

## ESAME METALLURGICO DI REPERTO IN FERRO DELLA NECROPOLI ROMANA DI STRASSOLDO (UDINE)

*Riccardo Luciano ALDEGHERI*

In una precedente indagine si era avanzata l'ipotesi che i reperti in ferro ritrovati in area friulana e databili con buona probabilità al I o al II sec. d.C. siano omologhi a simili oggetti coevi ritrovati nell'area del Norico (ALDEGHERI 1991).

Si è avanzata anche l'ipotesi che in quell'epoca fossero oggetto di normale commercio dei semilavorati in ferro distinti per contenuto di Carbonio. Si suppone cioè che, genericamente parlando, i fabbri dell'epoca potessero disporre di materia prima dura, ma fragile e di materia prima più tenera, ma tenace.

La precedente indagine si concludeva con l'auspicio e la speranza di poter disporre in futuro di un reperto che potesse confermare quelle ipotesi e fornire una qualche informazione sulle tecnologie di lavorazione e di conseguenza sulle conoscenze tecnologiche dei fabbri in età romana.

Abbiamo potuto esaminare un coltello

rinvenuto nel 1991 durante una prospezione superficiale nell'area di una piccola necropoli a cremazione individuata da Aldo Candussio, Enzo Macuglia ed Alfio Nazzi nei pressi di Strassoldo in un terreno di proprietà del signor Feresin. Il coltello è stato rinvenuto assieme ad altri reperti molto logori in ferro, alcune monete in bronzo (dell'età di Augusto, di Tiberio e di Claudio), frammenti di vetro deformati dal fuoco (balsamari) e di terra sigillata e terracotta comune, in minute parti, e infine due fibule in bronzo, di tipo Aucissa e Kräftig profilierte.

### Descrizione

Si tratta di un coltello a lama dritta con le seguenti caratteristiche (Figg. 1-2):

Lunghezza totale mm 155

Lunghezza lama mm 80

Peso gr 46,9

Codolo a sezione quadra

Il coltello è ricoperto da uno spesso strato di ossido ed è molto butterato dalla corrosione.

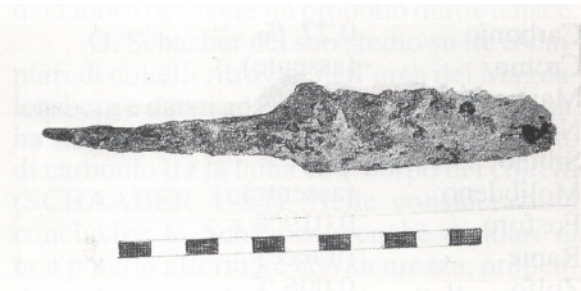
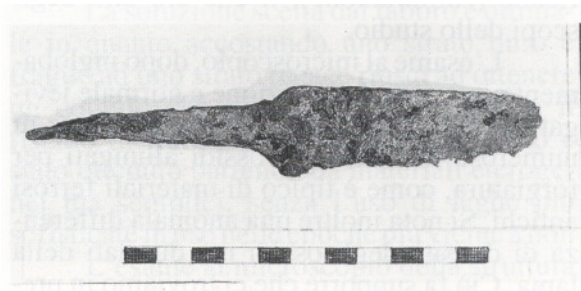


Figura 1. Coltello in ferro a lama dritta da Strassoldo

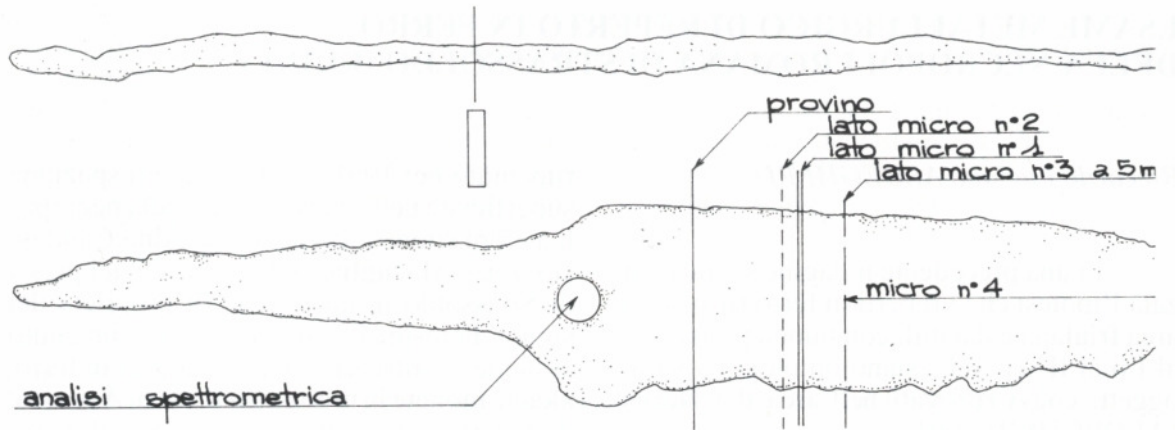


Figura 2. Coltello in ferro a lama diritta da Strassoldo (Dis. M. Buligatto) (scala 1:1).

### Analisi chimica

Su un lato della lama si è potuto fortunatamente eseguire una analisi chimica mediante Spettrometro A R L. Tale metodo di analisi dà, nelle nostre condizioni, dei valori indicativi della composizione chimica, ma in compenso ci permette di valutare la presenza di 10 elementi componenti degli oggetti in ferro e di conoscere la presenza di elementi anche in minime tracce.

L'analisi ha dato i seguenti risultati:

Carbonio	0,27 %
Cromo	(assente)
Manganese	0,02 %
Nichel	0,02 %
Silicio	0,04 %
Molibdeno	(assente)
Fosforo	0,019 %
Rame	(tracce)
Zolfo	0,006 %
Alluminio, Arsenico, Stagno:	praticamente assenti.

Valutando l'insieme delle informazioni che ci fornisce questo esame possiamo dedurre che la composizione chimica del coltello è simile alla composizione del ferro antico, prodotto con i forni detti anticamente a "basso fuoco".

### Indagine metallurgica

Il coltello è stato sezionato in modo da poter esaminare al microscopio la sezione trasversale della lama allo scopo di evidenziare eventuali trattamenti di indurimento superficiale (carburazione), il che era uno degli scopi dello studio.

L'esame al microscopio, dopo inglobamento in resina della sezione e normale levigatura, ha messo in evidenza la presenza di numerose inclusioni di ossidi allungati per forgiatura, come è tipico di materiali ferrosi antichi. Si nota inoltre una anomala differenza di densità degli ossidi nei due lati della lama. Ciò fa supporre che ci troviamo in presenza di due pezzi di metallo diversi (Fig. 3a). Dopo aver eseguito l'attacco con Nital

a 12 % si è potuto rilevare che effettivamente la lama è composta di materiali completamente diversi. Un lato della lama è costituito da ferrite quasi pura con grano austenitico più grossolano; l'altro lato, invece, è costituito da perlite e ferrite con grano più fine. Si tratta dunque, nel primo caso, di ferro con contenuto di Carbonio molto basso, inferiore allo 0,10 %, e quindi di materiale tenero e duttile. L'altro lato della lama è invece costituito da materiale con contenuto più elevato di Carbonio, certamente prossimo al 27 % della analisi spettrometrica. Tale materiale è più duro e quindi più adatto alla fabbricazione di un attrezzo destinato a tagliare (Fig. 3b).

Con attente riprese si è potuta mettere in evidenza la linea mediana di saldatura per forgiatura a caldo. Infatti la linea bianca, contenente alcuni ossidi globulari, è certamente il segno di saldatura a caldo di due parti di metallo che hanno subito una decarburazione superficiale nel fuoco di forgia durante il riscaldamento necessario per l'operazione di saldatura (Fig. 3c).

Nella micrografia si è cercato di mettere in evidenza che la struttura metallurgica del tagliente del coltello corrisponde alla parte dura della lama. Si può perciò ipotizzare che il coltello sia stato affilato in modo da sfruttare al meglio le caratteristiche del manufatto (Fig. 3d).

La soluzione scelta dal fabbro è ottimale in quanto accostando uno strato duro e fragile ad uno strato tenace riuscì ad ottenere un coltello che può tagliare bene senza il rischio di rompersi facilmente. Tutto ciò è stato ottenuto partendo da materiali eterogenei ma semplici, senza l'uso di leghe più sofisticate in uso nelle epoche più vicine a noi. L'esame al microscopio della struttura permette di escludere che il coltello abbia subito una tempra per indurire ulteriormente

il tagliente, che per la sua composizione chimica sarebbe stato adeguato allo scopo. Se tale accorgimento non fosse ritenuto utile o se non fosse noto al fabbro, rimane un problema irrisolto. Ci resta la speranza che in futuro si possano trovare nella nostra regione reperti con la prova di sistemi di tempra degli acciai.

La tecnologia di forgiare a strati multipli e ripiegati più volte di lamine di ferro con caratteristiche diciamo "complementari" è stata molto sviluppata nella forgiatura delle spade sia in Europa sia in Giappone.

Allo scopo di inquadrare il reperto da noi esaminato in un contesto storico della tecnologia del ferro, mi pare opportuno ricordare alcuni studi eseguiti su reperti in ferro di età antica e medioevale, che sono risultati composti da materiali eterogenei.

Erwin Plöckinger ha esaminato un coltello ed un'ascia dell'era Halstatt, datati al 600 a.C. e reperiti nell'area Carinziana (PLOCKINGER 1974). In questo studio non si è potuto però definire con certezza se la eterogeneità del contenuto di carbonio tra la superficie ed il centro dei manufatti fosse dovuta ad un processo intenzionale di assorbimento del carbonio attraverso la superficie del pezzo finito (Carburazione), oppure se si tratti di saldatura per forgiatura a caldo di materiali che avevano in partenza un contenuto di carbonio diverso, scelti intenzionalmente dal fabbro per avere un prodotto duro e tenace. O. Schaaber nel suo studio su tre esemplari di coltelli ritrovati nell'area del Magdalenberg e datati ad epoca augustea-tiberiana, ha riscontrato una eterogeneità di contenuto di carbonio tra la lama ed il corpo dei coltelli (SCHAABER 1954). Nelle considerazioni conclusive lo Schaaber, benchè dichiarò di non poterlo affermare con sicurezza, propende per l'ipotesi che le parti di coltello con più elevato contenuto di carbonio siano state sal-

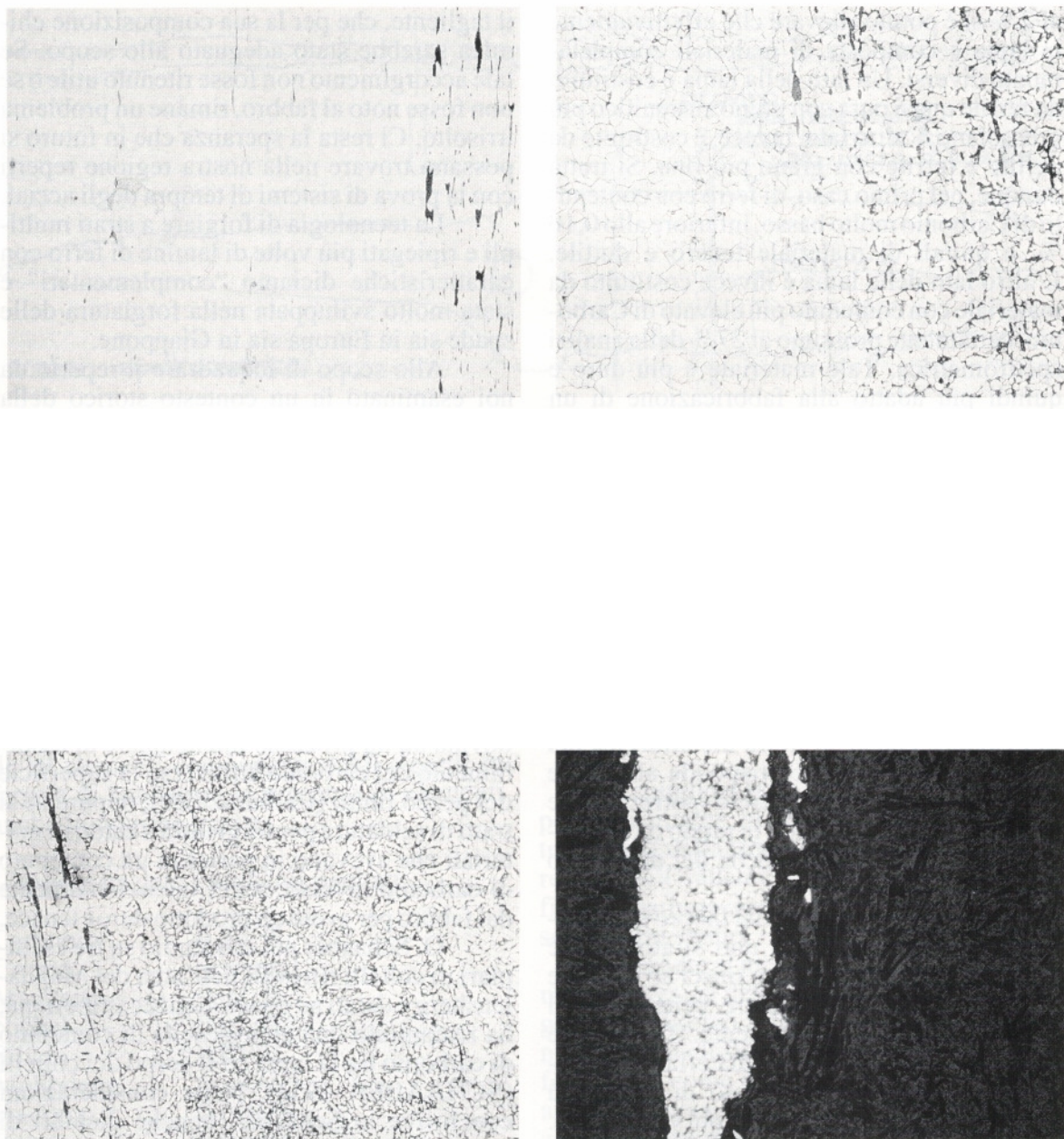


Figura 3. Micrografie del reperto in ferro. a) senza attacco al Nital (x 100); b) con attacco al Nital 12 % ed evidenza della zona di giunzione (x 100); c) I taglio (x 100); d) Il taglio tagliante (x 100).

date per forgiatura a caldo su strati più tenaci di ferro dolce.

Due dei coltelli esaminati hanno un inserto di acciaio duro anche in uno spigolo del dorso. Lo Schaaber suppone che si tratti di coltelli che dovevano sopportare colpi di mazzuolo sul dorso per particolari impieghi in macelleria. È inoltre importante notare che i coltelli esaminati sono sfati sottoposti al trattamento di tempra con notevole perizia.

Le micrografie pubblicate nel testo dimostrano con molta evidenza la validità dell'ipotesi che i coltelli siano stati prodotti con la tecnica di giuntura di materiali diversi nel contenuto di carbonio.

In tempi molto posteriori la tecnica di forgiatura di strati di ferro ed acciaio con caratteristiche complementari è documentata dallo studio del prof. Panseri su una spada del XII secolo (PANSERI 1954).

In questo caso si tratta di una tecnica di ripiegamenti multipli di un pacchetto originario di due strati a diverso contenuto di carbonio. Il prof. Panseri nella sua pubblicazione illustra con grande abbondanza di particolari la grande diffusione di questa tecnica nella forgiatura delle spade più pregiate del medioevo sia in Europa che in Asia.

Anche Radomir Pleiner ha pubblicato uno studio su sei coltelli ritrovati durante gli scavi per la metropolitana di Praga e datati alla fine del XIV ed il XV secolo (PLEINER 1988). Questi coltelli sono composti di due o tre strati di acciaio diverso. I taglienti sono in acciaio duro, il corpo in acciaio più tenero; e spesso altri strati di acciaio duro sul dorso o variamente stratificati.

Generalmente sono lame temprate e certamente rappresentano prodotti pregiati in quanto tutti recano marchi di bottega. Sui reperti non sono state eseguite analisi chimiche e nella pubblicazione non sono riportate

le micrografie.

Dalla descrizione delle strutture si rileva che un coltello molto pregiato presenta nelle zone di giuntura dei vari strati delle caratteristiche linee bianche che potrebbero essere simili a quelle da noi riscontrate nel coltello di Strassoldo. Pleiner afferma che i coltelli esaminati sono prodotti più sofisticati di altri reperti coevi ritrovati in altre località.

In conclusione abbiamo dinanzi a noi le prove che, probabilmente dal 600 a.C. al 1400 d.C., la tecnica di fabbricazione delle lame adottava l'accorgimento di unire due o più strati di ferro con caratteristiche diverse e complementari.

In questo contesto il nostro coltello si colloca come esemplare della più elementare delle soluzioni, ma perfettamente in linea con le conoscenze metallurgiche che certamente erano note nel territorio di Aquileia all'epoca nella quale si potrebbe collocare il reperto di Strassoldo. Il reperto esaminato potrebbe confermare la diffusione di tali conoscenze e, sebbene la parte più ricca di carbonio non presenti gli elevati tenori di carbonio citati nella letteratura da noi esaminata, si può tuttavia ipotizzare che la saldatura di due materiali diversi sia stata intenzionale e coerente con la destinazione d'uso del manufatto. Non sappiamo se all'epoca l'acciaio al carbonio fosse più raro e costoso, quindi impiegato con parsimonia.

Allo stato delle conoscenze si può però propendere per l'ipotesi che l'uso così diffuso della saldatura di ferro tenero e ferro duro rispondesse più a ben approfondite considerazioni di tecnologia pratica piuttosto che a problemi di costo.

Auspichiamo di poter documentare nel futuro anche la tecnologia della tempra degli acciai nel nostro territorio, almeno sin dall'epoca romana.

R.L. ALDEGHERI - Esame metallurgico di reperto...

#### BIBLIOGRAFIA

ALDEGHERI R.L. 1991 - *Indagine metallurgica su oggetti in ferro di epoca romana rinvenuti nell'area del Friuli centrale*, "Quaderni Friulani di Archeologia", I, Udine.

PANSERI C. 1954 - *Ricerche metallografiche sopra una spada da guerra del XII secolo*, in "Documenti e contributi per la storia della metallurgia", Quaderno 1, Associazione Italiana di Metallurgia, Milano.

PLEINER R. 1988 - *The technology of Medieval blacksmiths in Prague*, in "Atti del 1° simposio Valle Camonica: Dal basso fisco all'alto forno".

PLÖCKINGER E. 1974 - *Untersuchungen an Hallstattzeitlichen eisenwerkzeugen*, "Archeologia Austriae", Beiheft 14 (1974), II s. 142.

SCHAABER O. 1954 - *Beitragè zar frage des norischen eisens metallkundliche grundlagen und untersuchungen afi fimnden vom Magdalensberg*, "Carinthia", I, 153 (1963), H 1, u. 2.

Si ringraziano la Direzione ed i tecnici della ditta FAR di Reana del Roiale-Udine per il prezioso contributo nella esecuzione della ricerca metallurgica

ALDEGHERI Riccardo Luciano  
Via S. Valentino 19 - 33100 Udine