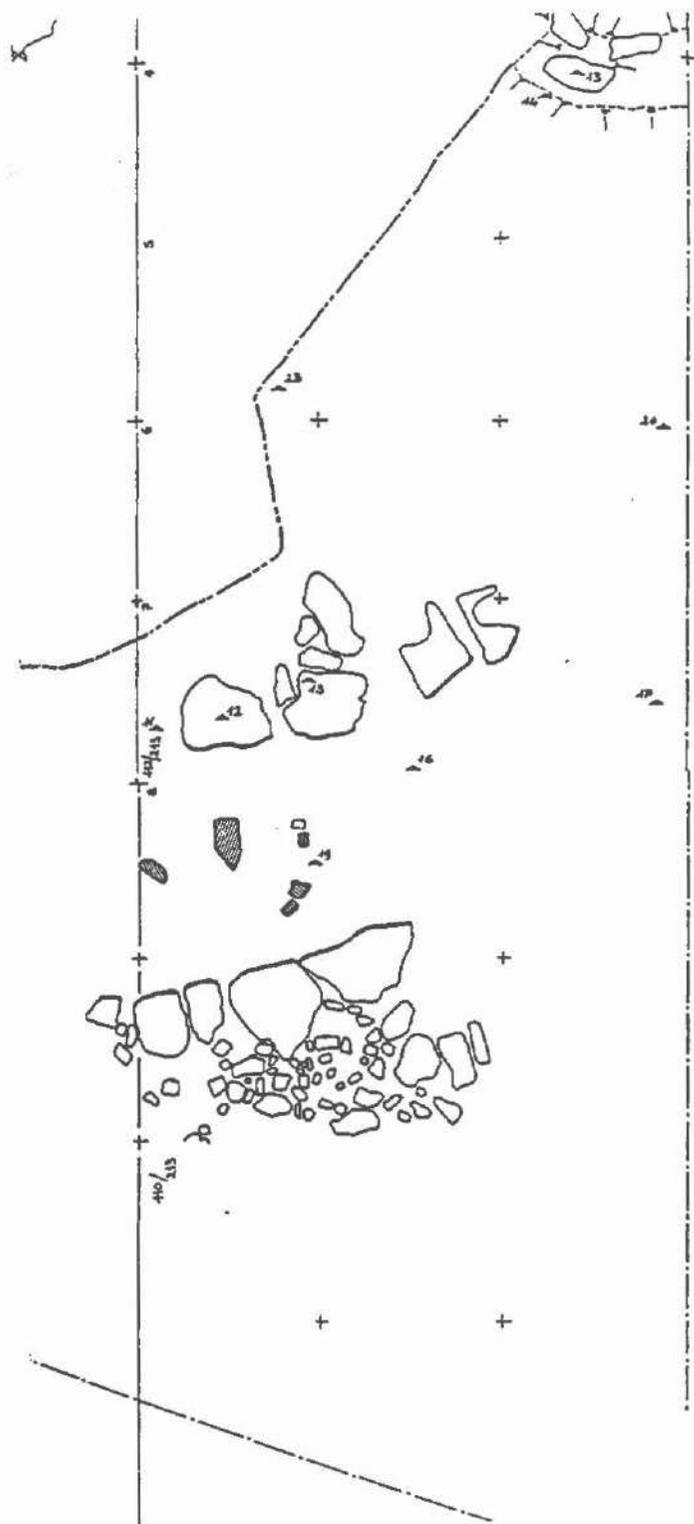


Fig. 8 — Ingrandimento di un settore del disegno precedente, elaborato da ALADINO e restituito da stampante laser.

portatile per operazioni di immissione dati, si è preferito, per ragioni di velocità e per la gestione delle immagini, utilizzare un personal computer di maggiori capacità e dotato di scheda grafica VGA con monitor a colori, collegato ad una stampante laser per la restituzione dell'immagine su carta.

VERSO UN SISTEMA DI ANALISI COMPUTERIZZATA DEI DATI: IL LIVELLO INTERPRETATIVO

Per meglio adeguare ALADINO alle accresciute esigenze di ricerca abbiamo provveduto ad implementare altri due archivi: il primo, MANUZIO, destinato a contenere tutte le indicazioni bibliografiche via via recuperate, nel corso dello studio, dall'équipe di ricerca; il secondo, SOSIA, articolato in una serie di schede i cui attributi dovrebbero restituire indicazioni significative su materiali confrontabili con determinate tipologie di studio quali la "ceramica grezza", le "tecniche edilizie" ecc.

Queste successive espansioni di ALADINO, nonché i collegamenti con altri moduli e programmi, seppur determinati da nuove esigenze che si sono venute a manifestare nell'avanzamento della ricerca, hanno in qualche modo mutato oltre che la configurazione, anche la filosofia stessa del sistema (Fig. 3).

In un certo senso, cioè, da un sistema di gestione dati ALADINO si sta trasformando in uno strumento utile anche a livello archeologico vero e proprio, cioè un aiuto per l'analisi e l'interpretazione di un problema archeologico.

ALADINO, quindi, grazie alle caratteristiche proprie di grande flessibilità, indispensabili, del resto, in una disciplina ancora alla ricerca di saldi modelli di riferimento e sicuri paradigmi interpretativi e che risente, in sostanza, di tutte le *impasses* derivate dalla difficoltà di applicare un metodo scientifico a prassi operative che procedono sostanzialmente per paradigmi indiziari, ha potuto adeguarsi alle nuove esigenze configurandosi sempre più come un sistema complesso per l'analisi di dati archeologici ovvero sia un vero e proprio « computer-based information system » (ANDERSON - STOJANOVIC 1982) più che una semplice banca dati.

Fino a questo momento ALADINO, più in generale, ci è servito a precisare la sostanza del fenomeno indagato, almeno per quanto riguarda la prima parte dell'oggetto della ricerca stessa ovvero sia la descrizione dei dati di interesse e le loro interrelazioni col contesto stratigrafico. Tale livello della ricerca, ovvero sia il momento della definizione dei parametri descrittivi e della classificazione, risulta uno stadio comune ad ogni processo di modellizzazione ed è preliminare per l'adozione di procedure matematico-statistiche efficaci, ma viene spesso eluso o trattato "a posteriori" con evidenti compromessi scientifici sull'iter della ricerca.

Tra i tre livelli di elaborazione esistono evidentemente molti punti di contatto, alcuni procedimenti statistici elementari, ad esempio, quali liste di frequenza o istogrammi, pur ponendosi ancora a livello descrittivo, costituiscono però già un livello di prima analisi in quanto prevedono la selezione di parametri per la loro costituzione, operazione tutt'altro che neutra, ma che deve essere finalizzata ad obiettivi di indagine molto specifici.

Come si è tentato di evidenziare, quindi, quando si giunge ad un livello di interpretazione, molti dei presupposti interpretativi sono già fondati nella fase precedente. Per parte nostra, per giungere a formulare ipotesi di lavoro da sottoporre a verifica ci siamo rifatti non solo alle consuete e consolidate pratiche di ricerca della disciplina, ma abbiamo cercato di riflettere sui fondamenti epistemologici delle procedure operative e sugli strumenti interpretativi selezionati.

In questa fase della ricerca stiamo innanzi tutto cercando di esplicitare un modello inteso come espediente per manipolare informazioni ed ipotesi, che ci permetta, inoltre, di trasformare osservazioni complesse in una forma sintetica, che isoli i fattori essenziali e le loro correlazioni e ci conduca alla scoperta di nuove informazioni stimolando lo sviluppo e l'articolazione di teorie generali (CLARKE 1972b; MIELNICZUK 1986). Quale modello interpretativo riteniamo di poterci in certo modo riconoscere in quello che Clarke definiva *morphological paradigm* (CLARKE 1972b, 43 ss.); tale paradigma è caratterizzato dallo studio delle entità archeologiche a partire dalla loro definizione, al fine di recuperare quelle regolarità generali presenti nella loro struttura e nelle relazioni fra loro intercorrenti per riorganizzarle in forma più complessa e fornirci la "grammatica" che presiede alla loro evoluzione. Questo paradigma utilizza le tecniche del computer in quanto si avvale di approcci numerici, statistici, tassonomici.

Nel caso di Castelraimondo per giungere alla definizione di un modello che guidasse la nostra metodologia operativa al III livello archeologico si è operato gradualmente e solo con una serie di operazioni costantemente verificabili e soprattutto avendo ben chiare quali sono le informazioni sulla realizzazione o sul meccanismo del fenomeno che volevamo ricavare. Abbiamo operato quindi, anche a livello metodologico, secondo una procedura *multi-stage* (REDMAN 1973; MCNALLY, WALSH 1984) che consenta approfondimenti di indagine successivi mano mano che si affina il processo interpretativo, ma non solo, che permetta verifiche graduali dei risultati raggiunti e conseguenti ridefinizioni delle ipotesi da sottoporre a verifica per arrivare, in fase finale, alla formulazione di una vera e propria teoria interpretativa.

In questo senso sono state riprese, in qualche modo, le impostazioni teorizzate dalla « new archaeology » (BINFORD, BINFORD 1968) non nel senso di una rigida adozione di metodologie ipotetico-deduttive, del resto inattuabile in am-

bito storico, ma come adesione ad istanze teoriche generali secondo le quali una archeologia che voglia chiamarsi scientifica deve definire le sue entità teoretiche, formulare ipotesi generali su queste entità tenendo conto delle correlazioni tra variabili esplicitamente ed accuratamente definite, esaminare i dati in modo sistematico per scoprire a quale livello le correlazioni ipotizzate possono essere confermate o respinte.

L'adozione dello strumento informatico, oltre a permettere una più corretta definizione di entità e variabili in quanto richiede l'uso di un *linguaggio* che si configuri come *rappresentazione stabile della realtà*, consente operazioni di verifica impensabili con i metodi tradizionali, secondo i quali, in definitiva, si cerca di ricostruire un ambiente collazionando i dati ricavati dallo studio di una percentuale minima di reperti e per di più solo quelli ritenuti significativi, dove questo termine indica quasi sempre solo quei materiali che vantano la più lunga tradizione di studi e sono quindi inseriti in classificazioni e tipologie consolidate che si finisce, in questo modo, per riconfermare all'infinito, acriticamente, semplicemente sulla base della loro esistenza.

Nel caso in esame, lo scavo di Castelraimondo, l'obiettivo di più ampio respiro era evidentemente la ricostruzione più accurata possibile della struttura e dell'evoluzione di un insediamento a carattere militare del Friuli alpino e la definizione della sua importanza nell'ambito del sistema insediativo difensivo romano dell'arco alpino orientale.

Una delle ipotesi di ricerca (SANTORO BIANCHI c.s. b) vede in questo sito fortificato un insediamento sorto per controllare il percorso della valle dell'Arzino, interpretata, in questo caso, come strada di passaggio del materiale ferroso ricavato dalle miniere del Norico e di altri metalli estratti nel Friuli alpino verso i centri di lavorazione e di forniture militari dell'Alto Adriatico.

In sostanza, da un lato si desidera verificare questa ipotesi col materiale recuperato, dall'altro accertare con sicurezza l'evoluzione delle fasi insediative e restituire per ciascuna, o per lo meno per le meglio documentate, un quadro attendibile delle condizioni di vita, della cultura materiale e da questa del livello socio-economico raggiunto dagli abitanti del sito.

Lo studio di Castelraimondo, quale altro obiettivo di ricerca, dovrebbe inoltre contribuire in maniera decisiva, in quanto unico esempio sinora identificato, a restituire un'identità, dal punto di vista architettonico-archeologico, a quella tipologia di edifici definita da Venanzio Fortunato « *castellum* », che sinora era rimasta a livello di semplice voce lessicale priva di concretezza fisica.

Rimane poi da verificare l'inserimento del sito di Castelraimondo all'interno del sistema difensivo alpino orientale, rilevandone eventuali caratterizzazioni o omologazioni rispetto ad una "norma" presa a riferimento.

Le difficoltà di partenza derivate dalla specifica realtà del sito friulano deri-

vano dalla sostanziale continuità di schemi utilizzati nelle fortificazioni romane. Nel nostro caso, inoltre, il continuo riutilizzo delle strutture edilizie nonché il perdurare di scavi clandestini hanno causato notevoli alterazioni alle stratigrafie ed hanno provocato la dispersione dei materiali mobili. A questi dati si deve aggiungere la presenza, in larga maggioranza, di materiale "povero" e privo, come detto, di sicuri riferimenti cronologici.

I primi dati a disposizione che hanno permesso la formulazione delle ipotesi di partenza sono stati ricavati da fonti storiche e da reperti recuperati da ricerche occasionali: tali ipotesi sono state verificate innanzi tutto sul campo con gli strumenti dell'indagine archeologica classica (scavo stratigrafico).

Al momento dell'analisi dei dati il problema-insieme "Castelraimondo" è stato scisso in una serie di problemi-sottoinsiemi.

Sono stati così avviati dei gruppi di ricerca paralleli su problemi specifici per giungere alla formulazione di ipotesi da verificare anche tramite l'uso di procedure statistiche.

A livello operativo, quindi, l'attenzione è stata spostata sui dati in senso quantitativo che quindi fosse possibile elaborare attraverso metodi statistico-matematici (ALDENDERFER 1987).

Una delle difficoltà che hanno finora ostacolato l'applicazione di tali strumenti è legata al problema della rappresentatività del campione (MUELLER 1979; PLESZCZYNSKA *et al.* 1986), ovvero sia molto spesso tali indagini, a volte molto complesse, sono condotte su un numero troppo esiguo di materiali per poter raggiungere un buon livello di significatività statistica.

L'applicazione del computer consente di risolvere questo aspetto del problema, anche se permangono riserve a carattere concettuale, ad esempio per il fatto che l'uso dei modelli matematici sottointende che tutti i fattori operativi siano noti ed esprimibili esattamente ed univocamente (sulla complessità di tali applicazioni illuminanti sono le riserve espresse da PLESZCZYNSKA *et al.* 1986).

In generale la limitazione di queste applicazioni trova per il momento risposta nella incapacità attuale da parte degli archeologi di formulare asserzioni ed eventi statisticamente verificabili, problema ingigantito nel caso di applicazioni di analisi multivariate-discriminanti e quindi non più solo descrittive, a società di ambito storico in cui entrano in gioco fattori socio-culturali ad un livello esponenzialmente maggiore rispetto a società di tipo preistorico, dove pure le applicazioni di tali metodi hanno destato molte perplessità e sono lungi dall'aver ottenuto dei risultati universalmente considerati attendibili anche se statisticamente significativi. In effetti è da ricordare, come già rilevava Klecka (KLECKA 1981), che la « significanza statistica » può non identificarsi automaticamente con la « significanza effettiva ».

IL PROBLEMA DELLA CERAMICA GREZZA: PRIMI RISULTATI E PIANO DI RICERCA

Chiariti gli obiettivi generali della ricerca e il modello interpretativo, come detto, si è proceduto all'analisi di alcuni dei materiali ritenuti più significativi ai fini della nostra indagine.

Nel far ciò abbiamo seguito un approccio pragmatico, secondo il quale, partendo dal materiale disponibile recuperato dagli scavi, si cerca di massimizzare l'informazione che si possiede anche con l'applicazione di nuovi metodi di indagine chimico-fisica (PEACOCK 1977b; PEACOCK 1984).

In questo senso la precedenza spetta evidentemente ai reperti ceramici, sia perché questi costituiscono, in larga percentuale, la maggioranza del materiale recuperato e rendono quindi possibile l'applicazione di metodi statistico-matematici sia perché, oltre che per gli aspetti cronologici, la ceramica è importante per la ricostruzione degli aspetti sociali ed economici quali la definizione della funzione di un sito o della sua ricchezza o prosperità; la stessa ceramica prodotta localmente può servire a questo scopo: in effetti anche la ceramica locale può essere usata per investigare meccanismi di mercato ad un livello dettagliato e sofisticato come ha brillantemente dimostrato I. Hodder (HODDER 1974).

All'interno del materiale ceramico la ceramica "grezza" si dimostrava, nel nostro caso, sicuramente il problema preliminare in quanto costituisce la grande maggioranza dei reperti mobili recuperati e per di più caratterizza pressoché ogni fase stratigrafica da noi rilevata. Diveniva quindi essenziale, per una corretta interpretazione di molti eventi stratigrafici e per una efficace ricostruzione del quadro della cultura materiale, procedere ad uno studio approfondito di tale materiale.

Tale studio è stato condizionato da numerose difficoltà di partenza, prima fra tutte la mancanza di una vera e propria classificazione di riferimento per questa classe ceramica.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione, inoltre, si tratta di ceramica molto frammentata che rende difficile il riconoscimento di forme e tipologie precise. Anche in questo caso, però, le caratteristiche morfologiche di per se stesse non sono chiaramente indicative di un uso specifico e, nel caso della ceramica grezza, possono essere ridotte a poche tipologie fra cui prevalgono largamente, a quanto risulta dai siti finora studiati, l'olla e il catino-coperchio. A Castelraimondo, inoltre, la complessità stratigrafica ha fatto sì che in realtà pochi depositi di ceramica grezza provengano da US chiaramente datate, mentre, al contrario, i maggiori depositi che forniscono più informazioni provengono da strati di riempimento o comunque da stratigrafie alterate; per concludere il quadro delle difficoltà si deve aggiungere che, almeno al momento in cui sono state

effettuate queste prime analisi, esistevano pochi confronti con ceramiche importate ben studiate.

Obiettivo primario dell'indagine sulla ceramica grezza è divenuta quindi l'organizzazione di una classificazione che fosse orientata alla restituzione di una sequenza cronologica.

In questo senso la classificazione è da noi intesa come aiuto all'analisi, in quanto per la nostra attività interpretativa abbiamo bisogno di creare delle suddivisioni, delle tipologie, per introdurre un ordine in un sistema complesso e restituitoci in maniera frammentaria (HILL, EVANS 1972).

La classificazione viene quindi interpretata non come fine in se stesso, ma come fondamento dell'analisi dei dati e di conseguenza un "tipo" è come un tentativo, una classe ipotetica.

I tipi vengono usati perché "funzionano": cioè servono per fissare il tempo e collocare geograficamente l'area di produzione degli oggetti o altrimenti semplicemente perché sono universalmente accettati e permettono facili comunicazioni fra gli studiosi.

Per quanto riguarda Castelraimondo l'esigenza di classificazione della grezza è determinata anche dalla necessità di inquadrare più solidamente su base univoca anche tutto il resto del materiale.

Per giungere a tale impostazione classificatoria cronologica avevamo a disposizione i seguenti elementi di partenza: a) correlazioni stratigrafiche b) dati morfologici c) dati relativi alla costituzione dell'impasto.

Questi elementi sono stati strutturati in una serie di attributi che costituiscono la nostra scheda di catalogazione della ceramica (Fig. 4), elaborata soprattutto ai fini dello studio di questa ceramica, in quanto per altre classi ceramiche, già inserite in tipologie ben definite, i settori della scheda dedicati alla descrizione morfologica e alla descrizione del corpo ceramico non vengono compilati. Per giungere alla definizione della lista degli attributi prescelti ci siamo basati su altre esperienze, numerose se non ridondanti, in quanto pare che in pratica ogni progetto di ricerca conduca inevitabilmente alla creazione di una nuova scheda di catalogazione (ANDERSON - STOJANOVIC 1982; BENNETT 1974; BERTUCCI, CAPORUSSO 1987; FISHER, YATES 1972; FISHER 1976; GARDIN 1976; JOUKOWSKY 1978; MCNALLY, WALSH 1984; PEACOCK 1977b; SEMERARO, MANGIA 1987).

Tali proposte risentono, in alcuni casi, di pretese di universalità, divenendo il più delle volte troppo generiche, in altri casi, invece, risultano di una eccessiva specificità, caratteristica che le rende non "esportabili" ad altre situazioni di ricerca, ma che però soddisfa interamente le esigenze di analisi derivate dall'impostazione di un problema specifico.

L'illustrazione del nostro strumento di catalogazione risulta tanto più im-

portante in quanto ogni classificazione si fonda sulla descrizione dei reperti, al momento di classificare, cioè, non operiamo più sull'oggetto nella sua fisicità, bensì sulla descrizione simbolica (a qualsiasi livello) che lo rappresenta.

Nel nostro caso la scheda, mirata alle esigenze determinate in precedenza, si suddivide concettualmente in 9 aree più una a testo libero destinata a contenere note ed osservazioni che non hanno trovato posto nei campi precedentemente selezionati. Il primo settore riguarda i dati inventariali e quelli di scavo; il secondo comprende invece quelli che sono i dati identificativi e morfologici.

Questo tipo di descrizione morfologica così accurata, per effettuare la quale il ricercatore si può avvalere anche di tavole di disegni predisposte per garantire l'univoca identificazione degli attributi, era necessaria in quanto, mentre in tipologie consolidate basta l'indicazione del tipo per identificare la forma, nel caso della ceramica grezza non esistono classificazioni tipologiche consolidate e valide per qualsiasi periodo cronologico.

Nel terzo settore trovano posto i dati cronologici, nel quarto i dati numerici significativi per la descrizione del pezzo (altezza, larghezza, diametro, peso).

Nella quinta area si è tentato di definire in maniera "normalizzata" i dati derivanti dall'analisi microscopica di un corpo ceramico (cfr. Tav. VIII a-b), riportando l'identificazione dell'eventuale degrassante e di altri minerali unitamente alla percentuale di presenza e al diametro dei granuli di cui è stata definita una rigida suddivisione in 4 categorie di valori. La descrizione del corpo ceramico, che più caratterizza come elemento di novità rispetto ad altre schedature la nostra proposta, non è solo una concessione alle nuove mode classificatorie, ma è mirata ad un obiettivo preciso: lo studio della ceramica grezza, quindi ceramica "povera" non solo da un punto di vista del valore economico, ma piuttosto per quanto riguarda il potenziale informativo che bisognava quindi diversificare e caratterizzare rispetto ad altre tipologie (PEACOCK 1984; CUOMO DI CAPRIO 1985).

Vi sono poi i dati descrittivi, compresi nel sesto settore, relativi alla analisi della superficie del reperto e in cui sono compresi anche i dati decorativi ridotti a pochi elementi comunque sufficienti a definire il materiale in esame che risulta, soprattutto per quello che riguarda la ceramica grezza, di estrema povertà iconografica. Nella settima area sono riportati i dati epigrafici, mentre nell'ottava dovrebbero trovare posto informazioni di vario tipo dallo "stato di conservazione" all'indicazione dei restauri e delle analisi fisico-chimiche effettuate.

L'ultimo settore comprende, infine, i dati relativi alla documentazione.

Il catalogo che dovrebbe derivare da una simile catalogazione si ispira ai seguenti criteri (PEACOCK 1977b):

- 1) registrazione quantitativa completa dei tipi presenti in ogni strato, fase o periodo del sito (peso/numero/percentuale).
- 2) rappresentazioni grafiche per illustrare le forme presenti.

3) accurate, univoche descrizioni delle categorie alle quali sono attribuiti i reperti. In questo senso si è giunti ad una prima, grossolana partizione fra "ceramica da mensa" e "ceramica da cucina", la seconda delle quali distinta sia per il maggiore spessore delle pareti che per la presenza di tracce evidenti di esposizione al fuoco.

Gli studi quantitativi della ceramica presente in ogni sito sono necessari per la ricostruzione della distribuzione della ceramica, dei cambiamenti nei centri di produzione, l'identificazione delle sfere di influenza economica (RENFREW 1977; ALDENDERFER 1987).

Nel caso di Castelraimondo la limitata estensione dell'area sottoposta ad indagine ha reso possibile il totale recupero e studio dei materiali, rimandando ad una fase successiva il problema della selezione e rappresentatività del campione (WILLEY 1961; COWGILL 1964). In realtà pur recuperando tutto il materiale, si è comunque alla presenza di un campione in quanto il materiale recuperato rappresenta comunque solo una selezione di quello prodotto e deposto in antico (REDMAN 1973; REDMAN 1974).

Tutti i frammenti di ceramica grezza sono stati sottoposti a quattro livelli successivi, sempre più specifici, di analisi:

a) *registrazione — inventariazione*; b) *catalogazione*; c) *analisi specialistiche*.

L'evoluzione del processo di indagine ha portato ad una migliore definizione soprattutto delle fasi b) e c) e di conseguenza del modello interpretativo adottato.

L'uso del computer ha permesso di non operare drastiche selezioni di attributi dal momento che si vorrebbe operare su una vasta popolazione con metodi statistici (MOSCATI 1987).

Tradizionalmente, invece, solo un "campione rappresentativo" del totale della ceramica di siti greci e romani viene pubblicato e l'enfasi è sulla presenza di certe tipologie o forme piuttosto che sulla loro frequenza relativa (PEACOCK 1984).

Nel nostro caso la raccolta di materiali più accurata possibile dovrebbe consentire una sequenza continua di "assemblages" dalle prime fasi insediative (protostoria?) alle ultime (periodo tardo medioevale). L'analisi dei materiali dovrebbe invece consentire di verificare e misurare gli elementi di discontinuità e quelli di continuità.

La nostra « *computer-assisted analysis* » (ANDERSON-STOJANOVIC 1982; DORAN 1972) dovrebbe consentire di effettuare le seguenti operazioni: 1) registrare e rendere accessibili dati da un grande numero di frammenti; 2) scoprire relazioni significative fra i vari attributi; 3) avvicinare il materiale secondo una molteplicità di correlazioni per rispondere a domande sulla cronologia, manifattura, tecnologia; 4) determinare, attraverso analisi di seriazione, la frequenza di fab-

briche e attributi (GOLDMANN 1971); 5) attraverso "cluster analysis" imparare il più possibile sui gruppi di fabbriche di Castelraimondo.

Con i dati a disposizione derivati dal primo anno di analisi dei materiali, effettuata sui reperti della campagna 1988, abbiamo effettuato una prima indagine per determinare la frequenza della distribuzione dei valori per ogni variabile, in modo da ottenere degli indicatori sulla utilità delle singole variabili per ulteriori analisi statistiche.

Pur se suscettibile di modifiche, soprattutto a conclusione della serie delle analisi previste su tutto il materiale recuperato, riteniamo comunque che questo primo lotto abbia rappresentato un campione abbastanza significativo che, unitamente alla nostra tipologia previsionale, ha procurato un quadro molto chiaro del *range* degli attributi considerati utili per indagini successive.

Alcune variabili, collocandosi in una successione di valori molto simili sono così risultate poco significative, almeno a questo livello di indagini elementari: così la variabilità dei valori dell'attributo "forma" pur delineando una assoluta prevalenza (40%) delle olle, non offre, isolato, altri elementi di interpretazione.

Dal lato opposto il "colore Munsell" del corpo ceramico, individuato, in una prima fase, come possibile elemento di distinzione di gruppi di impasti risulta, invece, definito da uno spettro troppo ampio di variabili: sarà quindi necessario, per poterlo rendere significativo, riunire i valori presenti in gruppi cromatici affini e, per meglio uniformare il dato, restringere la rilevazione ad un solo operatore che lavori sempre nelle stesse condizioni di luce.

L'indagine sui dati del corpo ceramico ha invece rilevato la massiccia presenza (90%), nella ceramica grezza, di *degrassante calcitico*, nella maggioranza dei casi (70%) *grossolano* (livello di granulometria 4 = da mm. 0,30 a 1).

In una seconda fase abbiamo analizzato i dati a disposizione in correlazione fra di loro. È stato così rilevato, ad esempio, che i frammenti di olle di ceramica grezza di Castelraimondo hanno in prevalenza *orlo ingrossato* o *svasato estroflesso* e *parete diritta*.

Quest'ultimo elemento le collocherebbe perciò in una tipologia di recipienti di grandi dimensioni.

In generale, questo tipo di indagini, ancora in corso, dovrebbe servire a verificare se le variabili selezionate hanno un significato indipendente oppure se semplicemente servono per definire un gruppo. In questo senso una delle prossime analisi che intendiamo applicare è quella relativa al coefficiente di correlazione di Pearson per verificare, appunto, se esiste una relazione lineare tra due variabili numeriche continue, ad es. fra la percentuale di un degrassante come la calcite e la percentuale di un altro minerale presente nell'impasto.

Altre indagini che ci riserviamo di compiere sono quelle relative alle correlazioni fra i dati stratigrafici e le varie classi di materiali, significative risultano

in questo senso le liste di frequenza restituite da ALADINO per quanto riguarda la presenza di ceramica *grezza* e *comune* all'interno delle varie US (Figg. 5 e 6). Le tavole, pur nella loro incompletezza in quanto non sono ancora state registrate tutte le schede di US, rivelano comunque dei "picchi" significativi di presenza che sarà interessante analizzare, ad esempio con il metodo IPS (Iterative Proportional Scaling: LEESE 1985), quando disporremo di una più sicura sequenza stratigrafica e di dati cronologici meno labili.

La ceramica *grezza* pur nella difficoltà di studio già evidenziata in precedenza, per la persistenza cronologica e la quantità recuperata, si adatta più di qualsiasi altro reperto ad esperimenti di tipo statistico e riteniamo che ulteriori indagini quali test di "omogeneità" e di "indipendenza" e in generale analisi statistiche multivariate (MOSCATI 1987), daranno elementi decisivi a conferma dei pochi dati sicuri finora accertati (MANNONI 1975) e per una ipotesi di classificazione che, pur senza pretese di esaustività, sia fondata su criteri uniformi e verificabili, e contribuisca in maniera decisiva alla lettura e decifrazione del nostro problema archeologico.

MARIA PIA GUERMANDI

Istituto Beni Culturali
Regione Emilia Romagna-Bologna

BIBLIOGRAFIA

- ALDENDERFER M. S. (ed.) 1987, *Quantitative Research in Archaeology Progress and Prospects*, Newbury Park, California, Sage.
- ALOIA N., GUALANDI M. L., RICCI A. 1986, *Argo. Uno strumento per la gestione dei dati nella ricerca archeologica sul campo*, Quaderni di "Informatica e Beni Culturali", 9, Siena, Università degli Studi.
- ANDERSON-STOJANOVIC V. R. 1982, *Computer - assisted analysis of pottery at Stobi, Yugoslavia*, « Journal of Field Archaeology », 9, 335-348.
- ANGLE M. et al. 1988, *Il computer nello strato: integrazione di tecniche informatiche alla ricerca archeologica*, in *Archeologia e Informatica. Atti del Convegno, Roma 3-5 marzo 1988*, Roma, Quasar.
- BENNETT W. J. 1974, *The field recording of ceramic data*, « Journal of Field Archaeology », 1, 209-214.
- BERTUCCI G., CAPORUSSO D. 1987, *Un archivio archeologico su personal computer per lo studio della ceramica di Milano*, « Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia 1986 », 216-219.
- BIANCHI M. 1989, *Utilità dello screening seriale per l'ottimizzazione del programma ALADINO*, « Informazioni-IBC », 2, 70-72.
- BIANCHI-BANDINELLI R., BRACCI E., LAFORENZA D. 1989, *Il sistema SAS. Un potente strumento software di uso generale*, Milano, Franco Angeli.

- BINFORD S. R., BINFORD L. R. (edd.) 1968, *New Perspectives in Archaeology*, Chicago.
- CLARKE D. L. (ed.) 1972a, *Models in Archaeology*, London, Methuen.
- CLARKE D. L. 1972b, *Models and paradigms in contemporary archaeology*, in CLARKE 1972a, 1-60.
- CORTI L., SCHMITT M. (edd.) 1984, *Automatic Processing of Art History Data and Documents - Proceedings*, Pisa, Regione Toscana.
- COWGILL G. L. 1964, *The selection of samples from large sherd collections*, « American Antiquity », 29, 467-473.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1985, *La ceramica in archeologia*, Roma, "L'Erma" di Bretschneider.
- D'ANDRIA F. (ed.) 1987, *Informatica e Archeologia Classica. Atti del Convegno Internazionale, Lecce 12-13 maggio 1986*, Galatina, Congedo.
- DI BARI V. C. et al. 1984, *Esempio di realizzazione di carte tematiche sui dati forniti dal data-base dei vasi attici a figure del V sec. a.C. provenienti dalla Puglia*, in CORTI, SCHMITT 1984, 475-487.
- DONATO G., HENSEL W., TABACZYNSKI S. (edd.) 1986, *Teoria e pratica della ricerca archeologica. I. Premesse metodologiche*, Torino, Il Quadrante.
- DORAN J. E., 1972, *Computer models as tools for archaeological hypothesis formation*, in CLARKE 1972a, 425-451.
- FISHER D. D., YATES K. M. Jr. 1972, *Artifact and Pottery Coding Manual*, Stillwater, Oklahoma.
- FISHER D. D. 1976, *A computer based system for archaeological recording*, « Journal of Field Archaeology », 3, 117.
- GAINES S. W. (ed.) 1981, *Data Bank Applications in Archaeology*, Tucson, Arizona, The University of Arizona Press.
- GARDIN J.-C. 1976, *Code pour l'analyse des formes de poteries*, Paris, C.N.R.S.
- GARDIN J.-C. 1979, *Une archéologie théorique*, Paris, Hachette.
- GINOUVÈS R. 1971, *Archéographie, archéométrie, archéologie. Pour une informatique de l'archéologie gréco-romaine*, « Revue Archéologique », 93-126.
- GOLDMANN L. 1971, *Some archaeological criteria for chronological seriation*, in F. R. HODSON, D. G. KENDALL, P. TAUTU (edd.), *Mathematics in Archaeological and Historical Sciences. Proceedings of the Anglo Romanian Conference, Mamaia, 1970*, Edinburgh, Edinburgh University Press, 202-208.
- GUALANDI M. L., RICCI A., ALOIA N. 1987, *L'archeologia sul campo: la realizzazione di un prototipo per la computerizzazione dei dati*, in D'ANDRIA 1987, 139-150.
- GUERMANDI M. P. 1987, *Il computer sullo scavo, un'ipotesi per Castelraimondo*, in F. PIUZZI (ed.), *Il colle abbandonato di Castelraimondo. Testimoniare il passato con i metodi del presente*, Udine, Del Bianco, 103-119.
- GUERMANDI M. P. 1989a, *ALADINO: il progetto, il prototipo, il collaudo*, « Informazioni-IBC », 2, 51-64.
- GUERMANDI M. P. 1989b, *Aladino: uno strumento per la gestione dei dati di scavo*, « Bollettino d'informazioni del Centro di Elaborazione Automatica di Dati e Documenti Storico Artistici - Scuola Normale Superiore - Pisa », 10, 1, 21-56.
- GUERMANDI M. P. 1990, *ALADIN: un instrument pour la gestion des données de fouille*, in *Peuplement et exploitation du milieu alpin (Atti del Convegno internazionale, Belley 1989)*, « Caesariodunum », 25.
- GUERMANDI M. P., LENZI F., PAGLIANI M. L. 1989, *IASON. Materiali per la realizzazione di una banca dati archeologica*, « IBC-Informazioni », 1, 33-48.
- HILL J. N., EVANS R. K. 1972, *A model for classification and typology*, in CLARKE 1972a, 231-273.

- HODDER I. 1974, *Some marketing models for Romano-British coarse pottery*, « *Britannia* », 5, 340-359.
- JOUKOWSKY M. 1978, *Computer use in pottery studies at Aphrodisias*, « *Journal of Field Archaeology* », 5, 431-442.
- KLECKA W. R. 1981, *Discriminant Analysis*, London.
- LEESE M. N. 1985, *Iterative proportional scaling (IPS): A method for analysing frequency tables*, in A. VOORRIPS, S. H. LOVING (edd.), *To Pattern the Past*, « *PACT* » 11, Strasbourg, Conseil de l'Europe, 161-168.
- MANNONI T. 1975, *La ceramica medievale a Genova e nella Liguria*, « *Studi Genuensi* », 7.
- MARTLEW R. (ed.) 1984, *Information Systems in Archaeology*, Gloucester, Alan Sutton.
- MCNALLY S., WALSH V. 1984, *The Akhmim Data Base: A multi-stage system for computer-assisted analysis of artifacts*, « *Journal of Field Archaeology* », 11, 47-59.
- MIELNICZUK J. 1986, *Esempi di modellizzazione in archeologia*, in DONATO et al. 1986, 353-391.
- MOSCATI P. 1987, *Archeologia e Calcolatori*, Firenze, Giunti.
- MUELLER J. W. (ed.) 1979, *Sampling in Archaeology*, Tucson, Arizona, The University of Arizona Press.
- PARISE BADONI F., RUGGERI GIOVE M. (edd.) 1984, *Norme per la redazione della scheda del saggio stratigrafico*, Roma, Multigrafica.
- PEACOCK D. P. S. (ed.) 1977a, *Pottery and Early Commerce. Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics*, London, Academic Press.
- PEACOCK D. P. S. 1977b, *Ceramics in Roman and medieval archaeology*, in PEACOCK 1977a, 21-33.
- PEACOCK D. P. S. 1984, *Introduction e Petrology and Origins*, in M. G. FULFORD, D. P. S. PEACOCK (edd.), *Excavations at Carthage: the British Mission*, I, 2, Sheffield, University of Sheffield, 1-28.
- PLESZCZYNSKA E. et al. 1986, *Schemi di inferenza statistica nelle ricerche archeologiche*, in DONATO et al. 1986, 325-351.
- RAGIR S. 1975, *A review of techniques for archaeological sampling*, in T. R. HESTER, R. HEIZER, J. A. GRAHAM (edd.), *Field Methods in Archaeology*, Palo Alto, Mayfield, 283-302.
- REDMAN C. L. 1973, *Multistage fieldwork and analytical techniques*, « *American Antiquity* », 38, 61-79.
- REDMAN C. L. 1974, *Archaeology Sampling Strategies*, Publications in Anthropology n. 55, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley Modular.
- RENFREW C. 1977, *Introduction: Production and exchange in early stata societies, the evidence of pottery*, in PEACOCK 1977a, 1-20.
- SANTORO BIANCHI S. 1989, *Castelraimondo 1988, scavo test del programma ALADINO*, « *Informazioni-IBC* », 2, 65-69.
- SANTORO BIANCHI S. c.s. a, *Castelraimondo: scavi 1989*, « *Aquileia Nostra* », 59 (in corso di stampa).
- SANTORO BIANCHI S. c.s. b, *L'indagine archeologica nei siti fortificati del Friuli romano: il caso di Castelraimondo*, in *Castelli e città fortificate (Atti del convegno internazionale di Palmanova, 3-5 luglio 1989)* (in corso di stampa).
- SEMERARO G., MANGIA C. 1987, *Progetto BDAR: gestione di una base di dati archeologici ed elaborazioni statistiche. L'esperienza di Otranto*, in D'ANDRIA 1987, 239-261.
- WILLEY G. R. 1961, *Volume in pottery and the selection of samples*, « *American Antiquity* », 27, 230-231.

ABSTRACT

ALADINO is a data-base system created by the Centro di Documentazione of the Istituto Beni Culturali. It was used for data storage and retrieval during the course of the Roman-medieval excavation at Castelraimondo (Udine - Italy); its main distinctive features are flexibility, easy interfaces, the use of natural language and the automatic integration between alphanumeric data and images. ALADINO produces distribution maps of data acquired during excavation and it allows frequency tables and simple uni and bivariate analyses. At present ALADINO has been improved with new releases and it will be connected with other programs in order to study the coarse ware through statistical analyses (cluster, multivariate, etc.) and in order to realize a real computer-based information system.