



**Eddie Bell**

The Bell Group - Albuquerque, U.S.A.

Eddie Bell è Presidente della Neutec/USA e co-fondatore del Santa Fe Symposium, focalizzato sulle tecnologie di produzione orafa. Profondo conoscitore del mondo orafa, è considerato uno dei massimi esperti del processo di colaggio a cera persa. Partecipa ai più importanti convegni internazionali del settore, sempre con memorie originali contenenti importanti aspetti pratici.

*Sicuramente l'utilizzo di anime per fondere oggetti cavi con il metodo della cera perduta non è nuovo. Infatti è conosciuto ed utilizzato da almeno 5500 anni. Il recente aumento dei prezzi dei metalli preziosi ha contribuito a far nascere un rinnovato interesse per la lavorazione di oggetti cavi, un metodo che permette di produrre gioielli di grandi dimensioni ma al tempo stesso leggeri. In questo studio verranno illustrate le pratiche storiche per la fusione di oggetti cavi e verrà anche affrontato il tema delle recenti innovazioni tecnologiche che aiutano a ridurre le difficoltà del passato, aumentando le possibilità in termini di design e rendendo così i gioielli cavi un'allettante alternativa nel mercato di oggi.*

## La fusione di gioielli cavi con la tecnologia del XXI secolo

### Storia

Nel 1961 i resti di uno straordinario tesoro composto da oggetti sacri sono stati scoperti vicino al Mar Morto da un team di archeologi israeliani. Il tesoro in questione è notevole perché è il più antico che sia mai stato trovato, nonché il più grande e vario (442 pezzi, 429 dei quali in metallo fuso). Nella Figura 1 sono raffigurati i resti subito dopo il ritrovamento, avvolti in una stuoia di paglia, all'interno della cosiddetta Caverna dei Tesori. Grazie alla stuoia di paglia è stato facile effettuare la datazione al carbonio che farebbe risalire i reperti al 3500 a.C.<sup>1</sup>



Figura 1. Reperti rinvenuti nella Caverna dei Tesori subito dopo il ritrovamento vicino al Mar Morto nel 1961. Secondo la datazione al carbonio la stuoia di paglia risale al 3500 a.C.

La perfezione della lavorazione e la pregevole qualità artistica degli oggetti sono eccezionali, come si può vedere dalle Figure 2 e 3.

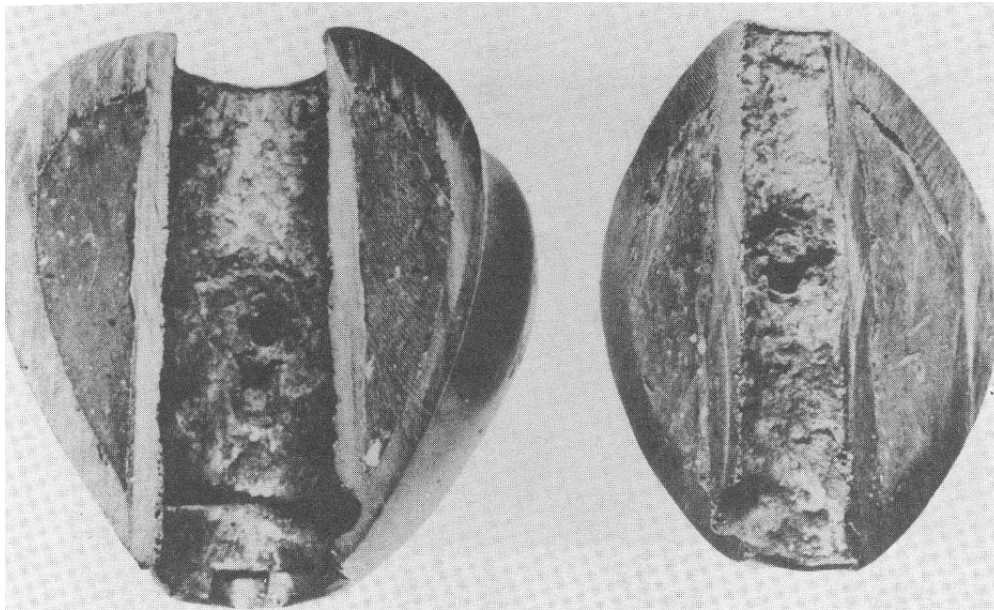


Figura 2. Portavessillo raffigurante una capra di montagna locale, conosciuta come capra Ibex. E' alto 11cm ed è stato realizzato in lega di rame e arsenico.



*Figura 3. Vaso alto 16cm in lega di rame e arsenico. Si presume che questi oggetti fossero artefatti per rituali.*

Ma i reperti più interessanti tra quelli rinvenuti sono i tanti oggetti a forma di mazza. Sembravano essere composti da un unico pezzo ma hanno troppa poca massa per essere stati forgiati con colata unica. Dal momento che erano presenti tanti oggetti a forma di mazza, è stato deciso che tagliarne uno per studiarlo avrebbe giustificato la perdita di un manufatto antico. Nella Figura 4 è riportata la foto di una mazza cava dell'Età del Rame forgiata con il metodo della cera perduta e con il materiale utilizzato come anima ancora all'interno. Ma perché il fonditore avrebbe optato per una fusione cava invece di una solida? E' stato perché il metallo era molto prezioso e raro, e la fusione di oggetti cavi offriva un rapporto volume-peso molto vantaggioso? E' stato perché già a quei tempi si sapeva che delle sezioni più sottili di metallo forgiato presentano meno difetti rispetto quelle più spesse? Oppure si è trattato di una decisione tecnica, di modo che la testa della mazza fosse più leggera garantendo così un miglior equilibrio sull'impugnatura?



*Figura 4. Mazza in lega di rame e arsenico, con l'anima usata per la fusione rimasta al suo posto. Sono stati rinvenuti così tanti oggetti che uno poteva essere sacrificato per studiare il materiale dell'anima.*

Con un balzo in avanti di circa 3500 anni si arriva ad un anello attribuito all'epoca dell'Impero Romano che è forgiato in oro e sembra essere cavo (Figura 5). Ho visto questo anello al Museo dell'Hermitage a San Pietroburgo ed il curatore è stato così gentile da inviarmi una foto, ma non era affatto entusiasta all'idea di far tagliare l'anello per verificare se contenesse un'anima o meno. Tuttavia, visto che l'anello era più leggero di quanto il suo aspetto facesse supporre, il curatore pensava che avrebbe potuto essere cavo. Perciò, come si può vedere, anche limitando la ricerca ai gioielli cavi si deve comunque tornare indietro di almeno 2000 anni. Ancora una volta viene da porsi le stesse domande sul perché prendersi il disturbo di fare una fusione cava. Era per risparmiare metallo, o per avere uno spessore uniforme in modo da facilitare la fusione, oppure per una questione di equilibrio – per evitare che la parte superiore dell'anello si girasse verso il palmo della mano? Non lo sapremo mai. Ma queste domande sono ancora rilevanti dopo migliaia di anni e sono tutte motivazioni valide per scegliere ancora oggi la fusione cava.



Figura 5. Anello romano probabilmente realizzato in oro con fusione cava.

### La fusione cava in passato e ai nostri giorni

Nell'antichità il procedimento per effettuare una fusione cava doveva essere lento e laborioso. Il calco e le materozze forse erano fatti di cera d'api. La letteratura dice che il materiale dell'anima della mazza contiene il 57% di carbonato di calcio (gesso) e, si suppone, anche del carbone vegetale polverizzato. Probabilmente il carbone si sarebbe dissolto bruciando fornendo così permeabilità. Non viene menzionato però di cosa sia composto il resto della miscela. Possiamo ricostruire la fusione della mazza iniziando con la costruzione del calco e dell'anima. Il tubo di cera intorno all'impugnatura forse è stato fatto usando come mandrino il manico in legno, che sarebbe stato inserito successivamente nella testa della mazza (Figure 6 e 7).

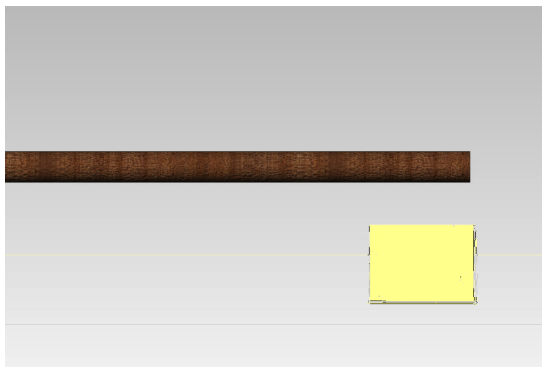


Figura 6. Foglio di cera da avvolgere intorno al mandrino.



Figura 7. Foglio di cera avvolto intorno al mandrino.

Dopoidché l'anima sarebbe stata costruita sopra la cera e asciugata accuratamente. Una volta che l'anima era asciutta poteva essere utilizzata a sua volta come mandrino ed essere ricoperta di cera per completare il calco (Figura 8).

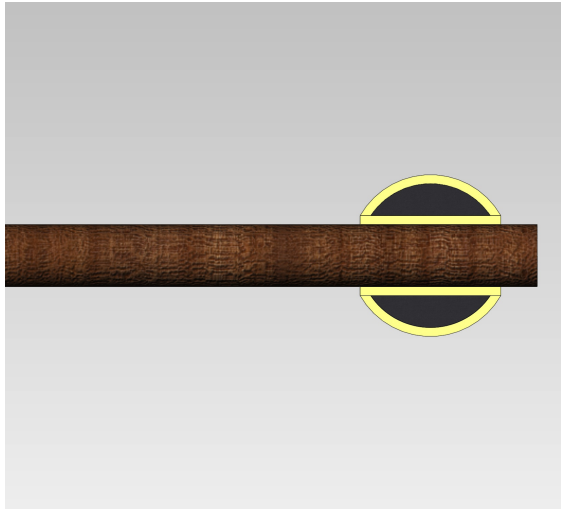


Figura 8. Sezione del calco in cera per la colata che ricopre l'anima.

A questo punto il calco in cera poteva essere rimosso dal manico di legno e potevano essere inseriti dei tasselli per tenere ferma l'anima (Figura 9). Probabilmente dei canali di colata venivano attaccati lungo il calco, ed un grosso imbuto dove inserire il metallo da fondere è stato posizionato in cima allo stampo (Figura 10). Per quanto riguarda i tasselli per tenere ferma l'anima, questi possono essere di molte forme diverse, nella versione più semplice anche un pezzo di filo dello stesso metallo usato per la fusione. Come verrà illustrato successivamente, è possibile impedire che l'anima si muova senza usare dei tasselli, ma facendo in modo che l'anima abbia dei prolungamenti che fuoriescano dal calco in cera. Quando si fondono dei gioielli è preferibile rimuovere l'anima dopo la fusione, perciò è necessario lasciare un foro per individuare la posizione dell'anima. Gran parte degli orafi hanno anche a disposizione dei dispositivi per saldatura al laser che utilizzano per chiudere questi fori dopo la fusione senza lasciare tracce visibili.



Figura 9. Il calco rimosso dal manico di legno (mandrino) con dei tasselli installati per evitare che l'anima si muova.

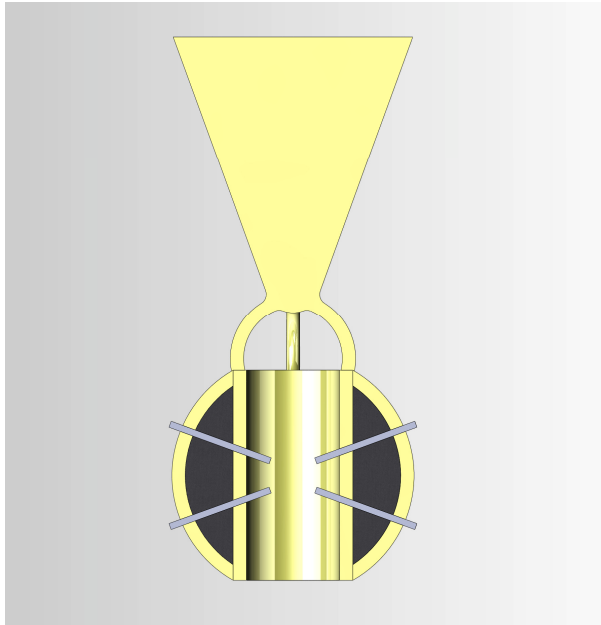


Figura 10. Materozza e largo imbuto in cera attaccati al calco in cera, che è pronto per la colata.

Il prossimo passo sarebbe riempire il foro lasciato dal manico e ricoprire tutto il pezzo con il materiale scelto per lo stampo, lasciando libera la bocca dell'imbuto perché la cera possa uscire durante la fusione. (Figura 11).

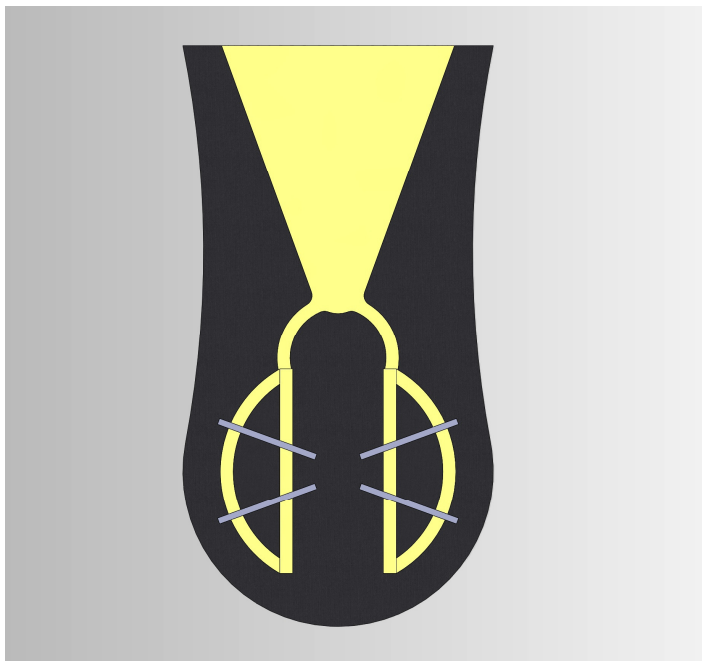
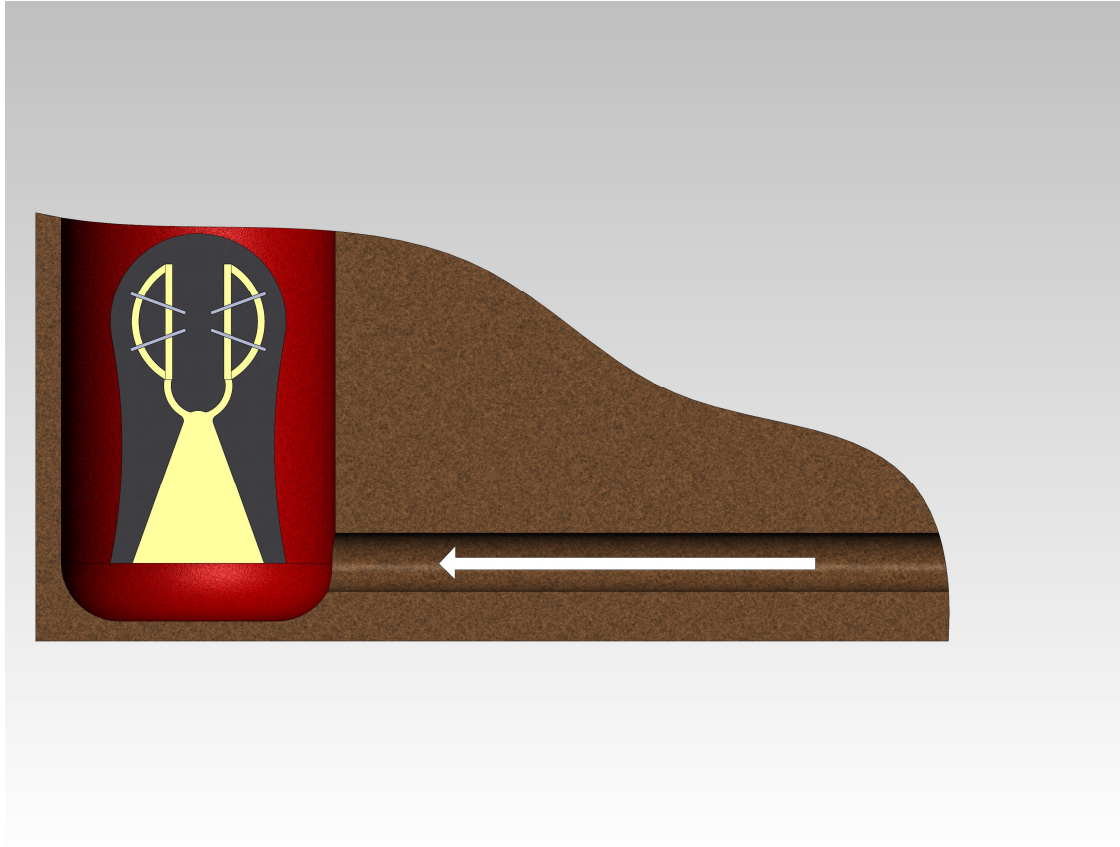


Figura 11. Sezione del calco della mazza inserito nello stampo.

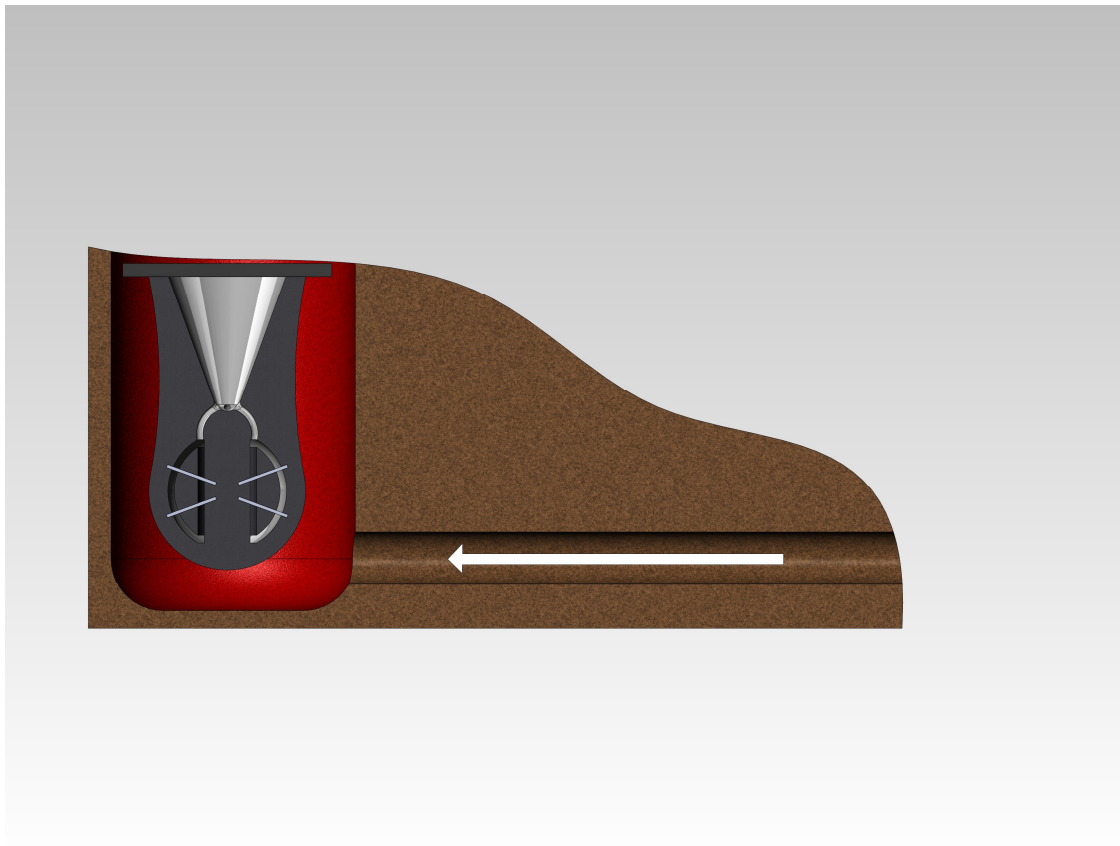
Non so se come sia stato fuso il metallo degli oggetti rinvenuti nella Cava dei Tesori, ma immagino che potrebbe essere stato applicato un metodo simile a quello che viene usato ancora oggi nella Costa d'Oro in Africa. In base a questo metodo si costruisce un forno scavato nel terreno, inviando l'aria necessaria per la combustione sul fondo

attraverso un tubo. Dopodiché si accende il fuoco per far uscire la cera ed asciugare completamente lo stampo (Figura 12).



*Figura 12. Un forno scavato nel terreno con il tubo per inviare l'aria sul fondo.*

Dopo la combustione il metallo viene inserito nell'imbuto con un po' di carbone vegetale, ed il tutto viene ricoperto con il materiale usato per lo stampo. Dopodiché tutto lo stampo viene scaldato nel forno finché il metallo si fonde e cola nello stampo stesso riempiendo le cavità del calco (Figura 13). Quando si ritiene che il metallo sia completamente fuso, il fuoco viene spento e, una volta raffreddato, lo stampo potrà essere rotto per rimuovere il pezzo fuso.



*Figura 13. Il metallo cola nelle cavità del calco mentre si scioglie.*

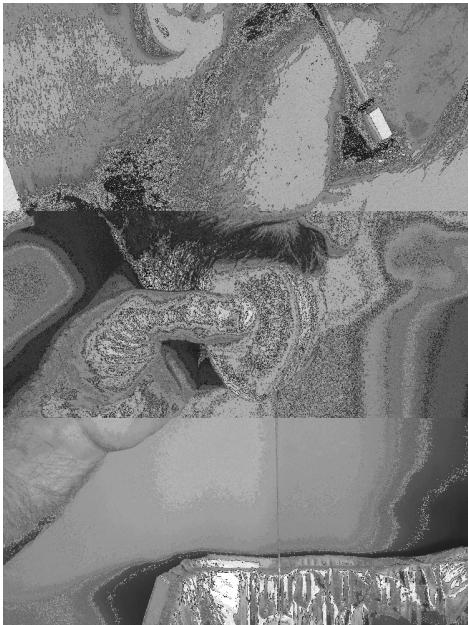
### **Il modo più semplice per costruire calchi in cera cavi**

Il modo più semplice per realizzare oggetti cavi con il metodo della cera perduta consiste nel riempire uno stampo di cera e, dopo che uno strato abbastanza spesso di cera si sarà solidificato, il resto della cera ancora liquida potrà essere fatto uscire dallo stampo. Rimarrà così un'anima vuota che potrà essere riempita con del materiale come quello usato per lo stampo. Lo straordinario orafo e smaltatore David C. Freda<sup>2</sup> ha utilizzato questo metodo per realizzare i gusci d'uovo per la sua collana con serpenti (Figura 14).



*Figura 14. Collana con serpenti che escono dalle uova di David C. Freda*

Nelle Figure 15 e 16 si può vedere l'artista che soffia nello stampo di gomma per far uscire la cera liquida, ed il calco cavo in cera ottenuto. Questa è una tecnica semplice che richiede poche operazioni per creare il calco e per la fusione, ma controllare lo spessore delle pareti è quasi impossibile.



*Figura 15. La cera liquida viene soffiata fuori dallo stampo.*

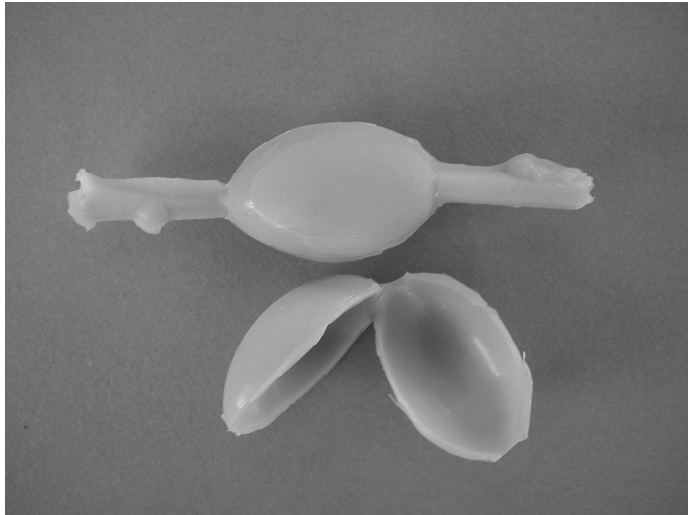


Figura 16. Calchi cavi in cera.

### **Mandrini in cera solubili in acqua**

Quando si fondono metalli preziosi per realizzare degli oggetti, il controllo del peso è molto importante e questo ci porta all'innovazione successiva. Si tratta di realizzare un mandrino con della cera iniettabile idrosolubile, intorno al quale si potrà creare un calco in cera. La cera idrosolubile si dissolverà lasciando un'anima cava all'interno del calco di cera che potrà essere riempita con il materiale usato per lo stampo. Negli ultimi 50 anni il metodo della cera perduta è stato applicato alla produzione di gioielli cavi, utilizzando della cera idrosolubile per costruire i mandrini che avrebbero poi lasciato il posto all'anima. Gli stampi in gomma e la cera idrosolubile hanno reso il processo molto più semplice ma, ciò nonostante, anche in quegli anni, era comunque richiesta una notevole abilità per realizzare calchi e anime perfettamente compatibili. Inoltre era piuttosto difficile correggere le colate nel caso in cui le anime non fossero centrate bene.

### **Gli strumenti del XXI secolo permettono di farlo**

Negli ultimi dieci anni abbiamo assistito ad una vera e propria rivoluzione nel settore della manifattura di gioielli per quanto riguarda gli strumenti utilizzati per realizzare i modelli. I computer ed i monitor ad alta risoluzione in grado di gestire programmi CAD rappresentano soltanto 1/7 dei costi rispetto a 20 anni fa e sono mille volte più veloci degli strumenti usati in passato. I programmi CAD sono anche molto meno costosi, nonché molto più intuitivi e potenti. Le frese da banco a controllo numerico sono diventate più veloci e precise. Le macchine per la creazione di prototipi si sono evolute e sono ormai delle macchine estremamente veloci che fanno parte del processo produttivo. Al tempo stesso questi strumenti sono diventati più economici da gestire ed i prodotti ottenuti sono di gran lunga migliori rispetto al passato, ed anche gli iniettori per cera ed i composti degli stampi sono nuovi e più efficienti. Infine, anche se non si tratta di dispositivi nuovissimi, le saldatrici laser ed i buratti magnetici per la finitura offrono migliori prestazioni e sono più economici. Tutti questi strumenti, insieme alle leghe ad alta resistenza d'argento, d'oro ed ora di platino, offrono una serie di opportunità senza precedenti per la realizzazione di grandi quantitativi di gioielli leggeri.

### **Fusione ad anima cava**

Anche se la fusione cava può trovare applicazione nella produzione di ogni tipo di gioielli, l'esempio della pallina raffigurata nella Figura 17 sarà sufficiente per illustrare il processo.

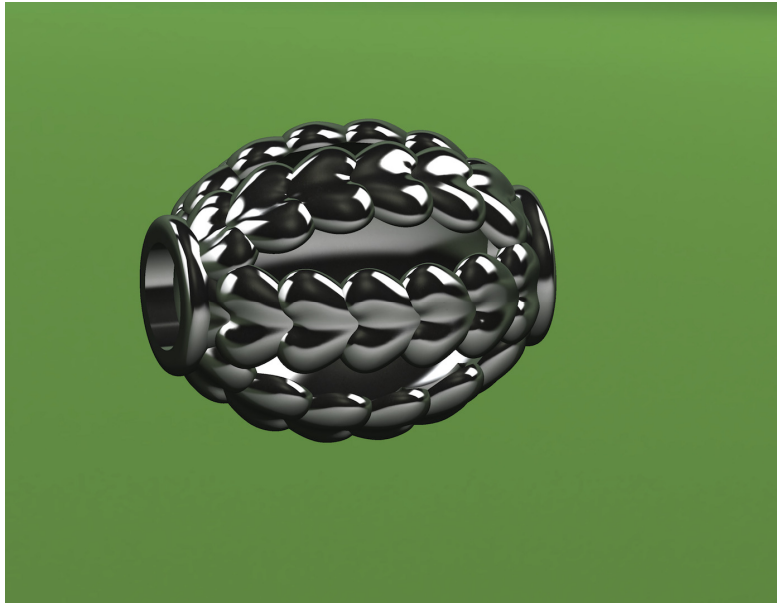
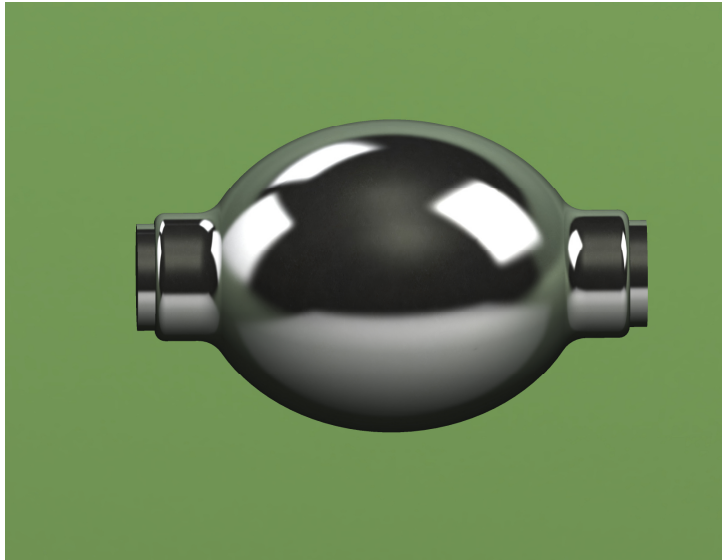


Figura 17. Immagine CAD del disegno di una pallina cava.

Grazie alla stereolitografia è possibile realizzare un campione in resina cavo per questo oggetto e poi passare direttamente alla fusione. Si tratta del modo più economico di produrre piccoli quantitativi del prodotto. Tuttavia, se invece è necessario produrre una grande quantità di pezzi sarà più conveniente realizzare degli stampi per poi procedere con l'iniezione di cera. Saranno necessari due stampi, uno per l'anima e l'altro per il corpo della pallina. Il volume dell'anima della pallina può essere impostato in computer con grande precisione, grazie al programma CAD. Il calco master originario necessario per l'anima può essere rimosso dall'interno della pallina e potrà essere lavorato a macchina con della cera modellante o sviluppato con la stereolitografia. Se si tratta di un'anima semplice come quella della Figura 19 potrebbe anche essere lavorata a macchina in metallo, pronta per essere modellata. In questo caso l'anima verrà localizzata grazie i prolungamenti che escono dai fori per il filo della pallina. In altri articoli di gioielleria l'anima potrebbe essere localizzata attraverso molti altri fori come, ad esempio, i fori per l'incastonatura di pietre o dei fori decorativi, come gli spazi vuoti a forma di cuore all'interno di un anello o di un braccialetto.



Figura 18. Modello in resina sviluppato con la stereolitografia per la fusione diretta.



*Figura 19. Modello master dell'anima della pallina.*

Il calco può essere fatto intorno al modello master iniettando della cera idrosolubile. La cera idrosolubile è piuttosto dura quando si raffredda, perciò non si deforma facilmente quando viene posizionata nello stampo per l'iniezione della pallina. Da notare che questa anima viene localizzata grazie ai prolungamenti che escono dai fori per il filo su entrambe le estremità. Un elemento localizzatore sarà necessario per localizzare l'anima nello stampo.

Il modello master per il calco di fusione deve avere l'anima al suo interno, come illustrato nella Figura 20. Va sottolineato che gli stessi elementi localizzatori che sono presenti sul modello master dell'anima devono essere presenti anche su questo modello.



*Figura 20. Il modello master per il calco di fusione deve avere l'anima al suo interno con degli elementi localizzatori.*

Quando sono pronti i calchi, viene creata l'anima iniettando della cera idrosolubile (Figura 21). Dopodiché l'anima in cera idrosolubile viene posizionata dentro lo stampo per la fusione e viene riempita con cera del tipo di quella usata per il calco (Figure 22 e 23). Generalmente si costruisce un alberello con le anime negli stampi che poi vengono sciolte lasciando il calco cavo. Se gli spazi tra il calco in cera e l'anima sono grandi abbastanza, il materiale dello stampo potrà riempire sia l'interno che l'esterno del calco contemporaneamente.



Figura 21. Anima in cera idrosolubile.

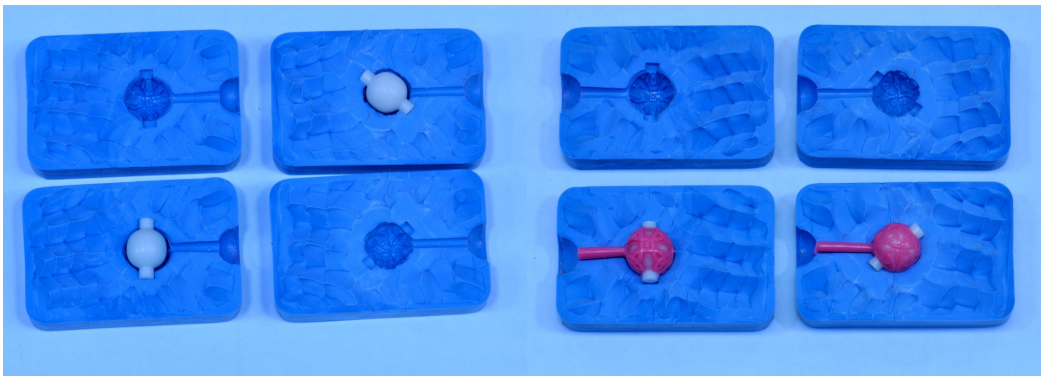


Figura 22. Anima del calco in cera Figura 23. Calco in cera iniettato sull'anima

## Peso

Il recente aumento del prezzo di mercato dei metalli preziosi ha portato tutti a pensare alla produzione di articoli di gioielleria molto sottili, in modo da ridurre il peso del metallo utilizzato. La fusione cava ben si adatta ai disegni che sembrano grandi ma che in effetti sono piuttosto leggeri. In aggiunta agli strumenti per il disegno computerizzato e per la produzione attualmente disponibili, c'è anche una serie di nuove leghe d'oro e d'argento che possono essere indurite con trattamento termico. Queste nuove leghe<sup>3,4</sup> dimostrano che gli articoli molto sottili sottoposti a indurimento possono essere tanto resistenti quanto lo sarebbero se fossero realizzati in una lega "normale", cioè più spessa e pesante.

Uno studio della pallina riportato alla Figura 24 offre la possibilità di stabilire cosa si può fare e dove potrebbero sorgere eventuali problemi. La pallina ha un diametro di circa 13mm, uno spessore delle pareti di 0,75mm ed è stata disegnata per avere un aspetto gradevole e robusto. Visti i prezzi attuali dei metalli preziosi, "robusto" non è più bello. Oggi è bello avere lo stesso volume ma con un peso inferiore.

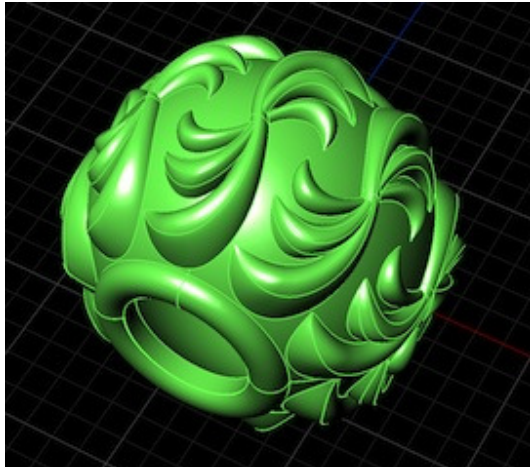


Figura 24. Immagine CAD di una pallina.

Uno dei grandi vantaggi che offrono i programmi CAD per quanto riguarda la creazione di gioielli consiste nel fatto che basta schiacciare qualche tasto e si hanno a disposizione le varie proprietà del disegno. Il programma può calcolare il volume totale del disegno che può essere poi moltiplicato per la densità del materiale per ottenere la massa. Questa funzione è molto utile quando si desidera fissare un peso limite. Per esempio, come già menzionato, la pallina in questione (Figura 24) ha un diametro di circa 13mm ed uno spessore delle pareti di 0,75mm. Veramente questo è lo spessore minimo delle pareti, quando si aumentano le caratteristiche del disegno lo spessore e, perciò, il peso aumentano. Un designer esperto di CAD può cambiare velocemente il disegno all'interno della pallina, lasciando invariato l'esterno, e poi vedere quale sarebbe la differenza di peso. Nella Figura 25 è rappresentato il disegno della pallina originale sezionato e lo spessore minimo delle pareti ridotto a 0,50mm. L'interno è sempre sferico ed il risultato come riduzione di peso è quasi il 20%.

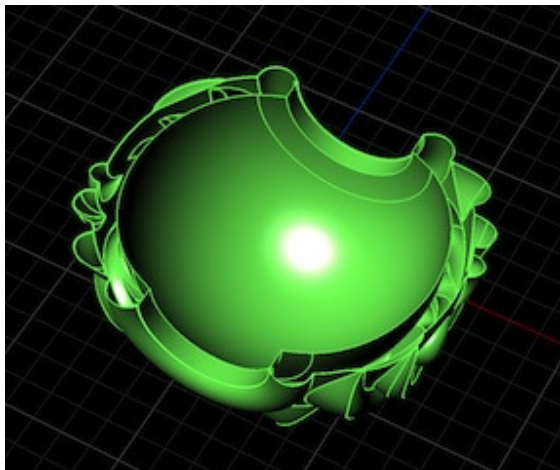


Figura 25. Disegno della pallina originale sezionato con lo spessore delle pareti ridotto a 0,50mm.

Nella Figura 26 il disegno esterno sagomato è stato copiato e scalato per creare una conchiglia interna che possa entrare nella conchiglia esterna con uno spessore delle pareti di 0,50mm. Questo porta ad una riduzione del peso del 45% rispetto al disegno originale.

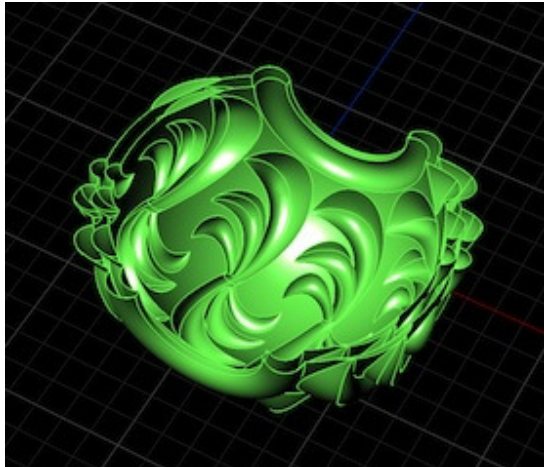


Figura 26. La pallina originale con l'interno adattato per seguire le caratteristiche del disegno esterno.

Nella Figura 27 vediamo un composto del disegno della pallina con l'anima sferica originale e le due anime sagomate con le pareti più sottili. La Tabella 1 mostra il peso della pallina in oro 18K e argento Sterling per ogni iterazione illustrata dalla Figura 25 alla 27. Il disegno delle pareti più sottili ha una massa pari al 70% in meno rispetto all'originale.

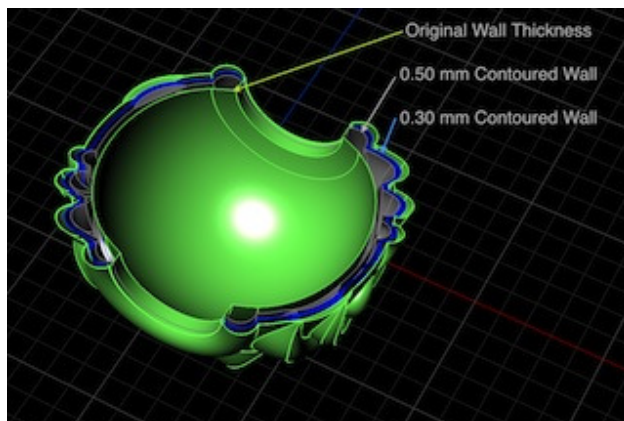


Figura 27. Immagine CAD composta che mostra il disegno originale e le due iterazioni con pareti più sottili che ne derivano.

Tabella 1. Variazione del peso della pallina

Spessore pareti mm	Peso grammi (interno sferico)				Peso grammi (esterno sagomato)			
	750 Au		925 Ag		750 Au		925 Ag	
	wt	%Δ	wt	%Δ	wt	%Δ	wt	%Δ
0,75	5,91		3,96					
0,50	4,75	-19,6	3,18	-19,6	3,25	-45	2,18	-45
0,30					1,80	-70	1,20	-70

Tuttavia, ad un esame più attento il modello CAD mostra un difetto che avrebbe reso impossibile la creazione del modello in una macchina per la stereolitografia e, se l'anima fosse stata lavorata a macchina, non si sarebbe adattata all'interno del calco. Questo è stato causato dalla possibilità di modificare in scala.

La modifica in scala è uno degli strumenti preferiti dei designer di gioielli che usano i CAD. Uno dei vantaggi del poter disegnare al computer è la possibilità di fare un disegno e di poterlo poi ingrandire o ridurre. Per sempio, un ciوندolo e orecchini con lo stesso motivo. Se l'oggetto modificato in scala sarà fuso come pezzo unico, il problema che pone la modifica in scala potrebbe non essere notato o essere attribuito ai trattamenti successivi, ma quando si disegnano oggetti cavi spesso non funziona così. La modifica in scala consiste nel modificare un oggetto in percentuale, e questo di per sé sembra abbastanza semplice. Il problema è che con la modalità in scala gran parte dei programmi CAD possono cambiare la geometria soltanto in una direzione. Per modificare in scala la conchiglia sterna, e renderla più piccola in modo da creare la conchiglia interna, l'immagine verrebbe ristretta verso il centro della pallina. Questo significa che la relazione tra le linee tangenti interne ed esterne sarà diversa rispetto alle linee radiali. Questa differenza può essere osservata nella Figura 28, dove tre punti su una sezione della nostra immagine CAD modificata in scala (che si suppone dovrebbe avere uno spessore delle pareti di 0,30mm) hanno uno spessore delle pareti diverso, a seconda della direzione della modifica e delle linee della geometria (tangenti o radiali). Come si può vedere l'effetto che si ottiene muovendo le linee radiali verso il centro è che lo spessore delle pareti non aumenta con gli stessi valori delle linee tangenti. A questo proposito vale la pena ricordare che la modifica in scala delle immagini CAD è spesso la causa principale della cattiva riuscita dei modelli in resina sviluppati con la stereolitografia che risultano distorti o incompleti.

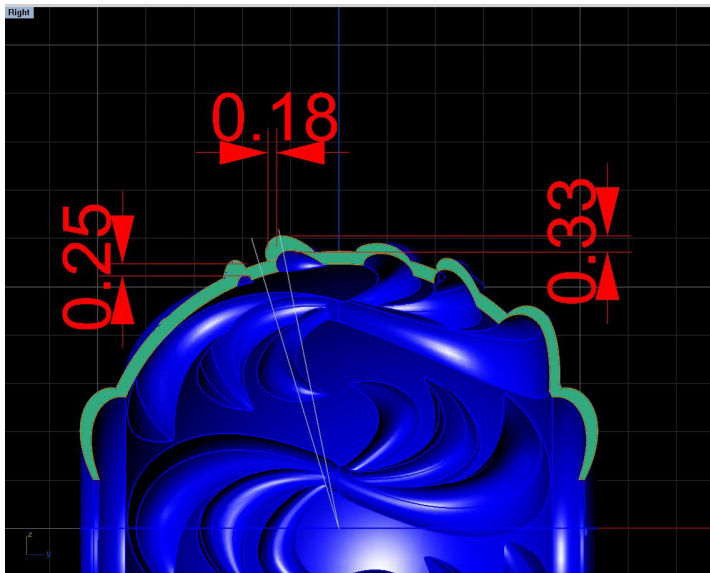


Figura 28. Tre punti di un oggetto sottoposto a modifica in scala mostrano l'effetto del movimento verso un punto. Le linee tangenti effettuano la modifica come ci si aspetta ma quelle radiali non si allontanano.

Nella Figura 29 mostra che quando si ingrandisce il modello sul monitor del computer è possibile individuare un taglio che permetterebbe ad una parte della conchiglia esterna di penetrare nella conchiglia interna.

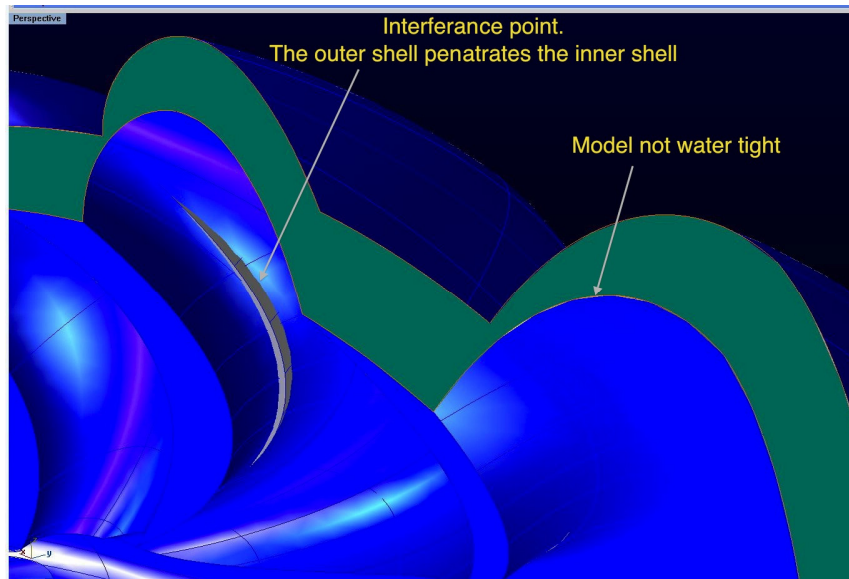


Figura 29. Punto di interferenza. La conchiglia esterna penetra in quella interna.

Attualmente esistono vari programmi CAD e tutti hanno i propri vantaggi e svantaggi. Noi utilizziamo sei o sette programmi diversi perché nessuno è veramente completo ed anche perché ogni utente ha le proprie esigenze e preferenze. Sembra che i designer di gioielli preferiscano i programmi che permettono di disegnare forme libere. Ci sono diversi programmi specifici per la gioielleria basati sul software Rhino® (che a suo tempo è stato ideato come strumento di progettazione per il settore navale). Matrixs®, RhinoGold® e T-Splines® sono alcuni dei programmi che si basano su Rhino®. Il software ArtCAM JewelSmith® che all'inizio era uno strumento per la segnaletica, è particolarmente utile per lavori in 2½D o per convertire disegni unidimensionali in disegni in 2D e 3D. E' anche dotato di un driver CAM per le macchine fresatrici da banco per cera. Il programma 3Design® è un vero e proprio modellatore solido creato appositamente per il disegno di gioielli. E' dotato di una funzione a "flusso libero" abbinata al vantaggio del poter creare modelli solidi.

SolidWorks® è un programma CAD molto potente e robusto studiato per gli ingegneri. Non è adatto per il disegno a forma libera ma i designer di gioielli cominciano a capirne l'utilità per la preparazione delle immagini per la lavorazione a macchina. Vengono utilizzati dei programmi che permettono il disegno libero e le immagini vengono poi importate in SolidWorks prima di essere trasferite ad un programma CAM. Una delle debolezze dei programmi basati su Rhino sta nel fatto che spesso i modelli presentano delle piccole fessure che ne compromettono l'impermeabilità. Nella Figura 29 viene riportato un esempio di queste fessure. Una macchina fresatrice potrebbe interpretare le fessure come delle zone su cui agire e questo potrebbe portare la fresa a conficcarsi nel banco. Sarebbe difficile disegnare la pallina mostrata nella Figura 24 utilizzando SolidWorks, ma il software è dotato di uno strumento di correzione che permette di sagomare l'interno della pallina perché possa combaciare con l'esterno, con uno spessore delle pareti perfettamente uniforme. Anche i programmi Matrixs e 3Design hanno degli strumenti di correzione ma non funzionano bene e fanno perdere molto tempo. E' importante capire le varie funzionalità di questi programmi per evitare problemi come, ad esempio, poter diminuire lo spessore delle pareti o come rendere più precisi i parametri operativi.

## **Ritiro**

E' molto importante sapere in anticipo quanto potrebbe ritirarsi ogni tipo di materiale e tutti i passaggi del processo. Bisogna chiedersi se i dati riguardanti il ritiro della cera e del composto dello stampo sono precisi e aggiornati. La cera idrosolubile si ritira parecchio in fase di solidificazione e perciò può presentare degli avvallamenti in superficie. Quando l'anima non è della grandezza giusta, il calco non aderisce bene e la cera riempie gli spazi che dovrebbero essere vuoti causando sbavature o alettature. Uno dei trucchi per prevenire il problema è creare due anime idrosolubili, una delle quali sarà mezzo millimetro più piccola su un lato ed utilizzare dei tasselli incorporati per mantenerla centrata rispetto alla seconda. L'anima definitiva verrà poi iniettata intorno all'anima interna e così il risultato sarà un'anima senza affossamenti dovuti al ritiro. Di solito le anime sono basate sulla semplice geometria, perciò è preferibile utilizzare un composto per lo stampo piuttosto duro come un 57 Shore A. L'anima deve adattarsi bene al calco in cera, di modo che la cera iniettata non andrà dove non dovrebbe andare, ma non deve neanche essere troppo aderente in modo da evitare distorsioni. Questo tipo di precisione sarebbe molto difficile da raggiungere senza il disegno CAD e la produzione computerizzata.

## **Fusione diretta di modelli cavi realizzati con stereolitografia**

Negli ultimi anni la finitura superficiale dei modelli in resina realizzati con stereolitografia è migliorata enormemente. Questo rende la tecnica suddetta estremamente interessante perché le superfici interne, che sono difficili da lucidare, possono essere rifinite con la burattatura. Il vantaggio più interessante che offrono gli strumenti per la fusione diretta per la creazione di prodotti attraverso stereolitografia è sicuramente la possibilità di elaborare disegni che non potrebbero essere modellati in nessun altro modo. Questa possibilità porta l'innovazione del design ad un livello più alto e permette di offrire agli acquirenti qualcosa di veramente nuovo.

## **Fusione e assemblaggio contro fusione cava**

Per la realizzazione di certi modelli il processo migliore consiste nel fondere separatamente due o più parti per poi assemblarle attraverso brasatura o saldatura al laser. Se una lucidatura interna ottimale è importante, questo è l'unico modo per farlo. Dal punto di vista dei costi questo processo può essere più o meno economico. Ci sono dei passaggi extra da effettuare con un'anima cava che potrebbero essere annullati con l'assemblaggio, perciò si potrebbe decidere già in fase di disegno quale tecnica sia meglio adottare. Se una linea di giunzione evidente non toglie nulla al disegno, allora l'assemblaggio potrebbe essere l'opzione migliore. Se invece l'articolo in questione si presenta meglio senza linee di giunzione visibili, allora la fusione cava sarà la prima scelta.

## **Quanto sottile può diventare?**

Vorrei tanto poter rispondere a questa domanda, ma ci sono troppe variabili da considerare. Per prima cosa, quanto può essere sottile il metallo senza che si verifichino rotture? Naturalmente questo dipende dalla durezza del metallo – più duro è il metallo, più potrà essere sottile. Qualche anno fa avrei detto che in fatto di sottigliezza la limitazione più importante non era la fusione del metallo ma la possibilità di creare un calco in cera sottile abbastanza. Ma la nuova tecnologia della Riacetech nel campo degli iniettori per cera ha cambiato la situazione. Sono rimasto impressionato da queste macchine. Sono un po' più lente degli iniettori sottovuoto con auto clamp, ma in fin dei conti si ottengono più calchi in cera utilizzabili. Inoltre offrono la possibilità di iniettare un calco molto sottile se si dispone di un buono stampo. Al Santa Fe Symposium® nel 2009, il nostro caro amico Dott. Hubert Schuster ha presentato un metodo per la creazione di stampi utilizzando composti a durezza multipla in modo da produrre calchi in cera sottili e con il peso esatto.<sup>5</sup> La tecnica in questione richiede l'uso di composti di silicone con durezza variabile, ma tutti con lo stesso fattore di ritiro. Perciò non so quanto sottile il metallo da fondere possa diventare, ma posso dire che, in pratica, sta diventando sempre più sottile.

## Conclusioni

Quindi, 2000 anni più tardi, possiamo speculare riguardo al perché gli orafi del passato si siano presi tanto disturbo per realizzare un anello cavo. Si trattava di risparmiare metallo o di assicurare uno spessore uniforme per facilitare la fusione, oppure di una questione di equilibrio — per evitare che la parte superiore dell'anello finisse sul palmo della mano? Non lo sapremo mai, ma queste domande sono pertinenti ancora oggi. Se questa fosse una domanda a risposta multipla, si potrebbe scegliere la risposta “Tutti i casi suddetti” e sarebbe quella giusta. Quello che oggi è importante sapere riguarda le possibilità attualmente disponibili e come queste possono adattarsi alla vostra azienda. Sia che la vostra azienda produca oggetti in platino esclusivi che grandi quantitativi di articoli in argento, ma anche se si colloca nel mezzo, c'è comunque qualcosa di nuovo che potreste fare utilizzando questi strumenti e ottenere così ottimi profitti.

---

<sup>1</sup> Schneller, D., “The Cave of Treasures—Lost Wax Castings from 3500 B.C.,” *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 1987*, ed. Dave Schneller (Boulder, Colorado: Met-Chem Research, 1988): 1.

<sup>2</sup> Freda, D., “Hollow-Core Casting for the Jeweler/Enamellist: Vacuum Casting Method,” *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 2003*, ed. E. Bell (Albuquerque: Met-Chem Research, 2003): 49

<sup>3</sup> Raykhtsaum, G., “Age Hardenable 14-Karat White Golds”, *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 2011*, ed. E. Bell (Albuquerque: Met-Chem Research, 2011): 489

<sup>4</sup> Raykhtsaum, G., “Age Hardenable Colored Karat Golds”, *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 2009*, ed. E Bell (Albuquerque: Met-Chem Research, 2009): 343

<sup>5</sup> Schuster, H., “Innovative Mold Preparation and Cutting for Very Thin and High Precision Items”, *The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology 2009*, ed. E Bell (Albuquerque: Met-Chem Research, 2009): 359