

## TECNOLOGIA E ABILITÀ ARTIGIANALE NEI CAVALLI DI SAN MARCO: LA FUSIONE, L'ASSEMBLAGGIO E LA DORATURA\*

Vittorio Galliazzo

Una affascinante ed eccezionale testimonianza sulle caratteristiche e sul virtuosismo della tecnologia antica è senz'altro offerta dalla analisi della fusione, dell'assemblaggio e della doratura dei Cavalli di San Marco a Venezia, famosa quadriga da noi già esaminata sotto il profilo storico, ippologico ed artistico in un precedente numero della presente rivista<sup>1</sup>.

Poche sculture bronzee antiche posseggono infatti la possibilità del gruppo equestre veneziano di poter fornire informazioni precise e controllate sulla tecnica di fusione antica, almeno di un certo periodo; anzi nessun grande bronzo si presenta all'occhio dell'esperto con i vantaggi di un controllo reciproco ed incrociato che offrono questi quattro Cavalli usciti senz'altro da una stessa fonderia e quindi da una stessa abile mano artigiana<sup>2</sup>.

\* Un vivo ringraziamento vada ancora al caro amico professore dottore Marc Olivé Mayer, per aver accolto quest'altro mio articolo nella sua rivista.

<sup>1</sup> Si veda: V. GALLIAZZO, «I Cavalli di San Marco: una quadriga greca o romana?», *Faentina*, 6/2, 1984.

<sup>2</sup> Sul problema della fusione dei Cavalli di San Marco l'unico studio degno di rilievo è quello puramente empirico di K. KLUGE, K. LEHMANN-HARTLEBEN, («Die antiken Grossbronzen», vol. II, in *Grossbronzen der römischen Kaiserzeit*, Berlin-Leipzig 1927, pp. 83-85), mentre limitati in sostanza alle caratteristiche della lega sono gli studi apparsi nei cataloghi delle varie mostre dei Cavalli di San Marco (AA. VARI, *I Cavalli di S. Marco. Catalogo della mostra. Convento di S. Apollonia. Venezia*

## La lega

E' noto fin dall'Ottocento, ed è stato ribadito ultimamente anche dagli studi recenti, che la lega dei Cavalli di San Marco è ternaria, ma con una percentuale di alliganti (stagno e piombo) così bassa da far parlare di rame impuro (96-98%); inoltre è risaputo che la fusione è senz'altro stata fatta secondo il procedimento della formatura indiretta mediante «tasselli concavi» o, in gergo, «scorzoni».

Ora dai nostri diretti esami dei singoli Cavalli (soprattutto dell'A e del B) abbiamo potuto ricostruire passo passo le varie fasi di tale procedimento (ben otto) con il risultato di aver recuperato un metodo di fusione antico che in molti punti, a quanto sembra, era ignoto ed in ogni caso appare tecnologicamente differente da quello moderno che gli è analogo<sup>3</sup>.

Innanzitutto la fusione di ogni singolo cavallo non è avvenuta, come si va dicendo, fondendo testa e collo da una parte e tronco con zampe e coda dall'altra, ma smembrando i corpi dei Cavalli in «pezzi di fusione» assai più numerosi e fondendo ognuno di essi come una scultura a sè stante. Sicché in ogni cavallo abbiamo i seguenti pezzi di fusione: testa con collo, arcata dentaria inferiore, anelli del morso

---

giugno-agosto 1977, Venezia 1977, p. 185 ss. = qui citato: *Mostra 1977*); vari altri articoli pubblicati su riviste nazionali o internazionali, in ultima analisi, ripetono o riportano quanto gli esperti della Mostra veneziana avevano scritto. Il nostro studio invece, seppur difficile per chi non conosce le complesse operazioni di una fusione, ha voluto offrire un quadro completo ed articolato di tutte le fasi riguardanti tale tecnologia nei Cavalli di San Marco (V. GALLIAZZO, *I Cavalli di San Marco*, Treviso 1981, p. 113 ss. = qui citato: GALLIAZZO, 1981). Sulla fusione in generale nel mondo antico, si vedano, tra gli altri: K. KLUGE, K. LEHMANN-HARTLEBEN, *op. cit.*, ed inoltre vol. I, «Die antike Erzgestaltung und ihre technischen Grundlagen», Berlin-Leipzig 1927; J. CHARBONNEAUX, *Les bronzes grecs*, Paris 1958, pp. 3-23: ivi prec. bibl. alle pp. 131-32; S. DOERINGER, D. G. MITTEN, A. STEINBERG, *Art and Technology, A Symposium on Classical Bronzes*. Cambridge, Massachusetts-London 1970, p. 5 ss.; F. RONCALLI, «Il "Marte" di Todi, Bronzistica etrusca ed ispirazione classica, *Memorie della Pont. Accademia di Archeologia*, Serie III, vol. XI, II, 1973, soprattutto pp. 35-52: ivi ampia prec. bibl. con schema a p. 48 di ben sette tipi di fusione; AA. VARI, *Principes d'analyse scientifique, La sculpture, Méthode et vocabulaire*, Paris 1978, soprattutto pp. 239-335: studio fondamentale anche se riferito all'età contemporanea, con imponente bibliografia dall'antichità ad oggi alle pp. 707-33; E. FORMIGLI, «Note sulla tecnologia nella statuaria bronzea greca del V sec. a.C.», *Prospettiva*, 23, ottobre 1980, pp. 61-66: ivi prec. bibl. = in *Boreas*, 4, 1981, pp. 15-24; K. LEHMANN-HARTLEBEN, «Drei Entwicklungsphasen griechischer Erzplastik», *Boreas*, 4, 1981, p. 7-14.

<sup>3</sup> GALLIAZZO, 1981, pp. 113-44; più precisamente sulla lega: pp. 113-17.

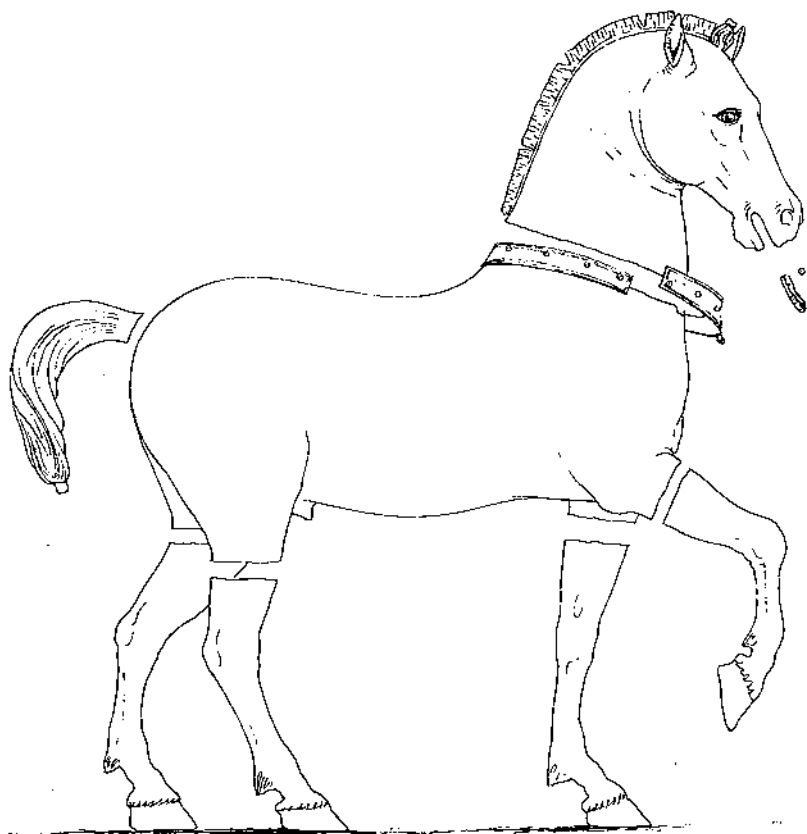


Fig. 1. I pezzi di fusione, cioè gli elementi di ciascun cavallo fusi a parte come se fossero stati delle sculture a sè stanti (dal Cavallo B).

di filetto, parte anteriore del collare, tronco con la porzione posteriore del collare, zampe, coda, scroto e finimenti<sup>4</sup> (fig. 1).

Un tale frazionamento fu senz'altro necessario per ovviare ai difetti di una fusione con una lega pressoché di rame puro, ritenuta

<sup>4</sup> Già il Kluge e Lehmann-Hartleben (*op. cit.*, II. 1927, p. 83) segnalavano, su base puramente empirica e non sempre esattamente, ben 11 pezzi di fusione, mentre Gianni Frigerio e Massimo Leoni (*Mostra*, 1977, p. 195) parlano soltanto di «più parti: testa, tronco, in analogia a quanto raffigurato per la fusione di un guerriero» in una *kylix* di Vulci. Su tutto il problema si veda invece: GALLIAZZO, 1981, p. 118, fig. 59.

peraltro ai giorni nostri impossibile, malgrado una tecnologia assai complessa e di alto livello. Il *rame* infatti ha un punto di fusione di ben 1083 gradi centigradi che s'accompagna ad una rapida solidificazione a contatto con l'aria, *impedendo* al metallo di diffondersi nella forma di fusione: perciò per permettere un minimo di fluidità fu necessario surriscaldare tale lega pressoché di rame elevando la temperatura di 150-200 gradi centigradi e moltiplicando i *canali di drenaggio*. Ciò tuttavia non poté certamente impedire il formarsi di porosità estese, di superfici rugose e di soffiature che hanno dato allo spessore del bronzo un spiccato carattere spugnoso, talora scambiato negli ultimi tempi per cancro del bronzo, mentre in realtà si tratta in molti casi di vere e proprie bollicine di fusione riaffiorate sotto la superficie dorata in seguito a lievi fenomeni di corrosione delle superfici in vista o ad opera di accidentali urti meccanici.

### La fusione

L'attuale tecnologia di fusione si differenzia da quella antica applicata ai Cavalli di San Marco in numerosi e sostanziali particolari che l'economia di questa breve relazione impedisce di esporre compiutamente. Si rimanda pertanto al nostro volume per ulteriori e più espliciti chiarimenti<sup>5</sup>.

L'Artista che ha fuso la quadriga marcia è dunque partito da due *modelli* di argilla o gesso o di altra materia di una certa consistenza e plasmabilità, uno per i Cavalli A e B (come per convenzione si usa ormai indicarli partendo da sinistra verso destra guardando la Basilica), ed un altro per i Cavalli C e D (secondo la nostra ricostruzione): ambedue tuttavia sono stati tratti da un *identico esemplare vivo* di cavallo, come abbiamo detto nel precedente articolo apparso su questa rivista.

Ora, portati i due *modelli* in fonderia, l'Artista o chi per lui ha messo in opera tutte quelle operazioni che sono previste per una *fusione a cera persa* secondo il procedimento indiretto mediante tasselli concavi.

Passata dunque una pellicola di «distaccante» sulle superfici esterne di questi due *modelli*, egli ha creato su essi con il gesso semiliquido una forma o scorza di un congruo spessore che ha avuto

<sup>5</sup> GALLIAZZO, 1981, pp. 118-139, figg. 57-71.

l'accortezza di suddividere in tanti scorzoni (o tasselli concavi) per mezzo di lamine od altro materiale rigido e di minimo spessore infitto sul *modello* verticalmente. Togliendo appunto questo materiale divisorio ed approfittando del distaccante sottostante è possibile togliere gli scorzoni, che riproducono in negativo il modello di argilla o di altra materia creato dall'artista<sup>6</sup>.

A questo punto i *modelli* originali sono messi da parte e attraverso le copie in negativo degli scorzoni si può procedere alla fusione vera e propria non di un solo getto in bronzo, ma di numerosissime copie tutte pressoché identiche (le loro differenze in questo caso sarebbero dovute agli accidenti, alle deformazioni o alle manipolazioni che intervengono durante le complesse fasi di fusione).

Ottenuti così i negativi in gesso dei due modelli creati dall'artista, le fasi successive di fusione sono state per ogni singolo Cavallo di San Marco sempre identiche, sicché si è finito per ripetere per ben quattro volte la medesima operazione: si sono così usati per due volte gli scorzoni o tasselli concavi in gesso per fondere i cavalli identici A e B ed altrettanto si è fatto con gli altri esemplari C e D.

A questo punto è facile capire come mettendo da parte e conservando i tasselli concavi o scorzoni era facile riprodurre sempre l'identico modello, come se l'Artista l'avesse proprio allora plasmato: è questo un argomento fondamentale per comprendere le insuperabili difficoltà di attribuzione dei Cavalli di San Marco, perché anche se il *modello* originario di argilla od altro fosse di Lisippo, la tecnica ora descritta, senz'altro presente ai suoi tempi, impedisce di stabilire con certezza se la fusione della quadriga sia stata opera del grande artista greco o di suo figlio Euticrate, bronzista assai famoso e ritenuto erede del linguaggio artistico paterno, oppure di uno dei suoi numerosi discepoli<sup>7</sup>.

Quanto alle complesse fasi di fusione dei Cavalli di San Marco, un attento esame del loro interno da me fatto ha permesso di ricostruire i vari tasselli concavi o scorzoni di cui ognuno era composto: ciò è stato possibile su chiara ed evidente indicazione di una striscia o «nastro» prima di cera e poi tradotta in bronzo che unisce all'interno dei Cavalli due scorzoni contigui. Un tale espediente è particolarmente visibile soprattutto nel pezzo di fusione testa-collo, nel tronco, nella zampa anteriore sollevata e nella coda: si è così potuto

<sup>6</sup> Si veda ancora: GALLIAZZO, 1981, p. 119 ss.

<sup>7</sup> Su tutto il problema si veda: GALLIAZZO, 1981, pp. 236-38.

costatare che la suddivisione in scorzoni operata nel corso della fusione dei grandi bronzi antichi era, com'è ovvio, pressoché identica a quella che si opererebbe al giorno d'oggi (fig. 2).

Si è peraltro potuto ricostruire l'*armatura interna* del tronco a sostegno dell'*anima* in materiale plastico e refrattario, il cui compito è di sostenere le *cere* (fig. 3). Queste sono state ottenute pennellando più volte i negativi degli scorzoni con cera fusa fino ad ottenere gli

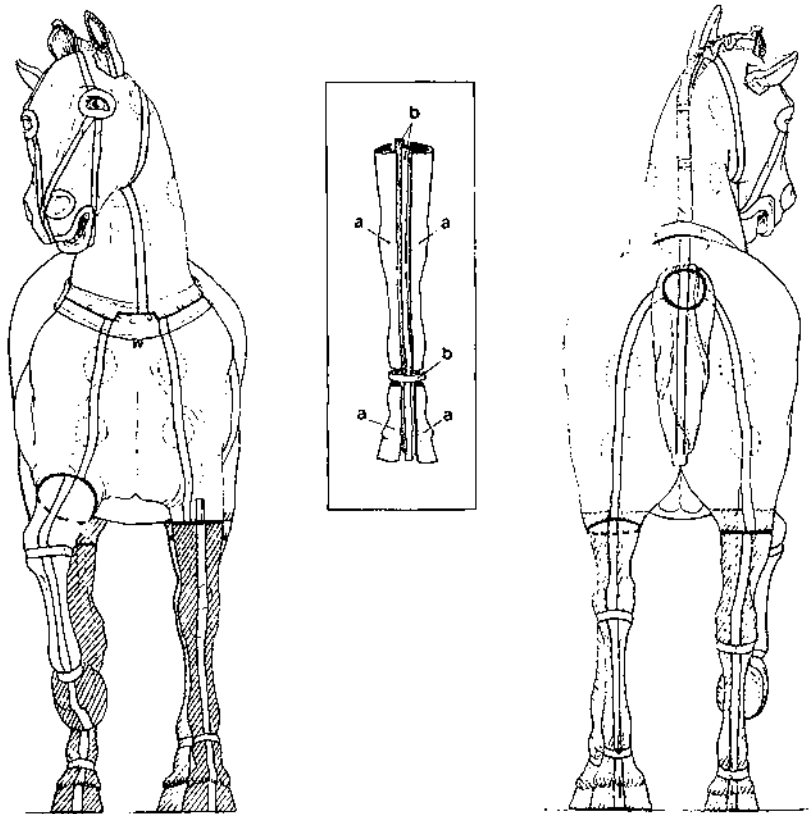


Fig. 2. I tasselli concavi o scorzoni congiunti da nastri di cera nella parte anteriore e posteriore di un Cavallo di San Marco (qui il B); le zampe, fuse a parte, sono poi state riempite di piombo per una altezza media che è stata indicata con il tratteggio. Riquadro centrale: gli scorzoni (lettere a) di una zampa prima di essere uniti e saldati con i nastri (lettere b).

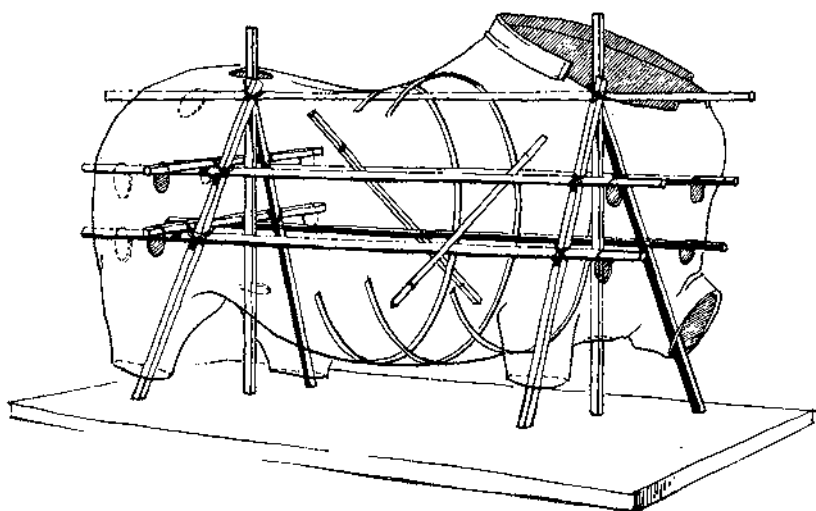


Fig. 3. L'armatura interna di un tronco di Cavallo di San Marco: sui due treppiedi di sostegno sono legati tanti lunghi perni in posizione orizzontale. Su questi stanno obliquamente numerosi distanziatori a sezione triangolare.

spessori voluti, che saranno poi tradotti in bronzo. Si è così visto che essi non sono identici su tutta la superficie di ciascun cavallo, ma variano a seconda del carico che il metallo doveva sostenere: così al petto e alle spalle abbiamo mm. 10,5 proprio perché queste parti dovevano sostenere il collo con la testa, le natiche invece, sottoposte al peso della coda e della groppa, hanno uno spessore di mm. 7,5, mentre il ventre, privo del supporto delle zampe è veramente di uno spessore incredibile: appena 3 mm. nella parte inferiore (per questo il diametro massimo di tutto il ventre è stato rinforzato con una larga fascia).

La messa in opera dell'*anima* in materiale refrattario e dei sovrapposti scorzoni di cera (che ripetono quindi la medesima forma di quelli di gesso) è partita, nel tronco, dalle cosce e dalle natiche per venire avanti e concludersi nel petto: i sostegni dell'*anima* (cioè l'*armatura portante*) furono ottenuti con due treppiedi, l'uno sistemato approfittando della mancanza delle zampe anteriori e di un tassello ottenuto in pieno petto dietro le zampe, l'altro sempre nei vani degli arti posteriori e in un vano lasciato libero dallo scroto e fuso poi a parte. Fu appunto in occasione di questa operazione che si

rinsaldarono e unirono con maggior sicurezza le cere attraverso quei «nastri» (visibili solo all'interno), di cui abbiamo prima parlato.

Sistematte quindi le cere attorno all'*anima* (che ovviamente ripete pressappoco le stesse proporzioni del *modello* dell'Artista), si disseminarono dei *chiodi-distanziatori* in file regolari longitudinali (solo nelle natiche tali *chiodi* sono invece disposti a raggiera: fulcro ideale è la coda): essi stavano parzialmente infitti con le punte nell'*anima*, trapassavano le cere e restavano per breve tratto fuori con le teste (per un terzo della loro lunghezza) in modo da essere poi inglobate dal *mantello* di *materiale refrattario* che veniva quindi posto sopra le cere (fig. 4-5).

Prima di far questo tuttavia era necessario creare, in diretto contatto con la superficie esterna delle cere, i *canali di drenaggio* e più precisamente gli *scolatoi* per la fuoriuscita delle cere fuse, gli *sfiatatoi* per la fuoriuscita dei gas e dei vapori, ed infine i *canali di getto* per il metallo di fusione (la lega); ma mentre i primi erano dati

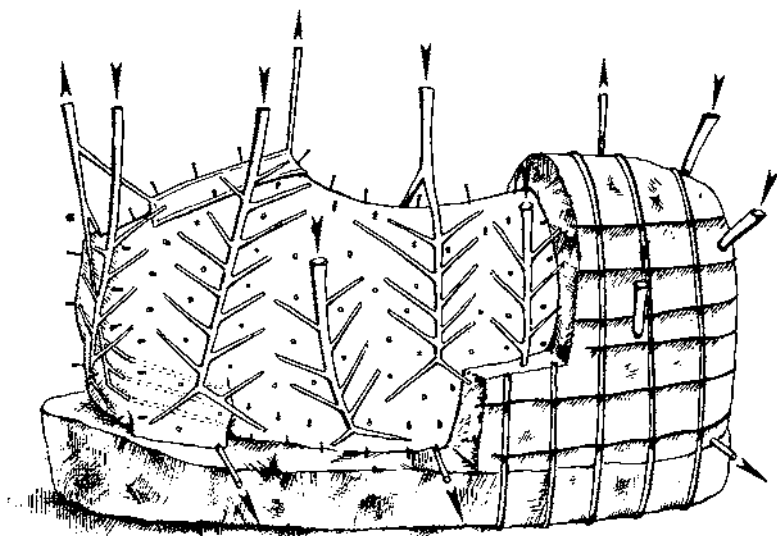
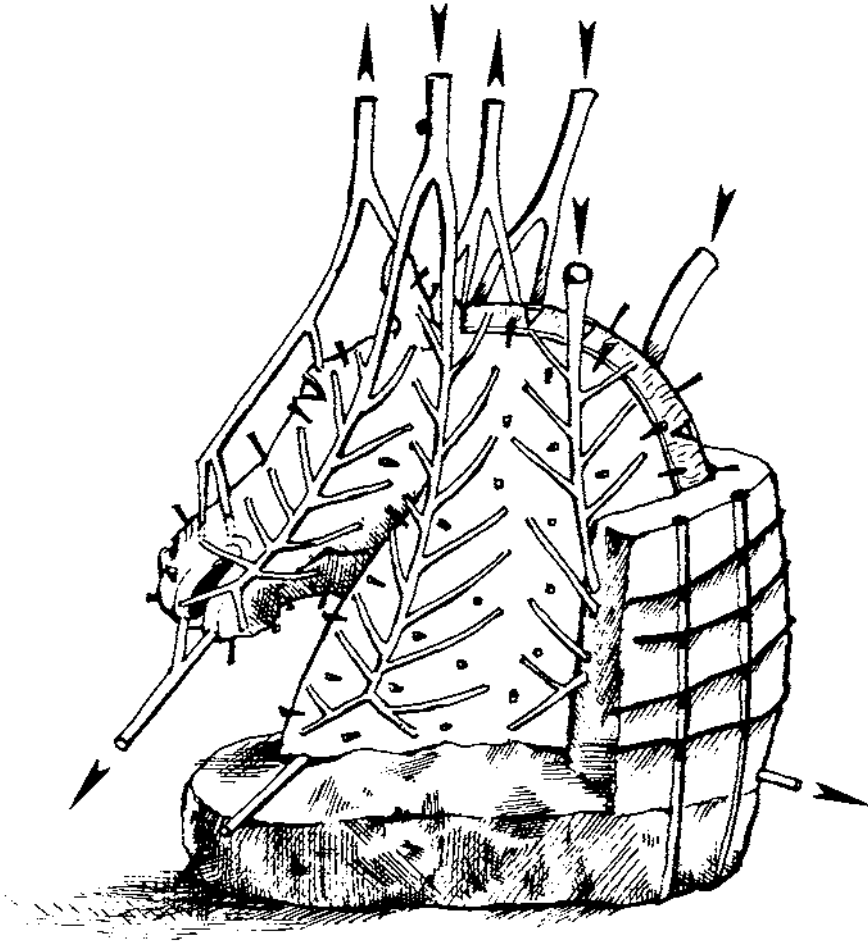


Fig. 4. Ricostruzione ipotetica dei canali di drenaggio (scolatoi, sfiatatoi e canali di getto) di un tronco di Cavallo di San Marco. In tratteggio sono gli sfiatatoi interni. Ben visibili sono pure i chiodi-distanziatori che stanno su tutto il corpo. Sopra il modello sta un mantello di materiale refrattario cerchiato in ferro.





*Fig. 5. Ricostruzione ipotetica dei canali di drenaggio di una testa di Cavallo di San Marco: in basso e con la bocca rivolta all'ingiù stanno gli scolatoi per l'uscita della cera; in alto stanno le bocche degli sfiatatoi (freccia all'insù) per l'uscita dei vapori e dei gas, e quelle dei canali di getto (freccia all'ingiù) per colare all'interno della forma il metallo.*

da cannule di cera piena o di sambuco o d'altri arbusti simili posti in congruo numero nella parte inferiore e stavano rivolti con le bocche all'ingiù, gli altri due avevano le bocche un po' sopra la parte superiore del pezzo di fusione con lievi differenze: gli *sfiatatoi* nei punti più alti, i *canali di getto* un po' più bassi in modo da impedire la creazione di bolle d'aria o di gas, ovvero altri «falli di fusione».

I Cavalli di San Marco sembrano poi aver avuto le ramificazioni secondarie dei singoli *canali di drenaggio* non rivolte all'ingiù proprio come avviene nel tipo di colata *a carico*, ma rivolte all'insù secondo il tipo di colata *da sotto in su*. Inoltre, fatto eccezionale, abbiamo canali di drenaggio anche all'interno (in genere *sfiatatoi*, non *canali di getto* come si è pensato).

A questo punto, seguendo sempre una serie di procedimenti analoghi agli odierni, le cere strette tra l'*anima* interna e il *mantello* esterno, percorse dai perni dell'armatura e dai chiodi-distanziatori ed unite all'esterno dai canali di drenaggio, sono pronte per la fusione vera e propria. Cerchiato dunque il *mantello* con verghe o lamine di metallo resistente alle alte temperature, si cala immediatamente il tutto in una «fossa» precedentemente preparata e asciugata per evitare al massimo l'umidità.

In questa fase si procede ad un lento riscaldamento di tutta la forma in modo da sciogliere la cera che, servendosi degli *scolatoi* inferiori, può essere recuperata soltanto in parte, perché essa tende a volatilizzarsi all'interno della forma. Finita questa operazione, le bocche degli *scolatoi* vengono chiuse, per impedire la fuoriuscita della colata.

L'esito finale di tutte queste operazioni è dato da una intercapedine tra *anima* e *mantello*, il cui vuoto ripete le stesse forme del *modello* precedente di cera: esso peraltro è messo in diretta comunicazione con l'esterno attraverso tutto il reticolo di *canali di drenaggio* formati dagli *sfiatatoi* e dai *canali di getto* scioltisi anch'essi. In pratica la cera usata in un primo momento ha avuto la specifica funzione di permettere una adeguata canalizzazione nello spessore del *mantello* di materiale refrattario, in modo da porre in diretta comunicazione la *forma da fondere con l'esterno*.

A questo punto tutti quei perni e distanziatori che mettevano in comunicazione l'*anima* interna con il *mantello* esterno oltrepassando in un primo momento le cere, entrano in azione ed impediscono che il mantello tocchi l'*anima* sottostante rovinando la *forma* da fondere.

Si riscalda quindi per bene la forma in modo da ridurre al massimo la sua escursione termica con il metallo fuso e surriscaldato; fatto questo si passa alla colata del metallo, che fuso in un apposito *forno* a parte, viene versato nelle *bocche* dei *canali di getto* che è credibile fossero a varie altezze e numerose soprattutto per la fusione dei tronchi dei Cavalli di San Marco: l'intercapedine viene così riempita dal basso verso l'alto e gli *sfiatatoi*, esaurito il loro compito di condur via i vapori e i gas di fusione, si riempiono anch'essi. Quando il riempimento tocca la prossimità delle *bocche* di questi ultimi (poste sempre ad una congrua altezza sopra la forma), allora la *forma è piena* e la colata del metallo viene interrotta.

Si passa allora all'ultima fase della fusione vera e propria: si lascia raffreddare la forma assai lentamente (ciò richiede più giorni); si tolgono quindi il *mantello* e l'*anima* tranciando, con il procedere dell'operazione, i perni dell'*anima*, i chiodi-distanziatori e i canali di drenaggio (riempitisi anch'essi di metallo fuso) ed insomma ogni altro perno od oggetto metallico estraneo alla forma che si voleva ottenere in bronzo. Nei Cavalli di San Marco ciò è possibile cogliere in quasi tutte le superfici interne al corpo di ciascun animale.

## La rifinitura

A questo punto la tecnica moderna si differenzia notevolmente da quella antica, perché questa procedeva alla *rifinitura* nascondendo gli eventuali difetti o *falli di fusione* con la *tassellatura* e rare erano le saldature, oppure usava *chiodi* dello stesso metallo nel caso di piccoli difetti: al giorno d'oggi invece la *saldatura* in tutte le sue complesse articolazioni è usata in forma massiccia sia per l'unione di eventuali *pezzi di fusione*, sia per occultare i *difetti di fusione*. Non solo, gli antichi davano un'enorme importanza alla *rifinitura* a freddo e al conseguente uso di scalpelli, ceselli, bulini, spazzole ed altro che restituivano l'integra bellezza del modello dell'Artista; oggi invece si dà più importanza al momento della fusione, mentre le *rifiniture* sono per economia molto spesso affidate a mezzi meccanici che mai possono sostituire la «manualità» e la naturalezza della mano di un artigiano, con il risultato di una perdita notevole di verità e naturalezza (almeno nelle «copie» di modelli classici) soprattutto in particolari morbidi incurvati (come pieghe, peli, crini; si vedano, ad esempio, le copie di bronzo dei Cavalli poste ora sulla facciata

occidentale della Basilica di San Marco in sostituzione degli originali)<sup>8</sup>.

Nella quadriga marciana tutti i fori lasciati «volutamente» dai perni e dai chiodi-distanziatori dell'*anima*, e tutti i buchi più o meno ampi dovuti ai falli di fusione, sono stati chiusi all'esterno con *tasselli*

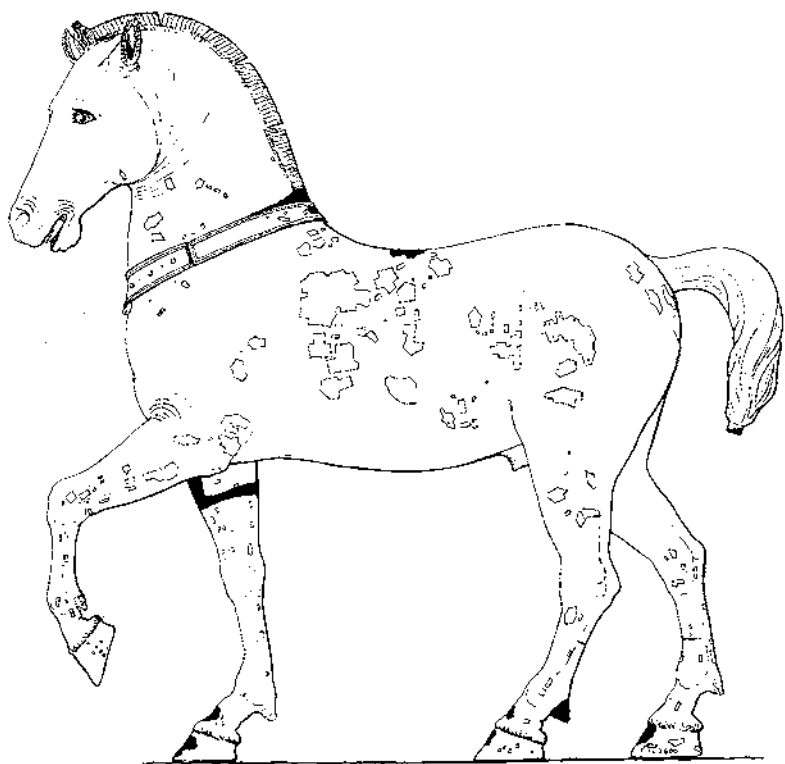


Fig. 6. Mappa grafica del Cavallo C: fianco sinistro. Tasselli originali e restauri di rame o piombo.

<sup>8</sup> Le copie dei Cavalli di San Marco furono eseguite prima in gesso (a partire dal 1977) per mano dell'abile copista Ezio Negretti di Clivio (Varese); quindi esse furono fuse in bronzo, fra il 1978 e il 1981, nella Fonderia Artistica Battaglia di Milano: i modelli in gesso furono ottenuti non per calco degli originali, ma con il criterio della «messa a punto per fedeltà» senza però riprodurre tutti quegli accidenti che il tempo e gli uomini avevano lasciato sulle superfici dei Cavalli. Su tutta la questione si veda ancora: GALLIAZZO, 1981, pp. 48-49.

di vario tipo, alcuni già previsti (rettangolari, quadrangolari, pentagonali), altri casuali (quadrangolari, poligonali e polimorfi: soltanto questi ultimi tenuti assicurati al metallo con *chiodi* posti nelle eventuali *orecchiette*).

Il loro numero è incredibile: in ogni cavallo si hanno dai 450 ai 500 *tasselli*. Il fatto poi che essi siano particolarmente frequenti sulle zampe e sul ventre di ciascun animale, mentre dove abbiamo peli o crini, ovvero dove il corpo presenta articolazioni complesse (pieghe, occhi, narici, scroto e via dicendo) sono rari, dimostra che nel corso della fusione si sono privilegiate le parti «difficili», mentre dove era «facile» operare si è preferito intervenire con i *tasselli*, come se tale operazione fosse consueta e di facile messa in opera (fig. 6).

Ed è appunto questo peculiare virtuosismo tecnico e la stessa difficoltà di fusione con una lega pressoché di rame puro, che inducono a pensare, con altri importanti argomenti, come la fusione dei Cavalli di San Marco sia stata fatta in un'epoca raffinata e di altissimo livello tecnologico quale è da ritenere il periodo che va dall'età di Lisippo alla prima metà del III secolo a.C.<sup>9</sup>

## L'assemblaggio

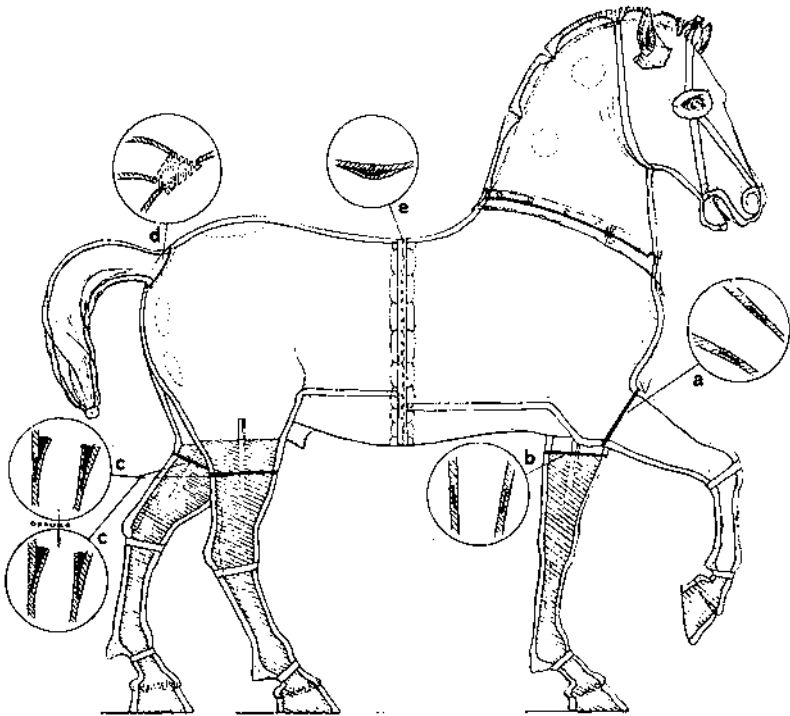
I vari pezzi di fusione creati a parte come se fossero sculture a sé stanti (testa con collo, tronco, coda, zampe, arcata dentaria inferiore, scroto, porzione anteriore del collare e finimenti) dovettero quindi essere uniti assieme attraverso un'opera di *assemblaggio* che seguì senz'altro vari procedimenti<sup>10</sup>: le zampe furono prima incastrate e poi saldate al tronco; la coda subì una «*rifusione*» o *microfusione* nel suo punto di attacco con il tronco; lo scroto fu unito alle altre parti dell'apparato genitale attraverso la «*rifusione*» e in qualche cavallo fu anche saldato versando metallo fuso nell'interno dei testicoli attra-

<sup>9</sup> A questi conclusioni giunge infatti tutta la nostra ricerca (GALLIAZZO, 1981, p. 236 ss.). Sulla tassellatura si veda ancora il nostro volume non solo nella parte che tratta proprio della tassellatura come procedimento tecnico (cap. IV, pp. 137-39, figg. 72-75), ma anche nel capitolo che analizza in dettaglio lo stato di conservazione dei Cavalli di San Marco e mostra in ogni particolare le mappe grafiche di ciascun cavallo (parte anteriore e posteriore, fianco destro e fianco sinistro) con i tasselli originali, i restauri di rame, quelli di piombo e le ricostruzioni di piombo (Cap. V, «I segni del tempo e degli uomini», pp. 161-84, figg. 87-108).

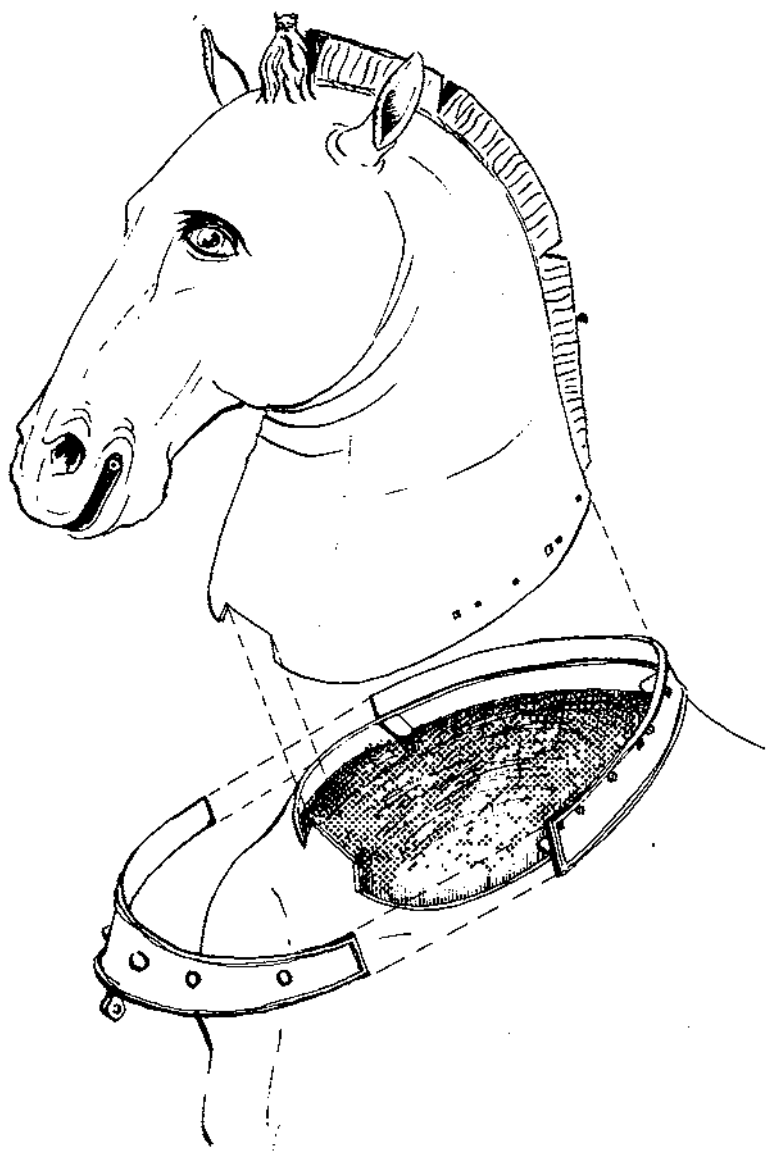
<sup>10</sup> Sull'assemblaggio, si cf.: GALLIAZZO, 1981, pp. 139-144, figg. 62, 76-78.

verso un apposito foro interno al tronco (dovuto ad un perno dell'*anima* che stava colà inserito); saldati furono pure gli anelli del morso e l'arcata dentaria inferiore (fig. 7).

La testa e il collo invece, uno dei più importanti pezzi di fusione, furono dapprima rifiniti in ogni loro parte e poi uniti al tronco non attraverso saldature, né tanto meno attraverso fusione, ma soltanto meccanicamente. Più precisamente, al fine di poter poggiare più



*Fig. 7. I tasselli concavi o scorzoni congiunti da nastri di cera in un fianco di un Cavallo di San Marco (qui il B): attorno al tronco corre una fascia circolare data da tante «pizzette» di metallo d'apporto (rame) saldate e martellate, che venivano poste sopra il nastro di giuntura (cerchio superiore). I cerchi tratteggiati sul collo, sul petto, sulla groppa e sulle natiche indicano tante «pizze» interne di metallo poste su buchi lasciati dai perni dell'armatura. Nei cerchi fuori del corpo del Cavallo si mostrano i vari sistemi di assemblaggio delle zampe e della coda.*



*Fig. 8. Assemblaggio del pezzo di fusione testa-collo con il tronco. Sulla porzione originale e posteriore del collare si notano i tre supporti «a cuneo» su cui poggia il collo.*

facilmente il collo sul tronco, si crearono *tre supporti a cuneo* uscenti a regolare distanza dalla parte originale posteriore del collare nella porzione interna; su questi tre aggetti ogni testa trovava poi adeguato sostegno (fig. 8).

Tuttavia per impedire che, lievemente inclinata com'era, essa potesse scivolare in avanti o oscillare sui fianchi, si pensò di assicurarla creando nella parte mediana anteriore del collo un *incastro trapezoidale* dato da un incavo che finiva giusto su un *dente trapezoidale* presente nella parte superiore del petto.

Per ancorare poi più sicuramente il collo sul tronco, si passò alla *chiodatura* che in origine era data dall'inserimento di chiodi piramidali a sezione quadrata di cm. 0,8 di lato sulla sola porzione posteriore del collare, proprio presso il suo bordo superiore, e in numero di due soltanto per ogni faccia del collo, ma con una certa varietà di distanze in ciascun cavallo. Ed è stato appunto l'attento controllo dei fori lasciati da questi chiodi originali a sezione quadrata sia sulla porzione posteriore del collare che sul bordo posteriore del collo che ha permesso di vedere, attraverso un minuzioso esame della loro corrispondenza, come le teste dei Cavalli A e D (i due esterni o *funales*) siano state tra loro scambiate, oltre s'intende ad altre prove da noi portate nel precedente articolo<sup>11</sup>.

Ad ogni modo quando le teste vennero in età antica e medievale tolte per restauri od altre motivazioni, tali *chiodi quadrangolari* penetrati per incastro furono spezzati ed in parte rimossi. Una tale operazione si poté ripetere più volte, finché in epoca forse recente, vennero sostituiti con viti filettate e sistemate per lo più in posizioni diverse ed in numero pressoché triplicato.

L'opera di assemblaggio veniva infine completata con la sistemazione della parte anteriore del collare, che finiva così per nascondere il punto di giuntura fra collo e tronco nella porzione anteriore. Essa probabilmente portava, come abbiamo visto, una decorazione a rosette, simboli stellari, e forse aveva un pendaglio che cadeva sul petto<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Si veda l'articolo citato alla presente nota 1. In esso oltre ad aver parlato della presente prova tecnica, abbiamo segnalato pure una «prova formale» e varie «prove indirette» (su cui si cf. ancora: GALLIAZZO, 1981, pp. 179, 222-26, 234-36).

<sup>12</sup> *Id.*, 1981, pp. 101-2, 229-32, figg. 53-54.



## La lisciatura e le bardature

L'imponente *tassellatura* e tutte le operazioni di *assemblaggio* finirono poi per scomparire sotto una *lucidatura* delle superfici esterne condotta con la massima cura (con strigili, raschiotti, paglie di metallo, pomice e via dicendo). L'esito finale dovette essere un bel colore rosso-rame su tutta la superficie<sup>13</sup>.

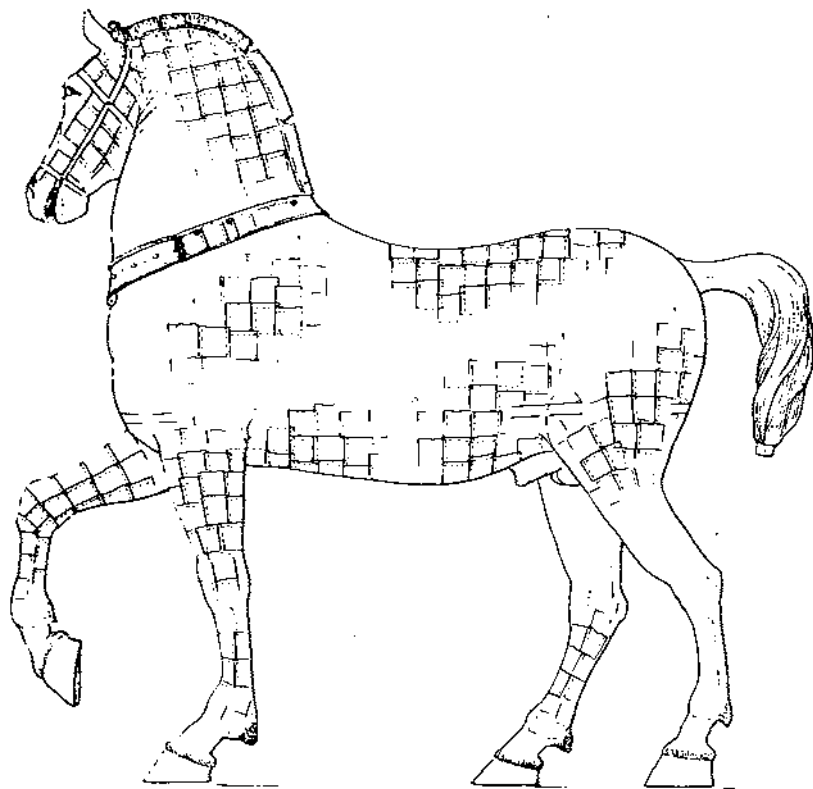


Fig. 9. Mappa con la disposizione delle foglie d'oro sul corpo dei Cavalli di San Marco: le varianti sono minime.

<sup>13</sup> *Ibid.*, 1981, p. 144.

Fatto questo è probabile che si sia passati al fissaggio delle *bardature di testa* e di quelle sul *tronco*, che, come abbiamo visto, stavano direttamente incollate al bronzo dei Cavalli ed erano assicurate nei punti critici anche con *chiodi o perni*. Sembra che tali bardature fossero anch'esse di rame (poi dorato nella parte in vista) e non d'argento, come si è pensato<sup>14</sup>.

## La doratura

Il controverso problema della *doratura* si può risolvere non pensando ad una doppia tecnica (ad amalgama di mercurio e a foglia) come si è creduto, ma accettando il metodo già descritto in dettaglio da Plinio il Vecchio<sup>15</sup> e già presente nell'età ellenistica se non prima ancora<sup>16</sup>: doratura al mercurio senza esposizione finale al fuoco della foglia d'oro. Quest'ultima poi è semplice, quasi quadrata (il lato è di circa cm. 8), dello spessore di 4 *micron* circa (4 millesimi di millimetro), sovrapposta in genere con i bordi alle foglie contigue (da ciò la presenza di 2 strati o addirittura di 4 nei punti d'incontro di altrettanti fogli contigui).

Ora un attento esame delle superfici dei Cavalli mi hanno permesso di ricostruire in scala la mappa di queste foglie d'oro su tutti i corpi degli animali (fig. 9).

Il problema dei graffi sulle superfici dorate è stato da noi risolto rifiutando senz'altro, per motivi culturali, ideologici e tecnici, che essi siano stati operati dallo stesso Artista dei Cavalli e spiegando la loro presenza come un espediente messo probabilmente in opera *da chi ha loro tolto i finimenti*, al fine di poter ridurre il brutto effetto lasciato dalle *strisce scure o nere* sui corpi dorati dei Cavalli al momento dell'asportazione delle bardature: si cercò allora di confondere le strisce nere dei finimenti in un fitto intreccio di graffi<sup>17</sup>.

<sup>14</sup> Sull'ipotesi di finimenti d'argento si veda: O. VITTORI, A. MESTITZ, «Artistic Purpose of some Features of Corrosion on the Golden Horses of Venice», *The Burlington Magazine*, CXVII, 1975, n. 864, p. 139; *contra*: GALLIAZZO, 1981, p. 144.

<sup>15</sup> PLIN., *Nat. Hist.*, XXXIII, 19-20, 32. Su tali passi si cf.: O. VITTORI, in *Rivista di Archeologia*, II, 1978, pp. 71-81; *id.*, in *Gold Bulletin*, XII, 1979, pp. 35-40.

<sup>16</sup> Sulla doratura dei Cavalli di San Marco: *Mostra*, 1977, pp. 199-200; AA. VARI, *I Cavalli di San Marco*, (Milano, Mostra, Palazzo Reale 1981), Milano 1981, pp. 130-35; diversamente in: GALLIAZZO, 1981, pp. 144-50, figg. 79-84: *ivi* ampia prec. bibl.

<sup>17</sup> Sul discusso problema dei «graffi» si cf.: GALLIAZZO, 1981, pp. 152-55.

E' probabile che ciò sia avvenuto nella prima metà del v secolo d.C. all'epoca del trasferimento dei Cavalli di San Marco da Chio a Costantinopoli ai tempi dell'imperatore Teodosio II, un sovrano colto, estetizzante, classicista, pittore ed artista lui stesso.

A questa medesima epoca sembrano appartenere pure le scritte sugli zoccoli dei Cavalli e quelle sull'incollatura: le prime appaiono indicazioni di peso, mentre le seconde sembrerebbero un richiamo per indicare la «posizione» delle teste rispetto ai tronchi<sup>18</sup>.

In ultima analisi, l'esame attento e puntuale delle operazioni messe in opera per dare realtà e valore plastico alla quadriga marcia, finisce per offrire una pagina senz'altro nuova ed originale sull'altissimo livello tecnologico e artigianale dell'antichità, nonché una testimonianza rara e precisa sulla tecnica di fusione presente nel mondo antico.

<sup>18</sup> *Id.*, 1981, p. 180 ss., p. 247 s.