

L'esatta provenienza dell'ossidiana e i modelli di diffusione nel Mediterraneo centrale durante il Neolitico

Robert H. Tykot

University of South Florida - Tampa (U.S.A.)

Riassunto - Manufatti di ossidiana si trovano in siti preistorici in tutto il Mediterraneo Centrale, fino a centinaia di chilometri dalle fonti geologiche a Lipari, Palmarola, Pantelleria, e in Sardegna. Recenti indagini presso queste fonti hanno prodotto una più precisa localizzazione e documentazione di ciascuna colata o emergenza di ossidiana, e l'analisi dimostra che molte sub-fonti presentano diverse caratteristiche fisiche e chimiche. Cosa importante è che queste differenze possono essere determinate utilizzando tecniche non distruttive e non costose, quali descrizione visiva, misurazioni di densità, spettroscopia di fluorescenza ai raggi X, e spettrometria della massa con ablazione laser.

In Sardegna, le fonti presso Conca Cannas-Uras (SA), Santa Maria Zuarbara-Marrubiu (SB1a, SB1b, SC1c, SB2), e Perdas Urias/Sennixeddu-Pau (SC1, SC2) erano sfruttate entro il VI millennio a.C. non soltanto per manufatti rinvenuti in Sardegna, ma anche in Corsica, Italia centrale e settentrionale, e Francia meridionale. L'analisi di numerosi manufatti provenienti da contesti datati rivela l'uso differenziato delle sub-fonti di ossidiana, e suggerisce che fattori quali accessibilità, dimensioni e frequenza di noduli naturali, e le relative proprietà meccaniche e visive fossero importanti variabili nello sfruttamento della fonte. La presenza di un manufatto di ossidiana in un sito archeologico è il risultato di una sequenza di attività che comprendono l'acquisizione del materiale grezzo, la preparazione e manifattura, il trasporto e il commercio, l'utilizzo e il riutilizzo, e l'eliminazione. Insieme con studi di tecnologia e tracce d'usura, lo schema di distribuzione dell'ossidiana può essere usato per ricostruire questa chaîne opératoire, e le condizioni socioculturali in cui l'uso di ossidiana era inserito.

Abstract - Obsidian artifacts are found at prehistoric sites throughout the central Mediterranean, up to hundreds of kilometers from their geological sources on Lipari, Palmarola, Pantelleria, and Sardinia. Recent surveys of these sources have resulted in the more precise location and documentation of each obsidian flow or outcrop, and analyses demonstrate that many have different physical and chemical characteristics. Importantly, these differences may be determined using non-destructive, inexpensive techniques such as detailed visual description, high precision density measurement, X-ray fluorescence

spectroscopy, and laser ablation ICP mass spectrometry. In Sardinia, the sources near Conca Cannas-Uras (SA), Santa Maria Zuarbara-Marrubiu (SB1a, SB1b, SC1c, SB2), and Perdas Urias/Sennixeddu-Pau (SC1, SC2) were widely exploited by the 6th millennium BC not only for obsidian artifacts found in Sardinia, but also in Corsica, central and northern Italy, and southern France. Analyses of large numbers of artifacts from dated contexts in these regions demonstrate the differential use of the obsidian sub-sources, and suggest that factors such as accessibility, size and frequency of natural nodules, and their mechanical and visual properties were important variables in source exploitation. The presence of an obsidian artifact at an archaeological site is the result of a sequence of activities including acquisition of the raw material, reduction and manufacture, transportation and trade, use and reuse, and discardment. In conjunction with technological and use-wear studies, patterns of obsidian distribution may be used to reconstruct this chaîne opératoire, and the sociocultural circumstances in which obsidian use was embedded.

Introduzione

Lo studio di provenienza dell'ossidiana è stato un importante aspetto della ricerca archeologica per più di un quarto di secolo, e ha generato un quadro generale della distribuzione dell'ossidiana nell'area mediterranea (Buchner 1949; Cann e Renfrew 1964; Hallam et al. 1976; Williams-Thorpe 1995; Bigazzi e Radi 1996; Tykot 1996). Virtualmente, tutti i manufatti in ossidiana ritrovati in siti archeologici nel Mediterraneo Centrale e Occidentale che sono stati analizzati provengono da uno dei quattro punti di origine presenti nelle isole italiane di Lipari, Palmarola, Pantelleria e Sardegna. Ai giacimenti Carpatici nella Slovacchia sudorientale e in Ungheria nordorientale sono attribuibili scarsi manufatti rinvenuti in Italia nordorientale, mentre la presenza di ossidiana proveniente da Melos è stata confermata soltanto in un sito a ovest della Penisola Balcanica. Nondimeno, fino a tempi recenti i giacimenti del Mediterraneo centrale non erano tutti completamente documentati, e il numero di manufatti effettivamente analizzati per una certa area o periodo era piuttosto limitato.

L'ossidiana ha rivestito un ruolo rilevante nella ricostruzione dell'antico commercio e scambio grazie al fatto che esistono relativamente poche fonti, che era trasportata lungo grandi distanze, e che diversamente da altri materiali che probabilmente erano ugualmente commerciati, si conserva bene e può perciò essere ritrovata in contesti archeologici (Tykot 2003). Gli archeologi hanno anche tentato di determinare il contesto sociale nel quale avveniva il commercio tra società preistoriche, e il ruolo

che queste attività economiche ebbero nello sviluppo delle società complesse. Tra i modelli, semplificati, che sono stati usati per descrivere il commercio dell'ossidiana nel Mediterraneo, vi sono le curve di caduta (Renfrew 1975; 1977) della frequenza di manufatti contro l'aumento della distanza dalla loro fonte. Inaspettatamente alte frequenze di ossidiana possono indicare che un dato sito fosse un centro di scambio, o che fosse situato nei pressi di un fiume o altre vie di trasporto. Allo stesso modo, un modello per gravità è stato utilizzato per descrivere zone di interazione in cui diverse fonti sono in competizione per la parte di mercato, con l'ossidiana sarda più importante in Corsica, Francia meridionale e Italia settentrionale, e l'ossidiana di Lipari più importante in Sicilia e in Italia meridionale e centrale (Hallam et al. 1976). Tuttavia, questi modelli semplificano le circostanze in cui tale commercio avveniva. Movimenti e transazioni erano probabilmente più complessi, particolarmente considerando che essi non si verificavano nell'ambito di un sistema di mercato standardizzato quale quello moderno. Determinare la provenienza geologica dei manufatti accerta per lo meno i punti di inizio e fine della *chaîne opératoire* litica, lasciando aperta la possibilità di esaminare i fenomeni intermedi in maggior dettaglio (Fig. 1). Purtroppo fino a tempi recenti l'analisi di provenienza dei manufatti è stata limitata a piccole quantità da ogni dato sito, condizionando negativamente la determinazione delle modalità d'uso da un punto di vista geografico e temporale. (Tykot e Ammerman 1997). Ora che è stata analizzata ossidiana da numerosi siti, chiaramente è impossibile parlare di mercati distinti per l'ossidiana di Lipari, di Palmarola, di Pantelleria, e di quella sarda (Fig. 2). Inoltre, l'accessibilità dei giacimenti e le proprietà fisiche e visuali della materia prima non sono tutte identiche; la disponibilità di altre materie prime litiche può aver condizionato la domanda di ossidiana e l'uso che ne veniva fatto. E' anche possibile che diversi meccanismi di commercio e trasporto fossero utilizzati in diversi luoghi e periodi.

Le Fonti del Mediterraneo Centrale

Lipari è una piccola isola appena 30 km a nord della Sicilia nell'arcipelago delle Isole Eolie. Mentre ossidiana d'alta qualità si trova oggigiorno lungo la maggior parte delle coste settentrionali e orientali dell'isola, quasi tutta proviene dalle colate della Forgia Vecchia e delle Rocce Rosse, che si formarono meno di 2000 anni fa (Pichler 1980). A tutt'oggi, l'unica fonte di materiale di cui si sappia che era disponibile in età preistorica si trova a Gabellotto, anche se è altamente probabile che altre formazioni esistessero e siano oggigiorno sepolti dalla più recente attività vulcanica. Datazioni ottenute dalle tracce di fissione e altri metodi collocano la formazione dei depositi effettivamente sfruttati in-

torno ai 10,000 anni fa, non molto tempo prima della diffusione della coltivazione e di stanziamenti a villaggio nel Mediterraneo centrale. L'esame dei materiali archeologici dimostra che l'ossidiana di Lipari che era disponibile si presentava in pezzi grandi e lavorabili e in due tipi visuali: uno molto trasparente e vetroso, senza inclusi significativi; l'altro solo scarsamente trasparente, meno vetroso, e con bande grige e numerose sferuliti. La agevole accessibilità dell'ossidiana di Lipari implica che poco impegno venisse impiegato nella sua acquisizione, ed è infatti stato dimostrato che la stessa materia prima veniva lavorata durante il neolitico in siti della terraferma calabrese (e.g. Ammerman 1985), oltre che nella stessa Lipari.

Palmarola è una piccola isola di meno di 3 km², a circa 35 km dalla terraferma a ovest di Napoli. Ossidiana lavorabile si trova presso la punta sudorientale, Punta Vardella, e nel lato sud del Monte Tramontana all'estremità settentrionale. La maggior parte dell'ossidiana di Palmarola è nera e opaca ma senza alcuna sferulite visibile; una scarsa quantità di ossidiana trasparente è stata riscontrata anche nei dintorni di Punta Vardella. L'ossidiana di Palmarola si formò circa 1,7 milioni di anni fa (Barberi et al. 1967), ma apparentemente in quantità minori e in noduli lavorabili più ridotti che nelle altre fonti del Mediterraneo centrale. Non c'è alcuna traccia di antichi stanziamenti o di lavorazione dell'ossidiana sull'isola, cosicché l'accesso e lo sfruttamento dell'ossidiana probabilmente non era controllato. L'ossidiana probabilmente raccolta a Palmarola da pescatori o cacciatori di uccelli da numerose comunità della vicina terraferma. Questo sfruttamento iniziò entro il Neolitico antico.

In confronto a Lipari e Palmarola, Pantelleria è un'isola dalle dimensioni più sostanziali, circa 100 km², ma trovandosi a circa 120 km a sud della Sicilia e 90 km a est della Tunisia risulta molto più isolata. Si può trovare ossidiana in grande abbondanza lungo la costa meridionale a Balata dei Turchi e Salto della Vecchia, in tre strati di attività vulcanica di circa 100,000 anni fa, e in sporadici depositi nei pressi del Lago di Venere e forse Gelkhamar nella parte settentrionale dell'isola (Francaviglia 1988). Tutta l'ossidiana è opaca e si presenta nera ma è in effetti verde se si esamina un frammento sottile contro una potente luce. Mentre le colate di Balata dei Turchi sono piuttosto spesse la maggior parte dell'ossidiana si rompe prontamente in blocchi di taglia più modesta, limitando in tal modo le dimensioni dei manufatti che si possono produrre. Recenti rilevamenti e scavi archeologici in Pantelleria indicano che l'isola potrebbe aver accolto stanziamenti durante il neolitico, ma i siti di una certa rilevanza conosciuti sono soltanto dell'età del Bronzo o più tardi. L'ossidiana di Pantelleria, comunque, è ben documentata in

siti in Sicilia, a Malta, e in Tunisia, datati al neolitico antico (Francaviglia e Piperno 1987; Tykot 1996; Nicoletti 1997). La considerevole distanza che si doveva percorrere soltanto per raggiungere Pantelleria indica che le potenzialità di navigazione erano abbastanza avanzate già 8000 anni fa, ma i viaggi erano probabilmente ancora meno frequenti di quelli per Lipari e Palmarola.

Diversamente dalle altre isole Mediterranee con giacimenti di ossidiana, la Sardegna è un'ampia massa di terraferma con abbondanti risorse al di là dell'ossidiana stessa, ed apparentemente è stata abitata prima che iniziasse lo sfruttamento nel neolitico (Tykot 1999). Formatasi parecchi milioni d'anni fa e perciò la più vecchia del Mediterraneo, l'ossidiana lavorabile si trova in dimensioni, quantità, aspetto e qualità variabili in diverse aree intorno al Monte Arci, nella Sardegna centro-occidentale, a una apprezzabile distanza dalla costa (Fig. 3) (Tykot 1997). I giacimenti più importanti sono Conca Cannas-Uras (tipo SA); l'area a est e a sud di Santa Maria Zuarbara-Marrubiu (tipi SB1 e SB2); e Perdas Urias/Sennixeddu-Pau (tipo SC). L'ossidiana di Conca Cannas (tipo SA) è vetrosa, nera-grigia, traslucida, e non ha inclusioni cristalline visibili sulla superficie. L'ossidiana si trova in situ in una matrice di perlite, in forma di noduli pronti per la lavorazione, abbondanti e facili da raccogliere. L'ossidiana ad est (tipo SB1) e sud (tipo SB2) della chiesetta di Santa Maria Zuarbara si trova in contesti geologici primari (a Punta Nigola Pani, Punta Su Zippiri, M. Sparau) e secondari (vicino alla cava di Seddai, e a Conca s'Ollastu), ma non è abbondante come i tipi SA e SC. Il tipo SB2 è spesso molto vetroso e trasparente, altre volte è quasi opaco con inclusioni cristalline visibili sulla superficie. Il tipo SB1 è sempre opaco. Sul versante nord-est di Monte Arci, l'ossidiana si trova in abbondanza ad est e a nord di Perdas Urias, nel comune di Pau, il paese dell'ossidiana. Se ne trova in situ presso Punta Pizzighinu (Tykot 1997), ma vi sono anche grandi blocchi naturali emergenti dalla superficie a Sennixeddu, dove sono anche evidenti le attività di raccolta, preparazione e manifattura (Puxeddu 1958; Tanda e Lugliè 2002).

Determinazione della fonte dei manufatti

Il costo delle analisi e il fatto che esse siano distruttive o meno per il manufatto sono sempre state elementi importanti da considerare negli studi archeologici. La maggior parte degli studi di provenienza dell'ossidiana sono stati basati sulle analisi chimiche, le quali traggono vantaggio dalla omogeneità di composizione di gran parte dei giacimenti e dalle significative differenze tra ciascuno di essi (Tykot 2003). Anche caratteristiche visuali quali colore, trasparenza, inclusioni cristalline, tuttavia, sono spesso utili per identificazioni iniziali, e in cer-

ti casi sono definitive, ad esempio i manufatti di ossidiana verde rinvenuti in siti di età neolitica in Sicilia provengono quasi con certezza da Pantelleria. Si incontrano maggiori difficoltà tentando di distinguere su basi visuali tra tutte le fonti di ossidiana nero-grigia, particolarmente quando il manufatto è di dimensioni molto ridotte o difficile da osservare internamente, ma è possibile produrre una stima della frequenza di ciascuna fonte in un dato corpus/repertorio, senza pronunciarsi definitivamente su ciascun singolo manufatto (Tykot e Ammerman 1997). La misurazione ad alta precisione della densità, ugualmente non distruttiva né costosa, si è dimostrata utile nel discriminare alcune fonti (Tykot nd).

La gran parte degli studi di provenienza nel Mediterraneo centrale hanno fatto uso dell'attivazione neutronica (NAA: e.g. Hallam et al. 1976; Williams-Thorpe et al. 1979; 1984; Ammerman e Polglase 1997) o fluorescenza ai raggi X (XRF: e.g. Francaviglia 1986; Francaviglia e Piperno 1987; Tykot 1997; Tykot et al. 2003), che solitamente implica la rimozione di un campione da ciascun manufatto. XRF, che misura sia i maggiori componenti che le tracce, è stata eseguita anche direttamente su manufatti, con risultati meno precisi ma sufficienti per lo meno per la determinazione della corretta isola, se non della specifica fonte (e.g. Crisci et al. 1994; De Francesco et al. 1998; De Francesco e Crisci 2000). Ma è poi utile l'esatta provenienza dell'ossidiana per studi archeologici? Sicuro, almeno nel caso della Sardegna, dove è molto importante per identificare le specifiche fonti del Monte Arci che erano utilizzate, dato che il loro sfruttamento mostra chiaramente variazioni da un punto di vista geografico e cronologico (Tykot 1996; 2002b; 2002c).

La spettrometria della massa con ablazione laser (LA-ICP-MS) sta rapidamente diventando la più importante e potente tecnica d'analisi: con essa si possono misurare un maggior numero d'elementi in tracce e anche gli isotopi lasciando soltanto una minuscola scalfitura larga meno di 1 mm, visibile a stento a occhio nudo (Tykot e Young 1996; Gratuze 1999). Sia NAA che LA-ICP-MS permettono di distinguere fino a sette delle fonti del Monte Arci (includendo due vicino a Perdas Urias-Pau [SC1, SC2], e tre ad est di Santa Maria Zuarbara-Marrubiu [SB1a: Punta Nigola Pani, SB1b: Punta Su Zippiri, SB2c: Monte Sparau]) (Fig. 4) (Tykot 2002a), tre a Palmarola (Tykot et al. nd a), cinque a Pantelleria, e forse due o tre a Lipari (Tykot dati non pubblicati).

Non si può apprezzare l'utilizzo di ossidiana da diversi fonti senza l'analisi di numerosi campioni, and ugualmente importante è l'analisi di numerosi campioni da buoni contesti archeologici. Il numero di siti con 10 o più pezzi analizzati è molto maggiore che 20 anni fa, quando ho cominciato a studiare lo scambio della ossidiana (Fig. 5).

Discussione e Interpretazione

Una sintesi regionale della frequenza delle diversi fonti è stata presentata in maggior dettaglio altrove (Tykot 1996; nd). L'ossidiana di Pantelleria e Lipari è importante a Malta e in Sicilia; Palmarola è importante soltanto in Italia centrale e settentrionale, dove si trova anche l'ossidiana di Lipari e quella sarda. L'ossidiana del Monte Arci è il solo tipo trovato in Sardegna e Corsica, ed è il più importante in Francia (ma con una diversa frequenza delle sub-fonti). Le fonti di Lago di Venere, Gelkhamar, e Balata dei Turchi a Pantelleria erano tutte sfruttate, come indicato dalle analisi di manufatti provenienti dalla Grotta dell'Uzzo (Francaviglia e Piperno 1987), Ustica (Tykot 1995), e Zembra (Tykot dati non pubblicati). Recenti analisi di manufatti di ossidiana di Palmarola suggeriscono che la fonte di Monte Tramontana fosse molto più importante delle due presso Punta Vardella (Tykot et al. nd b). Analisi di manufatti da Lipari sono ancora in corso, ma almeno due tipi visuali venivano usati in siti a Lipari, in Sicilia e sulla terraferma.

Riguardo la Sardegna, manufatti dalle tre principali sub-fonti del Monte Arci (A, B, C) sono ben noti; per le sub-fonti, dato che l'ossidiana di tipo SB1 è rara nei siti archeologici, la distinzione tra SB1a, SB1b, e SB1c sembra essere meno utile che tra SC1 e SC2, perchè il tipo SC è molto frequente nei siti archeologici. Alla Grotta Filiestru-Mara, la frequenza delle diverse fonti cambia durante le quattro fasi del Neolitico, con il tipo SB2 che diviene meno frequente e il tipo SC che diviene il più importante (Tykot 1996). Forse il tipo SB2 era più difficile da trovare in quantità, e il tipo SC è preferito perchè di maggior durezza. Si noti che il tipo SA, più comune presso altri siti in Sardegna e spesso ritenuto il migliore, non è mai più frequente del 20%. In confronto, non sembra esserci variazione nel sito di Basi in Corsica, e il tipo SA è molto importante mentre SB2 non è frequente. E' possibile che questa sia una conseguenza di diverse funzioni per l'ossidiana a Basi, e/o della cronologia dei depositi.

Generalmente, tuttavia, se si studia la frequenza dei diversi tipi di ossidiana del Monte Arci, si può vedere uno schema simile in Sardegna, Corsica, Toscana e anche in Liguria. D'altro canto, nei siti vicino al fiume Po e in Francia, la frequenza è molto diversa, col tipo SA più importante, se non l'unico rappresentato. Non è probabile che l'ossidiana sia giunta direttamente dal Monte Arci a questi siti tramite abitanti della Sardegna o d'oltremare. Invece, la frequenza simile delle sub-fonti di Monte Arci in Corsica, Toscana e Liguria è più consistente con scambio "down-the-line." Per quanto riguarda la Francia, c'era un'altra via e/o una ragione funzionale o visuale per la particolare scelta del tipo SA.

Conclusione

Per comprendere le vie della distribuzione dell'ossidiana non sono sufficienti le analisi di provenienza. Abbiamo bisogno di conoscere le modalità di acquisizione, produzione e trasporto, la funzione degli strumenti, e come queste cose siano cambiate nel corso del neolitico. Studi sulla preparazione degli arnesi e produzione di strumenti forniscono informazioni sulle tecnologie utilizzate e sull'organizzazione del lavoro (Lugliè 2000), mentre studi di tracce d'usura sugli strumenti d'ossidiana procurano dati sulla loro funzione, durata d'uso, e su come queste variano geograficamente e cronologicamente (Hurcombe 1992; Hurcombe e Phillips 1998; Setzer 2004). Infine, dobbiamo riconoscere che l'uso dell'ossidiana (che Lilliu ha chiamato "oro nero") per strumenti probabilmente non era sempre soltanto economico, specialmente nei siti lontano dai giacimenti, ma era inserito nelle condizioni socioculturali delle società particolari. In Sardegna nel novecento, *pinnadellus* erano portati per protezione da *s'ogu malu*, alcuni con pezzi d'ossidiana chiamata *sa perda de tronu*. Oggi, adepti di correnti 'new-age' collocano pezzi d'ossidiana nei propri computer come protezione anti-virus!

Ringraziamenti

Ringrazio la National Science Foundation dell'USA per la sovvenzione a questa ricerca, le soprintendenze per l'autorizzazione a permesso di studiare ed analizzare i manufatti, e Luca Lai per la traduzione del testo.

BIBLIOGRAFIA

- AMMERMAN, A. J. 1985. *The Acconia Survey: Neolithic Settlement and the Obsidian Trade*. London, Institute of Archaeology, University of London.
- AMMERMAN, A.J., CESANA, A., POLGLASE, C. e TERRANI, M. 1990. Neutron activation analysis of obsidian from two neolithic sites in Italy, *Journal of Archaeological Science* 17: 209-220.
- AMMERMAN, A. e POLGLASE, C. 1997. Analyses and descriptions of the obsidian collections from Arene Candide. In R. Maggi (a cura di), *Arene Candide: A Functional and Environmental Assessment of the Holocene Sequence*: 573-592. Rome, Il Calamo.
- BARBERI, F., BORSI, S., FERRARA, G. e INNOCENTI, F. 1967. Contributo alla conoscenza vulcanologica e magmatologica delle isole dell'Arcipelago Pontino, *Memorie della Società Geologica Italiana* 6: 581-606.
- BIGAZZI, G. e RADÌ, G. 1996. Prehistoric exploitation of obsidian for tool making in the Italian peninsula: a picture from a rich fission-track data-set. In C. Arias, A. Bietti, L. Castelletti e C. Peretto (a cura di), *XIII International Congress Prehistoric and Protohistoric Sciences* 1: 149-156. Forlì, A.B.A.C.O.
- BIGAZZI, G. e RADÌ, G. 2003. La diffusione dell'ossidiana nella penisola italiana durante il neolitico: studi di provenienza con il metodo delle tracce di fissione, in *Atti del*

- XXXV Riunione Scientifica dell'IIPP a Lipari. Le Comunità della Preistoria Italiana. Studi e Ricerche sul Neolitico e le Età dei Metalli in memoria di Luigi Bernabò Brea. Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- BUCHNER, G. 1949. Ricerche sui giacimenti e sulle industrie di ossidiana in Italia, *Rivista di Scienze Preistoriche* 4: 162-186.
- CANN, J. R. e RENFREW, C. 1964. The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region, *Proceedings of the Prehistoric Society* 30: 111-133.
- CRISCI, G. M., RICQ-DE BOUARD, M., LANZAFRAME, U. e DE FRANCESCO, A. M. 1994. Nouvelle méthode d'analyse et provenance de l'ensemble des obsidiennes néolithiques du Midi de la France, *Gallia Préhistoire* 36: 299-309.
- DE FRANCESCO, A. M. e CRISCI, G. M. 2000. Provenienza delle ossidiane dei siti archeologici di Pianosa (Arcipelago Toscano) e Lumaca (Corsica) con il metodo analitico non distruttivo in fluorescenza X. In C. Tozzi e M.C. Weiss (a cura di), *Il primo popolamento Olocenico dell'area corso-toscana*: 253-258. Pisa, Edizioni ETS.
- DE FRANCESCO, A. M. e CRISCI, G. M. 2003. Caratterizzazione e provenienza delle ossidiane del sito Neolitico di Catignano (Pescara - Abruzzo) con la metodologia non distruttiva in Fluorescenza X. *Origines*.
- DE FRANCESCO, A. M., CRISCI, G. M. e LANZAFAME, U. 1998. Nuovi sviluppi del metodo analitico non distruttivo in fluorescenza X per risalire all'origine di ossidiane archeologiche. In C. D'Amico e C.A. Livadie (a cura di), *Le Scienze della Terra e l'Archeometria*: 141-145. Napoli: Cuen.
- FRANCAVIGLIA, V. M. 1986. Characterization of Mediterranean obsidian sources by classical petrochemical methods, *Preistoria Alpina* 20: 311-332.
- FRANCAVIGLIA, V. M. 1988. Ancient obsidian sources on Pantelleria (Italy), *Journal of Archaeological Science* 15: 109-122.
- FRANCAVIGLIA, V. M. e PIPERNO, M. 1987. La repartition et la provenance de l'obsidienne archéologique de la Grotta dell'Uzzo et de Monte Cofano (Sicile), *Revue d'Archéométrie* 11: 31-39.
- GRATUZE, B. 1999. Obsidian characterisation by laser ablation ICP-MS and its application to prehistoric trade in the Mediterranean and the Near East: Sources and distribution of obsidian within the Aegean and Anatolia, *Journal of Archaeological Science* 26: 869-881.
- HALLAM, B. R., WARREN, S. E. e RENFREW, C. 1976. Obsidian in the western Mediterranean: characterisation by neutron activation analysis and optical emission spectroscopy, *Proceedings of the Prehistoric Society* 42: 85-110.
- HURCOMBE, L. M. 1992. *Use Wear Analysis and Obsidian: Theory, Experiments and Results*. Sheffield, J.R. Collis Publications.
- HURCOMBE, L. e PHILLIPS, P. 1998. Obsidian usage at the Filiestru Cave, Sardinia: choices and functions in the Early and Middle Neolithic periods. In M.S. Balmuth e R.H. Tykot (a cura di), *Sardinian and Aegean Chronology: Towards the Resolution of Relative and Absolute Dating in the Mediterranean*: 93-102. Oxford, Oxbow.
- LUGLIÈ, C. 2000. L'industria su pietra scheggiata (vetrine A-B), in E. Atzeni (a cura di), *Le Collezioni Litiche Preistoriche dell'Università di Cagliari*: 17-27. Cagliari, Edizioni AV.
- MACKEY, M. e WARREN, S. E. 1983. The identification of obsidian sources in the Monte Arci region of Sardinia, in A. Aspinall e S.E. Warren (a cura di), *Proceedings of the 22nd Symposium on Archaeometry, University of Bradford, Bradford, U.K. March 30th - April 3rd 1982*: 420-431. Bradford.
- MELLO, E. 1983. Indagini scientifiche per l'individuazione della provenienza dei manufatti di ossidiana, in S. Tinè, *Passo di Corvo e la civiltà neolitica del Tavoliere*: 122-124. Genova, Sagep Editrice.
- MICHEL, J., ATZENI, E., TSONG, I. S. T. e SMITH, G. A. 1984. Obsidian hydration dating in Sardinia, in M. S. Balmuth e R. J. Rowland, Jr. (a cura di), *Studies in Sardinian Archaeology*: 83-113. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- NICOLETTI, F. 1997. Il commercio preistorico dell'ossidiana nel Mediterraneo ed il ruolo di Lipari e Pantelleria nel più antico sistema di scambio, in *Prima Sicilia: alle origini della società siciliana*: 259-269. Siracusa, Ediprint.
- PETRASSI, L. e ZARATTINI, A. 1997. Il valore dell'ossidiana e le vie terrestri, ipotesi dopo i primi risultati della fluorescenza ai raggi X, in A. Zarattini e L. Petrassi (a cura di), *Casale del Dolce*: 191-208. Roma, Soprintendenza Archeologia per il Lazio.
- PICHLER, H. 1980. The island of Lipari, *Rendiconti della Società Italiana della Mineralogia e Petrologia* 36: 415-440.
- PUXEDDU, C. 1958. Giacimenti di ossidiana del Monte Arci in Sardegna e sua irradiazione, *Studi Sardi* 14-15: 10-66.
- RENFREW, A.C. 1975. Trade as action at a distance, in J. Sabloff e C.C. Lamberg-Karlovsky (a cura di), *Ancient Civilization and Trade*: 3-60. Albuquerque, University of New Mexico Press.
- RENFREW, A.C. 1977. Alternative models for exchange and spatial distribution, in T.K. Earle e J.E. Ericson (a cura di), *Exchange Systems in Prehistory*: 71-90. New York, Academic Press.
- SETZER, T. 2004. Experiments with Sardinian Obsidian: Determining its Use in the Neolithic and Early Bronze Age. Unpublished Master's Thesis, University of South Florida.
- TANDA, G. e LUGLIÈ, C. 2002. Attuali progetti di ricerca sull'ossidiana del Monte Arci, in F. Di Gregorio, P. Castelli, B. Cauli e C. Usai (a cura di), *"Per il Parco Geominerario!": Avviamento, progetti in itinere, prospettive, Atti del convegno (Pau, 17 dicembre 2001)*: 111-118. Ghilarza, Tipografia Ghilarzese.
- TYKOT, R.H. 1995. Appendix I: Obsidian Provenance, in R.R. Holloway e S.S. Lukesh, *Ustica I. The Results of the Excavations of the Regione Siciliana Soprintendenza ai Beni Culturali ed Ambientali Provincia di Palermo in Collaboration with Brown University in 1990 and 1991*. Archaeologia Transatlantica XIV: 87-90. Providence and Louvain-La-Neuve.
- TYKOT, R.H. 1996. Obsidian procurement and distribution in the central and western Mediterranean, *Journal of Mediterranean Archaeology* 9: 39-82.
- TYKOT, R.H. 1997. Characterization of the Monte Arci (Sardinia) obsidian sources, *Journal of Archaeological Science* 24: 467-479.
- TYKOT, R.H. 1999. Islands in the streams: stone age cultural dynamics in Sardinia and Corsica, in R. H. Tykot, J. Morter e J. E. Robb (a cura di), *Social Dynamics of the Prehistoric Central Mediterranean*: 67-82. London, Accordia Research Institute.
- TYKOT, R.H. 2002a. Chemical fingerprinting and source-tracing of obsidian: the central Mediterranean trade in black gold, *Accounts of Chemical Research* 35: 618-627.

- TYKOT, R.H. 2002b. Geochemical analysis of obsidian and the reconstruction of trade mechanisms in the Early Neolithic of the western Mediterranean, in K. Jakes (a cura di), *Archaeological Chemistry. Materials, Methods, and Meaning*: 169-184. Washington, DC, American Chemical Society.
- TYKOT, R.H. 2002c. New approaches to the characterization and interpretation of obsidian from the Mediterranean island sources, in P. B. Vandiver, M. Goodway, J. R. Druzik e J. L. Mass (a cura di), *Materials Issues in Art and Archaeology VI*: 143-157. Warrendale, PA, Materials Research Society.
- TYKOT, R.H. 2003. Determining the source of lithic artifacts and reconstructing trade in the ancient world, in P. N. Kardulias e R. Yerkes (a cura di), *Written in Stone: The Multiple Dimensions of Lithic Analysis*: 59-85. Maryland, Lexington Books.
- TYKOT, R.H. nd. Neolithic exploitation and trade of obsidian in the central Mediterranean: new results and implications for cultural interaction, in *XIVth Congress of the International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences*, section 9.1. Oxford, British Archaeological Reports International Series, Archaeopress.
- TYKOT, R.H. e AMMERMAN, A. J. 1997. New directions in central Mediterranean obsidian studies, *Antiquity* 71: 1000-1006.
- TYKOT, R. H., A. J. AMMERMAN, M. BERNABÒ BREA, M. D. GLASCOCK e R. J. SPEAKMAN. nd b. Comprehensive source analysis and the socioeconomic role of obsidian trade in northern Italy: new data from the Middle Neolithic site of Gaione, *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies*.
- TYKOT, R. H., T. SETZER, M. D. GLASCOCK e R. J. SPEAKMAN. nd a. Identification and characterization of the obsidian sources on the island of Palmarola, Italy, *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies*.
- TYKOT, R. H., VARGO, B. A., TOZZI, C. e AMMERMAN, A. 2003. Nuove analisi dei reperti di ossidiana rinvenuti nella provincia di Livorno, in *Atti del XXXV Riunione Scientifica dell'IIPP a Lipari. Le Comunità della Preistoria Italiana. Studi e Ricerche sul Neolitico e le Età dei Metalli*: 1009-1012. Firenze, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- TYKOT, R. H. & YOUNG, S. M. M. 1996. Archaeological applications of inductively coupled plasma-mass spectrometry. In M. V. Orna (a cura di), *Archaeological Chemistry V*: 116-130. Washington, DC, American Chemical Society.
- WILLIAMS-THORPE, O. 1995. Obsidian in the Mediterranean and the Near East: a provenancing success story, *Archaeometry* 37: 217-248.
- WILLIAMS-THORPE, O., WARREN, S. E. e BARFIELD, L. H. 1979. The sources and distribution of archaeological obsidian in northern Italy, *Preistoria Alpina* 15: 73-92.
- WILLIAMS-THORPE, O., WARREN, S. E. e COURTIN, J. 1984. The distribution and sources of archaeological obsidian from southern France, *Journal of Archaeological Science* 11: 135-46.

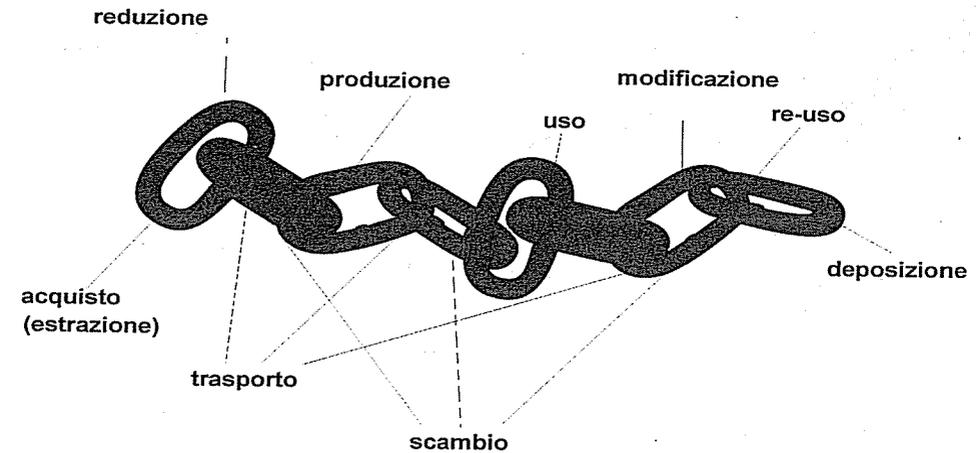


Fig. 1. La chaîne opératoire.

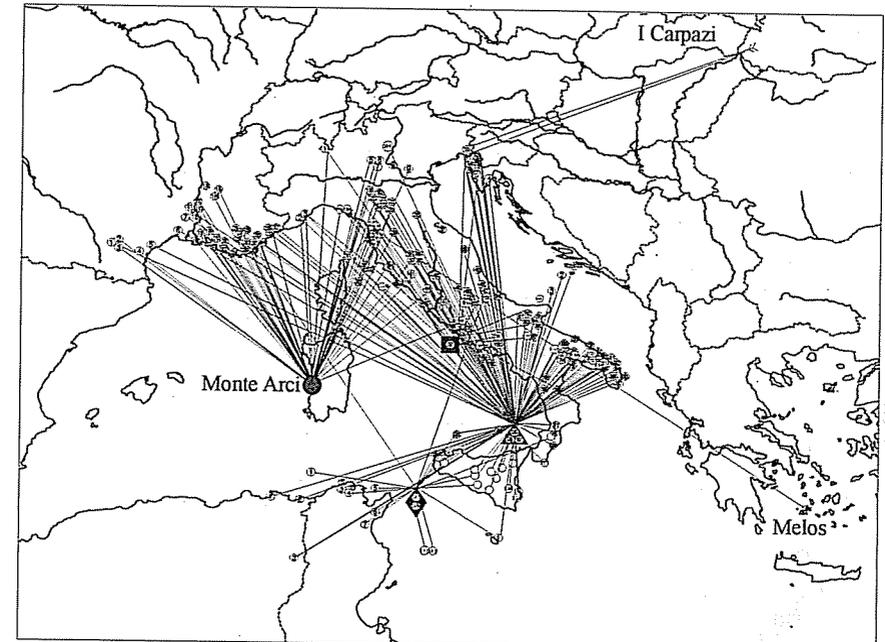


Fig. 2. Distribuzione di ossidiana nel Mediterraneo centrale, considerando campioni da ogni contesto culturale e senza considerare il numero di campioni analizzati.

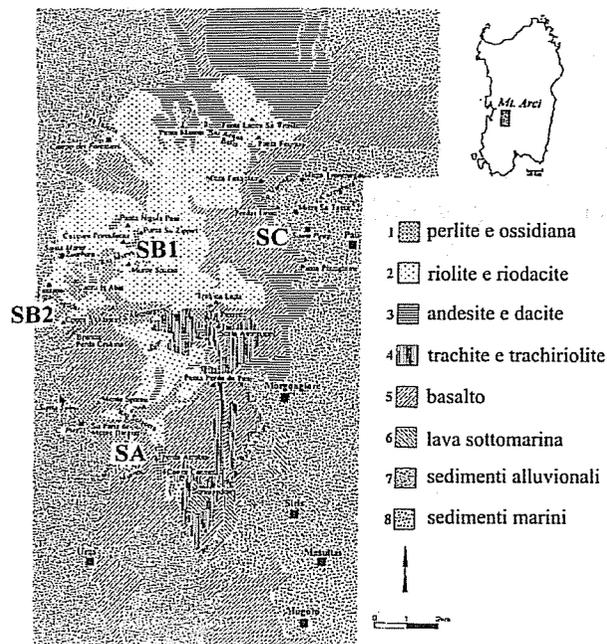


Fig. 3. Le fonti di ossidiana del Monte Arci.

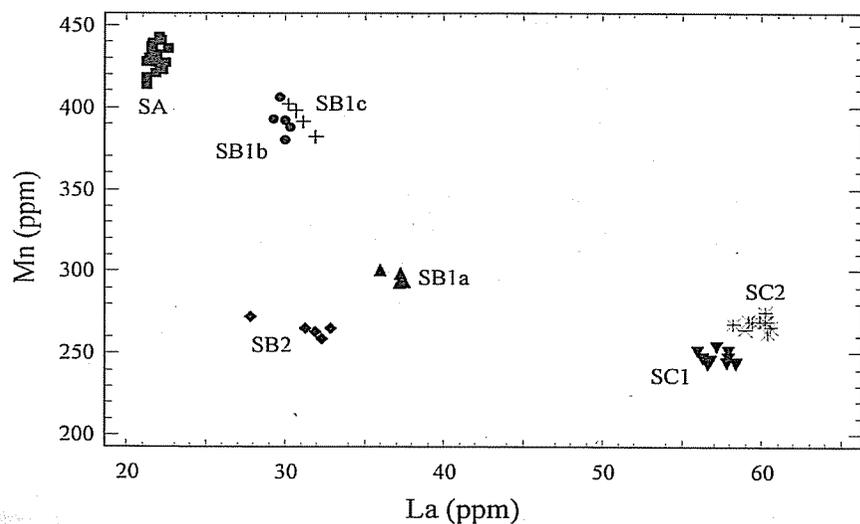


Fig. 4. Analisi effettuate per elementi in tracce permette di distinguere numerose sub-fonti in un complesso vulcanico quale Monte Arci.



Fig. 5. Siti archeologici nel Mediterraneo centrale con dieci o più analisi di manufatti d'ossidiana.

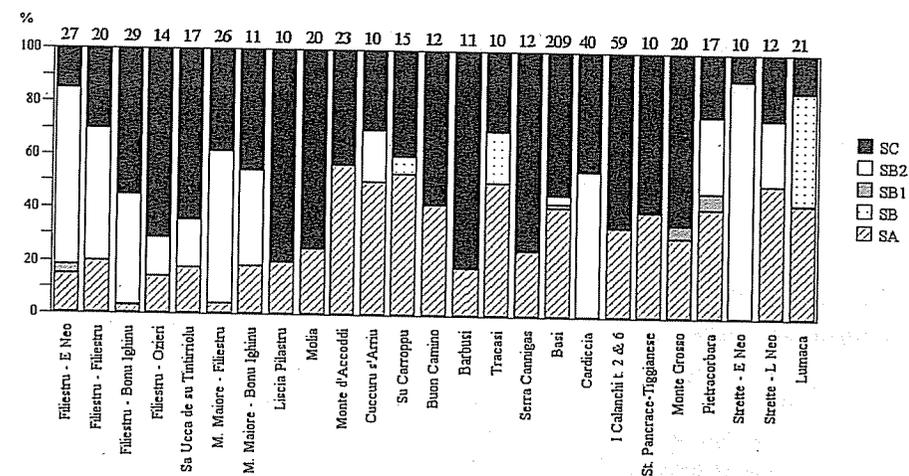


Fig. 6a (vedi didascalia alla figura 6b)

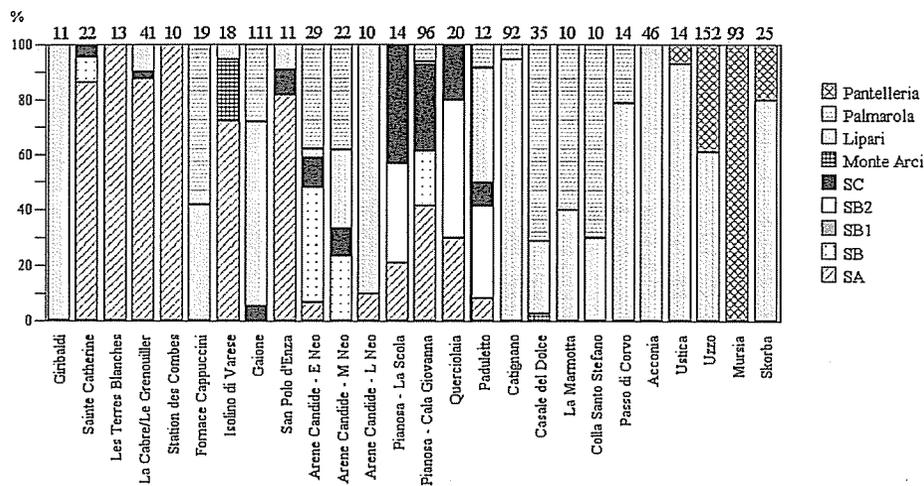


Fig. 6b. Frequenza delle fonti d'ossidiana presso (a) siti in Sardegna e Corsica, e (b) siti in Francia meridionale, Italia peninsulare, Sicilia, e Malta. Dati assemblati da Ammerman 1985; Ammerman et al. 1990; Ammerman e Polglase 1997; Bigazzi e Radi 2003; Cann e Renfrew 1964; Crisci et al. 1994; De Francesco e Crisci 2000; 2003; Francaviglia 1988; Francaviglia e Piperno 1987; Hallam et al. 1976; Mackey e Warren 1983; Mello 1983; Michels et al. 1984; Petrassi e Zarattini 1997; Williams Thorpe et al. 1979; e dati pubblicati e non pubblicati da Tykot.