

Dallo scavo al laboratorio

Izkop iz laboratorija

From the Excavation to the Laboratory

5.1 LA PIANIFICAZIONE E GLI INTERVENTI DALLO SCAVO AL LABORATORIO, LE BUONE PRATICHE

5.1.1 Il reperto dell'archeologo, il reperto dell'archeometra

Il cammino che un reperto archeologico normalmente percorre, dal luogo di ritrovamento (scavo) al laboratorio dove verrà esaminato e poi, eventualmente, restaurato, prevede - nella prassi corrente - una serie di passaggi successivi, non sempre comunicanti. La fase iniziale consiste nell'operazione di scavo vero e proprio e recupero dei reperti, seguita dal loro studio e, infine, dal restauro ed eventuale esposizione. Troppo spesso questi passaggi avvengono in compartimenti stagni, in luoghi di ricerca diversi, ad opera di figure con competenze differenti e condivise solamente per gli aspetti riguardanti l'esito del lavoro, ma non la sua progettualità.

Tale modo di operare comporta alcuni rischi per il reperto che, a partire dal momento del rinvenimento sullo scavo, dovrebbe iniziare un unico ininterrotto percorso fino al laboratorio, meditato e consapevole, che garantisca tutte le cautele necessarie alla sua corretta conservazione, sia per compromettere il meno possibile la sua integrità che per non alterare i risultati di eventuali analisi future.

Il progetto pilota di Shared Culture-Torcello 2012 ha evidenziato come le competenze che operano lungo

5.1 OD IZKOPAVANJ DO LABORATORIJA. IZKUŠNJA DOBRE PRAKSE

5.1.1 Arheologov in arheometrov repertoar

Pot najdbe od najdišča (izkopa) do delavnice, kjer jo bodo pregledali in po potrebi restavriral, po trenutno uveljavljeni praksi predvideva nekaj korakov, ki niso nujno povezani. Začne se z izkopom samim in z najdbo ostankov, ki se nato proučijo, restavrirajo in zelo verjetno na koncu tudi razstavijo. Vse prepogosto se tej koraki dogajajo v zaprtih krogih, v različnih raziskovalnih prostorih, izvajajo jih ljudje z različnimi znanji, skupni so jim samo izsledki dela, ne pa tudi njegova načrtovalnost.

Takšen način delovanja za najdbo predstavlja nekaj tveganj. Od njegovega odkritja med izkopavanjem bi moral svojo pot neprekinjeno nadaljevati do delavnice, premišljeno in zavestno bi mu bilo treba zagotoviti vso potrebno skrb za ustrezno shranjevanje, tako da ostane, čim bolj neokrnjen in se ne spremenijo izsledki morebitnih bodočih analiz.

Pilotski projekt Shared Culture-Torcello 2012 je izpostavil, kako bi morali strokovnjaki, ki delujejo na tej poti, med sabo komunicirati, predvsem pa bi morali vedno bolj težiti k skupnemu izobraževanju. Arheolog oz. strokovnjak, ki deluje na začetku »poti« bi moral znati ne

5.1 FROM THE EXCAVATION TO THE LABORATORY. THE GOOD PRACTICES

5.1.1 The find of the archaeologist, the find of the archaeometrist

According to current praxis, the path of an archaeological find, from the excavation site to the laboratory, where it will be examined and eventually restored, follows a series of subsequent steps that are not always directly related. Commonly, the first step is the excavation itself followed by the recuperation of the finds, followed then by their analysis, restoration, and eventual exhibition. In many cases, these steps occur as separated moments, not connected between them, in different research places and executed by people with different skills that share only aspects regarding the final outcome of the work, but not involved regarding the planning of the work.

The absence of a planning phase, combining the different professional skills involved in the project, inevitable entails some risks for the protection of the finds. The path of the archaeological find from the excavation to the laboratory should be in fact uninterrupted/unique and planned in all the phases *ad priore* in order to ensure its correct preservation and integrity. Ensuring moreover the absence of possible contaminations of the finds and the reliability of the data obtained from the analysis.

The pilot project of Shared Culture - Torcello 2012 highlighted not only the need for a close communication but in particular the need for common training moments for all the people involved, taking advantage of their specific skills.

The archaeologist, the professional in charge at the beginning of the 'journey,' in addition to the knowledge neces-

questo percorso dovrebbero essere non solo comunicanti, ma dovrebbero prevedere sempre di più momenti di formazione di tipo comune. L'archeologo, ovvero la competenza che opera all'inizio del 'viaggio', oltre alle conoscenze necessarie per condurre uno scavo stratigrafico in maniera corretta per ricavarne il maggior numero di informazioni possibili, dovrebbe avere nozioni di come trattare il reperto sin dallo scavo, evitare che lo *shock* provocato dai bruschi cambiamenti ambientali lo danneggi irrimediabilmente. Chi, invece, opera in laboratorio, l'archeometra, per seguire i processi delle analisi chimico-fisiche (volte alla conoscenza di diversi aspetti di composizione, uso, tecnologia) dovrebbe necessariamente conoscere non solo la provenienza del reperto, ma anche il contesto storico e stratigrafico nel quale questo va inserito e a quali 'quesiti' può dare risposte. Ci sembra interessante sottolineare un aspetto di contiguità tra le due discipline che, in maniera preconcepita, viene di solito considerato come un "difetto" da una delle due scienze nei confronti dell'altra e viceversa. L'archeologo con lo scavo stratigrafico distrugge sistematicamente ciò che studia, e questo può apparire scellerato dal punto di vista del restauratore/archeometra, che non sempre riesce a comprendere la necessità di muovere una certa quantità di terra e di reperti (ovvero conoscere la stratigrafia), in tempi e modi propri dello scavo, che inevitabilmente comportano perdita di una parte dei reperti presenti nel sito: scegliendo, ad esempio, di setacciare solo un certo campione di terreno, o scegliendo di scavare a pala e piccone uno strato di riporto contemporaneo. L'archeometra, d'altro canto, ha necessariamente bisogno del sacrificio materiale di alcuni frammenti, prima ampiamente documentato dallo studio archeologico, per poter ottenere la conoscenza che può derivare dalle analisi dei componenti del fram-

samo, kako pravilno izvajati stratigrafsko izkopavanje za pridobitev čim večjega števila podatkov, ampak tudi kako ravnati z najdbo vse od odkritja, da bi se izognili *šoku* zaradi ostrih okoljskih sprememb, ki bi ga nepopravljivo poškodovale. Arheometer, ki pa deluje v delavnici, bi moral pri kemično-fizikalnih postopkih za spoznavanje zgradbe, rabe, tehnologije ... nujno poznati tako izvor najdbe kot tudi zgodovinski in stratigrafski kontekst, v katerega se umešča in na katera »vprašanja« lahko odgovori.

Zdelo se nam je zanimivo izpostaviti bližino obeh strok, kar obe znanosti po navadi jemljeta za »napako« druge. Arheolog s stratigrafskim izkopavanjem sistematično uničuje, kar raziskuje in to je za restavradorja/arheometra nezaslišano. Slednji ne razume vedno potrebe po premikanju določene količine zemlje in najdb (oz. poznavanje stratigrafije), v časovnem okviru in na način, ki ga zahteva izkopavanje, saj to neizogibno prinese izgubo dela najdb na nahajališču: izberejo npr., da bodo presejali le določen vzorec zemlje ali z lopato in krampom izkopali plast sodobnega nanosa. Arheometer po drugi strani mora žrtvovati nekaj drobcev, ki so jih prej med arheološkim proučevanjem na široko popisali, da lahko opravi analizo sestavin samega delca. Arheolog mora torej znati drobce, namenjene za analizo, prepustiti njihovi usodi in se zavedati njihove vzorčne vloge.

Na Torcellu 2012 se je izkazalo, da je rešitev v sobivanju na izkopu: sodelovanje in skupno načrtovanje prinese zavedanje o potrebnih posegih.

MS

5.1.2 Faze ohranjevalnega postopka

Da bi povezali različne faze ohranjevalnega postopka, potrebujemo tako arheološki kot arheometrični pogled, da lahko opredelimo realna tveganja za najdbe. V

sary for properly conducting an archaeological excavation, should know how to treat the finds since the discovery, avoiding for example that the shock caused by the abrupt environment changes will damage them irreparably.

The archaeometrist, who mainly works in the laboratory and takes care of the chemical/physical analyses, should necessarily know not just the provenance of the finds, but also their historical and stratigraphic context in order to apply the correct analytical techniques in functions to the analyzed object and the questions raised by the archaeologist.

Archaeology and archaeometry show in our opinion a contiguity aspect between the two disciplines often wrongly and prejudicially seen as a "defect" from one of the two sciences to the other and vice versa.

Archaeologists systematically destroy the object of their studies with stratigraphic excavations, and this may appear incomprehensible from conservators and archaeometrists, who do not always see the need to move a certain amount of land and finds according to the timing and methods pertinent to an excavation. These inevitably lead to the loss of part of the finds present on the site. For example, by choosing to scour only a certain soil sample, or by using picks and shovels to dig a contemporary layer of fill.

On the other hand, archaeometrists need to sacrifice some fragments taken from the excavated objects – previously fully documented by the archaeological study – in order to obtain analytical data useful for their characterization. In this case, archaeologists must accept the loss of those fragments, aware of the role they play in the study/investigation. The experience of Torcello 2012, has shown how the co-presence within the excavation of archaeologists and archaeometrists might be the strategic key: co-participation and co-design raises awareness of the actions to be taken.

mento stesso. L'archeologo in questo caso deve poter lasciare andare al proprio destino i frammenti che destina alle analisi, consapevole del ruolo di campione che essi rivestono.

La compresenza nello scavo, secondo l'esperienza di Torcello 2012, pare essere la chiave risolutiva: co-partecipazione e co-progettazione portano alla consapevolezza delle azioni da intraprendere.

MS

5.1.2 Le fasi del percorso conservativo

Per giungere a relazionare le varie fasi del percorso conservativo, è necessario il punto di vista archeologico e archeometrico, in modo da definire quali siano i rischi reali che possono correre i reperti. Nelle seguenti pagine si propone una metodologia rispondente alle esigenze conservative, dedotte dalla bibliografia scientifica e valutate collegialmente prima in linea teorica, e poi praticamente, all'interno del progetto formativo di Torcello 2012.

È noto che lo scavo archeologico rappresenta per i reperti, probabilmente, il momento di massimo rischio. Non appena riportati alla luce, questi vanno incontro ad una totale alterazione dell'equilibrio raggiunto all'interno del terreno (MENEGAZZI 2002).

Le prassi di conservazione dei reperti dovrebbero avere (sia per legge che per buon senso) un ruolo essenziale nella programmazione e nell'attuazione di un'indagine archeologica, indistintamente dal tipo di contesto in cui si opera. In aggiunta, il personale che studia e cura i materiali ha l'obbligo di mettere in opera le buone pratiche conservative, discernendo queste ultime dalle operazioni dannose (PEDELÌ, PULGA 2002).

In linea teorica, l'equipe scientifica dovrebbe essere composta da diverse figure professionali, quali: l'archeo-

nadaljevanju predlagamo metodo, ki ustreza potrebam po ohranjanju, ki so zbrane v literaturi in za katere smo najprej pripravili teoretično skupno oceno, nato pa še praktično v sklopu izobraževalnega projekta Torcello 2012.

Arheološko izkopavanje je verjetno najbolj rizični trenutek za najdbe. Takoj po odkritju so izpostavljeni popolni spremembi ravnovesja, ki so ga skozi čas dosegle v tleh (MENEGAZZI 2002).

Postopki ohranjanja najdb bi morali igrati (tako po zakonu kot po zdravi pameti) bistveno vlogo pri načrtovanju in izvajanju arheoloških raziskav, ne glede na vrsto konteksta, v katerem potekajo. Poleg tega mora osebje, ki proučuje in neguje gradivo, izvajati dobro prakso ohranjanja in izločiti škodljive postopke (PEDELÌ, PULGA 2002).

Teoretično bi morala strokovno ekipo sestavljati dva različna strokovnjaka kot npr.: arheolog, arheometer, arhitekt ali inženir, geometer, fotograf, restavrator ali konservator, arheobotanik, arheozoolog, antropolog in geolog. V resnici pa to v takšnih okoliščinah ni izvedljivo zaradi pomanjkanja časa in finančnih omejitev. Pogosto morajo arheologi sami obdelati najdene predmete.

Prav zato je že v prvih faza načrtovanja izkopavanja nujno, da arheologi poznajo različne okoljske dejavnike, značilne za izbrano nahajališče (RENFREW, BAHN 2009). Takšni napotki, ki se zdijo na prvi pogled očitni, ne bi smeli biti osrednjega pomena v strokovnem izobraževanju arheologa, po skupnem izobraževalnem načrtu univerzitetnih ustanov. Bilo bi tudi zaželeno, da bi vsi delavci vedeli katera orodja se uporabljajo za zbiranje določenega gradiva, kakšne so značilnosti in težavnosti, vezane na vrsto samih ročnih izdelkov, kako se utrdijo dobrine (tako s pasivno kot z aktivno metodo) in kako pripraviti gradivo za skladiščenje in prenos do delavnice.

5.1.2 The phases of the conservation process

The archaeological and archaeometric points of view are both necessary in order to define what the real risks are for the finds and correctly relate the various conservation phases. In the following pages, we will propose a methodology suited to the needs of conservation, collected from bibliography and evaluated first theoretically and then practically within the Torcello 2012 training project.

The actual process of archaeological excavation is probably the most fraught with risks for conservation purposes. Being brought back to light means a total alteration of the balance reached underground over time (MENEGAZZI 2002).

According to the law and common sense, conservation practices should (play an essential role in the planning and implementing of archaeological investigations regardless of the operative environment. In addition, the staff responsible for handling and studying materials has an obligation to implement good conservation practices, discerning them from harmful actions (PEDELÌ, PULGA 2002).

In theory, a scientific team should be composed of various professionals, such as: archaeologists, archaeometrists, architects or engineers, surveyors, photographers, restorers or conservators, archaeobotanists, archaeozoologists, anthropologists, and geologists. But in reality, such circumstances are not feasible due to deadlines and obvious economic restrictions. It often happens that archaeologists themselves have to initially care for the recovered goods.

Precisely for this reason, it is essential that archaeologists be aware of the various environmental factors affecting their chosen site starting with the early excavation planning stages (RENFREW, BAHN 2009). These

logo, l'archeometra, l'architetto o ingegnere, il geometra, il fotografo, il restauratore o conservatore, l'archeobotanico, l'archeozoologo, l'antropologo ed il geologo. Ma nella realtà una circostanza del genere non è realizzabile a causa di tempistiche troppo brevi e di ovvi problemi economici. Accade spesso che siano gli stessi archeologi a dover prestare le prime cure ai beni recuperati.

Proprio per questo motivo, già nelle prime fasi di progettazione di uno scavo è indispensabile che gli archeologi siano a conoscenza dei diversi fattori ambientali che contraddistinguono il sito prescelto (RENFREW, BAHN 2009); tali indicazioni, apparentemente ovvie, dovrebbero essere al centro della formazione professionale dell'archeologo secondo un piano formativo condiviso tra le istituzioni universitarie. Sarebbe inoltre auspicabile che tutti gli operatori abbiano presente quali strumenti utilizzare per la raccolta dei dati materiali, quali siano le proprietà e le problematiche legate alla natura dei manufatti stessi, come poter stabilizzare i beni (sia con metodi passivi che attivi) e come predisporre i materiali per l'immagazzinamento e il trasporto verso il laboratorio.

Per quanto riguarda la fase operativa esistono diverse procedure che contraddistinguono l'operato degli archeologi: si tratta principalmente di interventi che, da un lato, facilitano il recupero dei manufatti dal contesto di ritrovamento e, dall'altro, rendono possibile la loro conservazione fino alle fasi di restauro.

Questi procedimenti possono essere ricondotti a delle fasi così riassumibili (COLOMBI 2002):

Fase 1: Il rinvenimento e la rimozione di un reperto

Non appena un manufatto risulta completamente visibile sul terreno e gli operatori terminano di documen-

Za delovanje arheologov je v operativni fazi značilnih nekaj postopkov: v glavnem gre za posege, ki po eni strani olajšajo pridobivanje manufaktov iz konteksta najdbe, po drugi strani pa omogočijo shranjevanje do restavracije. Postopke je mogoče razdeliti na faze (COLOMBI 2002):

1. faza: odkritje in odstranjevanje najdbe

Čim je manufakt popolnoma viden na tleh in so delavci zaključili popisovanje z risbami, slikami in izpolnjevanjem vnaprej pripravljenih podatkovnih obrazcev, ga je mogoče odstraniti (RENFREW, BAHN 2009). Če se odkrijejo majhni premični manufakti (kovanci, drobci stekla, predmeti iz slonovine itd.), je bolje, da se površine ne drgne s prsti, saj bi jo to lahko dodatno podršalo. Poleg tega se priporoča postopen prehod gradiva iz talnih plasti v zunanje okolje, tako da se zmanjša čas izpostavljenosti atmosferskim dejavnikom (PEDELÌ, PULGA 2002). Na koncu, za razliko od premičnih odkritij, se arhitektonske elemente in strukture, ki se prikazujejo praviloma pusti v kontekstu najdbe (*in situ*) ali pa se jih preprosto odstrani in razstavi takoj ob začetku proučevanja sledeče arheološke plasti (RENFREW, BAHN 2009).

2. faza: utrditev

Gre za postopek, ki ni vedno nujno potreben in, ki se izvaja le redko. Neposredno na površino predmeta se nanesejo snovi, ki strukturo utrdijo in olajšajo odstranitev (PEDELÌ, PULGA 2002). Ker gre za nepovratno metodo, se omejuje izključno na nekatere okoliščine kot npr. če gre za zelo krhke predmete, ki so že poškodovani. Takšen postopek bi moralo izvajati usposobljeno in izkušeno osebje (COLOMBI 2002; CAPOGROSSI 2002).

seemingly obvious indications should be the base to archaeological training courses as far as university institutions are concerned.

It would also be desirable that all operators of what tools should be used for material data collection, what properties and issues concern the nature of the artefacts, how to stabilize them (with both passive and active methods), and how to set up materials for storage and transport to the laboratory.

Regarding the operational phase, archaeologists follow several procedures. These are mainly actions aimed at facilitating artefact recovery from the environment where they were found, as well as making possible their preservation until restoration time. These procedures may be summarized in the phases outlined below (COLOMBI 2002).

Phase 1: finding and removing an artefact

An artefact may be removed as soon as it is fully visible on the ground and operators are done documenting it by means of drawings, photographs, and data collecting modules (RENFREW, BAHN 2009). If small movable artefacts are found (coins, glass fragments, ivory objects, etc.), it is best to avoid rubbing their surface with one's fingers, because doing so would cause new abrasions.

Moreover, it is always advisable to have materials move gradually from the soil layers to the external environment, in order to reduce their time of exposure to atmospheric agents (PEDELÌ, PULGA 2002). Finally, unlike movable assets, architectural elements and structures that emerge are normally left *in situ*, or simply removed and dismantled as soon as the next archaeological layer comes under study (RENFREW, BAHN 2009).

tarlo mediante disegni, fotografie e compilazione di schede-dati prestampate, esso può essere rimosso (RENFREW, BAHN 2009). Se si rinvencono piccoli manufatti mobili (monete, frammenti di vetro, oggetti in avorio, ecc.) è meglio evitare di strofinarne le superfici con le dita, perché così facendo si provocano nuove abrasioni. Inoltre, è sempre consigliabile rendere graduale il passaggio dei materiali dagli strati del terreno all'ambiente esterno, in modo da ridurre i tempi di esposizione agli agenti atmosferici (PEDELI, PULGA 2002). Infine, a differenza dei beni mobili, gli elementi architettonici e le strutture che emergono vengono di norma lasciati all'interno del contesto di ritrovamento (*in situ*), oppure semplicemente asportati e smantellati non appena si procede a studiare lo strato archeologico successivo (RENFREW, BAHN 2009).

Fase 2: Il consolidamento

Si tratta di un'operazione che non sempre è necessaria e che va effettuata soltanto in rare occasioni. Essa consiste nell'applicare, direttamente sulla superficie del bene, sostanze che ne stabilizzano la struttura e che ne facilitino il recupero dal terreno (PEDELI, PULGA 2002). Poiché si tratta di un metodo irreversibile, esso va limitato solo ad alcune circostanze, come nel caso di oggetti molto fragili che sono già compromessi. Tale operazione dovrebbe essere effettuata da personale esperto e competente (COLOMBI 2002; CAPOGROSSI 2002).

Fase 3: Come liberare il manufatto dalle incrostazioni

Spesso si tende a confondere il processo di pulitura con quello di lavaggio, tuttavia si tratta di due procedimenti distinti. Spesso le superfici dei reperti vengono pulite esclusivamente a secco con l'uso di spazzolini morbidi.

3. fase: kako z manufakta odstraniti inkrustacije

Pogosto se čiščenje zamenjuje s pranjem, čeprav gre za dva ločena postopka. Pogosto se površina najdb čisti izključno na suho, z mehкими krtačkami. V tem primeru strokovna literatura le v zelo redkih primerih priporoča uporabo nekaj kapljic demineralizirane vode, ki zmehča zemeljske nanose. Suho brisanje ni primerno za čiščenje organskih ostankov, kot so npr. kosti in les (KIPFER 2006). To je dokaj nevarno tudi za kovine, keramiko brez premaza in za keramične manufakte, ki so se žgali na nizki temperaturi (COLOMBI 2002). Nastanejo lahko površinske praske oz. se nepovratno izbrišejo pomembni podatki o izdelavi in rabi predmetov, njihova struktura pa postane bolj krhka.

Pri pranju pa se, zato, da se čim bolj zmanjša nevarnost kemično-fizičnih sprememb (eflorescence, plesni, spremembe barve in zunanje razpoke) predvideva uporaba izključno deionizirane in demineralizirane vode. Strokovna literatura izhaja iz najmanjše stopnje rizika in navaja možnost pranja pri lakirani in glazirani keramiki žgani na visokih temperaturah, opeki, marmorju in tufu. Nasprotno je treba zelo previdno prati: emajlirano keramiko, les, malakofauno, slonovino, kosti (KIPFER 2006). Nikoli pa naj ne bi prali: ometa, mavca, kovin, stekla, lončenine in tkanin (COLOMBI 2002). Potrebno se je izogniti popolni potopitvi najdb v vodo.

Pri projektu Torcello 2012 smo se odločili, da problem pranja posebej analiziramo (BERNARDI, SGOBBI, ZENDRI, LONGEGA v tem zvezku) in nismo nobene najdbe oprali na izkopu. Vse postopke smo prepustili delavnic.

4. faza: premikanje, označevanje in klasifikacija najdb

Po čiščenju/pranju, in po tem, ko so najdbe popolnoma

Phase 2: consolidating

This operation is not always necessary and should be performed only on rare occasions. It consists of applying substances directly on the surface of an article to stabilize its structure and facilitate its recovery from the ground (PEDELI, PULGA 2002). As this method is irreversible, it must be limited only to certain circumstances, as in the case of very fragile objects that are already compromised. This operation should be performed by experienced and competent staff (COLOMBI 2002; CAPOGROSSI 2002).

Phase 3: how to rid an artefact of incrustations

We often tend to confuse the cleaning and washing processes, but they are two separate procedures. Often the surfaces of the specimens are just dry cleaned with the use of soft brushes. In this circumstance, and only in very rare cases, the literature recommends adding a few drops of distilled water to soak the dirt and debris. Dry cleaning is unsuitable for organic remains such as bone and wood (KIPFER 2006). It is relatively risky even for metals, ceramics without coating, and low fired ceramic articles (COLOMBI 2002). The risk arises from the possibility of causing superficial abrasions and irreversibly deleting important information on the production and use of such objects, as well as increasing their structural fragility.

Washing, it is an action performed only with deionized or demineralized water in order to minimize the danger of chemical and physical alterations (efflorescences, moulds, coloration changes, and external cracks). Field literature, starting from the lowest degree of risk, indicates that washing may be performed on painted slipped ceramic fired at high temperatures, bricks, marble, and tuff stone. The following should instead be

In questa circostanza, e solo in rarissimi casi, la letteratura consiglia di aggiungere poche gocce di acqua demineralizzata per ammorbidire i depositi di terra. La detersione a secco rimane inadatta per la ripulitura di resti organici quali ossa e legno (KIPFER 2006). Questa è relativamente rischiosa anche per i metalli, le ceramiche prive di rivestimento ed i manufatti ceramici che sono stati cotti a basse temperature (COLOMBI 2002). Il rischio deriva dalla possibilità di provocare abrasioni superficiali e cancellare irreversibilmente importanti informazioni sulla produzione e l'utilizzo degli oggetti aumentandone inoltre la fragilità strutturale.

Per quanto riguarda invece il lavaggio, si tratta di un intervento che, per ridurre al minimo il pericolo di alterazioni chimico-fisiche (efflorescenze, muffe, cambiamenti di colore e fratture esterne) prevede solo l'utilizzo di acqua deionizzata o demineralizzata. La letteratura nel settore, partendo dal grado di rischio minore, indica la possibilità di un lavaggio per la ceramica verniciata e ingobbata cotta ad alte temperature, i laterizi, il marmo ed il tufo. Al contrario, sono da lavare con prudenza: la ceramica invetriata, il legno, la malacofauna, l'avorio, le ossa (KIPFER 2006). Invece, non andrebbero mai lavati: l'intonaco, lo stucco, il metallo, il vetro, la faïence ed i tessuti (COLOMBI 2002). L'immersione completa in acqua dei reperti andrebbe decisamente evitata.

Durante il progetto di Torcello 2012 si è scelto di sottoporre il problema del lavaggio ad un'analisi specifica (BERNARDI, SGOBBI, ZENDRI, LONGEGA in questo volume), scegliendo di non lavare nessun reperto sullo scavo, e demandando tutte le operazioni al laboratorio.

Fase 4: Lo smistamento, la siglatura e la classificazione dei reperti

Non appena i materiali sono stati puliti/lavati e sono

suhe, se dividono in categorie, glede na sestavo (keramika, kovinski izdelki, stekleni predmeti, kamnite in gradbene dobrine, kosti) (RENFREW, BAHN 2009). Nato se nadaljuje z označevanjem: zapise se leto, ime operacije izkopavanja, ime območja in plasti, v kateri je bila najdba odkrita.

Praviloma se posamezni drobci označujejo neposredno s tušem na plast paraloida ali drugih podobnih smol (le te se uporabljajo, ker jih je preprosto odstraniti z manjšo količino acetona). Nasprotno naj se ne bi označevalo gradivo, ki je slabo ohranjeno, ki kaže možnost krušenja, je zelo porozno ali če so na površini večje razpoke (COLOMBI 2002).

5. faza: lepljene ostankov enega manufakta

Gre za postopek, ki ga ne bi smeli izvajati na gradbišču, saj pogosto za to primanjkuje časa in ustrezno usposobljenega kadra. Zato se raje vsi delci, ki kažejo na to, da pripadajo enemu samemu skupnemu telesu, zavijejo in prenesejo v delavnico. Seveda je pred tem vse delce, ki sestavljajo dobrino, potrebno prepoznati in popisati. V tem smislu kontekst odkritja pomaga pri razumevanju npr., če se je najdba razbila s časom in pod težo zemlje ali če so jo že zakopali zdrobljeno (COLOMBI 2002).

6. faza: začasno shranjevanje dobrin na gradbišču

Po navadi se vse očiščeno in označeno gradivo za krajše obdobje odloži v primerne posode v skladišču na gradbišču. V času, ko se predmeti hranijo, je potrebno ves čas preverjati tako temperaturo, kateri so izpostavljeni kot tudi vlago prostora in svetlobo.

Glede na stanje, v katerem so odkrile najdbe (npr., če so bile prepojene z vodo), je potrebno uporabljati ustrezne posode: vaze, vrečke in škatle iz polietilena, ki se neprodušno zaprejo. Slednje v kombinaciji s silicijevim gelom omogočajo ohranjanje ustrezne stopnje vlažnosti

washed carefully: glazed ceramics, wood, molluscs, ivory, and bones (KIPFER 2006). On the contrary, the following should never be washed: plaster, stucco, metal, glass, faïence, and fabric (COLOMBI 2002). One should definitely avoid immersing specimens in water.

During the Torcello 2012 project, we raised the washing issue for specific analysis (BERNARDI, SGOBBI, ZENDRI, LONGEGA in this volume) by not washing any excavation find and delegating all such operations to the lab.

Phase 4: sorting, labelling and classification of findings

As soon as the materials have been cleaned/washed and are completely dry, they are sorted by composition (ceramics, metal objects, glass objects, lithic and construction goods, bone) (RENFREW, BAHN 2009). Then comes labelling, noting the year, the name of the excavation campaign, and the name of the discovery layer. Normally, labelling is performed directly on the individual fragments, using India ink over a thin layer of Paraloid or other similar resins (these are used since they are easily removable with small amounts of acetone). Conversely, labelling should not be performed on materials that are in a precarious state of preservation, namely showing problems such as the detachment of scales from the body of the object, excessive porosity, and large cracks on the surface (COLOMBI 2002).

Phase 5: bonding remains that belong to a single artefact

This kind of operation should not be performed on site, due to the lack of time and, very often, competent

completamente asciutti, vengono smistati per categorie di composizione (ceramiche, manufatti metallici, oggetti in vetro, beni litici ed edili, ossa) (RENFREW, BAHN 2009). In seguito si procede alla siglatura, annotando l'anno, il nome della campagna di scavo, il nome dell'area e dello strato di rinvenimento. Di norma, la siglatura viene effettuata direttamente sui singoli frammenti, adoperando dell'inchiostro di china sopra uno strato sottile di Paraloid o di altre resine simili (queste vengono usate dal momento che sono facilmente rimosibili con piccole quantità di acetone). Viceversa, non andrebbero siglati quei materiali che versano in uno stato di conservazione precario, vale a dire che mostrano problemi relativi al distaccamento di scaglie dal corpo dell'oggetto, all'eccessiva porosità ed a grosse crepe della superficie (COLOMBI 2002).

Fase 5: L'incollaggio di resti che appartengono ad un unico manufatto

Questa è un'operazione che non dovrebbe essere effettuata in cantiere, sia per mancanza di tempo che molto spesso di personale competente. Si preferisce quindi imballare e trasportare in laboratorio tutti i pezzi che sembrano appartenere ad un unico corpo unitario, dopo aver identificato e documentato tutti i frammenti che compongono il bene. In questo senso, il contesto di ritrovamento aiuta a capire, per esempio, se il reperto si è fratturato con il tempo ed il peso del terreno sovrastante, oppure se esso è stato seppellito già in condizioni frammentarie (COLOMBI 2002).

Fase 6: Il deposito temporaneo dei beni in cantiere

In genere tutti i materiali puliti e siglati vengono collocati per brevi periodi nel magazzino del cantiere, dopo

in omejujejo napredovanje sprememb, ki so se začele ob izkopu predmeta iz zemlje (COLOMBI 2002).

5.1.3 Shranjevanje gradiva pri projektu Torcello 2012

Izbira tehnik shranjevanja pri projektu Torcello 2012 je temeljila na sočasni prisotnosti arheometrov in arheologov ter na njihovem močnem sodelovanju znotraj nahajališča. Zato je bilo mogoče izvesti ustrezne postopke za izkopavanje in shranjevanje najdb, prilagojene različnim vrstam gradiva in posebnim okoljskim pogojem izkopa. *Keramične najdbe*: med izkopavanjem smo pazili, da nismo poškodovali površine manufaktov, ki smo jih želeli odkriti, predvsem krhkih predmetov, kot je surova keramika. Najdbe smo shranili v vrečke, ki smo jih preluknjali ter tako omogočili postopno zmanjševanje vlage v njih.

Keramičnih delcev nismo nikoli oprali *in situ*. Celoten postopek pranja smo prepustili delavnic;

Stekleni delci: zaradi njihove krhkosti se steklene najdbe redko izvlečejo nepoškodovane. Če je bilo mogoče, smo različne drobce, ki so pripadali istemu manufaktu, zbrali hkrati (da bi preprečili dodatno drobljenje kosov), zemljo pa smo z njih očistili šele v delavnici. Ob stiku z zrakom lahko površina stekla postane mavričasta zaradi izhlapevanja vlage iz manufakta (CAPOGROSSI 2002), zato steklenega gradiva nismo prali *in situ*, predvsem ne tistih, ki so bili namenjeni za nadaljnje raziskave v delavnici (CAPOGROSSI 2002). *Kovine (bron, bronove zlitine, železo, baker)*: zelo krhke ali že delno razdvojene najdbe smo izkopali skupaj z zemljino grudo, v kateri so se nahajale (CHAVIGNER 1993), nato smo drobce spravili v neprepustne posode s silicijevim gelom (FRIGATTI, FALCHI, v tem zvezku), da bi zmanjšali obseg oksidacije

staff. After having identified and documented them, it is recommendable to pack and transport to the lab all the pieces that seem to belong to a single unitary body. In this sense, the discovery context helps to understand, for example, if the finding was fractured with time and the weight of the overlying soil, or if it was buried already in fragmentary conditions (COLOMBI 2002).

Phase 6: temporarily storing articles on site

Generally, after being placed in appropriate containers, all cleaned and labelled materials are stored for short periods in the site's warehouse. During the time the assets are stored, it is important that the temperature, humidity, and light to which they are exposed is constantly monitored. In addition, suitable containers such as vases, bags, and airtight polyethylene boxes must be utilized depending on whether the articles were discovered soaked in water or other conditions. Airtight polyethylene boxes combined with the use of silica gel keep the correct humidity level and limit the alterations initiated with the extraction of the specimens (COLOMBI 2002).

5.1.3 Conservation of materials within the Torcello 2012 project

The conservation techniques that characterized the Torcello 2012 project were selected based on the simultaneous presence on site of archaeometrists and archaeologists and their strong collaboration. Thanks to this, we were able to put in place appropriate recovery and preservation procedures adapted to the different types of materials and the special environmental conditions of the excavation.

esser stati posizionati in contenitori adeguati. Nel lasso di tempo durante il quale i beni restano immagazzinati è importante che vengano costantemente monitorate sia la temperatura alla quale questi ultimi sono esposti, sia l'umidità del luogo e la luce. Inoltre, in relazione alla situazione in cui i reperti sono stati rinvenuti, ovvero se intrisi di acqua o meno, vanno utilizzati appositi contenitori, come vasi, sacchetti e scatole di polietilene a chiusura ermetica. Questi ultimi, combinati con l'uso di gel di silice, permettono di mantenere il giusto livello di umidità e limitano il progredire delle alterazioni messe in moto in seguito all'estrazione dal suolo dell'oggetto (COLOMBI 2002).

5.1.3 La conservazione dei materiali nel progetto Torcello 2012

La scelta sulle tecniche di conservazione che ha caratterizzato il progetto Torcello 2012, si è fondata sulla presenza di archeometri ed archeologi e sulla loro forte collaborazione all'interno del sito. Per questo si sono potute mettere in atto delle procedure idonee di recupero e conservazione dei reperti, adattate alla diversa tipologia dei materiali e alle particolari condizioni ambientali dello scavo.

Reperti ceramici: durante la fase di scavo si è fatta attenzione a non incidere le superfici dei manufatti che si volevano mettere in luce, in particolare per quanto riguarda oggetti fragili come le ceramiche grezze. I reperti sono stati insacchettati, forando i sacchetti e permettendo così una riduzione graduale dell'umidità all'interno di questi.

I frammenti ceramici non sono mai stati lavati *in situ* demandando tutte le operazioni di lavaggio al laboratorio;

Frammenti in vetro: data la loro estrema fragilità, i reper-

in dodatnega poslabšanja, ki bi bilo posledica stika z zrakom (KIPFER 2007). Vse kovinsko gradivo smo očistili v delavnici, po tem ko smo pripravili postopke, ki zagotavljajo daljše shranjevanje najdb (FRIGATTI, FALCHI in tem zvezku).

Gradbeno in kamnito gradivo (opeke, strešniki, mozaične ploščice, omet, zidne in talne obloge: delali smo enako skrbno kot pri izkopavanju keramičnih manufaktov.

Živalske kosti, malakofauna in ostanke okostij: po tem, ko smo izkopali kostne ostanke okostja, smo jih počasi posušili na odprtem, da ne bi prišlo do strukturnih zlomov, nato smo najdbe shranili v preluknjane plastične vrečke, ki so omogočile postopno in stalno izhajanje vlage, kar je preprečilo nastanek plesni in glivic. Po izkopu se ostanke, če se jim ne odvzamejo vzorci, lahko očisti na suho, če pa so zelo umazani, z vodo in mehкими ščetkami ali z nekovinskimi instrumenti.

Ekofakti: pri izkopu na Torcellu gre večinoma za semena in koščice sadja, ki smo jih shranili v suhih in sterilnih posodah (KIPFER 2006; CAPOGROSSI 2002) in jih nismo čistili (se ne obdelujejo *in situ*). Izbrali smo plastično posodo in ne kartonaste embalaže.

Les: v vlažnem (kot v nahajališču na Torcellu) in podvodnem kontekstu je lažje naleteti na lesene delce, saj voda preprečuje, da bi se sesedli sami vase. Vlažni predmeti se ne smejo sušiti, saj bi to drastično poškodovalo celovitost kosa. Za embalažo smo predvideli posodo, ki lahko ohranja relativno vlažnost predmeta:

Zemljišče za geoarheološko vzorčenje: za čim boljše jemanje vzorcev zemlje smo uporabili »troto« in čisto orodje, predvsem za vzorce namenjene absolutnemu datiranju (FRANCOVICH, MANACORDA 2009, RENFREW, BAHN 2009). Po odvzemu vzorcev smo jih zavili v čiste liste aluminija (majhni vzorci) ali v čiste plastične vrečke (veliki vzorci) (KIPFER 2006).

Ceramic articles: during the excavation, we made sure not to affect the surfaces of the articles that we wanted to examine, in particular as regards fragile objects such as unglazed ceramics. We bagged the specimens in pierced bags to gradually reduce moisture.

The ceramic fragments were never washed *in situ*; all washing operations were delegated to the lab.

Glass fragments: due to their extreme fragility, glass artefacts are rarely found intact; when possible, the different fragments belonging to a single artefact were recovered in bulk to avoid further breakdown and cleaned from soil only once they got to the laboratory. As soon as it comes into contact with air, a glass surface may become iridescent following the evaporation of the moisture in the artefact (CAPOGROSSI 2002); this is why glass materials were not washed *in situ*, especially those marked for further lab investigation (CAPOGROSSI 2002).

Metals (bronze, bronze alloys, iron, and copper): very fragile or partially disjointed artefacts were taken together with the whole lump of earth that contained them (CHAVIGNER 1993); once recovered, the fragments were placed in airtight containers together with Silica Gel (FRIGATTI, FALCHI, in this Volume) in order to reduce the effects of oxidative processes and their further deterioration from coming into contact with air (KIPFER 2007). All metal materials were cleaned in the lab after establishing procedures that would guarantee a prolonged conservation of the findings (FRIGATTI, FALCHI in this volume).

Building and lithic materials (bricks, tiles, mosaic tiles, plaster, coating and flooring materials): we followed the same precautions described for the extraction of ceramic objects.

Animal bones, molluscs, and skeletal remains: once brought to light, the skeletal bone specimens were dried

ti in vetro di rado si rinvenivano integri; quando è possibile, i diversi frammenti che appartenevano ad un unico manufatto sono stati recuperati in blocco (per evitare ulteriori frazionamenti delle parti) e ripuliti dal terreno soltanto una volta in laboratorio. Non appena a contatto con l'aria, la superficie del vetro può divenire iridescente a seguito dell'evaporazione dell'umidità dal manufatto (CAPOGROSSI 2002); per questo motivo i materiali vitrei non sono stati lavati *in situ*, in particolar modo quelli destinati ad ulteriori indagini di laboratorio (CAPOGROSSI 2002). *I metalli (bronzo, leghe di bronzo, ferro, rame)*: nel caso di reperti molto fragili o già parzialmente disgiunti, questi sono stati prelevati assieme all'intera zolla di terra che li conteneva (CHAVIGNER 1993); una volta recuperati, i frammenti sono stati collocati in contenitori a chiusura stagna unitamente a Gel di Silice (FRIGATTI, FALCHI in questo volume), per ridurre l'entità dei processi ossidativi e l'ulteriore deterioramento che questi manufatti possono subire a contatto con l'aria (KIPFER 2007). Tutti i materiali di metallo sono stati puliti in laboratorio, dopo aver messo a punto procedure in grado di garantire una conservazione prolungata dei reperti (FRIGATTI, FALCHI in questo volume).

I materiali edilizi e litici (laterizi, tegole, tessere musive, intonaco, materiali di rivestimento e di pavimentazione): si sono seguite le medesime cautele illustrate per il rinvenimento dei manufatti ceramici.

Le ossa animali, malacofauna e resti scheletrici: una volta messi in luce i reperti ossei scheletrici sono stati essiccati lentamente in ambiente aperto, per evitare stress e rotture strutturali; i reperti sono stati quindi conservati in contenitori (buste di plastica forata) che permettesse l'evaporazione graduale e continua dell'umidità, così da evitare la formazione di muffe e funghi. Una volta recuperati, se non campionati, i resti possono essere puliti

slowly in an open environment to avoid stress and structural breaks, the findings were then stored in containers (pierced plastic bags) to obtain a gradual and continuous evaporation of moisture, thereby avoiding the formation of mould and mildew. Once recovered, when not sampled, remains can be dry cleaned or, if very dirty, water and soft brushes or non-metal tools may be employed.

Biofacts: mostly seeds and fruit remains; they were placed in dry and sterile containers (KIPFER 2006; CAPOGROSSI 2002) without subjecting them to cleaning procedures (they must not be treated *in situ*) and stored in plastic containers, which are preferable to cardboard.

Wood: wood fragments are easy to find in humid (such as the Torcello site) and underwater environments, as water stops artefacts from collapsing on themselves. Moist objects should not be left to dry, for their integrity would be drastically compromised; they were packaged by using special containers to preserve their relative humidity.

Soil for geoarchaeological samples: to collect the most of the soil samples, we used a trowel and clean equipment, especially for the samples selected for absolute dating procedures (FRANCOVICH, MANACORDA 2009, RENFREW, BAHN 2009); once extracted, the smaller samples were wrapped in clean aluminium foil, and the larger ones in clean plastic bags (KIPFER 2006).

a secco o, se molto sporchi, con acqua e l'aiuto di spazzolini morbidi o con strumenti che non siano di metallo; *Gli ecofatti*: nel caso dello scavo di Torcello è trattato per lo più di semi e noccioli di frutta, che sono stati inseriti in contenitori asciutti e sterili, (KIPFER 2006; CAPOGROSSI 2002) senza sottoporli a procedure di pulitura (non vanno trattati *in situ*) e conservandoli in contenitori di plastica che sono da prediligere rispetto a quelli di cartone.

Il legno: i frammenti lignei sono facili da reperire in contesti umidi (come nel sito di Torcello) e subacquei, in quanto l'acqua evita che i manufatti collassino su se stessi. Gli oggetti umidi non vanno fatti asciugare, poiché questo significherebbe compromettere drasticamente l'integrità del pezzo; l'imballaggio ha previsto l'impiego di contenitori che riescano a preservare l'umidità relativa dell'oggetto:

Il terreno per le campionature geoarcheologiche: per raccogliere al meglio i campioni di suolo, è stata utilizzata una "trowel" ed attrezzature pulite, soprattutto per i campioni destinati a procedure di datazioni assolute (FRANCOVICH, MANACORDA 2009, RENFREW, BAHN 2009); una volta prelevati, i campioni sono stati avvolti in fogli puliti di alluminio (piccoli campioni) o in buste di plastica pulite (grandi campioni) (KIPFER 2006).

5.2 DALLO SCAVO AL LABORATORIO: LA PULITURA PRIMARIA PER LA LETTURA DEI REPERTI ARCHEOLOGICI

I reperti prelevati dagli scavi archeologici vengono usualmente lavati e trattati sul posto, con un controllo parziale dell'operazione di rimozione della terra e dei depositi e solo successivamente sottoposti, se necessario, ad un ulteriore processo di desalinizzazione o pulitura più mirata. In questa successione di operazioni, e in particolare modo durante il lavaggio in acqua, si può determinare la perdita di strati di materiale la cui presenza può essere invece fonte di importanti informazioni sulle interazioni tra il reperto e l'ambiente, inteso nella sua accezione più ampia, dalla natura dell'oggetto stesso, al suo impiego e fino alle interazioni con il terreno di scavo (SOCIETY FOR HISTORICAL ARCHAEOLOGY; RAMADAN, 2010).

Da qui la proposta di una diversa modalità di intervento sui materiali, che possiamo definire come *pulitura primaria*, cioè come prima azione di riconoscimento del frammento e della sua storia in relazione allo scavo. Lo scopo di questa fase, preliminare a fasi successive derivanti da scelte d'intervento modulate sulla natura del frammento, sull'interesse dei diversi strati piuttosto che sulla messa in luce delle finiture o ancora del supporto, è quello appunto di ridurre il grado di incertezza interpretativa che il "fare" determina.

5.2 OD IZKOPA DO DELAVNICE: OSNOVNO ČIŠČENJE ZA ODČITAVANJE ARHEOLOŠKIH NAJDB

Izkopane arheološke najdbe se po navadi operejo in obdelajo na kraju najdbe, z delnim pregledom nad odstranjevanjem zemlje in sedimentov. Šele kasneje se po potrebi izvaja razsoljevanje ali bolj osredotočeno čiščenje. V tem zaporedju postopkov in predvsem med pranjem z vodo, lahko opredelimo izgubo plasti gradiva, ki bi sicer lahko podale pomembne podatke o medsebojnem delovanju med najdbo in okoljem v najširšem pomenu, od narave samega predmeta, njegove rabe pa vse do medsebojnega delovanja z zemljo na izkopu (SOCIETY FOR HISTORICAL ARCHAEOLOGY; RAMADAN, 2010).

Tu se je porodil predlog za drugačen način posegov na gradivu, ki ga lahko opredelimo kot *osnovno čiščenje*, torej kot začetno prepoznavanje delca in njegove zgodovine v povezavi z izkopom. Namen te faze, ki je predhodna drugim fazam, ki so podrejene izbiri posega glede na značaj delca, interesa različnih plasti, bolj kot prikazovanja dodelave ali podlage, je zmanjšanje negotovosti pri razlagi, ki jo opredeljuje »delo«.

Pri tem delu se čiščenje najdb uvršča med dela v delavnici, saj se gradivo smatra, kot del izkopa in mi je torej namenjena enaka skrb kot opredeljevanju stratigrafskega zaporedja. Osnovno čiščenje je torej potrebno izvajati z metodami, ki jih je mogoče nadzorovati in meriti ter v

5.2 FROM THE EXCAVATION SITE TO THE LAB: PRELIMINARY CLEANING FOR THE READING OF ARCHAEOLOGICAL SPECIMENS

Objects taken from excavations are usually washed and treated on the site with partial removal of soil and deposits; only in a second time and if necessary they could be subjected to more targeted cleaning or further desalination processes. The loss of material layers may occur during this sequence of operations, especially during water washing. Material that might have been a source of important information on the interactions between specimen and environment on the nature of the object, its use, and its interactions with the soil from the excavation (SOCIETY FOR HISTORICAL ARCHAEOLOGY; RAMADAN, 2010).

Hence, we propose a different way of working on the materials that may be defined as *initial cleaning* defined as a first action of recognition of a fragment and its history in relation to the excavation. The purpose of this phase is to reduce the uncertainty of interpretation of cleaning operations and it is preliminary to the choice of intervention methods and activities. Methods and activities that should be based: on the nature of a fragment, on the interest and importance of the different degradation layers in order to choose if unearth fittings and supports or to maintain different layers.

In this paper, our approach to specimen cleaning is considered a laboratory work of particular importance, because the materials are an integral part of an excavation and therefore must be subject to the same attention paid to the definition of the stratigraphic sequences. The initial cleaning must therefore be conducted in

In questo lavoro l'approccio alla pulitura dei reperti viene inserita come attività di laboratorio, considerando i materiali come parte integrante dello scavo e quindi soggetti alla stessa attenzione con cui si opera nella definizione delle successioni stratigrafiche. La pulitura primaria deve essere quindi condotta con metodi controllabili e dosabili in relazione allo stato del reperto e deve essere in grado di rimuovere selettivamente il solo deposito terroso.

La metodologia proposta in questo lavoro prevede l'impiego di vapore acqueo a bassa pressione e bassa temperatura, senza l'intervento di azioni meccaniche dirette sui reperti. L'efficacia pulente di questa tecnica si basa sull'azione solvente del vapore acqueo e sulla debole azione meccanica dovuta alla pressione con cui il vapore impatta sulla superficie stessa (circa 2 bar). L'azione pulente è inoltre favorita dal contenuto innalzamento termico, controllabile calibrando opportunamente la distanza tra la lancia da spruzzo e la superficie.

I vantaggi legati al suo utilizzo sono molteplici: facilità di esecuzione, selettività, velocità di trattamento, assenza di controindicazioni e risultati controllabili in maniera continuativa.

La tecnica, già sperimentata su materiale lapideo (MORABITO 2009) viene utilizzata per la prima volta su materiale archeologico e ne viene verificata l'efficacia e la non invasività attraverso dei controlli oggettivi, in particolare della morfologia delle superfici prima e dopo trattamento e la determinazione della quantità di acqua assorbita e del tempo di asciugatura in relazione alla tipologia dei frammenti trattati.

La ricerca considera anche il tema della "sostenibilità" del metodo proposto, affrontando il problema dei residui prodotti dalla pulitura e dell'impatto sulla salute dell'operatore.

povezavi s stanjem najdbe. Odstraniti mora le izključno zemeljske delce.

Predlagana metoda predvideva uporabo nizekotlačne vodne pare na nizki temperaturi, brez neposrednega mehanskega delovanja na najdbe. Čistilna učinkovitost te tehnike temelji na sposobnosti raztapljanja vodne pare in na blago mehansko delovanje zaradi pritiska, s katerim para deluje na samo površino (ca. 2 bara). K čistilni moči pripomore tudi zmeren porast temperature, ki ga je mogoče nadzorovati s primerno določitvijo razdalje med pršilom in površino.

Prednosti njegove uporabe je veliko: preprosto izvajanje, selektivnost, hitrost izvajanja, odsotnost kontraindikacij in rezultati, ki jih je mogoče stalno preverjati.

Tehnika, ki so jo že preizkusili na kamnitem gradivu (MORABITO 2009) se prvič uporablja na arheološkem gradivu. Z objektivnim nadzorom se preverja se njena učinkovitost in ne-invasivnost, predvsem s pregledom morfologije površin pred in po posegu ter z opredelitvijo količine vpite vode in časa sušenja v odnosu z vrsto delcev v obdelavi.

Raziskava upošteva tudi »trajnost« predlagane metode in obravnava ostanke, ki jih pusti čiščenje in njegovo vplivanje na zdravje delavca.

5.2.1 Eksperimentalni del

Vzorci, ki smo jih uporabili za preizkušanje in preverjanje predlagane metode so del izkopavanj na Torcellu (projekt Shared Culture) oz. natančneje iz stratigrafske enote št. 1004, ki je kronološko gledano najnovejša. Tako smo lahko začeli s preizkušanjem že v začetnih fazah izkopa, za izboljšanje čistilne in nadzorne metode, tako da smo pri izkopavanju najbolj antičnih delcev imeli na razpolago že preizkušen postopek.

V 1. tabeli (Sl. 1) so naštetih vzorci, ki smo jih očistili

laboratory with controllable methods that must be measurable in relation to the state of a specimen and able to selectively remove only the external soil deposit.

The methodology proposed in this paper involves the use of water vapour at low pressure and low temperature, without direct mechanical contact with the findings. The cleaning effectiveness of this technique is based on the solvent action of the water vapour and the weak mechanical action due to the pressure with which the steam impacts on the surface (about 2 bars). The cleaning action is also favoured by a limited thermal rise controllable by calibrating the distance between the spray lance and the surface.

Several advantages are associated with this cleaning action: ease of execution, selectivity, speed of treatment, absence of contraindications, and controllable results on an ongoing basis.

This technique has already been tried on stone material (MORABITO, 2009) and is being used for the first time on archaeological material. We verified its effectiveness and non-invasiveness through objective controls, in particular inspecting the morphology of the surfaces before and after treatment; we also determined the amount of absorbed water and drying time in relation to the type of fragments being treated.

Our research also considered the theme of 'sustainability' of the proposed method, addressing the issue of wastewater generated from the cleaning and its impact on the operator's health.

5.2.1 Experimental section

The samples used to test and validate our proposed method came from the excavations performed in Torcello (Shared Culture project), namely from the stratigraphic unit SU 1004, which is one of the most recent. In this

5.2.1 Parte Sperimentale

I campioni utilizzati per sperimentare e validare il metodo proposto provengono dallo scavo effettuato a Torcello (progetto Shared Culture) e in particolare dall'unità stratigrafica 1004, la più recente cronologicamente. In questo modo è stato possibile incominciare la sperimentazione fin dalle fasi iniziali dello scavo per mettere a punto il metodo di pulitura e di controllo, così da disporre di una procedura già collaudata per il recupero dei pezzi appartenenti alle fasi più antiche.

In figura 1 sono elencati i campioni su cui è stato applicato il metodo di pulitura con vapore. Sono stati scelti frammenti invetriati e non, così da verificare sia l'efficacia che la non invasività del metodo proposto in relazione alla tipologia di reperto trattato.

I reperti sono stati riposti subito dopo il prelievo dallo scavo in sacchetti forati, siglati e separati per US e per tipologia di materiale. Sono quindi stati collocati in casse per il trasporto in laboratorio e conservati nei contenitori fino al momento della pulitura.

5.2.2. Valutazione dell'efficacia del metodo di pulitura proposto

Gli effetti e la selettività del metodo di pulitura con vapore sono stati valutati attraverso osservazioni morfologiche dei campioni prima, durante e dopo pulitura utilizzando un microscopio a contatto portatile (Dino-Lite AM413FVT). Gli esiti della pulitura con l'impiego del vapore, condotta rimuovendo il più omogeneamente possibile gli strati terrosi e incoerenti, sono stati confrontati con quelli ottenuti attraverso pulitura condotta utilizzando acqua accompagnata da una blanda azione meccanica con spazzolino. Alcuni reperti ritenuti significativi delle diverse tipologie di materiali e stato di conservazione sono stati quindi suddivisi in due parti e

s paro. Izbirali smo glazirane in neglazirane delce, tako da smo preverili tako učinkovitost kot ne-invazivnosti predlagane metode v odnosu do vrste najdbe v obdelavi.

1. tabela: Opis vzorcev, čiščenih s paro. Pri vseh vzorcih gre za isto izkopno enoto (1004). Spreminja se številka preizkušnje, ki je navedena ob številki vzorca (preizkušnja 1 in 2).

Najdbe smo takoj po izkopu odložili v preluknjane, označene vrečke, ločene glede na IE in na vrsto gradiva. Nato smo jih odložili v zaboje za prenos v delavnico. V tej embalaži so se hranili do čiščenja.

5.2.2. Ocena učinkovitosti predlaganega čistilnega postopka

Učinke in selektivnost čiščenja s paro smo ocenili s pomočjo morfoloških opazovanj vzorcev pred, med in po čiščenju s pomočjo prenosnega stičnega mikroskopa (DinoLite AM413FVT). Rezultate čiščenja s paro, pri čemer smo prstene in nepripadajoče plasti odstranili čim bolj homogeno, smo primerjali z rezultati čiščenja z vodo in blagim mehanskim delovanjem ščetke. Nekatere najdbe, ki smo jih smatrali za značilne za različne vrste gradiva in ohranitve, smo razdelili na dva dela in očistili z navedenima metodama. Površine smo opazovali s stičnim mikroskopom ter analizirali njihovo morfologijo pred čiščenjem in po njem.

Bistven parameter proizvedenih splošnih učinkov čiščenja z vodnimi metodami je ocena vode, ki so jo vpile keramične najdbe, glede na možno dodatno propadanje, ki bi ga to lahko povzročilo (CAVARI 2007; ID. 2000).

Vpoj vode smo ocenili s primerjavo teže na suho in teže po čiščenju večjega števila delcev z ali brez glazure. Meritve teže smo opravili na že očiščenih najdbah in se zato meni, da je sprememba v teži posledica dejansko vpite vode in ni posledica zmanjšanja teže zaradi odstranje-

way, it was possible to start developing and testing the cleaning and control method since the initial stages of the excavation, in order to have an already tested procedure/protocol for the recovery and cleaning of pieces belonging to earlier stratigraphic units SU.

The findings were stored in pierced bags, labelled, and separated by SU and material type immediately after being extracted from the excavation. They were then placed in boxes for transport to the laboratory and stored in their containers until cleaning time. Figure 1 lists the sample cleaned by water vapour. Glazed and not glazed fragments were chosen, in order to test the methods on different kind of manufactures.

5.2.2. Evaluation of the effectiveness of the proposed cleaning method

Using a portable digital microscope (Dino-Lite AM413FVT), the effects and selectivity of the vapour cleaning method were assessed through morphological observations of the samples before, during, and after cleaning. The results of the vapour cleaning, which was performed by removing incoherent soil layers as evenly as possible, were compared with those obtained cleaning with water and a mild mechanical action with a toothbrush. Some samples, representative of different types of materials and state of preservation, were cleaned using the two methods separately on adjacent surfaces. The various surfaces were then compared and observed by means of a digital microscope so as to analyse their morphology before and after cleaning. A significant parameter of the effects generally produced by cleaning with water based methods concerns the assessment of the amount of water adsorbed by ceramic specimens, as further deterioration could thereby be activated (CAVARI 2007; ID 2000).

puliti utilizzando i due metodi. Le diverse superfici sono state osservate con il microscopio a contatto, analizzando la morfologia prima e dopo pulitura.

Un parametro ritenuto significativo degli effetti prodotti in generale dalla pulitura con metodi acquosi, riguarda la valutazione della quantità di acqua adsorbita dai reperti ceramici, considerati gli effetti di ulteriore degrado che questa può attivare (CAVARI 2007; ID. 2000).

L'assorbimento di acqua è stato stimato attraverso differenza tra il peso secco e il peso dopo pulitura su di un numero significativo di frammenti, caratterizzati sia dall'assenza che dalla presenza di vetrina. Le misure ponderali sono state eseguite su reperti già sottoposti a pulitura e quindi le variazioni di peso sono imputabili all'acqua effettivamente adsorbita e non risentono dell'eventuale riduzione di peso a seguito dell'asportazione di depositi incoerenti. Tutti i reperti sono stati trattati con vapore per 60 secondi.

Il tempo di asciugatura dell'acqua assorbita in fase di pulitura è stato valutato attraverso misure ponderali ad intervalli regolari di tempo: ogni 60 secondi per i primi 10 minuti successivi all'intervento di pulitura, dopo 30 minuti ed infine dopo 180 minuti, tempo sufficiente perché la quasi totalità dei frammenti ritornino al peso iniziale. I frammenti, durante la fase di asciugatura sono stati conservati in ambiente aperto a T pari a $18 \pm 2^\circ \text{C}$ e HR pari a $40 \pm 5\%$.

Pur avendo già sperimentato il metodo di pulitura con vapore su superfici di diversa composizione e stato di conservazione, in particolare su paramenti lapidei di pregio, si è ritenuto di misurare la temperatura della superficie dei frammenti prima della pulitura, dopo la pulitura e dopo circa mezz'ora dall'intervento, utilizzando una termometro a contatto.

vanja ne-pripadajočih usedlin. Vse najdbe smo s paro obdelovali 60 sekund.

Sušenje med čiščenjem vpite vlage smo ocenjevali z meritvami teže v rednih časovnih presledkih: vsakih 60 sekund prvih 10 minut po čiščenju, po 30 minutah in še po 180 minutah, ko so se skoraj vsi delci vrnili na prvotno težo. Delce smo med sušenjem shranjevali na odprtem pri temperaturi med $18 \pm 2^\circ$ ter pri RV $40 \pm 5\%$. Čeprav smo metodo čiščenja s paro že preizkusili na površinah z različno sestavo in stopnjo ohranjenosti, predvsem na kvalitetnih kamnitih stenah, smo se odločili za merjenje temperature površine delcev pred in po čiščenju ter pol ure po posegu, pri čemer smo uporabili kontaktni termometer.

5.2.3 Ocena »trajnosti« predlaganega čistilnega postopka

Izbira ter predvsem predlog za rabo novih metod pri ohranjanju in obnovi kulturne dediščine mora upoštevati zapletenost sistema, v katerem se sama dediščina nahaja. Predlagani način za čiščenje izhaja iz tehničnih (učinek metode) in trajnostnih preudarkov v smislu zmanjšanja vpliva na zdravje delavca in na okolje.

Uporaba izključno vodne pare sama po sebi močno zmanjša težave vezane na zdravje delavcev, predvsem, če se upošteva, da se ne uporabljajo adjuvanti za čiščenje (kot so npr. površinsko aktivne snovi) in gre torej za snov z zelo nizkim vplivom na delavca.

Drugačna je ocena vpliva na okolje, kjer smo se osredotočili na tip odpadnih vod. S spektrofotometrijo FTIR (Nexus Nicolet s programsko opremo Omnic za upravljanje spektrov, zaznanih pri prenosu na valovni dolžini razkrajanja $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$, 4 cm^{-1}) smo analizirali sestavo trdih delcev v suspenziji. Seveda bi bilo pričakovati, da bi se sestava odpadnih vod ujemala s sestavo izkopane prsti, vendar bo podatek omogočil opredelitev

A significant number of glazed and unglazed fragments were cleaned and the amount of water absorption was estimated by determining the difference between their dry and after cleaning weight. Weight measurements were performed on cleaned specimens. Therefore, weight changes could be attributed only to absorbed water and not to a possible weight reduction due to the loss of incongruous deposits.

All specimens were vapour treated for 60 second. The drying time of the water absorbed during cleaning was evaluated through weight measurements at regular intervals of time: every 60 seconds for the first 10 minutes after cleaning; after 30 minutes; and finally after 180 minutes. 180 minutes were enough in most cases to return to the initial weight. While drying, the fragments were kept in the open air at $18 \pm 2^\circ \text{C}$ and $40 \pm 5\% \text{RH}$.

Despite this vapour cleaning method have been tested before on surfaces with different composition and state of preservation, in particular on stones, without denoting dangerous temperature variations of the materials, it was decided to control the temperature of the fragments surfaces with a contact type thermometer before and after cleaning, and then after about half an hour.

5.2.3 'Sustainability' evaluation of the proposed cleaning method

In order to select and especially propose new methodologies for the restoration and conservation of cultural heritage assets, one must consider the complexity of the system to which they belong. Our proposed cleaning method starts with technical (effectiveness) and sustainability considerations, where sustainability is understood as a reduction of the impact on the health of operators and the environment. The use of water vapour

5.2.3 Valutazione della “sostenibilità” del metodo di pulitura proposto

La scelta ed in particolare la proposta di nuove metodologie nell'ambito del restauro e della conservazione dei beni culturali deve considerare la complessità del sistema in cui s'inserisce il bene stesso. Il metodo di pulitura proposto parte da considerazioni tecniche (efficacia del metodo) e di sostenibilità, intesa come riduzione dell'impatto sulla salute dell'operatore e sull'ambiente. L'impiego di solo vapore acqueo riduce di per sé drasticamente il problema relativo alla salute dell'operatore, considerando anche l'assenza di sostanze coadiuvanti la pulitura (ad esempio tensioattivi) ed è perciò da considerarsi un metodo a bassissimo impatto per l'operatore. Diversa è la valutazione dell'impatto sull'ambiente, per la quale ci si è concentrati sulla natura dei reflui, analizzando la composizione della parte solida sospesa, attraverso spettrofotometria FTIR (NexusNicolet con software Omnic per la gestione degli spettri registrati in trasmittanza nel range di lunghezze d'onda 4000-400 cm^{-1} , 4 cm^{-1} di risoluzione). Ci si aspetta ovviamente che la composizione dei reflui ricalchi quella del terreno di scavo, ma il dato consentirà di definire le modalità di smaltimento dei residui di pulitura.

5.2.4 Risultati e discussione: Valutazione del metodo di pulitura proposto

In generale i manufatti puliti con vapore riportano una superficie in cui è abbastanza evidente la diminuzione di spessore della patina terrosa e la conservazione della vetrina. Le figure 2a e 2b riportano a titolo d'esempio la situazione relativa ad un frammento di ceramica invetriata prima e dopo pulitura con vapore, che testimoniano l'efficacia del metodo nella rimozione dei soli depositi incoerenti e la conservazione delle finiture. Nel

načina za odstranjevanje ostankov pri čiščenju.

5.2.4 Izsledki in razprava: Ocena predlagane metode čiščenja

Na splošno je na površini manufaktov, čiščenih s paro dokaj očitno zmanjšanje debeline obloge prsti in ohranjenost glazure. Slike 1a in 1b (tabela izven besedila) prikazujeta, kot primer, stanje glaziranega keramičnega delca pred in po čiščenju s paro, ki kažeta na učinkovitost metode pri odstranjevanju trdnih usedlin in ohranjanje dodelave. Pri čiščenju z vodo in ščetko (slike 2a, 2b tabele izven besedila) lahko mehansko delovanje, ki je sicer učinkovito pri odstranjevanju prstnih usedlin, lahko pripomore k poškodovanju plasti dodelave (slika 2b).

Slike 3a, 3b in 3c se nanašajo na površino ne-glazirane najdbe, pred (3a) in po čiščenju s paro (3b) ter čiščenju z vodo in blagim mehanskim delovanjem (3c). Čiščenje s paro omogoča dobro odstranjevanje ostankov prsti, hkrati pa morfološko ne spreminja površine gradiva. Nasprotno mehansko delovanje pa tudi če še tako blago in izvaja zelo previdno, pušča sledi na površini. Takšno medsebojno delovanje bi lahko bilo še bolj očitno pri posegu na keramičnih najdbah, izdelanih na nizki temperaturi, torej z manjšo mehansko odpornostjo.

Pri oceni vsebine vode, ki so jo delci vpili med čiščenjem s paro smo lahko predvsem zaznali splošno zmanjšanje vpoja, med 1,3 % in 11,6 %, kot prikazuje 2. Tabela (Sl. 4). Kot prikazuje 3. tabela vzorca 8/1 in 12/2 po 3 urah še zmeraj zadržujeta vodo, vendar v zelo majhnih količinah oz. 1 % in 3 %. Na splošno se kaže, da dodelanost površine ni vplivala na vpojnost in odvajanje vode, verjetnejša pa je povezava med količino vpite vode in poroznostjo obravnavane najdbe, kar smo lahko zaznali s pomočjo nekaterih meritev, ki so še v teku.

Na 5. sliki so kot primer prikazane krivulje vpoja vode

drastically reduces the problem relating to the health of operators, considering also the absence of cleaning adjuvants (e.g., surfactants) and is therefore deemed to be a very low impact method as far as operators are concerned.

For our environmental impact assessment, we focused instead on the nature of the wastewater by analysing the composition of suspended solid through FT-IR spectrometry (Nicolet Nexus with Omnic software for the management of the spectra recorded in transmittance in the 4000-400 cm^{-1} range, with a 4 cm^{-1} resolution). The composition of wastewater is obviously expected to reflect that of the excavated soil, but this data will be used to define how the cleaning residues are to be disposed.

5.2.4 Results and discussion: Evaluation of the proposed cleaning method

In general, the vapour cleaned artifacts show a surface where the decrease in thickness of the soil patina and the conservation of the glaze are quite evident. Figures 1a and 1b exemplify the situation of a glazed ceramic fragment before and after vapour cleaning, demonstrating the effectiveness of the method in removing only incoherent deposits and preserving finishes. When cleaning with water and brush (figures 2a-2b, plate), the mechanical action, while effective in removing soil deposits, can also lead to a loss in the finishing layers (figure 2b).

Figures 3a, 3b, and 3c concern the surface of an unglazed specimen, before (3a) and after vapour cleaning (3b) and cleaning with water accompanied by mild mechanical action (3c). Vapour cleaning allowed a good removal of residual soil without causing morphological changes in the material surfaces, while mechanical

caso della pulitura con acqua e spazzolino (fig 2c e 2d), l'azione meccanica, pur essendo efficace nella rimozione dei depositi terrosi, può comportare anche una perdita negli strati di finitura (foto 2b).

Le figure 3a, 3b e 3c sono relative alla superficie di un reperto non invetriato, prima (3a) e dopo pulitura con vapore (3b) e pulitura con acqua accompagnata da blanda azione meccanica (3c). La pulitura con vapore consente una buona rimozione dei residui terrosi senza comportare modifiche morfologiche della superficie del materiale, mentre l'azione meccanica, per quanto blanda ed eseguita con attenzione, tende a lasciare qualche traccia sulla superficie. Questa interazione potrebbe essere ancora più evidente nel caso d'intervento su reperti ceramici prodotti a temperature non elevate e quindi con una minore resistenza meccanica.

Per quanto riguarda la valutazione del contenuto di acqua assorbita dai frammenti durante le operazioni di pulitura con vapore, si è potuto rilevare innanzitutto un generale ridotto assorbimento, compreso tra 1,3% e l'11,6%, come riportato in figura 4.

I campioni 8/1 e 12/2 dopo 3 ore trattengono ancora dell'acqua, ma in quantità molto basse e pari rispettivamente all'1% e al 3%. In generale la presenza o meno di finitura superficiale non sembra influenzare il processo di assorbimento e desorbimento dell'acqua, mentre sembra più probabile una relazione tra la quantità d'acqua adsorbita e la porosità del reperto trattato, come rilevato grazie ad alcune misure preliminari tuttora in corso.

In figura 5 sono riportate a titolo d'esempio le curve di assorbimento di acqua in fase di pulitura con vapore e relativo desorbimento nel tempo (fino a 180 minuti) relative ad alcuni campioni significativi. L'andamento indica un processo di asciugatura generalmente molto rapido.

La presenza di invetriatura non sembra influire sul

med chiščenjem s paro in ustrezno izparevanje skozi čas (do 180 minut) za nekatere pomembnejše vzorce. Potek kaže na splošno hitro sušenje.

Kot kaže glazura ne vpliva na trajanje sušenja, kar prikazuje tudi krivulje za vzorca 1 in 6, ki imata kljub glazurani površini krivuljo sušenja, ki je zelo podobna krivulji pri drugih delcih, ki nimajo dodelane površine. Očitno je, da na sušenje vpliva količina vode, ki jo delec vpije. Zanimivo je dejstvo, da velik odstotek vode, povprečno več kot polovica, izpari v prvih 40 minutah od obdelave, za povrnitev delcev na nivo vlage v ravnovesju z okoljem, pa zadoščajo približno tri ure.

Ne gre pozabiti, da se je sušenje delcev izvajalo pri temperaturi in relativni vlažnosti okolja, brez prisiljevanja. Za oceno vpliva čiščenja s paro na izkopaninah je pomembna tudi temperatura, ki se doseže med delovanjem na površini samih delcev. Podatki o meritvah na nekaterih najdbah med čiščenjem, ki so navedeni v 6. Sl., kažejo na omejen porast temperature. Slednji je zanemarljiv in ne more škodovati podlagi. Kaže se tudi hitro razsipanje toplote, to pa omogoča, da se najdbe vrnejo na sobno temperaturo v toku 30 minut po zaključenem čiščenju.

5.2.5 Ocena vpliva čiščenja s paro na okolje

Po čiščenju, ki je trajalo približno 2 uri in pri katerem sta se porabila 2 litra vode (za okrog sto delcev) smo zbrali preostalo mešanico vode in prsti (okrog 55 g na liter vode) za katero smo ocenili nekatere parametre. Najprej smo izmerili pH vrednost, ki je bila okrog 7. Suspenzijo smo izsušili in analizirali s pomočjo spektrofotometrije FTIR ter tako dobili prvo oceno sestave. Na slikah 7a in 7b so prikazani FTIR spektri izkopyane prsti in izsušene stopnje. Spektra kažeta na prisotnost predvsem silikatov in kalcijevega karbonata. Takšna sestava je značilna

action, however mild and carefully executed, tended to leave some traces on the surfaces. This could be even more evident on ceramic samples produced at low temperatures, which would cause them to have a lower mechanical resistance.

Regarding the evaluation of the water content absorbed by the fragments during vapour cleaning, we observed a general reduced absorption between 1.3 and 11.6%, as reported in Fig. 4.

As shown in Table 3, samples 8/1 and 12/2 still retain water after 3 hours, but in very low amounts, respectively 1% and 3%. In general, the presence of surface finish or lack does not seem to affect the water absorption and desorption processes, while a relationship between the amount of adsorbed water and the porosity of the treated specimens seems more likely, as detected thanks to some preliminary measurements still in progress.

As way of an example, figure 2 shows the water absorption curves and relative desorption over time (up to 180 minutes) of few significant vapour cleaned samples. Curve trends indicate in most cases a very rapid drying process.

As indicated by samples 1 and 6, the presence of glaze did not seem to affect the drying. Samples with glazed surfaces showed drying curves quite similar to those observed for other fragments with no finishing layers. It is evident that the drying process was influenced by the amount of water absorbed by a fragment. However, it is very interesting to note that a significant percentage of water (more than a half on average) evaporated within 40 minutes after the treatment, while about three hours were sufficient to bring the moisture content of the fragments back in balance with the environment (please note that the fragments were dried at room

tempo di asciugatura, come indicano le curve relative ai campioni 1 e 6, che pur presentando una superficie invetriata riportano una curva di asciugatura del tutto simile a quella rilevata per gli altri frammenti, non rifiniti in superficie. È evidente che il processo di asciugatura è influenzata dalla quantità di acqua assorbita dal frammento, ma è molto interessante rilevare come una percentuale significativa di acqua, mediamente più della metà, evapori entro i primi 40 minuti dal trattamento, mentre sono sufficienti circa tre ore per riportare i frammenti ad un tasso di umidità in equilibrio con quello ambientale.

Si ricorda che il processo di asciugatura dei frammenti è stato condotto a temperatura e umidità relativa ambientale, senza alcuna forzatura.

Altro dato importante nella valutazione dell'impatto della pulitura a vapore sui reperti da scavo riguarda la temperatura raggiunta in fase operativa sulla superficie dei frammenti stessi. I dati relativi alle misure condotte su alcuni dei reperti durante la fase di pulitura, riportati in figura 6, dimostrano un innalzamento termico molto contenuto, tale da non produrre danni al supporto e una dissipazione del calore in tempi molto brevi, che consente ai reperti di ritornare alla temperatura ambientale entro 30 minuti dal termine della pulitura.

5.2.5 Valutazione dell'impatto ambientale del metodo di pulitura a vapore

Al termine di un ciclo operativo di pulitura della durata di circa 2 ore e per il quale sono stati impiegati 2 litri d'acqua (per un centinaio di frammenti) si è proceduto alla raccolta del residuo consistente in una miscela di acqua e terra (circa 55 g per litro di acqua) della quale sono stati valutati alcuni parametri, primo tra tutti il pH, che è risultato attorno a 7. La fase sospesa è stata essicata

za prst v beneški laguni (BISCONTIN 2009) in ne kaže na razlike v sestavi.

Na podlagi pridobljenih rezultatov se lahko odpadna voda odstrani z izpustom bistre tekočine v kanalizacijo, saj gre za majhne količine, trdni ostanek pa se lahko zbira in nato posreduje pooblaščenim centrom kot inertna surovina (BISCONTIN, IZZO, RINALDI 2009).

Glede trajnosti čiščenja s paro v smislu vpliva na delavca smo potrdili, da temperatura, ki se doseže v takšnih delavnih razmerah, ni takšna, da bi zato potrebovali posebna zaščitna sredstva¹. Delavec bo potreboval rokavice, ki ga bodo ščitile le pred stikom z delci odstranjenimi in razpršenimi med delovanjem pare na najdbah².

5.2.6 Sklep

To delo obravnava *osnovno čiščenje* arheoloških manufaktov ter preučuje temo prvega posega v kontekstu, ki ni enak izkopu. Pri tem posebno pozornost posveča stratigrafskemu zaporedju usedlin na najdbah, ki predstavlja skupek medsebojnih delovanj med gradivom, rabo in odnosom z okoljem, vključno z izkopom. Tako načrtovano čiščenje prepreči dolgotrajno ležanje arheološkega gradiva v zabojih, kar se pogosto dogaja, in omogoča tesnejši odnos med arheološkim in arheometričnim proučevanjem. S tem omogoči, da so še pred zaključkom izkopavanj na razpolago eksperimentalni podatki in informacije o gradivu, ki izvira iz izkopa.

Prvič se je na arheološkem gradivu preizkusila metoda čiščenja s paro, ki se je poprej že preizkusila na kamnitem gradivu, pri čemer se je upoštevala njena selektivnost in možnost nadzora, ki sta nujni za ohranjanje vseh podatkov, ki jih nudijo najdbe (sledi rabe, obrabe, ležanja v prsti itd.).

Čiščenje s paro ne predvideva nikakršnega mehanskega vpliva na manufakte, zato lahko celovitost ohranimo

temperature and environmental relative humidity, without any forcing).

Another important factor in assessing the impact of vapour cleaning on the artifacts regards the surface temperatures reached during the operational phase. The data in Table 3, pertaining to measurements performed during the cleaning phase, show a very limited thermal rise, such as not to cause damage to the object, and a fast heat dissipation: the specimens return to environmental temperature within 30 minutes after the cleaning.

5.2.5 Environmental impact assessment of the vapour cleaning method

At the end of a cleaning cycle of 2 hours, 2 litres of water were used to clean a hundred fragments. The wastewater residue, consisting of a mixture of water and earth (about 55 g per litre of water), was collected in order to assess some physical-chemical parameters; first of all its pH, which turned out to be around 7. The suspended phase was dried and analysed by FT-IR spectrometry, Figures 3a and 3b show the FT-IR spectra of the excavation soil and of the dried phase. The two spectra show the presence of silicates and calcium carbonate (BISCONTIN 2009), and show no significant differences (BISCONTIN, IZZO, RINALDI 2009).

Based on our results, the disposal of wastewater can then proceed with the discharge of the supernatant side into the sewers, given the small volumes involved, while the solid residue can be collected and transferred to authorized collection centres as inert material¹.

Regarding the sustainability issue of vapour cleaning vis-a-vis its impact on operators, it was confirmed that the temperatures reached under these operating conditions are such as not to require any special safeguard.

e analizzata attraverso spettrofotometria FTIR per una prima valutazione della composizione. In figura 7a e 7b sono riportati gli spettri FTIR del terreno di scavo e della fase essiccata. I due spettri indicano la presenza sostanzialmente di silicati e di carbonato di calcio, composizione caratteristica dei terreni lagunari veneziani (BISCONTIN, IZZO, RINALDI 2009) e non mostrano differenze composizionali.

Sulla base dei risultati ottenuti lo smaltimento dei reflui può procedere dunque con lo scarico della parete surnante in fognatura, considerati i ridotti volumi in gioco, mentre il residuo solido può essere raccolto e conferito ai centri di raccolta autorizzati come materiale inerte¹.

Per quanto riguarda il tema relativo alla sostenibilità della pulitura mediante vapore, intesa in termini di impatto sull'operatore, è stato confermato che le temperature raggiunte in queste condizioni operative sono tali da non necessitare di alcun presidio di protezione particolare. L'operatore indosserà dei guanti che lo riparino solamente dal contatto con i depositi rimossi e dispersi dall'azione del vapore sui reperti².

5.2.6 Conclusioni

Questo lavoro affronta il tema della *pulitura primaria* dei manufatti archeologici, esaminando il tema del primo intervento in un contesto diverso da quello dello scavo e con una particolare attenzione alla successione stratigrafica dei depositi sui reperti, che rappresenta l'insieme delle interazioni tra il materiale, l'uso e il rapporto con l'ambiente, incluso quello di scavo. L'intervento di pulitura così progettato evita lunghe giacenze dei materiali archeologici in casse, come spesso avviene, permettendo un rapporto più stretto tra la fase di studio archeologico e quello archeometrico, consentendo che a scavo non ancora ultimato possano essere già disponibili dati

tudi, che so krhki in nepovezani, kar je razvidno tudi iz eksperimentalne faze. Ker se ne uporablja kemijskih snovi in/ali reagentov, gre pri čiščenju izključno za odstranjevanje prstenih usedlin, kar olajša odčitavanje in proučevanje samih manufaktov.

Eksperimentalni podatki kažejo, da manufakti vpijajo zmerne količine vode in da vpita voda izpari iz najdb približno v treh urah po posegu. Kot kaže, količina vpite vode ni odvisna od tega, ali je delec glaziran ali ne, kolikor od poroznosti le teh. Površinska temperatura, ki se doseže med čiščenjem, nikoli ne doseže stopnje, na kateri bi škodila stopnji ohranjenosti, pri čemer smo upoštevali tudi kemijske značilnosti najdb.

Kar se tiče »trajnosti« posega s paro, ta ne kaže kontraindikacij za delavca, ki lahko dela brez sesalne nape in/ali posebnih zaščitnih sredstev. Ne onesnažuje okolja, saj odpadki, ki se proizvedejo v enem delavnem ciklusu (voda in prst) ne zahtevata posebnega odstranjanja, količina tekočih odpadkov pa je majhna (ca. liter za uro dela).

Metodo smo uporabili tudi pri drugih vrstah najdb (kovine, steklo, kosti), pri čemer so bili izsledki vedno pozitivni in je lahko sledilo odčitavanje plasti in načrtovanje moduliranega čiščenja na podlagi prepoznane (in prepoznane) pomembnosti usedlin, sprijetih z najdbo.

1 Glej Dlgs 36/2003 – D.M. 13/03/2003

2 Sredstva 1. kategorije, Predpis EN 420: Januar 2000 – Zaščitne rokavice.

Operators will just have to wear gloves to shield themselves from contact with the deposits removed and dispersed by the action of the vapour on the findings².

5.2.6 Conclusions

This paper addresses the issue of *initial cleaning* of archaeological artefacts, examining the theme of initial action in a context other than the excavation and with particular attention to the stratigraphic sequence of deposits on the findings, which represents the set of interactions between the material, its use, and its relationship with the environment, including the excavation. The cleaning operation was designed to avoid leaving archaeological materials in boxes for too long a time, as it often happens, allowing for a closer relationship between the archaeological and archaeometric study phases, and making experimental data and information materials available before the completion of a dig.

Previously tested on stone material, the vapour cleaning technique was tested on archaeological material for the first time, considering the selectivity and controllability features required to protect all the information that the findings might provide (traces from use, wear, staying in soil, etc.).

Vapour cleaning has no mechanical impact on recovered artefacts, thus preserving their integrity though they might be fragile and incoherent, as we were able to observe during experimentation. Additionally, not making use of substances and/or chemical reagents, the cleaning action is limited to the removal of soil deposits, thereby facilitating the process of reading and studying artefacts.

The data from our experiment indicate that the artefacts were subject to limited water absorption and the

sperimentali ed informazioni sui materiali provenienti dallo stesso.

Per la prima volta è stata sperimentata su materiale archeologico la tecnica di pulitura con vapore, già sperimentata su materiale lapideo, considerando le sue caratteristiche di selettività e controllabilità, indispensabili per salvaguardare tutte le informazioni che i reperti forniscono (tracce dovute all'uso, all'usura, alla permanenza nel terreno, ecc.).

La pulitura con vapore non prevede alcun impatto meccanico sui manufatti consentendo così di preservarne l'integrità anche qualora siano fragili e decoesi, come si è potuto rilevare in fase di sperimentazione. Non contemplando inoltre l'impiego di sostanze e/o reagenti chimici, l'azione di pulitura viene limitata alla sola rimozione dei depositi terrosi, facilitando la lettura e lo studio dei manufatti stessi.

I dati sperimentali indicano che i manufatti sono soggetti ad un assorbimento d'acqua contenuto e l'acqua adsorbita viene rilasciata dai reperti nell'arco di circa tre ore dall'intervento. La quantità d'acqua adsorbita non sembra dipendere dalla presenza o meno di rivestimento vetroso quanto dalle caratteristiche di porosità degli stessi. La temperatura superficiale raggiunta durante la fase di pulitura dei manufatti non è mai tale da comprometterne lo stato di conservazione, considerata anche la natura chimica dei reperti.

Dal punto di vista della "sostenibilità" dell'intervento con vapore, questo non presenta controindicazioni per l'operatore che può lavorare in assenza di cappe aspiranti e/o dispositivi di sicurezza particolari e non è inquinante per l'ambiente, poiché il residuo prodotto al termine di un ciclo operativo (acqua e terra) non richiede particolari pratiche di smaltimento e la quantità di reflui prodotta è molto contenuta (circa un litro per ora di lavoro).

adsorbed water was released from the findings within about three hours after the cleaning. The amount of adsorbed water does not seem to depend on the presence of glassy coating or lack thereof, but rather on the porosity of the specimens. The surface temperature reached during the cleaning operation is never such that it might compromise the specimens' conservation, considering also their chemical composition.

With regard to the 'sustainability' of working with vapour, there are no contraindications for operators, who can work without extractor hoods and/or any particular safety devices; this type of operation is non-polluting for the environment, since the residual product at the end of an operating cycle (water and soil) does not require special disposal practices and the amount of wastewater produced is very low (about one litre per work hour).

Moreover, this methodology has been applied to other types of findings (metal, glass, bone), always achieving positive results allowing the reading of the layers, and therefore, the modulation of the cleaning action based on the acknowledged (and acknowledgeable) importance of the deposits adhering to the specimens.

1 See Legislative Decree no. 36/2003 – Ministerial Decree of 13/03/2003

2 Category I Equipment, Regulation EN 420: January 2000 – Protective gloves.

Questa metodologia è stata applicata anche su altri tipi di reperti (metalli, vetri, ossa), ottenendo sempre dei risultati positivi e consentendo la successiva lettura degli strati e quindi la progettazione di una pulitura modulata sulla base dell'importanza riconosciuta (e riconoscibile) dei depositi adesi al reperto.

1 Cfr. Dlgs 36/2003 – D.M. 13/03/2003

2 Dispositivi I categoria, Norma EN 420: Gennaio 2000- Guanti di protezione.

CAMPIONE / VZOREC / SAMPLE	DESCRIZIONE / OPIS/ DESCRIPTION
1/1	Ceramica invetriata internamente / Keramika glazirana na notranji strani / Inner glazed ceramic
2/1	Ceramica non invetriata / Neglazirana keramika / Coarse ware
3/1	Ceramica invetriata internamente / Keramika glazirana na notranji strani / Inner glazed ceramic
4/1	Ceramica non invetriata / Neglazirana keramika / Coarse ware
5/1	Ceramica non invetriata / Neglazirana keramika / Coarse ware
6/1	Ceramica invetriata esternamente / Keramika glazirana na zunanji strani / Glazed ceramic (only externally)
7/1	Ceramica invetriata su ambo le superfici / Keramika glazirana na obeh površinah / Glazed ceramic
8/1	Ceramica invetriata su ambo le superfici / Keramika glazirana na obeh površinah / Glazed ceramic
9/1	Ceramica invetriata internamente / Keramika glazirana na notranji strani / Inner glazed ceramic
10/2	Ceramica invetriata esternamente / Keramika glazirana na zunanji strani / Glazed ceramic (only externally)
11/2	Ceramica invetriata esternamente / Keramika glazirana na zunanji strani / Glazed ceramic (only externally)
12/2	Ceramica non invetriata / Neglazirana keramika / Coarse ware
13/2	Ceramica non invetriata / Neglazirana keramika / Coarse ware

Fig. 1 - Descrizione dei campioni sottoposti a pulitura con vapore. L'US è la stessa per tutti i campioni (1004), varia il numero del saggio, indicato a fianco del numero del campione (saggio 1 e 2) (E. Zendri)

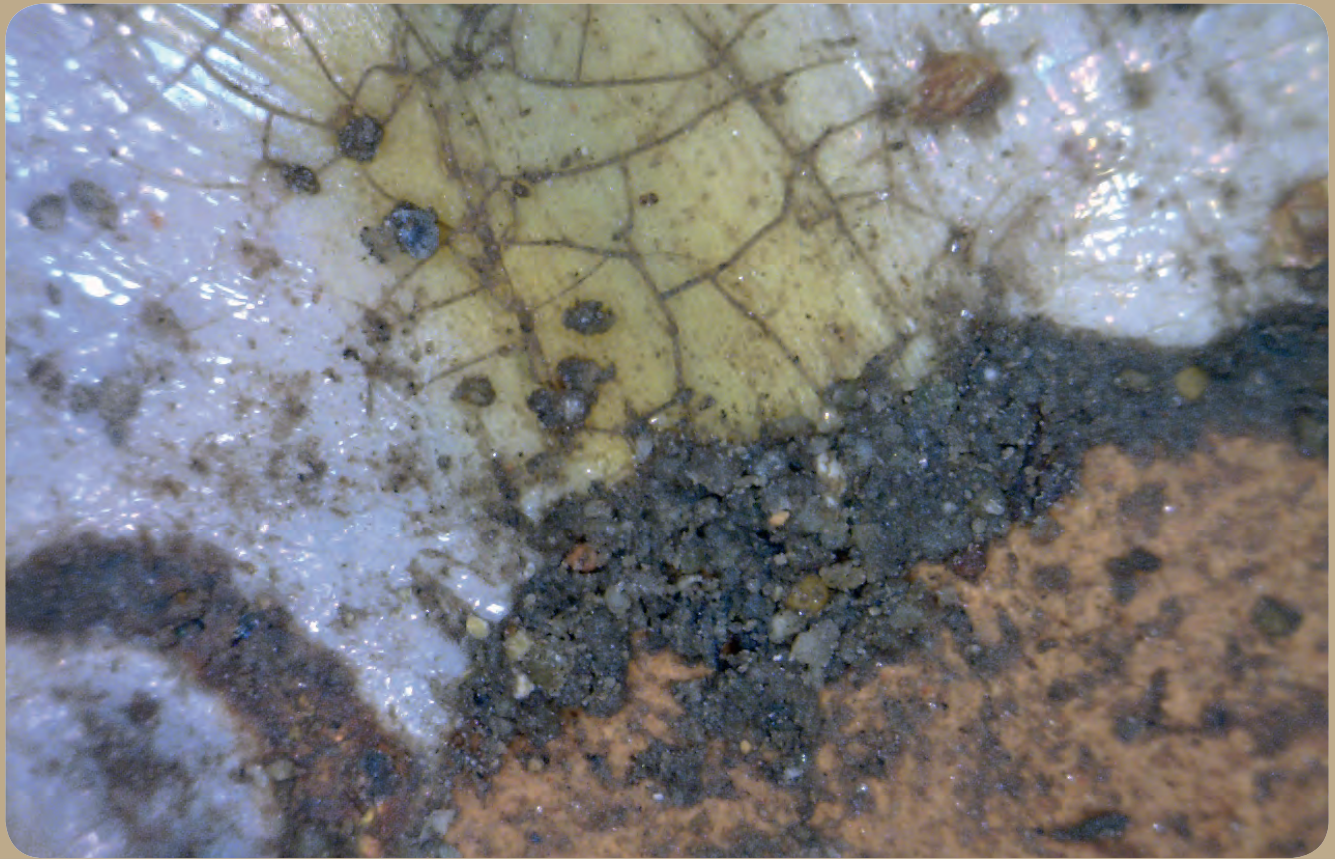


Fig. 2a - Immagine di una superficie ceramica invetriata realizzata con microscopio ottico a contatto prima della pulitura a vapore (55x) (E. Zendri)

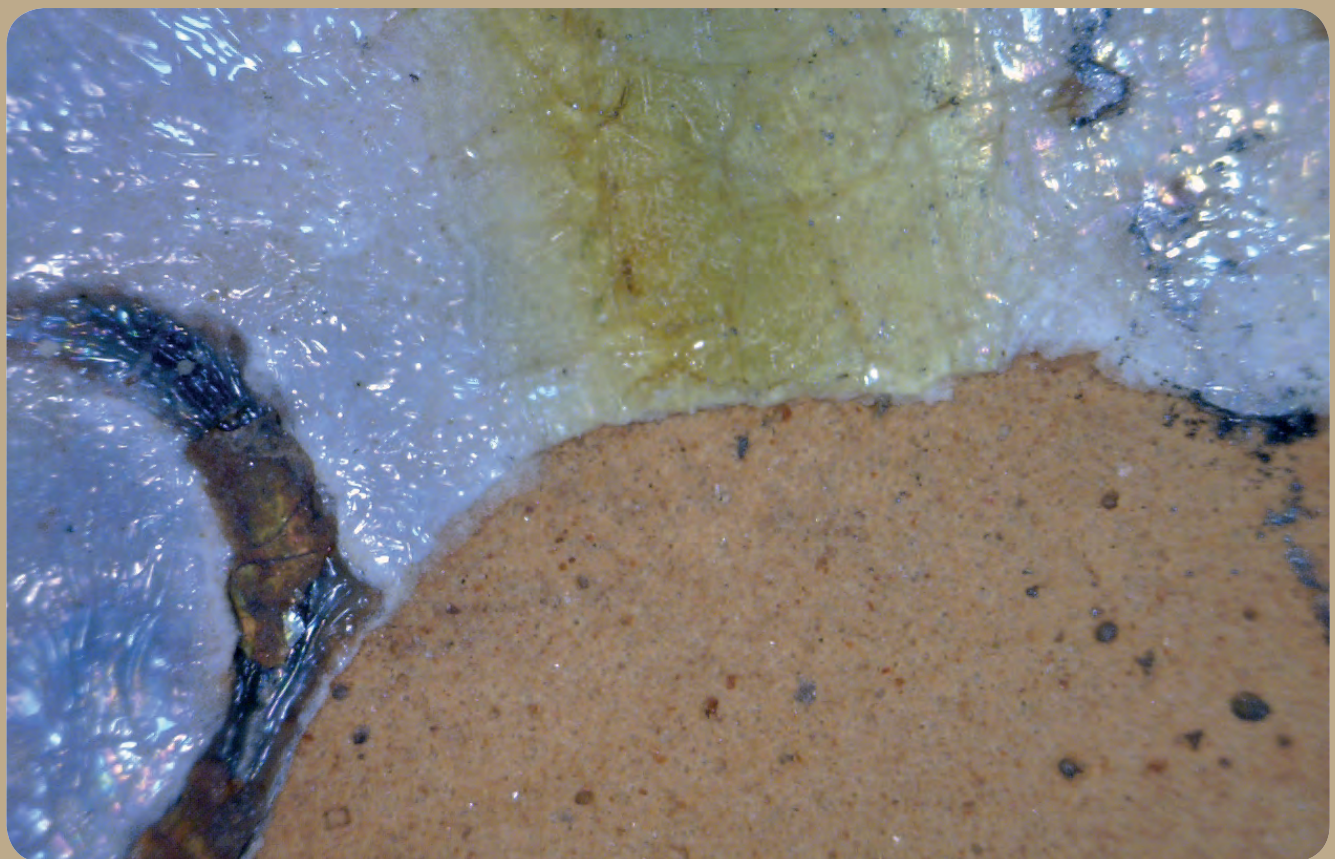


Fig. 2b - Immagine della stessa superficie dopo la pulitura a vapore (55x) (E. Zendri)

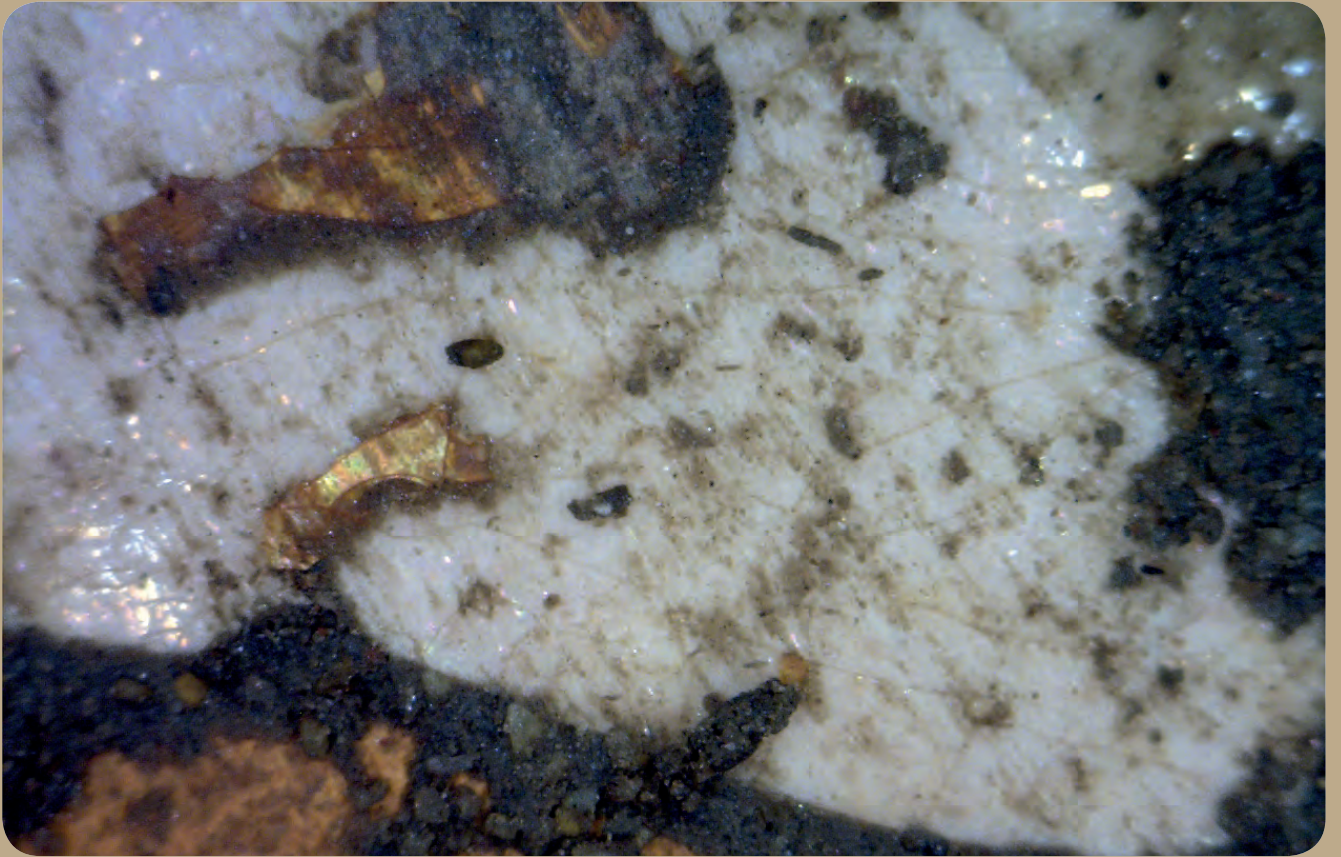


Fig. 2c - Immagine di una superficie ceramica invetriata realizzata con microscopio ottico a contatto prima della pulitura meccanica tradizionale (55x) (E. Zendri)

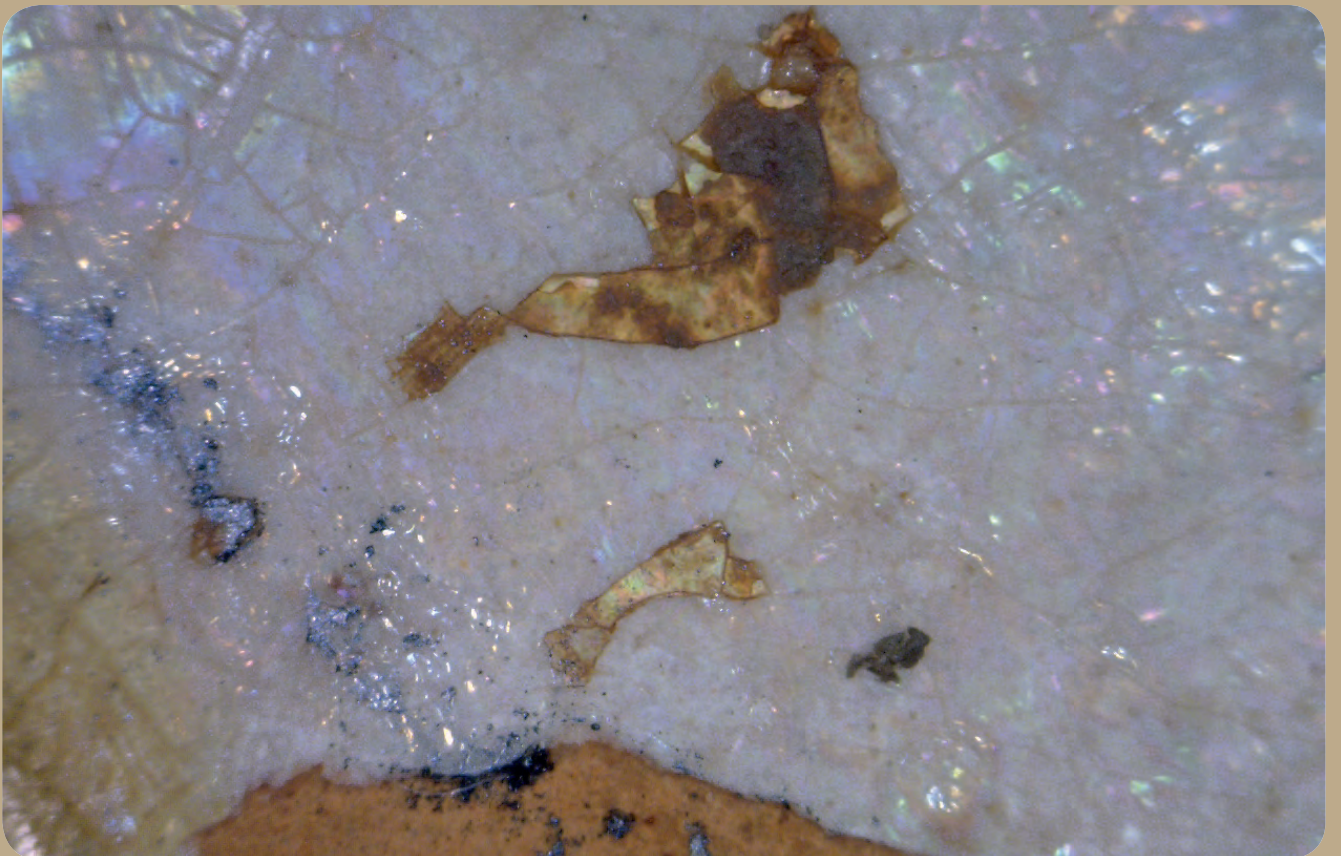


Fig. 2d - Immagine della stessa superficie dopo pulitura meccanica tradizionale (55x) (E. Zendri)

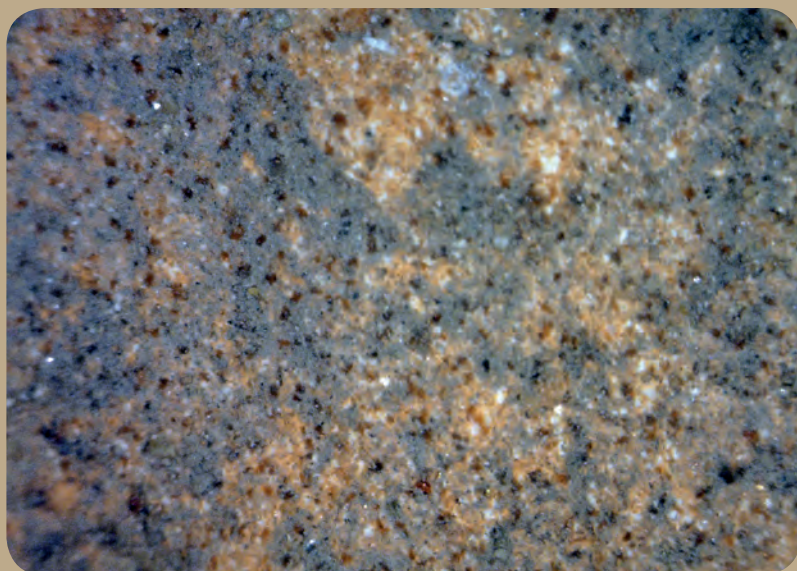


Fig. 3a - Superficie di un reperto ceramico prima della pulitura (55x) (E. Zendri)



Fig. 3b - Superficie dopo la pulitura con vapore (55x) (E. Zendri)



Fig. 3c - Superficie dopo la pulitura con acqua e blanda spazzolatura (55x) (E. Zendri)

Campione / Vzorec / Sample	Quantità d'H₂O assorbita (%) / Količina vpite H₂O (%) / Amount of absorbed water (%)	ΔP% dopo 180 min. / ΔP % po 180 min / ΔP% after 180 min.
1/1	1,3%	0
2/1	2,9%	0
3/1	1,2%	0
4/1	1,3%	0
5/1	1,9%	0
6/1	1,2%	0
7/1	4,5%	0
8/1	5,8%	1
9/1	2,3%	0
10/2	2,4%	0
11/2	9,2%	0
12/2	11,3%	3
13/2	11,6%	0

Fig. 4 - Quantità di acqua adsorbita (espressa in % rispetto al peso secco) dai reperti ceramici sottoposti a pulitura con vapore e quantità d'acqua residua dopo 180 minuti (espressa come differenza in peso in % rispetto al peso iniziale) (E. Zendri)

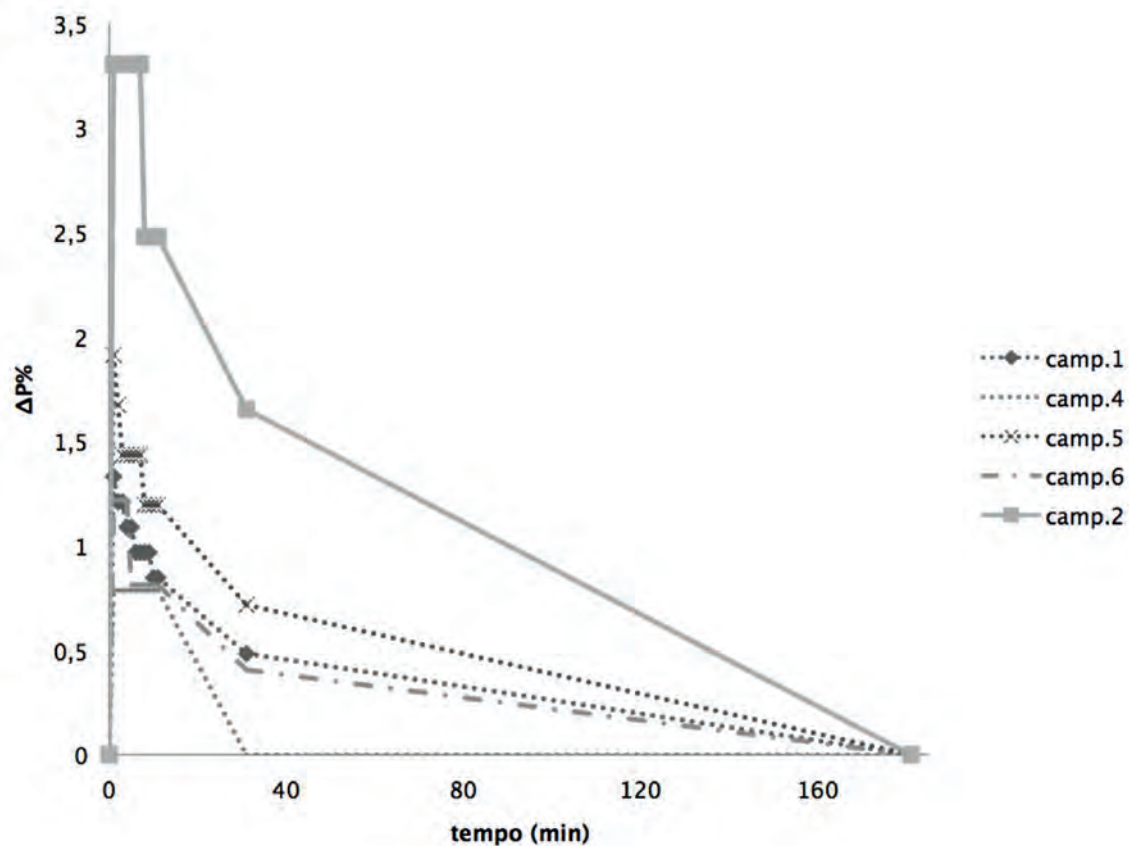


Fig. 5 - Andamento relativo all'assorbimento di acqua durante la pulitura e relativo desorbimento nel tempo per alcuni campioni rappresentativi (E. Zendri)

Campione / Vzorec / Sample	T prima della pulitura / T pred čiščenjem / T before cleaning	T subito dopo pulitura / T takoj po čiščenju / T right after the cleaning	T dopo 30' dalla pulitura / T 30' po čiščenju / T. 30 min. after the clearing
7/1	14.8°C	24,0°C	15.8°C
8/1	15.6°C	33.8°C	16.3°C
9/1	16,0°C	33.8°C	16.3°C

Fig. 6 - Temperature misurate sulle superfici di alcuni campioni durante la pulitura con vapore a bassa pressione (E. Zendri)

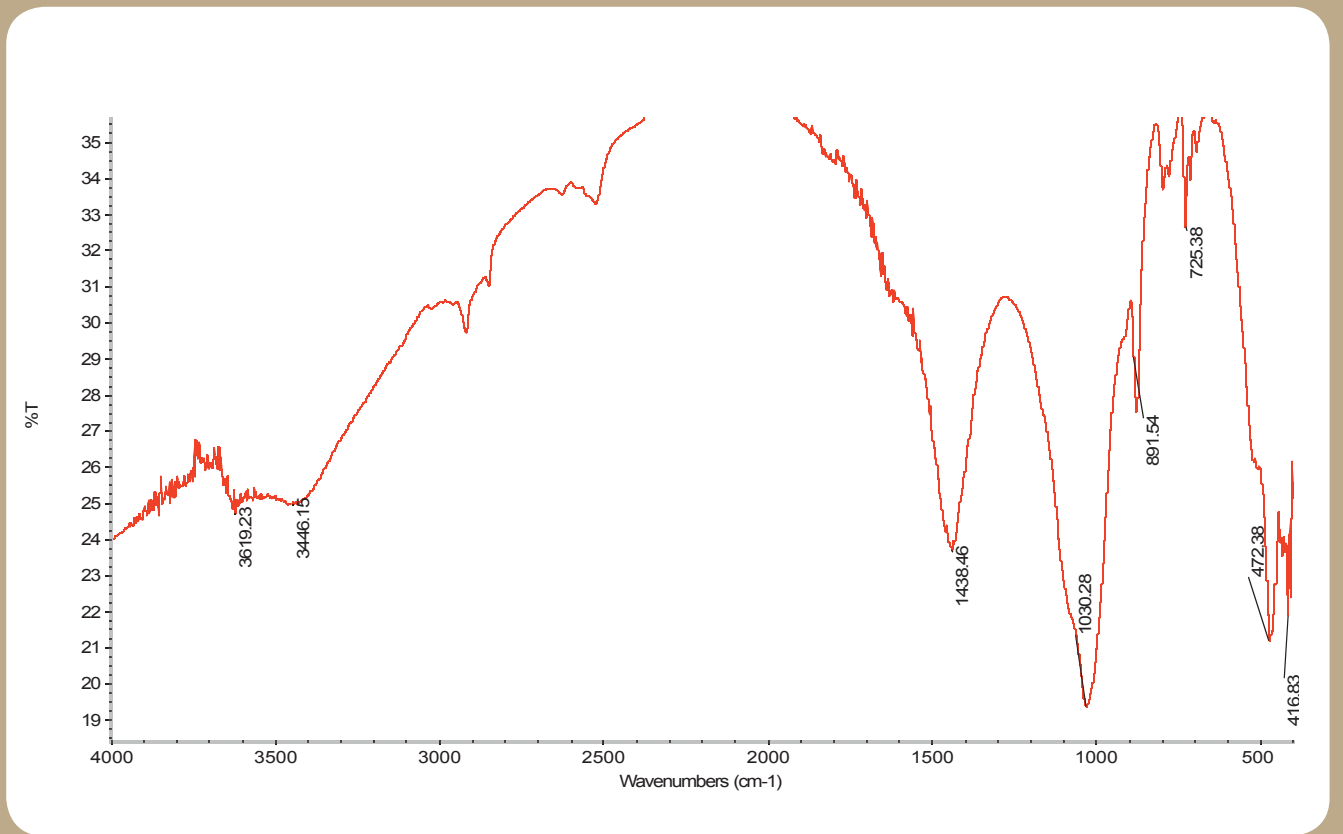


Fig. 7a - Spettro FTIR del terreno di scavo (E. Zendri)

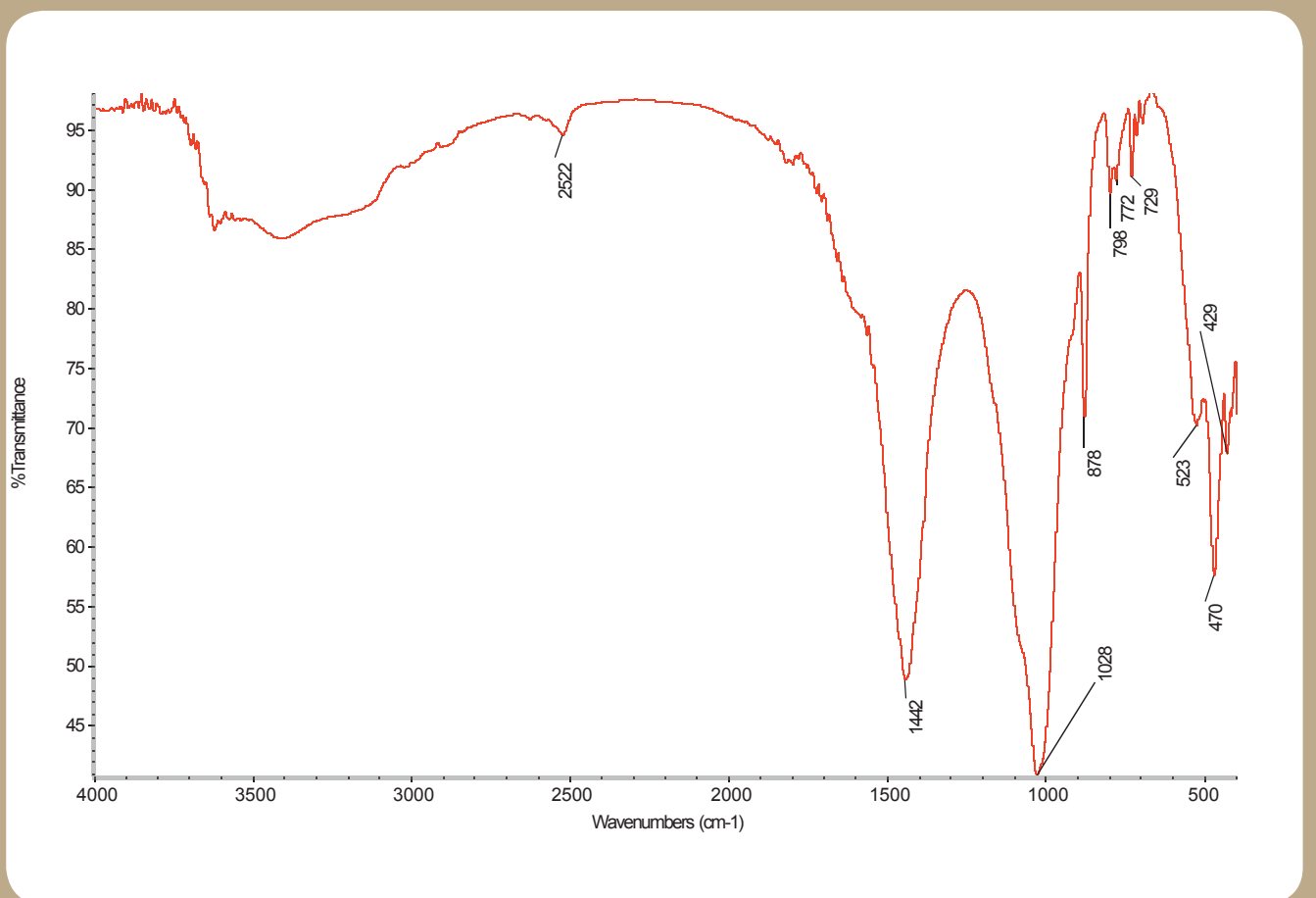


Fig. 7b - Spettro FTIR del residuo prodotto con la pulitura a vapore (E. Zendri)

5.3 L'ANALISI DEI RESIDUI ORGANICI IN CONTENITORI CERAMICI - CASI DI STUDIO DALLO SCAVO DI TORCELLO 2012

I residui organici costituiscono evidenze dirette dell'uso specifico dei manufatti archeologici al momento del loro ritrovamento nel contesto archeologico. I recipienti, soprattutto i contenitori per derrate alimentari, infatti, possono essere stati utilizzati per più funzioni durante il loro ciclo di vita.

Le potenzialità informative dei residui organici conservati all'interno delle ceramiche sono di grande importanza: poichè possono fornire un gran numero di dati relativi agli usi specifici dei contenitori. La determinazione e lo studio delle differenti sostanze contenute in anfore, ceramiche da dispensa o ceramiche da cottura permette di conoscere le modalità di conservazione dei cibi e/o delle derrate alimentari. Si tratta di elementi fondamentali per lo studio del passato e per la determinazione delle attività quotidiane ed economiche che caratterizzano un sito archeologico (EVERSHED 2008; COLOMBINI, MODUGNO 2009).

Per quanto riguarda specificatamente le indagini sulle tracce conservate nei recipienti ceramici, quelle relative alle anfore costituiscono senza dubbio le analisi più diffuse (per una sintetica rassegna degli studi si vedano: EVANS 1990; RICE 1987, 234; ROTHSCHILDBOROS 1981).

5.3 ANALIZA ORGANSKIH OSTANKOV V KERAMIČNIH POSODAH - ŠTUDIJSKI PRIMERI IZ IZKOPA PRI TORCELLU 2012

Organski ostanki so neposredni dokazi specifične uporabe arheoloških ostankov v trenutku njihove najdbe v sklopu arheološkega konteksta. Posode, predvsem tiste, namenjene shranjevanju hrane, so lahko med svojo življenjsko dobo imele več funkcij.

Podatki, ki nam jih morebitni organski ostanki v notranjosti keramičnih posod lahko nudijo, so zelo pomembni, saj naj lahko pojasnijo uporabni namen posod. Opredelitev in preučevanje raznih snovi, najdenih v amforah in keramičnih posodah za shranjevanje in kuhanje hrane nam omogoča, da spoznamo način shranjevanja hrane. Ti podatki so koristni za preučevanje preteklosti in poznavanje vsakdanjih in gospodarskih dejavnosti, ki so potekale v arheološkem najdišču (EVERSHED 2008; COLOMBINI, MODUGNO 2009).

Izmed vseh sledi, ki so se ohranile v keramičnih posodah, so sledi iz amfor najbolj raziskane (za povzetek teh študij glej: EVANS 1990; RICE 1987, 234; ROTHSCHILDBOROS 1981).

Gospodarske in družbene pomembnosti prisotnosti tovrstnih najdb v arheoloških najdiščih pogosto ne gre pripisati posodi, temveč vsebini. Torcello je viden primer te trditve: ker gre za trgovski center, je na osnovi preučevanja vsebine keramičnih posod, uporabljenih za

5.3 THE ANALYSIS OF ORGANIC RESIDUES IN CERAMIC CONTAINERS, CASE STUDIES FROM THE TORCELLO 2012 EXCAVATION

In an archaeological context, the discovery of organic residues is a direct evidence of the specific use of the artefacts that contained them. Containers, especially food containers, may have in fact been used for multiple functions during their life cycle.

The potential information of the organic residues preserved inside ceramic vessels is very important and could provide a large number of data related to the specific use of such containers. The determination and study of the various substances contained in amphorae, pottery used for storage, and pottery used for baking, can tell us about food and/or foodstuff preservation methods. These are elements fundamental for studying the past and determining the daily and economic activities that distinguish an archaeological site (EVERSHED 2008; COLOMBINI, MODUGNO 2009).

Specifically, with regards to investigations on the traces preserved in ceramic containers, analyses relative to amphorae are undoubtedly the most widespread (for a brief summary of these studies see: EVANS 1990; RICE 1987, 234; ROTHSCHILDBOROS 1981).

The economic and social importance of such findings in archaeological sites, in fact, is often derived not from the external container, but from its content. Torcello is an excellent example since it was an 'emporium' site. The study of the ceramic containers used for transport allows a better definition of the quality of the traded products. Furthermore, this study makes possible an assessment of the degree of integration among import-

L'importanza economica e sociale della presenza di tali reperti nei siti archeologici, infatti, spesso non deriva dal contenitore esterno, ma dal contenuto. Torcello ne è un esempio evidente: trattandosi di un sito a vocazione "emporiale", lo studio dei contenuti delle ceramiche usate per il trasporto, permette di definire meglio la qualità dei prodotti oggetto di mercato. Lo studio, inoltre, consente di valutare il grado di integrazione tra merci importate, merci re-distribuite, merci locali, contenitori usati più di una volta, usi domestici di specifiche forme ceramiche etc.

5.3.1. I Campioni analizzati

Molti dei frammenti ceramici rinvenuti nello scavo di Torcello presentavano nelle facce interne tracce di residui organici, probabilmente sia legate alla pratica della stesura di film impermeabilizzanti (applicati, quindi, in fase di produzione), sia all'uso stesso dei manufatti. Alcune di queste tracce sono state sottoposte ad indagini per verificarne la natura e dare, quindi, ulteriori e importanti informazioni su prodotti e merci circolanti in ambito torcellano, con particolare attenzione all'età altomedievale e medievale.

Le analisi sono tuttora in corso. In queste pagine si dà conto dei primissimi risultati, verificando le possibilità di composizione organica legate ai residui visibili i 3 diversi contenitori provenienti dallo scavo. Si sono scelti dei frammenti pertinenti alle parti del fondo o delle pareti: in tutti, ad una prima osservazione macroscopica, pareva essere ancora presente qualche residuo organico relativo all'utilizzo del pezzo.

I campioni analizzati in questo primo lotto sono:

Campione 1, US 5157/1, probabilmente riferibile ad una parete di anfora LRA1, di produzione orientale e con una cronologia collocabile tra seconda metà del IV – inizi V VII secolo (Fig. 1);

prevoz izdelkov, mogoče opredeliti kakovost proizvodov, s katerimi so trgovali.

Na osnovi preučevanja je mogoče tudi opredeliti stopnjo integracije med uvoženim blagom, domačim blagom, ponovno distribuiranim blagom, večkrat uporabljenimi posodami, domačo uporabo keramike posebnih oblik itd.

5.3.1. Analizirani vzorci

Mnogi keramični fragmenti, ki so jih našli med izkopom v Torcellu, so imeli na notranji strani sledi organskih snovi, verjetno vezane bodisi na navado nanašanja vodoodpornih plasti (ki so jih torej nanašali med proizvodnjo) in bodisi na uporabo izdelkov. Nekatere izmed teh sledi so analizirali, da bi opredelili njihov izvor in s tem pridobili nove, pomembne informacije o proizvodih in blagu, ki so krožili na območju Torcella, in sicer predvsem v zgodnjem srednjem veku in v srednjem veku.

Analize še trajajo. V tem prispevku želimo poročati o prvih rezultatih in predstaviti podatke o organskem sestavu vidnih ostankov v 3 različnih posodah iz tega izkopa. Izbrali smo fragmente z dna: v vseh treh je bil ob prvem makroskopskem pregledu navidezno različen kak organski ostanek, vezan na uporabo posode.

V prvem sklopu so bili analizirani sledeči vzorci:

Vzorec 1, strat. enota 5157/1, izvira iz amfore LRA1, ki je verjetno orientalskega izvora in spada v obdobje med 5. in začetkom 7. Stoletja (Sl. 1);

Vzorec 2, strat. enota 5157/1, izvira iz amfore LRA2, ki je verjetno orientalskega izvora in spada v obdobje med 5. stoletjem in začetkom 7. stoletja;

Vzorec 3, strat. enota 1034/1, izvira iz zaprte posode, z dna keramične kozičke, ki sega v obdobje od 12 do 13stoletja in se na splošno v arheoloških kontekstih pojmuje kot namizna keramika (za serviranje vina in/ali

ed goods, re-distributed goods, local goods, containers used more than once, containers with specific forms for domestic use, etc.

5.3.1. The Analysed Samples

Many of the ceramic fragments found in Torcello excavation had traces of organic residues on their internal surfaces, probably linked to the practice of applying a waterproof film on them (during the production phase), as well as to the use of the artefacts itself.

Some of these traces underwent analyses to verify their nature, thus obtaining additional and important information about the products and goods circulating in and around Torcello, focusing mainly on the Early Middle Ages and Middle Ages.

The analyses are still in progress.

The very first results are presented in these next few pages, aimed at verifying the possible organic composition of the visible residues found in 3 different containers recovered from the excavation. The fragments selected for analysis were those on the bottom or on the sides of the containers.

Based on a first macroscopic observation, some organic residues connected to the use of the artefacts were detected in all of them.

The samples analysed in this first batch are the following:

Sample 1, US 5157/1 (Fig. 1), from an amphora LRA1, probably of Eastern production, dating from the 4th to the early 5th-7th century;

Campione 2, US 5155/B, probabilmente riferibile ad una parete di anfora LRA2, di possibile produzione egea e con una cronologia collocabile tra fine IV VII secolo; Campione 3, US 1034/1, pertinente ad una forma chiusa, ovvero al fondo di un albarello, e generalmente interpretata nei contesti archeologici come una ceramica da mensa (per servire vino e/o acqua in tavola) o da dispensa (per la conservazione per un breve periodo) di cibi. Campione 4, US 5102/5103/1 massa organica (o scoria) di natura sconosciuta ad una prima analisi autoptica, pertinente ad una serie di ritrovamenti ricorrenti nel sito, di cui non se ne comprendeva – al momento dello scavo – la natura e la composizione.

5.3.2 Campione 1

Il campione 1 (Anfora tipo LRA1), presentava sul lato interno un leggero strato di materiale a prima vista organico, interpretato preliminarmente come un'impermeabilizzazione. Le anfore se usate per la conservazione e il trasporto di sostanze liquide (specialmente vino e olio), venivano sottoposte ad un trattamento di impermeabilizzazione delle superfici interne. Lo scopo era quello di ridurre la porosità del materiale, per poterne sfruttare al meglio le potenzialità e le qualità legate alla conservazione delle caratteristiche organolettiche e, dunque, potere utilizzare i contenitori nei trasporti anche a lunga distanza. Dalle fonti scritte è noto che per i contenitori anforici destinati allo stoccaggio ed al trasporto del vino, l'impermeabilizzazione avveniva con l'ausilio di una sostanza che sia Plinio che Columella definiscono *pix*, ossia pece, che veniva scelta ed usata probabilmente anche in virtù della sua capacità di conferire particolari gradazioni aromatiche alla bevanda stessa. Lo studio dei residui di tali trattamenti comporta però delle difficoltà analitiche non solamente legate alle ca-

vode) ali shranjevalna keramika (za kratkotrajno shranjevanje hrane).

Vzorec 4, stratigrafska enota 5102/1 organska masa (ali obloga) neznanega izvora; ob prvem avtoptičnem pregledu izvira iz vrste predmetov, najdenih v najdišču v večjem številu, katerih značaj in sestava sta bila ob trenutku izkopa neznan.

5.3.2 Vzorec 1

V notranjosti vzorca 1 (amfore vrste LRA1), je bila tanka plast navidezno organskega materiala, sprva opredeljena kot vodoneprepustna plast. V antiki so notranjost amfor, namenjene hranjenju in prevozu tekočin (predvsem vina in olja), prevlekli z vodoneprepustno plastjo. Namen tega posega je bil omejiti poroznost materiala in učinkovitejše koriščanje njegovega potenciala pri shranjevanju in ohranitvi organoleptičnih značilnosti tekočin; v tako obdelanih posodaj so lahko prevažali tekočine tudi na velike razdalje. Iz pisnih virov vemo, da so notranjost amfor, namenjenih shranjevanju in prevažanju vina, izolirali s snovjo, ki sta jo Plinij in Columella imenovala *pix* (smola), ki so jo verjetno uporabljali tudi zaradi posebne arome, ki jo je dajala pijači.

Pri preučevanju ostankov teh obdelav pa se postavlja jo določeni analitični problemi vezani ne le na kemijske značilnosti organskih snovi, uporabljenih za izolacijo, ampak predvsem na dejstvo, da so te snovi utrpel določene spremembe, bodisi zaradi tehnik nanosa in uporabe in bodisi zaradi procesov v usedlinski plasti, ki so povzročili staranje in kvarjenje vodoneprepustnih snovi. Za opredelitev izvora organskih snovi, uporabljenih za izolacijo na notranji površini vzorca 1 (strat. enota 5157/b, slika 2), smo se poslužili infrardeče spektroskopije s Fourierjevo transformacijo (FTIR). Na osnovi rezultatov lahko sklepamo, da je tem primeru vodoodpor-

Sample 2, US 5115/B (Fig. 3), from container LRA2, of possible Aegean production, dating from the 4th to the early 7th century;

Sample 3, US 1034/1, from a closed shape container, a venetian "albarello", and generally interpreted in archaeological contexts as ceramic tableware (for serving wine and/or water during meals) or for food storage (for brief periods).

Sample 4, US 5102/1, organic mass (or slag) of an unknown nature upon initial autopsy analysis, belonging to a series of recurring findings in the site, the nature and composition of which was not known at the time of the excavation.

Figures 2-8 show the analytical results relative to the study of the organic fractions present in some significant excavated fragments, obtained through the application of different investigation techniques.

5.3.2 Sample 1

Sample 1 (Amphora type LRA1 in Figure 1a and b) had a light layer of seemingly organic material on its internal side, preliminarily interpreted as waterproofing film. In ancient times, amphorae, in particular when used for preserving or transporting liquid substances (specifically wine and oil), were subjected to a waterproofing treatment of their internal surfaces. The aim was to reduce the porosity of the material in order to exploit its potential and capacity of conserving the organoleptic characteristics of a liquid, and therefore to be able to use the containers for transporting liquids over long distances. From written sources, we know that the waterproofing of amphorae, intended for the storage and transport of wine, was done using a substance that

ratteristiche chimiche intrinseche delle sostanze organiche utilizzate ma anche, e soprattutto, al fatto che queste sostanze hanno subito delle trasformazioni, in parte dovute alle tecniche di utilizzo e applicazione e in parte dovute a processi post-deposizionali, che determinano l'invecchiamento e il degrado delle sostanze impermeabilizzanti.

Per identificare la natura delle sostanze organiche presenti come strato di impermeabilizzazione sulla superficie interna del frammento del Campione 1 (US 5157/b, Fig. 2), si è fatto ricorso alla spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR). I risultati ottenuti indicano che l'impermeabilizzazione sia stata realizzata proprio con pece, ovvero con una sostanza ottenuta per riscaldamento degli essudati resinosi della famiglia delle *Pinaceae*.

Nelle figure 10-17 sono riportati gli esiti analitici relativi allo studio delle frazioni organiche presenti in alcuni frammenti di scavo significativi, ottenuti attraverso l'applicazione di differenti tecniche di indagine.

La frazione organica rinvenuta sul campione 5157 B è stata estratta con acetone e quindi analizzata mediante spettrofotometria FTIR. Lo spettro riporta in particolare delle bande in particolare a 1101, 1024, 801, 674, 616, 576 cm^{-1} riconducibili alla presenza di colofonia, come poi confermato dal confronto di spettri presenti in letteratura (IZZO *et alii* 2013).

La colofonia è un residuo solido ottenuto dalla distillazione (bollitura e separazione a goccia a goccia) di resine di varie conifere, tra cui le pinacee. Il suo uso, fin dall'antichità è stato molto frequente per impermeabilizzazioni di vario tipo, tra cui anche il calafataggio (impermeabilizzazione degli scafi).

Questo dato sembrerebbe confermare le ipotesi iniziali basate sulle fonti letterarie circa l'uso della pece come si-

na plast res sestavljena iz smole oz. iz snovi, pridobljene s segrevanje smole dreves iz družine borovk (*Pinaceae*). Na slikah 10-17 so prikazani rezultati analiz organskih elementov, prisotnih v nekaterih izkopanih fragmentov in pridobljenih s pomočjo različnih raziskovalnih tehnik.

Organsko snov na vzorcu 5157 B smo pridobili s topilom (acetonom) in nato analizirali s spektrofotometrijo FTIR. Na spektru so vidni absorpcijski trakovi pri 1101, 1024, 801, 674, 616, 576 cm^{-1} , ki jih gre pripisati prisotnosti kolofonije, kar je potrdila primerjava z drugimi spektri, zabeleženimi v bibliografiji (IZZO *et alii* 2013). Kolofonija je trden ostanek destilacije (vretja in ločitve posameznih kapljic) smol raznih iglavcev, med drugim borovk. Že v antiki so jo pogosto uporabljali kot vodoodporno snov, med drugim tudi kot premaz za ladijske trupe.

Ta podatek navidezno potrjuje začetne hipoteze o uporabi smole kot vodoodporni premaz keramičnih posod, namenjenih shranjevanju in prevozu vina.

5.3.3 Vzorec 2

Ekstrakcija z acetonom v primeru vzorca 2 (amfore tipa LRA2) ni bila učinkovita. Na osnovi prve avtoptične analize je bilo mogoče sklepati, da gre za podobno vodoodporno prevleko kot pri vzorcu 1, česar analize niso potrdile. Zato je sledila analiza z vrstičnim elektronskim mikroskopom in mikrosondo (SEM-EDX), ki bi omogočila mapiranje kemijskih elementov, ki predstavljajo oblogo keramične površine (sliki 3a in 3b).

Mikroskopska analiza je pokazala, da je za oblogo iz vzorca 2 (strat. enota 5155/B, Sl. 4), prisotni na notranji strani amfore, značilna visoka prisotnost fosforja in žvepla (Sl. 5a in 5b). Na osnovi teh značilnosti je mogoče sklepati, da gre tu za ostanke beljakovinskega

both Pliny and Columella called *pix*, i.e., pitch, which was probably chosen and used also because of its ability to give particular aromatic gradations to the drink itself.

The study of the residues left by such treatments, however, led to analytical difficulties due not only to the intrinsic chemical characteristics of the organic substances used, but especially to the fact that these substances have undergone transformations, partly due to the use and partly because of post-depositional processes, which determine the aging and degradation of the waterproofing substances.

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to identify the nature of the organic substances present as waterproofing layer on the internal surface of Sample 1 (US 5157/b, Fig. 1a and 1b).

The organic fraction found on the sample 5157 B was extracted using a solvent (acetone) and then analysed through FTIR spectrophotometry (Fig. 2). In particular, the spectrum shows bands at 1101, 1024, 801, 674, 616, 576 cm^{-1} , associated to the presence of rosin, as later confirmed by a comparison with literature spectra (IZZO *et alii* 2013).

Rosin (colophony) is a solid residue obtained from the distillation (boiling and dropwise separation) of resin from various conifers, including *Pinaceae*. Since ancient times, its use has been very common for various types of waterproofing, including caulking (sealing hulls).

The results obtained indicate that the waterproofing was obtained using pitch, a substance obtained from heating resinous exudates from the *Pinaceae* family. These data would confirm the initial hypotheses based on literary sources about the use of pitch as a system for waterproofing ceramic containers intended for transporting and storing wine.

stema di impermeabilizzazione dei contenitori ceramici destinati al trasporto ed allo stoccaggio del vino.

5.3.3 Campione 2

L'estrazione con acetone non è risultata efficace, invece, per il campione 2 (Anfora tipo LRA2). Ad una prima analisi autoptica si ipotizzava la presenza di un rivestimento impermeabilizzante analogo al campione 1, non confermata dalle analisi. Si è quindi proceduto ad un'indagine attraverso microscopia elettronica a scansione abbinata all'analisi con microsonda (SEM-EDX) al fine di ottenere una mappatura degli elementi chimici costitutivi il residuo presente sulla parete ceramica (Fig. 3 a 3 b).

Ciò ha permesso di osservare che lo strato del campione 2 (US 5155/B, Fig. 4) presente sulla superficie interna dell'anforaceo è caratterizzata dalla presenza di fosforo in quantità significative e di zolfo (Fig. 5 a, 5b). Tali caratteristiche compositive hanno fatto supporre che il deposito in esame fosse di natura proteica e si è quindi proceduto con una seconda estrazione con acqua distillata a circa 40°C. La soluzione ottenuta è stata quindi filtrata e portata a secchezza e il residuo analizzato mediante FTIR. Lo spettro rileva la presenza in particolare di bande a 1609, 1476, 1385 cm^{-1} e a 1077, 880, 780, 612, 457, 420 cm^{-1} . (Fig. 6): riconducibili alla presenza di una miscela di sostanze di natura proteica e di carboidrati.

La compresenza nello spettro FT-IR del campione 2 (US 5155/B) dei picchi relativi a questi due gruppi di sostanze può essere spiegata considerando il riutilizzo delle anfore vinarie e olearie da trasporto, per un uso di tipo "secondario" per contenere alimenti e/o preparazioni alimentari. Tale pratica è nota in letteratura ed è sicuramente pratica abituale in un sito come Torcello, ricco

izvora. Sledila je torej druga ekstrakcija z destilirano vodo pri temperaturi pribl. 40°C. Tako pridobljeno zmes so filtrirali, posušili, ostanke pa analizirali z metodo FTIR. Na spektru so vidni absorpcijski trakovi pri 1609, 1476, 1385 cm^{-1} ter pri 1077, 880, 780, 612, 457, 420 cm^{-1} . (slika 6): na osnovi teh podatkov je mogoče sklepati, da gre za mešanico beljakovinskih snovi in ogljikovih hidratov.

Sočasno prisotnost vrhuncev, značilnih za ti dve skupini snovi, v IR spektru vzorca 2 (strat. enota 5155/B) je mogoče razložiti s hipotezo, da so amfore za prevoz vina in olja uporabljali za sekundarne namene, in sicer za shranjevanje hrane. Ta navada je znana iz literature in je bila gotovo uveljavljena v središču, kakršen je Torcello: kraj je bil kot sedež trgovske dejavnosti bogat z amforami, ki jih je bilo mogoče ponovno uporabiti za shranjevanje domačih prehrabmenih izdelkov (QUERCIA 2008, EVANS 1990).

5.3.4 Vzorec 3

V primeru dna kozičk je bila ekstrakcija organskih ostankov z acetonom uspešna: v vzorcu 3, strat. enota 1034/1 (Sl.18) je bila prisotna smolnasta snov, ki jo je mogoče identificirati kot segreto smolo, kar se kaže iz odstopa značilnih vrhuncev (Sl. 8).

Posoda, ki izvira iz poznosrednjeveškega obdobja, v katerem segajo izkopi iz območja 1000, je nastala v času med 13. in 14. stoletjem. Uporabljali so ga (morda tudi večkrat) za obrtne ali proizvodne dejavnosti, verjetno vezane na smoljenje ladijskih trupov. To dejstvo naj bi torej potrjevalo hipotezo, da so imela naselja mešano uporabo: v pritličju hiš so potekale dejavnosti, vezane na ribištvo/plovbo/prevoz blaga, v zgornjem prostoru pa so bila bivališča (glei CALAON, SAINATI, GRANZO v tej knjigi, 75).

5.3.3 Sample 2

The extraction using acetone was not effective for the sample 2 (Amphora type LRA2 in Fig. 3a and 3b). Upon a first observation, the sample seemed to have a waterproof coating similar to the sample 1, hypothesis not confirmed by the analyses. An investigation was then carried out through scanning electron microscopy combined with energy dispersive x-ray spectroscopy (SEM-EDX) in order to obtain a mapping of the chemical elements characterizing the residue present on the ceramic walls (Fig. 4 and 5).

The SEM-EDX analysis shows that the layer of sample 2 (US 5155/B, Fig. 4), from the internal surface of the amphora, is characterized by the presence of phosphorus in significant amount and sulphur (Fig. 5a and 5b). This composition led to the assumption that the deposit might be proteinaceous and therefore a second extraction was performed using distilled water at about 40°C. The solution obtained was then filtered and dried, and the residue was analysed using FTIR. The spectroscopy revealed in particular the presence of bands at 1609, 1476, 1385 cm^{-1} and at 1077, 880, 780, 612, 457, 420 cm^{-1} . (Fig. 6) attributable to a mixture of protein and carbohydrate substances.

The co-presence of absorption peaks of these two groups of substances in the IR spectrum of the sample 2 (SU 5155/B) can be explained by the re-use of wine and oil amphorae for containing food and/or food preparations. This practice is well known in literature and was certainly common in a site such as Torcello, which was a place rich in amphorae – eminently related to commercial trade – and therefore characterised by the habit of re-using containers for local food products (QUERCIA, 2008; EVANS, 1990).

di anfore - presenti per ragioni eminentemente legate al commercio - e, dunque, caratterizzato dalla relativa disponibilità di riutilizzare contenitori per dei prodotti alimentari locali (QUERCIA 2008, EVANS 1990).

5.3.4 Campione 3

Nel caso del fondo dell'albarello l'estrazione della frazione organica mediante acetone è stata efficace: il campione 3, US 1034/1 (Fig.18), ha rivelato la presenza di una sostanza resinosa, che può essere identificata come pece, ovvero una resina sottoposta a riscaldamento, come testimonierebbero i picchi caratteristici (Fig. 8).

Il contenitore (relativo alle fasi basso medievali scavate nell'area 1000, databile tra XIII e XIV secolo), è stato usato (o riusato) per attività di tipo artigianale e/o produttivo, probabilmente collegate con il calafataggio di imbarcazioni. Questo tipo di dato confermerebbe l'utilizzo promiscuo delle aree abitate, con case che al piano terreno ospitavano le attività legate alla navigazione/pesca/trasporto e al piano superiore locali più strettamente domestici (CALAON, SAINATI, GRANZO in questo volume, 75).

5.3.5 Campione 4

Il campione 4 (US 5102/5103/A) risultava essere un piccolo ammasso di incerta origine. Gli archeologici lo avevano classificato in sede di scavo come generica "scoria". Poiché si tratta di un tipo di rinvenimento piuttosto frequente all'interno di tutte le fasi medievali (dall'XI secolo al XV secolo), si è deciso di sottoporlo ad analisi. Gli spettri FT-IR registrati per il campione evidenziano come la natura della sostanza indagata sia di tipo resinoso. Il confronto, dello spettro IR del campione 5102/5103/A (Fig. 7), con i dati forniti dalla letteratura ha permesso di identificare la sostanza in esame come

5.3.5 Vzorec 4

Vzorec 4 (US 5102/A) je bil mala gmota neznanega izvora. Arheologi so ga na samem mestu izkopa katalogirali kot »oblogo«. Ker gre za vrsto najdbe, ki je precej pogosta in značilna za ves srednji vek od 11. do 15. stoletja, so ga raziskovalci analizirali.

IR spekter potrjuje, da gre za smolasto snov. Na osnovi primerjave infrardečega spektra vzorca 5102/A (Sl. 7) s podatki iz bibliografije lahko sklepamo, da gre za kuhano smolo. To predstavlja še en neposreden dokaz o izvajanju dejavnosti, ki je bila ena od glavnih v najdišču Torcello in je bila verjetno vezana na vzdrževanje plovil.

V najdišču v Torcellu so med izkopi iz let 2012-2013 našli še vrsto drugih vzorcev, ki še čakajo na analizo materiala. Ta analiza bo predmet naknadne specifične študije.

5.3.4 Sample 3

With regards to the bottom of the "albarello" the organic fraction extracted using acetone was successful for the sample 3, US 1034/1. The FT-IR analyses (Fig. 7) revealed the presence of a resinous substance, which may be identified as pitch, i.e., a resin subjected to heating, as shown by the trend of the characteristic peaks. The container (relative to the Late Middle Ages phases excavated in the area 1000, around 13th and 14th century) was therefore used (or re-used) for craftsmanship and/or production activities, probably connected with the caulking of boats. This result would confirm the mixed use of the residential areas, with houses where the ground floor hosted the activities linked to sailing/fishing/transport, while the upper floor was reserved for strictly domestic use (CALAON, SAINATI, GRANZO in this book, 75).

5.3.5 Sample 4

Sample 4 (US 5102/A) appeared to be a small cluster of uncertain origin. The archaeologists who discovered it during the excavation classified it as general 'slag'. Since this type of finds is rather common throughout the Middle Ages (from the 11th to the 15th century), it was decided to analyse the sample.

The FT-IR spectra of this sample revealed that the substance investigated is a resin. In fact, the comparison of the FTIR spectrum of the sample 5102/A (Fig. 8) with the literature data led to the identification of the substance under exam as copal resin, i.e., pitch. Once again, an evidence was obtained of the main activities related to the Torcello site, probably linked to the maintenance of boats.

resina copale, ovvero pece. Ancora una volta si è ottenuta una prova diretta di una delle attività prevalenti legate al sito Torcellano e probabilmente legate alla manutenzione delle imbarcazioni .

Dal sito di Torcello e dallo scavo del 2012-2013, sono stati selezionati parecchi altri campioni per le analisi dei contenuti. Tali analisi saranno oggetto di un prossimo studio specifico integrato.

From the Torcello site and from the 2012-2013 excavation, several other samples were selected for the analyses of their contents. These analyses will be the subject of a future specific integrated study.



Fig. 1a /1b - Foto delle superfici interna (a sinistra) ed esterna (a destra) del frammento da cui proviene il campione 5157B (A. Bernardi, M. Sgobbi)

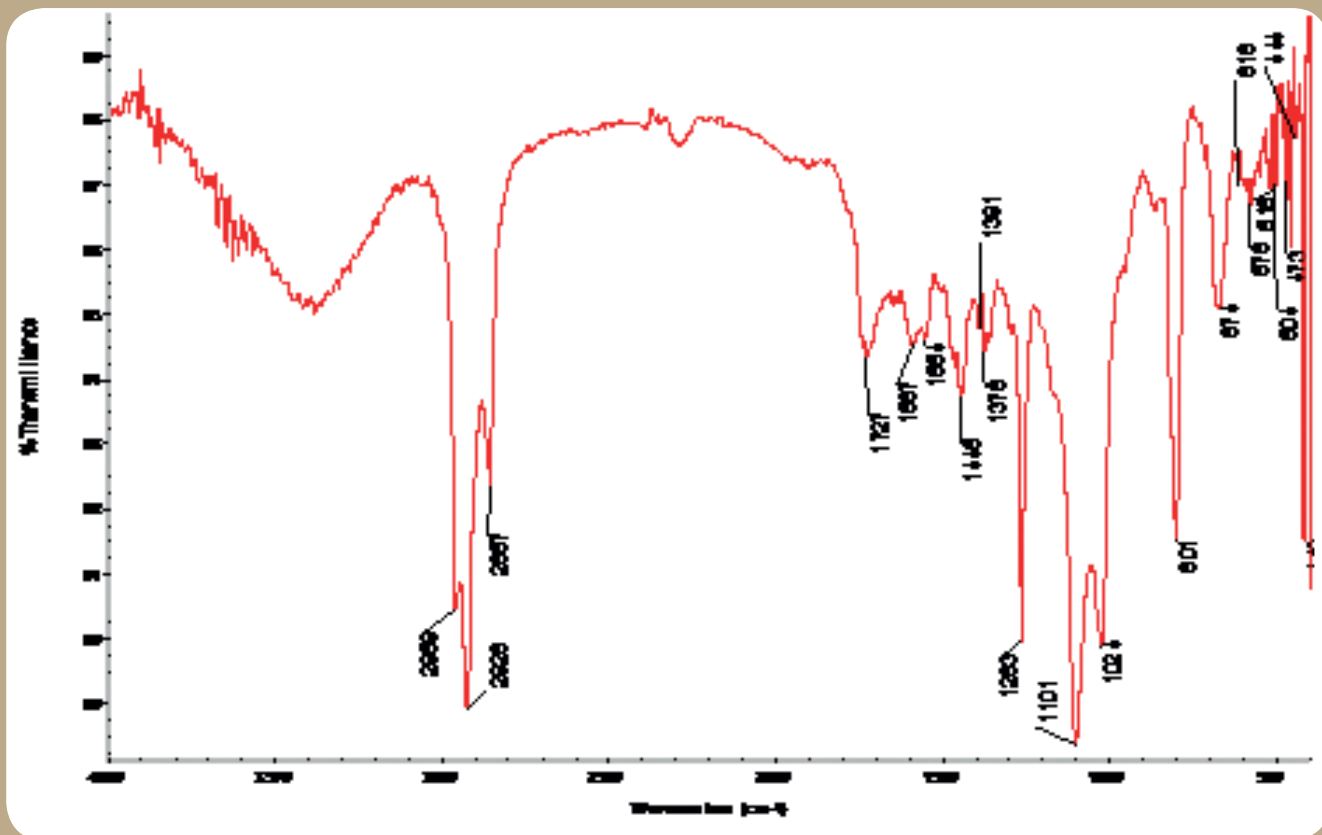


Fig. 2 - Spettro FTIR del campione 1557B (A. Bernardi, M. Sgobbi)

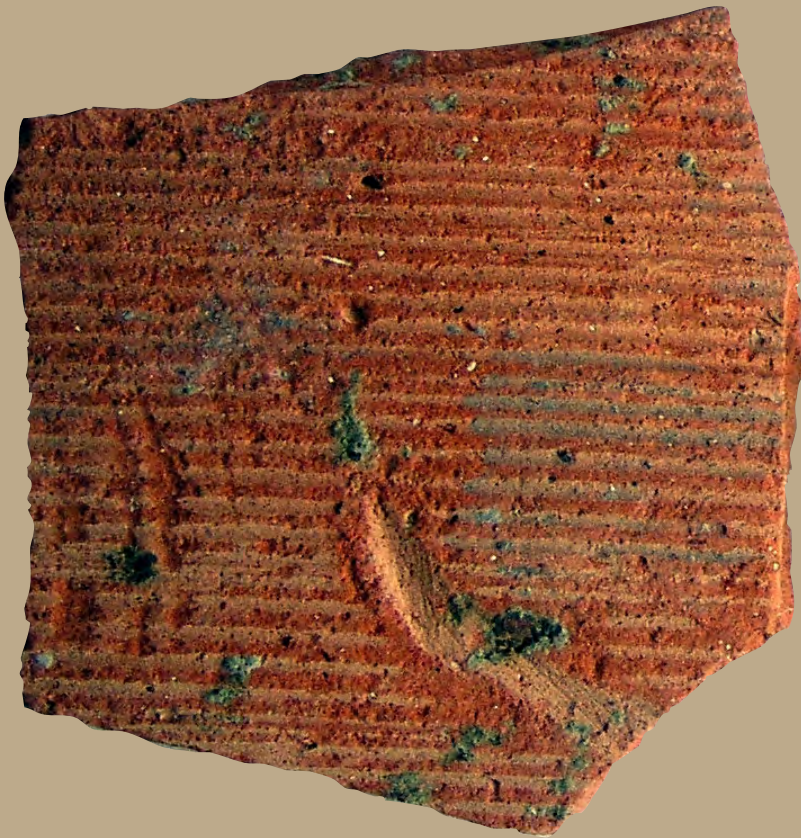


Fig. 3a/3b - Foto delle superfici interna (*sopra*) ed esterna (*sotto*) del frammento da cui proviene il campione 5155B
(A. Bernardi, M. Sgobbi)

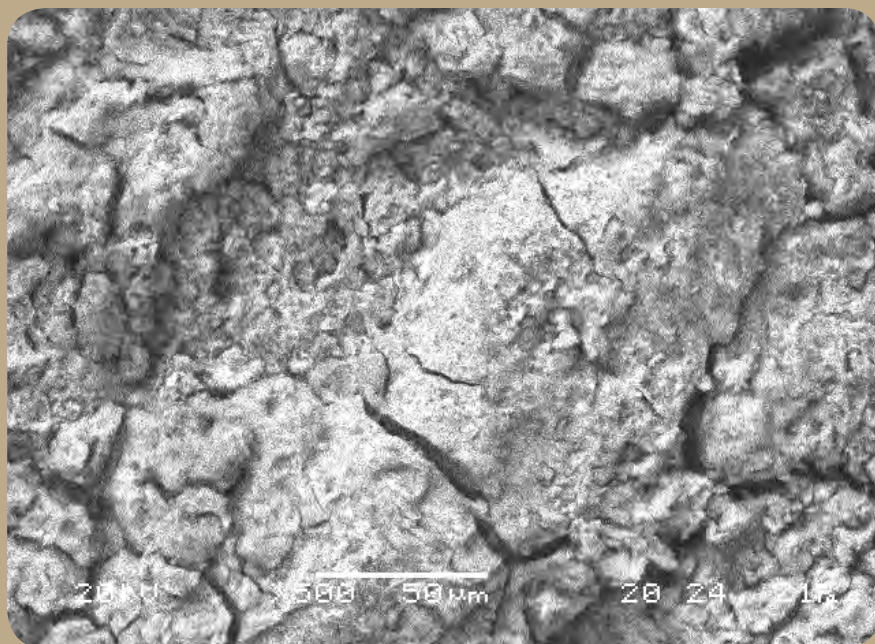
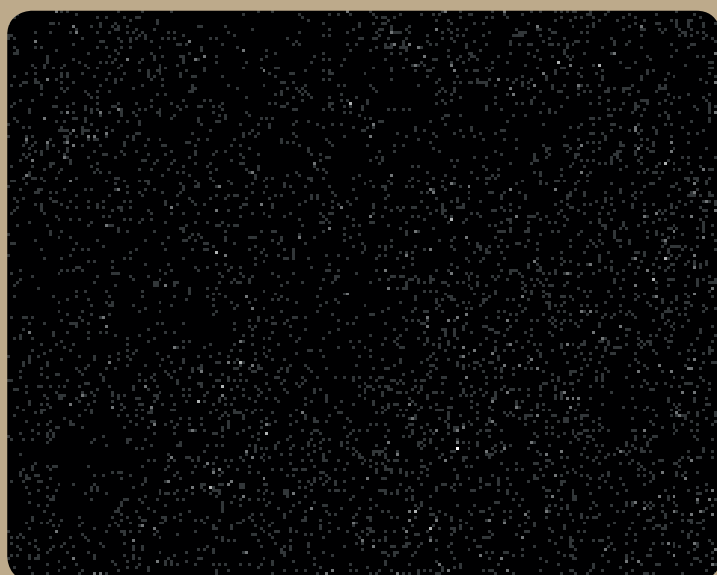


Fig. 4 - Immagine al SEM (500X) del campione 5155B (A. Bernardi, M. Sgobbi)



Fig. 5a/5b - Mappatura SEM-EDX relativa alla distribuzione del fosforo (a sinistra) e dello zolfo (a destra) sulla superficie del campione 5155B (A. Bernardi, M. Sgobbi)



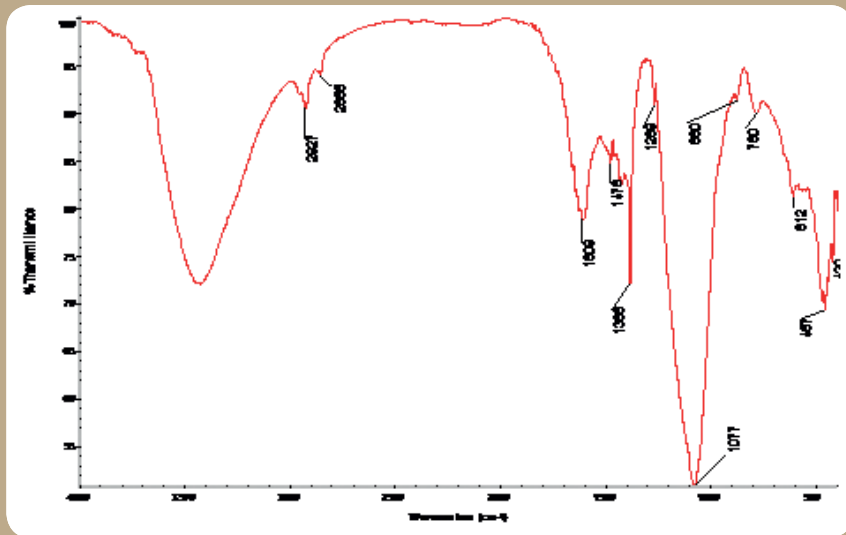


Fig. 6 - Spettro FTIR della frazione estratta con acqua distillata dal campione 1555 B (A. Bernardi, M. Sgobbi)

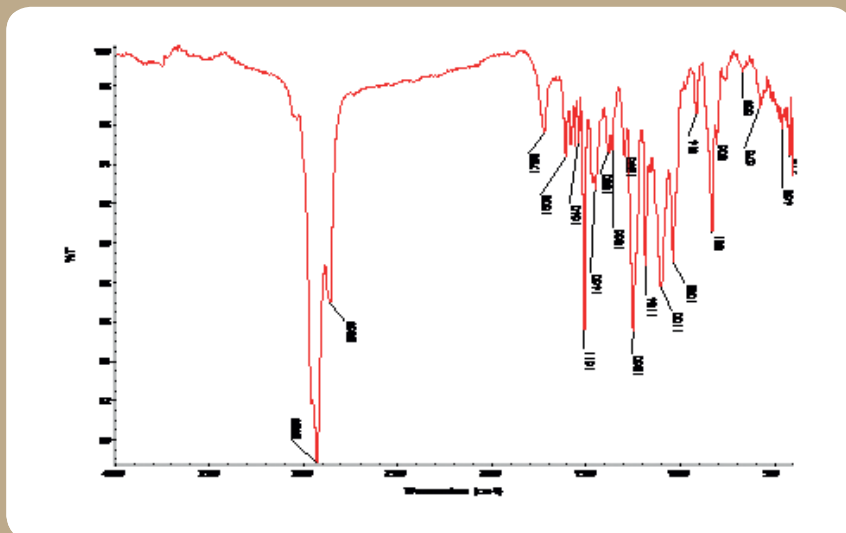


Fig. 7 - Spettro FTIR della frazione estratta con acetone dal campione 5102 A (A. Bernardi, M. Sgobbi)

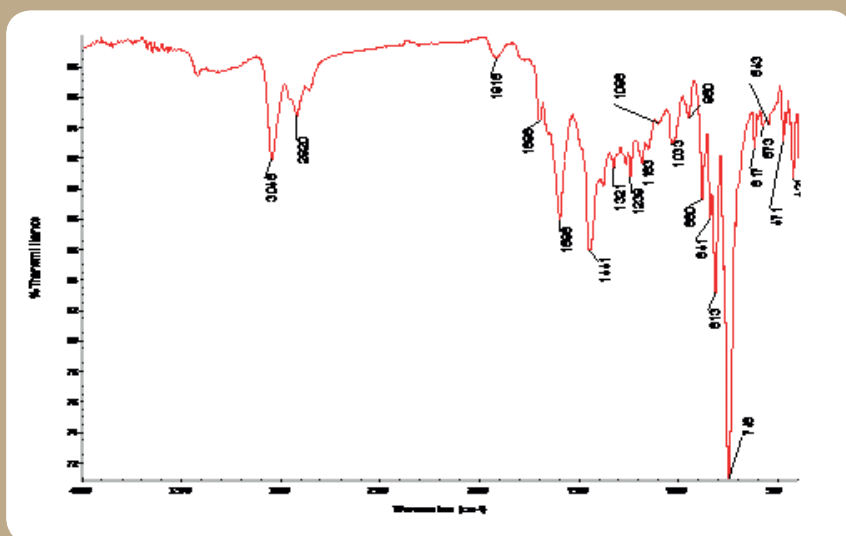


Fig. 8 - Spettro FTIR del campione 1034 tal quale (A. Bernardi, M. Sgobbi)

5.4 LA SPETTROSCOPIA RAMAN: ANALISI SULLE ANFORE ALTOMEDIEVALI E TARDOANTICHE

5.4.1 Introduzione

Grazie al ritrovamento di una quantità significativa di materiale anforico durante lo scavo, si è deciso di valutare l'efficacia di metodi analitici non invasivi per suddividere in categorie i materiali rinvenuti, soprattutto se caratterizzati da elevata frammentarietà.

Nello scavo sono stati raccolti parecchi campioni delle cosiddette "anfore globulari altomedievali" (Fig. 1). Tali contenitori sono stati ritrovati in quasi tutta Italia (GELICHI 2007; TONIOLO 2007a; CIRELLI 2009; CIRELLI 2002). In letteratura spesso si è riscontrata la difficoltà nel distinguere le anfore globulari in sotto-classi e o da altri contenitori globulari di tradizione tardoantica, soprattutto da quelli ampiamente diffusi nel corso del VII secolo, in particolare se si dispone solo di frammenti non identificativi sul piano morfologico, come ad esempio ampi frammenti di collo e anse (CIRELLI 2009). Questa è la ragione per cui l'analisi è stata incentrata sulle anfore altomedievali e tardo antiche (Fig. 2). Condotta impiegando una tecnica non invasiva e portatile: la spettroscopia Raman. Una prima distinzione dei reperti anforici è stata basata sulla loro morfologia individuando due grandi gruppi di materiali da studiare: anfore altomedievali e anfore tardoantiche (Fig. 4). La prima classe è rappresentata da

5.4 RAMANSKA SPEKTROSKOPIJA: ANALIZA AMFOR IZ ZGODNJEGA SREDNJEGA VEKA IN POZNE ANTIKE

5.4.1 Uvod

Zaradi velikega števila amfor, odkritih med izkopavanji, smo se odločili, da bomo ocenili učinkovitost neinvazivnih analitskih metod pri kategorizaciji gradiva, zlasti tistega, ki je precej fragmentirano.

Poleg amfor so se med izkopavanjem našli tudi številni primerki t.i. »amfor z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka« (Sl. 1). Tovrstne najdbe so značilne za skoraj vso Italijo (GELICHI 2007; TONIOLO 2007a; CIRELLI 2009; CIRELLI 2002). V literaturi je bilo pogosto težko razložiti amfore z okroglastim trupom iz različnih podskupin od drugih posod z okroglim trupom, ki so bile zelo razširjene v obdobju pozne antike, zlasti tistih, ki so bile močno razširjene v 7. stoletju. Morfološki elementi za njihovo določanje, kot so lahko večji odlomki vratu ali ročaja, so namreč pomanjkljivi (CIRELLI 2009). Iz tega razloga smo se pri analizi osredotočili predvsem na amfore iz zgodnjega srednjega veka in pozne antike (Sl. 2). Analizirali smo jih po metodi ramanske spektroskopije, opravljene na samem najdišču s prenosno napravo. Analiza amfor se je začela s preučevanjem njihove oblike. Na podlagi te ocene smo amfore združili v dve veliki skupini: , amfore iz zgodnjega srednjega veka in amfore iz pozne antike (glej tabelo in sliko 4).

5.4. THE RAMAN SPECTROSCOPY: AN ANALYSIS OF AMPHORAE FROM THE EARLY MIDDLE AGES AND THE LATE ANTIQUITY

5.4.1 Introduction

Due to the recovery of a significant quantity of amphorae during the excavation, it was decided to evaluate the effectiveness of non-invasive analytical methods in dividing the materials recovered into categories, especially if these finds showed a lot of fragmentation.

Among the amphorae recovered during the excavation, several samples of the so-called 'Early Middle Ages globular amphorae' were found (Fig. 1). These containers have been found all over Italy (GELICHI 2007; TONIOLO 2007a; CIRELLI 2009; CIRELLI 2002). The literature often shows the difficulty in differentiate globular amphorae into sub-classes and from other globular containers of Late Antiquity, especially those widely used during the 7th century. This results particularly complicate when fragments that identify their morphology are missing, such as large fragments of the neck and handles (CIRELLI 2009). This is the reason why our analyses were centred on amphorae from the Early Middle Ages and Late Antiquity (Fig.2), which were analysed using a non invasive portable analytical technique: Raman spectroscopy.

An initial classification of the amphorae finds was made based on their morphology, identifying two large groups of materials to be studied: Early Middle Ages amphorae and Late Antiquity amphorae (see Table in Fig. 4). The first class is represented by fragments of rounded handles and sides belonging to globular bodies. This type of amphora is not strictly standardised, it features a variety of subclasses identifiable by different

frammenti di anse arrotondate e pareti pertinenti a corpi globulari. Questo tipo di anfora non è propriamente standardizzato, al suo interno ricadono una varietà di sottoclassi individuabili per differenti caratteristiche fisiche. Si conosce la loro distribuzione e i luoghi di produzione, che però corrispondono ad un ampio areale geografico: sia in oriente, così come da alcuni centri produttivi italici, adriatici e tirrenici (NEGRELLI 2007b; ID. 2007c) e diffuse tra il VII e IX secolo.

Per quanto riguarda il secondo gruppo, cioè le anfore tardoantiche, si tratta per lo più di recipienti prodotti nel Mediterraneo orientale, e nello specifico i frammenti analizzati sono riferibili al tipo Late Roman 2.

Per verificare la qualità di tale tipo di analisi, oltre alle anfore globulari altomedievali e tardoantiche è stato analizzato anche un altro gruppo, corrispondente a reperti di ceramica invetriata in monocottura o “ceramica in vetrina pesante” altomedievale (Fig. 3).

La ceramica invetriata, dal punto di vista morfologico, viene identificata per tipi di impasto, cottura, lucentezza/opacità e per il rivestimento (BUZZO 2011). Nel sito di Torcello la maggior parte della ceramica invetriata è caratterizzata da una cottura a sandwich con un rivestimento lucido di colore giallo-verde e bruno.

La presenza di vetrina influisce sul colore finale in quanto un rivestimento sottile porta ad una maggiore ossidazione e quindi ad un colore bruno-giallo, invece una vetrina più spessa può causare una colorazione verde scuro (BUZZO 2011). Questo tipo di ceramica è già stato analizzato dal punto di vista minero-petrografico in altri studi (si veda ad esempio CAPELLI 2007),

La tecnica Raman utilizzata per l'analisi composizionale dei reperti ceramici suddivisi in categoria sulla base di aspetti morfologici simili, potrebbe consentire una più rapida collocazione dei reperti in classi materiche omogenee.

Va prima di tutto detto che in questa prima gruppo troviamo frammenti di anfore arrotondate e pareti pertinenti a corpi globulari. Questo tipo di anfora non è propriamente standardizzato, al suo interno ricadono una varietà di sottoclassi individuabili per differenti caratteristiche fisiche. Si conosce la loro distribuzione e i luoghi di produzione, che però corrispondono ad un ampio areale geografico: sia in oriente, così come da alcuni centri produttivi italici, adriatici e tirrenici (NEGRELLI 2007b; ID. 2007c) e diffuse tra il VII e IX secolo.

Per quanto riguarda il secondo gruppo, cioè le anfore tardoantiche, si tratta per lo più di recipienti prodotti nel Mediterraneo orientale, e nello specifico i frammenti analizzati sono riferibili al tipo Late Roman 2.

Per verificare la qualità di tale tipo di analisi, oltre alle anfore globulari altomedievali e tardoantiche è stato analizzato anche un altro gruppo, corrispondente a reperti di ceramica invetriata in monocottura o “ceramica in vetrina pesante” altomedievale (Fig. 3).

La ceramica invetriata, dal punto di vista morfologico, viene identificata per tipi di impasto, cottura, lucentezza/opacità e per il rivestimento (BUZZO 2011). Nel sito di Torcello la maggior parte della ceramica invetriata è caratterizzata da una cottura a sandwich con un rivestimento lucido di colore giallo-verde e bruno.

La presenza di vetrina influisce sul colore finale in quanto un rivestimento sottile porta ad una maggiore ossidazione e quindi ad un colore bruno-giallo, invece una vetrina più spessa può causare una colorazione verde scuro (BUZZO 2011). Questo tipo di ceramica è già stato analizzato dal punto di vista minero-petrografico in altri studi (si veda ad esempio CAPELLI 2007),

physical characteristics. Their distribution and places of production are known, but those correspond to a large geographical area: from the East to some Italic, Adriatic, and Tyrrhenian production centres (NEGRELLI 2007b; ID. 2007c) and diffused between the 7th and 9th centuries.

The second group included Late Antiquity amphorae, mostly containers manufactured in the eastern Mediterranean; the fragments analysed were of the Late Roman 2 type.

In order to verify the quality of this type of analysis, another group of amphorae was analysed in addition to the Early Middle Ages and Late Antiquity globular one, consisting of finds of Early Middle Ages single-fired glazed ceramics or ‘heavily glazed ceramic’ (Fig. 3).

Glazed ceramic, from a morphological point of view, is identified by type of clays, firing, gloss/opacity, and coating (BUZZO 2011). In the Torcello site, the majority of glazed ceramic is characterised by sandwich firing with a glossy yellow-green and brown coating.

Glaze is essential for the colouring, as a thin coating leads to greater oxidation and therefore a brown-yellow colour, whereas a thicker glaze can lead to a dark green colour (BUZZO 2011). This type of ceramic was already analysed in mineral-petrography terms in other studies (see for example CAPELLI 2007).

The Raman technique, used for the compositional analysis of the ceramic finds, divided into categories on the basis of similar morphological aspects, may allow for a faster classification of the specimens into groups of homogenous materials.

We chose Raman spectrometry for its speed of analysis, non-invasiveness, and portability. In recent times, this instrument has gained increasing importance in the field of cultural heritage because of its in-situ ap-

La scelta della tecnica è ricaduta sullo spettrometria Raman per la velocità di analisi, la non invasività e la trasportabilità. Negli ultimi tempi questo strumento ha acquisito sempre più importanza nel campo dei beni culturali per la sua applicabilità in situ su numerosi materiali come vetro, metallo, ceramica, prodotti di corrosione, pigmenti, inchiostri, gemme, pietre, protettivi, resine e fibre (CILIBERTO, SPOTO 2000).

Lo scopo di questo studio è quindi quello di verificare se si possono individuare delle correlazioni tra gli aspetti morfologici sui quali ci si basa per classificare le ceramiche e la composizione materica dei reperti stessi.

5.4.2 Parte Sperimentale, Risultati e discussione

È stato utilizzato uno spettrometro Raman Xantus-1 (Bayspec) portatile e dotato di un laser con lunghezza d'onda a 785 nm (12738 cm^{-1}).

Nella fase preliminare alle analisi Raman, oltre allo studio morfologico per il riconoscimento delle tipologie dei reperti ceramici, è stata svolta un'attività di documentazione fotografica e grafica. Da questa analisi è stato possibile classificare i reperti in tre gruppi (Fig. 4).

Oltre alla suddivisione dei reperti in anfore tardo antiche (Late Roman 2), anfore globulari altomedievali e invetriate in monocottura è stata fatta un'ulteriore suddivisione delle anfore globulari altomedievali (classe 2), sempre sulla base di parametri morfologici (Fig. 5).

La classificazione dei campioni, distinguendo quelli di ceramica invetriata in monocottura da quelli anforici, è avvenuta in un primo momento osservando gli spettri ottenuti dall'analisi dei campioni. È stato così possibile distinguere due tipi ben distinti e definiti di spettro, A e B, quest'ultimo riscontrato più frequentemente rispetto al primo tipo (Fig. 6-7).

nosti in dejstva, da jo je mogoče opraviti na samem najdišču. V zadnjem času je tovrstna tehnika vedno bolj cenjena na področju kulturne dediščine, saj se lahko uporablja na številnih materialih, kot so steklo, kovina, keramika, predmeti, podvrženi koroziji, pigmenti, črnila, kamni, biseri, zaščitni premazi, smole in tkanine (CILIBERTO, SPOTO 2000).

Namen + študije je preveriti, ali obstaja določena povezava med morfološkimi vidiki, na podlagi katerih se razvrščajo keramične najdbe in njihova sestava..

5.4.2 Eksperimentalni del, rezultati in razprava

Uporabili smo prenosni spektrometer vrste Raman Xantus-1 (Bayspec), opremljen z laserjem z valovno dolžino 785 nm (12738 cm^{-1}).

V predhodni fazi ramanske analize se je poleg morfološke študije za opredelitev vrste keramičnih najdbopravilo tudi fotografsko in grafično dokumentiranje. Na podlagi izsledkov smo najdbe razvrstili v tri različne skupine (glej tabelo s slikami 4)

Poleg razvrstitve najdb med amforami iz pozne antike (Late Roman 2), amforami z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka ter postekleno, glazirano keramiko smo na podlagi morfoloških parametrov dodatno razvrstili še amfore z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka (razred 2) (glej tabelo s slikami 5).

Razvrstitev vzorcev z ločevanjem med postekleno glazirano keramiko in amforami se je najprej opravila na podlagi opazovanja spektrov, pridobljenih iz vzorcev. Na ta način smo lahko določili dve jasno ločeni in različni določeni vrsti spektra, A in B; v našem primeru je drugi bolj zastopan od prvega (Sl. 6-7).

Na fotografijah XX sta prikazana dva ramanska spektra, značilna za ti dve vrsti. Oba kažeta na očitno prisotnost

plicability on numerous materials such as glass, metal, ceramics, corrosion products, pigments, inks, gems, coatings, resins, and fibres (CILIBERTO, SPOTO 2000).

The aim of this study was to verify whether we could identify correlations between the morphological aspects, so as to provide a base for the classifications of the ceramics and the material composition of these specimens.

5.4.2 Experimental part, results and discussion

The analysis were done with a portable Raman Xantus-1 (Bayspec) spectrometer equipped with a laser with a wavelength of 785 nm (12738 cm^{-1}).

In addition to the morphological study to recognise the types of ceramic specimens, a preliminary photographic and graphic documentary activity was carried out prior to the Raman analysis. Based on the collected data, it was possible to classify the specimens into three groups (see Table in Fig. 4)

In addition to dividing the specimens into Late Antiquity amphorae (Late Roman 2), Early Middle Ages amphorae, and single-fired glazed ceramics, a further division was then made for the Early Middle Ages globular amphorae (class 2), again on the basis of morphological parameters (see Table in Fig. 5).

An initial classification, by distinguishing single-fired glazed ceramic samples from those belonging to amphorae, was obtained based on the spectra obtained from the analyses. It was thus possible to distinguish two very distinct and definite types of spectra, A and B, the latter being a lot more common than the former. The Figures 6 and 7 report two Raman spectra characteristic of the two types, from which the presence of

Nelle figure 6 e 7 sono riportati due spettri Raman caratteristici dei due tipi, dai quali risulta evidente la presenza di picchi comuni nella regione attorno a 750 cm^{-1} , attorno a 1200 cm^{-1} con un segnale intenso tra 1450 cm^{-1} e 1750 cm^{-1} . Sono rilevabili tuttavia delle differenze nella regione tra i 500 e 1000 cm^{-1} ; in particolare i campioni caratterizzati da una superficie invetriata (gruppo B) mostrano differenze ascrivibili all'impiego probabilmente di additivi, probabilmente dei fondenti.

Il passo successivo è stato quello di affiancare allo spettro Raman la descrizione macroscopica dei campioni.

I risultati ottenuti possono essere così riassunti:

- *Ceramica invetriata in monocottura*: gli spettri Raman si differenziano in relazione alla faccia che viene esaminata: la parte esterna rientra nella tipologia di spettri B mentre la parte interna rientra in quelli di tipo A.
- *Anfore globulari altomedievali*: gli spettri Raman mostrano notevoli similitudini con gli spettri di tipo A, con l'eccezione di tre campioni che presentano spettri analoghi a quelli registrati per i reperti di ceramica invetriata in monocottura (la superficie esterna rientra nel tipo B e quella interna nel tipo A).
- *Anfore tardoantiche*: sono rappresentate dallo spettro Raman di tipo A sia per la parte esterna che per quella interna.

Da questi risultati si può affermare che l'analisi Raman dell'impasto ceramico ha dato gli stessi risultati sia per le anfore globulari che per le tardoantiche, che si collocano dunque nella tipologia di spettro A, mentre i frammenti con invetriatura riportano esiti diversi in relazione alla superficie esaminata (esterna o interna).

Per una interpretazione più puntuale degli spettri Raman, ne sono stati selezionati alcuni ritenuti più significativi e rappresentativi per questo studio. Sono state svolte più di 200 acquisizioni di spettri per almeno 40

obeh vrst v intervalu okoli 750 cm^{-1} , okoli 1200 cm^{-1} , z močnim signalom pri 1450 cm^{-1} in okoli 1750 cm^{-1} . Zaznavne so razlike na območju med 500 in 1000 cm^{-1} ; zlasti to velja za vzorce, za katere je značilna steklena površina (skupina B). Razlike, ki jih kažejo slednji, so morda posledica uporabe dodatkov, zelo verjetno pa uporabe talil.

V naslednjem koraku smo ramanskemu spektru dodali še makroskopski opis vzorcev.

Sledi kratek povzetek rezultatov preizkusa:

- *Posteklena, glazirana keramika*: ramanski spettri se razlikujejo glede na pregledano površino: zunanje ploskve se uvrščajo v tipologijo spektrov B, notranje površine pa v tipologijo A.
- *Amfore z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka*: ramanski spettri kažejo bistvene podobnosti s tistimi, ki sovpadajo z najdbami vrste A; izjema so trije vzorci, ki kažejo podobne spektre kot tisti, ki smo jih zabeležili pri preiskavi najdb iz posteklene glazirane keramike (zunanja površina se uvršča v tipologijo spektrov B, notranja pa v tipologijo spektrov A).
- *Amfore iz pozne antike*: označujejo jih ramanski spettri tipa A, in sicer to velja tako za zunanjo kot tudi za notranjo površino.

Iz teh rezultatov lahko ugotovimo, da je analiza ramanske analize keramičnih zmesi pokazala enake rezultate za amfore, ki se torej uvrščajo v skupino B; medtem ko so se rezultati za delce posteklene keramike razlikovali glede na del, ki je bil preiskan (zunanja ali notranja površina).

Za natančnejšo razlago ramanskih spektrov so bili izbrani tisti, ki se zdijo najpomembnejši za to študijo. Zbrali smo več kot 200 popisov spektrov iz vsaj 40-tih vzorcev, od katerih večina kaže precej podobne rezultate. Precej

common peaks was clear in the region around 750 cm^{-1} , 1200 cm^{-1} with an intense peak between 1450 cm^{-1} and 1750 cm^{-1} . However, differences in the region between 500 cm^{-1} and 1000 cm^{-1} are detectable; in particular, the samples characterised by a glazed surface (group B) show differences ascribable probably due to the use of additives such as fluxing agents.

The next step was to relate the Raman spectrum with the macroscopic description of the samples.

The results obtained can be thus summarised as follows:

- *Single-fired glazed ceramics*: the Raman spectra differentiate in relation to which face is examined: the external part falls into spectra type B, while the internal part falls into spectra type A.
- *Early Middle Ages amphorae*: the Raman spectra show significant similarities with those identified as type A, with the exception of three samples that have similar spectra to those recorded for specimens of single-fired glazed ceramics (the external surface falls into type B, and the internal surface into type A).
- *Late Antiquity amphorae*: these are represented by Raman spectrum type A for both the external and the internal part.

From these results, it can be affirmed that the Raman analysis of the ceramic glaze gave the same results for the amphorae within spectra type A, while the glazed fragments reported various results in relation to the surface examined (external or internal).

For a more accurate interpretation of the Raman spectra, some samples were selected as more significant and representative for this study. More than 200 spectra acquisitions were carried out on at least 40 samples, many of which reported very similar results. The presence of carbonates was quite clear in the region

campioni, molti dei quali riportano esiti del tutto simili. Risulta abbastanza chiara la presenza di carbonati nella regione tra 1050 cm^{-1} e 1090 cm^{-1} ; nell'area compresa tra 980 e 1010 cm^{-1} si può rilevare la presenza di solfati e infine la presenza di silicati nella regione 550-700 cm^{-1} .

Secondo i dati ottenuti, nella regione 1350-1500 cm^{-1} , si può ipotizzare una significativa presenza di ossalati probabilmente di Na e Ca (FROST 2004). La presenza di questi gruppi è comune per ogni spettro e quindi non sono significativi per poter distinguere le diverse tipologie di ceramica.

Per quanto riguarda i reperti anforici, è stata rilevata la presenza di Carbonato di Calcio, forse riferibile al suo impiego come schiarante della superficie. In alcuni campioni di ceramica invetriata in monocottura, la presenza di dolomite può derivare invece dalla permanenza nel terreno di scavo, che in altre analisi a Torcello ha rilevato la presenza di questo minerale (MELOTTI, BALLIANA in questo volume). Il confronto degli spettri Raman relativi ai campioni collocati nel gruppo 2D, rappresentato da un insieme di frammenti non identificabili, porta ad associarne la composizione con quella dei campioni appartenenti al gruppo 2C cioè alle anfore globulari altomedievali caratterizzate da nette costolature. Allo stesso modo si può dire che le anfore globulari schiarite superficialmente, secondo l'andamento dello spettro, mostrano analogie con le anfore globulari altomedievali ad impasto arancio-rossiccio.

Più rilevante è la differenza tra gli spettri delle anfore globulari altomedievali e quelli delle anfore tardo antiche, come evidenzia la sovrapposizione di spettri significativi dei due gruppi (Fig. 8-12).

Risulta più difficile distinguere le anfore tardoantiche dalla ceramica invetriata in monocottura con un'analisi della superficie esterna; questo porta a pensare che le

razvidna je prisotnost karbonatov v območju med 1050 cm^{-1} in 1090 cm^{-1} ; medtem ko smo na območju med 980 in 1010 cm^{-1} zabeležili prisotnost sulfatov, na območju med 550-700 cm^{-1} pa prisotnost silikatov. Na podlagi pridobljenih podatkov v intervalu 1350-1500 cm^{-1} lahko predpostavimo precejšnjo vsebnost oksalatov, verjetno natrija in kalija (FROST 2004). Vse navedene skupine so prisotne v vsakem od spektrov, zato ne pridejo v poštev kot pomoč pri razlikovanju različnih vrst keramike.

V odlomkih najdenih amfor smo zaznali kalcijev karbonat, ki je morda povezan z njegovo uporabo za beljenje površin. Na nekaterih vzorcih posteklene glazirane keramike so se zabeležile sledi dolomita, ki pa morda prihaja iz slojev zemlje, v katerem so se nahajale najdbe, kar potrjujejo tudi izsledki drugih analiz, opravljenih na Torcellu (MELOTTI, BALLIANA v tej knjigi).

Primerjava ramanskih spektrov v vzorcih skupine 2D, v katerem je skupek nedoločljivih delcev, kaže na njihovo povezavo z vzorci iz skupine 2C, v kateri so amfore z okroglastim trupom in ostrim rebričenjem iz zgodnjega srednjega veka,. Prav tako lahko na podlagi krivulje spektra trdimo, da so amfore z okroglastim trupom in površinsko posvetlitvijo primerljive z amforami z okroglastim trupom iz rdeče-oranžne zmesi iz zgodnjega srednjega veka .

Bolj opazna je razlika med spektri amfor z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka ter amfor iz pozne antike; nanjo opozarja prekrivanje pomembnejših spektrov obeh skupin (Sl. 8-12).

Težje pa je razlikovati amfore iz pozne antike iz posteklene glazirane keramike na podlagi analize zunanje površine, saj le-ta navaja na domnevo, da so tesneje povezane z amforami iz pozne antike kot pa s keramikami z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka.

Ob primerjavi spektrov amfor iz pozne antike s spek-

between 1050 cm^{-1} and 1090 cm^{-1} ; the area between 980 and 1010 cm^{-1} showed the presence of sulphates, and finally silicates were detected in the region 550-700 cm^{-1} . According to the data obtained in the region 1350-1500 cm^{-1} , a high presence of oxalate can be hypothesised, probably Na and Ca (FROST 2004). These groups are common for every spectrum and therefore they are not useful in distinguishing the various types of ceramics.

With regards to the amphorae finds, the presence of calcium carbonate was detected, which perhaps refers to its use as a surface lightener. In some single-fired glazed ceramic samples, however, the presence of dolomites may have derived from the permanence of the specimen in the excavation ground, which has revealed the presence of this material in other analyses carried out in Torcello (MELOTTI, BALLIANA in this volume) .

The comparison of the Raman spectra of samples placed in group 2D, consisting of a set of unidentifiable fragments, led to associating them with the spectra of the samples in group 2C, i.e., the Early Middle Ages globular amphorae characterised by prominent ribbing. Similarly, it can be said that the superficially lightened globular amphorae, according to the spectrum trend, show similarities with the Early Middle Ages globular amphorae with an orangey-reddish clay.

The difference between the spectra of the Early Middle Ages globular amphorae and those of the Late Antiquity amphorae is more significant, as shown by the significant overlap of spectra of the two groups (Figures 8-12).

It is more difficult to distinguish the Late Antiquity amphorae from the single-fired glazed ceramics with an analysis of the external surface; this may suggest that the single-fired glazed ceramics are closely related to the Late Antiquity amphorae and not to Early Middle Ages globular amphorae.

ceramiche invetriate in monocottura abbiano una relazione più stretta con le anfore tardoantiche che non con le ceramiche globulari altomedievali.

Confrontando gli spettri delle anfore tardoantiche con quelli delle anfore globulari altomedievali si rilevano differenze minime per poter distinguere con sicurezza le due tipologie di ceramica e l'invetriata in monocottura risulta essere, comunque, molto somigliante agli altri reperti.

5.4.3 Conclusioni

Questa ricerca, si proponeva di identificare alcune "macro diversità" che potessero suggerire l'esistenza di più modelli di produzione e, quindi, ci si chiedeva se si potessero distinguere i frammenti con un'analisi "portatile" e di facile esecuzione. È stato possibile, in effetti, riconoscere due classi di spettri, definiti dai tipi A e B.

In genere, le differenze riscontrate sulla superficie esterna del materiale, dopo una elaborazione che ha previsto sovrapposizione e medie matematiche dei dati, sono state le sole ad aver dato risultati che si sono avvicinati alle aspettative della nostra ricerca. Analizzando infatti i reperti nella parte interna, gli spettri Raman ricavati non sembrano in grado di distinguere ulteriormente le tipologie ceramiche. Ci si è posti la questione se le interazioni tra i contenuti delle anfore e argille delle pareti abbiano reso "conforme" la risposta alle analisi. In ogni caso l'omogeneità dei risultati ottenuti potrebbe essere ascrivibile all'impiego di materie prime della stessa composizione e, in taluni casi, provenienza.

La tecnica Raman ha comunque dimostrato delle buone potenzialità, considerato il suo carattere non invasivo, i suoi bassi costi in termini di tempi e di tecnologia, e il suo impiego nello studio dei reperti ceramici può essere un primo passo per la definizione di protocolli analitici applicabili già nelle prime fasi post-scavo.

tri amfor z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka opazimo le minimalne razlike, ki ne zadostujejo, da bi lahko z gotovostjo razvrstili ti dve tipokogiji keramike; posteklena glazirana keramika je namreč zelo podobna ostalim najdbam.

5.4.4 Zaključki

Cilj raziskave je bil, opredeliti nekatere vidnejše razlike, ki bi lahko potrdile obstoj različnih proizvodnih modelov. Zastavili smo si torej vprašanje, proizvodnje, ali je mogoče odlomke med seboj ločiti s pomočjo enostavne in »prenosne« analitične metode. Dejansko smo z njeno pomočjo lahko opredelili dve tipologiji spektrov, A in B. Razlike zunanje površine gradiva predstavljajo po dodatni obdelavi, ki je predvidevala prekrivanje in izračun matematičnega povprečja podatkov, edine rezultate, ki so se približali našim pričakovanjem.

Pri analizi notranjega dela najdb namreč ramanski spektri niso privedli do dodatnega razlikovanja vrst keramik. Zastavlja se vprašanje, ali je morda stik vsebine amfor z glino na njihovih stenah povzročil »ustrezen« rezultat analize. V vsakem primeru pa bi lahko bila bili tako homogeni rezultati posledica surovin iste sestave, v nekaterih primerih pa tudi istega izvora.

Ramanska tehnika je vsekakor pokazala velik potencial, saj je neinvazivna, glede na odzivni čas in uporabljeno tehnologijo pa tudi gospodarna. Njena uporaba za preučevanje keramičnih najdb bi lahko torej predstavljala prvi korak pri določanju protokolov analize, ki se lahko uporabijo že v prvih fazah po izkopavanju.

By comparing the spectra of the Late Antiquity amphorae with those of the Early Middle Ages globular amphorae, the small differences detected were not useful for distinguishing the two types of ceramics, however, the single-fired glazed ceramics turned out to be very similar to the other finds.

5.4.4 Conclusions

This research aimed at ascertaining whether some 'macro diversities' could suggest the existence of several production models, and thus the possibility of distinguishing the fragments using an easy to perform 'portable' analysis was considered and tested. In effect, it was possible to recognise two classes of spectra, defined by types A and B.

In general, the differences found on the external surfaces of the material, after a processing which included the overlapping and averaging of the data, were the only ones that gave results closed to the expectations of our research. In fact, by analysing the internal part of the finds, the resulting Raman spectra did not seem able to further distinguish ceramic types. The question was raised whether the interactions between the contents of the amphorae and the clays of the sides were in 'compliance' with the answers provided by the analysis. In every case, the homogeneity of the results obtained could be ascribable to the use of raw materials of the same composition and, in some cases, origin.

The Raman technique has thus demonstrated good potential, considering its non-invasive approach and low costs in terms of time and technology; its use in the study of ceramic finds can be a first step in defining analytical protocols that can be applied as early as the first post-excavation phases.



Fig. 1 - Campioni di anfore globulari altomedievali (A. Prezioso)



Fig. 2 - Campioni di anfore tardoantiche (A. Prezioso)

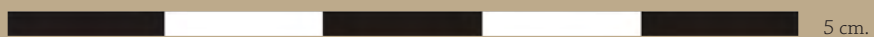
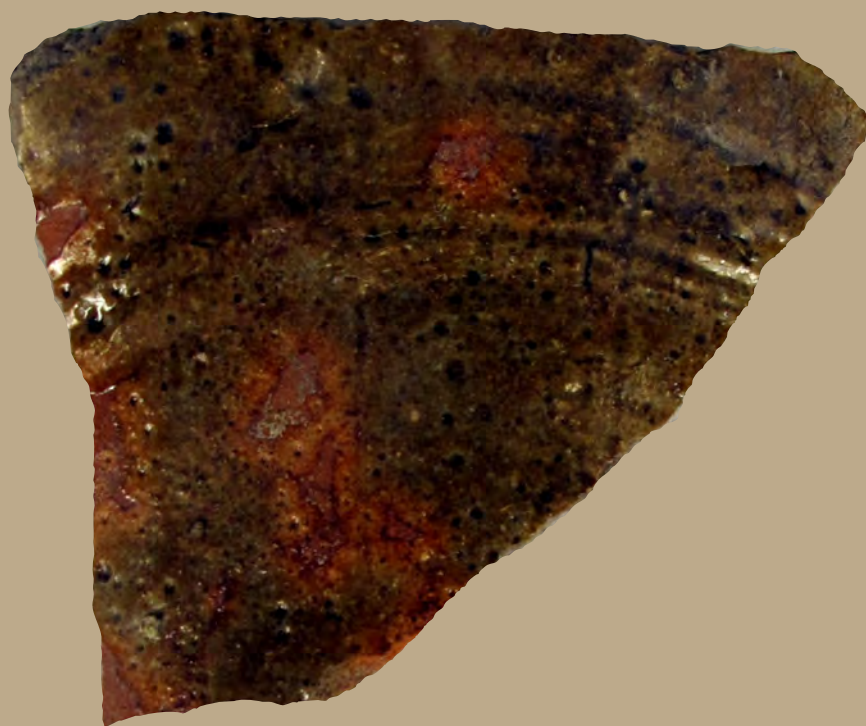


Fig. 3 - Campione di ceramica invetriata in monocottura (A. Prezioso)

GRUPPO / SKUPINA / GROUP	Descrizione / Opis / Description
1	Anfore tardo antiche (Late Roman 2) / Amfore iz pozne antike (Late Roman 2) / Late Antique Amphorae (Late Roman 2)
2 suddivise ulteriormente in A,B,C,D (vedi tabella 2) / 2 razdeljeni v podskupine A,B,C,D (glej tabelo 2) / 2 further divisions into A,B,C,D (see table 2)	anfore globulari altomedievali / Amfore z okroglastim trupom iz zgodnjega srednjega veka / Early Middle Ages globular amphorae
3	invetriate in monocottura / Posteklena, glazirana keramika / single-fired glazed ceramics

Fig. 4 - Distinzione dei reperti analizzati su base morfologica (A. Prezioso)

GRUPPO / SKUPINA / GROUP	Descrizione / Description
2 A	schiaritura superficiale con costolature esterne / Zunanja posvetlitev površine z zunanjimi rebri / superficial lightening with external ribbing
2 B	nette costolature esterne / Ostro izrezana zunanja rebra / prominent external ribbing
2 C	impasto arancio-rossastro / Rdeče-oranžni premaz / red-orange clay
2 D	Altro (caratteristiche macroscopiche non evidenti) / Ostalo (makroskopske značilnosti niso očitne) / other (macroscopic features not clear)

Fig. 5 - Distinzione delle anfore globulari altomedievali su base morfologica (A. Prezioso)

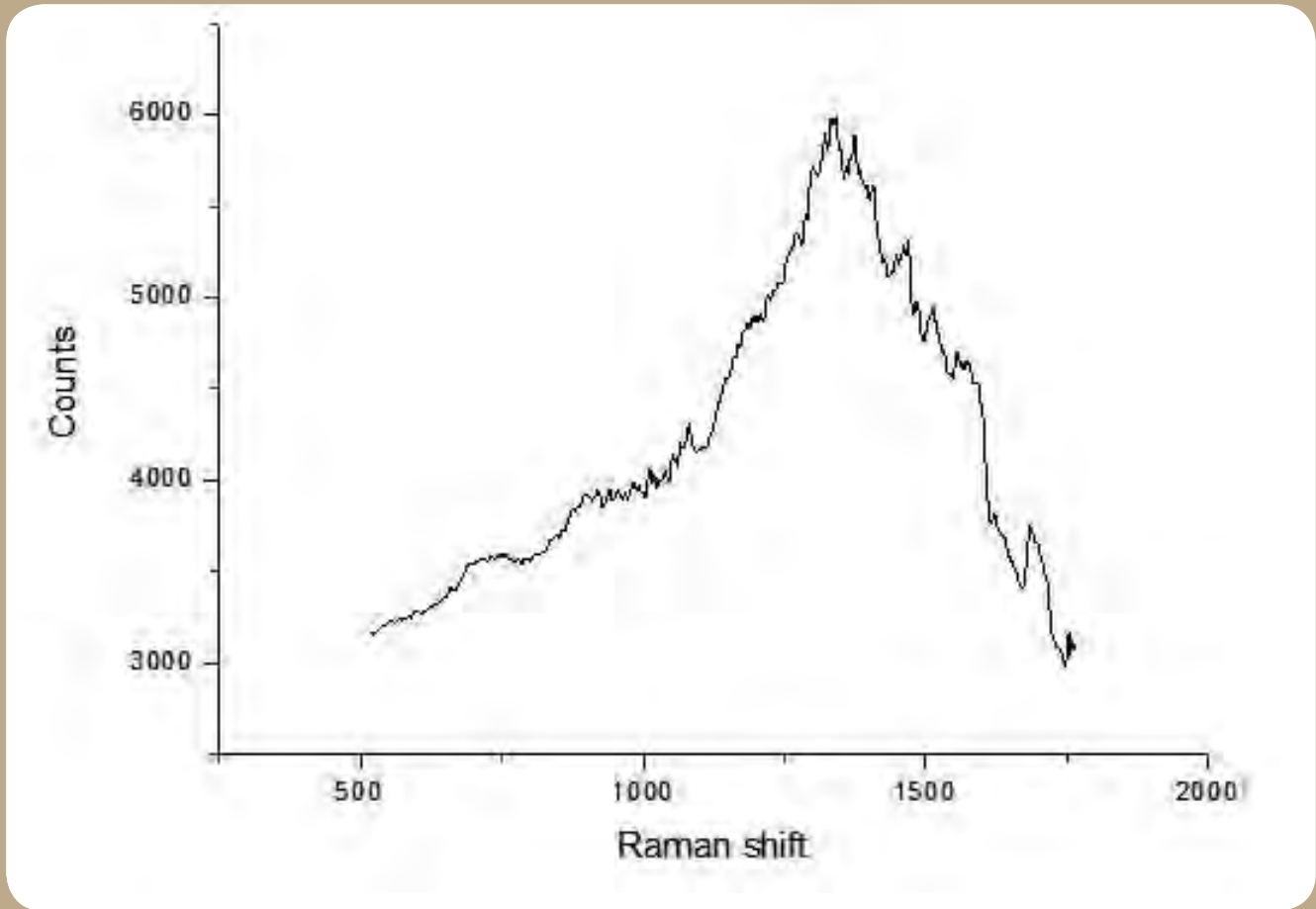


Fig. 6 - Spettro di tipo A (A. Prezioso)

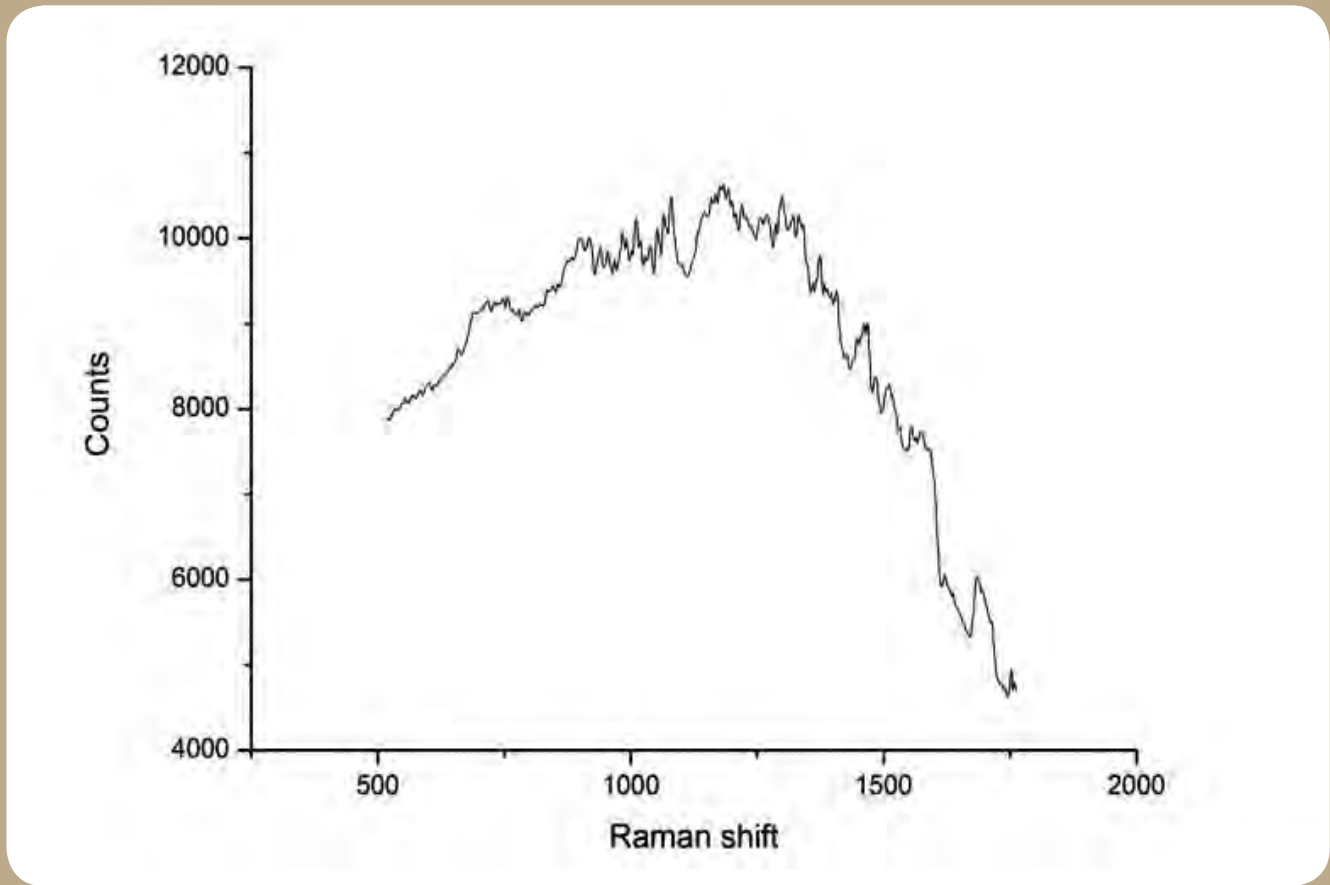


Fig. 7 - Spettro di tipo B (A. Prezioso)

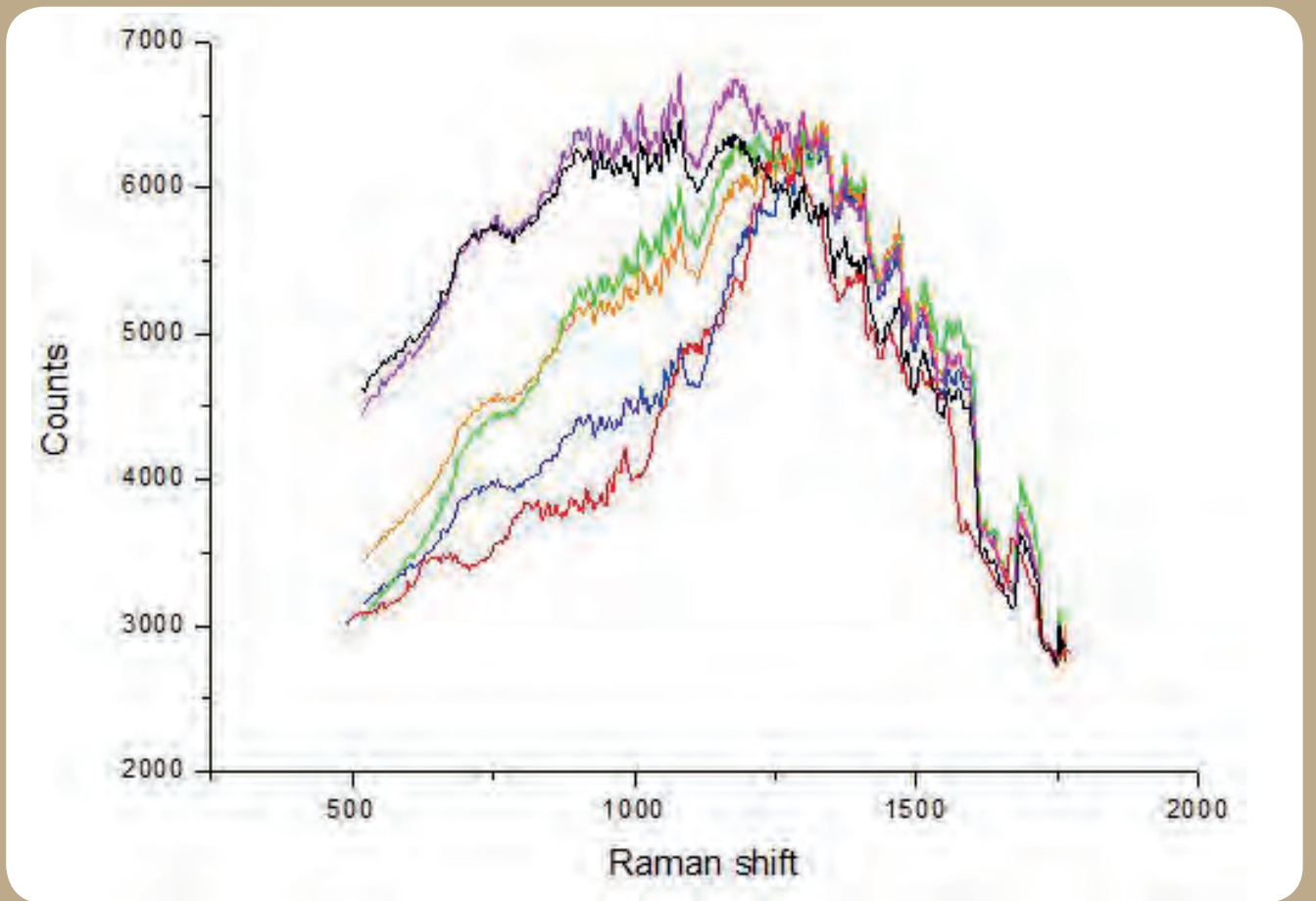


Fig. 8 - Analisi degli spettri a confronto (A. Prezioso)

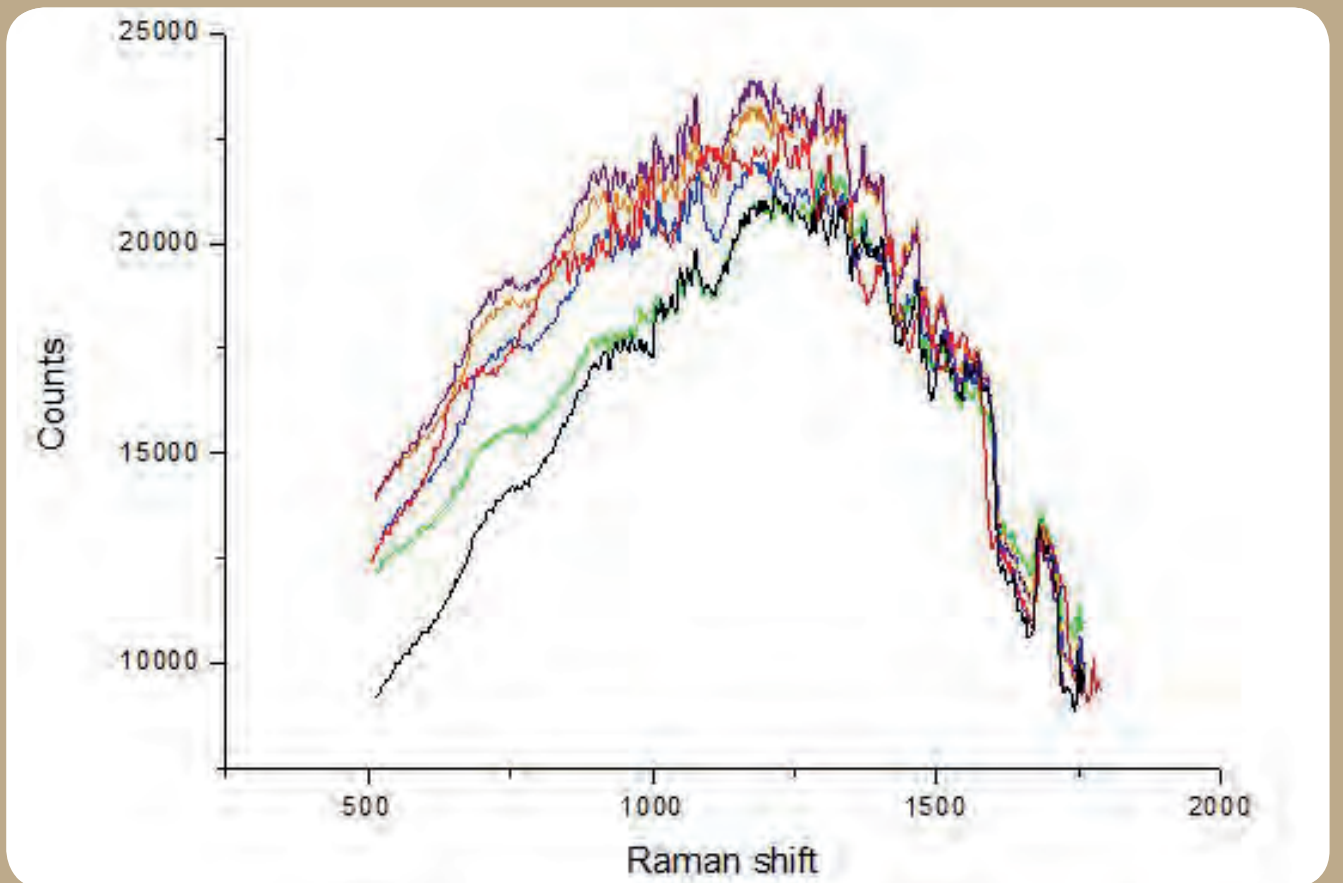


Fig. 9 - Analisi degli spettri a confronto (A. Prezioso)

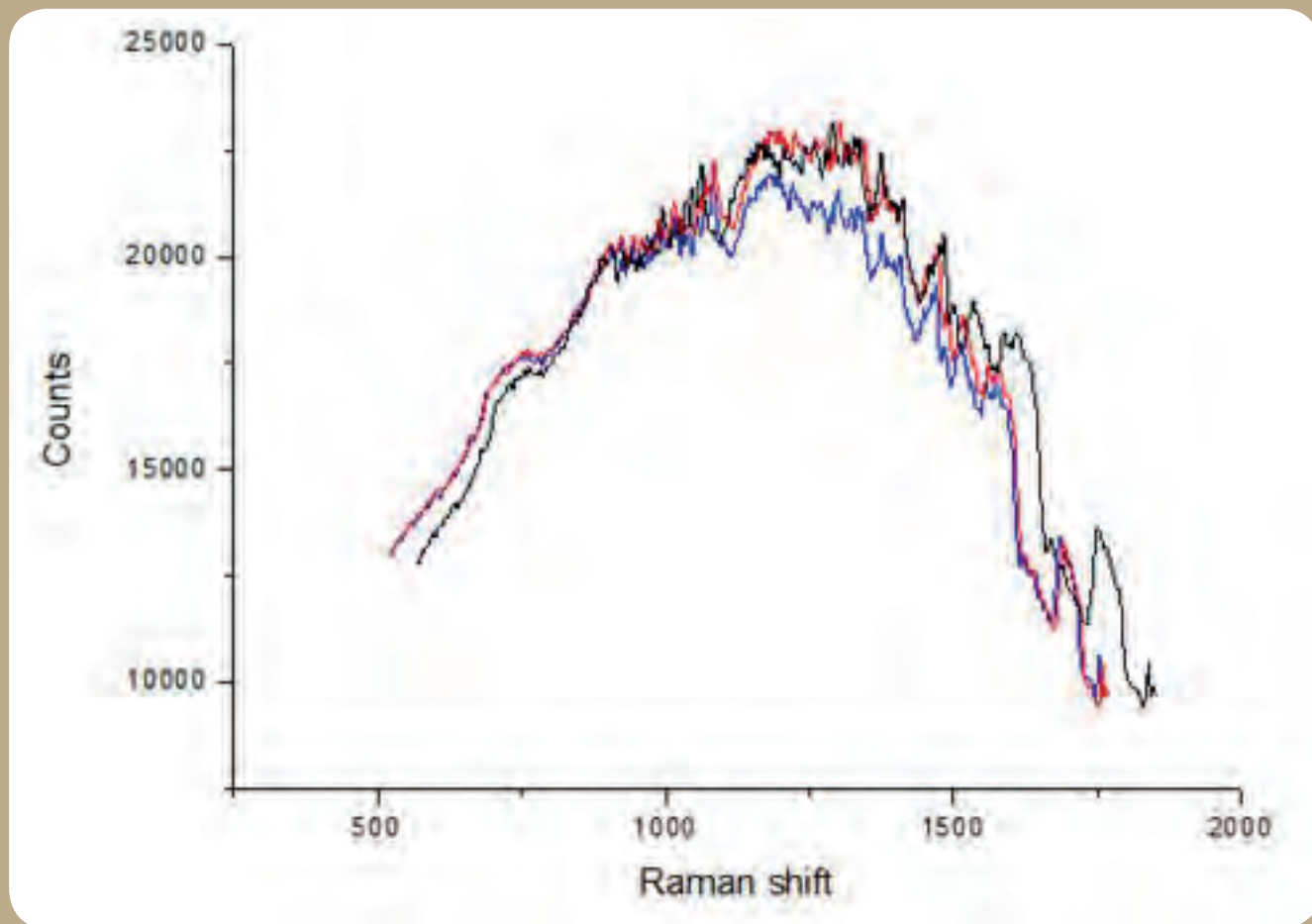


Fig. 10 - Analisi degli spettri a confronto (A. Prezioso)

Gruppo / Skupina / Group	Colore / Barva / Colour
1	Blu /Blue
2A	Verde /Green
2B	Nero /Black
2C	Arancione /Orange
2D	Viola /Violet
3	Rosso /Red

Fig. 11 - Chiave di lettura grafico 10, 11 (A. Prezioso)

Gruppo / Skupina / Group	Colore / Barva / Colour
1	Blu /Blue
2 (A, B, C, D)	Rosso /Red
3	Nero /Black

Fig. 12 - Chiave di lettura grafico 12 (A. Prezioso)

5.5 I REPERTI METALLICI DELLO SCAVO DI TORCELLO: DATI ARCHEOLOGICI, INDAGINI ARCHEOMETRICHE E PROPOSTE PER LA CONSERVAZIONE

5.5.1 Dallo scavo al laboratorio, Necessità conservative

Nel corso dello scavo torcellano sono stati rinvenuti in totale 420 reperti appartenenti alla categoria dei materiali metallici.

Questa classe di manufatti costituisce una sfida sia dal punto di vista archeologico (studio e interpretazione), che conservativo (preservazione e restauro).

A seguito del lungo periodo di interrimento, infatti, questi reperti subiscono processi di modificazione particolarmente profondi, dovuti all'interazione con l'ambiente: parte del materiale metallico degrada e contemporaneamente ioni e impurità provenienti dal terreno arricchiscono la composizione del manufatto. Questa serie di fenomeni provoca generalmente la formazione sull'oggetto di uno spesso guscio di prodotti di corrosione che, oltre a rendere difficile l'identificazione autoptica del manufatto rinvenuto, pone dei problemi metodologici nella definizione stessa del profilo dell'oggetto originario.

Inoltre, questi manufatti necessitano di particolari attenzioni conservative già a partire dal momento del loro rinvenimento, oltre che per la loro fragilità, soprattutto

5.5 KOVINSKE NAJDBE IZ IZKOPA PRI TORCELLU: ARHEOLOŠKI PODATKI, ARHEOMETRICNE RAZISKAVE IN PREDLOGI ZA OHRANITEV

5.5.1 Od izkopa v laboratorij: predpogoji za ohranitev

Med izkopavanjem pri Torcellu smo našli na 420 objektov iz kategorije kovinskih materialov.

Ta vrsta predmetov predstavlja pravi izziv bodisi z arheološkega stališča (to je s stališča preučevanja in interpretacije) kot s stališča konserviranja (ohranitve in restavriranja).

Med dolgim postankom pod zemljo so ti predmeti doživeli globoke spremenitvene procese zaradi interakcije z okoljem: del kovinskega materiala se je razkrojilo, hkrati pa so vanj prodrli ioni in nečistoča iz terena in obogatili njegovo sestavino. Zaradi teh pojavov na predmetu nastane debela plast korozijskih snovi, ki otežkočajo avtopitično identifikacijo najdenega predmeta in povzročajo metodološke težave v zvezi z opredelitvijo »omejitev« izvirnega predmeta.

Ti predmeti zahtevajo tudi posebno konservativno pozornost od samega trenutka njihove najdbe, ker so izredno krhki in občutljivi na okoljske spremembe, predvsem na nihanje stopnje relativne vlage.

Omenjena pojava korozije in mineralizacije sta namreč kemična procesa, katerih namen je vzpostavitev ravn-

5.5 THE METAL FINDS FROM THE TORCELLO EXCAVATION: ARCHAEOLOGICAL DATA, ARCHAEOMETRIC SURVEYS, AND PRESERVATION PROPOSALS

5.5.1 From the excavation to the laboratory, preservation needs

In Torcello excavation 420 finds belonging to the category of metal artefacts have been unearthed.

This class of artefacts represent a challenge from an archaeological point of view (study and interpretation) and in terms of preservation (storage and restoration).

During the buried period, these finds are subjected to particular and deep modification processes, due to the interaction with the environment: part of the metal material degrades and at the same time ions and impurities present in the soil enrich the chemical composition of the artefact. This series of phenomena generally causes on the object the formation of a thick shell of corrosion products. This layer makes the autoptic identification of the finding difficult and opens methodological issues in the definition of the original profile of the object.

These artefacts require careful preservation since their discovery, especially due to their fragility caused mainly by their sensitivity to environmental changes and fluctuations in relative humidity.

The mineralisation and corrosion phenomena are chemical processes that reach an equilibrium state between the artefact and the environment. Unearthing an object changes this balance due to variations in humidity and to the greater availability of oxygen and might cause new and additional processes of corrosion (often typical of the post-excavation stage).

a causa della loro sensibilità alle variazioni ambientali, in particolare alle oscillazioni di umidità relativa.

I fenomeni di corrosione e mineralizzazione sono infatti processi chimici che proseguono fino al raggiungimento dell'equilibrio tra manufatto e ambiente. A seguito del dissotterramento questi equilibri mutano (in particolare a causa delle variazioni di umidità e la maggiore disponibilità di ossigeno) e si possono verificare nuovi e aggiuntivi processi di corrosione a danno del manufatto, spesso esclusivi della fase post-scavo.

Le concrezioni e i prodotti di alterazione presenti sui reperti possono contribuire al degrado dei reperti metallici, data la loro capacità di scambiare acqua con l'ambiente circostante; ciò può produrre sollecitazioni meccaniche e conseguente formazione di micro-fratture e disgregazioni dei reperti, già resi fragili dai precedenti processi di degrado.

5.5.2 “Il pronto soccorso archeologico”

Data la compresenza sullo scavo Tor12 di archeometri ed archeologi, particolare attenzione è stata data al cosiddetto “Pronto soccorso archeologico” ovvero all'ideale recupero dei materiali e alla loro accurata messa in sicurezza e protezione immediatamente dopo il ritrovamento.

I reperti metallici rinvenuti sono stati separati dagli altri materiali già sul luogo dello scavo. Durante il periodo dello scavo sono stati conservati avvolti in pellicola plastica forata in contenitori ermetici con gel di silice, suddivisi per unità stratigrafica. Il rivestimento forato garantisce la traspirazione dei materiali proteggendo da danni meccanici dovuti all'insacchettamento e trasporto, mentre il gel di silice permette di evitare dannose variazioni di umidità.

Il confronto tra lo stato di conservazione dei manufatti conservati secondo tale procedura e quello di alcuni

vesija med predmetom in okoljem. Ob izkopu se to ravnovesje poškoduje (predvsem zaradi sprememb stopnje vlage in večje količine kisika), zaradi česar lahko pride do sproženja novih, dodatnih korozivskih procesov, ki lahko v fazi po izkopu poškodujejo predmet.

Tudi concrecije in tvorbe na predmetih, ki so posledica sprememb, lahko prispevajo k razkroju kovinskih izdelkov zaradi njihove možnosti sprejemanja oz. izpusta vode v okolje; to lahko povzroči mehansko obremenitev in s tem mikrorazpoke in razpad najdb, ki so že krhki zaradi prejšnjih degradacijskih procesov.

5.5.2 »Arheološka prva pomoč«

Zaradi prisotnosti arheometrov in arheologov na najdišču Tor12 smo posebno pozornost namenili t.i. »arheološki prvi pomoči«, to je ustreznemu izkopu materialov in njihovem zavarovanju in zaščiti takoj po najdbi.

Najdene kovinske predmete smo že na kraju izkopa ločili od ostalih materialov in posamično zavili v luknjičasto plastično folijo. Tako pripravljene kose, razdeljeni po stratigrafskih enotah, smo za celotno trajanje izkopov hranili v neprodušnih posodah skupaj z majhno količino silicijevega gela. Luknjičasta prevleka zagotavlja transpiracijo materialov in hkrati preprečuje mehanske poškodbe zaradi drsanja med pakiranjem v vrečke in transportom, silicijev gel pa preprečuje nevarno nihanje stopnje vlage med sušenjem kosov.

Na osnovi kakovostne primerjave med stanjem ohranjenosti predmetov, hranjenih v skladu s tem postopkom, in nekaterih najdb, ki so bile po naključju izključene iz tega posega, bi lahko sklepali, da je bila izbira pravilna. Ta oblika zavarovanja predmeta lahko predstavlja bistven problem v celotnem študijskem in ohranitvenem procesu: samo zelo majhen del najdb bo namreč obdelan, restavriran in razstavljen v muzeju, a kljub temu

Furthermore, the concretions and the alteration products found on the metallic artifacts can contribute to their degradation because of their capacity to exchange water with the surrounding environment; this may produce mechanical stress and consequent formation of micro-fractures on the finds, fragile from previous degradation processes.

5.5.2 'Archaeological First aid'

Particular focus was placed on the 'Archaeological First Aid' thanks to archaeometrists and archaeologists present on the Tor12 site, where the suitable recovery of artifacts immediately after their discovery has been considered.

The metal objects recovered were separated from other materials on the excavation site, then wrapped up one by one in perforated plastic film, divided by stratigraphic unit and preserved in airtight containers with silica gel for the entire excavation period. The perforated cover ensures the breathability of the material avoiding mechanical damages due to transportation; and the silica gel avoids damaging moisture fluctuations during the necessary drying process of the finds.

The qualitative comparison between the state of preservation of the artefacts stored according to this procedure and some finds conserved in different ways shows the correctness of the operative choices used. In fact this 'safety measures' may be a crucial point in the whole study and preservation processes. Only a minimum part of the objects will be treated, restored and exposed in a museum, but every single artefact, must be able to 'survive' from the moment of its discovery until the moment of post-excavation analysis.

reperiti fortuitamente esclusi da quest'ultima sembrerebbe avvalorare la correttezza delle scelte operative attuate. Questa sorta di "messa in sicurezza" può rappresentare un nodo cruciale in tutto il processo di studio e conservazione: solo una minima parte dei reperti infatti verrà trattata, restaurata, esposta in un museo, ma ogni singolo pezzo - per poter essere esaminato, catalogato (ed eventualmente entrare a far parte "dell'élite di reperti" di cui sopra) - deve poter "sopravvivere" dal momento del rinvenimento fino a quello dell'analisi post-scavo.

5.5.3 I materiali rinvenuti

Nella fase post-scavo, una veloce ricognizione dei materiali ha messo in luce l'alta frammentarietà dei reperti e l'assenza di manufatti di particolare pregio.

Questa condizione è probabilmente dovuta sia alla permanenza dei pezzi in un ambiente favorevole alla corrosione (alta umidità e alta concentrazione di sali) sia al verificarsi di quella "selezione negativa" già chiamata in causa da S. Tabaczynski per spiegare le caratteristiche dei materiali metallici rinvenuti negli scavi torcellani del 1961-62.

Secondo il Tabaczynski, poiché gli oggetti metallici avevano un alto valore, essi venivano generalmente riutilizzati fino a che era possibile; pertanto venivano gettati solo quando troppo usurati o danneggiati per essere riparati e non era economica neppure la loro rifusione. Per questa ragione, nelle stratigrafie con storia simile a quelle del nostro scavo - ovvero formatesi a seguito di processi di sedimentazioni lunghi, non provocati da eventi esterni improvvisi (catastrofi naturali, vicende belliche, ecc.) o intenzionali (sepulture) - non vengono rinvenuti quasi mai oggetti integri e di pregio, ma prevalentemente porzioni di manufatti, frammenti da cui a volte non si può risalire all'oggetto originario (TABACZYNSKI 1977).

mora vsak posamezen kos mora »preživeti« od trenutka najdbe do analize po izkopu, da ga bodo izvedenci lahko pregledali, katalogirali in morda vključili v elitno kategorijo muzejskih eksponatov.

5.5.3 Najdeni materiali

V fazi po izkopu se je na osnovi bežnega pregleda materialov izkazalo, da so najdbe zelo fragmentarne in da med njimi ni posebno dragocenih izdelkov.

Razloge za to gre verjetno iskati v dolgotrajnem postanku predmetov v okolju, ki spodbuja korozijo (visoka stopnja vlage in visoka koncentracija soli) in v tako imenovani »negativni selekciji«, s katero je S. Tabaczynski razlagal značilnosti kovinskih predmetov, najdenih med izkopi pri Torcellu v letih 1961-62.

Ker so bili kovinski predmeti dragoceni, so jih ponavadi ponovno uporabljali, dokler je bilo le mogoče. Odvrkli so jih le, ko so bili premočno obrabljeni in tako poškodovani, da jih ni bilo več mogoče popraviti in da se tudi pretalitev ni več splačala. Zato v stratigrafijah s podobno zgodovino kot naš izkop pri Torcellu - to je v najdbiščih, ki so se oblikovala na osnovi dolgih procesov usedanja, ki jih niso povzročili nenadni zunanji dogodki (naravne katastrofe, vojne itd.) ali namerni posegi (pokopavanje trupel) - skoraj nikoli ni najti celih dragocenih izdelkov, temveč predvsem delov izdelkov, fragmentov, na osnovi katerih včasih sploh ne moremo prepoznati izvirnega izdelka. (TABACZYNSKI 1977).

Prvo metodološko orodje za preučevanje izdelkov je bila katalogacija na osnovi avtoptičnega opazovanja. Vsako najdbo (ali skupino najdb) smo fotografirali in katalogirali; pri tem smo navedli:

- 1) arheološke podatke: stratigrafsko enoto, ki ji predmet pripada, in datum najdbe;

5.5.3 The discovered materials

During the post-excavation phase, a quick survey of the materials showed a strong fragmentation of the finds and the absence of artefacts of particular value.

This condition is probably due both to the permanence of the pieces in a corrosive environment (high moisture and high saline concentration) during the burial and to the 'negative selection' called into question by S. Tabaczynski to explain the characteristics of metal materials found in the Torcello excavation of 1961-62. Since metal objects have a high value, they were generally re-used until it was no longer possible; thus, they were just thrown away when they were too worn or damaged to be repaired and their re-melting was not convenient in economic terms. For this reason, the objects found in stratigraphic surveys with a similar history to our dig, i.e., formed as a result of long sedimentation processes, not caused by sudden external events (natural catastrophes, wars, etc.) or intentional events (burials), were almost never entirely intact or valuable, but rather portions of artefacts and fragments that sometimes could not even be traced back to their original object (TABACZYNSKI 1977).

Our first instrument for studying the artefacts was the creation of a catalogue based on first observation by naked eyes. Each find (or group of similar finds) was photographed and classified indicating:

- 1) The archaeological information: the stratigraphic unit of belonging and the date of discovery;
- 2) a description of the piece: the hypothetical identification of the object and the material of which it was made, a brief description, and its size;

Il primo strumento di studio dei manufatti è stato la redazione di una catalogazione sulla base dell'osservazione autoptica. Ogni reperto (o gruppo di reperti omogenei), è stato fotografato e catalogato indicando per ciascuno:

- 1) l'informazione archeologica: l'unità stratigrafica di appartenenza e la data di ritrovamento;
- 2) una descrizione del pezzo: l'ipotesi di identificazione dell'oggetto e del materiale che lo costituisce, una breve descrizione e la sua caratterizzazione dimensionale;
- 3) gli aspetti conservativi: una prima valutazione dello stato di conservazione e l'indicazione preliminare sull'opportunità o meno di effettuare delle radiografie o procedere alla pulitura.

Sulla base di questa catalogazione è stato possibile trarre le prime considerazioni (Fig. 1 e 2).

I dati illustrati in Fig. 1 indicano, per tutte le aree di scavo, una netta prevalenza dei materiali ferrosi (il 65,1% del totale dei reperti catalogati) rispetto a reperti in lega di rame e piombo (rispettivamente il 3,1% e il 2,1%); l'alta percentuale (29,7%) di reperti metallici catalogati sotto la dicitura "altro" è dovuta alla significativa presenza di scorie e materiali non identificati, per i quali è necessaria un'analisi chimica per definire l'esatta composizione.

Per quanto riguarda la tipologia di oggetti rinvenuti (Fig. 2), si registra una sostanziale prevalenza di manufatti connessi agli usi edilizi (41,9%), per la maggior parte chiodi. I ritrovamenti di utensili e oggetti d'uso non sono stati numerosi (7,3% del totale); si tratta per la maggior parte di pesi per la pesca e utensili da taglio, oltre a tre monete, due sigilli in piombo e due chiavi.

Nelle tabelle in Fig. 3 e 4 è riportata la distribuzione delle tipologie di materiali e delle macrocategorie di manufatti in relazione alle Aree di scavo e ai Periodi (indi-

- 2) opis kosa: domnevno identifikacijo predmeta in materiala, iz katerega je sestavljen, kratek opis in dimenzije;
- 3) podatki v zvezi z ohranitvijo: osnovno oceno stanja ohranitve in osnovna navedba o možnosti radiografske analize ali čiščenja.

Na osnovi tega kataloga smo oblikovali prve zaključke (Fig. 1). Zbrani podatki dokazujejo, da na območju vseh izkopavanj železni predmeti (65,1% vseh katalogiranih najdb) prevladujejo nad bakrovimi in svinčenimi litinami (3,1% in 2,1%); velik del predmetov (29,7%) je katalogiran pod oznako »drugi materiali« zaradi visoke prisotnosti žlindre in neidentificiranih materialov, pri katerih lahko spoznamo točno sestavo le preko kemijske analize.

Kar zadeva vrsto najdenih predmetov, prevladujejo izdelki, vezani na gradbeništvo (41,9%), predvsem žebli. Najdb orodja in uporabnih predmetov ni bilo veliko (7,3% skupnih najdb); večinoma gre za ribiške uteži ali rezalne pripomočke poleg treh kovancev, dveh svinčnih pečatov in dveh ključev.

V slika 3 in 4 je prikazana razdelitev vrst materialov in makrokatgorij izdelkov na osnovi območij izkopavanja in obdobj (ta so navedena samo za območje 1000). Pri ocenjevanju podatkov je treba upoštevati znaten padec na preučevanem območju od obdobja 7.

Opazna je odsotnost izdelkov iz bakrenih zlitin v globljih plasteh. Ta podatek ni vezan toliko na odsotnost tega materiala v najstarejših stratigrafskih fazah, kolikor na dejstvo, da so iz bakrenih zlitin izdelovali majhne predmete, ki se torej kljub kakovosti zlitin zlahka povsem razkrojijo.

Zanimiva pa je najdba edinih dveh predmetov, opredeljenih kot »rezilo«, v tistih plasteh, ki smo jih interpretirali kot obrtniško področje (obdobje 7), in prisotnost enega od redkih orodij v izkopnih enotah ob utrditvi brega

- 3) the conservation aspects: an initial assessment of the preservation state and a preliminary indication of the possibility of carrying out radiographies or cleaning procedures.

On the basis of the first classification, it was possible to draw the first considerations (Fig. 1 and 2).

The data illustrated in Fig. 1 indicated a clear prevalence of ferrous materials for all the excavation areas (65.1% of the total of catalogued specimens) compared to artefacts in copper and lead alloys (3.1% and 2.1% respectively); the high percentage (29.7%) of metal finds catalogued under the title 'other' is due to the significant presence of waste and unidentified materials whose exact composition requires chemical analyses to be defined. Regarding the type of recovered objects, several artefacts were connected to building use (41.9%), mostly nails. The utensil and hand tools found were not numerous (7.3% of the total), and the majority of them were weights for fishing and cutting tools, as well as three coins, two lead seals and two keys.

Tables in Fig. 3 and 4 illustrate the typological distribution of the materials and the macro categories of artefacts in relation to the Excavation Areas and Periods (only indicated for Area 1000). The sharp decrease of the area surveyed starting from Period 7 should also be considered during evaluation the data.

It is firstly noted the absence of copper alloy in the stratigraphic layers. This absence could not be due to a lack of this material in the older phases of the stratigraphy, but because of the copper alloy was used to make small objects and was therefore susceptible to complete degradation despite the nobility of the material.

An interesting aspect is the discovery of the only two finds identified as 'blades' in the layers interpreted as a handcrafted area (Period 7), as well as the presence of a tool (a rare event) in the Stratigraphic Units ('US') relative to structural works in the banks (Period 8). In the stratigraphy of Period 7, lots of waste was found

cati solo per l'Area 1000). Nella valutazione dei dati è necessario tener conto della netta diminuzione dell'area indagata a partire dal Periodo 7.

Si osserva innanzitutto l'assenza di manufatti in lega di rame nelle unità stratigrafiche più basse. Questo dato potrebbe essere correlato non tanto ad un'assenza di tale materiale nelle fasi più antiche della stratigrafia, bensì con il fatto che in lega in rame fossero realizzati oggetti di piccola massa, dunque suscettibili di completo degrado nonostante la nobiltà della lega.

Un aspetto interessante riguarda il ritrovamento degli unici due reperti identificabili come "lame" negli strati interpretati come area artigianale (Periodo 7), così come la presenza di uno dei rari utensili nelle US di sistemazione di sponda (Periodo 8). Nella stratigrafia del Periodo 7 inoltre sono state rinvenute numerose scorie (almeno in parte legate a processi di lavorazione), assenti invece nelle fasi immediatamente precedenti e successive. Queste osservazioni sembrerebbero ben accordarsi con l'ipotesi di una destinazione industriale/produttiva delle relative unità stratigrafiche.

5.5.4 Dalla diagnostica al restauro (e ritorno)

Le indagini archeometriche operate sui metalli archeologici di Torcello in questa fase preliminare del lavoro hanno avuto i seguenti obiettivi: fornire all'équipe archeologica un supporto all'interpretazione dei reperti; ricavare informazioni circa lo stato di conservazione dei manufatti allo scopo di indirizzare l'intervento conservativo; testare l'efficacia di alcune procedure d'intervento per valutare la proposta di estenderla ad altri reperti metallici.

Durante la fase diagnostica si è ricorso a diverse tecniche analitiche, tra le quali la microscopia ottica, la Spettroscopia Infrarossa in Trasformata di Fourier (FTIR) e

(obdobje 8). V stratigrafiji 7. obdobja smo naleteli na razne kose žindre (ki so vsaj delno vezani na obdelovalne postopke), ki jih nismo našli ne v prejšnjih ne v sledečih fazah. Na osnovi teh ugotovitev lahko sklepamo, da so bile te stratigrafske enote namenjene industrijsko-proizvodnim dejavnostim.

5.5.4 Od diagnoze do restavriranja (in obratno)

Arheometrične raziskave na arheoloških kovinah iz Torcella so v začetni fazi našega dela imela sledeče cilje: nuditi arheološki ekopi pomoč pri interpretaciji najdb; pridobiti informacije o stanju ohranitve izdelkov za učinkovitejše konservativne posege; preveriti učinkovitost nekaterih konservativnih postopkov in možnost njihove uporabe tudi pri drugih kovinskih najdbah.

V diagnostični fazi smo se poslužili raznih analitskih tehnik, od optične mikroskopije do FTIR (Fourier Transform Infra Red) spektroskopije, atenuirane totalne reflektance (ATR), rentgenske fluorescencne spektroskopije (XRF). Nekatero predmete, ki so bili popolnoma prekriti s konkrecijami, smo analizirali z rentgenskimi žarki, ki predstavljajo enega od najpogostejših orodij pri preiskovanju arheoloških kovin. Ta tehnika nam razodene obliko predmetov pod plastjo korozivskih produktov in usedlin, pokaže nam mejo preživele površine in prikaže morebitne podrobnosti obdelave in razlike pri uporabljenih kovinah. Radiografija nam nudi podatke o stanju ohranitve kovinskega izdelka, pokaže nam odnos med ohranjeno kovino in korozivsko plastjo in nam pomaga pri najzahtevnejših čistilnih posegih.

V našem primeru je delež predmetov, ki jih zaradi debele plasti korozivskih proizvodov ni mogoče identificirati in ki bi jih bilo mogoče analizirati z rentgenskimi žarki približno 20% skupnih najdb.

Do sedaj so z rentgenskimi žarki analizirali deset pred-

(at least in the part linked to working processes), which was absent in the phases immediately before and after. These observations would agree with the hypothesis of an industrial/productive use of the relative stratigraphic unit.

5.5.4 From diagnosis to restoration (and back)

The archaeometric surveys carried out on the archaeological metals of Torcello in this preliminary phases of the work had the following objectives: providing the archaeological team with support to interpret the findings; obtaining information about the conservation state of the artefacts with the aim of directing the preservation work, testing the effectiveness of specific operative procedures to assess the proposal of extending them to other metal finds.

Several analytical techniques were used during the diagnostic phase, including optical microscopy (OM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and in Attenuated Total Reflectance (ATR), and X Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF). Some finds completely covered with concretions were subjected to X-rays, one of the most used tools in the investigation of archaeological metals. This technique is able to detect the shape of an object under its corrosive layer and deposition and to identify the edge of the surviving surface showing details of its manufacture and different metals used. Furthermore, X-rays can give indications about the degree of preservation of metal artefacts by calculating the ratio between the surviving metal and the corrosion layer, thus guiding the more delicate cleaning operations.

In our case, about 20% of the pieces could not be identified due to their shell of alteration products and might

in Riflettanza Totale Attenuata (ATR), la Spettroscopia di Fluorescenza X (XRF).

Alcuni reperti completamente ricoperti da concrezioni sono stati sottoposti a radiografia ai raggi X, uno degli strumenti più utilizzati nel campo dell'indagine dei metalli archeologici. Questa tecnica è in grado di rivelare la forma degli oggetti al di sotto del loro involucro di prodotti di corrosione e deposizione, di individuare il limite della superficie superstite, evidenziando eventuali dettagli di lavorazione e differenze di metalli impiegati. La radiografia inoltre dà indicazioni circa il grado di conservazione del manufatto metallico nel rivelare il rapporto tra metallo superstite e i layer di corrosione guidando così gli interventi di pulitura più delicati.

Nel nostro caso, i pezzi non identificabili per via dello spesso guscio di prodotti di alterazione e che potrebbero essere utilmente sottoposti a radiografia sono circa un 20% del totale.

Al momento dieci reperti sono stati sottoposti a indagine radiografica. In base alle immagini ottenute è stato possibile individuare due chiodi di grandi dimensioni e in discreto stato di conservazione (Fig. 5). Per gli altri pezzi invece la radiografia mostra che, al di sotto dello strato di alterazione, il materiale metallico ha subito più estesi fenomeni di corrosione; per sette di questi reperti è però possibile identificare almeno in parte il profilo originario (si tratta di cinque frammenti longitudinali e di due ganci/anelli), mentre in un caso il metallo sembra essere completamente perduto e con esso la forma dell'oggetto.

Analisi autoptica e osservazione con microscopio a contatto

La totalità dei manufatti è stata sottoposta all'esame autoptico allo scopo di verificare il generale stato di

metov.. Na osnovi tako pridobljenih podob smo prepoznali dva velika in precej dobro ohranjena žebnja (Sl. 5). Pri drugih predmetih pa radiografija dokazuje, da je kovinski material pod konkrezijsko plastjo utrpel obsežno korozijo. V primeru sedmih predmetov je vsekakor možno vsaj delno identificirati izvirni profil (gre za dva vzdolžna fragmenta in dva kavljja-obročja), v enem primeru pa je kovina navidezna popolnoma razpadla, zaradi česar se je izgubila tudi oblika predmeta.

Avtoptična analiza in pregled s kontaktnim mikroskopom

Vse predmete smo analizirali z avtoptično metodo, da bi preverili splošno stanje kosov. S kontaktnim mikroskopom (Dino Lite) smo pregledali tiste izdelke, na katerih so bili vidna posebna znamenja degradacije, in kose, ki smo jih kasneje restavrirali.

Železni predmeti so na splošno krhki. Nekateri predmeti kažejo znamenja odkrušenja in prelomov, kar priča o napredovanju korozijskih procesov. Velik del železnih materialov prekrivajo debele concrecije (sestavljene iz korozijskih proizvodov, prsti in tujih materialov), ki na osnov debeline otežkočijo ali onemogočijo interpretacijo predmeta. Pod temi concrecijami je včasih vidna druga spremenjena plast, ki je gostejša in temnejše barve ter predstavlja oznako »marker layer« izvirne površine predmeta. V redkih primerih - npr. pri najdbi št. 1005/10 - se ta trdna plast loči in odkrije kovinsko površino, na kateri so pogosto vidne oranžne in rjave concrecije kristalnega videza (Sl. 6). Pri nekaterih malih predmetih pa smo opazili, da je izvirna kovina povsem razpadla, zato ima korozijska plast obliko votle lupine (Sl. 7).

Na svinčenih predmetih pa ni videti concrecij. Edine vidne spremembe so tanke skorje belkastega ali rjavega materiala, ki se včasih krušijo. Pri nekaterih predmetih

be useful subjected them to X-ray analyses. At the time, 10 finds were examined by X-ray. Based on the images obtained, it was possible to identify two large nails in fairly good condition (Fig. 5). However, for the other pieces, the X-ray images show, underneath the alteration layer, that the metallic material suffered extensive corrosion; for seven of these pieces it was however possible to identify at least part of their original profile (they were five longitudinal fragments and two hooks/rings), while in one case both the metal of the object seemed to be completely corroded and the shape is unrecognisable.

Autoptic analysis and observation with contact microscope

All of the artefacts underwent an autoptic exam in order to verify their general state of conservation. The observation under contact microscope (Dino Lite) was carried out on the finds that showed forms of particular degradation as well as on the pieces that subsequently underwent restoration.

The iron artefacts appeared generally fragile and some pieces showed signs of chipping and crushing, indicators of corrosive processes underway. The majority of the ferrous materials are covered by thick concretions (composed of corrosion products, soil, and foreign materials), which, in different cases, completely prevented the reading of the object. Under these concretions, a second layer was sometimes identified, more dense and darker in colour, which seems to constitute the 'marker layer' of the original surface of the object. In rare cases, such as the find 1005/10, this compact layer is detached and leaves the metal surface uncovered, often characterised by the presence of orange and brown coloured concretions with a crystalline appearance (Fig. 6). For some small finds, it was possible to observe that the original metal had been totally lost and the cor-

conservazione dei pezzi. L'osservazione al microscopio a contatto (Dino Lite) è stata effettuata sui reperti che evidenziavano forme di degrado particolari nonché sui pezzi successivamente sottoposti a intervento di restauro.

I manufatti in ferro appaiono generalmente fragili e alcuni pezzi mostrano segni di scagliature e frantumazioni, spie di processi corrosivi in atto. La maggior parte dei materiali ferrosi è ricoperta da spesse concrezioni (composte da prodotti di corrosione, terreno e materiali estranei) che, a seconda dello spessore, compromettono fino a impedire del tutto la lettura del reperto. Al di sotto di tali concrezioni è a volte individuabile un secondo strato di alterazione, più denso e di colore scuro, che sembra costituire il 'marker layer' della superficie originaria dell'oggetto. In rari casi, come quello del reperto 1005/10, questo strato compatto si distacca lasciando scoperta la superficie metallica, spesso caratterizzata dalla presenza di concrezioni di colore arancio e bruno e dall'aspetto cristallino (Fig. 6) Per alcuni reperti di piccole dimensioni è stato possibile osservare invece che il metallo originario è andato totalmente perduto e lo strato di corrosione si presenta come un guscio cavo (Fig. 7).

Gli oggetti in piombo non presentano invece concrezioni e le alterazioni consistono generalmente in sottili incrostazioni di materiale biancastro o bruno soggette talvolta a spolveramento. Per alcuni reperti tuttavia, ad esempio nel caso della tessera 5155, l'osservazione con microscopio a contatto ha evidenziato la presenza di sottili screpolature superficiali che potrebbero, per quanto riguarda la successiva conservazione del reperto, portare alla compromissione della superficie originale (Fig. 8). I reperti in lega di rame presentano situazioni diversificate, caratterizzate dalla presenza di patine o incrostazioni di prodotti di alterazione di colore verde/azzurro. Tali patine generalmente potrebbero essere a base di car-

(npr. pri ploščici 5155) je mikroskopska analiza pokazala na tanke površinske razpoke, ki bodo v bodoče lahko ogrozile izvorno površino (Sl. 8).

Stanje najdb iz bakrenih zlitin je različno, na njih so prisotne patine ali zelenomodre skorje proizvodov, ki so posledica spremembe mineralov. Te patine bi bile na splošno lahko sestavljene iz stabilnih bazičnih bakrenih karbonatov, a zaradi izpostavitve morskemu okolju je mogoča kontaminacija s kloridi. To je primer kovanca št. 1004/20: svetlozelena barva konkrekcij ter morfologija in pitting korozije so znamenja »raka bronza« (Sl. 9).

Rentgenska fluorescenčna spektrometrija (XRF)

Nekatere izdelke smo analizirali s pomočjo rentgenske fluorescenčne spektrometrije (XRF), da bi opredelili sestavine zlitine in ugotovili morebitno prisotnost onesnaževalcev.

Analizirani izdelki so: kovanec Kraljevine Italije po 5 centov iz leta 1941 (rep. 1004/20), nečitljiv kovanec (rep. 5118/1), beneški sold vrednosti 12 denarjev (bagattini) iz leta 1631 (rep. 6000), mali moderni pečat (rep. 1005/5), ribiška utež za mrežo (rep. 5127/1), komaj čitljiv okrogel pečat ali ploščica (rep. 5155/1), domnevno strgalno rezilo (rep. 1150/4).

V sliki 6 so navedeni rezultati spektrometrije XRF (Philips MiniPal). Treba je poudariti, da je pri tej tehniki analiza delno količinskega značaja, zato so odstotne vrednosti samo orientacijske narave.

Analiza na predmetu 1004 je dokazala, da je kovanec iz zlitine bakra in aluminija, imenovane Bronzital, ki je bila v rabi v štiridesetih letih in še kasneje za izdelavo kovancev. Kovanec št. 5118 pa je izdelan iz bakrene zlitine z nizkim odstotkom kositra. Ti podatki potrjujejo domnevo (ki temelji na premeru, teži in splošnemu videzu), da bi lahko šlo za kovanec za 10 centov («Čebela») kralja Vik-

rosion layer was a hollow shell (Fig. 7).

The lead objects without concretions and alterations generally presented thin deposits of whitish or brown material sometimes subject to producing dust. However, some finds under contact microscope observation, for example in the case of tile 5155, revealed small superficial cracks that could damage the original surface during the subsequent preservation of the object (Fig. 8).

The copper alloy objects presented various situations, characterised by patinas or incrustations of alteration products of green/blue colour. These patinas generally have a base of stable copper carbonate; however, because of exposure to the marine environment, contamination from chlorides is also likely to have occurred. This is the case for coin 1004/20 where the light green colour of its concretions and corrosion pitting pointed to the called 'bronze cancer' (Fig. 9).

X Ray Fluorescence Spectroscopy

Some artefacts were submitted to X Ray Fluorescence Spectroscopy to identify the main elements constituting the alloy and to evaluate the presence of contamination.

The analysed pieces were: a 5 cents coin of the Kingdom of Italy from 1941 (find 1004/20), an illegible coin (find 5118/1), a Venetian '12 bagattini' coin from 1631 (find 6000), a small modern seal (find 1005/5), a weight for fishing nets (find 5127/1), a seal or circular tile difficult to read (find 5155/1), and presumably a scraper blade (find 1150/4).

Fig. 10 reports the XRF results obtained (Philips MiniPal). It should be noted that the method used a

bonati basici di rame stabili, tuttavia, data l'esposizione all'ambiente marino, è possibile una contaminazione da cloruri. È il caso della moneta 1004/20: il colore verde chiaro delle concrezioni e la morfologia a pitting della corrosione ha suggerito l'identificazione del cosiddetto "cancro del bronzo" (Fig. 9).

Spettroscopia di Fluorescenza X (XRF)

Alcuni manufatti sono stati sottoposti ad indagini spettroscopiche in Fluorescenza X (XRF) per identificare gli elementi principali costituenti la lega e per valutare l'eventuale presenza di contaminanti.

I reperti analizzati sono stati: una moneta del Regno d'Italia da 5 centesimi del 1941 (rep. 1004/20), una moneta illeggibile (rep. 5118/1), un soldo veneziano da 12 bagattini del 1631 (rep. 6000), un piccolo sigillo moderno (rep. 1005/5), un peso da rete (rep. 5127/1), un sigillo o tessera circolare poco leggibile (rep. 5155/1), una presunta lama di raschietto (rep. 1150/4).

In Fig. 10 sono riportati i risultati XRF ottenuti (Philips MiniPal). Va sottolineato che, nella modalità utilizzata, l'analisi è semiquantitativa, dunque i valori percentuali sono solo indicativi.

L'esito dell'analisi sul reperto 1004 indica che la moneta è stata coniata in una lega rame-alluminio, chiamata Bronzital e impiegata negli anni Quaranta e successivamente per la produzione di monete.

La moneta 5118 risulta invece costituita di una lega di rame con una piccola percentuale di stagno. Ciò avvalorava l'ipotesi (basata su diametro, peso e aspetto generale) che possa trattarsi di una moneta da 10 centesimi "Ape" di Vittorio Emanuele III. Queste monete infatti erano coniate in Cu 950/1000, Sn 40/1000, Zn 10/1000.

L'analisi del reperto 6000 indica la presenza di una bassa percentuale di argento nella lega di rame. Il dato è in

torja Emanuela III. Te kovance so namreč izdelovali iz: Cu 950/1000, Sn 40/1000, Zn 10/1000.

Iz analize predmeta 6000 pa izhaja prisotnost nizkega odstotka srebra v bakreni zlitini. Podatek je skladen z bibliografskimi podatki (PAPADOPOLI 1919; Corpus Nummorum Italicorum 1917) o kovanju beneškega solda vrednosti 12 denarjev (bagattini) za časa doža Nicolòja Contarinija.

Pri nobenem kovancu nismo našli na sledi posebnih razkrojnih procesov (treba je vsekakor upoštevati, da analiza XRF, izvedena neposredno na predmetih, ne nudi verodostojnih rezultatov glede prisotnosti klor). Kovanec št. 1004 je bolj ohranjen od kovanca št. 5118, kar gre pripisati njegovi zlitini: aluminij s primesjo bakra je namreč odpornejši na korozijo.

Za predmete št. 1005, 5127 e 5155, je analiza potrdila, da so sestavljeni iz svinca. Prisotnost kalcija potrjuje hipotezo o prisotnosti svinčevega karbonata na površini izdelkov. Prisotnost silicija, drugih sekundarnih elementov in kalcijevih delov gre verjetno pripisati sledem iz terena (glej XRF analizo primerkov usedlin). Žvepla ni, zaradi česar lahko sklepamo, da je prisotnost svinčevih sulfidov neznatna.

Predmet št. 1150 je izdelan iz železnega materiala. Sklop sekundarnih elementov potrjuje, da je debela plast korozijskih produktov sestavljena iz prsti, oksidov in železovih hidroksohidov. Posebnost predstavlja visok izmerjeni odstotek kalcija, ki ga gre verjetno pripisati obilni karbonatni skorji.

Fourierjeva transformacijska infrardeča spektroskopija (FTIR)

Za opredelitev značaja navidezno stabilnih patin na izdelkih iz bakrene litine smo se osredotočili na najdbo št. 6000/sez. Gre za beneški sold vrednosti 12 denar-

semi-quantitative analysis, therefore the percentage values are only indicative.

The result of the analysis on find 1004 indicates that the coin was minted with the copper-aluminium alloy called Bronzital and used in the Forties, and subsequently for the production of coins.

Coin 5118 was made up of a copper alloy containing a small percentage of tin. This supports the hypothesis (based on diameter, weight, and general appearance) that it may be a 10-cent 'Ape' coin of Victor Emmanuel III. In fact, these coins were minted in Cu 950/1000, Sn 40/1000, and Zn 10/1000.

The analysis of find 6000 indicated the presence of a low percentage of silver in the copper alloy. This data is in agreement with that found in literature (PAPADOPOLI 1919; Corpus Nummorum Italicorum 1917) about the minting in silver-copper of the Venetian '12 bagattini' coin under Doge Nicolò Contarini.

None of the coins shows any elements indicating particular degradation processes (it should be considered that XRF does not give reliable results about the presence of chlorine, when carried out directly on the find and under these instrumental conditions). The better preservation condition of coin 1004 compared to 5118 seems to be due to the alloy of which it is composed, considering that the addition of aluminium to copper improves resistance to corrosion.

The analysis confirmed that artefacts 1005, 5127, and 5155 are made from lead. The presence of silicon, secondary elements and calcium may be reasonably attributable to traces of soil (see XRF spectra carried out on sediment samples). The absence of sulphur seems to indicate that the presence of lead sulphides is not particularly significant.

Artefact 1150 is made from ferrous material. The pattern of secondary elements confirms that dirt, oxides,

accordo con quanto reperito in bibliografia (PAPADO-POLI 1919; Corpus Nummorum Italicorum 1917) circa il conio in mistura rame-argento del soldo veneziano da 12 bagattini sotto il Doge Nicolò Contarini.

Per nessuna delle monete sono stati rivelati elementi che indichino particolari processi di degrado (bisogna però tener conto che l'XRF eseguito direttamente sul reperto e con queste condizioni strumentali non dà risultati attendibili circa la presenza di cloro). Il migliore stato di conservazione della moneta 1004 rispetto alla 5118 sembra dovuto alla lega di cui è composta, considerato che l'alluminio addizionato al rame ne migliora la resistenza alla corrosione.

Per quanto riguarda i manufatti 1005, 5127 e 5155, l'analisi conferma che si tratta di oggetti in piombo. La rilevazione di piombo avvalorava l'ipotesi della presenza di carbonati di piombo sulla superficie dei manufatti. La presenza di silicio, di altri elementi secondari e di parte del calcio, possono essere ragionevolmente attribuibili a tracce di terreno (cfr. spettri XRF eseguiti sui campioni di sedimenti). L'assenza di zolfo pare indicare invece che la presenza di solfuri di piombo non sia particolarmente significativa.

Il manufatto 1150 risulta costituito di materiale ferroso. Il pattern di elementi secondari conferma che lo spesso guscio di prodotti di corrosione che circonda l'oggetto è formato da terriccio, ossidi e idrossidi di ferro. Un'anomalia sembra essere l'alta percentuale di calcio rilevata, probabilmente dovuto a cospicue incrostazioni carbonatiche.

Spettroscopia Infrarossa in Trasformata di Fourier (FTIR)

In relazione alla necessità di accertare la natura delle patine apparentemente stabili osservate sui manufatti in lega di rame, particolare attenzione è stata riserva-

jev (bagattini) iz zlitine bakra in srebra, kovan leta 1631 med kratko vladno doža Nicolòja Contarinija. Pri avtop-tičnem pregledu je predmet izgledal v dobrem stanju, bil je cel, črke in podobe pa so bile večinoma čitljive. Kovanec so našli med zidaki v zidu, ki je potekal okoli od-seka primerka 6000, kar je zagotovilo boljšo ohranitev v primerjavi z izdelki, izkopanimi iz tal. Po odstranitvi površinske umazanije je kovanec bil pokrit z luskami tanke sivkaste patine, izpod katere so gledale okrogle temnozelenke skorjice (podobne malahitu) (Sl. 11) poleg spremenjenih rdečkastih območij.

Z metodo FTIR (v kombinaciji s KBr) smo analizirali vzorce sive patine (vzorec A), zelene skorje (B) in rde-čih tvorb (C), da bi identificirali prisotne degradacijske proizvode.

V spektru vzorca A (Sl. 12) opazimo značilna znamenja silikatov (z vrhuncem pri 1028 cm^{-1} in intervalski raz-pon okoli vrednosti 472 cm^{-1}), karbonatov (z vrhuncem pri 1448 cm^{-1} in 876 cm^{-1}). Spekter odlično sovпада s spektrom ilita (glinastega minerala) in kalcita. Na os-novi teh zvrsti in primerjave s spektri, zabeleženimi pri sedimentnih vzorcih z območja 1000 ugotovimo, da material sestavljajo ostanki izkopne prsti.

Spektra vzorcev B in C (Sl. 13) sta podobna, a z različno jakostjo vrhunskih vrednosti. V obeh spektralnih profi-lih naletimo na značilne lastnosti silikatov in karbona-tov, vendar so pri vzorcu B vrhunske vrednosti veliko bolj izrazite in opozarjajo na markantnejšo prisotnost karbonata. V spektru opazimo dva vrhunca pri vred-nosti 3445 cm^{-1} in 3335 cm^{-1} , značilna za hidrokside, in dobro viden znak okoli vrednosti 610 cm^{-1} , ki ga lahko pripišemo vezi Cu-O. Ti dve značilnosti, kot tudi raz-giban profil med 1000 cm^{-1} in 850 cm^{-1} , so značilni za spektre bakrovih hidroksikloridov, kakršna sta Ataka-mit ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) in Paratakamit.

and hydroxides of iron formed the thick shell of corrosion products that surrounds the object. The high percentage of calcium seems to be an anomaly, probably due to substantial carbonate deposits.

Fourier Transform Infrared Spectroscopy

Special attention was reserved to find 6000/sez in order to establish the nature of the stable patinas observed on the copper alloy artefacts. As previously mentioned, this is a Venetian '12 bagattini' coin, made from silver-copper alloy, minted in 1631 during the brief period of Doge Nicolò Contarini. Upon autoptic exam, the find appeared to be in fairly good condition, intact and both the inscriptions and the figuration readable. The coin was found amongst the bricks of the wall that bordered the 6000 section, which seems to have ensured a better preservation of the piece compared to the artefacts found in the soil. Once free from the superficial dirt deposits, the coin appeared to be coated with a thin greyish patina, from which dark green globular incrustations similar to malachite flaked off (Fig. 11) as well as reddish coloured alteration zones.

Samples of the grey patina (sample A), the green incrustations (B) and the reddish products (C) were analyzed by using FTIR (in KBr pellet) in order to identify the degradation products.

The spectrum relative to sample A (Fig. 12) shows the characteristic signs of silicates (the intense peak at 1028 cm^{-1} , the round band at 472 cm^{-1}) and carbonates (peaks at 1448 cm^{-1} and 876 cm^{-1}). The spectrum shows correspondences with illite (a clayey mineral) and calcite spectra. Based on these results and in comparison with the recorded spectra of sediment samples from area 1000, the sample A turned out to be composed of excavated soil residues.

ta al reperto 6000/sez. Si tratta, come già riportato, di un soldo veneziano da 12 bagattini, in lega rame-argento, coniato nel 1631 durante il breve dogado di Nicolò Contarini. All'esame autoptico il reperto è apparso in discreto stato di conservazione, appariva integro e in gran parte leggibile, sia per quanto riguardava la legenda che la figurazione. La moneta era stata rinvenuta tra i mattoni del muro che delimitava la sezione del saggio 6000, circostanza che sembra aver garantito una migliore conservazione del pezzo, rispetto ai manufatti rinvenuti nel terreno. Liberata dai depositi di sporco superficiale, la moneta appariva ricoperta da scaglie di una sottile patina grigiastra dalla quale affioravano incrostazioni di colore verde scuro e forma globulare (simili a malachite) (Figura 11) oltre a zone di alterazione di colore rossiccio. Campioni della patina grigia (campione A), delle incrostazioni verdi (B) e dei prodotti rossastri (C), sono stati analizzati con FTIR (in pastiglia di KBr) allo scopo di identificare i prodotti di degrado presenti.

Lo spettro relativo al campione A (Fig. 12) presenta i segnali caratteristici dei silicati (il picco intenso a 1028 cm^{-1} e la banda attorno a 472 cm^{-1}), dei carbonati (picchi a 1448 cm^{-1} e 876 cm^{-1}). Lo spettro mostra un'ottima corrispondenza con quello dell'illite (un minerale argilloso) e della calcite. In base a questi risultati e dal confronto con gli spettri registrati sui campioni di sedimento dell'area 1000, il materiale risulta composto da residui del terreno di scavo.

Gli spettri dei campioni B e C (Fig. 13) sono simili ma con intensità dei picchi diverse. In entrambi i profili spettrali si riscontrano i segnali relativi a silicati e carbonati, tuttavia per il campione B tali picchi sono nettamente più marcati indicando una presenza più significativa in particolare del carbonato. Gli spettri sono inoltre caratterizzati da una coppia di picchi a 3445 cm^{-1} e 3335

Čprav ni mogoče zagotovo opredeliti sestavine vzorcev B in C, so v njih verjetno prisotne kloridne spojine, pa čeprav v majhni meri, ki lahko ogrozijo ohranitev izdelka.

5.5.4.2 Diagnostični zaključki in napotki za restavriranje

Opravljene raziskave so prispevale k opredelitvi stanja ohranitve izdelkov in lahko pripomorejo k izbiri nadaljnjih posegov. Treba je odstraniti debele skorje prsti in železovih hidrksidov, ki prekrivajo železne izdelke, ki bi tako postali čitljivi, stabilizirali pa bi se tudi korozijski postopki na stičišču med kovino in alteracijskimi produkti. Na bronastih delih se zdi priporočljivo delno odstraniti in stabilizirati modrozeleno tvorbo; te se sicer ob avtoptičnem pregledu zdijo v glavnem stabilne, vendar analiza ne izključuje prisotnost kloridov. V primeru svinčenih izdelkov je treba preveriti možnost čiščenja karbonatnih patin in pri tem paziti na krhkost površine.

5.5.5 Testiranje restavriranja

Izbrali smo sklop osmih najdb (Sl. 14) štiri izmed katerih iz železa in štiri iz bakrene zlitine, ki so bili predmet posegov za restavriranje in ohranjanje. Ob koncu obdelave smo na sedmih izmed osmih izdelkov izvedli test obremenitve, da bi preverili in med seboj primerjali učinkovitost različnih posegov.

5.5.5.1 Ohranitveni ukrepi

Pri restavriranju izdelkov smo se oprli na vodila in na nekatere postopke, ki so v splošni rabi na področju konserviranja arheoloških kovin (MARABELLI 1995). Izbira postopka, ki naj bi ga bil deležen vsak izdelek, je

The spectra of samples B and C (Fig. 13) are similar but with different peak intensities. In both the spectral profiles, absorptions relative to silicates and carbonates were found; and these absorptions peaks were higher in sample B, indicating a probably higher presence of carbonates. The spectra are also characterised by the typical absorptions of hydroxides couple 3445 cm^{-1} and 3335 cm^{-1} and by a well-defined signal around 610 cm^{-1} due to the Cu-O bond. These two characteristics, along with the jagged profile between 1000 cm^{-1} and 850 cm^{-1} , are characteristics of the copper hydroxychlorides spectra such as Atacamite ($\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$) and Paratacamite.

The components of samples B and C cannot be identified with certainty but the limited presence of chlorinated compounds, which are potentially damaging for the find, is probably.

5.5.4.2 Diagnostic conclusions and guidelines for restoration

The investigations have supplied useful indications about the conservation state of the artefacts and can guide the subsequent work phases. It is necessary to remove the thick incrustations of soil and iron hydroxides that coat the ferrous materials in order to reduce the corrosion processes, that occur in the interface between metal and alteration products, and give back legibility to the artefact. The analyses have not totally excluded the presence of chlorides, therefore reducing and stabilising the blue/green incrustations, although stable by autoptic examination, is required. Regarding the lead finds, cleaning of the carbonate patinas should be tested with careful attention with particular attention to the surface fragility.

cm⁻¹, tipici degli idrossidi, e da un segnale ben definito attorno a 610 cm⁻¹, attribuibile al legame Cu-O. Queste due caratteristiche, insieme al profilo frastagliato tra 1000 cm⁻¹ e 850 cm⁻¹, sono caratteristici degli spettri degli idrossicloruri di rame quali l'Atacamite (Cu₂(OH)₃Cl) e la Paratacamite.

Nonostante dunque non sia possibile identificare con certezza i componenti dei campioni B e C, sembra probabile la presenza, seppur limitata, di composti clorurati, potenzialmente dannosi per il reperto.

5.5.4.2 Conclusioni diagnostiche e orientamenti per il restauro

Le indagini svolte hanno fornito dunque indicazioni utili alla conoscenza dello stato di conservazione dei manufatti e possono indirizzare le successive fasi di intervento. Appare necessario procedere all'eliminazione delle spesse incrostazioni di terreno e idrossidi di ferro che ricoprono i materiali ferrosi, allo scopo di recuperarne la leggibilità e procedere alla stabilizzazione dei processi di corrosione che avvengono all'interfaccia metallo/prodotti di alterazione. Sui bronzi sembra opportuno l'alleggerimento e la stabilizzazione delle incrostazioni blu/verdi poiché, nonostante esse appaiano generalmente stabili all'esame autoptico, le analisi non hanno tuttavia escluso la presenza di cloruri. Per i reperti in piombo andrebbe valutata una pulizia delle patine carbonatiche con particolare attenzione all'infragilimento della superficie.

5.5.5 Testare il restauro

Un gruppo di otto reperti (Fig. 14), quattro in ferro e quattro in lega di rame, è stato scelto per essere sottoposto a interventi di conservazione e di restauro. Al ter-

temeljila na vrsti izdelka in na stopnji degradacijskega procesa, opisana pa je v Sl. 14.

Za čiščenje smo za obe kategoriji izdelkov izbrali kombinacijo mehanskih in kemijskih metod, s katero bi postopno in na nadzorovan način odstranili površinske skorje. Mehansko čiščenje, opravljeno predvsem s kirurškim nožem, se je torej vrstilo s pranjem in impregniranjem z različnimi sredstvi.

Glede na posamezni primer smo izdelke iz bakrene zlitine smo za lažjo odstranitev usedlin oprali v vodni raztopini Seignettove soli s 3% koncentracijo, ali amonijevega tartrata s 1% koncentracijo, ali Tween20 s 2% koncentracijo. Seignettov sol in amonijev tartrat delujeta kot kompleksanta na katione (predvsem na ione Ca₂₊) in mehčata površinske skorje (predvsem karbonatne), Tween20 pa je neionska površinsko aktivna snov, ki odstranjuje prašno patino.

V primeru železnih izdelkov pa smo uporabili 3% raztopino trinatrijevega EDTA trisodico kot kelatno sredstvo za skorje in olje za mehčanje rje.

Bronaste izdelke smo stabilizirali z obdelavo z natrijevim seskvikarbonatom (5% raztopina) in benzotriazolom (3% alkoholna raztopina). Natrijev seskvikarbonat pretvarja in odstranjuje kloridne produkte, medtem ko benzotriazol (BTA) preprečuje korozijo in ob stiku z bakrom (ki je prisoten v zlitini in patinah) tvori netopne komplekse in preprečuje nadaljnje reakcije. (WATKINSON 2010)

Za železo smo se odločili za postopek za stabilizacijo rje (s sredstvom Owatrol Oil) in za zaustavitev postopkov korozije železa s tanično kislino, ki ob stiku s kovinskim substratom tvori netopne komplekse, ki ščitijo pred nadaljnjim delovanjem zunanjih dejavnikov. (WATKINSON 2010)

Pri zaščitnem posegunabronastih predmetih smo s

5.5.5 Testing the restoration

A group of 8 finds (Fig. 14), four iron and four copper alloy, was chosen to be subjected to conservation and restoration processes. At the end of the treatment, seven out of eight finds have been submitted to stress test to verify and compare the effectiveness of the different types of operation.

5.5.5.1 The conservative operation

The restoration of the pieces followed the guidelines and some of the procedures commonly adopted in the field of archaeological metal conservation (MARABELLI 1995). The choice of the treatment to be performed on each artefact depended on the type of degradation processes and is described in Fig. 14.

In order to carry out a gradual and controlled removal of surface incrustations, we chose a cleaning procedure for both classes of finds that was a combination of chemical and mechanical methods. Mechanical cleaning, mainly performed with a scalpel, was alternated with washing and soaking with different products.

Depending on each case, the washing baths used to facilitate removal of deposits from the copper alloy artefacts were aqueous solutions made up of potassium sodium tartrate at 3%, ammonium tartrate at 1%, and Tween20 at 2%. Potassium sodium tartrate and ammonium tartrate soften the surface incrustations (especially carbonate incrustation) acting as complexants (especially on Ca₂₊ ions), whereas Tween20 is a non-ionic surfactant effective on the powdery patina.

Trisodium EDTA at 3% as a chelator for dissolving the incrustations, and dissolving oil to soften the rust on ferrous artefacts were used.

mine del trattamento, sette degli otto reperti sono stati sottoposti a un test di stress per verificare e confrontare l'efficacia delle differenti tipologie d'intervento.

5.5.5.1 L'intervento conservativo

Il restauro dei pezzi ha seguito le linee guida e alcuni dei procedimenti comunemente adottati nel campo della conservazione dei metalli archeologici (MARABELLI 1995). La scelta del trattamento da operare su ciascun manufatto è stata indirizzata dalle tipologie e dalla gravità dei processi di degrado riscontrati ed è descritta nella Fig. 14.

Riguardo alla pulitura, per entrambe le classi di reperti si è scelto di procedere con una combinazione di metodi chimici e meccanici al fine di effettuare una rimozione graduale e controllata delle incrostazioni superficiali. La pulitura meccanica, eseguita prevalentemente a bisturi è stata dunque alternata a lavaggi e impregnazioni con differenti prodotti.

Per i manufatti in lega di rame, i bagni di lavaggio utilizzati per facilitare l'eliminazione dei depositi sono stati, a seconda dei casi, soluzioni acquose di sali di Seignette al 3%, di tartrato d'ammonio all'1%, di Tween20 al 2%. I Sali di Seignette e il tartrato d'ammonio, grazie al loro potere complessante sui cationi (in particolare sugli ioni Ca_{+2}), agiscono sulle incrostazioni superficiali ammorbidendole (in particolare quelle carbonatiche), mentre il Tween20 è un tensioattivo non ionico efficace sulla patina polverulenta.

Per i manufatti in ferro invece si è utilizzato EDTA trisodico al 3% come chelante per le incrostazioni e olio disincrostante per ammorbidire la ruggine.

La stabilizzazione dei pezzi in bronzo è avvenuta tramite trattamento con sesquicarbonato di sodio (soluzione al 5%) e benzotriazolo (soluzione alcolica al 3%). Il sesquicarbonato di sodio converte e elimina i prodotti clo-

ropiçhem nanesli sredstvo Incralac (10% raztopina v belem špiritu). Površino smo nato premazali z namazom Soter 501/OC. Incralac je polimerni proizvod, namenjen konserviranju bronca. Njegovi sestavini sta Paraloid B44 (kopolimer etilmetakrilat/butilakrilat) in Benzotriazol: prvi štiti kovinsko površino pred zunanjim okoljem, drugi pa preprečuje korozijo. (WATKINSON 1995)

Železo pa smo zaščitili s nanosom namaza Soter 201/FE, mešanice kristalnih voskov in organskih polimerov, ki štiti izdelke pred vlago.

5.5.5.2 Test v klimatski komori

Na koncu restavratorskega postopka smo želeli preveriti učinkovitost opravljenih posegov glede odstranjevanja nevarnih produktov in zaščite pred dodatno korozijo, ki jo povzročajo zunanji okoljski dejavniki.

Restavrirane predmete smo torej 30 dni pustili v klimatski komori pri 95% relativne vlage. Za primerjavo smo isti test opravili na sklopu nerestavriranih predmetov, najdenih na istih stratigrafskih enotah kot tisti, na katerih smo opravili konservativne posege.

Ocenjevanje rezultatov je potekalo na osnovi makroskopskega in mikroskopskega opazovanja predmetov in analize njihove površine s FTIR in ATR.

V primeru predmetov iz bakrenih zlitin vizuelna primerjava pred testom in po njem ni pokazala vidnih sprememb.

Mikroskopska analiza potrjuje mikroskopsko opazovanje, čeprav je opaznih nekaj minimalnih sprememb.

Pregled kovanca št. 1004/20, na katerem sta bila vidna pojava cvetenja in alveolizacije zaradi kloridov (t. i. »rak bronca«) je navidezno dokazal, da sta bila čiščenje in stabilizacija učinkovita: kljub visoki stopnji vlage ni bilo vidno nikakršno reaktiviranje teh degradacijskih postopkov.

The stabilisation of the bronze pieces was achieved through treatment with sodium sesquicarbonate (solution at 5%) and benzotriazole (alcohol solution at 3%). The sodium sesquicarbonate converts and removes chlorinated products, while the benzotriazole (BTA) acts as a corrosion inhibitor by forming insoluble complexes with the copper present in the alloy and the patinas, preventing further reactions (WATKINSON 2010).

Owatrol Oil to stabilise rust and tannic acid (which forms insoluble complexes with the metal substrate) to inhibit the iron corrosion processes were chosen as treatments on iron finds with the aim of preserving from further alterations caused by external agents (WATKINSON 2010).

The protective treatment for the bronzes was carried out by Incralac brushing (with 10% white spirit) and by superficial waxing with Soter 501/OC surface wax. Incralac is a polymeric product formulated for the preservation of bronze, composed by Paraloid B44 (copolymer of ethyl methacrylate/butyl acrylate) and Benzotriazole, respectively aim to shield the metal surfaces from the external environment and to inhibit corrosion (MARABELLI, 1995).

On the iron pieces, the protective layer was formed by applying only Soter 201/FE wax, a mixture of crystalline waxes and organic polymers, to isolate the artefacts from moisture.

5.5.5.2 Testing in the climatic chamber

At the end of the restoration process, the finds were tested to evaluate the efficiency of the treatments in terms of their ability to remove hazardous products and the protection from further corrosion processes caused by the external environment.

rurati mentre il benzotriazolo (BTA) agisce da inibitore di corrosione formando complessi insolubili con il rame (presente in lega e nelle patine) sottraendolo a ulteriori reazioni (WATKINSON 2010).

Per il ferro invece si è scelto un trattamento di stabilizzazione della ruggine con Owatrol Oil e di inibizione dei processi di corrosione del ferro utilizzando acido tannico, che forma con il substrato metallico dei complessi insolubili, preservandolo da ulteriori azioni da parte degli agenti esterni (WATKINSON 2010).

Il trattamento protettivo sui bronzi è stato effettuato mediante stesura a pennello di Incralac (al 10% in white spirit) seguita da una ceratura superficiale con cera Soter 501/OC. L'Incralac è un prodotto polimerico formulato per la conservazione del bronzo i cui componenti, il Paraloid B44 (copolimero etilmetacrilato/butilacrilato) e il Benzotriazolo, mirano rispettivamente a schermare la superficie metallica dall'ambiente esterno e inibire la corrosione (MARABELLI, 1995).

Sui ferri invece lo strato protettivo consiste nella stesura della sola cera Soter 201/FE, una miscela di cere cristalline e polimeri organici, applicata allo scopo di isolare il manufatto dall'umidità.

5.5.5.2 Il test in camera climatica

Al termine del restauro, si è voluto testare l'efficacia dei trattamenti eseguiti in termini di capacità di eliminazione dei prodotti pericolosi e di protezione da ulteriori processi di corrosione dovuti all'ambiente esterno.

I manufatti restaurati sono stati dunque posti per 30 giorni in camera climatica al 95% di umidità relativa. Un set di reperti non restaurati, provenienti dalle stesse unità stratigrafiche di quelli sottoposti a trattamento conservativo, è stato oggetto del medesimo test per ottenere una base di confronto.

Mikroskopski pregled je pokazal, da so se na predmetu pojavile majhne črne pike. Te se pogosto pojavljajo na bronastih izdelkih, obdelanih s seskvikarbonatom. Verjetno gre za neželjeno spremembo kuprita (Cu_2O) v tenorit (CuO) zaradi oksidacije. (POLLARD 1980) (Sl. 15) Pri železnih predmetih je bila reakcija kompleksnejša.

Na predmetih 1003/13 (žebelj) in 1150/4 (rezilo) na videz ni bilo korozijskih pojavov, a površina obeh je bila prekrita z gostimi belkastimi vlakni. Mikroskopska analiza je potrdila domnevo, da gre za bujno rast gliv.

Čeprav so mikrokristalni voski, ki se uporabljajo v restavratorstvu, v glavnem odporne na biološki razkroj, se v prisotnosti visoke stopnje vlage in visoke temperature lahko pripeti, da mikrobiološke agregacije bakterij in gliv (med njimi vrste, ki spadajo v rod *Aspergillus*) lahko presnavljajo in razkrojijo ogljikovodikove verige teh proizvodov. To je bilo dokazano bodisi pri laboratorijskih simulacijah kot v dejanskih primerih arheoloških zbirk. (ZAITSEVA 2005)

Na najdbah št. 1005/2 (ključ) in 1005/1 (obtežilni žebelj) pa so bili vidni obsežni korozijski pojavi. Površino predmetov so prekrivale globularne tvorbe v obliki mehurčkov rumeno-oranžne tekočine ter obloge okrogle oblike: te obloge so male votle lupine različnega premera (do 2-3 mm), njihova barva pa niha od oranžne do rjave. (Sl. 16)

Ta degradacijski pojav, znan pod imenom weeping, je značilen za arheološke železne predmete in je posledica učinkovanja železovih kloridov. Razne raziskave so dokazale, da tekoče kaplje vsebujejo visoke koncentracije Fe^{+2} in Cl^- , imajo kisel pH in so posledica delikvescenca kloridov Fe(II) in Fe(III). Trdne lupine pa nastajajo zaradi precipitacije FeOOH ob stiku med kapljo in zrakom zaradi oksidacije in hidrolize Fe^{2+} , ki je prisoten v samih kapljah. (SELWIN 1999)

Both the restored artefacts and a set of non-restored pieces from the same stratigraphic unit were placed in a climatic chamber at 95% relative humidity for 30 days to create a basis for comparison.

The results were evaluated basing on the macroscopic and microscopic exam of the pieces and the surface analyses of the artefacts by FTIR in ATR.

The visual comparison before and after the test did not show any significant changes in the copper alloy artefacts.

The investigation under microscope confirmed what was observed macroscopically with some minor changes. The examination of find 1004/20 (coin), on which efflorescences and pitting caused by chlorides (the so-called 'bronze cancer') were found, confirmed that cleaning and stabilisation were effective. Despite the high humidity, there were no discernible signs that these degradation processes have been reactivated.

The microscope images showed small black spots on the finds. This phenomenon has often been found on bronzes subjected to treatment with sesquicarbonate and may be due to the unwanted oxidation reaction of cuprite (Cu_2O) with tenorite (CuO) (POLLARD 1980) (Fig. 15).

The iron finds showed a more complex behaviour.

In the samples 1003/13 (nail) and 1150/4 (blade) no traces of corrosion of both artefacts were present, but dense whitish filaments on the surface were visible. Microscope observation confirmed that the whitish filaments depended on widespread fungal growth.

Although in the restoration field crystalline waxes are generally considered stable to biodeterioration, bacteria and fungi (including species belonging to the *Aspergillus* genus) have proved to be able to metabolize and

La valutazione dei risultati è stata effettuata sulla base dell'esame macroscopico e microscopico dei pezzi e dell'analisi della superficie dei manufatti con FTIR in ATR.

Il confronto visivo prima e dopo il test non sembra evidenziare cambiamenti apprezzabili nei manufatti in lega di rame.

L'indagine al microscopio conferma in linea generale quanto osservato macroscopicamente, sono però riscontrabili alcune minime modificazioni.

L'esame del reperto 1004/20 (moneta), sul quale erano state riscontrate efflorescenze e alveolizzazioni causate da cloruri (il cosiddetto "cancro del bronzo"), sembra confermare che la pulitura e la stabilizzazione siano state efficaci: nonostante l'alto tasso di umidità non sono riscontrabili segni di riattivazione di tali processi di degrado.

Le immagini al microscopio evidenziano la comparsa sul reperto di piccoli spot di colore nero (Fig. 15). Questo fenomeno è stato frequentemente rilevato in bronzi sottoposti a trattamento con sesquicarbonato e pare essere dovuto alla reazione indesiderata di ossidazione della cuprite (Cu_2O) in tenorite (CuO) (POLLARD 1980).

I reperti in ferro hanno mostrato un comportamento più complesso.

I campioni 1003/13 (chiodo) e 1150/4 (lama) non sembravano presentare tracce di fenomeni corrosivi, tuttavia la superficie di entrambi i manufatti era ricoperta da fitti filamenti biancastri. L'osservazione al microscopio ha confermato l'ipotesi che si trattasse di una diffusa crescita fungina. Nonostante nel settore del restauro le cere microcristalline siano generalmente considerate stabili al biodeterioramento, in condizioni di alte umidità e temperature, consorzi microbiologici di batteri e funghi (tra cui specie appartenenti al genere *Aspergillus*)

Na površini se pojavljajo tudi mali madeži prašnega materiala živooranžne barve. Morda gre za Akaganéit, železov hidroksid ($\beta\text{-FeOOH}$), ki nastaja v poizkopnih fazah kot posledica korozivnih procesov na železnih predmetih z visoko koncentracijo klorida. (SELWIN 1999)

Pojava te vrste degradacije morda ne gre pripisati učinkovitemu restavratorskemu posegu (ki je bil za oba predmeta različen), temveč njenemu začetnemu stanju ohranitve, odvisnemu od okolja, kjer sta predmeta ležala. Hipotezo potrjuje dejstvo, da edina dva predmeta iz primerjalnega sklopa, na katerih se je pojavil weeping, izvirata iz enote 1005.

5.5.5.3 Analiza FTIR in ATR na zaščitah

Kemijsko stabilnost zaščitne plasti smo ocenili s to analitično metodo, ki na neinvaziven in nedestruktiven način zaznava infrardeči spekter površine vzorca. Predmet št. 1004 smo analizirali pred in po testu v klimatski komori, da bi preverili morebitne spremembe v kemijski sestavi zaščitne plasti, na kateri pri vizuelni analizi ni bilo videti nobene spremembe.

Spekter (Sl. 17), zabeležen pred obdelavo, se ujema s spektri, opisanimi v bibliografskih virih za sredstvo Incralac in mikrokristalne voske. (BROSTOFF 2003; DER-RICK 1999)

Značilnosti, ki jih je mogoče pripisati akrilnemu polimeru, so: 2955 cm^{-1} (stretching vezi C-H), pri 1722 cm^{-1} (stretching estrove vezi C=O), razpon obeh intervalov 1300 cm^{-1} in 1500 cm^{-1} (bending vezi C-H), razpon intervala od 1100 cm^{-1} in 1300 cm^{-1} (stretching vezi C-O). Za mikrokristalne voske pa sta značilna dva viška vrednosti pri 2920 cm^{-1} in 2850 cm^{-1} (zaradi vibracij pri raztezanju metilnih/metilenskih enot).

Spekter, posnet po testu v klimatski komori, izkazuje nekaj manjših sprememb. Opazna je razširitev razpona

degrade the hydrocarbon chains of these products under high humidity and temperature conditions. This has been demonstrated both in laboratory simulations and in real cases of archaeological collections (ZAITSEVA 2005).

Finds 1005/2 (keys) and 1005/1 ('weighting' nail) were affected by widespread corrosion (Fig. 16). The surfaces of the artefacts were covered by orangy-yellow liquid bubble or spherical incrustations (up to 2-3 mm), characterised by colouring ranging from orange to brown. This type of corrosion, called weeping, is characteristic of ferrous materials of archaeological origin and is due to the action of the iron chlorides. According to literature, the liquid drops: contain high concentrations of Fe^{+2} e Cl , have acid pH and are the result of the deliquescence of Fe(II) and Fe(III) chlorides. However, the solid shells are due to iron oxide hydroxide precipitation at the interface between the drop and the air, following the oxidation and hydrolysis of Fe^{2+} present in these drops (SELWIN 1999). The surface has small flecks of a bright orange powdery material. It could be Akaganéite, an iron oxide hydroxide ($\beta\text{-FeOOH}$) that forms after corrosion processes in the post-excavation phases that have a high concentration of chlorides (SELWIN 1999).

This kind of corrosion does not depend on the efficiency of the restoration treatment – which is different for the two artefacts – but depends on their various states of initial conservation due to the environment where they were found. The hypothesis is supported by the fact that the only finds of the comparison set where the weeping iron was verified came from unit 1005.

5.5.5.3 FTIR in ATR analysis on protective layers

The chemical stability of the protective layer was studied by using the analytical technique that recorded the

si sono dimostrati in grado di metabolizzare e degradare le catene idrocarburiche di questi prodotti. Ciò è stato dimostrato sia in simulazioni di laboratorio sia in casi reali di collezioni archeologiche (ZAITSEVA 2005).

I reperti 1005/2 (chiave) e 1005/1 (chiodo "da peso") sono stati invece interessati da diffusi fenomeni corrosivi (Fig. 16). La superficie dei manufatti era coperta da conformazioni globulari sotto forma sia di bolle di liquido giallo-arancio sia di incrostazioni di forma sferica; queste ultime sono piccoli gusci cavi di diametro variabile (fino a 2-3 mm), caratterizzati da colorazioni che vanno dall'arancio al bruno. Questa tipologia di degrado, denominata weeping, è caratteristica dei materiali ferrosi di provenienza archeologica e viene imputata all'azione dei cloruri di ferro. Secondo numerose ricerche, le gocce liquide contengono alti concentrazioni di Fe^{+2} e Cl^- , hanno pH acido e sono il risultato della deliquescenza di cloruri di Fe(II) e Fe(III) . I gusci solidi invece si formano a causa della precipitazione di FeOOH all'interfaccia tra la goccia e l'aria, a seguito dell'ossidazione e idrolisi del Fe^{+2} presente nelle gocce stesse (SELWIN 1999).

La superficie presenta inoltre minute chiazze di materiale polverulento arancione acceso. Potrebbe forse trattarsi di Akaganéite, un idrossido di ferro ($\beta\text{-FeOOH}$) che si forma a seguito di processi corrosivi nelle fasi post-scavo su ferri che presentano un'alta concentrazione di cloruri (SELWIN 1999).

L'insorgenza di questa tipologia di degrado non sembrerebbe provocata da una minore efficacia del trattamento di restauro, differente per i due manufatti, ma dal loro diverso stato di conservazione iniziale, dovuto all'ambiente di giacitura. L'ipotesi è avvalorata dal fatto che gli unici reperti del set di confronto su cui si è verificato il weeping provengono dall'unità 1005.

med 3100 cm^{-1} in 3600 cm^{-1} , kar gre verjetno pripisati vodi, ki jo je zaščitna plast vsrkala. Viden je tudi porast obeh vrhunskih vrednosti na 1576 cm^{-1} in 1543 cm^{-1} , kar je verjetno odvisno od alteracije zaščitne plasti, sestavljene iz voskov. Seveda je treba še pojasniti dolgoročni vpliv teh degradacijskih procesov glede na učinkovitost zaščitnih ukrepov.

5.5.6 Zaključki

Konservativni posegi, ki smo jih izvedli, so na splošno učinkoviti tudi v prisotnosti visoke stopnje vlage v okolju (Sl. 18).

Obdelava bronastih kosov je dosegla pozitivne rezultate: najdbe so spet postale čitljive, korozija pa se je zaustavila. Vsekakor pa je pri pranju z natrijevim seskvikarbonatom treba paziti na koncentracijo snovi in/ali čas nanosa, da bi preprečili morebitni nastanek tenorita.

Na železu smo prav tako dosegli spodbudne rezultate, predvsem ob upoštevanju drastičnih razmer, v katerih so izdelki prišlo do nas, in krhkosti kovinskih materialov. Vsekakor pa je bilo jasno razvidno, da v prisotnosti kloridov sami zaščitni in preprečevalni ukrepi ne morejo dolgoročno preprečiti degradacije, in da je torej potreben poseg za odstranitev soli.

Nanos zaščitnih plasti je bil učinkovit, vendar se je pokazala možnost mikrobiološke degradacije teh materialov v primeru visoke stopnje vlage, ki je seveda redka v klimatiziranih muzejskih prostorih, a ni izključena v depojih in drugih shranjevalnih prostorih.

IR spectrum relative to the surfaces of the sample in a non-destructive and non-invasive way. The analysis were carried out on find 1004 before and after the climatic chamber test, to verify any modifications of chemical nature on the protective layer, which did not show signs of alterations by visual analysis.

The spectrum (Fig. 17) recorded before the treatment agrees with the spectra reported in literature for the Incralac product and the microcrystalline waxes (BROSTOFF 2003; DERRICK 1999).

The signs attributable to the acrylic polymer are at 2955 cm^{-1} (stretching of C-H bonds), at 1722 cm^{-1} (stretching of C=O bonds of the ester), the two bands between 1300 cm^{-1} and 1500 cm^{-1} (bending of the C-H bonds), and the band between 1100 cm^{-1} and 1300 cm^{-1} (stretching of the C-O bond). The pair of peaks at 2920 cm^{-1} and 2850 cm^{-1} is actually characteristic of microcrystalline waxes (due to the vibrations from the stretching of the methyl/methylene groups).

The spectrum related to the sample after the climatic chamber test showed small variations. Firstly, the expansion of the band 3100 cm^{-1} and 3600 cm^{-1} , probably due to the absorption of water by the protective layer, and an intensity increase of the peaks at 1576 cm^{-1} and 1543 cm^{-1} , related to alteration processes of the wax-based protective layer, were observed. The long-term impact of these degradation processes relative to the treatment effectiveness must be clarified.

5.5.6 Conclusions

Generally, the conservative operations carried out seem to be effective, even in conditions of high environmental humidity.

5.5.5.3 Analisi FTIR in ATR sui protettivi

La stabilità chimica dello strato di protettivo è stata valutata mediante questa tecnica analitica che è in grado di registrare lo spettro IR relativo alla superficie di un campione in modo non distruttivo e non invasivo. L'analisi dunque è stata svolta sul reperto 1004 prima e dopo il test in camera climatica per verificare eventuali modificazioni della natura chimica del protettivo, che all'analisi visiva non mostrava segni di alterazione.

Lo spettro (Fig. 17) registrato prima del trattamento si accorda molto bene con gli spettri riportati in bibliografia per il prodotto Incralac e le cere microcristalline (BROSTOFF 2003; DERRICK 1999). I segnali attribuibili al polimero acrilico sono a 2955 cm^{-1} (stretching dei legami C-H), a 1722 cm^{-1} (stretching del legame C=O dell'estere), le due bande tra 1300 cm^{-1} e 1500 cm^{-1} (bending dei legami C-H), la banda tra 1100 cm^{-1} e 1300 cm^{-1} (stretching del legame C-O). Caratteristica delle cere microcristalline è invece la coppia di picchi a 2920 cm^{-1} e 2850 cm^{-1} (dovuta alle vibrazioni di stretching dei gruppi metilici/metilenici).

Lo spettro registrato dopo il test in camera climatica mostra alcune lievi variazioni. Si osserva innanzitutto l'allargamento della banda tra 3100 cm^{-1} e 3600 cm^{-1} , probabilmente dovuto all'adsorbimento d'acqua da parte del protettivo. Si ravvisa inoltre l'aumento di intensità della coppia di picchi a 1576 cm^{-1} e 1543 cm^{-1} , probabilmente legati a processi di alterazione del protettivo a base di cere. Ovviamente resta da chiarire l'incidenza sul lungo termine di questi processi di degrado in relazione all'efficacia del trattamento.

The treatment of the bronze finds shows positive results: the finds were once again legible and corrosion was stopped. In order to avoid the formation of tenorite during washing procedure with sodium sesquicarbonate, some precautions must be taken with the product concentration and/or application time.

The results obtained with iron pieces also are positive considering the drastic conditions to which they were subjected and the intrinsic vulnerability of these materials. However, a further specific treatment to remove salts is needed in the presence of chlorides because protection and inhibition are insufficient to prevent degradation in the medium-long term.

The protective layers applied have shown to be very effective and the possibility of a microbiological degradation of these materials was evidenced under high humidity conditions certainly not common to the museum environments, but they are not excluded in other preservation environments such as the deposits.

5.5.6 Conclusioni

In linea generale, gli interventi conservativi eseguiti sembrano essere efficaci, anche in condizioni di elevata umidità ambientale.

Il trattamento dei bronzi ha dato esiti positivi: i reperti hanno recuperato la loro leggibilità e i fenomeni corrosivi sono stati arrestati. Alcune precauzioni vanno però prestate durante il lavaggio con sesquicarbonato di sodio relativamente alla concentrazione del prodotto e/o al suo tempo di applicazione, allo scopo di evitare l'eventuale formazione di tenorite.

Anche i risultati ottenuti sul ferro appaiono positivi, specialmente in relazione alle condizioni drastiche a cui sono stati sottoposti i pezzi e all'intrinseca vulnerabilità di questi materiali. È apparso però evidente che, in presenza di cloruri, gli step di protezione e inibizione da soli non sono sufficienti a prevenire il degrado sul medio-lungo periodo, ma è necessario uno specifico trattamento di rimozione dei sali.

Gli strati protettivi applicati hanno dimostrato una buona efficacia, tuttavia è stata messa in luce la possibilità di un degrado microbiologico di questi materiali in condizioni di elevate umidità, situazioni certamente non frequenti negli ambienti museali climatizzati, ma non del tutto escluse in altri ambienti di conservazione quali ad esempio i depositi.

Materiale

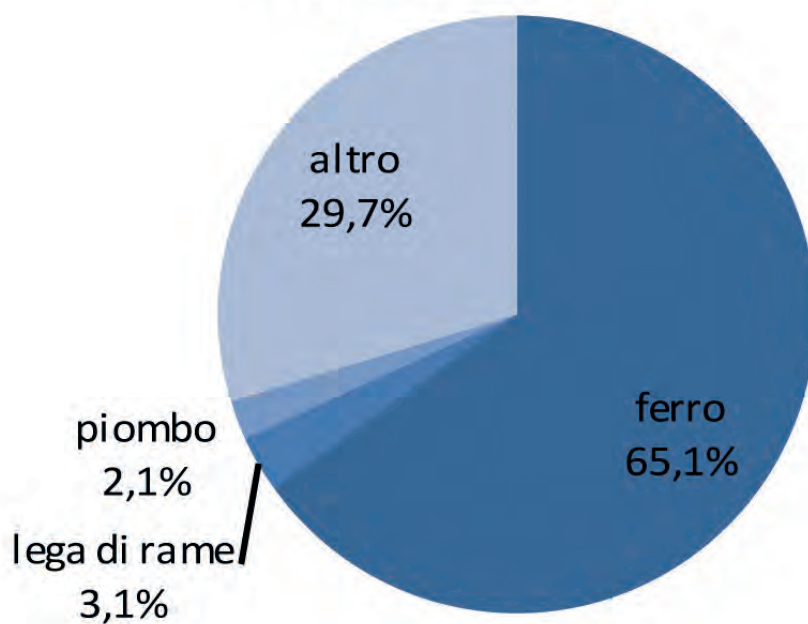


Fig. 1 - Percentuali relative alla classificazione dei reperti in base al materiale (C. Frigatti)

Macrocategorie reperti

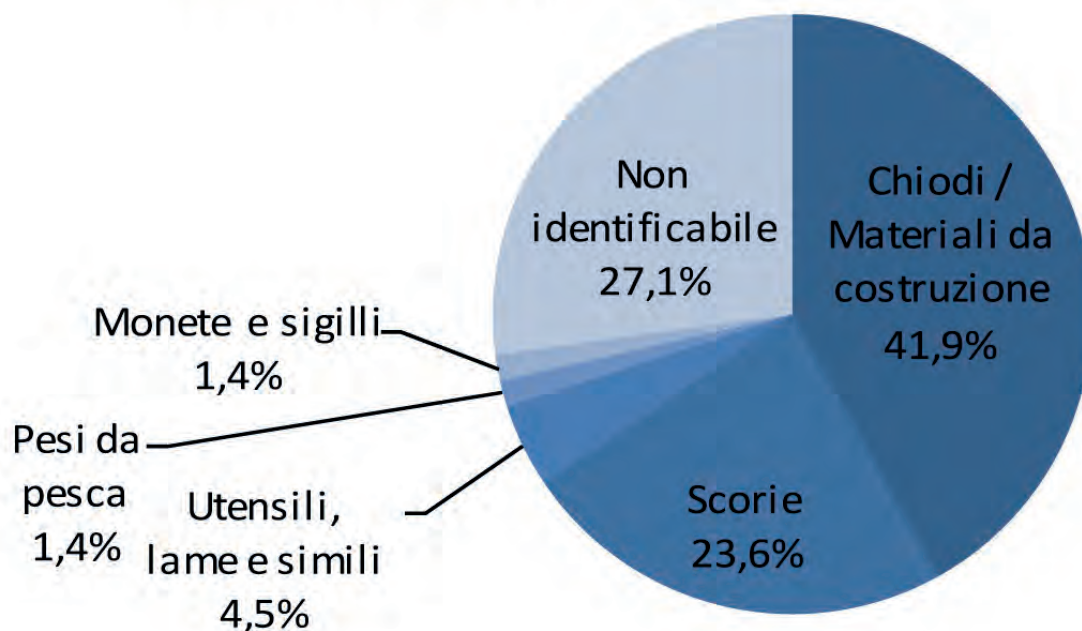


Fig. 2 - Percentuali relative alla classificazione dei reperti in base alle tipologie di manufatto (C. Frigatti)

	Ferro	Leghe di rame	Piombo	altro	Totale (100%)
Periodo 2	52 (73,2%)	-	1 (1,4%)	18 (25,4%)	71
Periodo 3	73 (57%)	-	3 (2,3%)	52 (40,6%)	128
Periodo 4	29 (67,4%)	2 (4,7%)	1 (2,3%)	11 (25,6%)	43
Periodo 5	8 (50,0%)	1 (6,3%)	-	7 (43,8%)	16
Periodo 6	55 (83,3%)	1 (1,5%)	-	10 (15,2%)	66
Periodo 7	10 (90,9%)	-	-	1 (9,1%)	11
Periodo 8	17 (60,7%)	-	-	11 (39,3%)	28
Periodo 9	1	-	-	-	1
Area 1000 tot	246 (67,6%)	4 (1,1%)	5 (1,4%)	109 (30,0%)	364
Area 5000 tot	17 (53,1%)	2 (6,3%)	3 (9,4%)	10 (31,3%)	32
Area 6000 tot	5 (38,5%)	2 (15,4%)	-	6 (46,2%)	13
Area 7000 tot	6 (50,0%)	5 (41,7%)	1 (8,3%)	-	12

Fig. 3 - Distribuzione dei reperti in aree e periodi, in funzione del metallo (C. Frigatti)

	Chiodi e materiali da costruzione	Oggetti d'uso	Pesi da pesca	Monete e sigilli	Scorie	Oggetti non identificabili
Periodo 2	45 (63,4%)	5 (7%)	1 (1,4%)	-	10 (14,1%)	10 (14,1%)
Periodo 3	62 (48,8%)	7 (5,5%)	1 (0,8%)	2 (1,6%)	36 (28,3%)	19 (15%)
Periodo 4	16 (37,2%)	-	1 (2,3%)	-	5 (11,6%)	21 (48,8%)
Periodo 5	3 (18,8%)	-	-	-	4 (25,0%)	9 (56,3%)
Periodo 6	20 (30,3%)	2 (3,0%)	-	-	14 (21,2%)	30 (45,5%)
Periodo 7	10 (90,9%)	-	-	-	-	1 (9,1%)
Periodo 8	3 (10,7%)	2 lame (7,1%)	-	-	13 (46,4%)	10 (35,7%)
Periodo 9	-	1 utensile	-	-	-	-
Area 1000 tot	159 (43,7%)	17 (4,7%)	3 (0,8%)	2 (0,5%)	82 (22,5%)	100 (27,5%)
Area 5000 tot	9 (28,1%)	2 (6,3%)	2 (6,3%)	3 (9,4%)	10 (31,3%)	6 (18,8%)
Area 6000 tot	5 (38,5%)	-	-	1 (7,7%)	7 (53,8%)	-
Area 7000 tot	3 (25%)	-	1 (8,3%)	-	-	8 (66,7%)

Fig. 4 - Distribuzione dei reperti in aree e periodi, in relazione alla tipologia di manufatto e all'impiego (C. Frigatti)



Fig. 5 - Radiografia relativa al reperto 5126/1 (C. Frigatti)



Fig. 6 - Risultati ottenuti dall'analisi XRF. L'analisi è da considerarsi semiquantitativa, i valori percentuali sono solo indicativi (C. Frigatti)

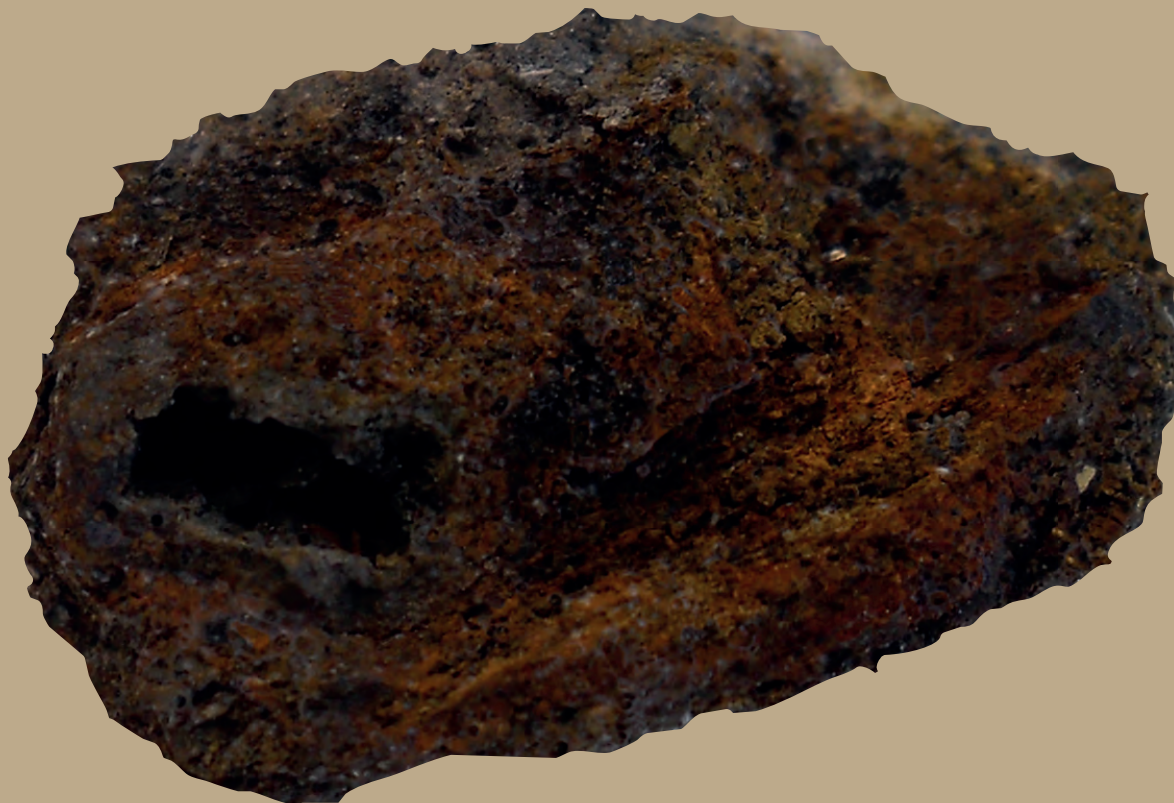


Fig. 7 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 1005/10 (230x). Sono visibili i prodotti di degrado all'interfaccia tra strato di corrosione e metallo.(C. Frigatti)

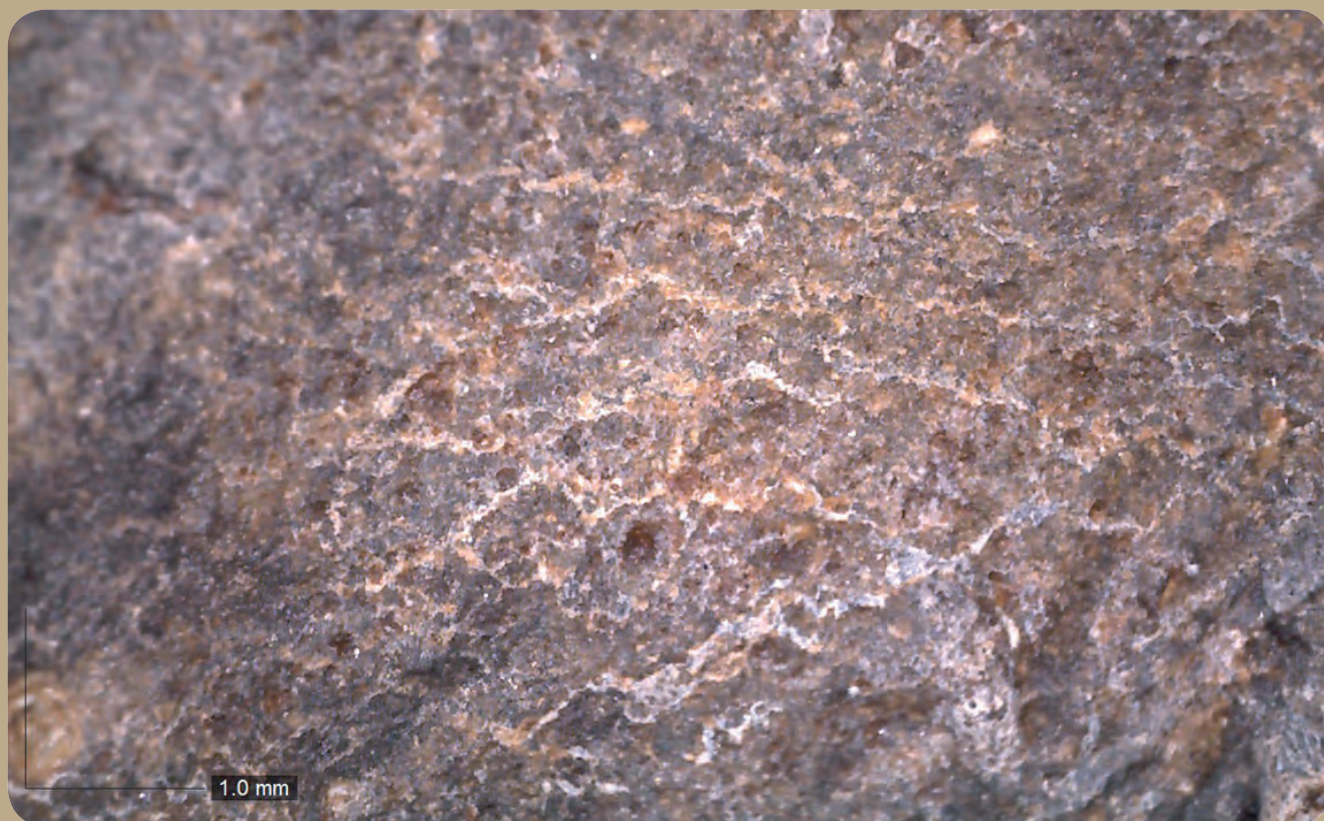


Fig. 8 - Esempio di degrado del ferro: perdita del bulk metallico. Reperto 1150/2 (C. Frigatti)



Fig. 9 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 5155 (60x). È visibile lo strato di degrado superficiale del piombo (C. Frigatti)

	Al %	Si %	P %	K %	Ca %	Ti %	Mn %	Fe %	Cu %	Sn %	Pb %	Ag %
1004	6.1	-	-	-	0.4	-	-	0.2	93.3	-	-	-
5118	-	-	-	-	tracce	-	-	0.3	97.6	3.1	-	-
6000	-	6.4	-	-	2.00	-	-	0.4	88.8	-	-	2.4
1005	-	8.1	4.0	0.4	12.3	-	-	1.7	0.1	-	73.5	-
5127	-	5.6	-	0.5	18.3	-	0.1	1.7	0.1	-	73.6	-
5155	4.1	7.4	5.1	1.0	19.6	0.1	0.2	2.2	0.1	-	60.0	-
1150	1.9	4.1	2.7	2.3	45.5	0.3	1.2	41.3	0.2	-	-	-

Fig. 10 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 1004/20 (60x). È evidente l'azione di degrado della lega a base di rame molto probabilmente prodotta dalla presenza di cloruri (C. Frigatti)

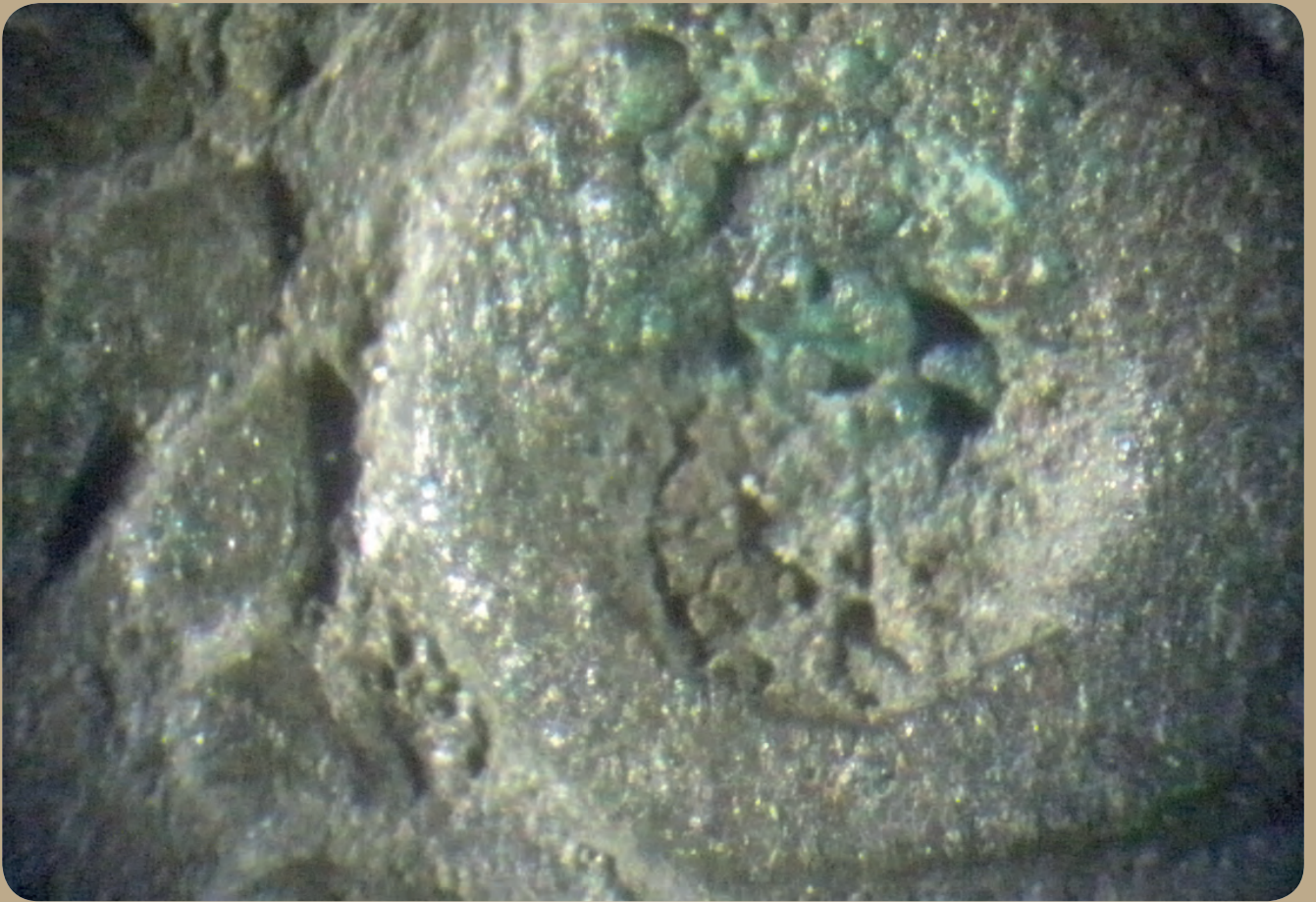


Fig. 11 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 6000 (60x). Sono visibili concrezioni e depositi sulla superficie della moneta seicentesca (C. Frigatti)

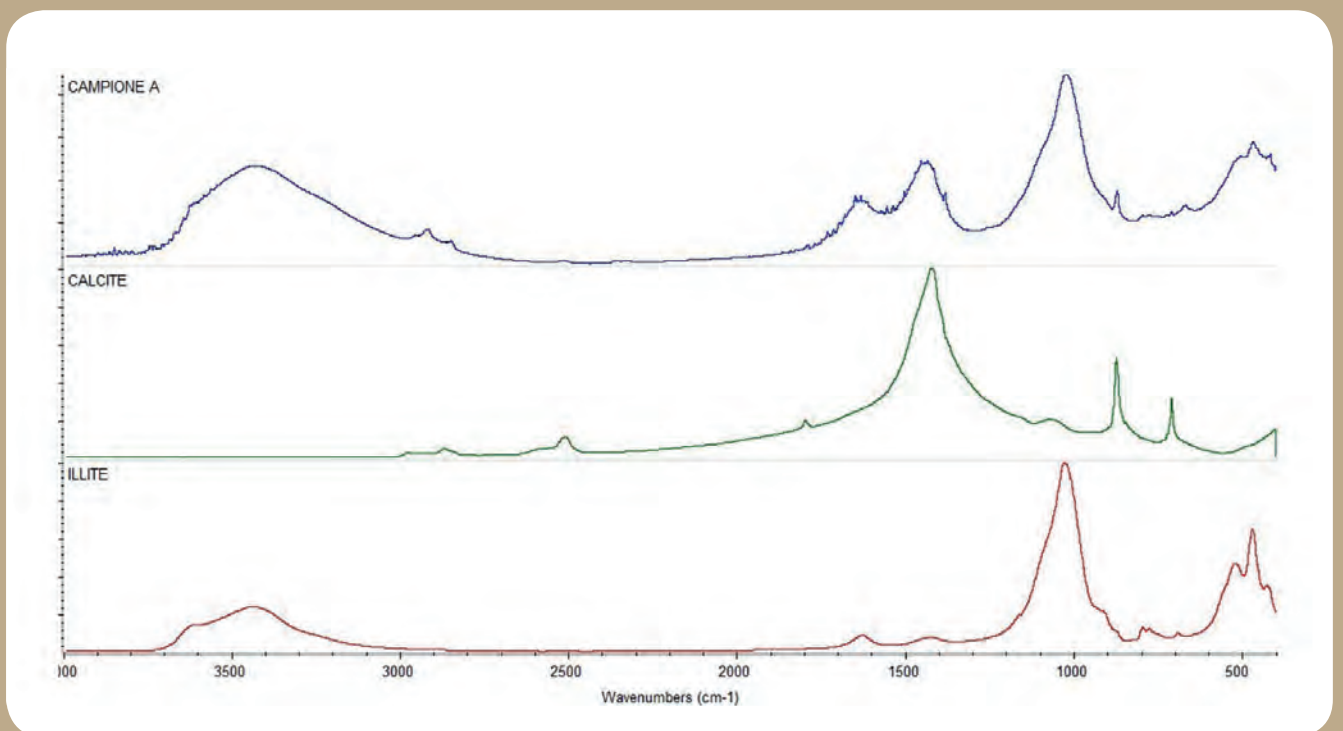


Fig. 12 - Spettro FT-IR del campione di patina A (blu), spettro di riferimento della calcite (verde) e dell'illite (rosso) (C. Frigatti)

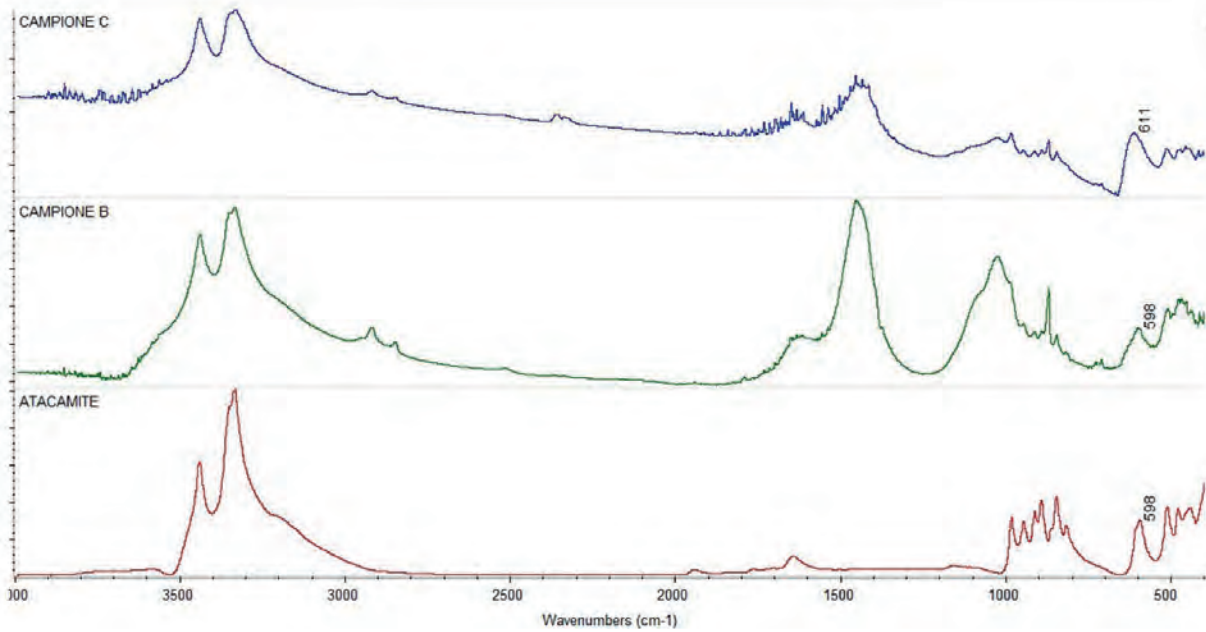


Fig. 13 - Spettri FT-IR dei campioni dei prodotti di alterazione C (blu), B (verde) e spettro di riferimento dell'atacamite (rosso) (C. Frigatti)

L/RAME	Sali di Seignette 3%	Pulitura meccanica	Tween 20 2%	Sesquicarbonato di sodio 5%	Ammonio tartarato 1%	Benzotriazololo 3%	Incralac e cera Soter 501/OC
1004	24 h	sì	96 h	24 h	-	5 min	stesura
5118	24 h	sì	96 h	-	24 h	2 min	stesura
6000	-	sì	-	-	-	2 min	stesura
1016	-	sì	-	-	-	2 min	stesura

FERRO	EDTA trisodico 3%	Pulitura meccanica	Olio disincrostante	Acido tannico 4%	Olio Owatrol	cera Soter 201/FE
1003	7 gg	sì	10 gg	4 h	-	stesura
1005 chiave	7 gg	sì	10 gg	-	trattamento	stesura
1005 chiodo	-	sì	-	-	trattamento	stesura
1150	7 gg	sì	10 gg	-	trattamento	stesura

Fig. 14 - Tabella riassuntiva degli interventi di conservazione e restauro eseguiti sui reperti (C. Frigatti)

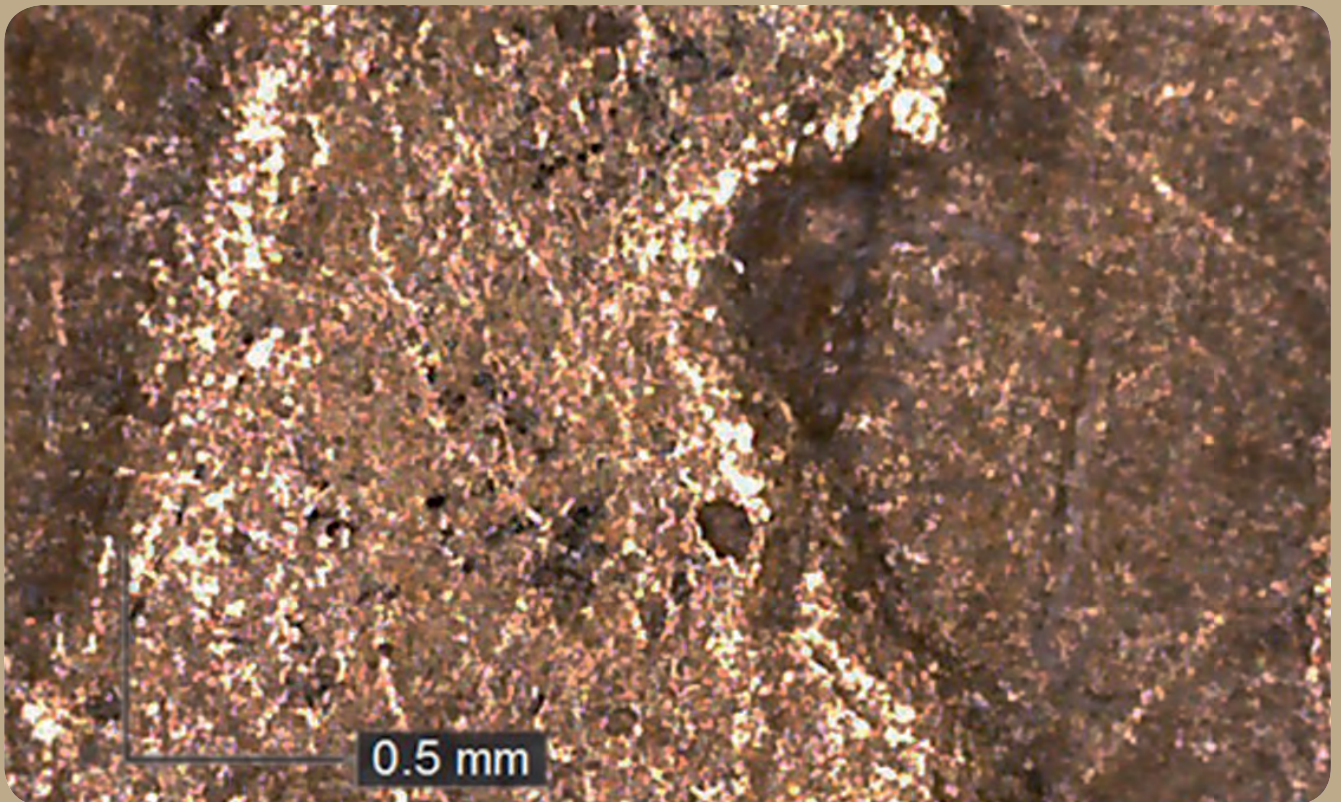


Fig. 15 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 1004/20 (60x). Sono visibili gli spot neri, apparsi dopo il restauro e la permanenza del campione in camera climatica (C. Frigatti)

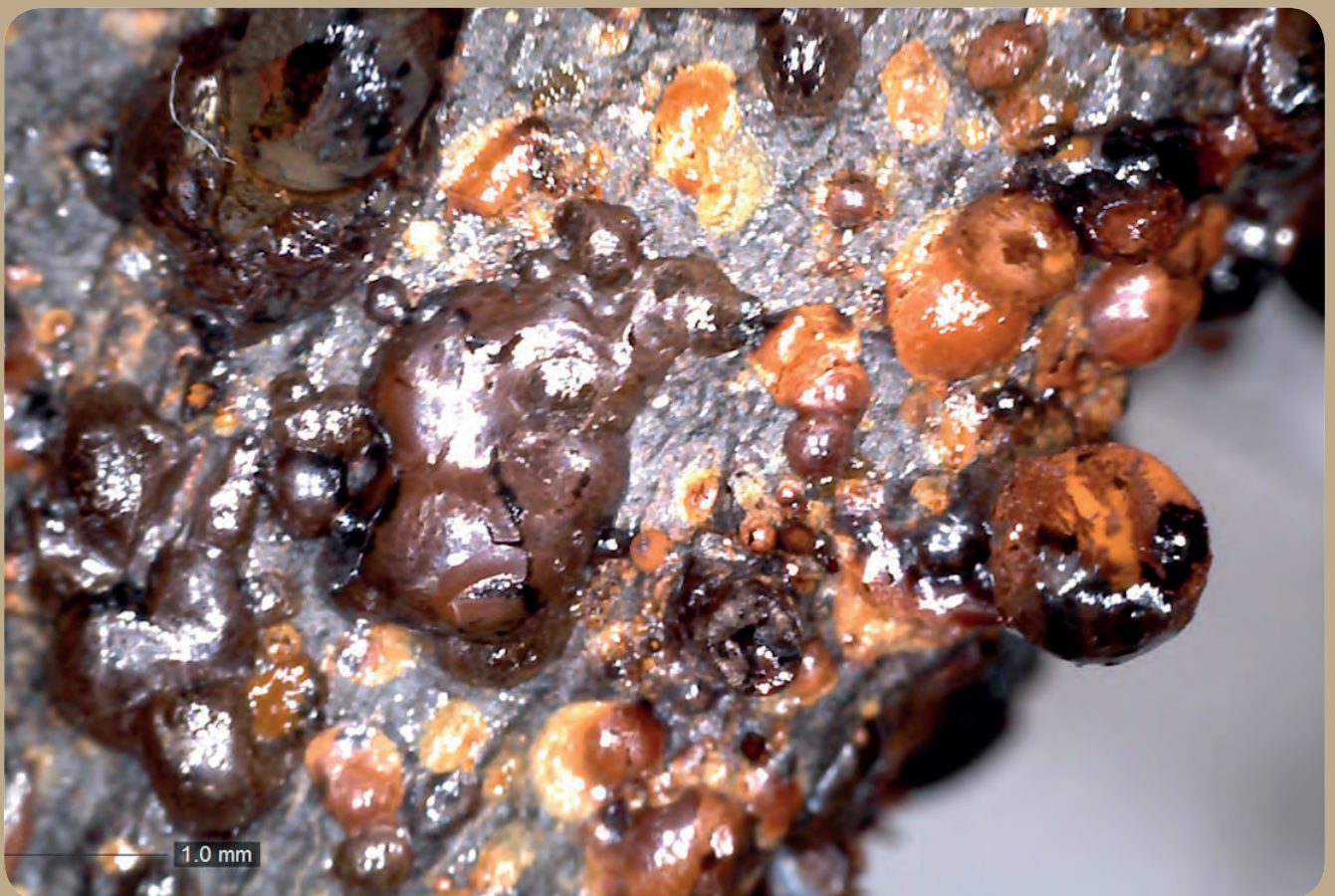


Fig. 16 - Foto al microscopio a contatto relativa al reperto 1005/2 (60x). Vengono rilevati fenomeni di “weeping” comparsi a seguito dell’esposizione ad elevati tenori di UR% in camera climatica (C. Frigatti)

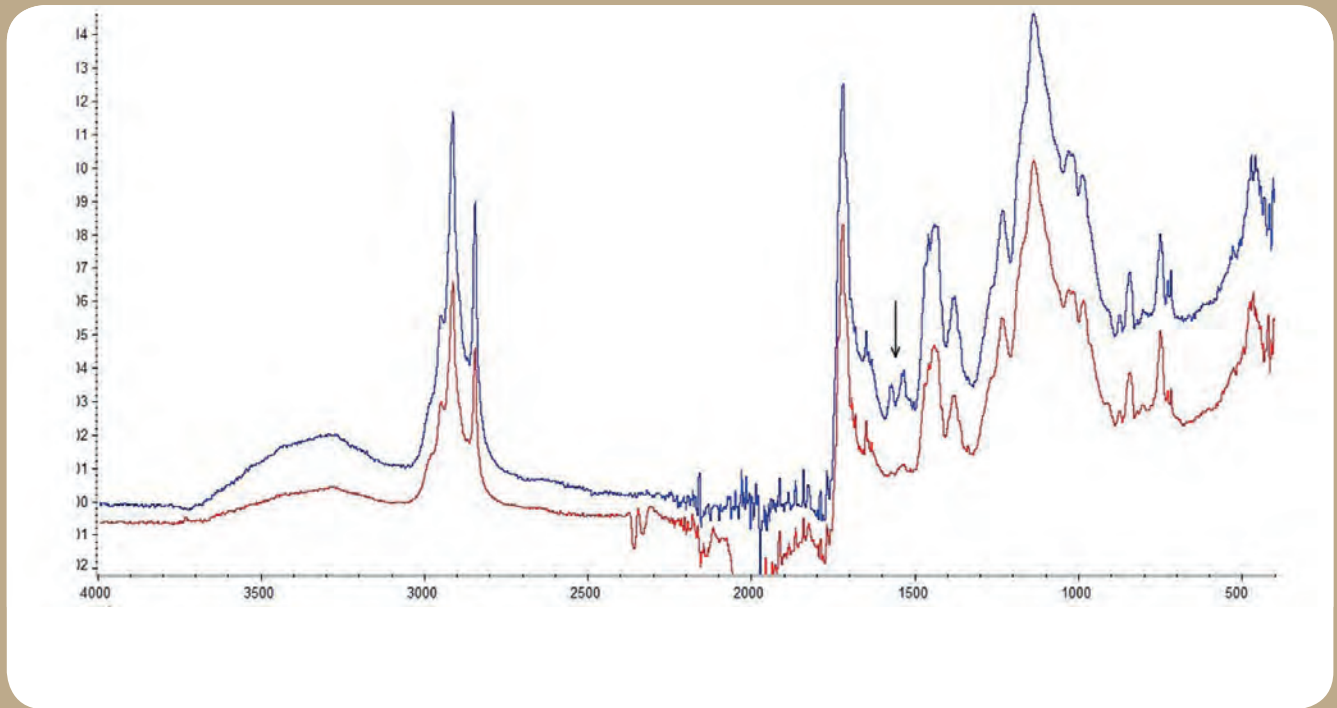


Fig. 17 - Spettri FT-IR in ATR della superficie della moneta 1004 trattata con cera Soter e Inccralac prima (rosso) e dopo (blu) il test in camera climatica (C. Frigatti)



Fig. 18 - Documentazione fotografica prima e dopo il restauro dei reperti 6000, 1004/20, 1005/1 e 1005/2 (C. Frigatti)

5.6 UNA BROCCA DI CERAMICA DEPURATA ALTOMEDIEVALE: UN PROGETTO DI CONOSCENZA

Particolarmente felice è stato il ritrovamento di una brocca nell'unità stratigrafica (US) 1227, deposito interpretato preliminarmente come un insieme di elementi fittili con funzioni di drenaggio/costipamento (ceramiche, laterizi e frammenti di anfore), all'interno di un terreno di riporto che va a "riempire" una riva, sostenuta sul lato dell'acqua da pali di legno infissi verticalmente (Fig. 1).

Il manufatto è una brocca monoansata in ceramica depurata a pasta rossa schiarita superficialmente mediante la stesura di un sottile strato di impasto argilloso, è alta 22 cm, ha un diametro massimo di 17 cm e minimo lungo il collo di 4,2 cm; il fondo è piatto ed ha un diametro di 11,3 cm. L'ansa risulta mancante ma è visibile il punto di attacco a circa 12 cm dal fondo, del collo rotto rimane una porzione per circa metà della sua circonferenza (Fig. 2 - 3).

La mancanza del collo rende difficile un'identificazione tipologica, tuttavia sembrano esserci delle somiglianze con prodotti di provenienza medioadriatica; si tratta di forme chiuse in pasta depurata con caratteri regionali diversificati, sono stati rinvenuti infatti forme a rivestimento rosso o nude, ovvero prive di rivestimento, sviluppatasi tra V e VII secolo (NEGRELLI 2007b).

Il fondo piatto e la piccola capacità di questi contenitori indica che l'uso dovrebbe essere legato alla sfera domesti-

5.6 ZGODNJEŠREDNJEVEŠKI KERAMIČNI VRČ IZ PREČIŠČENE GLINE: PROJEKT SPOZNAVANJA

Posebno zanimiva je najdba vrča v stratigrafski enoti (US) 1227, sedimentu, ki so ga prvotno dojemali kot sklop glinenih elementov, namenjenih drenaži/utrditvi zemljišča (keramika, opeka in odlomki amfor), znotraj nasipnega materiala, s katerim so »zapolnili« brežino, ki je bila na strani vode podprta s pokončno zabitimi lesenimi koli (Sl. 1).

Gre za keramični vrč z enim ročajem iz prečiščene rdeče gline, ki je na površini posvetlena s tankim slojem glinene zmesi. V višino meri 22 cm, njegov največji premer je 17 cm, najmanjši, v predelu vratu, pa 4,2 cm. Dno je ravno, s premerom 11,3 cm. Ročaj manjka, vendar je vidno mesto, kjer je bil pritrjen, približno 12 cm od dna; od zlomljenega vratu se je ohranila približno polovica oboda (Sl. 2-3).

Zaradi manjkajočega vratu je težko določiti tipologijo, vendar pa se zdi, da obstajajo podobnosti z izdelki, ki izvirajo iz srednjega Jadrana; gre za zaprte oblike iz prečiščene gline z različnimi regionalnimi prvini, najdene so bile namreč oblike z rdečo oblogo ali gole oziroma brez obloge, ki so jih izdelovali med 5. in 7. stoletjem (NEGRELLI 2007b).

Ravno dno in majhna prostornina teh posod kaže na to, da je bila njihova uporaba vezana na dom (miza in/ali

5.6 A PURIFIED CERAMIC JUG FROM THE EARLY MIDDLE AGES: A LEARNING PROJECT

The discovery of a jug in the stratigraphic unit (US) 1227 was a particularly happy discovery; the deposit 1227 was preliminary interpreted as a set of clay elements with drainage/compaction functions (ceramics, bricks and amphorae fragments), inside a layer of mix material filling a bank, supported on the water side by vertically fixed wooden poles (Fig. 1).

The artefact is a single handled jug of red paste purified ceramic, superficially lightened through the application of a thin layer of different clay. The jug is 22 cm high, has a maximum and minimum neck diameter of 17 cm and 4.2 cm respectively; the base is flat and has a diameter of 11.3 cm. The handle is missing but the point of attachment is visible at around 12 cm from the base. A portion about half its circumference remains of the broken neck (Fig. 2 and 3).

The absence of the neck makes difficult a correct typological identification, however there seems to be similarities with products from middle Adriatic areas; characterised by a closed form and made from purified clay with diversified regional features. In fact, ceramic pieces were found with red or without coating, typically diffused between the 5th and 7th centuries (NEGRELLI 2007b).

The flat base and the small capacity of these containers indicate that they were probably used for domestic purposes (tableware and/or storage) or, eventually, for local trading. In any case, the container was used for storing liquid foodstuffs such as water and/or wine and oil, etc. It is also possible that these artefacts could

ca (mensa e/o dispensa) o, semmai, per commerci a corto raggio. Un contenitore, dunque, per la conservazione di derrate liquide quali acqua e/o vino, olio, etc. Non è escluso che questi manufatti potessero essere utilizzati nel commercio fluviale (adattandosi ai mezzi di trasporto che presentavano anch'essi un fondo piatto) o, ancora, che a volte costituissero contenitori per merci d'accompagnamento.

Alcune fonti documentano per l'età romana manufatti simili, brocche o *urcei*, come contenitori in terracotta o metallo mono-ansati ma aventi, contrariamente alla brocca di Torcello, imboccatura maggiore del diametro del fondo. Tali *urcei* risultano solitamente impiegati per contenere o per servire vino, acqua, olio, miele, aceto, mosto o conserve di frutta (RICCI, PAPI, BESUTTI 1985).

5.6.1 Le fasi del recupero

Da una prima osservazione in situ si è potuta constatare la mancanza del collo e dell'ansa, mentre il corpo centrale risultava integro e contenente abbondante sedimento. La fase di recupero del manufatto ha previsto la non rimozione della terra contenuta al suo interno allo scopo di mantenere la maggiore quantità di informazioni possibili, ricavabili dall'analisi del contenuto stesso. Per il prelievo si è proceduto rimuovendo cautamente la terra circostante il reperto fino ad arrivare alla base di quest'ultimo; i reperti devono infatti essere recuperati solo quando completamente scoperti dal terreno circostante.

Una volta accertatisi che i lati e la base della brocca fossero completamente staccati dalla terra, il manufatto è stato coperto con un contenitore morbido in polietilene per la raccolta dei reperti e sollevato ponendo attenzione al sostegno della base. Il tutto è stato quindi inserito in un secondo contenitore allo scopo di evitare inquinamenti esterni.

shramba), ali pa so jih kvečjemu uporabljali za trgovino na kratke razdalje. Posoda, torej, za shranjevanje tekočih živil, kot so voda in/ali vino, olje ipd.

Ni izključeno, da so se ti predmeti uporabljali v rečnem prometu (kjer so bili prilagojeni prevoznim sredstvom, ki so imela prav tako ravno dno), ali pa, da so jih včasih uporabljali za shranjevanje spremljevalnega blaga.

Nekateri viri razkrivajo, da so se v rimski dobi uporabljali podobni predmeti, vrči ali *urcei*, kot posode iz gline ali kovine z enim ročajem, katerih ustje pa je bilo, v nasprotju z vrčem iz Torcella, večje od premera dna. Taki vrči so se običajno uporabljali za shranjevanje ali strežbo vina, vode, olja, medu, kisa, mošta ali pa za shranjevanje sadja (RICCI, PAPI, BESUTTI 1985).

5.6.1 Faze izkopa

Na podlagi prvega ogleda na kraju samem je bilo mogoče opaziti, da sta vrču manjkala vrat in ročaj, medtem ko je osrednji del nepoškodovan in je vseboval veliko sedimenta.

V fazi izkopa predmeta ni bila predvidena odstranitev zemlje iz njegove notranjosti, da bi tako ohranili čim več informacij, ki jih je mogoče pridobiti z analizo njegove vsebine.

Fazo izkopa smo začeli tako, da smo previdno odstranili zemljo okrog najdbe vse do njenega dna; najdbo se namreč lahko izkoplje šele, ko je okolna zemlja povsem razkrita.

Ko smo se prepričali, da so bili bočni stranici in dno vrča v celoti ločeni od zemlje, smo predmet prekrili s polietilensko vrečko za shranjevanje najdb in ga previdno dvignili, pri tem pa smo ves čas podpirali dno. Vse skupaj smo nato shranili v še eno vrečko, da bi se izognili zunanjemu onesnaženju.

have been used in the river trade (adapting therefore their shape to the means of transport also characterised by a flat base) or were sometimes containers for accompanying goods.

Few sources attest to the existence of similar artefacts in the Roman age. They were jugs or *urcei*, such as single handled terracotta or metal containers, characterised however, on the contrary to the jug from Torcello, by a mouth with a larger diameter than the base. These *urcei* were usually used to contain or serve wine, water, oil, honey, vinegar, juice, and/or preserved fruit (RICCI, PAPI, BESUTTI 1985).

5.6.1 The phases of the recovery

From an in situ initial observation, the lack of the neck and the handle was observed, while the central body seemed to be intact and to contain rich sediment. During the recovery phase of the artefact, the soil contained therein was not removed in order to retain as much information as possible, to be discovered through analysis of the actual content. Samples were taken by carefully removing the soil surrounding the find until reaching the base; archaeological finds must only be removed when completely free from the surrounding soil.

Once it was sure that the sides and the base of the jug were completely detached from the soil, the artefact was covered with a soft polyethylene container specific for archaeological find collection and it was then lifted carefully, supporting the base. The artefact was then inserted into a second container in order to avoid external pollution.

5.6.2 Un interessante caso di microscavo archeologico: lo svuotamento della brocca

Prima di passare alla pulitura e all'eventuale restauro del reperto è importante rilevare le informazioni che esso ed il suo contenuto possono fornire e quindi procedere alla raccolta di un numero adeguato di campioni significativi. In questo caso, essendo lo stretto collo della brocca l'unico accesso al contenuto interno (Fig. 2), si è ritenuto di eseguire un vero e proprio sondaggio del sedimento e solo successivamente provvedere allo svuotamento massivo del manufatto. Il sedimento all'interno della brocca risultava impregnato d'acqua e, non essendo possibile farlo essiccare all'interno del manufatto, sono stati prelevati alcuni campioni utilizzando il metodo del carotaggio che consiste nel prelievo di campioni cilindrici mediante un tubo, in questo caso avente un diametro di 2 centimetri. Già da una prima osservazione si è potuta constatare in ciascuna carota la presenza di tre diversi strati di sedimento, caratterizzati da una differente colorazione (Fig. 4). Successivamente il restante sedimento è stato estratto, raccolto e setacciato; la setacciatura del terreno ha permesso di individuare tre endocarpi di pesca, una conchiglia, un minuscolo frammento ceramico (ceramica depurata, probabilmente parte del collo frammentato) e numerosi frammenti di carbone.

Interessante e utile allo scopo dell'individuazione della destinazione d'uso della brocca il ritrovamento dei noccioli di pesca; essendo il manufatto rotto all'altezza del collo ed avendo quest'ultimo un diametro di pochi centimetri risulta plausibile supporre che questi vi siano stati introdotti di proposito piuttosto che entrati in modo accidentale successivamente al periodo d'uso. Quest'ipotesi viene rafforzata dal fatto che i noccioli rinvenuti sono addirittura tre, non uno soltanto, cosa che rende difficile considerarla una coincidenza. Non

5.6.2 Zanimiv primer arheološkega mikro izkopa: izpraznjenje vrča

Pred prehodom na čiščenje in morebitno restavriranje najdbe je pomembno pridobiti podatke, ki jih je mogoče razbrati iz najdbe same in iz njene vsebine, nato pa odvzeti ustrezno število pomenljivih vzorcev. V tem primeru, glede na to, da je ozko grlo vrča edini dostop do njegove vsebine (Sl. 2), se je zdelo primerno opraviti sondiranje sedimenta in šele zatem v celoti izprazniti predmet. Sediment v vrču je bil prepojen z vodo in ker vsebine ni bilo mogoče osušiti v notranjosti predmeta, smo odvzeli nekaj vzorcev s postopkom karotaže, ki sestoji iz odvzema valjastih vzorcev s cevjo, katere premer je bil v tem primeru 2 centimetra. Že na podlagi opazovanja je bilo mogoče v vsakem odvzetem vzorcu ugotoviti prisotnost treh različnih plasti sedimenta, ki so se med seboj razlikovale po barvi (Sl. 4). Zatem smo preostali sediment odstranili iz vrča, ga zbrali in presejali; s presejanjem smo našli tri endokarpe breskve, eno školjko, en majhen keramični odlomek (prečiščena keramika, verjetno odlomljeni del vratu) in številne drobce premoga.

Zanimivo in uporabno za ugotovitev namembnosti vrča je odkritje koščic breskve; glede na to, da je predmet zlomljen na višini vratu in da je premer slednjega nekaj centimetrov, je verjetneje, da so bile koščice v vrč vstavljene namenoma, kot pa da bi vanj zašle po naključju šele kasneje, po uporabi vrča. To hipotezo potrjuje tudi dejstvo, da so bile v vrču najdene kar tri koščice in ne le ena, zaradi česar je to težko šteti za naključje. Ni mogoče z gotovostjo zatrditi, da so se endocarpi breskve, kot tudi drugi makroskopski ostanki, nahajali v najnižji plasti sedimenta, pa vendar je to mogoče predpostaviti na podlagi črno-rjave barve plasti in nekaterih od teh koščic, kar je domnevno prav posledica prisotnosti makro in mikro delcev oglja.

5.6.2 An interesting case of archaeological micro excavation: emptying the jug

Before cleaning and restoring a find, it is important to recover the information that it and its contents may provide, and then proceed to the collection of an adequate number of significant samples. In this case, as the narrow neck of the jug was the only access to the internal content (Fig. 2), the sediment was first explored using a probe, and only after that the artefact was completely emptied of its content. As the sediment inside the jug appeared waterlogged and it was impossible to dry it within the jug, some samples were taken using the coring method, which consists in taking cylindrical samples using a pipe, in this case of 2 centimetres in diameter. Initial observation allowed to identify the presence of three different sediment layers characterised by different colours in each core (Fig. 4). Subsequently, the remaining sediment was extracted, collected and sieved; this led to the identification of three peach endocarps, a shell, a tiny ceramic fragment (purified ceramic, probably part of the fragmented neck), and numerous carbon fragments.

The discovery of the peach stones is interesting and useful for identifying the intended original use of the jug; as the artefact was broken at the height of the neck and as the neck was only a few centimetres long, it is possible that these endocarps would have been introduced intentionally rather than entering accidentally when the jug was not used anymore. This hypothesis is reinforced by the fact that three endocarps were found, not only one, making it difficult to consider this as a coincidence. It is not possible to confirm with certainty whether the peach endocarps were in the lowest layer of the sediment, like the other macroscopic remains found; however, it is possible to assume so by observing the brackish brown colour on some of these stones, which seems to be due to the presence of macro and micro fragments of charcoal.

è possibile affermare con certezza che gli endocarpi di pesca, così come gli altri resti macroscopici individuati, si trovassero nello strato più basso di sedimento, tuttavia è possibile supporlo osservando la colorazione bruno-nerastra dello strato e di alcuni di questi noccioli che sembra essere dovuta proprio alla presenza di macro e micro frammenti carboniosi.

Il processo diagnostico ha previsto lo studio e l'analisi dei campioni di terreno prelevati per ottenere informazioni sulla vita dell'oggetto e sul suo interrimento: il terreno ritrovato al suo interno è lo stesso che troviamo all'esterno dell'oggetto? Sono presenti differenze tra gli strati di terreno individuati nelle carote, tali da indicare differenze sulla loro provenienza? L'oggetto è stato, totalmente o parzialmente riempito di proposito prima del suo interrimento? Quale era la sua destinazione d'uso?

Lo studio è partito quindi con l'analisi del terreno prelevato dalla brocca e prendendo in considerazione il carotaggio corrispondente al campione 1227, poi suddiviso in tre parti 1227A, 1227B, 1227C (Fig. 4). I dati relativi al carotaggio sono stati confrontati con quelli ottenuti dall'analisi del terreno in cui è stata rinvenuta la brocca (campione 1230). Si è poi proceduto con lo svuotamento della brocca stessa e con la setacciatura del terreno di "scavo" ricavato.

5.6.3 Analisi chimica del terreno

La determinazione della tessitura si è basata sulla suddivisione, mediante setacciatura a secco, delle particelle con diametro inferiore ai 2 mm (terra fine) in tre classi differenziate in base alla grandezza delle particelle: sabbia (50-2000 μm), limo (2-50 μm) e argilla (< 2 μm). La valutazione è stata eseguita utilizzando il triangolo delle tessiture proposto dell'USDA (U.S. Department of Agriculture) (Fig. 6). Non sono state riscontrate notevoli differenze nella tessitura dei campioni analizzati; la per-

V okviru diagnostičnega postopka sta bili predvideni raziskava in analiza vzorcev prsti z namenom pridobitve podatkov o življenju predmeta in o njegovem zakopu: ali je prst, ki je bila odkrita v notranjosti predmeta, enaka tisti iz njegove okolice? Ali so med plastmi prsti v odvzetih vzorcih take razlike, ki kažejo na razlike v izvoru? Ali je bil predmet pred zasutjem delno ali v celoti napolnjen? Čemu je bil namenjen?

Raziskava se je torej začela z analizo vzorcev prsti, ki so bili odvzeti iz vrča in ob upoštevanju karotaže vzorca 1227, ki je bil kasneje razdeljen na tri dele: 1227A, 1227B, 1227C (Sl. 4). Podatke o karotaži smo primerjali s podatki, ki smo jih pridobili z analizo prsti, v kateri smo odkrili vrč (vzorec 1230). Nato smo vrč izpraznili in presejali prst "izkopa".

5.6.3 Kemijska analiza prsti

Določitev teksture je temeljila na razdelitvi delcev premera, manjšega od 2 mm (drobna prst), s postopkom suhega presejanja, na tri različne vrste glede na njihovo velikost: pesek (50-2000 μm), blato (2-50 μm) in glina (< 2 μm). Ocena je bila opravljena s pomočjo teksturnega trikotnika, ki ga je predlagalo Ameriško zvezno ministrstvo za kmetijstvo (USDA) (Sl. 5). V teksturi analiziranih vzorcev ni bilo opaziti večjih razlik; delež peska se je gibal od 85 do 95 %, blata od 4,35 do 14,65 %, medtem ko je bil delež gline v vseh primerih nižji od 1 %. Na podlagi teh podatkov je bilo mogoče obravnavane prsti razvrstiti v razred *peska* (Sl. 6)

Meritve pH so bile opravljene s pomočjo potenciometra na suspenziji prsti-vode in so pokazale vrednosti med 7,36 in 8,07; skladno s klasifikacijo Ameriškega zveznega ministrstva za kmetijstvo (USDA) spadajo vzorci v *subalkalno* skupino (vrednosti med 7,3 in 8,1). Najnižja vrednost, 7,36, je bila zaznana pri vzorcu 1227 A, ki se

The diagnostic process included the study and the analysis of samples of the jug excavation soil in order to obtain information on the life of the object and on its burial process. Is the soil found inside the object the same as the soil found on the outside of the object? Are there any differences between the soil layers identified in the cores, which could help in defining their provenance? Was the object totally or partially filled on purpose before its burial? What was its intended use?

Thus, the study started with the analysis of the soil taken from the jug and the core corresponding to sample 1227, then divided into three parts 1227A, 1227B, and 1227C (Fig. 4). The data obtained for the cored samples were compared with those obtained from the analysis of the soil in which the jug was found (sample 1230). The jug was then emptied and the excavated soil was sieved.

5.6.3 Chemical analysis of the soil

The classification of the soil texture was obtained through dry sieving of the particles with a diameter less than 2 mm (fine soil), differentiated according to particle size into three classes: sand (50-2000 μm), silt (2-50 μm), and clay (< 2 μm). The assessment was performed using the USDA (U.S. Department of Agriculture) textural classification triangle (Fig. 6). No significant differences were found in the texture of the samples analysed; the percentage of sand present varied from 85 to 95%, the share of silt from 4.35 to 14.65 %, while the percentage of clay was lower than 1% in all cases. Based on these data the soils examined were classified as sandy (see Table in Fig. 5).

centuale di sabbia presente varia dall'85 al 95%, quella di limo da 4,35 a 14,65 % mentre la percentuale di argilla risulta in tutti i casi inferiore all'1%. In base a questi dati è stato possibile includere i terreni esaminati nella classe *sabbiosa* (Fig. 5).

La misura del pH è stata effettuata per via potenziometrica su una sospensione terreno-acqua ed ha rilevato valori compresi tra 7,36 e 8,07, secondo la classificazione dell'USDA i campioni appartengono alla classe dei *subalcalini* (valori compresi tra 7,3 e 8,1).

Il valore più basso, 7,36, è stato riscontrato per il campione 1227 A relativo allo strato inferiore interno al manufatto, ciò è dovuto probabilmente ad una minore quantità di carbonati liberi, causa principale dell'alcalinità dei suoli, e presumibilmente anche alla maggiore presenza di sostanze organiche in questo strato, dove sono stati individuati i noccioli di pesca, residui di carbone e di malacofauna.

Il contenuto di sostanza organica nel suolo è costituito principalmente da cellule di microrganismi, residui animali e vegetali a diversi stadi di trasformazione che influenzano numerose proprietà del suolo attraverso una serie di azioni chimiche-fisiche.

Il contenuto di carbonio è stato determinato utilizzando il metodo Walkley-Black, basato sull'ossidazione della porzione organica mediante bicromato di potassio ($K_2Cr_2O_7$). Il risultato viene espresso in g/kg quindi la dotazione di sostanza organica di un suolo viene valutata in funzione dell'argilla secondo i criteri espressi dall'USDA (*Metodi analisi del suolo 1994*).

I dati sui campioni di terreno analizzati indicano una dotazione scarsa per i campioni 1227 A e 1230, normale per il campione 1227 B, mentre non è stato possibile determinare il contenuto di carbonio organico per il campione 1227 C. È quindi possibile notare una differenza tra pre-

nanaša na spodnjo notranjo plast predmeta; to je verjetno posledica manjše količine prostih karbonatov, kar je poglavitni vzrok za alkalnost tal, in domnevno tudi večje vsebnosti organskih snovi v tej plasti, kjer so bile odkrite breskove koščice, ostanki oglja in malakofavne. Organske snovi v prsti so zlasti celice mikroorganizmov, ostanki živali in rastlin na različnih stopnjah razvoja, ki vplivajo na številne lastnosti tal z vrsto kemijsko-fizikalnih dejavnikov. Vsebnost ogljika je bila določena po metodi Walkley-Black, ki temelji na oksidaciji deleža organske snovi s kalijevim bikromatom ($K_2Cr_2O_7$). Rezultat je izražen v g/kg, zato je bil delež organske snovi v tleh ocenjen glede na glino, po načelih, ki jih je določilo Ameriško zvezno ministrstvo za kmetijstvo (USDA) (*Metodi analisi del suolo 1994*).

Podatki, pridobljeni na podlagi analiziranih vzorcev tal, kažejo na precej skromen delež organske snovi v vzorcih 1227 A in 1230, normalen pri vzorcu 1227 B, medtem ko za vzorec 1227 C deleža organskega ogljika ni bilo mogoče določiti. Opaziti je torej mogoče razliko med vzorci, ki so bili odvzeti znotraj (1227, 1227 A in 1227 B) in zunaj najdenega predmeta, kjer je delež organskega ogljika nižji (2,46 g/kg v primerjavi s 6,55 do 9,83 g/kg) (Sl. 5). Ta različna deleža je mogoče pripisati prisotnosti endokarpov breskve in oglja v vrču, katerih ostanki so verjetno vezani na uporabo predmeta kot posode za živila.

Kvalitativna in polkvantitativna analiza elementov, prisotnih v vzorcih 1227 A, 1227 B in 1227 C ter v vzorcu zunanje prsti 1230, ki je bila izvedena s fluorescenčno spektrometrijo XRF, je pokazala na vsebnost aluminija, silicija, klora, kalija, kalcija, titana, mangana in železa ter v nekaterih primerih fosforja, žvepla, kroma in bakra (Sl. 7).

Opazne so manjše razlike v podatkih vzorcev, ki so bili

The potentiometric measurement, carried out on a soil-water suspension, indicated a pH values between 7.36 and 8.07; according to USDA classification, the samples belong to the sub-alkaline class (values between 7.3 and 8.1). The lowest value, 7.36, was detected for sample 1227 A and relative to the lower layer inside the artefact; the value is probably due to a reduced amount of free carbon, which is the main cause of the alkalinity of the soil, and presumably also of the greater presence of organic substances in this layer, where the peach stones were found along with carbon residues and malacofauna.

The organic matter present in the soil is mainly composed by cells of microorganisms, animal and plant residues in various stages of transformation, which influence many of the soil's properties through a series of chemical and physical reactions. The carbon content was determined using the Walkley-Black model, based on the oxidation of the organic portion through potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$). The result is expressed in g/kg, and the organic matter in soil is estimated in function of the clay content, according to the criteria expressed by the USDA (*Metodi analisi del suolo 1994*).

The data on the soil samples analysed indicate a reduce value for samples 1227 A and 1230 and normal for sample 1227 B, whereas it was not possible to determine the organic carbon content of sample 1227 C. A difference can therefore be marked between the samples taken inside the artefact (1227, 1227 A and 1227 B) and the samples taken outside it: in the latter, the organic carbon content was lower (2.46 g/kg compared to 6.55 to 9.83 g/kg) (see Table in Fig. 5). This difference in organic carbon content can be attributed to the presence of the peach endocarps and carbon in the jug, probably related to the use of the artefact as a food container.

lievi interni al manufatto (1227, 1227 A e 1227 B) e quello esterno, per il quale la dotazione di carbonio organico risulta inferiore (2,46 g/kg rispetto a 6,55 a 9,83 g/kg) (Fig. 5). Questa diversa dotazione può essere ricondotta alla presenza endocarpi di pesca e di carbone nella brocca, residui probabilmente legati all'uso del manufatto come contenitore alimentare.

La determinazione qualitativa e semiquantitativa degli elementi presenti nei campioni 1227 A, 1227 B e 1227 C e nel campione di terreno esterno 1230, effettuata attraverso Spettrofotometria XRF, individua la presenza di alluminio, silicio, cloro, potassio, calcio, titanio, manganese e ferro ed in alcuni casi fosforo, zolfo, cromo e rame (Fig. 7).

Si riscontrano delle lievi differenze nei dati relativi ai campioni prelevati nello strato più in basso e interno alla brocca (1227 A) e quelli del campione di terreno esterno (1230).

I campioni 1227 A presentano in media una percentuale di calcio inferiore a quella dei campioni sovrastanti (1227 B e 1227 C). Lo stesso campione 1227 A presenta un'elevata percentuale di silicio ed un'alta percentuale di ferro. La minore presenza dell'elemento calcio può essere riconducibile al basso contenuto di carbonato di calcio (CaCO_3) nel campione, responsabile anche dei valori di pH leggermente più bassi riscontrati in questo campione rispetto agli altri. In generale, mentre le frazioni di terreno prelevate dalla parte medio - alta della brocca mostrano una composizione elementare abbastanza simile a quella riportata dal terreno circostante di scavo, la composizione dello strato più interno alla brocca si differenzia in particolare per il contenuto in Si, P, S e Fe (Fig. 7).

Per ottenere informazioni di tipo qualitativo sulla composizione del terreno in esame sono state eseguite delle analisi dei campioni di sedimento in Spettrometria Infra-

odvzeti v najnižji plasti znotraj vrča (1227 A) ter v podatkih vzorca zunanje prsti (1230).

Vzorci 1227 A imajo v povprečju nižji delež kalcija v primerjavi z vzorci, ki so bili odvzeti v višjih plasteh (1227 B in 1227 C). Vzorec 1227 A ima tudi visok delež silicija in visok delež železa. Nižji delež kalcija je morebiti pripisati nizki vsebnosti kalcijevega karbonata (CaCO_3) v vzorcu, kar je tudi razlog za malce nižje vrednosti pH v tem vzorcu v primerjavi z drugimi. Na splošno, medtem ko je v vzorcih prsti, ki so bili odvzeti v osrednjem-zgornjem delu vrča, osnovna sestava precej podobna tisti pri vzorcih prsti v okolici najdbe, se sestava najbolj notranje plasti zemlje v vrču razlikuje zlasti po vsebnosti Si, P, S in Fe (Sl. 7).

Da bi pridobili kvalitativne podatke o sestavi omenjene prsti, smo opravili analize vzorcev sedimenta s Fourierjevo transformacijsko infrardečo spektroskopijo (FTIR) (Sl. 10-11).

Spektri analiziranih vzorcev so si med seboj zelo podobni in ugotoviti je bilo mogoče značilne konice prisotnosti illita, minerala iz skupine filosilikatov (spektralna pasova 3620 in 3438 cm^{-1} in konice pri 1631 , 1030 , 798 , 779 , 697 , 521 , 472 , 431 cm^{-1}), in dolomita (kalcijev in magnezijev karbonat $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$, spektralni pasovi pri 2623 , 2523 , 1817 , 1434 , 880 in 728 cm^{-1}). Prisotnost kalcita (CaCO_3), minerala, katerega infrardeči spekter ima različne konice, ki se prekrivajo s konicami dolomita, je mogoče ugotoviti zahvaljujoč konici pri približno 711 cm^{-1} , medtem ko drugih silikatnih mineralov, katerih konice bi se lahko prekrivale s temeljnimi konicami illita, ni opaziti.

Infrardeča spektrometrija je bila opravljena tudi na nekaterih ostankih, katerih vzorce smo odvzeli s pomočjo digitalnega mikroskopa z notranje površine vrča, kjer so bili ugotovljeni zlasti ostanki temne barve z notra-

The qualitative and semi-quantitative determination of the elements present in samples 1227 A, 1227 B and 1227 C and on the soil sample 1230, performed through XRF Spectrometry, identified the presence of aluminium, silicon, chlorine, potassium, calcium, titanium, manganese and iron and in some cases phosphorous, sulphur, chrome and copper (see Table in Fig. 7).

Slight differences were detected in the data obtained from samples taken in the lower layers inside the jug (1227 A) and those from the external soil sample (1230).

On average, sample 1227 A had a percentage of calcium lower in comparison to the samples above it (1227 B and 1227 C), and a high percentage of silicon and iron. The reduced amount of calcium may be due to the low content of calcium carbonate (CaCO_3), also responsible for the slightly lower pH detected in this sample compared to the others. In general, while the soil fractions taken from the medium-high section of the jug show an elemental composition quite similar to the surrounding excavation soil, the composition of the inner layer of the jug varies in the content of Si, P, S, and Fe in particular (see Table in Fig. 7).

In order to obtain qualitative information on the soil composition, analyses of the sediment samples were carried out using FTIR Infrared Spectrometry (see Table in Fig. 10-11).

The spectra obtained from the samples analysed were very similar to each other and allowed to identify the characteristic peaks of illite, a mineral belonging to the phyllosilicate group (spectral bands at 3620 and 3438 cm^{-1} and peaks at 1631 , 1030 , 798 , 779 , 697 , 521 , 472 , and 431 cm^{-1}) and dolomite (calcium magnesium carbonate $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$, spectral bands at 2623 , 2523 , 1817 , 1434 , 880 , and 728 cm^{-1}). The presence of calcite (CaCO_3), a mineral with an infrared spectrum that has several peaks similar to dolomite, is detectable due

rossa FTIR (Fig. 10-11),

Gli spettri ottenuti per i campioni analizzati risultano molto simili tra loro ed è stato possibile individuare i picchi caratteristici della presenza di illite, un minerale appartenente al gruppo dei fillosilicati (bande spettrali a 3620 e 3438 cm^{-1} ed i picchi a 1631, 1030, 798, 779, 697, 521, 472, 431 cm^{-1}) e dolomite (carbonato di calcio e magnesio $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$, bande spettrali a 2623, 2523, 1817, 1434, 880 e 728 cm^{-1}). La presenza di calcite (CaCO_3), minerale il cui spettro infrarosso presenta diversi picchi sovrapponibili a quelli della dolomite, è rilevabile grazie al picco a circa 711 cm^{-1} , mentre altri minerali silicati, i cui picchi sono coperti dai picchi principale dell'illite, non sono individuabili.

L'analisi di Spettrometria Infrarossa è stata condotta anche su alcuni residui prelevati con l'aiuto di un microscopio digitale a contatto dalla superficie interna della brocca, in particolare sono stati individuati residui bruni sulla parete interna del collo (campione 1227-1), residui di colore giallo sulla parete del corpo della brocca (campione 1227-2), residui bruni (campione 1227-3) e gialli (campione 1227-4) sul fondo del manufatto. I campioni sono stati prelevati mediante bisturi, sottoposti ad estrazione con cloroformio e l'estratto è stato analizzato sempre attraverso Spettrofotometria FTIR.

Nonostante la quantità irrisoria di campione, è stato comunque possibile determinare la presenza di sostanze di natura organica.

Gli spettri dei campioni 1227-2, 1227-3 e 1227-4 riportano alcuni assorbimenti comuni ed in particolare le bande tra 3600 e 3200 cm^{-1} ed i picchi a 1732 e 1656 cm^{-1} che potrebbero indicare la presenza di carboidrati, (Fig. 10). La presenza di fosforo, rilevato in piccola quantità nel campione più interno alla brocca, potrebbe suggerire la presenza anche di sostanze di natura proteica, i cui

nje stene vratu (vzorec 1227-1), ostanki rumene barve na steni osrednjega dela vrča (vzorec 1227-2), ostanki temne (vzorec 1227-3) in rumene barve (vzorec 1227-4) z dna vrča. Vzorci so bili odvzeti s skalpelom, nato so bili ekstrahirani s kloroformom, ekstrakt pa je bil analiziran prav tako s Fourierjevo transformacijsko infrardečo spektroskopijo (FTIR) (Sl. 10-11).

Kljub zanemarljivi količini vzorca, je bilo vseeno mogoče določiti prisotnost organskih snovi.

Pri spektrih vzorcev 1227-2, 1227-3 in 1227-4 je bilo zaznanih nekaj skupnih absorpcij, in sicer v pasovih med 3600 in 3200 cm^{-1} ter konic pri 1732 in 1656 cm^{-1} , ki bi lahko bili pokazatelj prisotnosti ogljikovih hidratov (Sl. 10). Prisotnost fosforja, ki je bil v majhni količini odkrit pri najbolj notranjem vzorcu v notranjosti vrča, lahko kaže tudi na prisotnost beljakovinskih snovi, katerih značilnih konic pa ni lahko določiti.

Prisotnost ogljikovih hidratov in breskovih koščic bi lahko kazala na uporabo vrča kot posode za konzervirano sadje.

5.6.4 Zaključki

Analiza sedimentov ni pokazala posebnih razlik med vzorci, ki so bili odvzeti v notranjosti vrča in tistimi v njem, temveč prej razlike med notranjimi plastmi, zlasti med plastjo sedimenta, ki se je dotikala dna, in ostalima dvema zgoraj ležečima plastema; ta razlika bi lahko bila posledica vsebnosti organskih snovi, med katerimi endokarpov breskve in obilice oglja, ki sta sčasoma spremenila tudi barvo in pH samega sedimenta. To navaja na misel, da je bil ta sediment prisoten v vrču že pred njegovim zasutjem, medtem ko so zgornje plasti verjetno prodrle v notranjost v fazah neposredno za tem.

Analize, ki so bile opravljene na organskih ostankih, so pokazale na prisotnost ogljikovih hidratov, kar pa pod-

to the peak at about 711 cm^{-1} , whereas other silicate minerals could not be identified as their peaks may be covered by the main peaks of illite.

Infrared Spectrometry analysis was also conducted on some residues taken from the internal surface of the jug with the help of a digital contact microscope; brown residues in particular were taken from the inside wall of the neck (sample 1227-1), yellow residues from the body of the jug (sample 1227-2) and brown (sample 1227-3) and yellow residues (sample 1227-4) from the base of the artefact. The samples were collected using a scalpel and extracted using chloroform; the extract was then analysed through FTIR (Fig. 11).

Despite the very small amount of samples, it was still possible to detect the presence of organic substances. The spectra of samples 1227-2, 1227-3, and 1227-4 report some common absorption peaks, especially the bands between 3600 and 3200 cm^{-1} , and peaks at 1732 and 1656 cm^{-1} , which could indicate the presence of carbohydrates (Fig. 10). The phosphorous, detected in small amounts in the sample most internal to the jug, could suggest the presence of substances of a protein nature, however, their peaks cannot be easily identified. The presence of carbohydrates and peach stones could suggest the use of the jug as a container for preserved/compute fruit.

5.6.4 Conclusions

The analysis of the sediments did not reveal particular differences between the samples taken from the inside of the jug and those taken from the outside, but rather revealed differences between the internal layers and especially between the layer of sediment in contact with the base and the two overlying layers. This difference

picchi caratteristici non risultano però ben individuabili. La presenza di carboidrati e dei noccioli di pesca potrebbe suggerire l'utilizzo della brocca come contenitore di composta di frutta.

5.6.4 Conclusioni

L'analisi dei sedimenti non ha rilevato particolari differenze tra i campioni prelevati all'interno ed all'esterno della brocca, ma piuttosto tra gli strati interni ed in particolare tra lo strato di sedimento a contatto del fondo e i due strati sovrastanti; tale differenza potrebbe essere dovuta alla presenza di elementi organici, tra cui endocarpi di pesca ed abbondante carbone, che nel tempo hanno modificato anche la colorazione ed il pH del sedimento stesso. Ciò induce ad ipotizzare la presenza di questo deposito precedentemente al momento di interrimento del manufatto, mentre gli strati superiori sono probabilmente penetrati all'interno nelle fasi immediatamente successive.

Le analisi effettuate sui residui organici hanno rivelato la presenza di carboidrati, avvalorando la teoria sull'utilizzo del recipiente come contenitore di conserve di frutta, formulata dopo il ritrovamento di ben tre endocarpi di pesca. Tale teoria trova riscontro nei dati archeobotanici relativi a precedenti scavi archeologici sull'isola di Torcello e di S. Francesco del Deserto, i quali riportano il ritrovamento, in unità stratigrafiche ricondotte all'epoca tardoantica ed altomedievale, di numerosi carporesti, tra cui endocarpi di pesca, che suggeriscono la presenza di coltivazioni ortofrutticole sull'isola (MARITAN in questo volume).

Non possiamo avere delle certezze sulla produzione della brocca, ma ciò che è certo è che a Torcello sia stata riutilizzata come contenitore di derrate alimentari, tra cui conserve di pesca coltivate anche sull'isola, e che al momento del suo impiego come materiale di consolidamento della riva conservasse ancora abbondanti resti del periodo d'uso.

pira teorico o uporabi vrča kot posode za konzervirano sadje, ki je bila postavljena po odkritju kar treh endokarpov breskve. To teorijo podpirajo arheobotanični podatki predhodnih arheoloških izkopavanj na otokih Torcello in S. Francesco del Deserto, ki potrjujejo najdbo - v stratigrafskih enotah iz poznoantične in zgodnjese-dnjevške dobe - ostankov številnih sadežev in semen, med katerimi tudi endokarpov breskve, ki kažejo na to, da so na otoku pridelovali sadje in zelenjavo (MARITAN v tej publikaciji).

Glede izdelave vrča nimamo točnih podatkov, gotovo pa je, da so ga v Torcellu uporabljali kot posodo za shranjevanje živil, med drugim za konzervirane breskve, ki so jih gojili tudi na otoku, in da so bili takrat, ko so ga uporabili kot material za utrditev brežine, še vedno ohranjeni številni ostanki iz obdobja uporabe.

could be due to the presence of organic elements, including peach endocarps and carbon, which over time also changed the colour and the pH of the sediment. This leads to hypothesise the presence of this deposit prior to the burial of the artefact, while the upper layers probably filled the inside of the jug in the immediately later phases.

The analyses carried out on the organic residues detected the presence of carbohydrates, corroborating the theory that the recipient was used as a container to preserve fruit, formulated after discovering the three peach endocarps. This theory finds correspondence in the archaeobotanic data from previous archaeological digs on the island of Torcello and San Francesco del Deserto, which underline the finds of numerous fruit stone remains, including peach endocarps in stratigraphic units attributable to the late antiquity and the early middle ages, which suggests thus the presence of fruit and vegetable cultivation on the island (MARITAN in this volume).

It is not possible to reach any clear conclusion about the manufacturing of the jug, but it is certain that it was used in Torcello as a container for foodstuffs, including preserving peaches grown on the island, and that it still preserved abundant remains from its previous period of use at the time when it was re-used as bank reinforcement material.



Fig. 1 - Unità Stratigrafica 1227 (E. Melotti)



Fig. 2 - Brocca, US 1227 (*E. Melotti, A. Delva*)

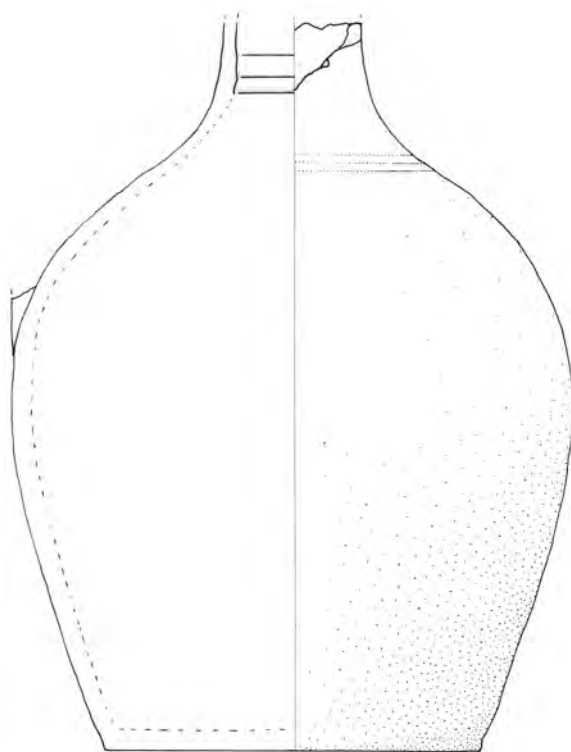


Fig. 3 - Rilievo brocca monoansata, US 1227 (*E. Melotti, C. Malaguti*)



Fig. 4 - Carota con suddivisione nei tre strati corrispondenti ai campioni analizzati (E. Melotti)

CAMPIONE	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	TESSITURA	pH	CARBONIO ORGANICO
<i>Vzorec</i>	<i>Pesek</i>	<i>Mulja</i>	<i>Pline</i>	<i>Tekstura Tal</i>	<i>pH</i>	<i>Organic carbon (g/kg)</i>
<i>Sample</i>	<i>Sand</i>	<i>Silt</i>	<i>Clay</i>	<i>Soil Texture</i>	<i>pH</i>	<i>Organic carbon (g/kg)</i>
1227 A	89	10,45	0,55	S	7.36	6,55
1227 B	95	4,35	0,65	S	8.07	9,83
1227 C	90	9,55	0,45	S	7.94	/
1227	85	14,65	0,35	SF	7.83	8,19
1230	92	7,60	0,40	S	8.02	2,46

Fig. 5 - Tabella riassuntiva analisi geopedologica: contenuto in sabbia, limo e argilla, classi tessiturali (S = sabbioso, SF = sabbioso-franco), pH e contenuto in carbonio organico (E. Melotti)

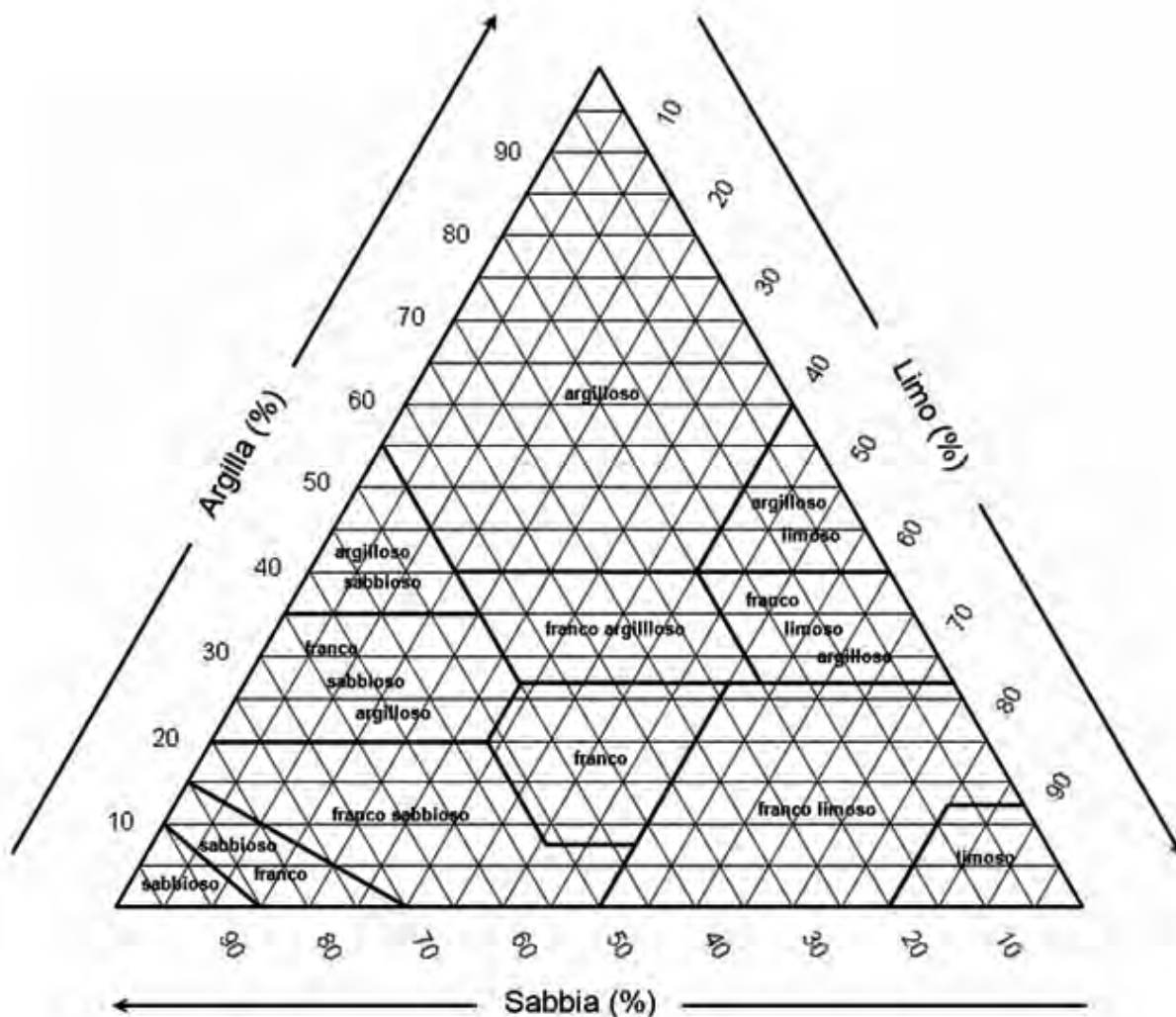


Fig. 6 - Triangolo delle classi tessiturali secondo il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. (U.S. Department of Agriculture)

Campione Vzorec sample	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Cu
1227A	5,3	27.6	0,9	1.1	2.5	3.2	22.0	0.7	0.03	0.2	24.9	0.02
1227 B	7.1	19.1	/	/	2.4	4.0	44.5	0.8	0.04	0.1	11.3	0.05
1227C	6.4	17.7	/	0.3	2,3	3.6	44.8	0.7	0.04	0.1	11.3	0.07
1230	6,5	17.7	/	/	1.9	3.3	50.4	0.6	/	0.1	9.5	/

Fig. 7 - Determinazione qualitativa e semiquantitativa degli elementi presenti nei campioni (E. Melotti)

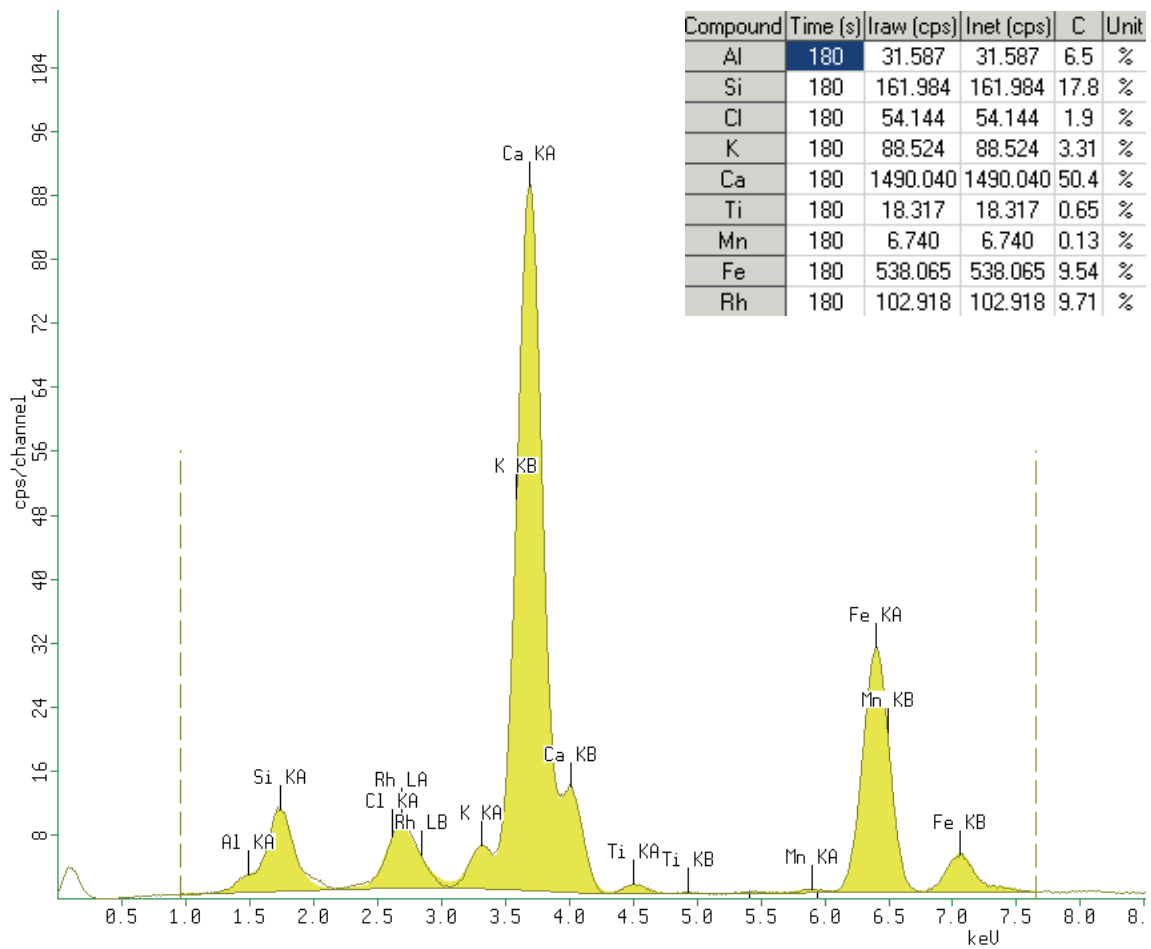


Fig. 8 - Spettro di fluorescenza campione 1230 (E. Melotti)

CAMPIONE	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Cu	
Vzorec													
Sample													
1227 A	1	3,6	20,9	0,94	2,3	/	2,0	21,1	0,58	/	0,34	27,6	0,31
1227 A	4	5,7	17	/	1,0	3,4	3,43	28,5	0,63	0,07	0,17	34,6	/
1227 A	6	7,1	45,2	/	/	4,0	4,16	16,6	1,0	/	0,13	12,6	0,095
1227 B	2	5,9	16,8	/	/	/	3,4	42,3	0,67	/	0,14	10,1	0,04
1227 B	5	7,4	18,9	/	/	2,5	4,12	47,6	0,95	0,06	0,16	11,6	/
1227 B	7	7,9	21,7	/	0,04	2,3	4,47	43,6	0,96	0,05	0,16	12,5	0,071
1227 C	3	5,5	16,0	/	0,58	/	3,19	41,2	0,62	0,05	0,12	11,7	/
1227 C	8	7,4	19,4	/	0,2	2,3	4,08	48,5	0,85	0,04	0,14	12,9	0,075
1230		6,5	17,8	/	/	1,9	3,31	50,4	0,65	/	0,13	9,54	/

Fig. 9 - Abbondanze relative degli elementi presenti nei campioni di terreno analizzati mediante analisi XRF. (E. Melotti)

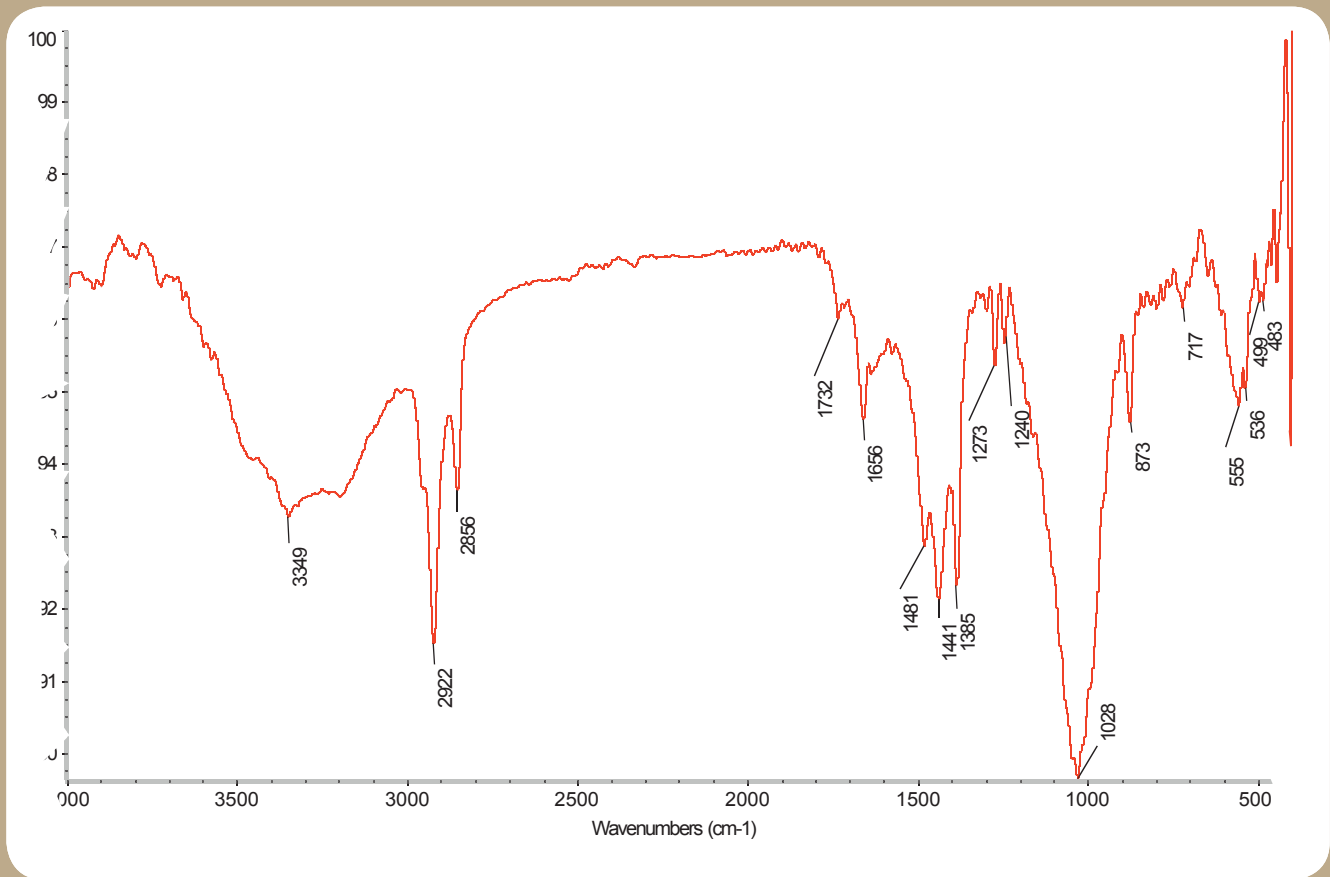
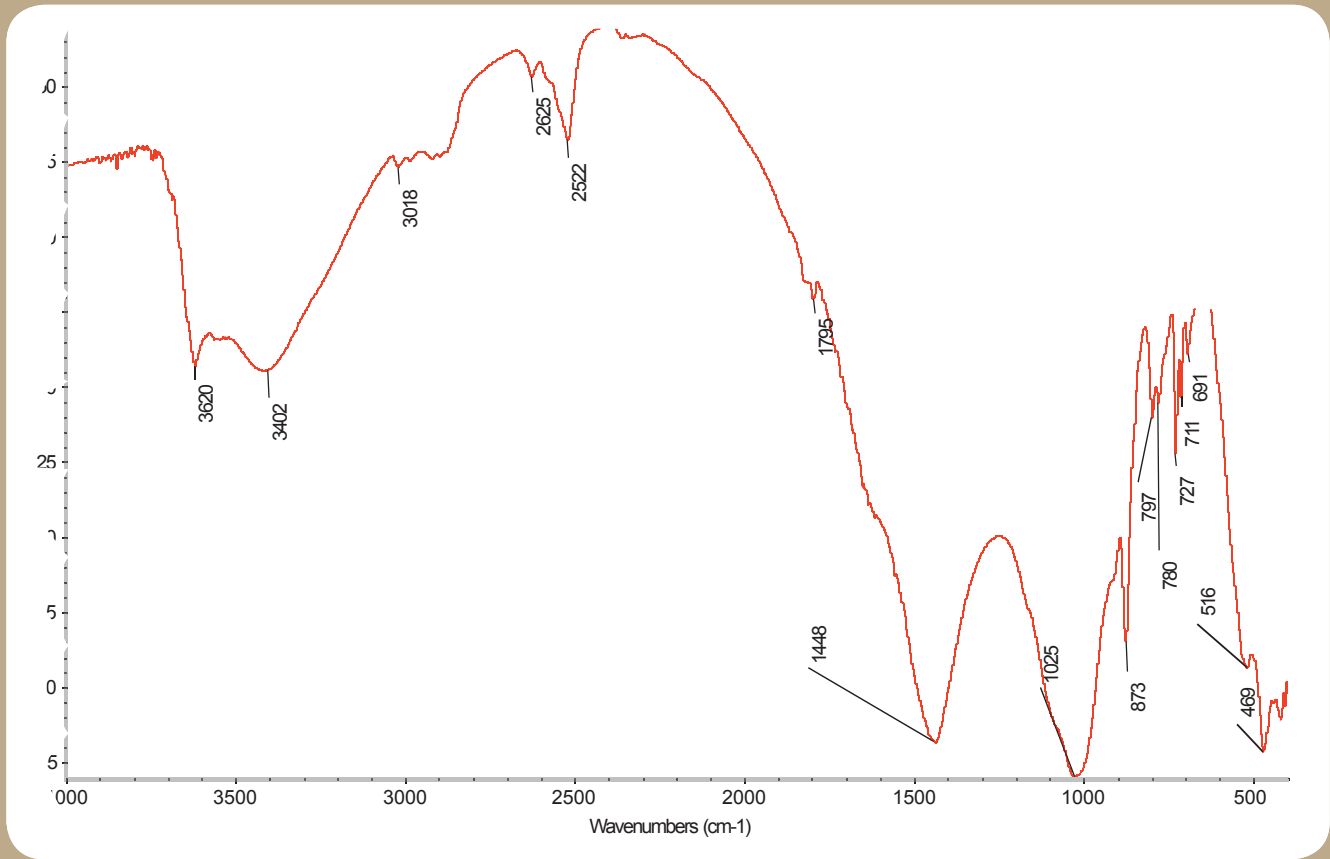


Fig. 10 - Spettri FTIR dei campioni 1227 (1) e 1227-3 (2) (E. Melotti)

CAMPIONE / VZOREC / SAMPLE	COMPOUND	WAVELENGTH (cm ⁻¹)
1227 A	Illite Dolomite	3628, 3406, 1627, 1035, 797, 779, 697, 530, 467, 430 2522, 1809, 1434, 1091, 877, 729
1227 B	Illite Dolomite	3619, 3421, 1640, 1021, 798, 694, 523, 470, 423 2626, 2509, 1435, 876, 729
1227 C	Illite Dolomite	3623, 3420, 1030, 798, 779, 692, 523, 470, 424 2523, 1437, 878, 727
1227	Illite Dolomite	3620, 3417, 1623, 1030, 798, 779, 695, 523, 469, 426 2623, 2522, 1800, 1438, 878, 729
1230	Illite Dolomite	3620, 3421, 1029, 1632, 798, 779, 695, 522, 470, 423 2626, 2522, 1830, 1438, 877, 729
1227-1	-	-
1227-2	Carbohydrates and proteins	3355 e 3200, 2922, 2853, 1736, 1653, 1488, 1435, 1388, 1273, 1243, 1025, 869, 648
1227-3	Carbohydrates and proteins	3349 e 2922, 2856, 1732, 1656, 1481, 1441, 1385, 1273, 1240, 1028, 873, 717, 555, 536, 499, 483
1227-4	Carbohydrates	2922, 2850, 1663, 1435, 1388, 1273, 1028, 876, 797, 681, 532, 460

Fig. 11 - Tabella riassuntiva analisi FTIR, composti individuati e lunghezze d'onda dei principali picchi presenti negli spettri di assorbimento (E. Melotti)

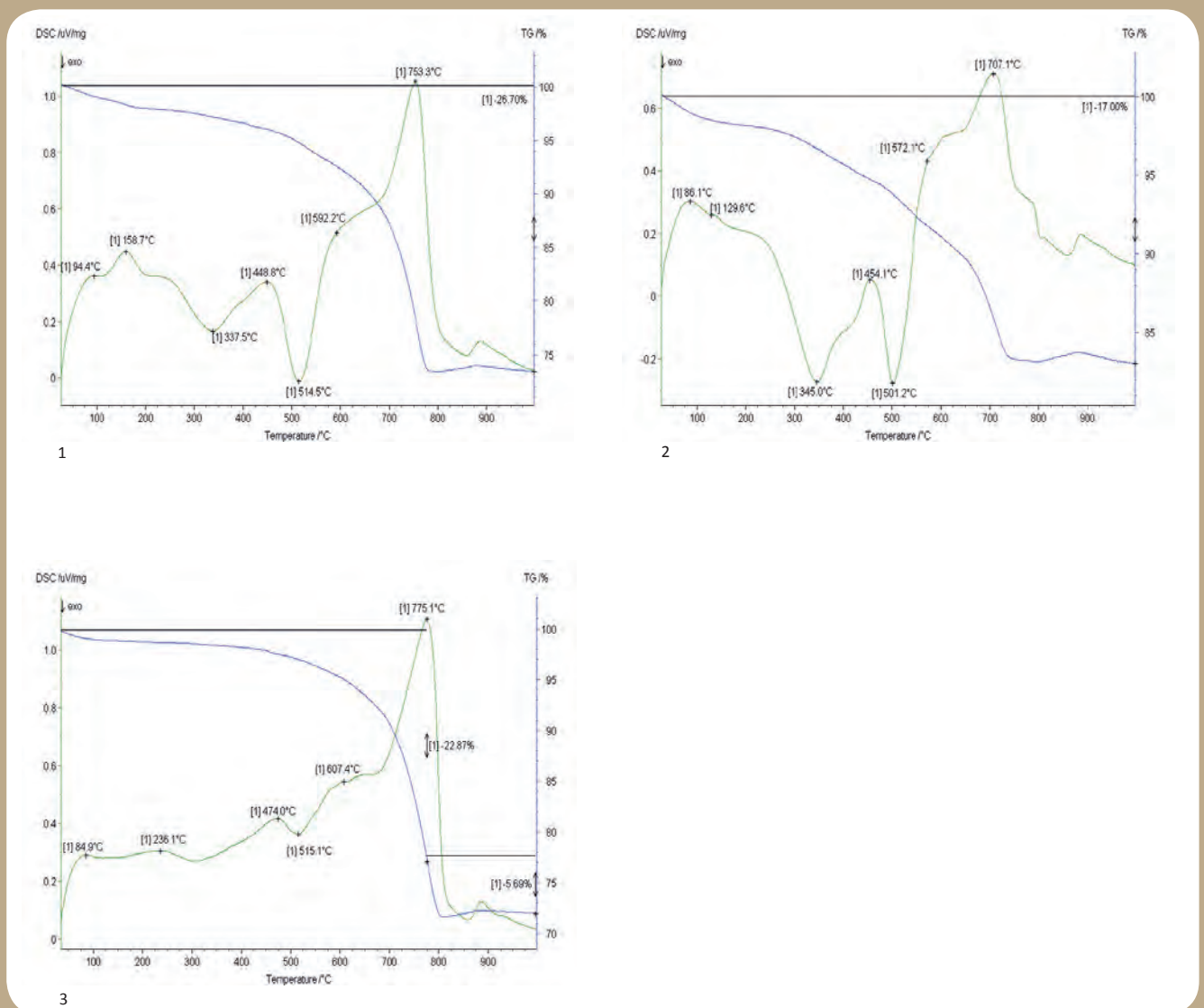


Fig. 12 - Curve termogravimetriche campioni 1227 (1), 1227 a (2) e 1230 (3) (E. Melotti)

5.7 LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO DI UN REPERTO SPECIALE: IL CATINO COPERCHIO 1150/1

5.7.1. Un “catino coperchio” ritrovato: il progetto diagnostico

Nelle fasi di scavo archeologico dell'area 1000, in associazione con le fasi di dismissione di un'area produttiva, si sono ritrovati numerosi frammenti di un unico recipiente in ceramica grezza. I frammenti sono stati rinvenuti in quattro diverse unità stratigrafiche (US 1150, US 1151, US 1154 e US 1176) appartenenti tutte alla stessa macro fase cronologica. Le unità stratigrafiche avevano tutte le medesime caratteristiche macroscopiche. Ad un'analisi più dettagliata dei vari pezzi è stato possibile determinare come essi facciano tutti parte di uno stesso manufatto ceramico. Si tratta di un interessante catino coperchio di epoca medievale.

Il manufatto è caratterizzato da una forma troncoconica appena arrotondata del corpo e da un orlo inspessito e distinto a sezione triangolare. Il fondo è leggermente concavo, apodo con la caratteristica sabbiatura. Il contenitore è dotato di due prese. Le superfici sono ben rifinite e sono visibili, sulla parete esterna e all'interno, motivi decorativi costituiti da più di una serie di linee orizzontali e verticali sovrapposte, quasi a formare un motivo a intreccio.

5.7 KONZERVACIJA IN RESTAVRACIJA POSEBNE NAJDBE: SKLEDA-POKROV 1150/1

5.7.1. Izkopana »skleda - pokrov«: diagnostični projekt

Med arheološkimi izkopavanji v sektorju 1000 so bili v sklopu faze opuščanja proizvodnega območja najdeni številni fragmenti iste posode iz grobe keramike. Fragmenti so bili najdeni v štirih stratigrafskih enotah (US 1150, US 1151, US 1154 in US 1176, vse iz istega širšega kronološkega obdobja). Makroskopske značilnosti vseh stratigrafskih enot so bile enake. Podrobnejša analiza posameznih črepinj je pokazala, da so vse del istega keramičnega izdelka. To je zanimiva skleda – pokrov iz zgodnjega srednjega veka.

Izdelek je v obliki prirezanega, rahlo zaokroženega stožca, s telesom in značilnim odebeljenim robom trikotnega prereza. Dno je ravno, brez podstavka in značilno peskano. Posoda ima dva ročaja. Površine so lepo zaključene; na zunanji površini in v notranjosti so vidni okrasni motivi, sestavljeni iz več prekrizanih vodoravnih in navpičnih linij, ki navidezno tvorijo prepleten vzorec.

5.7.2 Najdba

Med izkopavanjem so bile črepinje še neočiščene takoj spravljene v vrečke, očiščene in oprane pa so bile šele

5.7 THE CONSERVATION AND RESTORATION OF A SPECIAL ARTEFACT: THE LID BOWL 1150/1

5.7.1. A 'lid bowl' uncovered: the diagnostic project

During the archaeological excavation of the area 1000, in association to abandonment phases of a productive area, numerous fragments of a row ceramic bowl were discovered. The fragments were recovered in different stratigraphic units (US 1150, US 1151, US 1154 and US 1176) all belonging to the same chronological macro-phase. All of the stratigraphic units had the same macroscopic features. A more detailed analysis of the fragments allowed to understand that they belong to a unique artefact: an interesting “lid bowl”, used as a cooking pot during Early Middle Ages.

The ceramic body of the lid bowl has a tapered slightly rounded shape with a distinct thickened rim with triangular section. Its base is lightly concave, footless, and with the characteristic sandblasted. The container has two handles. Its surfaces are decorated with a pattern, consisting of a series of superimposed horizontal and vertical lines, almost forming a crossed design.

5.7.2 Recovery work

103 fragments were uncovered from US 1150 (which consist of a thick layer of ashes and charcoals in the surrounding of the furnace *praeurnio*); 5 fragments from US 1151, characterized by a different colour and a green patina probably due to their secondary position conditions; nine fragments, two of which rather

5.7.2 Il recupero

Al momento dello scavo i pezzi sono stati subito insacchettati senza pulirli; tutte le attività di pulitura e lavaggio sono state demandate al laboratorio. Qui i pezzi, una volta lavati, sono stati contati e catalogati. In particolare sono stati recuperati circa 103 pezzi dall'US 1150 (si tratta di uno spesso livello di ceneri e carboni in prossimità del prefurnio della fornace); 5 pezzi dall'US 1151, caratterizzati da un colore diverso e da una patina verdastria, probabilmente relativa a condizione di giacitura secondaria differente; 9 frammenti, di cui 2 piuttosto grandi, dall'US 1176 (strato relativo alla de-funzionalizzazione dei piani interni della fornace); ed infine, 3 piccoli frammenti dall'US 1154. La dislocazione dei frammenti in diverse US dipende dal fatto che l'unità stratigrafica 1150 - sulla cui superficie il manufatto sembra essere stato lasciato *in situ* una volta rotto - è stata interessata da numerose attività di scavo legate alla de-funzionalizzazione della fornace: buche, spoli e tagli per preparare la nuova struttura abitativa che si impianterà al di sopra.

Tali attività hanno determinato la dispersione dei frammenti su più livelli archeologici, rendendo le presenze dei frammenti del catino in US 1151, 1154 e 1557 residuali. Si esclude che il catino sia stato coinvolto in un incendio dell'area e che sia stato abbandonato e coperto in seguito all'accumulo di strati di distruzione: lo strato di carboni e ceneri su cui appoggiava, infatti, costituiva lo strato di calpestio intorno alla fornace.

Pur scavando e setacciando, tale unità stratigrafica (US 1150) nella sua totalità, i pezzi del catino recuperati sono relativi a poco più della metà dell'intero: ciò è indice della dispersione in antico (subito dopo la frattura dell'oggetto) in una zona genericamente utilizzata per lo scarico.

v laboratorio. Po pranju so bile preštete in katalogizirane. V stratigrafski enoti US 1150 so bili najdeni 103 fragmenti (debela plast pepela in premoga poleg prefurnija peč), pet fragmentov je bilo v US 1151, ti so, verjetno zaradi drugačne sekundarne lege, drugačne barve in imajo zelenkasto patino, devet fragmentov, od teh dva precej velika, je bilo v US 1176 (plast, povezana z opustitvijo notranjih ravni peč), trije majhni fragmenti pa so bili v US 1154. Fragmenti so bili raztreseni v različnih stratigrafskih enotah, ker so v stratigrafski enoti US 1150 – v kateri je bil najden izdelek, ki je najbrž tam ostal, ko se je razbil – potekala številna izkopavanja zaradi prenehanja delovanja peč: jame, poškodbe in rezi za pripravo nove bivalne strukture, ki je bila zgrajena nad to. Zaradi teh dejavnosti so bili fragmenti raztreseni po več arheoloških ravneh, ostanki so bili v stratigrafskih enotah US 1151, 1154 in 1557. Malo je verjetno, da bi skleda ostala na tem mestu zaradi požara in bila prekrita s plastmi, ki so bile posledica uničenja: plast premoga in pepela, na kateri je ležala, namreč predstavlja pohodno površino okoli peč. Čeprav je bila ta stratigrafska enota (US 1150) prekopana in presejana v celoti, najdene črepinje posode tvorijo le nekaj več kot polovico izdelka: to kaže, da so bile v preteklosti (takoj, ko se je posoda razbila) razpršene na območju, kjer so se običajno odlagali odpadki.

Pri prvem pregledu črepinj je bilo mogoče ugotoviti, da se lahko z najdenimi fragmenti izdelek delno rekonstruirati: in sicer s fragmenti ročaja in robu. Predvidevati je bilo mogoče položaj približno 50–60 odstotkov fragmentov.

5.7.3 Diagnostični projekt in restavracija

Za celovito obnovo izdelka je bilo treba najprej določiti natančen načrt analize in restavracije, s katerim bi se

large, from US 1176 (layer related to the abandonment of the planes inside the furnace); and, at the end, 3 small fragments from US 1154. The distribution of the fragments over several US layers depends on the fact that the stratigraphic unit 1150 – on whose surface the artefact appears to have been left once broken – was affected by numerous excavation activities related to the spoliation of the furnace, and with the post-holes of the new housing structure that would be installed just above. Such activities caused the dispersion of the fragments over several archaeological units, which means the fragments of the lid bowl in US 1151, 1154, and 1557 are residual. We exclude the possibility that the lid bowl may have been involved in a fire in the area and then abandoned and covered by the accumulation of subsequent destruction layers; the layer of coals and ashes that supported it, in fact, constituted the ground level around the furnace.

After the excavation and the sieving of the entire stratigraphic unit (US 1150), the recovered lid bowl fragments constituted slightly more than half of it; this is a clear indication that the fragments were scattered over a dumping area already in ancient times (immediately after it was broken up).

The fragments recovered were bagged immediately without washing; all the cleaning activities were delegated to the laboratory, where the finds were counted and catalogued after being steam cleaned.

Thanks to the preliminary observation of the pieces it was possible to individuate interesting fragments useful for a partial reconstruction of the artefact: a fragment of a handle and fragments of the rim. It was also possible to predict that about 50-60% of the fragments could be put back together.

Da una prima osservazione dei pezzi si è potuto constatare la presenza di frammenti utili per una parziale ricostruzione del manufatto: un frammento di presa e frammenti di orlo. È stato possibile inoltre prevedere un'adesione di circa il 50-60% dei pezzi.

5.7.3 Progetto diagnostico e di restauro

Il recupero integrale del manufatto ha significato, prima di tutto, impostare un preciso piano di analisi e di restauro in grado di fornire in primo luogo le informazioni utili per la conoscenza della materia e poi tracciare le linee adeguate per la sua ricomposizione e conservazione. A questo proposito i frammenti sono stati preliminarmente puliti dalla terra che li ricopriva.

La pulitura superficiale è avvenuta con l'utilizzo di vapore a bassa pressione allo scopo di ammorbidire i residui di terra e di sporco e di procedere poi con molta attenzione a una loro rimozione meccanica. La pulitura ha, inoltre, portato alla luce in modo più definito i motivi decorativi tipici di questo tipo di manufatto.

L'analisi dell'impasto ceramico è stata eseguita attraverso diverse tecniche di indagine, osservazioni morfologiche al microscopio ottico, spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR), spettrometria di fluorescenza a raggi X (XRF) e diffrazione a raggi X (XRD). In particolare si è scelto di analizzare sia la superficie interna del catino che quella esterna.

Lo scopo era quello di caratterizzare l'impasto, di cercare di definirne la tecnica di produzione, in base anche agli studi precedentemente fatti sulla ceramica comune grezza proveniente dall'isola di Torcello e dall'area del Battistero (SPAGNOL, 2007).

Osservando attentamente anche tutti gli altri frammenti di ceramica che provengono dagli stessi strati, è possibile inoltre determinare i gradi di residualità di ogni uni-

najprej pridobili koristni podatki za boljše spoznavanje predmeta, potem pa načrtati ustrezne smernice za njegovo rekonstrukcijo in konzervacijo. Pred tem so bili fragmenti očiščeni zemlje, ki jih je prekrivala. Najprej so bili površinsko očiščeni s paro pod nizkim tlakom, da so se omehčali ostanki zemlje in umazanije, ti so bili potem zelo previdno mehansko odstranjeni. Med čiščenjem so se bolj jasno pokazali tudi okrasni motivi, značilni za tovrstne izdelke.

Keramična zmes je bila analizirana z različnimi preiskovalnimi tehnikami, od morfoloških opazovanj pod optičnim mikroskopom do infrardeče spektroskopije Fourier transform (FT-IR), spektrometrije XRF in rentgenske difrakcije (XRD). Analizirali sta se notranja in zunanja površina sklede.

Določiti je bilo treba lastnosti zmesi in poskušati opredeliti proizvodno tehniko, tudi na podlagi predhodno opravljenih študij običajne grobe keramike z otoka Torcello in z območja Battistero (SPAGNOL 2007). S pozornim opazovanjem vseh drugih fragmentov keramike iz istih plasti bo mogoče določiti tudi število ostankov v vsaki stratigrafski enoti in obravnavati zaporedje dejavnosti, ki so potekale v fazi opuščanja peči.

5.7.4 Študija vzorcev v stratigrafskem prerezu z optično mikroskopijo

Na podlagi predhodnih opazovanj najdenih fragmentov sklede – pokrova so bili pripravljene prečni preseki treh izmed najpomembnejših vzorcev.

Na sliki 1 je opisana stratigrafija z vrha (površina) proti dnu (nosilec).

Analiza gladkih presekov vzorcev C4, C5 in F3 (dno sklede) pod mikroskopom je dala zanimive podatke o tehnologiji obdelave in žganja izdelka. V vseh presekih (razen vzorca C5, v katerem je stratigrafija nepopolna)

5.7.3 Diagnostic and restoration project

The full recovery of the lid bowl was based, first of all, on a specific plan of analysis and restoration that provide useful knowledge on the artefacts itself and then set the appropriate guidelines for its reconstruction and conservation. For this purpose the fragments were preliminarily cleaned from the soil that covered them. Low-pressure steam was used for surface cleaning in order to soften the residues of soil and sand and then proceed very carefully to their mechanical removal. The cleaning also has helped to show in a more defined way the decorative motifs of the artefact.

The ceramic bulk was analysed using different investigation techniques: morphological observations with an optical microscope, Fourier transform infrared spectrometry (FT-IR), X-ray fluorescence spectrometry (XRF) and X-ray diffraction (XRD). The internal and external surfaces of the lid bowl have been analysed.

Our aim was to determine the quality of the ceramic material and the production techniques, considering also the previously studies made on common unglazed ceramic from Torcello island and the Baptistery area (SPAGNOL, 2007). Observing also the other ceramic fragments coming from the same layers, it is possible to determine the degree of residuality of each stratigraphic unit and to discuss the sequence of activities that occurred while the furnace was being abandoned.

5.7.4 Study of stratigraphic section samples through optical microscopy

Thanks to preliminary observations, three relevant samples were chosen and polished cross sections of the samples have been prepared. Figure 1 (fig. 1) describes the stratigraphy of the cross sections from the top

tà stratigrafica e discutere la successione delle attività intercorse nelle fasi di abbandono della fornace.

5.7.4 Studio dei campioni in sezione stratigrafica attraverso microscopia ottica

Sulla base delle osservazioni preliminari dei frammenti di catino coperchio rinvenuti, sono state allestite le sezioni lucide trasversali di tre campioni scelti tra i più significativi

Nella Fig. 1 viene descritta la stratigrafia dall'alto (strato superficiale) verso il basso (supporto).

Dall'analisi al microscopio ottico delle sezioni lucide dei campioni C4, C5 e F3 (fondo catino) emergono interessanti informazioni circa la tecnologia di lavorazione e di cottura del manufatto. In tutte le sezioni (escluso il campione C5 in cui la stratigrafia non è completa) si riscontra una differenza cromatica tra gli strati che corrispondono alle superfici esterna ed interna e lo strato centrale. È importante specificare che il termine "strato" in questo caso non è del tutto appropriato: si tratta infatti di un unico strato corrispondente all'impasto ceramico, che assume queste differenti colorazioni dovute ad una cottura cosiddetta a "sandwich". Si tratta di una cottura poco omogenea in atmosfera ossido-riducente. Questo ci porta ad affermare che nel forno non vi fosse una distribuzione uniforme del calore, probabilmente il riscaldamento avveniva da un solo lato, come testimonia la distribuzione di queste differenze cromatiche sulla superficie del catino. Questo dato dovrebbe contribuire ad un'ipotesi legata ad una produzione locale del X-XI secolo.

Durante questo tipo di cottura uniforme e prolungata a bassa temperatura (attorno ai 700°C), gli elementi ferrosi si concentrano sulla superficie creando questa tipologia di impasto a "sandwich".

je bila ugotovljena razlika v barvi zunanje, notranje in vmesne plasti. Pojasniti je treba, da »plast« v tem primeru ni povsem primeren izraz: gre namreč za samo eno plast zmesi, ki je različno obarvana zaradi nehomogenega žganja v redukcijski atmosferi. Na podlagi tega je mogoče ugotoviti, da temperatura v peči ni bila enakomerna, ker je toplota verjetno prihajala samo z ene strani. To dokazuje tudi razporeditev razlik v barvi na površini posode. Tudi to bi lahko potrjevalo domnevo, da gre za lokalno proizvodnjo iz 10.-11. stoletja. Pri tem načinu žganja pri nizki temperaturi (približno 700° C), ki je neenakomerno in dolgotrajno, se železovi elementi koncentrirajo na površini in ustvarijo tovrstno večplastno zmes. Na gladkem delu vzorca F3 (dno sklede) je poleg večplastne zmesi vidna zaključna plast dna (»peskanje«), za katero je značilno, da zmes vsebuje zrnca peska, ki delno izstopajo.

5.7.5 Kvalitativna analiza materialov z infrardečo spektroskopijo FT-IR

Kvalitativna analiza nekaterih vzorcev iz telesa in dna posode je bila opravljena s spektroskopijo FTIR. Zlasti pri vzorcih z dna je bila ločena notranja in zunanja stran posode.

V tabeli na sliki 02 so povzeti izsledki analize FT-IR in spojine, ugotovljene z analizo absorpcijskih pasov ustreznih spektrov. (Odstraniti, ni potrebno.)

Vzorca C1 in C2 vsebujeta kremen (SiO₂), silikate in kalcit (CaCO₃) v sledeh, glinaste zmesi, verjetno ilit in bustamit, kot je razvidno iz primerjave spektrov analiziranega vzorca z drugimi referenčnimi spektri vrhnjih absorpcijskih vrednosti, ki so pri valovnih dolžinah od 3600 do 3400 cm⁻¹. Vendar je težko zanesljivo določiti, kateri glinasti minerali so prisotni, saj so pomešani z drugimi sestavinami. Zato je treba upoštevati rezultate

(surface layer) to down (support).

The optical microscope analysis of the cross sections of the samples C4, C5 and F3 (lid bowl bottom) revealed interesting information about the processing and firing technology of the artefact. All the cross sections (excluding the C5 sample, which had a not complete stratigraphy) showed different colours between the external, central and internal layers. It is important to specify that the term 'layer' in this case is not entirely appropriate: there is in fact a single layer corresponding to the ceramic body, which show these different colorations due to the so called 'sandwich' firing: that is a not-homogeneous firing in an oxide-reducing atmosphere. It is possible to state that the heat distribution in the oven was not uniform and that probably the heat came only from one side, as evidenced also by the distribution of different hues on the surface of the lid bowl. These data support the hypothesis of a local production dating to the X-XI century. During this not uniform and prolonged firing conditions at low temperatures (around 700° C), the ferrous elements concentrate on the surface creating a 'sandwich' type ceramic body. In addition to the 'sandwich' structure, the cross section of the sample F3 (lid bowl bottom) showed the bottom layer sanded, characterized by sand granules partially embedded in the ceramic body.

5.7.5 Qualitative analysis of the materials through FT-IR spectrometry

FT-IR spectrometry has been used for the qualitative study of some selected samples of the ceramic body and the bottom of the lid bowl. The samples taken from the bottom were distinguished between the inner and outer parts of the artefact.

Nella sezione lucida del campione F3 (fondo catino) è visibile, oltre all'impasto a "sandwich", lo strato di finitura del fondo ("sabbatura"), caratterizzato dalla presenza di granuli di sabbia, parzialmente integrati nell'impasto.

5.7.5 Analisi qualitativa dei materiali attraverso spettroscopia FT-IR

La spettroscopia FT-IR è stata usata per l'indagine qualitativa su alcuni campioni selezionati del corpo ceramico e del fondo del catino. In particolare per i campioni prelevati dal fondo è stata fatta una distinzione tra la parte interna ed esterna del catino stesso.

Nella tabella in Fig. 2 sono riassunti i risultati ottenuti dalle analisi FT-IR e i composti individuati analizzando le bande di assorbimento dei relativi spettri.

I campioni C1 e C2 mostrano la presenza di quarzo (SiO_2), silicati, calcite (CaCO_3) in tracce e composti argillosi, probabilmente illite e bustamite, come dimostra il confronto degli spettri del campione analizzato con gli spettri di riferimento, osservando i picchi di assorbimento compresi tra le lunghezze d'onda 3600 e 3400 cm^{-1} . Rimane comunque difficile identificare con esattezza quali minerali argillosi siano presenti, a causa della mescolanza con altri composti.

Si rimanda quindi ai risultati ottenuti con la XRD. Gli spettri dei campioni del fondo (F2 e F3) mostrano la presenza degli stessi elementi, ma con la sola differenza che per i campioni prelevati dal fondo esterno del catino coperchio sono visibili negli spettri FT-IR i picchi di assorbimento del quarzo, che invece risultano assenti o estremamente poco intensi negli spettri degli stessi campioni prelevati dal fondo interno.

Questo conferma una forte presenza silicatica sul fondo esterno dovuta alla cosiddetta "sabbatura" del fondo del catino (Fig. 3).

rentgenske difraccije. Spettri vzorcev z dna (F2 in F3) potrjujejo vsebnost istih elementov, le da so v vzorcih z dna, vzetih z zunanje strani sklede, vidne vrhnje absorpcijske vrednosti kremenca, ki jih ni ali so zelo malo intenzivne v spektrih istih vzorcev, vzetih z notranje strani dna. To potrjuje močno vsebnost silikatov na zunanji strani dna, ki je posledica »peskanja« dna sklede (Sl. 3).

5.7.6. Rentgenska fluorescenčna spektrometrija (XRF)

S spektrofotometrijo XRF je bila kvalitativno in polkvantitativno določena sestava analiziranih vzorcev, in sicer po elementih s primerjanjem relativne vsebnosti vsakega elementa v vzorcu. Dobljeni rezultati so omogočili temeljitejšo analizo sestave zmesi in potrditev nekaterih podatkov, ki so bili pred tem pridobljeni z infrardečo spektroskopijo (FTIR).

V tabeli na sliki 04 so navedeni kemijski elementi, odkriti v analiziranih vzorcih, in njihova relativna vsebnost. Analiza vzorcev je potrdila vsebnost glinastih in drugih mineralov. Glinasti minerali spadajo med filosilikate, prisotni so zlasti silicij, aluminij in kisik, vsebujejo pa tudi elemente, kot so Na, K, Ca, Fe, Mg, hidroksile in vodo. Drugi elementi so kremen, kalcit, živec, oksidi in železovi hidroksidi ter drugi minerali iz peska, ki se običajno uporabljajo kot pustilo in vezivo. Pesek ne pomeni določenega minerala, ampak samo zdrobljen kamen z zrni granulacije od 2 do 0,125 milimetra, z večjimi in manjšimi delci.

Kot je navedeno v tabeli na sliki 05, so analize vzorcev iz telesa posode (C4 in O5) potrdile vsebnost aluminija in silicija v relativnih koncentracijah od 15,2 do 33,8 odstotka, sledita jim kalij (K) in železo (Fe), katerega relativna vsebnost je približno od 18,1 do 20 odstotkov. Navedeni elementi tvorijo glinaste minerale. Ugotovljena

The table in Fig. 2 summarizes the results obtained by FT-IR analysis and the compounds identified by analysing the absorption bands of the spectra.

The samples C1 and C2 show the presence of quartz (SiO_2), silicates, low amount of calcite (CaCO_3), and clay compounds, such as probably illite and bustamite, as evidenced by the comparison between the samples spectra and reference spectra, and in particular by the correspondence of the absorption peaks between 3600 and 3400 cm^{-1} . It was, however, difficult to identify exactly the minerals present, because they are mixed with other compounds. Hence, please refer also to the results obtained by XRD analyses. The FT-IR spectra of the bottom, samples F2 and F3, (Fig. 3) show the presence of the same compounds, except that quartz absorption peaks, that are absent or had extremely low intensity in the spectra of the inner bottom, while are visible in the spectra of the outer bottom. This confirms a strong silicate presence on the outer part due to the 'sand-coating' of the bottom of the lid bowl.

5.7.6 XRF spectrometry

By using XRF spectrometry, we found out the elemental composition of the samples, analysed qualitatively and semi-quantitatively by comparing the relative abundances of each element present in the sample. The results obtained allowed a better analysis of the material and confirm the data previously obtained by infrared spectrometry.

The table in Fig. 4 show the chemical elements identified in the analysed samples and their respective relative abundances. Na, K, Ca, Fe, Mg were identified and this allowed to suppose, together with FT-IR results,

5.7.6 Spettrofotometria XRF

L'utilizzo della spettrofotometria XRF ha permesso di conoscere la composizione elementare dei campioni analizzati in modo qualitativo e semi quantitativo attraverso il confronto delle abbondanze relative di ciascun elemento presente nel campione. Attraverso i risultati ottenuti è stato possibile approfondire l'analisi sulla composizione dell'impasto e confermare alcuni dati ottenuti precedentemente attraverso la spettroscopia infrarossa.

Nella tabella in Fig. 4 sono elencati gli elementi chimici individuati nei campioni analizzati e le rispettive abbondanze relative.

Dall'analisi dei campioni si individua la presenza sia di minerali argillosi, sia di minerali non argillosi. I minerali argillosi infatti, appartengono alla classe dei fillosilicati e sono costituiti principalmente da Si, Al, O e contengono inoltre gli elementi quali Na, K, Ca, Fe, Mg, ossidrilici ed acqua. I minerali non argillosi invece sono quarzo, calcite, feldspati, ossidi e idrossidi di ferro e altri, denominati anche "minerali delle sabbie" e fungono solitamente da degrassanti e fondenti. Con il termine sabbia non ci si riferisce a uno specifico minerale ma viene indicata solitamente una roccia sciolta, ovvero incoerente, con granulometria da 2 a 0,125 millimetri e con granuli di dimensioni superiori e inferiori.

Come si nota nella tabella in Fig. 5, le analisi dei campioni prelevati dal corpo ceramico (C4 e O5) presentano Al e Si in concentrazioni relative che vanno dai 15,2 ai 33,8%, seguiti dal K e dal Fe la cui abbondanza relativa si aggira tra 18,1 e 20 %. Questi elementi sono i costituenti dei minerali argillosi. Si osserva inoltre la presenza di altri elementi quali Ca, probabilmente riconducibile alla presenza di calcite (CaCO_3), mentre Mn, Ti, Cr, Cl e Cu, presenti in tracce, possono essere impurità

je bila tudi vsebnost drugih elementov, na primer kalcija (Ca), s katerim bi lahko bila povezana tudi vsebnost kalcita (CaCO_3), medtem ko bi mangan (Mn), titan (Ti), krom (Cr), klor (Cl) in baker (Cu), vsebovani v sledih, lahko bili nečistoče, ki so v zmes prišli z nekaterimi glinastimi minerali ali ostanki površinskih obdelav oziroma iz zemeljskega izkopa, kjer je bil izdelek zakopan.

V vzorcih z dna sklede (F1 in F2) so bili isti elementi: v vzorcu F1 je bila ugotovljena večja koncentracija aluminija in silicija kot v vzorcu F2, v katerem so bile ugotovljene večje količine kalcija, kroma in fosforja. Zadnji je verjetno povezan z organskimi ostanki, medtem ko bi lahko za krom domnevali, da prihaja iz tal, kot je bilo ugotovljeno tudi v študiji, predstavljeni v tem delu (glej MELOTTI, BALLIANA v tej knjigi).

5.7.7 Rentgenska difrakcija

Z rentgensko difrakcijo (XRD) je bil analiziran samo en vzorec (C1), vzet iz telesa posode. Namen te analize je bil ugotoviti vrste vsebovanih kristalov in dobljene izsledke primerjati z izsledki, zbranimi z drugimi arheometričnimi tehnikami.

V spektru XRD vzorca C1 (ki je bil že pregledan z infrardečo spektroskopijo) je bila potrjena vsebnost kremenca, prisotni pa so bili tudi kalijev alumosilikat mikroklin, albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), natrijev silikat in aluminij, kalijev silikat in magnezijev hidroksid, vermikulit ($(\text{Mg}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Al}^{+2})_3(\text{AlSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O}))$) in železove nečistoče. Analiza ni pokazala vsebnosti glinastih materialov, kot sta ilit ali montmorilonit, niti kaolinita (Sl. 6).

5.7.8. Sklep

Študija in karakterizacija sklede - pokrova sta z arheometrično preiskavo izpostavili zanimive lastnosti materiala keramične zmesi in tehnoloških vidikov te vrste

the presence of both clay and non-clay minerals. Clay minerals belong to the class of phyllosilicates and are composed primarily of Si, Al and O and also contain elements such as Na, K, Ca, Fe, Mg, hydroxyls and water. Non-clay minerals are quartz, calcite, feldspars, iron oxides, hydroxides and others, also referred to as 'mineral sands', which usually have been used as degreasers and fluxes. The term 'sand' does not refer to a specific mineral; it indicates stone fragments with a particle size from 2 to 0.125 mm and with higher and lower grain size. The analyses of ceramic body samples C4 and O5 (Fig. 5) show Al and Si in concentrations in the range from 15.2% to 33.8%, and K and Fe with abundance up to 18.1% and 20% respectively. These elements are the main constituents of clay minerals. The other elements detected were C, probably due to the presence of calcite (CaCO_3), trace amounts of Mn, Ti, Cr, Cl and Cu, related probably to impurities in the clay, alteration residues or even to the excavation soil.

The samples from the bottom of the lid bowl (F1 and F2) show a presence of the same elements; there is a higher concentration of Al and Si in the F1 sample compared to the F2 sample, where more Ca is found along with Cr and P. The last one is probably due to organic residues, whereas the Cr might come from the ground, as was noted in a study presented in this volume (MELOTTI, BALLIANA in this book).

5.7.7 X-ray diffractometry

XRD analyse was performed on a unique sample (C1) collected from the ceramic body of the lid bowl. The aim of this analysis was to recognize the crystalline species present and then compare our results with those obtained through other archaeometrical techniques.

presenti nell'impasto legate a qualche minerale argilloso o a residui di alterazioni superficiali, o ancora specie provenienti dal terreno di scavo.

I campioni prelevati dal fondo del catino (F1 e F2) mostrano la presenza degli stessi elementi: si nota indicativamente una maggiore concentrazione di Al e Si nel campione F1 rispetto al campione F2, dove si riscontrano invece maggiori quantità di Ca e la presenza di Cr e P. Quest'ultimo probabilmente legato a residui organici, mentre nel caso del Cr si può ipotizzare che questo provenga dal terreno, come si è potuto rilevare in uno studio presentato in questo volume (MELOTTI, BALIANA in questo volume).

5.7.7 Diffrazione a raggi X

L'XRD è stata utilizzata su un solo campione (C1) prelevato dal corpo ceramico del catino. Lo scopo di questa analisi è quello di riconoscere le specie cristalline presenti e confrontare poi i risultati ottenuti con quelli acquisiti attraverso altre tecniche archeometriche utilizzate.

Dallo spettro XRD del campione C1 (già esaminato con la spettroscopia infrarossa) è stata confermata la presenza di quarzo ed è stata rilevata la presenza di alluminosilicato di potassio microclino, albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, un silicato di sodio e alluminio), silicato di potassio e magnesio idrossido, vermiculite ($(\text{Mg}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Al}^{+2})_3(\text{AlSi})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$) e impurità di ferro. Dall'analisi non sembra emergere la presenza di minerali argillosi quali illite o montmorillonite e nemmeno caolinite (Fig. 6).

5.7.8 Conclusioni

Lo studio e la caratterizzazione del catino coperchio, attraverso un'indagine archeometrica ha fatto emer-

grobe ceramiche, trovate in Torcello. Un'indagine macroscopica e microscopica dei frammenti ha mostrato, da un lato, che si tratta di un impasto di argilla, che è stato cotto in un'atmosfera riducente, e che, dall'altro, è stato cotto in un'atmosfera ossidante, come si è potuto rilevare in uno studio presentato in questo volume (MELOTTI, BALIANA in questo volume).

Na zunanji strani dna posode so v zmesi vidna zrna kremenca in silikatov. To potrjuje, da je tehnika dodajanja peska pri tej vrsti grobe keramike potekala pred žganjem, kar je povečalo mehansko trdnost dna, na katerem slonijo ročke. Kremen, ki je bil v analiziranih vzorcih v večjih količinah, je verjetno v vlogi pustila, ker zmanjšuje krčenje pri sušenju in s tem tudi nevarnost pokanja in deformiranja, hkrati pa zagotavlja trdnejšo nosilno strukturo (CUOMO DI CAPRIO 2007). Nato sta bili z arheometrično analizo podrobneje proučeni vsebnost mineralnih spojin in njihova vloga. Videti je, da je zmes sestavljena predvsem iz kremenca, silikatov ter natrijevih, kalijevih, kalcijevih, železovih in magnezijev alumosilikatov. Vsebnost kaolinita, illita in montmorillonita ni bila zaznana.

Minerali, kot so kalijevi alumosilikati ali kalijevi silikati in magnezijev silikat hidroksid, ugotovljeni z rentgensko difrakcijo, so bili verjetno dodani kot pustilo, in ne kot vezivo, ker je videti, da temperatura žganja teh izdelkov ni pretirano presežala 700°C , kot je mogoče sklepati iz drobcev nerazgrajenega apnenca.

Kemijska sestava, ki je pri vseh analiziranih vzorcih precej podobna, potrjuje, da prihajajo iz istega izdelka, čeprav se delci ne sestavljajo vedno. Najdeni so bili v štirih stratigrafskih enotah (US 1150, US 1151, US 1154 in US 1176), kar je verjetno izključno posledica dejavnosti, ki so potekale potem, ko je bil izdelek že odložen. Taki rezultati so omogočili pravilno rekonstrukcijo izdelka, kot je opisana v nadaljevanju.

The XRD spectrum of the C1 sample (already examined by infrared spectrometry) confirmed the presence of quartz and revealed the presence of microcline potassium aluminium-silicate, albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, a sodium and aluminium silicate), potassium silicate, magnesium hydroxide, vermiculite ($(\text{Mg}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Al}^{+2})_3(\text{AlSi})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$), and ferrous impurities. Clay minerals such as illite, montmorillonite, and kaolinite were not found from the XRD pattern (Fig.6).

5.7.8 Conclusions of the diagnostic phase

The study and characterization of the lid bowl, performed through different analytical techniques, revealed interesting insights on the ceramic material and on the technological aspects of this particular type of unglazed pottery found in Torcello. A careful preliminary macroscopic and microscopic observation of the fragments evidenced a 'sandwich' coloured ceramic body obtained from an inhomogeneous firing in an oxide-reducing atmosphere, almost certainly produced locally and dated between the X and XI centuries.

The external part of the lid bowl bottom is characterized by the presence of visible quartz and silicates grains partially embedded in the ceramic matrix. This confirms that the 'sand-coating' technique was used for this type of unglazed ceramic, sanding the piece before firing it, in order to provide greater mechanical strength to the lid bowl bottom, which would have been in contact with embers. Quartz, detected in relevant amounts in the analysed samples, was used probably as a temper, i.e., an additive to the raw clay which helps to prevent the pot shrinking and thereby the danger of cracking and warping, providing a solid structure (CUOMO DI CAPRIO, 2007).

gere indicazioni interessanti sui materiali dell'impasto ceramico e sugli aspetti tecnologici di questa tipologia di ceramica grezza rinvenuta a Torcello. L'attenta osservazione preliminare macroscopica e microscopica dei frammenti ha evidenziato un impasto a "sandwich" ottenuto da una cottura non uniforme in atmosfera ossido-riducente, quasi sicuramente di produzione locale databile tra il X e XI secolo.

Il fondo esterno del catino è caratterizzato dalla presenza di granuli visibili di quarzo e silicati che si inseriscono nell'impasto. Questo conferma che la tecnica della "sabbatura" per questo tipo di ceramica grezza avveniva a crudo allo scopo di offrire maggiore resistenza meccanica al piano di fondo del catino, sul quale venivano poggiate le braci. Il quarzo, rilevato in quantità significative nei campioni analizzati, è presente probabilmente con funzioni di degrassante, riduce cioè il ritiro in fase di essiccazione del manufatto e quindi il pericolo di fessurazioni e deformazioni, fornendogli una robusta struttura portante (CUOMO DI CAPRIO 2007). Le analisi archeometriche hanno poi approfondito la natura dei composti mineralogici presenti e la loro eventuale funzione. L'impasto sembra composto principalmente da quarzo, silicati e alluminosilicati di Na, K, Ca, Fe e Mg e non sembrano essere presenti caolinite, illite e montmorillonite.

Minerali quali alluminosilicati di potassio o silicati di potassio e magnesio idrossido, rilevati con l'XRD sono stati probabilmente aggiunti con funzioni degrassanti, più che come fondenti, poiché sembrerebbe che la temperatura di cottura di questi manufatti non sia stata di molto superiore ai 700°C come si può evincere dalla presenza di clasti di calcare non decomposto.

La composizione chimica molto simile per tutti i campioni analizzati conferma la loro provenienza dal mede-

5.7.9 Restauracija

Kot je omenjeno že v uvodu, je bila restavracija osredotočena na lepljenje in poskus delne rekonstrukcije sklede (Sl. 7).

V prvi fazi so bili fragmenti očiščeni s paro pod zelo nizkim tlakom, nato sta bili mehansko odstranjeni zemlja in površinska umazanija. To je omogočilo podrobnejši pregled stanja ohranjenosti fragmentov, njihove oblike in morebitnih barvnih odstopanj ali površinske patine. Barva fragmentov sklede – pokrova ni enakomerna in ima različne odtenke od sivo-črne, do rožnate, opečnato rdeče-rjave in črne, podobno kot pri drugih izdelkih iz grobe keramike, ki so bili najdeni v Torcellu (SPAGNOL 2007), kar potrjuje, da so bili izdelki žgani neenakomerno. Na več najdenih fragmentih so vidni prepleteni okrasni motivi, ki so značilni za to vrsto keramike. Razlikujejo se glede na to, ali so blizu roba, ročajev ali dna. Naneseni so bili verjetno s čopičem ali metlico.

V fazi lepljenja je bila najprej izbrana osnovna zaščita, ki je bila pred lepilom nanesena v spoje med fragmenti, da je preprečila pretirano vpijanje lepila v material. Izbran je bil fluoriran elastomer, razredčen v acetonu. Več predhodnih preizkusov je pokazalo, da je v obravnavanem primeru najprimernejše lepilo polivinil acetat v alkoholu. Poudariti je treba, da so vsi uporabljeni izdelki odstranljivi, dovolj plastični in ne vsebujejo posebnih topil, ki bi lahko poškodovala izdelek.

Hkrati z lepljenjem so bile s komercialnim štukom (Polyfilla) in pigmentom v sorazmerju 1 : 2 dodane dopolnitve, ki so črepinje povezale in dale izdelku trdnost, vse skupaj pa je bilo pomešano z mavcem. Glede na različne barvne odtenke fragmentov je bila izbrana nevtralna barva štuka, da optično ne bi bila preveč moteča.

Po opravljeni analizi in restavraciji s sestavljanjem in lepljenjem fragmentov je bil izdelek narisan.

The archaeometrical analyses provided further understanding regarding the nature of the mineralogical compounds present and their possible function. The mixture seems composed mainly of quartz, silicates and aluminium-silicates of Na, K, Ca, Fe and Mg, while kaolinite, illite, and montmorillonite do not seem to be present. Minerals detected by XRD, such as potassium aluminium-silicates or magnesium hydroxide, were probably added as tempers, rather than as fluxes, because it seems that the firing temperature used was not much higher than 700°C, as may be inferred from the presence of non-decomposed limestone clasts.

All analysed samples, even if pertaining to non-contiguous fragments, have a very similar chemical composition, which confirms they originate from the same artefact. Their discovery in the four stratigraphic units (US 1150, US 1151, US 1154, and US 1176) is entirely attributable to post-depositional activities. These results allow a correct reconstruction of the artefact, as described below.

5.7.9 The restoration

The restoration was focused on the gluing phase and attempting to partially reconstruct the lid bowl, as mentioned in the introduction.

The first phase involved the cleaning of the fragments with very low steam pressure and mechanical removing of the surface soil and dirt. This allowed to observe more closely the state of conservation of the various fragments, their shape and any discoloration or surface patinas.

Overall, the lid bowl fragments show different hue, with different shades ranging from grey/black to pink, brick red/brown and black, similarly to other common unglazed ceramic artefacts found in Torcello (SPAGNOL

simo manufatto, anche se pertinenti a frammenti non contigui. Il loro ritrovamento nelle quattro unità stratigrafiche (US 1150, US 1151, US 1154 e US 1176) è da attribuire esclusivamente ad attività post-deposizionali. Questi risultati consentono una corretta ricostruzione del manufatto, come di seguito descritta.

5.7.9 Il restauro

L'intervento di restauro si è focalizzato sulla fase di incollaggio e sul tentativo di ricostruzione parziale del catino, come accennato nell'introduzione (Fig. 7).

La prima fase ha previsto la pulitura dei frammenti con vapore a bassissima pressione e la rimozione meccanica della terra e dello sporco superficiale. Questa operazione ha permesso di osservare con maggiore attenzione lo stato di conservazione dei vari frammenti, la loro forma ed eventuali alterazioni cromatiche o patine superficiali presenti.

Nell'insieme i frammenti di catino coperchio presentano una colorazione non omogenea, con tonalità diverse che vanno dal grigio/nero, al rosa, dal rosso mattone/bruno al nero, in accordo con altri manufatti di ceramica comune grezza rinvenuti a Torcello (SPAGNOL 2007) e a conferma della cottura non uniforme subito dal manufatto ceramico. Sono visibili, su molti dei pezzi recuperati, i motivi decorativi ad "intreccio" tipici di questo tipo di ceramica, con caratteristiche e andamenti diversi a seconda che siano essi impressi vicino all'orlo, alle maniglie o al fondo. Probabilmente sono stati impressi con una stuoia o con uno scopetto.

La fase di incollaggio ha inizialmente previsto la scelta di un "primer" da stendere tra i giunti dei frammenti prima del collante con funzioni di "superficie di sacrificio", cioè da sistema in grado di limitare un'eccessiva penetrazione dell'adesivo nel materiale.

2007), confirming the not uniform firing condition of the ceramic product. Many of the recovered pieces showed crossed decorative motifs typical for this kind of pottery; these varied depending on whether they were etched near the edge, the handles or the bottom. They were likely imprinted with a matting or a sweeper. A 'primer' was initially used in the gluing phase (Fig. 7), to be spread before the glue over the fragments so as to limit excessive penetration of the glue into the material. We selected a fluorinated elastomer dissolved in acetone; as for the glue, several preliminary tests found that polyvinyl acetate in alcohol was adequate for our case study. It should be emphasized that all the products used are reversible, have an appropriate plasticity coefficient and require no solvents that may damage the artefact.

Simultaneously to the gluing phase, we proceeded restoring the pieces with a stucco made mixing the commercial stucco Polyfilla, in a 1:2 pigment /stucco ratio proportion, and gypsum, in order to create the junctions between the various fragments and give greater strength to the artefacts as a whole. A neutral colour stucco was chosen so as not to visually overwhelm the observer, because of the different shades of the fragments.

The drawing of the artefact was done to conclude the analysis and the restoration work involving the gluing of the recomposed fragments.

È stato scelto un elastomero fluorurato diluito in acetone, mentre come collante diversi test di prova preliminari hanno appurato che l'acetato di polivinile in alcol rispondeva in maniera adeguata al caso in studio. È importante specificare che tutti i prodotti utilizzati sono reversibili, dotati di un adeguato coefficiente di plasticità e privi di particolari solventi che potrebbero danneggiare il manufatto.

Contemporaneamente alla fase di incollaggio si è proceduto con integrazioni a base di uno stucco commerciale (Polyfilla) e pigmento in proporzione 1:2, necessario per creare delle congiunzioni tra i vari frammenti e dare maggiore solidità al manufatto, il tutto in miscela con del gesso. Si è ritenuto corretto scegliere una colorazione neutra dello stucco, viste le diverse tonalità che presentavano i frammenti, in modo da non creare un eccessivo disturbo ottico per l'osservatore.

A conclusione del lavoro di analisi e restauro con la ricomposizione e l'incollaggio dei frammenti è stato eseguito il disegno del manufatto.

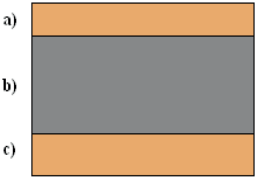
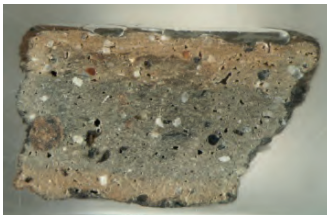

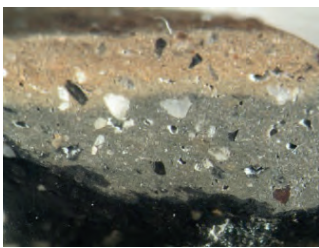
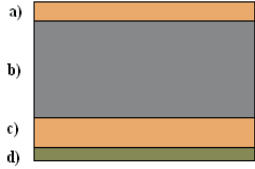

Campione	Schema	Descrizione	Campioni reali
C4		<p>a-Strato rossastro, irregolare, compatto, con una distribuzione abbastanza omogenea degli inclusi.</p> <p>b-Strato grigio scuro irregolare, caratterizzato da un impasto disomogeneo con inclusi di dimensioni diverse di colore bianco, nero, grigio, marrone.</p> <p>c-Strato rossastro, compatto, con sporadici inclusi.</p>	
C5		<p>a-Strato rossastro, irregolare, compatto con caratteristiche morfologiche analoghe allo strato a del campione C4. Gli inclusi dello strato a sono parzialmente inglobati nello strato b.</p> <p>b-Strato grigio scuro analogo allo strato b del campione C4.</p>	
F3		<p>a-Strato sottile di colore rossastro di finitura superficiale, con sporadici inclusi.</p> <p>b-Strato grigio scuro analogo allo strato b del campione C4 e del campione C5.</p> <p>c-Strato rossastro, irregolare caratterizzato da inclusi di diverso colore (bianco, nero, grigio).</p> <p>d-Strato marrone - grigio di fondo, irregolare e caratterizzato da "grani" di colore grigio, nero e marrone, di diverse dimensioni distribuiti in modo abbastanza omogeneo. Si nota come essi siano parzialmente integrati nell'impasto dello strato c. Si tratta della cosiddetta "sabbatura" del fondo del catino-coperchio.</p>	

Fig. 1 - Analisi stratigrafica dei campioni C4, C5 e F3. È mostrato lo schema della stratigrafia e la descrizione degli strati con esempi dei campioni reali considerati. È necessario specificare che, in questo caso, il termine "strato" risulta improprio in quanto si tratta dello stesso impasto che assume colorazioni diverse a causa della cottura cosiddetta a "sandwich" del catino coperchio. Viene usato quindi solo per rendere più comprensibile la lettura delle sezioni trasversali (A. Remotto)

Campione / Vzorec / Sample		Calcite	Quartz	Silicates	Clays
C1	Corpo ceramico / Telo posode / Ceramic Body	few	x	x	x
C2	Corpo ceramico / Telo posode / Ceramic Body	few	x	x	x
F2	Fondo interno / dno posode / Inner bottom part	few	-	x	x
	Fondo esterno / izven posode Bottom part, outer layer	few	x	x	x
F3	Fondo interno / dno posode / Inner bottom part	few	-	x	x
	Fondo esterno / izven posode / Bottom part, outer layer	few	x	x	x

Fig. 2 - Risultati ottenuti per i campioni analizzati attraverso la spettroscopia FT-IR. È mostrata la presenza delle sostanze inorganiche presenti (A. Remotto)

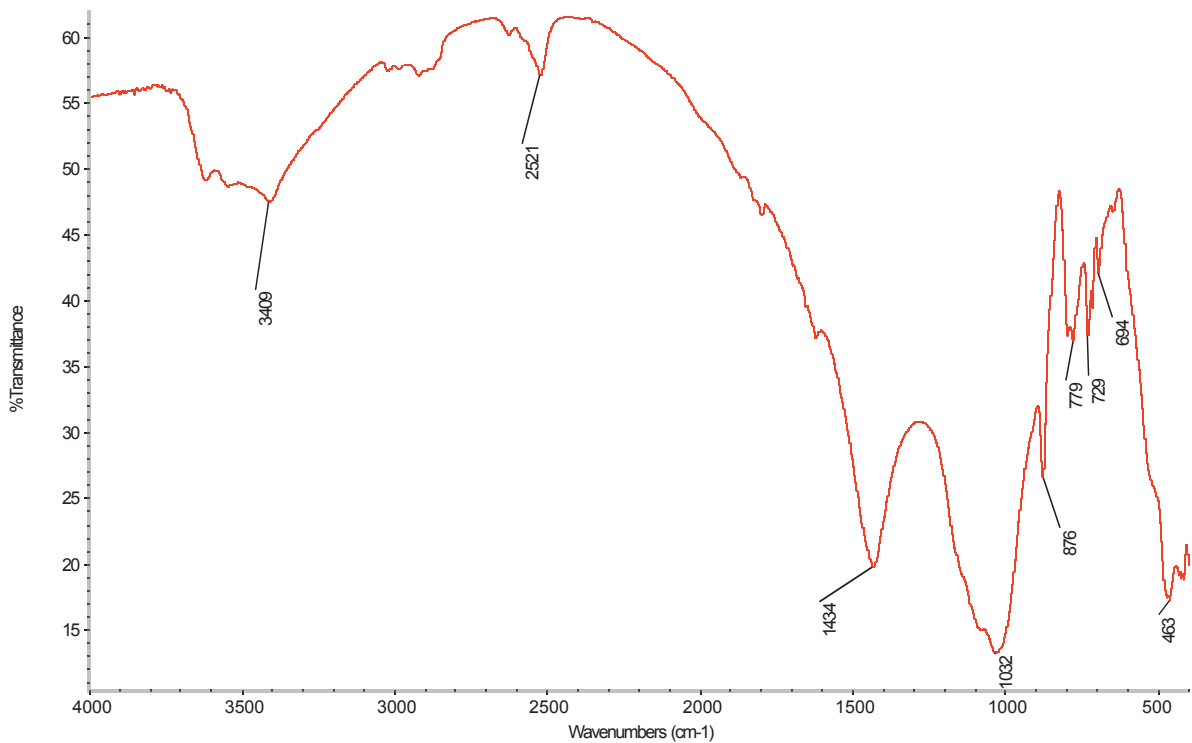
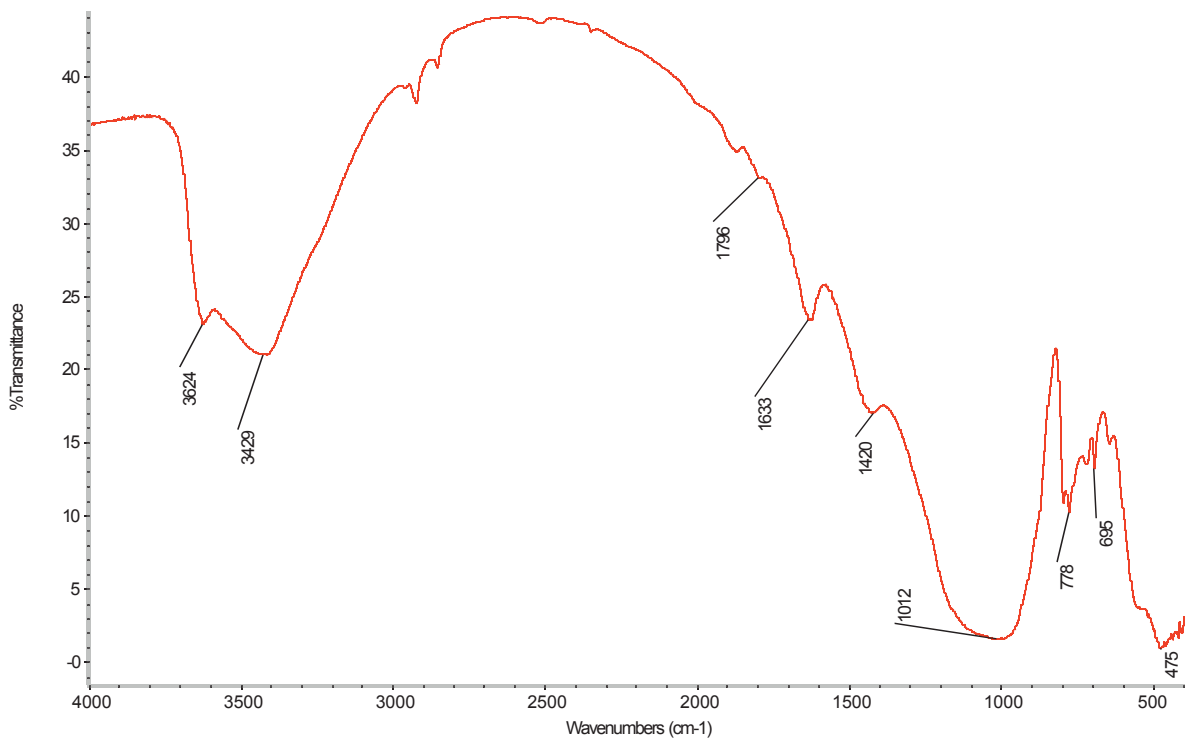


Fig. 3 - Spettri FT-IR relativi ai campioni C1 (in alto) e F2 (in basso) con i picchi di assorbimento delle varie sostanze presenti. Sono visibili i picchi relativi all'assorbimento del quarzo confermando una forte presenza silicatica sul fondo esterno dovuta alla cosiddetta "sabbatura" del fondo del catino (A. Remotto)

Campione / Vzorec /Sample		(C %) Abundance of the chemical elements												
		Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Zn	Cr	Pb	P	Cl
C4	Ceramic Body	15,2	34,0	8,31	2,83	1,30	0,23	18,1	0,12	0,077	-	-	-	-
O5	Rim	15,7	33,8	7,82	5,58	1,26	0,18	20,0	0,14	0,082	0,05	-	-	-
F1	Inner bottom	21,5	42,9	6,92	4,26	1,00	0,18	16,9	0,081	0,06	-	-	-	-
F2	Inner bottom	3,6	13,4	6,92	34,9	1,8	0,18	23,9	-	-	0,05	-	0,2	-
	Bottom outer layer	8,5	24,2	4,71	35,0	0,81	0,22	14,8	-	-	-	0,6	1,2	1,4

Fig. 4 - Risultati ottenuti per i campioni analizzati attraverso la spettrofotometria XRF. Sono elencati gli elementi chimici individuati nei campioni analizzati e le rispettive abbondanze relative (A. Remotto)

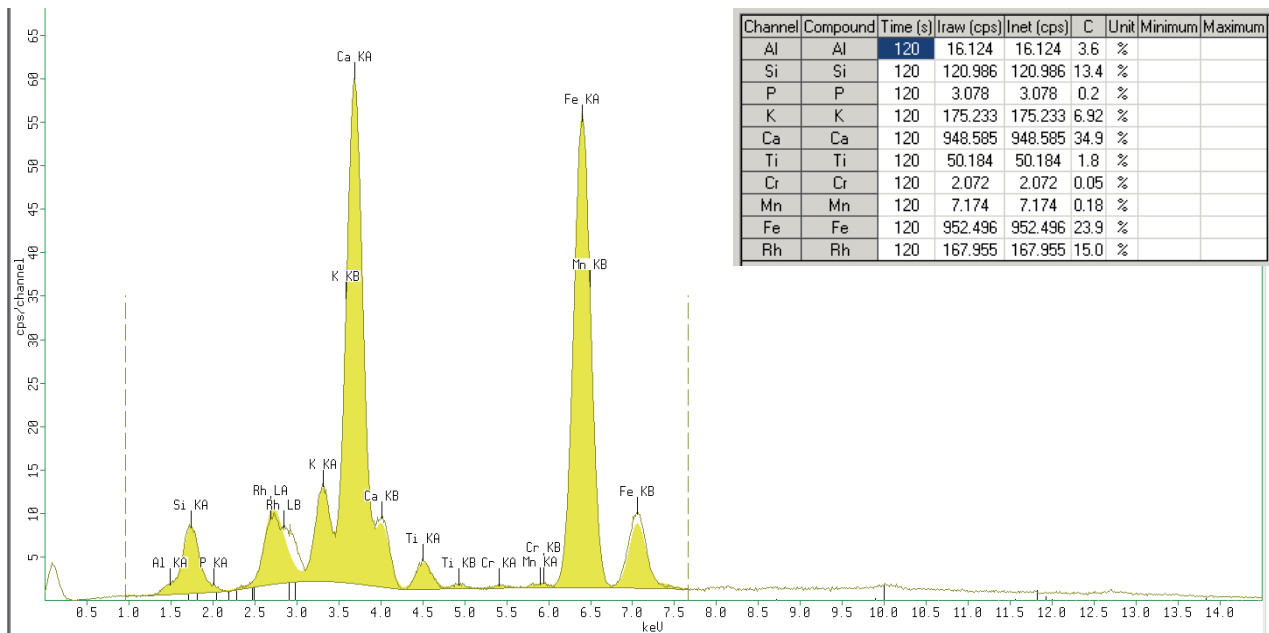


Fig. 5 - Spettro XRF relativo al campione F2 in cui sono visibili i picchi degli elementi chimici presenti nel campione e le loro abbondanze relative (A. Remotto)

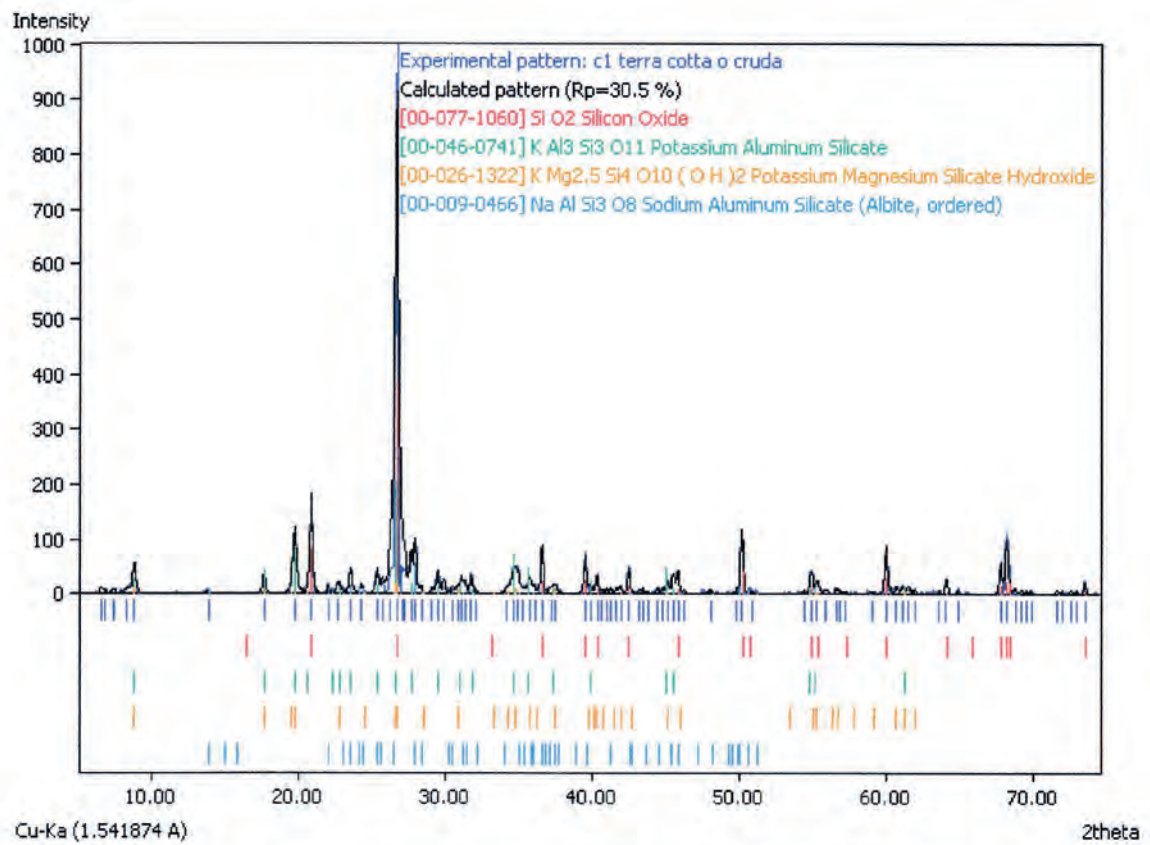


Fig. 6 - Spettro XRD del campione C1 (A. Remotto)



Fig. 7 - Restauro del catino coperchio, fase di incollaggio e integrazione dei pezzi (A. Remotto)



6

Oltre lo scavo

Onstran digging

Beyond the digging

6.1 COMUNICARE LO SCAVO, COMUNICARE LA RICERCA: UN'IDEA DI PARCO ARCHEOLOGICO POSSIBILE

La letteratura specialistica, sia storica che archeologica, relativa a Torcello e alla laguna veneziana è davvero sterminata. Numerosi sono gli scavi e gli interventi archeologici effettuati anche se non tutti sono pubblicati: molti di essi hanno trovato spazio e trattazione in riviste specialistiche, in libri di divulgazione, in opere di sintesi. I risultati raggiunti negli ultimi anni, anche se con ovvie differenze di qualità tra i diversi lavori eseguiti, sono dunque accessibili, almeno virtualmente, a molti. Incontri, conferenze stampa e “aperture” al pubblico di scavi archeologici stanno diventando appuntamenti sempre più frequenti nell’agenda delle soprintendenze e degli istituti di tutela e ricerca.

Nonostante ciò, le tematiche riguardanti la storia e l’archeologia torcellane e veneziane sembrano chiedere ancora uno sforzo da parte di archeologi e specialisti affinché siano maggiormente condivise. Oggi i risultati delle ricerche sono noti, per lo più, ad un gruppo ristretto di professionisti e appassionati: in linea generale non si è ancora riusciti a raggiungere quel “pubblico più vasto” che, ancora oggi, percepisce le operazioni di ricerca come attività elitarie, difficili da comprendere e con scarse ricadute positive sul territorio. È questo uno dei dati emersi

6.1 POSREDOVANJE PODATKOV O IZKOPAVANJIH IN RAZISKAVAH: ZAMISEL O MOREBITNEM BODOČEM ARHEOLOŠKEM PARKU

Strokovna literatura na področju zgodovine in arheologije Torcella in Beneške lagune je izjemno obsežna. Čeprav številna poročila o izkopavanjih in arheoloških posegih niso bila objavljena, pa so nekatera med njimi le našla svoj prostor za razpravo v strokovnih revijah, poljudni literaturi in povzetkih. Doseženi rezultati v zadnjih letih, ki se seveda med seboj precej razlikujejo po kakovosti opravljenih posegov, so torej vsaj virtualno na voljo širši javnosti. Srečanja, tiskovne konference in »dnevi odprtih vrat« na arheoloških najdiščih postajajo vse pogostejši na seznamu dogodkov, ki jih organizirajo zavodi za spomeniško varstvo ter raziskovalne ustanove.

Kljub temu pa ostajajo odprta številna vprašanja v zvezi z zgodovino in arheologijo Torcella in Beneške lagune. Potrebno bo še veliko truda s strani arheologov in strokovnjakov, da odgovorov nanje ne bi iskali le maloštevilni strokovni delavci in ljubitelji, pač pa bi jih približali tudi širšemu krogu javnosti. Slednje žal do sedaj še ni uspelo vključiti in zato se še danes dojema raziskovalno delo kot elitno dejavnost, ki je na trenutke težko razumljiva in nima posebnega vpliva na okolico. To je eden od podatkov, ki so izstopali v zadnji fazi projekta Torcel-

6.1 COMMUNICATING THE EXCAVATION, COMMUNICATING RESEARCH: THE IDEA OF A SUSTAINABLE ARCHAEOLOGICAL PARK

Literature on Torcello and the Venetian lagoon, both historical and archaeological, is vast. Numerous excavations and archaeological campaigns have been performed, and even though not all have been published, many of them have been included and discussed in specialist journals, books and summary works. The results achieved in recent years are accessible to many, at least virtually, although there is an obvious difference in quality among the different studies. Meetings, press conferences, and public ‘openings’ of the archaeological sites are becoming increasingly frequent events in the diary of the archaeology authorities as well as institutes of protection and research.

Despite this, the issues concerning the history and archaeology of Torcello and Venice specifically still require a concerted effort on the part of archaeologists, for wider dissemination beyond small groups of professionals and enthusiasts. It should be noted that, related information has generally not yet been made available to a ‘wider audience’ who, even today, perceive the research operations as an elitist activity, at times difficult to understand and with few positive impacts on the area. This issue emerged during the last phase of the Torcello 2012 project. In one survey, carried out in collaboration with the Veneto Region, visitors were asked to assess their level of satisfaction with regards to its opening to the public (<http://www.regione.veneto.it/web/cultura/sharedculture-news>). A number (can you give proper figures?) indicated that the excavations and other activities of this type should always be open and visible; others asked for the results to be communicated in

con chiarezza durante l'ultima fase del progetto Torcello 2012: in un sondaggio, effettuato in collaborazione con la Regione del Veneto, proposto ai visitatori per valutare il livello di gradimento delle attività di apertura al pubblico (<http://www.regione.veneto.it/web/cultura/sharedculture-news>), molti tra gli intervistati hanno lasciato commenti con specifiche richieste affinché scavi e attività archeologiche siano sempre aperti e visibili; altri hanno chiesto la mediazione dei risultati attraverso un linguaggio più chiaro, e comprensibile; molti, infine, hanno sottolineato, l'importanza dell'esperienza dal vivo effettuata durante la visita allo scavo come necessaria per comprenderne non solo i contenuti storici, ma anche le modalità di studio. In altre parole, c'è da parte della cittadinanza un interesse vivo e reale a partecipare attivamente alle scelte di valorizzazione del patrimonio archeologico (Fig. 1,2,3).

Torcello, lo si è detto più volte, possiede una ricchezza archeologica non comune che il visitatore medio/non specialista difficilmente è in grado di cogliere (CALAON 2013a; ID 2013b). La visita al Museo Archeologico provinciale non è sufficiente. Le sale sono ricche di reperti prestigiosi, ma l'impostazione museale non riesce a raccontare la storia degli uomini e delle donne che hanno abitato l'isola. Il museo discende da un'impostazione ottocentesca e, pur rappresentando un punto di riferimento importante per la storia della Laguna, rimane ancora di difficile lettura. I visitatori, poi, sono – ovviamente - attratti dalla Basilica di Santa Maria Assunta, che con la sua ricca decorazione musiva e architettonica, tende a catalizzare l'attenzione. Pochi sono coloro che, a visita conclusa, sono stati sollecitati a riflettere su come sia stato possibile erigere in passato un monumento così imponente e come le antiche genti di Torcello abbiano potuto reperire gli ingenti fondi necessari per la

lo 2012: in un questionario, preparato in collaborazione con il Comune di Venezia e in un apposito sito web (<http://www.regione.veneto.it/web/cultura/sharedculture-news>) so- številni odgovorili v tem smislu. Nekateri so predlagali, da naj bi bila izkopavanja in tovrstne dejavnosti vedno odprta javnosti in pregledna, želja drugih je, da bi se izsledki raziskav posredovali v enostavnejši in bolj razumljivi obliki; mnogi so poudarili pomen izkušnje v živo, pridobljene med obiskom na najdišču, kot nujen korak do razumevanja zgodovinske vsebine pa tudi načina preučevanja. Drugače povedano kaže javnost živ in konkreten interes za aktivno sodelovanje pri odločitvah, ki se nanašajo na ovrednotenje arheološke dediščine (Sl. 1 -3).

Večkrat smo že poudarili, da razpolaga Torcello z izjemnim arheološkim bogastvom (CALAON 2013a; ID 2013b). Vendar pa njegovi obiskovalci o tem ne dobijo prave podobe. Sam obisk pokrajinskega muzeja ni dovolj. V njegovih prostorih so sicer razstavljeni dragoceni eksponati, vendar skozi ureditev muzejskih zbirk ni mogoče razbrati zgodbe ljudi, ki so tu živeli. Zasnova muzeja namreč izhaja iz 19. stoletja in, čeprav predstavlja pomembno pričevanje o zgodovini lagune, ostaja še vedno težko razumljiva. Obiskovalce seveda pritegne tudi bazilika sv. Marijinega Vnebovzvetja, ki s svojimi bogatimi mozaiki in arhitekturnimi elementi preusmerja pozornost obiskovalcev od arheološke zgodovine otoka. Le maloštevilni lahko po ogledu odgovorijo na vprašanja, kot so: le kako je bilo mogoče v preteklosti postaviti tako mogočen spomenik? Pa še: kako je prišlo do tolikšnega blagostanja ljudi in virov, ki so vložili večji del svojih dobičkov v gradnjo enega izmed najpomembnejših zahodnih srednjeveških cerkvenih spomenikov? Eden izmed ciljev projekta *Shared Culture* je bil preveriti,

a clear, simpler, and more accessible language; and many underlined the importance of an active excavation, performed during site visits, as necessary for understanding the study methods, not only the historic contents. In other words, the layman is interested in actively participating in the promotion of our archaeological heritage (Fig. 1- 3).

Torcello, as already mentioned, has a wealth of idiosyncratic archaeology that lends itself well to public engagement (CALAON 2013a; ID 2013b). However, a person visiting Torcello may not have the right perception of it. A visit to the Provincial Museum is not enough. The rooms are full of valuable findings, but a museum cannot tell the story of the men and women who lived on the island. The museum derives from a nineteenth century arrangement and, whilst being an important reference point for lagoon history, remains difficult to read. Obviously, visitors are attracted to the Basilica of Santa Maria Assunta, whose rich mosaic decoration and architecture tends to overshadow and distract from the archaeological history of the island. Not many visitors are able to return from their visit and answer questions such as the following: how was such a monument erected at the time of its construction? How were the necessary resources gathered? How were artisans trained? Who made the substantial financial investment needed to build one of the most important ecclesial monuments in the medieval West? One of the objectives of the *Shared Culture* project was to verify which methods could be applied and which activities could be planned for effective communication and public involvement in the excavation. The question that was asked (obviously this was not a new issue, but the re-implementation of reflections that the protection institutions have posed for many years) is the following: is it feasible to have an 'archaeological park' in Torcello (and possibly in the lagoon)?

costruzione di uno degli edifici ecclesiastici più importanti dell'occidente medievale.

Uno degli obiettivi del progetto *Shared Culture* era di verificare quali metodologie potessero essere applicate e quali attività potessero essere progettate per una fattiva comunicazione delle tematiche storiche per maggiore coinvolgimento del pubblico nello scavo. Non si tratta di un nuovo problema, ma della ri-attualizzazione di riflessioni che le istituzioni di tutela si pongono oramai da molti anni. La questione è la seguente: è fattibile un "parco archeologico" a Torcello (ed eventualmente in laguna)?

6.1.1 Un parco archeologico a Torcello?

I visitatori, lasciando lo scavo dopo la visita, spesso hanno chiesto cosa ne sarebbe stato delle strutture archeologiche messe in luce dopo la fine dello scavo. La curiosità circa il destino di un'area archeologica appena indagata è più che legittima. Il visitatore si chiede se sia possibile trasformare lo scavo in un'area archeologica visitabile, di tipo permanente. Significa verificare se sia possibile tenere aperte le trincee di scavo, in modo da mostrare al pubblico, attraverso gli oggetti in esse contenuti, i significati relativi alle ricerche sull'abitato di Torcello.

Le operazioni di scavo hanno dimostrato che un parco archeologico di tipo tradizionale, con una serie di elementi antichi (muri, pavimenti etc.) restaurati e visibili/vistabili in permanenza dal pubblico, non è possibile. I motivi dell'inattuabilità sono molti, ma i principali sono i seguenti:

- eccessiva profondità delle strutture antiche rispetto ai livelli medi di marea: ciò impedisce la fruizione e/o conservazione all'aperto senza che si intervenga in maniera invasiva con un controllo locale dei livelli di marea attraverso sistemi di pompe, in servizio 24

katere metode bi lahko uporabili in kakšne dejavnosti bi lahko načrtovali za učinkovito obveščanje in vključevanje javnosti pri izkopavanjih. Vprašanje, ki smo si ga zastavili (seveda ne gre za odpiranje novih problemov, temveč za ponovne razmisleke, ki si jih institucije že mnogo let postavljajo) je naslednje: ali je "arheološki park" na Torcellu ali morda v laguni izvedljiv?

6.1.1 Arheološki park v Torcellu?

Po obisku izkopavanj je obiskovalce pogosto zanimalo, kaj se bo zgodilo z arheološkimi strukturami po zaključku izkopavanj. Gre za povsem upravičeno vprašanje o usodi pravkar raziskanega arheološkega najdbišča. Vprašati se namreč moramo, ali je mogoče prilagoditi najdišče tako, da se lahko spremeni v stalno, javnosti odprto arheološko območje. Preveriti je torej treba, ali je mogoče ohraniti odprta izkopavanja tako, da bi lahko s pomočjo predmetov v njem prenašali sporočilo o pomenu arheoloških raziskav v naselbini Torcello.

Izkopavanja so pokazala, da arheološki park tradicionalnega tipa, torej tak, kjer so starodavni obnovljeni elementi (zidovi, tla, ipd.) stalno vidni / dostopni javnosti, ni mogoč. Razlogov za to je več, najpomembnejši pa so naslednji:

- prevelika globina starodavnih struktur v primerjavi s povprečno morsko gladino plimovanja: uporaba in/ali vzdrževanje struktur na odprtem ni mogoča brez invazivnih ukrepov lokalne zaščite najdišča pred plimovanjem s pomočjo črpalk, ki bi morale delovati neprekinjeno, če bi želeli ohraniti območje suho;
- visoki stroški vzdrževanja. Stroški so vezani na prisotnost vode (ki bi jo bilo treba nenehno odstranjevati) in na potrebo po stalnem čiščenju slojev gline in mulja, saj jih zaradi njihove rodovitne sestave običajno hitro prerastejo alge, plesni in rastlinje;

6.1.1 An archaeological park in Torcello?

Upon leaving the excavation, visitors often asked what would happen to the archaeological structures after the excavation ended? A question about the fate of an archaeological area just excavated is more than legitimate. One wonders whether it would be possible to transform the excavation site into a permanent archaeological area that can be visited by the public. It would mean verifying whether it would be possible to keep the excavation trenches open, and convey to the public through the objects contained in them the significance of the research in the town of Torcello.

The excavations have demonstrated that a traditional archaeological park, with a series of ancient elements (walls, flooring, etc.) restored and permanently accessible by the public is not feasible. There are multiple reasons for this, but in the main:

- The excessive depth of the ancient structures compared to the average sea level: this prevents outdoor use and/or conservation without an invasive action being taken with local control of sea levels through a pump system, in service 24 hours a day, with the aim of keeping the area dry;
- High management costs. The costs are connected to the presence of water (which would have to be removed) and the need to keep the clay and silt levels clean, which tend to quickly get covered in algae mould and plants;
- Invasiveness of containment structures: to make the draining of the excavation sites possible, a system consolidating the sections would be required (with brick walls or the insertion of vertical structures in insulating materials), which would result in a costly operation with a large negative ecological and visual impact.

- ore su 24, con il fine di mantenere all'asciutto l'area;
- costi elevati di gestione. I costi sono legati alla presenza dell'acqua (che va eliminata) e alla necessità di mantenere puliti i piani di argilla e di limo, che tendono a coprirsi velocemente di alghe, muffe e vegetali;
- invasività delle strutture di contenimento: per rendere possibile la messa all'asciutto degli scavi si renderebbe necessario un sistema di consolidamento delle sezioni (con pareti in muratura o con l'inserzione di strutture verticali in materiali isolanti) che risulterebbe costose e di forte impatto ecologico e visivo;
- invasività (e elevati costi di realizzazione) di eventuali strutture per la copertura;
- eccessiva fragilità delle strutture antiche: si tratta in massima parte di resti di costruzioni legate con poca malta o argilla, composte solo da pochi laterizi di riutilizzo e caratterizzate da un'edilizia in materiale deperibile, come il legno. Quando il legno si è conservato, e non è possibile mantenerlo con il giusto grado di umidità, si sgretola. Se non si è conservato, rimangono solo i fori delle buche di palo che costituiscono gli angoli delle case e degli edifici. Le buche di palo sono molto fragili, le loro pareti tendono a crollare poco dopo lo scavo;
- le strutture scavate non sono di immediata e facile lettura. Anche un archeologo esperto, se non è guidato, difficilmente riesce a colpo d'occhio ad interpretare ciò che vede di fronte a sé. L'aspetto multiperiodale del sito, le tecniche costruttive utilizzate, la complessità e la densità demografica, fanno sì che le strutture si conservino *in situ* tagliate da interventi antichi e, spesso, solo per brevi tratti. Considerevoli, inoltre, sono state le attività di spoglio praticate in antico sulle strutture più monumentali;
- invazivnost varovalnih struktur: za izsušitev območja bi bilo treba zagotoviti sistem utrjevanja določenih predelov (zidovi iz opeke ali navpične pregrade iz izolacijskega materiala); tovrsten poseg bi bil zelo drag, poleg tega pa bi predstavljal moteč okoljski in vizualni element;
- invazivnost (in visoki stroški izvedbe) morebitnih struktur za pokritje najdišča;
- prevelika krhkost antičnih struktur: gre za ostanke stavb, spojene z majhno količino malte ali gline, ki jih sestavljajo le maloštevilne ponovno uporabljene opeke, veliko pa je neobstojnega gradbenega materiala, kot je na primer les. Ohranjene strukture iz lesa bi na suhem zraku propadle. Če pa se les ni ohranil, ostajajo na mestu, kjer so nekoč stali navpični nosilci vogalov hiš in poslopij, le luknje. Te so zelo krhke, saj se stene med njimi kmalu po izkopu ponavadi porušijo;
- izkopane strukture niso enostavno razberljive: še izkušen arheolog težko na prvi pogled oceni in razume to, kar ima pred sabo. Zaradi večplastnosti zgodovinskih obdobj najdišča, različnih tehnik gradnje, razčlenjenosti in gostote prebivalstva so strukture na najdišču na več mestih prekinjene in pogosto prepoznavne samo v zelo kratkih odsekih. Poleg tega pa ne gre zanemariti dejstva, da so najpomembnejše strukture v preteklosti tudi oplenili in z njih odstranili številne elemente;
- težave z vidika varnosti: Višje ležeči sloji (globine do dveh metrov) so sestavljeni iz slabo kompaktnega mulja in ilovice in torej niso dovolj utrjeni. Če bi želeli zagotoviti stalen dostop obiskovalcev do najdišča, bi bilo treba vložiti mnogo denarja za vzpostavitev varnosti.

Analiza je torej pokazala, da lahko samo prekritje celot-

- Invasiveness (high construction costs) of any covering structures;
- Excessive fragility of the ancient structures: they are remains of a construction held together with a small quantity of mortar or clay, composed of only a few re-used bricks and characterised by the large use of perishable materials, such as wood. The wood that has preserved over time cannot be kept humid, since it would be destroyed. If it has not preserved, only the post-holes for the poles remain, relative to the vertical elements that make up the corners of the houses and buildings. The pole holes are very fragile and their walls tend to collapse shortly after excavation;
- The excavated structures cannot be immediately or easily interpreted: even an archaeological expert, if not guided, finds it difficult to interpret the features. The multi-period character of the site, the construction techniques used and its demographic complexity and density mean that the structures preserved *in situ* have been re-cut by ancient activities. Furthermore, considerable stripping activities were practiced on the more monumental structures in the past;
- Safety issues: the high sections (up to two metres deep), with loose clay-silt soil are not stable. Making the site permanently accessible would require considerable expenditure to secure accessibility.

In the final analysis, only covering the whole site with soil from the excavation itself ensures the preservation of the archaeological basins not yet excavated. Therefore, despite the fact that we could be in front of excavations of a certain quality and great interest due to their cultural significance, these areas are destined to be re-buried.

Closing the excavations therefore runs the risk of them becoming invisible.

- problemi legati alla sicurezza. Le sezioni piuttosto alte (con dislivelli fino a due metri), in aree con terreni limo-argillosi poco compatti, sono poco solide. Per rendere il sito accessibile alle visite in modo permanente, occorrerebbero ingenti spese per la messa in sicurezza degli accessi.

In ultima analisi solo il re-interramento del sito, col terreno stesso di scavo, garantisce la conservazione dei bacini archeologici non scavati. Nonostante, dunque, si sia di fronte a scavi di un certo livello qualitativo e di grande interesse per il loro significato culturale, queste aree sono destinate ad essere ricoperte.

Scavi chiusi che corrono il rischio di diventare invisibili. Si è riflettuto anche sull'opportunità di installare pannelli e segnaletica in loco, sopra gli scavi chiusi, che rendono memoria del lavoro fatto. Tali indicazioni, però appaiono obsolete dal punto di vista tecnologico, e sono legate ad una durata limitata nel tempo (un pannello rovinato dalla pioggia e dal sole non valorizza il sito). Tendono a veicolare inoltre, un senso di "non partecipazione" e di distanza: collocano lo scavo in un tempo remoto, e lo tolgono dall'attualità.

6.1.2 Dalla ricerca alla comunicazione, un parco archeologico possibile

Torcello, pur se ricchissima sotto il profilo archeologico, non riuscirebbe, dunque, ad utilizzare la risorsa archeologica in maniera economicamente vantaggiosa, proprio perché non è possibile musealizzare in modo tradizionale le aree archeologiche.

Nonostante tutti questi elementi negativi, l'esperienza dello scavo di Torcello 2012, ha mostrato che è comunque possibile trasformare il sito in una sorta di "parco", anche se di un tipo completamente diverso. Un parco

nega najdišča z uporabo zemlje iz območja samih izkopavanj zagotovi ohranjanje arheoloških območij, ki še niso bila izkopana. Čeprav gre tu za visokokakovostna in kulturno nedvomno zelo zanimiva izkopavanja, bo treba območja ponovno pokriti z zemljo.

Gre torej za izkopavanja, ki tvegajo, da postanejo popolnoma nevidna.

Lahko bi razmišljali o možnosti namestitve tabel in oznak na mestu pokritih izkopov, ki bi opozarjale na opravljeno delo. Iz tehnološkega vidika pa so tovrstne oznake zastarele, saj so omejene na določen čas trajanja (tabla, ki sta jo uničila dež ali sonce, najdišča gotovo ne ovrednoti). Poleg tega pa dajejo vtis o »nesodelovanju« in odmiku od opazovalca: najdbo namreč postavijo v daljno preteklost in ji odvzamejo njen aktualni pomen.

6.1.2 Od raziskave do seznanjanja z izsledki, možnost arheološkega parka

Kljub svoji bogati arheološki dediščini Torcellu še ni uspelo uspešno »iztržiti« svojega arheološkega kapitala, saj ga ni mogoče predstaviti na klasičen muzejski način. Kljub vsem tem neugodnim dejstvom pa izkušnje iz izkopavanj na Torcellu iz leta 2012 kažejo, da se najdišče vsekakor lahko spremeni v svojevrsten "park", četudi povsem drugačnega tipa - arheološki park, ki bi bil izvedljiv in trajnosten (predvsem z vidika ohranjanja arheoloških struktur); park, ki bi ga lahko opredelili kot "park s pripovedjo".

Izkopavanja na Torcellu iz leta 2012 v okviru projekta Shared Culture so potekala v znamenju stalnega dostopa javnosti, saj so se organizirali vodeni ogledi in dnevi odprtih vrat. Ob ograji delovišča je bila postavljena svojevrstna informativna razstava. Na velikih tablah so bila v petih jezikih (italijanski, slovenski, angleški, francoski in nemški) prikazana dela, razlog zanje in ci-

It may be considered suitable to install panels and signs on the site, above the closed excavations, which would remind people of the work carried out. Such indications, however, seem obsolete from a technological point of view and would be temporary (a panel ruined by the rain and sun does not enhance the site). In addition, they convey a sense of 'non-participation' and distance: they place the excavation in a remote time and remove it from the present.

6.1.2 From research to communication, a possible archaeological park

Torcello, an island full of archaeology, is not yet able to use its archaeological resources in an economically advantageous manner, also because its archaeological areas cannot be displayed in a museum in the traditional way.

Despite all these negative elements, the experience of the Torcello 2012 excavation has shown that it is possible to transform the site into a type of 'park', albeit of a completely different iteration. An archaeological park that can be defined as feasible and sustainable (especially with regards to preserving the archaeological structures): a park that could be defined as a "visual and open-air narrative park".

The Shared Culture project was constantly open to the public whilst excavations were being conducted: guided visits and access to the site were organised. Information was disseminated via large panels in four additional languages (Slovenian, English, French, and German), placed along the fencing and conveying the reasons for carrying out the excavation and its objectives. The excavation fencing, whilst being in compliance with all the safety regulations, was completely transparent: all the visitors were able to observe the excavation day after

archeologico “sostenibile”, soprattutto nei confronti della conservazione delle strutture archeologiche. Si tratta di un parco che potremmo definire “parco narrato”.

Lo scavo di Torcello 2012 - Shared Culture è stato condotto con una costante apertura al pubblico: sono stati organizzati più interventi di visite guidate e di accesso al sito. Una sorta di mostra informativa, svolta su grandi pannelli, in 4 lingue straniere (oltre che in l'italiano, in sloveno, inglese, francese e tedesco), trovava posto lungo la recinzione e raccontava i motivi dell'esecuzione dello scavo stesso e i suoi obiettivi. La recinzione dello scavo, pur assolvendo a tutte le norme di sicurezza, era completamente trasparente: tutti i visitatori potevano osservare lo scavo giorno per giorno. Nonostante lo scavo si sia svolto nella stagione invernale, la risposta dei cittadini e dei turisti è stata davvero entusiasmante. Nei giorni di apertura al pubblico si sono raggiunti anche 400-500 visitatori, a fronte di una pubblicità dell'evento non particolarmente martellante.

L'esperimento ha dimostrato che la possibilità di conoscere e visitare uno scavo dal vivo nel momento della sua realizzazione (nel momento in cui il sito è pervaso da quello che gli ospiti stessi hanno definito nei commenti come “magia dello scavo”) pare essere una forte necessità del visitatore contemporaneo. La visita alle operazioni di scavo e alle attività preliminari di laboratorio (pulitura, siglatura, ricomposizione dei reperti archeologici) rappresenta un momento di comunicazione culturale unica. Costituisce una reale possibilità di coinvolgimento per la condivisione delle politiche per la conservazione e la condivisione del patrimonio archeologico sotterraneo.

Un aspetto intrigante emerso durante le visite del 2012-2013 è stato l'interesse per il “passato” dell'isola in quanto tale e non per la sua “antichità”. L'elemento

l'zi izkopavanj. Ograja ob najdišču je bila postavljena v skladu z vsemi varnostnimi predpisi, a popolnoma transparentna, kar pomeni, da so si dan za dnem lahko vsi obiskovalci ogledali dela na njem. Čeprav so izkopavanja izvajali pozimi, si jih je ogledalo presenetljivo število lokalnih prebivalcev in turistov. V dnevih odprtih vrat si je najdišče ogledalo kar od 400 do 500 obiskovalcev, čeprav dogodka niso posebej aktivno oglaševali.

Poskus je pokazal, da sodobni obiskovalec želi dobiti priložnost ogleda najdišča med samimi izkopavanji (torej v trenutku, ko na najdišču vlada vzdušje, ki so ga obiskovalci opisali kot »čarobnost izkopavanj«). Mnenja smo, da predstavlja ogled arheoloških izkopavanj in priprav na delo v arheološki delavnici (čiščenje, označevanje, sestavljanje posameznih delcev arheoloških najdb) pomemben in edinstven trenutek kulturne in arheološke izmenjave. Gre za oprijemljivo sodelovanje v skupnih politikah za ohranjanje pokopane arheološke dediščine. Presenetljiv vidik ogledov je bil interes, ki so ga obiskovalci pokazali za »preteklost« otoka kot takega in ne samo za njegovo »starodavnost«. Širše javnosti ne zanima izključno arheološki pristop, pri katerem arheolog ugotavlja pripadnost najdbe določenemu zgodovinskemu obdobju in njena kronološka umestitev. Ni toliko pomembno, koliko je določena stavba stara oziroma starinska; bolj gre za možnost “sodelovanja”, ki jo z razlago te stavbe mogoče posredovati obiskovalcu (DARVILL 2004, 411).

Pri zbiranju podatkov iz vprašalnikov so v svojih komentarjih udeleženci poudarili pomen »pripovedi«: informacije o nastanku in poteku del na najdišču bi želeli dobiti od samih protagonistov izkopavanj (arheologi in arheometri). Informacije naj ne bi potekale po posrednih kanalih: torej ne besedilo na tabli, pa tudi ne nezainteresirano ponavljanje podatkov s strani vodiča,

day. Despite the fact that the excavation was conducted during the winter, the response of Torcello's denizens and tourists was highly enthusiastic. When open to the public, the site witnessed from 400-500 visitors, even though the event was not widely publicised.

The experiment showed that the possibility of visiting and learning about an excavation whilst it is on-going (in the moment in which the site is surrounded by what visitors have called 'the magic of the excavation') seems to be a necessity in modern times. The visit to the excavation operations and the preliminary laboratory operations (cleaning, sealing, composition analysis of the archaeological findings), in our opinion, is a unique moment of cultural and archaeological communication. It involves the divulging of policies for the conservation and sharing of underground archaeological heritage.

An intriguing aspect that emerged during the visits was the interpretation of the island's 'past' as a whole, rather than its 'antiquity'. The fundamental element of the archaeological approach, or rather the distinction of areas and the definition of timelines, did not seem to be the main reason for public interest. It was not important how old a structure is; instead, the ability of 'participating' in the reading and interpretation of this structure and what it conveys to the visitor was the critical aspect (DARVILL 2004, 411).

Visitors commented on the significance of being able to seize the history of the site directly, as it was being interpreted by the archaeologists.

No intermediary: not a text written on paper, nor a series of philologically correct statements professionally repeated by a guide, but access to the excavation and the laboratory through the voice of those who are conducting it.

fondamentale dell'approccio dell'archeologo, ovvero la distinzione di epoche e la definizione di cronologie, non sembra essere il primo motivo di interesse del pubblico. Non importa quanto una struttura sia antica (o meglio "vecchia"), importa invece la capacità di "partecipazione" che nella lettura e nell'interpretazione di questa struttura si riesce a trasmettere al visitatore (DARVILL 2004, 411).

Nel sondaggio, i commenti dei visitatori hanno sottolineato l'importanza del momento del racconto, della possibilità di cogliere dalla voce dei protagonisti dello scavo - archeologi e archeometri - la storia del sito nel suo divenire, in corso di interpretazione. Ciò che si è apprezzato è l'assenza di mediazione: non un testo scritto su un cartello, né una serie di dati filologicamente corretti ripetuti professionalmente da una guida turistica, ma l'accesso allo scavo e al laboratorio tramite le voci di chi lo conduce.

6.1.3 Uno scavo partecipato

Sviluppando questo approccio, si è cercato di immaginare come potrebbe essere concepito un eventuale proseguimento del progetto.

Lo scavo dovrebbe essere condotto in funzione dell'apertura al pubblico. L'apertura e la comunicazione dei risultati dovrebbero quasi divenire lo scopo stesso delle attività. Sarebbe necessario prevedere i tempi e i modi del progetto per far sì che lo scavo diventi un'esperienza globale del visitatore. Il pubblico dovrebbe avere un dialogo diretto con i ricercatori: la visita dovrebbe essere condotta direttamente dagli archeologi, dagli archeometri e dai restauratori.

A Torcello, con le centinaia (spesso migliaia) di visitatori che ogni giorno sbarcano in isola, tali attività di apertura e visita possono essere un'occasione di entrata finan-

pač pa dostop do izkopavanj in delavnic v spremstvu tistih, ki so za njih neposredno zadolženi.

6.1.3 Sodelovanje pri izkopavanjih

Med razmišljanjem o tovrstnem pristopu smo si predstavljali, kako bi se lahko projekt nadaljeval. Izkopavanja bi morala torej potekati v znamenju dostopnosti javnosti.

Dostopnost in stalno obveščanje o dosežkih bi morala postati temeljna cilja dejavnosti. Predvideti bi bilo treba čas in načine izvajanja projekta tako, da bi zagotovili pogoje za celostno izkušnjo pri izkopavanjih, kjer bi bili obiskovalci v neposrednem stiku z raziskovalci. Obisk torej bi morali voditi archeologi, archeometri in restavratordi.

Za Torcello, ki ga vsak dan obišče na stotine (ob posebnih priložnostih pa tudi na tisoče) obiskovalcev, bi ta dejavnost pomenila konkreten finančni doprinos, pomemben tudi za sofinanciranje projekta. O finančnih vidikih, kakor tudi o možnostih pokroviteljstva bi se bilo treba pogovoriti praktično, z rednim sodelovanjem gospodarskih subjektov s sedežem na Torcellu.

Odpira se ideja o arheološkem parku brez posledic za okolje, v katerem se arheologija prikazuje med izkopavanji. Cilj tako postane ujeti in posredovati ključni in čarobni trenutek izkopavanja, ki ga poklicni archeologi večkrat zanemarjajo. Gre torej za zamisel o arheološkem načrtovanju, ki naj bi se razlikovalo od hladnega akademskega pristopa in birokratskih postopkov, pri vlaganju časa in denarja pa bi dajalo prednost posredovanju znanja in izsledkov.

Zastavilo se je seveda vprašanje, ali so arheološke najdbe izkopavanj v laguni, med katere se uvršča tudi Torcello 2012, dovolj monumentalne, da bi upravičile tovrsten dostop javnosti. A kaže, da monumentalnost ne izhaja

6.1.3 A participated excavation

By developing this approach, we have been able to imagine how the possible continuation of the project should be conceived. The excavation would be conducted in such a way as to be open to the public. Such opening and the communication of results while work is in progress would become the aim of the activity. The times and methods of the project should be planned in such a way as to build the basis for the overall experience of the visitors to the excavation, where they may have a direct dialogue with the researchers. Therefore, the archaeologists, finds specialists, and restorers should be present when visits are conducted.

In Torcello, with the hundreds (and sometimes thousands) of visitors who land on the island every day, these activities and tours could be an opportunity for financial influx, useful for co-funding the project. Furthermore, the economic and sponsorship aspects should be discussed practically, through precise collaborations with businessmen who are based in Torcello.

These ideas involve developing an archaeological park with zero impact, created by displaying the archaeology within the excavation. The objective then becomes to seize and share the essential moments of the excavation, including the more glamorous aspects, which professional archaeologists tend to shy away from. Therefore, the idea involves archaeological planning detaching itself from the coldness of academy and bureaucratic procedures, investing time and money into communication.

It has been questioned whether the archaeological structures of a lagoon excavation such as Torcello 2012 are sufficiently monumental to justify public access. However, how monumental it is does not seem to lie in the size of the archaeological object, but in the ability to place it within the context of shared value. Torcello,

ziaria, utile al co-finanziamento del progetto. Gli aspetti economici e le possibili sponsorizzazioni, dovrebbero essere discussi e condivisi in maniera pratica - con collaborazioni puntuali - con gli operatori commerciali che operano a Torcello e nell'area della Laguna nord.

Si tratta di un parco archeologico ad impatto zero, realizzato mettendo in mostra l'archeologia mentre si scava. L'obiettivo è cogliere e condividere il momento nodale dello scavo, anche nei suoi aspetti di fascino e di scoperta, oltre che di paziente e faticosa indagine. Sono aspetti che gli archeologi professionisti tendono, comprensibilmente, a rifuggire. Un parco possibile, dunque, è quello che nella sua progettazione archeologica si stacchi dalla freddezza dell'accademia e delle procedure burocratiche, e investa tempi e risorse considerevoli nella comunicazione.

Ci si è posti la domanda se le strutture archeologiche di uno scavo lagunare, come Torcello 2012, siano sufficientemente attraenti per giustificare un accesso del pubblico. Ma la monumentalità e l'attrazione non stanno esclusivamente nella solidità e nell'immediato valore estetico dell'oggetto archeologico, quanto nella capacità di collocarlo in un contesto che ne restituisca senso e valore (archeologico, storico, tecnico, umano ecc.). L'arcipelago di Torcello, isola turistica e luogo della "memoria" delle origini di Venezia, pare un contesto del tutto adeguato.

Un progetto di "parco archeologico narrato", dunque, dovrebbe impiegare nel racconto del sito le risorse economiche che normalmente sono previste per il restauro e per la realizzazione di un parco archeologico statico. Un parco statico rischia di essere muto (SKEATES, McDAVID, CARMAN 2012). Archeologi e archeometri coinvolti nel progetto Torcello 2012, sono stati concordi nel considerare la comunicazione archeologica (OKA-

iz obstojnosti arheoloških ostalin, pač pa iz sposobnosti njihove umestitve v kontekst, ki jo primerno ovrednoti. Torcello, turistično privlačen otok in izjemna priča slavne preteklosti, je prav gotovo temu primeren kontekst. Projekt "izkopavanje s pripovedjo" bi lahko iz finančnega vidika predstavljal enako naložbo, ki bi jo bilo potrebno nameniti za obnovo in izgradnjo statičnega arheološkega parka, torej takega, ki bi vsaj deloma deloval kot nema priča preteklosti (SKEATES, McDAVID, CARMAN 2012). Archeologi in archeometri, udeleženi v projektu Torcello 2012, so enotnega mnenja, da je arheološko komuniciranje (OKAMURA, MATSUDA 2011) ključ za ohranjanje najdišča. Seveda pa bi tovrstno ohranjanje bi moralo biti vedno manj "materialno" z vidika količine (torej bi moralo vključevati le določene izbrane elemente - najdbe in/ali strukture). Vedno več poudarka pa bi moralo biti na posredovanju podatkov o najdišču v vsej njegovi družbeni in materialni razčlenjenosti z uporabo razvitih komunikacijskih sistemov. Obiskovalec pa bi moral imeti priložnost, da najdišče doživlja skozi pripoved osebja, ki zna v »sodobnem jeziku« razložiti tudi najbolj zapletena dejstva.

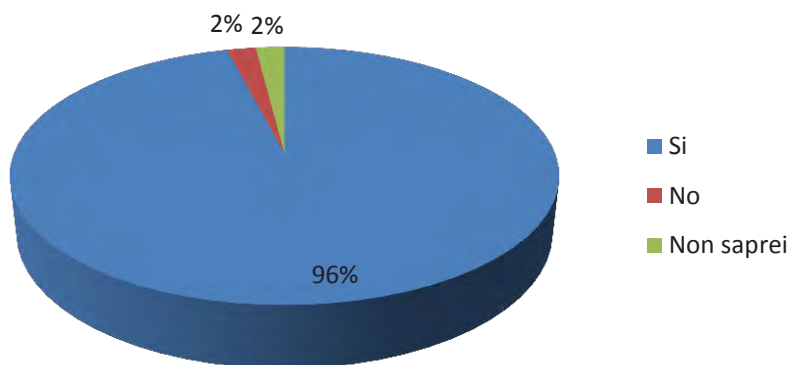
Virtualizacija (3d virtualni ogled, reprodukcija, itd.) ter uporaba informacijskih tehnologij za rekonstrukcijo najdišča bodo predstavljala osnovo, na kateri bo polno zaživela pripoved in kjer se bo lahko celotno dogajanje v arheološkem parku preneslo v virtualni prostor spleta.

a tourism island and historical location *par excellence*, is a highly suitable candidate for such a venture. In terms of economic research, a 'narrated excavation' project should invest in the history of the site, which would be expected for the restoration of a static archaeological park. A park that partially risks being mute (SKEATES, McDAVID, CARMAN 2012). Archaeologists and finds specialists involved in the Torcello 2012 project agreed in considering archaeological communication (OKAMURA, MATSUDA 2011) essential for the preservation of the site, which should place less emphasis on the 'material' (or rather should regard only certain selected elements: finds and/or structures), whilst providing information about the experience of the site in its social and material complexity through cutting edge technology. The type of experience we imagine for the visitor would include the presence of staff able to translate even complicated topics into 'laymen language'. Virtualization (3D virtual tour, rendering, etc.), and the use of information technologies for reconstructing the site would be critical as a means through which narration would develop, providing the the archaeological site with a unique and integrated web presence.

MURA, MATSUDA 2011) la chiave per la conservazione del sito stesso. Conservazione che dovrebbe essere sempre meno “materiale” (ovvero dovrebbe riguardare solo alcuni reperti e strutture selezionate), mentre si dovrebbe dare notizia con sistemi all'avanguardia del vissuto del sito e della sua complessità sociale. Il tipo di esperienza che si immagina per il visitatore è legata alla presenza di personale che sappia tradurre in un “linguaggio contemporaneo e vivo” argomenti temi anche complessi.

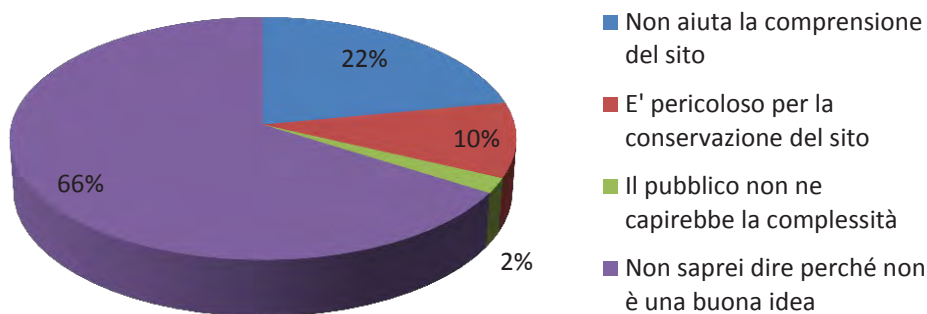
Virtualizzazione (3d *virtual tour*, *rendering* etc.), utilizzo di tecnologie informatiche per la ricostruzione del sito, possono divenire le sedi materiali in cui la narrazione dipanerà i suoi fili e le sue voci, trasferendo completamente allo spazio virtuale del *web* la sede vera e propria del parco archeologico.

È una politica corretta tenere aperto al pubblico lo scavo archeologico?



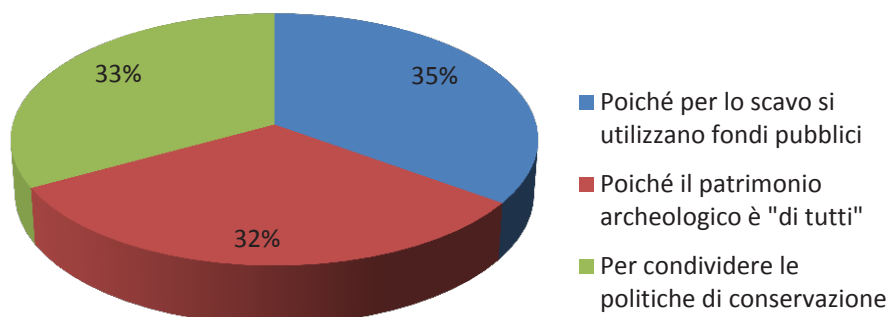
1

Se si ritiene l'apertura al pubblico "non indispensabile", qual'è il motivo?



2

Perché si ritiene "utile" l'apertura al pubblico dello scavo?



3

Fig. 1/2/3 - Risultati dei sondaggi di valutazione del gradimento delle attività di apertura al pubblico, a cura della Regione Veneto (D. Calzon, elaborazione dati: G. Boller, Regione del Veneto, Settore Progetti strategici e Politiche comunitarie)

6.2 LA SICUREZZA NEL CANTIERE ARCHEOLOGICO, IL CASO DI TORCELLO 2012-2013

La Regione del Veneto, per il tramite della Unità Complessa Progetti Strategici e Politiche Comunitarie diretta dalla D.ssa Clara Peranetti, ha individuato nell'Ufficio del Genio Civile di Venezia, la struttura tecnico-amministrativa a cui affidare gli aspetti operativi, gestionali e amministrativi per l'esecuzione del progetto relativo allo scavo archeologico da eseguirsi presso l'Isola di Torcello. L'affidamento è diventato una piccola sfida per gli Uffici del Genio Civile, che solitamente intervengono, in ordine alle proprie competenze, progettando ed eseguendo lavori principalmente di natura idraulica e marittima di grandi estensioni, eseguiti con grossi mezzi meccanici e quantità rilevanti di materiali. Le lavorazioni in un cantiere di tipo squisitamente archeologico, dove lo strumento principale di lavoro risulta essere la *trowel*, ovvero la cazzuolina da archeologo, ci hanno portato ad una revisione delle procedure in modo tale da garantire, contestualmente, la massima sicurezza, senza appesantire le attività di ricerca.

Il Direttore dell'Ufficio del Genio Civile di Venezia, accogliendo la richiesta, ha organizzato immediatamente con il personale dell'Ufficio, un gruppo di lavoro specifico, seguendone direttamente le varie fasi dell'intervento. Le problematiche emerse riguardavano essenzialmente, la redazione di un progetto finalizzato ad amalgamare

6.2 VARNOŠT NA ARHEOLOŠKEM NAJDIŠČU, PRIMER TORCELLO 2012-2013

Dežela Veneto je s pomočjo enote Unità Complessa Progetti Strategici e Politiche Comunitarie (strateški projekti in politika skupnosti), ki jo vodi D.ssa Clara Peranetti, za izvedbo operativnih in upravnih nalog pri izvajanju projekta za arheološka izkopavanja na Torcellu izbrala Civilno inženirstvo v Benetkah.

Zanje je bila dodelitev teh del izziv, saj so se sicer v okviru svojih pristojnosti ukvarjali z načrtovanjem in izvajanjem predvsem vodovodnih in pomorskih del in le redko z večjimi deli, za katere so potrebna velika mehanična sredstva in znatne količine materiala. Zaradi del na arheološkem najdišču, kjer je glavno orodje arheološka žlica, smo morali spremeniti postopke, tako da smo hkrati lahko zagotovili največjo varnost, ne da bi pri tem otežili raziskovalno delo.

Direktor urada za civilno inženirstvo v Benetkah je sprejel zahtevo in v sodelovanju z osebjem urada takoj pripravil posebno delovno skupino, ki je neposredno sledila vsem fazam posega. Težave, ki so se pojavile kmalu, so bile povezane predvsem s pripravo načrta za združitev posebnih tehničnih potreb in znanstvenih napotkov arheoloških izkopvanj, ki jih je predvidelo znanstveno vodstvo izkopa. Dela je bilo med drugim potrebno izvesti na modernem in dobro organiziranem gradbišču tako v smislu logistično-tehničnega upravljanja kot v smislu

6.2 SAFETY ON AN ARCHAEOLOGICAL SITE, TORCELLO 2012-2013 PROJECT

The Veneto Region, through the Unità Complessa Progetti Strategici e Politiche Comunitarie (Strategic Projects and Community Policies Complex Unit) directed by Dr. Clara Peranetti, singled out the Venice Civil Engineering Department as the administrative and technical institution to be entrusted with the execution of the Torcello Island archaeological excavation project, including its operation, management, and administration. This assignment became a challenge for the Civil Engineering Department, usually involved in designing and executing more compatible works of hydraulic and maritime nature; such works may be very extensive and employ large earthwork vehicles, machinery, and equipment, as well as considerable amounts of materials. The type of work from a typical archaeological excavation, where the main tool is the archaeologist's trowel, engaged us in a review of procedures that would ensure maximum safety without slowing down the research. The Director of the Venice Civil Engineering Department provided his assistance and immediately organised a specific working group incorporating Department personnel. Important issues arose immediately, mainly regarding the drafting of a project that would amalgamate the specific technical needs and precise scientific guidelines of an archaeological excavation, as determined by the scientific committee in charge of the excavation. In addition, these works would necessarily have to be performed in a modern and well-organised site, due both to logistical-technical management reasons and to ensure the best safety and hygiene conditions, a fundamental objective being the training of young operators (Fig. 1-4).

le specifiche esigenze tecniche e le precise indicazioni scientifiche proprie dello scavo archeologico, così come previsto dalla direzione scientifica dello scavo. Vi era la necessità, inoltre, che tali lavorazioni fossero eseguite in un cantiere moderno e ben organizzato, sia per la gestione logistico-tecnica, sia per le condizioni di sicurezza e di igiene. In tale tipo di intervento risultava fondamentale la "formazione" di giovani operatori (Fig. 1-4).

6.2.1 Il cantiere

L'equipe incaricata della progettazione, della Direzione dei Lavori e della sicurezza nell'area di lavoro ha individuato, analizzandole, le seguenti caratteristiche del cantiere e delle lavorazioni, come elementi critici del piano di sicurezza:

- l'ubicazione dell'area di scavo: una isola all'interno di un arcipelago lagunare, non facilmente raggiungibile in tempi brevi. Anche se attualmente l'area è popolata solamente da poco più di una decina di abitanti, l'intera zona è caratterizzata dalla quotidiana presenza di centinaia di turisti in visita al sito storico, che camminano lungo le aree di scavo;
- la stagione invernale prevista per l'esecuzione dei lavori, in un'area con una quota media del piano di campagna posta a circa m 1,10-15 sul medio mare, soggetta quindi, a frequenti allagamenti causati dal fenomeno dell'acqua alta che, in tale periodo, può raggiungere livelli superiori ad 1,20-1,50 m. Altri fattori ambientali da considerare sono stati il ridotto numero di ore di piena luminosità, il rischio di gelate ed un generale stato di condizioni meteo presumibilmente avverse;
- le modalità operative specifiche da adottarsi per l'esecuzione dello scavo archeologico, visti gli strumenti e le attrezzature impiegate, considerata la postura

zgotavljanja najboljših varnostnih in higienskih pogojev, pri čemer je bil eden osnovnih ciljev izobraževanje mladih delavcev (Sl. 1-4).

6.2.1 Gradbišče

Skupina zadolžena za načrtovanje, za vodenje del in za varnost na gradbišču je pri preverjanju gradbišča in del ugotovila sledeče kritične točke varnostnega načrta:

- položaj izkopnega območja, ki se nahaja na otoku sredi lagunskega otočja in ga je težko doseči hitro; čeprav na tem območju trenutno živi le nekaj več kot deset prebivalcev, je za otok značilna vsakodnevna prisotnost stotine turistov, ki pridejo na ogled zgodovinskega kraja in se sprehajajo ob območju izkopavanja;
- zimski čas, predviden za izvajanje del na območju s povprečno hodno površino na višini od 1,10-15 m nad morsko gladino, kar ima za posledico večkratno poplavljanje zaradi plime ki v tem obdobju lahko naraste tudi nad 1,20-1,50 m. Med okoljskimi faktorji je potrebno upoštevati še krajši čas naravne osvetljenosti, nevarnost zmrzali in nasploh neugodne vremenske pogoje;
- posebne operativne postopke za izvajanje arheoloških izkopavanj glede na uporabljeno opremo in orodje, držo delavcev in možnost izpostavljenosti kemijsko-biološkim nevarnostim pri laboratorijskem delu;
- osebe na gradbišču, začeni z zaposlenimi pri podjetju, ki mu je bilo dodeljeno delo (obvezno morajo biti predhodno izobraženi na področju varnosti), po ugotovitvah glede na izvorno izobrazbo (arheologi, arheometri pripravniki) niso bili ustrezno izobraženi za delo na gradbišču.

Naštete napake so bile odpravljene predvsem zaradi

6.2.1 The excavation site

The team responsible for the design, supervision, and site safety identified and analysed the following features of the works on the site as critical for a safety plan:

- The location of the excavation on an island in a lagoon archipelago, not readily accessible. Although its current population is little over a dozen, this area is traversed daily by hundreds of tourists visiting the historical site who walk along the excavation areas;
- The winter season, the time established for the execution of the works, in an area whose ground level is an average of 1.10-15 m above mean sea level, and therefore subject to frequent flooding caused by the high water phenomenon that in this period can rise even higher than 1.20-1.50 m. Other environmental factors to be considered were reduced full light hours, the risk of frosts, and possibly adverse general weather conditions;
- The specific work methods to be used in the performance of the archaeological excavation, given the tools and equipment used, the operators' posture resulting from their use, and the possible exposure to chemical and biological hazards during lab work;
- The personnel on site, besides the safety trained industry professionals of the contracting company, were archaeology and archaeometry interns apparently not properly trained to perform in such an environment.

These critical issues were addressed and resolved mainly thanks to the spirit of co-operation of all parties

degli operatori e la possibile esposizione a rischi di natura chimico-biologica per le attività di laboratorio;

- il personale presente in cantiere, a parte gli addetti dell'impresa aggiudicatrice (obbligatoriamente già formati per la sicurezza), non risultava - per formazione di provenienza (archeologi, archeometri in stage) - essere formato adeguatamente per operare in un cantiere edile.

Tali criticità sono state affrontate e risolte grazie allo spirito di collaborazione di tutti i soggetti coinvolti (Regione, Università, Genio Civile, ditta esecutrice), creando un tavolo di lavoro e di confronto non solo preliminarmente al progetto, ma anche durante la sua esecuzione, con cadenze regolari.

Una particolare segnalazione merita la metodologia adottata in ordine alle disposizioni normative sulla sicurezza dei cantieri (Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro D.Lgs 81/2008 e s.m.i.), che ha portato alla creazione di un corso specifico per la sicurezza in cantiere somministrato a tutti gli operatori individuando nell'Arch. Chiara Scantamburlo, libero professionista docente presso l'Ordine degli Architetti e la Scuola Edile di Treviso nonché riconosciuta esperta in merito alla sicurezza nei cantieri edili, quale professionista incaricata per la definizione del piano e per la formazione degli operatori.

Occuparsi di sicurezza in una campagna di scavo archeologico in cui sono coinvolti dei giovani stagisti, ha necessariamente portato ad approfondire quale sia il corretto inquadramento normativo per questa tipologia di lavoro. Essendo tale "formazione" una procedura inusuale all'interno di un cantiere attivo a tutti gli effetti, e non essendo esplicitamente incluso nel D. Lgs 81/2008 (la legge attualmente in vigore per la sicurezza nei luoghi di lavoro), il primo passo è stato quello di determinare

soddelovanja med udeleženci (Dežela, Univerza, Civilno inženirstvo, izvajalec) na uvodnem srečanju pred zagonom projekta in na delovnih sestankih po rednem urniku v času celotnega trajanja projekta.

Posebej moramo omeniti uporabljene metode, kar zadeva zakonske predpise o varnosti na gradbiščih (E. B. št. 81/2008). Pripravili smo poseben tečaj o varnosti na gradbiščih za vse delavce in zadolžili arhitektko Chiara Scantamburlo, ki je priznana strokovnjakinja s področja varstva na gradbiščih, da pripravi načrt in izvede izobraževanje delavcev.

Skrb za varnost med arheološkimi izkopavanji, pri kateri sodelujejo pripravniki, je vključevala tudi ugotovitev ustreznega zakonskega okvirja za takšen tip dela. Ker je takšen način »izobraževanja« nenavaden za v celoti delujoče gradbišče in ni jasno vključen v D. Lgs. 81/2008 (trenutno veljavnim zakonom o varnosti) je bilo najprej potrebno v veljavnih predpisih najti ustrezen okvir za takšno delovanje.

Opredelitev arheoloških izkopavanj v skladu z E. B. D. Lgs. 81/2008 je izražena v 89. členu v prilogi X, kjer so naštetja dela, na katera se nanaša enotno besedilo. Pod drugo točko lahko preberemo: »se štejejo med drugim za gradbena dela ali dela civilnega inženirstva izkopavanja in montaža ter demontaža montažnih elementov, ki se uporabljajo za izvedbo gradbenih del ali del civilnega inženirstva«. Po tej definiciji se arheološka izkopavanja lahko brez težav opredeli kot začasno in pomično gradbišče, v skladu z določili 4. naslova E. B. o organizaciji, preprečevanju in zaščiti pri delu. Nato je bilo potrebno upoštevati opredelitev »pomičnega laboratorija«, kot ga določa D. I. 363/98: »... za delavnice se prav tako smatra kraje ali prostore kjer se opravljajo dejavnosti izven fizičnega sedeža, kot so npr. arheološke operacije...« S ponovnim upoštevanjem E. B., v 2. čl.,

involved (the Region, University, Civil Engineering Department, and company executing the works) that created a preliminary discussion workshop and set specific deadlines throughout the project's duration.

A special mention should be made of the methodology enacted to meet the safety regulations for construction sites pursuant to the "Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro" (workplace safety law) 81/2008, which consisted in designing a specific site-safety course for all operators, and put architect Chiara Scantamburlo, a Scuola Edile of Treviso Professor, and recognised expert on the safety of construction sites, in charge of defining the plan and training the operators.

Dealing with safety in an archaeological excavation campaign, where young interns are involved, led us necessarily to investigate the proper regulatory framework for this type of work. This kind of training being an unusual procedure inside a fully operational excavation site, and not explicitly included in the Legislative Decree 81/2008 (the safety law currently in force), our first step was determining its correct legal framework. The archaeological excavation definition pursuant to the Legislative Decree 81/2008 finds its regulatory framework in Article 89 and related Attachment X, which lists the specific activity types referred to by the workplace safety law. As per paragraph no. 2, 'moreover, excavations are also to be considered construction or civil engineering works, along with the assembly and disassembly of prefabricated elements used for construction or civil engineering works'. According to this definition, an archaeological excavation may be defined in all ways as a temporary and mobile construction site by referring to what is established by Title IV of the workplace safety law (Italian acronym "TUS") with regard to organisational, preventative, and protective measures for the workplace. In addition, we had to consider the definition of a 'mobile lab' as found in the for-

nella normativa vigente, il corretto inserimento di tale operazione.

La definizione di scavo archeologico ai sensi del Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro, D. Lgs. 81/2008 e s.m.i. trova il suo inquadramento normativo nell'articolo 89 e nel relativo allegato X, in cui vengono elencati i lavori a cui il Testo Unico fa riferimento. Al comma 2 troviamo: "... sono, inoltre, lavori di costruzione edile o di ingegneria civile gli scavi, ed il montaggio e lo smontaggio di elementi prefabbricati utilizzati per la realizzazione di lavori edili o di ingegneria civile". Per tale definizione, lo scavo archeologico è definibile a tutti gli effetti un cantiere temporaneo e mobile facente riferimento a quanto stabilito dal titolo IV del Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro, per quanto concerne le misure organizzative, preventive e protettive del luogo di lavoro. Oltre a ciò, andava considerato come venisse definito un "laboratorio mobile", così come riportato nell'ex D.I. 363/98: "... sono considerati altresì laboratori i luoghi o gli ambienti ove si svolgono attività al di fuori dell'area edificata della sede, quali ad esempio campagne archeologiche...". Con riferimento nuovamente al D.Lgs 81/2008 e s.m.i., art. 2, nelle definizioni per individuare l'organigramma delle figure presenti nello scavo archeologico, ci si è soffermati sulla definizione di lavoratore quale "... persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione ... l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale nei quali si faccia uso di laboratori, attrezzature di lavoro in genere, agenti chimici, fisici e biologici, ivi comprese le apparecchiature fornite di videotermini limitatamente

med opredelitvami za ugotavljanje organizacijske sheme osebnosti prisotnih na arheološkem izkopu, smo se ustavili ob opredelitvi delavca kot »...osebe, ki ne glede na vrsto pogodbe opravlja delovno dejavnost v okviru organizacije javnega ali zasebnega delodajalca, proti plačilu ali ne, tudi samo z namenom izučitve v obrti, umetnosti ali stroki ... učenec izobraževalnih in univerzitetnih ustanov ter obiskovalec tečajev za strokovno usposabljanje, kjer je predvideno delo v delavnicah, splošna raba orodja, kemijskih, fizikalnih in bioloških agensov, vključno z napravami z videotermini, z omejitvijo na obdobje v katerem se učenec dejansko ukvarja s predmetnimi instrumenti ali delavnicami«.

6.2.2. Izobraževanje

Po postavitvi okvirjev smo lahko zastavili natančen izobraževalni program. Poučevanje se je delno izvajalo v učilnici, delno pa na kraju posega ob sodelovanju podjetja, kateremu je bilo dodeljeno delo. Namen je bil usklajevati delavce, ki že imajo izkušnje z gradbiščem in stažiste, ki bodo morali tesno sodelovati dalj časa.

Učne ure so torej vključevale:

- Enotno besedilo o varnosti (s poudarkom na razdelku o izkopavanju);
- osebni varnosti (obveznosti in odgovornosti); napotki o prvi pomoči in protipožarni zaščiti;
- raziskava o zaščiti na gradbišču, postavitve gradbišča (barake, brvi, sanitarije, odkopavanje, izkopavanje, uporaba stopnic);
- zaščita za posameznike (pravilna raba in vzdrževanje); organizacijska tveganja in tveganja vezana na oddaljenost od mestnih središč;
- tveganja vezana na časovne roke; tveganja vezana na logistiko;
- tveganja vezana na posredovanje tretjih oseb; var-

mer Ministerial Decree 363/98, '...we consider to be laboratories also sites or locations where activities take place outside the headquarters' built up area, such as archaeological campaigns...' Referring again to Article 2 of the TUS, the organisational chart for archaeological excavation professionals defines a worker as, '...someone who, regardless of contract type, works in a sector within a public or private employer's organisation, with or without compensation, even just to learn a trade, art, or profession ... a student in an educational institution or college, and a professional training course participant where laboratories are used, as well as work equipment in general, chemical, physical, and biological agents, including equipment provided with display screens, limited to the periods in which the student's time is actually applied to the aforementioned equipment or laboratories...'

6.2.2 The training

Once the framework was established, we set a specific training program. Traditional instructor-led lessons took place both in the classroom and on-site, side by side with the contracting company and its workers, in order to coordinate experienced site workers with the interns who would be working closely with them for a long period of time.

The syllabus encompassed the following:

- the workplace safety law, (delving into the parts specifically inherent to the job at hand);
- safety officials, (obligations and responsibilities);
- first aid and fire fighting, (a site safeguards survey);

ai periodi in cui l'allievo sia effettivamente applicato alla strumentazioni o ai laboratori in questione".

6.2.2 La formazione

Definiti gli ambiti, si è impostato un programma specifico di formazione. Le lezioni frontali si sono svolte in parte in aula ed in parte sul sito oggetto dell'intervento, con l'affiancamento dell'impresa affidataria dei lavori ed i propri lavoratori, al fine di coordinare lavoratori esperti del cantiere e stagisti che, per un lungo periodo, avrebbero dovuto lavorare a stretto contatto.

I temi delle lezioni hanno, dunque, riguardato:

- il Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro (parti inerenti il lavoro specifico);
- le figure della sicurezza (obblighi e responsabilità);
- cenni di primo soccorso e antincendio, (indagini sui presidi presenti in cantiere);
- layout di cantiere (baracche, andatoie e passerelle, wc, splatamento e sbancamento, lo scavo, l'uso delle scale);
- i dispositivi individuali di protezione (corretto utilizzo e manutenzione);
- i rischi organizzativi (rischi connessi alla lontananza dai centri urbani, alle tempistiche, alla logistica, all'interferenza terzi);
- rischi per la sicurezza (rischio caduta dall'alto, rischio caduta da livello, rischi connessi all'uso di attrezzature, rischio durante l'uso di macchine movimento terra di piccole dimensioni, rischio annegamento);
- rischi per la salute (norme di primo soccorso ed antincendio, norme igienico sanitarie, rischio movimentazione manuale dei carichi, rischio microclima, rischio biologico e chimico, rischio polveri, rischio abrasioni, urti, tagli).

Fermo restando gli importanti risultati conseguiti con la ricerca archeologica, ampiamente illustrati nelle pagine

nostna tveganja;

- nevarnost padca z višine; nevarnost padca z nivoja; nevarnost pri rabi orodja;
- nevarnost pri rabi pomičnih strojev na tleh (majhnih);
- tveganje utopitve;
- ogroženost zdravja: prva pomoč in protipožarna varnost;
- higienski predpisi;
- nevarnost pri ročnem prestavljanju tovara;
- tveganje iz mikroklima;
- biološka in kemijska tveganja; nevarnost zaradi prašnih delcev; nevarnost odrgnin, trkov, rezov.

Izsledki arheoloških raziskav, ki smo jih obsežno opisali na predhodnih straneh so bili zelo pomembni, vendar bi radi izpostavili, da med izvajanjem del nismo zabeležili nobene oblike incidentov ter tudi ne nevarnih situacij. Za to je otipljiv dokaz o opravljenem izobraževalnem delu.

Ustrezno pozornost si zaslužijo duh, harmonija in uspešno sodelovanje na gradbišču. Slednje je nujno za ustrezen uspeh. Dobro se je izšlo srečanje med ljudmi iz toliko različnih strok, dejavna spodbuda za reševanje malih in velikih težav, težav malih in velikih na gradbeništvu.

- site layout, (shacks, temporary and permanent walkways, toilets, levelling and excavation, the dig, the use of ladders);
- personal Protective Equipment, (correct use and maintenance);
- organisational risks and risks related to distance from urban centres, (risks related to timing, risks related to logistics, risks related to third party interference);
- safety risks (risk of falling from higher elevation, risk of falling from on level ground, risks related to equipment use, risks while using small sized earthmoving machines, risk of drowning)
- health risks (standards for first aid and fire fighting, health and hygiene regulations, risk from the manual handling of loads, microclimate risk, biological and chemical risk, risk from dust, risk of abrasions, bumps, and cuts).

Adding to the important results achieved by the archaeological research, widely discussed in the preceding pages, we would like to emphasize that no accidents of any kind or likely danger occurred during the execution of the works, a tangible positive outcome of the training undertaken.

Special attention should also be paid to the spirit, harmony and happy collaboration experienced on the site, an essential component for optimal success. Professionals from so many different backgrounds meeting and working side by side and everybody's 'can do' attitude solving problems large and small on the site was a definite positive.

precedenti, è da sottolineare che durante l'esecuzione dei lavori non si sono registrati incidenti di alcun tipo, né probabili situazioni di pericolo, a conferma tangibile del lavoro formativo svolto.

Meritano una particolare attenzione lo spirito, l'armonia e la felice collaborazione presenti nel cantiere, componenti essenziali per una ottimale riuscita dei lavori. Positivo è stato l'incontro e il lavorare fianco a fianco tra persone provenienti da diverse professionalità nonché lo stimolo fattivo di ognuno per la soluzione dei problemi grandi e piccoli del cantiere.



Fig. 1 - Lezioni sulla sicurezza in cantiere effettuate *in situ* (D. Scatto)



Fig. 2 - Lezioni sulla sicurezza in cantiere effettuate *in situ* (D. Scatto)



Fig. 3 - Lezioni sulla sicurezza in cantiere effettuate *in situ* (D. Scatto)



Fig. 4 - L'équipe di Torcello 2012 (D. Scatto)

7

Bibliografija

Bibliografija

Bibliography

- AISA M. G., CORRADO M. 2003, *Vetri altomedievali dalla basilica di Botricello (CZ)*, in COSCIARELLA 2003, pp. 337-399.
- AISA M. G., PAPPARELLA F.C. 2003, *Il materiale vitreo del cimitero alto-medioevale di Cropani (CZ)-Località Basilicata*, in COSCIARELLA 2003, pp. 318-335.
- ALBANI A., FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. 1984, *Apparati intertidali ai margini di canali lagunari. Studio morfologico, micropaleontologico e sedimentologico*, in "Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Venezia, Rapporti e Studi", 9, pp. 137-162.
- ALBEROTANZA L., Serandrei Barbero R., Favero V. 1977, *I sedimenti olocenici della Laguna di Venezia (bacino settentrionale)*, in "Bollettino della Società Geologica Italiana", 96, pp. 243-269.
- ALESSIO M., BELLA F. 1967, *University of Rome Carbon dates V*, in "Radiocarbon", Vol. 9, pp. 346-367.
- AMMERMAN A., MCCLENNEN C. (a cura di) 2001, *Venice Before San Marco. Recent Studies on the Origins of the City*, Colgate.
- AMMERMAN A.J et alii 1999, (AMMERMAN A.J., McCLENNEN C.E., DE MIN M., HOUSLEY R.), *Sea-level change and the archaeology of early Venice*, in "Antiquity", 73, pp. 303-312.
- ARENA et alii 2001, (ARENA M. S., DELOGU P., PAROLI L., RICCI M., SAGUI' L., VENDITELLI L., a cura di), *Roma dall'antichità al medioevo. Archeologia e storia nel museo nazionale romano Crypta Balbi*, Venezia.
- ARVEILLER V., CABART H., (dir.) 2012, *Le verre en Lorraine et dans les régions voisines*, Actes du Colloque International, 26e Rencontres de l'AFAV, Metz, 18-19 novembre 2011, Montagnac.
- ASTA A. et alii 2012, (ASTA A., D'AGOSTINO M., LEZZIERO A., MEDAS S.), *Laguna di Venezia, Isola della Certosa. Indagini Archeologiche*, in "Quaderni di Archeologia del Veneto", XXVIII, pp. 58-62.
- AUGENTI A. 2011, *Classe. Indagini sul potenziale archeologico di una città scomparsa*, Bologna.
- AUGENTI A., CIRELLI E. 2010, *Classe: un osservatorio privilegiato per il commercio della tarda antichità*, in LRCW3, *Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean. Archaeology and Archaeometry. Comparison between eastern and western Mediterranean*, S. Menchelli et alii (eds.), Oxford, pp. 605-615.
- AUGENTI A., CIRELLI E. 2013, *From suburb to port: the rise (and fall) of Classe as a centre of trade and redistribution*, in KEAY 2013, pp. 205-221.
- AUGENTI A., et alii 2007, *Nuovi dati archeologici dallo scavo di Classe*, in GELICHI, NEGRELLI 2007, pp. 257-296.
- AZZARA C. 1997, *Fra terra e acque. Equilibri territoriali e assetti urbani nella Venetia dai Romani ai Longobardi*, in GASPARRI, LEVI, MORO 1997, pp. 23-40.
- BASSANI M. 2012, *Antichità lagunari. Scavi archeologici e scavi archivistici*, Roma.
- BELLAVITIS G., ROMANELLI G. 1989, *Venezia*, Roma - Bari.
- BERTI F. et alii 2007, (BERTI F., BOLLINI M., GELICHI S., ORTALLI J.), *Uomini, territorio e culto dall'Antichità all'Alto Medioevo. Genti del Delta, da Spina a Comacchio*, a cura di F. Berti, M. Bollini, S. Gelichi, J. Ortalli, Ferrara.
- BERTO L. A. (a cura di) 1999, *Testi storici veneziani (XI-XIII secolo)*, Padova.
- BEZECZKY T. 2001, *The chronology of the end of the Laecanius workshop*, in *Carinthia Romana und die Römische Welt. Festschrift für Gernot Piccottini zum 60. Geburtstag*, a cura di Leitner F. W., Klagenfurt, pp. 421-424.
- BIETTI SESTIERI A.M. 2000, *Classificazione e tipologia*, in FRANCOVICH, MANACORDA 2000, pp. 61-65.
- BIRKS H.J.B., BIRKS H.H. 1980, *Quaternary Palaeoecology*, London.
- BISCONTIN G. et alii 2013, (Biscontin G., Calaon D., Longega G., Sgobbi M., Zendri E.), *Valorizzare, preservare e conoscere mentre si scava. Torcello 2012. Il progetto "Shared Culture", Patrimonio Culturale condiviso. Attività Pilota tra archeologia e archeometria*, in *Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, 29° Convegno Internazionale Scienza e Beni culturali, Bressanone, 9-12 luglio 2013, Marghera-Venezia, pp. 153-158.
- BISCONTIN G., IZZO F., RINALDI E. (a cura di) 2009, *Il sistema delle fondazioni lignee a Venezia. Valutazione del comportamento chimico-fisico e microbiologico*, Venezia.
- BODEL J. 1990, *A new Roman brickstamp from Etruria*, in "Journal of Roman Archaeology", 3, pp. 159-162.
- BOESSNECK J. 1969, *Osteological differences between sheep (Ovis aries) and goat (Capra hircus)*, in *Science in Archaeology*, D. Brothwell, E. S.Higgs (eds.), 2nd edition, London, pp. 331-358.
- BOGNETTI G. P. 1961, *Una campagna di scavi a Torcello per chiarire problemi inerenti alle origini di Venezia*, in "Bollettino dell'Istituto di Storia della Società e dello Stato Veneziano", 3, pp. 3-27.
- BOLLA M. 2008, *Le iscrizioni del teatro romano di Verona*, in *Est enim ille flos Italiae. Vita economica e sociale nella Cisalpina romana, Atti delle Giornate di studi in onore di Ezio Buchi (Verona, 2006)*, a cura di Basso P. et alii, Verona, pp. 77-101.
- BONARDI et alii 1997, (Bonardi M., Canal E., Cavazzoni S., Serandrei Barbero R., Tosi L., Galgaro A., Giada M.), *Sedimentological, Archaeological and Historical evidences of paleoclimatic changes during the Holocene in the Lagoon of Venice (Italy)*, in "World Resource Review", 9 (4), pp. 435-446.
- BONATO S. 2002, *La ceramica grezza medievale dallo scavo di Palazzo della Ragione in Padova*, in CURINA, NEGRELLI 2002, pp. 125-135.
- BONDESAN (a cura di) et alii 2008, (Bondesan A., Primon S., Bassan V., Vitturi A.), *Le unità geologiche della provincia di Venezia*, Caselle di Sommacampagna (VR).
- BONDESAN A. et alii 2003, (Bondesan A., Finzi E., Fontana A., Francese R., Magri S., Mozzi P., Primon S., Vettore L., Zamboni C.), *La via Annia a Cà Tron: nuovi contributi della geomorfologia, della geofisica e del telerilevamento*, in *La via Annia e le sue infrastrutture*, a cura di M. S Busana. e F. Ghedini, Cornuda (TV), pp. 109-146.
- BONDESAN A., MENEGHEL M. (a cura di) 2004, *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta Geomorfologica della provincia di Venezia*, in , pp. 363-367.
- BONDESAN A., FURLANETTO P. 2012, *Artificial fluvial diversions in the mainland of the Lagoon of Venice during the 16th and 17th centuries inferred by historical cartography analysis*, in "Géomorphologie" 2/2012, pp. 175-200.
- BONDESAN A., Meneghel M. (a cura di) 2004, *Geomorfologia della provincia di Venezia*, Padova.
- BONI G. 1904, *La Torre di S. Marco*, in *Atti del Congresso internazionale di scienze storiche (Roma 1903)*, "Archeologia", vol. 5, sez. 4, pp. 585-610.

- BONINI P., BUSANA M S. 2004, *Il materiale edilizio*, in *Montegrotto Terme-Via Neroniana. Gli scavi 1989-1992*, a cura di Zanovello P., Basso P., Padova, pp. 117-136.
- BORGHETTI G., STIAFFINI D. 1994, *I vetri romani del Museo Archeologico di Cagliari*, Oristano.
- BORTOLETTO M. 1998, *Torcello 1997. Scavi nell'area est della cattedrale. Nota preliminare*, in "Quaderni di Progetto", vol. II, 1998.
- BORTOLETTO M. 1999, *Murano, Mazzorbo e Torcello: tre siti a confronto. Indagini archeologiche nella laguna nord di Venezia*, in "Archeologia delle Acque", 1, pp. 55-74.
- BORTOLETTO M. 2000, *Chiesa di S. Lorenzo di Castello*, in *Ritrovare restaurando 2000*, pp. 48-52.
- BORTOLETTO M. 2002, *Torcello: ceramiche altomedievali dalla chiesa di S. Marco a confronto con quelle di altri siti lagunari*, CURINA, NEGRELLI 2002, pp. 85-94.
- BORTOLETTO M. 2010, *Venezia. Interventi Archeologici lungo il canal maggiore di Torcello*, in "Quaderni di Archeologia del Veneto" XXVI, pp. 186-195.
- BORTOLETTO M. 2011, *Venezia: sistemi costruttivi delle cisterne alla veneziana dal tardo medioevo all'epoca moderna*, in CIPRIANO, PETTENGO' 2011, pp. 193-206.
- BORTOLETTO M., SPAGNOLS., TONIOLO A. 2002, *Isole di San Francesco del Deserto e di Torcello*, in *Ritrovare restaurando 2000*, 26-39.
- BOSIO L. 1984, *Note per una propedeutica allo studio storico della Laguna Veneta in età romana*, in "Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti", CXLII, pp. 95-126.
- BROGIOLO G. P., DELOGU P. (a cura di) 2005, *L'Adriatico dalla tarda antichità carolingia*. Atti del Convegno di Studi, Brescia 11-13 ottobre 2001, Firenze.
- BROGIOLO G.P., GELICHI S. 1997, *Ceramiche, tecnologia e organizzazione della produzione nell'Italia settentrionale tra VI e X secolo*, in *La Céramique Médiévale en Méditerranée, Actes du VIe Congrès de l'AIEMC2 Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995*, Aix-en-Provence, pp. 139-145.
- BROSTOFF L. B. 2003, *Coating strategies for the protection of outdoor bronze art and ornamentation*, tesi di dottorato, Van't Hoff Institute for Molecular Science, University of Amsterdam, relatore De La Rie E. R., Amsterdam.
- BRUNELLI G., MAGRINI G., ORSI P. (a cura di) 1943, *La laguna di Venezia, Delegazione italiana della Commissione per l'esplorazione scientifica del Mediterraneo*, Venezia.
- BUCCI G. 2007, *La pietra ollare a Comacchio*, in BERTI et alii 2007, pp. 649-659.
- BUCHI E. 1967, *Tegole e anfore con bolli di Verona e del suo agro*, in "Archivio Veneto", 5, 81, pp. 5-32.
- BÜCKER C. 2012, *Verres de l'Antiquité tardive et du Haut moyen Âge dans le Breisgau (Haut Rhin, Allemagne)*, in *Le verre en Lorraine et dans les régions voisines*, Arveiller V, Cabart H. (dir.), Montagnac, pp. 179-196.
- BUZZO G. 2011, *La ceramica invetriata in monocottura, in Nogara. Archeologia e storia di un villaggio medievale (scavi 2003-2008)*, a cura di Saggiolo F., Roma, pp. 225-239.
- CAGNAZZI D. 1979, *Profilo Storico*, in *San Donà di Piave. Storia - immagini - costume*, a cura di Amministrazione Comunale, Padova, pp. 15-36.
- CALAON D. 2006a, *Altino (VE). Strumenti diagnostici (GIS e DTM) per l'analisi delle fasi tardoantiche e altomedievali*, in *Le Missioni archeologiche dell'Università Ca' Foscari di Venezia, V giornata di studio, 2006*, a cura di Zaccaria Ruggiu A. P., Venezia, pp. 143-158.
- CALAON D. 2006b, *Cittanova (VE): Analisi GIS*, in *IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. Scriptorium dell'Abbazia, Abbazia di San Galgano (Chiusdino, Siena), 26-30 Settembre 2006*, a cura di Francovich R., Valenti M., Firenze, pp. 216-224.
- CALAON D. 2007a, *Lo scavo di Villaggio San Francesco 1996. Le strutture portuali di Comacchio?*, in BERTI et alii 2007, pp. 505-530.
- CALAON D. 2007b, *Cittanova*, in *Flourishing Places in North-Eastern Italy. Towns and emporia between Late Antiquity and Carolingian Age*, Gelichi S., in HENNING J. (ed.) "Post-Roman Towns and Trade in Europe, Byzantium and the Near East. Vol. 1. The Heirs of Roman West", pp. 77-104. Berlin-New York, pp. 88-93.
- CALAON D. 2013a, *Quando Torcello era abitata*, Venezia.
- CALAON D. 2013b, *Ko je bil Torcello naseljen*, Venezia.
- CALAON D. 2014a, *Torre delle Bebbe, presso Chioggia. Un sito di "confine" riletto attraverso un eccezionale rinvenimento di reperti metallici, litici e vitrei*, in *Dalla catalogazione alla promozione dei beni archeologici. I progetti europei come occasione di valorizzazione del patrimonio culturale veneto*, Regione Veneto, Venezia, pp. 251-266.
- CALAON D. 2014b, *L'intreccio della nascente Venezia. Sculture e marmi dei primi Dogi conservati presso i Musei di Piazza San Marco*, in *Dalla catalogazione alla promozione dei beni archeologici. I progetti europei come occasione di valorizzazione del patrimonio culturale veneto*, Regione Veneto, Venezia, pp. 233-244.
- CALAON D. 2014c, *La Venetia marittima tra il VI e il IX sec.: mito, continuità e rottura*, in "Dalla catalogazione alla promozione dei beni archeologici. I progetti europei come occasione di valorizzazione del patrimonio culturale veneto", Regione Veneto, Venezia, pp. 41-52.
- CALAON D. 2014d, *Ecologia della Venetia prima di Venezia: Uomini, acqua e archeologia*, "Hortus Artium Medievalium", XX, pp. 209-221.
- CALAON D. et alii 2013, (CALAON D., Di Graci F., Granzo A., Malaguti C., Trombin G., Vidal D.), *Valorizzare, preservare e conoscere mentre si scava. Torcello 2012. Il punto di vista degli archeologi*, in *Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, 29° Convegno Internazionale Scienza e Beni culturali, Bressanone, 9-12 luglio 2013, Marghera-Venezia, pp. 159-178.
- CALVELLI L. 2011, *Da Altino a Venezia*, in TIRELLI 2011, pp. 184-197.
- CANAL E. 1995 *Le Venezia sommerse: quarant'anni di archeologia lagunare*, in CANAL, TURRI, ZANETTI 2013, pp. 193-224.
- CANAL E. 1998, *Testimonianze archeologiche nella Laguna di Venezia. L'età antica: appunti di ricerca*, Cavallino di Venezia (Venezia).
- CANAL E. 2004, *Per una Venezia prima di Venezia, per una carta archeologica della Laguna di Venezia*, in BONDESAN, MENGHEL 2004, pp. 363-367.
- CANAL E. 2013, *Archeologia della Laguna di Venezia, 1960-2010*, Verona.
- CANALI G. et alii 2007, (Canali G., Capraro L., Donnici S., Rizzetto F., Serandrei Barbero R., Tosi L.), *Vegetational and environmental changes in the eastern Venetian coastal plain (Northern Italy) over the past 80,000 years*, in "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology", 253, pp. 300-316.

- CANIATO G., TURRI E., ZANETTI M. (a cura di) 1995, *La laguna di Venezia*, Sommacampagna (Verona).
- CAPELLI C. 2007, *Le analisi minero-petrografiche di alcuni frammenti di invetriata in monocottura dagli scavi di San Francesco del deserto e Torcello*, in GELICHI, NEGRELLI 2007, pp. 155 – 156.
- CAPOGROSSI M. 2002, *Primi interventi di conservazione sui reperti mobili sullo scavo archeologico*, Oxford.
- CAPUIS L. (a cura di) 1994, *Carta archeologica del Veneto*, IV, Modena.
- CAPUTO G., GENTILI G. (a cura di) 2009, *Torcello: alle origini di Venezia tra Occidente e Oriente*, Venezia.
- CARANDINI A. 1991, *Storie dalla terra, manuale di scavo archeologico*, Torino.
- CARNEVALE, A., TOFFOLETTI I. 1998, *Le anfore prodotte nel Mediterraneo orientale*, in *Anfore antiche. Conoscerle e identificarle*, Formello, pp. 154-170.
- CASAGRANDE L. a.a. 2005/2006, *Materiali da ricognizione nella bassa pianura veronese: proposte di classificazione tipologico-funzionale e considerazioni sui contesti di rinvenimento*, tesi di laurea in Archeologia Medievale, Università degli Studi di Padova, rel. Brogiolo G. P., Padova.
- CASTAGNA D., Spagnol S. 1996, *La ceramica grezza dallo scavo dell'Edificio II di Oderzo: una proposta tipologica*, in *Le ceramiche altomedievali (fine VI-X secolo) in Italia settentrionale: produzione e commerci*, a cura di Brogiolo G. P., Gelichi S., Mantova, pp. 81-93.
- CASTELLETTI L. CASTIGLIONI E., ROTTOLI M. 2001, *L'agricoltura dell'Italia settentrionale dal Neolitico al Medioevo*, in *Le piante coltivate e la loro storia* a cura di Failla O., Forni G., Angeli F., Milano, pp. 33-84.
- CAVARI F. 2004, *Restauro dei manufatti*, in FRANCOVICH, MANACORDA 2004, pp.242–250.
- CAVARI F. 2007, *Conservazione e restauro della ceramica archeologica*, in *Introduzione allo studio della ceramica in archeologia*, a cura del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università di Siena, Firenze.
- CESSI R. (a cura di) 1933, *Origo civitate Italium seu venetiarum (Chronicon Altinate et Chronicon Gradense)*, Roma.
- CESSI R. (a cura di) 1942, *Documenti relativi alla storia di Venezia anteriori al mille*, I-II, Padova.
- CESSI R. 1943, *Lo sviluppo dell'interramento nella laguna settentrionale e il problema della Piave e del Sile fino al secolo XV*, in *La laguna di Venezia*, Vol. II, parte IV, tomo VII, fasc. I, a cura di G. Brunelli, G. Magrini, P. Orsi, Venezia, pp. 79-108.
- CESSI R. 1951, *Le origini del ducato veneziano*, Napoli.
- CHARLIER F. 2004, *La pratique de l'écriture dans les tuileries gallo-romaines*, in "Gallia", 61, pp. 67-102.
- CHAVIGNER F. 1993, *Archeologi e restauratori, le ragioni della collaborazione*, in *Archeologia: recupero e conservazione*, a cura di L. Masetti Bitelli, Firenze, pp. 75–89.
- CILIBERTO E., SPOTO G. (eds.) 2000, *Modern analytical methods in Art and Archaeology*, Vol. 155 in the Chemical Analyses series, New York.
- CINGOLANI S. 2012, *Materiali vitrei dallo scavo del Tempio Criptoportico di Urbs Salvia (1995-2000). Rapporto preliminare*, in *Il vetro nel medioevo tra Bisanzio l'Islam e l'Europa*, a cura di A. Larese, F. Veronese, pp. 19-26.
- CIPRIANO S. 1992, *I depositi di Piazza De Gasperi*, in *Anfore romane a Padova: ritrovamenti dalla città*, a cura di Pesavento Mattioli S., Modena, pp. 55 - 75.
- CIPRIANO S. 2008, *Nuovi dati sulle anfore olearie istriane da Iulia Concordia*, in *Est enim ille flos italiae...Vita economica e sociale nella Cisalpina romana*, Atti delle giornate di studio in onore di Ezio Buchi (Verona, 30 novembre – 1 dicembre 2006), a cura di Basso P. et alii, Verona, pp. 303-312.
- CIPRIANO S., MAZZOCCHIN S. 2003, *I laterizi bollati del Museo archeologico di Padova: una revisione dei dati materiali ed epigrafici*, in "Bollettino del Museo archeologico di Padova", 92, pp. 29-76.
- CIPRIANO S., MAZZOCCHIN S. 2007, *Produzione e circolazione dei laterizi nel Veneto tra I secolo a.C. e II secolo d.C.: autosufficienza e rapporti con l'area aquileiese*, in "Antichità Altoadriatiche", 65, pp. 633-686.
- CIPRIANO S., PETTENÒ E. 2011, *Archeologia e tecnica dei pozzi per acqua dalla pre-protostoria all'età moderna*, Atti del Convegno, Borgoricco (Padova), 2010, "Antichità Altoadriatiche" – LXX, Trieste.
- CIRELLI E. 2002, *La circolazione delle giare gerbine nel Mediterraneo occidentale: continuità e discontinuità nel commercio di derrate alimentari africane in Età tardo-romana e islamica*, in *L'Africa Romana. Lo spazio marittimo del Mediterraneo occidentale: geografia storica ed economia*, XIV Convegno Internazionale di Studi (Sassari 7-10 dicembre 2000), a cura di Khanoussi M., Ruggeri P., Vismara C., Roma, pp. 437-450.
- CIRELLI E. 2007, *Ravenna e il commercio nell'Adriatico in Età tardoantica*, in *Felix Ravenna. La croce, la spada, la vela: l'alto Adriatico fra V e VI secolo*, Catalogo della mostra, a cura di Augenti A., Bertelli C., Milano, pp.45-50.
- CIRELLI E. 2009, *Anfore globulari a Classe nell'Alto medioevo*, in V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, a cura di Volpe G., Favia P., Firenze, pp. 563-568.
- COHEN A., SERJEANTSON D. 1996, *A manual for the identification of bird bones from archaeological sites, revised edition*. London.
- COLOMBAN PH. 2004, *Raman spectrometry, a unique tool to analyze and classify ancient ceramics and glasses*, in "Materials Science & Processing", 79, pp 167-170.
- COLOMBI R. 2002, *Scavo e conservazione*, in *Restauro e Conservazione 2002*.
- COLOMBINI M. P., MODUGNO F. (a cura di) 2009, *Organic mass spectrometry in art and archaeology*, Chichester, West Sussex.
- COMEL A. 1964, *I terreni agrari compresi nella Tavoletta I.G.M. "Quarto d'Altino"*, in "Nuovi Studi della Stazione Chimico-Agraria Sperimentale di Udine", Pubbl. N.67, p. 26.
- CONCINA E. (a cura di) 2011, *Metodi e criteri di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio culturale. Torcello: azione pilota sperimentale*, Padova.
- Corpus Nummorum Italicorum 1917*, Vol VIII Veneto, Roma.
- CORTI C. 2007, *La frequentazione nell'area di Santa Maria in Padovetere: materiali dalla chiesa e dall'insediamento circostante*, in BERTI et alii 2007, pp. 569-589.
- CORTI C., et alii 2002, (CORTI C., GIORDANI N., LOSCHI GHIOTTONI A., MEDICI A.) *Classificazione e studio archeometrico sulle ceramiche d'impasto grezzo del territorio modenese: l'adozione di un nuovo metodo di ricerca integrata*, in CURINA, NEGRELLI 2002, pp. 11-24.
- COSCIARELLA A. (a cura di) 2003, *Il vetro in Calabria: contributo per una carta di distribuzione in Italia*, in IRACEB / Istituto regionale per le antichità calabresi e bizantine, Rossano; n. 6, a cura di A. Coscarella, Soveria Mannelli (CZ).

- COSCIARELLA A. (a cura di) 2007, *La conoscenza del vetro in Calabria attraverso le ricerche archeologiche*, in *Atti della Giornata di studio*, (Università della Calabria, Aula Magna, 12 marzo 2004), IRACEB / Istituto regionale per le antichità calabresi e bizantine, Rossano, n. 8, a cura di A. Coscarella, Soveria Mannelli (CZ).
- CRACCO RUGGINI L. (a cura di) 1992, *Storia di Venezia.*, vol. I., *Origini – Età ducale*, Roma.
- CRESCI MARRONE G., TIRELLI M. (a cura di) 2001 *Orizzonti del sacro. Culti e santuari antichi in Altino e nel Veneto orientale*, *Atti del Convegno, Venezia 1 – 2 dicembre 1999*, Roma.
- CRESCI MARRONE G., TIRELLI M. (a cura di) 2009, *L'area del santuario in località Fornace dalle origini all'età tardo antica*, in *Altnoi. Il santuario altinate: strutture del sacro a confronto e i luoghi di culto lungo la via Annia*, *Atti del Convegno, Venezia 4 – 6 dicembre 2006*, *Studi e ricerche sulla Gallia Cisalpina* 23, *Altinum*, Studi di archeologia, epigrafia e storia 5, a cura di Cresci Marrone G., Tirelli M., Roma, pp. 23 – 159.
- CRESCI MARRONE G., TIRELLI M. (a cura di) 2011, *Altino dal cielo: la città telerilevata. Lineamenti di Forma urbis*, *Atti del VI Convegno di Studi Altinati, Venezia 3 dicembre 2009* (*Studi e ricerche sulla Gallia Cisalpina*, 25, *Altinum*. Studi di archeologia, epigrafia e storia 6, Roma).
- CRESCI MARRONE G., TIRELLI M. 2006 – 2007, *Che cosa sappiamo (oggi) dell'antica Altino*, in “Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti”, CLXV, pp. 543 – 560.
- CROUZET-PAVAN E. 1995, *La mort lente de Torcello; histoire d'une cité disparue*, Parigi, (in traduzione italiana: *Torcello. Storia di Una città scomparsa*, Roma 2001).
- CROWFOOT G.M., HARDEN D.B. 1931, *Early Byzantine and Later glass lamps*, in “The journal of Egyptian archaeology”, 17, 3-4, pp. 196-208
- CUOMO DI CAPRIO N. 2007, *La ceramica in archeologia 2. Antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi d'indagine*, Roma.
- CURINA R., NEGRELLI C. (a cura di) 2002, *Primo incontro di studio sulle ceramiche tardo antiche e alto medievali*, *Atti del Convegno, Manerba 16 ottobre 1998*, Mantova.
- D'AGOSTINO M., TONIOLO A. 2001, *Una struttura arginale di epoca romana dinanzi l'isola di Burano (Venezia)*, in “Archeologia delle Acque”, V, pp. 121-134.
- DALLA PORTA C., SFREDDA N., TASSINARI G. 1998, *Ceramiche comuni*, in *Ceramiche in Lombardia tra II secolo a.C. e VII secolo d.C. Raccolta dei dati editi*, a cura di Olcese G., Mantova, pp. 133-229.
- DE MARCHI P. M., POSSENTI E. 1998, *Rocca di Monselice (PD) – Le sepolture longobarde*, in *Sepolture tra IV e VIII secolo, 7° seminario sul tardo antico e l'altomedioevo in Italia centro settentrionale, Gardone Riviera 24-26 ottobre 1996*, G.P. a cura di Brogiolo G. P., Cantino Wataghin G., Mantova, pp. 197-228.
- DE MIN M. 2000a, *Torcello: impianti ecclesiali e abitativi anteriori al mille nell'area di Santa Maria Assunta*, in *Tra due elementi sospesa. Venezia, costruzione di un paesaggio urbano*, AA.VV., Venezia, pp. 101-122.
- DE MIN M. 2000b, *Edilizia altomedievale e medioevale nel territorio lagunare. Nuovi dati conoscitivi dai cantieri di restauro*, in *Tra due elementi sospesa. Venezia, costruzione di un paesaggio urbano*, AA.VV., Venezia, pp. 98-133.
- DE MIN M. 2000c, *Venezia e il territorio lagunare*, in *Ritrovare restaurando 2000*, pp. 15-25.
- DE MIN M. 2000d, *La campagna di scavo nel complesso basilicale di Santa Maria Assunta a Torcello*, in *Le missioni archeologiche dell'Università Cà Foscari di Venezia*, Venezia, pp. 23-28.
- DE MIN M. 2003, *Edilizia ecclesiale e domestica altomedievale nel territorio lagunare. Nuovi dati conoscitivi da indagini archeologiche nel cantiere di restauro a Torcello*, in *L'archeologia dell'Adriatico dalla preistoria al medioevo, Convegno internazionale. Ravenna, 7-9 giugno 2001*, a cura di F. Lenzi, Bologna, pp. 600-615.
- DE MIN M. 2006, *Nuovi dati sullo sviluppo insediativo lagunare nel periodo delle origini della Civitas Veneciarum. Forme e tecniche del costruire*, in «Quaderni di Archeologia del Veneto», serie speciale 2, 2006, pp. 227-243.
- DE PALMA G. 2002, *La ceramica ed il vetro*, in *Restauro e Conservazione 2002*.
- DE TOMMASO G. 1990, *Ampullae vitreae, contenitori in vetro per unguenti e sostanze aromatiche dell'Italia romana (I sec. a.C. – III sec. d.C.)*, Roma.
- DEL VECCHIO F. 2005, *I vetri di IX-XII secolo dalla domus porticata del foro di Nerva*, in *Il vetro nell'alto medioevo*, a cura di D. Ferrari, pp.45-48.
- DEL VECCHIO F. 2007, *Lampade di tipo islamico dal Castellum di Castiglione*, in FERRARI, VISSER 2007, pp. 95-98.
- DEMESTICHA S. 2003, *Amphora Production on Cyprus during the Late Roman Period*, in *VIIe Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée*, a cura di Bachirtzis Ch., Atene, pp. 469-476.
- DERRICK M. et alii 1999, *Infrared spectroscopy in Conservation Science*, Los Angeles.
- DORIGO W. 1983, *Venezia. Origini. Fondamenti, ipotesi, metodi*, I – III, Milano.
- DRAUSCHKE J., KELLER D. (eds.) 2010, *Glass in Byzantium: production, usage, analyses, International workshop organised by the Byzantine Archaeology Mainz, 17.-18. of January 2008, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, RGZM-Tagungen / Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Forschungsinstitut für Vor- und Frühgeschichte*; 8, Mainz.
- EVANS C. H. 1990, *Biochemistry of the Lanthanides*, series *Biochemistry of the Elements*, vol 8, New York.
- EVERSHED R.P. 2008, *Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker devolution*, in “*Achaeometry*” vol.50 (6), pp. 895-924.
- EVISON V. I. 2008, *Catalogue of Anglo-Saxon Glass in the British Museum*, “The British Museum Research Publication”, 167, London.
- FABBRI P. et alii 2013 (Fabbri P., Zangheri P., Bassan V., Fagarazzi E., Mazzucato A., Primon S., Zogno C.), *Sistemi idrogeologici della provincia di Venezia. Acquiferi superficiali*, Caselle di Sommacampagna (VR).
- FAILLA A., GROSSETTI E. 1997, *Ceramica grezza da Pianello di Val Tidone: forme e analisi archeometriche*, in *Il contributo delle analisi archeometriche allo studio delle ceramiche grezze e comuni. Il rapporto forma/funzione/impasto*, a cura di Santoro Bianchi S., Fabri B., Bologna, pp. 169-173.
- FALCETTI C. 2001, *La suppellettile in vetro*, in *S. Antonino: un insediamento fortificato nella Liguria bizantina*, a cura di Mannoni T., Murialdo G., Bordighera, pp. 403-456.
- FAVERO V. 1983, *Evoluzione della Laguna di Venezia ed effetti indotti da interventi antropici sulla rete fluviale circumlagunare*, in *Laguna, fiumi, lidi: cinque secoli di gestione delle acque nelle*

- Venezie, *Atti del Convegno Venezia, 10-12 giugno 1983*, a cura di Ministero LL.PP.-Magistrato alle Acque, Fiesso d'Artico (VE), Mem. 2-18, pp. 1-18.
- FAVERO V. 1991, *La situazione paleo ambientale*, in *La pianura tra Sile e Piave nell'antichità*, in "Provincia di Venezia", 15, 4/6, Venezia, pp. 8-10.
- FAVERO V. 1992, *Evoluzione morfologica e trasformazioni ambientali dalla conterminazione lagunare al nostro secolo*, in *Atti del Convegno di Studio nel Bicentenario della Conterminazione lagunare: storia, ingegneria, politica e diritto nella Laguna di Venezia*, a cura dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Venezia, 165-184.
- FAVERO V. 1999, *I pericoli per la struttura dei lidi in età storica*, in *Murazzi. Le muraglie della paura*, a cura di A.C.S. Murazzo e Consorzio Venezia Nuova, Venezia, 45-67.
- FAVERO V., Serandrei Barbero R. 1980, *Origine ed evoluzione della laguna di Venezia*, in "Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali", 5, 49-71.
- FAVERO V., Serandrei Barbero R. 1981, *Evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia nell'area archeologica tra Burano e Canale S. Felice*, in "Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali", VI, pp. 119-134.
- FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. 1983, *Oscillazioni del livello del mare ed evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia nell'area compresa tra Torcello ed il margine lagunare*, in "Lavori Società Veneziana di Scienze Naturali", VIII, pp. 83 - 102.
- FAVERO V., Heyvaert F., Serandrei Barbero R. 1995, *Motta S. Lorenzo: evoluzione dell'ambiente in un sito archeologico della laguna di Venezia*, in "Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti", Venezia, Rapporti e Studi, 12, pp. 183-218.
- FENTRESS E. 2002, *Demografia e insediamento (50 a.C.-100 d.C.)*, in *Paesaggi d'Etruria. Valle dell'Albegna, Valle d'Oro, Valle del Chiarone, Valle del Tafone*, a cura di Carandini A., Cambi F., Roma, pp. 181-196.
- FERRARI D. (a cura di) 2005, *Il vetro nell'alto medioevo*, in *Atti VII giornate di studio A.I.H.V. Comitato Nazionale Italiano. Spoleto 20-21 aprile 2002*, a cura di Ferrari D., Imola (BO).
- FERRARI D., VISSER TRAVAGLI A. M. (a cura di) 2007, *Il vetro nell'Alto Adriatico, IX giornate di studio A.I.H.V., Ferrara dal 13/12/2003 al 14/12/2003*, Imola.
- FERRI M. 2006, *Reperti vitrei altomedievali da Torcello e San Francesco del Deserto-Venezia*, in "Journal of Glass Studies", 48, p. 173-190.
- FERRI M. 2006/2007 - 2008/2009, *Il significato delle cose: ceramica a Venezia tra basso medioevo e età moderna*, Dottorato di ricerca in Scienze Umanistiche, Storia Antica Archeologia Arte, 22° ciclo, Università Ca' Foscari Venezia, rel. Gelichi S., Venezia.
- FERRI M. 2009, *La produzione del vetro*, in *L'isola del vescovo, gli scavi archeologici intorno alla Cattedrale di Comacchio*, a cura di Gelichi S., Firenze, pp. 33-35.
- FICARA M. 2003/2004, *L'archeologia dei paesaggi attraverso le merci: lo studio delle anfore tardo antiche e della pietra ollare per la ricostruzione della geografia economica del territorio Decimano*, tesi di laurea in Storia della produzione artigianale e della cultura materiale nel Medioevo, Università degli Studi di Bologna, rel. Augenti A., Ravenna.
- FONTOLAN G. 2004, *La fascia costiera*, in *Geomorfologia della provincia di Venezia*, a cura di Bondesan A. e Meneghel M. 2004, Padova, pp. 378-416.
- FOY D. 2005 *Lampes en verre coniques et à pied tubulaire*, in *Lynchnological Acts 1. Actes du 1er congrès international d'études sur le luminaire antique (Nyon-Genève, 29 sept-4 oct. 2003)*, monographies Instrumentum 31, Montagnac, 2005, a cura di L. Chrzanovsk, pp. 107-113, pl. 41 -45.
- FOY D. Nenna M. D. 2003, *Productions et importations de verre antique dans la vallée du Rhône et le Midi méditerranéen de la France (I-III siècles)*, in *Échanges et commerce du verre dans le monde antique 2003, Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille 7-9 Juin 2001*, Foy D., Nenna M. D. (dir), Montagnac, pp. 227-296.
- FOY D., Picon M., Vichy M., Thirion-Merle V. 2003, *Caractérisation des verres de la fin dell'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux*, in *Échanges et commerce du verre dans le monde antique*, Foy D., Nenna M.D. (dir), Montagnac, pp. 41-85.
- FOZZATI L., TONIOLO A. 1998, *Argini - strade nella Laguna di Venezia*, in *PESAVENTO MATTIOLI 1998*, pp. 197 - 208.
- FRAIEGARI P. 2001, *Lucerne "siciliane" e imitazioni*, in *ARENA et alii 2001*, pp. 434-438.
- FRANCOVICH R., MANACORDA D. (a cura di) 2000, *Dizionario di Archeologia. Temi, concetti e metodi*, Roma-Bari.
- FROST R. L. 2004, *Raman spectroscopy of natural oxalates*, in "Analytica Chimica Acta", 517(1-2), p. 207-214.
- GALLO, F. et alii 2013, (GALLO F., Marcante A., Silvestri A., Molin G.), *The glass of the "Casa delle Bestie ferite": a first systematic archaeometric study on late Roman vessels from Aquileia*, "Journal of Archaeological Science", 2013, pp. 7-20.
- GASPARRI S. 1997, *Venezia fra l'Italia bizantina e il regno italico: la civitas e l'assemblea*, in *GASPARRI, LEVI, MORO 1997*, pp. 61-82.
- GASPARRI S., LEVI G., MORO P. (a cura di) 1997, *Venezia. Itinerari per la storia della città*, Bologna.
- GELICHI S. 1997, *Introduzione all'archeologia medievale. Storia e ricerca in Italia*, Roma.
- GELICHI S. 2006, *Venezia tra archeologia e storia: la costruzione di una identità urbana*, in *Le città italiane tra la tarda Antichità e l'alto Medioevo*, Atti del Convegno, Ravenna, 26 - 28 febbraio 2004, a cura di A. Augenti, Firenze, pp. 151-183.
- GELICHI S. 2007, *Comacchio e il suo territorio tra la tarda Antichità e l'Alto medioevo* in *BERTI et alii 2007*, pp. 363 - 689.
- GELICHI S. 2008, *The eels of Venice. The long eight century of the emporia of the northern region along the Adriatic coast, in 774. Ipotesi su una transizione*, a cura di S. Gasparri, Turnhout, pp. 81-117.
- GELICHI S. 2009, *L'Isola del vescovo. Gli scavi archeologici intorno alla Cattedrale di Comacchio. The Archaeological Excavations nearby the Comacchio Cathedral*, Firenze.
- GELICHI S. 2010a, *L'archeologia nella laguna veneziana e la nascita di una nuova città*, in "Reti Medievali Rivista", XI, 2, pp. 137-167.
- GELICHI S. et alii 2006, (GELICHI S. CALAON D., GRANDI E., NEGRELLI C.), "...castrum igne combussit...". *Comacchio tra la Tarda Antichità e l'Alto Medioevo*, in "Archeologia medievale", 33, pp. 19-48.
- GELICHI S. et alii 2008a (Gelichi S., Calaon D., Negrelli C., Grandi E.), *Dal delta del Po alle lagune veneziane: territorio, commerci e insediamento. Ricerche sull'emporio altomedievale di Comacchio*, in *Eredità Culturali dell'Adriatico, Archeologia, Storia, Lingua e Letteratura*, a cura di Collodo S., Fontana G. L., Roma, pp. 175-200.

- GELICHI S. et alii 2010, (GELICHI S., CALAON D., MOINE C., FERRI M., GHEZZO M.), *Non in Terra ne in Acqua, La Laguna Nord Attraverso l'Archeologia di un'isola: San Lorenzo d'Ammiana, Catalogo della Mostra, Maggio 2010, Isola di San Lazzaro degli Armeni Venezia, Venezia.*
- GELICHI S. et alii 2012 (Gelichi S., Calaon D., Negrelli C., Grandi E.), *History of a forgotten town: Comacchio and its archaeology*, in Gelichi, Hodges 2012, pp. 169-206.
- GELICHI S. HODGES R. (eds.) 2012, *From One Sea to Another. Trading Places in the European and Mediterranean Early Middle Age*, Turnhout.
- GELICHI S. MOINE C. 2012 (a cura di), *Isole fortunate? La storia della laguna nord di Venezia attraverso lo scavo di San Lorenzo d'Ammiana*, in "Archeologia Medievale", XXXIX, pp. 9-56.
- GELICHI S., CALAON D. 2007, *Comacchio: la storia di un emporio sul delta del Po*, in BERTI et alii 2007, pp. 387-416.
- GELICHI S., et alii 2007, (GELICHI S., NEGRELLI C., BUCCI G., COPPOLA V., CAPELLI C.), *I materiali da Comacchio*, in BERTI et alii 2007, pp. 601-647.
- GELICHI S., et alii 2008b, (GELICHI S. BAUDO F., CALAON D., D'AMICO E., FERRI M.), *Identity marks: organization of spaces and characteristics of consumption on an island of the venetian lagoon between the later Middle Ages and the Modern Age*, in *Constructing Post Medieval Archaeology in Italy: a New Agenda, Proceedings of the International Conference, Venice 24th and 25th November 2006*, a cura di Gelichi S., Librenti M., Firenze, pp. 99-110.
- GELICHI S., Maioli M. G. 1992, *La ceramica invetriata tardo-antica e altomedievale dell'Emilia Romagna*, in *La ceramica invetriata tardo antica e altomedievale in Italia. Atti del seminario, Certosa di Pontignano 1990*, a cura di L. Paroli, Firenze, pp. 215-278.
- GELICHI S., NEGRELLI C. 2007 (a cura di), *La circolazione delle ceramiche nell'Adriatico tra tardo antichità e alto medioevo, III Incontro di Studio CER.AM.IS, Mantova.*
- GELICHI S., NEGRELLI C. 2008, *Anfore e commerci nell'alto Adriatico tra VIII e IX secolo*, "Mélanges de L'École Française de Rome. Moyen Âge", 120/2 (2008), pp. 307-326.
- GELICHI S., Sbarra F. 2003, *La tavola di S. Gerardo. Ceramica tra X e XI secolo nel Nord Italia: importazioni e produzioni locali*, in "Rivista di Archeologia", pp. 119-141.
- GIORDANI N. 1994, *Ceramiche verniciate*, in *Il tesoro nel pozzo. Pozzi deposito e tesaurizzazione nell'antica Emilia*, a cura di Gelichi S., Giordani N., Modena, pp. 85-88.
- GIOVANNINI A., MANDRUZZATO L., MARCANTE A. 2009, *Vetri Antichi del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia. Ornamenti e oggettistica e vetro pre- e post-romano, Corpus delle Collezioni del Vetro in Friuli-Venezia Giulia (CCVFG)*, 4, a cura di Mandruzzato L., Trieste-Venezia.
- GOMEZEL C. 1996, *I laterizi bollati romani del Friuli-Venezia Giulia (Analisi, problemi e prospettive)*, Portogruaro (VE).
- GRANDI E. 2007a, *Late Antique and Early Medieval (5th-7th cent. AD) Fine Pottery from Archaeological Contexts in Venice's Lagoon in Çanak. Late Antique and Medieval Pottery and Tiles in Mediterranean Archaeological Contexts (Akdeniz Çevresindeki Arkeolojik Kazılarda Ele Geçen Geç Antik ve Ortaçağ Seramiği ve Mimari Seramiği). Proceedings of the First International Symposium on Late Antique, Byzantine, Seljuk, and Ottoman Pottery and Tiles in Archaeological Context (Çanakkale, 1-3 June 2005)*, Böhlendorf B., Arslan A., Osman Uysal J., Witte-orr J. (eds), Istanbul, pp. 1-24.
- GRANDI E. 2007b, *Ceramiche fini da mensa dalla laguna veneziana. I contesti di Francesco del Deserto e Torcello*, in GELICHI, NEGRELLI 2007, pp. 127-153.
- GREGL Z., Lazar I. 2008, *Bakar, staklo iz rimske nekropole*, Zagreb.
- GUARNIERI C. 2007, *Le forme potorie tra XV e XVI secolo a Ferrara e nel Ducato Estense: prima sistemazione tipologica ed alcune considerazioni sui contesti*, in *Il vetro nell'Alto Adriatico, IX giornate di studio A.I.H.V., Ferrara dal 13/12/2003 al 14/12/2003*, Imola, p. 137-146.
- GUARNIERI C., Librenti M. 1996, *Ferrara, sequenza insediativa pluristratificata. Via Vaspergolo. Corso Porta Reno (1993-94). 1. Lo scavo*, in "Archeologia Medievale", XXIII, pp. 275-307.
- GUGLIELMETTI A., Lecca Bishop L., Ragazzi L. 1991, *La ceramica comune*, in *Scavi MM3. Ricerche di archeologia urbana a Milano durante la costruzione della linea 3 della metropolitana 1982-1990, 3.2 I reperti*, a cura di Caporusso D., Milano, pp. 133-257.
- HALSTEAD P., COLLINS P., ISAAKIDOU V. 2002, *Sorting the sheep from the goats: morphological distinctions between the mandibles and mandibular teeth of adult ovis and capra*, in "Journal of Archaeological Science", 29, 545-533.
- HODGES R. 2013, *Postcard from Venice*, in "Current World Archaeology", 59 (2013), pp. 56-59.
- HUDSON P.J. 2008, *La ceramica medievale*, in *L'area del Capitolium di Verona. Ricerche storiche e archeologiche*, a cura di Cavalieri Manasse G., Verona, pp. 468-489.
- HOROWITZ A. 1966-1967, *Palynological studies in the lagoon of Venice* in "Memorie di Biogeografia Adriatica", 7, pp. 17-27.
- HOUSLEY R.A., AMMERMAN A.J., McCLENNEN C.E. 2004, *That Sinking Feeling: Wetland Investigations of the Origins of Venice*, in "Journal of Wetland Archaeology", 4, pp. 139-153.
- ISINGS C. 1957, *Roman glass from dated finds, Archaeologica traiectina edita ab academiae rheno-traiectinae*, 2, Groningen-Djakarta.
- ISINGS C. 1971, *Roman Glass in Limburg, Archaeologica traiectina edita ab academiae rheno-traiectinae*, IX, Groningen.
- IZZO et alii 2013, (IZZO F. C., ZENDRI E., BERNARDI A., BALLIANA E., SGOBBI M.), *The study of pitch via gas chromatography-mass spectrometry and Fourier-transformed infrared spectroscopy: the case of the Roman amphoras from Monte Poro, Calabria (Italy)*, in "Journal of Archaeological Science", 01/2013; 40(1), pp. 595-600.
- KEAY S. (ed.) 2013, *Rome, Portus and the Mediterranean*, Oxford.
- KELLER D. 2010, *Abbot's order, pilgrim's donations, glass collection. The supply of glass lamps for monastic/pilgrimage church in southern Jourdan*, in DRAUSCHKE, KELLER 2010, pp. 183-198.
- KIPFER B. 2006, *The archaeologist's fieldwork companion*, New York-London.
- La pietra ollare dalla preistoria all'età moderna*, 1992, Atti del Congresso, Como 16-17 ottobre 1982, Como.
- LANFRANCHI L., ZILLE G. G. 1958, *Il territorio del ducato veneziano dall'VIII al XII secolo*, in *Storia di Venezia. Dalle origini del Ducato alla IV Crociata*, II, Roma, pp. 1-65.
- LARESE A., SEGUSO F. (a cura di) 2012, *Il vetro nel medioevo tra Bisanzio l'Islam e l'Europa (VI-XIII secolo). Aggiornamenti scavi e ricerche sul vetro*, Atti XII Giornate Nazionali di Studio Venezia 19-21 Ottobre 2007, Venezia.
- LARESE A. 2004, *Vetri Antichi del Veneto, Collezioni archeologiche del Vetro nel Veneto*, Comitato Nazionale Italiano dell'Associazione Internazionale pour l'Histoire du Verre (AIHV), Venezia, 2004.

- LAUDATO M., Marcassa P. 1999, *Un intervento di prospezione e recupero archeologico nella valle di Cà Zane, Laguna nord di Venezia*, in "Archeologia delle Acque", 1, pp. 75-82.
- LAZAR I., Willmott H. 2006, *The glass from the Gnalič wreck*, Založba Annales, Koper.
- LAZZARINI V. 1913-14, *Un'iscrizione torcellana del secolo VII*, in "Atti del reale Istituto veneto di scienze, lettere ed Arti", t. 73, parte II, Venezia, pp. 387-397.
Le origini di Venezia 1981, *Le Origini di Venezia. Problemi esperienze proposte*, Symposium Italo – Polacco, Venezia 28 febbraio – 2 marzo 1980, Venezia.
- LECIEJEWICZ L. (a cura di) 2000a, *Torcello. Nuove ricerche archeologiche*, in "Rivista di Archeologia", suppl., XXIII, Roma.
- LECIEJEWICZ L. 2000b, "Torcello antica e medievale alla luce delle nuove ricerche archeologiche" in LECIEJEWICZ 2000a, pp. 87-88.
- LECIEJEWICZ L. 1981, *Alcuni problemi dell'origine di Venezia alla luce degli scavi di Torcello*, in *Le origini di Venezia 1981*, pp. 55 – 63.
- LECIEJEWICZ L. 2002, *Italian-Polish researches into the origin of Venice* in "Archaeologia Polona", 40, pp. 51-71.
- LECIEJEWICZ L., TABACZYNSKA E., TABACZYNSKI S. 1961, *Ricerche archeologiche nell'area della cattedrale di Torcello*, in "Bollettino della Storia e della Civiltà dello Stato Veneziano", vol. 3, pp. 28-47.
- LECIEJEWICZ L., TABACZYNSKA E., TABACZYNSKI S. 1963-1964, *Ricerche archeologiche a Torcello nel 1962. Relazione provvisoria*, in "Bollettino Istituto di Storia della Società e dello Stato Veneziano", Fondazione Giorgio Cini, Venezia, v. V-VI, pp. 3-14.
- LECIEJEWICZ L., TABACZYNSKA E., TABACZYNSKI S. 1977, *Torcello. Scavi 1961-1962*, Roma.
- LENZI F. 2003, *L'archeologia dell'adriatico dalla preistoria al medioevo*, Convegno internazionale. Ravenna, 7-9 giugno 2001, Bologna.
- LETTICH G. 2003, *Itinerari epigrafici Aquileiesi*, Trieste.
- LEZZIERO A. 2002, *Indagini paleoambientali nel sottosuolo dell'isola di Burano*, in "Insula", pp. 89-93.
- LONGEGA G. et alii 2013 (LONGEGA G., Bernardi A., Sgobbi M., Zendri e., Biscontin G.), *Valorizzare, preservare e conoscere mentre si scava. Torcello 2012. Dallo scavo al Laboratorio: La pulitura preliminare per la lettura dei reperti archeologici*, in *Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, 29° Convegno Internazionale Scienza e Beni culturali, Bressanone, 9-12 luglio 2013, Marghera-Venezia, pp. 179-188.
- LUSUARDI SIENA S., STEFANI M.R. 1987, *La pietra ollare a Castelseprio*, in *La pietra ollare* 1992, pp. 123-134.
- MALAGUTI C., et alii 2007, (MALAGUTI C., RIAVEZ P., ASOLATI M., BRESSANI M., MARCANTE A., MASSA S.), *Grado. Cultura materiale e rotte commerciali nell'Adriatico tra Tardoantico e Altomedioevo*, in GELICHI, NEGRELLI 2007, pp. 65-90.
- MALAGUTI C., ZANE A. 1999, *La pietra ollare nell'Italia nord-orientale*, in "Archeologia Medievale", XXVI, pp. 463-479.
- MANDRUZZATO L., MARCANTE A. 2005, *Vetri antichi del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia. Il vasellame da Mensa. Corpus delle Collezioni del Vetro in Friuli Venezia-Giulia (CCVFG)*, 2 A.I.H.V., Venezia.
- MANDRUZZATO L., MARCANTE A. 2007, *Vetri Antichi del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia. Balsamari, olle, pissidi. Corpus delle Collezioni del Vetro in Friuli-Venezia Giulia (CCVFG)*, 3. A.I.H.V., Venezia.
- MANNONI T., Pfeifer H.R., Serneels V. 1987, *Giacimenti e cave di pietra ollare nelle Alpi*, in *La pietra ollare* 1992, pp. 7-45.
- MANZELLI V. 2001, *Le mura di Ravenna repubblicana*, in *Fortificazioni antiche in Italia. Età repubblicana*, a cura di Quilici L., Quilici Gigli S., Roma, pp. 7-24.
- MANZONI L. 1965, *Esame istologico dei reperti di fusti di vite a Torcello* in "Memorie di Biogeografia Adriatica", vol. VI, Venezia, pp. 147-156.
- MARABELLI M. 1995, *Conservazione e restauro dei metalli d'arte*, in *Conservazione del patrimonio culturale. Ricerche interdisciplinari*, IV, Accademia dei Lincei, Roma.
- MARCANTE A. 2007, *Materiale vitreo da Grado (GO)*, in FER-RARI, VISSER TRAVAGLI 2007, pp. 49-56.
- MARCANTE A. 2011, *8-Il materiale vitreo*, in *Rocca di Manerba. (scavi 1995-1999,2009)*, a cura di Brogiolo G. P., Mantova, pp. 183 – 192.
- MARCANTE A. 2012, *Grado, scavo Fumolo: materiale vitreo rinascimentale*, in LARESE, SEGUSO 2012, pp. 93- 98.
- MARCELLO A. 1959, *Un uragano nell'antica Altino*, in "Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti", Vol. CXVII, pp. 133-145.
- MARCELLO A. 1960, *Cose dell'antica Altino*, Venezia.
- MARCELLO A. 1965, *Testimonianze di una antica ortofrutticoltura nell'isola di Torcello* in "Memorie di Biogeografia Adriatica", vol. VII, Venezia, pp. 111-145.
- MARCHESINI M. et alii 2010, *Risultati delle indagini archeobotaniche condotte durante gli scavi archeologici in Maerne. Il Passante autostradale di Mestre. Una infrastruttura chiave per l'Europa*, a cura di A. Lalli, Campodarsego (Padova), 2010, pp. 84-93.
- MARCHESINI M. MARVELLI S. 2011, *I dati scientifici in Forme del vivere in Laguna*, a cura di Bon M., Busato D., Sfameni P., Mira, Venezia, pp. 58-74.
- MASETTI BITELLI L. (a cura di) 1993, *Archeologia. Recupero e conservazione. La Conservazione e il restauro oggi*, Vol III, Bologna.
- MASSA S. 1999, *Le imitazioni di ceramiche fini da mensa tra tarda età romana e alto medioevo*, in S. Giulia di Brescia, gli scavi dal 1980 al 1992. Reperti preromani, romani e alto medievali, a cura di Brogiolo G.P., Firenze, pp. 119-123.
- MATIJSIC R. 1986, *Lateres Siscienses (ad CIL III 11378-11386)*, in "Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu", 3, 19, Zagreb, pp. 203-215.
- MAZZOCCHIN S. 2004, *La ceramica*, in *Montegrotto Terme – via Neroniana. Gli scavi 1989 – 1992*, a cura di Zanovello P., Basso P., Padova, pp. 139-158.
- McCORMICK M. 2001, *Origins of the European Economy. Communications and Commerce. AD 300-900*, Cambridge.
- McCORMICK M. 2007, *Where do trading towns come from? Early medieval Venice and the northern emporia*, in *Post-Roman Towns. Trade and Settlement in Europe and Byzantium. Vol. 1. The Heirs of the Roman West*, a cura di J. Henning, Berlin-New York, pp. 41-68.
- McCORMICK M. 2012, *Comparing and Connecting: Comacchio and the early Medieval trading towns*, in GELICHI. HODGES 2012, pp. 477-502.
- MENEGAZZI V. 2002, *La conservazione preventiva*, in *Restauro e Conservazione* 2002.

- MENNELLA G. 1994, *Laterizi bollati dall'area piemontese: la documentazione su Pollentia e Augusta Bagiennorum*, in *Epigrafia della produzione e della distribuzione. Actes de la VIIe Rencontre franco-italienne sur l'épigraphie du monde romain (Rome, 5-6 juin 1992)*, Roma, pp. 397-413.
- MERCURI A.M., BOSI G., MARCHESINI M. 2003, *Studio di semi e frutti nei siti archeologici*, in *Manuale di archeobotanica. Metodiche di recupero e studio*, a cura di Caramiello R., Arobba D., Milano, pp. 147-183.
- Metodi di analisi del suolo* 1994, *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazioni*, Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali, Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo, Roma.
- MEUCCI C. 2002, *I reperti subacquei: dal recupero all'esposizione*, in *Restauro e Conservazione* 2002.
- MIECZYSLAW F. P. 2000, *Risultati della calibrazione delle età radiocarbonio convenzionali di frammenti di legno provenienti dal sito archeologico di Torcello*, in *Leciejewicz 2000a*, pp. 85-86.
- MININI 2005b, *I Vetri*, testi per l'esposizione "La Torre delle Bebbe, frammenti di Vita nel Medioevo", pannelli e didascalie nella sezione di Archeologia Medievale del Museo Archeologico della Laguna Sud, Chioggia.
- MININI M. 2005a, *Vetri*, in *Ca' Vendramin Calergi. Archeologia Lungo il Canal Grande di Venezia*, a cura di Fozzati L., Venezia, pp. 153-156.
- MININI M. 2007, *Esportazioni di vetri veneziani della prima metà del quattrocento: una fonte archivistica*, in *FERRARI, VISSER TRAVAGLI 2007*, pp. 121-124.
- MININI M., Verità M., Zecchin S. 2008, *Materiali vitrei del IV-XV secolo nel territorio della Laguna di Venezia: indagini archeologiche ed archeometriche*, *Rivista della Stazione sperimentale del vetro* 5-2008, pp. 15-32.
- MIOIA A. et alii 2006, *Wetlands in the Venetian Po Plain (north-eastern Italy) during the Last Glacial Maximum: Interplay between vegetation, hydrology and sedimentary environment in "Review of Palaeobotany and Palynology"*, 141, pp. 53-81.
- MIOIA A. et alii 2010, *Holocene salt marsh plant communities in the North Adriatic coastal plain (Italy) as reflected by pollen, non-pollen palynomorphs and plant macrofossil analyses*, in "Vegetation History and Archaeobotany", 19 (5), pp. 513-529.
- MIOIA A., VALENTINI G. 2004, *La via Annia a Ca' Tron: il contributo dell'analisi palinologica*, in *La via Annia e le sue infrastrutture, Atti delle Giornate di Studio, Ca' Tron di Roncade, Treviso 6-7 novembre 2003*, a cura di Busana M. S., Ghedini F., Cornuda (TV), pp. 147-161.
- MIOIA A., VALENTINI G. 2006, *Primi risultati di analisi polliniche su sedimenti dell'Età del Ferro in un sito archeologico nel NE Italia (Cà Tron, Roncade - Treviso)*, in "Informatore Botanico Italiano", 38 suppl.1 (2006), pp. 129-133.
- MODRZEWSKA I. 2000, *Note sulle ceramiche tardo romane dello scavo nell'isola di Torcello*, in *Leciejewicz 2000a*, Roma, pp. 65-82.
- MOINE C. 2013, *Chiostris tra le acque: i monasteri femminili della laguna nord di Venezia nel basso Medioevo*, Firenze.
- MORABITO Z. et alii 2009 (Morabito Z., Tonon M., Mazzari M., Longeg G., Driuss G., Biscontin G.), *Indagini per una valutazione di tecniche e prodotti per l'intervento di restauro*, in *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la Conservazione*, a cura di R. Cadignani, Roma, pp. 208-232.
- MORAVCSIK G. JENKSIN R. J. H. 1949, *Constantine Porphyrogenitus, De Administrando Imperio*, Budapest.
- MORETTI C. 2002, *Glossario del vetro veneziano*, Venezia.
- MORINA S., FERRONATO E. 2006, *Le ceramiche comuni*, in *Archeologia a Garda e nel suo territorio (1998-2003)*, a cura di Brogiolo G.P., Ibsen M., Malaguti C., Firenze, pp. 78-105.
- MORO P. 1997, *Venezia e l'Occidente nell'alto medioevo*, in *Venezia. Itinerari per la storia della città*, a cura di Gasparri S., Levi G., Moro P., Bologna, pp. 41-57.
- MOZZI P. 1998, *Nascita e trasformazione della pianura del Sile*, in *Il Sile*, a cura di Bondesan A. et alii, Caselle di Sommacampagna (VR), pp. 40-51.
- MOZZI P. et alii 2011, *20,000 years of landscape evolution at Ca' Tron (Venice, Italy): palaeoenvironment, archaeology, virtual reality webgis*, in *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe. Cultural and methodological biases in pre- and protohistoric landscape studies*, a cura di Van Leusen M., Pizziolo G., Sarti L., BAR International Series 2320, pp. 171-182.
- MOZZI P. et alii 2012, *A step before Venice: landscape reconstruction at Altinum* in "Quaternary International" vol. 279-280, p. 306.
- MOZZI P., NEGRELLI C. (a cura di) 2013, *Paesaggi antichi e potenziale archeologico*, in *Archeologia e paesaggio nell'area costiera veneta: conoscenza, partecipazione e valorizzazione*, Regione del Veneto, Venezia, Cittadella, pp. 19-85.
- MURIALDO G. 2001, *Le anfore da trasporto*, in *S. Antonino. Un insediamento fortificato nella Liguria bizantina*, a cura di Mannoni T., Murialdo G., Firenze, pp. 255-296.
- NEGRELLI C. 2007a, *Vasellame e contenitori da trasporto tra tarda antichità ed alto medioevo: l'Emilia Romagna e l'area medio-adriatica*, in *GELICHI, NEGRELLI 2007*, pp. 297-330.
- NEGRELLI C. 2007b, *Produzione, circolazione e consumo tra VI e IX secolo: dal territorio dal Padovate a Comacchio*, in *BERTI et alii 2007*, pp. 437-472.
- NEGRELLI C. 2007c, *Altri tipi anforici e anfore altomedievali*, in *BERTI et alii 2007*, pp. 605-608.
- NEGRELLI C. 2008, *Rimini capitale. Strutture insediative, economia e società tra V e VIII secolo*, Firenze.
- NEPOTI S. 1986, *La maiolica arcaica nella Valle Padana*, in *La Ceramica Medievale nel Mediterraneo Occidentale, Atti del III Congresso Internazionale Siena-Faenza 1984*, Firenze, pp. 409-418.
- NICOLAE B., ANDREI B., IOAN VASILE S. 2009, *The Raman study on certain sulfates analele stiintifice ale universitatii "Al. I. Cuza" Iasi*, in "Geologie Tomul LV", nr. 1, pp. 6-21.
- Ninfo et alii 2009, (NINFO A., Fontana A., Mozzi P., Ferrarese F.), *The map of Altinum, ancestor of Venice*, "Science", 325, p.577.
- PAPADOPOLI N. 1919, *Le monete di Venezia descritte e illustrate*, Vol 3, Venezia.
- PAROLI L. et alii 2003, *La ceramica invetriata altomedievale in Italia: un aggiornamento*, in *De Rome à Byzance; de Fostat à Cordone. Evolution de faciès céramiques en Méditerranée, Ve - IXe siècles*, in *Actes du VIIe Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée (Thessaloniki, 11-16 oct. 1999)*, a cura di Bakirtzis Ch., Atene, pp. 477-490.
- PAUNIER D. 1987, *La pierre ollaire dans l'antiquité en Suisse Occidentale*, in *La pietra ollare* 1992, pp. 47-57.
- PAUSE C. 1996, *Spätmittelalterliche Glasfunde aus Venedig: ein archäologischer Beitrag zur deutsch-venezianischen Handelsgeschichte*, *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, 28, Bonn.

- PAVANELLO G. 1919, *Antichi scrittori di idraulica veneta*, vol.1, Venezia, p.112.
- PAYNE S. 1985, *Morphological distinction between the mandibular teeth of young sheep Ovis and goats Capra*, in "Journal of Archaeological Science", 12, pp. 139-147.
- PEDELÌ C. PULGA S. 2002, *Pratiche conservative sullo scavo archeologico. Principi e metodi*, Firenze.
- PEÑA CHOCARRO L., ZAPATA L. 2005, *Trade and new plant foods in the western atlantic coast: the roman port of Irun (Basque Country)* in *Mar exterior: El Occidente atlántico en época romana*, Actas de Congreso Internacional de Pisa, 6-9 noviembre 2003, a cura di Arce J. et alii, Roma, pp 169-177.
- PERTUSI A. 1962, *L'iscrizione torcellana dei tempi di Eraclio*, in "Studi veneziani", IV, pp. 31-38.
- PESAVENTO MATTIOLI S. (a cura di) 1988, *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici*, Atti del Seminario di studi, Padova 19 - 20 ottobre 1995, Modena.
- PIGNATTI S., 1966, *La vegetazione alofla della Laguna veneta*, in "Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Memorie", vol. XXXIII, fasc. I, Venezia.
- PIGNATTI S., 1982, *Flora di'Italia*, I-III, Bologna.
- PIZZINATO C. 2003, *Antiche opere emerse attorno all'isola di Burano (Laguna di Venezia)*, in Atti del II Convegno nazionale di archeologia subacquea, Castiglioncello, 7 - 9 settembre 2001, a cura di G. Volpe, Bari, pp. 107-123.
- POLLARD A.M., THOMAS R. G., WILLIAMS P. A. 1980, *Mineralogical changes arising from the use of aqueous sodium carbonate solutions for the treatment of archaeological copper objects*, in "Studies in Conservation", 35 (1990), pp. 148-152.
- POSSENTI E. 2004, *Materiali in metallo e osso*, in *Gli scavi al battistero di Mantova (1984-1987)*, a cura di Brogiolo G. P., Mantova, pp. 117-128.
- PRIMON S. 2004a, *La Laguna di Venezia*, in *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia*, a cura di Bondesan A., Meneghel M., Padova, pp. 161 - 176.
- PRIMON S. 2004b, *La laguna sud*, in *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia*, a cura di A. Bondesan, M. Meneghel, Padova, pp. 307 - 326.
- PRIMON S. 2004c, *La laguna nord*. in *Geomorfologia della provincia di Venezia. Note illustrative della Carta geomorfologica della provincia di Venezia*, a cura di Bondesan A., Meneghel M., Padova, pp. 346-363.
- PRUVOT C.M. 2012, *La verrerie d'un sanctuaire helvète: Estavayer-le-Gibloux (canton de Fribourg)*, in ARVEILLER, CABART 2012, pp. 91-100.
- QUERCIA A. 2008, *Le ceramiche comuni di età romana*, in *Horti et Sordes. Uno scavo alle falde del Gianicolo*, a cura di Filippi F., Roma pp. 141-176.
- RAMADAN ABD-ALLAH, ZEIDOUN AL-MUHEISEN, SOHAD AL-HOWADI 2010, *Cleaning strategies of pottery objects excavated from Khirbet Edh-Dharih an Hayyan Al-Mushref, Jordan: four case studies*; in "Mediterranean Archaeology and Archaeometry", Vol. 10, No. 2, pp. 97-110.
- RENFREW C., BAHN P. 2009, *Archaeology Essentials*, London.
- Restauo e Conservazione 2002, voce in Enciclopedia Treccani, on-line ([http://www.treccani.it/enciclopedia/restauo-e-conservazione-il-sito-archeologico_\(Il-Mondo-dell'Archeologia\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/restauo-e-conservazione-il-sito-archeologico_(Il-Mondo-dell'Archeologia)/))
- RIAVEZ P. 2007, *Ceramica ad impasto refrattario e "dipinte in rosso"*, in MALAGUTI et alii 2007, pp. 78-80.
- RICCI A., PAPI E., BESUTTI S. (a cura di) 1985, *Settefinestre III, Una villa schiavistica nell'Etruria Romana. La villa e i suoi reperti*, Modena.
- RICE P. M. 1987, *Pottery Analysis. A Sourcebook*, Chicago - London.
- RIGHINI V. 1999, *La diffusione del mattone cotto nella Gallia Cisalpina e l'architettura in mattoni di Ravenna*, in *El ladrillo y sus derivados en la época romana*, a cura di Bendala Galan M., Rico C., Roldan Gomez L., Madrid, pp. 125-157.
- RIGHINI V. 2008, *I materiali fittili pesanti nella Cisalpina. Produzione e commercializzazione dei laterizi. I. Lateres Publici e II. Figlinae*, in *Instrumenta Inscripta Latina II*, a cura di Hainzmann M., Wedenig R., Klagenfurt, pp. 265-294.
- Ritrovare restaurando. Rinvenimenti e scoperte a Venezia e in Laguna*, 2000, a cura della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici - Venezia, Cornuda (TV)
- ROCCARO C. (a cura di) 1979, *Walahfrido Strabone. Hortulus*, Palermo.
- ROMANELLI G. 1999, *A volo di uccello. Jacopo de' Barbari e le rappresentazioni di città nell'Europa del Rinascimento*, Venezia, p.12.
- ROMEI D. 2001, *Anfore*, in ARENA et alii 2001, pp. 503-506.
- ROSADA G., ZABEO M. 2012, *...Stagna...Inrigua aestibus maritimis... sulla laguna di Venezia ovvero su un comprensorio a morfologia variabile*, in "Histria Antiqua", 21, pp. 241-262.
- ROTHSCHILD-BOROS, M.C. 1981, *The determination of amphora contents in Archaeology and Italian society: Prehistoric, Roman and Medieval studies*, a cura di Barker G., Hodges R., BAR International series 102, Oxford, pp.79-89.
- ROTTOLI M. 1996, *L'orto medievale fra botanica, storia e archeologia: un contributo all'interpretazione dei termini botanici medievali*, in "Archeologia uomo e territorio", vol. 15, pp. 127-140.
- ROTTOLI M. 2000, *Isola di S. Francesco del Deserto: i materiali botanici del saggio 8, scavi 1995 in Ritrovare restaurando Rinvenimenti e scoperte a Venezia e in laguna*, a cura della Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici - Venezia, Cornuda (TV), pp. 144-149.
- ROTTOLI M., COTTINI M. 2011, *Le piante nei riti in Altino antica dai Veneti a Venezia*, Venezia, pp. 90.
- ROTTOLI, M. 2002, *Italia Settentrionale*, in *Storia dell'Agricoltura Italiana, l'età Antica - Preistoria*, a cura di Forni G., Marcone A., vol. 1, pp. 235-242.
- RUSKIN J. 1851, *The Stones of Venice*, London, (in traduzione Italiana, RUSKIN J. 2000, *Le Pietre di Venezia*, Milano).
- RÜTTI B. 1991, *Die Römischen Gläser aus Augst und Kaiseraugst*, Augst.
- SABBIONESI L. 2012, *Il materiale tardo antico*, in GELICHI, MOINE 2012, pp. 24-31.
- SADORI L. et alii 2009, *The introduction and diffusion of peach in ancient Italy in Plants and Culture: seeds of the cultural heritage of Europe*, Morel J. P., Mercuri A. M. (eds.), Bari, pp. 45-61.
- SAGUI L. 1998, *Il deposito della Crypta Balbi: una testimonianza imprevedibile sulla Roma del VII secolo?*, in *Ceramica in Italia: VI-VII secolo*, a cura di Saguì L., Firenze, pp. 305-330.
- SAGUI L. 2001a, *Lucerne*, in ARENA et alii 2001, pp. 276-282.
- SAGUI L. 2001b, *Anfore*, in ARENA et alii 2001, pp. 283-294.
- SANNAZARO M. 1994, *La ceramica invetriata tra età romana e medioevo*, in Ad Mensam. *Manufatti d'uso da contesti archeolo-*

- gici fra tarda antichità e medioevo, a cura di Lusuardi Siena S., Udine, pp. 229-261.
- SANNAZARO M. 2004, *La ceramic invetriata tardoantica altomedievale in Lombardia: le produzioni più tarde*, in *La ceramic altomedievale in Italia. Atti del V congress di Archeologia Medievale (Roma, CNR, 26-27 Novembre 2001)*, a cura di Patitucci Uggeri S., Firenze, pp. 103-118.
- SCHMID E. 1972, *Atlas of animal bones*, Amstrdam-Elsevier.
- SCHMIDT A. 2007, *Archaeology, Magnetic Methods*, in *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism: 23-31*, in *Encyclopedia of Earth Sciences Series Heidelberg*, Gubbins D., Herrero-Bervera E. (eds.), New York.
- SCHOLZ M. 2012, „Ziegelrechnungen“ Aspekte der Organisation römischer Ziegeleien, in *Ductus. Inscriptions mineures: nouveautés et réflexions*, a cura di Fuchs M. E., Sylvestre R., Schmidt Heidenreich C., Berne, pp. 339-357.
- SCHULZ J. 2006, *La cartografia tra scienza e arte. Carte e cartografi nel Rinascimento italiano*, Modena.
- SCHULZE W. 1966, *Zur Geschichte Lateinischer Eigennamen*, Berlin-Zürich-Dublin.
- SEASE C. 1986, *Pronto intervento sui reperti di scavo*, in *La conservazione sullo scavo archeologico I.C.C.R.O.M.*, Roma 1984, Roma, pp. 35-56.
- SEETAH K. (Unpub.), *Butchery as an analytical tool: a comparative study of the Romano-British and medieval periods*, Unpub. Ph.D. Thesis. Dept. of Archaeology. University of Cambridge, Cambridge.
- SELWIN L.S. et alii 1999, *The Corrosion of Excavated Archaeological Iron with Details on Weeping and Akaganéite Source*, in “Studies in Conservation”, Vol. 44, No. 4, pp. 217-232.
- SERANDREI BARBERO R. 1974, *Contributo alla conoscenza dei sedimenti olocenici della laguna di Venezia (zona Canale Dese-Canale di Burano). Osservazioni paleontologiche*, in “CNR-ISDGM”, Rapporto Tecnico, 55, Venezia.
- SERANDREI BARBERO R. et alii 2001, *Depositi tardopleistocenici ed olocenici nel sottosuolo veneziano: paleoambienti e cronologia*, in “Il Quaternario”, XIV, 1, pp. 9-22.
- SERANDREI BARBERO R. et alii 2005, *Paleoclimatic record of the past 22,000 years in Venice (Northern Italy): biostratigraphic evidence and chronology*, in “Quaternary International”, 140/141, p. 37-52.
- SERRA M., GALASSO G., D'AGOSTINO S. 2010, *Archeologia preventiva: manuale per gli operatori*, Salerno.
- SGOBBI M. et alii 2013 (SGOBBI M., Calaon D., Frigatti C., Longega G., Prezioso A., Melotti E., Remotto A., Savcic B., Trombin G.), *Valorizzare, preservare e conoscere mentre si scava. Torcello 2012. La progettazione in laboratorio*, in *Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, 29° Convegno Internazionale Scienza e Beni culturali, Bressanone, 9-12 luglio 2013, Marghera-Venezia, pp. 189-210.
- SILVER I. A. 1969, *The ageing of domestic animals*, in *Science in archaeology*, a cura di Brothwell D., Higgs E. S., London, pp. 283-301.
- SILVESTRI A., SALVIULO G., MOLIN G. 2005, *Roman and medieval glass from the italian area: bulk characterisation and relationship with production technologies*, in “Archaeometry” m 47, 4, pp. 797-816.
- SKEATES R., MCDAVID C., CARMAN J. 2012, *The Oxford Handbook of Public Archaeology*, Oxford.
- SKOOG D. A., WEST D. M., HOLLER F. J. 2002, *Fondamenti di Chimica Analitica*, Napoli.
- SMITH S. 2004, *Area 3000: le fasi di XIII-XIV secolo del monastero femminile cistercense*, in *Gelichi S., Baudo F., Calaon D., Beltrame C., Smith S. 2004, Isola di S. Giacomo in Paludo (laguna nord, Venezia): gli scavi delle campagne del 2003 (SGP 03a e SGP03b)* “Quaderni di Archeologia del Veneto”, 20, pp. 171-176.
- SOGLIANI F. 2007, *Il vetro e la sua immagine: testimonianze iconografiche nella Calabria medievale*, in *COSCARELLA 2007*, pp. 237-262.
- SOLIN H. 2003, *Die griechischen Personennamen in Rom*, Berlin-New York.
- SOLIN H., SALOMIES O. 1988, *Repertorium nominum gentilium et cognominum Latinorum*, Hildesheim-Zürich-New York.
- SPAGNOL S. 1996, *La ceramica grezza da Cittanova (Civitas Nova Heracliana)*, in *Le ceramiche altomedievali (fine VI-X secolo) in Italia settentrionale: produzione e commerci*, a cura di Brogiolo G. P., Gelichi S., Mantova, pp. 59-79.
- SPAGNOL S. 2007, *Ceramica comune grezza dall'isola di Torcello (Ve)-area del battistero*, in *GELICHI, NEGRELLI 2007*, pp. 107-124.
- STANLEY PRINCE N. P. (a cura di) 1986, *La conservazione sullo scavo archeologico*, Roma.
- STIAFFINI D. 2005, *Vetro di età tardoantica ed altomedievale dagli scavi degli horrea dell'area archeologica in località S. Gaetano di Vada (Rosignano Marittimo - Livorno)*, in *FERRARI 2005*, pp. 9-17.
- TABACZYNSKI S. 1977, *Reperti in metalli*, in *LECIEJEWICZ, TABACZYNSKA, TABACZYNSKI 1977*, pp. 189-214.
- TAGLIACOZZO A., FIORE I., ROTTOLI M. 2011, *Animali e piante in Altino antica dai Veneti a Venezia*, Venezia, pp. 19-21.
- TARPINI R. 2000, *La forma Isings 42 var. Limburg 1971*, in *Annales du 14e Congrès de l'AIHV (Venezia-Milano 1998)*, Venezia, pp. 95-98.
- TASSAUX F. 1982, *Laecanii. Recherches sur une famille sénatoriale d'Istrie*, in “Mélanges de l'École Française de Rome. Antiquité”, 94, n.1, pp. 227-269.
- TIRELLI M. (a cura di) 2011, *Altino antica. Dai Veneti a Venezia*, Venezia.
- TOMBOLANI M. 1988, *Saggio stratigrafico a Torcello*, in *La Venezia dall'Antichità all'Alto Medioevo*, Atti del Convegno 1985, Roma, pp. 205-214.
- TONIOLO A. 2007a, *Anfore dall'area lagunare*, in *GELICHI, NEGRELLI 2007*, pp. 91-106.
- TONIOLO A. 2007b, “...pallentia solphurata fractis permutat vitreis...” *Il carico di rottami di vetro del relitto di Grado*, in *FERRARI, VISSER TRAVAGLI 2007*, pp. 57-69.
- TONIOLO A., MARAMANI F. 2000, *Qualche nota su una “linea evolutiva” all'interno di contenitori norditalici e su “murazzi” in Laguna*, in “Quaderni di Archeologia del Veneto”, XVI, pp. 133 - 138.
- TOSI L. et alii (a cura di) 2007 (TOSI L., RIZZETTO F., BONARDI M., DONNICI S., SERANDREI BARBERO R., TOFFOLETTO F.), *Note illustrative della Carta Geologica alla scala 1:50.000, foglio 128 Venezia*, Roma, pp. 164
- UBOLDI M. 1999, *Lampade in vetro tra età tardoantica ed altomedievale*, in “Alte Vitrie”, XI-n.2-3/99, pp. 11-14.
- UBOLDI M. 2005, *Laterizi e opus doliare*, in *La ceramica e i materiali di età romana. Classi, produzioni, commerci e consumi*, a cura di Gandolfi D., Bordighera, pp. 479-490.

- UGGERI G. 1978, *Vie di terra e vie d'acqua tra Aquileia e Ravenna in età romana*, in "Antichità Altoadriatiche", XIII (Aquileia e Ravenna), pp. 45 – 79.
- VALENTINIS A. 1893, *Antichità Altinati*, Venezia.
- VECCHI M. 1978, *Insedimento romano a Torcello: documenti e ipotesi*, in "Rivista di archeologia", Anno II, 1978, pp. 102-103.
- VECCHI M. 1979, *Torcello: ricerche e contributi*, Roma.
- VECCHI M. 1982, *Torcello: nuove ricerche*, Roma.
- VECCHI M. 1983, *Torcello: chiese e monasteri medievali scomparsi della laguna superiore di Venezia. Ricerche storico-archeologiche*, Roma.
- VERITÀ M., ZECCHIN S. 2007, *Analisi di tessere musive vitree rinvenute negli scavi nell'isola di Torcello*, in FERRARI, VISSER TRAVAGLI 2007, pp. 99-104.
- VERITÀ M., RENIERA A., ZECCHIN S. 2002, *Chemical analyses of ancient glass findings excavated in the Venetian lagoon*, "Journal of Cultural Heritage", Volume 3, Issue 4, October–December 2002, Pp. 261–271.
- VERITÀ M., ZECCHIN S. 2005, *Le origini della vetraria veneziana attraverso l'analisi dei reperti archeologici di Torcello*, in FERRARI 2005, pp. 37-43.
- VERITÀ M., ZECCHIN S. 2012, *Il vetro veneziano: influenza bizantina e islamica*, in LARESE, SEGUSO 2012, pp. 167-172.
- VIGONI A. 2005, *I materiali di epoca romana*, in *Strutture perfluviiali presso palazzo "ex de Claricini" in via Cesarotti 10 a Padova*, a cura di Ruta Serafini A., Sainati C., in "Quaderni di Archeologia del Veneto", XXI, pp. 31-33.
- VILLA L. 2002, *Iulium Carnicum e Iulia Concordia: il destino di due centri urbani minori nell'altomedioevo*, in "Aquileia Nostra", LXXIII, pp. 342-443.
- WATKINSON D. 2010, *Preservation of metallic cultural heritage*, in *Shreir's Corrosion* Cottis R. A. (ed), Londra.
- ZACCARIA C. 1999, *Bolli laterizi di età romana nel territorio di Aquileia. Bilancio e prospettive della ricerca*, in *Le fornaci romane. Produzione di anfore e laterizi con marchi di fabbrica nella Cispadana orientale e nell'alto Adriatico, Atti delle giornate internazionali di studio (Rimini, 16-17 ottobre 1993)*, a cura di Righini V., Rimini, pp. 107-119.
- ZACCARIA C., GOMEZEL C. 2000, *Aspetti della produzione e circolazione dei laterizi nell'area adriatica settentrionale tra II secolo a.C. e II secolo d.C.*, in *La brique antique et médiévale. Production et commercialisation d'un matériau, Actes du Colloque international, Paris 1995*, a cura di Boucheron P., Broise H., Thèbert Y., Roma, pp. 285-310.
- ZACCARIA C., ZUPANCIC M. 1993, *I bolli laterizi del territorio di Tergeste romana*, in *I laterizi di età romana nell'area nordadriatica*, a cura di Zaccaria C., Roma, pp. 135-178.
- ZAITSEVA N. 2005, *Inhibiting effect of sphagnum moss extract and benzotriazole on conservation waxes fungal degradation*, in "Anatolian Archaeological Studies", XIV, pp. 269-276.
- ZAMBON G. 1998, *Il Sile dall'invasione longobarda alla Lega dei Cambrai*, in *Il Sile*, a cura di Bondesan A., Caniato G., Valterani F., Zanetti M., Caselle di Sommacampagna (VR), pp. 105-117.
- ZERBINATI E. 1996, *Tegelae e Pedani in un graffito su mattone dalla località Casonetto di Villadose*, in *La ricerca archeologica di superficie in area padana, Atti del Workshop (Villadose, 1 ottobre 1994)*, a cura di Maragno E., Stanghella (PD), pp. 35-41.



Università
Ca' Foscari
Venezia



REGIONE DEL VENETO



Zavod za varstvo Kulturne dediščine Slovenije
Institute for the Protection of Cultural Heritage of Slovenia



MESTNA OBČINA KOPER
COMUNE CITTÀ DI CAPODISTRIA

COMUNITÀ AUTOGESTITA DELLA
NAZIONALITÀ ITALIANA DI CAPODISTRIA
SAMOUPRAVNA SKUPNOST
ITALJANSKE NARODNOSTI KOPER

Partner attuatore / Izdajatelj – partner projekta / Implementing Partner



In convenzione con / V dogovoru z / In agreement with



In collaborazione con / V sodelovanju z / In collaboration with



Progetto strategico per la conoscenza e la fruibilità del patrimonio culturale condiviso - **SHARED CULTURE** (cod. CB 016) finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

Strateški projekt za poznavanje in dostopnost skupne kulturne dediščine - **SHARED CULTURE** (cod. CB 016) sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.



REPUBLIKA SLOVENIJA
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO