

Archeologia e Calcolatori
29, 2018, 161-184

INDAGINE SUL FENOMENO DELLA STANDARDIZZAZIONE NELLE PRODUZIONI CERAMICHE PROVINCIALI IN EPOCA TARDO ROMANA. LA FORMA HAYES 85

1. INTRODUZIONE¹

L'obiettivo di questo contributo è proporre una metodologia utile per verificare il livello di standardizzazione e le unità di misura utilizzate durante i processi produttivi della coppa Hayes 85. Questa forma ceramica venne definita e studiata da HAYES (1972, 130-133) e inserita nel gruppo della *African Red Slip Ware* tra le ceramiche fini da mensa degli atelier che realizzavano la Terra Sigillata Africana C⁽⁵⁾. Si tratta di una produzione caratteristica della Tunisia centrale databile tra la metà del V secolo e il primo quarto del VI, periodo in cui questo territorio si trovava sotto il controllo dei Vandali. La scoperta, presso l'area portuale di Classe (Ravenna, Italia) di numerosi frammenti ed esemplari completi di questa forma ceramica (CIRELLI 2007), è molto importante per conoscere meglio la sua distribuzione in area adriatica e ha consentito di realizzare un tipo d'indagine statistica generalmente poco utilizzata, ottenendo i risultati che presentiamo nei prossimi paragrafi.

2. DESCRIZIONE DELLA FORMA

La coppa Hayes 85 faceva parte di un servizio da mensa realizzato certamente negli atelier di Sidi Marzouk Tounsi, in associazione a una serie di piatti piani, scodelle e piatti di uso collettivo con cavetto più evidenziato (Hayes 82, 83 e 84). Completavano questo gruppo di vasellame un coperchio (DENEAUVE 1974, fig. 9, n. 11) e una brocca (*Atlante*, tav. XXXI, 19) che circolavano tuttavia solo in Tunisia (CARANDINI 1981, 60), almeno sulla base dei dati finora conosciuti, non essendo queste ultime due forme mai state individuate in contesti extra-tunisini (Fig. 1).

Il riconoscimento di questo centro di produzione è dovuto soprattutto a prove indirette, perché nonostante il sito sia estremamente conosciuto, le indagini condotte sulla sua superficie sono ancora preliminari e del tutto incomplete. A provare quindi la sua origine sono soprattutto le caratteristiche dell'impasto e le tecniche di decorazione, nello stile "D" di Hayes, che sono assimilabili a quelle del gruppo proveniente dall'importante insediamento

¹ Ricerca sovvenzionata dal Gobierno del Principado de Asturias (Programa "Severo Ochoa" de Ayudas Predoctorales) e dal Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Oviedo (Ayuda económica a estudiantes de doctorado de la Universidad de Oviedo que vayan a realizar una tesis doctoral en una universidad extranjera en cotutela).

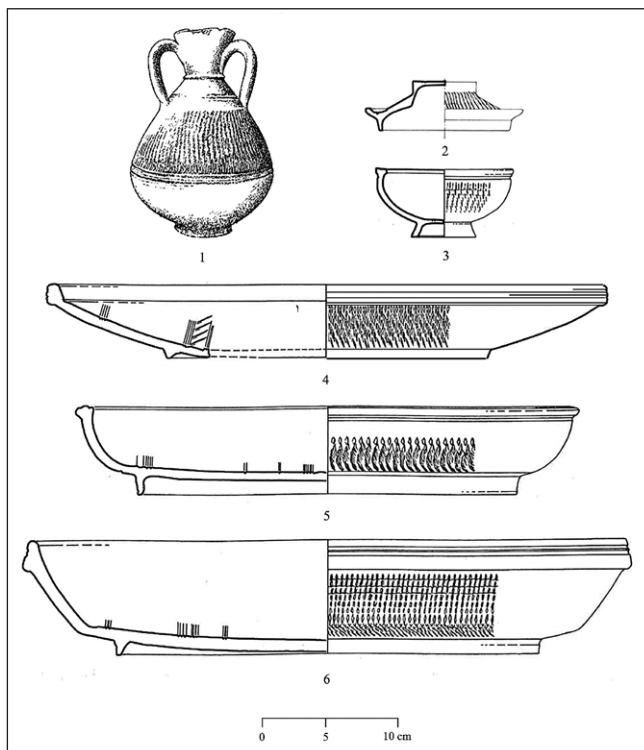


Fig. 1 – Servizio da tavola centro tunisino: 1) Anforetta di tipo *Atlante* tav. XXI, 19, Tunisi, Musée du Bardo; 2) Coperchio di tipo DENEAUVE 1974, fig. 9, 11, Cartagine, Byrsa; 3) Piatto Hayes 85A, Atene (HAYES 1972, fig. 23. Form 85A.1); 4) Piatto Hayes 82B, Atene (HAYES 1972, fig. 23. Form 82B.7); 5) Piatto Hayes 83, Benaki Museum (da Alessandria? HAYES 1972, fig. 23. Form 83.2); 6) Piatto Hayes 84, Corinto C-65-13 (HAYES 1972, fig. 23. Form 84.1).

produttivo della Bizacena e appartenente alla “Sigillata africana C⁽⁵⁾ (CARANDINI 1981). Il sito fu individuato per la prima volta nel corso delle ricognizioni tunisino-britanniche, svolte intorno alla metà degli anni '80 nel territorio compreso tra Kairouan e Sheitla (Fig. 2; PEACOCK *et al.* 1990, 66; MACKENSEN 1998). Gli studi di Mackensen hanno dimostrato che la produzione di questo atelier fu ancora attiva verso la metà del VI secolo (MACKENSEN 2003), periodo cui si data la fabbricazione di alcune forme, quali la Hayes 89b e la Hayes 90a (BONIFAY 2004, 51).

Sebbene le affinità tra il gruppo di impasto della coppa Hayes 85 e quelle caratteristiche del sito di Sidi Marzouk Tounsi siano moltissime, bisogna precisare che sul sito non sono stati ancora rinvenuti scarti della sua produzione

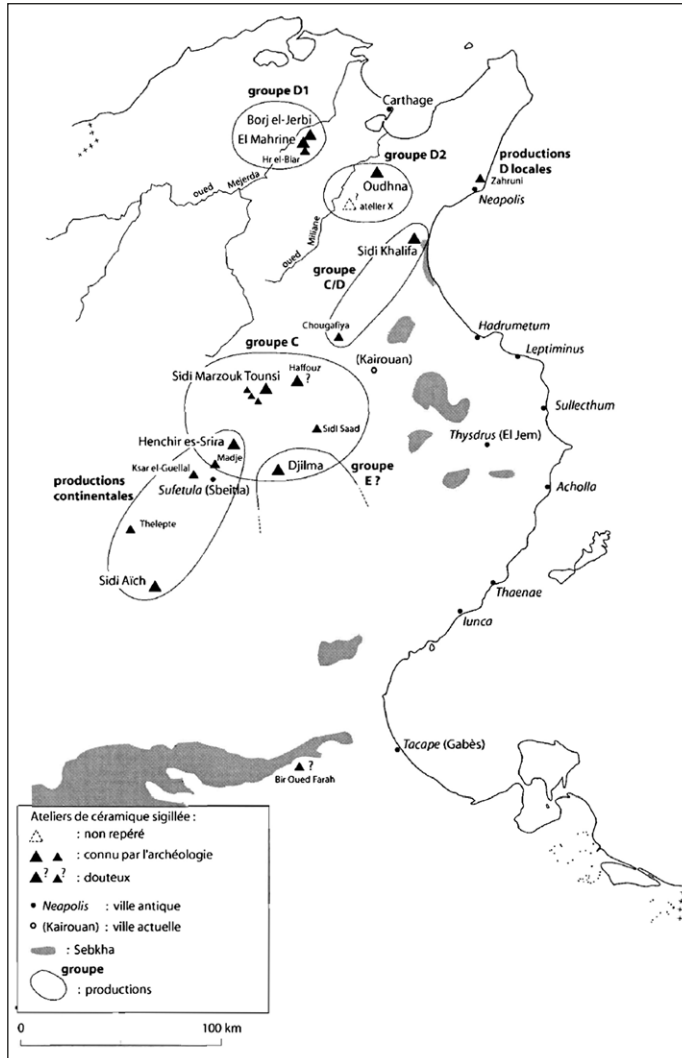


Fig. 2 – Carta di distribuzione dei centri di produzione in Tunisia (da BONIFAY 2004, 46, fig. 22).

e le ricerche su questo aspetto vanno ancora approfondite. Di recente alcuni frammenti di scarti di coppe potorie sono stati rinvenuti in un atelier poco a S di Sidi Marzouk Tounsi. Sia la forma sia le dimensioni dei frammenti rinvenuti rimandano alla nostra coppa potoria, come giustamente osservato da Michael Mackensen, forse quindi prodotta in un atelier poco distante

da quello principale, dove venivano invece realizzati i piatti e le scodelle del servizio da mensa centro-tunisino. Si tratta di una manifattura estremamente ricercata, di prestigio, come specifica CARANDINI (1981, 60), legata alla ricchezza di surplus agricolo di questa regione centrale della Tunisia, dovuta non solo all'olio d'oliva ma anche ai cereali.

Lo sfruttamento di questo potenziale agricolo perdurò certamente fino alla destituzione dell'ultimo sovrano dei Vandali, Gelimero, nel 534 d.C. Con la nuova occupazione romana (o bizantina), le strutture economiche di questa regione vennero in parte dismesse per ragioni ancora da chiarire, forse trasformate in un diverso regime produttivo, ma sicuramente non furono più in grado o non vennero più sfruttate per generare quelle risorse largamente esportate nel Mediterraneo romano. La produzione di vasellame, in questa regione, continuò in parte anche dopo la metà del VI secolo, con la realizzazione dei grandi piatti 90B1 così come le lucerne, almeno fino al VII secolo. Dalla Bizacena furono esportate del resto, tra la metà del VI e la metà del VII secolo, le grandi anfore K62 e K62q, prodotte nel sito di Henchir ech-Chefak, pochi chilometri a Sud di Mahdia, e identificate nei depositi di Marsiglia (BONIFAY *et al.* 1998); altre anfore della Tunisia centrale, quali le K61, raggiunsero inoltre diversi siti del Mediterraneo orientale, ma anche l'Adriatico e le coste atlantiche del Marocco nel corso del VII secolo (BONIFAY 2004, 482).

La forma Hayes 85 è una piccola coppa patoria con profilo emisferico e orlo piatto (variante A) o, nella variante più recente (B), lievemente inclinato verso l'interno e attraversato da alcune solcature concentriche. Si imposta su un piccolo anello rialzato e sottile, almeno nelle varianti principali. Anche le pareti sono estremamente sottili (mm 3) e nella maggior parte dei casi decorate con fitte rotellature sull'esterno, che le forniscono un aspetto metallico. Questa caratteristica è accentuata dall'impasto molto selezionato e dal rivestimento compatto e uniforme sia all'esterno sia all'interno del vaso. Nelle prime stagioni di ricerca sul vasellame africano ne sono stati riconosciuti pochi esemplari ed è stata considerata una forma poco comune, con alcune attestazioni a Cartagine (HAYES 1972, 133) e naturalmente in Sicilia, come sappiamo da alcuni esemplari poco conosciuti esposti nei Musei archeologici di Gela e Agrigento, oltre che nell'Agorà di Atene (WAAGÉ 1933).

La sua cronologia, proposta inizialmente tra 450 e 500, è stata solo parzialmente "estesa" verso il primo quarto del VI secolo, sia grazie alla scoperta di una nuova variante, che discuteremo di seguito, sia grazie ai lavori di TORTORELLA (1998) e MACKENSEN (2009), sia dalle più recenti scoperte nel Mediterraneo e nella Tunisia stessa (MUKAI 2016). Per quanto riguarda invece la fortuna e di conseguenza la distribuzione di questo vasellame, i dati continuano a crescere negli ultimi anni e, oltre allo straordinario numero di esemplari rinvenuti a Classe (760 esemplari, calcolati attraverso la formula EVE, Estimated Vessel Equivalent, e 1400 frammenti ca), si segnala

il rinvenimento di diverse coppe Hayes 85B anche in contesti della seconda metà del V secolo negli scavi di Aquileia, Canale Anfora (ZULINI c.s.) e in altre regioni adriatiche (BIONDANI 2015, 268), oltre ai rinvenimenti di Sperlonga (SAGUÌ 1980, 131), di Roma e del Sud della Francia (BONIFAY *et al.* 1998, 356).

E.C.

3. METODOLOGIA: L'INDAGINE STATISTICA

La metodologia di indagine impiegata per lo studio della forma Hayes 85 è basata sui lavori di tradizione britannica (ORTON 1980, 25-64, 208-212; 2012; ORTON, HUGHES 2013, 144-149) e risulta strutturata in quattro fasi.

La prima fase consiste nella descrizione del repertorio ceramico in termini matematici. Diversi studi archeologici hanno dimostrato, infatti, che le ceramiche possiedono delle misure specifiche che ne consentono la codificazione e la classificazione (ORTON, HUGHES 2013, 194). Le forme Hayes 85 possono essere codificate e descritte utilizzando una serie di variabili quantitative morfometriche (cfr. *infra* § 3.1); il risultato è la disponibilità di dati quantitativi sufficienti per condurre l'indagine. Le misure prese in considerazione per codificare e descrivere le forme del nostro vasellame sono già state utilizzate, con risultati soddisfacenti, in studi precedenti sulle produzioni romane (ROTTLÄNDER 1966, 1967, 1968; HOLZHAUSEN, ROTTLÄNDER 1970).

Dopo aver definito matematicamente i casi di forma Hayes 85, la seconda fase prevede il loro raggruppamento e la conseguente classificazione mediante analisi statistiche multivariate. La descrizione numerica dei repertori ceramici apporta dati sufficienti che consentono di evidenziare le similitudini tra ciascuno dei casi presi in esame, per poter poi classificarli e raggrupparli. Nello studio delle Hayes 85 abbiamo fatto ricorso a due analisi di tipo multivariato: la Cluster Analysis (CA) e la Principal Component Analysis (PCA). La CA è un metodo di raggruppamento basato sulla tassonomia numerica ed è abbastanza diffuso nella letteratura archeologica (WILCOCK, SHENNAN 1975; ORTON 1980, 46-55; SHENNAN 1988, 212-232; AGUILERA 1998; BAXTER 2015, 140-184). Attraverso questo tipo di analisi ci siamo prefissi di raggruppare, o suddividere, le differenti varianti di Hayes 85, creando diverse tipologie basate su criteri matematici.

La PCA, invece, è un'analisi statistica multivariata di semplificazione o riduzione, dal momento che, mediante la combinazione lineare delle diverse variabili, consente di ottenere una sintesi dei diversi Principal Components (PC) (BAXTER 2015, 48-62). Si tratta, perciò, di una metodologia utile per conoscere con maggiori dettagli i gruppi identificati grazie alla CA e individuare quali sono le caratteristiche che maggiormente contribuiscono alla variabilità tra i diversi cluster. La PCA è già stata spesso utilizzata in archeologia in relazione allo studio delle produzioni ceramiche (cfr. in particolare ORTON 1980, 56-62; SHENNAN 1988, 245-270; BAXTER 2015, 48-99).

Una volta raggruppati e classificati i manufatti nelle rispettive tipologie, possiamo effettuare delle ricerche per verificare il livello di standardizzazione raggiunto da questo tipo di produzione, realizzando un'indagine statistica sulle diverse variabili (ORTON, HUGHES 2013, 147-148). Per ottenere ciò, si è fatto ricorso al Coefficient of Variation (CV) (SHENNAN 1988, 40-44), che dà come risultato una misura della dispersione standard, che consente di conoscere il livello di specializzazione di una determinata produzione artigianale (COSTIN, HAGSTRUM 1995, 631). Per interpretare il CV dobbiamo prendere in considerazione diverse costanti, già enunciate in passato da altri autori in studi etnografici ed etnoarcheologici. Da un lato, un CV pari a 1,7% costituisce la variazione minima che si può ottenere da artefatti prodotti da esseri umani (OGLE 1950, 231), dal momento che costituisce il limite inferiore teorico che si può ricavare da una produzione artigianale, a causa delle limitazioni implicite nella percezione umana (EERKENS, BETTINGER 2001, 495).

I manufatti che mostrano un CV inferiore a 1,7%, implicano in qualche modo un'automatizzazione nella produzione e l'utilizzo di una serie di regole e schemi nella fase produttiva (EERKENS, BETTINGER 2001, 496). D'altra parte, un CV tra il 2,5 e il 4,5% costituisce l'errore minimo cui i soggetti possono incorrere in una produzione di tipo artigianale e che, nel processo produttivo, non fa ricorso a regole esterne (EERKENS 2000, 667). Un'altra costante ci segnala come i ceramisti più esperti oscillano in un intervallo del CV tra il 2 e il 6% (LONGACRE 1999, 49-53). Infine, si è potuto dimostrare che un CV uguale o superiore al 57,7% rappresenta la variazione prevista in un tipo di produzione non soggetta a regole esterne e perciò non standardizzata (EERKENS, BETTINGER 2001, 497). Per analizzare i nostri risultati sono stati presi in esame anche questi parametri, già utilizzati in passato nell'indagine sulle ceramiche in archeologia (ORTON 2012; REVELLO LAMI 2013).

L'ultima fase della nostra indagine è stata finalizzata a individuare le unità di misura che contribuirono alla standardizzazione della produzione e che condizionarono sia le forme, sia le dimensioni e la loro capacità. Uno dei nostri obiettivi era infatti quello di accertare quali fossero le unità di misura alla base del sistema produttivo delle coppe Hayes 85. Per verificare questa ipotesi, sono stati utilizzati come punto di partenza gli studi di ROTTLÄNDER (1966) e le conclusioni di ORTON (1980, 208-210).

M.B.Z., E.C.

4. STANDARDIZZAZIONE NELLE PRODUZIONI CERAMICHE IN EPOCA TARDO ROMANA: LA FORMA HAYES 85

Sono stati presi in esame cinquanta esemplari (Fig. 3) della forma Hayes 85, rinvenuti tutti presso la zona portuale di Classe (CIRELLI 2007). Questo rinvenimento presenta delle caratteristiche straordinarie, dal momento che,

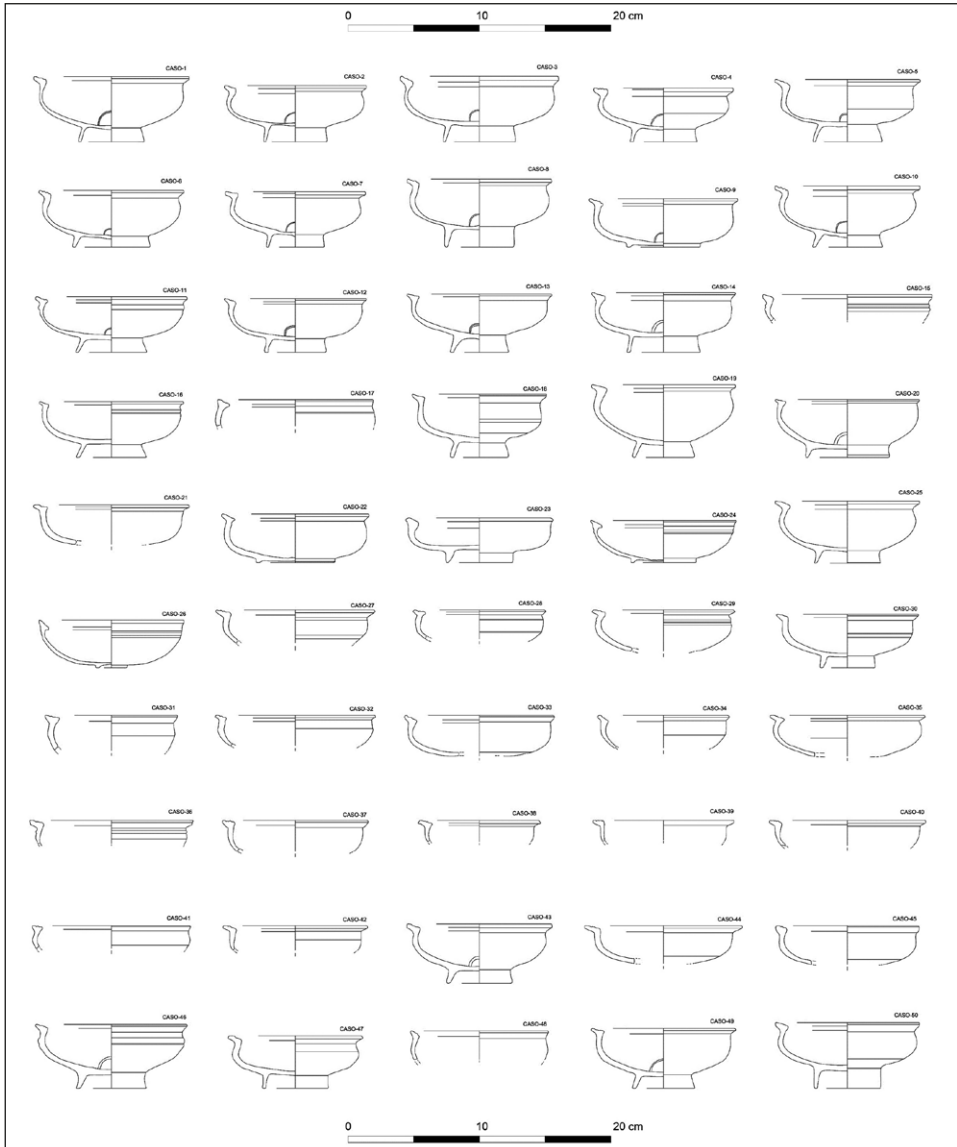


Fig. 3 – Rappresentazione grafica dei 50 casi presi in esame della forma Hayes 85.

tra tutti gli esemplari rinvenuti, ventinove si presentano integri o quasi. Oltre ai ventuno esemplari rimanenti, sono stati rinvenuti a Classe, negli scavi effettuati tra il 2001 e il 2005, centinaia di altri frammenti di orli e profili

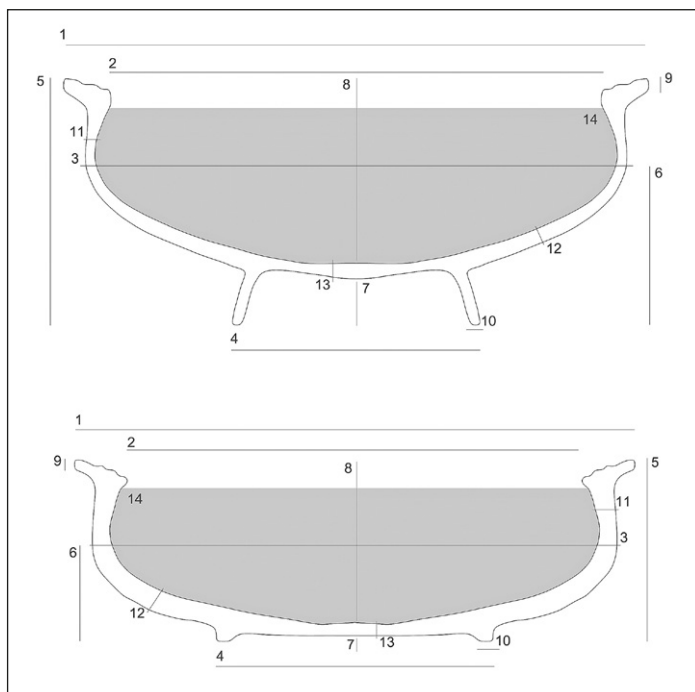


Fig. 4 – Variabili morfometriche utilizzate.

che possono essere associati a questa forma ceramica, ma che non possono essere inseriti in questa sperimentazione perché incompleti.

4.1 *Descrizione del repertorio ceramico*

Per descrivere i cinquanta casi di Hayes 85 analizzati in termini matematici abbiamo preso in considerazione quattordici variabili di tipo quantitativo. Come possiamo osservare nella Fig. 4, queste variabili sono: diametro esterno dell'orlo (var. 1), diametro interno dell'orlo (var. 2), diametro della carena (var. 3), diametro della base (var. 4), altezza massima (var. 5), altezza della carena (var. 6), altezza del piede (var. 7), profondità del manufatto (var. 8), spessore dell'orlo (var. 9), spessore del piede (var. 10), spessore della parete 1 (var. 11), spessore della parete 2 (var. 12), spessore della base (var. 13) e volume netto (var. 14). La capacità netta dei manufatti è stata calcolata seguendo RAMOS GIL (2010) e l'utilizzo del CAD (BUSTO ZAPICO 2015, 207-213).

Queste variabili definiscono sia le forme sia i volumi delle Hayes 85; nonostante ciò è evidente che le quattordici variabili risultano eccessive rispetto

Casi	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 3	Variabile 4	Variabile 5	Variabile 6	Variabile 7	Variabile 8	Variabile 9	Variabile 10	Variabile 11	Variabile 12	Variabile 13	Variabile 14
1	11,180	9,150	10,320	4,820	5,100	3,180	1,180	3,760	0,290	0,300	0,240	0,360	0,400	0,206
2	10,910	8,920	10,470	4,730	4,460	3,080	1,220	2,890	0,270	0,230	0,390	0,280	0,250	0,153
3	11,650	9,650	11,390	5,450	5,040	3,300	1,280	3,400	0,250	0,380	0,220	0,400	0,420	0,192
4	10,600	8,460	9,990	4,870	4,110	2,650	1,070	2,970	0,220	0,340	0,280	0,390	0,290	0,129
5	11,040	8,900	10,200	5,000	4,740	2,880	1,270	3,230	0,260	0,300	0,380	0,260	0,410	0,158
6	11,030	9,020	10,460	5,900	4,270	2,850	0,780	3,460	0,330	0,360	0,420	0,300	0,300	0,170
7	10,710	8,810	10,180	4,480	4,300	2,850	0,960	3,100	0,280	0,210	0,320	0,460	0,400	0,129
8	11,100	9,100	10,740	5,300	5,200	3,600	1,420	3,500	0,300	0,300	0,470	0,260	0,400	0,189
9	11,180	9,200	10,600	5,640	3,760	2,060	0,180	3,360	0,240	0,320	0,430	0,500	0,300	0,154
10	10,940	8,800	10,330	5,200	4,720	3,210	1,000	3,670	0,300	0,370	0,430	0,220	0,430	0,152
11	11,520	9,460	10,900	5,470	4,300	3,100	1,040	2,960	0,310	0,340	0,240	0,300	0,430	0,167
12	10,800	9,100	10,250	4,590	4,060	2,900	0,950	2,890	0,280	0,310	0,440	0,290	0,340	0,136
13	11,000	9,160	10,300	5,270	4,460	3,350	1,160	3,040	0,250	0,350	0,460	0,410	0,400	0,126
14	11,000	8,800	10,500	5,600	3,400	3,400	1,200	3,000	0,200	0,300	0,450	0,380	0,360	0,130
15	13,000	11,300	12,600		4,200	3,030	1,000	2,840	0,300	0,300	0,500	0,300	0,360	0,132
16	11,150	9,640	10,600	5,400	4,200	3,030	1,000	2,840	0,250	0,300	0,400	0,470	0,360	0,132
17	11,150	10,000	11,900					0,240	0,240	0,420	0,330			
18	10,300	8,400	9,530	4,600	4,800	2,900	1,160	3,300	0,280	0,300	0,370	0,400	0,420	0,126
19	11,000	8,400	10,600	4,800	5,500	4,000	1,050	4,270	0,280	0,280	0,600	0,300	0,280	0,190
20	11,000	9,300	10,740	6,450	4,450	3,260	0,670	3,460	0,240	0,200	0,380	0,460	0,370	0,183
21	12,000	9,660	10,700					0,270	0,270	0,400	0,400	0,350		
22	11,200	9,000	10,800	6,060	3,760	2,200	0,200	3,370	0,300	0,400	0,500	0,470	0,300	0,167
23	11,000	9,200	10,800	5,000	3,400	2,360	1,000	2,100	0,350	0,260	0,500	0,400	0,300	0,101
24	11,100	9,150	10,600	5,000	3,240	2,300	0,200	3,000	0,200	0,330	0,300	0,300	0,160	0,127
25	11,000	8,750	10,400	5,100	4,700	3,230	1,050	3,470	0,230	0,260	0,400	0,300	0,300	0,164
26	11,000	9,560	10,700	2,500	3,670	2,600	0,230	3,300	0,300	0,400	0,340	0,300	0,150	0,140
27	12,100	9,700	11,100					0,200	0,200	0,400	0,500	0,300		
28	10,060	8,200	9,800					0,170	0,170	0,460	0,460	0,220		
29	11,000	8,900	10,600					0,200	0,200	0,500	0,500	0,300		
30	10,940	9,110	10,000	4,440	4,150	2,850	0,830	3,000	0,180	0,300	0,430	0,400	0,300	0,116
31	10,000	7,900	9,100					0,200	0,200	0,400	0,400	0,370		
32	12,000	10,300	11,700					0,240	0,240	0,500	0,230			
33	11,400	9,400	10,860					2,900	0,250	0,400	0,400	0,400	0,300	
34	10,100	8,450	9,530					2,900	0,300	0,420	0,250			
35	11,830	9,660	11,300					2,900	0,250	0,460	0,460	0,350		
36	11,900	9,800	11,200					0,180	0,180	0,440	0,440	0,250		
37	11,000	9,260	10,170					0,220	0,220	0,420	0,420	0,280		
38	9,360	7,200	8,440					0,280	0,280	0,410	0,350	0,320		
39	10,970	9,000	9,720					0,320	0,320	0,320	0,320	0,320		
40	12,000	10,000	11,000					0,250	0,250	0,330	0,330	0,270		
41	12,000	10,480	12,100					0,140	0,140	0,370	0,300	0,300		
42	11,000	9,000	10,000					0,250	0,250	0,450	0,200	0,200		
43	11,100	8,940	10,200	5,000	4,530	3,260	1,000	3,220	0,300	0,390	0,400	0,460	0,380	0,128
44	11,940	9,640	10,440					2,550	0,180	0,470	0,430	0,360		
45	10,960	9,250	10,400					2,660	0,180	0,380	0,380	0,400	0,300	
46	11,400	9,460	10,900	5,360	4,900	3,700	1,000	3,500	0,160	0,360	0,460	0,420	0,400	0,170
47	10,160	8,000	9,560	5,000	4,000	2,550	1,150	2,670	0,220	0,300	0,500	0,440	0,350	0,102
48	10,460	9,160	10,450					0,240	0,240	0,400	0,400	0,250		
49	11,000	9,000	10,130	4,800	4,620	3,330	0,970	3,360	0,160	0,400	0,430	0,430	0,350	0,151
50	11,000	9,000	10,560	5,000	5,000	3,580	1,400	3,230	0,200	0,250	0,360	0,400	0,500	0,160

Tab. 1 – Dati dei 50 casi analizzati.

ai cinquanta casi analizzati². Nella Tab. 1 vengono mostrate tutte le variabili prese in considerazione per ciascun caso e questi dati sono stati poi impiegati nelle successive analisi statistiche multivariate.

4.2 Gruppi e classificazioni

Con le quattordici variabili quantitative sono state eseguite una CA e una PCA, in modo da raggruppare e classificare i diversi casi di Hayes 85³. Il metodo cluster utilizzato è stato quello di collegamento tra i gruppi e l'intervallo di misura è stato quello della Correlazione Pearson e i valori sono stati trasformati sulla base della standardizzazione dei Punteggi Z. I risultati ottenuti con la CA sono esposti nella Fig. 5, dove possiamo osservare come ciascuna indagine si suddivide in tre cluster, che a loro volta si possono suddividere in due. Sono stati individuati i seguenti gruppi: CH-A1 (casi: 9, 22, 24, 6, 26), CH-A2 (casi: 16, 23, 12), CH-B1 (casi: 18, 47, 4, 43), CH-B2 (casi: 13, 14, 30, 49, 46), CH-C1 (casi: 5, 10, 19, 25, 2, 8) e CH-C2 (casi: 3, 11, 1, 7, 50, 20). Questi raggruppamenti risultano abbastanza soddisfacenti dal momento che, ad esempio, nel gruppo CH-A1 sono stati inclusi tutti i manufatti con base piatta o senza base.

Per identificare quali, tra le diverse combinazioni di variabili, contribuiscono maggiormente alla variabilità tra le diverse tipologie, è stato realizzato una PCA della matrice dei coefficienti di correlazione tra tutte le variabili, ottenendo come risultato la tabella di correlazione tra le diverse variabili (Tab. 2), la tabella della variabile totale (Tab. 3) e la matrice delle componenti ruotate (Tab. 4).

Nella matrice di correlazione tra le variabili (Tab. 2) possiamo osservare che esistono delle correlazioni tra le variabili 5 e 6, e tra quelle 1 e 3. Inoltre, vi è una correlazione tra le variabili 1 e 2, 8 e 14, e tra le variabili 2 e 3, queste ultime, senza dubbio, meno indicative rispetto alle altre. La correlazione meno significativa è data dalle variabili 10 e 14 o dalla 12. Le conclusioni alle quali possiamo giungere sono che, in primo luogo, per poter differenziare le diverse tipologie della forma Hayes 85 le caratteristiche più significative sono quelle che fanno riferimento all'altezza e al diametro del recipiente. In secondo luogo, lo spessore dei manufatti non sembra essere così decisivo nella definizione di queste tipologie.

² Ci occuperemo in studi successivi di indagare quali sono le variabili che maggiormente definiscono ciascuno dei gruppi individuati.

³ Nelle analisi statistiche multivariate abbiamo preso in esame solo i ventinove manufatti che si caratterizzavano per le quattordici variabili quantitative morfometriche. I restanti manufatti sono stati esclusi a causa dell'assenza di parte delle variabili e verranno presi in considerazione in successivi studi.

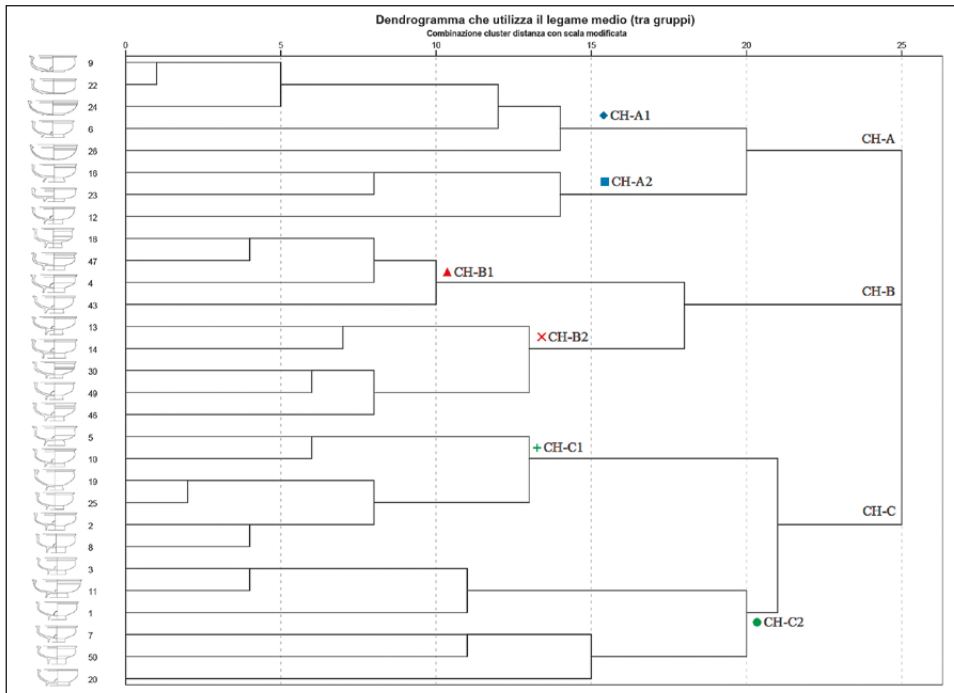


Fig. 5 – Dendrogramma con i tre cluster ottenuti con la CA.

Il 28,287% della variabilità (Tab. 3) è presente nel primo Principal Component (PC1). Prendendo in esame questo componente (Tab. 4), possiamo evidenziare come, a seconda dei casi, esso contribuisca in modo positivo nelle variabili 2, 1 e 3 che sono in relazione con il diametro, mentre in modo negativo nella variabile 11 che è in relazione con lo spessore. In questo modo, le coppe Hayes 85 dal diametro maggiormente svasato e dalle pareti più sottili con questo componente presentano dei valori molto elevati (corrispondono con CH-C2) e, a loro volta, i manufatti dalle forme chiuse, con un diametro minore e dalle pareti più spesse, danno dei risultati inferiori (CH-B1). Questo suggerisce che il PC1 rappresenta la proporzione tra la svasatura e lo spessore. Al tempo stesso, il 21,863% della variabilità è generato dal secondo Principal Component (PC2). Questo componente contribuisce in modo positivo alle variabili in relazione con la profondità, lo spessore, il volume, e in misura minore, l'altezza, come la 8, la 14 e la 5.

D'altra parte, questo calcolo genera anche dei contributi negativi, come accade nella variabile 12. Il PC2 rappresenta la capacità, così i manufatti che possono contenere un maggior volume di liquidi presentano dei valori molto

		Matrice di correlazione ^a													
	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 3	Variabile 4	Variabile 5	Variabile 6	Variabile 7	Variabile 8	Variabile 9	Variabile 10	Variabile 11	Variabile 12	Variabile 13	Variabile 14	
Variabile 1	1,000	0,799	0,868	0,298	0,147	0,228	-0,124	0,252	0,047	0,304	-0,254	-0,059	0,089	0,578	
Variabile 2	0,799	1,000	0,744	0,054	-0,145	0,012	-0,252	-0,061	-0,014	0,219	-0,352	0,067	-0,013	0,284	
Variabile 3	0,868	0,744	1,000	0,287	0,034	0,161	-0,179	0,152	0,129	0,113	-0,136	-0,072	-0,048	0,537	
Variabile 4	0,298	0,054	0,287	1,000	0,119	0,085	0,056	0,083	0,149	-0,108	0,138	0,268	0,375	0,313	
Variabile 5	0,147	-0,145	0,034	0,119	1,000	0,873	0,704	0,669	-0,016	-0,138	0,024	-0,212	0,615	0,634	
Variabile 6	0,228	0,012	0,161	0,085	0,873	1,000	0,661	0,511	-0,148	-0,133	0,124	-0,222	0,496	0,480	
Variabile 7	-0,124	-0,252	-0,179	0,056	0,704	0,661	1,000	-0,028	0,069	-0,313	-0,038	-0,209	0,672	0,110	
Variabile 8	0,252	-0,061	0,152	0,083	0,669	0,511	-0,028	1,000	-0,030	0,157	0,057	-0,217	0,123	0,773	
Variabile 9	0,047	-0,014	0,129	0,149	-0,016	-0,148	0,069	-0,030	1,000	-0,076	0,045	-0,256	0,103	0,137	
Variabile 10	0,304	0,219	0,113	-0,108	-0,138	-0,133	-0,313	0,157	-0,076	1,000	-0,054	-0,000	-0,129	0,008	
Variabile 11	-0,254	-0,352	-0,136	0,138	0,024	0,124	-0,038	0,057	0,045	-0,054	1,000	0,053	-0,126	-0,183	
Variabile 12	-0,059	0,067	-0,072	0,268	-0,212	-0,222	-0,209	-0,217	-0,256	-0,000	0,053	1,000	0,155	-0,257	
Variabile 13	0,089	-0,013	-0,048	0,375	0,615	0,496	0,672	0,123	0,103	-0,129	-0,126	0,155	1,000	0,233	
Variabile 14	0,578	0,284	0,537	0,313	0,634	0,480	0,110	0,773	0,137	0,008	-0,183	-0,257	0,233	1,000	
Correlazione															
a. Determinante = 4,719E-7															

Tab. 2 – Matrice di correlazione tra le diverse variabili.

Varianza totale		
Componente	Autovalori iniziali	
	% di varianza	% cumulativa
1	28,287	28,287
2	21,863	50,150
3	11,494	61,644
4	9,391	71,035
5	9,129	80,164
6	6,355	86,519
7	5,874	92,393
8	3,396	95,789
9	1,575	97,365
10	1,000	98,365
11	0,803	99,168
12	0,575	99,743
13	0,223	99,966
14	0,034	100

Metodo di estrazione: Analisi dei componenti principali.

Tab. 3 – Varianza totale.

Matrice dei componenti ruotata					
Componente	Componente				
	1	2	3	4	5
Variable 1	0,907	0,283	-0,044	0,127	0,009
Variable 2	0,913	-0,083	-0,097	-0,018	-0,087
Variable 3	0,847	0,214	-0,120	0,176	0,176
Variable 4	0,201	0,090	0,181	0,831	0,174
Variable 5	-0,030	0,728	0,666	-0,026	-0,035
Variable 6	0,050	0,652	0,619	-0,043	-0,120
Variable 7	-0,157	0,115	0,913	-0,133	0,099
Variable 8	0,034	0,935	-0,038	0,016	-0,059
Variable 9	0,062	-0,048	0,023	0,087	0,876
Variable 10	0,242	0,174	-0,423	-0,113	-0,318
Variable 11	-0,527	0,248	-0,230	0,448	0,119
Variable 12	0,002	-0,358	-0,000	0,626	-0,533
Variable 13	0,086	0,095	0,837	0,273	-0,052
Variable 14	0,460	0,761	0,147	0,085	0,175

Metodo di estrazione: Analisi dei componenti principali.
Metodo di rotazione: Varimax con normalizzazione Kaiser.
a. Convergenza per la rotazione eseguita in 8 iterazioni.

Tab. 4 – Matrice dei componenti ruotata.

elevati (come gli esemplari maggiori che appartengono alla tipologia CH-C1), mentre gli esemplari minori, dallo spessore maggiore e dall'altezza inferiore apportano dei valori negativi (esemplari più piccoli del cluster CH-A2).

Il terzo Principal Component (PC3) rappresenta un 11,494% della variabilità dei manufatti. Mettendo in relazione quest'ultimo componente con diverse caratteristiche, possiamo evidenziare come esso porti un contributo negativo rispetto ad alcune delle variabili, come la 10 (spessore del piede),

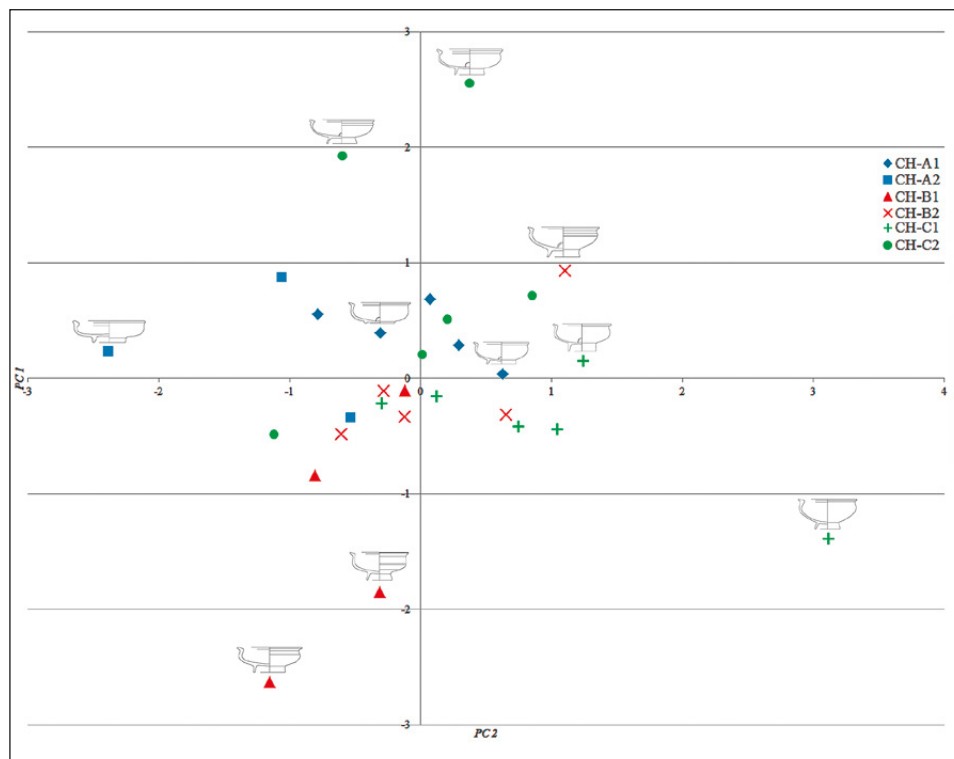


Fig. 6 – Grafico di dispersione che confronta i risultati della CA e della PCA.

mentre contribuisca in modo positivo alle variabili 7, 13, 5 e 6, la maggior parte delle quali hanno una relazione diretta con l'altezza. Pertanto, il PC3 rappresenta soprattutto l'altezza, così le coppe Hayes 85 più alte e con un piede più sottile presentano dei valori maggiori (CH-C2 e CH-C1), mentre le più basse, dal piede più spesso, quelli minori (CH-A1). Il resto dei PC, fatta eccezione per il fatto che contribuiscono al complesso delle variabili della forma Hayes 85, risultano più difficili da interpretare.

L'incrocio dei dati ottenuti con la PCA con i dati della CA consente di definire con maggior chiarezza le caratteristiche dei nostri gruppi (Fig. 6, Tab. 5). In questo modo possiamo evidenziare quali caratteristiche e quali variabili risultino maggiormente esemplificative dei diversi gruppi tipologici creati.

4.3 Livello di standardizzazione

Dopo aver definito le differenti varianti delle coppe Hayes 85, si è potuto stabilire il livello di standardizzazione raggiunto da questa produzione tardo

Case	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	Var. 7	Var. 8	Var. 9	Var. 10	Var. 11	Var. 12	Var. 13	Var. 14
1	11,18	9,15	10,32	4,82	5,1	3,18	1,18	3,76	0,29	0,3	0,24	0,36	0,4	0,206
2	10,91	8,92	10,47	4,73	4,46	3,08	1,22	2,89	0,27	0,23	0,39	0,28	0,25	0,153
3	11,65	9,65	11,39	5,45	5,04	3,3	1,28	3,4	0,25	0,38	0,22	0,4	0,42	0,192
4	10,6	8,46	9,99	4,87	4,11	2,65	1,07	2,97	0,22	0,34	0,28	0,39	0,29	0,129
5	11,04	8,9	10,2	5	4,74	2,88	1,27	3,23	0,26	0,3	0,38	0,26	0,41	0,158
6	11,03	9,02	10,46	5,9	4,27	2,85	0,78	3,46	0,33	0,36	0,42	0,3	0,3	0,17
7	10,71	8,81	10,18	4,48	4,3	2,85	0,96	3,1	0,28	0,21	0,32	0,46	0,4	0,129
8	11,1	9,1	10,74	5,3	5,2	3,6	1,42	3,5	0,3	0,28	0,47	0,26	0,4	0,189
9	11,18	9,2	10,6	5,64	3,76	2,06	0,18	3,36	0,24	0,32	0,43	0,5	0,3	0,154
10	10,94	8,8	10,33	5,2	4,72	3,21	1	3,67	0,3	0,37	0,43	0,22	0,43	0,152
11	11,52	9,46	10,9	5,47	4,3	3,1	1,04	2,96	0,31	0,34	0,24	0,3	0,43	0,167
12	10,8	9,1	10,25	4,59	4,06	2,9	0,95	2,89	0,28	0,31	0,44	0,29	0,34	0,136
13	11	9,16	10,3	5,27	4,46	3,35	1,16	3,04	0,25	0,35	0,46	0,41	0,4	0,126
14	11	8,8	10,5	5,6	4,5	3,4	1,2	3	0,2	0,3	0,45	0,38	0,36	0,13
15	13	11,3	12,6						0,3		0,5	0,3		
16	11,15	9,64	10,6	5,4	4,2	3,03	1	2,84	0,25	0,3	0,4	0,47	0,36	0,132
17	11,9	10	11,9						0,24		0,42	0,33		
18	10,3	8,4	9,53	4,6	4,8	2,9	1,16	3,3	0,28	0,3	0,37	0,4	0,42	0,126
19	11	8,4	10,6	4,8	5,5	4	1,05	4,27	0,28	0,28	0,6	0,3	0,28	0,19
20	11	9,3	10,74	6,45	4,45	3,26	0,67	3,46	0,24	0,2	0,38	0,46	0,37	0,183
21	12	9,66	10,7						0,27		0,4	0,35		
22	11,2	9	10,8	6,06	3,76	2,2	0,2	3,37	0,3	0,4	0,5	0,47	0,3	0,167
23	11	9,2	10,8	5	3,4	2,36	1	2,1	0,35	0,26	0,5	0,4	0,3	0,101
24	11,1	9,15	10,6	5	3,24	2,3	0,2	3	0,2	0,33	0,3	0,3	0,16	0,127
25	11	8,75	10,4	5,1	4,7	3,23	1,05	3,47	0,23	0,26	0,4	0,3	0,3	0,164
26	11	9,56	10,7	2,5	3,67	2,6	0,23	3,3	0,23	0,4	0,34	0,3	0,15	0,14
27	12,1	9,7	11,1						0,2		0,5	0,3		
28	10,06	8,2	9,8						0,17		0,46	0,22		
29	11	8,9	10,6						0,2		0,5	0,3		
30	10,94	9,11	10	4,44	4,15	2,85	0,83	3	0,18	0,3	0,43	0,4	0,3	0,116
31	10	7,9	9,1						0,2		0,4	0,37		
32	12	10,3	11,7						0,24		0,5	0,23		
33	11,4	9,4	10,86					2,9	0,25		0,4	0,4	0,3	
34	10,1	8,45	9,53						0,3		0,42	0,25		
35	11,83	9,66	11,3					2,9	0,25		0,46	0,3	0,35	
36	11,9	9,8	11,2						0,18		0,44	0,25		
37	11	9,26	10,17						0,22		0,42	0,28		
38	9,36	7,2	8,44						0,28		0,41	0,35		
39	10,97	9	9,72						0,32		0,32	0,32		
40	12	10	11						0,25		0,33	0,27		
41	12	10,48	12,1						0,14		0,37	0,3		
42	11	9	10						0,25		0,45	0,2		
43	11,1	8,94	10,2	5	4,53	3,26	1	3,22	0,3	0,39	0,4	0,46	0,38	0,128
44	11,94	9,64	10,44					2,55	0,18		0,47	0,43	0,36	
45	10,96	9,25	10,4					2,66	0,18		0,38	0,4	0,3	
46	11,4	9,46	10,9	5,36	4,9	3,7	1	3,5	0,16	0,36	0,46	0,42	0,4	0,17
47	10,16	8	9,56	5	4	2,55	1,15	2,67	0,22	0,3	0,5	0,44	0,35	0,102
48	10,46	9,16	10,45						0,24		0,4	0,25		
49	11	9	10,13	4,8	4,62	3,33	0,97	3,36	0,16	0,4	0,43	0,43	0,35	0,151
50	11	9	10,56	5	5	3,58	1,4	3,23	0,2	0,25	0,36	0,4	0,5	0,16

Tab. 5 – Valori massimi e minimi di ogni principal component in ogni cluster.

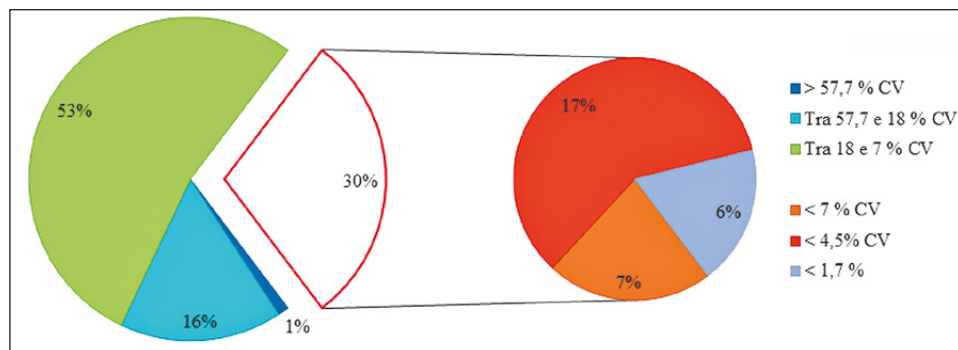


Fig. 7 – Grafica che rappresenta il livello di standardizzazione sulla base dei risultati del CV di ogni variabile.

romana. I diversi valori del CV relativi a ciascuna delle varianti di Hayes 85 possono essere osservati nella Tab. 6.

Abbiamo così ottenuto 92 CV dei diversi cluster, così come dei manufatti che non sono stati classificati, dal momento che non presentavano alcune delle caratteristiche incluse nelle variabili (Tab. 6, Fig. 7). Il primo dato che possiamo evidenziare è che tutti i CV, a eccezione di uno, sono inferiori al 57,7%. Ci troviamo, perciò, di fronte a delle variabili standardizzate, che riflettono come i manufatti non venivano prodotti in maniera aleatoria (EERKENS, BETTINGER 2001, 497). L'86% dei CV è inferiore al 18%, il che è indice del livello di standardizzazione esistente nella produzione delle coppe Hayes 85.

Inoltre, la produzione era realizzata da ceramisti esperti, dal momento che il 27% delle variabili possiedono un CV che non arriva a 6 (LONGACRE 1999, 49-53). Infine, il 7% dei CV sono inferiori a 1,7 e ciò è indice del ricorso a regole esterne che rendevano possibile una produzione in serie e soggetta a norme ben precise (EERKENS 2000, 667; EERKENS, BETTINGER 2001, 496). Se analizziamo le variabili in modo indipendente, le produzioni con maggior indice di standardizzazione sono la 1, 2 e 3. Inoltre, analizzando i cluster, il CH-B2 risulta quello maggiormente standardizzato, seguito dai cluster CH-B1, CH-A1, CH-A2, CH-C1 y CH-C2.

4.4 Regolarizzazione della produzione

Dopo aver verificato il livello di standardizzazione delle variabili che caratterizzano le forme delle Hayes 85, si è ritenuto di poter andare oltre identificando le differenti unità di misura che consentivano una regolarizzazione e una conseguente standardizzazione nella produzione di questi manufatti. Secondo la nostra ipotesi, gli elevati indici di standardizzazione della Hayes 85 possono essere spiegati solo se la sua produzione era regolata e sistematizzata

Case	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 6	Var. 7	Var. 8	Var. 9	Var. 10	Var. 11	Var. 12	Var. 13	Var. 14
1	11,18	9,15	10,32	4,82	5,1	3,18	1,18	3,76	0,29	0,3	0,24	0,36	0,4	0,206
2	10,91	8,92	10,47	4,73	4,46	3,08	1,22	2,89	0,27	0,23	0,39	0,28	0,25	0,153
3	11,65	9,65	11,39	5,45	5,04	3,3	1,28	3,4	0,25	0,38	0,22	0,4	0,42	0,192
4	10,6	8,46	9,99	4,87	4,11	2,65	1,07	2,97	0,22	0,34	0,28	0,39	0,29	0,129
5	11,04	8,9	10,2	5	4,74	2,88	1,27	3,23	0,26	0,3	0,38	0,26	0,41	0,158
6	11,03	9,02	10,46	5,9	4,27	2,85	0,78	3,46	0,33	0,36	0,42	0,3	0,3	0,17
7	10,71	8,81	10,18	4,48	4,3	2,85	0,96	3,1	0,28	0,21	0,32	0,46	0,4	0,129
8	11,1	9,1	10,74	5,3	5,2	3,6	1,42	3,5	0,3	0,28	0,47	0,26	0,4	0,189
9	11,18	9,2	10,6	5,64	3,76	2,06	0,18	3,36	0,24	0,32	0,43	0,5	0,3	0,154
10	10,94	8,8	10,33	5,2	4,72	3,21	1	3,67	0,3	0,37	0,43	0,22	0,43	0,152
11	11,52	9,46	10,9	5,47	4,3	3,1	1,04	2,96	0,31	0,34	0,24	0,3	0,43	0,167
12	10,8	9,1	10,25	4,59	4,06	2,9	0,95	2,89	0,28	0,31	0,44	0,29	0,34	0,136
13	11	9,16	10,3	5,27	4,46	3,35	1,16	3,04	0,25	0,35	0,46	0,41	0,4	0,126
14	11	8,8	10,5	5,6	4,5	3,4	1,2	3	0,2	0,3	0,45	0,38	0,36	0,13
15	13	11,3	12,6						0,3		0,5	0,3		
16	11,15	9,64	10,6	5,4	4,2	3,03	1	2,84	0,25	0,3	0,4	0,47	0,36	0,132
17	11,9	10	11,9						0,24		0,42	0,33		
18	10,3	8,4	9,53	4,6	4,8	2,9	1,16	3,3	0,28	0,3	0,37	0,4	0,42	0,126
19	11	8,4	10,6	4,8	5,5	4	1,05	4,27	0,28	0,28	0,6	0,3	0,28	0,19
20	11	9,3	10,74	6,45	4,45	3,26	0,67	3,46	0,24	0,2	0,38	0,46	0,37	0,183
21	12	9,66	10,7						0,27		0,4	0,35		
22	11,2	9	10,8	6,06	3,76	2,2	0,2	3,37	0,3	0,4	0,5	0,47	0,3	0,167
23	11	9,2	10,8	5	3,4	2,36	1	2,1	0,35	0,26	0,5	0,4	0,3	0,101
24	11,1	9,15	10,6	5	3,24	2,3	0,2	3	0,2	0,33	0,3	0,3	0,16	0,127
25	11	8,75	10,4	5,1	4,7	3,23	1,05	3,47	0,23	0,26	0,4	0,3	0,3	0,164
26	11	9,56	10,7	2,5	3,67	2,6	0,23	3,3	0,23	0,4	0,34	0,3	0,15	0,14
27	12,1	9,7	11,1						0,2		0,5	0,3		
28	10,06	8,2	9,8						0,17		0,46	0,22		
29	11	8,9	10,6						0,2		0,5	0,3		
30	10,94	9,11	10	4,44	4,15	2,85	0,83	3	0,18	0,3	0,43	0,4	0,3	0,116
31	10	7,9	9,1						0,2		0,4	0,37		
32	12	10,3	11,7						0,24		0,5	0,23		
33	11,4	9,4	10,86					2,9	0,25		0,4	0,4	0,3	
34	10,1	8,45	9,53						0,3		0,42	0,25		
35	11,83	9,66	11,3					2,9	0,25		0,46	0,3	0,35	
36	11,9	9,8	11,2						0,18		0,44	0,25		
37	11	9,26	10,17						0,22		0,42	0,28		
38	9,36	7,2	8,44						0,28		0,41	0,35		
39	10,97	9	9,72						0,32		0,32	0,32		
40	12	10	11						0,25		0,33	0,27		
41	12	10,48	12,1						0,14		0,37	0,3		
42	11	9	10						0,25		0,45	0,2		
43	11,1	8,94	10,2	5	4,53	3,26	1	3,22	0,3	0,39	0,4	0,46	0,38	0,128
44	11,94	9,64	10,44					2,55	0,18		0,47	0,43	0,36	
45	10,96	9,25	10,4					2,66	0,18		0,38	0,4	0,3	
46	11,4	9,46	10,9	5,36	4,9	3,7	1	3,5	0,16	0,36	0,46	0,42	0,4	0,17
47	10,16	8	9,56	5	4	2,55	1,15	2,67	0,22	0,3	0,5	0,44	0,35	0,102
48	10,46	9,16	10,45						0,24		0,4	0,25		
49	11	9	10,13	4,8	4,62	3,33	0,97	3,36	0,16	0,4	0,43	0,43	0,35	0,151
50	11	9	10,56	5	5	3,58	1,4	3,23	0,2	0,25	0,36	0,4	0,5	0,16

Tab. 6 – Calcolo del coefficient of variation (CV) attraverso il numero dei casi (N), la media (M) e la standard deviation (SD).

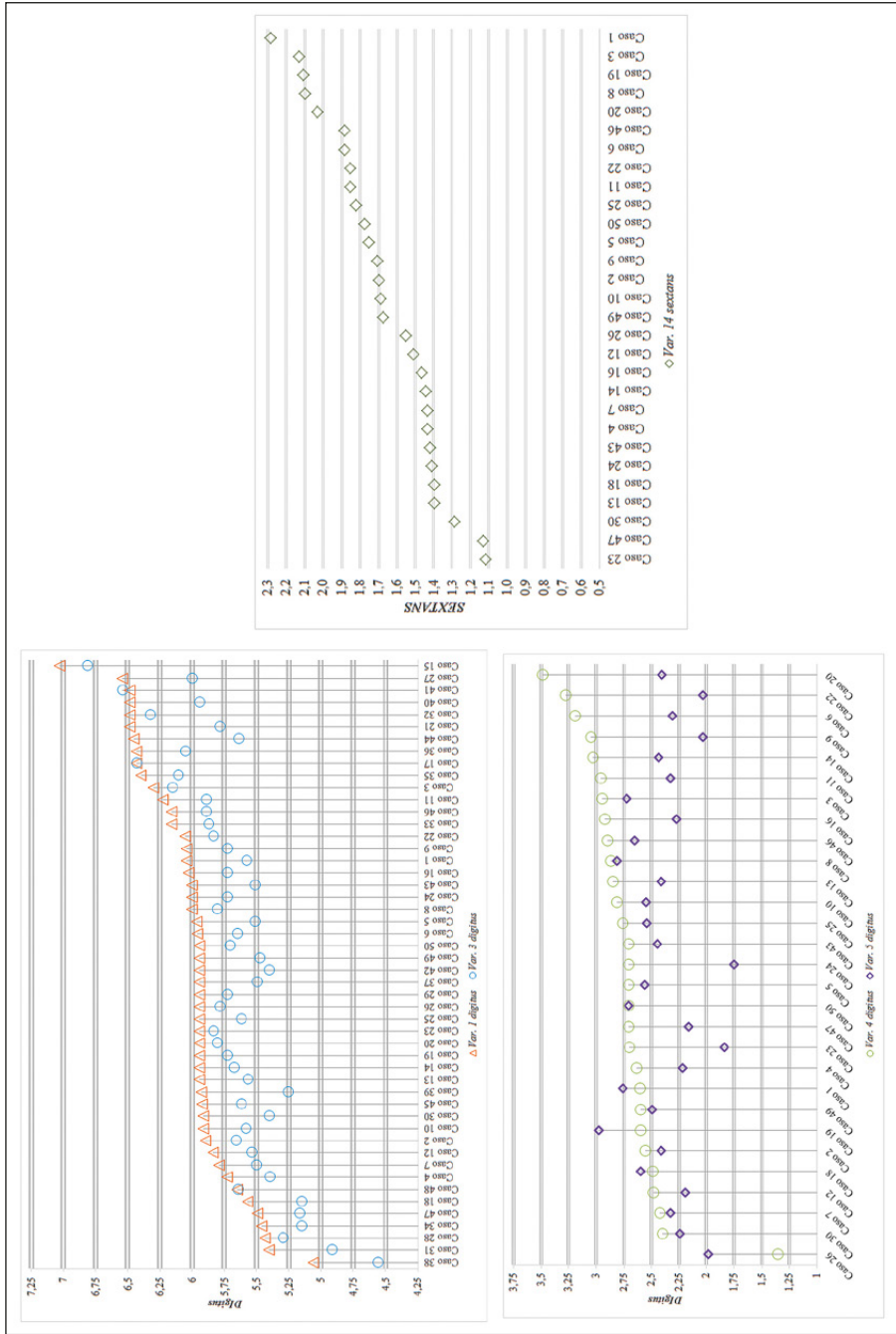


Fig. 8 – Grafici con i valori delle variabili 1, 3, 4 e 5 secondo una scala di *digitus* (sinistra). Grafica con i valori delle variabili 14 secondo una scala di *sextans* (destra).

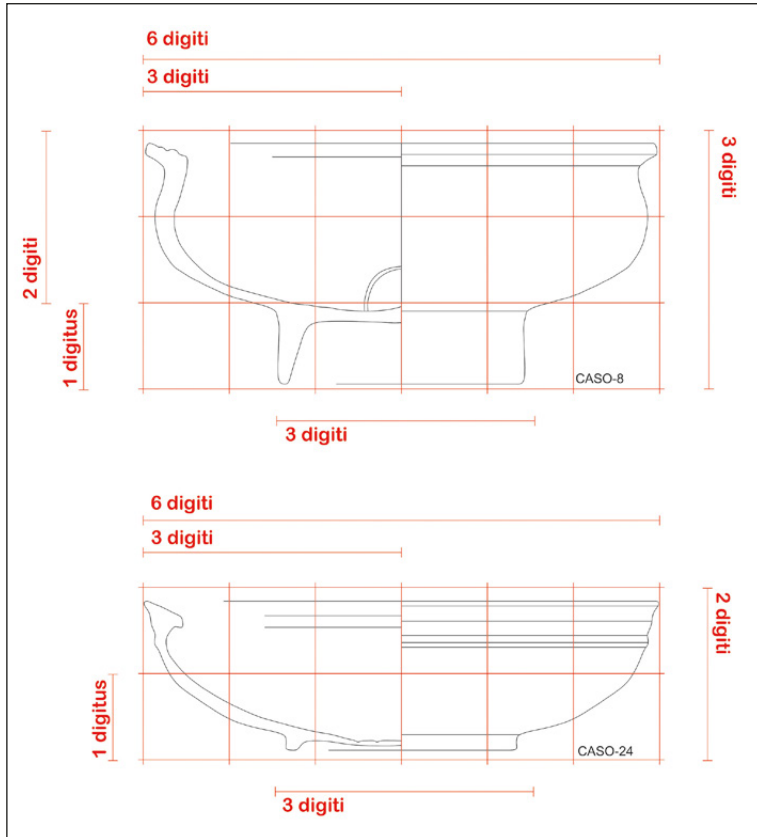


Fig. 9 – Due forme Hayes 85 rappresentate secondo una scala di *digitus*.

secondo una serie di unità di misura che dovevano essere diffuse nell'area tunisina nel V-VI secolo circa.

Dal momento che si tratta di produzioni romane, la loro regolarizzazione dovette essere legata a un'unità di misura di epoca tardoromana. Per verificarlo abbiamo sostituito la variabile 14 con il *digitus* (18,5 mm), unità di misura già utilizzata da ROTTLÄNDER (1996) nella sua indagine. Inoltre, abbiamo sostituito la variabile 14 in un'unità di capacità romana: il *sextans* (0,09 l), una verifica che fino a oggi non era mai stata realizzata (Fig. 8).

Nel primo grafico (Fig. 8, a sinistra) possiamo osservare come la maggior parte delle misure degli esemplari di Hayes 85 si raggruppi intorno alle unità di *digitus*. Delle 158 misure prese in esame, 112 corrispondono a *digitus* esatti o a frazioni comuni, il che indica un 71% dei casi presi in esame. Sottolineiamo

come la maggior parte dei diametri del bordo siano di circa 6 *digiti*. Se a ciò aggiungiamo il fatto che la variabile 1 è tra le più standardizzate, ciò sembrerebbe indicare che gli artigiani centro-tunisini, per ottenere questa unità di misura, facevano probabilmente ricorso a un oggetto come un bastoncino o un pezzetto di corda. Se osserviamo il secondo grafico (Fig. 8, a destra), anche questo sembra suggerire una coincidenza tra il volume delle coppe Hayes 85 e l'unità romana del *sextans*. In questo modo, sembra che esistessero due gruppi con volumi diversi, uno dalla misura di circa 1,4 *sextantes* e un altro con un volume che oscilla tra 1,7 e 1,9.

Riteniamo che questi valori non possano essere casuali, ma al contrario indichino una chiara corrispondenza tra le dimensioni di queste produzioni e le unità di misura romane del *digitus* e del *sextans*. Di conseguenza, se precedentemente abbiamo segnalato che per poter spiegare dei CV così bassi dovevano esistere delle regole esterne che condizionassero il lavoro dei ceramisti, ritroviamo queste regole con molta probabilità nei *digiti* e nei *sextantes* (Fig. 9).

M.B.Z.

5. CONCLUSIONI

La nostra indagine ha fatto ricorso all'utilizzo di due tipi di analisi statistiche multivariate, la CA e la PCA. Seguendo dei criteri matematici, abbiamo ottenuto una serie di gruppi, con lo scopo di definire i diversi livelli di standardizzazione mediante il loro CV. Come risultato, abbiamo constatato che l'analisi statistica multivariata può costituire un metodo valido di classificazione della ceramica, che è compatibile con gli studi più tradizionali e al contempo è più precisa ed esatta, dal momento che si basa su criteri matematici. In questo modo, siamo stati in grado di classificare le coppe Hayes 85, dividendole in tre varianti diverse, e di modificare anche se solo parzialmente le conclusioni cui erano giunti HAYES (1972, 130-133) e gli autori successivi che si basavano sulle sue classificazioni, riconoscendo soltanto due varianti distinte (Hayes 85 A, Hayes 85 B).

La terza variante qui individuata, che potremmo chiamare variante "C", potrebbe essere considerata un'evoluzione di questo gruppo morfologico verso le coppe più recenti come la forma Hayes 101, con un orlo molto simile ma con un piedistallo più articolato e soprattutto con una decorazione di stile completamente differente e una produzione decisamente legata agli atelier della Tunisia settentrionale (MACKENSEN 1993). Questa evoluzione tipologica si data probabilmente nel primo quarto del VI secolo (500-520/530), contemporaneamente all'ultimo periodo di produzione della variante "B" e nell'ultimo periodo di *floruit* degli atelier in C⁽⁵⁾ (MACKENSEN, SCHNEIDER 2002, 132).

La conclusione più importante a cui siamo giunti, tuttavia, è data dal fatto che la produzione della forma Hayes 85, realizzata in Tunisia centrale a partire dalla metà del V e nel primo quarto del VI secolo, era una produzione altamente standardizzata, condizionata nella sua fabbricazione dalle unità di misura del *digitus* e dalle unità di misura del volume del *sextans*. L'alto livello di serialità di queste produzioni è indice di un sistema produttivo ai massimi vertici della sua efficacia e ben assestato. Pertanto, nonostante la regione si trovasse sotto il dominio dei Vandali, questa produzione è indizio del fatto che in questo periodo si mantengono modi di produzione e standard di epoca romana.

Il regno dei Vandali nell'Africa del Nord è ormai chiaramente definito come il governo di un'élite militare che non modificò in alcuna misura le strutture dello stato romano, se non nelle sue individualità. I Vandali adottarono gli stessi costumi delle aristocrazie romane in molte delle manifestazioni culturali e nelle tradizioni quotidiane (CONANT 2012). Le strutture stesse della produzione non subirono mutamenti sostanziali, non solo in Tunisia ma anche in Tripolitania, come dimostrano le più recenti campagne di ricognizione (CIRELLI, FELICI, MUNZI 2011).

La conservazione dell'apparato produttivo rivolto all'esportazione avvenne nonostante il cambiamento del regime fiscale e la fine dell'esazione statale imperiale, contemporaneamente alla nascita nell'Africa vandolica di un sistema monetario regionale (TEDESCO 2011, 118; MUNZI 2013, 72). Continuò inoltre, nella tradizione antica, la produzione di tessuti colorati in rosso porpora (FONTANA 2000, 97; RABINOWITZ 2009; HOLOD, CIRELLI 2011, 160) e lo sfruttamento intensivo del territorio per la produzione olearia e cerealicola (MERRILLS, MILES 2010, 144) e per la produzione di *salsamenta* e di vino (PANELLA, TCHERNIA 1994, 154), certamente senza mai raggiungere le quantità imponenti che si erano registrate nel III e nella prima metà del IV secolo (FENTRESS *et al.* 2004, 149).

La maggior parte degli studiosi concorda inoltre nella ripresa durante il regno vandalo di una vasta produzione fittile, sia di ceramiche fini, sia di contenitori da trasporto, con lo stanziamento di impressionanti villaggi produttivi e manifatturieri, impiantati nella Tunisia centrale e in quella settentrionale. Ciò dimostra una struttura economica e un'intensità della produzione simile a quella della tarda età imperiale. I dati della nostra sperimentazione confermano questa tendenza, dal momento che abbiamo verificato che le unità di misura e il sistema di produzione della ceramica rispecchiano le caratteristiche del mondo produttivo di tradizione romana.

Questa conclusione può, probabilmente, essere applicata ad altri ambiti economici e sociali dell'Africa settentrionale in epoca tardoantica e altomedievale, quali ad esempio le tecniche di costruzione e le unità di misura impiegate nei principali edifici monumentali (chiese, acquedotti, strutture difensive e *palatia*), le forme e le dimensioni degli impianti di spremitura di olio e di

lavorazione del vino e sostanzialmente anche le forme e l'organizzazione dei siti rurali legati a queste manifatture straordinarie, i cui prodotti venivano ancora distribuiti in gran parte di quello che era un tempo il mare dei Romani.

E.C., M.B.Z.

MIGUEL BUSTO-ZAPICO

Departamento de Historia del Arte y Musicología
Universidad de Oviedo
bustomiguel@uniovi.es

ENRICO CIRELLI

A. Von Humboldt und C.F. Siemens Stiftung
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna
Ludwig Maximilians Universität Institut für Vor- und Frühgeschichte
und Provinzialrömische Archäologie
enrico.cirelli2@unibo.it

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA MARTÍN A. 1998, *Análisis multivariable: una nueva vía para la caracterización cerámica*, «Pyrenae», 29, 117-134.
- BAXTER M.J. 2015, *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*, New York, Percheron Press.
- BIONDANI F. 2015, *Ceramiche fini da mensa in territorio marchigiano fra III e VI secolo: produzioni regionali e importazioni*, in E. CIRELLI, F. DIOSONO, H. PATTERSON (eds.), *Le forme della crisi. Produzioni, ceramiche e commerci nell'Italia centrale tra Romani e Longobardi (III-VIII sec. d.C.). Atti del Convegno Internazionale (Spoleto-Campello sul Clitunno 2012)*, Bologna, Ante Quem, 253-275.
- BONIFAY M. 2004, *Etudes sur la céramique romaine tardive d'Afrique*, BAR International Series 1301, Oxford, Archaeopress.
- BONIFAY M., BRENOT C., FOY D., PELLETIER J.P., PIERI D., RIGOI Y. 1998, *Les mobiliers de l'Antiquité tardive*, in M. BONIFAY, M.B. CARRE, Y. RIGOI (eds.), *Fouilles à Marseilles. Les mobiliers (Ier-VIIe s.)*, Paris, Errance, 355-375.
- BUSTO ZAPICO M. 2015, *Sobre el uso de herramientas informáticas para la cuantificación cerámica: el EVE 2.0*, «SÉMATA Ciencias Sociais e Humanidades», 27, 199-219.
- CARANDINI A. 1981, *Produzione C*, in *Atlante delle forme ceramiche. I. Ceramica fine romana nel bacino mediterraneo (medio e tardo impero)*. *Enciclopedia dell'Arte Antica Classica e Orientale*, Roma, Treccani, 58-60.
- CIRELLI E. 2007, *Ravenna e il commercio nell'Adriatico nella tarda Antichità*, in A. AUGENTI, C. BERTELLI (eds.), *Felix Ravenna. La croce, la spada, la vela: l'alto Adriatico fra V e VI secolo*, Milano, Skira, 45-50.
- CIRELLI E., FELICI F., MUNZI M. 2012, *Insedimenti fortificati nel territorio di Leptis Magna tra III e XI secolo*, in P. GALETTI (ed.), *Paesaggi, comunità, villaggi medievali, Atti del Convegno internazionale di studio (Bologna 2010)*, Spoleto, Fondazione Centro Studi sull'alto Medioevo italiano, 763-777.
- CONANT J. 2012, *Staying Roman: Conquest and Identity in Africa and the Mediterranean, 439-700*, Cambridge, Cambridge University Press.
- COSTIN C.L., HAGSTRUM M.B. 1995, *Standardization, labor investment, skill, and the organization of ceramic production in Late Prehispanic Highland Peru*, «American Antiquity», 60, 4, 619-639.

- DENEAUVE J. 1974, *Un dépôt paléochrétien sur la colline de Byrsa à Carthage*, «Antiquités Africaines», 8, 133-156.
- EERKENS J.W. 2000, *Practice makes within 5% of perfect: Visual perception, motor skills, and memory*, «Current Anthropology», 41, 4, 663-668.
- EERKENS J.W., BETTINGER R.L. 2001, *Techniques for assessing standardization in artifact assemblages: can we scale material variability?*, «American Antiquity», 66, 3, 493-504.
- FENTRESS E., FONTANA S., HITCHNER R.B., PERKINS P. 2004, *Accounting for ARS: fine ware and sites in Sicily and Africa*, in S.E. ALCOCK, J.A. CHERRY (eds.), *Side-by-side Survey. Comparative Regional Studies in the Mediterranean World*, Oxford, Oxbow, 147-162.
- FONTANA S. 2000, *Un "immondezzaio" di VI secolo da Meninx: la fine della produzione della porpora e la cultura materiale a Gerba nella prima età bizantina*, in M. KHANOUSSI, P. RUGGERI, C. VISMARA (eds.), *L'Africa Romana XIII. Geografi, viaggiatori, militari nel Maghreb: alle origini dell'archeologia nel nord Africa*, Roma, Carocci, 95-114.
- HAYES J.W. 1972, *Late Roman Pottery*, London, British School at Rome.
- HOLOD R., CIRELLI E. 2011, *Islamic pottery from Jerba (7th-10th c.). Aspects of continuity?*, in P. CRESSIER, E. FENTRESS (eds.), *La céramique maghrébine du Moyen Age (VIII^e-X^e siècles)*, Collections de l'École Française de Rome, 446, Rome, École française de Rome, 159-179.
- HOLZHAUSEN H., ROTTLÄNDER R. 1970, *Standardization of provincial-Roman pottery-IV*, «Archaeometry», 12, 189-195.
- LONGACRE W. 1999, *Standardization and specialization: What's the link?*, in J. SKIBO, G. FEINMAN (eds.), *Pottery and People. A Dynamic Interaction*, Salt Lake City, University of Utah Press, 44-58.
- MACKENSEN M. 1993, *Die Spätantiken Sigillata- und Lampentöpfereien von El-Mabrine (Nordtunesien)*, München, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung.
- MACKENSEN M. 1998, *Centres of African Red Slip Ware Production in Tunisia from the Late 5th to the 7th Century*, in L. SAGUI (ed.), *Ceramica in Italia: VI-VII secolo. Atti del Convegno in onore di John W. Hayes* (Roma 1995), Firenze, All'Insegna del Giglio, 23-40.
- MACKENSEN M. 2003, *Production of 3rd century Sigilla A/C (C¹⁻²) or 'El-Aouja' Ware and its transition to Sigilla C³ with appliqué decoration in Central Tunisia*, «RCRFacta», 38, 279-286.
- MACKENSEN M. 2009, *Technology and organisation of ARS ware production-centres in Tunisia*, in J.H. HUMPHREY (ed.), *Studies on Roman Pottery of the Provinces of Africa Proconsularis and Byzacena (Tunisia). Hommage à Michel Bonifay*, Journal of Roman Archaeology, Suppl. Ser. 76, Portsmouth, Rhode Island, 17-44.
- MACKENSEN M., SCHNEIDER G. 2002, *Production centres of African red slip ware (3rd-7th c.) in northern and central Tunisia: Archaeological provenance and reference groups based on chemical analysis*, «Journal of Roman Studies», 15, 121-158.
- MERRILLS A., MILES R. 2010, *The Vandals*, Oxford, Wiley-Blackwell.
- MUKAI T. 2016, *La céramique du groupe épiscopal d'Aradi/Sidi Jdidi (Tunisie)*, Oxford, Archaeopress Archaeology.
- MUNZI M. 2013, *The Tripolitanian countryside and a monetary economy: Data from the archaeological survey of the territory of Leptis Magna (Libya)*, «The Journal of Archaeological Numismatics», 3, 67-88.
- OGLE K.N. 1950, *Researches in Binocular Vision*, Philadelphia, Saunders.
- ORTON C.R. 1980, *Mathematics in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ORTON C.R. 2012, *Indicators of craft specialisation in medieval ceramics from north-west Russia*, in M. BRISBANE, N. MAKAROV, E. NOSOV (eds.), *The Archaeology of Medieval Novgorod in Its Wider Context: A Study of Centre/Periphery Relations*, Oxford, Oxbow Books, 435-447.
- ORTON C.R., HUGHES M. 2013, *Pottery in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- PANELLA C., TCHERNIA A. 1994, *Produits agricoles transportés en amphorae: l'huile et surtout les vin*, in *L'Italie d'Auguste à Dioclétien. Actes du Colloque international (Rome 1992)*, Roma, Publications de l'École Française de Rome, 145-165.

- PEACOCK D.P.S., BEJAUOI F., BEN LAZREG N. 1990, *Roman Pottery Production in Central Tunisia*, «Journal of Roman Studies», 3, 59-84.
- RABINOWITZ A. 2009, *Meninx I: A house and a murex-dye workshop*, in E. FENTRESS, A. DRINE, R. HOLOD (eds.), *An Island Through Time: Jerba Studies, Volume 1. The Punic and Roman Periods*, Porthsmouth, Rhode Island, Journal of Roman Archaeology, 213-217.
- RAMOS GIL A. 2010, *Una aplicación de la hoja de cálculo en Arqueología: Método para conocer la capacidad interior, y el volumen de arcilla utilizado en la fabricación de recipientes cerámicos*, in *I Congreso Internacional sobre estudios cerámicos. Homenaje a la Dra. Mercedes Vegas*, Cadice, Universidad de Cádiz, 128-147.
- REVELLO LAMI M. 2013, *Ceramic standardization and variation. An integrated approach to the study of coarse ware pottery production, distribution and consumption in Archaic and Post Archaic Satricum (6th-4th BC)*, in AA.VV., *Second Meeting of AAC Young Researchers, Amsterdam Archaeological Centre (AAC)*, Amsterdam, University of Amsterdam.
- ROSSLÄNDER R. 1966, *Is provincial-Roman pottery standardized?*, «Archaeometry», 9, 76-91.
- ROSSLÄNDER R. 1967, *Standardization of provincial-Roman pottery-II*, «Archaeometry», 10, 35-46.
- ROSSLÄNDER R. 1968, *Standardization of provincial-Roman pottery-III*, «Archaeometry», 11, 159-164.
- ROSSLÄNDER R. 1996, *New ideas about old units of length*, «Interdisciplinary Science Review», 21, 3, 235-241.
- SAGUÌ L. 1980, *Ceramica africana dalla Villa di Tiberio a Sperlonga*, «Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité», 92, 1, 471-544.
- SHENNAN S. 1988, *Quantifying Archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- TEDESCO P. 2011, *Economia e moneta nell'Africa vandalica*, «Annali dell'Istituto Italiano di Numismatica», 57, 115-138.
- TORTORELLA S. 1998, *La Sigillata Africana in Italia nel VI e nel VII secolo: problemi di cronologia e distribuzione*, in L. SAGUÌ (ed.), *Ceramica in Italia: VI-VII secolo. Atti del Convegno in onore di John W. Hayes (Roma 1995)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 42-70.
- WAAGÉ F.O. 1933, *The American Excavations in the Athenian Agora, First Report: The Roman and Byzantine Pottery*, «Hesperia», 2, 279-328.
- WILCOCK T.J., SHENNAN S.J. 1975, *Shape and style variation in Central German Bell Beakers. A computer assisted study*, «Science and Archaeology», 15, 17-31.
- ZULINI E. c.s., *Terra Sigillata Africana*, in P. MAGGI, F. MASELLI SCOTTI, S. PESAVENTO MATTIOLI, E. ZULINI (eds.), *Materiali per Aquileia. Lo scavo di Canale Anfora (2004-2005)*, in corso di stampa.

ABSTRACT

The aim of this paper is to determine the degree of standardization within certain Late Roman pottery productions. This research tried to outline a methodology to determine the standardisation degree of these samples and to unravel the measurement systems used in the production process. The morphometric characterization of each fragment allowed us to create different groups with a cluster analysis. The principal component analysis provided information that led us to a deeper understanding of the obtained groups. The coefficient of variation allowed us to determine the standardisation degree of the productions. Once all these data are known, we can approach to the possible measurement units that ruled the analyzed production systems. We selected a form well represented in the ceramic contexts identified in the excavations of the Late Antique port-canal of Classe, the Hayes 85 small bowl. This vessel was considered a rare form in Hayes' monumental book. New discoveries of the last ten years revealed how much we still have to understand about the characteristics of Late Roman productions, trade and distribution. With this in mind, we used a statistical method to analyse the main changes in the profile of this type and its variants.