



UNIVERSITA' DELLA CALABRIA

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra

Scuola di Dottorato

Archimede in Scienze, comunicazione e tecnologia

Indirizzo

Scienze della Terra

CICLO

XXVI

TITOLO TESI

Studio archeometrico di ceramiche rinvenute a Pompei (Scavi I.E. 1980-81): Provenienza e tecnologia di produzione

Settore Scientifico Disciplinare GEO/ 09

Direttore: Ch.mo Prof. Pietro Pantano

Supervisore: Ch.mo Prof.ssa Anna Maria De Francesco

Co-Tutor Dott.ssa Daniela Cottica

Dottoranda: Dott.ssa Roberta Scarpelli

Indice

Abstract	I
Riassunto	VI
Introduzione	1
Capitolo 1 – Inquadramento archeologico	
1.1 – Scavi I.E. 1980-1981	4
1.2 – Il progetto di recupero degli scavi I.E.1980-1981	7
Capitolo 2 – Inquadramento geologico	
2.1 – L’appennino meridionale	9
2.2 – I depositi argillosi dell’area campana.....	10
2.3 – I distretti vulcanici campani	12
Capitolo 3 – Le ceramiche studiate e le metodologie di analisi	
3.1 – La ceramica comune dagli scavi I.E. 1980-1981	16
3.1.1 – La ceramica da fuoco	16
3.1.2 – La ceramica da mensa	18
3.2 – La ceramica a vernice nera dagli scavi I.E. 1980-1981	18
3.2.1 – La ceramica a vernice nera:introduzione.....	19
3.2.3 – Le produzioni locali.....	19
3.2.4 – Le produzioni non locali.....	20
3.3 – I depositi votivi dagli scavi I.E.1980-1981	21
3.4 – Le metodologie di analisi	27
3.4.1 – Analisi petrografica (MO).....	27
3.4.2 – Analisi mineralogica (<i>powder x-ray diffraction</i> – PXRD)	28
3.4.3 – Analisi chimica (<i>x-ray fluorescence</i> - XRF)	28
3.4.4 – Analisi LA-ICP-MS (<i>laser ablation inductively coupled plasma-mass spectrometry</i>).....	29
3.4.5 – Microscopia Raman (RM).....	29

Capitolo 4 – Il campionamento della materia prima e le metodologie di analisi

4.1 – Il campionamento delle piroclastiti e delle lave	30
4.1.1 – Le metodologie di analisi	33
4.2 – Il campionamento dei sedimenti argillosi	33
4.2.1 – Le metodologie di analisi	37

Capitolo 5 – La ceramica comune di Pompei

5.1 – La ceramica da fuoco: Risultati delle analisi	39
5.1.1 – Analisi petrografica (MO)	39
5.1.2 – Analisi mineralogica (PXRD)	44
5.1.3 – Analisi chimica (XRF)	45
5.1.4 – Analisi chimica sui clinopirosseni nelle ceramiche da fuoco datate al II-I sec. a.C.....	48
5.1.5 – Analisi chimica sui clinopirosseni nei campioni di rocce	54
5.2 – La ceramica da mensa: Risultati delle analisi	59
5.2.1 – Analisi petrografica (MO)	59
5.3 – Discussione dei dati sulla ceramica comune	62
5.3.1 – Ceramiche da fuoco locali datate al IV-I sec. a.C.	63
5.3.2 – Ceramiche da fuoco datate al II-I sec. a.C.	64
5.3.3 – Ceramiche da mensa.....	68

Capitolo 6 – Risultati delle analisi archeometriche sulle ceramiche a vernice nera

6.1 – Risultati delle analisi eseguite sulle ceramiche locali	70
6.1.1 – Caratterizzazione del corpo ceramico	70
6.1.2 – Caratterizzazione della vernice nera.....	74
6.1.3 – Risultati delle analisi sui materiali argillosi	77
6.2 – Risultati delle analisi eseguite sulle ceramiche non locali	79
6.3 – Discussione dei dati.....	82
6.3.1 – Ceramiche a vernice nera locali	82
6.3.2 – Ceramiche a vernice nera non locali	86

Capitolo 7 – Il materiale votivo

7.1 – Risultati delle analisi archeometriche	88
--	----

7.1.1 – Analisi petrografica (MO).....	88
7.2 – Discussione dei dati.....	93
Conclusioni	94
Bibliografia	96

Abstract

The following work focuses on the archaeometric characterization of different pottery classes found in Pompeii during the I.E. excavations in 1980-1981. These investigations, carried out in the western part of the Forum, during the installation of the electric cables (I.E.= impianto elettrico), revealed numerous useful materials for the reconstruction of the first stages of the city.

The ceramic, is certainly the most attested material and its study, allows to obtain archaeological information on many aspects of the past, as chronology, trade and technology.

The analyzed ceramics, were selected by three major groups: common ware, black-glaze pottery and votive material. The choice of the samples was not random, because these ceramics classes were widespread in everyday life and in the ancient Mediterranean trades.

Archaeometric study aimed to investigate ceramic samples to obtain information related to the Pompeii production, its social organization and the possible exchanges of finished objects. The results allow us to reconstruct ancient trades, in which Pompeii was great protagonist.

The common ware, including cooking ware (jars and pots) and plain ware (jars and bottles), is certainly the most attested production. The great variability of shapes and fabric, in particular for cooking ware, suggested a wide diffusion, in Pompeii, of products, not only of local production.

The first part of the study involved the petrographic, mineralogical and geochemical characterization of local cooking ware and dated in a wide time span (IV-I century BC).

The petrographic comparison between two groups, dating to IV-III century BC and II-I century BC, evidenced, the presence of same mineral phases and fragments of volcanic rocks, related to Somma-Vesuvius activity. The differences, between two groups, were related to higher content of the coarse fraction for younger products (II-I century BC), suggesting changes in the production technology. We could hypothesize the use of non-calcareous clay with the addition of temper for the production of the oldest ceramic and the employment of weathered volcanic deposits for the later typology.

Technological differences related to firing temperatures, are also showed. The presence of micas and hematite, detected by XRD analysis, indicates firing temperatures ranging between 800-900°C for both groups (Riccardi *et al.*, 1999 and Cultrone *et al.*, 2001). A greater variability was found in the II-I century BC group in which the absence of micas, in some samples, allowed to indicate slightly higher temperatures.

The second part of the research focused on the comparison of II-I century BC pottery with two coeval groups of pottery (called group c and group d), characterized by the same ceramic form but with a different fabric.

The petrographic analysis distinguished a volcanic fabric for a group c and a granitic fabric for the group d. For the latter one, considering the different geological characteristics of the Campanian area, it's possible to indicate as possible provenance area, Calabria and Sardinia. However further analysis are necessary to confirm these hypotheses.

From the mineralogical point of view, group c showed a temper similar to the local group (group b). Plagioclase, sanidine, clinopyroxenes, amphibole, biotite and a large amount of volcanic rock fragments, were observed in both groups. The differences are related to the increased presence and variability of clinopyroxenes in the group b and on the contrary of higher content of silic minerals (plagioclase, sanidine and quartz) in group c. In group b, the quartz was detected only by XRD analysis.

On the basis of petrographic characteristics, it is not possible to exclude the local origin for the group c, while the different chemical composition detected by XRF analysis does not allow to advance other hypotheses.

In general, the mineralogical association, plagioclase, sanidine and pyroxene, is very common in volcanic areas, both in the Campanian magmatic Province (Somma-Vesuvius, Campi Flegrei and Roccamonfina) and in the Roman co-magmatic Province (Vulsini, Vico and Sabatini) characterized by similar volcanism (KS and HKS). The Alban hills are excluded because the products do not contain plagioclase and sanidine (Gaeta *et al.*, 2006). Anyway, the traditional comparison with local raw materials, to have indications of provenance, is particularly difficult and not very useful, considered the coarser fabric of the ceramics. Therefore micro-analysis on individual volcanic

phases (clinopyroxenes), were performed on the pottery wares. This method was considered as a good discriminant tool in recent works (Comodi *et al.*, 2006; De Rosa *et al.*, 2007, Barone *et al.*, 2010).

The clinopyroxenes of the ceramics in groups b and c were compared with clinopyroxenes of igneous rocks of the Campanian volcanic districts (Somma-Vesuvius and Roccamonfina) and Roman districts (Vulsini, Vico and Sabatini). The pyroxenes analyzed in both ceramics and rocks, were classified on the basis of Morimoto *et al.*, 1988, as diopside. Some trace elements: V, Sr, Zr, Y and REE (rare earth), detected by LA-ICP-MS, were selected to discriminate each group of ceramics, the pyroxenes of the Roman co-magmatic Province and of Campanian magmatic Province. The comparison between the pyroxenes of ceramics with those contained in the rocks, by statistical processing (binary diagrams and multivariate analysis, PCA) confirms the compositional similarity between the pottery of group b (considered local production) with pyroxenes of Somma-Vesuvius and Roccamonfina, and the similarity of the group c with pyroxenes of Roman districts. Therefore this method, was perfectly valid in this study, because allowed us to confirm the locally provenance for the group b and to exclude it for the group c. Moreover, a possible area of origin for the group c was also suggested.

The black glaze pottery is dated in a wide time span (IV -I century BC) and it was considered on the basis of archaeological evidence (presence of misfired potteries and furnace spacers) of local production. The possible furnace of production is not been found yet and the archeological attribution of the provenance, on the basis of the very fine fabric, did not give sure information. For this reason, archaeometric analyzes were performed in order to investigate local productions and to clarify the technological changes for over three centuries. Two different groups of ceramics dated to the IV-III century BC and II-I century BC were selected for the analysis. No compositional differences were detected by petrographic and chemical (XRF) analysis. Conversely, the study on black glazes by SEM/EDS and by Raman microscopy (performed at the Department of Chemistry, University College London, UCL), evidenced mineralogical and morphological variations clearly due to a different control of the firing conditions. The early ceramic samples (4th–3rd century) are

characterized by a sintered coating in which small crystals of iron oxide content are widespread. Magnetite, hematite and hercynite represent the mineralogical phases recognized by Raman microscopy. The later production is characterized by a completely vitrified glaze containing only magnetite. The differences are due, probably, to the different firing practice, in particular as regards the reducing step, that is, the values of the temperature and period of duration of this phase and the cooling rate (Scarpelli *et al.*, 2014).

Finally, in order to confirm the local origin, the possible raw materials used for the production of this ceramic class, were sampled and compared chemically by binary diagrams. On the basis of archaeological indications (Peña and McCallum, 2009) and the geological characteristics of the studied area, clayey materials were individuated in the Salerno province, at Ogliara and at Montecorvino Rovella. These calcareous clayey sediments (15% of CaO), belonging to the Mio-Pliocene sedimentary sequence of the basin of Salerno, show a large compositional similarity with the analyzed ceramics, confirming the hypothesis of Peña and McCallum. Petrographic comparison with the experimental tests of clay fired at 900 °C, confirms these similarities and a greater depuration for the oldest group of ceramics.

These results allowed to attest, for the first time, a Pompeii production of black glaze ceramic that, could be considered as reference group; secondly these suggested some considerations relating to the management of ancient quarries in the area of Salerno, which were probably used by potters in a quite extensive area.

The study on the votive material is in a preliminary phase yet. *Thymitheria*, figurines and miniature vessels, characterized by different forms and fabric, were analyzed. On the basis of archaeological assumptions these materials could be considered as local production of workshops (not yet identified) for devotees. Petrographic analyzes have confirmed the compositional differences between the three groups but also inside the same group, and allowed us to indicate the employment of more raw materials (fine clays, clays and volcanic temper, weathered volcanic deposits) for these products. These results could ascertain the presence of more ceramic ateliers

specialized in the production of different potteries or, simply, verify the supplying of clayey materials from different sources in the Vesuvian area.

Riassunto

Il seguente lavoro si focalizza sulla caratterizzazione archeometrica di diverse classi ceramiche rinvenute a Pompei, durante gli scavi archeologici I.E. del 1980-1981. Tali indagini, eseguite nell'area occidentale del Foro, durante la posa in opera dell'impianto elettrico (da qui scavi I.E.), hanno portato alla luce numerose testimonianze materiali utili anche per la ricostruzione delle fasi di vita più antiche della città.

Tra questi materiali, la ceramica è certamente quella maggiormente attestata e il suo studio, permette di ottenere informazioni archeologiche su molti aspetti del passato, come la cronologia, il commercio e la tecnologia.

Le ceramiche analizzate ricadono in tre grossi gruppi: ceramica comune, ceramica a vernice nera e materiale votivo. La scelta di questi materiali non è stata casuale, poiché si tratta di classi ceramiche molto diffuse nella vita quotidiana e commercializzate in tutto il Mediterraneo.

Lo studio archeometrico ha avuto lo scopo di indagare le diversità osservate macroscopicamente, di ottenere informazioni relative alla produzione locale di Pompei, all'organizzazione sociale della stessa e sull'eventuale circolazione di prodotti finiti per la ricostruzione dei commerci, di cui Pompei era grande protagonista.

La ceramica comune, costituita dalla ceramica da fuoco (olle e pentole) e dalla ceramica da mensa (olle da mensa e dispensa e bottiglie), rappresenta certamente la produzione più attestata. La grande variabilità di forme e impasti riscontrate in particolar modo nella ceramica da fuoco, hanno fatto propendere per un'ampia diffusione dei prodotti non solo a livello locale ma in tutto il Mediterraneo.

La prima parte dello studio ha riguardato la caratterizzazione petrografica, mineralogica e geochimica delle ceramiche da fuoco considerate di produzione locale e datate in un ampio arco cronologico (IV-I sec. a.C.). Il confronto petrografico eseguito tra i due gruppi di ceramica distinti sulla base dell'età (IV-III sec. a.C. e II-I sec. a.C.), ha messo in evidenza per entrambi la presenza di fasi mineralogiche e frammenti di rocce vulcaniche riconducibili all'attività del Somma-

Vesuvio. Le differenze si sono riscontrate per lo più sul maggiore contenuto della frazione grossolana dello smagrante per i prodotti datati al II-I sec. a.C., che consente di indicare variazioni tecnologiche nella produzione. Per le possibili materie prime si potrebbe ipotizzare l'utilizzo di argilla non calcarea con l'aggiunta di smagrante per la produzione più antica e di piroclastite argillificata per la tipologia più tarda. Le differenze tecnologiche, sono anche confermate per quanto riguarda la cottura. Sulla base della presenza di miche ed ematite, rilevate mediante analisi XRD, è stato possibile indicare temperature di cottura comprese tra 800 - 900° C per entrambi i gruppi (Riccardi *et al.*, 1999 e Cultrone *et al.*, 2001). Una maggiore variabilità si è riscontrata nel gruppo del II-I sec. a.C. in cui l'assenza delle miche in alcuni campioni ha permesso di indicare temperature leggermente più alte.

La seconda parte ha riguardato il confronto delle ceramiche più tarde (II-I sec. a.C.) con due gruppi di campioni coevi, caratterizzati dalla stessa forma ceramica ma da un impasto diverso.

Tramite l'analisi petrografica è stato possibile distinguere un fabric di tipo vulcanico per un gruppo (chiamato gruppo c) e un fabric di tipo granitico per l'altro gruppo (gruppo d). Per quest'ultimo, considerate le diverse caratteristiche geologiche dell'area campana, è possibile indicare una provenienza diversa, localizzabile, considerando la vicinanza, in Calabria o in Sardegna, anche se ulteriori analisi sono necessarie per confermare le ipotesi.

Dal punto vista mineralogico il **gruppo c** ha evidenziato petrograficamente uno smagrante simile al gruppo locale (**gruppo b**). Plagioclasio, sanidino, clinopirosseni, anfibolo e biotite e una grande quantità di inclusi vulcanici, sono stati osservati in entrambi i gruppi. Le differenze riguardano la maggiore presenza e variabilità dei clinopirosseni nel **gruppo b** e di conseguenza il maggiore contenuto di minerali sialici (plagioclasio, sanidino e quarzo) nel **gruppo c**. Nel **gruppo b**, il quarzo è stato rilevato solo diffrattometricamente.

Sulla base delle caratteristiche petrografiche, non è possibile escludere la provenienza locale per il **gruppo c** e, nonostante l'analisi XRF abbia messo in evidenza una composizione chimica diversa, non permette di poter avanzare ipotesi di provenienza.

In generale infatti, l'associazione mineralogica formata da plagioclasio, sanidino e pirosseno, è molto comune in più aree vulcaniche, sia della Provincia magmatica campana (Somma-Vesuvio,

Campi Flegrei, Roccamonfina) che della Provincia co-magmatica Romana (Vulsini, Vico e Sabatini) con simile vulcanismo (KS e HKS). Ne restano esclusi i colli Albani i cui prodotti non contengono plagioclasio e sanidino (Gaeta et al., 2006). Naturalmente al fine di riuscire a dare indicazioni di provenienza considerando che nel caso di Pompei i confronti tradizionali con la materia prima sarebbero stati poco utili e soprattutto difficoltosi, sono state effettuate analisi chimiche puntuali su singole fasi vulcaniche (clinopirosseni) considerate discriminanti in lavori recenti (Comodi *et al.*, 2006; Barone *et al.*, 2010).

I clinopirosseni delle ceramiche nei **gruppi b e c**, sono stati confrontati con i clinopirosseni provenienti da rocce dei distretti della provincia magmatica campana (Somma-Vesuvio e Roccamonfina) e della provincia co-magmatica romana (Vulsini, Vico e Sabatini) poiché caratterizzati da un vulcanismo simile (KS e HKS). I pirosseni analizzati nelle ceramiche e nelle rocce sono stati classificati sulla base delle indicazioni di Morimoto et al., 1988 e risultano di composizione diopsidica. I risultati delle analisi puntuali eseguite mediante spettrometro di massa LA-ICP-MS hanno permesso di selezionare alcuni elementi: V, Sr, Zr, Y e REE (terre rare), che sono risultati discriminanti per ciascun gruppo di ceramica, per i pirosseni della provincia co-magmatica romana e per quelli della provincia magmatica campana. Il confronto tra i pirosseni delle ceramiche con quelli contenuti nelle rocce, mediante l'elaborazione statistica (diagrammi binari e analisi multivariata PCA) ha permesso di confermare la similarità composizionale tra le ceramiche del gruppo b (considerati locali) con i pirosseni del Vesuvio e di Roccamonfina, e la similarità del gruppo c con i pirosseni dei distretti laziali.

Il metodo applicato nel seguente studio è risultato dunque perfettamente valido permettendo contemporaneamente di confermare la provenienza locale per il **gruppo b** e di escluderla per il **gruppo c**. Inoltre è stato possibile indicare una possibile area di provenienza per il **gruppo c**.

La ceramica a vernice nera rinvenuta durante gli scavi I.E. è datata in un ampio arco cronologico (IV-I sec. a.C.) ed è stata considerata sulla base di evidenze archeologiche (rinvenimento di malcotti e distanziatori di fornace) di produzione locale. In realtà, la possibile fornace di produzione non è stata ancora rinvenuta e il riconoscimento sulla base dell'impasto, essendo troppo

fine, non ha permesso di ottenere ulteriori informazioni. Per tale motivo, sono state eseguite analisi archeometriche al fine di riuscire a confermare la provenienza locale ed evidenziare le variazioni tecnologiche che la produzione ha subito nel tempo. Sono stati selezionati per le analisi campioni appartenenti a due gruppi diversi datati rispettivamente al IV-III sec. a.C. e II-I sec. a.C.. Le analisi XRF non hanno mostrato differenze composizionali mentre lo studio sulla vernice nera effettuato al SEM/EDS e tramite microscopia Raman (eseguiti presso il Department of Chemistry, University College London, UCL), ha permesso di confermare differenze morfologiche e mineralogiche che sono chiaramente dovute ad un controllo diverso della cottura. Il gruppo più antico è caratterizzato da una vernice nera sinterizzata in cui sono diffusi piccoli cristalli di ossidi di ferro (magnetite, ematite ed ercinite) riconosciuti mediante microscopia Raman. La produzione tarda è invece caratterizzata da una vernice completamente vetrificata, dove si osservano bolle e rarissimi cristalli di ossidi di ferro. La magnetite costituisce l'unica fase rilevata mediante spettro Raman. Poiché il risultato mineralogico finale è per lo più legato al processo di cottura (le vernici nere hanno la stessa composizione chimica), si può considerare che i tempi, la temperatura ma anche l'ambiente di cottura sono stati certamente diversi per i due gruppi considerati (Scarpelli *et al.*, 2014)

In ultimo al fine di confermare la provenienza locale, sono state campionate le possibili materie prime utilizzate per la produzione di questa classe ceramica e confrontate chimicamente mediante l'utilizzo di diagrammi binari. Sulla base delle indicazioni archeometriche (Peña e McCallum, 2009) e delle caratteristiche geologiche dell'area studiata, i materiali argillosi sono stati campionati in provincia di Salerno, nella frazione di Ogliara e a Montecorvino Rovella. Si tratta di argille calcaree (in media 15% di CaO) appartenenti alla sequenza sedimentaria Mio-pliocenica del Bacino di Salerno. I due affioramenti campionati mostrano una grande similarità composizionale con le ceramiche analizzate, confermando le ipotesi di Peña e McCullum relativamente alle fonti di approvvigionamento dei ceramisti di Pompei. Tali similarità sono state anche confermate dal confronto petrografico con i provini sperimentali di argilla cotti a 900°C che hanno messo in evidenza un più accurato processo di depurazione della materia prima per il gruppo più antico. Tali risultati consentono dal punto di vista archeologico di attestare per la prima volta una produzione locale di ceramica a vernice nera a Pompei, la quale può essere considerata come gruppo di

riferimento per confronti successivi, secondariamente ha permesso di intravedere uno scenario piuttosto complesso per quanto riguarda la gestione delle cave presenti in antico nell'area di Salerno e probabilmente utilizzate da vasai operanti in un areale piuttosto esteso.

Lo studio sul materiale votivo è stato eseguito al momento in fase preliminare. Sono stati sottoposti ad analisi thymiteria, statuette e ceramiche miniaturistiche caratterizzate da forme ed impasti diversi. Sulla base delle indicazioni archeologiche si tratta di materiale prodotto a Pompei. Le analisi petrografiche eseguite hanno confermato le differenze composizionali tra i diversi gruppi e hanno permesso di indicare l'utilizzo di materia prima differente, argilla fine, argilla e smagrante vulcanico, piroclastite argillificata che permetterebbero di indicare la presenza di diversi ateliers di produzione.

Introduzione

Pompei rappresenta una delle più significative testimonianze della civiltà romana. Sorpresa improvvisamente dall'eruzione del Vesuvio del 79 d.C., ha mantenuto sotto la coltre di lapilli e cenere, le memorie del passato fino ai giorni nostri.

Diverse indagini archeologiche si sono susseguite negli anni e nel corso dell'ultimo decennio, una notevole quantità di nuovi dati sono stati portati alla luce, con rilevanti conseguenze sul piano interpretativo, sia dal punto di vista della storia di singole aree e complessi, sia dal punto di vista della più ampia tematica relativa alle origini e allo sviluppo urbanistico, culturale e commerciale dell'intero sito.

In questo continuo flusso di ricerca si inserisce il progetto di recupero di dati e dei materiali relativi agli scavi eseguiti nel 1980-1981 nel foro di Pompei in connessione alla messa in posa dell'impianto elettrico (da qui scavi I.E.). Il progetto nato da un'iniziativa congiunta dell'Università Ca' Foscari Venezia e della Scuola di Specializzazione in Archeologia di Matera, in collaborazione con la Soprintendenza archeologica di Napoli e di Pompei ha l'intento di rileggere e re-interpretare vecchi dati alla luce delle nuove metodologie di indagine e delle informazioni recentemente acquisite.

Lo studio archeometrico qui presentato, è parte integrante di questo ampio progetto e riguarda la caratterizzazione petrografica, mineralogica e chimica di diverse classi ceramiche con lo scopo di ottenere informazioni relative alla produzione ceramica di Pompei, alle tecnologie di realizzazione dei manufatti e alla distribuzione dei prodotti finiti per la ricostruzione del commercio nel Mediterraneo.

I materiali studiati sono stati selezionati tra le principali classi ceramiche rinvenute nel foro di Pompei: la **ceramica comune**, la **ceramica a vernice nera** e il **materiale votivo**. Ciascun gruppo ceramico è stato studiato in maniera differente sulla base delle caratteristiche dell'impasto e delle problematiche archeologiche, al fine di riuscire ad ottenere i risultati desiderati.

Per **ceramica comune** si intende il vasellame utilizzato per la preparazione dei cibi (ceramica da fuoco) e il vasellame da mensa (bottiglie, olle..). La ceramica da fuoco qui studiata, è databile entro un ampio arco cronologico compreso tra la fine del IV sec. a.C. e il 79 d.C.. Solo negli ultimi anni, in seguito al rinvenimento di un'officina presso la Regio VII, 15, 9-10 e presso la Regio I, 5, hanno avuto origine alcuni studi finalizzati alla caratterizzazione dei prodotti definiti "locali", inizialmente solo studiati dal punto di vista archeologico. Il vasellame rinvenuto nell'area del Foro fornisce dunque la possibilità, mediante l'approccio archeologico ed archeometrico di caratterizzare le produzioni considerate "locali" e al contempo di indagare i cambiamenti nelle aree di approvvigionamento delle materie prime e nelle caratteristiche tecnologiche in un lungo arco cronologico. Il periodo indagato (IV sec. a.C.-I sec. d.C.), vede infatti notevoli cambiamenti sia a livello morfologico che tecnologico.

Oltre alle ceramiche da fuoco considerate di produzione locale, sono state riconosciuti esemplari di provenienza non locale. Si tratta di vasellame caratterizzato da una completa affinità di forma con gli esemplari vesuviani ma diverso impasto. Analisi petrografiche, mineralogiche e chimiche sono state effettuate al fine di riuscire ad identificare le possibili aree di provenienza e a ricostruire le nuove rotte e i mercati extra-regionali per l'approvvigionamento di vasellame da fuoco a partire dal II sec. a.C..

Per le ceramiche non locali caratterizzate da un impasto vulcanico, sono state eseguite analisi puntuali su alcuni minerali comuni ad entrambi i gruppi e confrontate con le stesse fasi nelle ceramiche locali e in rocce dei distretti vulcanici campani e laziali in modo da poter confermare le provenienze suggerite.

Per quanto riguarda la ceramica da mensa, è stata considerata sulla base dell'analisi morfologica di produzione locale ma l'impasto a volte troppo depurato non permette di supportare le ipotesi archeologiche. Su questa classe ceramica sono state eseguite analisi petrografiche per poter attestare la provenienza vesuviana.

Le principali produzioni di **ceramica a vernice nera** attestate a Pompei negli scavi I.E., riguardano per lo più una produzione attiva nel IV e III secolo a.C., che sembra tuttavia perdurare fino al I secolo a.C..

Il periodo in questione si trova in corrispondenza del passaggio da una produzione di impronta artigianale, i cui aspetti peculiari erano la limitata diffusione al di fuori dell'area di origine, le caratteristiche tecniche e decorative piuttosto accurate, ad una produzione standardizzata e diffusa in tutto il Mediterraneo.

Lo studio archeometrico ha pertanto riguardato la caratterizzazione petrografica, mineralogica e chimica di questa vasta produzione, al fine di indagare le variazioni tecnologiche che si sono sviluppate nell'arco cronologico considerato nella città romana.

Successivamente al fine di confermare la provenienza locale e di indagare l'area di approvvigionamento della materia prima, le ceramiche sono state confrontate petrograficamente e chimicamente con argille rinvenute nell'area di Salerno, che la letteratura suggerisce essere una potenziale fonte di approvvigionamento per i vasai all'epoca attivi in Pompei.

Negli scavi I.E. sono stati anche ritrovati produzioni considerate di provenienza non locale. Si tratta di esemplari di Campana A, prodotti nella Baia di Napoli probabilmente con le argille di Ischia e di ceramica a pasta grigia particolarmente diffuse nell'Italia Meridionale (Basilicata e Puglia). Poiché si tratta di ceramica fine, il riconoscimento archeologico è risultato estremamente problematico anche perché il vasellame da mensa a vernice nera era diffuso in numerosi centri localizzati in tutta la penisola e anche molto imitato nelle forme e nelle tecnologie di produzione. Analisi petrografiche e chimiche sono state eseguite al fine di confermare le ipotesi archeologiche.

Il **materiale votivo** comprende varie classi di materiale come *thymiateria*, ceramica miniaturistica e statuette fittili datate al II sec. a.C. e rinvenute in corrispondenza del Tempio di Apollo. La maggior parte di questo materiale sembra essere riferibile ad una produzione locale anche se per gli impasti più fini la provenienza è molto più complessa. Tali esemplari sono stati sottoposti ad analisi petrografica al fine di riuscire a individuare i diversi impasti e ad indicare eventualmente le differenze tecnologiche.

Capitolo 1- *Inquadramento archeologico*

1.1 *Scavi I.E. 1980-1981*



Figura 1.1 - Panoramica del foro di Pompei

Nel 1980-81 vennero condotti a Pompei da P. Arthur su incarico dell'allora Soprintendente ai Beni Archeologici delle Province di Napoli e Caserta, F. Zevi, una serie di saggi stratigrafici in occasione della posa dell'impianto elettrico (scavi I.E. 1980-81) che permisero di indagare l'area compresa tra Casa Bacco (nord del tempio di Giove Capitolino, taglio 0) lungo tutto il lato occidentale del Foro (Fig.1.1), fino al Tempio di Venere (taglio XII) (Fig. 1.2). L'area, investigata con saggi di profondità fino al terreno vergine e con trincee di collegamento, copriva una superficie di circa 380 metri quadri (Figg. 1.2, 1.3), intaccando così una delle più antiche aree di occupazione della città e offrendo una possibilità unica di ricostruzione non solo della storia di questi complessi edilizi ma anche del paesaggio commerciale della città a partire dalle sue prime fasi.

Le più antiche testimonianze, portate alla luce nel *temenos* del tempio di Venere, consistono di due frammenti di ceramica risalenti all'età del Bronzo. Esempari simili erano stati già rinvenuti in occasione degli scavi del 1974, nella casa di Marcus Lucretius Fronto.

All'età arcaica, risalgono invece depositi di cenere misti a frammenti carbonizzati di legno, diversi cocci di bucchero campano, un cratere attico a vernice nera frammentato, ceramica comune e una serie di frammenti di anfore provenienti da Corinto, Ischia, Etruria e Marsiglia, ritrovati a nord della casa di Bacco.

Il IV secolo è inoltre rappresentato da una piccola quantità di ceramica residuale ritrovata in prossimità della basilica e del *temenos* del tempio di Venere.

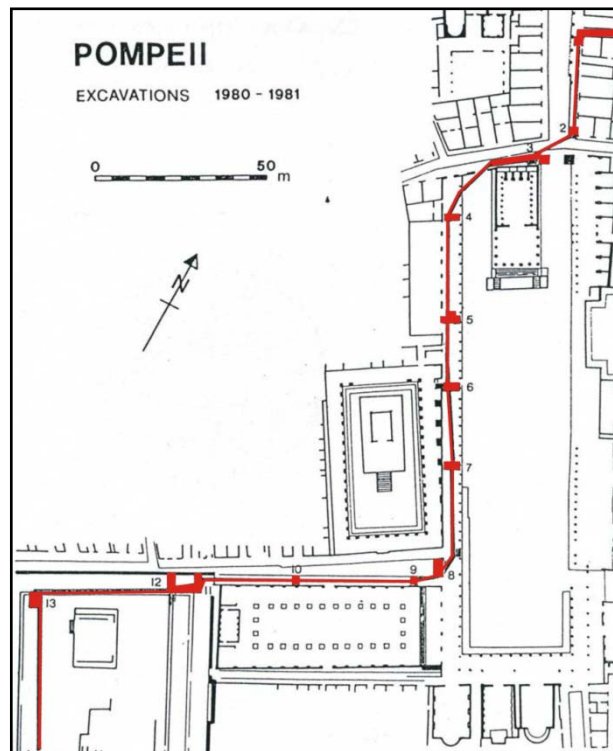


Figura 1.2 - Area del foro di Pompei- pianta con la localizzazione degli interventi di scavo I.E. 1980-1981 (da ARTHUR, 1986, Cottica et al, 2008)

I contesti datati al tardo IV- inizio III secolo consistono di abbondanti ceramiche a vernice nera, ritrovati insieme a resti di ceramica italica importata (costituita da piatti di pesce, *lekythoi* e piccoli *lekythos* caratterizzati da decorazione reticolare) e pochissimi esemplari di ceramica comune (Fig. 1.4). Nonostante si tratti di frammenti, la ceramica a vernice nera non mostra segni di utilizzo e, considerando il rinvenimento all'interno dello stesso contesto, di ceramica malcotta e numerosi distanziatori di fornace, considerabili scarti di lavorazione, si può supporre l'esistenza di una fornace dedicata alla produzione di ceramica a vernice nera a Pompei.

Il II secolo, in concomitanza della crescita dei mercati commerciali nel Mediterraneo dovuta all'espansione di Roma per possessi e alleanze, vede il fiorire del Foro di Pompei.

In questo periodo si assiste alla costruzione della basilica, del Tempio di Giove, del portico del foro, della pavimentazione della piazza in tufo e alla sistemazione del Tempio di Apollo.

Il rinvenimento di una fossa allineata con il tempio di Apollo in concomitanza ad una serie di *favissae* e cisterne riempite di materiali votivi, fanno propendere per l'ampliamento del *temenos* agli inizi del II secolo, che successivamente (nel tardo II secolo) fu utilizzato come giardino, visto il ritrovamento di un'anfora invertita senza collo, senza anse, senza base e con dei fori sulle pareti per poter contenere un piccolo albero o arbusto.

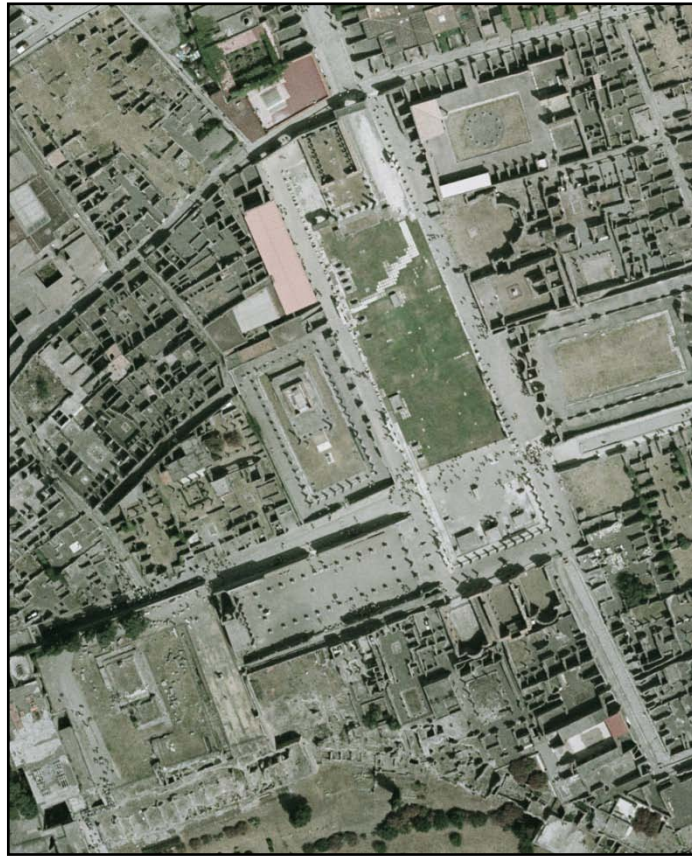


Figura 1.3 Ortofoto del foro di Pompei (da Cottica et al, 2008)

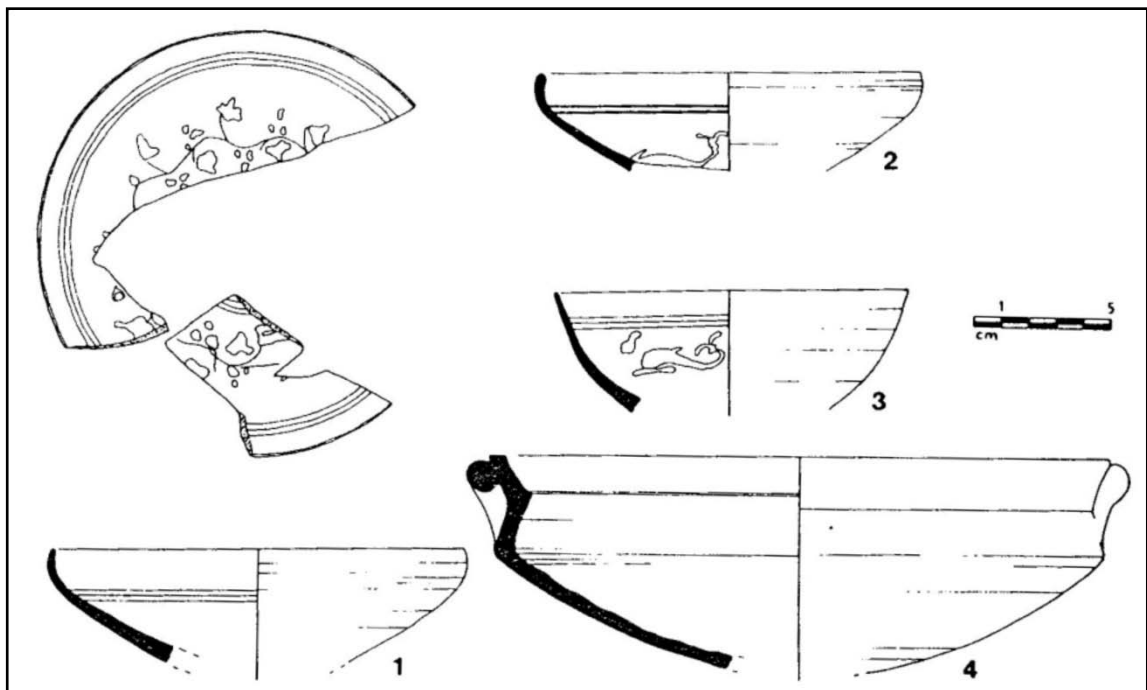


Figura 1.4- Ceramica a vernice nera (1-3) e ceramica comune (4) datati al IV-III secolo a. C.

Alcune *favissae* e cisterne datate alla metà del secondo secolo sono state rinvenute ricoperte, per scopi rituali, con strati sterili di tufo giallo/bruno. Questo fattore è stato interpretato come un modo per sigillare ufficialmente o de-consacrare la proprietà del tempio in seguito all'esproprio dell'area per la costruzione del portico del Foro.

I materiali rinvenuti nelle *favissae* e cisterne costituiscono una testimonianza importante di materiale importato nella città di Pompei. Ossa di animale (principalmente di maiale e secondariamente di pecora) sono state rinvenute insieme a ceramiche a vernice nera, unguentaria, thymiarheria, ceramica miniaturistica e bracieri di cui alcuni caratterizzati da un fabric altamente micaceo e di colore bruno rossastro, probabilmente importati dal Mediterraneo Orientale.

Di particolare interesse il ritrovamento di alcuni frammenti di statuette decorate, di stampi per la loro foggatura e coppe a vernice nera contenente residui di pigmenti per la decorazione che attestano una produzione locale. La maggioranza di queste rappresentano figure femminili, tra cui Venere, ma numerose sono anche le statuette di Eros e diversi animali. Non sono state rinvenute rappresentazione di Apollo.

Per quanto riguarda il contesto tardo repubblicano sono state ottenute nuove informazioni relative al sistema di fognature mentre poche nuove informazioni per quanto riguarda l'età imperiale (Arthur, 1986).

1.2 Il progetto di recupero degli scavi I.E. 1980-1981

Le indagini archeologiche intraprese a Pompei nel corso dell'ultimo decennio stanno portando alla luce una notevole quantità di nuovi dati, con rilevanti conseguenze sul piano interpretativo, sia dal punto di vista della storia di singole aree e complessi, sia dal punto di vista della più ampia tematica relativa alle origini e allo sviluppo urbanistico, culturale e commerciale dell'intero sito.

In questo continuo flusso di ricerca si inseriscono anche progetti di recupero di dati relativi a "vecchi" scavi, da rileggere e re-interpretare alla luce delle nuove metodologie di indagine e delle conoscenze di più recente acquisizione.

Il progetto di recupero ed edizione dei dati e dei materiali relativi agli scavi I.E. nasce da un'iniziativa congiunta dell'Università Ca' Foscari Venezia e della Scuola di Specializzazione in Archeologia di Matera, in collaborazione con il Soprintendente P.G. Guzzo ed è animata dall'intento di indagare le trasformazioni del paesaggio urbanistico pompeiano in parallelo con lo studio dello sviluppo dei rapporti commerciali e culturali dei quali i reperti sono la principale testimonianza. I materiali degli scavi I.E. sembravano possedere proprio questi requisiti, indispensabili ad uno studio delle trasformazioni socio-economiche e culturali in una prospettiva diacronica, a completamento del vaglio delle informazioni di tipo architettonico, urbanistico e topografico che lo scavo nel complesso ha restituito. Dunque il *corpus* dei materiali I.E. si presenta come ideale per uno studio integrato ed interdisciplinare, che permette di prendere come

osservatorio privilegiato d'indagine uno spazio polifunzionale quale il foro: cuore religioso, politico e commerciale dell'antica Pompei (Cottica e Curti, 2008).

Capitolo 2 - Inquadramento geologico

2.1 L'Appennino meridionale

L'Appennino meridionale (Fig. 2.1) è un segmento del sistema orogenico circum-Mediterraneo collocato tra l'Appennino centrale, a nord e l'arco calabro-peloritano, a sud, e limitato rispettivamente dalle linee tettoniche Ortona-Roccamonfina e Sangineto (Bonardi *et al.*, 2009). La sua evoluzione tardo-miocenica e pliocenica si colloca in un contesto di tettonica post-collisionale, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre micro zolle interposte (Alvarez *et al.*, 1974; Roure *et al.*, 1991; Guerrera *et al.*, 1993).

L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortoniano, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (Sartori, 1989; Patacca *et al.*, 1990).

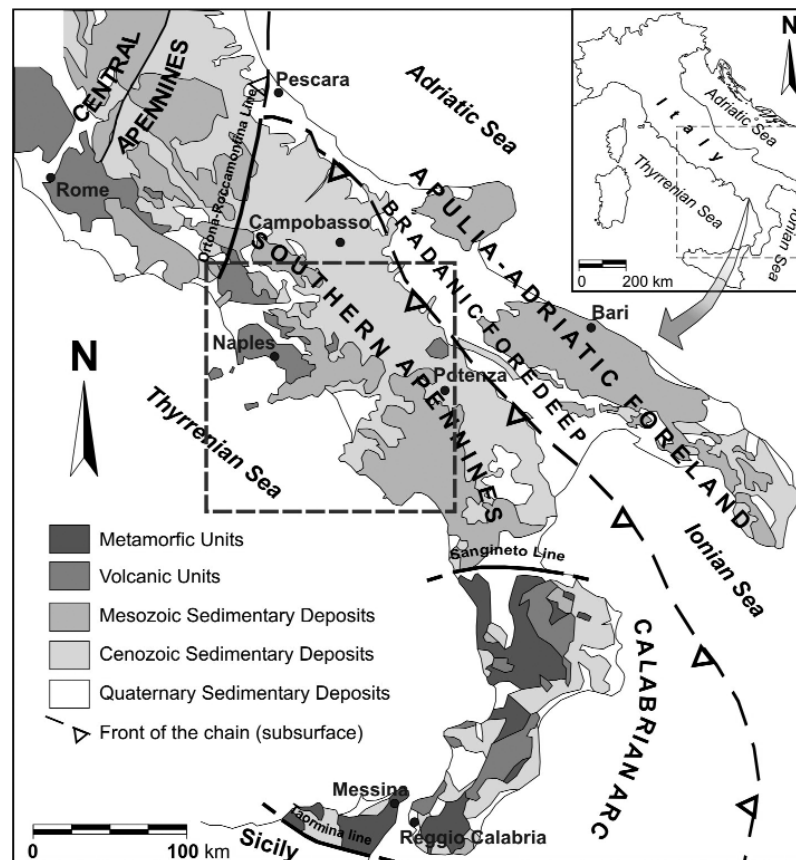


Figura 2.1 - Carta geologica schematica dell'Italia centro-meridionale (Da Bonardi *et al.*, 2009)

La propagazione spazio-temporale dell'onda di compressione-estensione, iniziata a partire dai domini interni nel Miocene inferiore-medio, è proseguita fino al raggiungimento dell'attuale configurazione, che mostra la catena appenninica e l'avanfossa limitate dall'area tirrenica in distensione ad occidente e dall'avampaese apulo adriatico poco deformato ad oriente. Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (Cinque *et al.*, 1993).

La catena appenninica meridionale è costituita da due tipologie principali, l'una di origine carbonatica, l'altra silicoclastica; entrambe riconducibili ad un modello a bacini sedimentari e piattaforme carbonati che, che ne caratterizzava la paleogeografia mesozoica (D'Argenio *et al.*, 1973). Il numero e la posizione di tali domini paleogeografici è ancora oggi oggetto di controversie interpretative. In sintesi partendo da ovest si incontrano le unità di provenienza paleogeografica più interna (unità interne, Ciarcia *et al.*, 2009; Vitale *et al.*, 2010) originatesi in area oceanica e/o di crosta assottigliata: Unità Liguridi (Bonardi *et al.*, 1988) e Sicilidi (Ogniben, 1969). L'attività orogenetica è iniziata coinvolgendo queste unità che, non prima del Miocene inferiore (Di Staso e Giardino, 2002), si sono impilate a formare un prisma d'accrezione (Bonardi *et al.*, 2009). A partire dal Tortoniano medio-superiore, questo insieme è sovra scorso sui domini di piattaforma carbonatica impostati su crosta continentale (piattaforma sud-appenninica, Mostardini e Merlini, 1986). Successivamente la deformazione compressiva si è spostata verso i domini più esterni, coinvolgendo dapprima il bacino di Lagonegro, fino ad arrivare alla piattaforma apula interna (Bonardi *et al.*, 2009). In questa fase che perdura fino al Pleistocene inferiore, la sedimentazione continua nei bacini *wedge-top* e di avanfossa o di *piggy-back*; allo stesso tempo il margine tirrenico è interessato da tettonica estensionale dovuta all'avanzamento del bacino di retro arco (Cinque *et al.*, 1993).

La struttura dell'Appennino meridionale è interpretata come un complesso sistema in cui le successioni sedimentarie mesozoiche-neogeniche, che costituiscono le unità di provenienza paleogeografica interna, ricoprono una struttura di tipo *duplex* sepolta (Patacca e Scandone, 2004, 2007) formata dai carbonati della piattaforma apula in subduzione. Si è passati così da un regime di tipo *thin-skin*, caratteristico delle strutture più superficiali scollate costituite da unità di piattaforma carbonatica e successioni bacinali, su cui si poggiano sedimenti d'avanfossa e di bacini satellite, a uno di tipo *thick-skin*, dominante nei carbonati apuli sepolti di più recente accrezione (Mazzoli *et al.*, 2000).

2.2 I depositi argillosi dell'area campana

I depositi argillosi campani sono principalmente collegati alle formazioni sedimentarie silicoclastiche e/o carbonatiche bacinali marine. I sedimenti più antichi (ad esempio, Liguride, Sicilide, Parasicilide, Fortore e le unità Vallone del Toro) provengono dai domini bacinali preorogeniche/avanfossa del Cretaceo inferiore - Miocene superiore (Bonardi *et al.*, 2009; Vitale

et al., 2011). Sedimenti argillosi associati a queste successioni generalmente affiorano come shales (argilliti) o argille sovraconsolidate (ad esempio Argille Varicolori). Tuttavia è anche comune trovare loro come masse argillose plastiche in frana (Di Pierro e Moresi, 1985).

Le più comuni tipologie di argilla affiorano nell'area appenninica, in cui prevalgono depositi bacinali, che vanno dal Cretaceo al Miocene, appartenenti a unità derivate da domini interni (Unità Sicilidi), dal margine continentale apulo (Unità Lagonegresi) o da successioni di *thrust-top*. Il settore più esterno della catena è ricco di argille Plioceniche dei bacini di intra-appenninici tradizionalmente riferiti all'Unità di Ariano.

La maggior parte delle argille di questo tipo si trova nelle provincie di Caserta, Benevento e Avellino.

In provincia di Caserta si trovano molti affioramenti di argille bacinali nelle vicinanze delle principali aree archeologiche. Altre argille, appartenenti alle unità di Altavilla e Villamaina, affiorano nella zona di Ailano.

Un'altra tipologia di argilla utilizzabile per produrre ceramica, è quella alluvionale, che si deposita lungo i corsi d'acqua. Nella piana del Volturno, si trovano depositi alluvionali olocenici di origine fluviale.

I depositi di argilla possono anche provenire dall'alterazione dei depositi piroclastici associati ai distretti vulcanici dei Campi Flegrei (comprese le isole di Ischia e Procida), Somma-Vesuvio e Roccamonfina.

Nel Sannio sono presenti estesi affioramenti di argille grigio-azzurre plioceniche ascrivibili al membro pelitico-arenaceo dell'Unità di Ariano. Un esempio importante è rappresentato dai depositi che si trovano sulla collina di Gran Potenza a Benevento e presso Montesarchio (antica Caudium).

Altri depositi argillosi, ascrivibili sia all'unità di Ariano che alle unità Sicilidi, affiorano nella valle del fiume Miscano.

Anche in Irpinia vi sono numerosi depositi di argille grigio-azzurre dell'Unità di Ariano come quelli affioranti nella valle di Ufita e dell'Ofanto. Altri depositi sono rappresentate dalle argille Varicolori. Queste argille si rinvengono spesso sovra consolidate o in depositi gravitativi nella zona di Bisaccia (Di Pierro e Moresi, 1985). In provincia di Salerno, vi sono alcuni affioramenti di argille e argille siltose mioceniche appartenenti all'unità del bacino di Salerno e Montecorvino Rovella.

Il Cilento possiede numerosi affioramenti argillosi sia di tipo alluvionale sia ascrivibile alle successioni bacinali dei domini interni.

Altre argille si possono trovare in depositi localizzati come intercalazioni in formazioni mioceniche trasgressive o in accumuli caotici, derivanti dalla disgregazione del substrato pelitico-arenaceo.

La provincia di Napoli, presenta pochi affioramenti cartografati. Fra questi vi sono le argille siltose della formazione di Colle Jetto, sull'isola di Ischia e piccoli affioramenti di argille intercalate in formazioni mioceniche nella penisola Sorrentina. Le argille di Ischia si trovano intercalate a siltiti e

arenarie in un deposito sedimentario tardo-pleistocenico d'ambiente marino (Vezzoli, 1988). Si tratta di argille calcaree costituite da microfossili, inclusi vulcanici e quarzo (De Bonis, 2010).

2.3 I distretti vulcanici campani

- *Somma-Vesuvio*



Figura 2.2 – Ortofoto del complesso vulcanico Somma-Vesuvio (Da Cioni *et al.*, 2008)

Il complesso Somma-Vesuvio (Pleistocene), che si trova nella parte meridionale della Piana Campana, è uno stratovulcano di moderata dimensione (1281m slm). È costituito da un edificio più vecchio che ha terminato il suo ciclo di attività con la formazione di una caldera, il Monte Somma, e un cono recente, il Vesuvio, che si è sviluppato all'interno della caldera dopo l'eruzione del 79 d.C. (Fig.2.2).

L'attività effusiva, iniziale, del Monte Somma, si trasforma in esplosiva, circa 18 mila anni fa. Quattro eruzioni pliniane di magnitudo elevata, si sono verificate, alternate da differenti eventi minori per grandezza e intensità. Il primo evento pliniano, l'eruzione delle **Pomici di Base** (18 ka), è caratterizzato da una sequenza di prodotti emersi costituita da un deposito basale di pomici grigio-bianche seguito da un deposito superiore di scorie nere.

Le pomici, molto vescicolari, hanno composizione trachitica e contengono fenocristalli di sanidino e clinopirosseno, le scorie invece hanno una composizione latitica (Santacroce, 1987; Andronico *et al.*, 1995; Bertagnini *et al.*, 1998).

L'eruzione sub-pliniana delle **Pomici verdoline** avviene dopo circa 2 ka ed è caratterizzata da prodotti, aventi una composizione molto simile all'eruzione delle Pomici di Base (Cioni *et al.*, 2003).

L'eruzione delle **Pomici di Mercato** (8.0 ka) è caratterizzata da strati ben classati di pomici chiare, altamente vescicolari e a composizione per lo più fonolitica (Rolandi *et al.*, 1993; Cioni *et al.*, 1999), i cui minerali principali sono sanidino e clinopirosseno.

L'eruzione delle **Pomici di Avellino** (3.9 ka), è caratterizzata da un livello basale di pomici bianche, estremamente vescicolari con composizione fonolitica (contengono clinopirosseno, biotite e sanidino) e da un livello di pomici grigie con composizione tefri- fonolitica (Lirer *et al.*, 1973; Rolandi *et al.*, 1993b; Cioni *et al.*, 2000).

L'eruzione di **Pompei** (79 d.C.) è l'ultimo evento pliniano del Somma-Vesuvio ed è caratterizzato dall'emissione di prodotti con composizione fonolitica e tefri-fonolitica (Lirer *et al.*, 1973; Sigurdsson *et al.*, 1985; Cioni *et al.*, 1995). La fuoriuscita delle ceneri successive a questa eruzione, hanno contribuito alla crescita iniziale del cono del Vesuvio che si svilupperà in maniera discontinua durante il Medioevo.

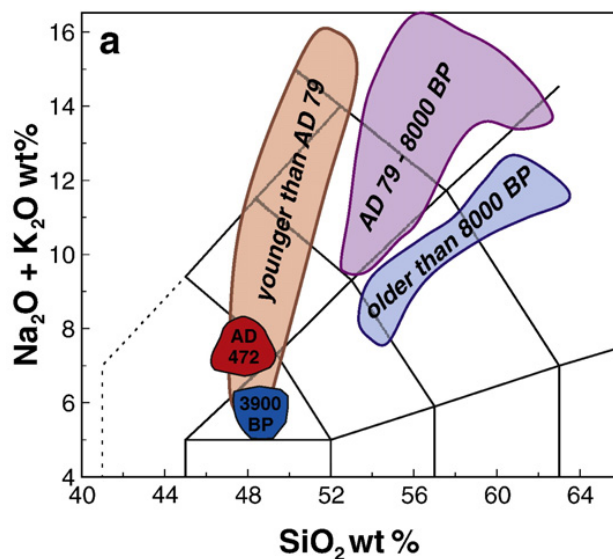


Figura 2.3 - Diagramma alcali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) vs. SiO_2 mostrante da composizioni KS (slightly silica-undersaturated) a composizioni HKS (highly-potassic) (da Cioni *et al.*, 2008)

Le ultime grandi eruzioni avvengono nel 472 d.C. con l'eruzione di **Pollena** caratterizzata da depositi da flusso e da depositi da caduta con composizione fonolitica leucitica e fonotefritica leucitica, e l'eruzione sub pliniana del 1631 che chiude l'attività eruttiva del Somma-Vesuvio.

I prodotti del Somma - Vesuvio mostrano affinità alcalino - potassica appartenenti a due serie magmatiche differenti. La prima è debolmente sottosatura i cui termini corrispondenti alla serie KS

variano da K-basalti, latiti fino a trachiti. La seconda serie è fortemente sottosatura con rocce appartenenti alla serie HKS, che variano da tefriti a fonoliti (Fig. 2.3).

- Campi Flegrei

L'attività dei campi Flegrei è caratterizzata per lo più da due grandi eventi eruttivi ad alta energia: le eruzioni dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano.

L'Ignimbrite Campana (39 Ka) è composta dal deposito di uno o più flussi piroclastici, ceneri grigiastre con notevoli quantità di pomice, scorie e frammenti litici e cristalli, di composizione trachitica con rare fonoliti (Pappalardo *et al.*, 2008).

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, è caratterizzata da prodotti con composizione latitica-trachitica.

I prodotti flegrei appartengono alla serie KS (Conticelli *et al.*, 2002, 2004) di cui le trachiti rappresentano il litotipo più abbondante. Dal punto di vista tessiturale i prodotti variano da afirici a debolmente porfirici e i minerali principali sono clinopirosseno, plagioclasio, sanidino, biotite e magnetite. L'olivina è presente solo nei prodotti meno evoluti e l'anfibolo bruno è presente come minerale accessorio.

- Ischia

L'isola di Ischia è un complesso vulcanico la cui storia è stata caratterizzata da un'alternanza di eruzioni effusive ed esplosive (150ka-1302 d.C.). L'attività eruttiva può essere suddivisa in cinque fasi. I prodotti della prima fase appartengono ad un antico complesso vulcanico preesistente caratterizzato da depositi piroclastici di tipo trachitico.

La seconda fase, effusiva, è caratterizzato da lave con composizione che varia da trachitica a fonolitica. La terza fase è caratterizzata da tre eventi esplosivi con la formazione del tufo verde.

Nella quarta fase l'attività riprende nel settore sud-occidentale con flussi piroclastici con composizione trachitica. La quinta fase si sviluppa nel settore orientale concludendosi definitivamente nel 1302 d.C. con la colata lavica dell'Arso.

Le rocce affioranti sull'isola d'Ischia appartengono alla serie KS (Conticelli *et al.*, 2002, 2004) e variano in composizione da trachibasalto potassico a latite, trachite fino a fonolite. Essi sono rappresentate da K-feldspato, plagioclasio, olivina, biotite, clinopirosseno.

- Roccamonfina

Lo stratovulcano di Roccamonfina, fu attivo dal Medio al Pleistocene superiore, si trova al nord dei complessi vulcanici dei Campi Flegrei, Somma-Vesuvio, Procida e Ischia da cui si è separato in

seguito al graben della Piana Campana formatosi durante il Plio-Pleistocene durante la tettonica estensionale che ha coinvolto il sud della Catena appenninica.

La provincia magmatica Ernici-Roccamonfina è caratterizzata da rocce con composizione potassiche (KS serie) e ultrapotassiche (serie HKS) simile ai prodotti della provincia campana (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia e Procida) e romana (Vulsini, Vico, Sabatini e Colli Albani) (Panza *et al.*, 2007).

Fu attivo nel periodo compreso fra circa 550 e 150 ka e la storia eruttiva è comunemente suddivisa in cinque fasi. Durante le prime fasi (attività pre-caldera) si ha la formazione di due stratovulcani i cui prodotti mostrano composizione tefri-fonolitica (serie HKS), si rinvengono cristalli di leucite, clinopirosseno, plagioclasio e nelle rocce meno evolute olivina. Dalla terza fase in poi (attività post-caldera) si hanno prodotti effusivi basaltico-trachitici (serie KS) caratterizzati dall'assenza di leucite e la presenza di clinopirosseno, olivina nei prodotti meno evoluti, plagioclasio e biotite nei prodotti intermedi ed evoluti e sanidino nei prodotti più evoluti della serie (Conticelli *et al.*, 2009).

Capitolo 3 - *Le ceramiche studiate e le metodologie di analisi*

Le ceramiche analizzate ricadono in tre grossi gruppi: ceramica comune, ceramica a vernice nera e materiale votivo. La scelta di questi materiali non è stata casuale, poiché si tratta di classi ceramiche molto diffuse nella vita quotidiana e commercializzate in tutto il Mediterraneo. Inoltre si tratta di tipologie ad impasto diverso: la ceramica comune rappresenta la tipologia a smagrante grossolano (riconoscibile anche dal punto di vista macroscopico), la ceramica a vernice nera rientra nella tipologia a smagrante fine (dunque non riconoscibile macroscopicamente) mentre il materiale votivo risulta la variante mista (esemplari a smagrante fine ed esemplari a smagrante grossolano). Lo studio archeometrico ha avuto lo scopo di indagare le diversità osservate macroscopicamente e di ottenere informazioni relative alla provenienza e alle tecnologie impiegate per la loro produzione. Di seguito si presentano le caratteristiche di ciascuna classe analizzata, le problematiche relative e le ipotesi archeologiche.

3.1 La ceramica comune dagli scavi I.E. 1980-1981

All'interno di questo gruppo rientra la ceramica da fuoco utilizzata per la cottura dei cibi e la ceramica da mensa, utilizzata come vasellame da tavola.

3.1.1 *La ceramica da fuoco*

Sono stati analizzati 21 campioni di ceramica da fuoco rinvenuti negli scavi I.E.. Tali campioni possono essere suddivisi sulla base dell'età in due grossi gruppi: **fuoco 1** datato al IV-III sec. a.C. e il **fuoco 2** datato al II-I sec. a.C. (Fig.3.1).

Fuoco 1 – è costituito dalle produzioni più antiche, rinvenute in prossimità del tempio di Venere. Sono caratterizzate da forme che rientrano in un ampia *koinè* produttiva greco-italica, che caratterizza tra il IV e il III sec. a.C. le produzioni ceramiche dell'Italia meridionale. I materiali rinvenuti sono pertinenti a *lopades* di derivazione punica ellenistica, profonde casseruole con solco per l'alloggiamento del coperchio, fondi arrotondati e anse lunate. Nonostante l'ampia diffusione di questa forma, l'assenza di studi archeometrici non ha permesso la verifica di una effettiva produzione locale e di una possibile circolazione di questi prodotti. Macroscopicamente, questo vasellame presenta una notevole diversità rispetto alle produzioni delle fasi successive (**fuoco 2**), sia per quanto riguarda la compattezza dell'impasto, che per il colore, lo spessore delle pareti e la lavorazione, che in alcuni casi sembra rimandare all'uso del tornio lento o comunque ad una

produzione non su scala “industriale”. Sono stati selezionati e sottoposti alle analisi archeometriche cinque campioni, *p(1-5)*, per comodità indicati come **gruppo a**.

Fuoco 2 - Dal punto di vista archeologico i materiali selezionati sono indicativi della tipica batteria da cucina italica sviluppatasi intorno al I sec. a.C., rappresentativa di abitudini alimentari diverse rispetto a quelle rappresentate dalle *lopas* dell’età precedente (**fuoco 1**). Nella fattispecie si tratta di pentole con orlo a tesa e olle con orlo a mandorla la cui adozione nelle varie regioni dell’impero è stata spesso interpretata come un chiaro segno di “romanizzazione” nei gusti alimentari e nello stile di vita delle popolazioni sottomesse. Le pentole con orlo a tesa si diffusero a partire dal I sec. a.C. in tutto il bacino del Mediterraneo occidentale lungo le coste della *Hispania Tarraconensis*, le coste galliche, le coste toscane e a Cartagine, dove sono presenti con numerosi esemplari importati proprio dalla Campania. L’ampia distribuzione di queste vasellame di supposta provenienza vesuviana in tutti i territori dell’impero, va letta all’interno di quei complessi meccanismi di scambio in cui si inserì l’area campana in seguito alla sua entrata nell’orbita del potere romano. Dal II sec. a.C. il vino prodotto in area campana costituì infatti uno dei principali prodotti di esportazione della penisola italica e la ceramica comune prodotta nel territorio vesuviano circolò insieme ai prodotti vinari, come “merce d’accompagnamento” godendo di un certo successo, probabilmente anche in virtù delle buone proprietà tecnologiche di cui questi prodotti sembrano godere.

Le olle con “orlo a mandorla”, furono prodotte tra il II sec. a.C. e l’età augustea, e sono anch’esse ben attestate nel Mediterraneo occidentale con prodotti esportati soprattutto dall’area tirrenica.

Questa forma è estremamente comune a Pompei e macroscopicamente è ben distinguibile da quella di supposta “produzione locale” dell’età precedente (**fuoco 1**). Tali prodotti si caratterizzano per l’impasto di colore aranciato, ricco di inclusi vulcanici di colore nero, con pareti sottili e lavorati al tornio veloce, riflettendo un’elevata standardizzazione della produzione sia a livello formale che dimensionale. La produzione di queste olle nel centro vesuviano è stata recentemente dimostrata grazie al rinvenimento di alcuni frammenti di questo tipo nell’officina *I, 5* attiva durante il I sec. d.C. (Cavassa 2009).

Il rinvenimento di ceramiche caratterizzate dalla stessa forma da impasti diversi, fa propendere per un’apertura del centro campano a nuove rotte e a mercati extra-regionali per l’approvvigionamento di vasellame da fuoco a partire dal II ma soprattutto dal I sec. a.C.

Sono stati selezionati 16 campioni, distinti sulla base dell’impasto diverso, che per comodità sono stati suddivisi in tre sottogruppi: gruppo b, gruppo c, gruppo d.

Il **gruppo b**, costituito da sei campioni *p(6-11)*, rappresenta la produzione locale, maggiormente attestata a Pompei.

Il **gruppo c**, rappresentato dai campioni *p(12-17)*, costituisce dal punto di vista archeologico e dell’osservazione macroscopica dell’impasto un gruppo ben definito ed omogeneo. Si tratta anche

in questo caso di olle a mandorla, ritrovate a Pompei in una percentuale nettamente inferiore rispetto alla produzione locale (*gruppo b*). Si caratterizzano per la lavorazione corsiva delle superfici interne ed esterne, non lisciate ma molto rugose e con profondi segni di tornio oltre che con inclusi di quarzo affioranti in superficie, che le rendono facilmente distinguibili dai ben standardizzati prodotti vesuviani. Alcune caratteristiche tipologiche, come le fasce polite, sembrano rimandare a possibili produzioni laziali, recentemente documentate (Olcese, 2003) pertanto rappresentano un caso interessante di importazione di un prodotto specializzato, forse per le sue proprietà tecnologiche.

Il *gruppo d*, rappresentato da quattro campioni *p(18-20b)*, costituisce un gruppo abbastanza omogeneo. Si tratta infatti di un impasto attestato esclusivamente in pentole con orlo a tesa pertinenti al tipo 2213 di Di Giovanni datanti al I sec. a.C.- I sec. d.C. e macroscopicamente ben distinguibile da quello delle produzioni vesuviane, suggerendo una provenienza anche extra-regionale. La completa affinità di forma con gli esemplari vesuviani evidenzia come questa tipologia fosse estremamente diffusa e standardizzata, tanto da poter parlare di una vera e propria *koinè* artigianale e produttiva per tutto il versante tirrenico e il bacino del Mediterraneo occidentale tra il I sec. a.C. e il I sec. d.C.

3.1.2 La ceramica da mensa

La ceramica da mensa è costituita da ciotole, olle da mensa e dispensa, brocche e bottiglie. Si tratta di esemplari considerati di produzione locale e suddivisi in gruppi differenti sulla base della forma e dell'età. Il *gruppo e (p21-p29)*, è rappresentato dai campioni più antichi datati al II - I secolo a.C.. Il *gruppo f (p30-p35)* e il *gruppo g (p36-p39)* sono costituiti da esemplari datati al I a.C. - I sec. d.C.. Il *gruppo f*, costituito per lo più da bottiglie, è caratterizzato da impasti a volte estremamente depurati, privi di inclusi ben visibili e la provenienza vesuviana è stata ipotizzata solo su base morfo-tipologica. Il *gruppo g* è costituito da brocche che macroscopicamente presentano un impasto assimilabile a quello delle produzioni da fuoco.

3.2 La ceramica a vernice nera dagli scavi I.E. 1980-1981

3.2.1 La ceramica a vernice nera: introduzione

Le produzioni a vernice nera diffuse tra IV e I secolo a.C. in tutto il bacino occidentale del Mediterraneo furono definite "ceramica campana" per la prima volta da Lamboglia nel 1950 e poi nella sua Classificazione preliminare del 1952.

Come ha più volte sottolineato Morel (1980, 1981) nelle produzioni italiche a vernice nera si individua una vera e propria spaccatura, databile intorno al 200 a.C., che interessa i sistemi

produttivi, le caratteristiche tecniche, la diffusione commerciale, e che consente di delineare un'evoluzione della produzione ceramica in Italia.

Tra la fine del III e gli inizi del II sec. a.C. infatti, si assiste alla fine di alcune produzioni, localizzabili nel Lazio, in Etruria e in Campania, di impronta fortemente artigianale, i cui aspetti peculiari erano la limitata diffusione al di fuori dell'area di origine, le caratteristiche tecniche e decorative piuttosto accurate, le forme tipologicamente eterogenee, ispirate a tradizioni diverse e spesso di imitazione metallica.

Tutti questi prodotti vengono quasi improvvisamente e in modo massiccio sostituiti sui grandi mercati dai tre gruppi più cospicui all'interno della classe della vernice nera, cioè la Campana A (prodotta nella Baia di Napoli), la Campana B (prodotta in Etruria) e altre apparentate, le cosiddette produzioni B-oidi e la Campana C (prodotta in Sicilia). Si tratta di produzioni standardizzate, destinate ad un consumo di massa e a una intensa commercializzazione. Accanto a queste produzioni maggiori continua l'attività, in tono assai minore, di numerose piccole officine, i cui prodotti, a diffusione esclusivamente locale, mostrano il medesimo scadimento qualitativo e lo stesso impoverimento formale e decorativo. Questi centri, nei quali frequentemente, oltre a ceramica a vernice nera si producono anche altre classi ceramiche, si rivolgono evidentemente a una clientela di poche pretese e di modeste possibilità economiche ed imitano le stesse procedure di standardizzazione e semplificazione del processo produttivo che caratterizzano la Campana A (Guerrini e Mancini, 2007).

Trattandosi di ceramica ad impasto fine, la distinzione viene effettuata sulla base della morfologia osservata e lo stile dei reperti. Tuttavia, la identificazione di un singolo sito di produzione è talvolta scomoda o incerto. Una combinazione di fattori come l'eterogeneità morfologica, la produzione diffusa, l'ampia distribuzione, e la presenza di innumerevoli imitazioni complica notevolmente lo studio di questa classe di ceramica.

A Pompei, sono state rinvenuti differenti esemplari di ceramiche a vernice nera. Nel seguente lavoro sono stati selezionati 21 campioni dalle produzioni considerate locali, e 15 campioni di probabile importazione.

3.2.2 Le produzioni locali

La maggior parte dei materiali rinvenuti presso la Basilica nel taglio X degli scavi I.E si presentano in buona parte malcotti, con la vernice spesso mancante e con una superficie caratterizzata da piccole macchie e bolle rosate a causa di problemi di cottura, mentre l'impasto di questi frammenti sembra corrispondere macroscopicamente a quello di altri frammenti di ceramica a vernice nera a "pasta chiara" per i quali si è già preliminarmente supposta una provenienza locale. Lo studio tipologico dei frammenti rinvenuti mostra come la produzione "locale" fosse attiva tra il IV sec. a.C. e il I sec. a.C. con una notevole concentrazione di tipologie databili tra il IV e il III sec. a.C..

Tale situazione risulta in parte diversa da quanto attestato in altri contesti pompeiani editi come nel caso della *Regio VI* dove si registra invece una netta prevalenza e una certa varietà di tipi databili al II sec. a.C. e al I sec. a.C. con rare attestazioni della produzione locale per le età precedenti ma che risalgono fino al V sec. a.C.. Appare evidente dal confronto tra i dati di questi due contesti che la produzione pompeiana di vernice nera fu attiva con soluzione di continuità dal IV (V?) sec. a.C. fino al I sec. a.C. producendo un panorama tipologico molto ampio e con diverse influenze. In particolare si è notato per i tipi di II sec. a.C. la ripresa delle tipologie della cosiddetta “Campana B” e in particolare di forme propriamente etrusche e centro-italiche (Cappelletto, 2009) mentre per alcune coppe e piatti di II e I sec. a.C. si ripresero tipologie proprie della Campana A e dell’Italia meridionale (Cottica e Curti, 2008).

Nel presente lavoro sono stati analizzati dieci campioni di ceramica a vernice nera datati al IV-III sec. a. C (**gruppo a**-sigla **VN**) e undici campioni datati al II-I sec. a.C. (**gruppo b**- sigla **VL**). Tra essi anche molti malcotti al fine di poter confermare la provenienza locale.

3.2.3 *Le produzioni non locali*

Tra le produzioni considerate di provenienza non locale, sono state selezionate la Campana A e la pasta grigia.

- **Campana A**: la cosiddetta Campana A, prodotta nella baia di Napoli, costituisce la produzione di vernice nera meglio attestata a Pompei. Si caratterizza per argille non calcaree e vernice metallescente di colore grigio molto scuro che nelle ultime fasi assunse una sfumatura rossastra. La produzione sembra nascere nell’isola di Ischia (Belvedere *et al.*, 2006) come risposta italica alla diffusione massiccia della ceramica attica a vernice nera. Nella fase iniziale (fine IV a.C.) la produzione presenta una diffusione locale mentre, in un secondo momento da collocare alla fine del III a.C., conosce una diffusione mediterranea. Solo due officine sono note a Napoli, in Corso Umberto I e a Vico S. Marcellina.

Ulteriori analisi archeometriche effettuate su prodotti rinvenuti nel quartiere artigianale di S. Restituta a Lacco Ameno (Olcese 1999), hanno mostrato l’esistenza di produzioni diverse rispetto a quelle attestate a Napoli. Nel seguente studio sono stati analizzati dieci campioni di Campana A (sigla **CA**).

- **Produzioni a pasta grigia**: si tratta di ceramiche a vernice nera caratterizzate da un impasto grigio, poco note a Pompei e in generale in letteratura. In passato sono state spesso confuse con la Campana C siciliana (più nota e anch’essa contraddistinta da una colorazione grigia) pertanto solo negli ultimi anni ha suscitato una attenta analisi. Esse sono caratteristiche dell’Italia meridionale

prodotte più precisamente nella fascia costiera della Puglia e della Basilicata. Cinque campioni di ceramica a pasta grigia (sigla **G**) sono stati analizzati nel presente studio.

3.3 I depositi votivi dagli scavi I.E. 1980-1981

I depositi messi in luce dagli scavi I.E. sono principalmente due indicati come VIIb 47 e VII 40 e sono costituiti da cisterne ricolme di materiale fittile e di ossa sigillate ritualmente da uno strato di tufo. Questi depositi sembrerebbero chiusi e sigillati in un momento ben preciso da porsi in connessione al restauro del *temenos* del tempio e sembrerebbero contenere materiale misto cioè sia *ex-voto* come le numerose statuette fittili configurate a votivo anatomico e la ceramica miniaturistica, che materiale votivo funzionale ai rituali come un braciere greco-orientale e i *thymiatheria*. Risulta evidente che si tratta di materiali in “deposizione secondaria” in quanto questi manufatti sono stati rimossi dalla loro originaria collocazione all’interno del *temenos* per poi essere deposti ritualmente all’interno del deposito opportunamente predisposto di modo che nessuno possa più utilizzare gli oggetti della divinità (Bonghi Jovino, 2005). Nel caso del deposito VIIb 47 è ipotizzabile che la sua sigillatura abbia comportato anche lo svolgimento di alcuni sacrifici probabilmente di “espiazione” o “consacrazione” in quanto sono stati rinvenuti diversi carboni e ossa animali di maiale e pecora (Arthur, 1986) secondo rituali che trovano numerosi confronti in area italica e mediterranea. L’elevata presenza di frammenti di *thymiatheria* in questo strato potrebbe inoltre indicare lo svolgimento di azioni rituali di fumigazione *in loco* precedenti o seguenti il sacrificio e dopo il loro utilizzo rotti intenzionalmente e gettati. Da notare che molte delle statuette rinvenute sono costituite da piccoli frammenti malcotti di circa 2 cm che solo in alcuni casi presentano tracce di colore suggerendo la possibilità che si tratti non tanto di *ex-voto* rotti e gettati nel deposito ma bensì di resti di attività artigianali connesse al santuario e finalizzate alla produzione delle offerte per il santuario. L’area del tempio sembra difatti essere inserita in una zona con varie attestazioni di attività produttive come lo scarico con distanziatori e malcotti presso la basilica (taglio X) con materiali databili tra il IV e il II sec. a.C. e l’officina rinvenuta presso la *domus* VII, 15, 9-10 databile alla fine del II sec. a.C. (Anniboletti *et al.* 2007) dietro la zona del tempio.

I frammenti di materiale votivo analizzati in questo studio appartengono al gruppo delle statuette, dei *thymiatheria* e della ceramica miniaturistica che di seguito verranno esaminati.

- Statuette

Le statuette sono state portate alla luce in abbondanza nei depositi votivi. Molte di queste statuette sono attestate come frammenti ridottissimi di piccole dimensioni (2-3 cm) privi di tracce di colore e senza la possibilità di poter identificare i soggetti rappresentati per la loro frammentarietà tanto che si è ipotizzato che questi frammenti non siano in realtà resti di statuette frantumate ma bensì

testimonianza di una produzione *in loco* di statuette per le offerte dei devoti. Finora la presenza di officine *in loco* per la produzione di votivi ed in generale di coroplastica è stata accertata in un solo caso all'esterno della cinta muraria (D'Ambrosio e Borriello, 1990). Macroscopicamente l'impasto delle statuette, analogo a quello bruno dei *thymiatheria*, è caratterizzato dal colore bruno con inclusi vulcanici ben visibili, ruvido al tatto e friabile. Per il momento dato che lo studio è ancora in corso, si possono fare solo generiche osservazioni sul tipo di soggetto rappresentato in prevalenza figure di tanagrine, figure femminili velate, maschere teatrali comiche e di satiri della Commedia Nuova che trovano precisi confronti tra i materiali di *Paestum* dal santuario di S.Venera datati al II sec. a.C., ermafroditi, Apollo con la cetra, figure alate oltre ad *ex-voto* anatomici legati sia all'ambito salutare come gambe e braccia che della riproduzione e della fecondità. Dal gruppo delle statuette sono stati analizzati sei campioni (p41, p43, p44, p45, p46, p48).

- *Thymiatheria*

L'uso di offrire *thymiatheria* per bruciare incensi e profumi è attestato fin dal mondo greco ed etrusco in onore di diverse divinità. In particolare già nel mondo greco l'offerta di *thymiatheria* e quindi di fumigazioni in onore di Apollo appare un atto caratteristico della ritualità in onore del dio come nel caso del santuario di Delo dove i *thymiatheria* costituiscono una presenza molto importante tra le offerte alla divinità. Sul significato dell'offerta di incenso alla divinità sono state avanzate diverse ipotesi come quella di Detienne (1972) per cui l'incenso bruciato nei rituali era funzionale a stabilire un collegamento tra il mondo terrestre e celeste in quanto gli dei sarebbero stati attirati dal profumo di questa essenza o le teorie di Scheid (1990) per il quale l'utilizzo dell'incenso nel mondo romano è analogo all'uso nel mondo greco e veniva quindi utilizzato per rendere omaggio e riconoscere la superiorità e la natura divina del dio. Macroscopicamente si possono identificare diversi impasti per lo più considerati di provenienza vesuviana. Questi *thymiatheria* presentano in genere dimensioni ridotte con un'altezza compresa tra i 10 e i 13 cm e rientrano perciò tra i *thymiatheria* di uso o offerta privata a differenza di quelli di uso pubblico che presentano in genere dimensioni nettamente maggiori e materiali diversi (Cottica et al, 2006). Dal gruppo dei *Thymiatheria* sono stati analizzati sei campioni (p49, p51, p56, p58, p61, p63).

- *Ceramica miniaturistica*

La ceramica miniaturistica è stata rinvenuta in grande quantità negli scavi I.E., circa 200 esemplari la maggior parte dei quali integri. Il contesto di rinvenimento e i materiali in associazione non lasciano alcun dubbio sulla loro funzione come *ex-voto* di singoli fedeli per la divinità. Soltanto tre campioni sono stati selezionati da tale gruppo (p66, p67 e p69).

Nelle tabelle 3.1, 3.2 e 3.3, si riporta rispettivamente l'elenco dei campioni di ceramica comune, a vernice nera e votiva selezionati ed analizzati nella tesi di Dottorato.

Tabella 3.1 - Elenco dei campioni analizzati di ceramica comune rinvenuti durante gli scavi IE 1980-81 a Pompei. Sigla campione, tipologia, cronologia e gruppo di appartenenza

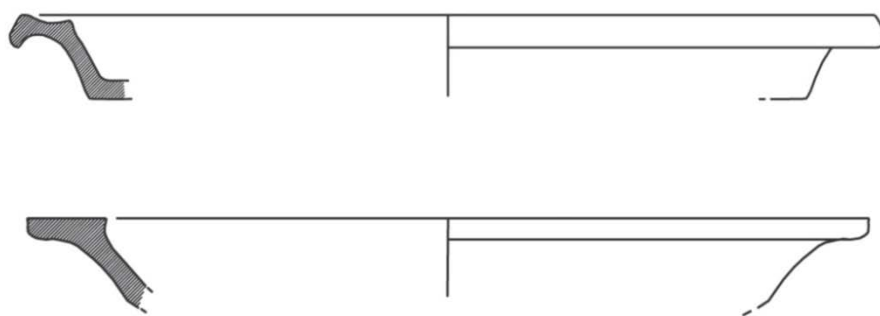
Sigla campione	tipologia	cronologia	gruppo
<i>Ceramica da fuoco</i>			
<i>p1</i>	bacile	IV-III sec. a.C.	a
<i>p2</i>	ciotola	IV-III sec. a.C.	a
<i>p3</i>	ciotola	IV-III sec. a.C.	a
<i>p4</i>	ciotola	IV-III sec. a.C.	a
<i>p5</i>	ciotola	IV-III sec. a.C.	a
<i>p6</i>	coperchio a orlo arrotondato	I sec. a.C.-I sec. d.C.	b
<i>p7</i>	olla in ceramica da fuoco	I sec. a.C.-I sec. d.C.	b
<i>p8</i>	olla con orlo estroflesso	I sec. a.C.	b
<i>p9</i>	pentole con orlo a tesa	I sec. a.C.-I sec. d.C.	b
<i>p10</i>	casseruola	II-I sec. a.C.	b
<i>p11</i>	olla con orlo a mandorla	II sec. a.C.-I sec. d.C.	b
<i>p12</i>	olla con orlo a mandorla	fine II sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p13</i>	olla con orlo a mandorla	fine II sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p14</i>	olla con orlo a mandorla	fine II sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p15</i>	olla con orlo a mandorla	fine II sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p16</i>	olla con orlo a mandorla	fine II sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p17</i>	olla in ceramica acroma	I sec. a.C.-I sec. d.C.	c
<i>p18</i>	"pentole con orlo a tesa"	I sec. a.C.-I sec. d.C.	d
<i>p19</i>	"pentole con orlo a tesa"	I sec. a.C.-I sec. d.C.	d
<i>p20</i>	coperchio	I sec. a.C.-I sec. d.C.	d
<i>p20b</i>	coperchio	I sec. a.C.-I sec. d.C.	d
<i>Ceramica da mensa</i>			
<i>p21</i>	ciotola	II sec. a.C.	e
<i>p22</i>	ciotola	II sec. a.C.	e
<i>p23</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p24</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p25</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p26</i>	bottiglia	II-I sec. a.C.	e
<i>p27</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p28</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p29</i>	olla	II-I sec. a.C.	e
<i>p30</i>	bottiglia	I sec. a.C.-I sec. d.C.	f
<i>p31</i>	bottiglia in ceramica acroma	I sec. a.C.-I sec. d.C.	f
<i>p32</i>	bottiglia in ceramica acroma	I sec. d.C.	f
<i>p33</i>	olla in ceramica acroma	I sec. a.C.-I sec. d.C.	f
<i>p34</i>	coperchio	I sec. a.C.-I sec. d.C.	f
<i>p35</i>	bottiglia in ceramica acroma	I sec. a.C.-I sec. d.C.	f
<i>p36</i>	brocca	I sec. a.C.-I sec. d.C.	g
<i>p37</i>	brocca	I sec. a.C.-I sec. d.C.	g
<i>p38</i>	brocca	I sec. a.C.-I sec. d.C.	g
<i>p39</i>	brocca	I sec. a.C.-I sec. d.C.	g

Tabella 3.2- Elenco dei campioni analizzati di ceramica a vernice nera rinvenuti durante gli scavi IE 1980-1981 a Pompei. Sigla campione, tipologia ed età.

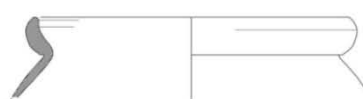
<i>sigla campione</i>	<i>tipologia</i>	<i>età</i>
<i>Produzioni locali</i>		
<i>Gruppo a</i>		
<i>VN1</i>	coppa	III a.C.
<i>VN2</i>	skyphos	seconda metà IV sec. a.C.
<i>VN3</i>	coppa	fine IV-inizio III
<i>VN4</i>	piatto	300 a.C.
<i>VN5</i>	coppa	III a.C.
<i>VN6</i>	skyphos	fine IV sec.a.C.
<i>VN7</i>	coppa	III-IV a.C.
<i>VN8</i>	skyphos	fine III a.C.
<i>VN9</i>	coppa	IV-III a.C.
<i>VN10</i>	coppa	III-IV a.C.
<i>Gruppo b</i>		
<i>VL1</i>	piatto	seconda metà del II a.C.
<i>VL2</i>	coppa	II a.C.
<i>VL5</i>	coppa	I a.C.
<i>VL6</i>	coppa	seconda metà del II a.C.
<i>VL7</i>	incerta	prima metà del II a.C.
<i>VL8</i>	piatto	seconda metà del II a.C.
<i>VL9</i>	coppa	II a.C.
<i>VL10</i>	coppa	I a.C.
<i>VL11</i>	coppa	I a.C.
<i>VL13</i>	incerta	incerta
<i>VL14</i>	patera	I a.C.
<i>Produzioni importate</i>		
<i>Campana A</i>		
<i>CA1</i>	coppa	prima metà del II a.C.
<i>CA2</i>	incerta	incerta
<i>CA3</i>	coppa	prima metà del I a.C.
<i>CA4</i>	coppa	fine II a. C.
<i>CA5</i>	coppa	metà del III a.C.
<i>CA6</i>	coppa	140-130 a.C.
<i>CA7</i>	coppa	prima metà del II a.C.
<i>CA8</i>	coppa	fine II a.C.
<i>CA9</i>	piatto	I a.C.
<i>CA10</i>	coppa	seconda metà del III a.C.
<i>CA11</i>	coppa	IV a.C.
<i>CA12</i>	skyphos	IV a.C.
<i>Pasta grigia</i>		
<i>G1</i>	coppa	incerta
<i>G2</i>	coppa	II- I a.C.
<i>G3</i>	coppa/forma chiusa	II- I a.C.
<i>G4</i>	coppetta	III a.C.
<i>G5</i>	forma chiusa	seconda metà del II a. C.
<i>G6</i>	coppetta	III a.C.

Tabella 3.3- Elenco dei campioni di materiale votivo analizzati, rinvenuti durante gli scavi IE 1980-1981 a Pompei. Tipologia, sigla campione ed età.

<i>sigla campione</i>	<i>età</i>
<i>Statuette</i>	
<i>p41</i>	II sec. a.C.
<i>p43</i>	II sec. a.C.
<i>p44</i>	II sec. a.C.
<i>p45</i>	II sec. a.C.
<i>p46</i>	II sec. a.C.
<i>p48</i>	II sec. a.C.
<i>Thymiatheria</i>	
<i>p49</i>	II sec. a.C.
<i>p51</i>	II sec. a.C.
<i>p56</i>	II sec. a.C.
<i>p58</i>	II sec. a.C.
<i>p61</i>	II sec. a.C.
<i>p63</i>	II sec. a.C.
<i>Ceramica miniaturistica</i>	
<i>p66</i>	II sec. a.C.
<i>p67</i>	II sec. a.C.
<i>p69</i>	II sec. a.C.



lopades e piattelli (gruppo a)



Olla con orlo a mandorla- gruppo b



Pentola con orlo a tesa - gruppo b

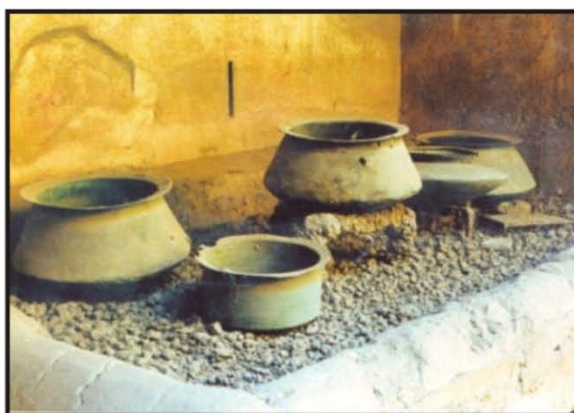


Figura. 3.1- Ceramica da fuoco. Esempi di *lopades* e piattelli (gruppo a), pentole con orlo a tesa e olle con orlo a mandorla (gruppo b, c e d).

3.4 Le metodologie di analisi

Trattandosi di campioni ceramici con caratteristiche diverse (tipologia d'impasto grossolano e fine) le metodologie analitiche applicate per la caratterizzazione degli stessi, sono state diverse.

Tutti i campioni sono stati comunque sottoposti ad analisi petrografica. Quest'ultima è stata particolarmente efficace per i campioni di ceramica comune e per i materiali votivi, poiché ha permesso di distinguere i diversi esemplari e di ottenere indicazioni relative alla provenienza e alla tecnologia di produzione. Sulla base delle indicazioni archeologiche, trattandosi di ceramica locale, la ceramica da mensa e il materiale votivo, sono stati studiati preliminarmente solo sulla base dell'analisi petrografica.

La ceramica da fuoco è stata invece poi sottoposta ad analisi mineralogica (XRD) e chimica (XRF), e per avere indicazioni relative alla provenienza dei **gruppi b e c**, sono state effettuate analisi chimiche puntuali (SEM/EDS e LA-ICP-MS) su singole fasi mineralogiche (clinopirosseni). Tali analisi sono risultate utili per distinguere i due gruppi ed effettuare dei confronti con la materia prima (vedi capitolo 4).

Lo studio condotto sulla ceramica a vernice nera (fabric fine), è stato particolarmente favorito dall'analisi chimica (XRF) con cui è stato possibile discriminare i diversi gruppi e poter effettuare il confronto con la materia prima. L'analisi XRD e le analisi condotte sulla vernice nera (SEM/EDS e microscopia Raman) hanno invece permesso di investigare il seguente gruppo dal punto di vista tecnologico.

I campioni sottoposti ad analisi chimica (XRF) ed ad analisi mineralogica (XRD) sono stati precedentemente ripuliti da eventuale rivestimenti e incrostazioni e poi sottoposti a macinazione mediante un mulino ad agata.

3.4.1 Analisi petrografica (MO)

Le osservazioni sono state effettuate su sezione sottile utilizzando un microscopio ottico polarizzatore Zeiss modello "Axioskop". La descrizione dei campioni è stata eseguita considerando le indicazioni proposte da Whitbread (1995) che permettono una caratterizzazione dettagliata della ceramica in termini di microstruttura, matrice e smagrante. Per la valutazione del packing della frazione aplastica, sono stati utilizzati i diagrammi comparativi da Terry and Chilingar, 1955.

3.4.2 Analisi mineralogica (powder x-ray diffraction - PXRD)

L'analisi mineralogica è stata eseguita su polvere utilizzando il diffrattometro Bruker D8 Advance, con radiazioni CuK α . Gli spettri sono stati ottenuti nell'intervallo compreso tra 5°-60° 2 θ , con steps di 0.02° 2 θ e step-times di 1 sec/step.

L'analisi mineralogica effettuata sulle ceramiche consente di ottenere informazioni relative più che altro alla tecnologia di cottura. Infatti l'associazione mineralogica di una ceramica è strettamente relazionata sia alla composizione mineralogica delle materie prime utilizzate, nella fattispecie argilla ed eventuale smagrante, sia alle condizioni di cottura ovvero la presenza di fasi di neoformazione.

3.4.3 Analisi chimica (x-ray fluorescence- XRF)

La composizione chimica di tutti i campioni, in termini di elementi maggiori, minori e alcune tracce, è stata determinata mediante uno spettrometro Bruker S8 Tiger su pasticche di polvere. Tali pasticche sono state preparate con una aliquota di circa 5 g di polvere su un supporto di acido borico ultra-puro, e successivamente compresse mediante una pressa idraulica. La perdita per calcinazione (LOI) è stata stimata con metodo gravimetrico dopo il riscaldamento a 950°C. Standard internazionali (NIM-G e SPG-2) sono stati utilizzati per la calibrazione.

3.4.4 Analisi morfologica e microanalisi (SEM/EDS)

L'analisi morfologica e chimica è stata eseguita mediante microscopia elettronica a scansione SEM/EDS modello FEG (Field Emission Gun) Quanta 200 dotato di un sistema EDS per microanalisi a raggi X (EDAX GENESIS 4000 con rivelatore Si/Li).

In relazione al tipo di analisi da effettuare e della tipologia di ceramica, i campioni sono stati preparati in maniera differente. La *ceramica comune* (**gruppo b e c**) è stata investigata su sezione lucida alta circa 80 μm , mentre la *ceramica a vernice nera* locale (**gruppo a e b**), è stata analizzata su fratture fresche perpendicolari alla superficie. In entrambi i casi, i campioni sono stati rivestiti con un sottile strato di grafite mentre le acquisizioni sono state ottenute a 20 kV e con una corrente del fascio di 1 nA. I risultati sono stati ottenuti sottoforma di ossidi, calcolati e standardizzati mediante un sistema di correzione interno mentre le composizioni considerate sono il risultato della media ottenuta su tre diverse aree del campione analizzato.

3.4.5 Analisi LA-ICP-MS (laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry)

L'analisi LA- ICP-MS è stata effettuata utilizzando uno spettrometro di massa a plasma Elan DRC- e (Perkin Elmer SCIEX), associato ad un laser modello UP-213 Nd-YAG (New Wave) per determinare la concentrazione degli elementi in tracce e delle terre rare (REE).

I campioni sono stati analizzati su sezione sottile di circa 80 µm. La calibrazione è stata effettuata su vetro standard NIST SRM 612 (elementi in tracce a concentrazioni nominali di 50 ppm- Pearce et al. 1997) e al fine di controllare la qualità delle analisi, lo standard BCR è stato analizzato come 'sconosciuto'. L'ablazione laser, che avviene nella cella ablazione, crea un cratere di circa 50 micron nel campione analizzato e il materiale vaporizzato viene trasportato tramite un flusso di elio-argon, nello spettrometro ICP, dove viene quantificato (Gunther e Heinrich 1999). Infine, la concentrazione di CaO, determinata al SEM/EDS per ogni campione, è stata utilizzata come standard interno. La precisione espressa come differenza percentuale tra i valori misurati e quelli certificati è meno del 10 %.

3.4.6 Microscopia Raman (RM)

La microscopia Raman è stata eseguita presso il Department of Chemistry dell'University College of London (UCL) sui campioni di ceramica a vernice nera al fine di caratterizzare mineralogicamente il rivestimento. I campioni selezionati sono stati precedentemente puliti da depositi superficiali in un bagno ad ultrasuoni.

Gli spettri Raman sui rivestimenti neri sono stati ottenuti con uno spettrometro Renishaw 1000 Ramanscope, dotato di laser Renishaw He-Ne operante a 632.8 nm e accoppiato ad un microscopio confocale Leica. Lo strumento è stato calibrato analizzando uno standard di silicio. Una telecamera a colori collegata al microscopio ha consentito l'ispezione visiva del campione e la scelta delle aree da analizzare. I campioni sono stati analizzati semplicemente inserendo il campione sotto il microscopio con un obiettivo di 50x. Le misure sono state ottenute raccogliendo una serie di spettri in punti diversi del campione.

Capitolo 4 - *Il campionamento delle materie prime*

Il campionamento delle materie prime è stato eseguito al fine di poter effettuare il confronto con le ceramiche studiate e confermare la provenienza locale. In questo modo è stato possibile discriminare le ceramiche locali da quelle probabilmente non locali.

Il confronto con la materia prima ha riguardato le due principali classi ceramiche studiate - la ceramica da fuoco e la ceramica a vernice nera. Trattandosi di impasti molto diversi, la materia prima campionata è differente per i due gruppi.

Per quanto riguarda la ceramica da fuoco sono state considerate e campionate delle piroclastiti e delle lave, al fine di effettuare un confronto chimico tra le fasi mineralogiche (clinopirosseni) contenute in esse e quelle presenti nelle ceramiche. Sedimenti argillosi sono stati invece prelevati per il confronto con la ceramiche a vernice nera.

La scelta dei materiali campionati è stata effettuata, per entrambi i gruppi, sulla base dei risultati dell'analisi petrografica e in seguito allo studio bibliografico e geologico dell'area.

4.1 Il campionamento delle piroclastiti e delle lave (per il confronto con la ceramica da fuoco)

In letteratura, se si esclude il lavoro petrografico di Grifa e Morra (2009), sono praticamente assenti gli studi di carattere archeometrico eseguiti sulla ceramica comune di Pompei e in particolar modo relativi al confronto con la possibile materia prima utilizzata per la loro produzione. Ad oggi, infatti il problema materia prima e gestione delle cave in antichità in area campana resta ancora del tutto ipotetico, nonostante numerosi studiosi abbiano trattato tale tema. Peña (1992), ha suggerito, l'impiego di depositi vulcanici alterati (piroclastite argillificata) per la produzione della ceramica comune. De Bonis *et al.*, 2013 ha invece individuato i possibili sedimenti argillosi affioranti nell'area campana come possibile materia prima per le produzioni ceramiche. Oltre ai depositi argillosi di bacino e alluvionali, è stato analizzato un campione di piroclastite argillificata relativa all'attività del Somma Vesuvio recuperato in una fabbrica di mattoni in località Sant'Agnello in penisola sorrentina.

Il confronto chimico con la materia prima, per quanto riguarda in generale una ceramica ad impasto più grossolano, risulta comunque complicato. Considerando che normalmente il materiale ceramico è costituito da una matrice argillosa e da uno smagrante grossolano e solitamente poco selezionato, la presenza di una fase mineralogica in quantità maggiore va comunque ad alterare la composizione chimica totale. Nel caso di Pompei è ancora più complicato poiché le ultime eruzioni (eruzione di Pompei, di Pollena...) hanno coperto tutta l'area in esame e quindi il possibile materiale utilizzato per la produzione ceramica.

Sulla base di queste premesse, lo studio di provenienza della ceramica da fuoco nel seguente lavoro, è stato effettuato sulla base del confronto tra le composizioni di singole fasi mineralogiche (clinopiroseni), contenute nelle ceramiche, e le stesse fasi in lave e depositi piroclastici del Vesuvio e degli altri distretti vulcanici campani (ad eccezione di Ischia).

Considerando il simile vulcanismo tra la provincia campana e la provincia co-magmatica romana (Peccerillo *et al.*, 2005; Marra e D'Ambrosio, 2013) sono stati analizzati anche i pirosseni contenuti in rocce e depositi piroclastici provenienti dai distretti laziali (Fig.4.1).

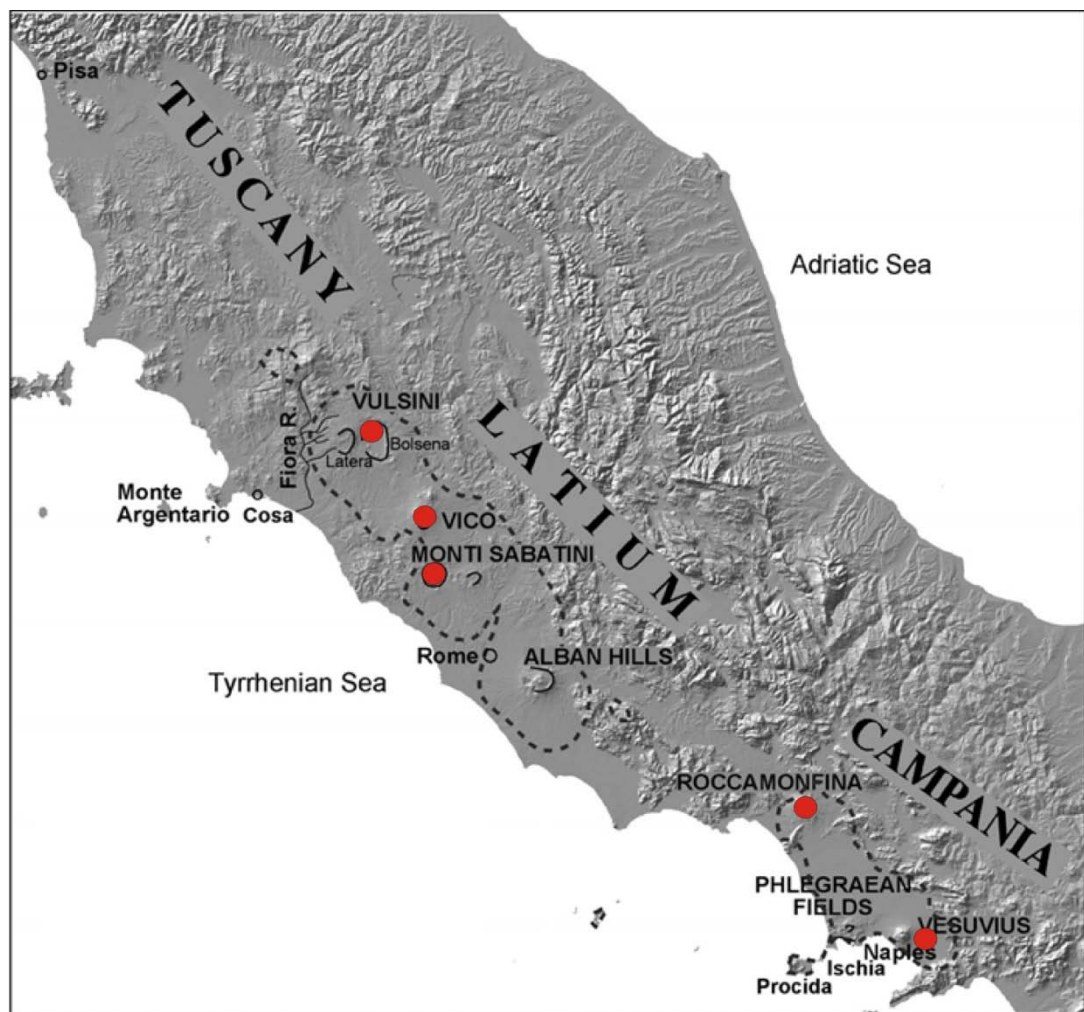


Figura 4.1- Distretti vulcanici campani e romani considerati nel seguente studio. (Modificato da Marra e d'Ambrosio, 2013)

Per quanto riguarda la provincia campana sono state considerate pomice e rocce relative all'attività del Somma-Vesuvio e di Roccamonfina:

1. **Somma-Vesuvio** - pomice relative all'eruzione di Mercato, campionati nel 2001 in Località Quindici;

2. **Roccamonfina** - latite, campionata sui Monti Lattari in prossimità del Santuario Della Madonna Dei Lattani (Figg.4.2, 4.3);

Per la provincia co-magmatica laziale, sono stati considerati i prodotti piroclastici relativi ai distretti vulcanici dei Monti Sabatini, del complesso dei Vulsini e di Vico selezionati e concessi dal dott. Gaeta dell'Università la Sapienza di Roma:

1. **Sabatini** - Tufo Giallo della via Tiberina;

2. **Vico** - Facies pozzolanacea;

3. **Vulsini** - Ignimbrite di Canino, di Sovana e di Orvieto-Bagnoregio.

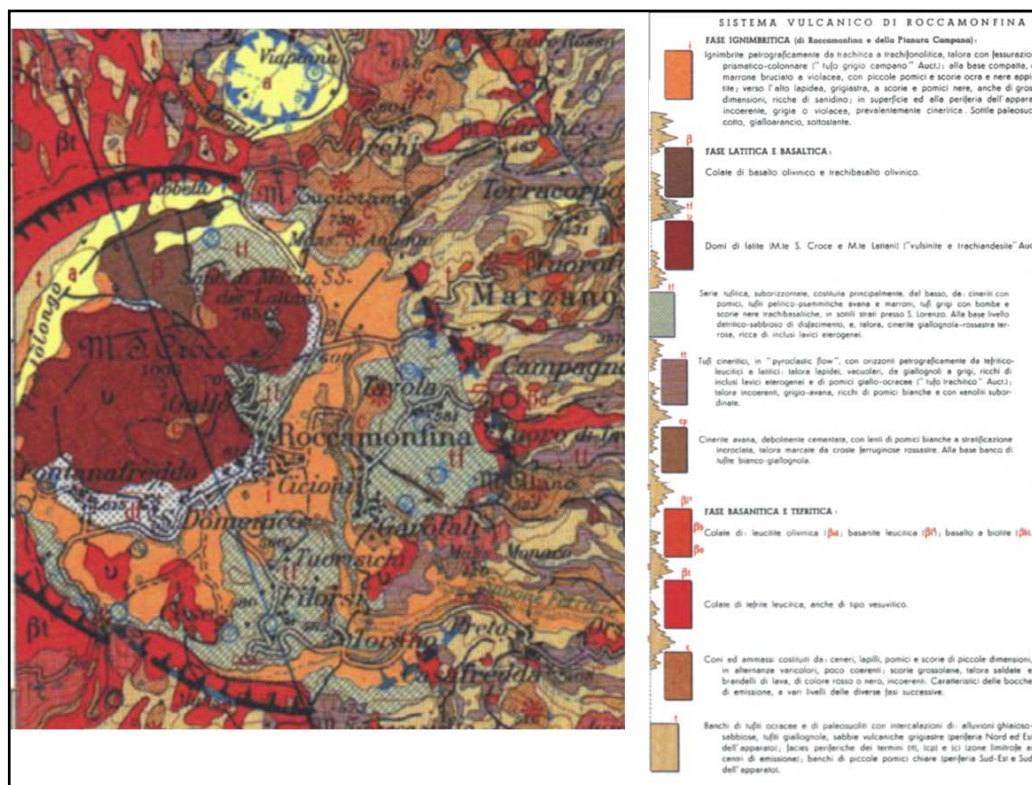


Figura 4.2 – Ubicazione del campionamento dell'affioramento di latite. Monti Lattari in prossimità del Santuario Della Madonna Dei Lattani, Roccamonfina (CE)

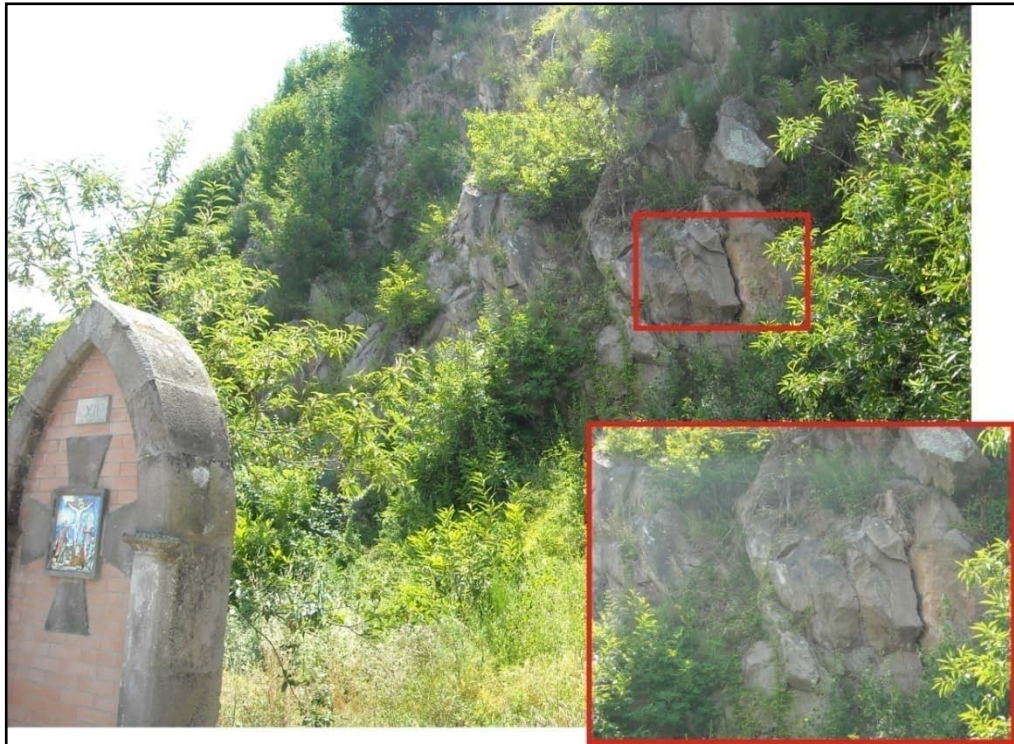


Figura 4.3 – Punto di prelievo, indicato con il rettangolo rosso, del campione di latite

4.1.1 Le metodologie di analisi

I campioni sono stati investigati mediante microanalisi SEM/EDS e LA-ICP-MS su sezione sottile lucida alta circa 80 μ m. Singole fasi mineralogiche (clinopirosseni) sono state analizzate per confronto con le stesse fasi nelle ceramiche da fuoco del **gruppo b** e del **gruppo c**.

4.2 Campionamento dei sedimenti argillosi (per il confronto con la ceramica a vernice nera)

Il campionamento della materia prima adatta alla produzione della ceramica a vernice nera è stato eseguito sulla base delle indicazioni archeologiche e geologiche e tenendo anche conto del collegamento esistente tra Pompei e depositi argillosi mediante antiche vie di comunicazione.

Il primo step ha riguardato pertanto lo studio bibliografico di tipo archeologico. Peña e McCallum, (2009) ipotizzano in generale per la produzione ceramica di Pompei l'impiego di argille marine localizzate nella provincia di Salerno e/o l'impiego di depositi fluviali recuperati dalla pianura alluvionale del Sarno, variamente mescolati con i depositi vulcanici.

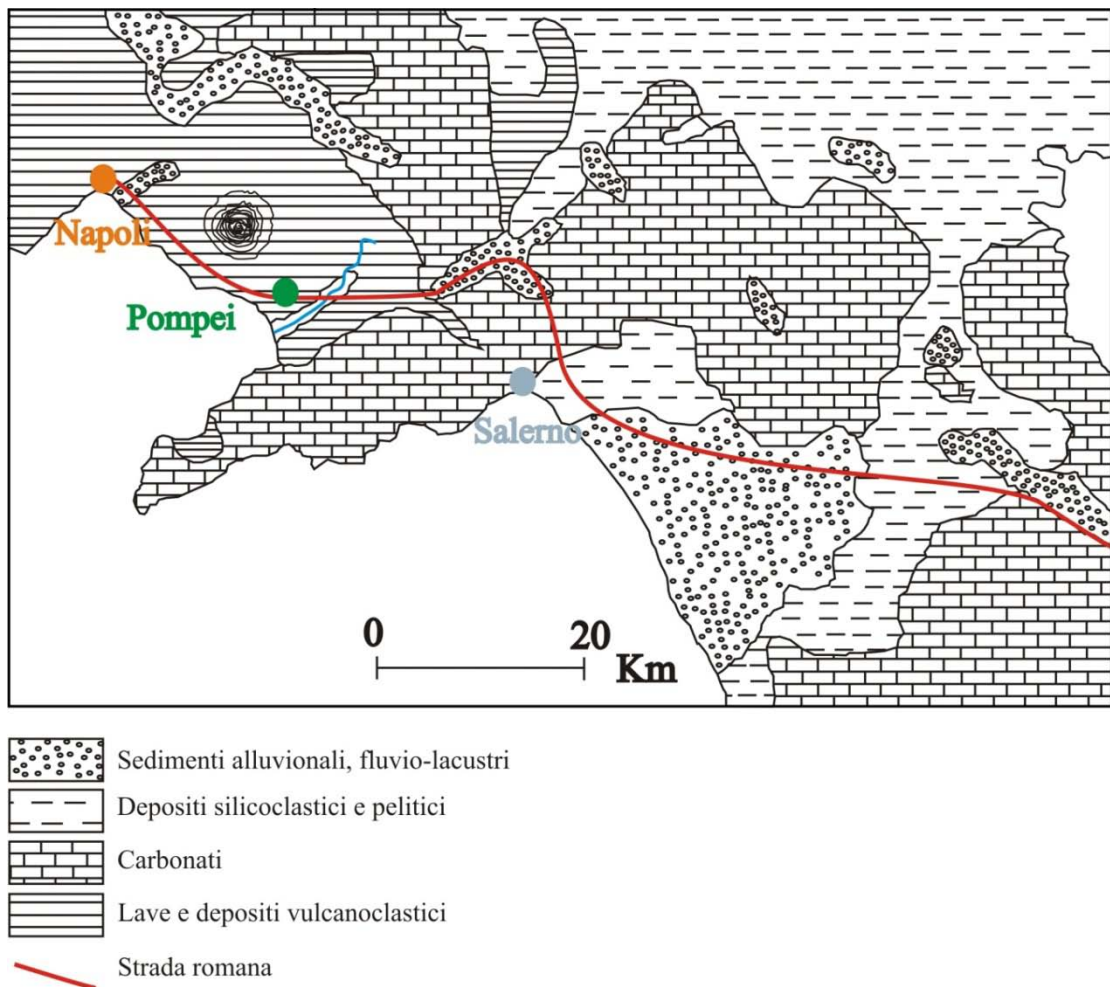


Figura 4.4- Stralcio di carta geologica dell'area studiata (Modificata da De Bonis *et al.*, 2013)

Il secondo step ha riguardato lo studio delle caratteristiche geologiche della Campania. Infatti come si può osservare dalla sketch map in Fig. 4.4 l'area in prossimità di Pompei è caratterizzata da depositi vulcanoclastici, dovuti all'attività del Vesuvio, che poggiano sulla piattaforma carbonatica (Brocchini *et al.*, 2001).

Le argilla affiorano per lo più nell'area appenninica, in cui prevalgono depositi bacinali, che vanno dal Cretaceo al Miocene, appartenenti ad unità derivate da domini interni (Unità Sicilidi), dal margine continentale apulo (Unità Lagonegresi). Il settore più esterno della catena è ricco di argille plioceniche dei bacini intra-appenninici tradizionalmente riferiti all'unità di Ariano. La maggior parte di queste argille si trova nelle provincie di Caserta, Benevento e Avellino (De Bonis, 2010).

In provincia di Salerno affiora invece la sequenza sedimentaria Mio-Pliocenica del bacino di Salerno indicata come argilla e argilla siltosa di Salerno (AAN- "Carta Geologica d'Italia" 1:50000- foglio 467- Salerno).

Sulla base di queste indicazioni, considerando le caratteristiche petrografiche delle ceramiche e la maggiore vicinanza tra Pompei e Salerno, sono stati scelti due grossi affioramenti in provincia di

Salerno presso la frazione di Ogliara (circa 8 Km da Salerno) e a Montecorvino Rovella (32 km da Salerno).

Il campionamento ad Ogliara (Fig. 4.5) è stato effettuato a meno di 2 Km dal centro in direzione di Mandrizzo (SA).

Sono stati prelevati cinque campioni per ciascun affioramento distanti circa 4 metri lungo l'estensione orizzontale e un metro in elevazione (Fig. 4.6).

Il campionamento a Montecorvino Rovella (Fig. 4.7) è stato eseguito all'interno di una cava ormai dismessa, in vicinanza di una fabbrica di laterizi non più attiva, posta nel centro del paese. Anche in questo caso considerando l'omogeneità dell'affioramento sono stati prelevati cinque campioni applicando la stessa procedura (Fig. 4.8).



Figura 4.5- Affioramento Mio-Pliocenico a meno di 2 Km dal centro di Ogliara in direzione di Mandrizzo (SA). In alto, la localizzazione dell'affioramento, indicata dal rettangolo rosso.

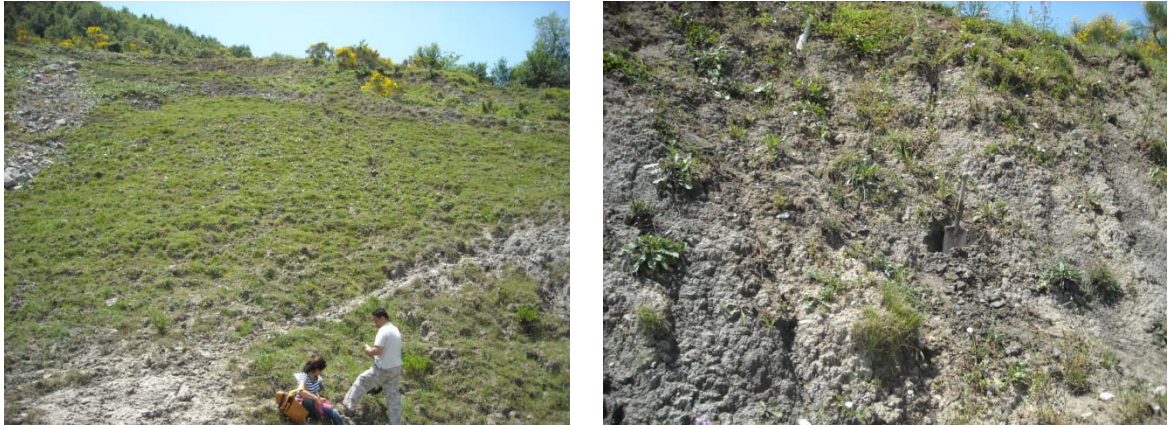


Figura 4.6 – Immagini dell'affioramento di argilla Mio-Pliocenica ad Ogliara, a) Veduta b) punto di campionamento



Figura 4.7- Affioramento Mio-Pliocenico a Montecorvino Rovella (SA). In alto, la localizzazione dell'affioramento, indicata dal rettangolo rosso.



Figura 4.8 – Immagini dell’affioramento di argilla Mio-Pliocenica a Montecorvino Rovella a) Veduta b) punto di campionamento

4.2.1 Le metodologie di analisi

- Analisi granulometrica

La granulometria consiste nella determinazione della distribuzione delle particelle singole del campione a seconda del loro diametro. Per la prova è stata selezionata una porzione significativa di ciascun campione (circa 500 g). L’analisi quantitativa delle frazioni granulometriche è stata eseguita per via umida con setacci standard per la frazione superiore a 0.074 mm mentre la determinazione della frazione inferiore è stata eseguita per sedimentazione. I risultati delle analisi granulometriche sono espresse come percentuale delle frazioni di campione comprese nelle tradizionali classi di sabbia, silt e argilla.

- Provini sperimentali di cottura

I provini di argilla cotti (Fig. 4.9 a e b) sono stati preparati al fine di poter effettuare anche un confronto petrografico con le ceramiche analizzate. Considerando l’omogeneità dei campioni di Ogliara e Montecorvino Rovella, si è deciso di preparare due provini di argilla con il campione OGL_2 che sono stati sottoposti a due differenti temperature di cottura, 900°C (Fig. 4.9a) e 1100°C (Fig. 4.9b). I provini, dalle dimensioni di 5x3x0.5 cm, sono stati cotti in un forno elettrico a muffola, mantenuti per 3h alla temperatura massima ed infine lasciati raffreddare in forno per circa 12 ore. I provini sono stati analizzati in sezione sottile al microscopio ottico.

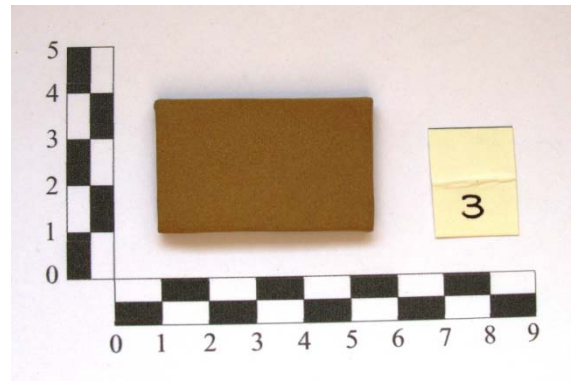


Figura 4.9 – Provini di cottura- a) Cotti a 900°C; b) Cotti a 1100° C

Capitolo 5- *La ceramica comune da Pompei*

5.1 La ceramica da fuoco: Risultati delle analisi

Di seguito verranno mostrati i risultati delle analisi archeometriche eseguite sulle ceramiche da fuoco rinvenute a Pompei durante gli scavi IE 1980-1981. I campioni sono stati sottoposti ad analisi petrografica (MO), mineralogica (XRD) e chimica (XRF). Come precedentemente indicato (vedi cap. 3) sui **gruppi b e c**, in aggiunta, sono state effettuate analisi SEM/EDS e LA-ICP-MS su alcune fasi mineralogiche (clinopirosseni) al fine di riuscire a discriminare i due gruppi.

5.1.1 *Analisi petrografica (MO)*

I campioni analizzati sono stati distinti in più gruppi in base alle caratteristiche macroscopiche, comunque ciascun gruppo risulta anche petrograficamente omogeneo.

- *Gruppo a (p1-5)*

Microstruttura:

- a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.
- b) il packing risulta da abbastanza a poco spaziato.

Matrice:

- a) Appare generalmente eterogenea, di colore da arancio a rosso bruno, a volte con bande di colore più scuro.
- b) L'attività ottica è positiva in tutti i campioni.

Smagrante:

Distribuzione bimodale dello smagrante e orientazione per lo più casuale.

La frazione fine (2%) ha dimensioni massime di 0.08 mm. Si riconoscono cristalli di plagioclasio, sanidino e raro pirosseno.

La frazione grossolana (10%), ha dimensioni comprese tra 0.28 mm a 0.72 mm ed è invece costituita da plagioclasio, quarzo, raro sanidino, da pochi a molto pochi clinopirosseni (verdi e incolore), olivina, anfibolo e biotite. In alcuni campioni si osservano cristalli di granato (da rari ad assenti). Maggiore contenuto di pirosseni è presente nei campioni p2 e p5. Frequenti inclusi vulcanici mostranti tessitura trachitica e porfirica, scorie con pirosseno e plagioclasio, rare lave a leucite, frammenti di vetro e chamotte (Fig.5.1).

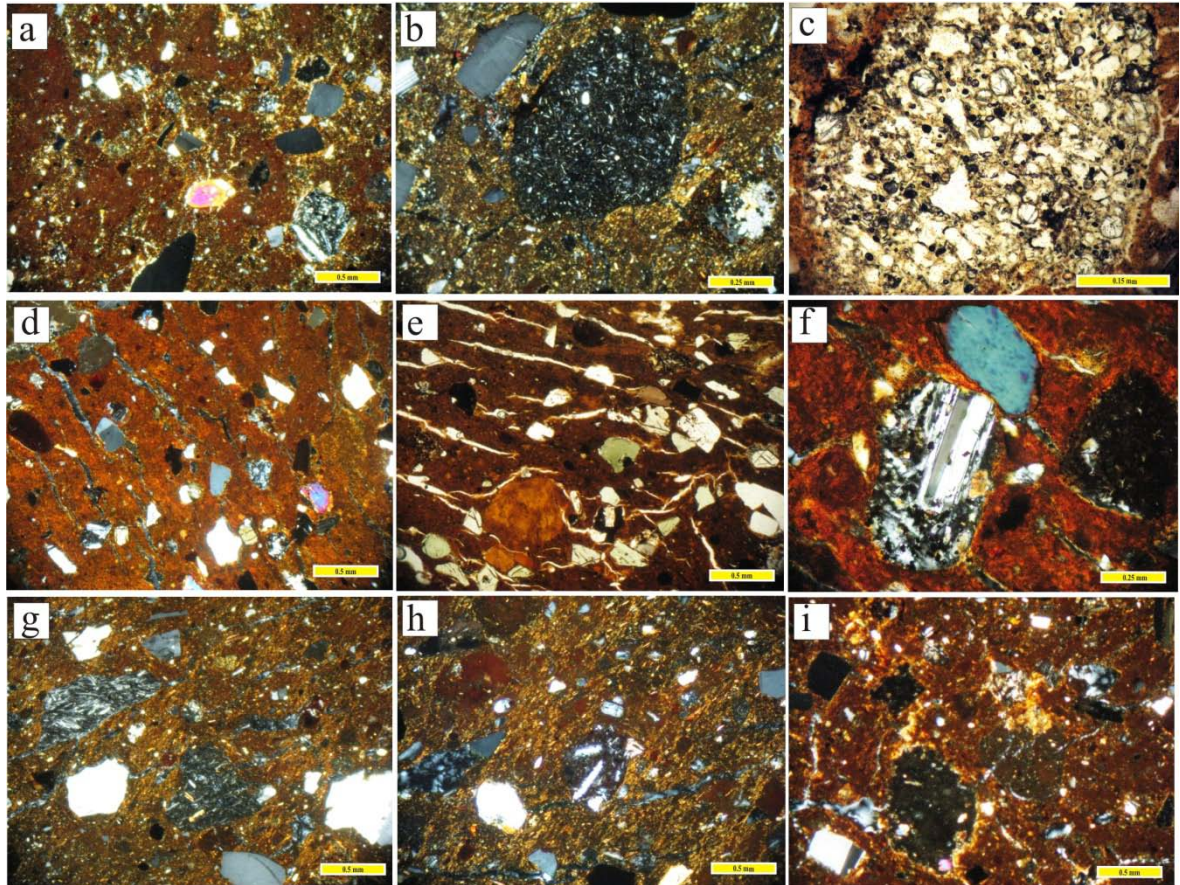


Figura 5.1 – Microfotografie delle ceramiche del **gruppo a**- a) campione p1- XPL (15x); b) p1-lava a leucite- XPL (30x); c) p1-lava a leucite- PPL (60x); d) p2- XPL (15x); e) p2-PPL (15x); f) p2- XPL (30x); g) p3- XPL (15x); h) P3-XPL (15x); i) P4-XPL (15x).

- Gruppo b (p6-11)

Microstruttura:

- a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.
- b) il packing risulta da abbastanza a poco spaziato.

Matrice:

- a) appare per lo più omogenea di colore da arancio (P6-P11), arancio bruno (P9) a rosso- rosso bruno (P7-P8-P10). I campioni P8 e P10 mostrano bande di colore più scuro.
- b) nei campioni P6-P7-P9 la matrice risulta otticamente positiva, per i restanti campioni negativa.

Smagranze:

Distribuzione bimodale dello smagranze.

La frazione fine (5-10%) è caratterizzata da inclusi dalle dimensioni massime di 0.08 mm. Mostra la presenza di quarzo, feldspati (per lo più sanidino) e raro pirosseno. Molti presentanti spigoli vivi. La frazione grossolana (20-30%) ha dimensioni che vanno da 0.16 a 0.8 mm circa. Alcuni inclusi mostrano dimensioni di circa 1 mm. Il campione P8 si differenzia per la dimensione dello smagranze non superiore a 0.4 mm. Si osservano clinopirosseni (verdi, incolore, zonati),

plagioclasio, sanidino, biotite e rara olivina e anfibolo bruno. Frequenti sono gli inclusi vulcanici e di vetro (Fig.5.2).

La calcite ricristallizzata nella porosità è visibile nel campione P9.

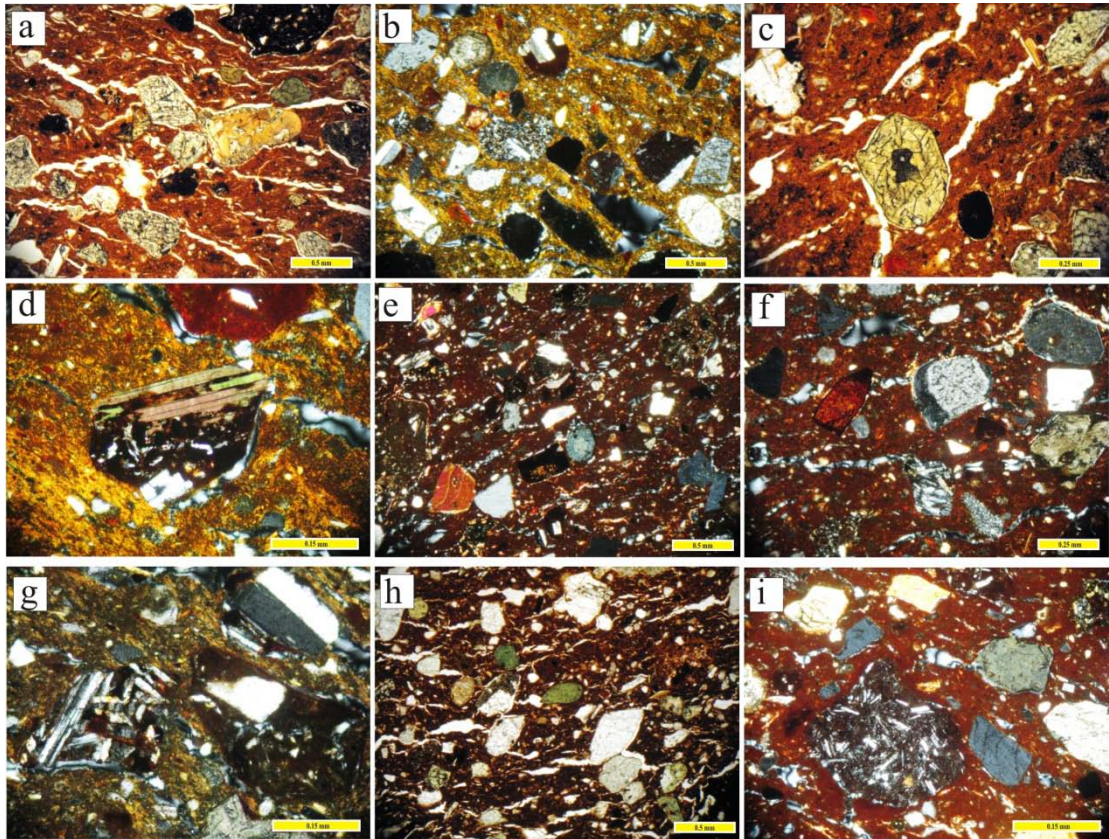


Figura 5.2 – Microfotografie delle ceramiche del **gruppo b**- a) campione p6-PPL (15x); b) p6-XPL (15x); c) p6-PPL (30x); d) p6-XPL (60x); e) p7-XPL (15x); f) p7-XPL (30x); g) p9- XPL (60x); h) p7- PPL (15x); i) p8- XPL (60x).

- Gruppo c (p12-17)

Microstruttura:

a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.

b) il packing risulta da abbastanza a poco spaziato.

Matrice:

a) appare disomogenea in tutti i campioni. Mostra una colorazione da arancio ad arancio bruno ed è caratterizzata da bande di colore più scure.

b) otticamente negativa (ad esclusione del campione P14).

Smagranze:

Distribuzione bimodale dello smagranze.

La frazione fine (5%) è costituita da clasti dalle dimensioni massime di 0.08 mm, costituito per lo più da quarzo, plagioclasio e sanidino.

La frazione grossolana (10 %) ha dimensioni che vanno in media da 0.2 a 0.5 mm ma alcuni inclusi mostrano dimensioni pari a circa 1 mm. È costituita da frequente plagioclasio, quarzo, sanidino, rara biotite, pirosseno per lo più verde pallido e anfibolo. Presenza di rari frammenti di selci ed inclusi vulcanici caratterizzati da tessitura trachitica e scorie. Si osservano grossi grumi di argilla e di chamotte (>1 mm) (Fig.5.3).

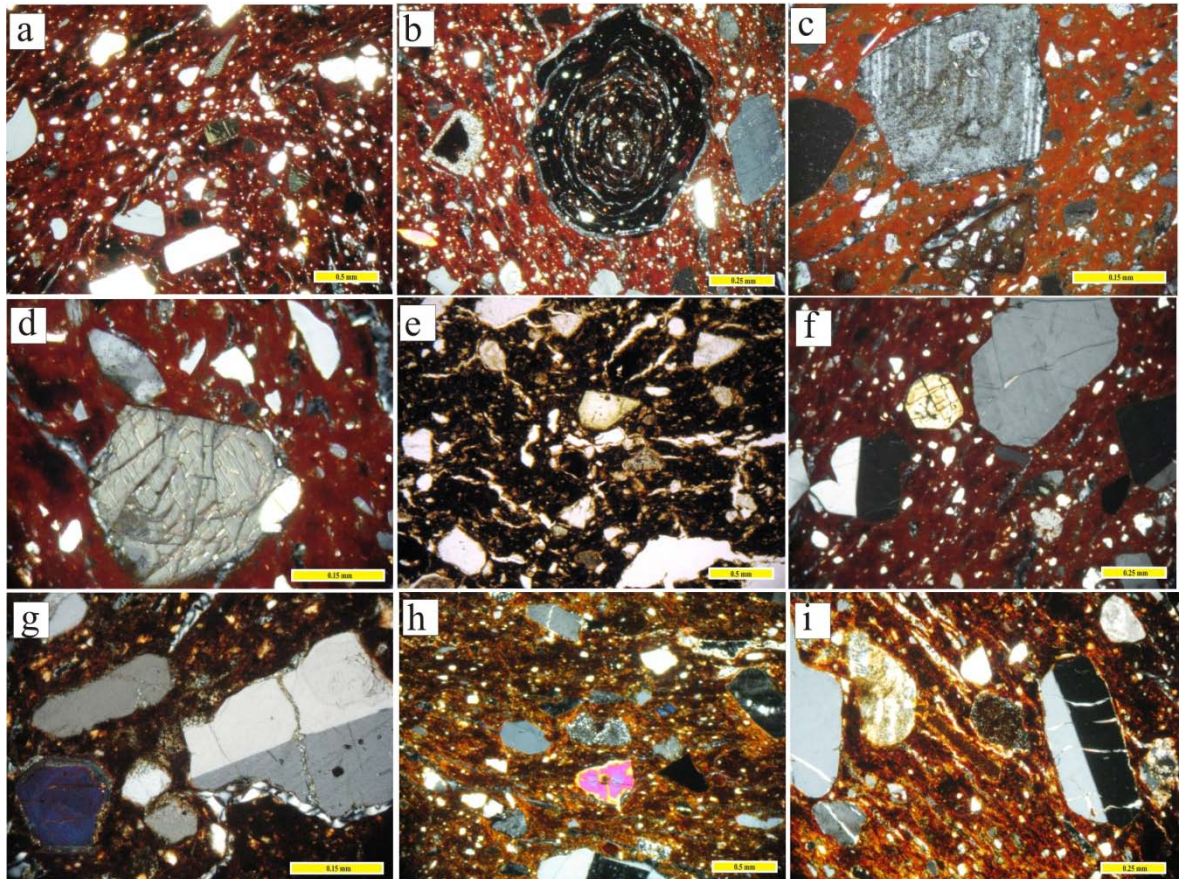


Figura 5.3 – Microfotografie delle ceramiche del **gruppo c**- a) campione p12-XPL (15x); b) p12-XPL (30x); c) p16-XPL (60x); d) p12-XPL (60x); e) p13-PPL (15x); f) p12-XPL (30x); g) p13-XPL (60x); h) p13-XPL (15x); i) p15-XPL (60x).

- Gruppo d (p18-20b)

Il campione p20 risulta completamente diverso pertanto verrà presentato separatamente dagli altri campioni.

- p18-p19-p20b

Microstruttura:

- i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.
- il packing risulta da abbastanza a poco spaziato.

Matrice:

- Appare disomogenea di colore arancio con bande color arancio-bruno.
- presentano attività ottica negativa.

Smagrate:

Distribuzione bimodale dello smagrate.

La frazione fine (10%) appare maggiormente distribuita ed ha dimensioni non superiori a 0.08 mm.

Risulta costituita per lo più da quarzo, feldspati e biotite.

La frazione grossolana (20-30%), le cui dimensioni vanno in media da 0.2 a 0.9 mm, è caratterizzata da quarzo, microclino, plagioclasio, biotite, muscovite e anfibolo. Non sono visibili inclusi vulcanici ma si osservano frammenti di quarziti, di rocce granitiche e selci. Nella porosità è presente la calcite ricristallizzata (Fig.5.4a,b,c,d,e).

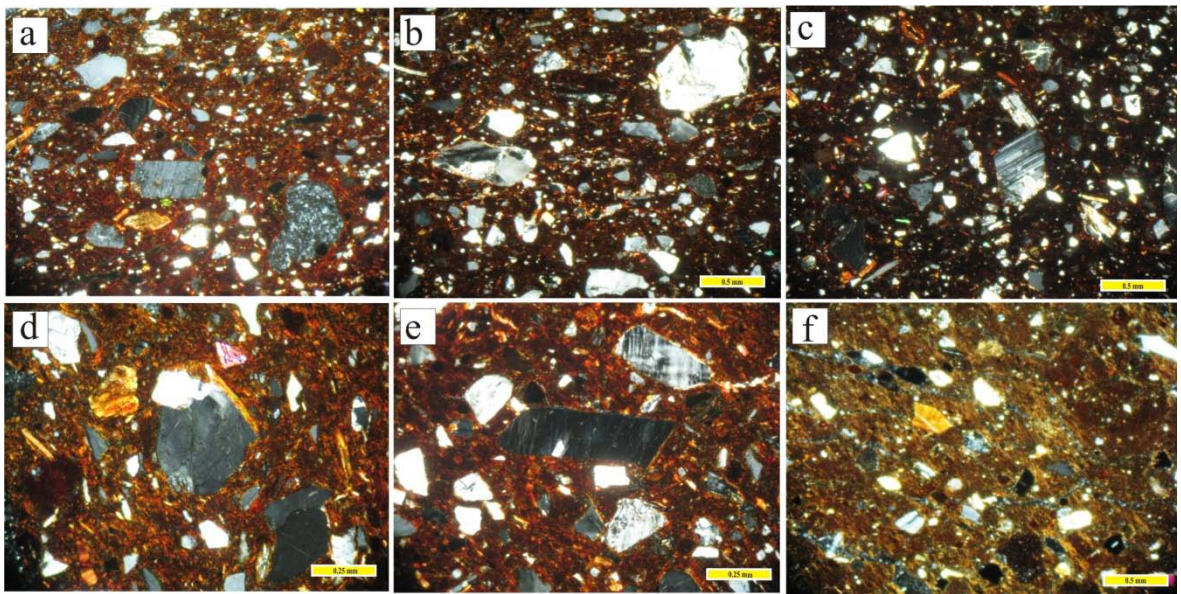


Figura 5.4 – Microfotografie delle ceramiche del **gruppo d-** a) campione p18-XPL (15x); b) p19-XPL (15x); c) p19-XPL (15x); d) p18-XPL (30x); e) p18-XPL (30x); f) p20-XPL (15x).

- p20

Microstruttura:

a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie. Sono presenti anche vuoti di forma rotondeggiante.

b) il packing risulta molto spaziato.

Matrice:

a) Appare disomogenea di colore arancio con una banda color arancio-bruno.

b) presentano attività ottica positiva.

Smagrate:

Distribuzione bimodale dello smagrate.

La frazione fine appare maggiormente distribuita ed ha dimensioni non superiori a 0.08 mm.

Risulta costituita per lo più da quarzo e feldspati.

La frazione grossolana ha dimensioni comprese tra 0.2 e 0.4 mm ed è poco distribuita (10%). È caratterizzata dalla presenza di cristalli di calcite, quarzo, plagioclasio, pirosseni incolori e verdi,

sanidino, muscovite. Si osservano anche inclusi vulcanici con tessitura trachitica, scorie e frammenti di rocce carbonatiche. Nella porosità è visibile la calcite ricristallizzata (Fig.5.4f).

5.1.2 Analisi mineralogica (PXRD)

L'analisi mineralogica (Tab. 5.1) conferma le osservazioni al microscopio ottico, mettendo in evidenza la presenza di quarzo, plagioclasio, k-feldspato, pirosseno, ematite e miche (tr) per tutti i campioni di ceramica da fuoco considerati di produzione locale datati al IV-III sec. a.C. (**gruppo a**) e II-I sec. a.C. (**gruppo b**).

I campioni del **gruppo c**, hanno mostrato lo stesso contenuto mineralogico dei gruppi locali ad eccezione delle miche che risultano assenti. Differente è il gruppo delle ceramiche del **gruppo d** in cui quarzo, K-feldspato, plagioclasio, ematite e miche risultano le fasi caratterizzanti. Il campione p20, appare invece mineralogicamente molto simile ai campioni locali.

Tabella 5.1- Risultati XRD espressi come abbondanze semiquantitative (legenda: xxxx = molto abbondante, xxx = abbondante, xx = frequente, x = scarso, tr = tracce)

	<i>Quarzo</i>	<i>Feldspati</i>	<i>Pirosseno</i>	<i>Anfibolo</i>	<i>Ematite</i>	<i>Miche</i>
Gruppo a						
<i>p1</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p2</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p3</i>	xxxx	xxx	xx	tr	xx	x
<i>p4</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p5</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
Gruppo b						
<i>p6</i>	xxxx	xxx	xxx	tr	xx	tr
<i>p7</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p8</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	tr
<i>p9</i>	xxxx	xxx	xx	tr	xx	x
<i>p10</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p11</i>	xxxx	xx	xx	---	x	---
Gruppo c						
<i>P12</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
<i>P13</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
<i>P14</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
<i>P15</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
<i>P16</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
<i>P17</i>	xxxx	xx	x	---	x	---
Gruppo d						
<i>p18</i>	xxxx	xx	tr	---	x	x
<i>p19</i>	xxxx	xx	tr	---	x	x
<i>p20</i>	xxxx	xxx	xx	---	xx	x
<i>p20b</i>	xxxx	xx	tr	---	x	x

5.1.3 Analisi chimica (XRF)

In tabella 5.2 sono mostrati i risultati delle analisi chimiche XRF in termini di elementi maggiori ed in tracce eseguite sulla ceramica da fuoco. Gli elementi maggiori sono espressi in % peso, gli elementi in tracce sono espressi in parti per milione (ppm). Si chiarisce che nell'ambito delle ceramiche con impasto più grossolano, come la ceramica da fuoco, la composizione chimica può mostrare notevoli variazioni e quindi anche se utili non permette di fare considerazioni e interpretazioni univoche.

Come osservato in tabella 5.2 il gruppo della ceramica da fuoco mostra una composizione non calcarea ($\text{CaO} < 6\%$ argilla non calcarea, secondo le indicazioni di Maniatis e Tite, 1981). All'interno di ciascun gruppo non si presentano comunque grosse differenze. Infatti, per quanto riguarda il **gruppo a** il contenuto degli elementi maggiori Al_2O_3 , SiO_2 , CaO e Fe_2O_3 è in media rispettivamente di $25.8 \pm 0.5\%$, $53.9 \pm 1.5\%$, $3.2 \pm 0.9\%$ e $8.6 \pm 0.4\%$ nel **gruppo b** è rispettivamente di $18.8 \pm 1.26\%$, $59.9 \pm 2.6\%$, $4.5 \pm 1.2\%$ e $7.8 \pm 0.7\%$.

Le ceramiche del **gruppo c** hanno Al_2O_3 , SiO_2 , CaO e Fe_2O_3 rispettivamente di $18.4 \pm 0.8\%$, $64.6 \pm 1.7\%$, $1.5 \pm 0.3\%$, $9.2 \pm 0.4\%$. mentre il **gruppo d** mostra Al_2O_3 , SiO_2 , CaO e Fe_2O_3 rispettivamente di $23 \pm 2\%$, $56.3 \pm 2.5\%$, 2.8 ± 1.4 e di $10.4 \pm 1.5\%$.

Elaborando i dati tramite diagrammi binari si riescono a distinguere maggiormente i differenti gruppi e a mettere in evidenza eventuali relazioni. Naturalmente la composizione chimica rispecchia la composizione minero-petrografica (osservata precedentemente al microscopio ottico e tramite XRD) così nei diagrammi binari SiO_2 vs CaO (fig. 5.5a) e Al_2O_3 vs Fe_2O_3 (fig.5.5b) si osservano variazioni all'interno dello stesso gruppo in particolar modo per quanto riguarda il contenuto di CaO . Più omogeneo il contenuto di SiO_2 , Fe_2O_3 e Al_2O_3 .

Sulla base della composizione chimica è possibile effettuare dei confronti tra i gruppi riconosciuti e analizzati:

- Confronto ceramiche locali cronologicamente diverse

Nelle ceramiche considerate di locale produzione, **gruppo a** (datato al IV-III sec. a.C.) e **gruppo b** (II-I sec. a.C.) è possibile osservare una differenza composizionale messa in evidenza dall'arricchimento di SiO_2 (di circa il 5%) per il **gruppo b** e all'arricchimento di Al_2O_3 (di circa il 5%) per il **gruppo a**.

Per quanto riguarda gli elementi in tracce qui selezionati, Ni vs Cr (fig. 5.5c) e Zr vs. Y (fig.5.5d), si osserva invece una grande variazione soprattutto per quanto riguarda il contenuto di Ni e Cr poiché i due gruppi mettono in evidenza un differente trend composizionale. Nel diagramma Zr vs Y, il **gruppo a** mostra un arricchimento del contenuto dei due elementi.

-Confronto ceramiche locali e ceramiche non locali cronologicamente coeve

Per quanto riguarda gli elementi maggiori, le ceramiche del **gruppo c** e **d** si differenziano tra loro e si distaccano dal gruppo della ceramica locale **gruppo b**. Solo il campione p20 come si aspettava, considerando le differenze mostrate petrograficamente, si distacca dal **gruppo d** per il più alto contenuto di Al_2O_3 e più basso contenuto di Fe_2O_3 .

Una maggiore similarità del **gruppo b** si osserva per il contenuto di Ni e Cr con gli altri due gruppi per la grande variabilità mostrata. Zr e Y confermano le differenze tra i tre gruppi.

Il campione p20 (del **gruppo d**) mostra similarità con la ceramica locale antica (**gruppo a**).

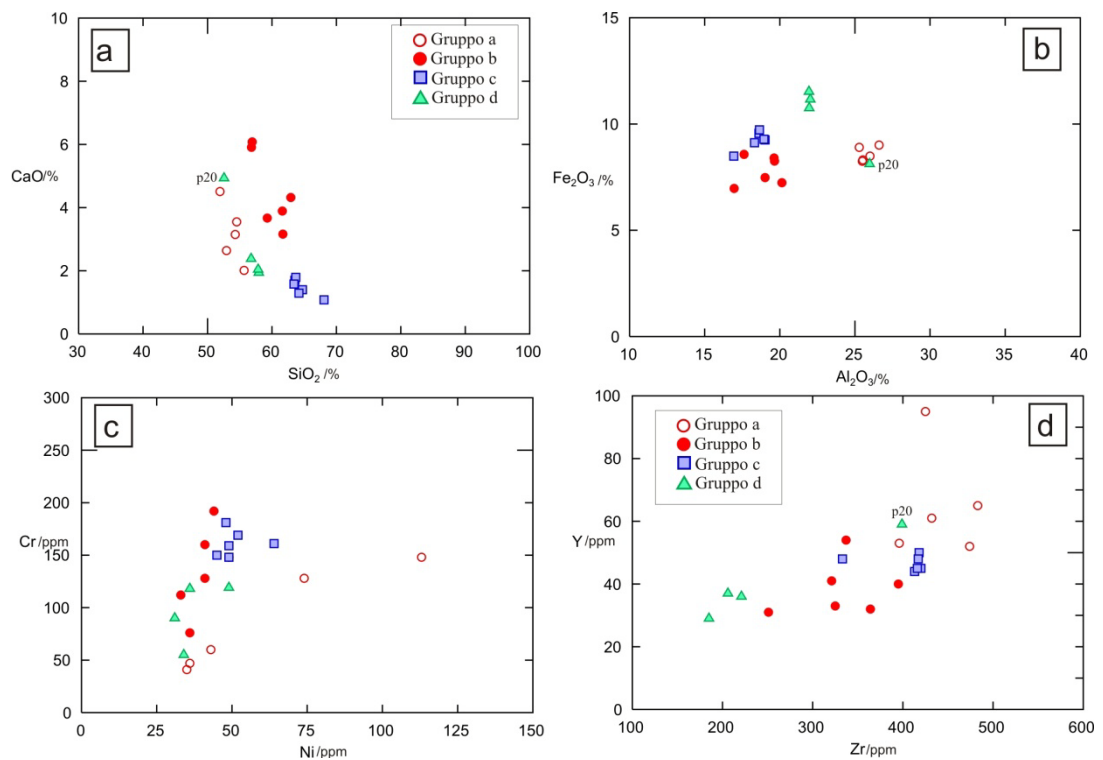


Figura 5.5 - Elaborazione dati XRF- Diagrammi binari: a) SiO₂ vs. CaO; b) Al₂O₃ vs. Fe₂O₃; c) Ni vs. Cr; d) Zr vs. Y

Tabella 5.2 - Analisi XRF delle ceramiche da fuoco rinvenute a Pompei durante gli scavi IE 1980-1981. Elementi maggiori espressi come ossidi in wt%, elementi in tracce in ppm.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SOMMA	LOI	Ni	Cr	V	La	Ce	Co	Ba	Nb	Y	Sr	Zr	Cu	Zn	Rb	Pb
<i>Gruppo a</i>																											
p1	52.94	25.49	8.25	0.25	1.75	2.64	1.43	5.97	0.99	0.29	100	8.93	36	47	145	123	267	15	1149	69	61	338	432	16	117	237	43
p2	51.94	26.61	9.01	0.13	2.62	4.51	0.54	3.30	0.96	0.38	100	8.42	113	148	265	212	266	19	689	48	95	331	425	66	142	228	56
p3	55.67	25.53	8.31	0.21	1.39	2.01	1.13	4.44	1.01	0.30	100	7.08	43	60	178	151	322	18	956	60	52	327	474	20	106	247	58
p4	54.30	26.00	8.49	0.16	1.39	3.15	1.12	3.96	1.01	0.41	100	11.17	35	41	144	125	282	16	993	64	53	314	396	19	111	211	41
p5	54.53	25.29	8.90	0.21	2.13	3.55	0.60	3.42	1.03	0.34	100	8.47	74	128	205	220	340	23	707	49	65	283	483	16	117	277	67
<i>Gruppo b</i>																											
p6	56.82	19.62	8.40	0.12	3.82	5.91	1.08	3.04	0.99	0.19	100	1.56	41	160	180	67	181	26	715	33	32	354	364	18	77	157	63
p7	56.93	19.65	8.26	0.14	3.30	6.08	1.19	3.26	0.95	0.25	100	2.43	49	148	198	97	196	22	602	33	54	307	337	26	93	176	55
p8	62.93	16.96	6.97	0.12	3.04	4.32	1.39	3.32	0.79	0.15	100	1.32	41	128	147	55	124	20	576	26	31	275	251	18	79	185	44
p9	59.27	20.14	7.24	0.15	2.34	3.67	1.99	4.15	0.85	0.20	100	1.67	36	76	137	82	159	19	888	41	40	428	395	20	79	211	63
p10	61.61	17.62	8.57	0.13	3.29	3.89	1.11	2.67	0.95	0.15	100	1.71	44	192	184	75	191	24	645	28	41	321	321	16	74	156	45
p11	61.70	19.02	7.48	0.16	2.47	3.16	1.49	3.51	0.89	0.13	100	1.36	33	112	154	76	218	24	741	36	33	288	325	9	76	187	41
<i>Gruppo c</i>																											
P12	63.57	18.61	9.56	0.12	1.85	1.70	0.76	2.77	1.03	0.04	100	1.07	48	181	198	106	236	31	991	22	45	342	420	19	63	199	72
P13	64.74	18.32	9.12	0.18	1.39	1.40	0.88	2.76	0.98	0.23	100	3.77	45	150	187	91	274	36	1740	23	44	347	413	38	57	174	111
P14	63.70	19.02	9.25	0.21	1.50	1.79	0.73	2.69	1.00	0.11	100	5.12	49	148	179	115	323	43	1046	24	45	326	416	24	68	180	105
P15	68.08	16.94	8.49	0.14	1.50	1.08	0.74	2.07	0.89	0.07	100	2.43	64	161	179	92	266	38	739	21	48	193	333	27	67	187	85
P16	64.19	18.95	9.28	0.12	1.47	1.29	0.76	2.85	1.02	0.07	100	2.42	49	159	182	104	237	31	840	23	50	326	418	33	61	200	86
P17	63.43	18.65	9.72	0.16	1.79	1.58	0.76	2.84	1.04	0.04	100	0.82	52	169	200	115	271	31	986	23	48	353	417	27	59	203	86
<i>Gruppo d</i>																											
p18	57.96	22.03	11.16	0.18	1.81	1.94	1.15	2.40	1.12	0.25	100	5.45	31	90	178	58	136	34	656	24	36	201	221	77	114	121	101
p19	56.78	21.94	11.52	0.19	2.25	2.38	1.18	2.41	1.17	0.18	100	4.78	36	118	222	61	128	31	684	23	37	211	206	60	113	118	38
p20	52.57	25.98	8.12	0.18	1.88	4.93	0.92	3.68	0.93	0.83	100	13.70	34	55	150	127	265	17	1218	58	59	426	399	16	110	173	35
p20b	57.86	21.96	10.75	0.18	2.21	2.04	1.31	2.36	1.16	0.17	100	4.89	49	119	218	73	141	29	687	25	29	178	185	38	120	125	23

5.1.4 Analisi chimica sui clinopiroseni delle ceramiche da fuoco (gruppo b e c) datati al II-I sec. a.C.

Considerando la simile associazione mineralogica rinvenuta tra i due gruppi riconosciuti macroscopicamente (**gruppo b** e **gruppo c**), al fine di riuscire a discriminarli, è stato applicato un metodo analitico efficace attestato in studi archeometrici recenti, su ceramiche ad impasto vulcanico (Comodi *et al.*, 2006; Barone *et al.*, 2010). Tale metodo consiste nel confronto chimico tra le composizioni di singole fasi mineralogiche, i clinopiroseni, i quali permettono di valutare sulla base della composizione chimica (simili concentrazioni degli elementi in tracce), l'eventuale origine dallo stesso magma (De Rosa *et al.*, 2007). Al contrario i feldspati, mostrando notevoli variazioni nella stessa provincia magmatica, non possono essere considerati discriminanti.

Sulla base delle osservazioni petrografiche e chimiche sono state selezionate e sottoposte ad analisi SEM/EDS e LA-ICP-MS tre ceramiche del **gruppo b** (**p7**, **p9** e **p11**) e due ceramiche del **gruppo c** (**p16** e **p17**).

- Microanalisi SEM/EDS

I risultati delle analisi SEM/EDS eseguite sui pirosseni delle ceramiche selezionate sono mostrate in tab.5.3. In media su ciascun campione sono stati analizzati dai 5 ai 10 pirosseni. Per la classificazione dei pirosseni, in accordo con Morimoto *et al.* (1988), è stata considerata la media (di ossidi) ottenuta tra il valore massimo e il valore minimo per ciascun cristallo.

Nelle ceramiche del **gruppo b** (**p7**, **p9** e **p11**), i pirosseni analizzati, mostrano composizione sub-calcica omogenea che ricade principalmente nel campo del diopside, come osservato nel quadrilatero in Fig.5.6. Tre pirosseni del campione p9 rivelano un leggero arricchimento di ferro. Anche i pirosseni selezionati nelle ceramiche del **gruppo c** (**p16** e **p17**) mostrano una composizione diopsidica mettendo in evidenza una grande similarità composizionale con il **gruppo b**.

Tabella 5.3- Risultati delle analisi SEM/EDS sui pirosseni nelle ceramiche del gruppo b e c. Ossidi espressi in %

	p10		p12		p11		p2		p4	
	Media(13 pirosseni)	Dev.st.	Media(6 pirosseni)	Dev.st.	Media(12 pirosseni)	Dev.st.	Media(10 pirosseni)	Dev.st.	Media(7 pirosseni)	Dev.st.
SiO_2	53.58	1.24	49.89	1.89	54.45	1.30	52.93	0.88	50.63	2.81
TiO_2	0.72	0.15	0.97	0.18	0.52	0.18	0.72	0.26	0.81	0.31
Al_2O_3	5.90	1.15	7.13	1.17	6.16	1.35	6.28	0.91	7.08	2.48
FeO	4.85	0.76	7.99	1.46	5.12	1.20	6.45	0.99	8.14	2.71
MgO	14.64	0.81	12.48	0.81	14.31	1.21	13.29	1.03	11.89	2.81
CaO	19.75	0.15	20.89	0.16	18.50	0.49	19.56	0.76	20.16	1.07
Na_2O	0.55	0.07	0.65	0.25	0.93	0.14	0.78	0.13	1.29	0.43

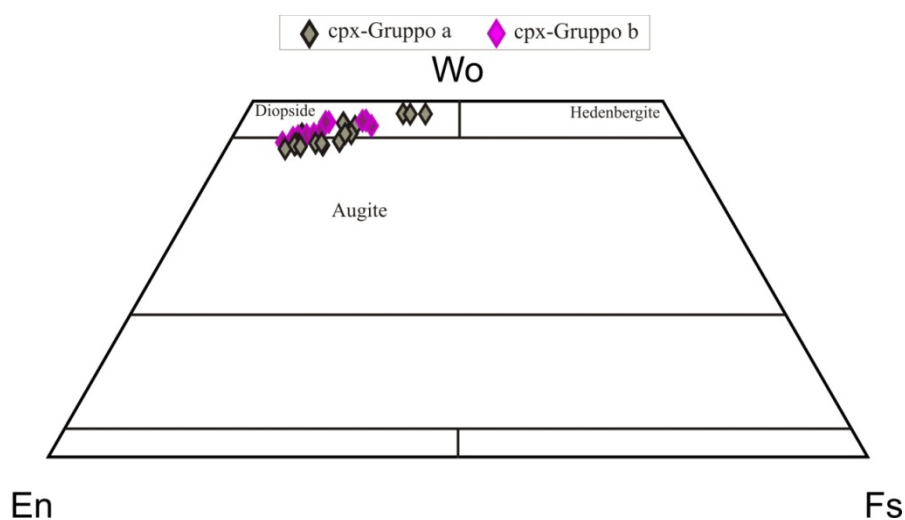


Figura 5.6 - Diagramma classificativo (Marimoto et al. 1988) dei pirosseni delle ceramiche, analizzati tramite SEM/EDS

Poiché i dati SEM/EDS non danno risultati discriminanti ai fini della provenienza, si è proceduto all'acquisizione della composizione in termini di elementi in tracce tramite LA-ICP-MS anche perché, come detto precedentemente, tali elementi sono particolarmente significativi nei processi di cristallizzazione e differenziazione magmatica (De Rosa *et al.*, 2007).

I risultati saranno poi confrontati con i pirosseni analizzati nelle rocce rappresentative dei distretti vulcanici della provincia magmatica campana (Somma Vesuvio e Roccamonfina) e romana (Sabatini, Vulsini e Vico) al fine di riuscire a confermare la provenienza locale per il **gruppo b** e indicare una possibile provenienza per il **gruppo c**.

- *Analisi LA-ICP-MS (Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)*

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui pirosseni analizzati tramite LA-ICP-MS sono mostrati nella tabella 5.4. Su ciascun pirosseno sono stati effettuati almeno due punti analisi (core-rim) ed è stata considerata anche in questo caso la media tra il valore massimo e il valore minimo. Come si può osservare tra gli elementi selezionati (Sc, V, Sr, Y, Zr, Nb e REE), V e Sr permettono di discriminare i due gruppi sulla base delle loro concentrazioni: maggiore contenuto di V (in media 263 ± 80 ppm) e minore contenuto di Sr (97 ± 35 ppm) per i pirosseni del **gruppo b** e viceversa per i pirosseni del **gruppo c** (rispettivamente 114 ± 47 ppm e 206 ± 45 ppm). I contenuti degli altri elementi sono confrontabili.

Tabella 5.4 - Analisi LA-ICP-MS dei clinopiroseni nei gruppi b e c delle ceramiche da fuoco rinvenute a Pompei durante gli scavi IE 1980-1981. Elementi in tracce in ppm.

	<i>Sc</i>	<i>V</i>	<i>Sr</i>	<i>Y</i>	<i>Zr</i>	<i>La</i>	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>	<i>Sm</i>	<i>Eu</i>	<i>Gd</i>	<i>Tb</i>	<i>Dy</i>	<i>Er</i>	<i>Tm</i>	<i>Yb</i>	<i>Lu</i>	
<i>Campione p7</i>																			
<i>P2-px1</i>	83.23	176	59.18	7.63	14.89	1.53	6.84	1.44	8.87	2.52	0.575	2.08	0.36	2.2	n.d.	0.052	0.205	0.034	
<i>P2-px3</i>	94.41	354	107	26.18	121	10.79	35.75	5.89	33.9	8.87	2.01	7.79	1.028	6.27	3.18	0.288	1.94	0.319	
<i>P2-px7</i>	82.63	187	74.28	7.22	15.66	2.03	7.79	1.58	9.14	2.46	0.817	1.92	0.308	1.87	1.17	n.d.	n.d.	0.0186	
<i>P2-Px10</i>	70.93	326	133	38.57	177	14.01	46.15	8.26	46.17	10.88	3.09	13.01	1.526	8.55	3.71	0.464	1.82	0.415	
<i>P2-px11</i>	81.06	331	108	24.63	109	10.34	32.86	5.73	30.5	10.61	2.3	7.82	0.954	5.42	2.79	0.248	2.32	0.239	
<i>p2-px12</i>	90.33	334	115	24.19	110	9.05	30.51	5.2	30.39	6.89	2.02	7.41	0.964	5.98	2.25	0.32	1.37	0.307	
<i>P2-Px13</i>	76.34	352	136	39.56	216	16.25	50.26	9.11	48.54	12.66	3.48	12.87	2.01	9.56	3.72	0.573	2.81	0.397	
<i>P2-px14</i>	81.9	188	72.51	7.01	16.61	1.75	7.34	1.55	7.28	3.01	0.789	2.48	0.317	2.5	0.59	n.d.	0.274	n.d.	
<i>P2-Px20</i>	78.2	330	131	38.67	196	14.71	47.35	8.74	45.82	12.73	2.87	13.12	1.674	8.47	4.81	0.533	2.59	0.336	
mean	82.11	286	104	23.74	108	8.94	29.39	5.28	28.96	7.85	1.99	7.61	1.02	5.65	2.78	0.35	1.67	0.26	
st.dev	7.03	78	29	13.75	79	5.83	17.92	3.13	16.8	4.28	1.07	4.7	0.62	2.92	1.4	0.18	0.99	0.15	
<i>Campione p9</i>																			
<i>P4-px1</i>	43.1	322	155.6	38.81	212.51	35.57	89.66	14.35	66.62	13.79	4.01	12.6	1.67	8.7	3.71	0.59	3.93	0.376	
<i>P4-px2</i>	109	214	74.55	8.88	23.98	2.84	10.18	2.01	12.78	3.5	1.08	3.68	0.473	2.46	1.12	0.017	0.11	0.04	
<i>P4-px3</i>	53.73	286	154.7	20.48	104.65	6.87	28.42	5.07	28.41	10.63	1.98	7.6	0.9	5.21	2.69	0.126	0.81	n.d.	
<i>P4-px4</i>	125	247.5	94.11	12.03	32.33	3.45	12.34	2.69	17.76	3.83	1.22	4.41	0.479	2.03	1.29	n.d.	1.75	0.065	
<i>P4-px8</i>	42.43	304.1	179.9	15.22	62.14	6.05	25.97	5.04	24.35	7.91	1.93	4.99	0.81	3.04	1.23	0.158	1.47	n.d.	
<i>P4-px9</i>	119	206.5	86.86	12.95	48.32	3.74	14.91	3.08	15.65	4.9	1.04	3.56	0.59	2.87	1.21	0.154	1.39	n.d.	
<i>P4-px10</i>	31.22	372.6	111.4	27.79	361.12	39.88	100	15.02	55.21	7.29	2.12	10.11	1.08	6.18	3.47	0.6	2.15	0.46	
<i>P4-px11</i>	128	240.5	82.01	11.5	29.12	3.22	10.75	2.38	13.57	4.21	0.63	5.1	0.389	3.06	1.06	0.127	n.d.	0.074	

<i>P4-px13</i>	17.19	250.6	98.21	26.03	385.64	43.29	117	16.69	71.24	11.08	2.04	7.82	1.09	2.56	3.11	0.323	2.56	0.348
<i>P4-px14</i>	49.94	347.1	133.8	31.63	225.82	17.8	52.42	7.87	45.47	11.29	3.09	10.92	1.34	5.89	2.73	0.181	3.66	0.63
<i>P4-px17</i>	46.25	389.3	147.9	43.99	292.26	26.35	73.24	13.4	61.55	15.9	3.02	12.79	1.67	8.04	3.25	0.161	4.16	0.311
<i>P4-px20</i>	110	225.3	62.5	9.13	23.57	2.43	7.87	1.6	10.9	3.07	1.02	3.57	0.39	1.82	0.67	0.094	n.d.	n.d.
mean	72.85	284	115	21.54	150	15.96	45.26	7.43	35.29	8.12	1.93	7.26	0.91	4.32	2.13	0.23	2.2	0.29
st.dev	41.29	63	37.98	12	138	16.01	39.85	5.79	23.15	4.36	1.02	3.56	0.47	2.4	1.12	0.19	1.37	0.21

Campione P11

<i>P11-px6</i>	78.83	125	52.31	4.91	6.14	0.977	4.4	0.906	4.05	2.06	0.579	1.53	0.031	1.38	0.61	0.201	0.38	n.d.
<i>P11-px7</i>	101.04	188	48.85	6.95	16.09	1.39	5.57	1.26	7.66	2.69	0.98	2.87	0.476	1.82	0.32	0.197	0.4	n.d.
<i>P11-px8</i>	97.96	179	46.22	6.83	15.63	0.96	4.52	1.13	8.48	0.77	0.51	2.45	0.035	1.39	n.d.	0.232	n.d.	0.177
<i>P11-px9</i>	85.35	147	55.43	6.24	11.03	1.45	6	1.18	5.96	2.26	0.489	1.01	0.35	1.84	0.69	0.08	0.92	n.d.
<i>P11-px10</i>	67.33	233	110	22.05	169	16.13	43.72	7.08	35.16	8.89	2.08	6.81	1.036	5.73	2.36	0.35	1.68	0.301
<i>P11-px11</i>	80.15	188	84.31	15.54	95.42	6.25	19.66	3.67	19.07	5.61	1.5	4.55	0.691	3.39	1.4	0.266	0.285	0.095
<i>P11-px12</i>	98.09	175	60.15	8.04	14.4	1.96	7.77	1.51	10.08	1.61	0.614	2.64	0.372	1.64	0.51	0.142	0.8	0.094
<i>P11-px5</i>	82.89	173	62.04	6.87	13.51	2.12	7.37	1.55	8.86	2.55	0.444	3.02	0.52	1.67	0.7	0.147	0.138	0.081
<i>P11-px4</i>	116.97	216	61.82	11.83	23.08	3.62	12.34	2.59	17.46	4.51	1.38	4.01	0.544	3.06	1.12	0.144	1.04	0.05
<i>P11-px3</i>	97.64	377	93.49	30.67	103	9.53	32.68	6.39	35.48	11.76	2.72	11.26	1.491	7.22	3.65	0.296	2.86	0.31
<i>P11-px14</i>	81.36	328	102	25.81	92.04	10.48	31.64	6.79	30.69	7.46	2.38	7.3	1.34	6.89	2.63	0.119	2.35	0.226
<i>P11-px13</i>	104.36	381	96.82	31.35	108	10.57	36.68	6.36	32.77	10.91	2.58	10.18	1.202	7.22	3.18	0.343	2.24	0.481
mean	91	226	72.8	14.76	55.58	5.45	17.7	3.37	17.98	5.09	1.35	4.8	0.67	3.6	1.56	0.21	1.19	0.2
st.dev	14	87	22.92	10.06	54.59	5.06	14.55	2.55	12.3	3.8	0.88	3.35	0.49	2.44	1.18	0.1	0.95	0.14

Campione p16

<i>P10-px3</i>	73.46	101	203	17.58	104	11.3	35.36	6.76	39.61	10.69	1.93	6.25	1.007	4.37	1.32	0.158	2.07	0.184
<i>P10-px5</i>	74.42	139	227	18.79	118	12.87	41.34	6.92	45.61	10.95	1.92	8.08	0.939	4.79	1.97	0.219	1.2	0.203
<i>P10-px6</i>	72.47	107	202	17.36	111	11.83	36.39	6.82	37.82	8.86	1.87	7.9	0.885	4.6	1.52	0.073	1.2	0.152

<i>P10-px7</i>	101	91.81	190	14.94	85.32	9.67	31.2	6.18	35.49	6.99	1.69	4.73	0.835	4.19	1.21	0.204	0.46	n.d.
<i>P10-px8</i>	81.82	93.88	201	17.06	87.42	12.18	32.29	6.48	35.95	9.71	1.45	5.45	0.843	5.15	2.01	0.196	0.26	n.d.
<i>P10-px2</i>	113	91.09	159	13.96	75.23	10.31	29.82	5.5	30.17	7.77	1.31	6.45	0.701	2.8	1.7	0.107	0.09	0.223
<i>P10-px1</i>	87.9	128	206	22.6	168	16.15	50.65	9.38	49.07	11.56	2.04	8.23	1.298	5.94	1.37	0.291	1.82	0.0148
<i>P10-px4</i>	80.57	126	198	21.05	155	15.09	48.54	9.63	48.95	11.77	2.25	7.77	0.995	5.95	2.45	0.166	1.34	0.295
<i>P10-px8</i>	90.34	132	188	22.38	188	15.6	50.16	9.16	49.75	12.17	2.63	9.8	1.211	5.39	2.38	0.3	1.97	0.172
<i>P10-px9</i>	80.51	67.55	141	8.29	39.97	4.91	17.34	3.25	16.49	3.89	0.742	3.49	0.517	2.73	0.65	0.03	0.58	0.13
<i>P10-px10</i>	93.8	59.38	142	8.34	39.29	5.29	16.64	3.07	17.06	4.17	0.886	4.36	0.38	2.57	0.87	0.066	0.78	0.0113
<i>P10-px11</i>	85.08	65.23	143	8.22	38.79	5.06	16.94	3.16	17.95	4.79	1.12	3.37	0.508	2.32	0.81	0.048	0.83	n.d.
<i>P10-px12</i>	76.48	102	167	16.67	127	9.73	33.96	6.22	34.09	9.89	1.68	6.51	0.893	3.71	1.55	0.18	0.62	0.072
mean	85.44	100	182	15.94	103	10.77	33.89	6.35	35.23	8.71	1.66	6.34	0.85	4.19	1.52	0.16	1.02	0.15
st.dev	11.83	26	28	5.06	49	3.85	11.93	2.23	12.01	2.94	0.54	1.99	0.27	1.27	0.57	0.09	0.65	0.09

Campione p17

<i>P12-px1</i>	61.77	130	253	20.86	137	13.62	47.35	8.42	46.17	12.62	2.42	9.21	1.26	5.4	2.08	0.206	1.38	n.d.
<i>P12-px2</i>	95.29	89.6	300	24.94	246	21.52	64.81	11.36	76.02	16.55	2.67	9.46	1.28	6.17	3.31	n.d.	1.91	n.d.
<i>P12-px4</i>	66.41	116	222	16.59	112	10.98	40.28	7.28	38.95	10.74	2.44	7.51	1.07	5.5	1.87	0.075	1.26	0.21
<i>P12-px6</i>	55.54	217	253	42.34	194	25.85	89.33	15.74	87.92	20.82	4.18	16.77	2.2	10.86	4.1	0.486	3.89	0.35
<i>P12-px7</i>	89.85	72.52	255	30.99	319	23.54	60.41	14.26	61.52	19.15	4.98	11.56	0.88	9.51	2.45	0.26	n.d.	0.76
<i>P12-px8</i>	55.6	241	266	37.05	226	25.99	88.33	16.53	77.42	20.57	3.94	15.08	2.09	0	4.28	0.494	2.4	0.423
mean	70.74	144	258	28.8	206	20.25	65.09	12.27	64.67	16.74	3.44	11.6	1.46	6.24	3.02	0.3	2.17	0.44
st.dev	17.48	69	25	9.83	75	6.43	20.4	3.87	19.21	4.25	1.08	3.63	0.55	3.8	1.04	0.18	1.06	0.23

5.1.5 Analisi chimica sui clinopiroseni nei campioni di rocce

I clinopiroseni delle rocce campionate dai distretti vulcanici campani (Somma-Vesuvio e Roccamonfina) e romani (Sabatini, Vulsini e Vico) sono stati sottoposti ad analisi puntuale SEM/EDS e LA-ICP-MS al fine di effettuare un confronto con i clinopiroseni contenuti nelle ceramiche da fuoco appartenenti al **gruppo b e c**.

- Analisi SEM/EDS

I clinopiroseni (Fig.5.7) analizzati nelle piroclastici e nelle lave selezionate, provenienti dai distretti vulcanici della provincia magmatica campana (Vesuvio e Roccamonfina) e romana (Vico, Vulsini e Sabatini) mostrano tutti una composizione diopsidica, con un leggero arricchimento di ferro per i pirosseni dei Sabatini e dei Vulsini (Fig.5.8, Tab. 5.5).

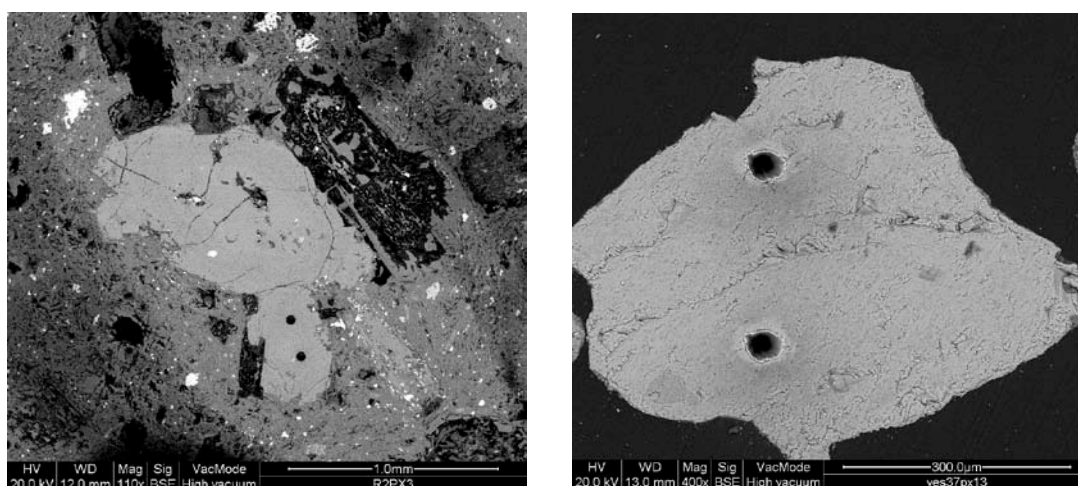


Figura 5.7– Immagini in BSE (elettroni back scattered) dei pirosseni analizzati nelle rocce rappresentative dei distretti vulcanici campani e romani

- Analisi LA-ICP-MS

I risultati delle analisi LA-ICP-MS eseguite sui clinopiroseni sono mostrati nella tabella 5.6. Su ciascun pirosseno sono stati effettuati almeno due punti analisi (core-rim) ed è stata considerata anche in questo caso la media tra il valore massimo e il valore minimo. Come si può osservare tra gli elementi selezionati (Sc, V, Sr, Y, Zr e REE), le concentrazioni di V, Sr e Zr discriminano i pirosseni presenti nelle lave della provincia campana (Vesuvio e Roccamonfina) da quelli contenuti nelle lave della provincia romana (Vico, Vulsini e Sabatini). Infatti il contenuto di V nei pirosseni del Vesuvio è in media di 335 ± 74 ppm, nei pirosseni di Roccamonfina è in media di 304 ± 69

ppm, il contenuto di Sr è invece rispettivamente di 113 ± 23 ppm e 91 ± 9 ppm. Zr per i due distretti campani è in media di 91 ± 23 ppm. Nei pirosseni dei tre distretti vulcanici laziali il V ha un contenuto di 229 ± 27 ppm, Sr di 230 ± 99 ppm. Il contenuto di Zr discrimina soprattutto i pirosseni dei Monti Sabatini poiché risulta in media di 1014 ± 318 ppm, rispetto ai pirosseni di Vico di 149 ± 30 ppm e dei Vulsini di 342 ± 162 ppm.

Tabella 5.5- Risultati delle analisi SEM/EDS eseguite sui pirosseni nelle rocce dei distretti vulcanici campani (Somma-Vesuvio, Roccamonfina) e dei distretti romani (Vico, Vulsini, Sabatini)

	Vico		Vulsini		Sabatini		Vesuvio		Roccamonfina	
	Media(2 pirosseni)	Dev.st.	Media(15 pirosseni)	Dev.st.	Media(7 pirosseni)	Dev.st.	Media(32 pirosseni)	Dev.st.	Media(6 pirosseni)	Dev.st.
SiO₂	49.60	0.63	50.45	1.25	46.10	0.68	51.83	0.95	51.19	0.61
TiO₂	0.87	0.12	0.83	0.31	1.56	0.16	0.90	0.16	0.66	0.06
Al₂O₃	6.59	0.31	5.64	0.91	9.34	0.42	5.30	0.96	5.46	0.83
FeO	7.91	0.14	9.26	1.28	11.86	0.77	6.68	0.46	7.67	0.56
MgO	13.21	0.19	11.99	1.31	9.05	0.57	14.49	0.49	13.81	0.56
CaO	21.19	0.06	21.01	0.87	20.80	0.23	20.11	0.44	20.48	0.80
Na₂O	0.65	0.28	0.69	0.29	0.93	0.19	0.71	0.25	0.74	0.13

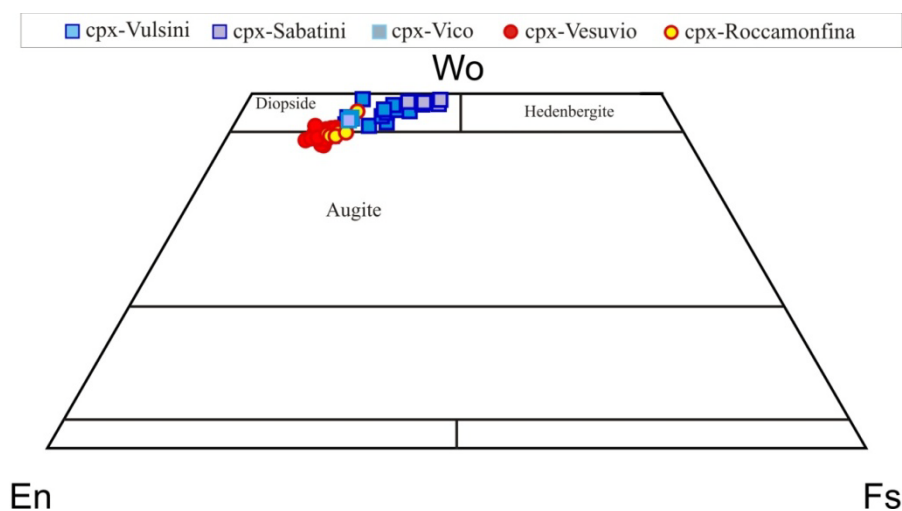


Figura 5.8 - Diagramma classificativo (Marimoto et al. 1988) dei pirosseni delle piroclastici e delle lave dei distretti vulcanici campani e laziali, analizzati tramite SEM/EDS

Tabella 5.6- Analisi LA-ICP-MS dei clinopirosseni nelle rocce campionate dai distretti vulcanici campani (Somma-Vesuvio e Roccamonfina) e romani (Sabatini, Vulsini e Vico). Elementi in tracce in ppm.

	<i>Sc</i>	<i>V</i>	<i>Sr</i>	<i>Y</i>	<i>Zr</i>	<i>La</i>	<i>Ce</i>	<i>Pr</i>	<i>Nd</i>	<i>Sm</i>	<i>Eu</i>	<i>Gd</i>	<i>Tb</i>	<i>Dy</i>	<i>Er</i>	<i>Tm</i>	<i>Yb</i>	<i>Lu</i>	<i>Pb</i>
Vesuvio																			
<i>ves37-px1</i>	89.13	309	112	23.3	67.35	5.45	20.16	3.99	20.85	4.78	1.1	5.4	0.83	3.91	0.58	0.368	n.d.	0.123	n.d.
<i>ves37-px2</i>	105	395	128	31.15	108	11.57	34.28	5.85	27.61	8.27	2.91	9.66	1.23	5.68	2.55	n.d.	1.07	0.126	0.33
<i>ves37-px3</i>	96.61	361	114	24.32	89.98	8.2	23.07	3.99	24.35	9.13	1.38	5.89	1.06	5.51	0.82	0.34	n.d.	n.d.	n.d.
<i>ves37-px4</i>	104	344	111	23.6	77.01	5.77	21.2	4.01	25.02	8.56	1.82	6.93	0.369	6.01	2.63	0.047	0.63	0.333	n.d.
<i>ves37-px5</i>	88	261	93.23	20.01	72.57	7.33	21.62	3.93	24.0	5.97	0.99	5.23	0.95	4.84	1.69	0.056	1.85	0.242	0.229
<i>ves37-px6</i>	100	254	95.20	20.75	77.43	6.49	18.26	3.46	20.32	6.12	1.4	6.18	0.79	4.4	1.81	0.192	1.231	0.187	n.d.
<i>ves37-px7</i>	83.74	251	86.84	22.66	77.99	7.43	23.19	4.86	29.16	4.48	2.47	2.92	0.76	4.65	0.87	0.135	n.d.	0.52	0.168
<i>ves37-px8</i>	96.86	334	102	22.98	79.35	9.79	27.35	5.21	24.34	10.02	1.91	6.13	1.01	5.55	0.43	0.099	0.44	0.45	0.33
<i>ves37-px9</i>	80.25	287	87.44	28.09	69.35	9.61	22.75	4.73	29.62	7.61	2.49	6.14	1.2	4.23	2.62	0.076	1.01	0.178	n.d.
<i>ves37-px10</i>	107	496	128	34.625	138	12.2	37.14	6.27	37.21	10.02	1.79	9.14	1.36	7.04	2.855	0.419	1.67	n.d.	n.d.
<i>ves37-px11</i>	106	445	123	33.06	123	11.9	36.14	6.94	30.57	9.99	2.25	9.62	1.17	6.97	3.61	0.216	1.52	0.61	0.11
<i>ves37-px12</i>	98.26	375	152	29.50	105	13.98	35.27	5.33	30.28	9.48	2.16	9.58	0.93	4.86	3.72	0.057	2.55	n.d.	0.6
<i>ves37-px13</i>	111	400	126	34.48	129	13.16	36.26	5.9	39.03	8.81	1.66	13.52	1.53	8.1	3.01	n.d.	3.46	0.33	n.d.
<i>ves37-px14</i>	82.85	246	112	26.28	98.03	7.33	22.39	4.56	27.96	6.04	3.5	3.67	0.27	5.81	3.68	n.d.	1.02	n.d.	n.d.
<i>ves37-px15</i>	104	408	99.42	22.72	69.3	6.97	23.96	4.16	24.52	7.42	1.46	6.87	0.89	4.9	2.4	0.226	1.55	n.d.	0.43
<i>ves37-px16</i>	95.14	345	102	22.01	65.14	6.76	22.8	4.27	22.45	9.2	1.14	6.27	1.05	4.38	2.12	0.241	0.32	0.103	0.218
<i>ves37-px17</i>	77.22	324	96	28.36	88.83	9.71	31.64	5.89	29.24	8.91	1.8	7.82	1.049	4.92	2.51	0.367	2.76	0.323	0.51
<i>ves37-px18</i>	92.51	316	201	28.08	142	12.16	40.98	6.75	40.85	11.24	2.46	6.99	1.21	5.78	2.51	0.324	3.07	0.34	0.31
<i>ves37-px19</i>	81.72	381	118	23.44	73.99	8.45	28.14	4.58	25.19	7.25	1.26	7.66	0.89	4.06	2.78	0.403	1.05	0.124	0.048
<i>ves37-px20</i>	90.41	450	128	26.63	87.67	8.92	30.58	5.49	29.75	8.72	2.17	7.77	0.9	5.94	2.15	0.269	1.36	0.33	0.43
<i>ves37-px21</i>	97.51	249	113	30.11	111	8.16	26.1	5.02	29.15	9.58	2.29	8.97	1.26	6.83	2.06	0.445	1.68	0.426	0.58
<i>ves37-px22</i>	88.12	247	136	21.93	96.61	8.25	24.17	4.44	26.85	8.94	1.67	6.79	0.835	5.29	2.2	0.301	0.62	0.387	n.d.
<i>ves37-px23</i>	90.14	236	136	24.97	104	7.33	24.85	5.25	24.91	8.65	1.96	7.89	0.895	6.1	1.93	0.245	0.41	0.225	0.107
<i>ves37-px24</i>	95.86	264	108	22.8	67.23	6.76	21.24	4.01	23.34	5.16	2.51	5.36	0.68	4.76	2.18	0.27	1.54	0.37	n.d.
<i>ves37-px25</i>	87.4	375	115	23.97	76.56	9.02	27.57	5.23	28.08	10.17	2.32	6.54	0.98	5.73	2.75	0.253	1.43	0.145	0.3
<i>ves37-px26</i>	95.73	362	84.15	25.42	75.61	7.05	23.72	4.83	25.99	6.41	1.64	6.27	0.823	6.09	2.13	0.34	2.01	0.281	0.234

<i>ves37-px27</i>	81.91	379	86.54	25.87	79.93	7.44	24.66	4.54	23.59	7.66	2.03	8.38	1.037	6.22	2.31	0.39	1.45	0.373	0.8
<i>ves37-px28</i>	90.20	261	112	31.57	119	8.16	26.61	5.75	30.55	12.49	2.36	8.52	1.57	6.59	2.96	0.567	2.39	0.482	0.65
<i>ves37-px29</i>	131	253	98.11	29.74	118	7.58	24.13	4.92	26.94	8.1	2.17	11.96	0.87	7.53	2.15	0.409	2.15	0.23	0.192
<i>ves37-px30</i>	97.9	302	110	23.75	83.57	7.78	25.02	5.15	22.79	7.24	1.46	7.73	0.753	4.76	1.73	0.335	1.04	0.112	0.6
<i>ves37-px31</i>	115	481	116	36.44	150	13.14	41.21	7.17	38.64	12.5	2.77	10.79	1.37	7.9	2.59	0.23	2.69	0.33	1.89
<i>ves37-px32</i>	104	337	96.73	21.38	65.62	5.92	21.55	3.12	19.11	6.45	1.79	4.07	0.81	5.9	1.15	0.66	1.93	n.d.	1.2
Media	96	335	113	26.37	93.31	8.74	27.13	4.99	27.57	8.29	1.97	7.40	0.98	5.66	2.23	0.29	1.58	0.30	0.47
Dev.st.	11	74	23	4.43	24.49	2.34	6.26	0.98	5.34	2.01	0.57	2.29	0.28	1.10	0.82	0.15	0.81	0.14	0.42

Roccamonfina

<i>R2px1</i>	126	347	102	43.94	93.69	9.48	38.52	6.84	40.17	17.02	2.23	13.41	1.72	10.6	4.98	0.97	2.71	0.78	36.03
<i>R2px2</i>	96.13	347	77.72	34.05	71.04	6.92	27.72	5.45	28.85	8.21	2.13	7.89	1.23	6.95	2.46	0.355	3.34	0.357	0.104
<i>R2px3</i>	128	327	86.68	34.87	78.85	7.75	23.28	5.32	33.27	13.51	2.82	6.22	0.54	8.41	3.08	0.331	2.01	1.07	0.54
<i>R2px4</i>	91.67	217	101	46.07	90.2	18.57	49.87	7.63	52.39	14.0	1.36	12.58	1.43	9.54	3.81	0.56	2.58	n.d.	22.53
<i>R2px5</i>	109	371	88.51	45.27	65.14	8.46	32.16	5.91	34.42	10.36	2.56	11.44	1.56	8.74	4.07	0.418	2.79	0.513	1.5
<i>R2px6</i>	106	216	92.76	49.92	88.7	17.94	54.44	9.87	53.82	10.63	2.46	13.41	2.09	9.56	4.37	0.5	4.4	0.85	15.22
Media	109	304	91.33	42.35	81.27	11.52	37.67	6.84	40.49	12.29	2.26	10.83	1.43	8.97	3.80	0.52	2.97	0.71	12.65
Dev.st.	15	69	9.06	6.43	11.49	5.29	12.39	1.73	10.43	3.16	0.50	3.05	0.52	1.25	0.91	0.24	0.82	0.28	14.69

Vico

<i>sa13px5-03</i>	66.14	217	257	29.03	171	16.03	56.63	10.73	52.45	13.51	2.74	10.69	1.27	5.06	2.90	0.266	1.27	0.136	1.21
<i>sa13px6-01</i>	82.62	191	231	21.61	128	12.23	42.15	8.07	47.26	12.61	2.29	8.81	1.16	4.96	1.76	0.339	1.01	0.247	1.08
Media	74	204	244	25.32	149	14.13	49.39	9.40	49.86	13.06	2.52	9.75	1.22	5.01	2.33	0.30	1.14	0.19	1.15
Dev.st.	12	18	18	5.25	30	2.69	10.24	1.88	3.67	0.64	0.32	1.33	0.08	0.07	0.81	0.05	0.18	0.08	0.09

Vulsini

<i>cnkpx2</i>	60.12	205	195	30.29	150	16.75	60.06	11.36	63.64	11.95	2.78	13.59	1.71	7.95	2.17	0.390	0.670	0.116	0.301
<i>cnkpx3</i>	52.39	197	232	36.92	141	21.12	74.85	13.06	69.03	16.56	2.55	15.2	1.9	8.47	2.74	0.57	n.d.	0.52	n.d.
<i>cnkpx6</i>	51.28	214	190	29.11	203	17.2	63.47	11.44	69.67	6.04	3.88	24.57	0.57	7.68	1.42	1.0	n.d.	0.56	n.d.
<i>svkpx1</i>	37.63	219	385	47.92	170	26.02	96.98	16.65	92.62	19.08	4.97	17.82	1.64	10.13	2.76	0.154	3.25	0.54	0.85
<i>svkpx2</i>	42.29	233	356	50.38	208	30.31	103.64	17.84	102.67	27.2	5.49	17.71	1.93	12.99	4.6	0.611	0.53	0.47	1.1
<i>svkpx3</i>	22.59	226	240	48.58	260	28.87	106.09	19.05	103.46	25.38	4.87	17.63	1.72	10.29	3.1	0.66	4.64	0.45	0.42

<i>wobpx1</i>	29.33	181	144	69.08	336	98.99	257.64	40.44	203.3	31.15	6.95	24.5	3.47	17.05	5.33	1.19	2.49	0.99	2.04
<i>wobpx2</i>	31.24	242	139	75.96	592	58.47	201.64	33.37	173.74	34.38	6.89	24.02	2.93	17.48	7.89	1.19	7.11	0.99	2
<i>wobpx3</i>	25.87	211	134	59.44	461	45.01	164.26	26.05	135.06	29.28	4.91	22.19	2.63	13.58	3.56	0.83	6.01	1.05	1.84
<i>wobpx4</i>	32.89	250	142	77.66	609	63.31	210.93	36.31	190.27	40.59	6.42	30.69	3.5	15.73	8.87	0.91	10.62	1.51	1.73
<i>wobpx5</i>	26.25	191	135	53.03	357	37.95	130.47	22.7	113.69	20.56	3.85	17.37	2.18	9.35	4.35	0.97	5.83	0.419	3.7
<i>wobpx6</i>	23.77	218	154	65.86	509	46.22	156.66	26.57	138.39	28.38	4.92	20.72	2.87	14.70	4.89	1.03	5.31	1.14	2.4
<i>wobpx7</i>	30.74	235	137	70.54	520	50.91	166.33	28.08	146.48	29.66	4.85	22.4	2.57	15.87	5.58	1.04	6.8	0.9	1.47
Media	40	208	176	56.55	342	40.61	137	23.39	123	25.05	4.77	20.73	2.36	12.85	4.83	0.81	5.07	0.79	1.49
Dev.st.	16	31	99	15.80	161	21.46	57	8.81	43	8.90	1.32	4.67	0.79	3.53	2.30	0.29	2.79	0.37	0.95

Sabatini

<i>mg21px1</i>	12.67	271	164	96.48	1481	128	375	57.11	245	54.89	8.40	36.54	4.43	21.48	7.37	1.16	9.6	1.41	3.88
<i>mg21px2</i>	21.6	263	354	77.83	854	78.83	243	38.78	187	41.92	7.73	33.98	3.88	17.48	7.27	0.92	8.35	1.22	3.63
<i>mg21px3</i>	19.24	237	322	62.81	685	57.93	188	31.12	152	34.23	4.16	24.17	3.05	15.56	4.36	0.7	6.5	0.91	2.57
<i>mg21px4</i>	22.28	286	359	89.86	1035	89.46	281	45.86	221	51.91	9.82	35.47	4.13	21.49	8.58	1.34	6.28	0.92	2.25
<i>mg21px5</i>	14.87	254	159	74.09	1065	85.31	256	40.09	183	35.78	6.58	24.12	3.73	19.32	8.8	0.79	5.52	1.4	3.04
<i>mg21px6</i>	21.55	248	479	67.41	635	69.3	213	36.44	150	36.95	6.48	25.58	3.39	15.75	5.64	0.95	5.57	0.7	2.97
<i>mg21px7</i>	17.31	259	156	85.52	1339	103	306	48.5	215	47.47	5.43	33.32	4.22	20.37	7.76	1.17	6.49	1.21	2.41
Media	19	260	285	79.14	1014	87.35	266	42.56	193	43.31	6.94	30.45	3.83	18.78	7.11	1.00	6.90	1.11	2.96
Dev.st.	4	16	127	12.16	318	22.89	62	8.63	36	8.23	1.89	5.57	0.49	2.54	1.59	0.23	1.52	0.27	0.61

5.2 La ceramica da mensa: Risultati delle analisi

Considerando che la ceramica da mensa rinvenuta nel foro di Pompei è caratterizzata da produzioni diverse a fabric grossolano e fine, lo studio di confronto è stato eseguito solo sulla base dell'analisi petrografica che permette di ottenere informazioni relative alla materia prima e di mettere in evidenza differenze e le similarità tra i diversi esemplari.

5.2.1 Analisi petrografica

L'analisi petrografica è stata eseguita su selezionati campioni appartenenti ai gruppi riconosciuti macroscopicamente.

Gruppo e (p21-p29)

Sulla base delle caratteristiche petrografiche il **gruppo e** è stato suddiviso in due sottogruppi:

-Gruppo e-1 (p21-p25)- fabric fine

Microstruttura:

- a) i microvescicole orientate parallelamente alla superficie e microvuoti di forma rotondeggiante.
- b) il packing risulta molto ben spaziato.

Matrice:

- a) appare per lo più omogenea e di colore arancio bruno.
- b) otticamente negativa.

Smagranze:

Fabric molto fine. Distribuzione dello smagranze 5-10%, dimensioni massime di 0.04 mm. Si riconoscono cristalli di quarzo e lamelle di biotite, rari pirosseni (Fig.5.9 a,b).

-Gruppo e-2 (p26-p29)- fabric vulcanico

Microstruttura:

- a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.
- b) il packing risulta abbastanza spaziato.

Matrice:

- a) appare per lo più omogenea in tutti i campioni. Mostra una colorazione da arancio ad arancio bruno. Il campione p27 evidenzia bande più scure.
- b) otticamente negativa.

Smagranze:

Distribuzione bimodale dello smagranze.

La frazione fine mostra una distribuzione del 2% e dimensioni massime di 0.08 mm, costituita per lo più da quarzo e feldspati.

La frazione grossolana mostra una distribuzione dal 5% (p27 e p28) al 20% (p26 e p29) ha dimensioni che vanno in media da 0.2 a 0.6 mm. È costituita da frequenti pirosseni (per lo più incolori), plagioclasio, sanidino, biotite, olivina, anfibolo e rara leucite. Presenza di abbondanti frammenti di inclusi vulcanici caratterizzati da tessitura trachitica e scorie. Si osservano grumi di argilla e di chamotte.

I campioni p27, p28, p29 mostrano la presenza di calcite micritica, frammenti di quarziti, selci e resti di microfossili. Presenza di calcite secondaria nella porosità (Fig.5.9 c,d).

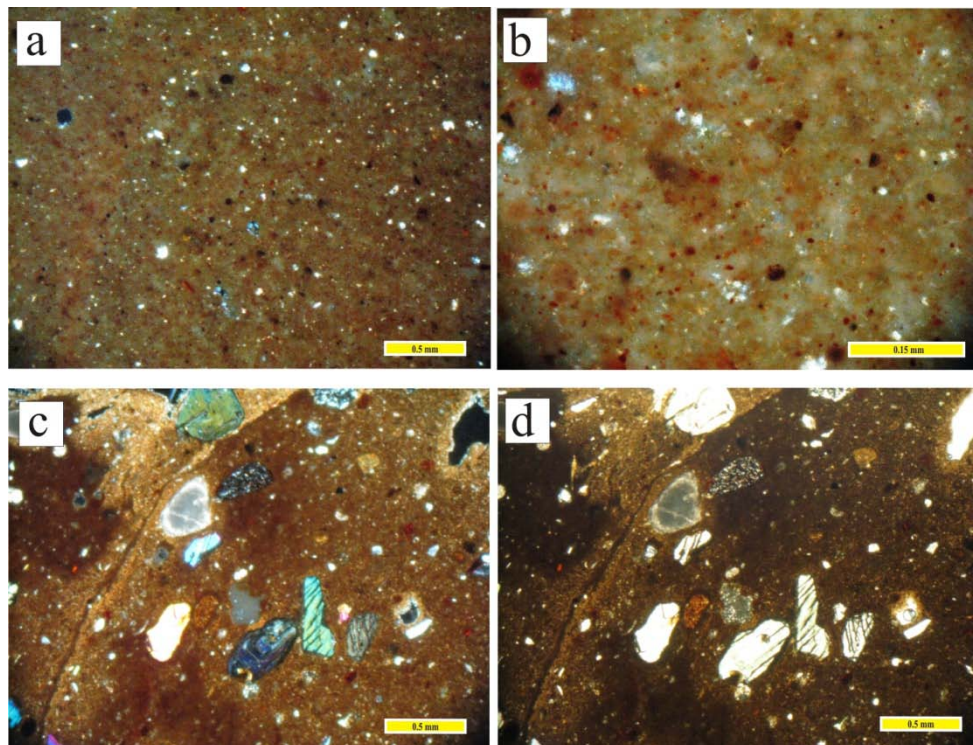


Figura 5.9 - Microfotografie delle ceramiche da mensa del gruppo e- a) campione p25-XPL (15x); b) p25-XPL (60x); c) p27-XPL (15x); d) p27-PPL (15x)

Gruppo f (p30-p35)

Anche in questo caso sulla base dell'analisi petrografica è stato distinto il campione p30 che risulta differente rispetto agli altri campioni.

-p30 fabric vulcanico

Microstruttura:

- i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie.
- il packing risulta abbastanza spaziato.

Matrice:

- a) omogenea. Mostra una colorazione giallo-verde scuro.
- b) otticamente negativa.

Smagranante:

Distribuzione pressoché monomodale. La frazione fine quasi assente. La frazione grossolana (10%) ha dimensioni medie di 0.3 mm. È costituita da frequenti pirosseni, plagioclasio, raro sanidino, biotite, olivina, anfibolo e rara leucite. Presenza di abbondanti frammenti di inclusi vulcanici caratterizzati da tessitura trachitica e scorie. Calcite micritica (Fig.5.10 a, b).

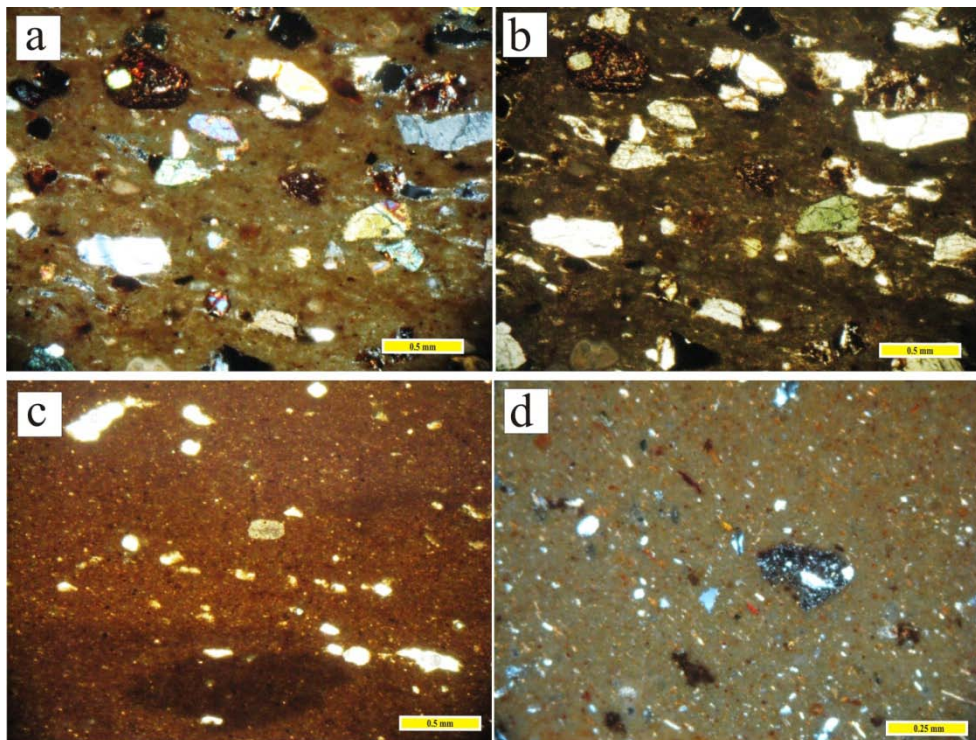


Figura 5.10- Microfotografie delle ceramiche da mensa del gruppo f- a) campione p30-XPL (15x); b) p30-PPL (15x); c) p31-PPL (15x); d) p32-XPL (30x)

-p31-p35 fabric fine

Microstruttura:

- a) i vuoti risultano allungati, schiacciati e orientati parallelamente alla superficie, rari microvuoti di forma rotondeggiante.
- b) il packing risulta ben spaziato.

Matrice:

- a) omogenea, micacea. Mostra una colorazione arancio bruno.
- b) otticamente attiva.

Smagranante:

Ha dimensioni da 0.08 a 0.2 mm. È costituita da plagioclasio, pirosseno, quarzo, raro sanidino, biotite e rara leucite. Presenza di abbondanti frammenti di inclusi vulcanici caratterizzati da tessitura porfirica e fenocristalli di plagioclasio con fenocristalli di olivina. Si osserva calcite micritica e resti di microfossili (Fig. 5.10 c, d).

Gruppo g (p36-p39)

Microstruttura:

- a) rari vuoti allungati e schiacciati e orientati parallelamente alla superficie. Più frequenti di forma rotondeggiante.
- b) il packing risulta abbastanza spaziato.

Matrice:

- a) appare per lo più disomogenea. Mostra una colorazione da arancio rosso bruno con bande di colore più scuro.
- b) otticamente attiva (p36-37) e negativa (p38-p39).

Smagranze:

I campioni p37 e p36 mostrano una distribuzione bimodale dello smagranze. I campione p38 e p39 mostrano una distribuzione quasi monomodale.

La frazione fine poco presente mostra una distribuzione del 2% e dimensioni massime di 0.1 mm.

La frazione grossolana (3- 10%) ha dimensioni che vanno in media da 0.2 a 1 mm. È costituita da quarzo, pirosseni, sanidino, plagioclasio, biotite, rara olivina, leucite e anfibolo. Presenza di abbondanti frammenti di inclusi vulcanici (alcuni mostranti fenocristalli di leucite) e scorie. Si osservano grumi di argilla e di chamotte. Rara calcite nella porosità (Fig. 5.11).

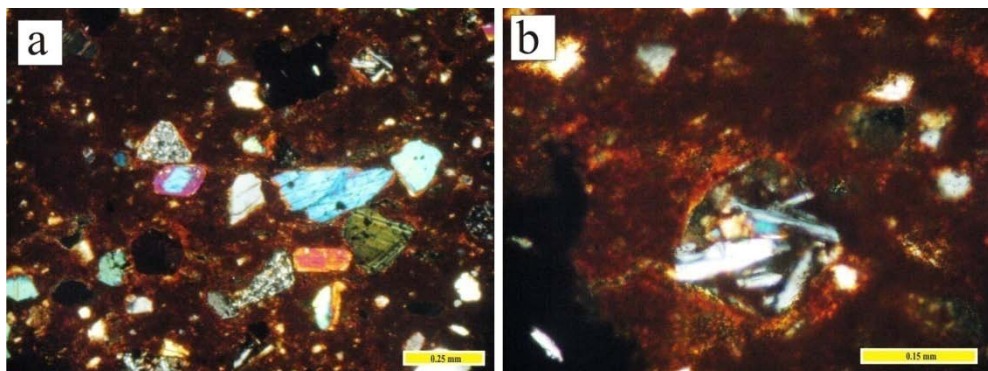


Figura 5.11- Microfotografie delle ceramiche da mensa del gruppo g- a) campione p38-XPL (30x); b) p39-XPL (60x).

5.3 Discussione dei dati sulla ceramica comune

La discussione è stata suddivisa sulla base dei campioni e delle indicazioni archeologiche.

5.3.1 Ceramiche da fuoco locali datate al IV-I sec. a.C. (gruppo a e gruppo b)

Come osservato dall'analisi al microscopio ottico, i due gruppi studiati mostrano caratteristiche petrografiche simili per quanto riguarda la distribuzione bimodale dello smagrange e le fasi mineralogiche riconoscibili nella frazione aplastica (plagioclasio, sanidino, pirosseni, olivina, anfibolo e biotite). Le differenze si rilevano nella minore presenza della frazione grossolana nel **gruppo a** che in alcuni casi è associata ad un più basso contenuto di pirosseni e un maggiore contenuto di plagioclasio e sanidino rispetto al **gruppo b**. In generale, per entrambi i gruppi, l'assemblaggio mineralogico può essere ricondotto ai prodotti del Somma-Vesuvio, che permettono di considerare che l'approvvigionamento della materia prima avveniva nelle aree in prossimità della cittadina romana.

I risultati delle analisi chimiche hanno permesso di indicare per entrambi i gruppi l'utilizzo di una materia prima non calcarea ($\text{CaO} < 6\%$) e mediante l'elaborazione con i diagrammi binari (Fig.5.5), di sottolineare la separazione dei campioni nei due gruppi diversi.

In ogni modo le diversità mostrate chimicamente riflettono le differenze osservate petrograficamente e sulla base di questi risultati è possibile considerare due ipotesi relative alla provenienza della materia prima. La prima ipotesi considera l'utilizzo di argilla e smagrange vulcanico per entrambi i gruppi, quest'ultimo aggiunto in una diversa percentuale, che potrebbe spiegare le diversità osservate. La seconda probabilmente più attendibile, considera che i cambiamenti osservati nelle forme ceramiche siano anche associati alla variazione delle fonti di approvvigionamento della materia prima. Le analisi diffrattometriche (XRD), hanno rivelato la presenza di quarzo, feldspati, pirosseni, anfibolo (tr), ematite e miche per entrambi i gruppi. Sulla base della presenza di miche e di ematite e delle indicazioni di Riccardi *et al.*, 1999 e Cultrone *et al.*, 2001, è possibile indicare temperature di cottura comprese tra 800 - 900°C per entrambi i gruppi. Tali indicazioni sono confermate anche dall'attività ottica positiva della matrice (al microscopio ottico) per la maggior parte dei campioni. ad eccezione dei campioni p8 e p11 (**gruppo b**). Quest'ultimi, caratterizzati anche dall'assenza di miche, sono stati probabilmente cotti a temperature leggermente più alte.

Dal punto di vista tecnologico, considerando anche quest'ultime evidenze mineralogiche, in cui il **gruppo a** risulta molto più omogeneo, è possibile ipotizzare un maggiore controllo della cottura da parte del vasaio, e una produzione più veloce e meno accurata quella del **gruppo b**.

5.3.2 Ceramiche da fuoco datate al II-I sec. a.C. (gruppo b, gruppo c e gruppo d)

I risultati delle analisi petrografiche, mineralogiche e chimiche hanno permesso di confermare la suddivisione in tre gruppi della ceramica da fuoco datata al II-I sec. a.C., rinvenuta nel Foro di Pompei. Il **gruppo b**, sulla base dei risultati sopra indicati e delle indicazioni archeologiche, rappresenta la produzione locale di vasellame, per la cottura dei cibi.

Il **gruppo c** ha evidenziato petrograficamente uno smagrante simile dal punto vista mineralogico al **gruppo b**. Plagioclasio, sanidino, clinopirosseni, anfibolo e biotite e una grande quantità di inclusi vulcanici sono stati osservati in entrambi i gruppi. Le differenze riguardano la maggiore presenza e variabilità dei clinopirosseni nel **gruppo b** e il maggiore contenuto di minerali sialici tra cui plagioclasio, sanidino e quarzo nel **gruppo c**. Il quarzo appare uno dei costituenti principali nella frazione grossolana del **gruppo c**, mentre nel **gruppo b** è stato riconosciuto solo diffrattometricamente.

Il **gruppo d** risulta completamente differente. Lo smagrante, costituito da quarzo, microclino, plagioclasio, biotite, muscovite, anfibolo e da abbondanti frammenti di quarziti, di rocce granitiche e selci, è chiaramente non associabile alle rocce locali. Dalle indicazioni petrografiche è invece possibile ipotizzare la provenienza da un'area granitica, localizzabile, considerando la vicinanza, in Calabria o in Sardegna. Solo il campione p20 mostrando un impasto vulcanico caratterizzato anche dalla presenza di rocce carbonatiche permette di escluderlo dal **gruppo d** e di indicare invece una provenienza locale.

Escluso il **gruppo d** completamente diverso, lo studio si è concentrato sui **gruppi b** e **c** caratterizzati da un fabric vulcanico. Sulla base delle caratteristiche petrografiche, non è possibile escludere la provenienza locale per il **gruppo c** e, nonostante l'analisi XRF abbia messo in evidenza una composizione chimica diversa, non permette di poter avanzare ipotesi di provenienza. In generale l'assemblaggio mineralogico, plagioclasio, sanidino e pirosseno non è univoco nei prodotti del Somma-Vesuvio ma è anche caratteristico dei prodotti dei distretti della provincia co-magmatica romana, Vulsini, Vico e Sabatini. Ne restano esclusi i colli Albani i cui prodotti non contengono plagioclasio e sanidino (Gaeta *et al.*, 2006). Naturalmente al fine di riuscire a dare indicazioni di provenienza considerando che nel caso di Pompei i confronti tradizionali con la materia prima sarebbero stati poco utili (cfr. cap. 4) e soprattutto difficoltosi, sono state effettuate analisi chimiche puntuali su singole fasi vulcaniche considerati discriminanti in recenti articoli pubblicati. Tra questi si citano Dorais e Shriener (2002) e Dorais *et al.* (2004) che hanno confermato le loro ipotesi archeologiche per ceramiche greche sulla base delle composizioni dell'anfibolo relative all'attività vulcanica dell'arco vulcanico dell'Egeo. Bong *et al.*, (2010) hanno effettuato uno studio simile analizzando in microsonda grani di anfibolo, discriminandone quattro gruppi e a dare di conseguenza indicazioni relative alle origini della ceramica di Kaman-Kalehöyük (Turchia).

In Comodi *et al.*, 2006 sono stati analizzati cristalli di clinopirosseni in ceramiche del sito archeologico di Scoppieto (Terni) tramite analisi LA-ICP-MS mostrato composizioni simili ai clinopirosseni delle rocce del complesso di Bolsena. Infine Barone *et al.*, 2010 tramite lo studio in microsonda dei pirosseni ha distinto i distretti vulcanici siciliani da quelli campani.

Nel presente lavoro i clinopirosseni delle ceramiche nei **gruppi b e c**, sono stati confrontati con i clinopirosseni contenuti nelle rocce dei distretti della provincia magmatica campana (Somma-Vesuvio e Roccamonfina) e della provincia co-magmatica romana (Vulsini, Vico e Sabatini) caratterizzati da un vulcanismo simile (KS e HKS). In questa maniera è stato possibile confermare la provenienza locale per il **gruppo b** ed eventualmente indicare una provenienza per il **gruppo c**. Sulla base dello studio al SEM/EDS, i clinopirosseni delle ceramiche dei **gruppi b e c** sono stati classificati sulla base delle indicazioni di Morimoto *et al.*, 1988 in pirosseni diopsidici molto simili ai pirosseni presenti nelle rocce campionate nei distretti vulcanici dei Monti Sabatini e del complesso vulcanico dei Vulsini (Fig.5.12). Il quadrilatero mostra simili variazioni del contenuto in ferro sia per i pirosseni delle ceramiche (Fig. 5.12a), che per i pirosseni delle rocce utilizzate per confronto (Fig. 5.12b).

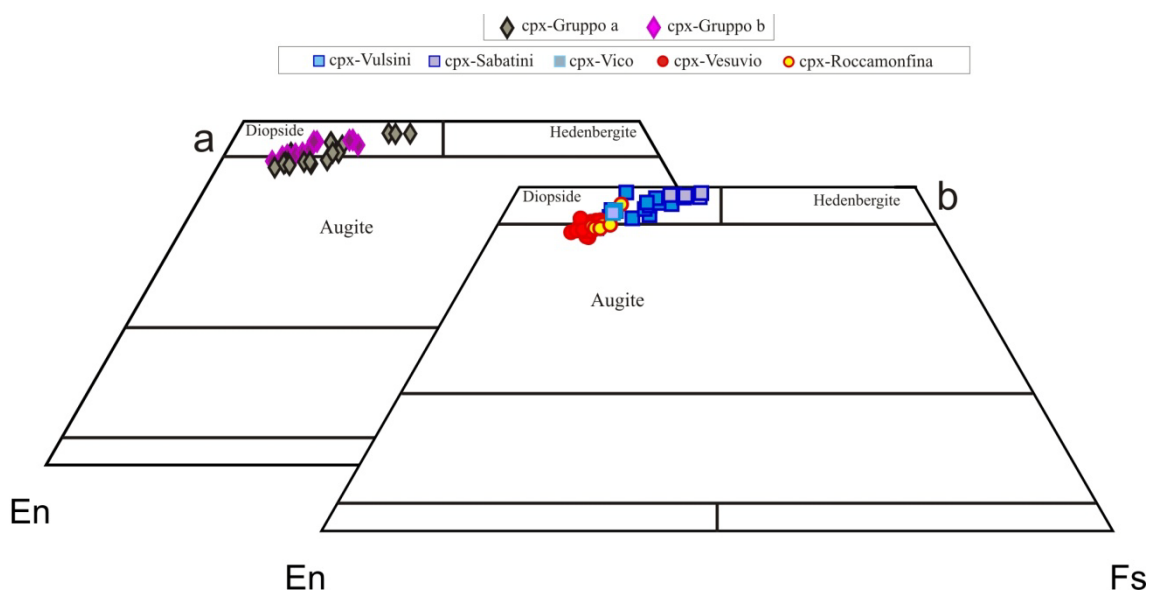


Figura 5.12- Risultati SEM/EDS - Confronto tra i clinopirosseni nelle ceramiche del gruppo b e c (a) e nelle rocce campionate dai distretti vulcanici romani e campani (b)

I risultati delle analisi puntuali eseguite, mediante spettrometro di massa LA-ICP-MS, sui pirosseni contenuti nelle ceramiche e nelle rocce, hanno permesso di selezionare alcuni elementi V, Sr, Zr, Y e REE (terre rare), che possono distinguere i pirosseni dei due gruppi e i pirosseni dell'area campana da quelli dell'area laziale. Le differenze sono particolarmente messe in evidenza dal diagramma binario Sr/V vs. Zr/Y che in figura 5.13a riporta il confronto dei pirosseni nelle

ceramiche dei due gruppi analizzati. Come si osserva i pirosseni mostrano valori differenti e occupano due aree diversi del diagramma. I pirosseni del **gruppo c** sono caratterizzati da un più alto rapporto Sr/V (>1) rispetto a quelli del **gruppo b** (<1). Quest'ultimo è inoltre caratterizzato da un rapporto Sr/V omogeneo e costante, mentre il **gruppo c** evidenzia un trend negativo.

La figura 5.13b mostra i pirosseni analizzati nelle rocce campionate, anche in questo caso i distretti vulcanici campani (Roccamonfina e Somma-Vesuvio) si discriminano bene dai distretti laziali (Vico, Sabatini e Vulsini) mostrando una grande omogeneità e occupando la parte più bassa del diagramma con contenuti di Sr/V <1. I pirosseni "laziali" evidenziano una maggiore variabilità ma i tre distretti considerati sono tutti caratterizzati da un trend composizionale negativo già osservato per le ceramiche del **gruppo c**.

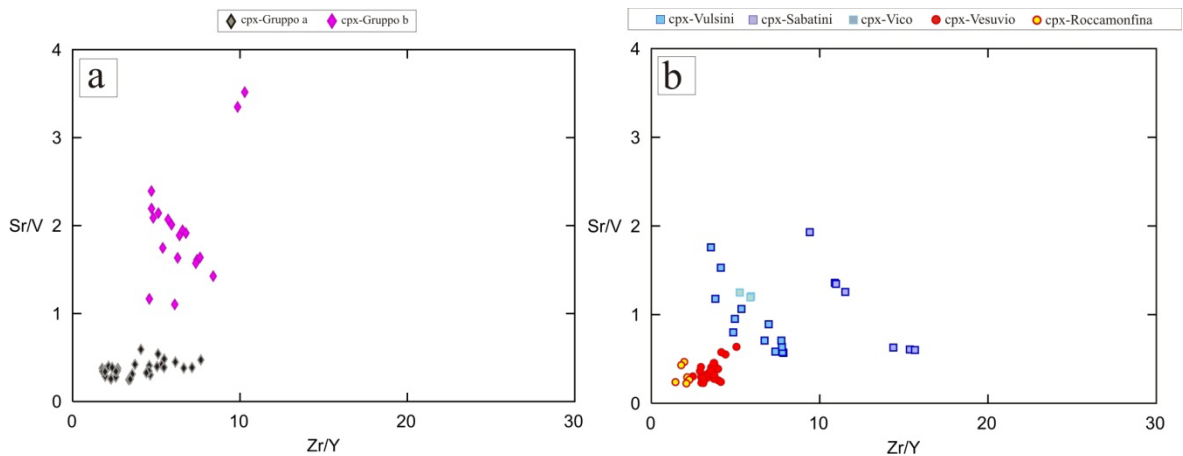


Figura 5.13- Diagrammi binari Zr/Y vs. Sr/V- a) Confronto tra i pirosseni delle ceramiche del gruppo b e c; b) Confronto tra i pirosseni delle rocce della provincia campana e della provincia co-magmatica romana.

La figura 5.14 mostra complessivamente i risultati ottenuti sulle ceramiche e sulle rocce utilizzando lo stesso diagramma binario Zr/Y vs. Sr/V. In aggiunta, per conferma dei risultati ottenuti, sono stati inseriti dati di bibliografia di clinopirosseni analizzati in rocce del distretto campano dei Campi Flegrei (Pappalardo *et al.*, 2008), del distretto laziale di Bolsena (Vulsini) e delle ceramiche del sito archeologico di Scoppieto (Terni) (Comodi *et al.*, 2006).

I pirosseni dei Campi Flegrei (pallini color arancio) ricadono nell'area occupata dai pirosseni analizzati nelle rocce campane e nelle ceramiche del **gruppo b**, mentre i pirosseni delle rocce del distretto di Bolsena e delle ceramiche di Scoppieto ricadono nell'area delle rocce laziali e delle ceramiche del **gruppo c**. Si sottolinea anche in questo caso che i dati di bibliografia di Comodi *et al.*, 2006 mostrano lo stesso trend composizionale che caratterizza i pirosseni della provincia co-magmatica romana. Per rendere più chiaro il confronto, in Fig.5.14 l'area campana è evidenziata in giallo e l'area laziale in azzurro.

I dati sono stati inoltre elaborati mediante l'analisi statistica multivariata delle componenti principali (PCA) usando il software RStudio. Tale metodo, basandosi sulla varianza delle variabili permette di massimizzare le differenze tra i campioni considerati (Johnson, 1998).

In Fig. 5.15 sono mostrati i risultati del trattamento statistico multivariato (PCA) ottenuto selezionando gli elementi V, Sr, Zr, Y, \sum REE e considerando le prime due componenti principali.

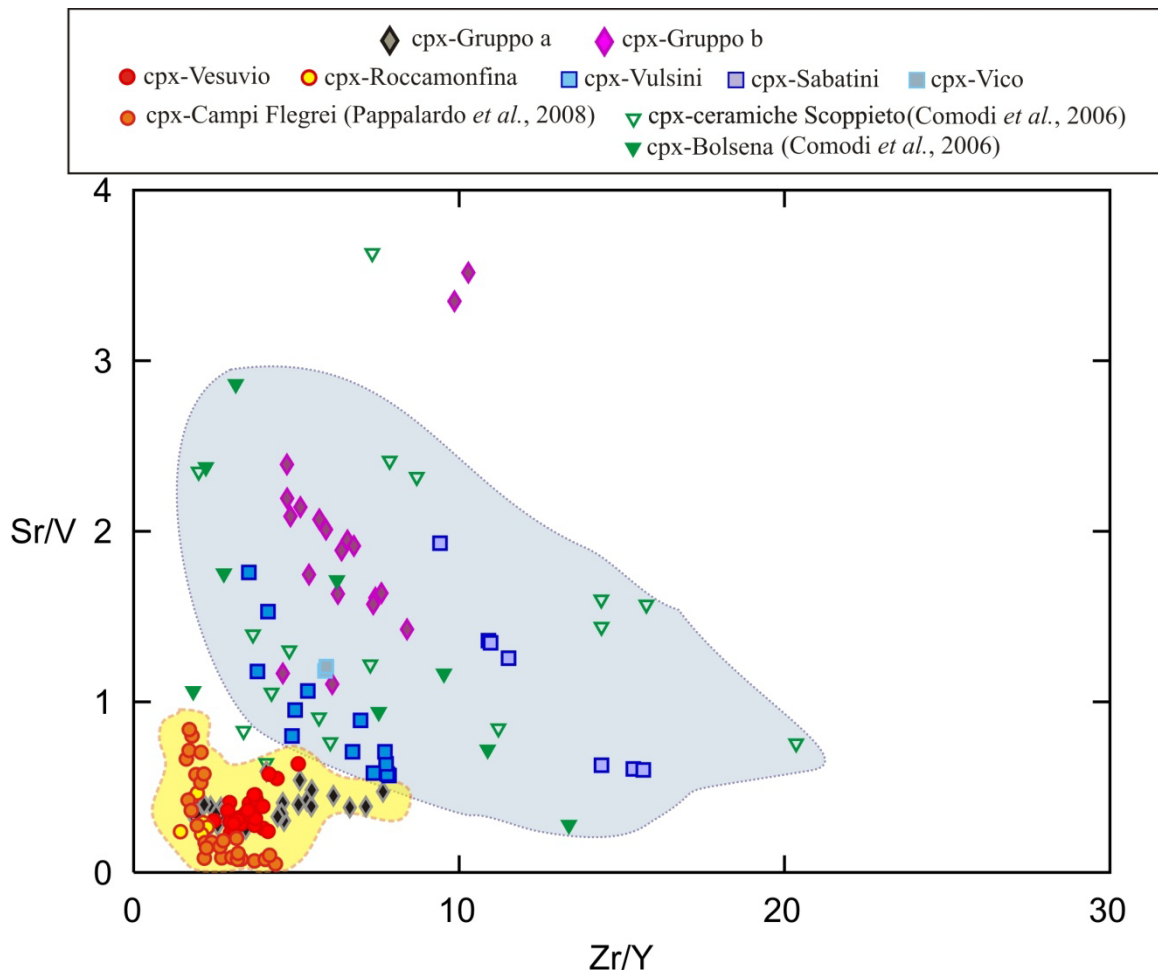


Figura 5.14- Diagramma binario Zr/Y vs. Sr/V- Confronto tra i pirosseni delle ceramiche del gruppo b e c dei pirosseni nelle rocce della provincia campana e della provincia co-magmatica romana. L'area gialla racchiude i dati ottenuti sui campioni campani. L'area azzurra racchiude i risultati ottenuti sui campioni laziali.

Gli elementi con alta variabilità possono essere raggruppati sulla base delle loro direzioni (V; Y+Zr+ \sum REE; Sr). Sono stati considerati tutti i campioni (ceramiche e rocce) ad eccezione dei pirosseni dei Campi Flegrei poiché in Pappalardo *et al.*, 2008 non sono presenti tutti gli elementi delle terre rare.

Al fine di rendere più comprensibili i risultati ottenuti, è stata evidenziata solo l'area occupata dalla composizione chimica dei pirosseni delle rocce campane e laziali e non i singoli punti. Come già osservato nel diagramma binario Zr/Y vs. Sr/V, i pirosseni del Vesuvio e di Roccamonfina mostrano un grande similarità composizionale. Al contrario i cristalli delle rocce laziali, sono

caratterizzati da una maggiore variabilità dovuta al contenuto di Y, Zr e Σ REE che permettono di distinguere in particolar modo i pirosseni dei Monti Sabatini. In generale comunque è molto evidente che i valori di V e di Sr separano in due aree diverse del diagramma, i campioni campani (parte alta) da quelli laziali (parte bassa) e che i pirosseni delle ceramiche del gruppo b, mostrano una similarità composizionale con i pirosseni della provincia magmatica campana mentre i pirosseni delle ceramiche del gruppo c ricadono nella parte opposta occupata dai pirosseni delle rocce della provincia co-magmatica romana.

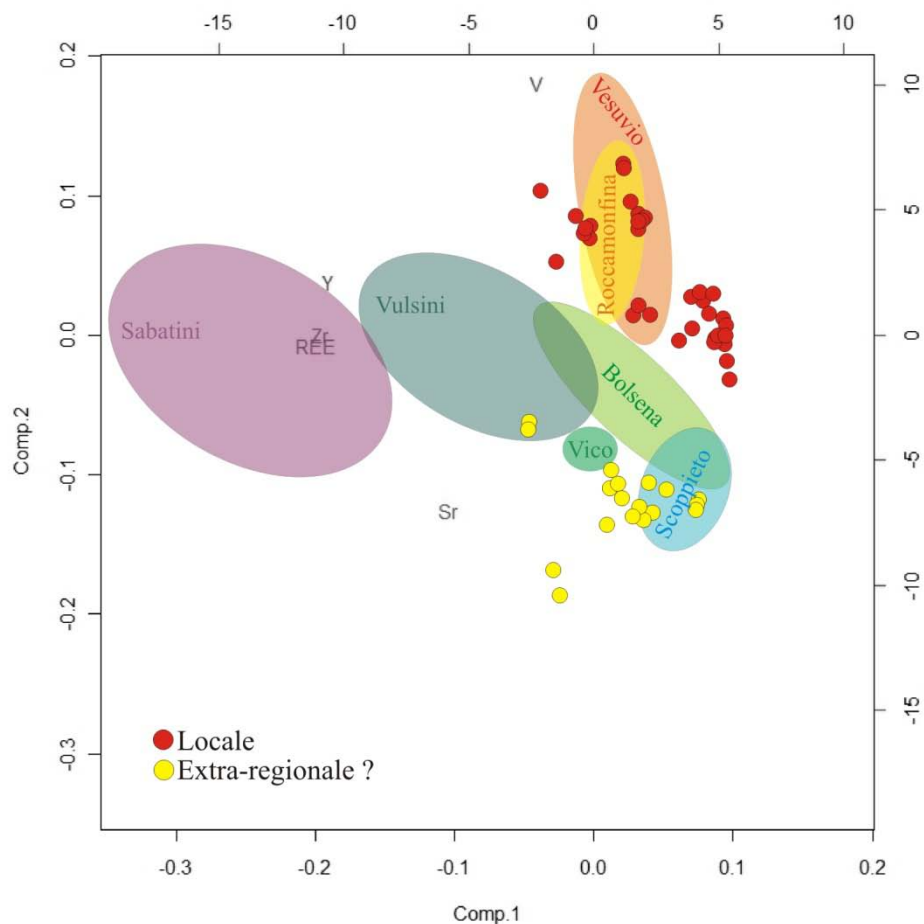


Figura 5.15- Elaborazione statistica multivariata PCA, ottenuta selezionando gli elementi V, Sr, Zr, Y, Σ REE

- *Considerazioni tecnologiche*

I risultati delle analisi XRD hanno permesso di confermare per il **gruppo b** la presenza di quarzo, feldspati, pirosseni, anfibolo (tr), ematite e miche mentre per il **gruppo c** feldspati, pirosseni ed ematite. L'assenza delle miche in tutti i campioni del **gruppo c** permette di indicare temperature di

cottura maggiori di 900°C (Riccardi *et al.*, 1999; Cultrone *et al.*, 2001). Come precedente detto, temperature più basse (800-900°C) si riscontrano per il **gruppo b**.

5.3.3 *Ceramica da mensa*

Le osservazioni al microscopio ottico, hanno permesso di riconoscere diversi gruppi e a chiarire le ipotesi archeologiche, anche se trattandosi di uno studio preliminare, ulteriori analisi sono necessarie per uno quadro più completo.

All'interno del gruppo più antico datato al II-I sec. a.C., è stato possibile distinguere due sottogruppi costituiti da olle e alcune ciotole (p21-p25) caratterizzate da un impasto fine in cui sono stati riconosciuti oltre al quarzo e alla biotite, da rari ad assenti cristalli di pirosseno.

Considerando la granulometria dello smagrante è possibile considerare che tali manufatti sono stati prodotti con un'argilla molto fine, tal quale oppure sottoposta a processi di depurazione. Considerando la geologia della Campania, come è stato già detto precedentemente (vedi cap. 2 e 4), si potrebbe considerare come materia prima la stessa argilla affiorante nell'area di Salerno (Mio-Pliocenica), ipotizzata per la produzione della ceramica a vernice nera. Per tale motivo, analisi chimiche sono necessarie al fine di confermare tali ipotesi.

Il secondo sottogruppo (p26-p29) mostra un impasto completamente differente. Si tratta di olle e bottiglie caratterizzate da un fabric vulcanico tipico dei prodotti del Somma-Vesuvio. La presenza di leucite, insieme agli altri minerali e inclusi di natura vulcanica confermano la provenienza locale.

La ceramica da mensa datata I sec. a.C. - I sec. d.C. è anche caratterizzata da prodotti mostranti impasti diversi. Le bottiglie e le olle in ceramica acroma mostrano un impasto molto fine ma da cui è possibile riconoscere uno smagrante tipicamente vesuviano. Leucite, anfibolo, pirosseni, sanidino, plagioclasio e inclusi vulcanici consentono di attestare la provenienza locale e di ipotizzare l'utilizzo di un'argilla fine calcarea (considerando la presenza di microfossili) non proprio disponibile in prossimità di Pompei (Salerno, Avellino, Caserta) con l'aggiunta di uno smagrante selezionato e prelevato in prossimità della città romana.

Il gruppo delle brocche, mostra un impasto grossolano tipico dell'area vesuviana. Secondo le indicazioni archeologiche si potrebbe trattare della stessa materia prima utilizzata per la produzione della ceramica da fuoco. Il confronto petrografico eseguito con quest'ultima, ha permesso di evidenziare la presenza di leucite, indicativa della fase HKS del vulcanismo del Somma-Vesuvio, nella ceramica da mensa che non è stata riscontrata nell'assemblaggio mineralogico della ceramica da fuoco, che invece risulta più conforme alla fase KS del vulcanismo del Somma-Vesuvio. Si può pertanto concludere che l'area di approvvigionamento della materia prima potrebbe essere stata differente per i due prodotti.

Capitolo 6 - La ceramica a vernice nera da Pompei

6.1 Risultati delle analisi archeometriche sulle ceramiche locali

Di seguito verranno mostrati i risultati delle analisi archeometriche effettuate sulle ceramiche a vernice nera considerate di produzione locale e datate cronologicamente a due periodi diversi (**gruppo a** e **gruppo b**). Le analisi petrografiche (OM), mineralogiche (XRD e Raman) e chimiche (XRF e SEM/EDS) hanno riguardato sia il corpo ceramico che la vernice nera. Lo scopo è stato di evidenziare eventuali differenze tecnologiche tra i due gruppi e, tramite il confronto con la materia prima, di confermare la provenienza locale.

6.1.1 Caratterizzazione del corpo ceramico

- *Analisi petrografiche (MO)*

Entrambi i gruppi ceramici hanno mostrato un fabric fine e non hanno rivelato significative differenze per tale motivo sono stati trattati insieme.

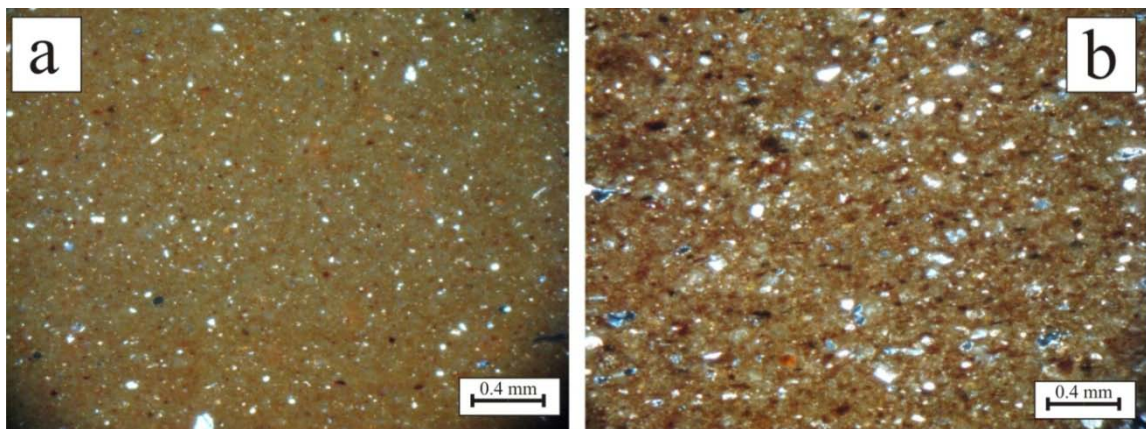


Figura 6.1 Micrografie mostranti le principali proprietà ottiche dei campioni analizzati. a) matrice e smagrate del campione VN6 (gruppo a), nicols incrociati (15x); b) matrice e smagrate del campione VL10, nicols incrociati (15x)

Microstruttura

a) Rari i micro vuoti per il **gruppo a** e di forma per lo più rotondeggiante. Frequenti i micro vuoti e le micro vescicole di forma irregolare per il **gruppo b**.

b) Packing molto spazioso e la distribuzione degli inclusi, unimodale, è circa 2% per il **gruppo a** e il 4% per il **gruppo b**.

Matrice

- a) La matrice generalmente omogenea e di colore marrone per entrambi i gruppi.
- b) Otticamente negativa per entrambi i gruppi.

Smagranze

Le inclusioni plastiche (5%) mostrano dimensione massima di 0.15 mm per il **gruppo a** (Fig. 6.1a) e per il **gruppo b** (fig. 6.1b). Sono rappresentate da quarzo microcristallino, plagioclasio, rara mica bianca e ossidi opachi. La calcite è stata rinvenuta principalmente sotto forma di microcristalli dispersi nella matrice o concentrati nella porosità (calcite secondaria). Rari sono i resti di microfossili. I campioni non hanno mostrato la presenza di inclusi vulcanici.

- Analisi mineralogica (PXRD)

I dati PXRD mostrano la presenza di quarzo, ematite, anortite, wollastonite, diopside e gehlenite in tutti i campioni analizzati.

- Analisi chimica (XRF)

In tabella 6.1 sono mostrati i risultati delle analisi chimiche XRF in termini di elementi maggiori ed in tracce eseguite sulle ceramiche a vernice nera ritrovate a Pompei. Gli elementi maggiori sono espressi in % peso, gli elementi in tracce sono espressi in parti per milione (ppm). I due gruppi analizzati non mostrano significative differenze composizionali. In particolare le ceramiche del **gruppo a** hanno un contenuto di SiO₂ (55-57 %), CaO (10-13 %), Fe₂O₃ (in media 7.05 ± 0.15 %) e Al₂O₃ (16-18 %), mentre le ceramiche del **gruppo b** mostrano concentrazioni di SiO₂ (56-58 %), CaO (10-14 %), Fe₂O₃ (in media 7.01 ± 0.57 % in peso) e Al₂O₃ (15-18 %).

Le differenze tra i due gruppi si osservano per lo più per quanto riguarda il contenuto di CaO e Al₂O₃ anche se si possono considerare poco significative come osservato dai diagrammi binari in fig. 6.2. Più precisamente nel diagramma SiO₂ vs. Al₂O₃ (Fig. 6.2a) il **gruppo a** mostra contenuti più elevati di Al₂O₃ rispetto al **gruppo b**. In Fig. 6.2b (SiO₂ vs. CaO), i due gruppi sono disposti su due trend paralleli dovute a piccole variazioni del contenuto di entrambi gli ossidi.

Gli elementi in tracce non mettono in evidenza significative differenze e questo comportamento può essere visto come una caratteristica diagnostica per quanto riguarda le materie prime utilizzate per la produzione. I diagrammi Ni vs. Cr e Zr vs. Rb in Fig. 6.2c-d, mostrano gli stessi trend composizionali per entrambi i gruppi così come per gli altri elementi in tracce (non mostrati).

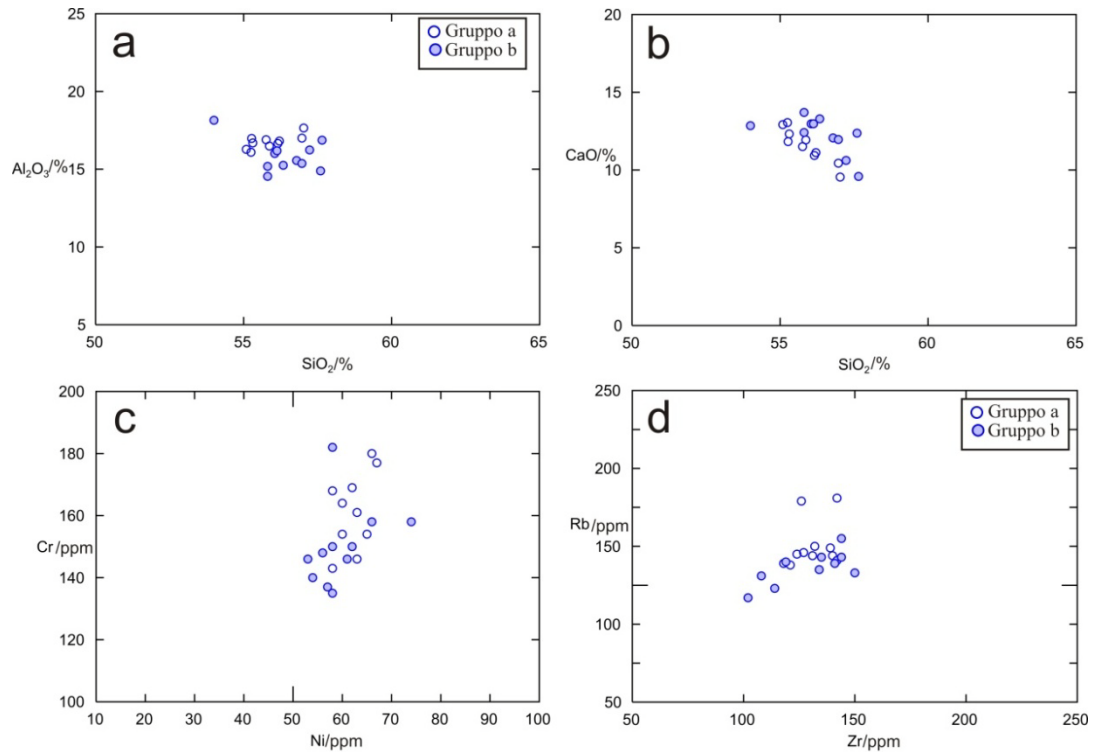


Figura 6.2- Risultati analisi XRF sulla ceramica a vernice nera. Diagrammi binari: a) SiO₂ vs. Al₂O₃; b) SiO₂ vs. CaO; c) Ni vs. Cr; d) Zr vs. Rb.

Tabella 6.1- Risultati delle analisi chimiche XRF eseguite sulle ceramiche a vernice nera locali. Elementi maggiori espressi in ossidi in % peso. Elementi in tracce in ppm.

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>MnO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	<i>TiO₂</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>SOMMA</i>	<i>LOI</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>V</i>	<i>La</i>	<i>Ce</i>	<i>Co</i>	<i>Ba</i>	<i>Nb</i>	<i>Y</i>	<i>Sr</i>	<i>Zr</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Rb</i>	<i>Pb</i>	
Gruppo a																												
<i>VN1</i>	55.27	16.98	7.08	0.08	3.99	11.83	0.96	2.56	0.83	0.41	100	1.84	66	180	169	57	74	18	285	15	22	534	126	19	117	179	14	
<i>VN2</i>	55.76	16.9	7.01	0.1	3.36	11.51	0.47	3.3	0.84	0.74	100	6.39	58	168	174	55	77	20	368	17	26	529	140	31	119	144	20	
<i>VN3</i>	56.21	16.81	7.08	0.1	3.53	11.12	0.53	3.32	0.83	0.49	100	4.74	62	169	152	56	73	14	316	16	25	494	124	17	113	145	14	
<i>VN4</i>	56.97	17	6.81	0.16	3.35	10.44	0.5	3.39	0.82	0.54	100	4.06	60	164	170	55	72	16	350	16	25	526	132	62	105	150	22	
<i>VN5</i>	55.31	16.69	7	0.09	3.59	12.32	0.58	3.22	0.82	0.37	100	3.8	65	154	159	55	71	16	277	16	26	526	127	24	102	146	16	
<i>VN6</i>	57.03	17.65	7.18	0.11	3.46	9.55	0.65	3.11	0.86	0.4	100	2.46	63	146	140	58	89	17	342	20	27	394	139	20	117	149	16	
<i>VN7</i>	55.87	16.49	6.92	0.09	3.44	11.94	0.47	3.38	0.82	0.59	100	7.84	63	161	169	57	68	17	363	17	25	514	131	28	114	144	17	
<i>VN8</i>	55.09	16.28	7.01	0.1	3.6	12.92	0.53	3.24	0.81	0.42	100	6.17	60	154	139	52	73	15	283	16	25	531	121	23	113	138	16	
<i>VN9</i>	56.16	16.66	7.39	0.11	3.53	10.94	0.92	2.92	0.85	0.53	100	3.22	67	177	156	54	83	16	367	18	26	495	142	23	108	181	15	
<i>VN10</i>	55.25	16.09	7.04	0.1	3.43	13.05	0.44	3.25	0.81	0.54	100	8.9	58	143	170	48	71	17	330	16	23	509	118	23	112	139	14	
<i>Media</i>	55.89	16.76	7.05	0.10	3.53	11.56	0.61	3.17	0.83	0.50		4.94	62	162	160	55	75	17	328	17	25	505	130	27	112	152	16	
<i>Dev.St.</i>	0.70	0.43	0.15	0.02	0.18	1.09	0.19	0.25	0.02	0.11		2.32	3	12	13	3	6	2	36	1	1	42	8	13	5	15	3	
Gruppo b																												
<i>VL1</i>	55.81	15.18	6.76	0.16	3.56	13.7	0.61	3.06	0.79	0.37	100	8.18	61	146	128	46	59	17	327	15	27	461	150	26	109	133	25	
<i>VL2</i>	55.81	14.54	8.51	0.13	3.32	12.41	0.47	3.4	0.95	0.48	100	7.32	62	150	138	39	68	17	420	17	19	314	102	10	110	117	19	
<i>VL5</i>	56.05	16.01	6.73	0.09	3.41	12.97	0.49	2.99	0.81	0.44	100	7.29	54	140	143	56	70	14	302	15	24	407	119	18	107	140	15	
<i>VL6</i>	57.6	14.89	6.7	0.12	3.67	12.37	0.65	2.89	0.76	0.35	100	7.76	57	137	122	58	64	19	330	14	27	401	142	28	113	141	21	
<i>VL7</i>	56.79	15.56	6.82	0.1	3.74	12.06	0.58	3.09	0.8	0.46	100	7.7	58	150	134	44	65	18	368	16	27	394	141	32	113	139	42	
<i>VL8</i>	56.97	15.37	6.78	0.12	4	11.96	0.72	3.04	0.77	0.27	100	6.56	58	135	123	29	70	17	398	16	26	378	144	21	108	143	16	
<i>VL9</i>	56.13	16.19	6.84	0.09	3.03	12.97	0.48	3.08	0.8	0.39	100	7.01	53	146	143	31	68	11	334	16	23	409	108	12	93	131	18	
<i>VL10</i>	56.34	15.25	6.66	0.1	3.77	13.29	0.58	2.9	0.78	0.32	100	6.66	56	148	123	49	58	12	283	14	23	398	114	18	108	123	15	
<i>VL11</i>	57.65	16.87	7.69	0.12	2.92	9.59	0.54	3.33	0.86	0.42	100	6.89	74	158	147	44	83	17	417	18	28	353	144	27	108	155	20	
<i>VL13</i>	54	18.15	6.76	0.06	3.26	12.85	0.6	2.65	0.96	0.71	100	8.32	58	182	159	45	82	15	322	19	24	441	135	21	94	143	18	
<i>VL14</i>	57.23	16.24	6.92	0.1	3.98	10.62	0.63	3.11	0.81	0.35	100	7.86	66	158	131	45	73	21	388	16	27	372	134	20	107	135	23	
<i>Media</i>	56.40	15.84	7.02	0.11	3.51	12.25	0.58	3.05	0.83	0.41		7.41	60	150	136	44	69	16	354	16	25	393	130	21	106	136	21	
<i>Dev.St.</i>	1.04	1.02	0.57	0.03	0.36	1.20	0.08	0.20	0.07	0.12		0.60	6	13	12	9	8	3	47	2	3	40	17	7	7	10	8	

6.1.2 Caratterizzazione della vernice nera

- *Micro-analisi (SEM/EDS)*

Le analisi morfologiche e chimiche sono state effettuate su selezionati campioni, quattro per ciascun gruppo (VN1, VN3, VN10, VN8, VL1, VL6, VL7 and VL10).

La Figura 6.3 mostra immagini BSE (elettroni back-scattered) rappresentative di un frammento selezionato dai due gruppi ceramici analizzati. Tutti i campioni mostrano un rivestimento nero ben vetrificato e una forte interfaccia tra la vernice e il corpo ceramico. Lo spessore del rivestimento è di circa 9-13 micron per il **gruppo a** (Fig. 6.3a) e circa 16-19 micron per **gruppo b** (Fig. 6.3b).

Mentre il campione VN1 (gruppo a) è caratterizzato in particolar modo da piccoli cristalli bianchi luminosi (< 1-2 micron), diffusi nella pasta “grigia” della vernice (Fig . 6.3a), il campione rappresentativo VL1 del **gruppo b** mostra un rivestimento molto più omogeneo (rarissimi cristalli bianchi) caratterizzato da microbolle di gas (Fig.6.3b). Non è stato possibile conoscere la composizione chimica di un singolo cristallo bianco considerate le dimensioni, ma la micro-analisi eseguita sui rari aggregati, caratterizzati da dimensioni leggermente maggiori, ha rivelato un altissimo contenuto di Fe_2O_3 .

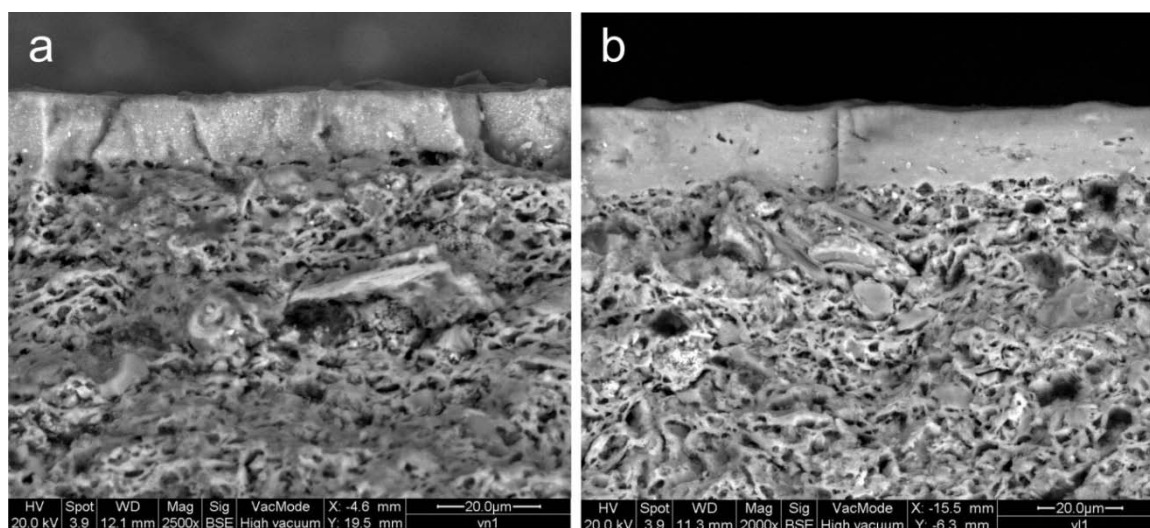


Figura 6.3- Immagini SEM di BSE (elettroni back-scattered): a) campione VN1, b) campione VL1.

L'analisi chimica EDS effettuate sul rivestimento nero ha rivelato variazioni trascurabili all'interno dello stesso gruppo, ma in generale anche tra i due gruppi non si osservano differenze composizionali. In tabella 6.2 sono pertanto state indicate le medie di ciascun gruppo e le relative deviazioni standard.

Entrambi gruppi mostrano un più elevato contenuto di ossido di ferro e inferiore contenuto di ossido di calcio rispetto al corpo ceramico (confronta Tab. 6.2 e Tab. 6.3). K_2O e Fe_2O_3 sembrano mostrare una maggiore variabilità ($\sigma > 2.4$).

Tabella 6.2- Analisi SEM-EDS eseguita sulla vernice nera dei due gruppi di ceramica rinvenuti a Pompei . In tabella sono indicate le medie della composizione chimica espresse in % ossidi e le rispettive deviazioni standard.

	Gruppo a		Gruppo b	
	Media (4 campioni)	Dev. Stand.	Media (4 campioni)	Dev. Stand.
SiO ₂	45.3	1.3	46.8	3.2
TiO ₂	0.67	0.3	0.56	0.15
Al ₂ O ₃	27.4	1.4	27.8	2.2
Fe ₂ O ₃	14.2	3.5	13.5	3.8
MgO	2.46	0.28	2.83	0.85
CaO	0.91	0.16	1.02	0.43
Na ₂ O	1.69	0.83	1.14	0.46
K ₂ O	8.05	2.41	6.43	2.53

- Microscopia Raman (RM)

I risultati delle analisi effettuate tramite la microscopia Raman sulla vernice nera di campioni rappresentativi dei due gruppi di ceramica a vernice nera di Pompei (VN1, VN3, VN5, VN6, VN9, VN10, VL1, VL5, VL6, VL7, VL10) sono mostrati in Tabella 6.3. Ossidi di ferro, ematite e/o magnetite, sono stati identificati in tutti i campioni, l'hercynite è presente soltanto in alcuni campioni del **gruppo a**.

Gli spettri dei campioni VL (**gruppo b**) sono molto semplici. Si osserva infatti un' unica banda chiara intorno a $670-686\text{ cm}^{-1}$ ed è caratteristica della magnetite (Fe_3O_4) (Smith e Clark, 2004) .

I rivestimenti del **gruppo a**, oltre alla magnetite, mostrano bande a circa 225, 293, 410, 498, e 611 cm^{-1} (Fig. 6.4a) che sono attribuibili all'ematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) (Burgio *et al.*, 1997; de Faria *et al.*, 1997; Clark e Curri, 1998; van der Weerd *et al.*, 2004; Centeno *et al.*, 2012). Gli spettri dell'ematite ottenuti sui vari campioni mostrano piccole differenze sia per quanto riguarda la lunghezza d'onda sia l'intensità relativa delle bande. Questo è previsto considerando la sensibilità Raman a diversi fattori quali la dimensione dei cristalli e la stechiometria imperfetta dell'ematite a causa di difetti reticolari, per esempio, i vari ioni metallici che sostituiscono gli ioni ferro all'interno della struttura dell'ossido.

Tabella 6.3 - Fasi mineralogiche riconosciute tramite microscopia Raman sulla vernice nera dei due gruppi di ceramiche di Pompei.

<i>Gruppo a</i>			
<i>VN1</i>	Magnetite		Ematite
<i>VN3</i>	Magnetite	Ercinite	Ematite
<i>VN5</i>	Magnetite		Ematite
<i>VN6</i>	Magnetite	Ercinite	Ematite
<i>VN9</i>	Magnetite		Ematite
<i>VN10</i>	Magnetite		Ematite
<i>Gruppo b</i>			
<i>VL1</i>	Magnetite		
<i>VL5</i>	Magnetite		
<i>VL6</i>	Magnetite		
<i>VL7</i>	Magnetite		
<i>VL10</i>	Magnetite		

I campioni non mostrano bande relative ai silicati, probabilmente a causa del basso grado di cristallinità conseguente al processo di cottura.

La banda Raman a circa 720-758 cm⁻¹ è attribuibile ad una modalità vibrazionale caratteristica dello spinello ercinite (Fig. 7b). In verità questa band potrebbe anche essere considerata per individuare la maghemite (Muralha *et al.*, 2011; Ospitali *et al.*, 2005), la cui banda Raman principale secondo de Faria *et al.*, 1997 si trova a circa 695-720 cm⁻¹. Al contrario dell'ematite e della magnetite, lo spettro della maghemite non è ben definito e la risoluzione sembra dipendere dalla preparazione dei campioni perché è direttamente correlato al grado di cristallinità del materiale. È noto che, in ambiente ossidante, magnetite si trasforma in maghemite (γ -Fe₂O₃) a 200 ° C e in ematite (α -Fe₂O₃) a 400 ° C. Le reazioni inverse sono anche possibili in atmosfera riducente.

Sulla base degli studi precedenti sopra menzionati, in cui ercinite è stata riconosciuta mediante l'utilizzo di altre tecniche analitiche (XRD) effettuate su ceramiche a vernice nera italiane (Maggetti *et al.*, 1981; Tite *et al.*, 1982; Mirti e Davit, 2001; Ghiozzo *et al.*, 2004; Ospitali *et al.*, 2005), si considera che la banda osservata a circa 750 cm⁻¹ è attribuibile all'ercinite (fig.7b).

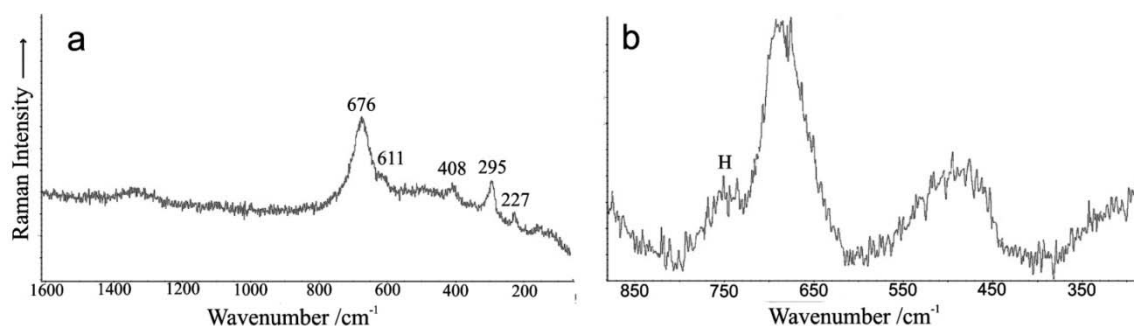


Figura 6.4. Spettri Raman caratteristici del **gruppo a** : a) area in cui sia magnetite (676 cm⁻¹) che ematite (611-408-295-227 cm⁻¹) sono state rilevate; b) banda dell'ercinite (H) (758 cm⁻¹).

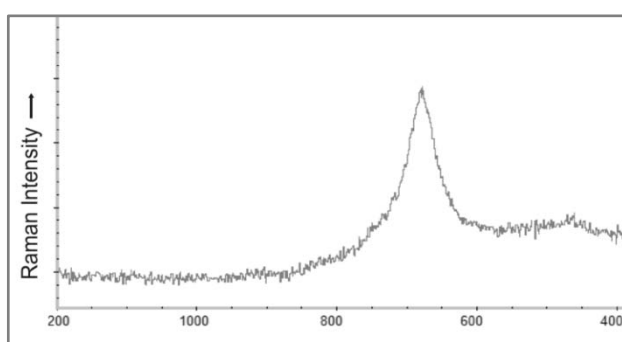


Figura 6.5 . Spettro Raman caratteristico del **gruppo b**. Solo il picco della magnetite è stato rilevato.

6.1.3 Risultati delle analisi sui materiali argillosi campionati

- Analisi granulometrica

Considerando l'omogeneità osservata, l'analisi granulometrica è stata eseguita su un totale di 8 campioni - 4 campioni per ciascuna area considerata, Ogliara e Montecorvino.

I risultati ottenuti sono mostrati in tabella 6.4. I campioni analizzati mostrano per entrambe le aree campionate le stesse caratteristiche granulometriche. Sulla base del diagramma classificativo di Shepard, 1954 si tratta di silt argilloso per tutti i campioni ad eccezione del campione MCV_1 che mostra una percentuale maggiore di argilla (56% rispetto alla media 37% degli altri campioni) pertanto classificabile come argilla siltosa sabbiosa.

Tabella 6.4 Risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni di Ogliara e Montecorvino Rovella

<i>Sigla campione</i>	<i>Sabbia</i>	<i>Silt</i>	<i>Argilla</i>
<i>Ogliara</i>			
<i>OGL_1</i>	16	56	28
<i>OGL_2</i>	12	52	36
<i>OGL_3</i>	3	56	41
<i>OGL_5</i>	7	48	45
<i>Montecorvino Rovella</i>			
<i>MCV_1</i>	3	44	53
<i>MC2_2</i>	7	54	39
<i>MC2_3</i>	11	58	31
<i>MC2_4</i>	5	58	37

- Analisi mineralogica (XRD)

L'analisi mineralogica eseguita sui campioni di argilla prelevati ad Ogliara e a Montecorvino Rovella mostrano la presenza di quarzo, calcite, clorite, illite/smectite, feldspati e dolomite in tutti i campioni analizzati.

- Analisi chimica (XRF)

In tabella 6.5 sono riportate le concentrazioni degli elementi maggiori (in % peso), minori ed alcuni elementi in tracce (in ppm), ottenuti tramite analisi chimica XRF sui materiali argillosi prelevati nell'area di Salerno, Ogliara (sigla OGL) e Montecorvino Rovella (sigla MCV e MC2). Si osserva una grande similarità compositiva tra tutti i campioni dei due affioramenti campionati sia per quanto riguarda gli elementi maggiori che per quanto riguarda gli elementi in tracce.

Considerando gli elementi più rappresentativi i campioni di Ogliara mostrano in media SiO₂ (54.4 ± 1.2 %), Al₂O₃ (16.1 ± 0.7 %), CaO (14.7 ± 1.4%), Ni (53 ± 7 ppm), Cr (136 ± 12 ppm), V (167 ± 7 ppm), Sr (519 ± 75 ppm), Zr (124 ± 4 ppm). I campioni di Montecorvino Rovella presentano SiO₂ (53.7 ± 0.8 %), Al₂O₃ (15.8 ± 0.4%), CaO (15.7 ± 1.3%), Ni (57 ± 7 ppm), Cr (137 ± 5 ppm), V (152 ± 10 ppm), Sr (583 ± 49 ppm), Zr (128 ± 1 ppm).

- *Provini di cottura: Analisi petrografica*

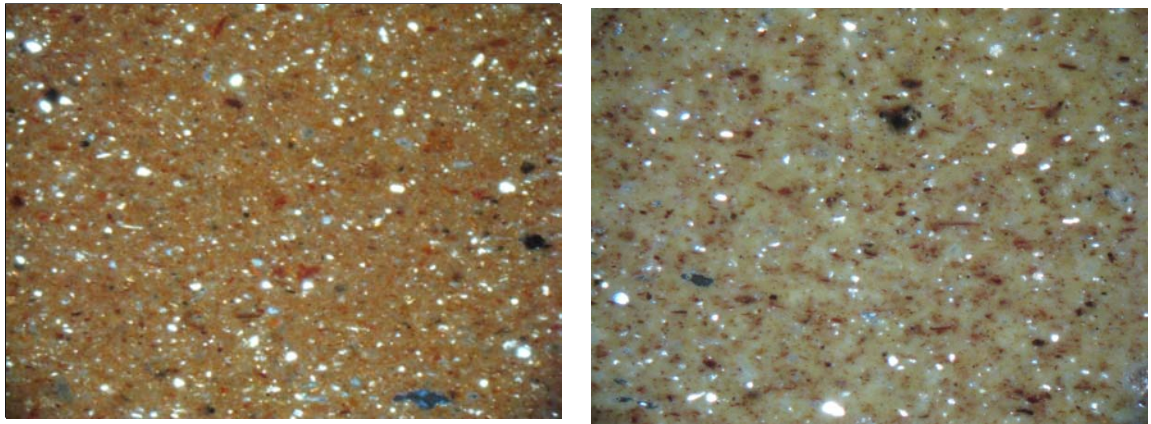


Figura 6.6 Micrografie dei due provini di argilla cotta. a) Provino cotto a 900°C, nicols incrociati (15x); b) Provino cotto a 1100°C, nicols incrociati (15x)

Trattandosi dello stesso campione OGL_2, i due provini sottoposti ad analisi petrografica mostrano le stesse caratteristiche ottiche.

Entrambi i campioni mostrano la presenza di rari i micro vuoti, meno presenti per il campione cotto a 1100°C. Il packing è molto spaziato e la distribuzione degli inclusi è circa del 4% per il campione a 900°C. Più bassa (<2%) per il campione a 1100°C, poiché si assiste alla perdita della cristallinità della matrice dovuta alla cottura a maggiore temperatura.

La matrice appare omogenea di colore rosso bruno per il campione a 900°C, di colore giallo-verde nel provino a 1100°C. Entrambe sono otticamente negative. Lo smagrante mostra dimensioni massime di 0.15 mm ed è costituito da quarzo, feldspati, rara mica bianca e ossidi opachi (Fig. 6.6). Si osservano resti di microfossili. Nel campione a 1100°C si distinguono solo il quarzo e i feldspati.

6.2 Risultati delle analisi archeometriche eseguite sulle ceramiche non locali

- *Analisi XRF*

I risultati delle analisi XRF eseguite sui campioni di ceramica a vernice nera di tipo Campana A e a pasta grigia sono mostrate in tabella 6.6. Come si osserva la Campana A è caratterizzata da un basso contenuto di CaO < 5% e un contenuto di SiO₂ in media di 60.5 ± 1.2%. La pasta grigia è invece caratterizzata da un contenuto di CaO di 9.3 ± 2.9% e di SiO₂ in media di 58.1 ± 1.8%.

Tabella 6.5- Risultati delle analisi chimiche XRF eseguite sulle argille Mio-Plioceniche campionate in provincia di Salerno (Ogliara e Montecorvino Rovella). Elementi maggiori espressi in ossidi in % peso. Elementi in tracce in ppm.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SOMMA	LOI	Ni	Cr	V	La	Ce	Co	Ba	Nb	Y	Sr	Zr	Cu	Zn	Rb	Pb	
<i>Ogliara</i>																												
OGL_1	54.97	15.84	6.68	0.08	3.60	14.70	0.39	2.75	0.83	0.16	100	17.53	46	121	158	34	65	15	240	14	26	460	127	25	100	130	19	
OGL_2	55.03	15.83	6.90	0.09	3.50	14.55	0.40	2.70	0.82	0.18	100	17.79	45	128	163	37	64	16	223	14	26	476	128	26	104	126	17	
OGL_3	55.79	17.26	6.43	0.06	3.52	12.47	0.33	3.11	0.86	0.17	100	16.68	56	153	177	36	65	15	263	15	27	475	123	30	115	148	19	
OGL_4	52.83	15.57	7.26	0.12	3.48	16.17	0.78	2.79	0.80	0.20	100	18.71	58	140	168	34	65	18	213	14	25	639	120	31	106	134	20	
OGL_5	53.48	15.89	7.10	0.10	3.70	15.38	0.47	2.89	0.81	0.17	100	18.19	61	137	170	30	68	21	204	14	26	547	120	27	108	137	20	
Media	54.42	16.08	6.87	0.09	3.56	14.65	0.47	2.85	0.82	0.18		17.78	53	136	167	34	65	17	229	14	26	519	124	28	107	135	19	
Dev.Stand.	1.22	0.67	0.33	0.02	0.09	1.38	0.18	0.16	0.02	0.01		0.76	7	12	7	3	2	3	23	0	1	75	4	2	6	8	1	
<i>Montecorvino Rovella</i>																												
MCV_1	54.69	16.34	6.58	0.09	3.75	14.08	0.51	2.96	0.82	0.17	100	14.49	65	144	167	38	69	17	248	14	26	507	128	24	111	138	16	
MC2_1	52.43	15.26	6.85	0.12	3.65	17.59	0.48	2.64	0.79	0.19	100	23.57	49	131	146	41	61	13	232	13	26	637	127	29	97	122	16	
MC2_2	53.69	15.97	6.82	0.10	3.65	15.43	0.55	2.80	0.82	0.17	100	18.45	63	137	153	42	62	17	245	14	26	571	128	29	105	132	17	
MC2_3	53.60	15.98	6.88	0.10	3.52	15.57	0.52	2.83	0.82	0.18	100	18.08	53	134	152	40	56	16	257	14	27	591	129	29	106	130	18	
MC2_4	54.02	15.51	6.64	0.09	3.65	15.78	0.52	2.82	0.79	0.18	100	17.54	57	141	142	21	60	17	275	13	26	608	130	33	109	132	16	
Media	53.69	15.81	6.75	0.10	3.65	15.69	0.52	2.81	0.81	0.18		18.43	57	137	152	36	62	16	251	14	26	583	128	29	106	131	17	
Dev.Stand.	0.82	0.43	0.14	0.01	0.08	1.25	0.02	0.12	0.02	0.01		3.27	7	5	10	9	5	2	16	1	0	49	1	3	5	6	1	

Tabella 6.6- Risultati delle analisi chimiche XRF eseguite sui campioni di ceramica Campana A e a pasta grigia. Elementi maggiori espressi in ossidi in % peso. Elementi in tracce in ppm.

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>MnO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	<i>TiO₂</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>SOMMA</i>	<i>LOI</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>V</i>	<i>La</i>	<i>Ce</i>	<i>Co</i>	<i>Ba</i>	<i>Nb</i>	<i>Y</i>	<i>Sr</i>	<i>Zr</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Rb</i>	<i>Pb</i>	
<i>Campana A</i>																												
CA1	60.84	18.40	5.78	0.15	1.96	3.92	3.02	4.99	0.77	0.17	100	1.78	26	61	89	88	178	12	265	52	41	197	356	30	103	273	46	
CA2	59.89	19.03	6.11	0.14	2.10	3.97	2.67	5.09	0.81	0.18	100	2.03	30	71	104	104	185	14	242	53	39	182	353	15	108	277	39	
CA3	61.01	18.68	5.59	0.15	1.93	3.47	3.14	5.09	0.76	0.19	100	2.20	24	61	90	87	170	12	290	47	37	194	330	14	105	266	45	
CA4	60.70	18.68	5.79	0.15	1.96	3.71	3.25	4.82	0.77	0.17	100	2.63	24	65	92	98	179	9	255	49	38	184	339	13	101	261	34	
CA5	60.94	18.83	5.87	0.15	1.99	3.29	3.10	4.88	0.78	0.17	100	1.60	25	68	91	97	186	15	260	49	38	173	341	15	109	262	56	
CA6	60.73	18.69	5.76	0.16	1.97	3.68	3.20	4.86	0.77	0.18	100	1.71	31	72	96	91	184	8	264	52	41	188	356	17	108	266	39	
CA7	61.14	18.27	5.66	0.15	2.05	4.16	3.16	4.51	0.75	0.16	100	2.03	29	67	89	92	173	11	251	46	38	202	325	12	102	241	35	
CA8	60.75	18.91	5.80	0.16	1.92	3.30	3.00	5.22	0.77	0.18	100	1.36	24	65	93	99	177	12	262	50	37	180	339	18	105	270	49	
CA9	60.60	18.51	5.73	0.18	1.94	3.90	3.28	4.90	0.77	0.17	100	1.51	24	60	91	93	176	11	255	53	40	193	363	33	105	267	39	
CA10	61.16	18.74	5.58	0.15	1.85	3.08	3.54	4.99	0.77	0.15	100	2.59	23	59	89	95	196	13	247	57	42	170	388	14	103	267	38	
CA11	61.10	18.20	7.25	0.17	2.74	5.30	0.88	3.00	0.94	0.42	100	2.46	65	163	146	62	107	24	517	21	30	191	162	19	127	144	19	
CA12	56.69	20.82	7.13	0.13	3.35	5.08	1.05	4.66	0.95	0.16	100	2.15	57	132	140	64	116	24	550	25	37	192	193	39	134	254	29	
Media	60.46	18.81	6.00	0.15	2.15	3.91	2.77	4.75	0.80	0.19		2.00	32	79	101	89	169	14	305	46	38	187	320	20	109	254	39	
Dev.st.	1.18	0.65	0.55	0.01	0.42	0.65	0.83	0.56	0.07	0.07		0.40	13	32	19	13	27	5	103	11	3	9	66	9	10	34	9	
<i>Pasta grigia</i>																												
G1	59.97	16.70	6.16	0.11	2.50	7.87	1.60	3.72	0.76	0.61	100	4.91	36	104	127	70	127	11	398	33	31	361	250	18	101	191	35	
G2	57.94	15.35	6.75	0.09	4.16	10.50	0.87	3.23	0.78	0.32	100	7.27	57	160	112	52	69	17	376	15	26	369	136	24	115	122	22	
G3	56.63	16.39	7.24	0.11	3.46	11.20	0.51	3.33	0.83	0.31	100	6.02	67	160	145	56	77	16	325	16	21	401	111	10	95	134	43	
G4	56.31	16.25	6.98	0.10	3.52	11.98	0.59	3.12	0.80	0.34	100	5.25	61	147	165	51	69	19	347	15	23	462	120	14	85	143	35	
G5	56.71	16.97	7.17	0.10	3.25	10.76	0.48	3.34	0.82	0.39	100	5.25	62	153	143	54	73	16	359	16	26	448	136	15	88	152	28	
G6	61.02	18.83	5.80	0.15	1.99	3.39	3.18	4.71	0.77	0.16	100	1.73	25	70	97	91	181	13	252	50	38	183	347	13	105	267	76	
Media	58.10	16.75	6.68	0.11	3.15	9.28	1.21	3.58	0.79	0.35		5.07	51	132	132	62	99	15	343	24	28	371	183	16	98	168	40	
Dev.st.	1.80	1.06	0.53	0.02	0.71	2.92	0.96	0.54	0.03	0.13		1.84	17	37	25	16	46	3	51	14	6	101	95	5	11	54	19	

6.3 Discussione dei dati

6.3.1 Ceramiche a vernice nera locali

- *Considerazioni tecnologiche*

Le analisi petrografiche (OM) e le analisi chimiche XRF eseguite sulle ceramiche a vernice nera di probabile produzione locale, hanno permesso di ottenere informazioni relative alle materie prime utilizzate nel corso dei secoli (IV-I a.C.) per la produzione di questa classe ceramica. Si conferma per entrambi i **gruppi a e b** analizzati, l'impiego di materiali argillosi calcarei (visto il contenuto di $\text{CaO} > 10\%$) e considerata la similarità composizionale osservata sia petrograficamente che chimicamente in particolare per quanto riguarda gli elementi in tracce, si può ipotizzare l'utilizzo delle stesse materie prime.

Le piccole differenze nel contenuto degli elementi maggiori potrebbero essere invece dovute a processi tecnologici che nel tempo sono cambiati in seguito anche alla comparsa della ceramica Campana come è stato già osservato in altri siti del Mediterraneo.

Le analisi mineralogiche non forniscono informazioni sulle materie prime ma danno per lo più indicazioni relative alla tecnologia di produzione. Le stesse fasi mineralogiche sono state rilevate in entrambe le produzioni. La presenza di minerali di neo-formazione quali diopside, wollastonite e gehlenite, indicano temperature di cottura maggiori di $1000\text{ }^\circ\text{C}$ (Riccardi *et al.*, 1999; Cultrone *et al.*, 2001; Grifa *et al.*, 2009; Rathossi e Pontikes, 2010; Maggetti *et al.*, 2011). Questo risultato è coerente con le temperature di cottura generalmente riportate per le ceramiche a vernice nera rinvenute in altri siti del Mediterraneo (Maggetti *et al.*, 1981; Tite *et al.*, 1982; Mirti e Davit, 2001). Anche gli spettri Raman ottenuti sulla vernice nera sono coerenti con i risultati acquisiti in studi precedenti con altre metodologie analitiche. Maggetti *et al.*, 1981 e successivamente Maniatis *et al.*, 1993 hanno definito la vernice nera come una sospensione a grana fine di un'argilla illitica non calcarea che veniva posta sulla superficie asciutta del corpo ceramico (per immersione o per spennellamento). Il colore nero si sviluppa in seguito al ciclo di cottura in ambiente alternato – ossidante- riducente- ossidante. Nella prima fase (cottura ossidante), appare l'ematite e il corpo ceramico diventa rosso. Nella seconda fase (riducente), che avviene alla massima temperatura ($>950^\circ\text{C}$) si ottiene la sinterizzazione della matrice argillosa superficiale che diventa impermeabile all'ossigeno, mentre la formazione di magnetite e/o ercinite apportano la colorazione nera. Nell'ultima fase (raffreddamento in fase ossidante), non avvengono cambiamenti per quanto riguarda la vernice nera ormai fusa mentre gli ossidi di ferro nel corpo ceramico poroso precedentemente ridotti tornano ad ossidarsi.

Le vernici nere analizzate tramite analisi chimica SEM- EDS dei due gruppi ceramici non hanno mostrato differenze composizionali tra loro (Tabella 6.2). Le differenze sono correlate al contenuto

mineralogico ovvero la presenza di magnetite (Fe_3O_4), ematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) e in alcuni casi di ercinite (FeAl_2O_4) nei campioni del **gruppo a** e di magnetite solo nel **gruppo b**. Queste fasi mineralogiche permettono di ottenere alcune informazioni tecnologiche sul processo di cottura, in particolare per quanto riguarda la fase riducente, in cui è determinata la qualità del rivestimento nero. In generale la presenza di due fasi spinello (ercinite e magnetite) è dovuta ad un processo di smescolamento durante il raffreddamento che coinvolge una fase spinello omogenea, una soluzione solida hercynite-magnetite, precedentemente formatasi durante la fase di cottura in ambiente riducente (Maggetti et al., 1981). Tale soluzione solida hercynite - magnetite si separerà in due specie distinte (una hercynite e una fase magnetite) nel processo di raffreddamento, in particolare se la temperatura si abbassa lentamente.

Nei due gruppi di Pompei, la presenza di due spinelli solo nei campioni del **gruppo a** non è legato alla differenza di composizione (cioè rapporto Al/Fe) come dimostrato da analisi SEM/EDS, ma la stabilità delle due fasi è inoltre particolarmente influenzata dalla fugacità dell'ossigeno, $f\text{O}_2$. Possiamo ipotizzare che anche questo parametro sia stato differente nelle due cotture. In particolare, $f\text{O}_2$ è stata inferiore per il **gruppo a**, la cui vernice contiene una fase più ridotta (ercinite) rispetto al **gruppo b** la cui vernice contiene solo magnetite (Maniatis *et al.*, 1993).

Le differenze tra i processi di cottura per i due gruppi sono anche avvalorati dall'analisi morfologica al SEM. Le prove di fusione con le caratteristiche bolle nella vernice nera del **gruppo b** può suggerire temperature più elevate durante la fase di riduzione, come indicato da Vendrell-Saz et al. (1991), ma può anche confermare un raffreddamento più veloce rispetto al **gruppo a**. Queste condizioni potrebbero avere impedito anche la formazione dell'ercinite come precedentemente detto.

Pertanto la presenza di cristalli bianchi diffusi nel rivestimento dei campioni del **gruppo a** può invece corroborare una fase riducente più lunga durante la cottura e una fase di raffreddamento più lenta, che ha consentito lo sviluppo dei cristalli di ossido di ferro e anche di spinello.

Per entrambi i gruppi di ceramica, le composizioni delle vernici dei campioni studiati (tramite SEM/EDS) sottoposte a confronto con le composizioni del corpo ceramico (tramite XRF), mette in evidenza la diminuzione di silicio e calcio e l'arricchimento di alluminio, ferro e potassio. Questi sono gli effetti più rilevanti della selezione e della depurazione delle argille per poter diventare adatte alla produzione della vernice nera. Secondo le indicazioni di Mirti et al. (1996), il più alto rapporto allumina/silice della vernice rispetto al corpo ceramico insieme anche al maggior contenuto di potassio, può essere interpretata come un'indicazione dell'arricchimento di componenti illitici nelle argille utilizzate per la produzione delle vernici nere.

- Provenienza

Una volta appurate le similarità composizionali tra i due gruppi analizzati e le diversità dovute alla tecnologia di produzione, si è passati a individuare la possibile materia prima utilizzata per la produzione di questa classe ceramica. Tale ricerca è risultata fondamentale soprattutto per poter avvalorare l'ipotesi di provenienza locale dei campioni rinvenuti durante gli scavi IE 1980-1981. Tuttavia l'assenza di un impasto vulcanico e la presenza di microfossili mostrati petrograficamente attestano una origine non vulcanica delle materie prime. Probabilmente sulla base delle evidenze archeologiche, un atelier di ceramica a vernice nera era operante nel periodo IV – I secolo a.C. nella zona del Forum, ma le materie prime, adatte per la produzione di questa ceramica fine, non erano proprio disponibili nei pressi di Pompei. Sulla base delle indicazioni archeometriche (Peña e McCallum, 2009) e delle caratteristiche geologiche dell'area studiata, i possibili materiali argillosi utilizzati sono stati campionati in provincia di Salerno, nella frazione di Ogliara e a Montecorvino Rovella. Si tratta di argille calcaree (in media 15% di CaO) appartenenti alla sequenza sedimentaria Mio-pliocenica del Bacino di Salerno. I due affioramenti campionati mostrano tra loro una grande similarità composizionale sia chimicamente che mineralogicamente.

Effettuando il confronto tra le ceramiche e le argille mediante diagrammi binari (Fig. 6.7a-b), si mette in evidenza una grande compatibilità composizionale sia per quanto riguarda gli elementi maggiori rappresentativi (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) che per quanto riguarda gli elementi in tracce (Ni, Cr, Zr, V). Una leggera differenza si osserva nel diagramma binario SiO_2 vs. CaO in cui un maggiore contenuto di CaO (in media 15%) caratterizza le argille rispetto alle ceramiche a vernice nera (in media 12%). Tale fattore potrebbe essere dovuto al fatto che prima della lavorazione, la materia prima veniva preparata e depurata di eventuali impurità tra cui i grani più grossolani ma anche eventuali fossili calcarei. Tale processo tecnologico può spiegare la diminuzione indiretta di calcio e l'arricchimento di silice nelle argille lavorate (Kilikoglou et al, 1988; Fabbri, 1996) e trova conferma nel fatto che per quanto riguarda gli elementi in tracce (particolarmente importanti negli studi di provenienza) non si osservano variazioni (Fig.6.7c-d.).

Un'ulteriore conferma è stata ottenuta dalla similarità composizionale petrografica e mineralogica delle ceramiche analizzate con i provini sperimentali di argilla cotta a 900°C (Fig. 6.8). In particolar modo si è potuto attestare che l'argilla tal quale cotta, mostra una maggiore affinità con il **gruppo b** meno depurato rispetto al **gruppo a**, a conferma di una lavorazione meno accurata, come era stato precedentemente ipotizzato sulla base delle analisi petrografiche.

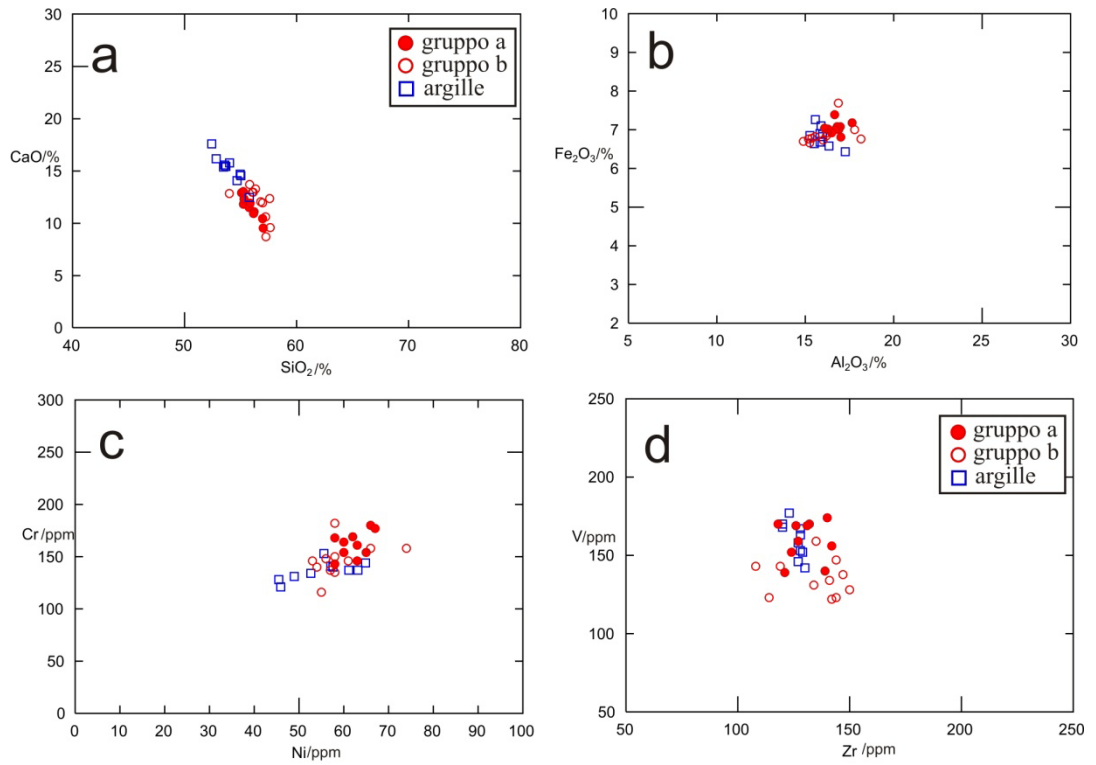


Figura 6.7- Confronto argille-ceramiche- Diagrammi binari: a) SiO₂ vs. CaO; b) Al₂O₃ vs. Fe₂O₃; c) Ni vs Cr; d) Zr vs.V

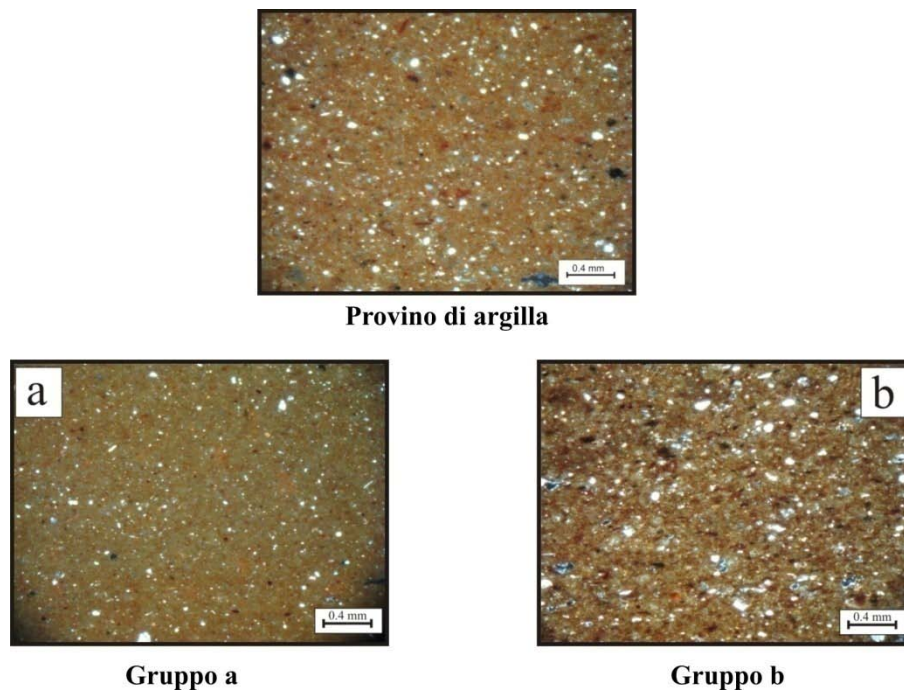


Figura 6.8 - Confronto petrografico tra un provino di argilla (sopra) e i due gruppi di ceramica a vernice nera (sotto).

6.3.2 Ceramiche a vernice nera non locali

I risultati delle analisi chimiche XRF eseguite sulle ceramiche considerate di produzione non locale, appartenenti alla tipologia Campana A e pasta grigia, sono state confrontate con le produzioni locali, analizzate nel seguente studio e con analisi di letteratura al fine di riuscire a confermare o confutare le ipotesi archeologiche. Le analisi di letteratura considerate, sono relative alla ceramica Campana A che, come precedentemente detto (vedi cap. 3), risulta una classe ceramica prodotta nella Baia di Napoli mediante l'utilizzo di argille di Ischia e diffusa in tutto il Mediterraneo dal II sec. a.C.. Tali ceramiche sono state anche oggetto di numerosi studi archeometrici, che hanno avuto lo scopo di verificare la provenienza di campioni rinvenuti in diversi siti archeologici (Mirti *et al.*, 1998, Mirti e Davit, 2001, Belvedere *et al.*, 2006). Per semplicità il confronto qui eseguito, ha considerato i dati di Belvedere *et al.*, 2006 poichè ottenuti con la stessa metodologia analitica (XRF).

Per evidenziare i risultati, relativi alle ceramiche studiate, i diagrammi binari mostrati in fig.6.9, mostrano l'area occupata dai campioni di letteratura (area verde) e dai campioni locali (area gialla) e non i singoli punti.

Come si osserva i campioni di Campana A ricadono perfettamente nell'area occupata dai dati di Belvedere *et al.*, 2006 sia per quanto riguarda gli elementi maggiori (Fig. 6.9a) che per quanto riguarda gli elementi in tracce (Fig.6.9b). Dal diagramma SiO_2 vs CaO si evidenzia il basso contenuto di CaO per le ceramiche Campana A, prodotte con argille non calcaree ($\text{Ca} < 6\%$). Nei diagramma V vs. Ce e Ni vs. Cr è possibile osservare il distacco di due campioni CA11 e CA12 che mostrano in realtà composizioni simili alle ceramiche locali per quanto riguarda questi elementi. Tali campioni potrebbero anche non essere stati prodotti nella Baia di Napoli ma rappresentare dei campioni d'imitazione poichè tale procedura di riprendere le forme e le caratteristiche della ceramica Campana (A, B e C) era molto diffusa (Ghiozzo *et al.*, 2004).

Per quanto riguarda la pasta grigia il confronto con la ceramica locale prima analizzata (vedi tab. 6.2) ha messo in evidenza una grande similarità composizionale sia per quanto riguarda gli elementi maggiori che gli elementi in tracce. Dal diagramma SiO_2 vs. CaO emerge che soltanto il campione G1 e il campione G6 ricadono fuori dall'area della vernice nera di Pompei. In particolare il campione G6 mostra concentrazioni simili alla Campana A. Tale caratteristica si riscontra anche per gli elementi in tracce. Sia nel diagramma V vs. Ce che in Ni vs. Cr il campione G1 continua a ricadere nel mezzo tra l'area della campana A e della vernice nera, mentre il campione G6 si ritrova sempre nel campo della Campana A. L'analisi multivariata PCA ottenuta considerando come variabili Al_2O_3 , Na_2O , CaO , Fe_2O_3 , Sr, Zr, Ce, Ni, Cr e V, conferma le informazioni ottenute tramite i diagramma binari. Sulla base di questi risultati è possibile definire che il gruppo della pasta grigia probabilmente risulta una produzione locale diversa, influenzata

dalle produzioni grigie della Puglia e della Basilicata. Il campione G6, considerando la compatibilità composizionale con la ceramica Campana A potrebbe rappresentare una ceramica mal cotta. Il campione G1 potrebbe essere considerato un prodotto extra-regionale.

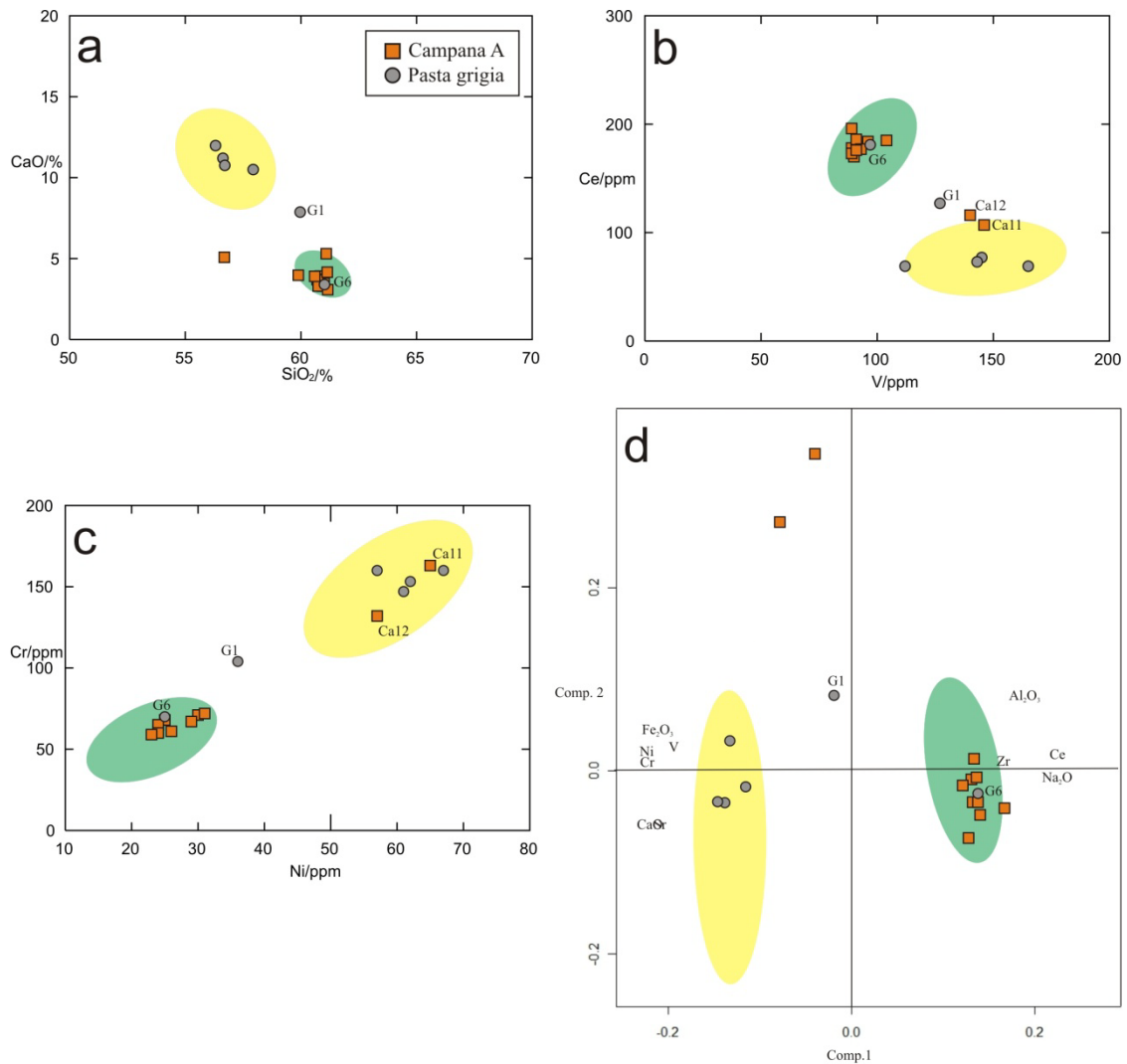


Figura 6.9- Confronto tra i campioni Campana A e i campioni a pasta grigia rinvenuti a Pompeii con i dati di letteratura di Belvedere *et al.*, 2006 (area verde) e i campioni di ceramica a vernice nera locali analizzati nel seguente lavoro (area gialla). a) Diagramma binario SiO_2 vs. CaO ; b) Diagramma binario V vs. Ce ; c) Diagramma binario Ni vs. Cr ; d) PCA ottenuta considerando i seguenti elementi CaO , Fe_2O_3 , Na_2O , Ni , Cr , V , Zr , Ce e Sr .

Capitolo 7- *Il materiale votivo*

7.1 Risultati delle analisi archeometriche

Il materiale votivo è stato analizzato in maniera preliminare mediante analisi petrografica, al fine di riuscire a discriminare i diversi gruppi e ottenere indicazioni relative alla provenienza.

7.1.1 *Analisi petrografica (MO)*

L'analisi petrografica è stata suddivisa sulla base dei differenti materiali votivi: statuette, *thymiatheria*, ceramica miniaturistica.

Statuette

Sulla base delle caratteristiche petrografiche sono state riconosciute sostanzialmente due produzioni diverse, la prima costituita dai campioni p41, p43, p44, p45, p46. La seconda dai campioni p48 (Fig. 7.1).

1. p41-p43-p44-p45-p46

I seguenti campioni mostrano una porosità caratterizzata da vuoti schiacciati e allungati, sono presenti anche diffusi microvuoti di forma irregolare. Il packing risulta spazioso. La matrice risulta per lo più disomogenea di colore arancio bruno e mostra bande più scure. È otticamente attiva.

Lo smagante mostra una distribuzione bimodale, costituito da una frazione fine dalle dimensioni medie di 0.1 e mostrante spigoli vivi. La frazione grossolana mostra dimensioni massime di 0.32 mm ed è caratterizzata da rari clasti di 1 mm. Si osservano pirosseni (verdi, verde pallido e incolore), plagioclasio, quarzo, biotite, sanidino, rara olivina, anfibolo e leucite. Presenti diffusi inclusi vulcanici con tessitura trachitica, altri con tessitura glomeroporfirica, vetro, frammenti di lava a leucite e scorie. Sporadici grumi di argilla e chamotte e calcite micritica nella porosità nei campioni p44 e p45.

Il campione p45 mostra una minore distribuzione della frazione grossolana.

Il campione p46 mostra una maggiore distribuzione della frazione fine con dimensioni massime di 0.08 mm. La frazione grossolana è per lo più costituita da quarzo, pirosseni, plagioclasio, biotite, olivina e sanidino e mostra rari inclusi con tessitura trachitica.

2. p48

Il campione p48 mostra la presenza di micro vuoti di forma irregolare. Si osservano rari vuoti leggermente schiacciati e allungati. Il packing risulta spaziato. La matrice, micacea, mostra una colorazione arancio bruno otticamente inattiva. Lo smagrante è costituito da grani dalle dimensioni medie di 0.12 mm con rari clasti di 0.6 mm ed è costituito da quarzo, plagioclasio, muscovite, K-feldspato e ossidi di ferro. Si osserva calcite micritica nella porosità e abbondanti resti di microfossili.

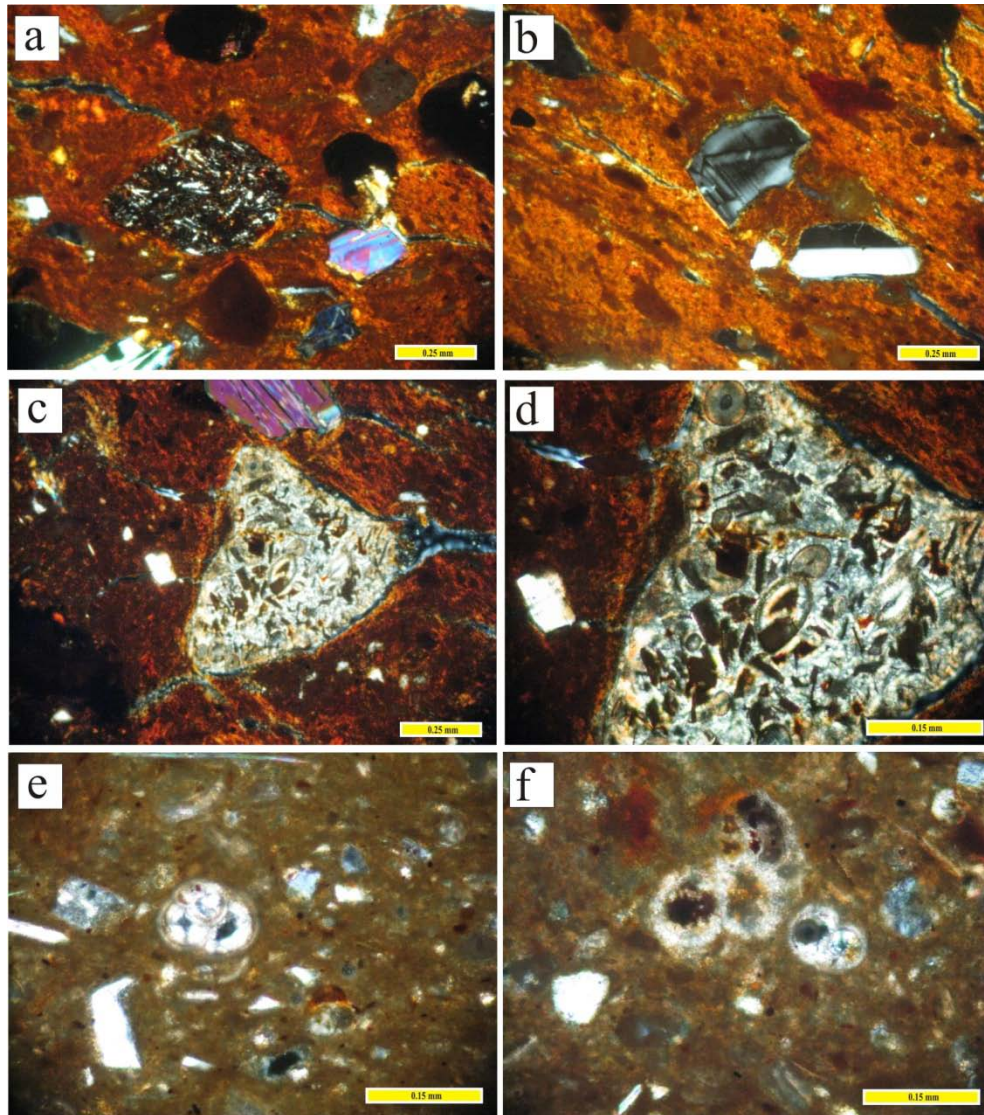


Figura 7.1- Microfotografie dei campioni di statuette - a) campione p43- XPL (30x); b) p43 -XPL (30x); c) p44- XPL- (30x); d) p44 XPL (60x); e) p48-XPL (60x); f) p48-XPL (60x)

Thymiateria

Sulla base delle caratteristiche petrografiche (Fig.7.2) i campioni sono stati così raggruppati:

1. p49-p51

Tali campioni mostrano vuoti schiacciati e allungati con rari microvuoti di forma irregolare. Il packing risulta poco spaziato. La matrice appare omogenea e mostra una colorazione da arancio a rosso bruno ed è otticamente attiva. Lo smagrante mostra una distribuzione bimodale. La frazione fine ha dimensioni in media di 0.04 mm e risulta costituita per lo più da minerali felsici (quarzo e feldspati). La frazione grossolana è in media di 0.28 mm ma sono presenti rari inclusi di dimensione maggiore di 0.7 mm. Mostra la presenza di cristalli di pirosseni (verde pallido, incolore e verde scuro), sanidino, plagioclasio e leucite. Diffusi inclusi a tessitura olocristallina formati da plagioclasio e pirosseni, altri inclusi con tessitura trachitica e porfirica. Si osservano scorie. Rari frammenti di rocce carbonatiche (quarzo-areniti e calcareniti) e microfossili ancora conservati. Sporadici grumi di argilla.

2. p56

Il campione p56 mostra micro vuoti di forma irregolare, altri rari vuoti leggermente schiacciati e allungati. Il packing risulta spaziato. La matrice micacea mostra una colorazione arancio bruno ed è otticamente inattiva.

Lo smagrante è costituito da grani dalle dimensioni medie di 0.12 mm con rari clasti di 0.6 mm ed è costituito da quarzo, plagioclasio, muscovite, K-feldspato e ossidi di ferro. Si osserva calcite micritica nella porosità e abbondanti resti di microfossili.

3. p58-p61

Tali campioni mostrano vuoti schiacciati e allungati e il packing risulta poco spaziato. La matrice è omogenea e di color arancio ed è otticamente attiva.

Lo smagrante mostra una distribuzione bimodale. La frazione fine ha dimensioni in media di 0.08 mm ed è costituita per lo più da quarzo e feldspati. La frazione grossolana mostra dimensioni medie di 0.28 mm e rari inclusi di dimensione di 0.5 mm. Si osservano pirosseni (verde pallido, incolore e verde scuro), plagioclasio, anfibolo, olivina. Diffusi anche inclusi con tessitura trachitica, vetro e scorie.

4. p63

Il campione mostra vuoti schiacciati e allungati, micro vuoti e micro vescicole di forma irregolare. Il packing risulta poco spaziato. La matrice omogenea, mostra una colorazione arancio bruno ed è parzialmente attiva.

Lo smagrante mostra dimensioni massime di 0.16 mm. Presenti rari clasti di dimensione maggiore di 0.6 mm. Si osservano inclusi di pirosseni (verde pallido, incolore e verde scuro), sanidino, plagioclasio, olivina, biotite, leucite. Da rari ad assenti cristalli di calcite. Sono diffusi gli inclusi

vulcanici mostranti tessitura trachitica (di cui uno con dimensioni di 1.5 mm) e porfirica e scorie vulcaniche.

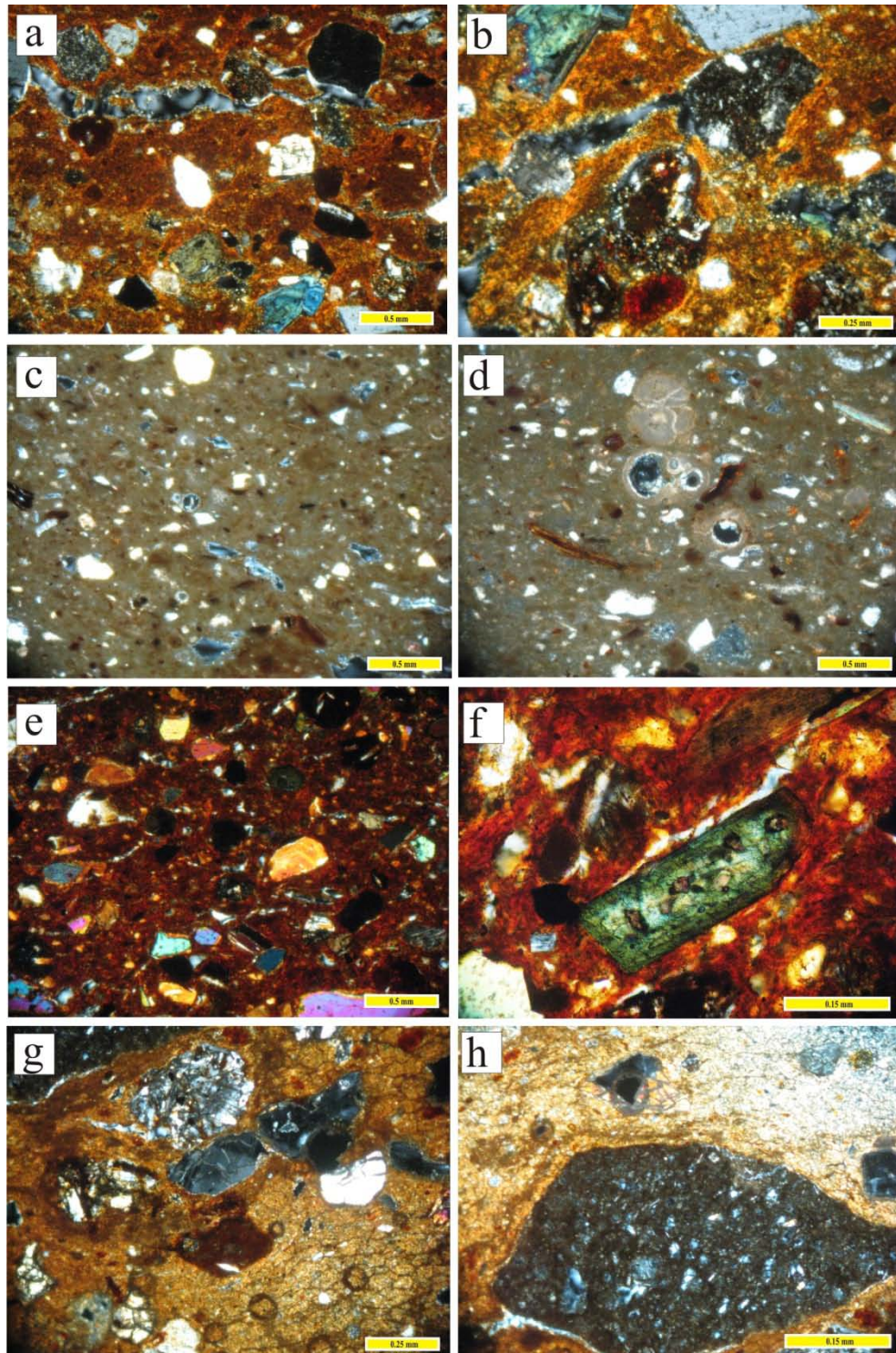


Figura 7.2- Microfotografie dei campioni di *Thymiatheria* - a) campione p49-XPL (15x); b) p49-XPL (30x); c) p58-XPL (15x); d) p58 XPL (15x); e) p61-XPL (15x); f) p61- XPL (60x);g) p63-XPL-(30x); h) p63 XPL-(60x)

Ceramica miniaturistica

I campioni sono stati trattati separatamente (Fig.7.3).

1. p66

Il campione mostra vuoti di forma irregolare, alcuni schiacciati e allungati. Il packing risulta spaziato. La matrice appare omogenea, di colore arancio bruno ed è otticamente negativa.

Lo smagrante ha dimensioni massime di 0.1 mm. Si osservano rari clasti di dimensione maggiore di 0.3 mm. Si riconoscono rari inclusi di pirosseni, sanidino, plagioclasio, lamelle di miche. Diffusi inclusi vulcanici mostranti tessitura trachitica e contenente plagioclasio, inclusi di lava a leucite e frammenti di calcite micritica. Varie scorie.

2. p67

Il campione mostra vuoti di forma irregolare, alcuni schiacciati e allungati. Il packing risulta ben spaziato. La matrice micacea mostra una colorazione ed è disomogenea, a causa di bande di colore più scuro sulla superficie esterna. Otticamente negativa.

Lo smagrante mostra un fabric fine costituito da rari clasti di dimensioni massime di 0.1 mm. Si osservano quarzo, biotite, plagioclasio e muscovite. Rari inclusi vulcanici mostranti tessitura trachitica e contenenti plagioclasio e pirosseni. Presenza di calcite micritica.

3. P69

I vuoti sono di forma irregolare, alcuni schiacciati e allungati. Il packing risulta spaziato. La matrice appare omogenea e di colore arancio bruno. È otticamente attiva.

Lo smagrante mostra una dimensioni massime di 0.1 mm. Presenti rari inclusi dalle dimensioni di 0.8 mm. Si osservano cristalli di quarzo, sanidino, rari pirosseni, lamelle di miche (biotite e muscovite). Sono diffusi gli inclusi vulcanici mostranti tessitura trachitica, porfirica e glomeroporfirica contenente plagioclasio e pirosseni.

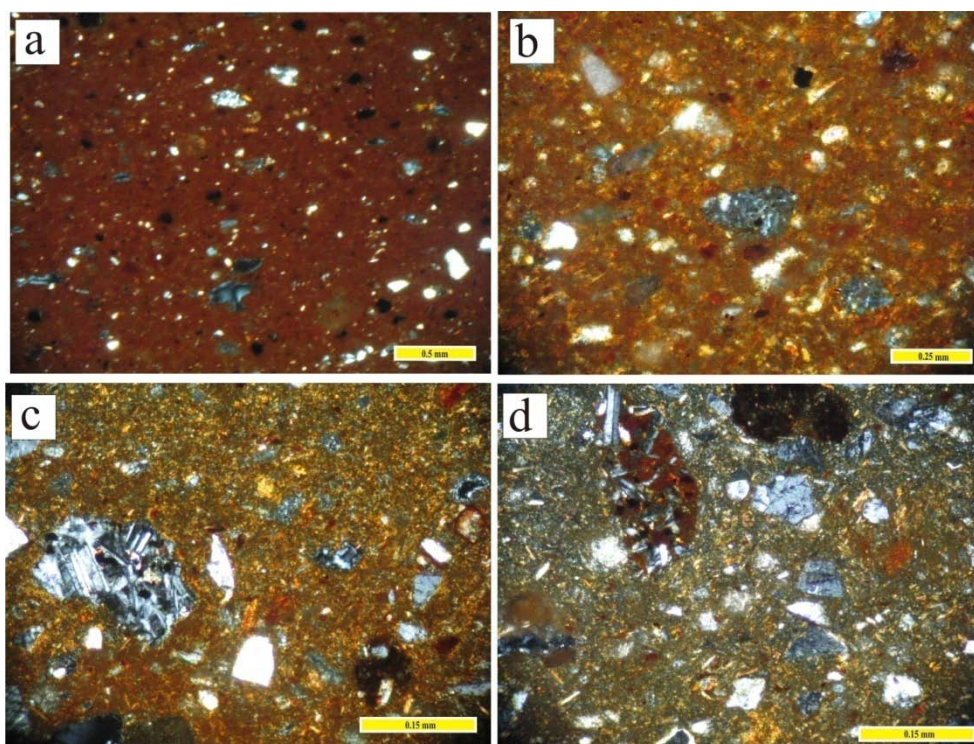


Figura 7.3- Microfotografie dei campioni di ceramica miniaturistica- a) campione p66- XPL- (15x); b) p67- XPL -(30x); c) p69-XPL- (60x); d) p69-XPL- (60x)

7.2 Discussione dei dati

Sulla base delle caratteristiche petrografiche è possibile osservare che la maggior parte dei campioni mostra uno smagrange di tipo vulcanico, caratterizzato principalmente dalla presenza di pirosseni, plagioclasio, sanidino e in alcuni casi anche leucite, sono presenti inclusi vulcanici mostranti una più grande variabilità rispetto alla ceramica comune prima analizzata. L'assemblaggio mineralogico attesta dunque la provenienza locale. Le differenze tra i vari campioni si osservano per quanto riguarda l'abbondanza di fasi mineralogiche e inclusi vulcanici presenti, la presenza di leucite, la presenza di frammenti carbonatici e microfossili.

Sulla base di queste indicazioni è possibile ipotizzare che a Pompei fossero presenti differenti atelier di produzione, che utilizzavano materia prima prelevata in differenti aree di approvvigionamento. Probabilmente considerata la grande quantità rinvenuta, e la bassa qualità per la maggior parte dei campioni, si può supporre che tali ceramiche venivano prodotte in maniera veloce e considerando un materiale disponibile nelle più immediate vicinanze.

Soltanto i campioni p48 e p56 non mostrano un impasto vulcanico, ma un fabric calcareo ricco in microfossili. Ciò consentirebbe di supporre una provenienza non locale di questi esemplari.

Conclusioni

Lo studio petrografico, mineralogico e chimico eseguito sulle diverse classi ceramiche rinvenute nel foro di Pompei durante gli scavi I.E. (impianto elettrico) 1980-1981 ha permesso di ottenere informazioni utili relative alla provenienza e alla tecnologia di produzione, in un ampio arco temporale, che possono essere così riassunte:

Ceramica da fuoco

Lo studio archeometrico eseguito sulla ceramica da fuoco è stato principalmente basato sull'analisi petrografica che ha permesso di distinguere i differenti gruppi, di evidenziare le diverse tecnologie impiegate e di poter preparare eventuali analisi successive.

Sulla base delle indicazioni petrografiche, è possibile confermare che la produzione ceramica da fuoco, ha subito variazioni tecnologiche nell'ampio periodo considerato (IV-I sec. a.C.), sia per quanto riguarda l'area di approvvigionamento della materia prima, sia per quanto riguarda il controllo della cottura. La presenza di ematite e di miche rilevate diffrattometricamente permettono di indicare temperature di cottura comprese tra 800-900°C per tutti i campioni analizzati ma l'omogeneità mineralogica riscontrata solo nel gruppo più antico consente di confermare il maggiore controllo e accuratezza nella preparazione rispetto al gruppo successivo, come indicato dagli archeologici.

Si conferma l'esistenza di mercati extra-regionali della ceramica da fuoco. I tre gruppi (gruppo a,b e c) riconosciuti macroscopicamente mostrano impasti completamente diversi nonostante la stessa forma ceramica. È stato possibile distinguere due produzioni provenienti da un'area vulcanica (gruppo b e c) e una produzione proveniente da un'area granitica (gruppo d). Considerate le caratteristiche geologiche, si può indicare la Calabria o la Sardegna, le possibili aree di provenienza per il **gruppo d** anche se ulteriori analisi sono necessarie per confermare i risultati ottenuti. Le analisi chimiche puntuali eseguite su singole fasi mineralogiche, clinopiroseni, hanno permesso di discriminare i due gruppi caratterizzati dallo stesso assemblaggio mineralogico e successivamente mediante il confronto con i pirosseni nelle rocce provenienti dai distretti vulcanici campani e laziali (contraddistinti dallo stesso tipo di vulcanismo) di confermare la provenienza locale per il **gruppo b** e laziale per il **gruppo c**. Tale metodo risulta un valido strumento negli studi di provenienza in particolar modo in presenza di ceramica ad impasto grossolano, il cui studio di provenienza risulta particolarmente difficoltoso nel momento in cui si effettua il confronto con la materia prima.

Ceramica a vernice nera

Lo studio archeometrico eseguito sulla ceramica a vernice nera datata nell'ampio arco cronologico (IV-I sec. a.C.) considerata di produzione locale ha permesso di evidenziare l'utilizzo della stessa materia prima con continuità per tutto il periodo considerato. I due gruppi datati al IV-III sec. a.C. e II-I sec. a.C. distinti sulla base della forma ceramica non hanno mostrato differenze composizionali, ma lo studio morfologico (SEM) e mineralogico (microscopia Raman) sulla vernice nera hanno verificato il più accurato processo di cottura per il gruppo più antico ovvero maggiore controllo dell'ambiente di cottura durante la fase riducente e tempi di raffreddamento più lenti.

La similarità composizionale con i sedimenti argillosi campionati ad Ogliara (SA) e a Montecorvino Rovella (SA) sembrano confermare le ipotesi di Peña e McCullum relativamente alle fonti di approvvigionamento dei ceramisti di Pompei. Ciò permetterebbe di intravedere uno scenario piuttosto complesso relativamente alla gestione delle cave presenti in antico nell'area di Salerno ed utilizzate da vasai operanti un areale piuttosto esteso.

La ceramica da mensa e materiale votivo

I risultati preliminari eseguiti tramite analisi petrografica sulla ceramica da mensa e sul materiale votivo hanno messo in evidenza una grande variabilità all'interno di ciascuna classe analizzata. Impasti fini caratterizzati da argilla calcarea (ricche in microfossili) e smagrante vulcanico tipicamente vesuviano, permettono di confermare anche in questo caso, come per le ceramiche a vernice nera, l'utilizzo di un'argilla fine non proprio disponibile in prossimità di Pompei ma più localizzabile ad esempio in provincia di Salerno dove affiorano argille calcaree Mio-Plioceniche.

Altre produzioni sono caratterizzate da un fabric grossolano caratterizzato da inclusi e fasi mineralogiche tipiche dei prodotti del Somma-Vesuvio. Si riscontrano differenze con le ceramiche da fuoco, poiché mostrano la presenza di leucite indicativa della fase HKS del vulcanismo vesuviano, non riscontrata nella ceramica da fuoco il cui assemblaggio mineralogico è più conforme alla fase KS.

I risultati ottenuti aprono nuovi incentivi alla ricerca basata ad esempio su confronti con l'argilla di Salerno.

Bibliografia

Alvarez W., Coccozza T., Wezel F.C., 1974, *Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal*. *Nature*, 248, 309-314.

Anniboletti L., Befani V., Cassetta R., Costantino C., Antolini M., Cinaglia T., Leone P., Proietti R., 2007, *Pompei: Progetto Regio VI – I primi secoli di Pompei. Aggiornamento 2007*, www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2007-84.

Andronico D., Calderoni G., Cioni R., Sbrana A., Sulpizio R., Santacroce R., 1995, Geological map of Somma-Vesuvius volcano. *Periodico di Mineralogia*, 64, 77-78.

Arthur P., 1986, *Problems of the urbanization of Pompeii: Excavations 1980-1981*, in *The Antiquaries Journal*, LXVI, 1, pp. 29- 44.

Barone G., Belfiore C. M., Mazzoleni P., Pezzino A., Viccaro M., 2010, *A volcanic inclusions based approach for provenance studies of archaeological ceramics: application to pottery from southern Italy*, *Journal of Archaeological Science* 37, 713–726.

Belvedere O., Burgio A., Iliopoulos I., Montana G., Spatafora F., 2006, *Ceramica a vernice nera di età ellenistica da siti della Sicilia nord-occidentale. Considerazioni tipologiche ed analisi archeometriche*, *MEFRA* – 118/2, p. 549-571.

Bertagnini, A., Landi, P., Rosi, M., Vigliargio, A., 1998, *The Pomice di Base plinian eruption of Somma-Vesuvius*, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 83 (3–4), 219–239.

Bonardi G., Amore F.O., Ciampo G., De Capoa P., Miconnet P. E Perrone V., 1988, *Il complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'Arco Calabro*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**, 17-35.

Bonardi G., Ciarcia S., Di Nocera S., Matano F., Sgrosso I., Torre M., 2009, *Carta delle principali unità cinematiche dell'Appennino meridionale. Nota illustrativa*, *Ital.J.Geosci. (Boll.Soc.Geol.It.)*, Vol. 128, No. 1, 47-60.

Bonghi Jovino M., 2005, *Mini mulvanice-mini turuce. Depositi votivi e sacralità. Dall'analisi del rituale alla lettura interpretativa delle forme di religiosità* in *Depositi votivi e culti dell'Italia antica*

dall'età arcaica a quella tardo-repubblicana: atti del convegno di studi, Perugia, 1-4 giugno 2000, a cura di Comella A., Mele S., Bari, 31-46.

Bong W.S.K., Matsumura K., Yokoyama K., Nakai I., 2010, *Provenance study of early and middle bronze age pottery from Kaman-Kalehöyük, Turkey, by heavy mineral analysis and geochemical analysis of individual hornblende grains*, *Journal of Archaeological Science* 37, 2165-2178.

Brocchini D., Principe C., Castradori D., Laurenzi M. A., Gorla L., 2001, *Quaternary evolution of the southern sector of the Campanian Plain and early Somma-Vesuvius activity: insights from the Trecase 1 well*, *Mineralogy and Petrology*, 73, 67-91.

Burgio L., Ciomartan D.A., Clark R.J.H., 1997, *Pigment Identification of Medieval Manuscripts, Paintings and Other Artefacts by Raman Microscopy: Application to the Study of Three German Manuscripts*, *J. Mol. Struct.* 405, 1-11.

Cavassa L., 2009, *La production de céramique commune à Pompéi Un four de potier dans l'Insula 5 de la regio I*, Actes de la Table Ronde « Les céramiques communes de Marseille à Gênes (et en Languedoc, Campanie, Sicile), IIe s. av. J.-C. - IIIe s. apr. J.-C. (Structures de production, typologies et contextes inédits) », Naples, 2 et 3 novembre 2006, Collection du Centre Jean Bérard, 30, Naples 2009, p. 105-107.

Centeno S.A., Williams V.I., Little N.C., Speakman R.J., 2012, *Characterization of surface decorations in Prehispanic archaeological ceramics by Raman spectroscopy, FTIR, XRD and XRF*, *Vibrational Spectroscopy*, 58, 119–124.

Ciarcia, S., Vitale, S., Di Staso, A., Iannace, A., Mazzoli, S., Torre, M., 2009a. *Stratigraphy and tectonics of an Internal Unit of the southern Apennines: implications for the geodynamic evolution of the peri-Tyrrhenian mountain belt*. *Terra Nova* 21, 88-96.

Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M. ,1993, *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationships between surface geological features and deep lithospheric structures*. *Annali di Geofisica*, 36 (2), 249-260.

Cioni R., Civetta L., Marianelli P., Métrich N., Santacroce R., Sbrana A., 1995, *Compositional layering and syneruptive mixing of a periodically refilled shallow magma chamber: the AD 79 Plinian eruption of Vesuvius*. *J. Petrol.* 36 (3), 739–776.

Cioni R., Santacroce R., Sbrana A., 1999, *Pyroclastic deposits as a guide for reconstructing the multi-stage evolution of the Somma-Vesuvius caldera*, *Bull. Volcanol.* 60, 207–222.

Cioni R., Levi S., Sulpizio R., 2000, *Apulian Bronze Age pottery as a long-distance indicator of the Avellino Pumice eruption (Vesuvius, Italy)*, In: McGuire, W.G., Griffiths, D.R., Hancock, P.L., Stewart, I.S. (Eds.), *The archaeology of geological catastrophes*. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, vol. 171, pp. 159–177.

Cioni R., Sulpizio R., Garruccio N., 2003, *Variability of the eruption dynamics during a Subplinian event: the Greenish Pumice eruption of Somma-Vesuvius (Italy)*, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 124 (1–2), 89–114.

Cioni R., Bertagnini A., Santacroce R., Andronico D., 2008, *Explosive activity and eruption scenarios at Somma-Vesuvius (Italy): Towards a new classification scheme*, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178, 331–346.

Clark R. J. H., Curri M. L., 1998, *The identification by Raman microscopy and X-ray diffraction of iron-oxide pigments and of the red pigments found on Italian pottery fragments*, *J. Mol. Struct.*, 440, 105–111.

Comodi P., Nazzareni S., Perugini D., Bergamini M., 2006, *Technology and Provenance of roman ceramics from Scoppieto, Italy: a mineralogical and petrological study*, *Per. Mineral.*, 75, 2-3, 95–112.

Conticelli S., D'antonio M., Pinarelli L., Civetta L., 2002, *Source contamination and mantle heterogeneity in the genesis of Italian potassic and ultrapotassic volcanic rocks: Sr-Nd-Pb isotope data from Roman Province and Southern Tuscany*, *Mineralogy and Petrology* (Springer-Verlag, Wien, Austria), vol. 74, 189–222.

Conticelli S., Melluso L., Avanzinelli R., Perini G., Boari E., 2004, *Petrologic and Isotopic characteristics of potassic and ultrapotassic alkalic magmatism in Central-Southern Italy*:

inferences on its genesis and on the nature of its mantle source. Periodico di Mineralogia, 73, 135-164.

Corticelli S., Marchionni S., Rosa D., Giordano G., Boari E., Avanzinelli R., 2009, *Shoshonite and sub-alkaline magmas from an ultrapotassic volcano: Sr–Nd–Pb isotope data on the Roccamonfina volcanic rocks, Roman Magmatic Province, Southern Italy*, Contrib Mineral Petrol 157:41–63

Cottica D., Curti E., 2008, *Il progetto di recupero ed edizione degli scavi I.E. (Impianto Elettrico) 1980-1981 nel Foro di Pompei* in: P.G. Guzzo, M.P. Guidobaldi (Eds.), *Nuove ricerche archeologiche nell'area vesuviana (scavi 2003–2006)*, L'Erma di Bretschneider, Roma, pp. 25–36.

Cultrone G., Rodriguez-Navarro C., Sebastian E., Cazalla O., De la Torre M.J., 2001, *Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing*, Eur. J. Mineral, 13, 621–634.

D'Ambrosio A., Borriello M., 1990, *Le terrecotte figurate di Pompei*, Roma.

D'Argenio, B., Pescatore, T., Scandone P., 1973, *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti Accademia Nazionale Lincei - Quaderni 183, 49-72.

De Bonis A., 2010, *Caratterizzazione minero-petrografica e fisico meccanica di argille campane quali materie prime per produzioni ceramiche d'interesse archeologico*, Tesi di dottorato, Università di Catania.

De Bonis A., Grifa, C., Cultrone G., De Vita P., Langella A., Morra V., 2013, *Raw Materials for Archaeological Pottery from the Campania Region of Italy: A Petrophysical Characterization*, Geoarchaeology: An International Journal 28, 478–503.

de Faria D. L. A., Venâncio Silva S., M. T. de Oliveira, 1997, *Raman microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides*, J. Raman Spectrosc, 28, 873-878.

De Rosa R. , Dominici R. , Donato P. , Barca D., 2008, *Widespread syn-eruptive volcanoclastic deposits in the Pleistocene basins of South-Western Calabria*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 177, pp. 155-169.

Detienne M., 1972, *Les jardins d'Adonis*, Paris.

Di Pierro M., Moresi M., 1985, *Compositional Characteristics of «Argille Varicolori» from Outcrops of Bisaccia and Calitri, Avellino Province, Southern Italy*. In: A. Pozzuoli, Editor, Proc. Clays and Clay Minerals, 1st Ital.-Spanish Congr., Seiano di Vico Equense and Amalfi 1984, Mineralogica et Petrographica Acta (Bologna), vol. 29-A (1985), 217-230.

Di Staso A. E Giardino S. 2002, *New integrate biostratigraphic data about the Saraceno Formation (North-Calabrian Unit; Southern Apennines)*, Boll. Soc. Geol. It., vol. Spec., 1 (2), 517-526.

Dorais, M.J., Shriner, C.M., 2002, *A comparative electron microprobe study of ‘‘Aeginetan’’ wares with potential raw material sources from Aegina, Methana, and Poros, Greece*. Geoarchaeology 17 (6), 555–577.

Dorais, M.J., Lindblom, M., Shriner, C.M., 2004, *Evidence for a single clay/temper source for the manufacture of Middle and Late Helladic Aeginetan pottery from Asine, Greece*, Geoarchaeology 19 (7), 657–684.

Fabbri, B., 1996, *Evaluation of the Degree of Purity in the Clay Bodies of Ancient Majolica Wares*, In: Demirci, S., Ozer, A.M., Summers, G.D. (Eds.), Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry ‘‘Archaeometry 94’’, Ankara (Turkey), 9–14 May 1994. TUBITAK, Ankara, pp. 227–232.

Gliozzo E., Kirkman I. W., Pantos E., Memmi Turbanti I., 2004, *Black Gloss Pottery: Production Sites and Technology in Northern Etruria, Part II: Gloss Technology*, Archaeometry, 46 227-246.

Grifa C., Cultrone G., Langella A., Mercurio M., De Bonis A., Sebastián E., Morra V., 2009, *Ceramic replicas of archaeological artefacts in Benevento area (Italy): Petrophysical changes induced by different proportions of clays and temper*, Applied Clay Science 46, 231–240.

Grifa C., Morra V., 2009, *La production de céramique commune à Pompéi. Studio petrografico sui reperti ceramici published in :Actes de la Table Ronde « Les céramiques communes de Marseille à Gênes (et en Languedoc, Campanie, Sicile), IIe s. av. J.-C. - IIIe s. apr. J.-C. (Structures de production, typologies et contextes inédits) »*, Naples, 2 et 3 novembre 2006, Collection du Centre Jean Bérard, 30, Naples 2009, p. 105-107.

Guerrini C., Mancini L., 2007, *La ceramica di età romana* in Introduzione allo studio della ceramica in archeologia. A cura di: Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università di Siena, Edizione: Centro Editoriale Toscano sas – Firenze.

Guerrera F., Martin-Algarra A., Perrone V., 1993, *Late Oligocene-Miocene syn-late-orogenic successions in western and central Mediterranean Chains from the Betic Cordillera to the southern Apennines*. Terra Nova, **5**, 525-544.

Johnson D.E., 1998, *Applied multivariate methods for data analysts*, Duxbury Press.

Kilikoglou, V. , Maniatis ,Y., Grimanis, A.P., 1988, *The effect of purification and firing of clays on trace element provenance studies*, Archaeometry, **30**, 37-46.

Lamboglia N.,1950, *Gli scavi di Albintimilium e la cronologia della ceramica romana*. Campagne di scavo 1938-40. Bordighera.

Lamboglia N.,1952, *Per una classificazione preliminare della ceramica romana*, in Atti del I Convegno Internazionale di Studi Liguri (1950). Bordighera.

Lirer, L., Pescatore, T., Booth, B., Walker, G.P.L., 1973. *Two Plinian pumice-fall deposits from Somma-Vesuvius, Italy*. Geol. Soc. Am. Bull. **84**, 759–772.

Maniatis Y., Tite M.S.,1981, *Technological Examination of Neolithic – Bronze Age Pottery from Central and Southeast Europe and from the Near East*. Journal of Archaeological Science **8** 59–76.

Maggetti M., Galetti G., Schwander H., Picon M., Wessicken R., 1981, *Campanian Pottery: The Nature of the Black Coating*, Archaeometry **23**, 2, 199-207.

Maggetti, M., Neururer, Ch. and Ramseyer, D.,2011, *Temperature evolution inside a pot during experimental surface (bonfire) firing*. - Applied Clay Science **53**, 500-508.

Maniatis Y., Aloupi E., Stalios A.D., 1993, *New evidence for the nature of the attic black gloss* Archaeometry, **35**, 23-34.

Mirti P., Casoli A., Barra Bagnasco M., Preacco Ancona M. C., 1995, *Fine ware from Locri Epizephiri: a provenance study by inductively coupled plasma emission spectroscopy*, *Archaeometry*, 37 41-51.

Marra F., D'Ambrosio E., 2013, *Trace Element Classification Diagrams of Pyroclastic Rocks from the Volcanic Districts of Central Italy: the Case Study of the Ancient Roman Ships of Pisa*, *Archaeometry*, 55, 993-1019.

Mazzoli S., Corrado S., De Donatis M., Scrocca D., Butler R. W. H., Di Bucci D., Naso G., Nicolai C., Zucconi V., 2000, *Time and space variability of "thin skinned" and "thick-skinned" thrust tectonics in the Apennines (Italy)*, *Rendiconti Accademia Nazionale dei Lincei*, 9, 11 (1), 5-39.

Mirti P., Aceto M., Preacco Ancona M.C., 1998, *Campanian pottery from ancient Bruttium (Southern Italy): scientific analysis of local and imported products*, *Archaeometry*, 40, 311-329.

Mirti P., Davit M., 2001, *Technological characterization of Campanian pottery of type A, B and C and of regional products from ancient Calabria (Southern Italy)*, *Archaeometry*, 43, 19-33.

Morel J.P., 1980, *La céramique campanienne: acquis et problèmes*, in *Céramiques hellénistiques et romaines*, vol. I, ("Annales littéraires de l'Université de Besançon", 242). Paris 1980, 85-122.

Morel J.P., 1981, *Céramique campanienne: les formes*. Paris 1981.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988, *Nomenclature of pyroxenes*, *Mineral. Petrol* 39, 55-76.

Mostardini F. e Merlini S., 1986, *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*, *Memorie Società Geologica Italiana*, 35, 177-202.

Muralha V. S. F., Rehren T., Clark R. J. H., 2010, *Characterization of an iron smelting slag from Zimbabwe by Raman microscopy and electron beam analysis*, *J. Raman Spectrosc.*, 42 2077-2084.

Ogniben L., 1969, *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*, *Memorie Società Geologica Italiana*, 8, 453-763.

Olcese G., 1999, *La produzione di anfore e ceramica a vernice nera a Ischia in età ellenistica: il quartiere artigianale sotto la chiesa di Santa Restituta a Lacco Ameno*, in Proceedings of the XVth International Congress of Classical Archaeology, Amsterdam July 12-17, 1998, pp. 290-293, editors Roald F. Docter, Eric M. Moormann (Allard Pierson Series, Amsterdam 1999).

Ospitali F., Sabetta T., Tullini F., Nannetti M.C., Di Lonardo G., 2005, *The role of Raman microspectroscopy in the study of black gloss coatings on Roman pottery*, J. Raman Spectrosc., 36, 18-23.

Panza GF, Peccerillo A, Audia A, Farina A., 2007, *Geophysical and petrological modelling of the structure and composition of the crust and upper mantle in complex of geodynamic setting: the Tyrrhenian Sea and surrounding*. Earth Sci Rev 80, 1-46.

Pappalardo L., Ottolini L., Mastrolorenzo G., 2008, *The Campanian Ignimbrite (southern Italy) geochemical zoning: insight on the generation of a super-eruption from catastrophic differentiation and fast withdrawal*, Contrib Mineral Petrol 156:1–26.

Patacca, E., Sartori, R., Scandone, P., 1990, *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: Kinematic relations since Late Tortonian times*, Memorie della Società Geologica Italiana 45, 425-451.

Patacca E., Scandone P., 2004, *A geological transect across the southern Apennines along the seismic line CROP 04*, 32 Int. Geol. Congress, 20-28 agosto 2004, Firenze, Field trip guide book P20, APAT, 24.

Patacca E. e Scandone P., 2007, *Geology of Southern Apennines*. CROP-04 (ed. by A. Mazzotti, E. Patacca & P. Scandone). Boll. Soc. Geol. It., Spec. Issue, No. 7 (2007), 75-119.

Peccerillo A., 2005, *Plio-Quaternary volcanism in Italy. Petrology, Geochemistry, Geodynamics*, Springer, Heidelberg.

Peña J.T., 1992, *Raw material use among nucleated industry potters: The case of Vasanello*, Italy. Archeomaterials, 6, (2), 93–122.

Peña, J.T., McCallum, M., 2009, *The production and distribution of pottery at Pompeii: A review of the evidence; part 2, the material basis for production and distribution*, American Journal of Archaeology, 113(2), 165–201.

Rathossi, C., Pontikes, Y., 2010, *Effect of firing temperature and atmosphere on ceramics made of NW Peloponnese clay sediments. Part I: Reaction paths, crystalline phases, microstructure and colour*, Journal of the European Ceramic Society, 30 (9), 1841-1851.

Riccardi M.P., Messiga B., Duminuco P., 1999, *An approach to the dynamics of clay firing*, Applied Clay Science, 15, 393-409.

Rolandi, G., Mastrolorenzo, G., Barrella, A.M., Borrelli, A., 1993. *The Avellino plinian eruption of Somma-Vesuvius (3760 y. B.P.): the progressive evolution from magmatic to hydromagmatic style*. J. Volcanol. Geotherm. Res. 58, 67–88.

Roure, F., Casero, P., Vially, R., 1991. *Growth processes and melange formation in the southern Apennines accretionary wedge*, Earth and Planetary Science Letters 102, 395-412.

Santacroce, R. (Ed.), 1987, *Somma-Vesuvius*. Quaderni della Ricerca Scientifica, vol. 8, 114. CNR, pp. 1–251.

Sartori R., 1989, *Evoluzione neogenico-recente del bacino tirrenico e suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*, Giorn. Geologia, ser. 3, 51, 2, 1-39.

Scheid J. 1990, *Romulus et ses freres : le college des freres arvaes, modele du culte public dans la Rome des empereurs*, Ecole Francaise de Rome.

Shepard F.P., 1954, *Nomenclature based on sand-silty-clay ratios*. Journal of Sedimentary Petrology 24, 151–158.

Smith, G.D., Clark, R.J.H., *Raman microscopy in archaeological science*, Journal of Archaeological Science, 31, 8, 1137-1160.

Sigurdsson, H., Carey, S., Cornell, W., Pescatore, T., 1985. *The eruption of Vesuvius in A.D. 79*. Nat. Geogr. Res. 1, 332–387.

Terry R.D., Chilingar G.V, 1955, *Summary of Concerning Some Additional Aids in Studying Sedimentary Formations by M.S. Shuetsov*. Journal of Sedimentary Petrology, v. 25, p. 229-234.

Tite M. S., Bimson M., Freestone I. C., 1982, *An examination of the high gloss surface finishes on greek attic and roman samian wares*, *Archaeometry*, 24 117-126.

van der Weerd J., Rehren T., Firth S., Clark R. J. H., 2004, *Identification of iron oxide impurities in earliest industrial-scale processed platinum*, *Materials Characterization*, 53 63-70.

Vendrell-Saz M., Pradell T., Molera J., Aliaga S., 1991, *Proto-campanian and A-campanian ceramics: characterization of the differences between the black coatings*, *Archeometry*, 33, 109-117.

Vezzoli, L., 1988, *Island of Ischia*. CNR Quaderni de "La Ricerca Scientifica", 114, **10**, Roma, 1-134.

Vitale, S., Ciarcia, S., Mazzoli, S., Iannace, A., Torre, M., 2010, *Structural analysis of the 'Internal' Units of Cilento, Italy: new constraints on the Miocene tectonic evolution of the southern Apennine accretionary wedge*, *Comptes Rendus Geosciences* 342, 475-482.

Vitale, S., Ciarcia, S., Mazzoli, S., Zaghoul, M.N., 2011, *Tectonic evolution of the 'Liguride' accretionary wedge in the Cilento area, southern Italy: a record of early Apennine geodynamics*. *Journal of Geodynamics* 51, 25-36.

Whitbread, I.K., 1995, *Greek transport amphorae: a petrological and archaeological study*, British School at Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 4, Athens.